جامعة المنصورة
كلية الهندسة
قسم الهندسة المعمارية

نحو تشكيل معماري مستدام باستخدام الخلايا الكهروضوئية

بحث مقدم لقسم الهندسة المعمارية كجزء من متطلبات
نيل درجة الماجستير في الهندسة المعمارية

رسالة مقدمة من

م. مروة عاطف عبد الهادي

معيده بقسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة المنصورة

تحت إشراف

أ.م.د. شريف أحمد علي شتا

أستاذ العمارة المساعد – قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة المنصورة

د. محمد محمد شوقي أبو ليله

مدرس العمارة – قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة المنصورة

٢٠١٢

بسم الله الرحمن الرحيم

((يرفع الله الذين آمنوا منكم والذين أوتوا العلم درجات والله بما تعملون خبيرا))

صدق الله العظيم

المجادلة: الآية (١١)

و عن أبي هُريرةَ رَضيَ اللهُ قالَ رَسُولَ اللهِ صَلى اللهُ عليْه وسَلَّمَ ((إذَا مَاتَ ابنُ آدَمَ انقَطَعَ عمَلُهُ إلاَّ منْ ثَلاثٍ صَدَقَةٍ جَارِيَةٍ أو عِلْمٍ يُنْتَفَعُ بِهِ أو وَلَدٍ صَالِحٍ يَدْعُو لَهُ))

صدق رسول الله صلي الله عليه وسلم

. رواه مسلم .

شكر و تقدير

الحمد لله كما ينبغي لجلال وجهه ولعظيم سلطانه، فالله الشكر والحمد علي مساعدتي وتوفيقي علي إتمام هذه الدراسة وأرجو أن يجعلها ربي علما نافعا. وإذا كان لي أن أشكر غيره من خلقه فإني أتوجه بالشكر الجزيل ووافر التقدير لأعضاء لجنة الإشراف العلمي علي الرسالة علي ما بذلوه من جهد كبير في توجيه مسار هذه الدراسة بدءاً من اختيار موضوعها، ومروراً بإطارها العام، ووصولاً إلي نتائجها.

فشكرا لـ

د / **محمد محمد شوقي أبو ليلة** (مدرس العمارة – قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة المنصورة)

أ.م.د / **شريف أحمد علي شتا** (أستاذ العمارة المساعد – قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة المنصورة)

كما أتقدم بأسمى آيات الشكر والتقدير إلي أعضاء لجنة الحكم:

أ.د/ محمد عاصم حنفي (أستاذ العمارة – قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة الإسكندرية)

أ.م.د/ علاء شمس الدين العيشي (أستاذ العمارة المساعد – قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة المنصورة)

كما أتقدم بالشكر والعرفان لكل من عاونني علي إنجاز هذا العمل وقدم لي يد المساعدة سواء بالتوجيه أو بالمعلومة أو بالمساهمة في إخراجها بهذا الشكل من الأساتذة الأفاضل والزملاء. ولا انسي شكري الخاص إلي: أ.د لميس سعد الدين محمد الجيزاوي (أستاذ العمارة بقسم الهندسة المعمارية – جامعة المنصورة).

كما يطيب لي في هذا المقام أن أتوجه بالشكر الجزيل والتقديرعائلتي أبي وأمي وزوجي وأخواتي عرفانًا وتقديرًا لفضلهم وتشجيعهم الدائم لي فجزأهم الله عني خير الجزاء.

فلهم مني جميعا كل الشكر والتقدير والعرفان واسأل الله أن يوفق الجميع.

الباحثة

م/ مروة عاطف عبد الهادي

إهـداء

إلي من خلقني فسواني _____ وما توفيقي إلا بالله.

إلي من بدعائه أكرمني الله _____ والدي العزيز.

إلي من غمرتني بالدافئ _____ والدتي الحبيبة.

إلي سندي في الحياة_____ أختي وأخواني.

إلي رفيق دربي _____ زوجي الغالي.

إلي قرة عيني ونبض قلبي _____ بناتي رقيه وماريه.

إلي من بهم أكون وبوجودهم أحيا _____ زملائي وزميلاتي.

إلي كل من قدم إلي العون وساندني طوال فترة البحث.

إلي جميع أهلي وأحبائي.

أهدي ثمرة جهدي المتواضع

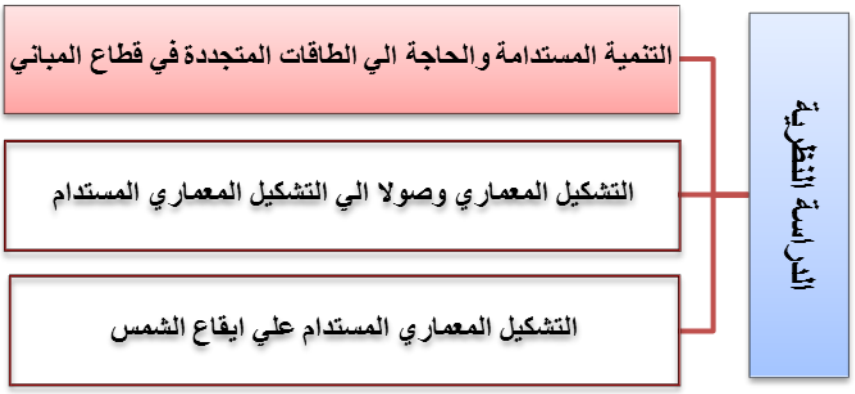
الباحثة

م/ مروة عاطف عبد الهادي

١ – الدراسة النظرية

١-١ الفصل الأول:

التنمية المستدامة والحاجة إلى الطاقات المتجددة فى قطاع المبانى



١_١ المقدمه:

تشكل التنمية المستدامة الآن واحدة من أهم القضايا التي تجذب إليها اهتمام العالم نظرا لتأثيرها المباشر علي الحاضر والمستقبل، وذلك من خلال أبعادها الثلاثة التي تشمل مناحي الحياة وهي: التطور الاجتماعي والنمو الاقتصادي والحماية البيئية. حيث تعتبر التنمية المستدامة علاج لابد عنه مع كثرة المشكلات التي تعرضت لها البيئة منذ عهد الثورة الصناعية، ومع الزيادة المطردة في حجم المشكلات البيئية (المتمثلة في التلوث، والاضطرابات الكبيرة في النظم البيئية، والاحتباس الحراري، والتصحر، وكثرة الأحياء المهددة بالانقراض)، أصاب الهلع الكثيرين إذا استمرت القضايا البيئية بلا علاج. وارتفعت أصوات الدعوة إلى تبني القيم الخضراء واستخدام الطاقات المتجددة و إعادة النظر في علاقة الإنسان بالبيئة. ونشطت الجمعيات الأهلية والمنظمات غير الحكومية التي تنادي بالمحافظة على البيئة.[١]

١-٢ التنمية المستدامة:

علي الرغم من حداثة مصطلح التنمية المستدامة فأن مفهومه ليس بجديد علي الفطرة التي خلق الله عليها الإنسان، فقد دعت جميع الأديان السماوية إلي أعمار الأرض والحفاظ علي البيئة من الناحية المادية والأخلاقية والروحانية.[٢]

١-٢-١ نبذة نظرية عن التنمية المستدامة:

لم يظهر مفهوم التنمية المستدامة بين ليلة وضحاها بل هو قائم عن طريق مجموعة من التداولات منذ ما يزيد علي ثلاثة عقود. وقد سبق تعبير التنمية المستدامة تعبيرات أخرى لم تلق قبولاً مثل: التنمية الإيكولوجية : التي تعنى بالمعايير الإيكولوجية والتوازن البيئي. التنمية العضوية : التي تعنى بنمو جميع قطاعات الاقتصاد والمجتمع نمواً متوازناً.[٣]

فقد عقدت الأمم المتحدة عام ١٩٧٢ م مؤتمر في استوكهلم حول البيئة البشرية، أجمعت خلاله حكومات العالم علي الحاجة الملحة إلي مجابهة مشكلة التدهور البيئي. أوضح المؤتمر طبيعة

---

[١] محمد عبد القادر ألفقي، **ركائز التنمية المستدامة وحماية البيئة في السنة النبوية**، الندوة العلمية الثالثة للحديث،٢٠٠٤م. متاح علي www.nabialrahma.com.

[٢] المرجع السابق.

[٣] عبد الله محمد إبراهيم، **التوجه المنظومي نحو التنمية المستدامة**، المؤتمر العربي الثاني الاتجاه المنظومي في التدريس والتعليم، كلية العلوم _ جامعة عين شمس،٢٠٠٢ م.

العلاقة بين التنمية والبيئة وقد لفت النظر إلي العوامل الاجتماعية والاقتصادية الكامنة وراء الكثير من المشاكل البيئية، من اجل معالجة النتائج عبر التصدي لأسبابها.

وفي عام ١٩٧٤م تبنت الأمم المتحدة إعلان كوكويوك الذي شدد علي بعض النقاط منها توضيح مفهوم التنمية المستدامة من خلال العوامل الاقتصادية والاجتماعية. انه لاحق لهذا الجيل إن يعرض للخطر مصالح الأجيال القادمة عبر المبالغة في أنفاق موارد هذا الكوكب وهذا موجود في لب مفهوم التنمية المستدامة.[١] وفي عام ١٩٨٧م قدمت الأمم المتحدة تقريرا بعنوان " مستقبلنا المشترك " وسمى أيضاً " بتقرير برونتلاند " نسبة إلى رئيسة وزراء النرويج (رئيسة اللجنة). وبنص تقرير برونتلاند على تعريف هام للتنمية المستدامة وهو أن:

" التنمية المستدامة هي التي تلبى حاجات الحاضر دون التفريط في تأمين حاجات أجيال المستقبل ".

ثم تطورت مفاهيم العلاقة بين التنمية والبيئة بواسطة الجهات المعنية مثل : برنامج الأمم المتحدة للبيئة – الاتحاد الدولي لصون الطبيعة والموارد – الصندوق العالمي للحياة البرية.

وأعدت المنظمات الثلاثة وثيقة سميت الإستراتيجية العالمية لصون الطبيعة سنة ١٩٨٠م ثم عدلت سنة ١٩٩١م بعنوان " العناية بالأرض " – لكن تعبير التنمية المستدامة ظهر لأول مرة في الوثيقة الأولى (١٩٨٠) – كثمرة لجهود طويلة استمرت خلال السبعينيات لحل النزاع بين الداعين إلى تنمية تستغل الموارد دون اعتبار للمستقبل وبين الداعين إلى الإبقاء على الموارد للأجيال القادمة.

ثم رأت الأمم المتحدة أن يكون مؤتمر قمة الأرض عام ١٩٩٢م في ريودي جانيرو بالبرازيل فرصة للاتفاق بين دول العالم في حضور عدد كبير من رؤساء الدول – على خطة مفصلة لتحقيق التنمية المستدامة بشكل فعال في المستقبل القريب علي أساس شرطين جوهريين للتنمية المستدامة هما: حماية البيئة، والتنمية الاجتماعية والاقتصادية.[٢]

وأعقب مؤتمر ريودي جانيرو عدد من المؤتمرات الدولية، تم من خلالها رسم رؤية شاملة لمستقبل الجنس البشري. بلغت تلك المؤتمرات ذروتها في قمة الأمم المتحدة عام ٢٠٠٠م، وقد ضم مجموعة من الأهداف تنص علي "تأمين الاستدامة البيئية ". وفي قمة جوهانسبورغ للتنمية المستدامة المنعقدة عام ٢٠٠٢م أعلن قادة العالم علي مستوي رؤساء الدول والحكومات التزاماهم بتحقيق التنمية المستدامة، وإقامة مجتمع أنساني عادل.

---

[١] إيهاب محمود عقبة، **البعد البيئي للتنمية العمرانية المتواصلة**، رسالة دكتوراه ، كلية الهندسة _ جامعة عين شمس ، ١٩٩٨ م.

[٢] أحمد الطنطاوي المعداوي، **الاستدامة البيئية كمدخل لتنمية المجتمعات العمرانية الجديدة في مصر**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة _ جامعة المنصورة، ٢٠٠٦ م.

وقد شاركت معظم الدول العربية، لا بل جميعها، في تبني هذا الإعلان، حيث باتت هناك مسؤولية حتمية علي ضرورة تحقيق أهداف التنمية المستدامة.[1]

وفي ٢٠٠٩لم يسفر مؤتمر الأمم المتحدة للتغيرات المناخية خلال الفترة ٧-١٨ ديسمبر ٢٠٠٩ بكوبنهاجن – الدنمرك عن نتائج نهائية وحاسمة، ولكن تم التوصل إلى عدد من النقاط، تجري لجنة الأمم المتحدة للتنمية المستدامة، في دورتها الثامنة عشر مايو ٢٠١٠م، استعراضاً للتقدم المحرز على جميع المستويات في تنفيذ الالتزامات والمقاصد والأهداف المتفق عليها في جدول أعمال القرن الحادي والعشرين، و"خطة جوهانسبرج" لتنفيذ نتائج مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة.[2]

حرصت الوفود العربية على المشاركة في المؤتمر والتنسيق فيما بينها خلال الاجتماعات المختلفة المنعقدة سواء بين الدول العربية أو من خلال المجموعة الأفريقية حيث تتكون المجموعة العربية من ٢٢ بلداً.

جدول ١-١ المؤتمرات الدولية لمناقشة التنمية المستدامة واهم الأهداف التي انتهت إليها.

المصدر: موقع عمران www.omranet.com/vb/forumdisplay

المؤتمر	التاريخ والمكان	الدول المشاركة	الأهداف النهائية للمؤتمر
مؤتمر الأمم المتحدة حول البيئة و الإنسان	١٩٧٢ ستوكهولم السويد	أول مؤتمر بيئي حضره ممثلون عن١١٣ دولة.	التأكيد على المحافظة وحماية البيئية بدلاً من المعالجة الشمولية لتفاعيل المجتمع مع البيئة.
مؤتمر الأمم المتحدة حول البيئة و التنمية	١٩٩٢ ريوديجانيرو البرازيل	ثاني مؤتمر بيئي حضره ممثلون عن ١٧٩ دولة.	التركيز على الاعتبارات البيئية والاجتماعية كجزء لا يتجزأ من سياسة التنمية الاقتصادية وقد قدم المؤتمر ٢٧ مبدأ للاستدامة .
مؤتمر القمة العالمي حول التنمية المستدامة	٢٠٠٢ جوهانسبورغ جنوب إفريقيا	ثالث مؤتمر بيئي حضره ممثلون عن ١٨٩ دولة.	تركيز اهتمام العالم وتوجيه الأعمال الدولية صوب مواجهة التحديات التي تعيق تحقيق التنمية المستدامة.
مؤتمر الأمم المتحدة حول التغيرات المناخية والتنمية المستدامة	٢٠٠٩ كوبنهاغن الدنمرك	رابع مؤتمر يحضره ١٥ الف مشارك من مختلف دول العالم .	صدور (اتفاق كوبنهاجن) والذي يتضمن أهم الموضوعات الجاري التفاوض بشأنها والمبادئ التي يجب الالتزام بها خلال ٢٠١٠م.

[1] دعاء محمود الشريف، **الإدارة المستدامة للبيئة العمرانية في الدول النامية**، رسالة دكتوراه ، كلية الهندسة _جامعة القاهرة ،٢٠٠٣م.

[2] تقرير التنفيذ الإقليمي للمنطقة العربية للعرض على لجنة الأمم المتحدة للتنمية المستدامة في دورتها ١٨، مايو ٢٠١٠م.

١-٢-٢ مفهوم التنمية المستدامة:

يتكون اصطلاح التنمية المستدامة من لفظتين، هما: التنمية، والمستدامة. والتنمية في اللغة مصدر من الفعل (نمّى). يقال: أنميت الشيء ونمّيته: جعلته ناميا. أما كلمة (المستدامة) فمأخوذة من استدامة الشيء، أي: طلب دوامه.[١]

فالتنمية في أصلها محاولة الإنسان لإنماء عناصر الطبيعة وتحويلها إلي ثروات وخدمات تلبي احتياجاته، وهذا التحويل يعتمد علي جهد الإنسان وما يوظفه من معارف علمية وما يستعين به من أدوات ووسائل تقنية. وقد تصل التنمية للموارد البيئية إلي درجة الإضرار إذا تجاوزت الفطرة البيئية قدرتها علي استعادة التوازن ورأب التصدعات. من هنا ظهرت أهمية التنمية المستدامة والمطالبة بتحقيقها، ومحاول الكثيرون لوضع مفهوم لها يحقق التنمية بدون الإضرار بالبيئة وحق الآخرين.

ومن أهم تعريفات التنمية المستدامة تعريف اللجنة العالمية للتنمية المستدامة لعام ١٩٨٧م، (كما ذكرنا سابقا) و منذ ذلك الحين قدّم العلماء مجموعة تعريفات أخرى للتنمية المستدامة.[٢]ويمكن القول بأن معظم تعريفات التنمية المستدامة تركّز على فكرة مفادها أنّ الإمكانات المتاحة للناس في المستقبل يجب ألا تختلف عن الإمكانات المتاحة للناس اليوم.[٣]

١-٢-٣ إستراتيجية التنمية المستدامة:

ومن التعريفات المتداولة تعتبر التنمية المستدامة عملية ديناميكية تستطيع به المجتمعات مقابلة احتياجاتها الحالية، وتوقع الاحتياجات المستقبلية، بالطرق التي تحقق التوازن بين الأنظمة البيئية والاجتماعية والاقتصادية، فالاقتصاد أحد المحركات الرئيسية للمجتمع، وأحد العوامل الرئيسية المحددة لماهيته (مجتمع صناعي أو زراعي أو رعوي، الخ). فالمجتمع هو صانع الاقتصاد، والمُشكِّل الأساسي للأنماط الاقتصادية التي تسود فيه، اعتمادا على نوع الفكر الاقتصادي الذي يتبناه المجتمع (الرأسمالي، الاشتراكي، الإسلامي).

---

[١] محمد عبد القادر ألفقي، **ركائز التنمية المستدامة وحماية البيئة في السنة النبوية** "، الندوة العلمية الثالثة للحديث،٢٠٠٤م. متاح علي: www.nabialrahma.com

[٢] تقرير التنمية البشرية، **الاستدامة والإنصاف مستقبل أفضل للجميع**، الفصل الأول" لماذا التنمية والإنصاف ؟"، فبراير ٢٠١١م. متاح علي: www.undp.org

[٣] نفس المرجع السابق.

والبيئة هي الإطار العام الذي يتأثر بالأنشطة الاقتصادية ويؤثر فيها. كما تتأثر البيئة بسلوكيات أفراد المجتمع وتؤثر في أحوالهم الصحية وأنشطتهم المختلفة. ولذلك فإن أي برنامج ناجح للتنمية المستدامة لا بد له أن يحقق التوافق والانسجام بين هذه العناصر الثلاثة(البيئة، الاقتصاد، المجتمع)،[1] وربط الأداء والتصرفات المحلية بالاهتمامات العالمية. وبالتالي تتحرك إستراتيجية التنمية المستدامة في ظل ثلاث أهداف رئيسية هي:[2]

١-٢-٣-١ التنمية البيئية:

استخدام الطاقات المتجددة و حماية المجال البيئي: بمعني حماية مكونات النظام البيئي المحلي كأساس للحفاظ علي توازن النظام البيئي العالمي من خلال استخدام الطاقات المتجددة و الحد من الأضرار الايكولوجية مثل التصحر والتغير المناخي، وحماية مكونات المجال الطبيعي ذات القيمة مثل الحياة البرية والمحميات الطبيعية والمناطق التاريخية والآثارية.

الحفاظ علي الموارد الطبيعية: بمعني توفير الاحتياجات الحالية من الموارد وأخذها من مصادرها الطبيعة، ولكن بمعدلات تتناسب مع قدرة هذه الموارد علي التجدد والاستمرار، لذا يفضل العمل علي إيجاد مصادر الطاقة المتجددة واستخدامها، حتى لا نعرض المجال البيئي للتلوث.

١-٢-٣-٢ التنمية الاقتصادية:

وتهتم فيه التنمية المستدامة بعدة مواضيع أساسية كالإنشاء والمواد المستخدمة والبنية التحتية وتمتد إلي دراسة كل ما يرتبط بذلك من أصول وإرباح وتوظيف العمالة ومستوي الإنتاج ووسائل وخدمات النقل وغيرها. من خلال تحقيق مستوي مستقر لمعدلات النمو الاقتصادي، وتعزيز الفاعلية والقدرة الاقتصادية مما يساهم في توفير فرص العمل وزيادة الإنتاج والخدمات. ويفهم منها أنها هي الحاجة إلى توليد أعلى إنتاج من الرفاهية الاقتصادية مع الحفاظ على مخزون الممتلكات من الموارد بما فيها الممتلكات البيئية.[3]

---

[1] محمد عبد القادر ألفقي، **ركائز التنمية المستدامة وحماية البيئة في السنة النبوية "**، الندوة العلمية الثالثة للحديث،٢٠٠٤م.
www.nabialrahma.com

[2] حسام الدين مصطفي النور صالح، **استيعاب الرؤية التشريعية لمنظور الاستدامة دراسة حالة لقوانين وتشريعات البناء في مصر**، مؤتمر التقنية والاستدامة في العمران، كلية العمارة والتخطيط –جامعة الملك سعود، ٢٠١٠ م.

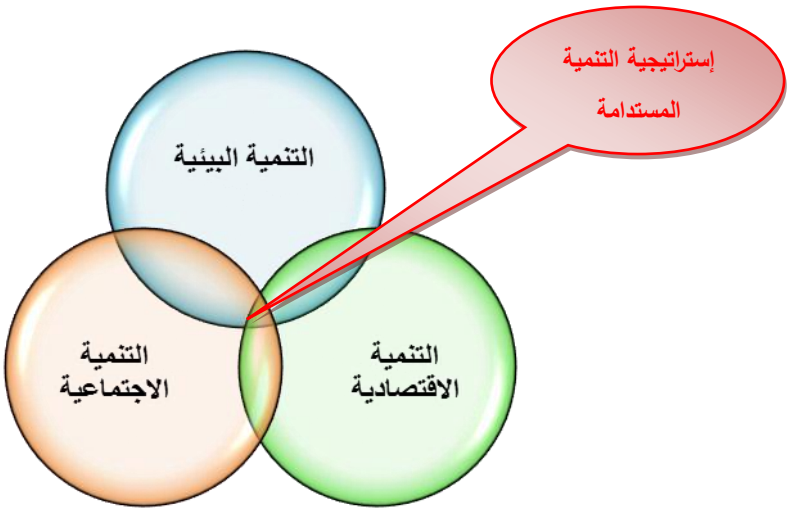
[3] احمد الطنطاوي المعداوي، **الاستدامة البيئية كمدخل لتنمية المجتمعات العمرانية الجديدة في مصر**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة_ جامعة المنصورة، ٢٠٠٦ م.

١-٢-٣-٣ التنمية الاجتماعية:

من خلال مراعاة أهمية الإبعاد الاجتماعية والثقافية للتنمية ، والتي تشمل كافة النظم الاجتماعية والعقائدية، و إغفال هذه الجوانب قد يؤدي إلي فشل العديد من البرامج والمشروعات التنموية.

بناء علي ما سبق فأن التنمية العمرانية المستدامة بمفهومها الشامل عملية متشعبة ومتعددة الإبعاد، فهي إستراتيجية تهدف إلي تحقيق الاحتياجات الحالية والمستقبلية، كما أنها تمس كل جوانب الحياة من نظم سياسية، وأوضاع اقتصادية وعمرانية وتقدم علمي وتقني وقيم وعادات وسلوكيات.[١]

ومما سبق يمكن تلخيص النواحي التي يمكن من خلالها تحقيق استراتيجية التنمية المستدامة من خلال شكل (١-١).



شكل ١-١ استراتيجة تحقيق التنمية المستدامة. مصدر أعادة تنظيم الشكل الباحثة.

١-٢-٤ التنمية المستدامة والدعوة إلي الطاقات المتجددة:

التقرير الصادر عن الأمم المتحدة لعام ٢٠١١ بعنوان (الاستدامة والإنصاف مستقبل أفضل للجميع). يتناول التقرير التحديات البيئية، ويتضمن دعوة إلى إيجاد مصادر تمويل جديدة للمساعدة في تحقيق التنمية المستدامة والتحوّل إلى الطاقة المتجدّدة.

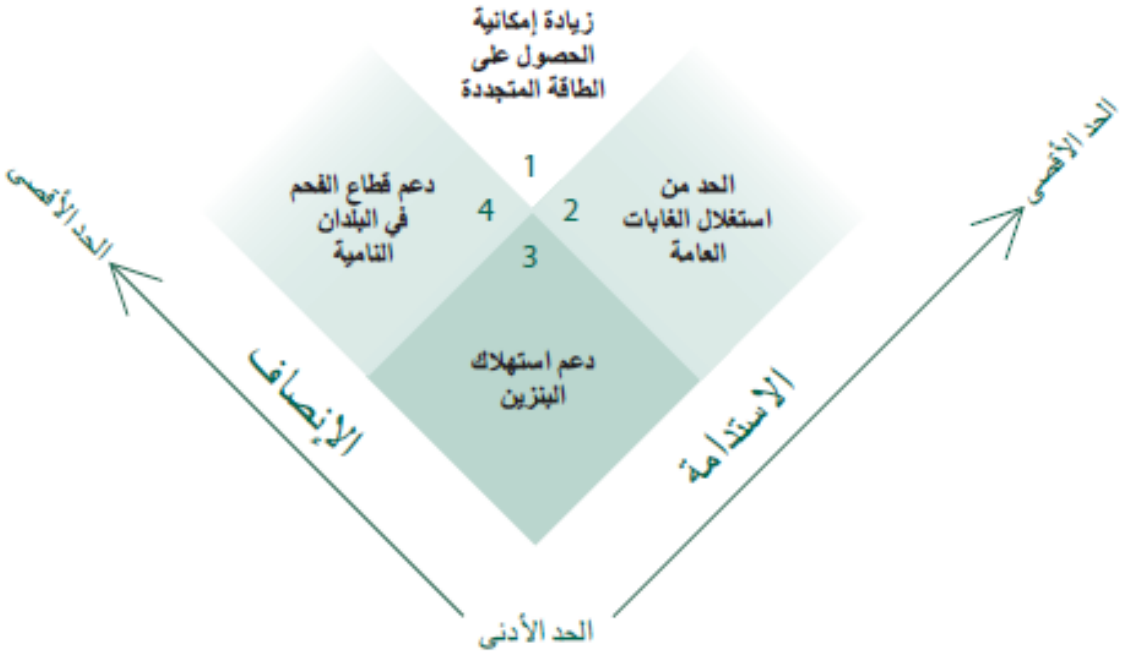
[١] حسام الدين مصطفي النور صالح، **استيعاب الرؤية التشريعية لمنظور الاستدامة دراسة حالة لقوانين وتشريعات البناء في مصر**، مؤتمر التقنية والاستدامة في العمران، كلية العمارة والتخطيط – جامعة الملك سعود، ٢٠١٠ م.

تقول هلن ككرك (مديرة برنامج الأمم المتحدة الإنمائي) في بداية التقرير إن " الاستثمارات في تحقيق الإنصاف في الحصول على إمدادات الطاقة المتجدّدة وإمدادات المياه وخدمات الصرف الصحي والصحة الإنجابية تسهم في تحقيق التنمية البيئية والتنمية البشرية على حد سواء ".

ومع" الربيع العربي " وما يتيحه من فرص جديدة لتمثيل الجميع في الحكم، يرى التقرير أن " لغز الديمقراطية العربية مقبل على نهاية مفاجئة، تفسح المجال إمام توسيع حريات الشعوب وإمكاناتها الفعلية في جميع أنحاء المنطقة."

ونجد إن هذا التقرير يركز على التحديين المترابطين الاستدامة والإنصاف، والهدف هو تبيان كيفية تحقيق تنمية أكثر استدامة و أكثر إنصافا.[1] وقد تم وضع أربع مواضع ويوضح شكل (١-٢) سياسات محددة عُرف عنها دورها في دعم تحسين الاستدامة والإنصاف أو في إعاقتها أو في تحقيق واحدة على حساب الأخرى .فالمربع (١) يحقق الاستدامة و الإنصاف معا، والمربع(٣) يسبب نكسة في الاثنين، إما المربع (٤) يحقق الإنصاف، والمربع (٢) فيحقق الاستدامة.

يدعو هذا الإطار إلى تحديد مواضع التآزر الإيجابي والنظر في مواضع المفاضلة بين الهدفين

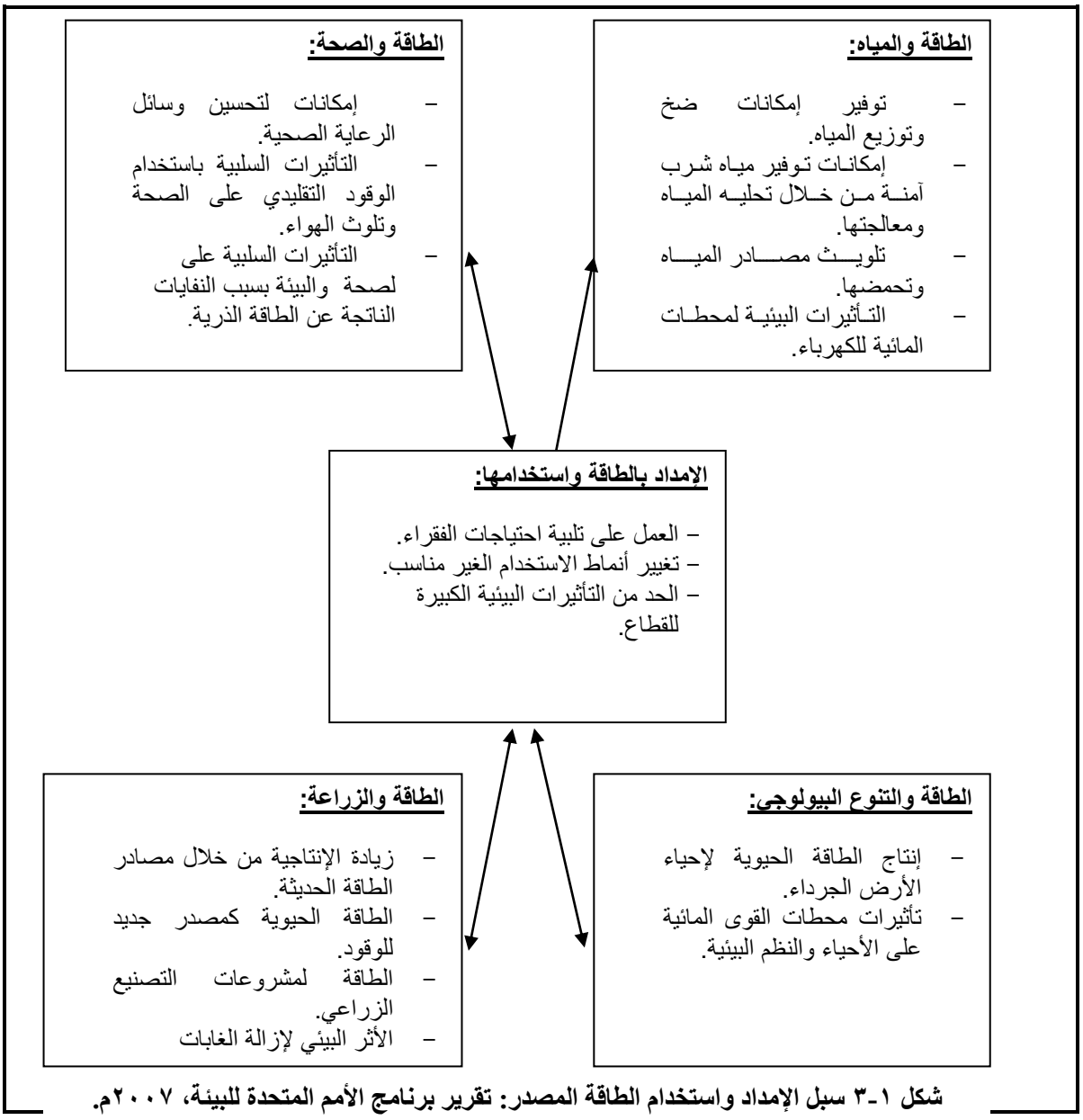


شكل١- ٢حالات وضعت للمفاضلة بين التنمية والإنصاف. المصدر تقرير التنمية ٢٠١١م المصدر: www.undp.org.

[1] تقرير التنمية البشرية، **الاستدامة والإنصاف مستقبل أفضل للجميع**، الفصل الأول" لماذا التنمية والإنصاف ؟"، فبراير ٢٠١١م. متاح علي: www.undp.org

١-٣ أساسيات حول الطاقة:

إن التعريف السائد للطاقة هو "القدرة على القيام بعمل ما"، فأيا كان العمل فكريا أو عضليا يتطلب لإنجازه كمية ملائمة من الطاقة.[١] حيث تطورت مصادر الطاقة مع تطور وسائل العمل التي ابتكرها الإنسان لسد احتياجاته المختلفة على مدى تاريخه.[٢] وترتبط الطاقة بكافة جوانب الحياة كما يتضح من شكل (١-٣):



شكل ١-٣ سبل الإمداد واستخدام الطاقة المصدر: تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة، ٢٠٠٧م.
. www.Unep.org

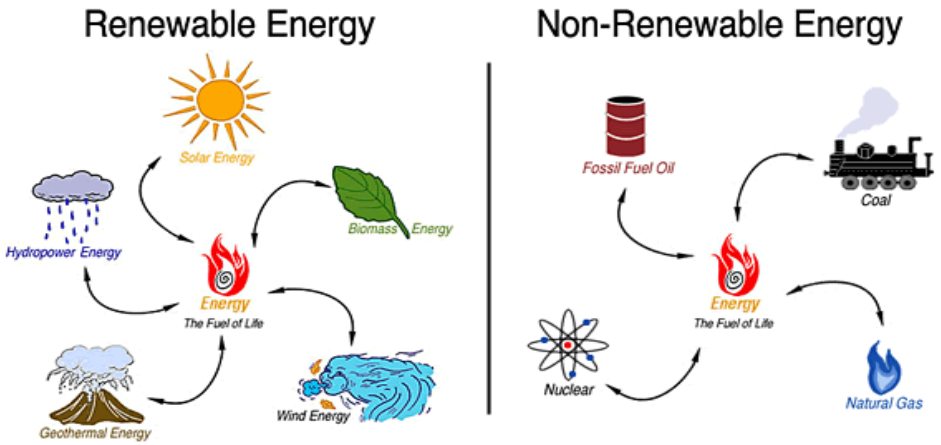
[١] متاح علي موقع: www.netfirms.com/domain-names ، تاريخ التصفح: يناير/٢٠١٠م.

[٢] **محمد طالبي ، محمد ساحل، أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة - عرض تجربة ألمانيا**، مجلة الباحث، العدد السادس، ٢٠٠٨م.

١-٣-١ أوضاع الطاقة العالمية:

يحتاج حوالي ٦.٥ مليار شخص يعيشون علي ظهر كوكب الأرض يوميا إلي قدر هائل من الطاقة وذلك بغية إنجاز أعمالهم. وتنقسم مصادر الطاقة إلي تقليدية ومتجددة جدول(١-٢)، وتقدر الوكالة الدولية للطاقة الحاجة اليومية لمصادر الطاقة بنحو ٢٤٠ مليون برميل مكافئ من النفط لمواجهة الطلب المختلف علي صور الطاقة، يشارك فيها البترول والفحم والغاز بنسب ٣٤ %، ٢٦.٥ %، ٢١ % علي الترتيب، في حين تأتي الطاقات المتجددة بنسبه ٧%، هذا القدر الهائل من الحاجة اليومية تشير التقديرات إلي أن حوالي ٢٥ % من سكان الأرض لا يمكنهم الوصول إلي صور الطاقة الحديثة ومن ناحية أخري تشير هذه النسب إلي تدني مساهمة المصادر المتجددة تعتبر تنمية موارد الطاقة الأولية وحسن إدارتها من أهم دعائم التنمية المتواصلة،[١] ومن المتوقع أن يزداد الطلب على الطاقة خلال هذا العقد بمعدل يتراوح بين ٦ – ٧ % سنويا، للوفاء باحتياجات خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية.

جدول ١-٢ مصادر الطاقات التقليدية والمتجددة وايجابيات وسلبيات كلا منها.[٢]



شكل ١-٤ مصادر الطاقة التقليدية والمتجددة. المصدر: www.schoolworkhelper.net/2010

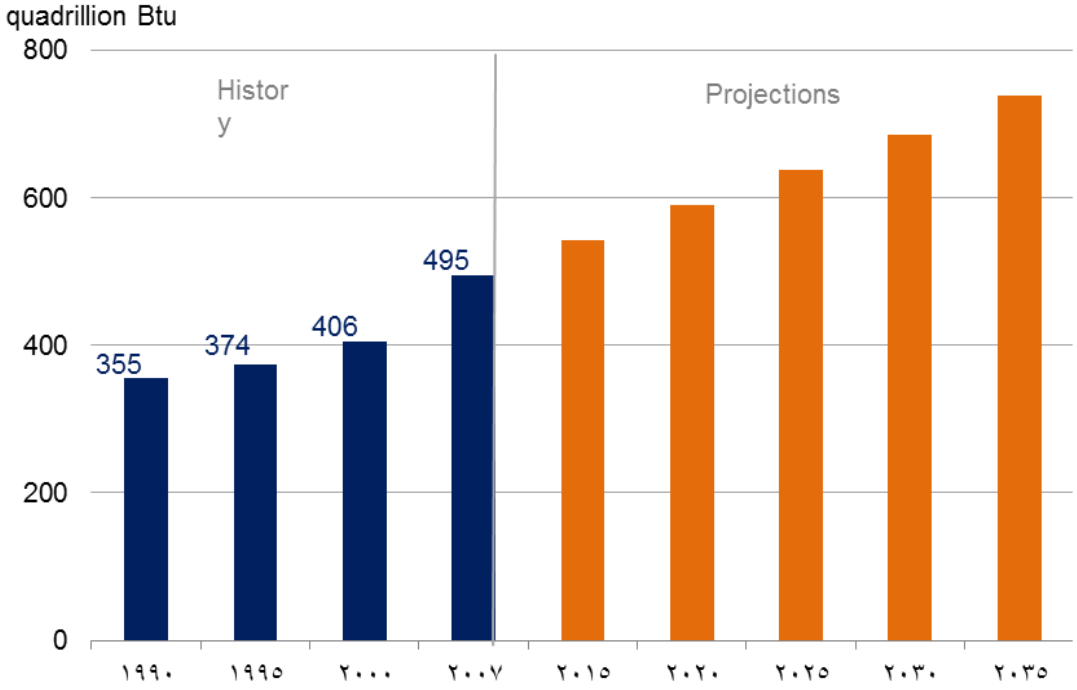
الاستخدام	الكهرباء، الوقود (البنزين).	الكهرباء، وقود بديل.
الايجابيات	متوفرة حتى ألان، رخيصة، يمكن استخدامها في إي مكان.	متجددة، غير ملوثة، مجانية.
السلبيات	التلوث البيئي(الإمطار الحمضي، تلوث الهواء، الاحتباس الحراري.....الخ)، قابلة للنفاذ.	استخدامها مرتبطا بأماكن توفرها، التكلفة حتى الآن.

[١] **تقرير سنوي لهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة**، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠٠٩م.

[٢] متاح علي موقع: www.schoolworkhelper.net ، بتاريخ تصفح: فبراير/٢٠١١م.

١-٣-٢ إحصائيات الطاقة التقليدية:

هي المصادر الناضبة – أي التي ستنتهي مع الزمن لكثرة الاستخدام – وهي موجودة في الطبيعة بكميات محدودة وغير متجددة، وهي بالإضافة إلى ذلك ملوثة للبيئة، وتشكل ٨٦% من حاجة العالم بشكل عام من الطاقة.[١] وقد استمر الطلب العالمي على مصادر الوقود الحفري شكل (١-٥) في زيادة بمعدل سنوي متوسط ٠,٧% في الفترة من ١٩٩٦م إلى ٢٠٠١م حيث ارتفعت حصة النفط من ٤٣% إلى٤٤% وحصة الغاز الطبيعي من ٢٥% إلى ٢٦% بينما انخفضت حصة الفحم من ٢٩% الى٢٧%، مع عدم تغير نسبة الطاقة الكهرومائية ٣%، وقد أوضحت الدراسات إن طاقة البترول سوف تنضب عام ٢٠٥٠م والغاز الطبيعي عام ٢١٠٠ ، والفحم عام ٢٣٣٠، كنتيجة طبيعية للاعتماد المتزايد على صادر الطاقة غير المتجددة في معظم دول العالم المتقدم والنامي على حد سواء. في حين انه لازالت مساهمة مصادر الطاقة المتجددة تتمثل نسبة صغيرة تبلغ نحو ١٨% من إجمالي إنتاج العالم بالإضافة إلى مساهمة الطاقة النووية بنسبة ١٦% ويتركز معظمها بالدول المتقدمة.[٢]



شكل ١-٥ زيادة الاستهلاك العالمي من الطاقة بنسبة ٤٩ في المائة منذ ٢٠٠٧ حتي٢٠٣٥م، المصدر: www.eia.gov/emeu/international.

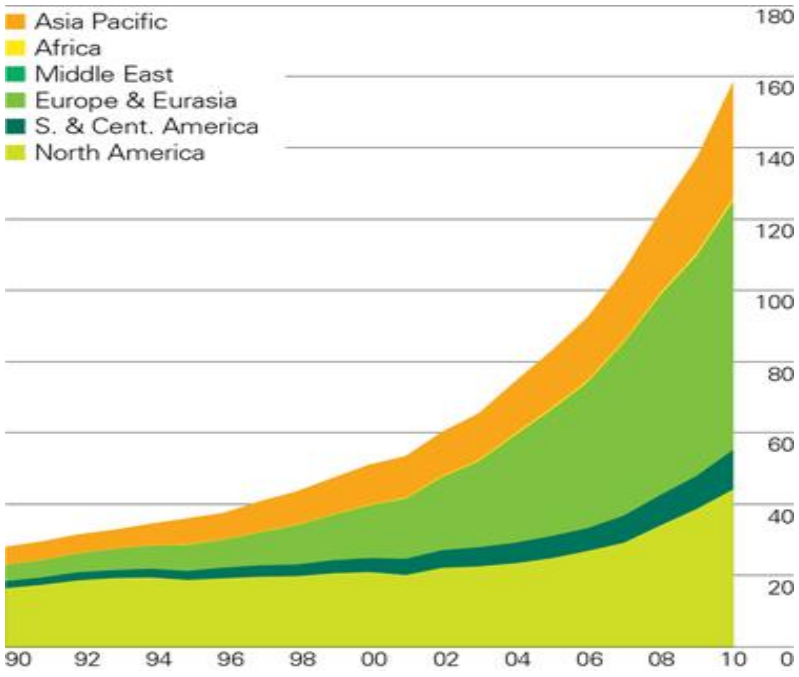
[١] وهيب عيسى الناصر، **مستقبل الطاقة العربي المتجددة**، مؤتمر الطاقة العربي السابع، القاهرة، مايو ٢٠٠٢ م.

[٢] محمد عبد المجيد دياب، **ترشيد استهلاك الطاقة في قطاع الأبنية في ضوء مفاهيم التنمية المستدامة**، المؤتمر العلمي الأول، العمارة والعمران في إطار التنمية المستدامة، قسم الهندسة المعمارية –كلية الهندسة – جامعة القاهرة، ٢٠٠٥م.

١-٣-٣ إحصائيات الطاقة المتجددة:

تتميز مصادر الطاقة المتجددة بقابلية استغلالها المستمر دون أن يؤدي ذلك إلى استنفاذ منبعها، فالطاقة المتجددة هي تلك التي نحصل عليها من خلال تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري. والطاقة المتولدة من خلال تلك المصادر أطلق عليها الطاقات المتجددة وهو ما يدل علي طبيعتها وكونها مستدامة ولا تعتمد علي احتراق الوقود لتوليدها بل أنها تعتمد علي مصادر لا تنفذ ولا تنضب، كما أنها مصادر نظيفة لا يترتب عليها تلوث للبيئة.[١] ونتيجة لذلك فأن استخدام مصادر الطاقات المتجددة في تزايد مستمر شكل (١-٦).

و في تقرير أصدرته شبكة سياسة للطاقة المتجددة للقرن الواحد والعشرين (آر إي أن ٢١) يقول بأنه يجب أن تلعب الطاقة المتجددة دورا رئيسيا في إمدادات الطاقة العالمية وذلك من أجل مواجهة التهديدات البيئية والاقتصادية للتغير المناخي التي تتزايد خطرا .[٢] في هذا الإطار توقع خبراء ألمان تفاقم أزمة الطاقة خلال السنوات القليلة المقبلة (الطاقة التقليدية) وخاصة الخشب والمخلفات الحيوانية والنباتية.[٣]



شكل ١-٦ إحصائيات الطاقات المتجددة علي مستوي العالم حتى ٢٠١٠م، المصدر www.bp.com/sectiongene ricarticle800.do .

[١] صلاح شكري السيد، **من وهج الشمس**، مجلة عمران، العدد الثالث، قسم العمارة - الجامعة الإسلامية بغزة - فلسطين، ٢٠٠٤م.

[٢] موقع الكتروني متاح علي: www.unep.org/GC/GCSS-IX/arabic/REN_arabic.doc، تاريخ التصفح: يوليو ٢٠١١م.

[٣] **محمد طالبي ، محمد ساحل، أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة - عرض تجربة ألمانيا**، مجلة الباحث، العدد السادس، ٢٠٠٨م.

ومن إحصائيات الطاقات المتجددة المتزايدة تتوافر إمكانات واحتمالات مستقبلية لتكنولوجيات الطاقة المتجددة لتسهم في الوفاء بالاحتياجات الأساسية للطاقة، وفي دعم تخفيف وطأة الفقر وتحقيق التنمية المستدامة. وقد تم ابتكار وتطوير تكنولوجيات متعددة للطاقة المتجددة خلال العقدين الماضيين، وتم اختبار بعضها ميدانياً، وتم تطويرها على مستوى التطبيق، خاصة في مجال القدرات الصغيرة والمتوسطة في الأماكن النائية حيث أثبتت الطاقة المتجددة فاعلية اقتصادية، بينما مازال بعضها الآخر في حيز البحث والتطوير. إلا أنه يجدر القول أن هذه التكنولوجيات لم تستخدم بعد على نطاق واسع لتوفير خدمات الطاقة، حيث أنه مازال هناك عدد من القيود والمعوقات التي تواجه التوسع في استخدامها، منها ارتفاع التكلفة.[١]

١-٤ السياق العام للطاقة في مصر:

تعتبر مصر الآن من دول الربيع العربي التي تبحث عن نفسها ونجاحها من جديد ونظرا للظروف التي تمر بها من عدم استقرار إلي حد ما. ومع أهمية الطاقة القصوى وزيادة الطلب عليها وخاصة الطاقة الكهربائية فان مصر تواجهه هذه المرحلة بضعف شديد في مخزون الطاقة لديها وكذلك في مصادرها. فمع الطلب الكبير علي الطاقة الكهربائية واقتراب نضوب النفط واستيراده من الخارج لسد العجز المحلي، وكذلك عدم جدية مشروع الطاقة النووية. تتحصر المصادر في الوقود الحفري (النفط، الغاز الطبيعي) و المساقط المائية (السد العالي) ومصادر متجددة (طاقة الشمس، طاقة الرياح).[٢]

١-٤-١ مصادر الطاقة التقليدية في مصر:

يعتبر النفط والغاز الطبيعي اكبر مصادر الطاقة التقليدية في مصر. وقد بلغ انتاج النفط ذروته في عام ١٩٩٦م ولكن بالرغم من اكتشاف ابار جديدة والتحسينات التقنية في استخراج النفط. فهناك عجز في سد الاحتياجات نتيجة لزيادة الطلب علي مصادر الطاقة خلل الاعوام السابقة. حيث يقترب معدل الانخفاض السنوي ٣,٤%.[٣] أما بالنسبة للغاز الطبيعي فان الإنتاج في ارتفاع مستمر،

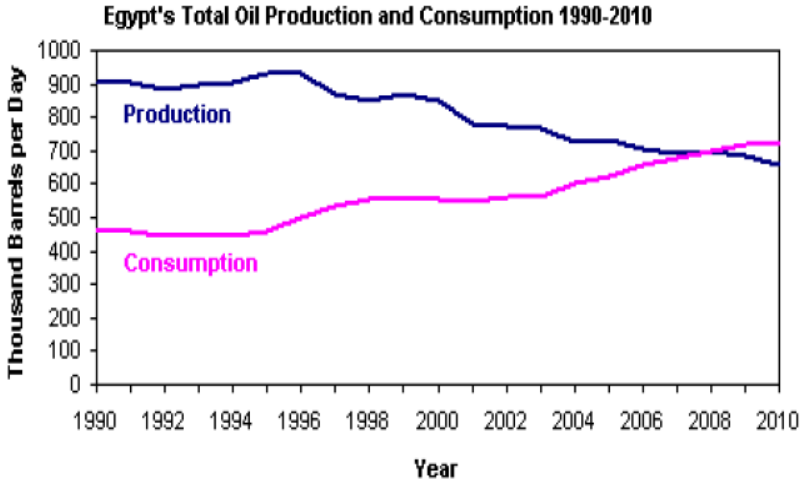
---

[١] اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا أوراق إسكوا التحضيرية لمؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، الورقة رقم (٣) **التحديات والفرص التي تواجه إسهام قطاع الطاقة في تحقيق التنمية المستدامة**، أغسطس ٢٠٠٢م.

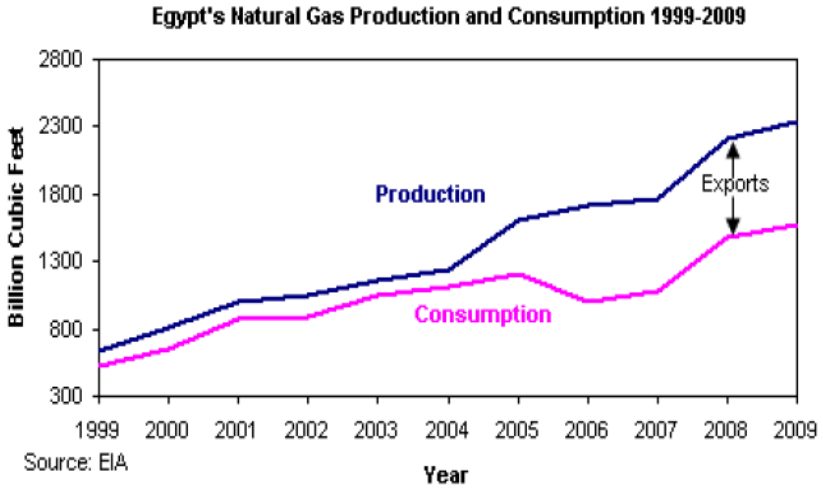
[٢] نهلة عبد الوهاب محمد مصطفي، **دراسة تأثير أنظمة الطاقة المتجددة علي تصميم الغلاف الخارجي للمبني**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة – جامعة القاهرة، ٢٠٠٨ م.

1 Egyptian-German Private Sector Development Programme, **Prospects of the Renewable Energy Sector in Egypt** Focus on Photovoltaic's and Wind Energy, German Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ) Cairo, Egypt, 2010. www.psdp-egypt.info .

ويزداد الطلب المحلى على الغاز الطبيعي سواء في توليد الطاقة أو من خلال الاستخدامات الأخرى بجانب زيادة الصادرات من خلال ناقلات الغاز الطبيعي المسال، وخطوط أنابيب الغاز، ومصر قادرة ألان علي السيطرة بشكل ايجابي في تصديره للدول المجاورة بدون محاباة ومصالح شخصية.[1]



شكل ١-٧ انتاج واستهلاك النفط حتي عام ٢٠١٠م. المصدر www.eia.doe.gov.



شكل ١-٨ انتاج واستهلاك الغاز الطبيعي حتي ٢٠٠٩م. المصدر السابق.

وإذا أخذنا في الاعتبار أن الطاقة التقليدية ستظل مسيطراً على خليط الطاقة خلال العقود القادمة، فإن التحدي يتمثل عندئذ في الاستخدام الكفء، وفي تقليص التأثيرات البيئية على المستويات المحلية والإقليمية والعالمية. وعلى ذلك فإن الاتجاه نحو تكنولوجيات متطورة وأكثر نظافة. يمثل حجر الزاوية في مجال تقليل الآثار البيئية الناجمة عن حرق الوقود، وفي تدعيم التنمية المستدامة، وعلى وجه الخصوص في الدول النامية حيث تزايد الطلب على خدمات الطاقة، وحيث يؤدي النمو

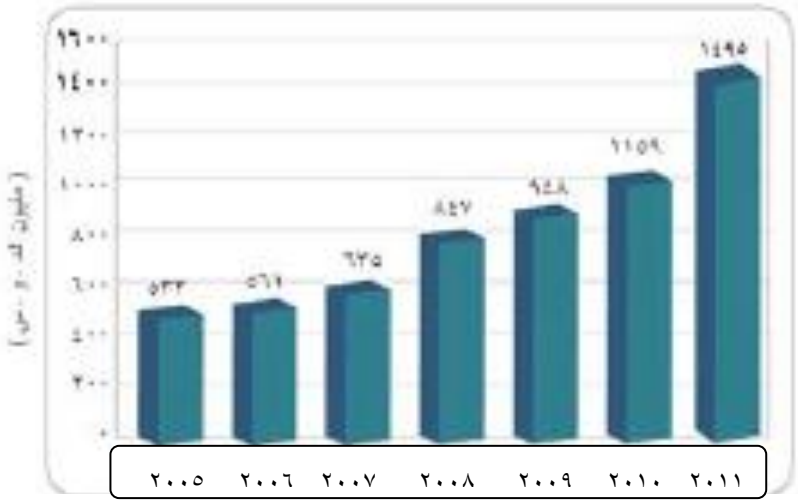
[1] **تقرير سنوي لهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة**، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠١٠/٢٠١١م.

السكاني المتزايد إلى ارتفاع الحاجة إلى زيادة قدرات توليد الكهرباء وزيادة الطلب على وقود نظيف. وعلى ذلك فان الجهود ينبغي أن تركز على تحسين الكفاءة في محطات توليد الكهرباء، مع توسيع نطاق البحوث والتطوير، تطوير الإمدادات في مجال النظم المتطورة للطاقة والوقود.[١]

١-٤-٢ مصادر الطاقة المتجددة في مصر:

ونتيجة الضغوط المتزايدة على مصادر الوقود التقليدي، والزيادات الناتجة عن التأثيرات البيئية العالمية والمحلية واستغلال معظم إمكانات الطاقة المائية، فإن إحدى الركائز الأساسية التي استندت عليها الحكومة المصرية في وضع إستراتيجيتها كانت الاعتماد على مصادر للاعتماد علي مصادر الطاقة المتجددة، وخاصة (طاقة الرياح، والطاقة الشمسية)[٢] وذلك بإنشاء اكبر محطة لطاقة الرياح في الزعفرانة شكل (١-٩) ومحطة الطاقة الشمسية بالكريمات. و بالإضافة إلي الأهمية البيئية والاجتماعية يعتبر الاهتمام بإنتاج الطاقة من المصادر المتجددة ضرورة للنمو الاقتصادي وذلك لسببين أساسيين:[٣]

- يعتبر إنتاج الطاقة مفتاح مباشر لتحقيق التنمية المحلية بشكل مستدام.
- مصدر أساسي لتوفير العملة الأجنبية.



شكل ١-٩ زيادة مشاركة طاقة الرياح بزيادة إنتاجها في محطة الزعفرانة بالغردقة. المصدر: التقرير السنوي لهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة ٢٠١٠/٢٠١١م.

[١] اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا أوراق إسكوا التحضيرية لمؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، الورقة رقم (٣) **التحديات والفرص التي تواجه إسهام قطاع الطاقة في تحقيق التنمية المستدامة**، أغسطس ٢٠٠٢م.

[٢] **تقرير سنوي لهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة**، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠١٠/٢٠١١م.

[2] Egyptian-German Private Sector Development Programme, **Prospects of the Renewable Energy Sector in Egypt** Focus on Photovoltaic and Wind Energy, German Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ) Cairo, Egypt, 2010. www.psdp-egypt.info.

١-٥ الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق منظومة التنمية المستدامة:

تؤثر الطاقات المتجددة بشكل فعال علي تحقيق إستراتيجية التنمية المستدامة لما لها من ايجابيات عند استخدامها في العديد من المجالات، مثل المجال البيئي والاقتصادي والصناعي والصحي. حيث تعمل علي تحسين الأوضاع السيئة الناتجة عن استخدام الوقود الحفري والتي تتمثل في التلوث البيئي ويضاف إلي ذلك استمرارية زيادة تكاليف استخراجه واستخدامه والتأثر علي سياسات والاقتصادي العالمي.

هناك دعوة صريحة للاتجاه إلي الطاقة المتجددة كما ورد في تقرير الأمم المتحدة للتنمية البشرية لعام ٢٠١١ م، وسعي الكثير من الدول إلي دعم الأبحاث في هذا المجال وتحويلها من مجرد حركة علمية إلي التزام سياسيي وكذلك زيادة الوعي بأهمية وتحسين كفاءة إنتاج الطاقة المتجددة و استخدام التكنولوجيا التي تستغل هذه الطاقات نظرا لأهميتها الإستراتيجية علي المدى القصير والبعيد وما له من منافع اقتصادية وبيئية واجتماعية وهو ما يحقق منظومة الاستدامة.[١]

١-٥-١ الطاقات المتجددة والتنمية البيئية:

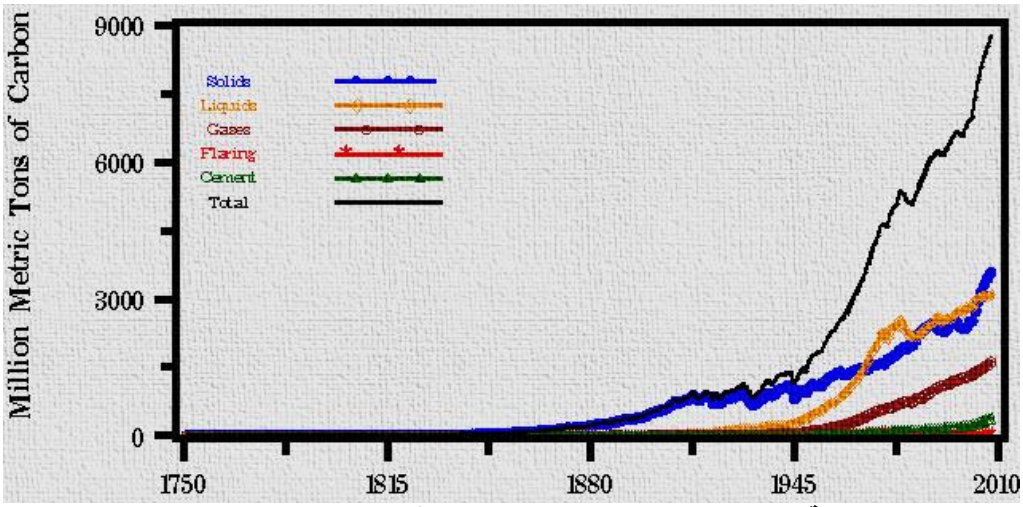
أصبحت البيئة اليوم عنصرا من عناصر الاستغلال العقلاني للموارد ومتغيرا أساسيا من متغيرات التنمية المستدامة، نظرا لما يحدثه التلوث من انعكاسات سلبية على المناخ من جهة، ولكون الكثير من الموارد الطبيعية غير متجددة مما يحتم استغلالها وفق قواعد تحافظ على البقاء ولا تؤدي إلى الاختلال أو كبح النمو.[٢] إن من أهم التأثيرات البيئية المرتبطة باستخدامات الطاقة التقليدية ما يعرف بظاهرة الاحتباس الحراري التي ارتبطت بظاهرة ارتفاع درجة حرارة الأرض نتيجة لزيادة تركيز بعض الغازات في الغلاف الجوي وأهمها غاز ثاني أكسيد الكربون. وعلى العكس من ذلك، فلاستخدام الطاقة المتجددة أثر معروف في حماية البيئة نتيجة لما تحققه من خفض انبعاث تلك الغازات ومنه التلوث البيئي، حيث من المتوقع أن تبلغ انبعاث الناتجة عن الوقود التقليدي حوالي ١٩٠ مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون سنة ٢٠١٧ بالإضافة إلى الغازات الأخرى شكل (١-١٠).[٣]

---

[١] نهلة عبد الوهاب محمد مصطفي، **دراسة تأثير أنظمة الطاقة المتجددة علي تصميم الغلاف الخارجي للمبني**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة _ جامعة القاهرة، ٢٠٠٨ م.

[٢] عبد المجيد قدي، **"مدخل إلى السياسات الاقتصادية الكلية: دراسة تحليلية تقييميه"**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، ٢٠٠٥م.

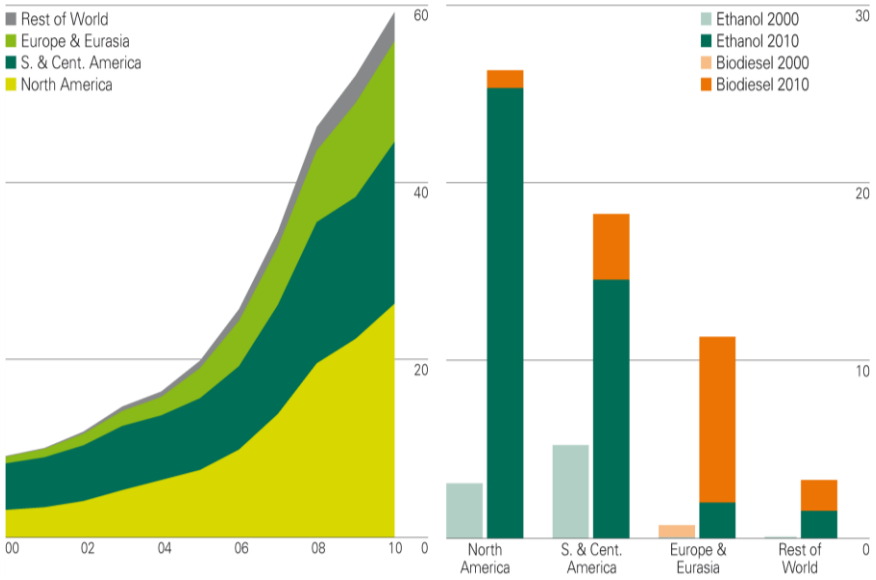
[3] Carbon dioxide information analysis center, **report data in units of carbon**, www.cdiac.ornl.gov, 2011.



شكل ١-١٠ تقديرات عالمية لانبعاث غازات Co2 من استخدام الوقود الحفري. المصدر: مركز تحليل معلومات غاز ثاني أكسيد الكربون www.cdiac.ornl.gov.

١-٥-٢ الطاقات المتجددة والتنمية الاقتصادية:

إنتاج تقنيات الطاقة المتجددة في نمو وتطور سريع شكل (١-١١)، ومع توسع شبكات التوزيع وبرامج التسويق والتمويل الحكومية للتطوير ودعم الميزانية جعل من الهيكل الاقتصادي للطاقات المتجددة تأثير هام في كثير من التطبيقات مثل توليد الطاقة الكهربائية، مجالات الصناعة، الاتصالات والملاحة، الشبكات الإعلامية .... إلي غير ذلك من التطبيقات المختلفة التي تعمل بالوقود الحفري ويمكن استبداله بالطاقات المتجددة بتقنيات بسيطة واقتصادية.[١]



شكل ١-١١ زيادة منتجات الطاقات المتجددة علي مستوي العالم. المصدر: BP Statistical Review of World Energy June 2011,www.bp.com

[١] نهلة عبد الوهاب محمد مصطفي، **دراسة تأثير أنظمة الطاقة المتجددة علي تصميم الغلاف الخارجي للمبني**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة _ جامعة القاهرة، ٢٠٠٨م.

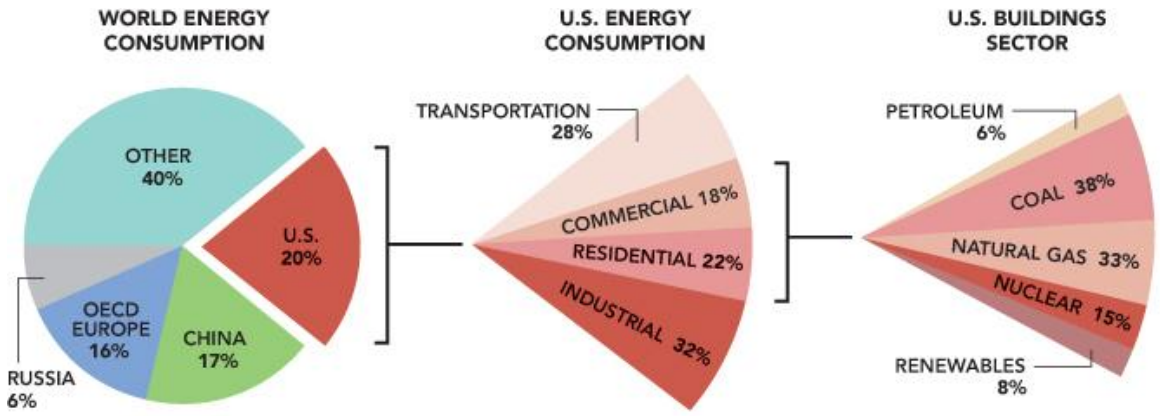
١-٥-٣ الطاقات المتجددة والتنمية الاجتماعية:

إن التهديدات علي الإنسان الناتجة من القضايا البيئية مثل الإمطار الحمضية وتغير المناخ العالمي والزيادة العالمية لنسبة غازات البيت الزجاجي، تدعونا إلي التوجه نحو التكنولوجيا التي تستخدم مصادر الطاقات المتجددة ، أضاف إلي ذلك إن استخدام هذه الطاقات سوف يوفر عدد من الشرائح الوظيفية الجديدة في كثير من المجالات والتخصصات، بداية من الأبحاث والتصنيع إلي الخدمات والتركيب والصيانة والتوزيع .....

مما سبق نستشف أن للطاقة المتجددة أهمية بالغة في تحقيق التنمية المستدامة من خلال حماية البيئة باعتبارها طاقة غير ناضبة و توفر عامل الأمان البيئي مما يدفع بعجلة التنمية المستدامة.

١-٦ استهلاك الطاقة في قطاع المباني والحاجة إلي الطاقات المتجددة:

تبرز أهمية الاستدامة في العمارة واستخدام الطاقات المتجددة إذا علم أن قطاع المباني والإنشاءات من اكبر القطاعات المستهلكة للطاقة والموارد الأولية، حيث يستهلك قطاع البناء سنويا ما يقرب من ٤٠-٥٠ % من استهلاك الطاقة في العالم بإضافة إلي أن انبعاث الكربون الناتجة أكبر بكثير من تلك الموجودة في قطاع النقل.[١] كما تستهلك المباني السكنية وحدها في الخليج حوالي ٤٠-٥٥% من الطاقة الكهربية، وفي الولايات المتحدة الأمريكية شكل(١-١٢) علي سبيل المثال باعتبارها اكبر دولة لاستهلاك الوقود يستهلك قطاع البناء والتشييد ٤٠% من الطاقة كما في الشكل التالي:

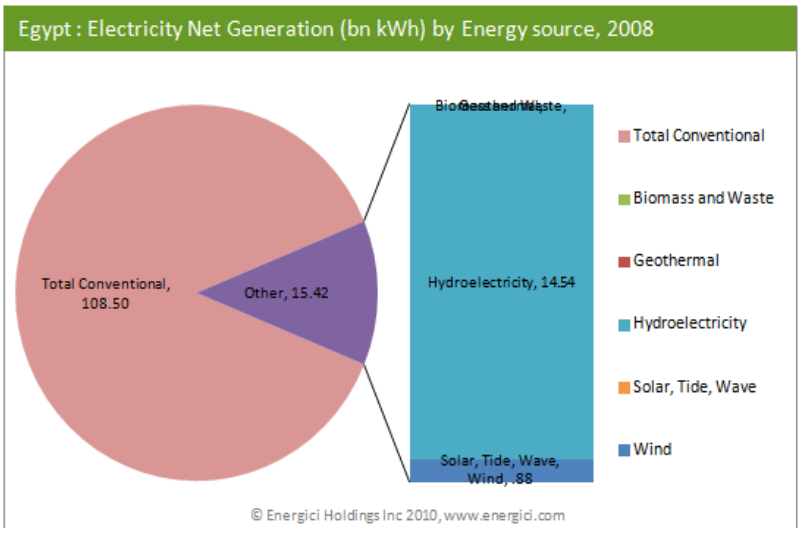


شكل١-١٢ استهلاك الولايات المتحدة الأمريكية للطاقة في قطاع المباني في ٢٠١٠م. المصدر:
www.buildingsdatabook.eren.doe.gov/TableView.aspx.

[١] أحمد فتحي أحمد إبراهيم، **دور أنظمة ومواد البناء في تحقيق الاعتبارات الاقتصادية والبيئية للاستدامة في المسكن الميسر**، مؤتمر التقنية والاستدامة في العمران، كلية العمارة والتخطيط جامعة الملك سعود، الرياض، ٢٠١٠م.

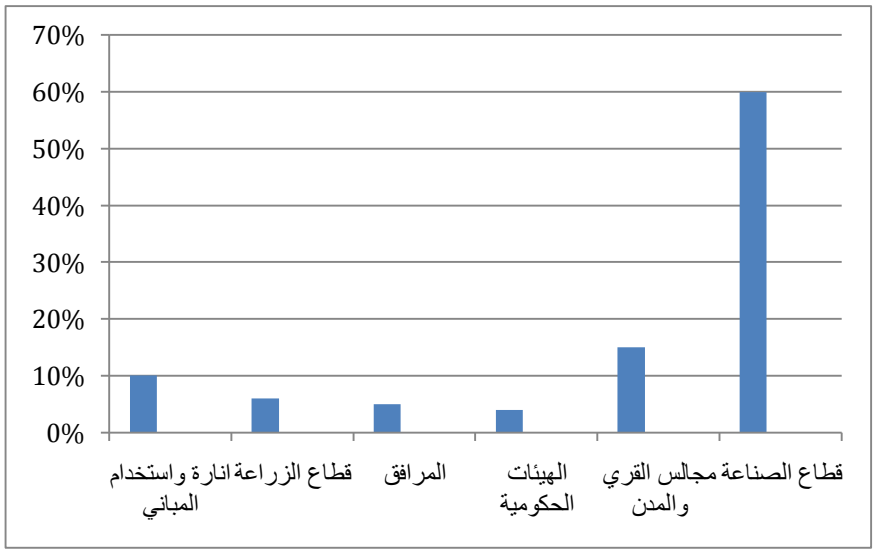
١-٦-١ استهلاك مصادر الطاقة بقطاع المباني في مصر:

تتفاوت نسب توفر مصادر الطاقة في مصر لإنتاج الطاقة الكهربائية بين تقليدية ومتجددة شكل(١-١٣) حيث يستهلك قطاع المباني حوالي ٣٨,٦ %من الطاقة الكهربية وتتم عملية استهلاك الطاقة في التشييد بثلاث مراحل أولها مرحلة البدء في التشييد وقد تفوق عملية التشييد نفسها، ثاني المراحل مرحلة نقل مواد البناء من المناجم إلي المسابك ثم إلي موقع البناء، وثالثها مرحلة تنفيذ العمليات والتشطيبات.[١]



شكل ١-١٣ مصادرا الطاقة التقليدية والمتجددة لإنتاج الطاقة الكهربائية في مصر. المصدر: www.energici.com

يتم توزيع الطاقة الكهربائية علي كافة القطاعات بنسبة متفاوتة كالتالي:



شكل ١-١٤ توزيع استهلاك الطاقة الكهربائية في القطاعات المختلفة في مصر. تقرير هيئة الطاقة ٢٠٠٨م.

[١] جهاز تخطيط الطاقة ، **دليل العمارة والطاقة**، القاهرة ، ١٩٩٨م.

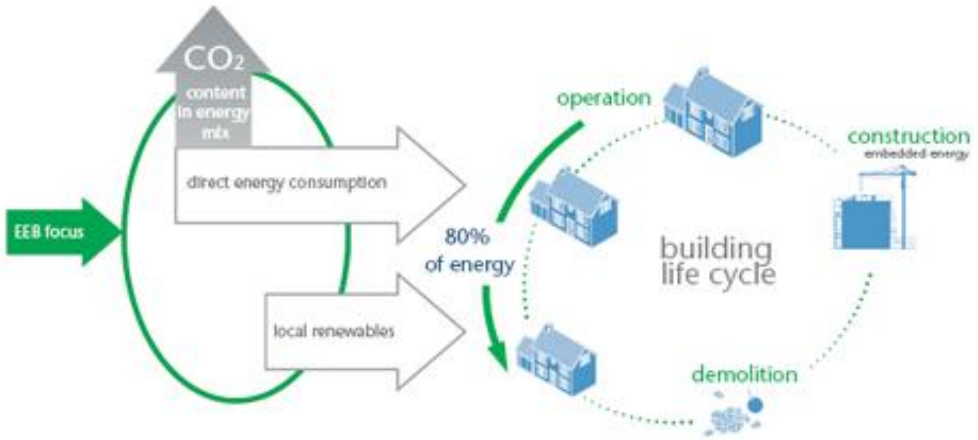
١-٦-٢ الحاجة إلي استخدام الطاقات المتجددة في قطاع المباني:

يعتبر قطاع المباني من أهم احتياجات الإنسان، وحسب العديد من الأبحاث والإحصائيات الخاصة بمجالات استخدام الطاقة تبين إن قطاع المباني السكنية يستهلك الجزء الأكبر من إجمالي الطاقة المستهلكة في العالم، خاصة في التدفئة والتبريد بالإضافة إلي الاستعمالات المنزلية الأخرى. لذلك فان هناك ضرورة لأخذ خطوات جدية لدراسة كيفية استهلاك الطاقة في المباني ومدي كفاءتها ونجد أن المدخل إلي كفاءة استهلاك الطاقة في المباني يمكن أن يتم في اتجاهين:[١]

__اتجاه التصميم واختيار انسب المواد والتكنولوجيا المتلائمة.

__اتجاه كفاءة استخدام الطاقة لتوفير الراحة للإنسان.

كشفت دراسة جديدة عن كفاءة استخدام الطاقة في المباني (EEB) تشير إلى أن قطاع البناء العالمي يحتاج إلى خفض استهلاك الطاقة في المباني ٦٠ في المائة بحلول عام ٢٠٥٠ للمساعدة في تلبية الأهداف العالمية لتغير المناخ. ووفقا لمجلس الأعمال العالمي للتنمية المستدامة (مجلس الأعمال التجارية العالمي)WBCSD، يجب تحقيق قدر أكبر من الكفاءة في استخدام الطاقة من خلال مجموعة من السياسات العامة، والابتكار التكنولوجي، وأن يكون المستخدم على علم بذلك وسرعة أتخاذ القرارات. كما يلازم علي الحكومات والشركات والأفراد البدء في خفض بقوة استخدام الطاقة في المباني الجديدة والقائمة من أجل تقليل الآثار السلبية لهذا الكوكب من زيادة نسبة CO2.[٢]



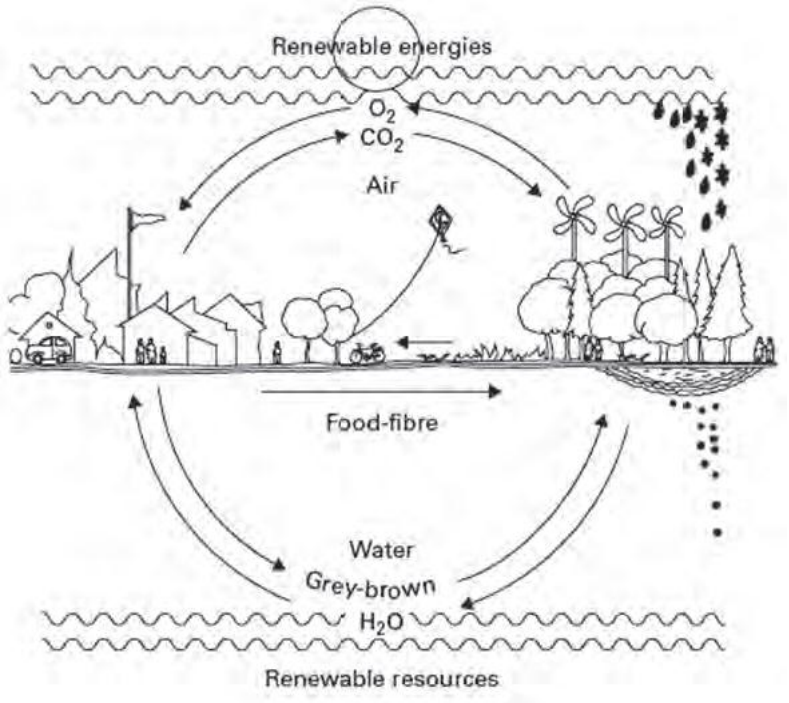
شكل ١-١٥ دورة حياة المبني في استهلاك الطاقة وانبعاث co2. المصدر www.environmentalleader.org

[١] جهاز تخطيط الطاقة ، **دليل العمارة والطاقة** ،القاهرة ، ١٩٩٨م

[٢] متاح علي موقع: www.environmentalleader.org ، تاريخ التصفح: نوفمبر/٢٠١١م.

١-٦-٣ إمكانية استخدام الطاقات المتجددة في قطاع المباني:

هناك الكثير من الاحتمالات لاستخدام الطاقة المتجددة في قطاع المباني لتوفير احتياجات المباني من الطاقة من خلال علاقته بالبيئة المحيطة شكل(١-١٦)، لذا فأنة من الضروري الاستفادة من هذه الطاقات المتجددة لترشيد الطاقة في المباني وتقليل استخدام الطاقات التقليدية.[١] وقد حدثت تطورات كبيرة في مجال تطوير أنظمة الطاقات المتجددة وكذلك اقتصادياتها ونجد أن الكثير من الدول قطعت شوطا كبير في هذا المجال ومن أمثلة الطاقات المتجددة في المباني والتي يمكن تحقيق ذلك مباشرة من خلال استخدام الخلايا الكهروضوئية لتوليد الكهرباء أو استخدام المجمعات الشمسية الحرارية لتسخين الماء أو بشكل غير مباشر اختيار شكل وتوجيه التصميم المعماري، مثل على ذلك استخدام العوازل الحرارية –استخدام مواد بناء مناسبة –الاستفادة من الإشعاع الشمسي بشكل مباشر لتدفئة المبني –توجيه المبني للاستفادة من الرياح السائدة بشكل فعال وغيرها من الوسائل المختلفة.[٢] كذلك أنظمة الرياح لإنتاج الطاقة الكهربية وغير ذلك من أنظمة وطرق استخدام الطاقات المتجددة في المباني والتي تتزايد بزيادة المعرفة العلمية لعلوم المناخ وكذلك طبيعة المواد وخواصها.



شكل ١-١٦ البيئة المبنية وعلاقتها بمصادر الطاقة داخل النظام الحيوي
المصدر:
www.environmentalleader.org
.

[١] جهاز تخطيط الطاقة ، **دليل العمارة والطاقة** ، القاهرة ، ١٩٩٨م .

[٢] أحمد سلامة محيسن، **الطاقة البديلة**، مجلة عمران، العدد السادس، قسم العمارة - الجامعة الإسلامية، بغزة - فلسطين، ٢٠٠٦م.

١-٧ طرق تحقيق التنمية المستدامة في قطاع المباني من خلال الطاقات المتجددة:

إن التصميم والتنفيذ المناسبين للأبنية، واستخدام تجهيزات ونظم وتقنيات الطاقة المتجددة بكفاءة عالية فيهما يؤديان إلي تحسين أداء الأبنية وتحقيق الارتياح المطلوب و تحسين أداء الأبنية وتحقيق حماية للبيئة (استدامة بيئية) وزيادة الإنتاجية في هذه الأبنية، وتحسن من إدارة الطاقة فيها (استدامة اقتصادية)، وإضافة إلي ذلك يعتمد ترشيد استهلاك الطاقة واستخدام الطاقات المتجددة في قطاع الأبنية علي الإجراءات والتصرفات التي يقوم بها مستخدمو هذه الأبنية (استدامة اجتماعية)، أن هذه الاتجاهات تمثل منظومة الاستدامة. مما سبق تظهر أهمية البحث عن **الطرق المناسبة لترشيد استهلاك الطاقة واستخدام الطاقات المتجددة في هذا القطاع والتي يمكن تصنيفها وفق ثلاثة محاور شكل(١-١٧):**[١]

شكل ١-١٧ طرق استخدام الطاقات المتجددة في العمارة. المصدر: الباحثة بتصريف من سوميه أبو الفضل ٢٠٠٤م.

١-٧-١ طرق ترتبط بالمبني نفسه:

ويتم ذلك من خلال:

(أ) تشكل المبني وفق أساليب التصميم المعماري البيئي حيث يراعي في ذلك مواءمة المبني للظروف البيئية، والطبوغرافية ، والمناخية المحيطة ومتغيرات الطاقة الشمسية.

[١] نعمان الزيات، **مصر ليست في حاجة إلي محطات تقليدية جديدة للطاقة**، مقالات وكتاب، الأهرام الرقمي، سبتمبر ٢٠١٠م.

(ب) محاولـه تخفـيض الحمـل الحـراري للمبنـي وذلـك باسـتخدام مـواد العـزل الحـراري فيـه، واسـتخدام المـواد المناسـبة فـي جدرانـه وسـقفه وأبوابـه ونوافـذه، ومراعـاة الدقـة فـي التنفيـذ، إضـافة إلـي اسـتخدام الألوان المناسبة للجدران الخارجية والسطح الأخير.

١-٧-٢ طرق تتعلق بالأجهزة والنظم والمعدات المستهلكة للطاقة:

هـي الأجهـزة المسـتخدمة فـي التصـميم ويـتم ذلـك مـن خـلال اسـتخدام الأجهـزة والمعـدات والـنظم ذات الكفـاءة العاليـة التـي تسـتخدم الطاقـات المتجـددة والمـوفرة للطاقـة فـي الأبنيـة مثـل:أجهزة الإنـارة، وأجهـزة ونظـم التدفئـة، وأجهـزة ونظـم التكييـف، وأجهـزة تسـخين الميـاه، وأجهـزة التبريـد والتجميـد، وأجهـزة الغسـيل والتجفيـف، وأجهـزة الطـبخ، والمحركـات الكهربائيـة، وأجهـزة الراديـو والتليفزيـون، والأدوات الكهربائيـة المنزلية الأخرى.

١-٧-٣ طرق ترتبط بالإنسان:

وهـو الـذي يسـتثمر أو يقطـن البنـاء ويـتم ذلـك مـن خـلال الإجـراءات الواجـب إتباعهـا مـن قبـل قـاطني الأبنيـة أو مسـتخدميها وتحديـد السـبل والوسـائل المناسـبة لتعمـيم مفـاهيم الترشـيد وإدخـال الطاقـات المتجـددة وتسـهيل تحقيقهـا، وذلـك تجنبـاً للإسـراف فـي اسـتهلاك الطاقـة فـي الأبنيـة وأهمها:اعتمـاد التـدابير والتعليمـات والنصـائح اللازمـة مـن أجـل كيفيـة إدخـال الطاقـات المتجـددة فـي الأبنيـة، ووضـع بـرامج توعيـة موجهـة إلـي جميـع فئـات المسـتهلكين مـن خـلال جميـع وسـائل الإعـلام المسـموعة والمرئيـة والمقـروءة، ورفـع مسـتوي تأهيـل الفنيـين ومتخـذي القـرار فـي مجـال ترشـيد اسـتهلاك الطاقـة وإدخـال الطاقـات المتجـددة فـي قطـاع الأبنيـة مـن خـلال إجـراء الـدورات التدريبيـة المناسـبة لكـل مسـتوي فنـي، واعتمـاد التمويـل الـلازم لتطبيـق بـرامج التوعيـة لتوصـيل هـذه التـدابير والتعليمـات والنصـائح إلـي المسـتهلكين، وإقنـاعهم بهـا واعتبـار أن ذلـك هـو اسـتثمار فـي مجـال الطاقـة وأكثـر أهميـة مـن الاسـتثمار فـي مجـالات أخـري وإصـدار التشـريعات المناسـبة سـواء القانونيـة منهـا مـن قبـل المؤسسـات الحكوميـة المعنيـة أو الماليـة مـن قبـل صـناديق التمويـل والبنـوك للـتمكن مـن تنفيـذ إجـراءات الترشـيد وتحسـين كفـاءة الطاقـة، والنظـر إلـي موضـوع "تحسـين كفـاءة الطاقـة باسـتخدام الطاقـات المتجـددة " علـي انـه مجـال للاسـتثمار لـذا يجـب تشـجيع المسـتثمرين للاسـتثمار فـي هـذا المجـال مـن ناحيـة ورصـد الأمـوال اللازمـة له.[١]

[١] سوميه طه أبو الفضل، **توفير الطاقة في مباني الخليج العربي ومسئولية المعماري**، الملتقي الهندسي الخليجي الثامن، دبي- الإمارات العربية المتحدة، ٢٠٠٤م.

ملخص الفصل الأول:

وفق للمنهج الأستقرائي يتناول هذا الفصل نبذة نظرية عن التنمية المستدامة والنداءات العالمية التي أقرات بضرورية تحقيقها في جميع مناحي الحياة. كذلك مفهوم التنمية المستدامة والتي من أشهرها تعريف تقرير برونتلاند:

"التنمية المستدامة هي التي تلبى حاجات الحاضر دون التفريط في تأمين حاجات أجيال المستقبل "

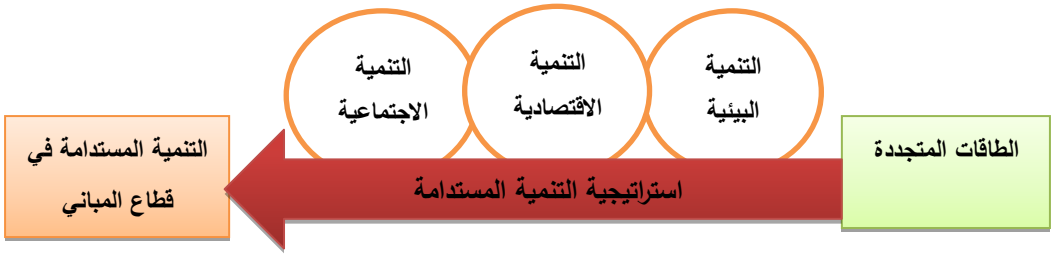
كذلك إستراتيجية التنمية المستدامة والتي تتحرك في ثلاث أبعاد أساسية وهي: التنمية البيئية، التنمية الاقتصادية، التنمية الاجتماعية.

كما تعرض الفصل للتأثير القوي بين الطاقة والتنمية المستدامة والدعوة إلي الطاقات المتجددة من خلل التقرير الصادر عن الأمم المتحدة لعام ٢٠١١م. وعرض لإحصائيات الطاقات التقليدية والمتجددة علي مستوي العالم.

كذلك ألقاء النظر علي السياق العام للطاقة في مصر من مصادر تقليدية ومصادر متجددة. وصولا لدور الطاقات المتجددة في تحقيق منظومة التنمية المستدامة من خلال الأبعاد الثلاثة: (التنمية البيئية، التنمية الاقتصادية، التنمية الاجتماعية).

ثم من خلال عرض استهلاك قطاع المباني للطاقة علي المستوي العام والخاص في مصر وفأن هناك حاجة إلي استخدام الطاقات المتجددة في قطاع المباني لتحقيق التنمية المستدامة به والذي يمكن تحقيقها من خلال ثلاث طرق رئيسية وهي:

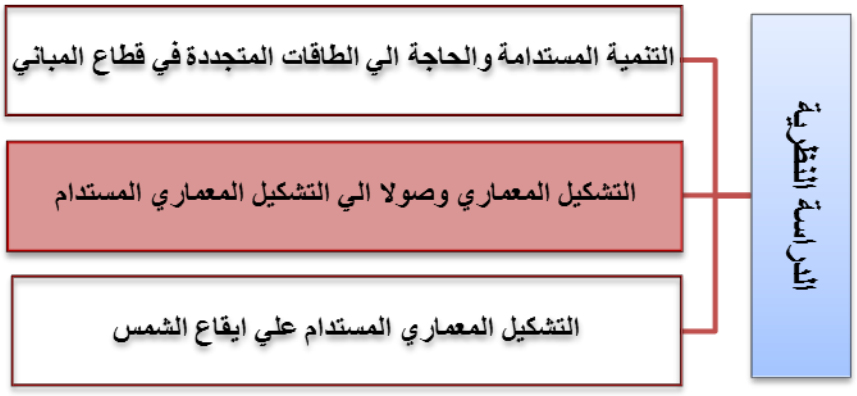
- طرق ترتبط بالمبني نفسه (بيئي).
- طرق تتعلق بالأجهزة والنظم والمعدات (اقتصادي).
- طرق ترتبط بالإنسان (اجتماعية).



١ – الدراسة النظرية

١-٢ الفصل الثاني:

التشكيل المعماري وصولا للتشكيل المعماري المستدام



٢ – ١ المقدمة:

ترتبط إمكانات تحقيق التنمية البيئية والاقتصادية والاجتماعية المستدامة بمدى توافر مصادر كافية ومنتظمة للطاقة تعتمد على الموارد المتاحة بمواقع الاستخدام قدر الإمكان، وتكفل الظروف المعيشية الموائمة للسكان. ويتطلب ذلك توفير خليط متوازن من المصادر التقليدية والمتجددة، والحد من الآثار البيئية الناجمة عن إنتاج واستهلاك الطاقة على البيئة وصحة الإنسان ومع تطور تقنيات ونظم المصادر المتجددة وبدء دخول عدد منها إلى حيز الاستخدام التجاري، فُتحت آفاق واعدة لإمكانات إسهامها بشكل مؤثر في توفير الطاقة اللازمة لعملية التنمية. وكما أن الطاقة تدخل في كل مناحي الحياة بصور تختلف من تطبيق لآخر، فإن قراءة تاريخ الإنسانية من وجهة نظر الطاقة تبين أن الحضارة الأقوى هي التي كانت تجيد استعمال الطاقة بشكل أكثر فاعلية وإنتاجا من الحضارات الأخرى، ومع الارتباط المباشر بين الطاقة والعديد من القضايا الاجتماعية التي تؤثر علي التنمية المستدامة من قبيل –الفقر والعمل والصحة وتغير المناخ– نشأت علوم ومناهج اهتمت بدراسة الطاقة، مثل اقتصاديات الطاقة، وإدارة وتخطيط الطاقة ،... الخ. كما أصبح نصيب الفرد من الطاقة أحد مؤشرات التنمية.

وتلعب الطاقات المتجددة دوراً بارزاً في مجال العمارة والتشييد ويوجد يقين الآن إلي ضرورة استخدام الطاقة المتجددة في العمارة للوصول إلي العمارة المستدامة حيث أن التشكيل المعماري جزاء لا يتجزأ من العمارة كان ولابد من دراسة استخدام الطاقات المتجددة في التشكيل المعماري والوصول به إلي درجة التشكيل المعماري المستدام ولبناء الفكر المعماري أساسيات تشكيلية لابد من استيعابها في مراحل البناء الأولى. لذلك ركز البحث علي معرفة التشكيل المعماري أولا من خلال تعريفة وعناصره ووسائله ليكونا لنا قاعدة وتوثيق بمدي أهمية التشكيل المعماري في العمارة والارتباط الوثيق بينهم. كذلك فأن ما يطبق علي العمارة ألان من تحقيق لاستراتيجيات التنمية المستدامة وضرورة استخدام الطاقات المتجددة لابد وان يطبق علي التشكيل المعماري للوصول إلي تشكيل معماري مستدام يواكب التوجهات الحالية التي تنادي بالحفاظ علي البيئة.

٢-٢ التشكيل المعماري:

هناك ارتباط وثيق بين مفهوم التشكيل والعمارة فلا يمكن الفصل بينهما، فالتشكيل ملازم للعمارة في رحلتها من البداية إلى النهاية، فعمليات التكوين والتشكيل في الحقيقة تبدأ من اللحظات الأولى التي يشرع المعماري فيها بالتصميم، " فالعمارة تشكيل فني ذو إبعاد ثلاثة "، تتألف من تشكيلات مكونة في الفضاء، وتستعمل الشكل والنسيج والمادة والحجم والضوء واللون كأجزاء داخلة في التنظيم. تمتاز بكونها وحدة متماسكة غير مفككة موحدة ومنسجمة ومترابطة، والشكل هو الاسم الذي يطلق على مجموع الأجزاء وعلاقاتها مع بعضها البعض، وبينها وبين الفراغات داخلها أو حولها والتي تحدد كلها طابعًا مميزًا لذلك الشيء أو الجسم.[١]

٢-٢-١ مفهوم التشكيل المعماري:

التشكيل المعماري يعرف بأنه الهيئة الحسية الخارجية للمواد، والمؤلفة من نظام من الخصائص للعناصر التشكيلية و العلاقات الحسية بينها سواء في المستوى الأفقي أو في التشكيل ألحجمي أو الفراغي. فالتشكيل المعماري هي عملية يشرع فيها المصمم مستخدماً المفردات البصرية التشكيلية كعناصر أساسية والمبادئ والأسس التصميمية ليحولها إلى كتل و فضاءات بنظام معين[٢]. يبدأ التشكيل المعماري بمعرفة الخصائص الحسية للإشكال المنتظمة المختلفة ثم ومنها تستنتج بعض القيم التشكيلية التي تحكم العلاقات بين الكتل والفراغات المعمارية. كما ويمكن التحرر من هذه القيم بعد ذلك في تجربة التعامل مع الإشكال غير المنتظمة، للوصول بها إلى تكوينات منتظمة. كل ذلك عن طريق النماذج المجسمة التي تلعب فيها حاستي اللمس والرؤية دورا في بناء الفكر المعماري.

٢-٢-٢ مفهوم العملية التشكيلية:

تصف العملية التشكيلية بأنها تنظيم مجموعة من العناصر داخل إطار حاكم من العلاقات والأسس تحدد كيفية تواجد هذه العناصر بالنسبة إلي بعضها. والعملية التشكيلة في العمارة ترتبط بهدفين أساسيين وهم الانتفاع والجمال، حيث تمثل العمارة حيز فراغي انتفاعي يحقق متطلبات الإنسان وفي نفس الوقت يخاطب الحيز الجانب الروحي والحسي الجمالي داخل الإنسان.[٣] ولقد أثرت التكنولوجيا الحديثة علي العناصر التشكيلية بشكل قوي، ووفرة قدر كبير من الحرية والمرونة في التشكيل المعماري. لذا يجب علينا دراسة هذه العناصر التشكيلية الحديثة دراسة وافية وزيادة الوعي المعماري تجاهها، حتي تواكب العمارة التكنولوجيا المتوافقة معها.

---

[١] نجيل كمال عبد الرزاق، سرى فوزي عباس، **تشكيل واجهات المجمعات السكنية وأثره في المشهد الحضري لمدينة بغداد**، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد ٢٦، العدد٥، ٢٠٠٨م.

[٢] المرجع السابق.

[٣] داليا سمير ميخائيل، **تأثير التطور التكنولوجي علي التشكيل المعماري**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة _ جامعة القاهرة، مارس ٢٠٠٥م.

٢-٢-٣ أسس التشكيل المعماري:

هناك عدة تساؤلات حول أسبقية نتاج التشكيل وأسسه فهل يتبع التشكيل أولا ويليه الأسس؟. إما إن أسس توضع مسبقا ثم يتم اتبعها لإنتاج التشكيل؟. وحقيقة الأمر أن التشكيل ينتج أولا ومنه يستنبط أسس قد تساهم في إنتاج تشكيلات أخري، ففي العمارة الإغريقية أبدعت تشكيلات بديعة للمعابد بعد جهد من التطوير والتحسين حتى وصلات هذه التشكيلات إلي نتيجة تقبلها العين ومن ثما تم استنباط أسس تشكيلية للعمارة الكلاسيكية منها.[١]

أما المصادر والأسس التي تعتمد عليها عملية التشكيل والتركيب في العمارة والتي تبدأ من اللحظات الأولى التي يبدأ فيها المصمم بدء عملية التصميم التي تستند في إعدادها إلى ما يأتي:[٢]

___ أن يقوم المعماري بصياغة الشكل الذي يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالمعنى من خلال وجهة نظر المستخدم.

___ أن يختار المعماري التشكيل المناسب الذي يحقق الأهمية النسبية للمعنى كأن يكون تجريدياً أو تركيبياً أو صريحاً.

___ وضع المعماري للقواعد الإنشائية سواء كانت هذه القواعد تخص اختيار مواد البناء أو نظم البناء والتي يمكن من خلالها التعبير عن المعنى سواء كان بصرياً أو في التكوين العام للفضاءات وشكلها الخارجي.

<u>عموماً فأن المصمم يبقى أسيرا لاتجاهين أساسيين في تشكيله لإشكاله المعمارية وهي:</u>

_ هو مسايرة الطراز الحالي ومحاكاة العمارة المحلية بعناصرها.

_ التجديد والتفكير بإعطاء إشكال جديدة قد تكون عناصرها تقنية أو انتقائية أو اصطفائية أو تجريدية.

ولكن هذا الصراع بين القديم والحديث لا يشكل نقطة خلل في التشكيل المعماري او سير العملية التصميمية حيث أن النتاج المعماري في تغير مستمر، وبإمكان المصمم تجاوز هذا الصراع بإدخال مبدأ المرونة في عملية التشكيل المعماري وإدخال المواد الجديدة والنظم الحديثة ، وتغيير التشكيل والتكوين للواجهات إي التأثير في الجانب البصري عن طريق اختيار عناصر مستنبطة من التراث المعماري وإعادة تشكيلها.

وبالنظر إلى ما سبق، فأن التشكيل المعماري يعني صياغة الشكل المعماري بالشكل الذي ينتج عنه ملامح جديدة وعلاقات جديدة، مثلما ينحت الفنان الكتلة حيث انه يخرج منها بأشكال ومساحات منظمة لتخرج من الغموض والإبهام إلى إشكال ذات معانٍ مميزة وبروحية جديدة. كذلك عمل تواصل وتحقيق المحاكاة بين العناصر التراثية والنظم الحديثة.

---

[١] نهاد محمد محمود عويضة، **التشكيل وحقيقة العمارة**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة _ جامعة القاهرة، مايو ١٩٩٩م.

[٢] متاح علي موقع: www.arab-eng.org/vb/t55066.html تاريخ التصفح :يناير ٢٠٠٩م.

٢-٣ عناصر التشكيل المعماري:

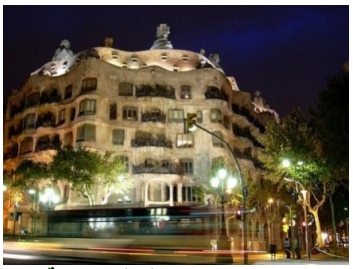
لابد من استعراض المفاهيم التشكيلية الأساسية التي تقاس على أساسها التشكيلات المعمارية من الناحية التركيبية والتنظيمية، حيث لا تخلو هذه التشكيلات من بعض العناصر التي تعتبر هي الوحدات البنائية والتعبيرية. وهذه العناصر هي:

النقطة، الخط بأنواعه (المستقيم، المنكسر، المنحني)، السطح (المستوي، المنحني)، الجسم (المنتظم، شبة المنتظم، غير المنتظم). حيث تتكون الإشكال المعمارية بتآلف عناصر التشكيل وهي الخطوط والأسطح والأجسام والحيازات، وكل هذه العناصر تتميز بما يأتي:

(خواص هندسية – سمات مميزة – المعاني الإيحائية لها بالنسبة للمشاهد)

يتناول الجدول التالي عناصر التشكيل المعماري وخواصها الهندسية وما تعبر عنه من سمات ومعاني إيحائية:

جدول ٢-١ الخواص الهندسية والسمات المميزة وكذلك المعاني الايحائية لعناصر التشكيل المعماري.[1]

	الخواص الهندسية	السمات المميزة	المعاني الإيحائية	مثال تطبيقي
النقطة	النقطة هي أصغر شيء يمكن تحديده في الفراغ أو في الشكل. تقاطع خطين . نهايتين لخط ما مركز الشكل.	تتميز النقطة بالوضوح وسهولة القراءة بسبب خاصية التركيز.	توحي بالوحدة والتفرد. الاضمحلال أحيانًا	**شكل ٢-١ الكعبة نقطة جذب ومركز الكون.**
الخط	هو اقصر بعد بين نقطتين و يعتبر الخط المستقيم العنصر الأساسي في التشكيل.	أكثر الخطوط وضوحا وبتغير طوله تتأكد شدة الدلالة على الاتجاه وبتحدد طوله تتحدد سمته بدقة .	يوحي بالقوة والاستقامة وربما يوحي بفكرة العظمة إذا أرادنا هذا، كما يوحي لنا الخط المستقيم رأسياً كان أم أفقيا على الاتزان.	**شكل ٢-٢ استخدام الخطوط في التشكيل مبني شركة جونسون للمعماري ميس فان دروه.** **المصدر:** www.greatbuildings.com
	هو توالي مستقيمات متصلة طرفا بطرف في اتجاهات مختلفة .	أكثر مشقة في قراءته نظرا لصعوبة تتبع التغيرات المفاجئة لاتجاهه كما تزيد مشاقة قراءته كلما زادت حدة زاوية	يوحي بالحدة في التشكيل ويختلف باختلاف زاوية، وتوحي الزاوية القائمة بالثبات .	 **شكل ٢-٣ استخدام الخطوط المنحنية مبني كازا ميلا برشلونة للمعماري انتوني جاودي.نفس المصدر.**

[1] يحيى حمودة، " **التشكيل المعماري**" ، دار المعارف، القاهرة، ١٩٨٤م.

	وهو عده أنواع تبعا لطريقة رسمه: (خط منحني بمركز واحد، خط منحني بعده مراكز ،خط لولبي، خط منحني حلزوني بريمي ،خط منحني بقوانين خاصة)	سمته الليونة مع الاستمرارية وكذلك الغني في التشكيل .	بانحناء الخط يتغير التأثير الناتج عن صلابة الخط المستقيم أو حدة الخط المنكسر فتجد ليونة وسلاسة.	 **شكل ٢-٤ استخدام الاسطح المستوية مبني مكتبة برودا- فلوريدا** **المصدر:** www.greatbuildings.com .
الأسطح	وتنتج من تحرك خط مستقيم في الفراغ موازيا لنفسه ، مثل (المثلث ، المربع ،المعين ،المستطيل ....)	نجد إن الخطوط المكونة للمحيط تحدد سمه السطح فالسطح المحدد بمربع يختلف عن الشكل المحدد بمثلث وهكذا.	توحي باتزان مؤكد وكذلك ثبات مادي للشكل .	 **شكل ٢-٥ اوبرا سيدني واستحدام الاسطح المنحنية. نفس المصدر.**
	مثل الاسطوانة والمخروط والسطح الممووج والكروي الذي ينتج من الدوران الكلي لنصف دائرة حول قطرها	الخطوط المنحنية تجلب دائما سمة الليونة للإشكال .	ترتبط هذه الأسطح عادة بفكرة التغليف وتحيد الفراغ بداخلها .	 **شكل٢-٦ الثبات في الهرم والصعود الي اعلي.**
الأجسام	وهي الأجسام ذات الهيكل المتماثل في التكوين مثل الهرم ،الكرة	تكتسب الأجسام المنتظمة سماتها من شكل هيكلها.	ينتج الإيحاء بالسكون بسبب راسية أوجه الإشكال.	 **شكل٢-٧ استخدام الإشكال الغير منتظمة متحف جوجنهايم المعماري فرنك جيري. نفس المصدر.**
	الأجسام شبة المنتظمة وتشمل الأجسام المنشورة، الاسطوانة، المخروط....	تتسم الأجسام شبة المنتظمة بسمه الاستطالة والتوجيه.	الشكل المخروطي وكذا ألمنشوري حيث الارتفاع اكبر من القاعدة مما يوحي بالصعود والاندفاع لأعلي.	
	والإشكال غير المنتظمة	الجسم غير المنتظم: لا يخضع تكوينها لأي قاعدة.[1]		

[1] يحيى حمودة، " **التشكيل المعماري**" ، دار المعارف، القاهرة، ١٩٨٤م.

٢-٤ وسائل التشكيل المعماري:

يمكن القول بأن وساءل التشكيل هي (الشكل Form أو shape، الفضاء Space، القيمة الضوئية Tone اللون Color، الملمس Texture) والتي تتداخل فيما بينها لتعمل مجتمعة ضمن التشكيل المعماري الكلي ولا تعمل كأجزاء مستقلة ضمن العمل الكلي.[١]

٢-٤-١ الشكل:

الشكل في التشكيل هو صفة تجريدية ندركها بالعقل عن طريق الحواس، وهو ليس الشيء أو الجسم نفسيهما، فالشيء أو الجسم مادة ويمكن إدراكه بالحواس. لا يمكن للشكل والجسم الاستغناء عن بعضهما الآخر، حيث أنهما يكونان وحدة متماسكة ومتكاملة ومتحدة. وكل شيء موجود له شكل وكل شكل يلزم له مادة تسنده، وجسم يتواجد فيه، والمادة هي الوسيلة إلى (الإحساس) بالشيء والشكل هو الوسيلة إلى(إدراك) الشيء، فإذا وُجد في الكون أشياء لا شكل لها فلا يمكن للإنسان إن يعرفها أو يدركها.[٢]

شكل ٢-٨ التشكيل بشكل منتظم كتجريد لزهرة اللوتس معبد اللوتس- دِلهي الهندالمصدر:

. www.agricultural.yoo7.com

شكل ٢-٩ التشكيل بشكل غير منتظم للتعبير عن المستقبل مبنى المستقبل- فرنسا.نفس المصدر.

ويمكن تعريف الشكل بأنه التكوين النهائي لعناصر المبني الذي يتحدد بواسطة الخط الخارجي له، وهذه العناصر تشغل حيز من الفراغ.[٣] وعموماً فأن كلمة (الشكل) تتضمن معنى الترتيب، التجميع والتنظيم شكل(٢-٨)، والتكوين، والبناء والإنشاء إلى أخره، إما فكرة التعدد والتركب فتحتاج إلى مبدأ شامل يوحدها ويجعل منها شيئاً صحيحاً أو وحدة . وعندما يوصف الشيء أحيانا بأنه (لا شكل له) فليس معنى ذلك أنه ليس له شكل حقاً وإنما يعني عدم(فهمه) واستيعابه لانعدام (التنظيم) فيه شكل(٢-٩)، أو انه لا يعبر عن شيء.[٤]

---

[١] سامي عرفان، " **النظرية الوظيفية في العمارة**"، دار المعارف، القاهرة، ١٩٩٦م.

[٢] المرجع السابق

[٣] داليا سمير ميخائيل، **تأثير التطور التكنولوجي علي التشكيل المعماري**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة _ جامعة القاهرة، مارس ٢٠٠٥م.

[٤] نجيل كمال عبد الرزاق، سرى فوزي عباس، **تشكيل واجهات المجمعات السكنية وأثره في المشهد الحضري لمدينة بغداد**، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد ٢٦، العدد ٥، ٢٠٠٨م.

٢-٤-٢ الفضاء:

فبالرغم من كل ما قيل عن الشكل وأهميته فلن يمكننا التحكم به دون الإحساس بالفضاء ولا يمكن تعريف الفضاء إلا بوجود الشكل. ومن هنا يمكن اعتبار الشكل والفضاء بأنهما من أكثر العناصر التشكيلية أهمية في العمارة. ويعرف الفضاء تشكيلياً بأنه "كل المساحة داخل الإطار والغلاف، أو المتضمنة فيه، أو ما نراه كتجربة مرئية خارجه".[١] أو انه : شكل مرئي غير ملموس، يُعد خاصية أو صفة للضوء، بأبعاد ومقاييس، ويعتمد كلياً على ما يحيط به، ويتعين بعناصر الكتلة. وتبدأ الفضاءات بالظهور من خلال احتوائها أو تحديدها أو انصهارها بوساطة عناصر الشكل. وتصنف الفضاءات اعتماداً على مواقعها:

شكل ٢-١٠ التشكيل بفضاءات مفتوحة فندق ريوجيونج- كوريا الشمالية. www.agricultural.yoo7.com

فضاءات خارجية(مفتوحة):تحدد و تحيط بالكتلة التشكيلية الخارجية للمبني شكل(٢-١٠)، **فضاءات داخلية**(مغلقة): يحيط الشكل بها ببنية معقدة أو بسيطة شكل(٢-١١)، وكذلك **فضاءات متوسطة**(شبه مفتوحة): كائنة بين الاشكال ممتزجة معها(متداخلة) شكل(٢-١٢).

شكل ٢-١١ التشكيل بفضاءات مغلقة استاد بكين الوطني- الصين. نفس المصدر.

شكل ٢-١٢ التشكيل بفضاءات متوسطة في تشكيل مبني تلفزيون فوجي طوكيو- اليابان. نفس المصدر.

و قد تصوغ تراكيب الكتل المتنوعة الفضاء بشكل معقد أحيانا، يصعب معها التمييز بين هذه الأصناف من الفضاءات ولكنها مع ذلك تكون متكاملة، وهذا ما يميز التشكيل المعماري الجيد الذي يعتمد على الترابط. إن العنصرين الأساسيين الشكل والفضاء، يكملهما عناصر ثانوية أخرى، فالقيمة الضوئية ما هي إلا كنتيجة لانعكاس الكتلة على الفضاء بوجود مصدر ضوئي وكذلك اللون الذي هو صفة لسطوح الإشكال كما الملمس، أما الخط فهو العنصر المتواجد في كل مكان يحدد الإشكال وكتلها وفضاءاتها ويربط العناصر ويعطيها الملمس ويفصل بين الألوان.

[١] نجيل كمال عبد الرزاق، سرى فوزي عباس، **تشكيل واجهات المجمعات السكنية وأثره في المشهد الحضري لمدينة بغداد**، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد ٢٦، العدد ٥، ٢٠٠٨م.

٢-٤-٣ الضوء:

فالقيمة الضوئية ما هي إلا الضوء الرئيس ودرجاته المتفاوتة اعتماداً على شدة الضوء وزاوية الإسقاط على الشكل. ويستغل هذا العنصر التشكيلي لزيادة قوة تعبير الإشكال، واستغلاله في التأثيرات البصرية في البروزات، فأن أي بروز أو انبعاج في الشكل يؤدي إلى الحصول على قيم ضوئية مختلفة وتلاعب بالظل والضوء شكل(٢-١٣).[١]

شكل ٢-١٣ تأثير الضوء الطبيعي على التشكيلات المعمارية في أعمال المعماري "نورمان فوستر"
المصدر: www.greatbuildings.com .

فأهمية القيمة الضوئية تكمن في تزويدنا بالمعلومات عن الإشكال والتمييز فيما بينهما فشكل الظل على سطح المكعب يختلف عنه على سطح الكرة وهكذا يمكن التمييز بين الإشكال، لذا فأهمية القيمة الضوئية اكبر من كونها قيمة وصفية فهي تتضمن مفهوماً أوسع يشمل أيضا التعبيرات السيكولوجية والعاطفية.

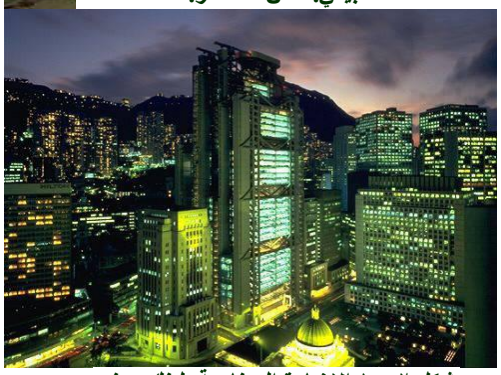
ويمكن تقسيم مصادر الإضاءة في العمارة إلي:

___ **الإضاءة الطبيعية** ومصدرها الشمس شكل(٢-١٤).

___ **الإضاءة الصناعية** شكل(٢-١٥).

شكل ٢-١٤ بنك هونج كونج في ضوء النهار الطبيعي. نفس المصدر.

الإضاءة الطبيعية تلعب حركة الشمس على واجهات المباني والكتل المختلفة دورًا في عملية التشكيل المعماري .. مما يلزم المعماري دراسة حركة الشمس واختيار المواد والتشكيلات المختلفة بما يناسب ذلك، كما يظهر تأثير الإضاءة الطبيعية على التصميم الداخلي ويمكن للمعماري أن يستغل خواص الزجاج الشفاف والملون في الحصول على التأثير المطلوب داخل الفراغ.[٢]



شكل ٢-١٥ الإضاءة الصناعية لبنك هونج كونج ليلا. نفس المصدر.

إما بالنسبة للإضاءة الصناعية فهي أما مباشرة باستعمال وحدات إضاءة ظاهرة. أو غير مباشرة حيث يعمدا المهندس المعماري إلي إخفاء مصدر الضوء حيث تشكل هذه الطريقة تجانسا مع تشكيل المبني.

---

[١] يحيى حمودة، " **التشكيل المعماري**" ، دارا لمعارف، القاهرة، ١٩٨٤م.

[٢] أبو صالح الالفي، " **الفن الإسلامي ، أصوله ، فلسفته، مدارسه**" ، دار المعارف، القاهرة ،١٩٩٩م.

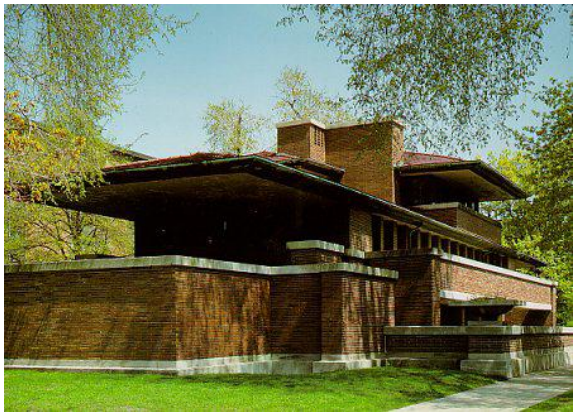
٢-٤-٤ اللون:

ينتج عن اللون تأثيرات فسيولوجيا وسيكولوجيا علي الإنسان، وقد استخدمت الألوان في العمارة منذ الحضارة الفرعونية وخاصة في الحوائط والأسقف الداخلية.[١] ويعرف اللون بأنه صفة من الصفات المنسوبة إلى سطوح الإشكال، تنتج عن الاستجابة البصرية للأطوال الموجيه المختلفة للضوء المنعكس عن تلك السطوح، أو يعتمد على تردد الإشعاع الذي يصل حاسة البصر.[٢]

وللون أهمية كبيرة في التشكيل المعماري، فانعدام وجود اللون الذي يؤدي إلى عدم وجود التناقض في ألوان الأشياء والتي تمكننا من الإحساس بالأشياء ورؤيتها والتأثر بها، فبدون اللون لا يصبح للإشكال أي معنى، إضافة إلى التأثير النفسي للألوان التي تؤثر في الإنسان وتخلق فيه حالات نفسية معينة.

ويساعد استخدام الألوان في التشكيل المعماري علي تحقيق الوحدة أو التنوع، حيث أن الألوان المتوافقة تساعد علي تحقيق روح الوحدة بينما يحدث التنوع عند استخدام الألوان المتناقضة شكل(٢-١٦).[٣]

شكل ٢-١٦ التشكيل باستخدام التناقض بين الالوان وتميز وسائل الحركة مبنى الشُرْفَة مدريد- اسبانيا.
http://agricultural.yoo7.com



شكل ٢-١٧ تأثير اللون على التشكيلات المعمارية في أعمال المعماري "فرانك لويد رايت"
المصدر: www.greatbuildings.com.

ويمكن أيضا تميز وإيضاح جزء معين من المبني بتغير لونه عن باقي المبني لجذب عين المشاهد إليه، وغير ذلك الكثير من الحالات التي استخدمها الكثير من المعماريين للوصول إلي تحقيق أفكارهم المختلفة في التشكيل من خلال استخدام الألوان شكل(٢-١٧).

---

[١] علي رأفت، **الإبداع الفني في العمارة** ، مركز أبحاث انتركونست، يناير ١٩٩٧م.

[٢] نجيل كمال عبد الرزاق، سرى فوزي عباس، **تشكيل واجهات المجمعات السكنية وأثره في المشهد الحضري لمدينة بغداد**، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد ٢٦، العدد ٥، ٢٠٠٨م.

[٣] داليا سمير ميخائيل، **تأثير التطور التكنولوجي علي التشكيل المعماري**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة _ جامعة القاهرة ، مارس ٢٠٠٥م .

٢-٤-٥ النسيج والملمس:

يجب أن يؤكد الملمس علي طبيعة الأسطح المعمارية المكونة للمبني وظيفيا وفنيا. فالملمس هو المظهر الخارجي لسطوح التكوينات والإشكال المختلفة التي نراها، وهناك الكثير من المواد المستخدمة في تكسيه وإنهاء الأسطح المعمارية مما تجعل المعماري يقف متحيرا عند اختياره لأي منها، لذا يجب أن يضع المعماري إمامه أهداف معينة يستطيع بتحقيقها الارتقاء بالتشكيل المعماري.

حيث أن نسيج المادة المستعملة يمكن التحكم به ليصبح جزءاً حيوياً من التصميم النهائي من خلال التعامل مع المادة نفسها بطرائق مختلفة لتُضفي على التصميم تأثيرات حسية وروحية مميزة ومتمايزة.

شكل ٢-١٩ كنيسة وودفيرست التشكيل بسطح متغلب من الطوب واخر متناقض بياض والثالث مساند من الحجر. نفس المصدر.

شكل ٢-١٨ التشكيل بمادة واحدة متحف جوجنهام استخدام الخرسانة المعماري "فرانك لويد رايت" المصدر:www.greatbuildings.com.

وهناك مستويات للتشكيل المعماري بالملمس وهي:[١]

_التشكيل بمادة واحدة ذات تأثير خشن أو ناعم شفاف أو مصمت شكل(٢-١٨).

_التشكيل بسطح متغلب في المساحة وسطح أخر متناقض في المساحة والملمس شكل(٢-١٩).

_التشكيل بسطح متغلب في المساحة وسطح أخر متناقض وثالث مساند شكل(٢-٢٠).

كما يؤثر الملمس بشكل فعال على الحالة النفسية للإنسان ويعطي انطباعات مختلفة مثل:

الملمس الناعم الذي يعطي انطباع بالتأنق والخفة، الملمس الخشن الذي يثير انتباه الإنسان ويعطي انطباع الدفء كما يؤكد علي معني القوة.

شكل ٢-٢٠ اكاديمية السادات د علي رافت التشكيل بملمس متغلب من طوب سورناجا واخر متناقض من الزجاج العاكس.المصدر: علي رأفت٢٠٠٧.

[١] علي رأفت، **الإبداع الفني في العمارة**، مركز أبحاث انتركونست، يناير ١٩٩٧ م.

٢-٥ علاقات وأنماط التشكيل المعماري:

مبادئ التشكيل في العمارة هي نفسها في الفنون التشكيلية الأخرى، كونها جزء ، والكل بالطبع يشمل الجزء ، وهذا يجري على المفردات البصرية أيضا، فالعمارة تشكيل فني تستخدم مبادئ التشكيل الفني نفسها، ويمكن التعبير عن هذه المبادئ أو الأسس بأنها: " هي عملية تنظيم العناصر التشكيلية في إشكال وصور ممتعة". وأيضا هي عملية يتم فيها جمع العناصر البصرية تحت نظام معين للوصول بالنتيجة إلى عمل مترابط يخدم هدف تعبيري حيوي معين، إي عمل له معنى.[١] ويعبر عنها أيضا بأنها خطة التنظيم التي تقرر الطريقة التي يجب بها جمع وضم العناصر لإنتاج تأثير معين يميز العمل التشكيلي عن الأخر. وهناك تعريف أخر: بأنها حالة منظمة للتعبير عن ووصف الشكل بعملية نقل شكل العلاقات مابين العناصر إلى المتلقي. وهذه التعريفات تؤكد جميعها على إن التشكيل أو الشكل، لا يعني شيئاً بدون وجود هذه المبادئ التنظيمية لأنه سيكون مفككاً غير موحد كوحدة متكاملة.

٢-٥-١ التكرار:

يعرف التكرار بأنه التوالي أو التتابع المستمر لعنصر ما. وعلاوة علي أن التكرار علاقة تشكيلية فيمكن أن تفرضه ضرورة وظيفية. ويمكن تقسيمه إلي:[٢]

__ **تكرار منتظم:** ينشأ من تكرار عنصر ما متشابه في شكله وأبعاده .

__ **تكرار متدرج:** حيث تتكرر عناصر متشابه متدرجة الإبعاد إلي التزايد أو التناقص شكل (٢-٢١).

شكل ٢-٢١ التكرار غير المنتظم الوحدات الجاهزة مبنى هابيتات ٦٧ مونتريال- كندا. المصدر: www.agricultural.yoo7.com

شكل ٢-٢٢ التكرار المتدرج في التشكيل مبنى بابيلون دي أراجون سرقسطه- اسبانيا. نفس المصدر.

__ **تكرار غير منتظم:** تتجمع في عناصر متشابهة ولكنها غير منتظمة التوزيع شكل(٢-٢٢).

[١] نجيل كمال عبد الرزاق ، م. سرى فوزي عباس، **تشكيل واجهات المجمعات السكنية وأثره في المشهد الحضري لمدينة بغداد**، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد ٢٦، العدد٥، ٢٠٠٨م.

[٢] يحيى حمودة، " **التشكيل المعماري**"، دار المعارف، القاهرة، ١٩٨٤م.

٢-٥-٢ الإيقاع:

الإيقاع في قالبة الزمني أو التشكيلي أو الاثنين معا هو نظام الكون ونبض الحياة، ويمكن تعريفة بأنة البعد أو الزمن بين ظهور عنصرين متشابهين ومتتاليين في أي تكرار حيث بظهور التكرار يظهر الإيقاع.[١] ويمكن تعريفة أيضا بأنه تكرار لعنصر أو أكثر من مكونات الشكل علي مسافات زمنية متساوية أو منتظمة التدريج تصاعديا أو تنازليا. والإيقاع هو احد الوسائل التي تحقق الوحدة والترابط للتشكيلات العمرانية والمعمارية.[٢]

شكل ٢-٢٣ الايقاع بالمستويات مبني مكتبة برودرد- فلوريدا.
المصدر: www.greatbuildings.com

شكل ٢-٢٤ التشكيل بالخطوط في كبري كامبو فولنتن – أسبانيا. نفس المصدر.

وتأخذ المنظومات الإيقاعية إشكالا متعددة باختلاف الوحدات المعمارية المكونة لها كالنقط أو الخطوط أو المستويات أو الكتل. وغالبا ما يجمع التشكيل المعماري بين مجموعات من هذه التشكيلات. لذلك يمكن تقسيم إشكال المنظومة الإيقاعية إلي:

__ **إيقاعات المستويات:** وتتنوع بين مستويات مستوية ومنحنية شكل(٢-٢٣).

__ **إيقاعات الخطوط:** وتلعب دور هام في الواجهات شكل(٢-٢٤).

__ **إيقاعات الكتل:** بوضع الكتل بتكرار معين بشكل متراكم ينتج الإيقاع شكل(٢-٢٥).

شكل ٢-٢٥ التشكيل الايقاعي بالكتل مكتبة جامعة كاليفورنيا- الولايات المتحدة. المصدر: www.agricultural.yoo7.com

[١] يحيى حمودة، " **التشكيل المعماري**"، دار المعارف، القاهرة، ١٩٨٤م.

[٢] داليا سمير ميخائيل، **تأثير التطور التكنولوجي علي التشكيل المعماري**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة _ جامعة القاهرة، مارس ٢٠٠٥م.

٢-٥-٣ التماثل:

التماثل حول محور هو صفة من الصفات الشكلية المشتركة لمعظم المخلوقات الطبيعية ومنها الإنسان. ومن أقدم طرق استقرار تشكيل المبني هي اتزانه شكليا بوجود عنصر التماثل حول محور، وقد نصل إلي الاستقرار التشكيلي بدون تماثل، لذلك يمكن تقسيم الإشكال المعمارية المستقرة إلي إشكال ذات اتزان متماثل، وأخري ذات اتزان غير متماثل.[١]

والتماثل المعماري قد يأخذ عدة أشكال مثل:

__التماثل بالكتل عن طريق وضعها بشكل متراكم فوق بعضها حول نفس المحور شكل(٢-٢٦).

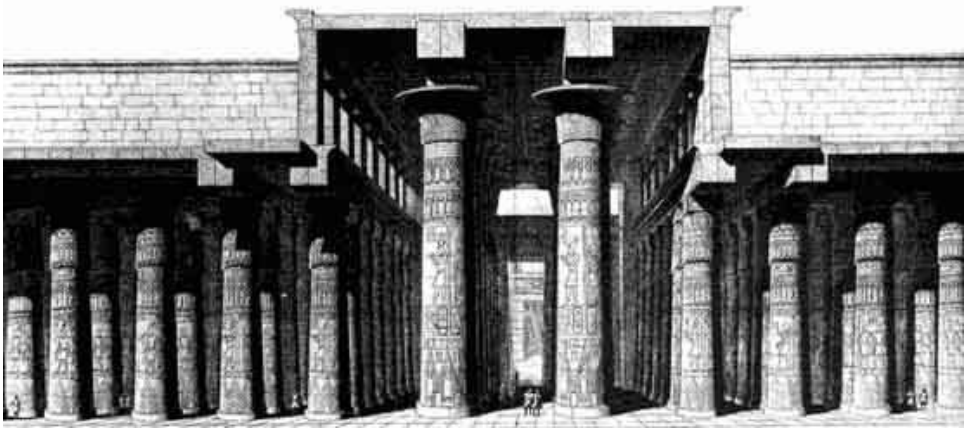
__التماثل في كتلة واحدة في الاتجاه الأفقي أو الاتجاه الراسي شكل(٢-٢٧).

شكل ٢-٢٦ التماثل التراكمي حول نفس المحور مبني القلاعة القاهرة.

شكل ٢-٢٧ التشكيل بالتماثل حول محور راسي مبني قاعة المدينة لندن. المصدر:www.greatbuildings.com

__التماثل بكتلة الوسط والجانبين بتشكيلهما منخفضان أو مرتفعان عن الوسط شكل(٢-٢٨).

ويعتبر التشكيل المعماري من خلال التماثل حول محور رأسي للمبني هو أكثر طريق طبيعي لجمال التشكيل، كما إن التماثل يضمن الاتزان الشكلي والإنشائي في العمارة.

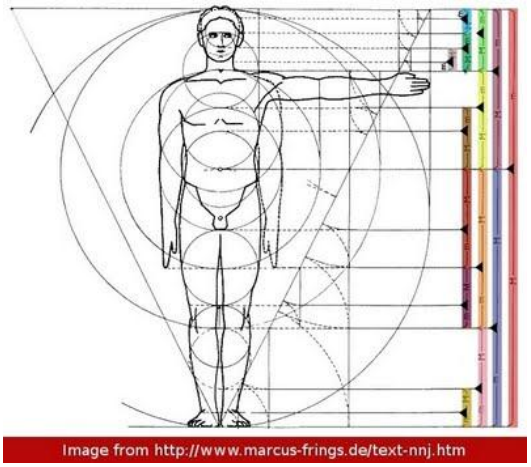


شكل ٢-٢٨ معبد امون التماثل بارتفاع كتلة الوسط وانخفاض الجانبين.

[١] علي رأفت، **الإبداع الفني في العمارة**، مركز أبحاث انتركونست ، يناير ١٩٩٧ م.

٢-٥-٤ وحدة الأساس للتشكيل:

وهي عبارة عن طول معين يحدد كأساس تتناسب معه عناصر التشكيل مع بعضها للوصول إلي التوافق العام بينها. و هي عامل أخر لتحقيق الوحدة من خلال العلاقة بين كل جزء من أجزاء التنظيم وعلاقته مع الجزء الأخر ومن ثم علاقته مع التصميم ككل. ووحدة الأساس إما مطلقة أو نسبية:



شكل ٢- ٢٩وحدة اساس نسبية مرتبطة بالانسان.

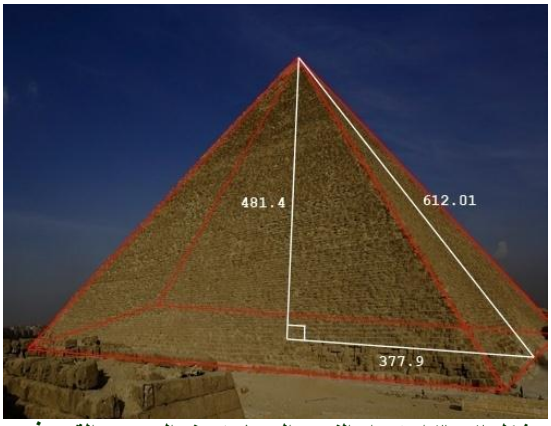
__ وحدة أساس مطلقة:

حيث يتم اختيار وحدة الأساس من المبني بهدف الحصول علي نسبة موفقه للمبني تتناسب العناصر المختلفة المكونة للتشكيل معها.

__ وحدة أساس نسبية:

وحدة أساس نسبية مأخوذة من أبعاد عناصر التشييد مثل أبعاد الطوب أو الحجر. ومع توفر مواد البناء المختلفة فأن النسب المأخوذة عنها لا تكون ثابتة، وعلي المعماري استغلال قابلية التغير هذه في عملية التشكيل المعماري.

وحدة أساس نسبية مأخوذة مرتبطة بالإنسان حيث يؤخذ متوسط طول الإنسان مثلا أو طول ذراعه أو الحيز الذي يحتاجه شكل(٢-٢٩).[١]



شكل ٢-٣٠ استحدام النسب الحسابيه عند المصري القديم في بناء الهرم الكبير.

وعلي المهندس المعماري عند اختياره لوحدة الأساس في التشكيل يجب عليه إن يراعي وظيفة المبني وطريق التشييد والموقع وعلاقة التناسب هذه قد تكون بين موقع وموقع أو بين حجم وحجم أو بين فضاء وفضاء. وعموماً فأن التوازن والتناغم هما النتيجة المنطقية الدقيقة للعلاقات النسبية. ويمكن تلخيص القواعد الأساسية لا يجاد النسب المريحة نفسيا إلي محددات بنسب جسم الإنسان، محددات حسابية من المنابع الميتافيزيقية، محددات من الشواهد الطبيعية، نسب السوابق التاريخية. وقد تعرضت هذه النسب للدراسة والتعديل علي مر التاريخ علي أسس تنظيمية مثالية، منها ما يتبع قواعد حسابية، ومنها ما بني علي أسس هندسية.[٢]

---

[١] يحيى حمودة، **" التشكيل المعماري"** ، دار المعارف، القاهرة، ١٩٨٤م.

[٢] علي رأفت، **الإبداع الفني في العمارة**، مركز أبحاث انتركونست، يناير ١٩٩٧ م.

٢-٦ التشكيل المعماري وإستراتيجية التنمية المستدامة:

يلعب التشكيل المعماري دورا كبيرا في دعم استدامة المبني حيث يمكنه المساهمة بصورة كبيرة في رفع كفاءة الأداء البيئي للعمارة والعمران، كما يمكنه التأثير بصورة سلبية عليهما، ويأت ذلك من خلال توافق التشكيل مع ظروف البيئة، وانعكاس ذلك علي تكاليف الطاقة ونظم الإمداد بها، كما يؤثر التشكيل بصورة مباشرة على تكاليف الإمداد بالخدمات والبنية الأساسية، ويرتبط التشكيل ارتباطا وثيقا بالبيئة الطبيعية والاجتماعية والاقتصادية.[١]

وتنقسم التشكيلات إلي تشكيلات جمالية تحاكي الحس والذوق، وتشكيلات وظيفية "الشكل يتبع الوظيفة " وتشكيلات يتكامل فيها مفهوم الجمال والانتفاع. والتشكيلات المعمارية تخاطب الإنسان بشكل مباشر لذلك لابد أن تتكامل في إرداء ذوقه ومشاعره وتلبي كذلك احتياجاته المادية الانتفاعيه.[٢]

كما أن التشكيل يرتبط ارتباطا وثيقا بالبيئة الطبيعية والاجتماعية والاقتصادية، مما يتطلب أن يأتي التشكيل معبرا عن خصائص البيئة وملامحها بحيث يتم ذلك من خلال التعبير البيئي والتعبير الاجتماعي والاقتصادي. وفي ظل التأثير القوي للتكنولوجيا ومواد البناء الحديثة ودرها الفعال في تغيير ملامح العمارة.

ولقد أثرت التكنولوجيا الحديثة علي العناصر التشكيلية بشكل قوي، وساهمت في تغير ملامح العمارة، حيث وفرة قدر كبير من الحرية والمرونة في التشكيل المعماري. لذا يجب علينا دراسة هذه العناصر التشكيلية الحديثة دراسة وافية وزيادة الوعي المعماري تجاهها، حتى تواكب العمارة التكنولوجيا المتوافقة معها.

تأتى أهمية البحث في جعل التشكيل المعماري مستدام بحيث يستمد خصائصه من البيئة المحلية المحيطة به باستخدام نظم التكنولوجيا حديثة وتطويعها لتحقيق مبادئ الاستدامة.

٢-٦-١ التشكيل المعماري والتنمية البيئية:

ترتكز إستراتيجية التنمية المستدامة علي أساس توظيف المعطيات البيئية في منظومة شاملة، وهذه المعطيات نابعة من مصادر الطاقات المتجددة (الشمس، الرياح،.....) وهو ما تعرضنا اليه سابقا في الفصل الأول. كذلك التوجه إلي استخدام العناصر التشكيلية من مواد بناء طبيعية والتي يمكن إعادة استخدامها مرة أخري.

---

[١] محمد عبد السميع عيد، وائل حسين يوسف، **التشكيل العمراني ودعم استدامة المسكن**، كلية الهندسة جامعة أسيوط .

[٢] داليا سمير ميخائيل، **تأثير التطور التكنولوجي علي التشكيل المعماري**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة _ جامعة القاهرة، مارس ٢٠٠٥م.

٢-٦-١-١ التشكيل المعماري والطاقات المتجددة:

استخدام مصادر الطاقة المتجددة في التبريد والتدفئة أو الإضاءة وغيرها من الاستخدامات وذلك من خلال استعمال عناصر تشكيلية تحقق راحة الإنسان الحرارية بأسلوب طبيعي مع استخدام أقل قدر من الطاقة.[١] بالإضافة إلى إمكانية توظيف مصادر الطاقة المتجددة للحصول على الطاقة الكهربائية النظيفة اللازمة لتحسين البيئة المحلية والداخلية، كإدخال النظم التكنولوجيا الجديدة التي تعمل بالطاقات المتجددة كالشمس والرياح.

جدول ٢-٢ التشكيل المعماري والتنمية البيئية من خلال الطاقات المتجددة.

استراتيجية التنمية المستدامة للتشكيل المعماري		
مركز التجارة بالبحرين (٢٠٠٨ م)		
	استخدام مصادر الطاقة المتجددة	**شكل ٢-٣١ التشكيل بتقنية طاقة الرياح مركز التجارة- البحرين.**
	الموقع	مدينة المنامة- البحرين.
	المعماري	شين كيل.
	التشكيل المستدام للمبنى	_ التشكل الفريد للبرجين المتمثل علي شكل شراع لكي يلاءم البيئة البحرية للمدينة بارتفاع ٥٠ دور. _ تم تركيب وحدات من الخلايا الكهروضوئية علي وحدات الإضاءة الخارجية. _ تم دمج ثلاث تربينات رياح عملاقة ذات قطر ٢٩م بين البرجين حيث تعمل علي إنتاج الكهرباء للمبني بقدرة من ١١٠٠ _ ١٣٠٠ميجا وات في الساعة. كما تتكامل أنظمة التظليل مع الواجهات الزجاجية والتي تم تشكيلها بشكل منحدر مما يزيد من كفاءة التظليل للتقليل من الاكتساب الشمسي صيفا.[٢]

[١] محمود عيسى **"الطاقات المتجددة والتصميم العمراني المستدام "** المؤتمر العلمي الأول العمارة والعمران في إطار التنمية قسم العمارة – هندسة القاهرة ٢٠٠٤م.

[٢] نهلة عبد الوهاب محمد مصطفي، **دراسة تأثير أنظمة الطاقة المتجددة علي تصميم الغلاف الخارجي للمبني**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة – جامعة القاهرة، ٢٠٠٨ م.

٢-٦-١-٢ التشكيل المعماري والحفاظ علي الموارد الطبيعية :

وذلك من خلال التشكيل المعماري باستخدام مواد بناء صديقة للبيئة يمكن إعادة استخدامها أكثر من مرة وان تنتج من موارد وخامات من البيئة الطبيعية مثل الطين والأخشاب وغيرها، بشرط ألا يضر استهلاكها بالبيئة الطبيعية للأرض، والاستفادة من إيجابيات الأشجار والنباتات المختلفة مثل التظليل وتحسين البيئة المحلية.

جدول ٢-٣ التشكيل المعماري والتنمية البيئية من خلال الحفاظ علي الموارد الطبيعية.

استراتيجية التنمية المستدامة للتشكيل المعماري	**مشروع منزل العلايلى (١٩٩٥ م)**	
	الحفاظ على الموارد الطبيعية	 **شكل ٢-٣٢ التشكيل بمواد طبيعية فيلا العلايلي – اسكندرية.** www.bibalex.org/alexmed
	الموقع	ايكينجى مريوط - الإسكندرية.
	المعماري	د. محمد عوض – م. جمال سمعان.
	التشكيل المستدام للمبنى	_ إحياء الهوية المحلية من خلال صياغة العناصر التراثية ضمن مفاهيم الحياة العصرية لأسرة مصرية بأسلوب مبتكر. هذا الابتكار يظهر متجليا في تصميم الفناء الداخلي و الفراغات المحيطة به المتدرجة من الداخل إلي الخارج.[١] _ كذلك بالنسبة لمواد البناء الطبيعية وما تمنحه من إمكانات للحفاظ على البيئة، كقاعدة عامة نجد أن تصنيع هذه المواد يحتاج إلى قدر أقل من الطاقة كما أن عملية التخلص من المخلفات الناتجة عنها غير معقدة بشكل عام، غير أن هناك ميزة تفوق كل ذلك وهي أن جميع مواد البناء المشتقة من النبات تحد من الإنبعاثات الكربونية.[٢]

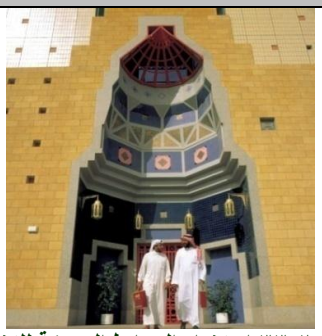
[١] **جائزة حسن فتحي لعام ٢٠٠٩م**، موضوع الجائزة: **الهوية في العمارة المصرية المعاصرة**، مكتبة الإسكندرية، متاح علي موقع: www.bibalex.org/alexmed

[٢] متاح علي موقع: www.syriarose.com/ar/news/view/19978.html تاريخ تصفح: مارس ٢٠٠٩م.

٢-٦-٢ التشكيل المعماري والتنمية الاقتصادية:

و بالنسبة للتشكيل المعماري من خلال البعد الثاني للتنمية المستدامة وهو البعد الاقتصادي، فمن اليسير تحقيقه وذلك من خلال استخدام الأساليب التشكيلية المتطورة والتي تعمل علي تقليل استهلاك الطاقة ومن أفضل الأمثلة علي هذا، مركز التعمير هو أحد التجمعات التجارية المهمة في مدينة الرياض. يحتوي على محلات تجارية للتسوق بجانب أماكن ترفيه للأطفال و الكبار.[١] رغبت الشركة في الاقتصاد في استهلاك الكهرباء وترشيد استخدامها، فقررت دراسة كافة الأنظمة التقنية المتطورة لتحقيق هذا الغرض، وقد تم استخدام عدة أنظمة وهي كالتالي:[٢]

جدول ٢-٤ التشكيل المعماري والتنمية الاقتصادية لسوق التعمير- الرياض.

استراتيجية التنمية المستدامة للتشكيل المعماري		
سوق التعمير.		
التنمية الاقتصادية	 **شكل ٢-٣٣ استخدام الحوائط السميكة للتخزين الحراري.** www.alriyadh.com/2007	 **شكل ٢-٣٤ استخدام ملاقف الهواء(البراجيل).** **المصدر السابق**
	 شكل ٢-٣٥ استخدام الخيم للتظليل من التفلون.	 **شكل ٢-٣٦ استخدام تظليل وتشجير الممرات.**
الموقع	الرياض.	
المعماري	عبد الحليم إبراهيم.	
التشكيل المستدام للمبنى	تحقيق التنمية الاقتصادية من خلال التشكيل بأنظمة التقنية المتطورة والتي تساعد علي ترشيد الطاقة أيضا من خلال: نظام الخزن الحراري. نظام التهوية الطبيعية نظام ملاقف الهواء.نظام التظليل باستخدام خيام من مادة التفلون .نظام التشجير الطبيعي في الساحات والطرقات .استخدام نوا فير المياه و مساقط مائية لتلطيف الهواء .	

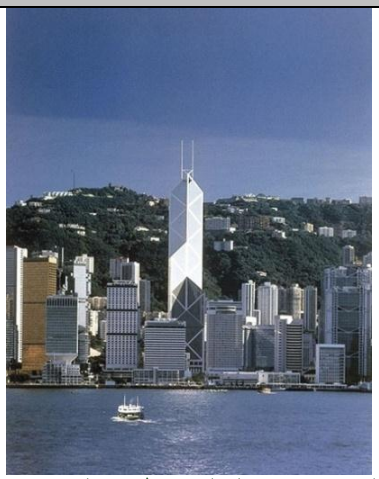
[١] **مركز التعمير التجاري تحفة معمارية وتصاميم رائعة تزين العاصمة**، النسخة الالكترونية من صحيفة الرياض،العدد ١٤٣٥٣،أكتوبر ٢٠٠٧م، متاح علي www.alriyadh.com/2007/10/11/article286127

[٢] نوبي محمد حسن عبد الرحيم، **مقرر النظريات المعاصرة والعمارة**، قسم العمارة وعلوم البناء – كلية العمارة والتخطيط جامعة الملك سعود، ٢٠١٠م.

٢-٦-٣ التشكيل المعماري والتنمية الاجتماعية:

ملائمة التشكيل المعماري للبيئة المحلية من حيث الموقع الجغرافي والظروف المناخية المختلفة حتى يمكن تقليل الحاجة إلى الطاقة لتحقيق البيئة الحرارية المحلية المناسبة لراحة الإنسان الحرارية، كما يجب إن يحقق انسجاما مع الموقع ومحيطه سواء كان طبيعيا أو من إنتاج الإنسان. أن كفاءة التشكيل المعماري تكمن في تحقق متطلبات مستخدميه واحتياجاتهم الاجتماعية والدينية وكذلك القيم والمبادئ الروحية التي يجب دراستها حتى يصبح التشكيل ملائما لمتطلبات قاطنيه.[١]

جدول ٢-٥ التشكيل المعماري من خلال تحقيق التنمية الاجتماعية.

استراتيجية التنمية المستدامة للتشكيل المعماري	برج بنك الصين (١٩٩٠ م)		
	التنمية الاجتماعية	 شكل ٢-٣٧ برج بنك الصين-طوكيو.المصدر: نوبي محمد ٢٠١٠.	شكل ٢-٣٨ نبات البامبو المستوحي منه شكل البرج. المصدر السابق.
	الموقع	هونج كونج.	
	المعماري	أي. أم. باي.	
	التشكيل المستدام للمبنى	يرتفع البرج من الأرض كعمود مرتفع مربع الشكل إلى ارتفاع ٥٥ مترًا تقريبًا، وقد قسم "باي" المربع إلى أربعة أقسام مثلثة الشكل بواسطة قطرين متقاطعين، وبارتفاع البرج يحذف الربع الأول في الأدوار من ربع الارتفاع تقريبًا ويحذف الربع الثاني بعد ارتفاع البرج إلى نصف الارتفاع ثم يحذ ف الربع الثالث بارتفاع البرج إلى ثلاثة أرباع الارتفاع أما الجزء الأخير من البرج وهو الربع الأخير فينتهي بقمة مثلثة تحوي القاعة السماوية. _المبنى يشبه نبات البامبو وهو نبات ذو قيمة ثقافية رمزية للصينيين. _ يمثل المبنى تكامل الإنشاء النقي والوظيفة والشكل والرمزية الحضرية.[٢]	

[١] محمود عيسى **"الطاقات المتجددة والتصميم العمراني المستدام "** المؤتمر العلمي الأول العمارة والعمران في إطار التنمية قسم العمارة – هندسة القاهرة ٢٠٠٤م .

[٢] نوبي محمد حسن عبد الرحيم، **مقرر النظريات المعاصرة والعمارة**، قسم العمارة وعلوم البناء – كلية العمارة والتخطيط جامعة الملك سعود، ٢٠١٠م.

٢-٧ لماذا التشكيل المعماري المستدام:

إن تحقيق استراتجيه التنمية المستدامة في التشكيل المعماري أصبح أمر حتميا لابد من التوجه إليه وأخذة بعين الاعتبار للحفاظ علي حقوق الأجيال المستقبلية، لذا كان ولابد من تعميم مبادئ الاستدامة علي كل عناصر ومكونات التشكيل المعماري، و محاولة المعماريين التعامل بحساسية مع البيئة بهدف الحفاظ عليها صحية صالحة لحياة الإنسان في الحاضر والمستقبل.[١] وحيث إن التشكيل المعماري مكون أساسي في العمارة يمكن من خلاله التحكم في العلاقة بين المباني والبيئة. لذلك فقد عني البحث بوضع التشكيل المعماري في صورة مستدامة من خلال معايير وعناصر للوصل به إلي تشكيل معماري مستدام.

٢-٧-١ مفهوم التشكيل المعماري المستدام:

ويمكن **تعريف التشكيل المعماري المستدام** بأنة التشكيل مع البيئة حيث يكون صديقاً لها يستهلك من مصادرها بالقدر الذي يحقق بيئة داخلية صحية لمستخدمي المبني ويوفر لهم الراحة بدون الخلل بحق الأجيال المستقبلية في تلبية احتياجاتهم من مصادر الطبيعة.

في الحقيقة هذا المفهوم ليس جديداً فقد وجدت العديد من سمات ما يعرف بالتشكيل المعماري المستدام في مختلف الحضارات الإنسانية منذ فجر التاريخ، ولكن التقدم التكنولوجي في القرن العشرين كان سبباً مباشراً في تدني اهتمام الإنسان بالحفاظ على بيئة الأرض نظيفة نتيجة للتوظيف غير المرشد لهذا التقدم التكنولوجي. منذ الأزمة النفطية في السبعينات من القرن الماضي بدأ التوجه العالمي لترشيد استهلاك مصادر الطاقة التقليدية وتطوير استخدام مصادر الطاقة المتجددة. لذلك فالتشكيل المعماري المستدام أصبح هدفاً للمعماريين المهتمين بالحفاظ على بيئة الأرض صالحة لحياة الإنسان في الحاضر والمستقبل.

٢-٧-٢ مبادئ التشكيل المعماري المستدام:

المعماريين الذين يهتمون بالبيئة والحفاظ عليها نظيفة غير ملوثة غالبا ما يتوجهون في تصميماتهم إلى استخدام أحد ثلاثة توجهات للتعامل مع البيئة:[٢]

التوجه الأول: يلجأ إلى استخدام خامات ومواد بناء من الأرض في التشكيل مثل الطين والأخشاب وغيرها.

التوجه الثاني: يلجأ إلى توظيف التقنية العالية في التشكيل المعماري مع مراعاة الظروف المناخية وتوفير إمكانيات التدوير أو إعادة الاستخدام Recycling وتوظيف الطاقات المتجددة إيجابياً.

أما التوجه الثالث: فيتبنى الدمج بين مبادئ كلا التوجهين تبعا لطبيعة الموقع الذي يبني فيه.

---

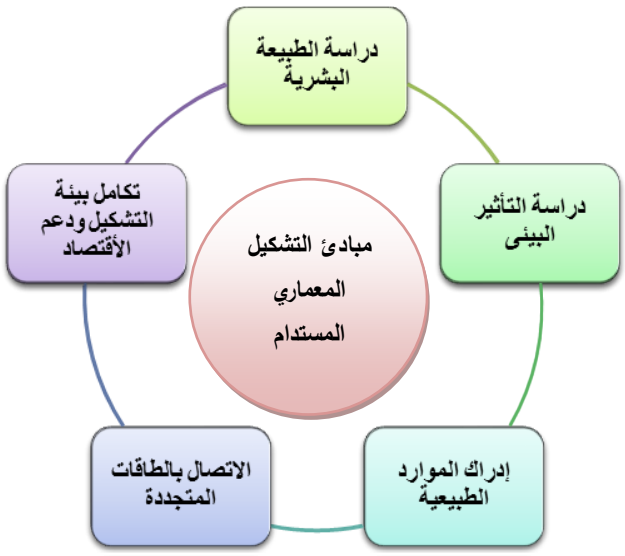
[١] محمود عيسى "**الطاقات المتجددة والتصميم العمراني المستدام** " المؤتمر العلمي الأول العمارة والعمران في إطار التنمية قسم العمارة – هندسة القاهرة ٢٠٠٤م.

[٢] المرجع السابق

كل من التوجهات الثلاثة يتبنون عدة مبادئ تهدف إلى تشكيل معماري صديق للبيئة يستخدم أقل قدر من الطاقة ويحافظ على مصادرها الطبيعية ويسبب أقل قدر من التلوث للبيئة الطبيعية.

٢-٧-٣ مبادئ التشكيل المعماري المستدام طبقا لإستراتيجية التنمية المستدامة[١]:

- **دراسة التأثير البيئي**... التشكيل المستدام يسعى إلى إدراك التأثير البيئي للمبني. بتقييم الموقع، الطاقة، المواد والحفاظ على البيئة الطبيعية وتوافقها مع التشكيل.
- **الاتصال بالطاقات المتجددة** ... بداية أي تشكيل مستدام يجب أن يبدأ بدراسة الطاقات المتجددة المتوفرة في البيئة المحيطة ومعرفه النظم الحديثة التي تستغل هذه الطاقات و محاولة توافقها مع التشكيل والوصول إلى التكامل بين هذه النظم و المبنى.
- **إدراك الموارد الطبيعية**... فالحياة الطبيعية تكاملية أي أن النظم الطبيعية تسير في دائرة مغلقة وتلبية حاجات جميع الأنواع يأتي عن طريق العمليات الحياتية ، فعن طريق عمليات المشاركة التي تجدد ولا تستنزف الموارد وتصبح أكثر حيوية فكلما كانت الدورات طبيعية ومرئية عادت البيئة المصممة إلى الحياة .
- **تكامل بيئة التشكيل ودعم الاقتصاد** ... يجب تعاون جميع التخصصات المشاركة في العملية التصميمية للوصول إلي المباني المستدامة في المراحل الأولية لاتخاذ القرارات التصميمية والاهتمام بمشاركة المستخدمين والمجتمعات المحلية والمناطق المجاورة . وضمان أن أنظمة إدارة المبنى صديقة للبيئة والمستخدم وغير معقدة .
- **دراسة الطبيعة البشرية** ... يجب أن يهتم التشكيل المستدام بدراسة طبيعية المستخدمين وخصائص البيئة المشيدة وإدراك متطلبات السكان والمجتمع و الخلفية الثقافية والعادات والتقاليد حيث تتطلب العمارة المستدامة دمج القيم الجمالية والبيئية والاجتماعية والسياسية والأخلاقية واستخدام توقعات المستخدمين والتكنولوجيا للمشاركة في العملية التصميمية المناسبة للبيئة.[٢]



شكل ٢-٣٩ مبادئ التشكيل المعماري المستدام طبقا لتحقيق استرتيجية التنمية المستدامة. المصدر: الباحثة.

[١] محمود عيسى **"الطاقات المتجددة والتصميم العمراني المستدام "** المؤتمر العلمي الأول العمارة والعمران في إطار التنمية قسم العمارة – هندسة القاهرة ٢٠٠٤م.

[٢] محسن محمد إبراهيم، **العمارة المستدامة**، المؤتمر العلمي الأول العمارة والعمران في إطار التنمية، قسم العمارة – هندسة القاهرة ٢٠٠٤م.

ملخص الفصل الثاني:

استكمال للمنهج الأستقرائي المتبع في الدراسة النظرية وبعد ما توصلنا في الفصل الأول من ضرورة تحقيق التنمية المستدامة في قطاع المباني وذلك من خلال استخدام الطاقات المتجددة وتحقيقها لإستراتيجية التنمية المستدامة بأبعادها الثالثة: البيئية والاقتصادية والاجتماعية. كان علينا التعمق أكثر في قطاع المباني من خلال التشكيل المعماري وهو ما عني به الفصل الثاني من دراسة تعريف التشكيل المعماري والعملية التشكيلية، وكذلك التعرض لعناصر التشكيل المعماري (النقطة، الخط، الأسطح، الحيازات) من خلال خواصها وسماتها والمعاني الإيحائية لها. وكذلك تأثيرات التشكيل المعماري وهي (الشكل، الفضاء، الضوء، اللون،النسيج والملمس)، قواعد التشكيل المعماري وهي (التكرار، الإيقاع، التماثل، وحدة أساس التشكيل).

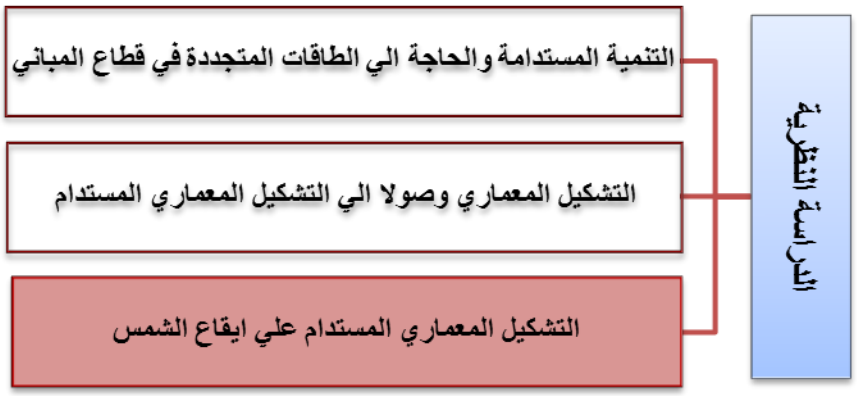
كما تعرض الفصل إلي إمكانية تحقيق إستراتيجية التنمية المستدامة من خلال أبعادها الثلاثة البيئية والاقتصادية والاجتماعية مع التشكيل المعماري وذلك بطرح بعض الأمثلة التشكيلية.

والوصول إلي وضع تعريف للتشكيل المعماري المستدام ومبادئه طبقا إلي إستراتيجية التنمية المستدامة.

١ – الدراسة النظرية

١-٣ الفصل الثالث:

التشكيل المعماري المستدام على إيقاع الشمس



٣-١ مقدمة:

الشمس هي أقرب النجوم إلينا وبدونها لا تستمر الحياة علي كوكب الأرض، فنحن نستخدم الطاقة الصادرة من الشمس في العديد من الاستخدامات اليومية. فالنباتات تستخدم ضوء الشمس لتنمو، والحيوانات تأكل النباتات لتستفيد من الطاقة الكامنة بها وتحولها إلي طاقة تستفيد منها، كما أن النباتات والحيوانات التي ماتت ودفنت منذ ملايين السنيين تحولت إلي فحم وبترول وغاز طبيعي، ونحن نستخدمها اليوم في تسيير المركبات والآلات، إذا فالوقود التقليدي هو في حقيقته ضوء شمس أُختزن لملايين السنيين، ويمكننا القول أن الشمس هي مصدر كل الطاقة التي نستخدمها في الوقت الراهن.

الشمس بلا جدال هي أساس حياتنا كبشر، وهي مصدر الرؤية والدفء والطاقة أيضا. كما أن الشمس هي إيقاع حياتنا فمع حركاتها يمضي الوقت. وللعمارة علاقة وثيقة بالشمس ولعل ما ورد في سورة الكهف من وصف لحركة الشمس حول الكهف ما يبين هذه العلاقة القوية بين الشمس والعمارة:

بسم الله الرحمن الرحيم

(وَتَرَى الشَّمْسَ إِذَا طَلَعَت تَّزَاوَرُ عَن كَهْفِهِمْ ذَاتَ الْيَمِينِ وَإِذَا غَرَبَت تَّقْرِضُهُمْ ذَاتَ الشِّمَالِ وَهُمْ فِي فَجْوَةٍ مِّنْهُ ذَلِكَ مِنْ آيَاتِ اللَّهِ مَن يَهْدِ اللَّهُ فَهُوَ الْمُهْتَدِي وَمَن يُضْلِلْ فَلَن تَجِدَ لَهُ وَلِيًّا مُّرْشِدًا)

صدق الله العظيم

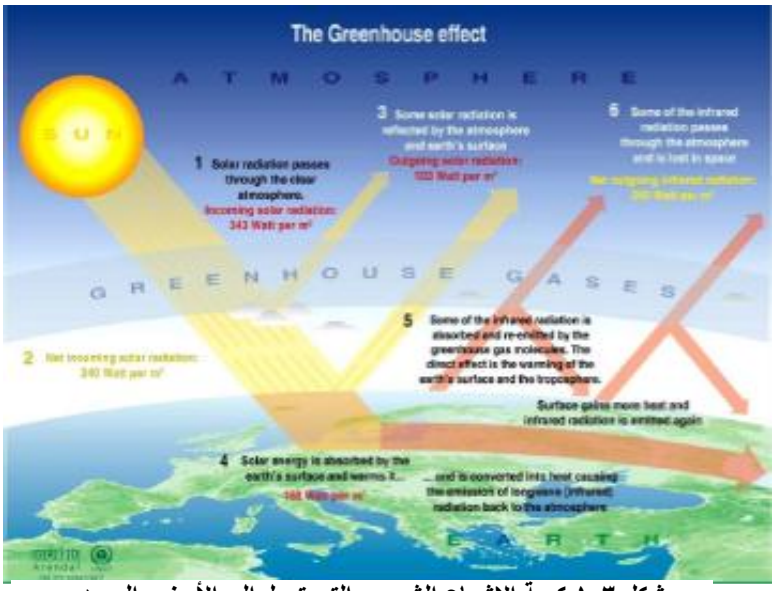
حيث نجد الآيات تشير إلي الشمس وتوافق حركتها مع كهف الفتية، وهي في حد ذاتها معجزة وآية من رب العالمين عز وجل كذلك نجد نموذجا ومثالا بديعا للتناغم بين إيقاع الشمس وبين التصميم المعماري وكما أشار بعض الباحثين "أن تصميم الكهف يتوافق مع حركة الشمس ففي فترات الغروب وحتى بالرغم من دخول بعض البقع الضوئية فأنها لاتصل إلي الفجوات الموجودة في الكهف بل تصل فقط إلي الصالة المركزية، إن تصميمات الكهف توضح إمكانات توفير الظلال صيفا ودخول قدر ضئيل من الشمس شتاء وفي الاعتداليين، وفي فترات الغروب، إلي جانب التهوية الجيدة التي تسهم باستمرار في تجديد الهواء بهذا الكهف.[١]

لذلك فنحن في حاجة إلي تصميم مبانينا بحيث تتلاءم مع متطلبات الاستعمال ونجتهد في تشكيلها لتبدو جميلة بحيث تتشكل كتلة المبني مع عناصر البيئة المحيطة بناء علي طبيعة استعمالها ونسب الجمال من الخارج ونصل إلي التشكيل علي إيقاع الشمس.

[١] صلاح السقا، **التصميم علي إيقاع الشمس**، مجلة عمران العدد السابع، الجامعة الإسلامية بغزة، فلسطين، ٢٠٠٧ م.

٣-٢ الطاقة القادمة من الشمس:

تعرف الشمس علي أنها كرة هائلة من الغازات الساخنة، وبنسب الوزن نجد أن الهيدروجين يمثل ٧٠% والهليوم ٢٥% والكربون والنيتروجين والأكسجين ١.٥% لكل منهم،[١] وتمثل باقي العناصر ٠.٥%. تصل درجة حرارة الشمس إلي ٥٠٠٠ درجة مئوية علي السطح وحوالي ١٥.٠٠٠درجة مئوية في اللُب (المركز). ومتوسط المسافة بينها وبين الأرض ١٥٠ مليون كيلومتر يقطعها ضوء الشمس في ثماني دقائق ونصف، أما قطرها فيبلغ ١.٤ مليون كيلومتر أي أنها أكبر من كوكب الأرض ١٠٩ مرة، وهو ما يعني أن الشمس تتسع لحوالي مليون كوكب في حجم الأرض.[٢]



شكل ٣-١ كمية الإشعاع الشمسي التي تصل إلي الأرض. المصدر: www.our-energy.com

يستقبل كوكب الأرض ١٧٤ بيتا وات من الإشعاعات الشمسية القادمة إليه عند طبقة الغلاف الجوي العليا. وينعكس ما يقرب من ٣٠% من هذه الإشعاعات عائدة إلى الفضاء بينما تُمتص النسبة الباقية بواسطة السحب والمحيطات والكتل الأرضية شكل(٣-١). ينتشر معظم طيف الضوء الشمسي الموجود على سطح الأرض عبر المدى المرئي وبالقرب من مدى الأشعة تحت الحمراء بالإضافة إلى انتشار جزء صغير منه بالقرب من مدى الأشعة فوق البنفسجية. تمتص مسطحات اليابسة والمحيطات والغلاف الجوي الإشعاعات الشمسية، ويؤدي ذلك إلى ارتفاع درجة حرارتها. يرتفع الهواء الساخن الذي يحتوي على بخار الماء الصاعد من المحيطات مسبباً دوران الهواء الجوي أو انتقال الحرارة بخاصية الحمل في اتجاه رأسي. وعندما يرتفع الهواء إلى قمم المرتفعات، حيث تنخفض درجة الحرارة، يتكاثف بخار الماء في صورة سحب تمطر على سطح الأرض، ومن ثم تتم دورة الماء في الكون. تزيد الحرارة الكامنة لعملية تكثف الماء من انتقال الحرارة بخاصية الحمل، مما يؤدي إلى حدوث بعض الظواهر الجوية، مثل الرياح والأعاصير المضادة. وتعمل أطياف ضوء الشمس التي تمتصها المحيطات وتحتفظ بها الكتل الأرضية على أن تصبح

[1] John R. Fan chi, **Energy: Technology and Directions for the Future**, Oxford, Academic Press is an imprint of Elsevier, 2004.

[٢] محمد مصطفي محمد الخياط، **الطاقة مصادرها –أنواعها- استخداماتها**، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة - وزارة الكهرباء والطاقة، القاهرة ٢٠٠٦م.

درجة حرارة سطح الأرض في المتوسط ١٤ درجة مئوية. ومن خلال عملية التمثيل الضوئي الذي تقوم به النباتات الخضراء، يتم تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية، مما يؤدي إلى إنتاج الطعام والأخشاب والكتل الحيوية التي يُستخرج منها الوقود الحفري.[١]

٣-٢-١ الطاقة الشمسية:

الإشعاع الشمسي هو مصدر الطاقة الرئيسي علي سطح الأرض وهو عنصر أساسي في المناخ حيث أنه صاحب التأثير الأكبر علي الظواهر المناخية. لذا ترجع معظم مصادر الطاقات المتجددة المتوفرة علي سطح الأرض إلي الشمس كما ذكرنا في مقدمة الفصل. وقد استخدمت الطاقة الشمسية قديما في التدفئة وتجفيف المحاصيل الزراعية بالإضافة إلي دورها الأساسي في نمو النباتات، وقد تضاءل استخدام الطاقة الشمسية باختراع النار وحرق الوقود الخشبي، ثم باكتشاف الفحم والغاز والنفط والتي تقوم بتركيز الطاقة بشكل اكبر من الطاقة الشمسية. ونظرا للتقدم العلمي في أواسط القرن العشرين، ونتيجة للبحث عن وقود لتشغيل الأقمار الصناعية في الفضاء، بدأ السوفيت والأمريكيين استغلال الطاقة الشمسية بصورة جدية في أواخر الخمسينات وأوائل الستينات عندما استخدام الخلايا الكهروضوئية لتشغيل أقمارهم الصناعية في الفضاء. ومن ذلك الحين بدأت الأبحاث العلمية في إدخال الطاقة الشمسية في جميع مناحي الحياة لما لها من فوائد وهي:[٢]

___ استمرارية وجودها كمصدر متجدد وغير قابل للنضوب.

___ وقود مجاني ويمكن الحصول عليها بدون مقابل.

___ يمكن استخدامها بطرق مباشرة أو غير مباشرة سواء أكانت مركزة أو غير مركزة.

___ لا تسبب إضرارا للبيئة أوي تلوث ملحوظ.

___ تعتمد علي تكنولوجيا مبسطة يمكن استيعابها من قبل الدول النامية.

٣-٢-٢ نبذة تاريخية عن استخدام الطاقة الشمسية في العمارة:

عصور ما قبل التاريخ:

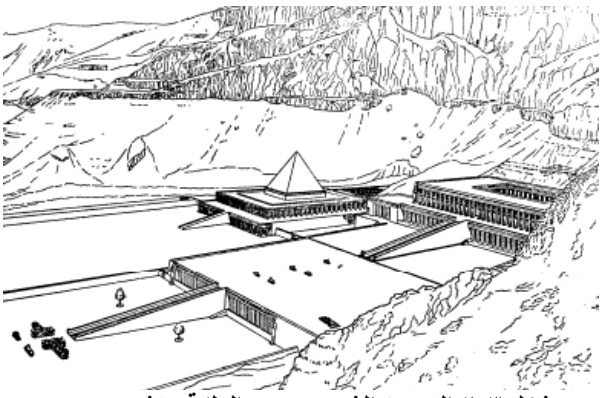
فقد تأثرت جميع الشعوب و منذ بدأ الخليقة بالعوامل البيئية عند تصميمها لمبانيها فنجد أن الإنسان قديما قد تأثر بحركة الشمس في بناء مسكنه وبحث عن الكهوف التي تحميه من أشعة الشمس المباشرة. كذلك الحال عند سكان البادية الذين يقومون بتوجيه خيامهم نحو جهة الجنوب حتى تستفيد بقدر المستطاع من الشمس المنخفضة في الشتاء و تقليل استقبالها في الصيف.

[١] متاح علي موقع : www.ar.wikipedia.org ، تاريخ التصفح: مايو/ ٢٠١٠م.

[٢] إيهاب صلاح الدين، **الطاقة وتحديات المستقبل**، المكتبة الأكاديمية، ١٩٩٤م.

العصور القديمة:

ففي مصر الفرعونية بنيت الأهرامات بتوجيه نحو الجهات الأصلية بدقه عاليه وتم عمل مجريان يخترقان جسم هرم خوفو فتحاتهما في غرفه الملك، كما تم توجيه مداخل المعابد بحيث تصل أشعه الشمس إلى داخل قدس الأقداس في شروقها يوما في السنة يطلق عليه يوم مولد المعبد شكل(٣-٢)٠



شكل ٣-٢ التوجيه الشمسي معبد الملكة حتشبسوت.

كما استعلم المعماري المصري القديم الإضاءة الطبيعية لأناره الطريق الجنائزي لهرم اونيس بسقارة والطريق مغلق تماما إلا من فتحه ضيقه جدا في السقف عرضها ٦سم وبطول الطريق تدخل منها أشعه الشمس المباشرة وتسقط على الأرضية الحجرية المصقولة فتنعكس على الحائطين الجانبين.[١]

العصور الكلاسيكية:

إما اليونانيين القدماء فقد اهتموا بالاستفادة من الإشعاع الشمسي للحصول على التدفئة ألازمه لمبانيهم فقد قاموا بتخطيط مدينه اولينسثث في القرن الخامس قبل الميلاد حيث يسمح توجيه الشوارع باستقبال متساوي للشمس،[٢] كما أنهم قاموا بتشييد معظم مبانيهم بمواجه الشرق مع وجود فتحات كبيره في اتجاه الجنوب وهذا الأسلوب في التشييد يسمح بالحصول على اكبر قدر من الأشعة الشمسية في الشتاء عندما تنخفض الشمس في السماء وهو أكثر الفصول احتياجا للشمس.

شكل ٣-٣ التوجية للشمس في العمارة البيونانية.

العصور الوسطى:

وفى العالم الجديد لأمريكا الشمالية في مدينه بابلو بونيتو والذي يطلق عليها نيو ميكسيكو وكانت مخططه على شكل شبه دائري على هيئه مدرجات موجهه بأسلوب يراعى زوايا الشمس في الصيف

[١] نوبي محمد حسن عبد الرحيم، **مقرر النظريات المعاصرة والعمارة**، قسم العمارة وعلوم البناء – كلية العمارة والتخطيط جامعة الملك سعود، ٢٠١٠م.

[٢] متاح علي موقع: www.ar.wikipedia.org تاريخ التصفح: مايو/٢٠١٠م.

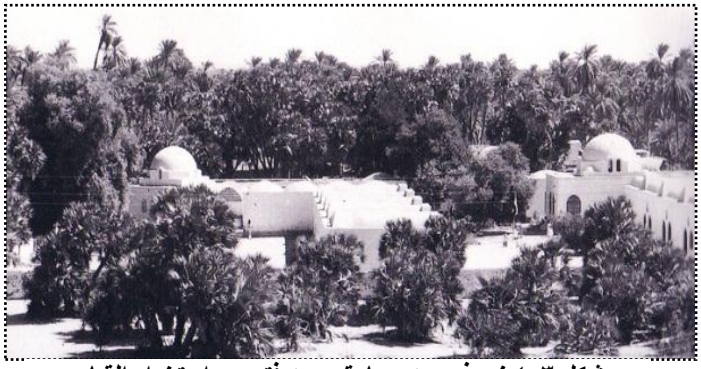
والشتاء كما استخدموا الحوائط السميكة من الطوب اللبن والتي تمتص الحرارة إثناء النهار وتشعها إلى الهواء إثناء الليل مما يجعل المكان ذو حرارة معتدلة طوال اليوم.[1]

عصر النهضة:

وفيما يبدو إن الثورة الصناعية قد غيرت من فكر الإنسان وأنسته تجارب الخبرات التي اكتسبها عبر ألاف السنين في مراحل تطورها المختلفة وبدأت الإله والميكنة تغير من الفكر التقليدي تماما وفقد مسكن الإنسان ارتباطه مع البيئة والطبيعة وفقد الاهتمام بالتوجيه وإدخال أشعة الشمس ،كذلك وبدأت في منتصف القرن ال١٩ صيحات بعض الإصلاحيين للمنداة بتحقيق التكامل بين الفن والصناعة المدن، وكان للمعماريين الدور الأكبر في هذه الصيحة أمثلة والتر جربيبيوس ولوكوربوزيه وميس فان دروه والذين مثلوا وغيرهم الاتجاه الجديد في عماره القرن ال٢٠ والذي يدعوا لي تدمير الطرز المعمارية الكلاسيكية الميتة من وجهة نظرهم، والدعوة إلي اتجاه جديد له مفردات جديدة تتمثل في الأسقف الأفقية والأسطح المستوية واستخدام مواد جديدة كالخرسانة المسلحة والحديد والألواح الزجاجية دون النظر إلي الاعتبارات البيئية والعمارة المحلية الخاصة بكل منطقة.

العصور الحديثة:

وبالرغم من انتشار الأبراج العالية وناطحات السحاب والاهتمام بالوظيفة والإعراض عن البيئة، فقد ظهرت اتجاهات أخري تنادي بتجانس التصميم مع الطبيعة، ومن أشهر معماريين هذا الاتجاه رائد مدرسه العمارة العضوية فرانك لويد رايت، كما بعض المعماريين في مناطق مختلفة تنادي باحترام الطابع المحلي لعمارة كل منطقة، وكان إبرازهم شيخ المعماريين المصريين المعماري حسن فتحي والذي دعا إلي استخدام الأساليب التقليدية في البناء شكل(٣-٤).[2] وفي الستينات من القرن بدأت بقوة المنداة بحماية البيئة والطبيعة. بعد أزمة ٧٣ وارتفاع أسعار البترول زاد الاهتمام بالطاقات المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية، ومنذ التسعينات و حتى ألان تزايد اهتمام الحكومات بقضية الطاقة وخاصة الطاقة الشمسية وأصبح التحدي علي مستوي العالم من اجل بيئة صحية وآمنة.



شكل ٣-٤ نموذج من عمارة حسن فتحي واستخدام القباب والتشكيلات المتناغمة مع الشمس.

[1] نهلة عبد الوهاب محمد مصطفي، **دراسة تأثير أنظمة الطاقة المتجددة علي تصميم الغلاف الخارجي للمبني**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة – جامعة القاهرة، ٢٠٠٨ م.

[2] متاح علي موقع www.mawhopon.net تاريخ تصفح ٢٠٠٩م.

٣-٣ دور الطاقة الشمسية في تحقيق إستراتيجية التنمية المستدام:

أن عملية إنتاج الطاقة الكهربية في المباني علي سبيل المثال قد يتبعها أثار سلبية كبيرة على البيئة الطبيعية في حال استخدمت مصادر الطاقة التقليدية لتوليدها مثل البترول والفحم حيث يصحب استخدامها انبعاث غازات ومخلفات أخرى ضارة بالبيئة الطبيعية.

ولكن عند استخدام مصادر الطاقة المتجددة لتوليد الكهرباء تصبح عملية إنتاج واستخدام الكهرباء نظيفة إلى حد كبير، وبالتالي لن تحرم الأجيال المستقبلية من حقها في الحصول على الطاقة اللازمة لمتطلبات حياتهم. وتعتبر الشمس من خلل التجارب والأبحاث أفضل مصدر لإنتاج الكهرباء في المباني بطرق بسيطة وآمنة وبدون مساحات كبيرة أو أجهزة ضخمة.

حيث تصل إلى سطح الأرض الحرارة الشمسية في صورة أشعة الشمس ويمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى صور أخرى من الطاقة قابلة للاستعمال عبر عدة سبل رئيسية وهي الاستخدام المباشر لأشعة الشمس، تركيز الحرارة الشمسية، تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية، بالإضافة إلى دورها الرئيسي في تنشيط بعض مصادر الطاقة المتجددة الأخرى حيث أن الحرارة الشمسية أحد مسببات حركة الرياح وتنمو بفضلها المواد.

٣-٣-١ الطاقة الشمسية والتنمية البيئية:

الطاقة الشمسية **طاقة متجددة** حيث أن الشمس مصدر لا ينضب للطاقة، كما أنها طاقة نظيفة لا ينتج عنها عادم فمولد الطاقة الشمسية الذي ينتج ١ك وات يقي المجتمع من ٥٠٠ ك جم من co2 سنويا الذي ينتج من الطاقات الحفرية.[١]

وكذلك فهي **طاقة غير ملوثة للبيئة** حيث لا ينبعث منها غازات سامة أو مواد ضارة تعمل علي زيادة درجة حرارة الأرض، كما أنها طاقة توفر عامل الأمان عند إنتاجها من المولدات.

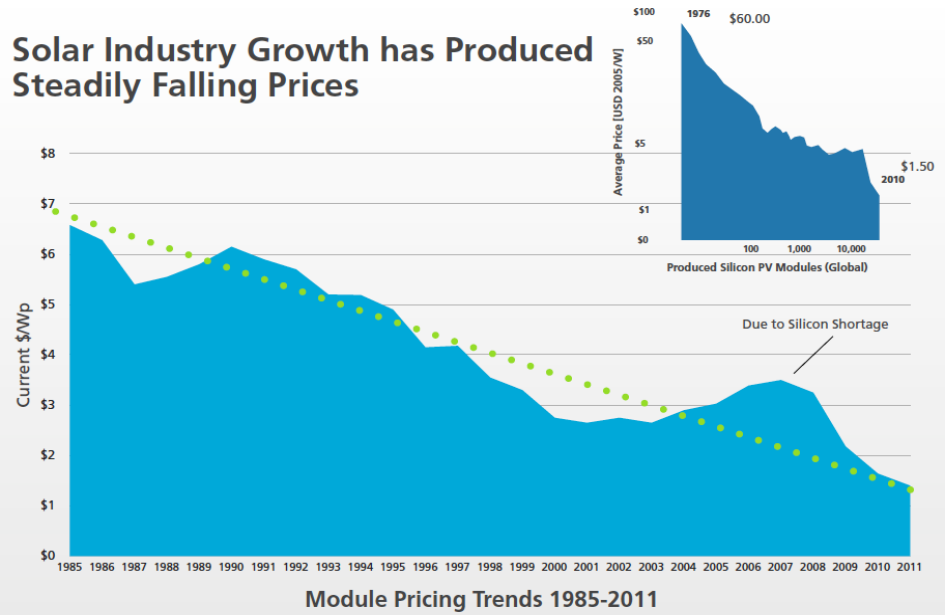
٣-٣-٢ الطاقة الشمسية والتنمية الاقتصادية:

مولدات الطاقة الشمسية اقتصادية بالنسبة لقيماتها وطول عمرها، حيث أنها من الأجهزة المعمرة، كذلك غير معقدة في تركيبها ويمكن تركيبها وتشغيلها في أي مكان وكذلك يمكن نقلها بسهولة. كذلك فأن التكاليف الباهظة والتي كانت تعوق استخدام التقنيات الشمسية الحديثة أصبحت اقل بكثير مما يجعلها الآن ميزة لاستخدام تلك التقنيات ويفتح الباب علي مصراعيه أمام استخدامها.

وترشيدنا احصائيات انتاج تقنيات الطاقة الشمسية منذ ١٩٨٥م وحتي الآن الي انخفاض التكاليف بنسبة تصل الي ٧٠% تقريبا كما هو في الشكل التالي شكل(٣-٥):

---

[١] علي عبد الله حسن المنصوري، احمد عبد المنعم شرارة، **مفهوم الطاقة الشمسية أحدث ضروريات هذا العصر**، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الحادي عشر، كلية الهندسة – جامعة الأزهر، ٢٠١٠م.



شكل ٣-٥ أنخفاض تكاليف أنتاج تقنيات الطاقة الشمسية حتي ٢٠١١م. المصدر:
http://thinkprogress.org/economy/issue

٣-٣-٣ الطاقة الشمسية والتنمية الاجتماعية:

الطاقة الشمسية طاقة مستقبلية في متناول معظم الشعوب بل كل الشعوب فهي هبه من الله الي عبادة لا يستطيع احد منعها إلي قيام الساعة. فهي توعد بمستقبل باهر وتعيد رسم خططنا المستقبلية في زيادة المشاريع في المجتمعات النامية وخلق الكثير من فرص العمل وبالتالي رفع المستوي المعيشي وزيادة رفاهية الشعوب.[١]

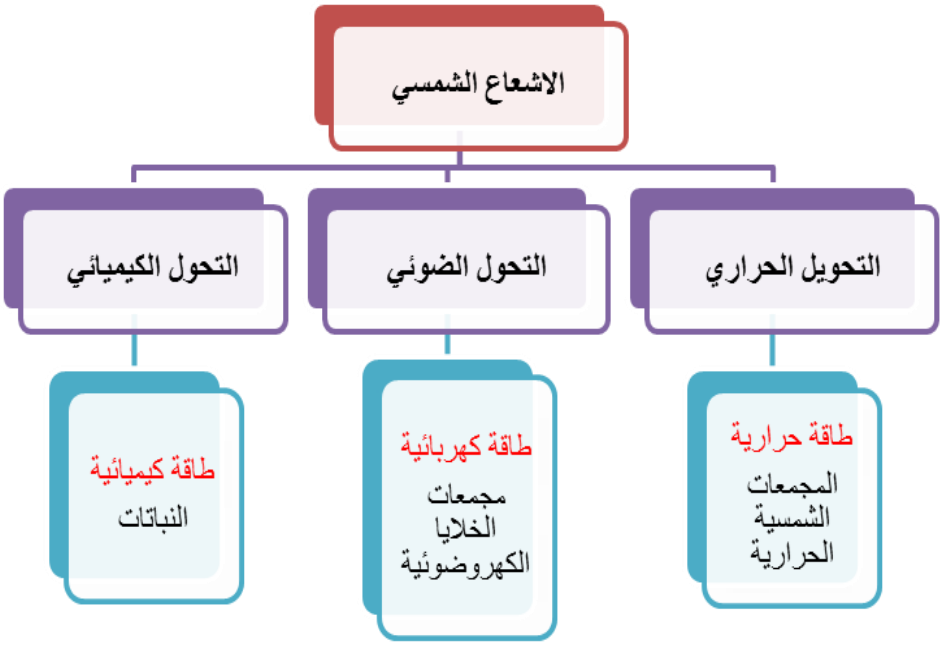
٣-٤ الطرق التي يمكن من خلالها الاستفادة من الطاقة الشمسية:

الشمس سبب رئيسي لوجودنا، ولهذا قدسها الإنسان قديما ولا زالت أقدم حكمة نرددها (البيت الذي تدخله الشمس لا يدخله الطبيب).[٢] للاستفادة من هذه الهبة في مجال العمارة لابد أن ندرس مسار الشمس في خط عرض معين، ومعرفة الحرارة التي تنشرها في كل وقت. وأن نعلم أيضا قوانين سريان الحرارة والبرودة في المواد لنصمم أخيرا علي مستوي تامين التوازن الساعي لتحقيق الراحة طبيعيا في كل الأوقات.

كذلك لابد من تحويل الطاقة الشمسية فلا يمكن الاستفادة منها وهي علي صورتها القادمة من الشمس لذا يتم تحويل الأشعة الشمسية والاستفادة منها بالعديد من الطاقات سواء كانت حرارية أو

[١] علي عبد الله حسن المنصوري، احمد عبد المنعم شرارة، **مفهوم الطاقة الشمسية أحدث ضروريات هذا العصر**، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الحادي عشر، كلية الهندسة – جامعة الأزهر، ٢٠١٠م.
[٢] محي الدين خطيب سلقيني، **العمارة البيئية**، دار قابس، ١٩٩٤م.

ميكانيكية أو كهربية ويتطلب هذا التحويل أنواع من التقنيات التكنولوجيا المناسبة لكل نوع من الطاقة.[1]



شكل ٣-٦ إمكانية تحول الأشعة الشمسية إلي طاقة حتى يمكن الاستفادة منها. المصدر الباحثة بتصريف من ميشيل فرح ١٩٨٤.

٣-٤-١ التحول الحراري (تحول الطاقة الشمسية إلي طاقة حرارية):

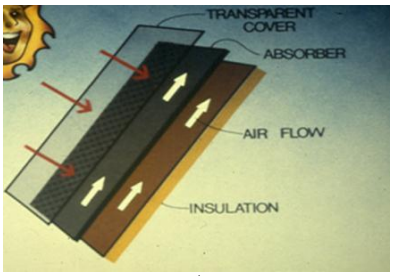
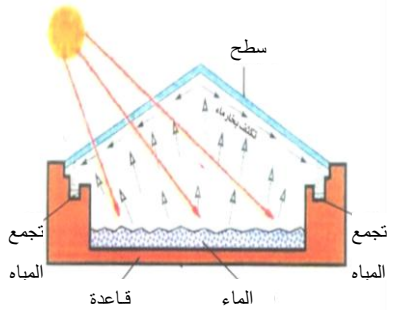
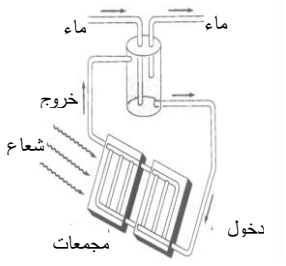
التحويل الحراري للطاقة الشمسية يعتمد على تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية عن طريق المجمعات (الأطباق) الشمسية والمواد الحرارية. فإذا تعرض جسم داكن للون ومعزول إلى الإشعاع الشمسي فإنه يمتص لإشعاع وترتفع درجة حرارته، يستفاد من هذه الحرارة في التدفئة والتبريد وتسخين المياه وتوليد الكهرباء وغيرها. وتعد تطبيقات السخانات الشمسية هي الأكثر انتشاراً في مجال التحويل الحراري للطاقة الشمسية. يلي ذلك من حيث الأهمية المجففات الشمسية التي يكثر استخدامها في تجفيف بعض المحاصيل الزراعية مثل التمر وغيرها كذلك يمكن الاستفادة من الطاقة الحرارية في طبخ الطعام، حيث أن هناك أبحاث تجري في هذا المجال لإنتاج معدات للطهي تعمل داخل المنزل بدلا من تكبد مشقة الجلوس تحت أشعة الشمس أثناء الطهي.

يكن استخدام الطاقة القادمة من الشمس من خلال التحويل الحراري لها بعدة أجهزة تعتمد علي درجة الحرارة التي ينتجها الجهاز كالتالي:

[1] نهلة عبد الوهاب محمد مصطفي، **دراسة تأثير أنظمة الطاقة المتجددة علي تصميم الغلاف الخارجي للمبني**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة _ جامعة القاهرة، ٢٠٠٨م.

٣-٤-١-١ مستوي الحرارة التي يصل اليها الجهاز (من ٢٠° الي ٥٠ مئوية):[١]

جدول ٣-١ أجهزة التحول الشمس والتي تصل إلي درجة ٥٠درجة مئوية.

نقاط المقارنة	نظام التشغيل	متوسط الأداء	الاستخدامات	شكل التقنية
الصوبات	السطح الزجاجي أو اللدائن يشجب إعادة انبعاث الطاقة الأمر الذي يرفع درجة الحرارة داخل الصوبة.	يمكن الحصول علي درجات حرارة في متوسطها أكثر من ٢٠° مئوية حتى مع الطقس البارد.	السماح بزراعة جميع أنواع الخضر (زهور ،فاكهة ،...الخ) تحت جو متحكم فيه.	**شكل ٣-٧ الصوبات الشمسية.**
الملتقطات الهوائية	عبارة عن صحيفة سوداء تلتقط سخونة الشمس فوقها غطاء زجاجي يشجب ضياع السخونة للخلف .	يصل تسخين الهواء من ٢٠-٤٠° مئوية بحسب الطقس المحيط وأبعاد الجهاز .	يستخدم في المجفف الشمسي. في المسكن الشمسي باستخدام الهواء الساخن.	 **شكل ٣-٨ الملتقط الشمسي لتسخين الهواء.**
اجهزة التقطير الشمسية	يوجد الماء (بحر-ملوث) في وعاء قاعة أسود فوقه غطاء زجاجي يتبخر الماء ويتكاثف علي الجدران الداخلية ويجمع في القنوات الجانبية.	ينتج من ٤ إلي ٥ لترات لكل مكعب ماء من ماء البحر أو الصرف.	التغذية وتوفير ماء الشرب ،كذلك الماء المقطر للجراجات والمصانع.	 **شكل ٣-٩ المقطرات الشمسية الحرارية**
الملتقطات المائية(دون زجاج)	يتكون من شبكة أنابيب موصلة إما من البلاستيك أو المطاط الأسود اللون. والماء المرغوب في تسخينه يمر داخل الأنابيب.	درجة الحرارة التي يمكن الوصول إليها حوالي ٤٥° مئوية.	يستخدم في تسخين حمامات السباحة، والتسخين المبدئي في محطات التسخين.	 **شكل ٣-١٠ لسخان شمسي بأنابيب.**

[١] ميشيل فرح، **الطاقة مصادره وقضاياها**، مكتبة مدبولي، ١٩٨٤ م.

٣-٤-١-٢ مستوي الحرارة التي يصل إليه الملتقط الشمسي: ١٥٠ إلي ١٠٠٠ درجة مئوية:

جدول ٣-٢ أجهزة الأشعة الشمسية التي تصل إلي ١٠٠٠درجة مئوية.

نظام التشغيل	متوسط الأداء	الاستخدامات	شكل التقنية
الملتقطات الدائرية حول محور السطح العاكس يكون أسطواني. والمجموعة تدور حول محور شمال جنوب وتركز الأشعة علي أنبوبة في البؤرة.	يشترط أن تكون الشمس مسلطة بأكثر من ٦٠٠ وات\متر٢.	تستخدم في أنتاج البخار الساخن لإنتاج الكهرباء.	**شكل ٣-١١ الملتقطات حول محور.**
الملتقطات بالغلايات المتحركة السطح العاكس مكون من مسطحات زجاج موصلة حول قاعدة خرسانة اتجاهها شرق غرب ،وتركز الأشعة علي دائرة تتبعها الغلاية.	تنتج حرارة ٢٥٠ درجة مئوية بمعامل أداء حوالي ٥٠%.	تستخدم في محطات الكهرباء الشمسية .	**شكل ٣-١٢ الملتقطات بمسطحات زجاجية عاكسة.**
مرايا القطع المكافئ تركيز الشمس علي ماسورة توجد أعلي مركز القطع الناقص لترتفع درجة حرارة الماء لأعلي من درجة الغليان ليتحول بعد ذلك إلي بخار يوجه إلي تور بينة ومن ثم توليد الكهرباء[1].	يمكن أن تصل درجة الحرارة إلي ٣٩٠ درجة مئوية.	استخدام مباشر: إنتاج بخار صناعي. استخدام غير مباشر: في محطات الكهرباء الشمسية.	**شكل ٣-١٣مرايا القطع المكافئ.**
نظام الاطباق المركزة عبارة عن مرايا في صورة أطباق علي شكل قطع ناقص مثبت عل جهاز تتبع شمسي، ويتم تثبيت الأشعة في نقطة تجمع واحدة مما يعطي ارتفاع كبير في درجة الحرارة[2].	يمكن أن تصل درجة الحرارة إلي ٧٥٠ درجة مئوية.	تستخدم في الأنظمة المنفصلة عن الشبكة لإنتاج الكهرباء.	**شكل ٣-١٤ الاطباق المركزة.**

[1] ميشيل فرح، **الطاقة مصادره وقضاياها**، مكتبة مدبولي، ١٩٨٤ م.

[2] متاح علي موقع: www.volker-quaschning.de، تاريخ التصفح: يناير ٢٠٠٩م.

نظام أبراج القوى	يعمل بنفس الطريقة من تركيز لأشعة الشمس علي سائل. بمجموعه من المرايات المثبتة علي جهاز تتبع الشمس، والتي تعكس الأشعة الشمسية في اعلي نقطة بالبرج.[1]	تصل درجة الحرارة من ٥٣٠ إلي ١٠٠٠ درجة مئوية.	توليد الطاقة الكهربية للأغراض الصناعية الكبيرة.	شكل ٣-١٥ ابراج القوي الشمسية.

٣-٤-١-٣ مستوي الحرارة التي يصل إليه الملتقط الشمسي:اكبر من ٣٠٠٠ درجة مئوية:

جدول ٣-٣ أجهزة الأشعة الشمسية التي تصل إلي ٣٠٠٠درجة مئوية.

التقنية	نظام التشغيل	متوسط الأداء	الاستخدامات	شكل التقنية
المداخن الشمسية	تعتمد الفكرة علي تحريك الهواء الساخن بالأشعة الشمسية بداخل المدخنة، ثم سحب هذا الهواء.[2]	عالي جدا في إنتاج الطاقة	يستخدم الهواء الصاعد عبر المدخنة بتحريك الهواء وتدوير التوربينات لإنتاج الكهرباء.[3]	شكل ٣-١٦ استخدام المداخن الشمسي في إنتاج الكهرباء.
البرك الشمسية	عبارة عن كمية من المياة الضحلة ذات تركيز ملحي علي ثلاث طبقات تزداد نسبة الملوحة بالقرب من القاع فتعمل علي تجميع الأشعة الشمسية في شكل طاقة حرارية.	تنتج حرارة بدرجة مئوية عالية	يستخدم لإنتاج البخار الساخن المستخدم في تدوير التوربينات لتوليد الكهرباء.	شكل ٣-١٧ البرك الشمسية وإنتاج الطاقة الشمسية.

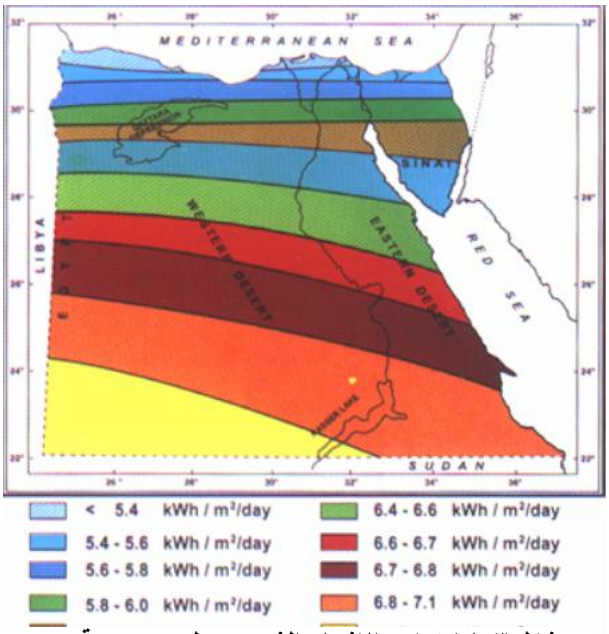
[1] نهلة عبد الوهاب محمد مصطفي، **دراسة تأثير أنظمة الطاقة المتجددة علي تصميم الغلاف الخارجي للمبني**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة _ جامعة القاهرة، ٢٠٠٨م.

[2] متاح علي موقع: www.cancee.org ، تاريخ التصفح: يناير ٢٠٠٩م.

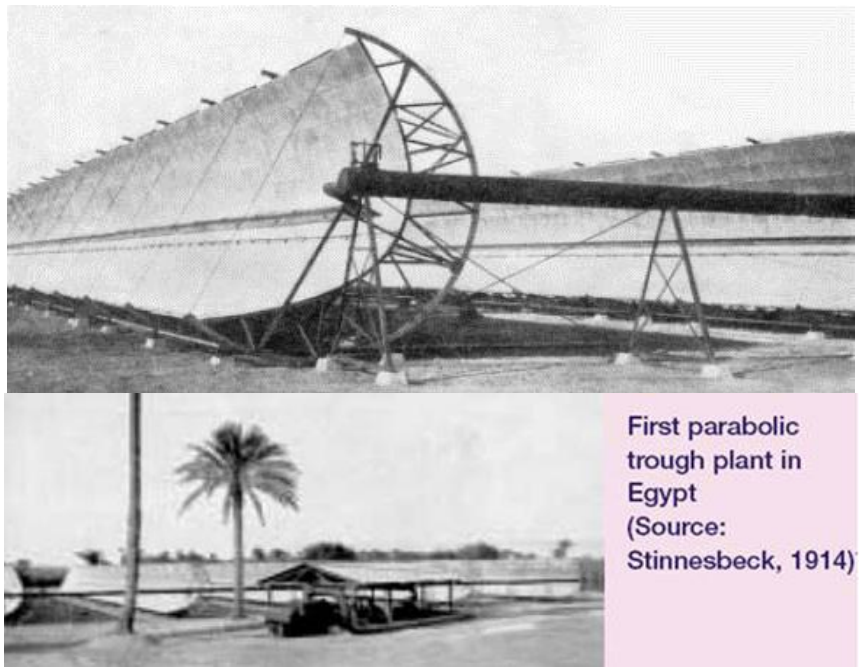
[3] متاح علي موقع: www.volker-quaschning.de ، تاريخ التصفح: يناير ٢٠٠٩م.

٣-٤-٢ الوضع الراهن للتحول الحراري في مصر:

تقع مصر في نطاق الحزام الشمسي الأكثر مناسبة لتطبيقات الطاقة الشمسية الذي تتراوح شدة إشعاعه الشمسي المباشر بين ٢٠٠٠ ك.و.س./م٢/سنة شمالا و ٣٢٠٠ ك.و.س./م٢/سنة جنوبا، أما ساعات السطوع الشمسي فهي بين ٩ - ١١ ساعة يوميا. وأقيمت بمصر أول محطة لتوليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية عام ١٩١٧م في منطقة المعادي بالقاهرة شكل(٣-١٩). قدرة أنتاج الكهرباء من هذه المحطة الأولي في العالم ٥٥ كيلو وات.[١]



شكل ٣-١٨ توزيع الاشعاع الشمسي علي جمهورية مصر العربية. المصدر تقرير هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة ٢٠٠٩م.



شكل ٣-١٩ اولي محطة طاقة شمسية في مصر ١٩١٤م.
المصدر:
www.ssolar.net/a-projekte

وبالنسبة للوضع الراهن فتعتبر مصر قد حققت نجاحاً مقبولاً وقامت بدعم قدراتها الوطنية في هذا المجال حتى ألان فقد استخدمت التطبيقات الآتية:

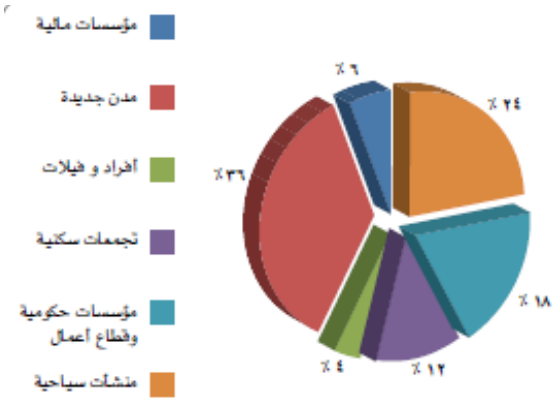
[١] متاح علي موقع: www.ssolar.net/a-projekte ، تاريخ التصفح: فبراير/٢٠١٢م.

جدول ٣-٤ استخدام السخانات الشمسية في مصر. المصدر www.nrea.gov.eg

٣-٤-٢-١ التسخين الشمسي للمياه:

وصف السخانات الشمسية في مصر:

تم أنشاء أول شركة قطاع خاص لتصنيع السخانات الشمسية، ثم توالى بعد ذلك إنشاء الشركات المحلية لتصنيع السخانات الشمسية حتى وصل عددها إلى ١٠ شركات حتى الآن ليصل إجمالى ما تم تصنيعه وتركيبه فى مصر حتى عام ٢٠٠٩ إلى حوالي ٣٥٠ ألف سخان شمسي (٧٠٠ ألف متر مربع)[١].ثم تتابعت زيادة استخدام السخانات الشمسية سواء علي المستوي الحكومي او الخاصة وبشكل اوسع في المناطق النائية ومن اشهر المشاريع مايالي:



شكل ٣-٢٠ توزيع استخدامات السخانات الشمسية في مصر. المصدر: www.nrea.gov.eg

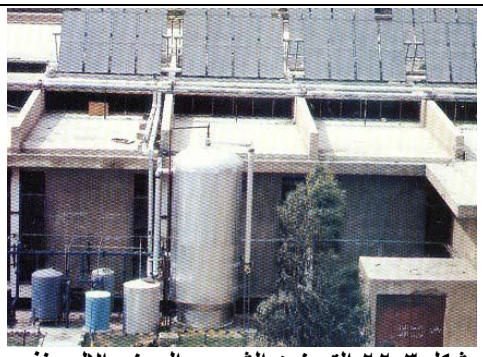
أمثلة علي استخدام التسخين الشمسي في مصر

مبني الهيئة بالزعفرانة – الغردقة.

شكل ٣-٢١ التسخين الشمسي بمبني الهيئة بالزعفرانة. المصدر:www.nrea.gov.eg

عدد (٣٣) سخان شمسي بمبني الهيئة الرئيسي، واستراحات الهيئة لتوفير مياه ساخنة لازمة لاحتياجات العاملين. بسعة اجمالية حوالى ١٩٠٠٠ لتر مكعب / يوم

مبني المجزر الآلي مصر الجديدة- القاهرة.



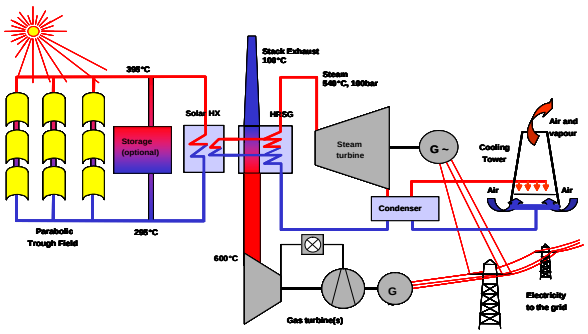
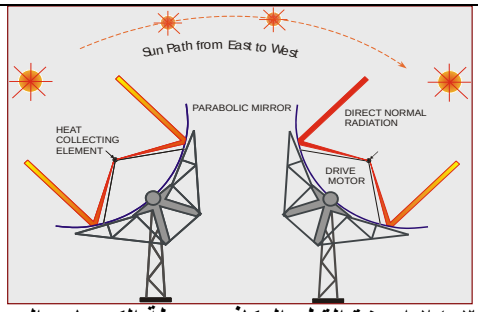
شكل ٣-٢٢ التسخين الشمسي المجزر الالي. نفس المصدر

تاريخ تشغيل المشروع ١٩٩٠ للتسخين الشمسي الحراري واستعادة الحرارة المفقودة بنظام شمسى لتسخين المياه للأغراض الخدمية.

[١] التقرير السنوي، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠٠٩/٢٠١٠م، متاح علي: www.nrea.gov.eg .

جدول٣-٥ استخدام المحطات الشمسية الحرارية بمصر. المصدر www.nrea.gov.eg

٣-٤-٢-٢ المحطات الشمسية الحرارية :

	المحطة الشمسية بالكريمات قدرة حوالي ١٤٠ ميجاوات - جنوب الجيزة
نظام التشغيل	وتتكون مجموعات كبيرة من مصفوفات المركزات الشمسية وهي مجموعة من المرايا العاكسة على شكل قطع اسطوانى مكافئ تعمل على تركيز الاشعاع الشمسى المباشر على مستقبل حرارى طولى مركب فى بؤر المركزات الشمسية لتسخين سائل انتقال الحرارة، ويتم توصيلها على التوالى والتوازى للحصول على درجة الحرارة المطلوبة بحيث يكون محور فى اتجاه الشمال- الجنوب.
	 **شكل ٣-٢٣ المحطة الشمسية بالكريمات. المصدر: www.nrea.gov.eg**
التقنية والأجهزة الشمسية	استخدام تكنولوجيا مركزات القطع المكافئ الاسطوانى بالارتباط بالدورة المركبة التي تستخدم الغاز الطبيعي كوقود.
	 **شكل ٣-٢٤ اجهزة القطع المكافئ بمحطة الكريمات. المصدر: نفس المصدر.**
المشروع	**محطة التسخين بشركة النصر للكيماويات الدوائية -الغردقة[1]**
نظام التشغيل	ويعتبر مشروعاً تجريبياً للتسخين الشمسي لدرجات الحرارة العالية (١٧٥ درجة مئوية)، بهدف أكتساب الخبرات وتقييم الأداء فى ظل الظروف الجوية السائدة بالموقع باستخدام نظام لإنتاج بخار مشبع بطاقة قدرها حوالى ٠.٨ طن/ ساعة عند درجة حرارة ١٧٥°م وضغط ٨ جوى
التقنية الشمسية	استخدام نظام متكامل من المجمعات الشمسية ذات القطع المكافئ تبلغ مساحته ١٩٠٠م٢
	شكل ٣-٢٥ مشروع التسخين الشمسي بشركة النصر. المصدر www.ssolar.net/a-projekte

[1] التقرير السنوي، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠٠٩/٢٠١٠م، متاح علي: www.nrea.gov.eg .

جدول ٣-٦ استخدام الطباخ الشمسي بمصر.[١]

٣-٤-٢-ت مشروع الطباخ الشمسي:

نظام التشغيل	مادة السطح العاكس مقاومة للعوامل الجوية، مقاوم للأملاح والرياح الملوثة بالمواد الكيميائية، مزود بطبقة حماية خاصة. قطر السطح العاكس = ١٤٠٠ مم، قدرة النظام المستفادة تعادل ٦٩٠ وات خلال اليوم المشمس (شمس ساطعة بدون غيم). يصل إلى الغليان لمياه بحجم ٣ لتر خلال ٢٥ دقيقة. الوزن : ٣٠ كجم.		
المشروع	**شكل ٣-٢٦ الطباخ الشمسي بجمعية التحدي للتنمية الشاملة- مطروح. المصدر:** www.solaregypt.com/arabic_site/refference_ar.html	**شكل ٣-٢٧ الطباخ الشمسي بمركز بحوث الصحراء.نفس المصدر.**	**شكل٣-٢٨ الطباخ الشمسي بمرسي علم- البحر الأحمر. نفس المصدر.**

٣-٤-٣ التحول الضوئي (تحويل الطاقة الشمسية إلي كهربائية):

هذا الأسلوب يعني التحول المباشر لشعاع الشمس إلي تيار كهربائي بواسطة إدخال مادة شبة موصلة.[٢] يمكننا أن نحول ضوء الشمس مباشرة إلي كهرباء باستخدام الخلايا الشمسية والتي يطلق عليها أيضا الخلايا الفوتوفلطية أو الخلايا الكهروضوئية "Photovoltaic Cells". تستخدم الخلايا الكهروضوئية علي نطاق واسع في العديد من التطبيقات المتنوعة ابتداء من الآلات الحاسبة "Calculators" وانتهاء بمركبات الفضاء "Spacecrafts".[٣] وبالنسبة للوضع في مصر يتراوح إجمالي سعة استخدامات الخلايا االكهروضوئية في مصر بين ٤.٥- ٥ ميجاوات قصوى لأغراض الإنارة بأنواعها وضخ المياه وتشغيل وحدات الاتصالات اللاسلكية والتبريد والإعلانات ...الخ.

---

[١] متاح علي موقع: www.solaregypt.com/arabic_site/refference_ar.html تاريخ تصفح مايو ٢٠١٠م.

[٢] ميشيل فرح، **الطاقة مصادره وقضاياها**، مكتبة مدبولي، ١٩٨٤ م .

[٣] محمد مصطفي محمد الخياط،**الطاقة مصادرها –أنواعها- استخداماتها**، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة - وزارة الكهرباء والطاقة، القاهرة ٢٠٠٦م.

جدول ٣-٧ نظم تشغيل الخلايا الكهروضوئية والوضع الراهن في مصر.

التقنية	نظام التشغيل و شكل التقنية	الوضع الراهن في مصر **نظام التشغيل و شكل التقنية**
أعمدة إنارة وإشارات	استخدام أعمدة الإنارة ولمبات مؤشرة للمواقع المعزولة، مثل ممرات الطائرات، أو الموانى..الخ.	تم تنفيذ مشروع للإنارة بواسطة نظم الخلايا الكهروضوئية بقريتي أم الصغير بواحة الجارة وعين زهرة بواحة سيوه.
	 شكل ٣-٢٩ لمبات إضاءة كهروضوئية وتعمل كمظلات. **المصدر:** www.Spotlightsolar.com	 **شكل ٣-٣٠ أعمدة إنارة بواحة الجارة سيوه مطروح.** **المصدر:** www.nrea.gov.eg
ضخ الماء	تزود طلمبة طرد مركزي كلاسيكية من شبكة خلايا، وتدار المضخة بموتور تيار مستمر	يتم استخدام الخلايا لسحب المياه بشكل جيد لري الحقول في المناطق النائية مثل وادي النطرون .
	 شكل ٣-٣١ ضخ المياه بقرية في الهند. المصدر: www.Prometheus Institute.com	 **شكل ٣-٣٢ ضخ المياه من الابار بالصحراء الغربية.** www.solaregypt.com

تابع جدول ٣-٧ نظم تشغيل الخلايا الكهروضوئية والوضع الراهن في مصر.

	نظام التشغيل و شكل التقنية	الوضع الراهن فى مصر
أنتاج الطاقة الكهربية	بشكل عام يمكن استخدام الخلايا من اجل توريد التيار الكهربائي الشمسي.	وحدتي إنارة منازل بقدرة إجمالية تصل إلي ٤٢٤وات.
	شكل ٣-٣٣ إنتاج الكهرباء مدينة مصدر. المصدر: www.masdar.ae	شكل ٣-٣٤ استراحة الهيئة بمطروح. المصدر: www.nrea.gov.eg
	استناد إلي سهولة استخدامها، فأن الخلايا يمكن إدخالها في كثير من التطبيقات.	استخدام الخلايا رفع المياه وري الأراضي الزراعية في المناطق النائية .
تطبيقات متنوعة	شكل ٣-٣٥ سيارة تعمل بالطاقة الشمسية. المصدر: www.ar.wikipedia.org	شكل ٣-٣٦ ري الأراضي بالطاقة الشمسية. المصدر: www.solaregypt.com

٣-٥ الطاقة الشمسية أفضل اختيار عند التشكيل المعماري المستدام:

إن التشكيل المعماري المستدام يعزز ويتبنى تحقيق إستراتيجية التنمية المستدامة من خلال الارتباط الوثيق بين البيئة والاقتصاد والبعد الاجتماعي، والسبب في ذلك أن تأثيرات المتطلبات المعمارية على البيئة لها أبعاد اقتصادية واضحة والعكس صحيح، فاستهلاك الطاقة الذي يتسبب في ارتفاع فاتورة الكهرباء له ارتباط وثيق بظاهرة المباني المريضة (Buildings Sick) التي تنشأ من الاعتماد بشكل أكبر على أجهزة التكييف الاصطناعية مع إهمال التهوية الطبيعية كذلك لها تأثير اجتماعي من عدم تحقق الراحة النفسية لمستعملي المباني لذلك فأن التوجه العالمي نحو ترشيد استهلاك

الطاقة التقليدية وتطوير استخدام مصادر الطاقة المتجددة، خاصة الطاقة الشمسية، أصبح هدفا يجب تحقيقه كلما كان ذلك ممكناً.

لذا فأن المعماريين يجب أن يتبنوا منذ بداية التشكيل المعماري وضع أفكار وتوجهات تصميمية تسمح بتوفير البيئة الداخلية والمحلية الملائمة لراحة مستخدمي المبني وذلك بتبني مبادئ التشكيل المعماري المستدام التي تحقق أفضل توظيف لمعطيات البيئة الطبيعية. حيث تمتاز الطاقة الشمسية بالمقارنة مع مصادر الطاقة الأخرى، أنها التقنية المستعملة فيها تبقى بسيطة نسبياً وغير معقدة بالمقارنة مع التقنية المستخدمة في مصادر الطاقة الأخرى توفير عامل الأمان البيئي حيث أن الطاقة الشمسية هي طاقة نظيفة لا تلوث الجو ولا تترك فضلات مما يكسبها وضعاً خاصا في هذا المجال وخاصة في القرن القادم.

٣-٥-١ مستقبل استخدام الطاقة الشمسية في التشكيل المعماري المستدام:

زاد الوعي الآن أكثر إلي العواقب الاقتصادية والبيئية لظاهرة الاحتباس الحراري والدمار البيئي والمطالبة الآن باستبدال استخدام مصادر الطاقة التقليدية بمصادر الطاقة المتجددة والاتجاه نحو الاستخدام الأمثل للطاقة. وخاصة في مجال التشييد والبناء، وهذا يتطلب تشريعات جديدة وتغيرات جذرية في الطرق التي نصمم ونشكل بها مبانينا. و محاولة الوصول إلي تصميم استراتيجيات وتقنيات تمكنا من استخدام الطاقة الشمسية والعمل علي خفض الطلب علي مصادر الطاقة للحث علي حدوث التنمية المستدامة وهناك العديد من المباني التي شيدت بالفعل مثل مباني energy zero التي لا تستهلك طاقة. حيث لا تحتاج هذه المباني إلي مصادر خارجية للطاقة. ومع كل هذه المحاولات لا يزال الحاجة إلي الطاقة عند إنشاء المباني وسيظل الاستهلاك منها حتى نهاية العالم. ولإنشاء مباني مستدامة طويلة الأجل، لابد وان يكون الهدف من تصميم وإنشاء المباني هو عدم استهلاك الكثير من الطاقة ليس هذا فقط وبل أن تصل هذه المباني إلي إنتاج الطاقة أيضا.

ولذلك فأن مبانينا تحتاج إلي **الانتقال من مرحله استهلاك الطاقة إلي مرحله أنتاج الطاقة**. وهناك بعض الخطوات للوصول إلي هذا الهدف وهي:

___ الحفاظ علي الطاقة بأقصى حد ممكن.

___ زيادة كفاءة أنتاج الطاقة.

___ استخدام نظم الطاقة الشمسية الموجبة مثل الطاقة الشمسية الحرارية والخلايا الكهروضوئية.

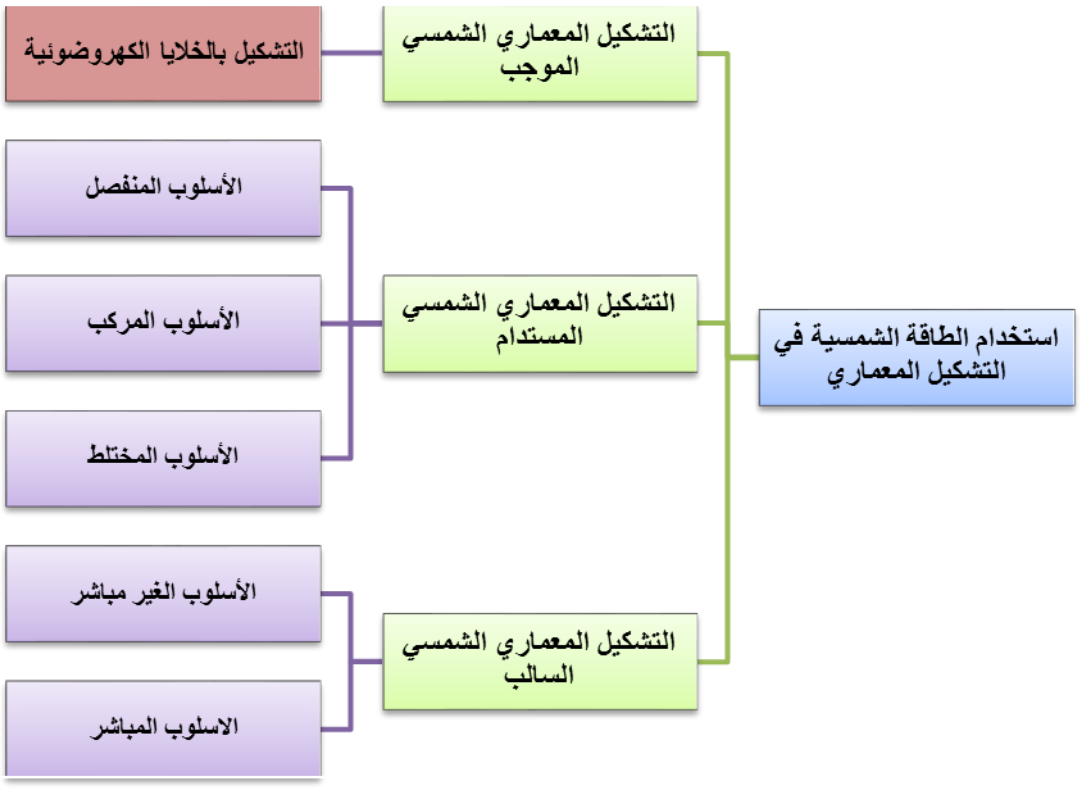
ستكون الطاقة الشمسية هي مصدر الطاقة الوحيد الذي تحتاج إليه المباني المستدامة في المستقبل. واستخدامها في التشكيل المعماري المستدام للمباني هو استثمار للمستقبل.[١]

[1] European Photovoltaic Industry Association, **Building Integrated Photovoltaic's A New Design Opportunity For Architects**, 2009, www.epia.org.

٣-٦ استخدام الطاقة الشمسية في التشكيل المعماري المستدام:

يمكن الاستفادة من أشعة الشمس بشكل مباشر إيجابياً أو سلبياً في التشكيل المعماري أو استخدامه بالطريقتين معا الايجابية والسلبية للوصول إلي التشكيل المعماري المستدام. حيث تسيير أبحاث وتطبيقات الطاقة الشمسية في اتجاهين أساسيين:

الأول: تكنولوجي وهو ما يطلق عليه الاستخدام الإيجابي للطاقة الشمسية، حيث يعتمد تشغيله على وجود معدات وعناصر تركب خصيصًا للقيام بالتأثير المطلوب مثل استخدام الخلايا الكهروضوئية لإنتاج الكهرباء. **والاتجاه الثاني:** وهو ما يطلق عليه الاستخدام السلبي للطاقة الشمسية، والذي يعتمد تشغيله على تكامل التشكيل المعماري مع الطبيعة الحرارية بين البيئة الداخلية والخارجية بهدف التحكم في عملية التبادل الحراري وذلك للحفاظ على البيئة الداخلية المشيدة في حدود راحة الإنسان.[١] **إما الاتجاه الثالث:** فيعتمد علي جمع الاتجاهين معا الايجابي والسلبي للوصول إلي التكامل مع البيئة المحيطة بالمبني وكذلك الوصول إلي الراحة الحرارية لمستخدمين المبني مع محاول الاقتصاد للوصول إلي التشكيل المعماري المستدام.



شكل ٣-٣٧ أساليب التشكيل الشمسي المستدام السالبة والموجبة. المصدر: الباحثة بتصريف من محي الدين سلقني ١٩٩٤.

[١] أسامة سعد خليل، **الطاقة الشمسية والتخطيط البيني المستدام للمدن الجديدة بمصر**، المؤتمر المعماري الدولي السادس، كلية الهندسة – جامعة أسيوط، ٢٠٠٥ م.

٣-٦-١ مكونات نظام التشكيل المعماري الشمسي:

عند استخدام إي طريقة من طرق التشكيل المعماري المستدام بالأساليب السابقة لابد وان تتوفر فيه العناصر التالية والتي تحقق فاعلية التوازن بطرق ومظاهر متنوعة:[١]

سطح خارجي يؤمن نفوذ أشعة الشمس:

ويكون السطح من مادة تسمح بدخول الشمس بسهولة إلي الحيز مباشرة او غير مباشر مثل الزجاج أو البلاستيك ....أخ

عنصر للتخزين الحراري:

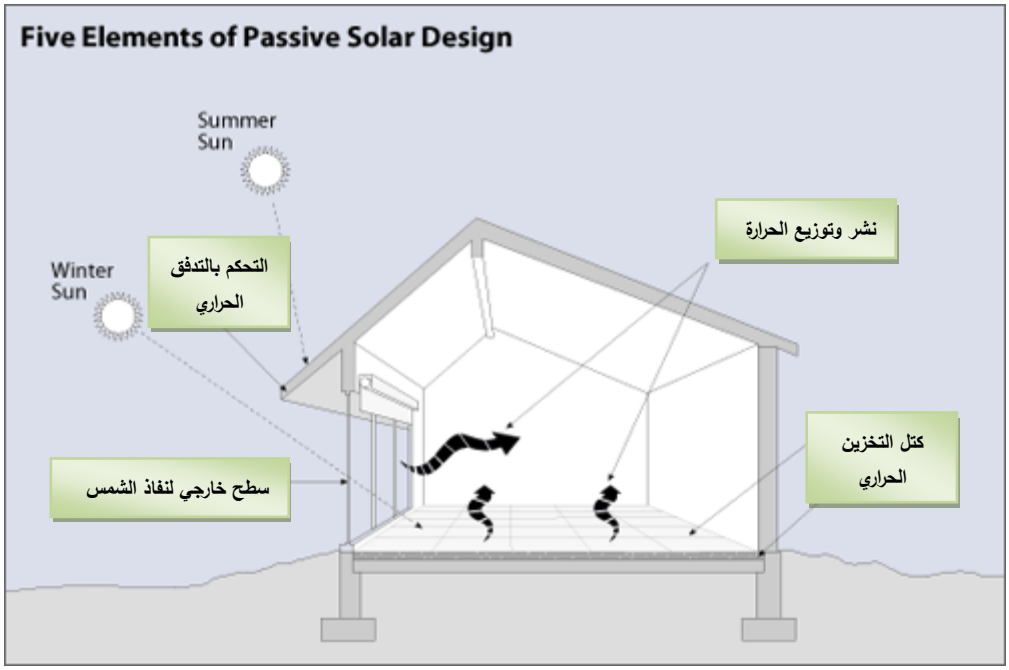
ويتم بعد دخول الشمس ، تهيئة الكتل التي تمتص الحرارة وتخزنها لتوزعها علي الأرضيات والجدران والأسقف بنسب محددة عند الحاجة إليها .

نشر وتوزيع الحرارة:

ويهيئ التصميم ليلاءم انتشار الحرارة بالطرق الطبيعية ما أمكن وذلك عبر الحمل، النقل، الإشعاع .ويمكن استخدام بعد الوسائل الميكانيكية البسيطة مثل المراوح.

التحكم بالتدفق الحراري :

ويتم التحكم لأجل إحداث توازن حراري عبر النوافذ والفتحات والتظليل الخارجي، فنسمح أو نمنع أو نقلل من نفوذ الحرارة أو البرودة.



شكل ٣-٣٨ عناصر التشكيل الشمسي السالب للمباني المصدر وزارة الطاقة الأمريكية. المصدر www.eere.energy.gov

[١] محي الدين خطيب سلقيني، **العمارة البيئة**، دار قابس، ١٩٩٤م.

٣-٧ التشكيل المعماري الشمسي السالب:

هو استخدام عناصر تشكيلية تتعامل مع الطاقات الطبيعية وخاصة الطاقة الشمسية بصورتها الأصلية دون تحول، فمثلا النوافذ المظللة تسمح بدخول أشعة الشمس المباشرة شتاءا وتحجزها صيفا.[١] ويمكن تعريفه أيضا بأنه من قدرة المبني علي التعامل مع المتغيرات المناخية والتي تمثل الشمس مصدرها الرئيسي، من خلل عناصر التشكيل فقط لتحقيق الراحة الحرارية داخل المباني دون الاعتماد علي معدات ميكانيكية.[٢]

ويمكن تحقيق ذلك من خلال استخدام مواد البناء الطبيعية ذات المدى الحراري الكبير في بناء الحوائط وعزلها وخاصة الخارجية وتوظيف الظلال الناتجة عن التشكيل المعماري والعمراني وتوجيه المباني واستخدام اللاقف وكاسرات الشمس....الخ وكذلك استخدام تشكيل كتل المبني مثل استخدام الأفنية الداخلية والتوجيه ... .الخ.

وبذلك يعتبر أساليب الاستغلال السلبي للطاقة الشمسية في التشكيل المعماري احد أهم الاتجاهات للحد من الاستهلاك المسرف للطاقة في مرحلة تشغيل المبني، فقد يؤدي تطبيق تلك الأساليب إلي خفض ٢٨,٩% من حجم الأجهزة الميكانيكية المطلوبة لتكييف الهواء عند مراعاتها عند التشكيل، هكذا يمكن توظيف الأنظمة السالبة للوصول إلي أفضل درجات التحكم وبأقل تكلفة أضافية كالأتي:[٣]

___ دراسة التشكيل المعماري والعمراني بشكل يحقق أكبر نفاذ للشمس شتاء وأقلها صيفا.[٤]

___ التحكم في التأثير الشمسي بالتوجيه والعزل والتظليل، والتشكيل الأمثل للفتحات ومعالجات الأسقف.

___ استعمال مواد ذكية تتمتع بجانب وظيفتها الإنشائية بخصائص كالعزل وتنقية الهواء ومنع الانبعاث.

___ التحكم في درجات الحرارة الداخلية بإدارة انتقال الحمل الحراري عن طريق الاختيار الأمثل لمواد البناء، مع إحكام السيطرة علي تشكيل الغلاف الخارجي للمبني.

___ تحقيق التهوية والإضاءة الطبيعية علي مدار العام مما يقلل الحاجة للأنظمة الميكانيكية والكهربية.[٥]

---

[١] شيماء السيد أمين صبور، **البناء بالعمارة الشمسية الموجبة وأساليب تكامل الخلايا الضوئية مع المباني**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة - جامعة القاهرة، ٢٠١٠ م.

2 Department of energy, USA government, www.eren.dos.gov/consumerinfo/glossary

[٣] إيمان محمد عيد عطية، محمد إبراهيم محمد إبراهيم، **عمارة الاستدامة نحو مستقبل أكثر أمانا**، مؤتمر التقنية والاستدامة في العمران، كلية العمارة والتخطيط – جامعة الملك سعود، ٢٠١٠م.

[٤] محي الدين خطيب سلقيني، **العمارة البيئية**، دار قابس، ١٩٩٤م.

5 Hassan Abed El-Salam, **Building with an Intelligent Skin** (Towards High Performance Architecture), the first conference, Department Of Architecture, Cairo University, Egypt, 2004.

٣-٧-١ الأسلوب المباشر:

من ابسط النظم الشمسية السالبة وفيه تنفذ أشعة الشمس من الزجاج إلي داخل المبني مباشرة حيث تمتص الحرارة وتخزن في الحوائط والأسقف لتنشر الدفء فيه شتاء[١]، مع محاولة التمسك ما أمكن بمخزون الدفء إلي الليل، إما في الصيف فيهيأ التصميم للإظلال والفقدان الحراري ما أمكن . وهذا الأسلوب يعد الأكثر بساطة وفاعلية وانتشار بالمقارنة مع الأساليب الاخري.[٢]

شكل٣-٣٩ الأسلوب المباشر والتوجيه للجنوب لاستقبال أشعة الشمس منزل سكني ١٩٧٣-هولندا. المصدر:
www.dennisrhollowayarchitect.com

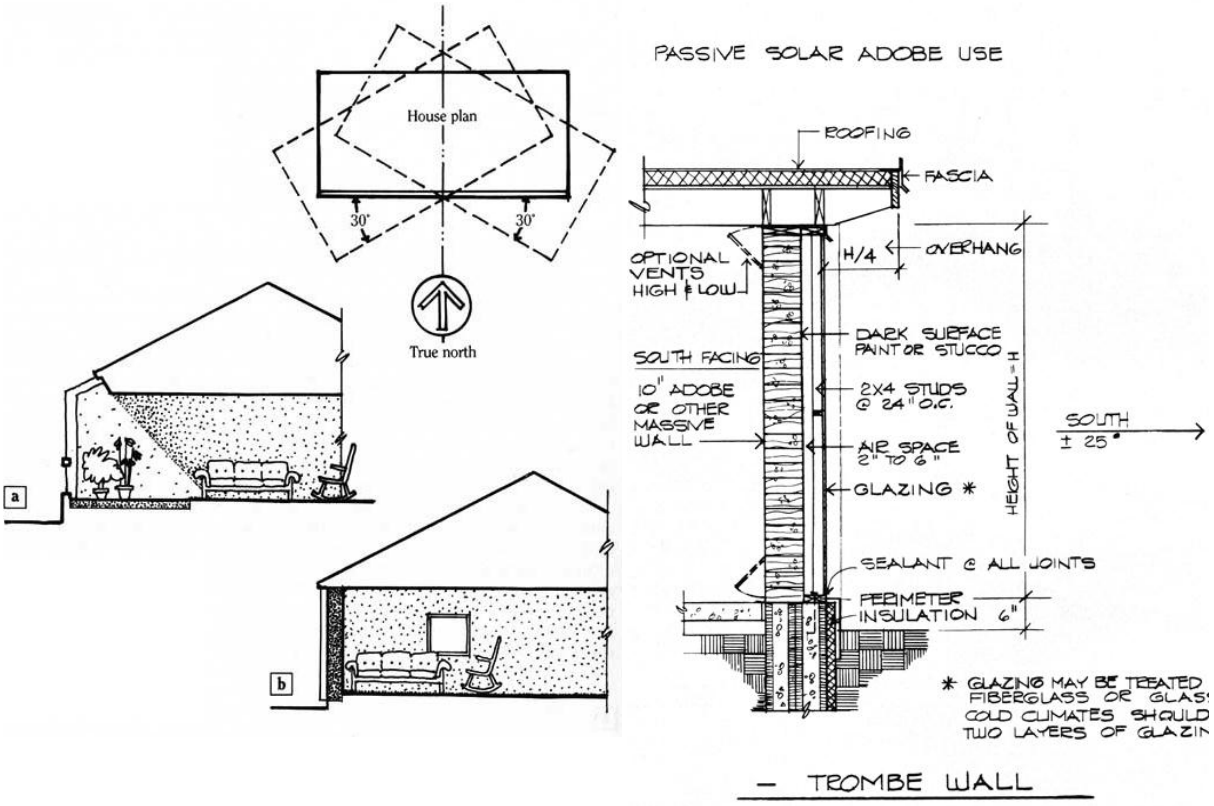
٣-٧-٢ الأسلوب الغير مباشر:

وفي تنفذ حرارة شمس الشتاء لتمر داخل حيز منفصل قبل النفاذ إلي المبني، حتى يتم تلطيف الهواء قبل دخوله إلي المبني، وفي الليل يشع هذا الحيز دفؤه إلي المبني. كسب غير المباشرة هي العملية التي تدفئ الشمس لتخزين الحرارة العنصر، مثل جدار ترومب ويتم توزيعها في وقت لاحق الحرارة إلى المساحة الداخلية ، وذلك التوصيل الحراري والإشعاع. وللأسلوب الغير مباشر عدة تطبيق مختلفة منها: تجميع الدفء في فراغ بين الزجاج والجدار، أو من خلال أبراج التهوية، أو من خلال الأسقف المائية.

---

[١] محي الدين خطيب سلقيني، **العمارة البيئية**، دار قابس، ١٩٩٤م.

[٢] نهلة عبد الوهاب محمد مصطفي، **دراسة تأثير أنظمة الطاقة المتجددة علي تصميم الغلاف الخارجي للمبني**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة – جامعة القاهرة، ٢٠٠٨ م.



شكل ٣-٤٠ حائط ترومب وإمكانية التشكيل بعدم التوجه المباشر للجنوب عند استخدامه. المصدر www.dennisrhollowayarchitect.com:

٣-٨ التشكيل الشمسي المستدام:

الظروف المناخية هامة في تشجيع أو حجب الإشعاع الشمسي، وعند التشكيل المعماري الشمسي المستدام من الضروري معرفة المعماري لوسائل التشكيل الشمسي السالب والموجب، ولذا يجب الأخذ في الاعتبار النقاط التالية التي لها علاقة بالموقع والتخطيط:[١]

___ توجيه الموقع وميله.

___ وضع الواجهات الأساسية للمبنى بالنسبة للشمس (زاوية الميل الأفقية والرأسية).

___ وجود حواجز للشمس بالموقع من عدمه.

___ الحماية بتوفير الظلال حول غلاف المباني بالموقع العام.

___ علاقة المباني مع بعضها البعض وتوجيها.

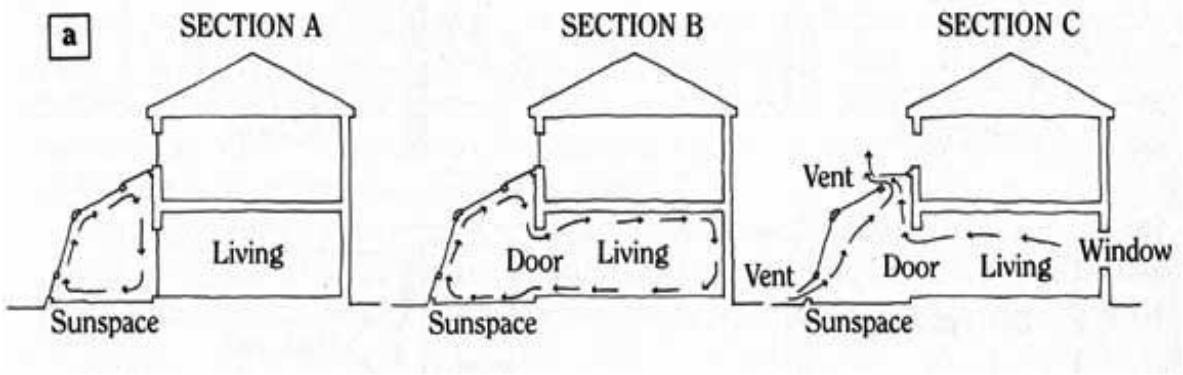
___ أنواع الخامات العاكسة والمساحات المناسبة للفتحات.

___ دمج الطبيعية بالفراغات الداخلية.

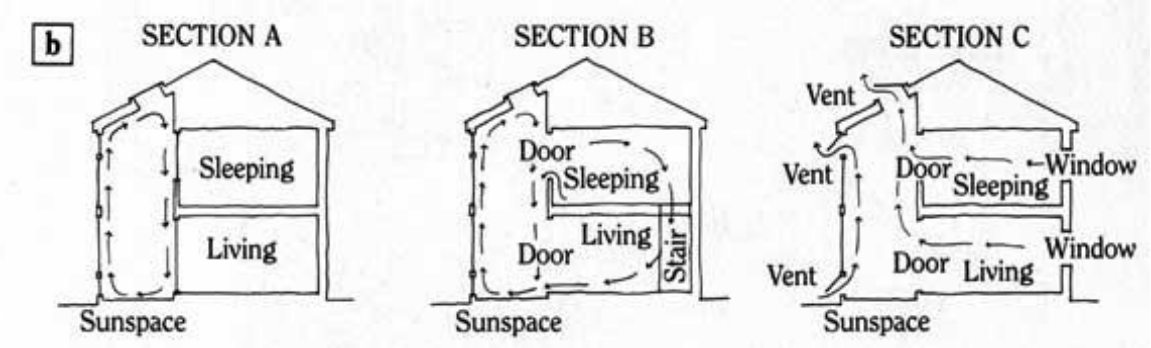
[١] خالد سليم فجال، **العمارة البيئية المعاصرة**، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الثامن، جامعة الأزهر –القاهرة، ٢٠٠٤م.

٣-٨-١ الأسلوب المنفصل:[١]

وفي هذا الأسلوب تجمع الحرارة في حيز منفصل عن غلاف المبني، وبذلك تبقي التجهيزات الشمسية بمعزل عن البناء لتستخدم عند الحاجة للتدفئة أو التهوية. ويعتمد هذا الأسلوب عامة علي تدفق طبيعي لحركة الدفء وتخزينه، ويمكن استخدامه أيضا لتسخين المياه أو ضخها داخل المبني.



شكل ٣-٤١ الأسلوب المنفصل(١)، القطاع الأول في الصيف والثاني في الشتاء والثالث يوضح التهوية. المصدر:
www.dennisrhollowayarchitect.com



شكل ٣-٤٢ الأسلوب المنفصل(٢)، القطاع الأول في الصيف والثاني في الشتاء والثالث يوضح التهوية. المصدر السابق

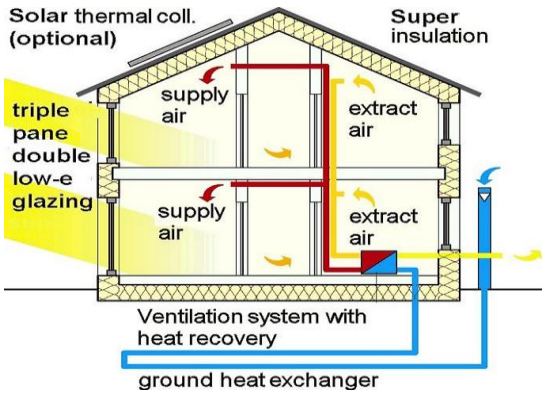
٣-٨-٢ الأسلوب المركب:

وهو إن يتم تشكيل المبني عن طريق استخدام أسلوبين أو أكثر من الأساليب الثالثة السابقة المباشرة أو الغير مباشرة أو المنفصل، لذلك يعتبر هذا الأسلوب الأكثر مرونة لاستفادته ما أمكن من كافة الخبرات والوسائل المتاحة لتحقيق الغاية التي نسعى إليها في التلاؤم مع البيئة.[٢] كما إن حرية وتضافر الطرق معا يمكنه إن يتجسد في التشكيل المعماري ليظهر ديناميكية فنية وجمالية في تآلف الحجوم.

---

[١] نهلة عبد الوهاب محمد مصطفي، **دراسة تأثير أنظمة الطاقة المتجددة علي تصميم الغلاف الخارجي للمبني**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة – جامعة القاهرة، ٢٠٠٨ م.

[٢] محي الدين خطيب سلقيني، **العمارة البيئية**، دار قابس، ١٩٩٤م.



شكل ٣-٤٣ الأسلوب المركب استخدام الأشعة المباشرة بالإضافة إلي زجاج مزدوج ونظام شمسي للتسخين.

شكل ٣-٤٤ معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا ١٩٣٩. المصدر: www.en.wikipedia.org/wiki/History_of_passive_solar_building_design

٣-٨-٣ الأسلوب المختلط:

وفيه يستطيع المعماري أن يشكل المبني عن طريق استخدام أي أسلوب من الأساليب الأربعة مع إضافة تكنولوجيا مبسطة كوضع مروحة أو مضخة وغير ذلك مما يساعد علي فعلية التحكم في انتشار الدفء أو التهوية. إذن فالأسلوب المختلط هو نتيجة تطور مرن يستفيد من نتائج كل الأساليب مضاف إليه شئ من الآلية ليتمتع البناء بالكفاءة اللازمة في تحقيق التوازن علي مدار العام.[١]

شكل ٣-٤٥ الاسلوب المختلط استخدام الاسلوب المنفصل(٢) بين حائطين ترومب بالاضافة الي مراوح داخلية.المصدر: www.dennisrhollowayarchitect.com

شكل ٣-٤٦ الاسلوب المختلط استخدام الاسلوب المنفصل(١) مع حائط ترومب، والتسخين الشمس بالاضافة الي مراوح داخلية. نفس المصدر.

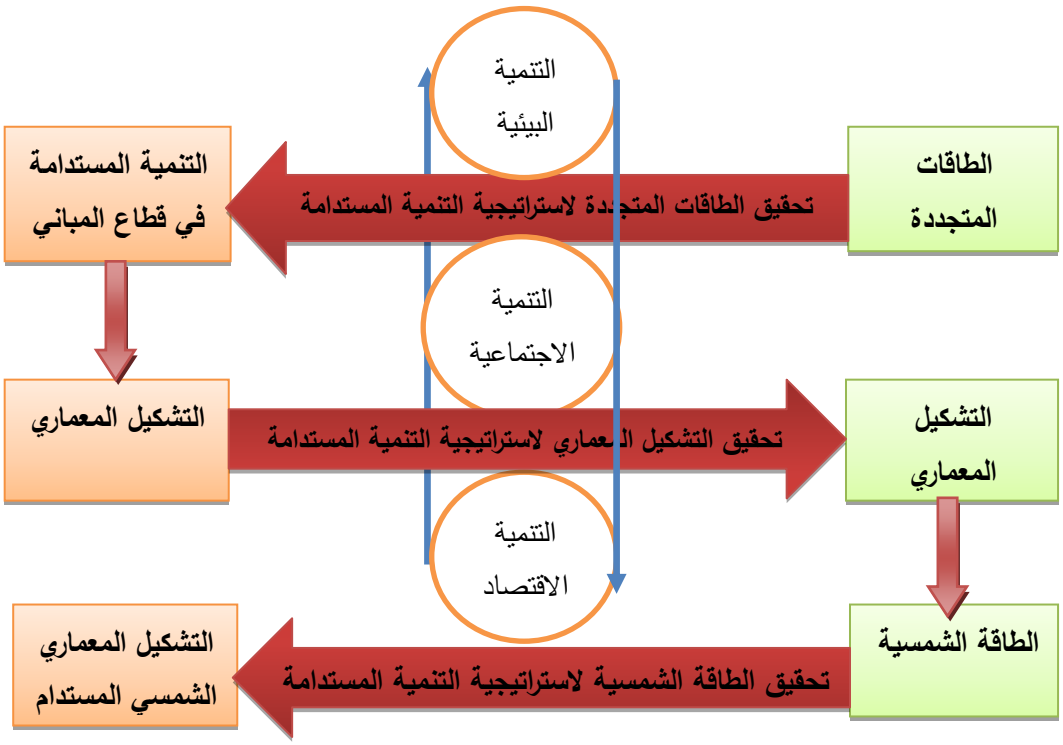
[1] (**A Simple Design Methodology For Passive Solar Houses**), www.dennisrhollowayarchitect.com

ملخص الفصل الثالث:

وجدنا في الفصل الأول قدرة الطاقات المتجددة علي تحقيق إستراتيجية التنمية المستدامة عند استخدامها في المباني مما يجعل استخدامها مبدأ أساسيا من مبادئ التشكيل المعماري المستدام كما خصصنا في الفصل الثاني التشكيل المعماري وكيفية تطبيق إستراتيجية التنمية المستدامة عليه ليصبح تشكيل معماري مستدام. إما في هذا الفصل ووفقا للمنهج المتبع فقد خص البحث الطاقة الشمسية من الطاقات المتجددة وذلك نظرا لقدرة الطاقة الشمسية علي تحقيق إستراتيجية التنمية المستدامة لما تملكه من خصائص ومميزات وتطبيقات مختلفة، فمن ثم تعتبر الطاقة الشمسية أفضل اختيار عند التشكيل المعماري المستدام. كذلك لم تمتلكه مصر هذا المصدر من الطاقة المتجددة بوفرة. لذا تعرض الفصل إلي كيفية الاستفادة الأشعة الشمسية بتحويلها من خلال مجموعة من التقنيات، وتم عرض نظرة عامة عن أجهزة الطاقة الشمسية المتوفرة ونظم تشغيله واستخدمتها وخاصة في مصر في التطبيقات الحرارية والضوئية.

كما تعرض البحث لكيفية التشكيل المعماري المستدام علي إيقاع الشمس من خلال الأساليب التشكيلية الشمسية وهي:

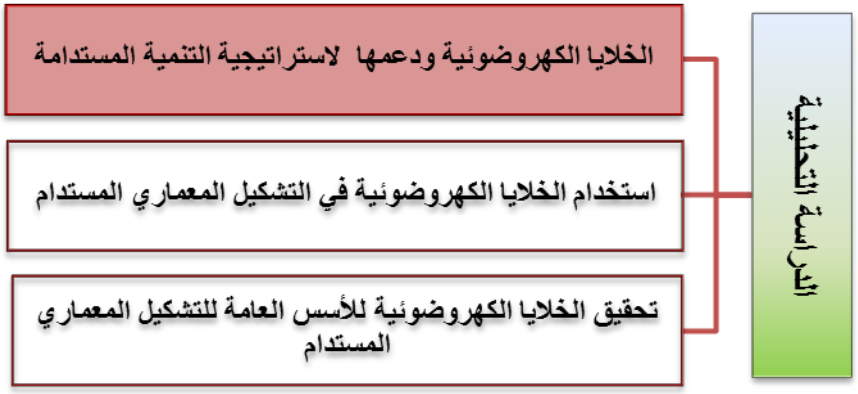
(الأسلوب المباشر، الأسلوب الغير مباشر، الأسلوب المنفصل، الأسلوب المركب، الأسلوب المختلط).



٢ – الدراسة التحليلية

٢-١ الفصل الرابع:

الخلايا الكهروضوئية ودعمها لإستراتيجية التنمية المستدامة



٤-١ المقدمة:

من الطبيعي أننا تعملنا جميعنا مع الخلايا الكهروضوئية وذلك من خلال استخدام الآلة الحاسبة المزودة بخلية كهروضوئية كمصدر للطاقة الكهربية تعمل بدون بطارية وتستمر في العمل دون توقف طالما توفرت كمية كافية من الضوء. كما أن هناك الواح كهروضوئية كبيرة تستخدم في تطبيقات متعددة ومنها على سبيل المثال في الأقمار الصناعية حيث تعتبر المصدر الرئيسي للطاقة الكهربية.

بعد دراسة أحوال الطاقات المتجددة علي مستوي العالم والوصول إلي نتيجة ضرورة استخدام الطاقات المتجددة في المباني وخاصة الطاقة الشمسية لما لها من أهمية كبيرة وفوائد عديدة لتحقيق هدف التنمية المستدامة، ودراسة التشكيل المعماري بأساليب الشمسية السالبة، كان علينا دراسة التشكيل الشمسي الموجب حيث يسعي إلي قيام المبني بأداء وظائفه بدون استهلاك خارجي للطاقة وذلك عن طريق توليد احتياجات المبني من الطاقة من مصادرها الطبيعية.

حيث تعتمد الفكرة علي استخدام تكنولوجيا تسمح بتحويل الطاقة من مصادرة الطبيعية مثل الشمس والرياح والمد والجزر للوصول إلي صورة أخري للطاقة يتم استخدامها في المباني، وتعتبر المباني التي تستخدم هذه الطريقة في تشكلها من المباني الموفرة للطاقة.[١] لذا يمكن تعريف التشكيل الشمسي الموجب بأنه استخدام الوسائل الميكانيكية لتحويل الطاقة الشمسية.[٢] وخير تطبيق تكنولوجي علي هذا استخدام الخلايا الكهروضوئية التي تحول الطاقة الشمسية إلي طاقة كهربائية. والتشكيل المعماري المستدام يمكننا الوصول إليه عن طريق استخدام هذه التقنيات ذات التأثير الايجابي علي المبني.

[١] شيماء السيد أمين صبور، **البناء بالعمارة الشمسية الموجبة وأساليب تكامل الخلايا الضوئية مع المباني**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة - جامعة القاهرة، ٢٠١٠ م.

[٢] نهلة عبد الوهاب محمد مصطفي، **دراسة تأثير أنظمة الطاقة المتجددة علي تصميم الغلاف الخارجي للمبني**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة – جامعة القاهرة، ٢٠٠٨ م.

٤-٢ خلفية نظرية عن الخلايا الكهروضوئية:

يعود اكتشاف الأثر الكهروضوئيه إلى عام ١٨٣٩م عندما اكتشف العالم الفرنسي إدموند بكيرل أن الضوء الواقع على قطب كهربي مُنْغَمِس في محلول موصل قد ينتج تيار كهربي، كما إدخال العالمان أدم وسميث مفهوم الناقلية الكهربائية الضوئية لأول مره عام ١٨٧٧م، وتم تركيب أول خليه شمسيه من مادة السيلينيوم من قبل العالم فريتز عام ١٨٨٣م حيث توقع لها أن تساهم في إنتاج الكهرباء مستقبلاً[١]، وفي عام ١٩٠٥م كان معروفا أن عدد الإلكترونات المنبعثة من العنصر تعتمد علي شدة الضوء في طول موجي معين وأن الحد الأقصى للطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة اختلف باختلاف طول موجة الضوء، ولأول مرة في عام ١٩١٤م أثبت وجود التأثير الفوتوفولتي، وفي عام ١٩٤١م اخترع الأمريكي "روسل أوهل" الخلية الشمسية المصنوعة من السليكون ولكن بكفاءة لا تتجوزا ١%.

وبعد عشر سنوات في عام ١٩٥٠م قام فريق من العلماء بتطوير الخلية حتى وصلت الكفاءة إلي ٦% واستخدمت آنذاك في التطبيقات الفضائية. ومع التحسن في تصميم الجهاز وعمليه التصنيع وفهم النظري أدي ذلك إلي إعطاء السليكون كفاءة ١٤% عام ١٩٥٨م ومن ذلك الحين دخلت العديد من الشركات الإلكترونية الكبرى المجال وبدا إنتاج الخلايا الشمسية، وأول إسهام رئيسي في ١٧ مارس ١٩٥٨م عندما أطلقت الولايات المتحدة الأمريكية أول سفنها الفضائية وكانت تعمل بالخلايا الشمسية، وفي مايو من نفس العام أطلق الاتحاد السوفيتي سفينة فضاء اكبر وكانت تعمل بالخلايا الشمسية.

وفي عام ١٩٧٠م كان هناك ظهور ملحوظ للخلايا الشمسي واستخداماتها، حيث تعتبر الفترة الهامة للخلايا الكهروضوئيه في عقدي السبعينيات والثمانينات وخاصة بعد تطور علوم التركيب المهجرية الدقيقة لأشباه المواصلات وقد اعتبرت الخلايا الكهروضوئيه حينئذ بأنها إحدى الطرق العلمية الطموحة لتوليد الكهرباء في المصادر المتجددة للطاقة.

وقد ساعد ازدياد الطلب على استخدام مجمعات الخلايا الكهروضوئيه في بعض دول العالم وخاصة مع بداية التسعينات علي تحقيق تطور ملموس في الصناعة والسوق الكهروضوئية حيث انخفضت نسبيا تكلفة إنتاجها إلي عشرات الميجاوات.

[١] أسامة أحمد العاني، **الخلايا الكهروضوئية** ، مجلة العلوم والتقنية العدد ٣٤ ، (ربيع أخر ١٤١٦ه)، اغسطس ١٩٩٥م.

جدول٤-١ التطور التاريخي لانتاج الخلايا.[1]

العام	العالم	التطور للخلايا الكهروضوئيه
١٨١٧م	بريزيليو	تم اكتشاف المادة الأساسية السيليكونيه
١٨٣٩م	باكيريل	أن الضوء الواقع على قطب كهربي مُنْغَمِس في محلول مُوَصِّل قد ينتج تيارًا كهربيًّا.
١٨٧٣م	ويلينتوبي	اكتشف التوصيل الضوئي في السيلكون.
١٨٧٧م	أدم وسميث	تم الوصول إلي مفهوم الناقلة الكهربية الضوئية لأول مره
١٨٨٣م	فريتز	وتم تركيب أول خليه شمسيه من مادة السيلينيوم.
١٨٨٥م	فريتز	حاكي استجابة العين البشرية باستجابة مزدوجة لخلايا السيلكون ومرشحات الألوان.
١٨٨٧م	هرتز	اكتشف إن الضوء فوق البنفسجي حل محل اقل مزج جهد قادر علي إن يجعل الومضة تقفز بين إليكترونين معدنيين.
١٩٠٤م	هالواكس	لاحظ ترابط تراكيب أكسيد النحاس وإنها حساسة للضوء.
١٩٠٥م	فريق من العلماء	كان معروفا أن عدد الإلكترونات المنبعثة من العنصر تعتمد علي شدة الضوء في طول موجي معين وأن الحد الأقصى للطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة اختلف باختلاف طول موجة الضوء.
١٩١٤م		أثبت وجود التأثير الفوتوفولتي.
١٩١٦م	ميليكان	تفسير انبعاث الالكترونات.
١٩٤١م	روسل أوهل	الخلية الشمسية المصنوعة من السليكون ولإلكن بكفاءة لا تتجوزا ١%.
١٩٥٠م	فريق من العلماء	بتطوير الخلية حتى وصلت الكفاءة إلي ٦%.
١٩٥٨م		إلي إعطاء السليكون كفاءة ١٤%.
١٩٧٠م		كان هناك ظهور ملحوظ للخلايا الشمسي واستخداماتها.
١٩٧٣م		نظمت مؤسسه العلوم الوطنية ورشه عمل لتقيم قدره الخلايا الشمسية.
١٩٧٩م		عقد مؤتمر ال٢ في برلين .
١٩٨٥م		تم تصنيع أول خلية بكفاءة أكثر من ٢٠% .
ومنذ ذلك الحين استمر التطور في انتاج الخلايا علي مستوي العالم.		

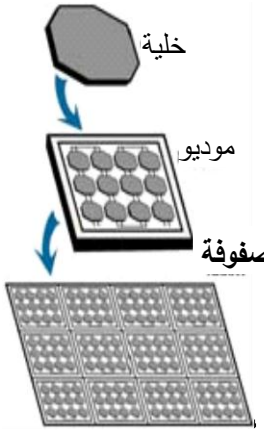
[1] حشمت أمين عامر، **عالم الطاقة الشمسية**، دار الفكر العربي، ١٩٩٠م.

٤-٢ ما هي الخلايا الكهروضوئية:

الكهروضوئية photovoltaic تتكون من كلمتين (photo) وهي كلمة من جذور يونانية بمعني الضوء، و(voltaic) الفولت وهي وحدة تستخدم لقياس الطاقة الكهربية. لذا فأن الكهروضوئية تعني الكهرباء المولدة من ضوء الشمس والتي تحولها الخلايا إلي تيار كهربي مستمر. وتقوم هذه الخلايا بإنتاج الكهرباء في المباني بطريقة نظيفة غير ملوثة للبيئة وغير مزعجة وبدون إشغال حيز داخل المبني.

٤-٢-٢ نظم الخلايا الكهروضوئية:

يتم استخدام الخلايا الكهروضوئية لتحويل الإشعاع الشمسي إلي كهرباء. **وتتكون هذه الخلايا من** : طبقة أو طبقتين من مادة شبة موصلة، عند سقوط الضوء علي الخلية ينتج مجال كهربي خلال هذه الطبقات مما يعمل علي تدفق الكهرباء.



شكل ٤-١ تجميع الخلايا مع بعضها لانتاج الكهرباء
المصدر: مصطفي الخياط ٢٠٠٦م .

وأكثر المواد شبة الموصلة والتي تستخدم في تصنيع الخلايا هي **السليكون** وهذا العنصر موجود في الرمال ولا يوجد قيود لاستخدام السليكون أو توفره كمادة خام، حيث يمثل السليكون ثاني أكثر المواد الخام توفر علي سطح الأرض.[١]

أن أهم جزء في منظومة الخلايا الكهروضوئية هي الخلية ولكن لا يمكن للخلية أن تنتج الطاقة بمفردها ولكن تُصف الخلايا الشمسية مع بعضها البعض في شكل موديولات "Modules" والتي تجمع بدورها في شكل مصفوفات أو وحدات "unit" "Arrays". ولضمان توجيه الخلايا بشكل دائم نحو ضوء الشمس طوال فترة النهار فإنها توضع علي أجهزة تتبع.[٢]

ولا تحتاج نظم الخلايا الكهروضوئية إلي ضوء الشمس المباشر لإنتاج الكهرباء، حيث يمكنها إنتاج الكهرباء في الجو الغائم حيث تعمل علي انعكاس أشعة الشمس الغير مباشرة، ولكن الطاقة المنتجة تكون اقل من الطاقة المنتجة في الأيام الصافية. ومع هذا فعند إسقاط الظلال بشكل مباشر علي خلية واحدة من المديول يقل إنتاج الكهرباء بشكل كبير.

إن الاعتماد على الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة الكهربية هو الحل الأمثل للحصول على طاقة مجانية وغير ضارة للبيئة. إن كمية الطاقة التي تصل إلى الأرض من الشمس في يوم مشرق تقدر

---

[1] EPIA, **Photovoltaic energy electricity from the sun**, European Photovoltaic Industry Association, 2010.Visit. www.epia.org

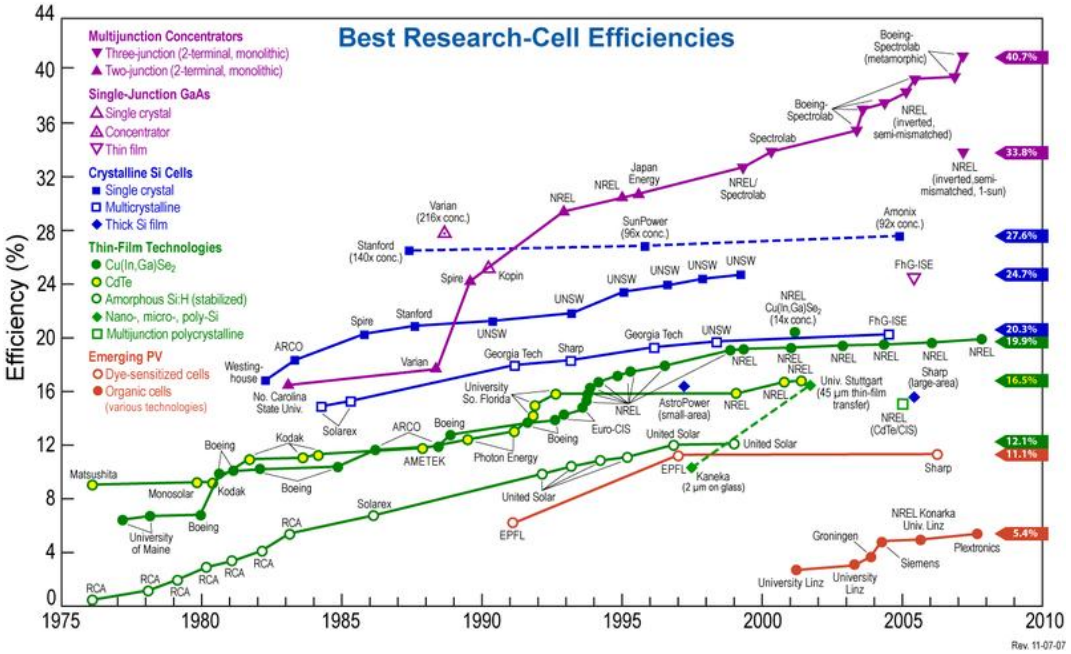
[٢] محمد مصطفي الخياط، **الطاقة (مصادرها– أنواعها– استخداماتها)**، القاهرة، يوليو ٢٠٠٦م. متاح علي: www.nu.edu.sa.doc

ب ١٠٠٠ وات لكل متر مربع وبالتالي لو تم تزويد أسطح منازلنا بمجموعة من الخلايا الكهروضوئية علي سبيل المثال يمكن أن نحصل على طاقة كهربية مجانية كافية لمتطلبات الحياة اليومية.

٤-٣ نظرة عامة علي الأنواع المتاحة من تكنولوجيا الخلايا الكهروضوئية وكفاءتها:

هناك عدة أنواع للخلايا الكهروضوئية تختلف بشكل أساسي في طريقة التصنيع والتقنية المستخدمة فيها ومدي تعقيدها والذي ينعكس علي مقدار كفاءتها شكل(٤-٢). تحدد كفاءة الخلية بمدي قدرتها علي تحويل ما يسقط عليها من ضوء إلي كهرباء والتي تتراوح ما بين ٦ إلي ١٥ % نتيجة لاختلاف طرق التصنيع والمواصفات الفيزيائية للخلية نفسها .ويوثر كفاءة الخلية في إنتاج الكهرباء بصلة مباشرة علي سعر الخلية.[١]

عامة تصنع الخلايا الكهروضوئية إما من السليكون البلوري أو من شرائح من سبائك لمعادن مثل الزينك. وتفضل المادة التي يصنع منها الخلايا علي أساس كفاءة أداء الخلايا في تحول أشعة الشمس إلي كهرباء.



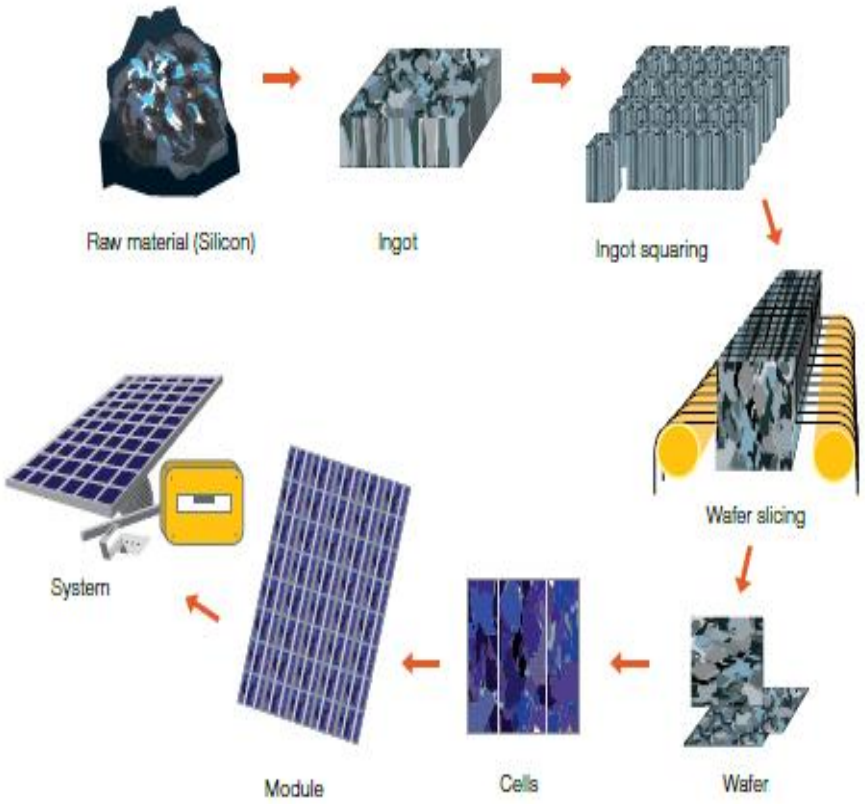
شكل ٤-٢ كفاءة الأنواع المختلفة من الخلايا الشمسية وتطورها منذ عام١٩٧٥ حتي ٢٠١٠م. المصدر:
http://apps1.eere.energy.gov/news/archive.cfm/pubDate

[١] أحمد سلامة محيس، **أنظمة صديقة للبيئة (استخدام الأنظمة الكهروضونية في المباني)**، مجلة عمران ، العدد الخامس، الجامعة الإسلامية بغزة – فلسطين، ٢٠٠٥م.

٤-٣-١ تكنولوجيا السليكون البلوري crystalline silicon

توجد الخلايا السليكونية بثلاث أنواع حيث تصنع خلايا السليكون البلوري شكل(٤-٣)، من إذابة مادة السليكون الخام والتي تأخذ اللون الرمادي عند درجة حرارة ١٤٠٠ درجة مئوية ثم يوضع في سبائك بشكل اسطواني بقطر حوالي ١٥ سم ثم يقطع بصورة شرائح رقيقة بسمك من ٠,٢ إلي ٠,٤ بالنسبة للسليكون أحادي البلورة، أو يوضع السيلكون المنصهر داخل قوالب مستطيلة وخلال عملية التبريد يتم التشكيل بأحجام ومقاسات مختلفة وكذلك التحكم في اللون في حالة السليكون متعدد البلورة.[1]

إما السليكون الغير متبلور يترسب السليكون في عملية مستمرة علي القاعدة حيث يتم دفعه. ثم تغليف الخلية عادة بمادة بوليمر شفاف عازله مع غطاء زجاجي ثم وضعها داخل الإطار المعدني. وتتراوح كفاءة خلايا السليكون ما بين ١٢٪ إلي ١٧٪ وتعتبر هذه التكنولوجيا الأكثر شيوعا في الوقت الحاضر حيث تمثل ٩٠٪.[2]



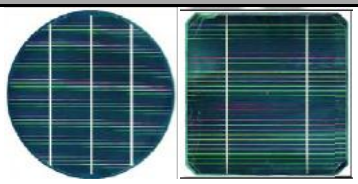
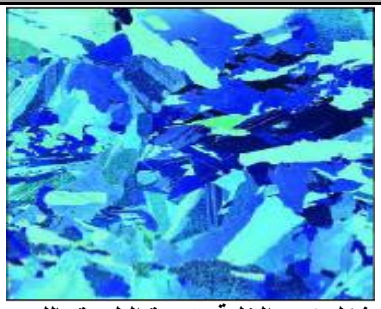
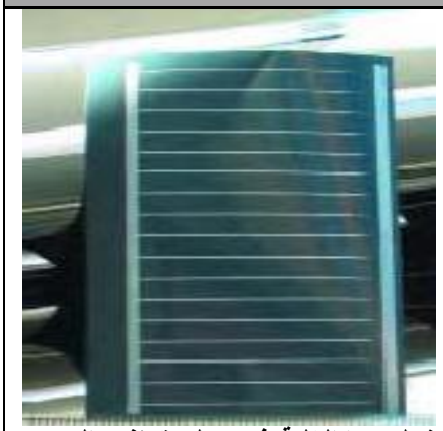
شكل ٤-٣ مراحل تصنيع الخلايا الكهروضوئية من المادة الخام (السليكون) وحتي وحدات انتاج الكهرباء. المصدر: www.epia.org

[1] National Energy Foundation, **Types of Photovoltaic (PV) Cell**, 2011.www.nef.org.uk/renewableenergy/pv

[2] EPIA, **Photovoltaic energy electricity from the sun** , European Photovoltaic Industry Association,2010.Visit www.epia.org

أنواع الخلايا السليكونية:[1]

جدول ٤-٢ أنواع الخلايا الكهروضوئية السليكونية المتاحة الان.

٤-٣-١-١ أحادي البلورة mono crystalline	
وصف الخلية	تأخذ هذه الخلية الشكل المربع أو الدائري وتكون بأبعاد ١٠-١٥ سم
لون الخلية	عادة تتوفر باللون الأسود والأزرق .
كفاءة الخلية	كفاءة توليد الكهرباء حوالي ١٤ ٪ : ١٨ ٪ .
 **شكل ٤-٤ الشكل المربع والدائري للخلية احادية البلورة. المصدر:** The German Energy Society 2008.	
٤-٣-١-٢ متعدد البلورة poly crystalline	
وصف الخلية	تأخذ أشكال مختلفة وجذابة وبأبعاد صغيرة .
لون الخلية	تتميز بتداخل درجات الألوان و في الغالب تأخذ اللون الأزرق .
كفاءة الخلية	كفاءة توليد الطاقة حوالي ١١ ٪ :١٥ ٪.
 **شكل ٤-٥ الخلية متعددة البلورة باللون الازرق. المصدر:** www.nef.org.uk .	
٤-٣-١-٣ غير متبلورة amorphous silicon	
وصف الخلية	تتوفر هذه الخلية بأشكال شفافة بنسبة شفافية حوالي ٥ ٪ : ٧٥ ٪ .
لون الخلية	تتوفر بدرجات الرمادي حسب نسبة الشفافية.
كفاءة الخلية	كفاءة توليد الطاقة حوالي ٤ ٪ :١٠٪ .
 **شكل ٤-٦ الخلية غير متبلورة. نفس المصدر**	

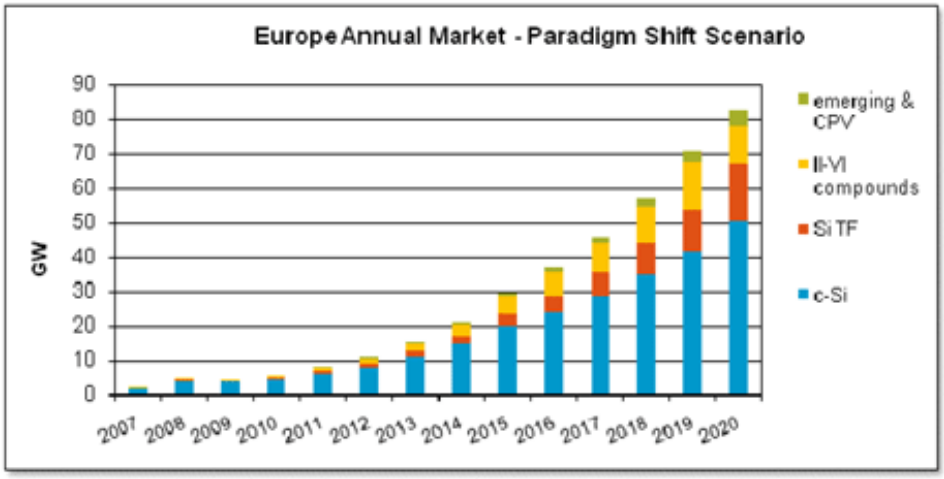
[1] The German Energy Society "**Planning &installing photovoltaic, guide for installers, Architects, and Engineers**" Second edition. (London: Earth scan, sterling, VA), 2008.

٤-٣-٢ تكنولوجيا الشرائح الرقيقة: thin film

تصنع وحدات الشرائح الرقيقة عن طريق إيداع طبقات رقيقة جدا بسمك من (١-٦) ميكرومترات من مواد ضوئية حساسة ذات تكلفة منخفضة ويتم تصنيع الوحدات في صورة مستمرة بدون وصلات مرئية، مثل الزجاج او الاستليس ستيل أو البلاستيك.[١] وتبلغ كفاءتها عادة ١٠-١٣٪ كفاءة، وبمادة تلوريد الكادميوم (CdTe) تصل إلي حوالي ٨ أو ٩٪.[٢] **تتميز هذه الخلايا:**

- أقل في التكلفة ، وأكثر استفادة لضوء الشمس.
- بصغر سمكها ومرونتها وبالتالي يمكن تركيبها علي مختلف الأسطح.
- أمكانية دمجها في المباني التي تقع في الظل حيث إن كفاءتها تقل شيئا يسيرا تحت الظلال.
- لا تتأثر كثيرا بارتفاع درجة الحرارة وبالتالي فلا تحتاج إلي نظم تبريد وتهوية معقدة.
- الوصول إلي تحقيق الشفافية والنفاذية والشكل المتجانس.
- وتتسم بالألوان الداكنة مثل الأسود والبني المحمر.

"وبحلول ٢٠٢٠ يتوقع تكنولوجيا الأفلام الرقيقة thin film لتمثل حوالي ثلث إجمالي السوق الكهروضوئية شكل(٤-٧)، وهذا يشكل تحديا ولكنها في الوقت نفسه يمثل فرصة كبيرة لصناعة الكهروضوئية كله والقطاعات ذات الصلة"، عادل حسين الجمال الأمين العام لEPIA.[٣]



Source: EPIA

شكل ٤-٧ تطور استخدام انواع تكنولوجيا خلايا الاقلام الرقيقة حتي ٢٠٢٠م. المصدر: www.epia.org.

[١] عمرو ممدوح علي يوسف، **دور النظم الفوتوفولتية في دعم التنمية المستدامة في مصر**، مؤتمر التقنية والاستدامة في العمران، جامعه الملك سعود، الرياض، ٢٠١٠م.

[2] National Energy Foundation, **Types of Photovoltaic Cell**, 2011. www.nef.org.uk/renewableenergy/pv.

[٣] المؤتمر الدولي للأفلام الرقيقة EPIA ، في ميونيخ ، ٢٠٠٩م . متاح علي موقع: www.thinfilmconference.org .

٤-٣-٣ أنواع أخري مستقبلية:

حيث مازال البحث لتطوير الخلايا الكهروضوئية مستمر للوصل بها إلي تلبية المتطلبات الوظيفية والجمالية وكذلك التكلفة المناسبة وتحت الظروف المناخية المناسبة ، والتي منها :

٤-٣-٣-١ الخلايا الكهرضوئية المركزة: Concentrated photovoltaic cells

شكل ٤-٨ الخلايا المركزة (المجمعه) للاشعة الشمسية. المصدر: www.epia.org

ابتكر سبكترولاب Spectrolab ما يسمى خلية شمسية مركزة solar concentrator شكل(٤-٨) تحول الطاقة الشمسية إلى كهرباء بكفاءة ٧,٤٠ % وهو يعتبر رقم قياسي عالمي ويبلغ ثمنه نحو ٣ دولار لكل وات وتبلغ كلفة الطاقة الكهربائية التي يقدما من ٨ إلى ١٠ سنت لكل كيلووات ساعي.[١] حيث تقوم الفكرة الرئيسية لهذا النوع من الخلايا علي أساس استخدام مواد كهروضوئية شبة موصلة بأقل قدر من التكاليف وأقصي قدر ممكن من تجميع أشعة الشمس وتركزيها علي الخلايا باستخدام عدسات تجميع متراكبة تكون موديول كامل. كفاءة توليد الكهرباء حوالي ٢٠ ٪ : ٣٠ ٪.[٢]

٤-٣-٣-٢ خلايا النانو: Nano Cells

تم الإعلان عن أول خلية متاحة للاستخدام عام ٢٠٠٦م وهي ذات طبيعية تقنية جديدة تتميز بقلة تكلفتها وإمكانية دمجها في الواجهات الزجاجية لطبيعتها الشبة شفافة. كفاءة توليد الطاقة حوالي ٣٠ ٪.[٣] المستقبل الواعد للخلايا الكهروضوئية هو تصنيعها بتكنولوجيا النانو، ومع التطور فقد تم تصنيع خلايا من البلاستيك بتكنولوجيا النانو بجامعه كاليفورنيا تصل كفاءتها إلي ١,٧٪.[٤]

شكل ٤-٩ استقبال خلايا النانو تكنولوجي للضوء وتحويله الي كهرباء. المصدر www.tahan.com

---

[1] EPIA, **Photovoltaic energy electricity from the sun** , European Photovoltaic Industry Association.، Visit www.epia.org.

[2] Lewis Fraas, **Concentrated Photovoltaic** (CPV) Path to Affordable Solar Electric Power, Southeast Solar Summit, Visit www.epia.org/index.phpf

[٣] عمرو ممدوح علي يوسف ، **دور النظم الفوتوفولتية في دعم التنمية المستدامة في مصر**، مؤتمر التقنية والاستدامة في العمران ، جامعه الملك سعود ، الرياض ، ٢٠١٠م.

[4] Mike Priaulx, Solar Cells and Nanotechnology, part of a larger pamphlet on nanotechnologies circa 2005, University of Wisconsin-Madison. Visit www.tahan.com/charlie/nanosociety/course201/y

٤-٣-٣-٣ الخلايا المرنة: Flexible cells

شكل ٤-١٠ الخلايا المرنة وامكانية لفها كرول. المصدر: www.sunhisolar.com

يتم تصنيعها بطريقة مشابهة لعملية إنتاج خلايا الأقلام الرقيقة حيث تكون المادة الفعالة هي رقيقة البلاستيك، عندها يمكن للخلايا إن تكون مرنة ويمكن لفها علي شكل رول شكل(٤-١٠).

هذا النوع من الخلايا يفتح المجال واسعا لمزيد من التطبيقات وخاصة في مجال التشكيل المعماري (الأسقف، الحوائط.....). كفاءة توليد الطاقة حوالي ١١ ٪:١٨٪.

وقد تمكن مجموعة من الباحثين من جامعة النمسا، وجامعة طوكيو من تصنيع خلية بسمك ١،٩ ميكرومتر سميكة بمرونة عالية جد يمكن لفها علي أصابع اليد.[1]

٤-٣-٣-٤ الخلايا المركبة: Solar cell compound

الخلايا الشمسية المركبة عبارة عن طبقات تتكون من اثنين أو أكثر من العناصر مثل الإنديوم والغاليوم. نظرا لكفاءتها العالية ، وتستخدم الخلايا الشمسية المركبة أساسا على الأقمار الفضائية منذ عام ٢٠٠٠م.

ولزيادة كفاءة الخلايا المركبة صممت من ثلاث طبقات وهي (الطبقة العليا والمتوسطة ، والطبقة السفلية). تقليديا، يتم استخدام (الجرمانيوم) في الطبقة السفلية نظرا لسهولة التصنيع ولكن أخر الأبحاث استخدمت في الطبقة السفلية InGaAs (الإنديوم زرنيخيد الغاليوم)، وهي مادة عالية الكفاءة مع الاستفادة الخفيفة. ولزيادة كفاءة التحويل والتي كانت ٣١.٥ ٪ إلى ٣٥.٨ ٪.[2]

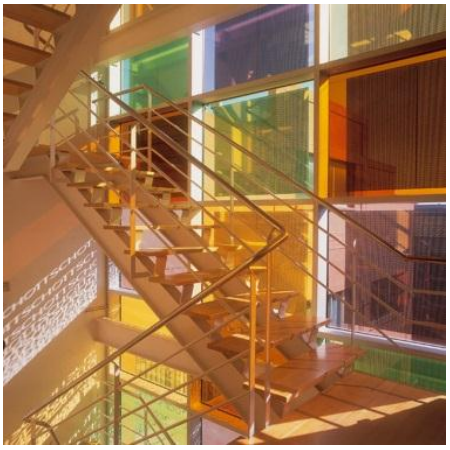
شكل ٤-١١ تطور طبقات الخلايا المركبة ذات الطبقات. المصدر www.itechnews.net .

[1] Researchers create incredibly thin solar, www.engadget.com/2012/04/04/thin-flexible-solar-cells

[2] (Sharp highest solar cell conversion efficiency) www.itechnews.net/2009/10/23/sharps

٤-٣-٣-٥ الخلايا الكهروضوئية الشفافة: Transparent cells

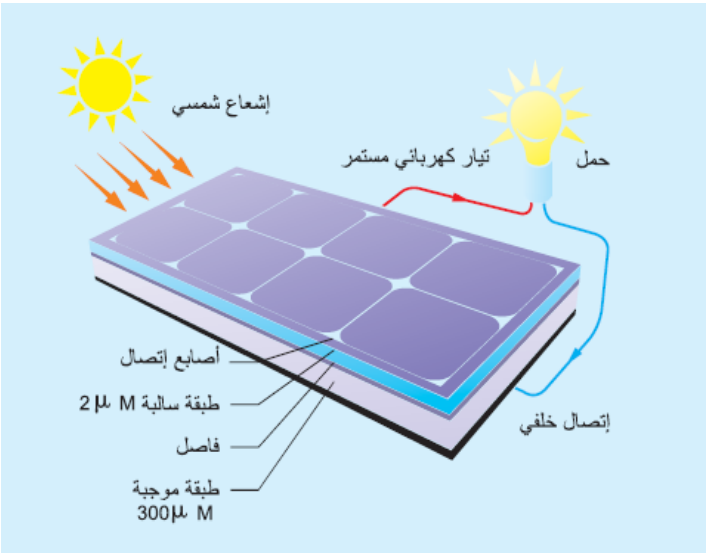
تعتبر عملية تصنيع الزجاج الكهروضوئي الشفاف عملية تصنيع مثيرة جدا للاهتمام وفريدة من نوعها. حيث يتم وضع طبقة رقيقة الكهروضوئية تحت أشعة ليزر يستخدم لإزالة أي مواد انتقائي لتمكين الخلايا من نقل الضوء في حين يمكنها توليد الكهرباء. وتتوفر أيضا كزجاج ملون مما يجعلها مثاليها لأي مكان في أي مبنى أو منزل. ولا يمكن النظر إلي قدرة الخلية علي توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية فقط، بل يمكنها أيضا أن تقلل من الحرارة المشعة عن دخول الحيز. وفقا للمواصفات، فهي كذلك أكثر كفاءة في تقليل اكتساب الحرارة والأشعة فوق البنفسجية من الزجاج العاكس للحرارة (منخفضة E). ويعتبر هذا مكسب كبير للحد من اكتساب الحرارة ويقلل في نهاية المطاف من أحمال تكييف الهواء وبالتالي يقلل من تكاليف الطاقة.[1]



شكل ٤-١٢ مبني اسبانيا.المصدر: Schott Iberica – www.pvdatabase.com

٤-٤ كيفية عمل الخلايا الكهروضوئية:

عندما يسقط الضوء علي الخلية فإنها تمتص بعض من طاقة جزيئات الضوء ، وبالتالي فان كلي جزيئ ضوئي تمتصه الخلية يودي إلي فقد إلكترون سالب مخلفا وراءه فراغا موجب ولتوليد التيار الكهربائي، يتم توصيل الطبقة العلوية السالبة بالطبقة السفلية الموجبة من الخلية وذلك من خلال دائرة كهربية خارجية تسمح بسريان الالكترونات السالبة باتجاه الطبقة الموجبة . وكمية الكهرباء المولدة من خلية واحدة إبعادها حوالي ١٠سم ×١٠سم (يبلغ ٠,٥ فولت و ١-٢ فولت)[2].



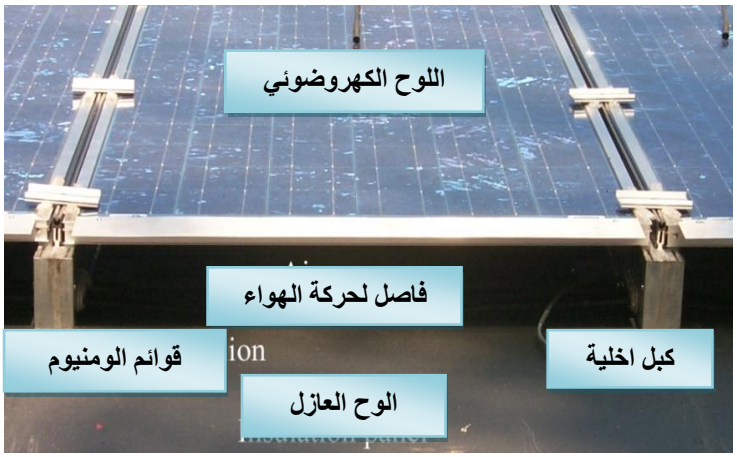
شكل ٤-١٣ كيفية انتاج الخلايا الكهروضوئية للكهرباء. المصدر: مجلة عمران ٢٠٠٦.

[1] (See-Through Photovoltaic Glass), www.neutralexistence.com/blog/see-through-photovoltaic-glass

[٢] احمد سلامة مجيس، **أنظمة صديقة للبيئة (استخدام الأنظمة الكهروضوئية في المباني)**، مجلة عمران ، العدد الخامس، الجامعة الإسلامية بغزة –فلسطين، ٢٠٠٥م.

لذلك يتم ربط عدة خلايا مع بعضها البعض وتجمع تحت طبقة عازلة (غالبا من الزجاج) لتكوين وحدة كهروضوئية والتي تعتبر الجزء الرئيسي في النظام الكهروضوئي.

ويمكن توصيل أي عدد من الوحدات بالأسلاك مع بعضها لتكوين لوحة كهروضوئية والحصول عل كمية اكبر من الطاقة.



شكل ٤-١٤ تركيب وعزل الخلايا الكهروضوئية.
المصدر: www.nef.org.uk **ترجمة الباحثة.**

ونلاحظ أن إذا كان الضوء الساقط علي الخلية اكبر من الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون فان الطاقة الزائدة تتحول الحرارة. إما إذا كانت طاقة الضوء غير كافية فان الإلكترون لا يتحرر ولا يتم توليد الكهرباء.

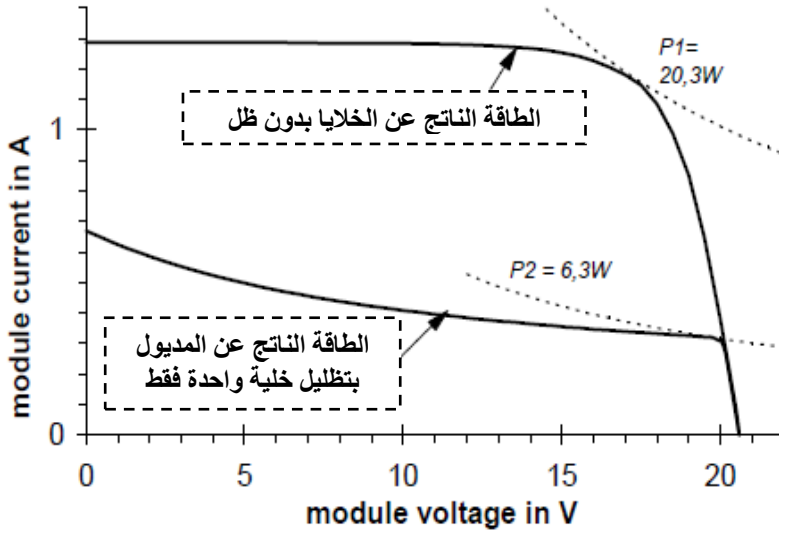
٤-٤-١ العوامل المؤثرة علي كفاءة الخلايا الكهروضوئية:

كفاءة الخلية تتأثر ببعض العوامل الواضحة والتي منها زوايا ميل الخلية بالنسبة للشمس، الاختلافات اليومية والسنوية في الطاقة الشمسية التي تسقط علي الخلية. وهناك عوامل أخري لابد وأن نعطي لها اهتمام مثل:

٤-٤-١-١ الظل:

توثر الظلال بشكل مباشر علي كمية الكهرباء المنتجة، كذلك الأتربة حيث يمكن إن تظلل أجزاء من الخلية مما يؤثر علي كمية الطاقة الشمسية الساقطة عليها. لذلك من الضروري التأكد من أن نظم الخلايا خالية من الظلال حيث يؤثر علي أنتاج الطاقة، ولكن التأثير يكون أقل بالنسبة للخلايا ذات الشرائح الرقيقة. فعند إسقاط الظل علي خلية واحدة داخل الوحدة الكهروضوئية شكل (٤-١٥)، نجد تأثير كبير علي كفاءة الوحدة الكهروضوئية كلها.[1]

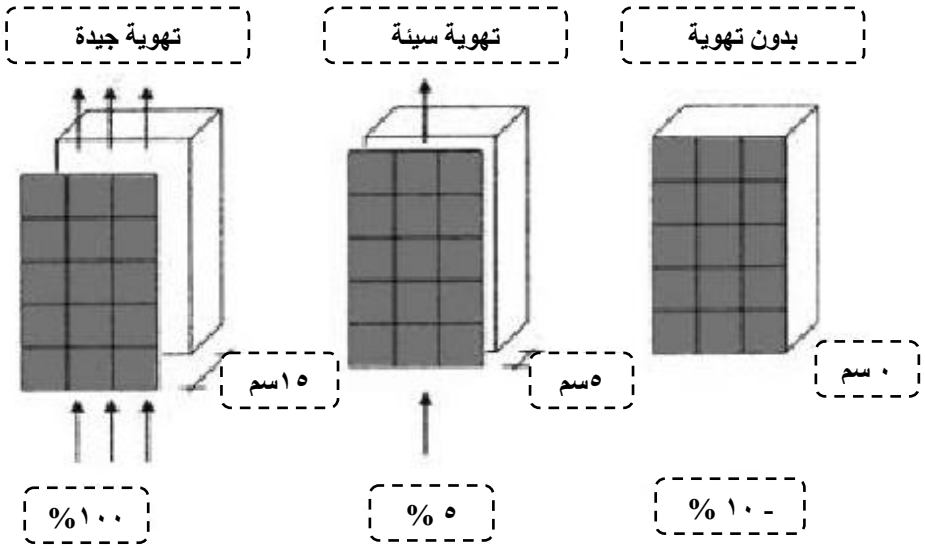
[2] VOLKER QUASCHNING AND ROLF HANITSCH, **SHADE CALCULATIONS IN PHOTOVOLTAIC SYSTEMS**, ISES Solar World Conference – Harare / Zimbabwe, 1995.



شكل ٤-١٥ يوضح منحني عمل الخلايا بدون ظلال، ومنحني اخري انتاج الطاقة عند تظليل خلية واحدة.المصدر: ISES Solar World Conference 1995 **ترجمة الباحثة.**

٤-٤-١-٢ نظم التبريد والتهوية:

تعتبر نظم التهوية بالنسبة للخلايا المصنوعة من السليكون البلوري مهمة جدا حيث تؤثر نظم التهوية والتبريد بشكل فعال علي الكفاءة الإنتاجية للطاقة شكل(٤-١٦) حيث تتعلق بزيادة درجة الحرارة. ولكن بالنسبة للخلايا الغير متبلورة والخلايا ذات الشرائح الرقيقة فان نظم التهوية لا تمثل أهمية حيث لا تتأثر كفاءة توليد الطاقة بزيادة درجة الحرارة بنسبة كبيرة[1].



شكل٤-١٦ تأثير التهوية وعزل الهواء علي كفاءة الخلايا.ISES Solar World Conference 2007 **ترجمة الباحثة.**

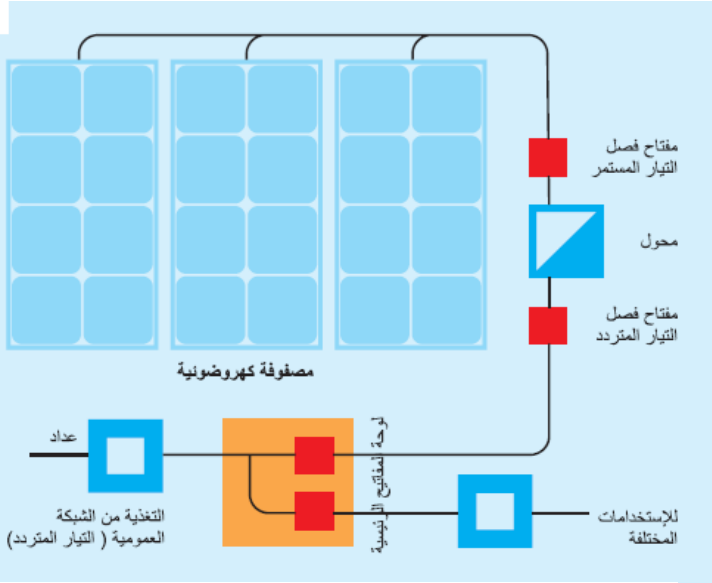
[1]Xuan Xiaodong, Zheng Xianyou, **FACADE DESIGN IN BUILDING INTEGRATED PHOTOVOLTAICS**, Proceedings of ISES Solar World Congress, Solar Energy and Human Settlement, 2007.

٤-٤-٢ منظومة عمل الخلايا وانتاج الطاقة:

يتم استخدام النظم الكهروضوئية والاستفادة منها في الصور الآتية:

٤-٤-٢-١ نظم متصلة بشبكة الكهرباء العامة:

تنتج الوحدة الكهروضوئية كهرباء في المتوسط ما بين ٧٥ : ١٢٠ وات ، وهي أكثر انتشارا في المنازل والإعمال التجارية، حيث إن احتياجات منزل سكني يستهلك ما بين ١,٥ : ٢ كيلو وات إذن نحتاج ما بين ١٢ : ٢٤ وحدة كهروضوئية تغطي مساحة ما بين ١٢: ٤٠ م٢ حسب نوع الخلايا الكهروضوئية والتوجيه للشمس. تولد الخلايا الكهروضوئية في الغالب تيار مستمر بفرق جهد مقداره ١٢ فولت.[١]



شكل ٤-١٧ نظم الخلايا والاتصال بالشبكة العامة للكهرباء. المصدر: مجلة عمران ٢٠٠٦م.

٤-٤-٢-٢ نظم منفصلة:

يستخدم هذا النظام لتوليد الكهرباء في الأماكن البعيدة الغير متصلة بشبكة الكهرباء العامة. مثل محطات المراقبة إنذارات الخطر وأنظمة التحكم، استخدام الخلايا، والبيوت الريفية، إنارة صناديق الهواتف والشوارع. وتستخدم غالبا في هذه الأنظمة بطاريات لتخزين الكهرباء. ومن أشهر الاستخدام المنفصل للخلايا إنارة الشوارع، ويمكن استخدام هذا التطبيق في الأماكن الريفية والتي لا تتوفر بها شبكة، حيث تعتمد هذه الأنظمة علي تخزين الطاقة الناتجة من وحدات الخلايا في بطاريات أثناء النهار واستخدامها ليلا.[٢]

شكل ٤-١٨ استخدام الخلايا كنظم منفصلة لانارة الشوارع.المصدر:
www.ar.wikipedia.org

[١] احمد سلامة مجيس، **أنظمة صديقة للبيئة (استخدام الأنظمة الكهروضوئية في المباني)**، مجلة عمران ، العدد الخامس، الجامعة الإسلامية بغزة –فلسطين، ٢٠٠٥م.

[٢] نشوى يوسف عبد الحافظ، **العلاقة التكاملية بين المباني و الخلايا الفوتوفولتيه**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة – جامعة القاهرة، ٢٠٠٦ م.

٤-٤-٢-٣ خلايا مدمجة مع مصادر أخري:

ومن خلال هذه النظم يمكن للخلايا الكهروضوئية أن تعمل مع مصادر أخري لإنتاج الطاقة المتجددة مثل تربينات الرياح و وضخ المياه.[١]

شكل٤-١٩ النظم المدمجة بين الخلايا الكهروضوئية وتربينات الرياح المصدر:. www.ruralelec.org

٤-٥ دور الخلايا في دعم منظومة الاستدامة:

انطلاقا من الخلفية النظرية للنظم والخلايا الكهروضوئية يمكن استكشاف علاقتها بمنظومة الاستدامة ودعمها لها وذلك من خلال تحقيق الخلايا لإستراتيجية التنمية المستدامة:

٤-٥-١ الخلايا الكهروضوئية والتنمية البيئية:

يتم استخدام الخلايا الكهروضوئية لتخفيف العبء علي البيئة وتقليل التلوث. حيث تسعي ألمانيا للاعتماد علي الطاقة الشمسية في إنتاج الكهرباء بنسبة ٢٥% بحلول ٢٠٥٠م.[٢] حيث تشير الدراسات العالمية إلي إن أبحاث تطوير كفاءة الخلايا الكهروضوئية علي التحويل الكهربي مستمر مما يدعم منظومة الحفاظ علي الطاقة.

٤-٥-١-١ الخلايا الكهروضوئية والحفاظ علي الطاقة وحماية النظام البيئي:

ويمكن لهذه الخلايا ضمان استمرارية الإمداد بالطاقة الكهربية لأكثر الأجهزة المنزلية استخدام للطاقة وهو المكيف الهوائي.[٣]

يتم استخدام الخلايا علي نطاق واسع في تشكيل المبني وكذلك يمكن استخدام الخلايا في المناطق المحيطة بالمبني ونظرا لميل الخلايا إلي التوجيه الأمثل وبالتالي ترك مسافات بينهم لمنع إسقاط الظل ،فيمكن استلال المساحة بين وحدات الخلايا كمناطق خضراء يمكن استخدامه للزراعة وكذلك كمزارع لرعي الأغنام كما هو الحال في مزرعة سولار بارك سونين في ألمانيا.[١]

شكل٤-٢٠ مزرعة سولار بارك سونين.
A.Goetzberger- V.U.Hoffmann.2005.

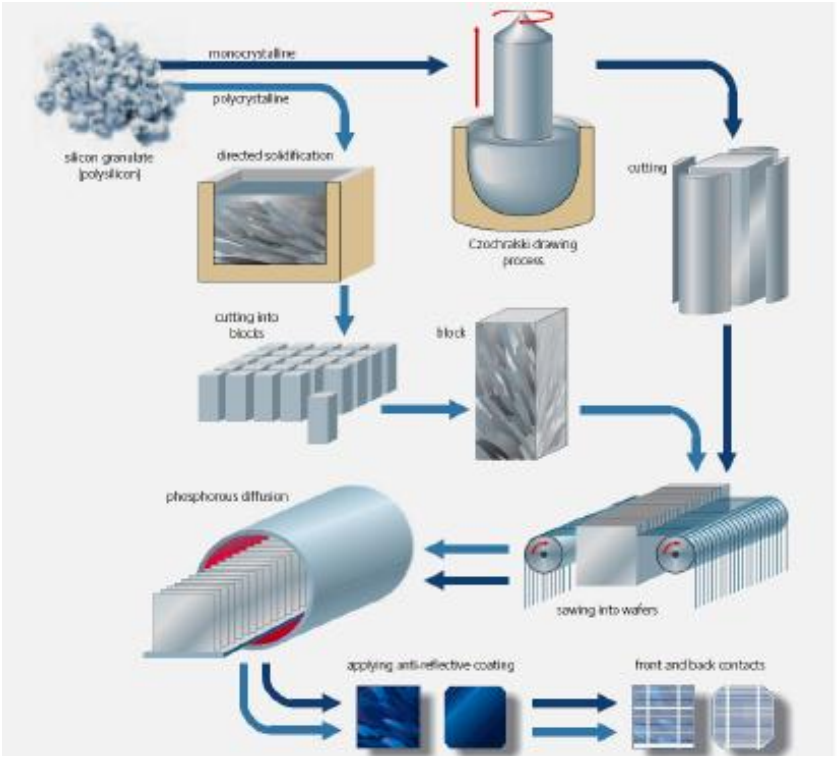
[١] متاح علي موقع: www.ruralelec.org، بتاريخ تصفح : فبراير/٢٠١١م.

[٢] متاح علي موقع www.uoh.edu.sa ، بتاريخ تصفح: يناير/٢٠١١م.

[٣] عمرو ممدوح علي يوسف ، **دور النظم الفوتوفولتية في دعم التنمية المستدامة في مصر**، مؤتمر التقنية والاستدامة في العمران ، جامعه الملك سعود، الرياض، ٢٠١٠م.

٤-٥-١-٢ الخلايا الكهروضوئية والحفاظ علي الموارد الطبيعية:

تعتمد الخلايا في تصنيعها علي السليكون الخام المستخرج من الرمال كما في الشكل التالي شكل(٤-٢١).[٢] كما تتميز الخلايا الكهروضوئية عن باقي تقنيات الطاقة الشمسية بقابلية الفك والتركيب بسهولة وبالتالي تسهل عملية إعادة صياغة الغلاف الخارجي للمبني، حيث يمكن اختيار الشكل المناسب للمباني حسب كمية الطاقة المراد توليدها وكذلك اللون الملائم للبيئة المحيطة، وهناك نظم ذكية حساسة للضوء يمكنها تغير لونها ذاتيا.[٣] كذلك إمكانية إعادة التدوير حيث إن المواد التي تستخدم في عملية تصنيع الخلايا هي (السليكون، الزجاج ...) وكلها مواد يمكن أعادة استخدامها من جديد، وليس هذا مفيد للبيئة فقط وإنما أيضا للحد من كمية الطاقة اللازمة لا نتاج هذه المواد.[٤]



شكل ٤-٢١ انتاج الخلايا الكهروضوئية من السايكون والحافظ علي الموارد الطبيعية.
المصدر:
The German Energy Society 2008..

---

[1] A.Goetzberger– V.U.Hoffmann, Photovoltaic Solar Generation, Springer– Verleg Berlin Heidelberg, Germany, 2005.

[2] Moamen M. ElSoudany, **Solar Energy Applications in Urban Development**, Master in Architecture, .Faculty of Engineering, Mansoura University, 2009

[٣] متاح علي موقع : www.globalmarket.com بتاريخ تصفح: مايو ٢٠٠٩م.

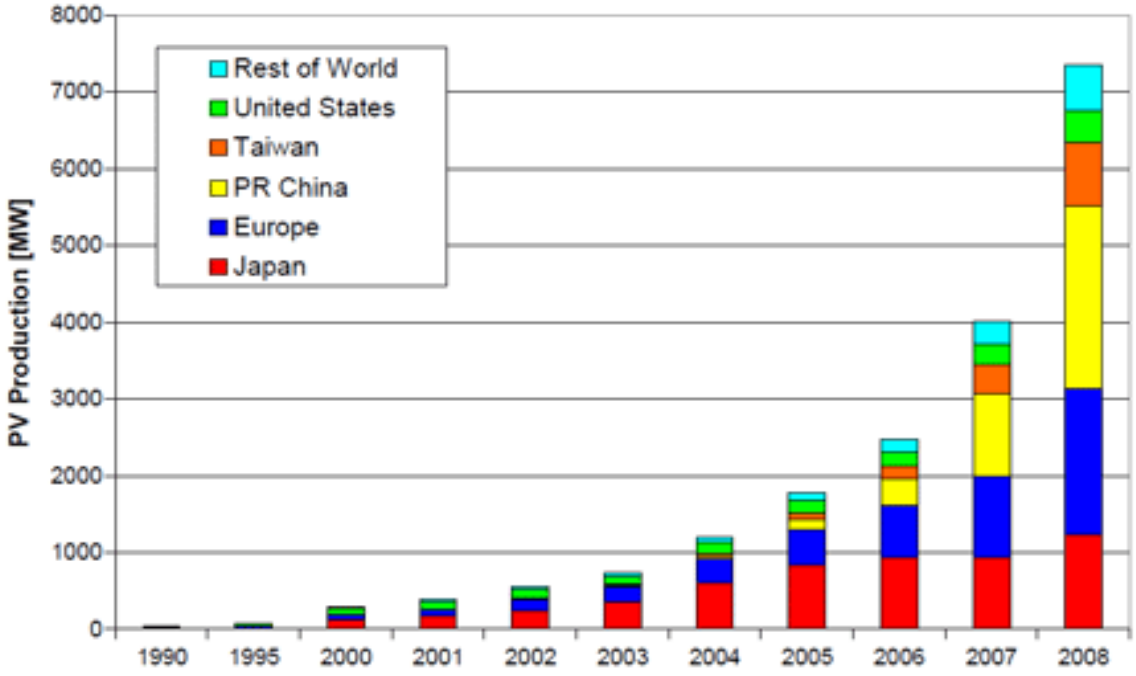
[٤] متاح علي موقع : www.pvcyle.org، تاريخ تصفح: سبتمبر ٢٠١١م.

٤-٥-٢ الخلايا الكهروضوئية والتنمية الاقتصادية:

يعتبر وقود الخلايا الكهروضوئية مجاني حيث تعتبر الشمس المصدر الوحيد الذي تحتاجه الخلايا الكهروضوئية، وسوفي تبقي الشمس تشرق حتى قيام الساعة.[١]

معا ذلك كانت التكلفة النسبية للخلايا من اكبر العوائق لعدم انتشارها ويرجع ارتفاع السعر إلي ارتفاع سعر مادة السليكون النقي نفسها، ولكن ألان ومع تقدم البحث العلمي أصبح سعر الخلايا مناسب إلي حد معقول. وفي ألمانيا علي سبيل المثال تقل تكلفة الوحدات بكثير بسبب تصنيعها النمطي للوحدات والخبرة التقنية.[٢]

وهناك زيادة بشكل كبير في إنتاج النظم الكهروضوئية عالميا، فنجد تضاعف الإنتاج من ٢٠٠٧ إلي ٢٠٠٨ ومازالت النسبة في اتجاه الصعود إلي ألان شكل(٤-٢٢).[٣]



شكل ٤-٢٢ التزايد المستمر لاستخدام الخلايا الكهروضوئية . المصدر www.sustinabilienergyworld.en

[1] EPIA, **Photovoltaic energy electricity from the sun** , European Photovoltaic Industry Association. Visit, www.epia.org

[٢] عمرو ممدوح علي يوسف، **دور النظم الفوتوفولتية في دعم التنمية المستدامة في مصر**، مؤتمر التقنية والاستدامة في العمران .جامعه الملك سعود ،الرياض، ٢٠١٠م.

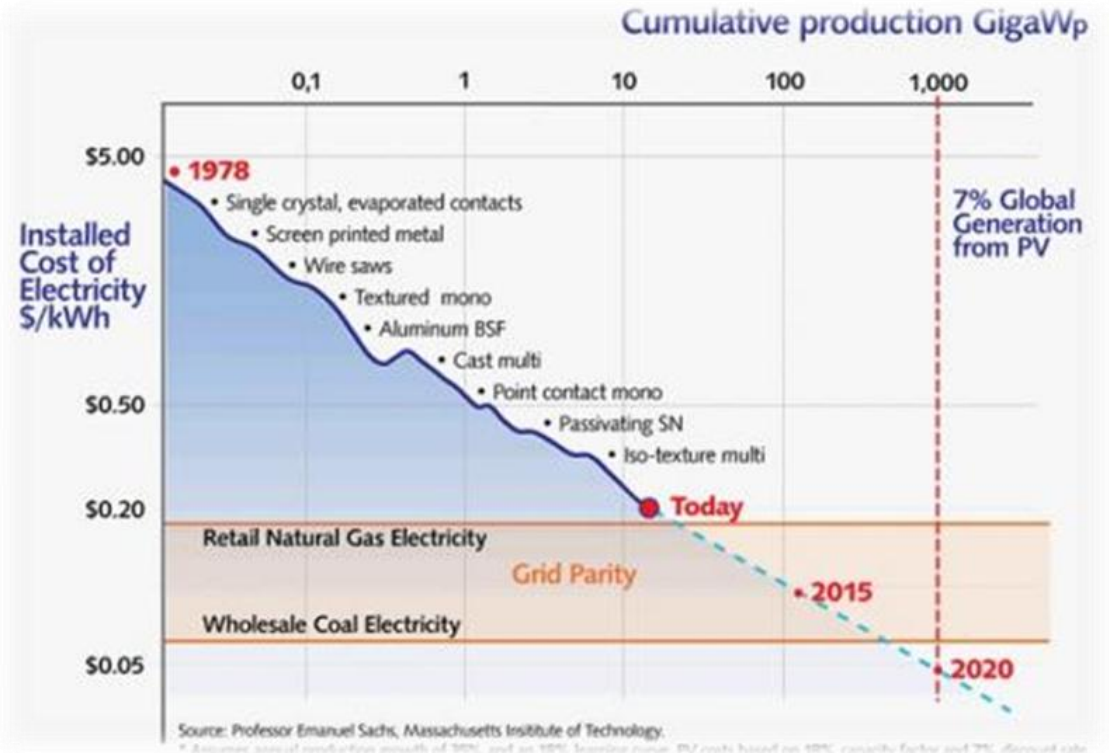
[٣] متاح عل موقع : www.sustinabilienergyworld.en بتاريخ تصفح: مارس ٢٠٠٩م.

٤-٥-٢-١ تكاليف إنتاج الخلايا الكهروضوئية:

تمر أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية بنقطة تحول كبيرة في انتشارها و زيادة تداولها على مستوي دول العالم المتقدمة والنامية. وذلك بسبب تقارب تكاليف أنتاج الطاقة الكهربائية من هذه النظم، بتكاليف أنتاجها من المصادر التقليدية.

و نظرا لحالة من التطور التكنولوجيا وشروط التمويل المواتية من الواضح أن الكهروضوئية قد حصلت بالفعل على التكافؤ في أنتاج الطاقة واستمرار تكاليف التركيب والصيانة في الانحدار، وزيادة الخبرة في مجال صناعة. ويساعد في زيادة انتشار النظم الكهروضوئية أيضا ارتفاع أسعار الكهرباء المنتجة من المصادر التقليدية.

وسوف تصبح النظم الكهروضوئية على نحو متزايد من القيمة الاقتصادية طبقا للإحصائيات السابقة منذ ظهورها وحتى الآن شكل(٤-٢٣).[1]



شكل ٤-٢٣ انخفاض تكاليف انتاج الخلايا منذ عام ١٩٧٨ وحتي الان. المصدر:
http://thinkprogress.org/economy/issue

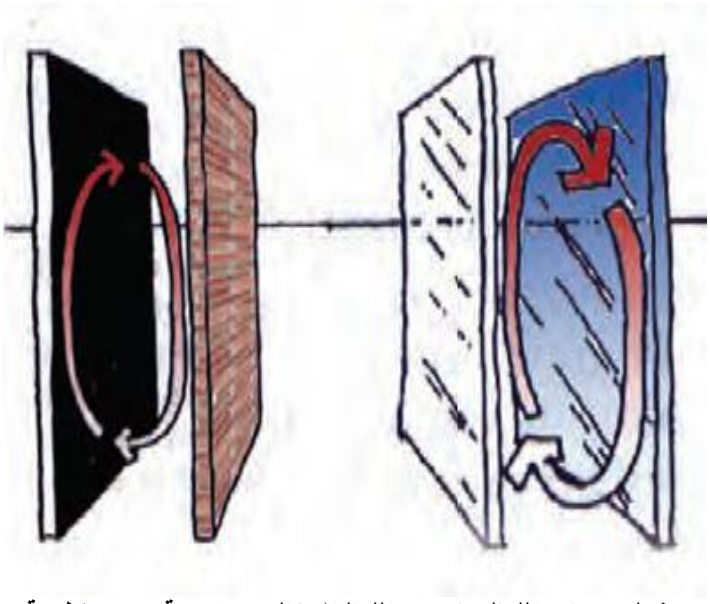
[3] That's the news release for a new journal article, " **A review of solar photovoltaic levelized cost of electricity** " 2010.

٤-٥-٣ الخلايا الكهروضوئية والتنمية الاجتماعية:

بشكل عام و ايجابي يؤثر استخدام الطاقات المتجددة علي معدلات الصحة، حيث تقلل من الانبعاث الكربوني، حيث أن حرق الوقود الحفري ينتج غاز co2 والتسبب في الدخان وتلوث الهواء والماء والتسبب في حدوث ظاهرة الاحتباس الحراري إلي غير ذلك من الكوارث البيئية.

علي غير ذلك الخلايا الكهروضوئية فهي تنتج الكهرباء بدون انبعاث أو تلوث حيث أنها لا تحتاج وقود إلا الشمس.[١]

كذلك تساعد علي حركة الهواء مما يعمل علي تحقيق الراحة النفسية لمستخدمين المبني عندما تستخدما في التشكيل وخاصة في الأفنية الداخلية حيث تقلل الخلايا حدة السطوع الشمسي . كما تدعم الخلايا منظومة الراحة الحرارية حيث تمثل قشرة خارجية تاركة مسافة فاصلة بينها وبين المبني حيث يتخلل هذه المسافة الهواء الذي يرفع من مقاومة القشر الخارجية وزيادة التخلف الزمني لانتقال الحرارة إلي الفراغ الداخلي شكل(٤-٢٤). كذلك يمكن استخدام الخلايا ككاسرات شمسية.[٢]



شكل ٤-٢٤ تخلل الهواء من خلل الخلايا الكهروضوئية ودعم منظومة الراحة الحرارية. المصدر: Edward Allin 2005

٤-٦ تطبيقات الخلايا الكهروضوئية في العمارة والعمران:[٣]

يتم استخدام الخلايا الكهروضوئية ألان بشكل واسع في مختلف التطبيقات. وتتنوع هذه التطبيقات حسب أنواع المستخدمين وحاجتهم للحصول على الطاقة. ويمكن تقسيم هذه التطبيقات في ثلاث نقاط رئيسية وهي:

---

[1] EPIA, **Photovoltaic Energy Electricity from the Sun** , European Photovoltaic Industry Association. Visit ، www.epia.org .

[2]Edward Allin, How building Work – The National Order of Architectural, Oxford University Press, UK, 2005.

[٣]متاح علي موقع:www.prometheus.org/photos ، بتاريخ تصفح: فبراير/ ٢٠٠٩م.

٤-٦-١ استخدام الخلايا الكهروضوئية في التخطيط العمراني:

مع التزاحم الحالي علي المدن القائمة والمشكلات الناتجة عن التزاحم والتلوث علينا التوجه إلي إنشاء مدن جديدة تحقق للتنمية المستدامة كمدينة مصدر علي سبيل المثال وتعتبر الخلايا الكهروضوئية دافعا قوي للمدن الجديدة وينبغي مراعاة اختيار مواقع محطات الخلايا الكهروضوئية وعلاقتها بالمناطق المجاورة. وتعتبر المدن الجديد و القرى في مصر من انسب البيئات الملائمة لتنشيط الخلايا الكهروضوئية بها حيث تعاني هذه المناطق من عدم وصول الشبكات المحلية للكهرباء إليها. ويمكن تلخيص إمكانية تطبيق الخلايا في في العمران إلي: [١]

- استخدام الخلايا الكهروضوئية في مد المشاريع الكبيرة بالطاقة اللازمة شكل(٤-٢٥)، شكل(٤-٢٦).
- المساهمة في استدامة الحضارة العالمية عن طريق توفير طاقة نظيفة وفيرة في كل مكان تشرق فيه الشمس (٤-٢٧).
- استغلال المناطق الفضاء بعمل مزارع الخلايا الكهروضوئية شكل(٤-٢٨).

شكل ٤-٢٥ محطات امدادات الطاقة باستخدام الطاقة الشمسية بمدينة مصدر. www.masdar.ae

شكل ٤-٢٦ محطات توليد الطاقة الكهروضوئية أوستن، تكساس.المصدر: www.prometheus.org/photos

شكل ٤-٢٧ محطة مركزية كهروضوئية متصلة بالشبكة. المصدر السابق.

شكل ٤-٢٨ حديقة بافاريا كاليفورنيا. المصدر السابق.

[١] متاح علي موقع:www.prometheus.org/photos ، بتاريخ تصفح: فبراير/ ٢٠٠٩م.

٤-٦-٢ استخدام الشبكة الكهروضوئية في المناطق التي لا تصل الشبكة إليها:

من أكثر التطبيقات انتشار استخدام الخلايا الكهروضوئية لإنتاج الطاقة الكهربائية للمناطق النائية التي لاتصل إليها الشبكة المحلية للكهرباء. حيث يعد الإمداد بالطاقة أحد معوقات التنمية لتلك المناطق، وباستخدام الخلايا الكهروضوئية نقلل من تكلفة البنية التحتية الخاصة بشبكة الكهرباء[١]. وذلك لتسير جميع مناحي الحياة مثل:

- استخدام الخلايا في المنازل الريفية بتوفير الإضاءة في ساعات الظلام شكل(٤-٢٩).
- ضخ المياه بواسطة مضخات كهربائية تعمل بالألواح الكهروضوئية شكل(٤-٣٠).
- تشغيل أجهزة الاتصالات السلكية واللاسلكية البعيدة أرخص وأكثر ثقة شكل(٤-٣١).
- مرونة الألواح الكهروضوئية في توليد الكهرباء إثناء الرحلات شكل(٤-٣٢).

شكل ٤-٢٩ استخدام الخلايا الكهروضوئية في المنازل الريفية بالهند المصدر: www.prometheus.org/photos .

شكل ٤-٣٠ ضخ المياة بالخلايا الكهروضوئية. المصدر السابق..

شكل ٤-٣١ تشغيل المحظات اللاسلكية. المصدر السابق.

شكل ٤-٣٢ خيمة تعمل بالخلايا الكهروضوئية. المصدر السابق

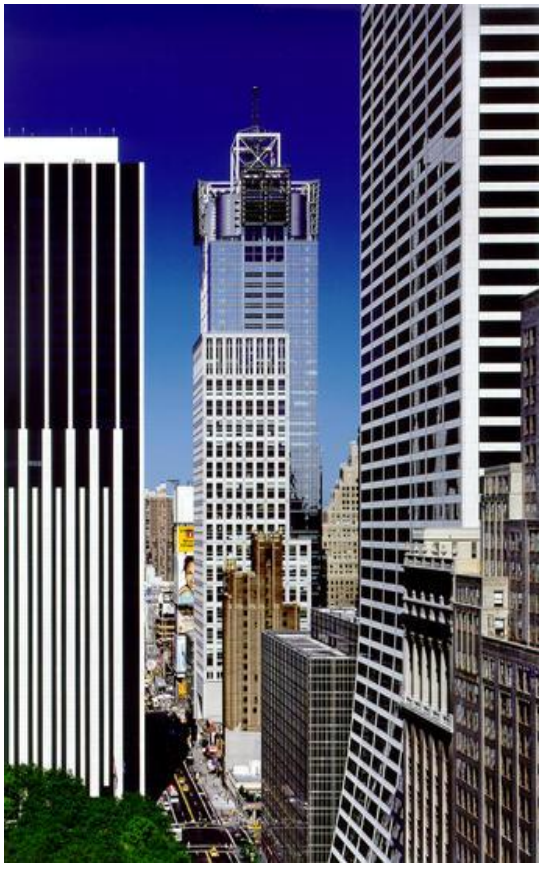
[١] عمرو ممدوح علي يوسف، **دور النظم الفوتوفولتية في دعم التنمية المستدامة في مصر**، مؤتمر التقنية والاستدامة في العمران، جامعه الملك سعود، الرياض، ٢٠١٠م.

٤-٦-٣ استخدام الخلايا الكهروضوئية في تشكيل المباني والتكامل معها:

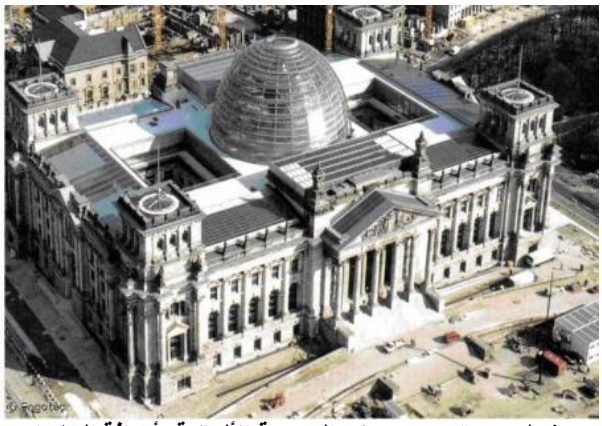
إذا تمكنا من استبدال الطاقة التقليدية لإنتاج الطاقة الكهربائية بالطاقة الشمسية في قطاع المباني كما وضحنا سابقا فيمكننا بذلك توفير قدر هائل من الطاقة واستخدامه في مجال الصناعة والزراعة لدفع عجلة التنمية المستدامة إلي الأمام. حيث يمكن للخلايا الكهروضوئية المساهمة بنسبة ١٠٠% من الطاقة الكهربائية التي يحتاج إليها المبني.[١]

وذلك من خلال:

- قدرة الخلايا علي توفير الطاقة التي يحتاج إليها المبني بشكل نظيف شكل(٤-٣٣).
- مرونة تشكيل الخلايا الكهروضوئية عند إضافتها للمباني القديمة شكل(٤-٣٤).
- استخدام الخلايا في تشكيل المبني والقدرة علي تغطية مساحات كبيرة شكل(٤-٣٥).[٢]



شكل ٤-٣٣ مبني كوندي ناست، مانهاتن، مثال للكفاءة في الطاقة وتكامل الألواح الكهروضوئية مع المبني. المصدر: www.pvdatabase.com



شكل ٤-٣٤ تجديد مبنى الحكومة الألمانية بأضافة الخلايا الكهروضوئية. المصدر السابق.

شكل ٤-٣٥ قدرة الخلايا لتشغيل نظام متكامل للسقف مباني احد الشركات. المصدر السابق.

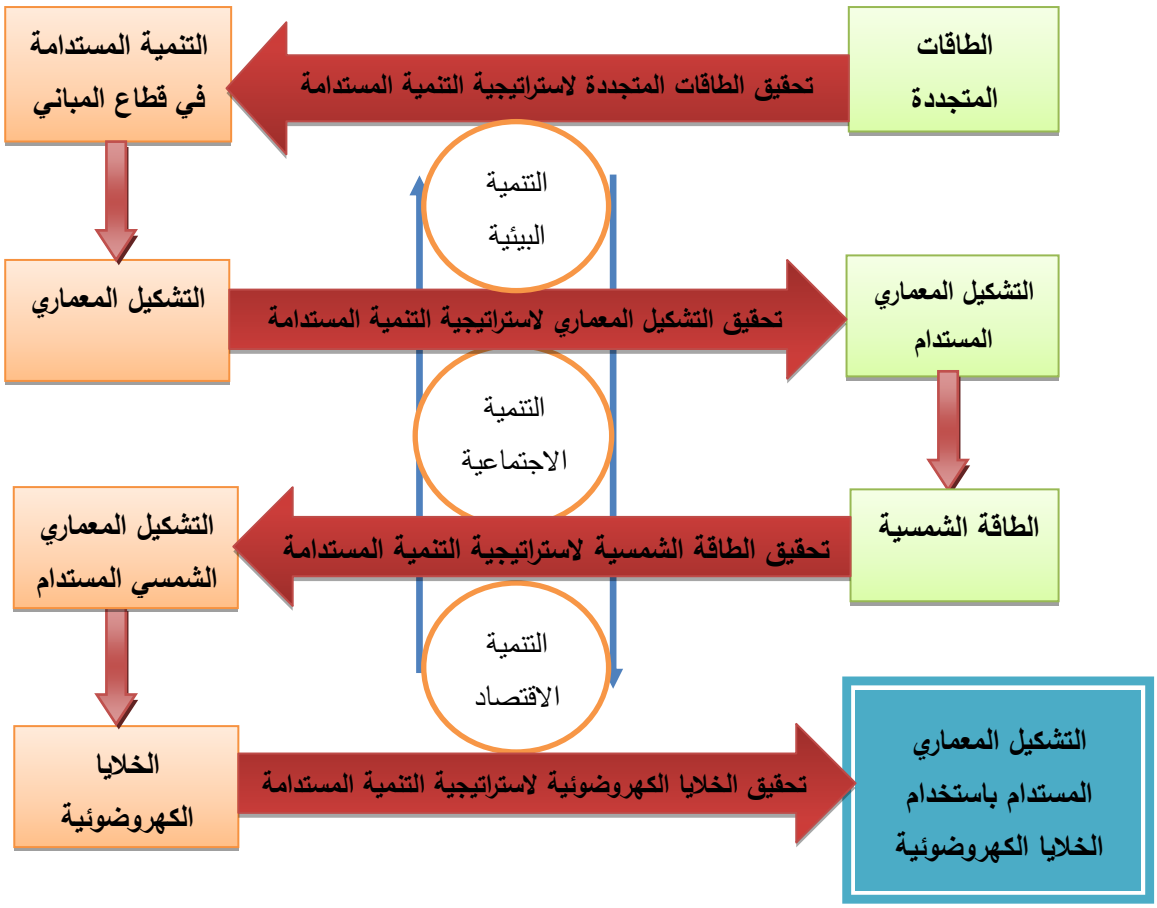
[١] سوميه طه أبو الفضل، **استخدام الطاقة الشمسية في العمارة وتخطيط المدن**، المؤتمر المعماري الدولي الخامس- العمران والبيئة، كلية الهندسة- جامعة أسيوط، أبريل ٢٠٠٣م.

[٢] متاح علي موقع: www.prometheus.org/photos ، بتاريخ تصفح: فبراير/ ٢٠٠٩م.

ملخص الفصل الرابع:

بعد اكتمال الدراسة النظرية التابعة للمنهج الاستقرائي وتبدأ الدراسة التحليلية فبعد التدرج في استخدام الطاقات المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة في قطاع المباني، ثم استدامة التشكيل المعماري من خلال استخدام الطاقة الشمسية وتحقيق إستراتيجية التنمية المستدامة. يأتي هذا الفصل بالتعريف أولا بالخلايا الكهروضوئية ونبذة نظرية عنها. والتعرض لكيفية عملها وأنواعها المتاحة وكفاءة كلا منها حتي الآن وكذلك الانواع المستقبلية، ومنظومة عملها لإنتاج الطاقة الكهربائية.

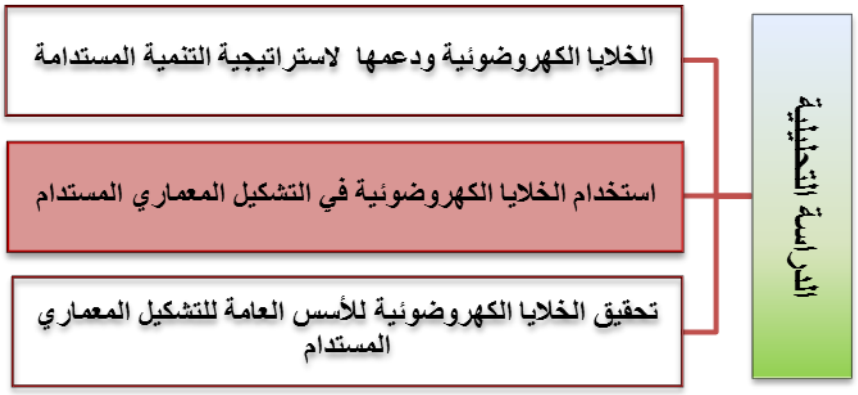
وبعرض دورها في دعم إستراتيجية التنمية المستدامة تصبح الخلايا صالحه لاستخدامها في التشكيل المعماري المستدام.



٢ – الدراسة التحليلية

٢-٢ الفصل الخامس:

استخدام الخلايا الكهروضوئية فى التشكيل المعمارى المستدام



٥-١ المقدمة:

إن من أكثر الطرق أمانا للحصول علي الطاقة الكهربائية هو الحصول عليها من خلال إن تقوم الخلايا الكهروضوئية بتحويل ضوء الشمس إلي كهرباء مباشرة و بدون حدوث تلوث أو إصدار انبعاث وبالتالي الحفاظ علي البيئة. كما يمكن الاستغناء عن محطات إنتاج الكهرباء المركزية والضخمة وهذا يعني انه يتم إنتاج الكهرباء في المبني بدون الحاجة إلي نقل الطاقة من مسافات بعيدة. كل هذه الأسباب وأكثر جعلت التشكيل المعماري للمباني بإضافة الخلايا الكهروضوئية منتشر وبكثرة في كثير من الدول الأوربية، وهذا بالنسبة للمباني الجديدة أو القائمة علي حد سواء. حيث يمكن إن ندمج الخلايا في التشكيل منذ بداية تصميم المبني أو إضافتها بتشكيل جمالي للمباني المقامة لما تتميز به الخلايا من مرونة. كذلك ومع توفر العديد من الأنواع المختلفة والتي تفتح الباب واسعا أمما المعماريين لحرية الإبداع في التشكيل مع المبني. وهناك الكثير من الأمثلة العديدة من المباني التي استخدام المعماريين فيها الخلايا بنجاح عند تشكيلهم للمبني.

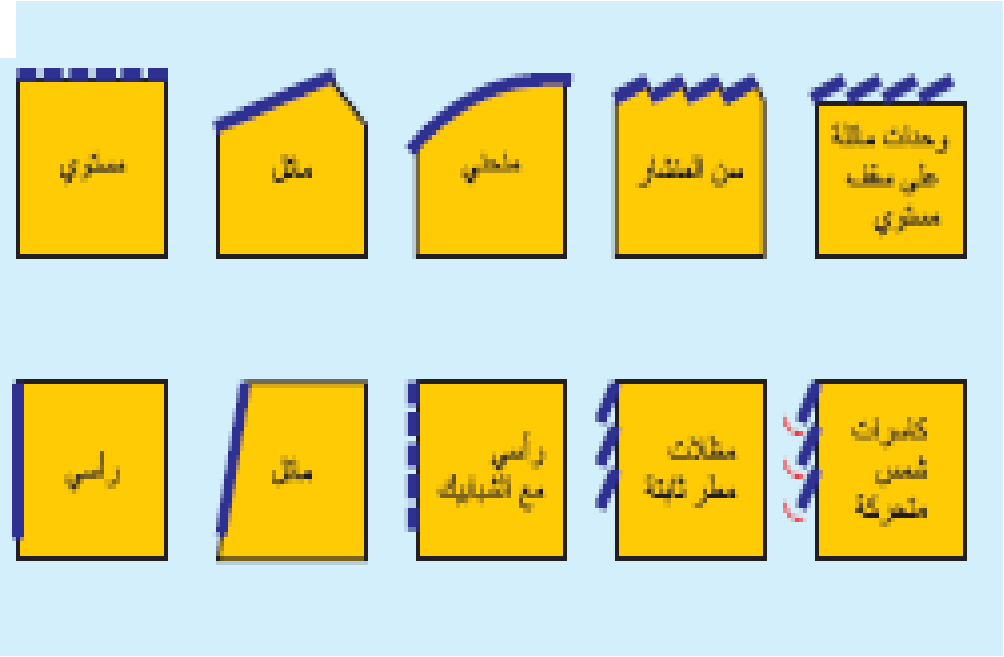
والتشكيل المعماري المستدام يمكننا الوصول إليه عن طريق استخدام هذه التقنيات ذات التأثير الايجابي علي المبني.

٥-٢ لماذا التشكيل المعماري المستدام باستخدام الخلايا الكهروضوئية:

حيث يمكن للخلايا الكهروضوئية تغطية الأسقف والواجهات والتناغم مع تشكيل المبني، مما يعمل علي الحد من استهلاك الطاقة في المباني الوصول إلي تشكيل معماري مستدام. كما إن هذه النظم تحقق إستراتيجية الاستدامة من استدامة بيئية واقتصادية واجتماعية، ومع هذا فيمكن التشكيل بها عند إدماجها مع المبني بطرق جمالية مختلفة. فالتشكيل بالخلايا في المباني أصبحا أمرا حتميا ألان في الكثير من البلاد الأوربية ، حيث يجري تشريع تشريعات بناء تجعل استخدام الطاقات المتجددة أمرا حتميا في المباني العامة والسكنية في هذه الدول مما فتح الباب علي مصراعيه لاستخدام الخلايا الكهروضوئية في المباني لما توفره من تشكيلات وأنواع مختلفة تعطي للمعماري مرونة أكثر عند استخدامها ، وما زالت نظم الخلايا في تطوير مستمر مما يفتح المجال واسع لإيجاد تشكيلات أفضل وتكامل أكثر عند إدماجها مع المبني.[1] لذلك يحاول البحث إن يكون التشكيل بالخلايا وإدماجها مع المبني راجع إلي قواعد التشكيل المعماري ووسائله وعلاقاته حتى يتم استخدام الخلايا الكهروضوئية كعنصر تشكيلي مدعم معماريا وليس كجهاز حديث يتم الاستفادة منه بإضافتها

[1] E P I A, **BUILDING INTEGRATED PHOTOVOLTAICS A NEW DESIGN OPPORTUNITY FOR ARCHITECTS**, European Photovoltaic Industry Association, 2009, Visit www.epia.org .

للمبنـي فقـط حيـث يمكـن إضـافة الخلايـا الكهروضـوئية إلـي تشـكيل المبنـي بعـدة طـرق كالتـالي شـكل(٥-١):[١]



شكل ٥-١ الأوضاع المختلفة للخلايا الكهروضوئية عند إدخالها في تشكيل المباني. المصدر: مجلة عمران ٢٠٠٥.

ومـع كـل هـذا فيمكننـا أيضـا اسـتخدام وحـدات الخلايـا الكهروضـوئية كوحـدات خاصـة بإنتـاج الطاقـة الكهربائية للمبني بدون إدخالها في هيكل المبني.

٥-٢-١ الشروط العامة لاستخدام نظم الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المعماري:

مـع التكنولوجيـا الحديثـة لتطـور الخلايـا الكهروضـوئية حـدثت تغيـرات جذريـة فـي تشـكيل الواجهـات والأسـقف، لـذلك علـي المعمـاريين عنـد تشـكيلهم للمبـاني مـن الخـارج معرفـه كيفيـة اسـتخدام الخلايـا الكهروضـوئية. و يـتم الوصـول إلـي دخـول الخلايـا الكهروضـوئية بنجـاح فـي التشـكيل المعمـاري مـن خلل:

__ إذا كـان هـذا منـذ بدايـة التصـميم والتفكيـر فـي كيفيـه التشـكيل ووضـع هـدف الوصـول إلـي خفـض استهلاك الطاقة وإنتاج المبني للطاقة.

__ معرفـة الأنـواع المتاحـة مـن الخلايـا الكهروضـوئية واختيـار الأنسـب للمبنـي مـن حيـث الإبعـاد والكفاءة والتكلفة.

__ إن يـدرك المعمـاري تـأثيرات المنـاخ والبيئـة المحيطـة بـالمبني، للتأكـد مـن إن مصـفوفات الخلايـا سوف تتلقي الحد الاقصي للأشعة الشمسية.[١]

[١] احمد سلامة محيس، **انظمة صديقة للبيئة (استخدام الأنظمة الكهروضوئية في المباني)**، مجلة عمران، العدد الخامس، الجامعة الاسلامية بغزة –فلسطين ، ٢٠٠٥م.

٥-٢-٢ مميزات استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المعماري:

ومن مميزات الوحدات الكهروضوئية المدمجة في المباني سواء في السقف أو في الحوائط أنها تخفض من تكلفة إنشاء المبني ذلك أنها تحقق من خلال وجودها غرضين أساسيين:

الأول: توفر في استخدام مواد البناء التقليدية التي تحل محلها كبلاط السقف أو الطوب أو الزجاج.

الثاني: تولد كهرباء تستخدم لتشغيل الأجهزة الكهربية في المبني.

ومن مميزاتها أيضا أنها لا تحتاج إلي هياكل إضافية خارجية لتثبيتها، وإنما تركب مباشرة علي هيكل المبني الموجود، كما أنها تحقق وظيفة جمالية للمبني. وهناك تصور لدي بعض أصحاب المباني بان هذه الأنظمة غير قابلة للتطبيق علي العمارة التقليدية المحلية، ولكن من خلال توفر الخلايا والوحدات الكهروضوئية بإشكال وألوان وإحجام مختلفة أصبح بالإمكان دمج هذه الأنظمة في أي تصميم معماري بسهولة دون التأثير علي طابعة الخاص.[٢]

كذلك يمكن استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المعماري حيث أنها قادرة علي تحقيق العديد من المميزات:[٣]

شكل ٥-٢ مميزات استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المعماري المستدام. المصدر الباحثة.

---

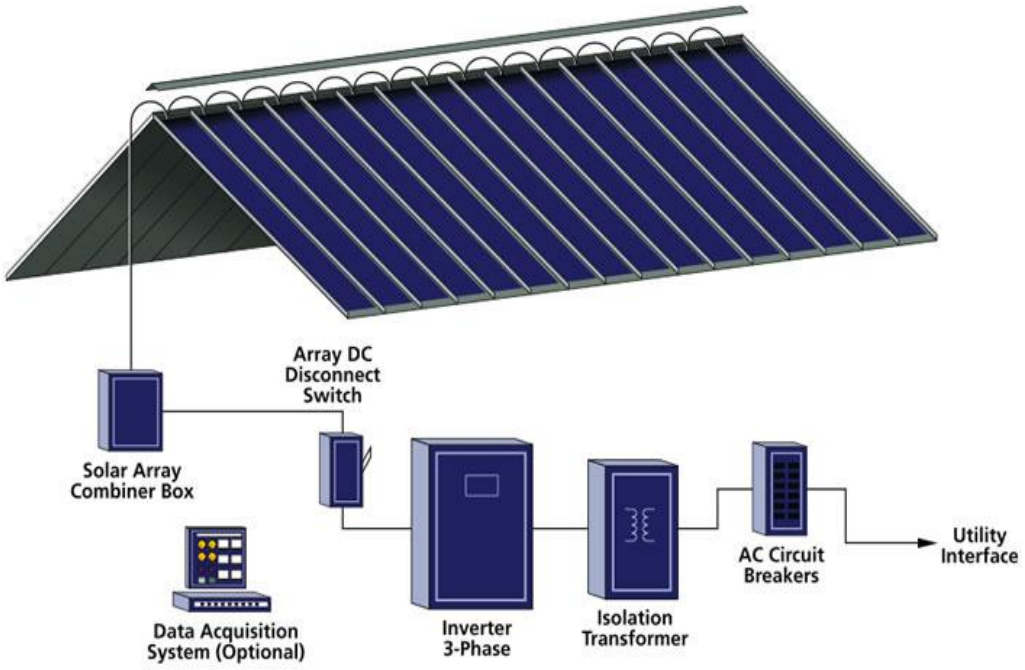
[١] نشوي يوسف عبد الحافظ، **العلاقة التكاملية بين المباني والخلايا الكهروضوئية**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة – جامعة القاهرة، ٢٠٠٦ م.

[٢] احمد سلامة محيس، **أنظمة صديقة للبيئة (استخدام الأنظمة الكهروضوئية في المباني)**، مجلة عمران، العدد الخامس، الجامعة الإسلامية بغزة –فلسطين ، ٢٠٠٦م.

[2] E P I A, **BUILDING INTEGRATED PHOTOVOLTAICS A NEW DESIGN OPPORTUNITY FOR ARCHITECTS** European Photovoltaic Industry Association, 2009. Visit www.epia.org

٥-٣ كيفية عمل نظم الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المعماري:

هو إدخال و دمج الخلايا الكهروضوئية (PV) في التشكيل المعماري المبنى.[١] حيث تقوم النظم الكهروضوئية بوظيفة مزدوجة كمادة بناء أولهما أنها تحل محل مواد البناء التقليدية وتساعد علي ابتكارات جديدة، وثانيها أنها تعمل كمولد كهربائي.[٢] مما يعمل علي تحقيق التشكيل المعماري المستدام للمباني.



شكل ٥- ٣ النظم الكهروضوئي في التشكيل المعماري للمبني. المصدر: www.wbdg.org/resources/bipv

٥-٣-١ مكونات النظم الكهروضوئية المستخدمة في التشكيل المعماري المستدام:

- الوحدات الكهروضوئية (والتي يمكن أن تكون بلورية رقيقة أو شفافة أو شبة شفافة أو غير ذلك).
- منظم الشحنة لتنظيم الطاقة إلى خارج تخزين البطاريات في النظم المستقلة.
- نظام تخزين الطاقة، وهو يتكون بصفه عامة من شبكة للنظام التفاعلي في المبنى أو عدد من البطاريات في النظام المستقل.
- معدات تحويل الطاقة.
- دعم وتوريد للطاقة مثل مولدات الديزل (وهي اختيارية يستعان بها بالنظم المستقلة).
- برنامج دعم وتعليق مناسب مع توصيل الأسلاك وعوازل الأمان.

---

[١] متاح علي موقع:www.wbdg.org/resources/bipv تاريخ تصفح: ابريل ٢٠٠٩م.

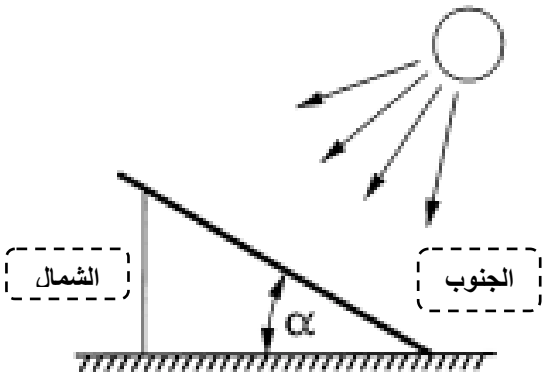
[٢] نشوي يوسف عبد الحافظ ، **العلاقة التكاملية بين المباني والخلايا الكهروضوئية**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة – جامعة القاهرة ،٢٠٠٦م.

٥-٣-٢ علاقة الموقع العام عند التشكيل باستخدام الخلايا الكهروضوئية:

إن للموقع العام تأثير مباشر عند تركيب الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المعماري للمبني القائم أو الجديد علي حد سواء، حيث توثر المباني المحيطة و كمية الظلال الناتجة عنها علي أماكن تركيب الخلايا الكهروضوئي في التشكيل المعماري وكذلك عناصر اللاندسكيب الموجودة من أشجار ونخيل. فمن الممكن أن تكون الواجهة الجنوبية مناسبة ومهيئه لتركيب الخلايا إلا أن عناصر اللاندسكيب (أشجار، نخيل) تحول دون وصول الأشعة الشمسية مما يدفعنا إلي إزالة هذا العنصر لكي لا نحول بين الخلايا والشمس. لذلك لابد من دراسة عناصر الموقع العام المحيط بالمبني وإمكانية وصول اكبر قدر من الأشعة الشمسية إلي الخلايا الكهروضوئية لإنتاج اكبر قدر من الطاقة.[١]

٥-٣-٣ زاوية الميل المثلي لتركيب الخلايا:

وتعتبر زوايا الميل المثلي من أهم المحددات التي تؤثري بشكل مباشر علي التشكيلات المعمارية، وتختلف زوايا الميل المثالي حسب الواجهة المختارة وكذلك فصول السنة المختلفة. حيث تؤثري زاوية الميل بشكل كبير علي كمية الطاقة الشمسية التي تسقط علي الخلايا وبالتالي تؤثري علي الطاقة المنتجة. ونجد أن اكبر قدر من الأشعة الشمسية يمكن الوصول إليه عندما تسقط الأشعة بشكل عمودي علي الخلايا.



شكل ٥-٤ الوضع الامثل للخلايا الكهروضوئية وضعها بزاوية ميل في أتجاة الجنوب. المصدر: الباحثة.

وبالنسبة لأفضل أماكن تحقق زوايا الميل المثلي نجد الواجهة الجنوبية والأسقف. حيث تعطي الواجهة الجنوبية شكل(٥-٤) اكبر إشعاع في الشتاء عن الصيف مما ينتج طاقة اكبر للتدفئة في الدول الباردة. أما الدول الحارة مثل مصر والعالم العربي فيكون العكس والاستهلاك الأكبر صيفا لأحمال التبريد مما يجعل الواجهة الجنوبية مناسبة أيضا.[٢]

ونظرا إلي أن موقع الشمس بالنسبة للأرض يتغير علي مدار اليوم كما يتغير بالنسبة لخطوط العرض ودوائر الطول، وكذلك مع تغير فصول السنة الأربعة. لذلك نجد الوضع الثابت للخلايا لا يمكن أن يجمع دائما اكبر قدر من الطاقة، وكذلك فأن تغير الميل آليا لمتابعة حركة الشمس مكلفا

[١] شيماء السيد أمين، **البناء بالعمارة الشمسية الموجبة وأساليب تكامل الخلايا الضوئية مع المباني**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة- جامعه القاهرة، ٢٠١٠م.

[٢] شيماء السيد أمين، **البناء بالعمارة الشمسية الموجبة وأساليب تكامل الخلايا الضوئية مع المباني**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة- جامعه القاهرة، ٢٠١٠م.

لـدرجا مـا، لـذلك فـي حالـة بقـاء الخلايـا ثابتـا فلابـد مـن زيـادة مسـاحة وحـدات الخلايـا وهـذه الطريقـة انسـب بكثيـر.[1] وعنـد تحديـد زوايـا الميـل فمـن الأفضـل أن يـتم الرجـوع إلـي خـط العـرض للمنطقـة الموجـود بها المبني.

شكل ٥- ٥ زوايا ميل الخلايا الكهروضوئية صيفا وشتاءا. المصدر: www.agr.gc.ca **ترجمة الباحثة.**

حيـث تـرتبط زوايـا ميـل الخلايـا المثلـي بخـط العـرض بمقـدار مـن (١٠الـي١٥)درجـة وذلـك بالزيـادة أو النقصان كالجدول التالي:

جدول ٥-١ زوايا الميل بالنسبة لخط العرض صيفا وشتاء.

الفترة المناخية	علي مدار العام	صيفا	شتاءا
زوايا الميل المثلي	مساوية لخط العرض	خـط العـرض نـاقص (١٠الي١٥) درجة.	خـط العـرض زائـد مـن (١٠الي١٥) درجة.

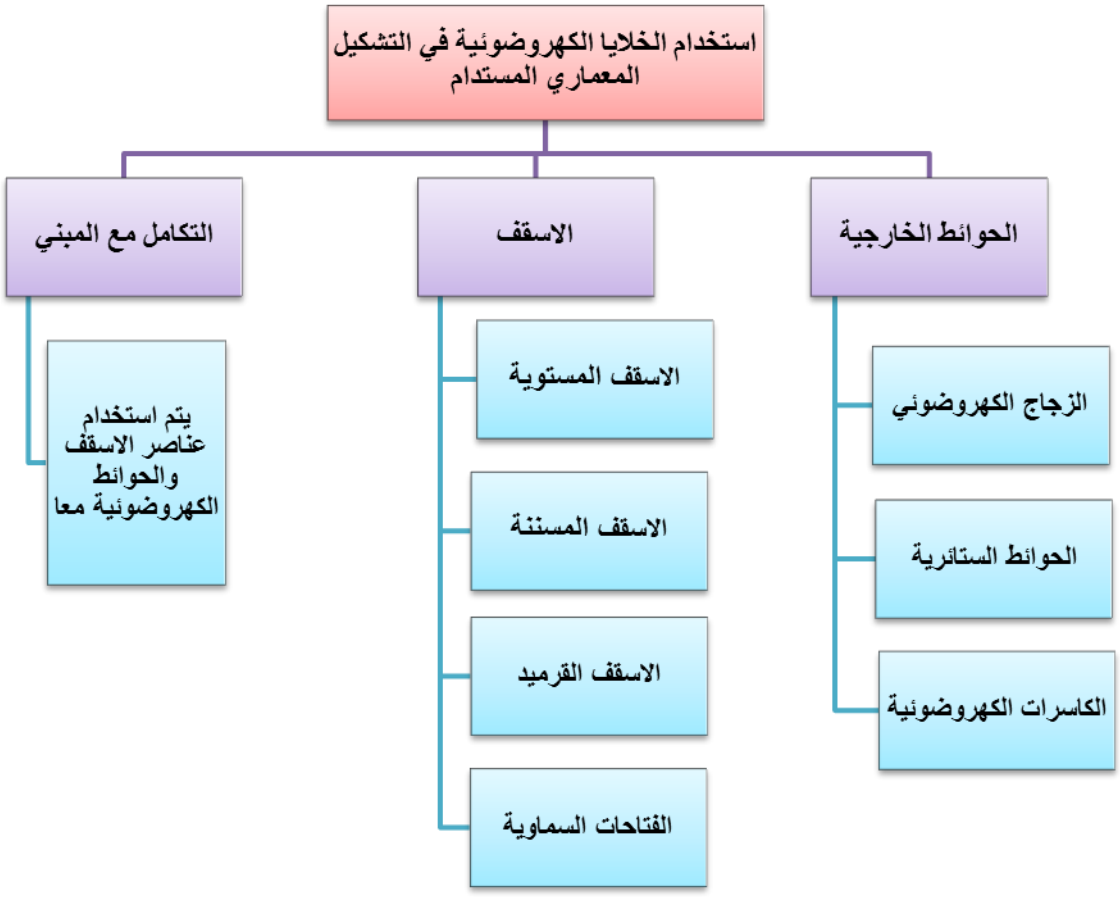
ومـع التطـور التكنولـوجي توجـد بـرامج الآن ومواقـع الكترونيـة تقـوم بحسـاب زاويـة الميـل المثلـي مباشـرة بعد إدخال خط العرض و زاوية الشمس إليها.

[1] حشمت امين عامر، **عالم الطاقة الشمسية**، دار الفكر العربي، ١٩٩٠م.

٥-٣-٤ استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المعماري:[١]

التشكيل المعماري المستدام يسمح لانواع كثيرة من تطبيقات الخلايا الكهروضوئية ان تكون ناجحة كذلك فأن هناك الكثير من وسائل الخلايا الكهروضوئية التي يمكن دمجها وادخالها عند تشكيل جميع اجزاء المبني تركب هذه الأنظمة علي الهيكل الخارجي للمبني بطرق مختلفة، فغالبا إما إن تثبت علي السقف أو علي الحوائط الخارجية للمبني. كذلك يمكن تركيبها كجزء أساسي من الغلاف الخارجي للمبني، مثال علي ذلك بلاطات السقف الكهروضوئية التي تثبت في السقف بدل البلاطات العادية .كما يمكن إن تركب الوحدات الكهروضوئية علي الواجهات الخارجية للمبني لتوليد الكهرباء وكمادة تشطيب خارجية، ويمكن استخدامها كمظلات خارجية للمطر وكاسرات لأشعة الشمس.[٢]

ويمكن تقسيم هذة العناصر الي:



شكل ٥-٦ اوضاع استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المعماري. المصدر :الباحثة.

[١] متاح علي موقع : www.solardesign.com بتاريخ تصفح أغسطس ٢٠١٠م.

[٢] احمد سلامة محيس، **أنظمة صديقة للبيئة (استخدام الأنظمة الكهروضوئية في المباني)**، مجلة عمران، العدد الخامس، الجامعة الإسلامية بغزة –فلسطين، ٢٠٠٦م.

٥-٤ استخدام الخلايا الكهروضوئية في تشكيل الحوائط الخارجية:

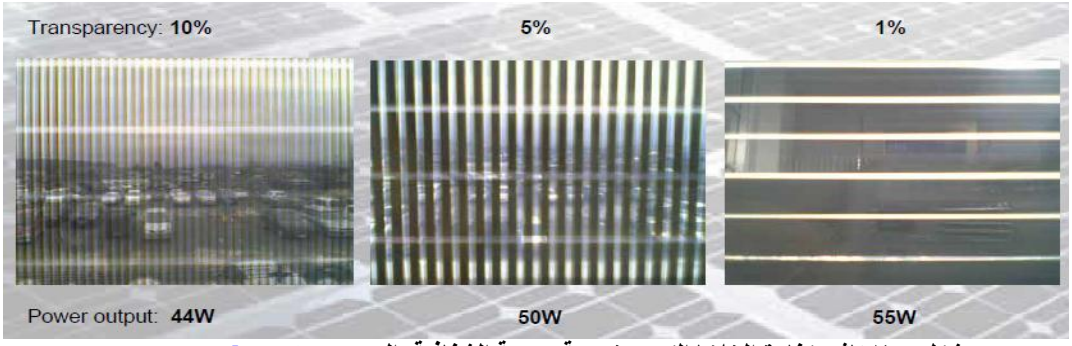
تعتبر وحدات الحوائط الخارجية من أكثر العناصر التشكيلية المعرضة للأشعة الشمسية، كما إنها تتميز بأنها مرئية أكثر وتستخدم كعنصر جذب في الواجهات يبين مدي الاهتمام بالبيئة، ومن ناحية أخري تستخدم في الحماية من المطر وأشعة الشمس غير المرغوب فيها.[١]

بالنسبة لزاوية ميل الخلايا الكهروضوئية علي الحوائط الخارجية فتتراوح ما بين ٧٥ : ١٠٥ درجة.[٢]

يمكن إضافة الخلايا الكهروضوئية عن التشكيل المعماري للحوائط الخارجية وتجميل المباني بها، حيث يمكن إضافتها بسهولة مع عدم التأثير علي النظام الإنشائي حيث إن التطور التقني للخلايا يسمح لها ألان إن تكون جزء لا يتجزأ من المباني. فان إدماج الخلايا في تشكيل المبني ليس كتشكيل فقط بل يستخدم كماده بناء وتشطيب أيضا وعل سبيل المثال حيث استبدال الزجاج التقليدي بالزجاج الكهروضوئي لم لهذا النوع من تشابه مع الزجاج التقليدي في الشكل بإضافة إلي إمكانيات الخلايا الكهروضوئية من إنتاج الطاقة والمقاومة للعوامل الجوية والتوفر بمقاسات وتشكيلات والألوان المختلفة. لذلك تعتبر الخلايا الكهروضوئية متعددة الوظائف في المباني. ويتم إضافة الخلايا إلي التشكيل المعماري عن طريق الحوائط الخارجية.

٥-٤-١ الزجاج الكهروضوئية: Glass PV

تعتبر الفتحات اضعف جزء في تشكيل الغلاف الخارجي للمباني إذا تم إهمالها. لذلك فقد اهتم المعماريين بالفتحات من الناحية الجمالية التشكيلية والوظيفية بشكل كبير. وقد استخدم الزجاج التقليدي بنسبة عالية وتم تطوير خصائصه الفيزيائية ليناسب الظروف المناخية المحيطة بالمبني ولكن هذا كان يحتاج إلي مهارة و تكاليف عالية. ولكن الآن هناك حل أسهل وأكثر دقة وتقنية وهو استخدام الزجاج الكهروضوئي في زجاج النوافذ بدل الزجاج العادي والذي يعطي نفس الخصائص الفيزيائية حيث يسمح بنفاذ الضوء باستخدام الأنواع الشفافة بإضافة إلي توفر الأنواع شبة شفافة أو غير نافذة للضوء حسب رغبة المعماري. وقد تتأثر كفاءة الخلايا كلما زادة درجة الشفافية كالتالي:



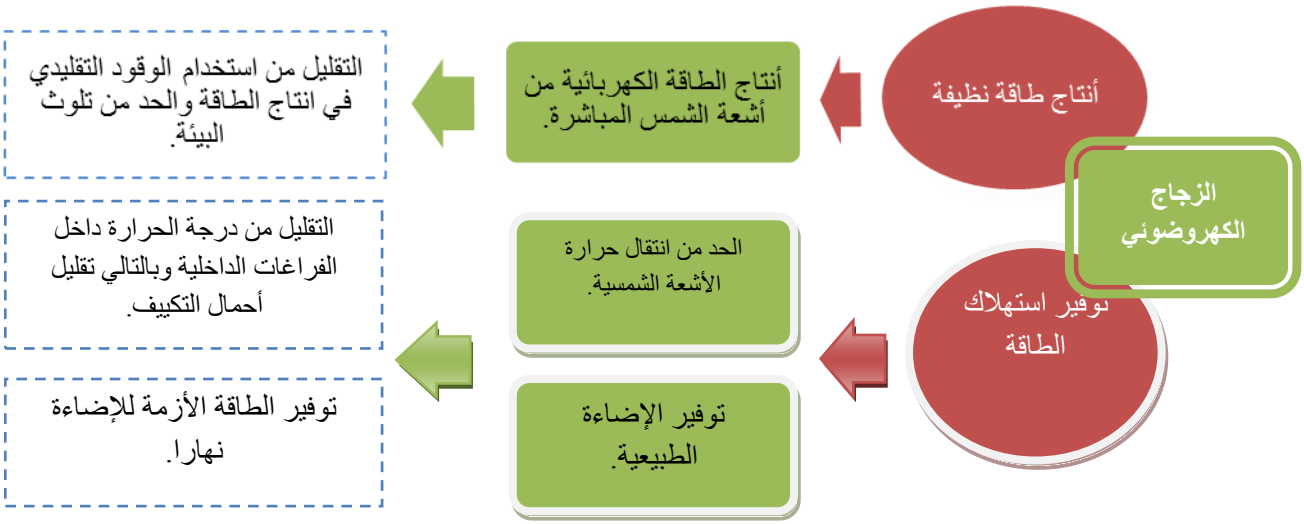
شكل ٥-٧ تاثير كفاءة الخلايا الكهروضوئية بدرجة الشفافية. المصدر: www.msk.ne.jp .

[١] د.م.احمد سلامة محيس ، **أنظمة صديقة للبيئة (استخدام الأنظمة الكهروضوئية في المباني)**، مجلة عمران ، العدد الخامس، الجامعة الإسلامية بغزة –فلسطين ، ٢٠٠٦م.

[٢] نشوي يوسف عبد الحافظ ، **العلاقة التكاملية بين المباني والخلايا الكهروضوئية**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة – جامعة القاهرة،٢٠٠٦ م.

حيث يتميز الزجاج الكهؤروضوئية بأنة عالي الأداء من الزجاج العادي حيث يمكنه توليد الطاقة النظيفة إلي لا حصر لها، وعلاوة علي ذلك يؤدي وظائف الزجاج من الوقاية من الأشعة الشمسية المباشرة، ومنع زيادة درجات الحرارة داخل حيزات المبني، ومنع الأشعة الفوق بنفسجية بنسبة تصل إلي ٩٩,٩%.[١]

ويعتبر الزجاج الكهروضوئي مادة بناء جديدة وأنيقة وتحقيق إستراتيجية التنمية المستدامة بأبعاده الثلاثة، البيئي في إنتاج الطاقة النظيفة، الاقتصادي في توفير الطاقة من تخفيض أحمال التكييف، الاجتماعي في تحقيق مستوي عالي من الراحة لمستخدمي المبني. كذلك فالزجاج الكهروضوئي مثال واضح علي التكنولوجيا المستقبلية المتاحة بين يدينا الآن.



شكل ٥-٨ المنظومة الاساسية لدور الزجاج الكهروضوئي عند استخدامة في التشكيل المعماري. المصدر:الباحثة.

٥-٤-١-١ مميزات الزجاج الكهروضوئي:

ويمكن تلخيص مميزات الزجاج الكهروضوئي في النقاط التالية:

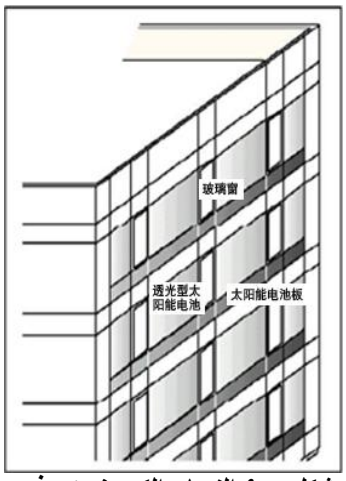
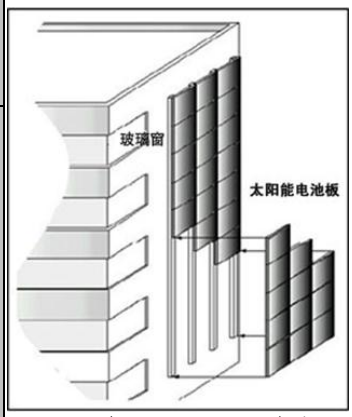
١. مادة بناء جديدة وتعمل علي تقليل التكاليف الإنشائية.
٢. يوفر الحماية من حدة أشعة الشمس المباشرة.
٣. يولد طاقة كهربائية نظيفة بمتوسط من ٤٥ إلي ٦٠ وات/م٢.
٤. تحقيق الشفافية بدرجات مختلفة وتحقيق جماليات تشكيلية.
٥. يخفض من الاكتساب الحراري والأشعة الفوق بنفسجية بنسبة ٩٩,٩%.
٦. مواد تصنيع الزجاج الكهروضوئي أمنة ويمكن إعادة استخدامها.
٧. يوفر الكثير من التشكيلات المعمارية حيث يتوفر بأبعاد ومقاسات مختلفة[٢].

[1]MSK, **Building Integrated Photovoltaic**, Making Solar Work. Visit www.msk.ne.jp

[٢] المرجع السابق.

٥-٤-١-٢ مثال تحليلي استخدام الزجاج الكهروضوئي في التشكيل المستدام:

جدول ٥-٢ مثال تحليلي لاستخدام الزجاج الكهروضوئي في التشكيل المعماري المستدام.

	شكل الزجاج الكهروضوئي	مثال تحليلي	
الزجاج الكهروضوئي في التشكيل المعماري المستدام.	 **شكل ٥-٩ الزجاج الكهرضوئي في نوافذ المباني. :** www.kyocera.co.kr  **شكل٥-١٠ استخدام الزجاج الكهروضوئية في النوافذ الطولية بمساحات كبيرة. :** www.kyocera.co.kr	**شكل ٥- ١١ ، ٥-١٢ استخدام الزجاج الكهروضوئية بالقاعات الدراسية بجامعة ويسكونسن- الولايات المتحدة الامريكية.** **المصدر:** www.solardesign.com	
	المبني	قاعات دراسية ومعامل للبحوث – جامعة ويسكونسن. الولايات المتحدة الأمريكية.	
	تحليل استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المستدام	تم استبدل الغلاف الخارجي للمبني المكون من الزجاج المزدوج المعزول التقليدية (IG) بالزجاج الكهروضوئي photovoltaic glass المصنع من خلايا الشرائح الرقيقة شبه شفافة thin-film. ويعتبر الزجاج الكهروضوئي من عناصر التشكيل المستدامة والتي تحقق ضوء الطبيعي نهار والطاقة الأزمة للإضاءة الصناعية ليل، كذلك توفر مادة بناء لتغطية المبني.[١]	

[١] متاح علي موقع: www.solardesign.com ، تاريخ تصفح مارس/ ٢٠١١م.

٥-٤-٢ الحوائط الستائرية: curtain wall

بوجه عام تعرف الحوائط الستائرية علي أنها جزء من التشكيل الخارجي للمبني غير معتم ويسمح باتصال الفراغات الداخلية للمبني بالبيئة المحيطة. وقد استخدام الزجاج كعنصر أساسي في تشكيلاها مما تحد من إقبال المعماريين عليها في بعض المناطق من العالم وخاصة المناطق ذات المناخ الحار.[١] ولكن بعض ظهور الخلايا الكهروضوئية واستخدامها بدلا من الزجاج ونظرا لما يتوفر في الخلايا مرونة تشكيلية وخصائص حرارية يمكن استخدام الحوائط الستائرية بدون عوائق لما تملكه الآن من مميزات شكلية وبيئية وإنشائية واقتصادية.

٥-٤-١-١ مميزات الحوائط الستائرية الكهروضوئية:

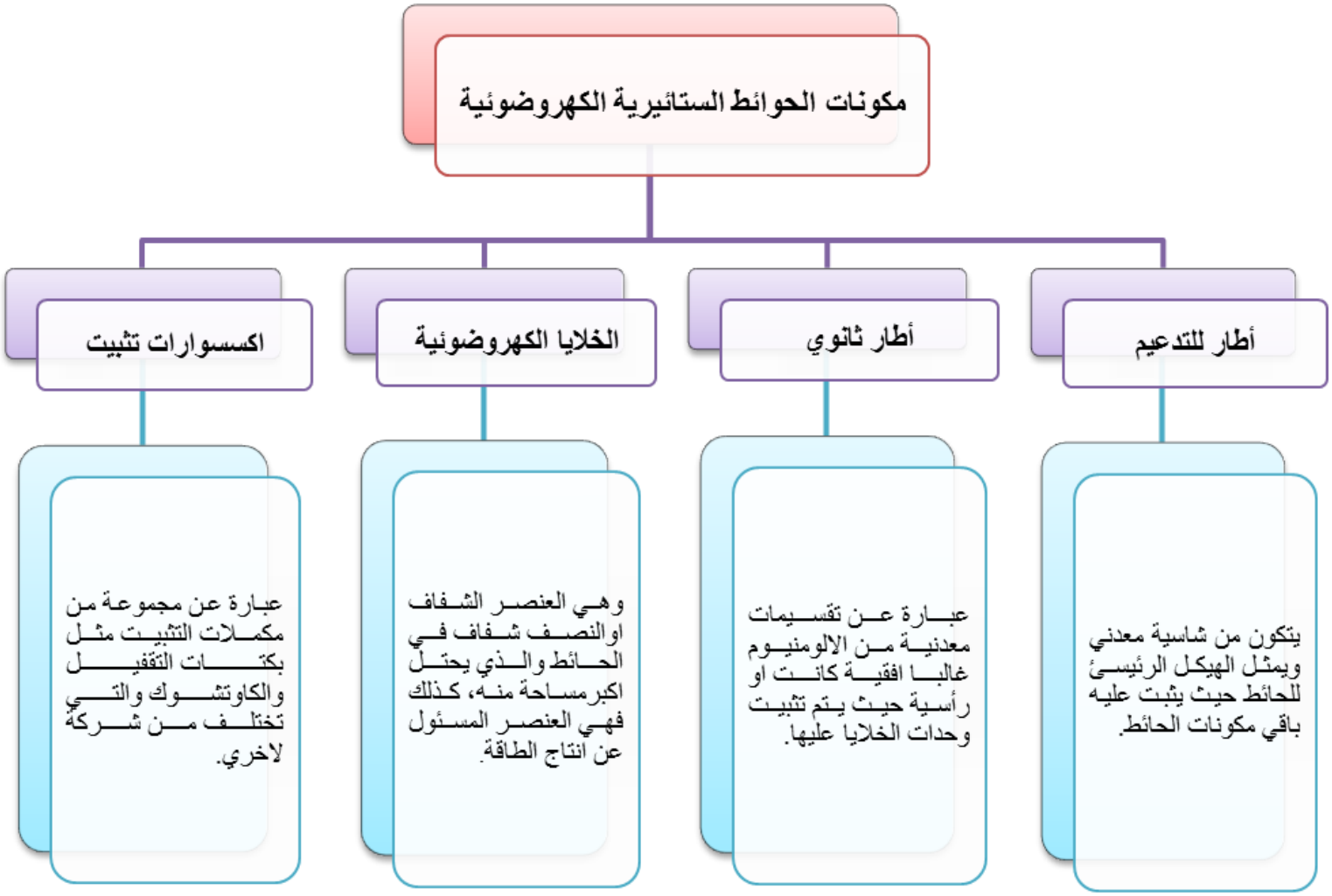
تجمع الحوائط الستائرية الكهروضوئية بين المميزات التشكيلية والجمالية للحوائط الستائرية بوجه عام وما تضيفه إليها الخلايا الكهروضوئية من مميزات بيئية ووظيفية مما يجعل التشكيل المعماري بها يحقق إستراتيجية التنمية المستدامة. ويمكن تلخيص هذه المميزات في أنها:

١. تتميز بجمال من نوع خاص يعبر عن التطور التقني في العمارة.
٢. أكثر مقاومة للعوامل الجوية وغي قابلة للصدأ ونفاذ المياه.
٣. يمكن أن تكون مغلقة أو مفتوحة حي يسهل التحكم في الهواء الداخلي.
٤. لا يتم إضافة أحمال كبيرة إلي الهيكل الإنشائي.
٥. سهولة التركيب والتنفيذ في وقت قصير.
٦. اقتصادية عند التنفيذ وعند الاستخدام.

٥-٤-٢-٢ مكونات الحوائط الستائرية الكهروضوئية:

اما بالنسبة لمكونات الحوائط الستائرية الكهروضوئية فهي متعددة وقد تختلف من نوع الي اخر، من حيث المواد المستخدمة واشكال الخلايا وانواعها وكذلك الوانها، ونسبة الخلايا الكهروضوئية بالنسبة لمساحة الحائط الكلية. ومع هذا التنوع والاختلاف يوجد مكونات اساسية لايخرج عن مضمونها اي حائط ستائري كهروضوئي وهي:[٢]

[١] مني عوض الوزير، **تأثير تقنيات البناء الحديثة للحوائط الستائرية علي ترشيد الطاقة بالمباني في مصر**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة- جامعة المنصورة، ٢٠٠٣م.
[٢] نفس المرجع السابق.



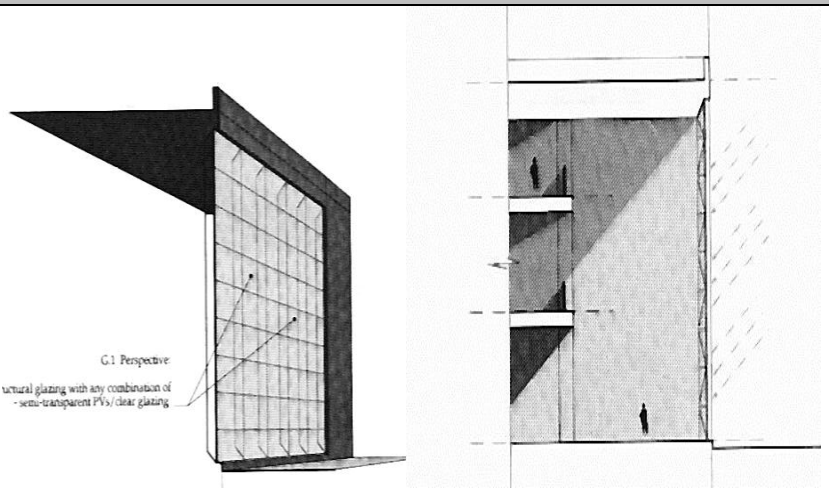
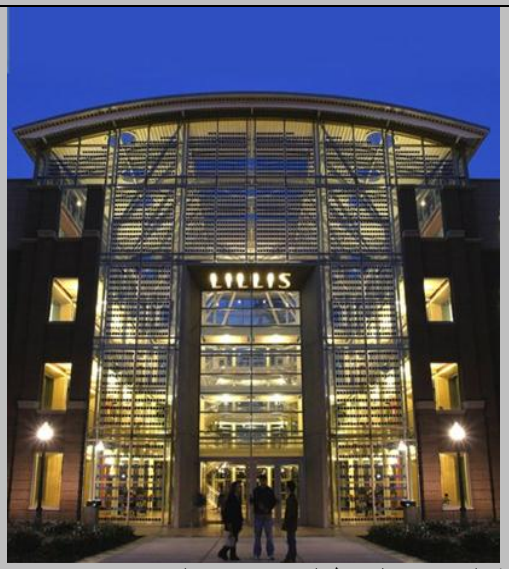
شكل ٥-١٣ توضيح المكونات الرئيسية للحوائط الستائرية الكهروضوئية. المصدر: الباحثة بتصريف من مني الوزير٢٠٠٣.

٥-٤-٢-٢ أمثلة تحليلية للإشكال المختلفة في الحوائط الكهروضوئية:

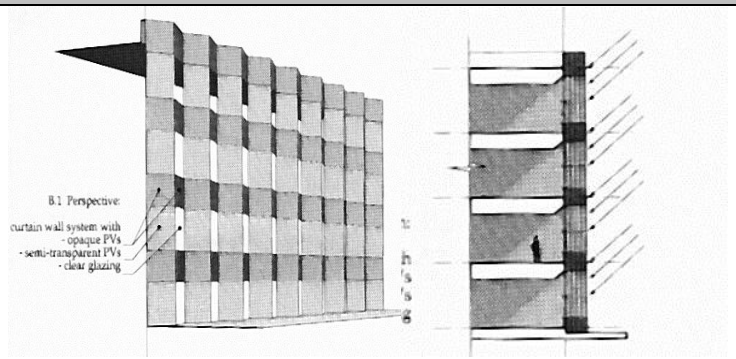
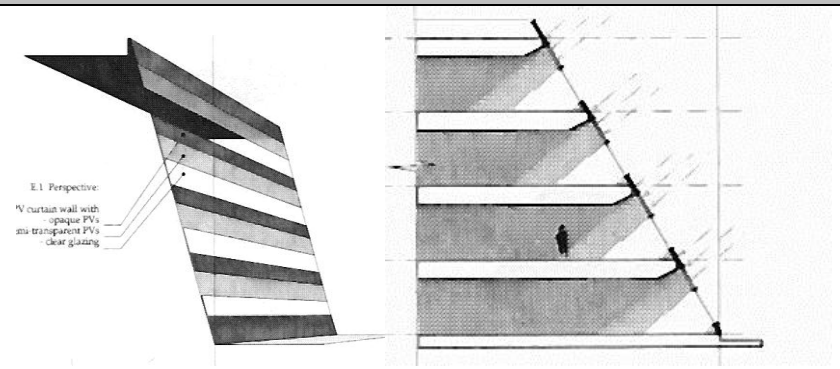
وتوجد الحوائط الستائرية الكهروضوئية بأشكال مختلفة وهي:

(الحوائط الستائرية الرأسية، الحوائط الستائرية الرأسية المسننة، الحوائط الستائرية المنحدرة، الحوائط الستائرية المتدرجة، الحوائط الستائرية المنحنية).

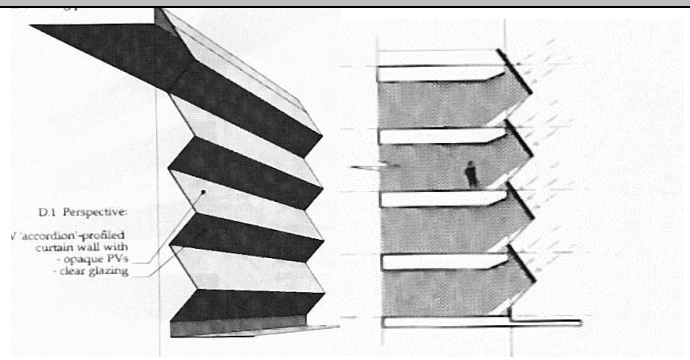
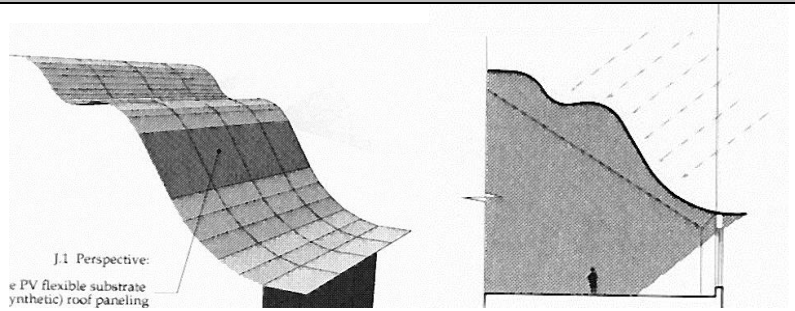
جدول٥-٣ الاشكال المختلفة للحوائط الستائرية الكهروضوئية في التشكيل المعماري المستدام.

	شكل الحائط الستائري	اسقاط الاشعة الشمسية وشكل الظلال	مثال تحليلي		
الحوائط الستائرية الرأسية	**يتميز هذا النوع بامكانية بسهولة وسرعة الانشاء وعدم التأثير علي الهيكل الانشائي بشكل كبير.**	 **شكل ٥-١٤ شكل للحائط الستائري الكهروضوئي الرأسي وتحقيق الاضاءة الطبيعية.** **المصدر: :** www.arch.hku.hk/teaching/pv-ideas/pv-ideas.html	مركز **Lillis** في جامعة ولاية أوريغون.	موقع المبني: الولايات المتحدة الأمريكية. عام تشغيل الخلايا: ٢٠٠٤م	 **شكل ٥-١٥ الحائط الكهروضوئي الراسي بمبني مركز Lillis وتحقيق الاتصال بالبيئة المحيطة. المصدر:** www.lightingdesignlab.com/locations/or_lillis

تابع جدول (٥-٣)

الحوائط الستائرية الراسية المسننة	**يتميز هذا النوع بأداة الشمسي الجيد في التوجية ناحية الاشعة الشمسية، كذلك ايجاد مجموعة من الاركان التي يمكن استخدامه كنوافذ يمكن فتحها.**	مركز أبحاث الطاقة الشمسية.	**شكل ٥-١٧ مركز ابحاث الطاقة الشمسية واستخدام الحوائط الستائرية الراسية المسننة.** www.nrel.gov/visitors_center
	 **شكل ٥-١٦ الحائط الكهروضوئي المسنن الراسي وتحقيق زاوية ميل رأسي للاشعة الشمسية** **المصدر:** www.arch.hku.hk/teaching/pv-ideas/pv-ideas.html:	موقع المبني:	الولايات المتحدة الأمريكية.
		عام تشغيل الخلايا:	١٩٩٧م.
الحوائط الستائرية المنحدرة	**يعتبر من أكثر الأنواع تفاعل مع الخلايا الكهروضوئية حيث يسهل علي الخلايا استقبال اكبر قدر من الاشعة الشمسية من خلال زاوية الميل.**	**مبني منتزة** Ferienhaus' 'Bartholomä	**شكل٥-١٩ الحائط الكهروضوئي المنحدر بمبني ألمانيا. منتزه** Ferienhaus' 'Bartholomä www.pvdatabase.org/projects view
	 **شكل ٥-١٨ الحائط الستائري الكهروضوئي المنحدر وزاوية ميل مناسبة لاستقبال الشمس.** **المصدر السابق.**	الموقع:	المانيا.
		عام تشغيل الخلايا:	٢٠٠٤م.
		قدرة الخلايا:	٢٤ كيلووات.

تابع جدول (٥-٣)

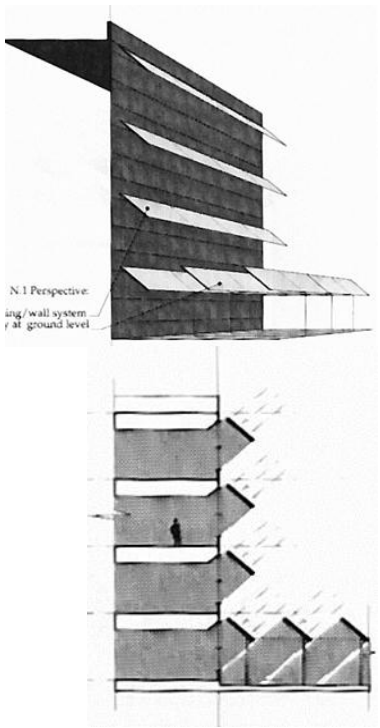
الحوائط الستائرية المنحنية	**يجمع هذا النوع بين مزايا الحوائط الرائسية وعدم اخذا مساحة افقية، وفي نفس الوقت استخدام زاوية ميل للخلايا لاستقبال الاشعة الشمسية.**	مبنـي قاعـة "Helmut List"	
		الموقع: النمسا. عـام تشـغيل الخلايا: ٢٠٠٢م قـــــــدرة الخلايا ٣٥.٦ كيلووات.	**شكل ٥-٢١ الحائط الكهروضوئي المتدرج بمبني قاعة Helmut List النمسا. المصدر: www.pvdatabase.org/projects view**
	شكل ٥- ٢٠ الحائط الستائري الكهروضوئي المتدرج والاستقبال الكامل للاشعة الشمسية. المصدر:www.arch.hku.hk/teaching/pv-ideas/pv-ideas.html		
الحوائط الستائرية المنحنية	**يثبت هذا النوع مدي التقدم التقني للخلايا والقدرة علي مرونة التشكيل وعدم تقيد المعماري باشكال ثابتة.**	مبنـــي متحـــف Kyusy الوطني.	
		الموقع: اليابان . عـام تشـغيل الخلايا: ٢٠٠٥م. قـــــــدرة الخلايا: ٤٠ كيلووات.	**شكل ٥-٢٣ مرونة التشكيل المعماري باستخدام الحوائط الستائرية الكهروضوئية بمبني المتحف الوطني Kyusyu اليابان. المصدر السابق.**
	شكل ٥-٢٢ الحائط الستائري الكهروضوئي المنحنية ومرونة التشكيل المعماري. المصدر السابق.		

٥-٤-٣ الكاسرات الكهروضوئية: Sunshades

هناك حاجة متزايدة للاهتمام بتصميم كاسرات ونظم تظليل نتيجة لزيادة استخدام فتحات النوافذ الكبيرة في العمارة اليوم وتعتبر الكاسرات الكهروضوئية من أكثر عناصر التشكيل المستدام التي يمكن استخدامها في تظليل الواجهات حيث يمكنها حجب الشمس عن الفتحات والواجهة وفي نفس الوقت تنتج الكهرباء وتوفر أيضا تشكيل جمالي للمبني. كما إن استخدامها وإضافتها إلي المبني لا تؤثر علي النظام الإنشائي.[1] وتتوفر الكاسرات بعدة تشكيلات معمارية تتوقف علي زاوية الميل المستخدمة في استقبال الكاسرة الكهروضوئية للشمس.

٥-٤-٣-١ أمثلة تحليلية لتشكيلات الكاسرات الكهروضوئية:

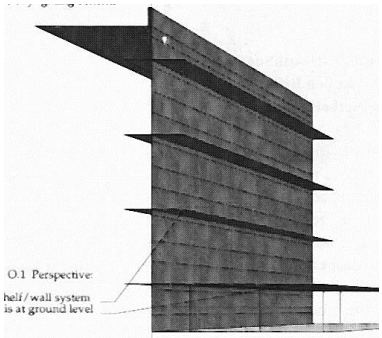
جدول ٥-٤ اشكال الكاسرات الكهروضوئية المستخدمة في التشكيل المعماري المستدام.

<table>
<tr><td></td><td>شكل الكاسرة والظلال الساقطة</td><td colspan="2">مثال تحليلي</td></tr>
<tr><td rowspan="3">الكاسرات الكهروضوئية الأفقية</td><td rowspan="3"> 
شكل٥-٢٤ الكاسرات الكهروضوئية بزاوية ميل بدون اسقاط الظلال علي بعضها البعض. المصدر:
www.arch.hku.hk/teaching/pv-ideas/pv-ideas.html</td><td colspan="2">
شكل٥-٢٥ استخدام الكاسرات الكهروضوئية بزاوية ميل في مركز البحوث جامعة نيويورك.المصدر: www.solardesign.com</td></tr>
<tr><td>المبني</td><td>مركز للبحوث العلمية والتعليمية- جامعة نيويورك- الولايات المتحدة الأمريكية.</td></tr>
<tr><td>تحليل استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المستدام</td><td>تم تثبيت كاسرات الشمس الكهروضوئية s sunshade بشكل متكامل مع عناصر تشكيل واجهة المني. حيث تعمل كاسرات الشمس الكهروضوئية علي التقاط أشعة الشمس لحجبها عن المبني و توليد الكهرباء وتخفيض أحمال التبريد غير المرغوب فيها ،كذلك توجد مجموعة من وحدات كهروضوئية كبيرة تشكل المظلة الزجاجية في منطقة حديقة خضراء في جنوب مبنى.[2]</td></tr>
</table>

[1] E P I A, **BUILDING INTEGRATED PHOTOVOLTAICS A NEW DESIGN OPPORTUNITY FOR ARCHITECTS** European Photovoltaic Industry Association,, 2009, www.epia.org

[2]

تابع جدول (٥-٤)

الكاسرات الكهروضوئية المائلة بزاوية	 **شكل٥-٢٦ الكاسرات الكهروضوئية الافقية واسقاط الظلال لحماية المبني من حدة الاشعة الشمسية. المصدر:** www.arch.hku.hk/teaching/pv-ideas/pv-ideas.html	 **شكل ٥-٢٧ ادماج الكاسرات الكهروضوئية الافقية بفندق منتي ملجه- اسبانيا. المصدر:** www.pvdatabase.org/projects_view
	المبني	فندق Monte Malaga، اسبانيا، ٢٠٠٥م. بقدرة ٥٤ كيلووات.
	تحليل استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المستدام	يتم دمج الوحدات الكهروضوئية كعناصر تظليل للحماية من أشعة الشمس في جميع الغرف. مع توليد الطاقة الكهربائية. وقد اهتم المصممين بالأسلاك والتي تتكامل هيكل المبني ولا يمكن رؤيتها من الخارج. وقد حصل المبني على جائزة "Construmat 2007"،ببرشلونة.[١]

٥-٥ استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المعماري للأسقف:

تتميز وحدات السقف بتعرضها الدائم لأشعة الشمس وقلة الظلال الساقطة عليها من المباني المجاورة ، كما إن كفاءتها عالية نتيجة لسهولة التحكم في زاوية ميلها المناسبة لموقع الشمس، هذا بالإضافة لكونها سهلة التركيب وبعدها عن الاعتداء والتخريب. ومع ذلك فقد تضيف وزنا إضافيا علي السقف، إلا إذا كانت من مكونات السقف نفسه.[٢]

والزوايا التي تركب الخلايا الكهروضوئية علي الأسقف بالنسبة للأسقف المستوية تتراوح زاوية الميل من صفر : ١٥ درجة.

وبالنسبة للأسقف المائلة تتراوح ما بين ١٥ : ٧٥ درجة. [٣]

[١] متاح علي موقع: www.pvdatabase.org/projects_view

[٢] د.م.احمد سلامة محيس ، **أنظمة صديقة للبيئة (استخدام الأنظمة الكهروضوئية في المباني)**، مجلة عمران ، العدد الخامس، الجامعة الإسلامية بغزة –فلسطين ، ٢٠٠٥م.

[٣] متاح علي موقع : www.pv.coolbuild.com

٥-٥-١ الأسقف الكهروضوئية المستوية:

تملك الأسطح المستوية ميزة استقبال الأشعة الشمسية مع سهولة عمل التركيب والصيانة، وكذلك حرية اختيار الاتجاه المناسب لتوجيه وحدات الخلايا.

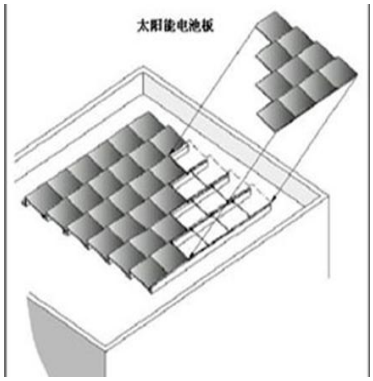
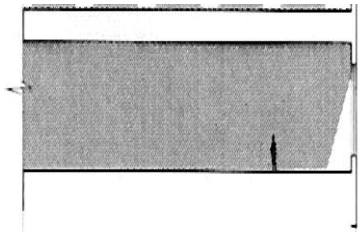
و يتم التحكم في زاوية الميل لتشكيل الأسقف المستوية في حالتين وهم:

- بدون زاوية ميل فينتج سقف مستوي أفقي.
- بزاوية ميل في شكل مصفوفات متتالية مع مراعاة عدم إسقاط الظل.

ولكن يجب تؤاخي الحذر من اتجاه هبوب الرياح وقوتها وكذلك مراعاة إضافة وزن هذه الوحدات إلي النظام الإنشائي للأسقف.

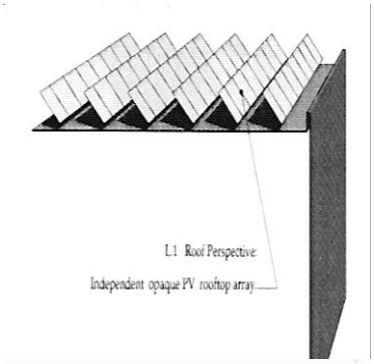
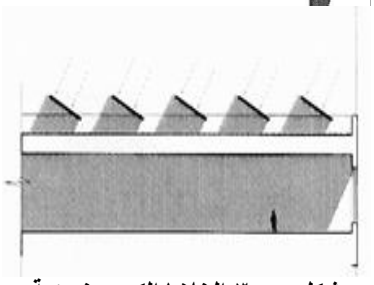
٥-٥-١-١ تحليل الأوضاع المختلفة للتشكيل بالخلايا علي الأسقف المستوية:

جدول ٥-٥ الاوضاع المختلفة لوحدات الخلايا الكهروضوئية في الاسقف المستوية.

	شكل الأسقف المستوية والظلال الساقطة	مثال تحليلي	
الخلايا الكهروضوئية علي الأسقف المستوية بدون زاوية ميل		**شكل٥-٢٩ سقف مبني وكالة المناخ بلندن وتثبيت الخلايا افقي بدون زاوية ميل. المصدر:** www.pvdatabase.org/projects_view	
	 **شكل ٥-٢٨ الاسقف المستوية وتثبيت الخلايا افقيا بدون زاوية ميل. المصدر:** www.arch.hku.hk/teaching/pv-ideas/pv-ideas.html	المبني	وكالة تغير المناخ بلندن – المملكة المتحدة، ٢٠٠٦م.قدرة ٦٣,٥٥كليووات.
		تحليل استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المستدام	تم وضع الخلايا الكهروضوئية علي الأسقف المستوية للمبني علي إطار من الألومونيوم خفيف الوزن وسريع التثبيت حتى لا يكون عبئا إضافيا على سقف أقل من 20كم/م2. و تم تصميم هذا النظام ليتناسب مع قوات الرياح الموجودة .هذا النظام الكهروضوئية موجودة بإضافة إلي مجموعة من توربينات الرياح ، حيث تعمل هذه النظم المستخدمة للطاقات المتجددة إلي التقليل من انبعاث الكربون مما يجعل المبني مستدام .[1]

[1] متاح علي موقع: www.pvdatabase.org/projects_view

تابع جدول (٥-٥)

الكاسرات الكهروضوئية المائلة بزاوية علي الأسقف المستوية	  **شكل ٥-٣٠ الخلايا الكهروضوئية بزاوية ميل لاستقبال الطاقة الشمسيةعلي سقف مستوي .المصدر:** www.arch.hku.hk/teaching/pv-ideas/pv-ideas.html	 **شكل ٥-٣١ مبني البرلمان الالماني واستخدام الخلايا بزاوية ميل علي الاسقف المستوية بأوضاع مختلفة. المصدر:** www.pvdatabase.org/projects_view
	تحليل استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المستدام	تم إضافة الوحدات الكهروضوئية علي الأسقف المستوية للمبني القائم للتظليل والحماية من أشعة الشمس مع توليد الطاقة الكهربائية. وعند تحديد أماكن الخلايا روعي المنشأت القريبة لتفادي الظلال، ويوضح هذا المبني مدي تناغم الخلايا مع تشكيل المباني القائمة.
	المبني	مبني البرلمان الحكومي، ألمانيا، ٢٠٠١م. بقدرة ١٢٣كيلووات.

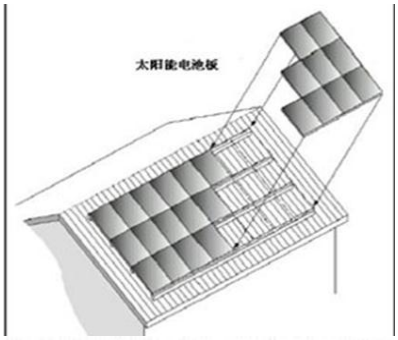
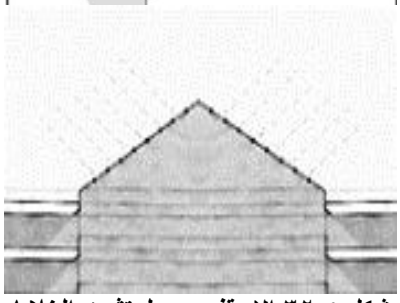
٥-٥-٢ الأسقف الكهروضوئية المائلة:

تعتبر الأسقف المائلة مكانا نموذجيا لتركيب وحدات الخلايا الكهروضوئية، حيث يمكن تثبيتها بسهولة وتعتبر الأسقف المائلة الكهروضوئية من أكثر التطبيقات انتشارا والمثيرة للاهتمام، حيث يسهل إدخالها في تشكيل كتلة المبني وذلك بميل السقف أو جزاء منه عن طريق حساب زاوية الميل المناسبة التي تحتاج إليها الخلايا وكذلك الاتجاه المناسب. وتتوافر هذه الأسقف بكثرة في الدول الأوربية، ويتم تثبت الخلايا عن طريق تثبت إطارات معدنية أفقية وراسية وذلك بعد عزل السقف وتحديد أماكن البطاريات والمحولات وعم أظهار الوصلات والأسلاك.[١]

[1]MSK, **Building Integrated Photovoltaic**, Making Solar Work. Visit **www.msk.ne.jp**

٥-٥-٢-١ مثال تحليلي للتشكيل بالخلايا علي الأسقف المائلة:

جدول ٥-٦ تثبيت الخلايا علي الاسقف المائلة .

	شكل الأسقف المائلة	مثال تحليلي	
الأسقف الكهروضوئية المائلة	  **شكل ٥-٣٢ الاسقف سهول تثبيت الخلايا وكذلك زيادة الفرصة لاستقبال الاشعة الشمسية. المصدر:** www.arch.hku.hk/teaching/pv-ideas/pv-ideas.html	 **شكل ٥-٣٣ منزل ايمندينجين السالب والتناغم في التشكيل بالاسقف الكهروضوئية المائلة في الاتجاهين.المصدر:** www.pvdatabase.org/projects_view	المبني: بيت Emmendingen السالب– ألمانيا، ٢٠٠٧م. بقدرة ١٧كيلووات.
			تحليل استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المستدام: يعتبر المنزل من المنازل السالبة في استغلال الطاقة حيث تم تشكيل السقف المائل لاستيعاب مجموعة متكاملة من الخلايا الكهروضوئية بقدرة تستطيع استيعاب استهلاك المنزل بالكامل مما يجعل استهلاك المباني للمصادر التقليدية صفر. وبذلك يحقق المبني الاشتراطات القياسية الألمانية للمباني السالبة.

٥-٥-٣ الأسقف الكهروضوئية المسننة:

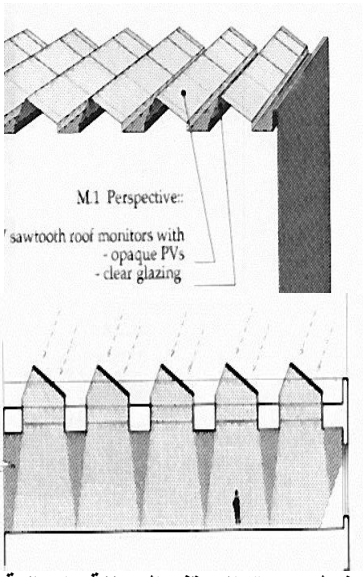
الأسقف المسننة توفر ثلاث أبعاد أساسية لنجاح التشكيل بالخلايا الكهروضوئية وهي:

- يمكن تركيب وتثبيت وحدات الخلايا عليها بسهولة وبأقل التكاليف.
- كذلك يمكن استخدامه كفتحات شبابيك تظلل الفراغات الداخلية من أشعة الشمس المباشرة.
- بإضافة إلي توليد الطاقة الكهربائية.

وبالتالي نضمن تحقيق التشكيل الجمالي وتوفير الإضاءة الطبيعية نهارا والصناعية ليلا.[1]

٥-٥-٣-١ مثال تحليلي للتشكيل بالخلايا علي الأسقف المسننة:

جدول ٥-٧ الاسقف المسننة وادخال الاضاءة الطبيعية.

	شكل الاسقف والظلال الساقطة	مثال تحليلي	
الأسقف الكهروضوئية المسننة	 **شكل ٥-٣٤ الاسقف المسننة وامكانية توفير الاضاءة الطبيعية. المصدر:** www.arch.hku.hk/teaching/pv-ideas/pv-ideas.html	 **شكل ٥-٣٥ الخلايا الكهروضوئية علي الاسقف المسننة بمجمع نيولند الرياضي هولندا. المصدر:** www.pvdatabase.org/projects_view	المبني: مجمع Nieuwland الرياضي- هولندا ، ١٩٩٨م. بقدرة ٤٦كيلووات.
			تحليل استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المستدام: المبني عبارة عن مركز رياضي تجاري في حي Nieuwland (امرسفورت) وهو تابع لمشروع من قبل المفوضية الأوربية لإنتاج 1ميجاواط من الطاقة[2]، وقد تم التشكيل من خلال استخدام وحدات الخلايا الكهروضوئية المائلة للسقف بمسطح 95 م2من الألواح الكهروضوئية شبه شفافة و المتراكمة فوق مدخل المبنى. ومن المتوقع سنويا إنتاج 35000 كيلووات ساعة من الكهرباء بالطاقة الشمسية الكهروضوئية.

[1] نشوي يوسف عبد الحافظ، **العلاقة التكاملية بين المباني والخلايا الكهروضوئية** ، رسالة ماجستير، كلية الهندسة – جامعة القاهرة، ٢٠٠٦ م.

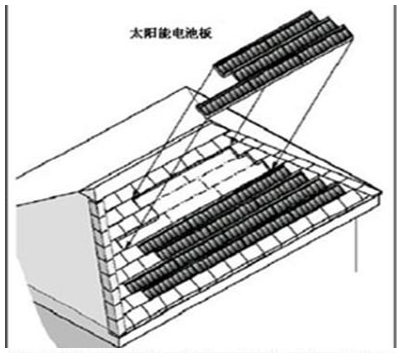
[2] Henk Bouwmeester and Jan van Ijken, Book **'Bouwen op de Zon, Building Solar**, AEneas publishers, ISBN: 90-75365-19-5, 1999.

٥-٥-٤ الأسقف الكهروضوئية مع القرميد:

نجد في هذا النوع من الاسقف تناغم بين الخلايا الكهروضوئية ومادة التشطيب قطع القرميد. حيث تتوفر الخلايا من وحدات نمطية بأشكال وتفاصيل جمالية تشبة القرميد بالأضافة الي الخصائص الانشائية والحرارية من عدم نفاذ المياة، حيث يتم وضع الخلايا في هيكل من البلاستيك للخفاظ عليها. كذلك تأخذ الخلايا اللوان تقترب بكثير من اللوان قطع القرميد مما يحدث تجانس بين الحديث المتمثل في الخلايا والقديم في هيكل سقف القرميد التقليدي.[1] وتنتشر هذة الاسقف في اعادة التشكيل المعماري للمباني القديمة للحفاظ علي الطابع والتراث مع مواكبة التطور التقني المحقق للتنمية المستدامة.

٥-٥-٤-١ مثال تحليلي للتشكيل بالخلايا مع الاسقف القرميد:

جدول ٥-٨ السقف القرميدي باستخدام وحدات الخلايا الكهروضوئية.

	شكل الاسقف القرميد	مثال تحليلي	
الاسقف الكهروضوئية القرميدية	 **شكل٥-٣٦ استخدام الخلايا الكهروضوئية مكان قطع القرميد بنفس المقاسات والابعاد وكذلك باللوان متقاربا ايضا.** **المصدر:** www.arch.hku.hk/teaching/pv-ideas/pv-ideas.html	 **شكل ٥-٣٧ ادخال الخلايا في الاسقف القرميدية بمدرسة تعليم اساسي- المملكة المتحدة. المصدر: :** www.solarcentury.com	المبني
			تحليل استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المستدام
		مدرسة – المملكة المتحدة، ١٩٩٨م. بقدرة ٤٦كيلووات.	يتم التشكيل من خلال استخدام الخلايا الكهروضوئية التي تأخذ شكل القرميد الطيني في الأسقف ، حتى يسهل التشكيل وأعطي شكل القرميد كذلك حيت يسهل تثبيتها ودمجها مع قطع القرميد حيت يمكن للخلايا التوفير بنفس أبعاد القرميد.

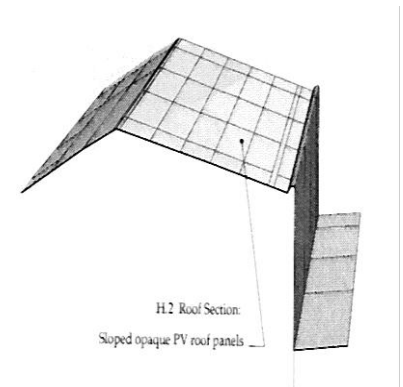
[1] MSK, **Building Integrated Photovoltaic**, Making Solar Work. Visit **www.msk.ne.jp**

٥-٥-٥ الأسقف الكهروضوئي السماوية:

تعتبر الاسقف السماوية من اكبر التحديات التي كانت تواجه استخدام الخلايا الكهروضوئية في المباني. ولكن الان اصبح الامر مختلف فبعد التطور التقني والتشكيلي للخلايا وامكانية استخدامها في تغطية الاتريم والفراغات المفتوحة الي السماء، فتحت الباب واسع امما ابداع المعماريين التشكيلية. حيث يجمع هذا النوع بين ميزة إمكانية نشر الضوء داخل المبني وكذلك نظام تغطية و سطح ملائم يمكن تثبيت الخلايا علية حيث يمكن إمداد المبني بضوء النهار وبالكهرباء الأزمة لضوء الصناعي ويتم تثبيت الوحدات الكهروضوئية بسهولة علي الدعامات الهيكلية لهذة الاسقف بتشكيلاتها المختلفة.[1]

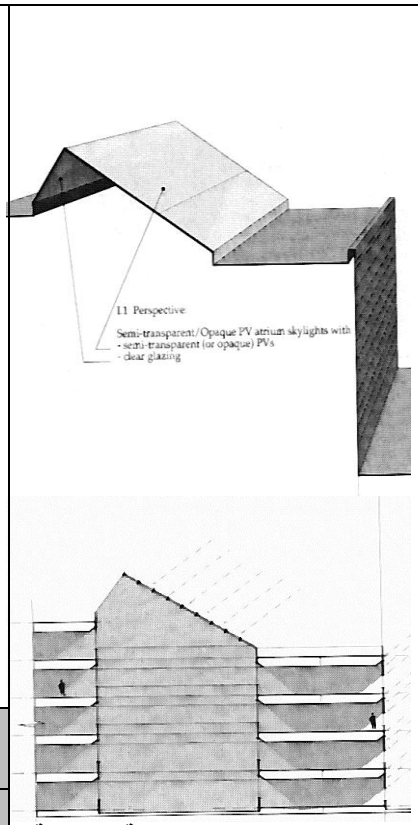
٥-٥-٥-١ مثال تحليلي للتشكيل بالخلايا الكهروضوئية في الاسقف السماوية:

جدول ٥-٩ اشكال الاسقف الكهروضوئية السماوية وتوفير الاضاءة الطبيعية.

	شكل الاسقف والظلال الساقطة	مثال تحليلي	
الأسقف السماوية في اكثر من اتجاه	 **شكل ٥-٣٨ الاسقف السماوية الكهروضوئية في اكثر من اتجاه.** **المصدر:** www.arch.hku.hk/teaching/pv-ideas/pv-ideas.html	 **شكل ٥-٣٩ سقف سماوي بتشكيل مستدير بكافتيريا امبينتي المانيا.** www.pvdatabase.org/projects_view	المبني: كافتيريا Ambiente - ألمانيا، ١٩٩٧م. بقدرة ٩كيلووات. تحليل استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المستدام: تم تشيد المبنى علي شكل قاعة مستديرة منذ عام ١٩٢٩م. في عام ١٩٩٧ كان من الضروري توسيع وتجديد المبنى. وكانت هذه الفرصة لإثبات وتشجيع استخدام الطاقة بكفاءة داخل مدينة بريمن ، واستخدام الطاقات المتجددة على مبنى قائم. لذلك فقد تم إضافة الخلايا الكهروضوئية بشكل متكامل مع المبني القائم، كذلك تم استخدام الخلايا الشفافة بمعدل نفاذية ٤٥٪ لإدخال الإضاءة الطبيعية.

[1] E P I A, **BUILDING INTEGRATED PHOTOVOLTAICS A NEW DESIGN OPPORTUNITY FOR ARCHITECTS** , European Photovoltaic Industry Association, 2009. www.epia.org

تابع جدول (٥-٩)

الأسقف السماوية في اتجاه واحد.	 **شكل ٥-٤٠ الاسقف السماوية والتوجية في اتجاة واحد الي الاشعة الشمسية.** **المصدر:** www.arch.hku.hk/teaching/pv-ideas/pv-ideas.html	المبني: مدرسة ابتدائية، اليابان، ٢٠٠٤م. بقدرة ٢٠كيلووات. تحليل استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المستدام: من مفهوم التعايش مع الطبيعة في منطقة حضرية، تم تعزيز تشكيل مبني كاو الابتدائية بسقف سماوي من الخلايا الكهروضوئية للوصول الي تشكيل معماري مستدام صديق للبيئة ينتج الكهرباء ويسمح بالاضاءة الطبيعية.
	شكل ٥-٤١ اعادة تشكيل مدرسة كاو الابتدائية- اليابان بالاسقف الكهروضوئية السماوية في اتجاة الجنوب. www.msk.ne.jp/en/index.html	

٥-٦ التكامل مع المبني:

مما سبق اوضحنا كيف يمكن استخدام الخلايا الكهروضوئية بالعديد من التشكيلات المستدامة في الحوائط الخارجية او في الاسقف والوصول الي الهدف التشكيلي الجمالي وكذلك الهدف الوظيفي مما يؤفي بتحقيق التشكيل المعماري المستدام. ومع هذا يمكن ان يتم التكامل في تشكيل المبني بأستخدام اكثر من نوع من الخلايا الشمسية وذلك في الاسقف والحوائط الخارجية معا. واحداث منظومة تشكيلية متكاملة تستخدم جميع ابعادها الخلايا الكهروضوئية حيث يصل المبني الي القادرة علي تحقيق الاكتفاء الذاتي من انتاج الطاقة، مع عدم الاضرار بالبيئة وكذلك المستخدمين للمبني.

٥-٦-١ مثال تحليلي لتكامل التشكيل بالخلايا في الحوائط والأسقف:

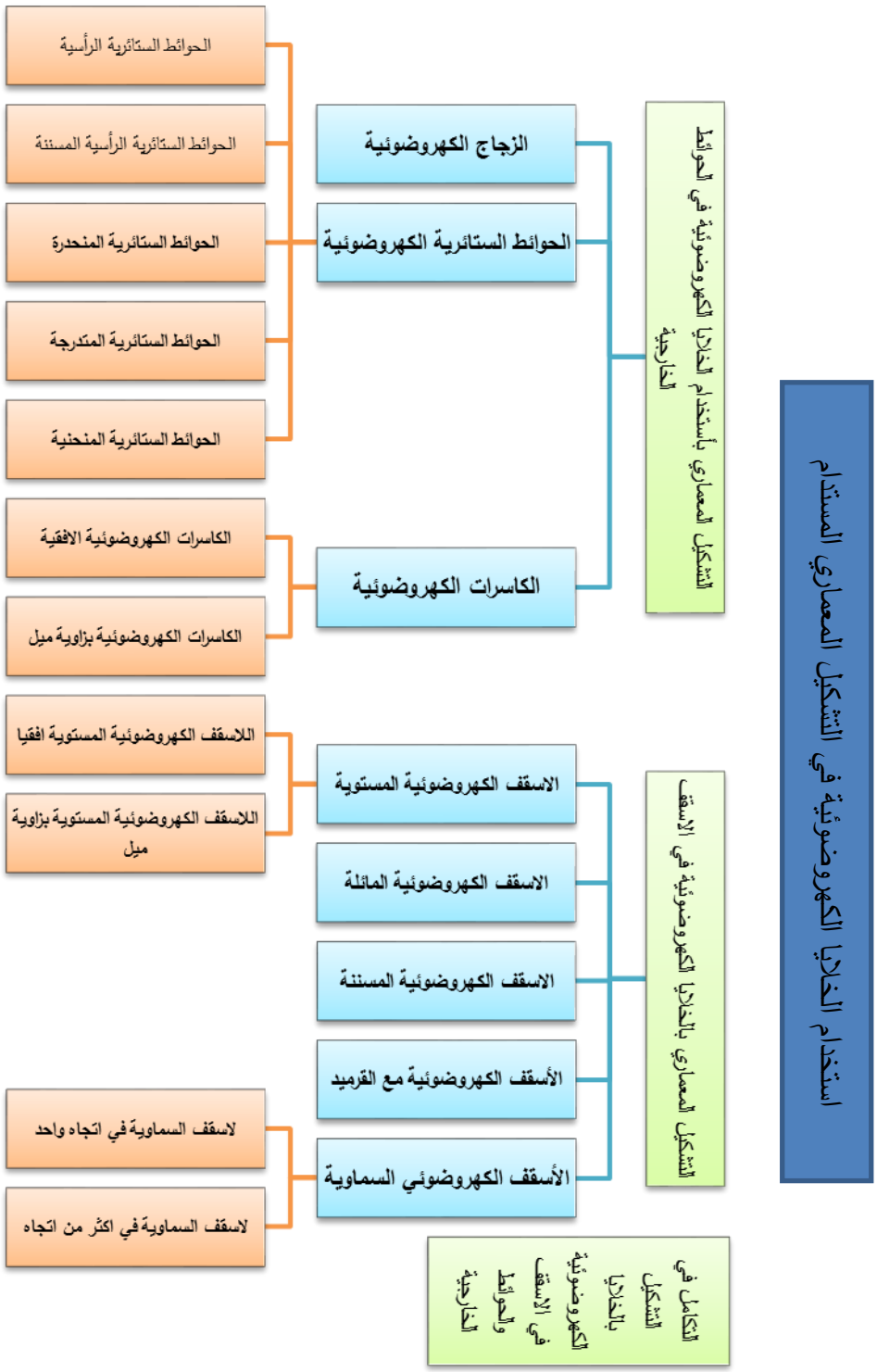
مقر البعثة الأمريكية لدى الأمم المتحدة في جنيف :

شكل ٥-٤٢ مقر البعثة الامريكية بجنيف استخدام التكامل بالحوائط الخارجية والاسقف الكهروضوئية.
المصدر: www.state.gov

الموقع	جنيف Geneva ، سويسرا .
العميل	وزارة الخارجية الأميركية.
وظيفة المبني	مقر البعثة الدبلوماسية الأمريكية.
استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المستدام	المهندس المعماري رون توماسو قام بتشكيل المبني وتحقيق التكامل بين المبني والخلايا الكهروضوئية BIPV. وتم التشكيل والتكامل بأربعة أنواع من الخلايا الكهروضوئية الخلايا المركبة على السطح ، و الزجاج الكهروضوئي في النوافذ ، والحوائط الكهروضوئية ، كذلك استخدام الكاسرات الكهروضوئية.

ملخص الفصل الخامس:

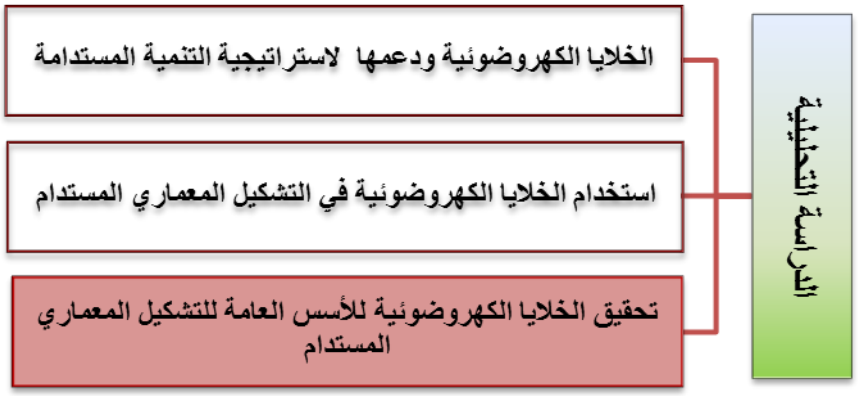
طبقا للمنهج التحليلي المتبع في هذا الفصل تم عرض كيفية إدخال النظم الكهروضوئية إلي التشكيل المعماري المستدام واشتراطات هذا الإدخال وكيفيته، كذلك المميزات الناتجة عن استخدام الخلايا في التشكيل المعماري. ويتم استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المعماري المستدام من خلال.



٢ – الدراسة التحليلية

٢-٣ الفصل السادس:

تحقيق الخلايا الكهروضوئية للأسس العامة للتشكيل المعماري المستدام

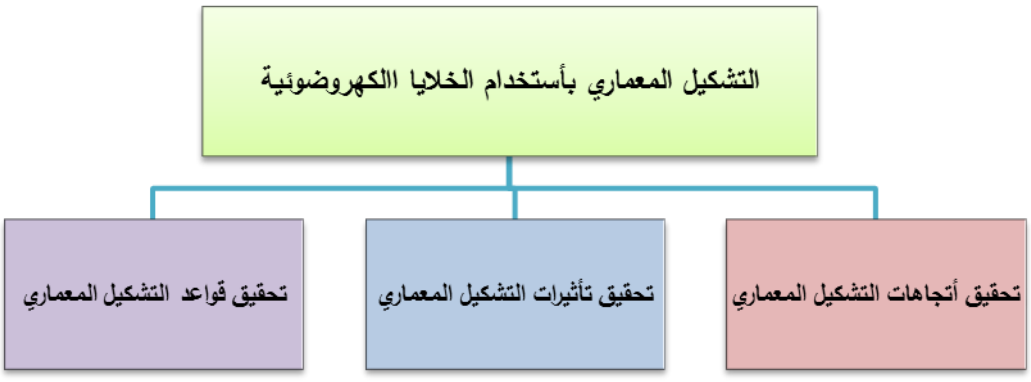


٦-١ المقدمة:

أن استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المعماري لها مراحل ومحددات عديدة وأن استخدامها بدون دراسة وفهم لهذه المحددات قد يؤدى إلى فشل في استخدامها ربما لعدم توافقها مع البيئة مناخيًا مثلا أو عدم تقبل السكان لهذه المواد نفسيًا، وهو ما يطرح الفكر البحثي في هذا الاتجاه من تقييم للخلايا الكهروضوئية ومعرفة عيوبها ومميزاتها ومحددات استخدامها. استخدام الخلايا الكهروضوئية يتطلب تطبيق العديد من الدراسات والإجراءات التي تضمن استعمالها في إطار بيئي، وهو الأمر الذي يتطلب جهدًا كبيرًا في البحث ودراسة مواد تصنيعها والإلمام بخصائصها الطبيعية حتى تنتج تشكيل معماري يتناسب مع الظروف البيئية، الأمر الذي سوف يؤثر بالتبعية على مستقبل العمارة البيئية ويحقق التوافق مع البيئة والوسط المحيط، كما أنه يفرض علينا الاهتمام بالدراسات العالمية في هذا المجال واختيار ما يناسبنا منها وترك ما لا يناسبنا وتكون هذه المتابعة علمية أكثر منها ملاحقة تطبيقية ولا يكون تأثرًا سطحيًا يكتفي بنقل القشرة الخارجية بدون نقل الجوهر.

٦-٢ تحقيق الخلايا الكهروضوئية للأسس العامة للتشكيل المعماري:

بعد ما تبعنا امكانيا استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المعماري المستدام من خلال ادخالها في تشكيل الحوائط الخارجية او الاسقف او تحقيق التكامل باستخدم الاثنين معا. كان علينا معرفة مدي قدرة الخلايا علي تحقيق قواعد التشكيل المعماري حتي يكون استخدام الخلايا خاضع لاسس وقواعد تشكيلية معماري، وليس مجرد استخدام لتقنية حديثة. حيث يتفاوت تحقيق التشكيل المعماري باستخدام الخلايا بين المنظور العلمي والتشكيلي الوظيفي الذي يصل الي المشاهد، فقد يعجب المشاهد بشكل عام بروعة التقدم التكنولوجي في تحويل الاشعة الشمسية الي طاقة كهربائية، ويأتي دور المعماري هنا الي تحويل النظرة العلمية الي نظرة علمية تشكيلية من خلال تناغم الخلايا بقواعد التشكيل المعماري من وسائل وعلاقات.

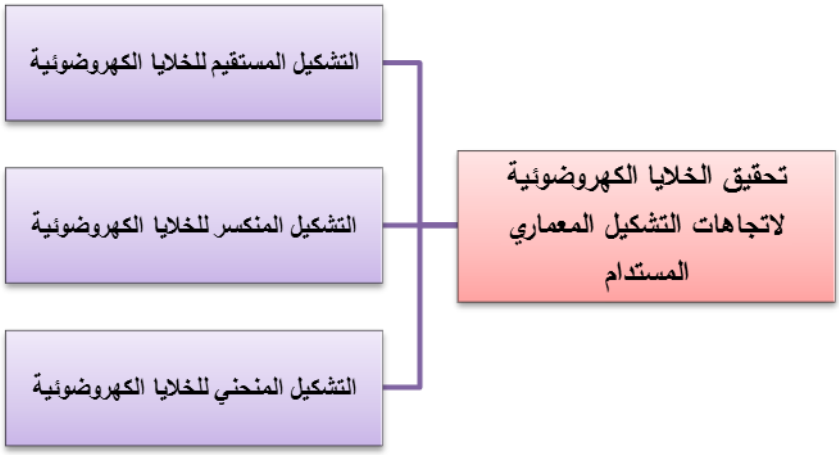


شكل ٦-١ تحقيق الخلايا الكهروضوئية للأسس العامة للتشكيل المعماري.المصدر الباحثة.

٦-٢-١ تحقيق الخلايا الكهروضوئية لأتجاهات التشكيل المعماري:

درسنا في الفصل الثاني إن التشكيلات المعمارية لا تخلو من بعض العناصر التي تعتبر هي الوحدات البنائية والتعبيرية. وهذه العناصر هي: الخط بأنواعه (المستقيم، المنكسر، المنحني)، السطح (المستوي ، المنحني)، الجسم (المنتظم، شبة المنتظم، غير المنتظم). حيث تتكون الإشكال المعمارية بتآلف عناصر التشكيل وهي الخطوط والأسطح والأجسام والحيازات.[١] لذلك عند استخدام الخلايا الكهروضوئية كعنصر تشكيلي والتعامل معها مثل (الخطوط، الأسطح، الأجسام) لابد من قياسها مع المفاهيم التشكيلية الأساسية و التي على أساسها تتكامل التشكيلات المعمارية من الناحية التركيبية والتنظيمية.

مع تطور تقنيات الخلايا الكهروضوئية نجد تميزها وإمكانية استخدامها كعنصر تشكيلي مثل الخط أو الأسطح او الجسم حيث يمكن تشكيلة في صور متعددة (تشكيل مستقيم، تشكيل منكسر، تشكيل منحني) وبذلك يمكنها أن تعطينا الخواص الهندسية والسمات المميزة وكذلك المعاني الإيحائية لهذه الإشكال كما يلي:



شكل ٦-٢ استخدام الخلايا الكهروضوئية كاتجاهه تشكيل. المصدر: الباحثة بتصريف من يحيي حمودة ١٩٨٥.

٦-٢-١-١ التشكيل المستقيم للخلايا الكهروضوئية:

من السهل أن تأخذ الخلايا التشكيل المستقيم حيث تأخذ وحدات الخلايا في الغالب الشكل المستطيل.

السمات المميزة للتشكيل المستقيم: وضع الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المستقيم من السمات الأساسية في التشكيل المعماري و بتغير طوله تتأكد شدة الدلالة علي الاتجاه وبتحدد طوله تتحدد سمته بدقة.

[١] يحيى حمودة، " **التشكيل المعماري**" ، دار المعارف، القاهرة، ١٩٨٥م.

المعـاني الإيحائيــة للتشـكيل المسـتقيم: يـوحي التشـكيل المسـتقيم مـن خـلال الخلايـا الكهروضـوئية بـالقوة والاستقامة، كما يوحي لنا رأسياً كان أم أفقيا بالاتزان والاستقرار.[1]

شكل ٦-٣ التشكيل المستقيم للخلايا الكهروضوئية بمبني فندق مونتي ملجة- أسبانيا . المصدر:
www.pvdatabase.org/projects_view

٦-٢-١-٢ التشكيل المنكسر للخلايا الكهروضوئية:

السـمات المميـزة للتشـكيل المنكسـر: يعتبـر أكثـر مشـقة فـي قراءتـه، ويعتمـد التشـكيل المنكسـر بالخلايـا الكهروضوئية علي زاوية ميل الخلايا لاستقبال أشعة الشمس .

المعــاني الايحائيــة للتشــكيل المنكســر: يــوحي التشــكيل المنكســر بالحــدة ويختلــف التــأثير بــاختلاف زواية، وتوحي الزاوية القائمة بالثبات.

شكل ٦-٤ التشكيل المنكسر المائل بزاوية كافتيريا "Solarcafé"- ألمانيا، ١٩٩٩م . المصدر:
www.pvdatabase.org/projects_view

٦-٢-١-٣ التشكيل المنحني للخلايا الكهروضوئية:

السـمات المميــزة للتشــكيل المنحنــي: عنـد إضـافة التشـكيل المنحنــي علــي الخلايـا نجـد الليونــة مــع الاستمرارية وكذلك الغني في التشكيل.

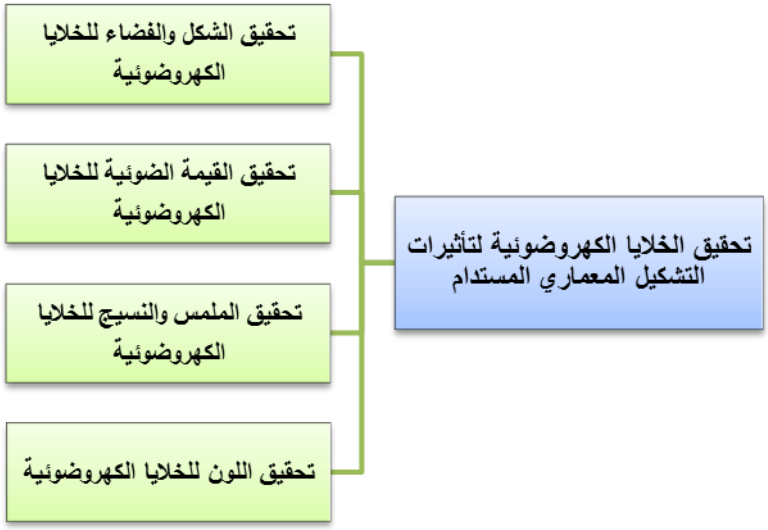
[1] نفس المرجع السابق

المعـاني الإيحائيــة للتشــكيل المنحنــي: بانحنـاء تشـكيل الخلايـا يتغيـر التـأثير النـاتج عـن الصـلابة فتجـد ليونة وسلاسة.

شكل ٦-٥ التشكيل المنحني بمركز OPTIC، شمال ويلز-المملكة المتحدة، ٢٠٠٤م. المصدر www.technium.co.uk

٦-٢-٢ تحقيق تأثيرات التشكيل المعماري باستخدام الخلايا الكهروضوئية:

إن المشـكلة الأساسـية عنـد إضـافة الخلايـا الكهروضـوئية إلـي المبـاني هـي الفصـل بينهـا وبـين جماليـات وعلاقـات التشـكيل المعمـاري، واعتبارهـا جهـاز لتوليـد الطاقـة يـتم أضـافته بـدون روح تشـكيلية لـذلك فقـد عنــي البحــث بتطبيــق الخلايــا تبعــا للقواعــد التشــكيلية وتوضــيح مــدي أمكانيــة الخلايــا لتحقيــق وســائل وعلاقـات التشـكيل المعمـاري المختلفـة حتـى يـتم التعامـل معهـا مـن قبـل المعمـاريين كعنصـر تشـكيلي يحقـق التنـاغم والتناسـق مـع بـاقي العناصـر التشـكيلية للمبنـي[1]، بالإضـافة إلـي الـدور الأساسـي وهـو توليـد الطاقـة الكهربائيـة مـن المصـادر المتجـددة – الطاقـة الشمسـية – والـذي بتحقيقـه يصـبح التشـكيل المعماري مستدام.



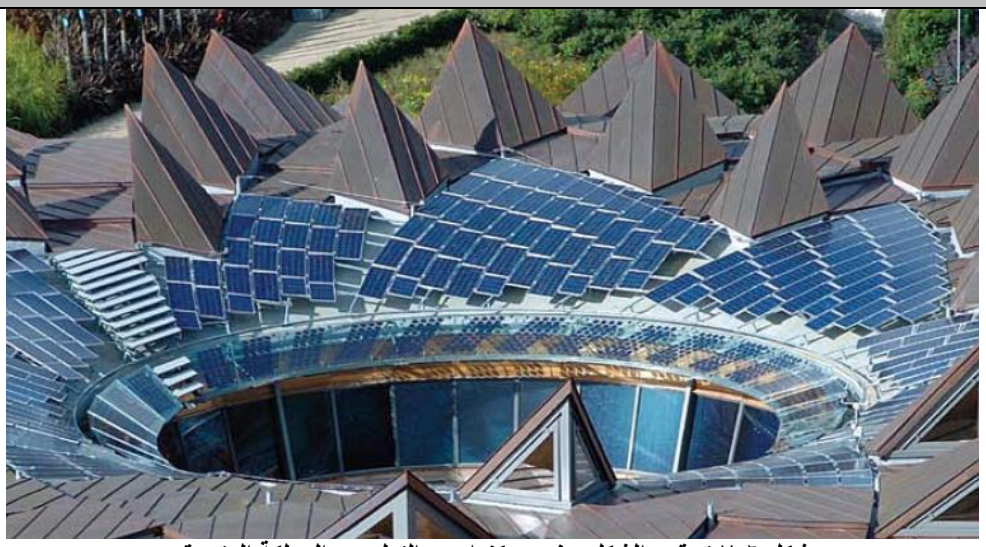
شكل ٦-٦ تحقيق تأثيرات التشكيل المعماري من خلال الخلايا الكهروضوئية. المصدر الباحثة بتصريف من يحيي حمودة ١٩٨٥.

[1] Xuan Xiaodong, Zheng Xianyou, **Facade Design In Building Integrated Photovoltaics**, Proceedings of ISES Solar World Congress, Solar Energy and Human Settlement, 2007.

٦-٢-٢-١ الشكل والفضاء:

تملك الخلايا الكهروضوئية القدرة عل تحقيق الاتزان في الشكل المعماري بأشكال سهله في الادراك والاستيعاب، حيث يمكن تحقيق التشكيلي العضوي مع المبني بحيث تصبح جزاء لا يتجزءا منه، ولكن كي يحدث هذا لابد وان يتم التعامل مع الخلايا الكهروضوئية عند إدخالها في التشكيل المعماري كعنصر تشكيلي يمكنها تحقيق الشكل الجمالي بجانب دوره الوظيفي في انتاج الطاقة الكهربائية.

مبني مركز Eden التعليمي:



شكل ٦-٧ تحقيق الشكل مبني مركز ايدين التعليمي- المملكة المتحدة.

المصدر: www.solarcentury.com

موقع المشروع	المملكة المتحدة.
قدرة الخلايا	٣٠,٤ كيلووات
عام التشغيل	٢٠٠٥م.
الخلايا المستخدمة	الاسقف السماوية.
التشكيل المعماري بالخلايا الكهروضوئية	تم تشكيل الخلايا الكهروضوئية من أجل تلبية رغبة المهندس المعماري في تحقيق الشكل المراد للمنحنيات حيث تم استخدام مزيج من الخلايا الكهروضوئية حوالي ٣٣٨ خلية تم تجميعها من مركز لتشكيل زهرة علي السطح حول الكور الداخلي و ٤٢ خلايا شفافة أخري لتغطي الكور مع ضمان نفاذ ضوء النهار الطبيعي. وقد تكامل التشكيل مع الخلايا ببعض النوافذ الزجاجية مع الخشب التي تمثل الأغصان التي تؤكد علي شكل الزهرة التي استطاع المهندس المعماري تكوينها من خلال الخلايا الكهروضوئية.

٦-٢-٢-٢ القيمة الضوئية:

منذ تصنيع الخلايا الكهروضوئية كان الاهتمام الأكبر هو كيفية أنتاج الطاقة الكهربائية من الاشعة الشمسية، وبالتالي كان يقتصر استخدام الخلايا وتأثيرها علي المبني في اثناء النهار عند وجود ضوء الشمس. أما الآن ومع التطور المستمر فقد أصبح الاهتمام بتأثير الخلايا علي تشكيل المبني ليلا ونهارا. وذلك من خلال استخدام الزجاج الكهروضوئي الشفاف والنصف شفاف في النوافذ والحوائط الستائرية.

مبني Schott Iberica :

شكل ٦-٨ تحقيق القيمة الضوئية الطبيعية والصناعية بشفافية الخلايا الكهروضوئية- اسبانيا.
المصدر: www.pvdatabase.org/projects_view

موقع المشروع	برشلونة _ إسبانيا .
قدرة الخلايا	١،٣٥ كيلووات .
عام التشغيل	٢٠٠٦م
الخلايا المستخدمة	الحوائط الستائرية الكهروضوئية.
التشكيل المعماري بالخلايا الكهروضوئية :	تم التشكيل المعماري للمبني باستخدام حائط ستائري مزدوج من الخلايا الكهروضوئية متعددة الوظائف حيث تتكون من مجموعات مبتكرة من الألواح الكهروضوئية عبارة عن وحدات شفافة ملونة لتحل محل الزجاج الصناعي. و النظام الكهروضوئية يتألف من ٢٧ وحداة تأخذ ألون الفسفور و الأبيض وتم تميز الوحدات أكثر من خلال منطقة شفافة ١٠٪ بين الإطار ومنطقة الخلية . وقد تم وضع إستراتيجية لاستخدام التهوية الطبيعية عند فرغ السلم كمساحة وسيطة بين المكاتب المكيفة والخارج.

٦-٢-٢-٣ الملمس والنسيج:

يستخدم الملمس والنسيج في التشكيل المعماري للتأكيد علي عنصر او تشكيل مميز بالمبني، ويتم من خلال تحقيق علاقات الانسجام والتوافق او التضاد ...الخ. وعند التشكيل بالخلايا الكهروضوئية يجب إن يكون ملامس الخلايا منسجم ومتناغم مع باقي عناصر التشكيل المعماري الاخري للمبني،[1] حيث تمتاز وحدات الخلايا عامة بملمس ناعم مصقول وعاكس في بعض الاحيان. كذلك تعطي شكل نسيجي خاص ناتج من ترتيب الخلايا بجوار بعضها البعض داخل الوحدات الكهروضوئية مما يجعلها لافتة للنظر، كذلك يسهل التعرف عليها عن باقي عناصر تشكيل المبني.

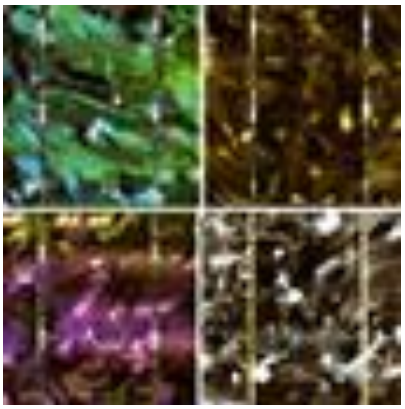
مبني William Rankine :

شكل ٦-٩ التضاد والتناغم بين نسيج وملمس الخلايا وتشطيب باقي المبني.
المصدر: www.pvdatabase.org/projects_view

موقع المشروع	جامعة أدنبرة _ المملكة المتحدة.
قدرة الخلايا	٢٦.٣٥ كيلووات.
عام التشغيل	٢٠٠٦م.
الخلايا المستخدمة	الحوائط الستائرية الكهروضوئية.
التشكيل المعماري بالخلايا الكهروضوئية	المبنى هو المثال الأول لتنفيذ السياسة العامة للجامعة للوصول إلي التشكيل المستدام، ولقد تم دمج العديد من الميزات بطريقة شاملة لخلق بيئة ممتعة ومريحة مع انخفاض تكاليف التشغيل من دون عقوبة من تكلفة رأس المال المفرط. المبنى يشتمل على أول تشكيل معماري بنظام الخلايا الكهروضوئية المتكاملة للواجهة في اسكتلندا. وكذلك علي السطح مما يعمل علي سد احتياجات المبني من الكهرباء .ونجد وجود انسجام بين الواجهة الكهروضوئية وباقي مواد تشطيب المبني مما يعطي إحساس بتكامل عناصر التشكيل المعماري.

[1] متاح علي موقع: www.solar-integration.de تاريخ تصفح مايو ٢٠١١م.

٦-٢-٢-٤ اللون:



شكل ٦-١٠ خلايا متعددة البلورة بألوان مختلفة.المصدر: www.nef.org.uk

للون دور هام في أعطاء تأثير جمالي عند تشكيل المبني من حيث اتصاله بالبيئة المحيط. يغلب اللون الأزرق واللون الرمادي والأسود عند استخدامنا للخلايا الكهروضوئية ، ولكن من التطور المذهل لاستخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المعماري للمباني، فقد توفر ألان العديد من الألوان. وذلك من خلال الخلايا السليكونية متعددة البلورة و التي يمكن إضافة اللون إليها عند تصنيعها. ونجد وجد تأثيرات مختلفة متنوعة عند استخدام الألوان المختلفة منها حيث يؤثر تغير اللون علي الانعكاس ودرجة الشفافية والتأثير علي تشكيل المبني كله.[1]

مساكن الطاقة الشمسية Estate Köln-Bocklemünd **:**

شكل ٦-١١ استخدام التشكيل من خلال الوان الخلايا الكهروضوئية المختلفة مساكن الطاقة الشمسية-ألمانيا.
المصدر: www.pvdatabase.org/projects_view

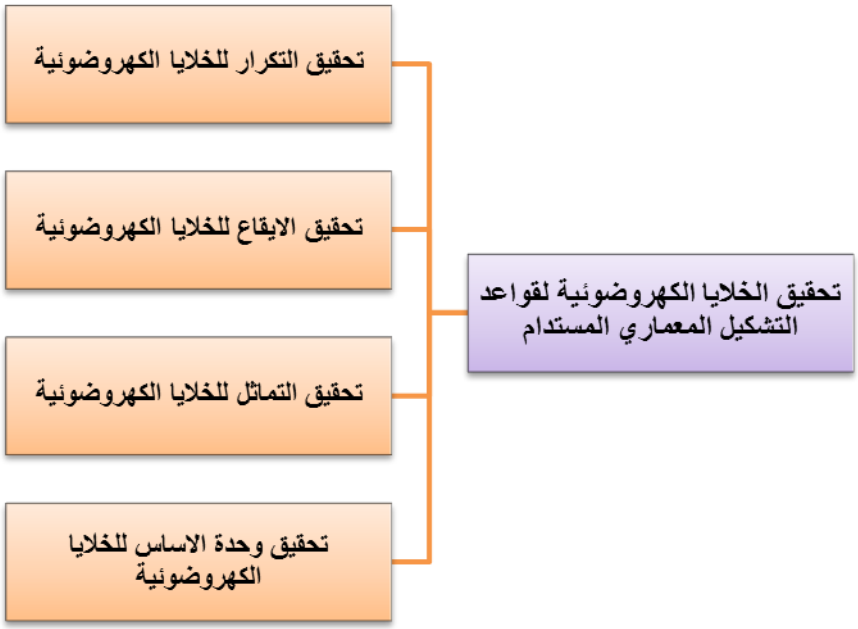
موقع المشروع	كولونيا - ألمانيا.
قدرة الخلايا	٩،٣ كيلووات.
عام التشغيل	٢٠٠١م.
الخلايا المستخدمة	الزجاج الكهروضوئي.
التشكيل المعماري بالخلايا الكهروضوئية :	يتم توليد الطاقة، من خلال وحدات من الخلايا الكهروضوئية بقدرة ٩,٣ كيلووات. والتي تم عمل التشكيل المعماري من خلالها أيضا حيث استخدمت الخلايا الكريستالية الملونة وتم دمجها في الواجهة. وبالإضافة إلى ذلك وحدات من الطاقة الشمسية الحرارية وضعت على سطح المبنى تزود ٣٠٪ من الطاقة.

[1] Xuan Xiaodong, Zheng Xianyou, **Facade Design In Building Integrated Photovoltaics**, Proceedings of ISES Solar World Congress, Solar Energy and Human Settlement, 2007.

٦-٢-٣ تحقيق قواعد التشكيل المعماري باستخدام الخلايا الكهروضوئية:

جميع الإشكال العضوية المتحركة من إنسان وحيوان ونبات تتكون من خلايا والتي تعتبر وحدة أساس تكوين الشكل، هذه الخلايا تجتمع بأشكال وأوضاع مختلفة لتحقق وظائف الجسم.[١]

ومما سبق تأكدنا بجدية من إمكانية التعامل مع الخلايا الكهروضوئية كعنصر تشكيلي (مستقيم، منكسر، منحني)، كذلك من تحقيق الخلايا لوسائل التشكيل المعماري من (شكل، وقيمة ضوئية، نسيج وملمس، ولون). لذا علينا التوضيح أن الخلايا عبارة عن وحدات نمطية مكونة من تجميع مجموعه من الخلايا بأحجام ومقاسات محددة إلي درجة ما. لذلك لابد من مراعاة العلاقات التي تربط هذه الوحدات بعضها البعض وهل يمكنها تحقيق علاقات التشكيل المعماري وما يحتاج إليه المعماري ويأمل للوصل إليه في تصميماته.



شكل ٦-١٢ تحقيق الخلايا الكهروضوئية لقواعد التشكيل المعماري المستدام.

المصدر: الباحثة بتصريف من يحيي حمودة ١٩٨٥.

وقد أوضحنا سابقا في الفصل الثاني التعريف بعلاقات التشكيل المعماري ومدي تأثيرها علي تكوين التشكيل المعماري. وفيما يالي توضيح لكيفية تحقيق هذه العلاقات باستخدام الخلايا الكهروضوئية وذلك من خلال اختيار بعض الأمثلة التحليلي التي تم تشكيلها من خلال استخدام الخلايا الكهروضوئية لتلك العلاقات التشكيلية.

[١] علي رأفت، **الإبداع الفني في العمارة** ، مركز أبحاث انتركونست، يناير ١٩٩٧ م.

٦-٢-٣-١ التكرار:

يتحقق التكرار عن طريق مجموعة من المفردات ذات المقياس المعروف والمتساوي ويلجا المعماري إليه في تشكيلات المبني علي مستوي السطح أو الكتلة أو كليهما. ومع توفر الخلايا الكهروضوئية بوحدات مديولية ثابت الأبعاد إلي حد ما، تعتبر من أكثر العناصر التشكيلية إلي يمكن استخدامها لتحقيق التكرار في التشكيل المعماري، حيث تتكون الوحدات الكهروضوئية في الأصل من تكرار مجموعة من الخلايا داخل إطار.

مبني صالة EWE الرياضية:

شكل ٦-١٣ التكرار بالكاسرات الكهروضوئية في تشكيل صالة EWE الرياضية- ألمانيا.

المصدر: www.pvdatabase.org/projects_view

موقع المشروع	أولدنبورغ _ ألمانيا.
قدرة الخلايا	١٤ كيلووات .
عام التشغيل	٢٠٠٦م.
الخلايا المستخدمة	الكاسرات الكهروضوئية.
التشكيل المعماري بالخلايا الكهروضوئية	ارينا اولدنبرج صالة رياضية متعددة الأغراض تشكيل المبني علي شكل دائري ولحماية الجدران الخارجية من ارتفاع درجة الحرارة في الصيف تم اضافة الكاسرات الكهروضوئية متحركة بارتفاع ٦,٥ متر وطول ٣٦متر تدور بزاوية حتي ٢٠٠ درجة حول الطبقة الخارجية المبنى تبعا لمكان الشمس. ويتم تغير زاوية الدوران كل نصف ساعة من ٥الي ٧درجات. وقد فاز المبني بجائزة "Photovoltaik im Gebäudeentwurf" التي تمنحها الوزارة الاتحادية للبيئة والجمعية الألمانية للمهندسين المعماريين لعام ٢٠٠٦م.[1]

[1] Colt International GmbH, Kleve, Germany, 2012/ www.coltgroup.com

٦-٢-٣-٢ الإيقاع:

الهدف الأساسي الذي يسعي إليه المعماري باستخدام الإيقاع هو الوصول إلي متعة بصرية وفسيولوجية. ويتدرج الإيقاع باستخدام الخلايا الكهروضوئية تحت إيقاع المستويات وتلعب المستويات الكهروضوئية دورا كبير في تحقيق العديد من التشكيلات المختلفة وتجسيد الإيقاع وإظهاره للمشاهد، من خلال تنوع التشكيل الإيقاعي وذلك عن طريق استخدام الوحدات المكونة للنظام الكهروضوئي وتكراره علي مسافات معينة لتحقيق أشكال جمالية والوصول إلي أفضل الإيقاعات.[1]

مبني. Juwi Verwaltungsgebäude **:**

شكل ٦-١٤ الايقاع بالمستويات الكهروضوئية علي شكل حائط مائل- ألمانيا.

المصدر: www.pvdatabase.org/projects_view

موقع المشروع	راينلاند_ ألمانيا.
قدرة الخلايا	٣٠ كيلووات .
عام التشغيل	٢٠٠٤م.
الخلايا المستخدمة	الحوائط الستائرية المنحدرة.
التشكيل المعماري بالخلايا الكهروضوئية	المبني عبارة مكتب رئيسي لشركة وقد تم وضع تشكيلة في المسقط الأفقي علي شكل جزء من دائرة ، وقد تم تشكيل الواجهة بتكرار عدد من الوحدات الكهروضوئية علي الحائط الدائري. وبذلك يتم ضمان إنتاج حوال ١٠ كيلووات من الطاقة الأزمة للمبني. موزعه علي ٣٥ م٢ علي الواجهة بزاوية ميل تنتج ٣,٤كيلووات ، وأخري بمساحة ٧٠م٢ علي السطح تنتج حوالي ٧,٦ كيلووات.

[1] Xuan Xiaodong, Zheng Xianyou, **Facade Design In Building Integrated Photovoltaics,** Proceedings of ISES Solar World Congress, Solar Energy and Human Settlement, 2007.

٦-٢-٣-٣ التماثل:

أتجه المعماريين منذ بدايات العمارة إلي الارتباط بالتماثل لتحقيق الاتزان سواء في الاتجاه الأفقي أو الراسي. ومن خلال التنوع الكبير الموجود حاليا في الخلايا الكهروضوئية من حيث الأبعاد والألوان والإشكال المختلفة يمكن تحقيق التماثل بأشكال مختلفة والوصول إلي الانسجام والسياق في التشكيل المعماري للمبني، وأيضا ما تملكه الخلايا من مرونة في تحريكها في أماكن مختلفة تناسب وتحقق ما يريده المعماري.

.مركز ابحاث CRF Fiat:

شكل ٦-١٥ تحقيق الاتزان بالتماثل في وضع الخلايا الوانها بمركز ابحاثCRF – إيطاليا.

المصدر: www.bipvtool.com/index.php?case=Italy

موقع المشروع	تورينو_ إيطاليا.
قدرة الخلايا	١٩,٥ كيلووات .
عام التشغيل	٢٠٠٣م.
الخلايا المستخدمة	الحوائط الستائرية المنحدرة.
التشكيل المعماري بالخلايا الكهروضوئية	مواكبة للدعوة إلي المباني المستدامة باستخدام الطاقة الشمسية في ايطاليا تم تشكيل الواجهة الجنوبية عن طريق الخلايا الكهروضوئية لتكون ذات وظائف مزدوجة لتوليد الطاقة الكهربائية والحرارية. وقد تم التشكيل المعماري بالتماثل وقد ساعد في ذلك استخدام الخلايا الملونة للتأكيد علي التماثل . يتم استخدام الكهرباء المولدة من ألواح الخلايا الكهروضوئية لتغذية المضخات الحرارية والمتطلبات الكهربائية الداخلية للمبني. ويتم رصد ومتابعة هذه الواجهة الشمسية المتكاملة من قبل الفنيين المقيمين في مركز CRF.

٦-٢-٣-٤ وحدة الأساس:

علي المعماري أن يكون علي وعي بأبعاد العناصر التشكيلية التي سيقوم باستخدامها. وهناك مرونة كبيرة في استخدام الخلايا الكهروضوئية كوحدة أساس للتشكيل وذلك بالنسبة للمباني الجديدة والقائمة علي حد سواء بالنسبة للمباني الجديدة يتم مراعاة إبعاد الخلايا منذ بداية التشكيل والإنشاء، وكذلك المباني القائمة فعند إضافة الخلايا يتم أخذ الموديولي الإنشائي والتشكيلي في الاعتبار واختيار الخلايا بالمقاسات المناسبة.

مبنى برج مانشستير:

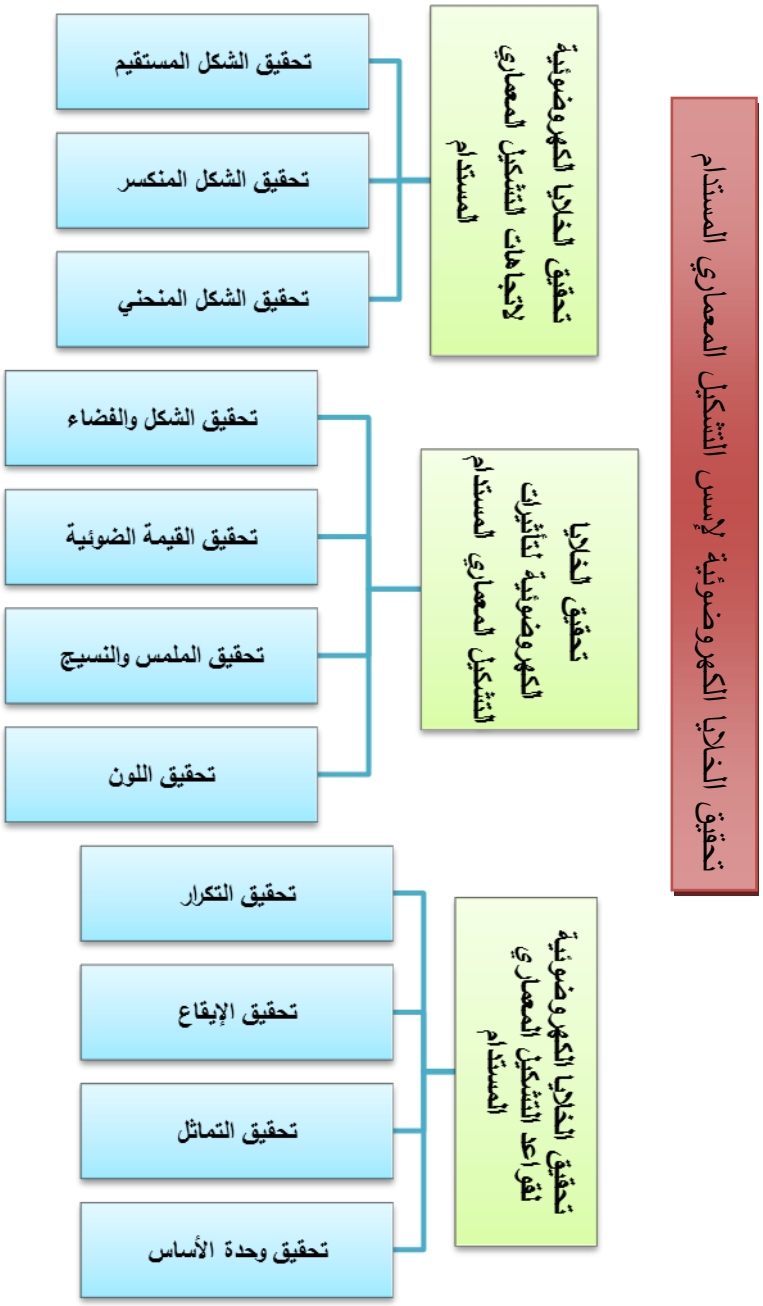
شكل ٦-١٦ اتخاذ ابعاد الخلايا الكهروضوئية كوحدة اساس في تشكيل برج مانشستير- المملكة المتحدة.

المصدر: www.solarcentury.com/projects/commercial/cis_solar_tower

موقع المشروع	مانشستير_ المملكة المتحدة.
قدرة الخلايا	٣٩١ كيلووات.
عام التشغيل	٢٠٠٦م.
الخلايا المستخدمة	الحوائط الستائرية الكهروضوئية الراسية.
التشكيل المعماري بالخلايا الكهروضوئية :	يعتبر مشروع إنشاء أكبر واجهة للطاقة الشمسية التجارية في أوروبا، وأيضا هو واحد من أكبر أنظمة الطاقة الشمسية في المملكة المتحدة. هذا المشروع يبرهن كيف يمكن للتشكيل بالخلايا الكهروضوئية وبسهولة تجديد المبنى لتوفير بديل فعال من حيث التكلفة لمواد البناء التقليدية. وقد تم ذلك باستخدام وحدات من الخلايا بمقاسات وأبعاد تحترم وحدة القياس المستخدمة لتشكيل الواجهة كذلك للتناغم مع النظام الإنشائي وبالتالي عند النظر إلي واجهة المبني نجد وحدة الأساس لتكوين الواجهة هي الخلايا الكهروضوئية.

ملخص الفصل السادس:

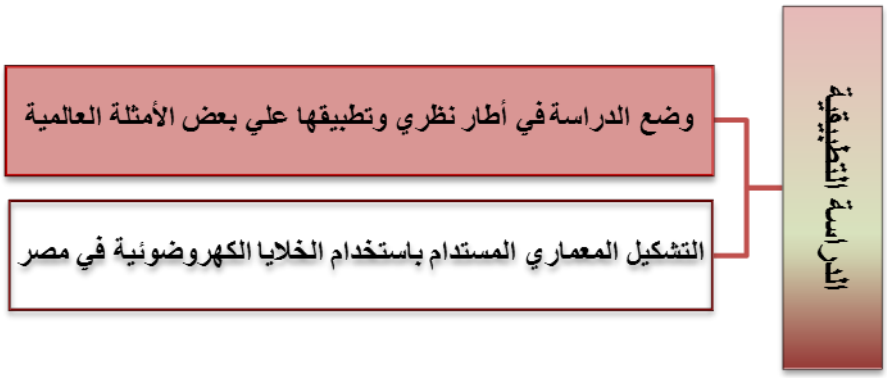
بهذا الفصل يكتمل كلا من المنهج الاستقرائي النظري وكذلك المنهج التحليلي. وينتج لدينا طبقا لذلك قدرة الخلايا علي تحقيق الأسس العامة للتشكيل المعماري بأتجاهاته وتأثيراته وقواعدة، حتي يكون استخدامها في التشكيل المعماري المستدام له اسس تشكيلية وليس مجرد اضافة تقنية او جهاز لانتاج الطاقة المتجددة فقط يمكن أن يسبب تشويشا للفكر التشكيلي للمعماري.



٣- الدراسة التطبيقية

٣-١ الفصل السابع:

وضع الدراسة فى إطار نظري وتطبيقها على بعض الأمثلة العالمية

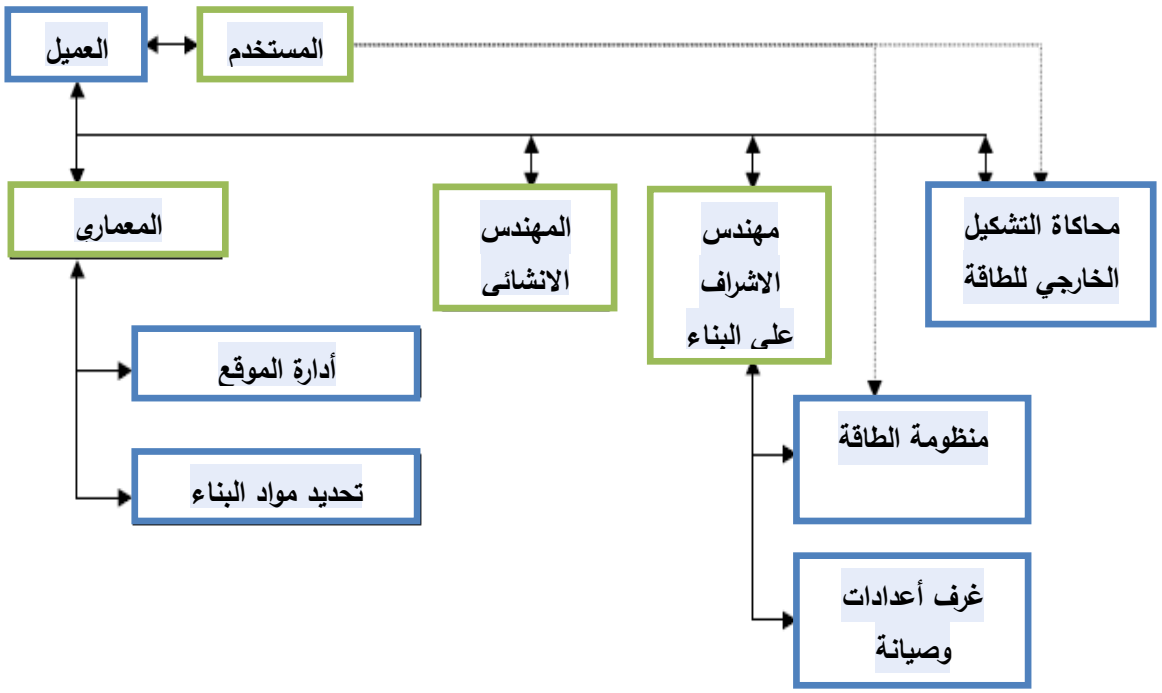


٧-١ المقدمة:

تأكدنا من الفصل السابق من قدرة الخلايا الكهروضوئية علي تحقيق قواعد التشكيل المعماري، ومن الفصول السابقة له من قدرة الخلايا علي تحقيق إستراتيجية التنمية المستدامة والناتج من التطور المستمر للخلايا والتنوع الموجود ألان. لذلك كان علينا صياغة الدراسات النظرية في الفصول السابقة في صورة منهجية يمكننا من خلالها مساعدة المهندس المعماري علي التشكيل المعماري باستخدام الخلايا الكهروضوئية، وكذلك لتيسير تحليل الأمثلة المستخدمة للخلايا وإمكانية تقييمه، للاستفادة من هذه التجارب وزيادة خبرة المهندسة المعماري تجاه استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المعماري والوصول به إلي الاستدامة.

٧-٢ استخدام الخلايا الكهروضوئية من بداية اتخاذ القرار:

عند دراسة المباني ذات التشكيل المعماري المستدام باستخدام الخلايا الكهروضوئية علينا معرفة المنظومة التي يمكن من خلالها دراسة كافة جوانب المبني، وكذلك الجهات المسئولة عن اتخاذ قرارات استخدام الخلايا الكهروضوئية في المبني. ومعرفة دور كلا من المعماري والجهة المالكة للمبني شكل(٧-١)، وتوحيد الأهداف المرجوة من توفير الطاقة واستخدام الطاقات المتجددة للوصولي إلي تحقيق إستراتيجية التنمية المستدامة من خلال استخدام مبادئ التشكيل المعماري المستدام كما ذكرنا في الفصل الأول والثاني.



شكل ٧-١ منظومة استخدام الخلايا الكهروضوئية وتحديد المهم قبل بداية التشكيل. المصدر www.solarbau.de **،ترجمة الباحثة.**

٧-٣ صياغة منهجية تحليل الأمثلة التشكيلية بالخلايا الكهروضوئية:

تنتهج الدراسة التحليلية المنهج النقدي الموضوعي والشخصي عن طريق التطبيق علي العناصر التشكيلة والجمالية وكذلك الوظيفية للمباني موضوع الدراسة بهدف تحديد تأثير استخدام الخلايا الكهروضوئية علي التشكيل المعماري وإمكانية تحقيق استراتيجيه التنمية المستدامة علي تلك المباني وذلك من خلال عدة مراحل وصفية وتحليلية تنتهي بصيغة تقييميه لقدرة المبني علي تحقيق استدامة التشكيل المعماري من خلال استخدام الخلايا الكهروضوئية.

٧-٤ محاور تحليل الأمثلة محل الدراسة:

اعتمدت الدراسة التطبيقية علي ثلاث مراحل أساسيه للتحليل وهما:

الدراسة التمهيدية: وتشمل الوصف العام للمبني.

الدراسة التشكيلية: وتشمل الأسس العامة للتشكيل المعماري باستخدام الخلايا الكهروضوئية.

الدراسة التقييمية: وتشمل تقيم لكفاءة استخدام الخلايا الكهروضوئية للوصول إلي التشكيل المستدام.

٧-٤-١ الدراسة التمهيدية:

ويتم بها أولا التعريف بالمبني ودراسة الظروف المناخية والتخطيطية المحيطة كذلك دراسة استهلاك المبني للطاقة به بهدف تكوين صورة عامه عن المباني التي سيتم تحليلها وتقييمها. ويتأتي التعريف من خلال النقط التالية:

جدول ٧-١ الدراسة التمهيدية للمباني.

المفردات العامة		
وصف المبني	الاستخدام	
	المعماري	
	موقع المبني	
	تاريخ الإنشاء	قديم
		حديث
	نوع المبني	قائم ويجدد
		جديد
الدراسة التخطيطية	الموقع الجغرافي	خط العرض
		خط الطول
	الاتصال بالمباني المحيطة	منفصل
		متصل من جهة
		متصل من جهتين
		متصل من ثلاث جهات
	اللاندسكيب المحيط بالمبني	من الشمال
		من الشرق

		من الغرب
		من الجنوب
	نوع اللاندسكيب	أشجار
		نخيل
دراسة الطاقة	كميـــة الإشـــعاع الشمسي	عالية
		متوسطة
		منخفضة
		منخفضة جدا
	استهلاك المبني	صيفا
		شتاء

٧-٤-٢ الدراسة التشكيلية:

وتتم هذه الدراسة من خلال مرحلتين: **المرحلة الأولي** كيفية تحديد نوع الخلايا المناسب للمبني عن طريق حسان كمية الإشعاع ودراسة الأنواع المتاحة وكذلك الصور التشكيلية المختلفة المتوفرة للخلايا الكهروضوئية. **المرحلة الثانية** دراسة تحليلية للتشكيل باستخدام الخلايا الكهروضوئية في المباني، وقد تم تحديد مجموعة من المفردات في الدراسة النظرية والتي يمكن أن تشكل أطار تحليلي وهي:

أ- **المرحلة الأولي : تحديد نوع وشكل الخلايا الكهروضوئية المناسبة:**

جدول ٧-٢ الدراسة التشكيلية وتحديد نوع وشكل الخلايا.

مفردات العامة		
	زاوي الميل المثلي	الأسقف
		الواجهة الجنوبية
		الواجهة الغربية
		الواجهة الشرقية
التشكيل الشمسي	التشـــكيل الشمســـي السالب	الأسلوب المباشر
		الأسلوب الغير مباشر
	التشـــكيل الشمســـي المستدام	الأسلوب المنفصل
		الأسلوب المركب
		الأسلوب المختلط
	التشـــكيل الشمســـي الموجب	التشكيل بالخلايا الكهروضوئية
متطلبـــات اختيـــار نوع الخلايا	خلايا سليكونية	أحادي البلورة
		متعددة البلورة

		غير متبلورة
	الشرائح الرقيقة	تلوريد الكادميوم
		انديوم النحاس
		ثنائي سيلينات الجاليوم
	أنواع أخري	الكهروضوئية المركزة
		الخلايا المرنة
		الخلايا المركبة
		أنواع أخري مستقبلية
متطلبات تشكيلية	الحوائط الداخلية	الزجاج الكهروضوئي
		الحوائط الستائرية
		الكاسرات الكهروضوئية
	الأسقف	الأسقف المستوية
		الأسقف المسننة
		الأسقف القرميد
		الأسقف السماوية
متطلبات الطاقة	كمية الطاقة المنتجة	من ١الي ١٠ ك وات
		من ١٠الي ١٠٠ ك وات
		أكبر من ١٠٠ ك وات
	نظم تشغيل	نظام منفصل
		نظام متصل بالشبكة المحلية
		نظام مهجن مع طاقة أخري

ب- **المرحلة الثانية : تحليلي وتقيم لتحقيق الخلايا لقواعد التشكيل المعماري:**

جدول ٧-٣ الدراسة التشكيلية وتحليل تحقيق الخلايا لاسس التشكيل المعماري.

المفردات الرئيسية	قواعد التشكيل المعماري	
عناصر التشكيل المعماري	التشكيل المستقيم	خطوط
		مستويات
		كتل
	التشكيل المنكسر	خطوط
		مستويات
		كتل
	التشكيل المنحني	خطوط

		مستويات
		كتل
وسائل التشكيل المعماري	الشكل والفضاء	فضاءات خارجية (مفتوحة)
		فضاءات داخلية (مغلقة)
		فضاءات كتوسطة (شبة مفتوحة)
	القيمة الضوئية	الإضاءة الطبيعية
		الإضاءة الصناعية
	اللون المستخدم	الأسود
		الأزرق
		الرمادي
		الذهبي
		ألوان أخري
	النسيج والملمس	مادة واحدة
		مادتان متناقضتان
		مادتان متناقضتان واخري ساندة
علاقات التشكيل المعماري	التكرار	تكرار منتظم
		تكرار متدرج
		تكرار غير منتظم
	الإيقاع	إيقاع الخطوط
		إيقاع المستويات
		إيقاع الكتل
	التماثل	التماثل الرأسي
		التماثل الأفقي
		التماثل التراكمي
	وحدة أساس التشكيل	وحدة ساس مطلقة
		وحدة أساس نسبية

٧-٤-٣ الدراسة التقيمية:

ويتم ذلك بتقييم الوصول إلي التشكيل المعماري المستدام للمباني بعد التشكيل بالخلايا الكهروضوئية وذلك طبقا لإستراتيجية التنمية المستدامة و مبادئ التشكيل المعماري المستدام جدول(٧-٤) كما ذكرنا في الفصل الأول والثاني وهي كالتالي:

جدول ٧-٤ الدراسة التقييمية للمباني عند التشكيل باستخدام الخلايا الكهروضوئية.

إستراتيجية التنمية المستدامة			مفردات التشكيل المستدام		منخفض	متوسط	عالي
تقيم التشكيل طبقا لأسس التشكيل المعماري المستدام	وحدات الخلايا الكهروضوئية المستخدمة	الحوائط الخارجية	**الزجاج الكهروضوئي**				
			الكاسرات الكهروضوئية				
			الحوائط الستائرية				
		الأسقف	**الأسقف المستوية**				
			الأسقف المائلة				
			الأسقف القرميد				
	تحقيق الخلايا لقواعد التشكيل المعماري	عناصر التشكيل	**التشكيل المستقيم**				
			التشكيل المنكسر				
			التشكيل المنحني				
		أساليب التشكيل	**الشكل والفضاء**				
			القيمة الضوئية				
			اللون				
			النسيج والملمس				
		علاقات التشكيل	**التكرار**				
			الإيقاع				
			التماثل				
			وحدة القياس				
طبقا لمبادئ التشكيل المعماري المستدام	التنمية البيئية	استخدام الطاقة الشمسية	**الأساليب السالبة**				
			الأساليب الموجبة				
			السالبة والموجبة				
		تقييم التأثير البيئي	**تقليل الانبعاث غازات سامة**				
			تقليل النفايات خطيرة				
			تقليل حدوث ضوضاء				
		استخدام الموارد الطبيعية	**توفرها**				
			أمكانية إعادة التدوير				
	التنمية الاقتصادية	تقييم كفاءة أنتاج الطاقة الكهربائية	**استهلاك المبني قبل الخلايا**				
			إنتاج الخلايا للطاقة				
			الفرق بين الاستهلاك والإنتاج				
		أجمالي التكلفة	**إجمالي المبني**				
			الخلايا				
	التنمية الاجتماعية	التكامل بين الموروث والمعاصر	**المحاكة والتكامل**				
			التضاد				
			الإهمال للموروث				
		الصحة	**التقليل انبعاث غاز co2**				
			الراحة النفسية				

٧-٥ أسباب اختيار الأمثلة:

تم اختيار الأمثلة علي أساس مجموعة من المعايير الموضوعية التي تم الوصول إليها من خلال الدراسة والتي يمكن تلخيصها كالتالي:

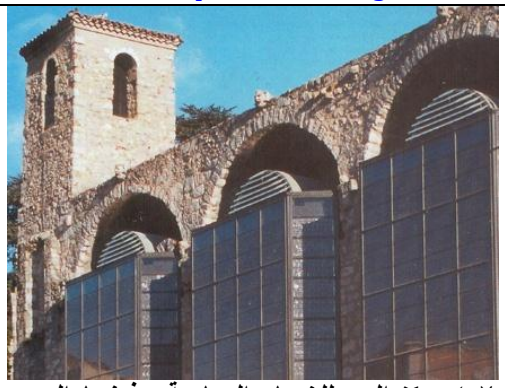
- روعي في الاختيار أن تكون الأمثلة مستخدمة للخلايا الكهروضوئية وذات تشكيلات معمارية متنوعة.
- إمكانية تحقق إستراتيجية التنمية المستدامة بأبعادها(البيئية، الاقتصادية، الاجتماعية).
- كذلك استخدام أساليب التشكيل الشمسي المستدام (السالبة و الموجبة) للوصول إلي منظومة تشكيلة متكاملة إلي حد ما.
- وان يحدث توازن في الأمثلة بين الوظيفة والتشكيل المعماري للخلايا الكهروضوئية.
- كما روعي اختيار الأمثلة باستخدام الخلايا الكهروضوئية أن تكون مطابقة لقواعد التشكيل المعماري المستدام.
- أن تتوافق الأمثلة مع أهداف الرسالة وأبعادها.

٧-٦ الأمثلة التطبيقية العالمية:

التشكيل المعماري المستدام باستخدام الخلايا الكهروضوئية يتم بشكل عام في عدة صور تتوقف علي الحالة الموجود عليها المبني جديد أو قائم بالفعل، كذلك تحديد أماكن وضع الخلايا وكيفية التشكيل. وبنظرة مبدئية لا يخرج التشكيل المعماري بالخلايا عن الحالات التالية في شكل(٧-٢):

شكل ٧-٢ حالات التشكيل المعماري المستدام بأستخدام الخلايا الكهروضوئية. المصدر الباحثة.

جدول ٧-٥ الحالات المختلفة للامثلة ذات التشكيل المستدام بالخلايا الكهروضوئية.

	وصف المبني	تشكيل المبني
التشكيل المستدام لمبني قائم باستخدام الخلايا الكهروضوئية في الأسقف.	مبني البرلمان الألماني- ألمانيا. الأسقف المائلة بزاوية علي سطح مستوي. قدرة الخلايا:١٢٣كيلووات. عام التشغيل: ٢٠٠١م.	 **شكل ٧-٣ مبني البرلمان الالماني - المانيا. المصدر:** www.pvdatabase.org
التشكيل المستدام لمبني قائم باستخدام الخلايا الكهروضوئية في الحوائط الخارجية.	مبني باليس – فرنسا استخدام الحوائط الستائرية. قدرة الخلايا:٩,٦كيلووات. عام التشغيل: ٢٠٠١م.	 **شكل ٧-٤ مركز اليس للخدمات السياحية – فرنسا. المصدر:** www.tenesol-group.com
التشكيل المستدام لمبني قائم باستخدام الخلايا الكهروضوئية في الأسقف والحوائط الخارجية.	مبني الاتحاد – السويد. استخدام الكاسرات الكهروضوئية، الأسقف المستوية. ٢٥,٦ كيلووات. عام التشغيل:٢٠٠٦م.	 **شكل ٧-٥ مبني الاتحاد بالسويد.المصدر** www.pvdatabase.org
التشكيل المستدام لمبني جديد باستخدام الخلايا الكهروضوئية في الأسقف.	مبني BMW – ألمانيا. استخدام الأسقف المستوية. قدرة الخلايا: ٨٢٤كيلووات عام التشغيل: ٢٠٠٧م.	 **شكل ٧-٦ مبني BMW المانيا. المصدر:** www.bmw-welt.com

تابع جدول (٧-٥)

التشكيل المستدام لمبني جديد باستخدام الخلايا الكهروضوئية في الحوائط الخارجية.	مبني فندق Monte Malaga – اسبانيا.	 **شكل ٧-٧ فندق مونتي ملجة - أسبانيا. المصدر:** www.blog.hotelesmonte.com/category/edificios
	باستخدام الكاسرات الكهروضوئية.	
	قدرة الخلايا:٥٤ كيلووات.	
	عام التشغيل: ٢٠٠٥م.	
التشكيل المستدام لمبني جديد باستخدام الخلايا الكهروضوئية في الأسقف والحوائط الخارجية.	مبني معهد فراونهوفر ISE – ألمانيا.	 **شكل ٧-٨ مبني معهد فراونهوفر لبحوث الطاقة الشمسية بألمانيا** **المصدر** ISE. www.solarbau.de
	استخدام الأسقف المائلة والسماوية، والكاسرات الكهروضوئية.	
	قدرة الخلايا:٢١,٢كليووات	
	عام التشغيل: ٢٠٠١م.	

وتم اختيار بعض من هذه الحالات (مبني جديد ومبني قائم) لتوضيح كيف يمكن تطبيق المنهجية التحليلية عليها.

٧-٧ منهجية تحليل مبني معهد فراونهوفر ISE:

يتم تحليل المبني علي أساس المنهجية التي تم وضعها كما سبق من الدراسة النظرية وهي:

٧-٧-١ الدراسة التمهيدية:

ويتم بها أولا التعريف بالمبني حيث تم أنشاء هذا المبني الجديد ليحل محل المبني القديم والموزع علي ٦ مباني منفصلة حي يجمع المبني الجديد بين المباني القديمة مع استخدام تقنيات الطاقة الشمسية. وقد تم توجيه المبني في الاتجاهات الرئيسة بحيث يأخذ المبني اتجاه طولي شمال / جنوب، وتأخذ البلوكات اتجاه طولي شرق / غرب.[١] ويتم التعريف من خلال جدول(٧-٦):

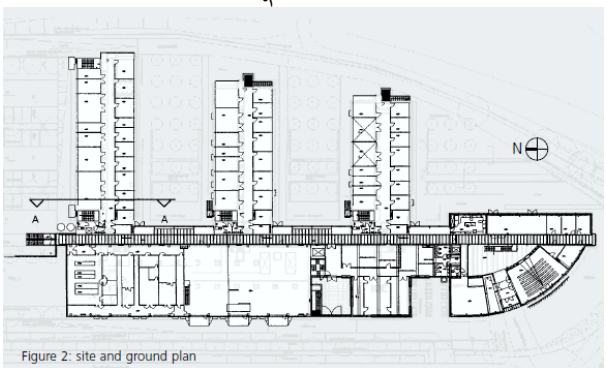
[١] متاح علي موقع: www.pvdatabase.org/projects_view

جدول ٧-٦ الدراسة التمهيدية مبني معهد فراونهوفر ISE.

	مبنى معهد فراونهوفرISE		
وصف المبنى	الاستخدام	معهد لبحوث الطاقة الشمسية	
	المعماري	Rentschler+Riedesser, Stuttgart	
	موقع المبني	دوله	ألمانيا
		مدينة	Baden-Württemberg
	تاريخ تشغيل الخلايا	قديم	
		جديد	٢٠٠١ م
	نوع المبني	قائم ويجدد	
		جديد	جديد
الدراسة التخطيطية	الموقع الجغرافي	خط العرض	٤٨ درجة شمالا
		خط الطول	٧ درجات شرقا
	الاتصال بالمباني المحيطة	منفصل	منفصل
		متصل من جهة	
		متصل من جهتين	
		متصل من الثلاث جهات	
	اللاندسكيب المحيط بالمبني	من الشمال	
		من الشرق	
		من الغرب	
		من الجنوب	
	نوع اللاندسكيب	أشجار	أشجار
		نخيل	

شكل ٧-٩ موقع ألمانيا في أوربا بين خطين عرض ٤٥و ٥٥درجة، وخطين طول صفر و١٥ درجة.

شكل ٧-١٠ توضيح عناصر الاندسكيب المحيطة بالمبني وهي عبارة عن مجموعة من الاشجار في اتجاة الجنوب الغرب للحماية من الطريق وتوضيح كذلك إسقاط الظل بعيد عن المبني . المصدر: جوجل أرث ٢٠١٢م.

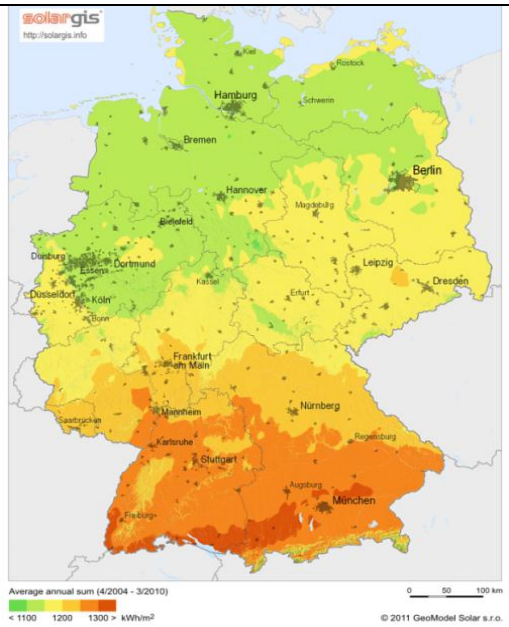


شكل ٧-١١ موقع المشروع والسقط الافقي وتوضيح عدم اتصال المبني باي من المباني المحيط. المصدر: www.solarbau.de

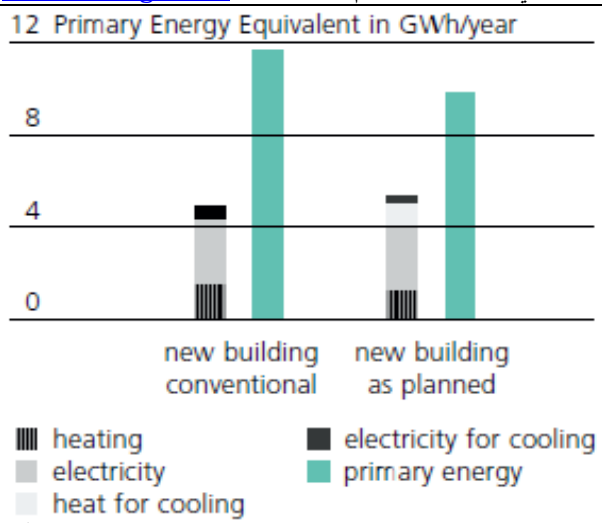
لم يتحقق		تحقق	

تابع جدول (٧-٦)

دراسة الطاقة	كميـــــــة الإشـــــعاع الشمسي	عالية		
		متوسطة		
		منخفضة		
		منخفضـــــة جدا		
	استـــــهلاك المبنـــي مـــن الطاقـــــة التقليدية	صيفا	صفر	
		شتاء	صفر	
			لم يتحقق	تحقق



شكل ٧-١٢ موقع ألمانيا في منطقة الإشعاع الشمسي ما بين ١١٠٠الي ١٣٠٠ك و س/م٢. المصدر: www.solargis.info



شكل ٧-١٣ الفرق بين استهلاك المبني القديم والمبني الجديد في استخدامات المبني من تسخين وكهرباء وتبريد الي غير ذلك. www.solarbau.de.

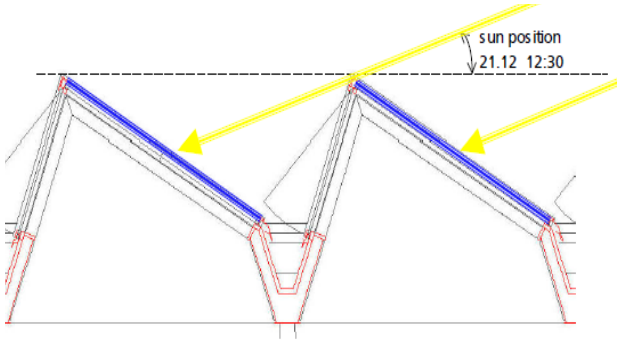
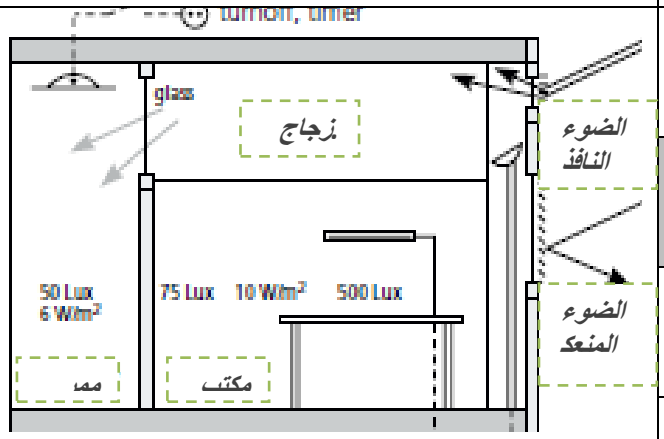
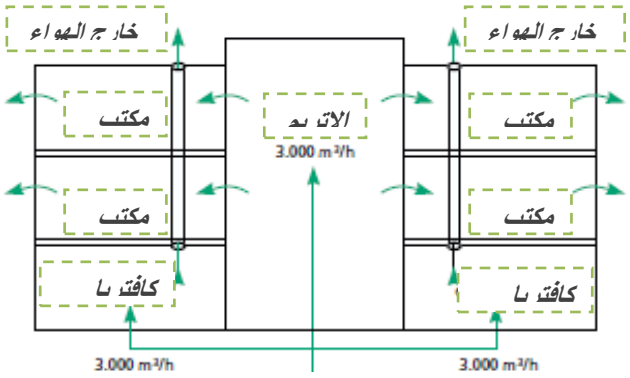
٧-٧-٢ الدراسة التشكيلية:

يتكون المبني من ثلاث بلكوت منفصلة متوازية المسافات بينها لا تسقط الظل علي بعضها البعض، متصلة مع خلال مبني رئيسي شمالي/جنوبي، بارتفاع ثلاث طوابق وقد استخدمت الأساليب الشمسية السالبة بالطريقة المباشرة لتوفير الإضاءة الطبيعية والتهوية كذلك من خلال الكور الداخلي. تم استخدام الأساليب الشمسية الموجبة من خلال التشكيل بالخلايا بأسلوب تشكيلي متميز

حيث استخدمت الوحدات المسننة لتغطية بهو المدخل الرئيسي لتميزية، كذلك استخدام الكاسرات الكهروضوئية علي الفتحات الجنوبية للبلوكات الثلاثة.

المرحلة الأولي : التشكيل الشمسي و تحديد نوع وشكل الخلايا الكهروضوئية المناسبة :

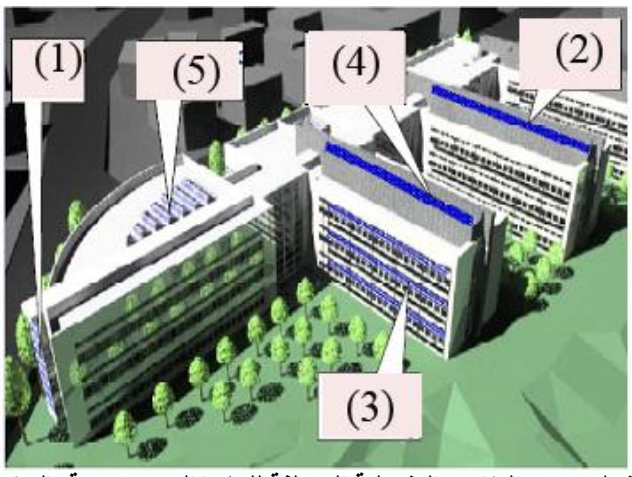
جدول ٧-٧ الدراسة النشكيلية وتحديد نوع الخلايا لمبني معهد فراونهوفر ISE

	نوع وشكل الخلايا الكهروضوئية لمبنى معهد فراونهوفرISE			
	زاوي الميل المثلي	الأسقف	٣٠درجة	 **شكل ٧-١٤ استخدام زاوية ميل ٣٠درجة موجة الي الجنوب علي شكل سنون واستخدام الجوانب للتهوية. المصدر** www.solarbau.de .
		الواجهة الجنوبية	٣٠درجة	
		الواجهة الشرقية		
		الواجهة الغربية	٣٠درجة	
أساليب التشكيل الشمسي	التشكيل الشمسي السالب	الأسلوب المباشر		 **شكل ٧-١٥ توفير الإضاءة الطبيعة من خلال الكاسرات الكهروضوئية التي تسمح بمرور الأشعة المرئية مع الحد من الأشعة الشمسية. نفس المصدر.**
		الأسلوب الغير مباشر		
	التشكيل الشمسي المستدام	الأسلوب المنفصل		
		الأسلوب المركب		
		الأسلوب المختلط		 **شكل ٧-١٦ توفير التهوية الطبيعية لكافة الفراغات باستخدام الكور الداخلي وممرات لخروج الهواء. نفس المصدر.**

تحقق | لم يتحقق

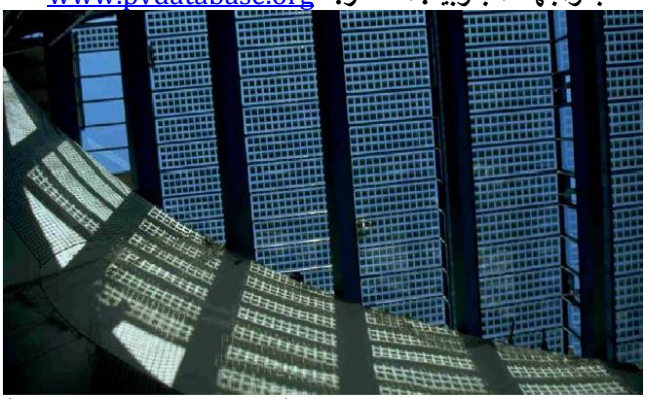
تابع جدول (٧-٧)

	التشكيل الشمسي الموجب	باستخدام الخلايا الكهروضوئية	
متطلبات اختيار نوع الخلايا	خلايا سليكونية	أحادي البلورة	
		متعددة البلورة	
		غير متبلورة	
	الشرائح الرقيقة	تلوريد الكادميوم	
		انديوم النحاس	
		ثنائي سيلينات الجاليوم	
	أنواع أخري	الكهروضوئية المركزة	
		الخلايا المرنة	
		الخلايا المركبة	
		الخلايا الشفافة	
متطلبات تشكيلية	الحوائط الخارجية	الزجاج الكهروضوئي	
		الحوائط الستائرية	(١)
		الكاسرات الكهروضوئية	(٣)
	الأسقف	الأسقف المستوية	(٤)
		الأسقف المسننة	(٢)
		الأسقف القرميد	
		الأسقف السماوية	(٥)
		تحقق	لم يتحقق



شكل ٧-١٧ العناصر التشكيلية المختلفة للخلايا الكهروضوئية بالمبني حوائط ستائرية وأسقف مسننة وأسقف مائلة للجنوب وكسرات كهروضوئية. المصدر: www.ise.fhg.de

كل ٧-١٨ استخدام الخلايا السيليكونية الشريطية في حائط ستائري بالواجهة الجنوبيه. المصدر: www.pvdatabase.org

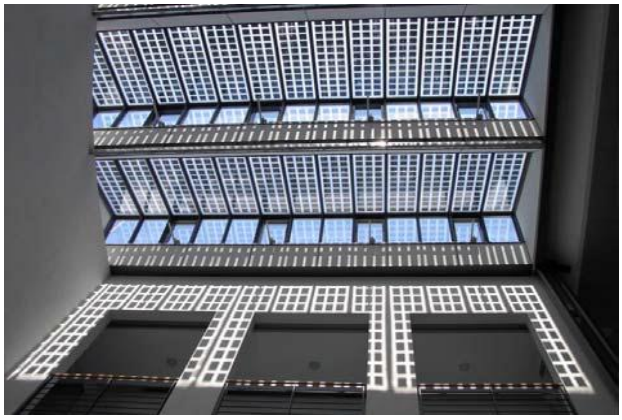


شكل ٧-١٩ استخدام الخلايا السليكونية متعددة البلورة النصف شفافة في تغطية الاسقف المسننة .المصدر: www.ise.fhg.de

تابع جدول (٧-٧)

شكل ٧-٢٠ استخدام الخلايا السلكونية متعددة البلورة بالون الازرق في الكاسرات الشمسية الكهروضوئية.
المصدر:www.ise.fhg.de

شكل ٧-٢١ استخدام الخلايا السلكونية متعددة البلورة المصمتة باللون الازرق في الوحدات المائلة المثبتة علي السطح.
المصدر السابق.



شكل ٧-٢٢ استخدام الخلايا السلكونية متعددة البلورة النصف شفافة في تغطية الكور الداخلي .
المصدر السابق.

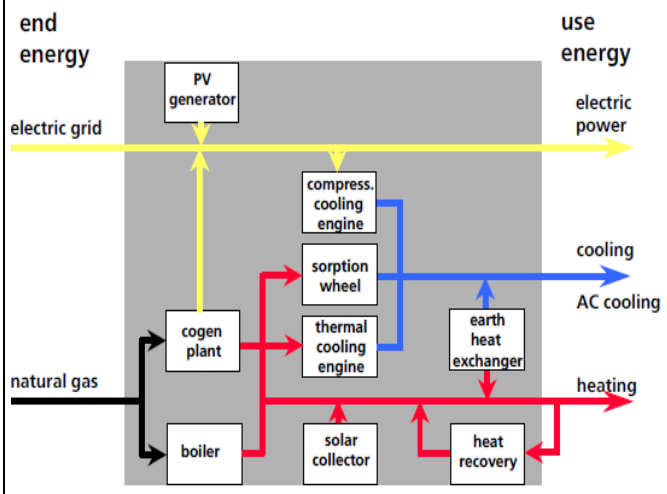
لم يتحقق | تحقق

تابع جدول (٧-٧)

متطلبات الطاقة				
كمية الطاقة المنتجة	من ١ الي ١٠ ك وات			
	من ١٠ الي ١٠٠ ك وات			
	أكبر من ١٠٠ ك وات			
نظم تشغيل	نظام منفصل			
	نظام متصل بالشبكة			
	نظام مهجن مع طاقة أخري			
		لم يتحقق	تحقق	

جدول ٧-٨ كمية الطاقة المنتج الكيلووات لكل نوع من تشكيلات الخلايا في المبني. ترجمة الباحثة.

موقع الخلايا	الطاقة المنتجة	الاستخدام
الواجهة الستائرية	٢,٤ك و	عازل للحرارة
الكاسرات	٣,٩ ك و	عازل للحرارة
الاسقف المسننة	٥,٠ ك و	عزل + تهوية
الاسقف المستوية	٤,٥ ك و	اسقف مستوية
الاسقف السماوية	٤,٨ ك و	اسقف+ اضاءة
	٢٠,٦ ك و	



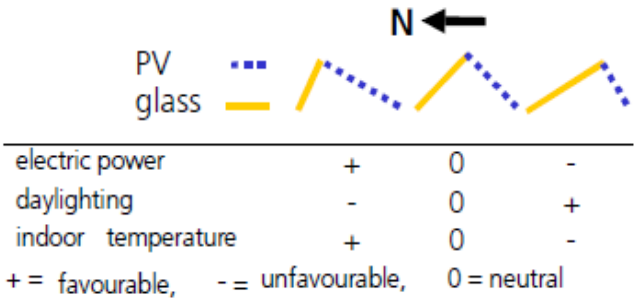
شكل ٧-٢٣ يوضح المخطط شبكة إنتاج الطاقة للمبني ودور الخلايا الكهروضوئية لإنتاج الطاقة الكهربائية واتصالها بالشبكة المحلية www.solarbau.de.

المرحلة الثانية : تحليلي وتقيم لتحقيق الخلايا لأسس التشكيل المعماري:

وتشمل هذه المرحلة تحليل تحقيق الخلايا الكهروضوئية المستخدمة بمبني معهد فراونهوفرISE للأسس العامة للتشكيل المعماري من اتجاهات وتأثيرات وقواعد من خلال جدول(٧-٩):

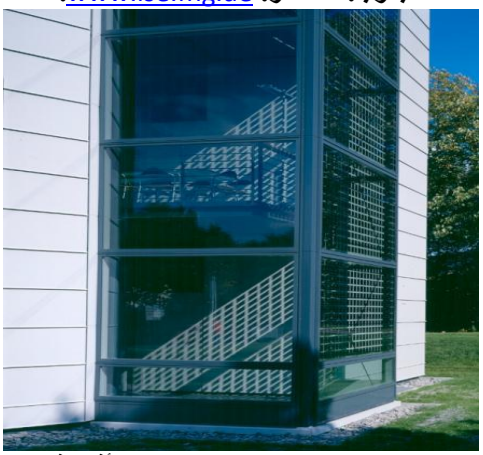
جدول ٧-٩ الدراسة التشكيلية ودراسة تحقيق الخلايا لقواعد التشكيل المعماري لمبني معهد فراونهوفرISE

تحقيق الخلايا لقواعد التشكيل المعماري لمبني معهد فراونهوفرISE				
اتجاهات التشكيل المعماري	التشكيل المستقيم	خطوط		
		مستويات		
		كتل		
	التشكيل المنكسر	خطوط		
		مستويات		
		كتل		
	التشكيل المنحني	خطوط		
		مستويات		
		كتل		



شكل ٧-٢٤ البدائل التي تم التقييم بينها عند وضع الخلايا في التشكيل المنكسر للأسطح www.solarbau.de

شكل ٧-٢٥ استخدام التشكيل المنكسر في تشكيل الأسقف ناحية الجنوب. المصدر: www.ise.fhg.de.



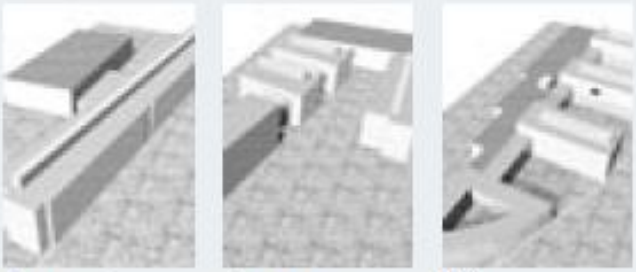
شكل ٧-٢٦ استخدام التشكيل المستقيم راسيا وأفقيا في الواجهات. نفس المصدر.

تحقق | لم يتحقق

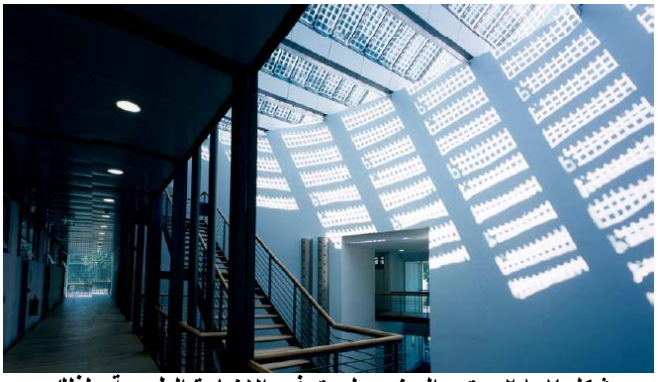
تابع جدول (٧-٩)

تأثيرات التشكيل المعماري	الشكل والفضاء	فضاءات خارجية		
		فضاءات داخلية		
		فضاءات متوسطة		
	القيمة الضوئية	الإضاءة الطبيعية		
		الإضاءة الصناعية		
	اللون المستخدم	الأسود		
		الأزرق		
		الرمادي		
		الذهبي		
		الأحمر		
	النسيج والملمس	مادة واحدة		
		مادتان متناقضتان		
		متناقضتان و ساندة		

Criteria	Compact	Campus	Wings
Summer comfort	–	o	+
Daylighting	–	o	+
Energy use	+	–	o



شكل ٧-٢٧ تقييم بين البدائل التشكيلية بين الكتل والفراغات بينهم واختيار الأكثر توافقا مع الطاقة. www.solarbau.de .



شكل ٧-٢٨ يعتمد المبني علي توفير الإضاءة الطبيعية ولذلك استخدمت الخلايا النصف شفافة لتوفيرها بالإضافة للإضاءة الصناعية. www.pvdatabase.org

شكل ٧-٢٩ استخدام الخلايا السلكونية باللون الأزرق والأسود، ذلك استخدام التناقض في الألوان مع مادة التشطيب الاخري للمبني ،كذلك التناقض في الملمس والنسيج.نفس المصدر .

تحقق | لم يتحقق

تابع جدول (٧-٩)

قواعد التشكيل المعماري			تحقق	لم يتحقق
	التكرار	تكرار منتظم		
		تكرار متدرج		
		تكرار غير منتظم		
	الإيقاع	إيقاع الخطوط		
		إيقاع المستويات		
		إيقاع الكتل		
	التماثل	التماثل الرأسي		
		التماثل الأفقي		
		التماثل التراكمي		
	وحدة أساس التشكيل	وحدة ساس مطلقة		
		وحدة اساس نسبية		

شكل ٧-٣٠ استخدام وحدات الكاسرات الكهروضوئية بتكرار منتظم وتحقيق إيقاع خطوط رأسي وإيقاع مستويات أفقي وكذلك بشكل يحقق التماثل الرأسي والأفقي. www.ise.fhg.de.

شكل ٧-٣١ استخدام وحدة الأساس في التشكيل من وحدات الخلايا والتي تأخذ أبعاد ١٠٠*١٠٠ و١٢٥* ١٢٥سم.
نفس المصدر.

٧-٧-٣ الدراسة التقيمية:

حيث يتم تقيم مبني معهد فراونهوفر ISE علي أساس الوصول إلي التشكيل المعماري المستدام للمبني بعد التشكيل بالخلايا الكهروضوئية وذلك طبقا لإستراتيجية التنمية المستدامة و مبادئ التشكيل المعماري المستدام كالتالي جدول (٧-١٠) وذلك بإعطاء نسبة منخفضة، متوسطة، عالية:

جدول ٧-١٠ الدراسة التقييمية لمبني معهد فراونهوفر ISE

إستراتيجية التنمية المستدامة			مفردات التشكيل المستدام		نسبة التقييم		
					منخفض	متوسط	عالي
تقيم التشكيل طبقا لأسس التشكيل المعماري المستدام	وحدات الخلايا الكهروضوئية المستخدمة	الحوائط الخارجية	الزجاج الكهروضوئي				
			الكاسرات الكهروضوئية				
			الحوائط الستائرية				
		الأسقف	الأسقف المستوية				
			الأسقف المائلة				
			الأسقف القرميد				
			الأسقف المسننة				
			الأسقف السماوية				
	تحقيق الخلايا للأسس العامة للتشكيل المعماري	أتجاهات التشكيل	التشكيل المستقيم				
			التشكيل المنكسر				
			التشكيل المنحني				
		تأثيرات التشكيل	الشكل والفضاء				
			القيمة الضوئية				
			اللون				
			النسيج والملمس				
		قواعد التشكيل	التكرار				
			الإيقاع				
			التماثل				
			وحدة القياس				

تابع جدول (٧- ١٠)

إستراتيجية التنمية المستدامة			مفردات التشكيل المستدام		نسبة التقييم		
					منخفض	متوسط	عالي
مبادئ التشكيل المعماري المستدام	التنمية البيئية	استخدام الطاقة الشمسية	الأساليب السالبة				
			الأساليب الموجبة				
			السالبة والموجبة				
		تقيم التأثير البيئي	تقليل الانبعاث غازات سامة				
			تقليل النفايات خطيرة				
			تقليل حدوث ضوضاء				
		استخدام الموارد الطبيعية	توفرها				
			أمكانية إعادة التدوير				
	التنمية الاقتصادية	تقييم كفاءة أنتاج الطاقة الكهربائية	إنتاج الطاقة النظيفة				
			التوفير في الاستهلاك				
			فائض				
		أجمالي التكلفة	غير مناسبة				
			مناسبة لتكاليف المبني				
	التنمية الاجتماعية	التكامل بين الموروث والمعاصر	المحاكة والتكامل				
			التضاد				
			الإهمال للموروث				
		الصحة	الراحة النفسية				
			التقليل انبعاث غاز **co2**				
				الإجمالي			

بعد تطبيق الدراسة المنهجية علي مبني معهد فراونهوفر ISE بمراحلها التمهيدية الوصفية والتحليلية التشكيلية وكذلك التقيمية يتضح لنا استخدام الخلايا فالحوائط الخارجية والأسقف، وقدرة الخلايا علي تحقيق الأسس العامة للتشكيل المعماري بنسبة عالية وكذلك تحقيق كل عناصر مبادئ التشكيل المستدام. وينتج عن ذلك تحقيق التشكيل المعماري المستدام لمبني معهد بنسبة عالية.

٧-٨ منهجية تحليل مركز اليس للخدمات السياحية:

يتم تحليل المبني علي أساس المنهجية التي تم وضعها كما سبق من الدراسة النظرية وهي:

٧-٨-١ الدراسة التمهيدية:

المبني القديم عبارة عن كنيسة تم تحويلها إلي مكتب سياحي وذلك من خلال استخدام الخلايا الكهروضوئية والحفاظ علي البيئة المحيطة باستخدام الطاقة الشمسية المتجددة والابتعاد عن تلوث البيئة من خلال الطاقات التقليدية. وقد استخدمت لذلك واجهة المبني الجنوبية، ويتم التعريف علي المبني من خلال جدول(٧-١١):

جدول ٧-١١ الدراسة التمهيدية لمبني اليس - فرنسا.

	مركز اليس للخدمات السياحية		
وصف المبني	الاستخدام	مكتب سياحي	
	المعماري	Jean-François Rougé	
	موقع المبني	دوله	فرنسا
		مدينة	اليس
	تاريخ الإنشاء	قديم	
		جديد	٢٠٠١م
	نوع المبني	قائم ويجدد	يجدد
		جديد	
الدراسة التخطيطية	الموقع الجغرافي	خط العرض	٤٤ درجة شمالا
		خط الطول	٤ درجات شرقا
	الاتصال بالمباني المحيطة	منفصل	
		متصل من جهة	من الشمال
		متصل من جهتين	
		متصل من الثلاث جهات	
	اللاندسكيب المحيط بالمبني	من الشمال	
		من الشرق	

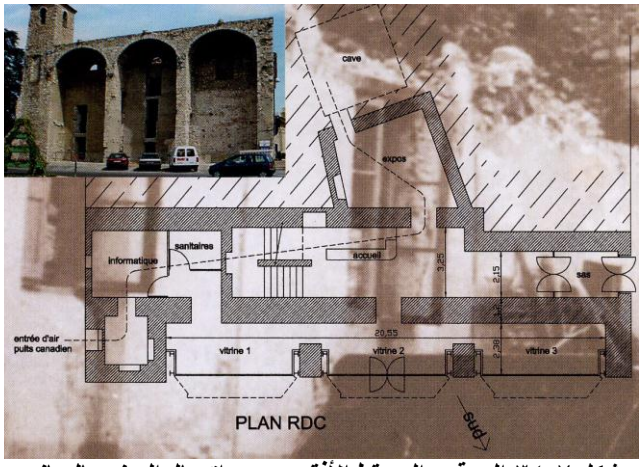
شكل ٧-٣٢ موقع فرنسا في أوربا بين خطين عرض ٤٢و ٥٢درجة شمالا، وخطين طول ٧شرقا و٣ غربا درجة.

شكل ٧-٣٣ توضيح عناصر الاندسكيب المحيطة بالمبني وهي عبارة عن مجموعة من الأشجار في اتجاه الغربي. المصدر: جوجل أرث ٢٠١٢م.

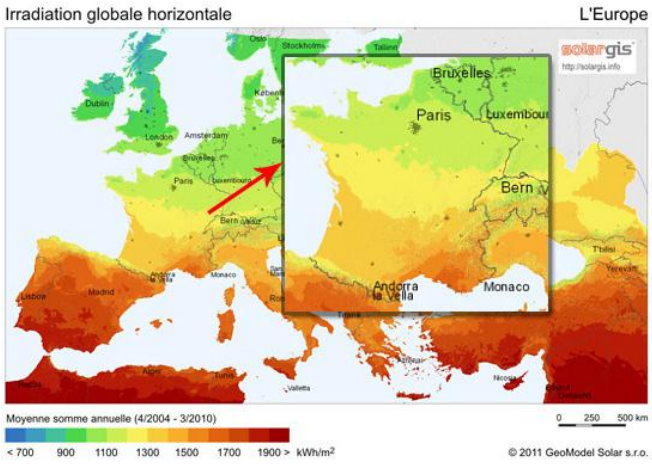
تحقق | لم يتحقق

تابع جدول (٧-١١)

		من الغرب		
		من الجنوب		
	نـــــــــوع اللاندسكيب	أشجار	أشجار	
		نخيل		
	كميـــــــــة الإشـــــعاع الشمسي	عالية		
		متوسطة		
		منخفضة		
		منخفضـــــــة جدا		
الطاقة	استـــــتهلاك المبنـــي مـــن الطاقة	صيفا	٦٠٠٠ كيلـــو وات/س فـــي السنة	
		شتاء		



شكل ٧-٣٤ الموقع والمسقط الأفقي و عدم اتصال المبني بالمباني المحيطه.المصدر: . www.pvdatabase.org



شكل ٧-٣٥ تقع فرنسا في منطقة الإشعاع الشمسي ما بين ٩٠٠الي ١٥٠٠ك و س/م٢. المصدر: www.solargis.info

لم يتحقق | تحقق

٧-٨-٢ الدراسة التشكيلية:

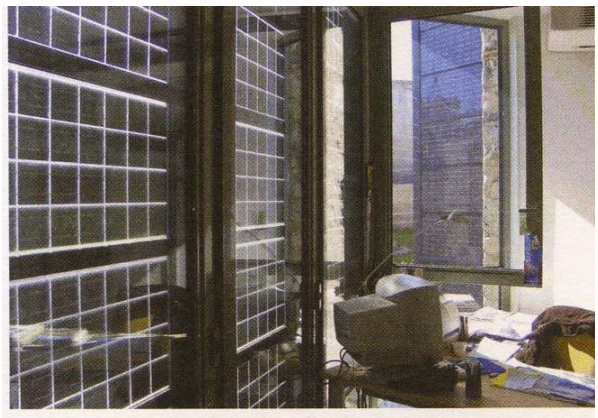
المبنـي القـديم مقـام علـي الحـوائط الحاملـة ونظـام الباكيـات والعقـد وقـد اسـتخدمت الأسـاليب الشمسـية السـالبة بالطريقـة المباشـرة لتـوفير الإضـاءة الطبيعيـة ومـا يشـبه الملقـف للتهويـة. وعنـد تجديـده وتحويلـه إلـي مكتـب سـياحي تـم اسـتخدام الأسـاليب الشمسـية الموجبـة مـن خـلال التشـكيل بالخلايـا بأسـلوب تشكيلي متميز حيث استخدمت الوحدات في الواجهة لتندمج مع المبني.

المرحلة الأولي : التشكيل الشمسي و تحديد نوع وشكل الخلايا الكهروضوئية المناسبة:

جدول ٧-١٢ الدراسة التشكيلية وتحديد نوع الخلايا المستخدمة لمبني اليس – فرنسا.

	نوع وشكل الخلايا الكهروضوئية مركز اليس للخدمات السياحية			
	زاوي الميـــــل المثلي	الأسقف		
		الواجهـــــة الجنوبية		
		الواجهـــــة الشرقية		
		الواجهـــــة الغربية	صفر	
أساليب التشكيل الشمسي	التشـــــكيل الشمســـــي السالب	الأســـــلوب المباشر		
		الأســـــلوب الغير مباشر		
	التشـــــكيل الشمســـــي المستدام	الأســـــلوب المنفصل		
		الأســـــلوب المركب		
		الأســـــلوب المختلط		

شكل ٧-٣٦ استخدام الخلايا في الواجهة في الوضع الراسي بدون زاوية ميل. المصدر: www.tenesol-group.com



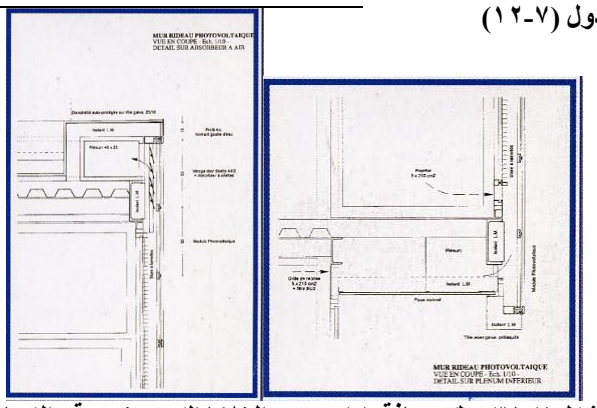
شكل ٧-٣٧ الأسلوب المباشر و توفير الإضاءة الطبيعة وكذلك التهوية من خلال نوافذ زجاج مزدوج بجوار الخلايا الكهروضوئية النصف شفافة. المصدر السابق.

تحقق | لم يتحقق

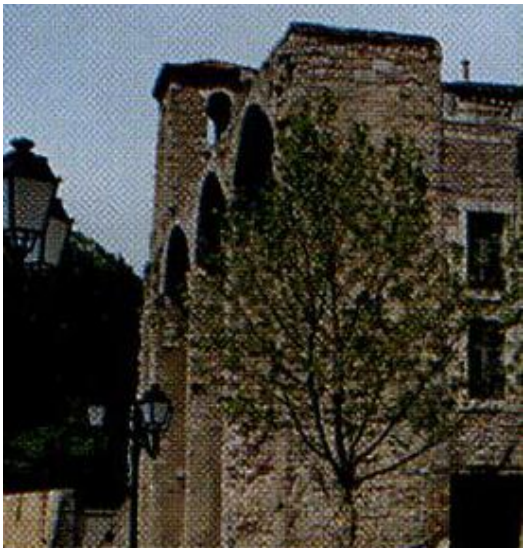
تابع جدول (٧-١٢)

متطلبات تشكيلية				
متطلبات اختيار نوع الخلايا	التشكيل الشمسي الموجب	باستخدام الخلايا الكهروضوئية		
	خلايا سليكونية	أحادي البلورة		
		متعددة البلورة		
		غير متبلورة		
	الشرائح الرقيقة	تلوريد الكادميوم		
		انديوم النحاس		
		ثنائي سيلينات الجاليوم		
	أنواع أخري	الكهروضوئية المركزة		
		الخلايا المرنة		
		الخلايا المركبة		
		الخلايا الشفافة	نصف شفافة	
متطلبات تشكيلية	الحوائط الخارجية	الزجاج الكهروضوئي		
		الحوائط الستائرية		
		الكاسرات الكهروضوئية		
	الأسقف	الأسقف المستوية		

تحقق | لم يتحقق



شكل ٧-٣٨ ترك مسافة ١١سم بين الخلايا الكهروضوئية والزجاج تعمل كعازل للحرارة، كما استخدمت كاسرات للتهوية اعلي الخلايا.
المصدر: www.pvdatabase.org



شكل ٧-٣٩ المبني القديم (الكنيسة) قبل اضافة الخلايا الكهروضوئية الي تشكيلها المعماري.www.pvdatabase.org

شكل ٧-٤٠ استخدام الخلايا السيليكونية في حائط ستائري بالواجهة الجنوبية. المصدر السابق.

تابع جدول (٧-١٢)

متطلبات الطاقة		الأسقف المسننة	
		الأسقف القرميد	
		الأسقف السماوية	
	كمية الطاقة المنتجة	من ١: ١٠ ك وات	
		من ١٠: ١٠٠ك وات	
		أكبر من ١٠٠ك وات	
	نظم تشغيل	منفصل	
		متصل بالشبكة	
		مهجن مع طاقة أخري	

شكل ٧-٤١ استخدام الخلايا السلكونية نصف الشفافة بالون الازرق في الحوائط الستائرية الكهروضوئية للمبني بتشكيل متناغم مع التشكيل المعماري للمبني. www.pvdatabase.org

جدول٧-١٣ كمية الطاقة الكهربائية المنتجة لمبني اليس – فرنسا.

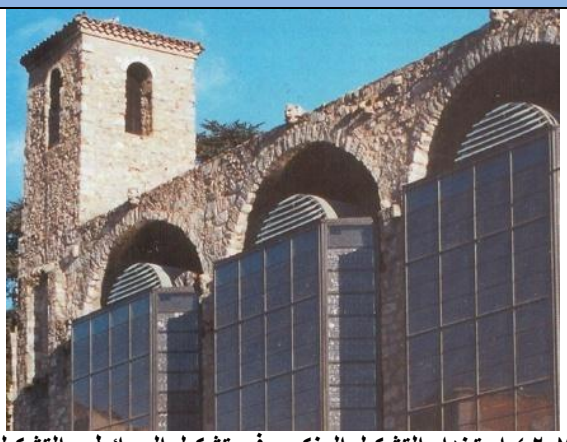
المكان	الواجهة	الإجمالي
القدرة	٣.٢ كيلووات	٩.٦ كيلووات
عدد الخلايا	٧٠	٢١٠ خلية
الاستخدام	للإضاءة	للتسخين والإضاءة

تحقق | لم يتحقق

المرحلة الثانية : تحليلي وتقيم لاستخدام الخلايا في التشكيل :

جدول ٧-١٤ الدراسة التشكيلية وتحقيق الخلايا لقواعد التشكيل المعماري مبني اليس - فرنسا.

	مبني اليس - فرنسا		
عناصر التشكيل المعماري	التشكيل المستقيم	خطوط	
		مستويات	
		كتل	
	التشكيل المنكسر	خطوط	
		مستويات	
		كتل	
	التشكيل المنحني	خطوط	
		مستويات	
		كتل	



٧-٤٢ استخدام التشكيل المنكسر في تشكيل الحوائط، والتشكيل المنحني في وحدات التهوية للتناسب مع المنحنيات الموجودة في المبني القديم www.tenesol -group.com.

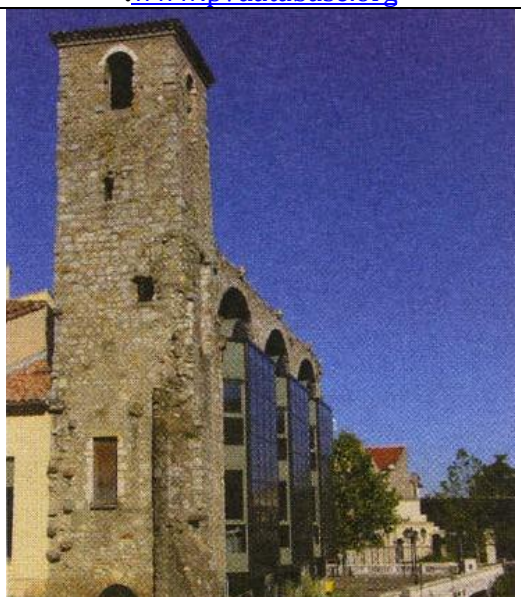
تحقق | لم يتحقق

تابع جدول (٧-١٤)

وسائل التشكيل المعماري			تحقق	لم يتحقق
	الشكل والفضاء	فضاءات خارجية		
		فضاءات داخلية		
		فضاءات متوسطة		
	القيمة الضوئية	الإضاءة الطبيعية		
		الإضاءة الصناعية		
	اللون المستخدم	الأسود		
		الأزرق		
		الرمادي		
		الذهبي		
		الأحمر		
	النسيج والملمس	مادة واحدة		
		مادتان متناقضتان		
		مادتان متناقضتان و ساندة		

٧-٤٣ استغلال الفراغات الداخلية الموجودة في تشكيل المبني القديم لوضع وتشكيل الخلايا الكهروضوئية بداخلها.

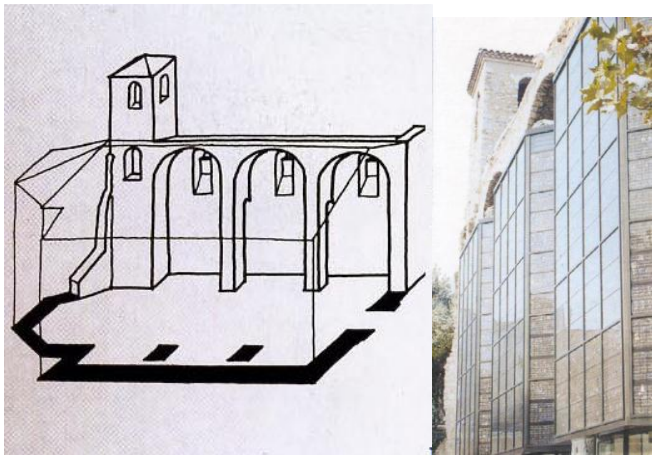
٧-٤٤ يتم توفير الإضاءة الطبيعية من الزجاج المزدوج ، استخدام الخلايا السليكونية متعددة البلورة للحد من أشعة الشمس النافذة .www.pvdatabase.org



٧-٤٥ استخدام الخلايا السلكونية باللون الأزرق و استخدام التناقض بينها وبين لون الحجر الموجود عليها المبني،كذلك التناقض في الملمس والنسيج.

تابع جدول (٧-١٤)

قواعد التشكيل المعماري				
	التكرار	تكـــــرار منتظم		
		تكـــــرار متدرج		
		تكـرار غيـر منتظم		
	الإيقاع	إيقـــــاع الخطوط		
		إيقـــــاع المستويات		
		إيقاع الكتل		
	التماثل	التماثـــــل الرأسي		
		التماثـــــل الأفقي		
		التماثـــــل التراكمي		
	وحـــــدة أســـــاس التشكيل	وحـدة سـاس مطلقة		
		وحـدة أسـاس نسبية		



٧-٤٦ استخدام التكرار في تشكيل الخلايا الكهروضوئية والنابع من تشكيل المبني القديم. www.pvdatabase.org .

٧-٤٧ استخدام وحدة الأساس في التشكيل من وحدات الخلايا والتي تأخذ ٣ خلايا مكونة للوحدة ومتناسبة مع ارتفاع المبني القديم .

تحقق		لم يتحقق

٧-٨-٣ الدراسة التقيمية:

حيث يتم تقيم مبني اليس – فرنسا علي أساس الوصول إلي التشكيل المعماري المستدام للمبني بعد التشكيل بالخلايا الكهروضوئية وذلك طبقا لإستراتيجية التنمية المستدامة و مبادئ التشكيل المعماري المستدام كالتالي جدول (٧-١٥) وذلك بإعطاء نسبة لتحقيق منخفضة التحقيق بنسبة تصل إلي ٣٠% ومتوسطة لتحقيق ٦٥% من العناصر و ١٠٠% لتحقيق جميع العناصر:

جدول ٧-١٥ الدراسة التقييمية لمبني مبني اليس - فرنسا

إستراتيجية التنمية المستدامة			مفردات التشكيل المستدام		نسبة التقييم		
					منخفض	متوسط	عالي
تقيم التشكيل طبقا لقواعد التشكيل المستدام	وحدات الخلايا الكهروضوئية المستخدمة	الحوائط الخارجية	الزجاج الكهروضوئي				
			الكاسرات الكهروضوئية				
			الحوائط الستائرية				
		الأسقف	الأسقف المستوية				
			الأسقف المائلة				
			الأسقف القرميد				
			الأسقف المسننة				
			الأسقف السماوية				
	تحقيق الخلايا للأسس العامة للتشكيل المعماري	اتجاهات التشكيل	التشكيل المستقيم				
			التشكيل المنكسر				
			التشكيل المنحني				
		تأثيرات التشكيل	الشكل والفضاء				
			القيمة الضوئية				
			اللون				
			النسيج والملمس				
		قواعد التشكيل	التكرار				
			الإيقاع				
			التماثل				
			وحدة القياس				

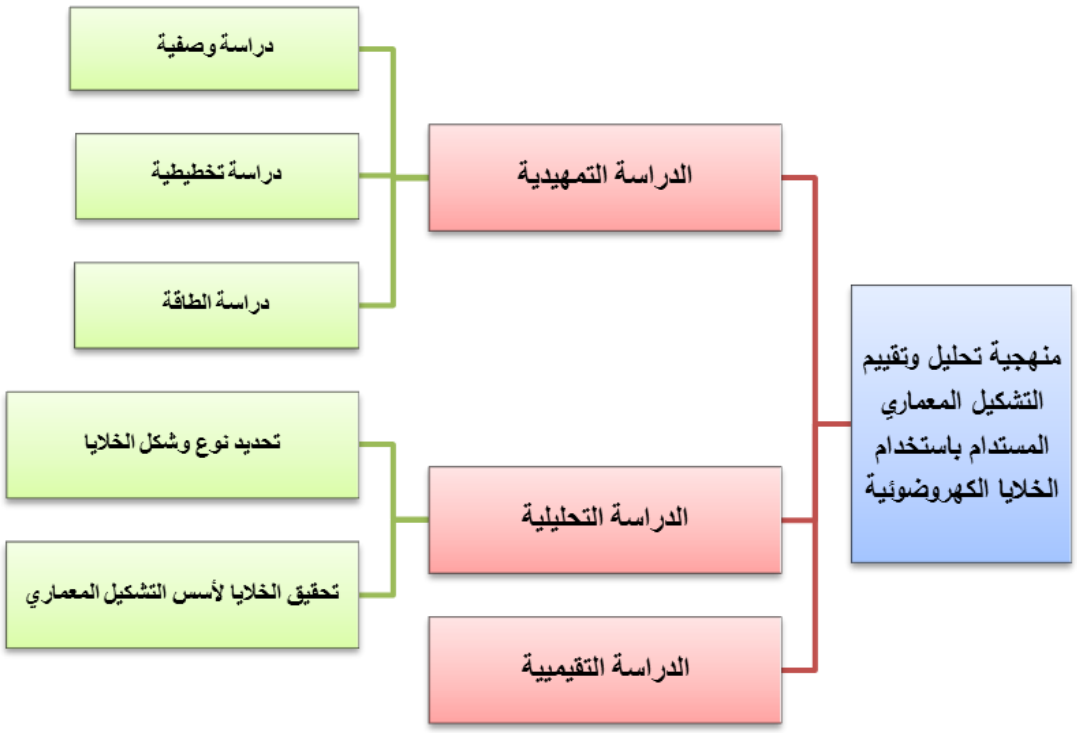
تابع جدول (٧- ١٥)

إستراتيجية التنمية المستدامة			مفردات التشكيل المستدام		نسبة التقييم		
					منخفض	متوسط	عالي
مبادئ التشكيل المعماري المستدام	التنمية البيئية	استخدام الطاقة الشمسية	الأساليب السالبة				
			الأساليب الموجبة				
			السالبة والموجبة				
		تقيم التأثير البيئي	تقليل الانبعاث غازات سامة				
			تقليل النفايات خطيرة				
			تقليل حدوث ضوضاء				
		استخدام الموارد الطبيعية	توفرها				
			أمكانية إعادة التدوير				
	التنمية الاقتصادية	تقييم كفاءة أنتاج الطاقة الكهربائية	إنتاج الطاقة النظيفة				
			التوفير في الاستهلاك				
			فائض				
		أجمالي التكلفة	غير مناسبة				
			مناسبة لتكاليف المبني				
	التنمية الاجتماعية	التكامل بين الموروث والمعاصر	المحاكة والتكامل				
			التضاد				
			الإهمال للموروث				
		الصحة	الراحة النفسية				
			التقليل انبعاث غاز **co2**				
				الإجمالي			

بعد تطبيق الدراسة المنهجية علي مبني اليس – فرنسا بمراحلها التمهيدية الوصفية والتحليلية التشكيلية وكذلك التقيمية يتضح لنا بعد تطبيق الدراسة استخدام الخلايا بنسبة متوسطة لاستخدامها في الحوائط الخارجية فقط، بينما قدرة الخلايا علي تحقيق الأسس العامة للتشكيل المعماري بنسبة عالية وكذلك تحقيق كل عناصر مبادئ التشكيل المستدام. وينتج عن ذلك تحقيق التشكيل المعماري المستدام لمبني معهد بنسبة عالية.

ملخص الفصل السابع:

في هذا الفصل تم تجميع الدراسة النظرية والدراسة التحليلية في الفصول السابقة ووضعها في إطار نظري يمثل منهجية تشكيلية تتبع المنهج التطبيقي، يمكن من خلالها الوصول إلي وصف وتحليل وتقيم أي مبني استخدمت الخلايا الكهروضوئية في تشكيلة، كذلك مساعدة المعماري بنفس المراحل عند إدخال الخلايا الكهروضوئية الي تشكيل المباني الجديدة.

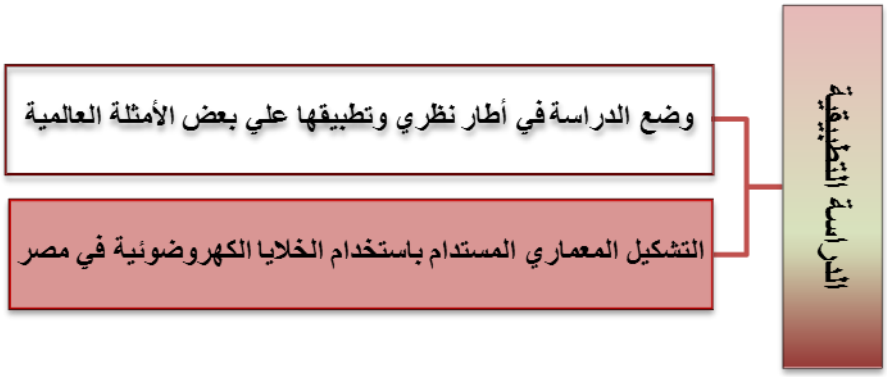


كما يعرض الفصل طبق للمنهج التطبيقي تطبيق الدراسة علي بعض الأمثلة العالمية وأسباب اختيار هذه الأمثلة، وكذلك الأوضاع المختلفة لنوعية المباني ذات التشكيل المعماري المستدام باستخدام الخلايا الكهروضوئية، واختيار نموذجان لتوضيح كيفية تطبيق الدراسة المنهجية بمراحلها التمهيدية والتحليلية والتقيمية.

٣- الدراسة التطبيقية

٣-٢ الفصل الثامن:

التشكيل المعماري المستدام باستخدام الخلايا الكهروضوئية فى مصر



٨-١ المقدمة:

تعتبر تنمية موارد الطاقة الأولية وحسن إدارتها من أهم دعائم التنمية المستدامة، وكما ذكرنا في الفصل الأول تتنوع مصادر الطاقة الأولية في مصر ما بين مصادر تقليدية تتمثل في البترول والغاز الطبيعي والفحم بكميات محدودة، ومصادر مائية، ومصادر متجددة تتمثل في الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة الكتلة الحيوية، ومن المتوقع أن يزداد الطلب على الطاقة خلال هذا العقد بمعدل يتراوح بين ٦ – ٧ % سنويا، للوفاء باحتياجات خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية.

وقد سمعنا في الأيام السابقة عما حدث باليابان والإضرار الجسيمة التي قد تحدث عن المفاعلات النووية وهى مصدر هام للطاقة ولكن زاد تخوف الرأي العام تجاه مشروع مصر النووي بالضبعه. مما زاد الاهتمام بمصادر الطاقة الأكثر أمننا ومنها الطاقة الشمسية ومصر قد أخذت خطوات إستراتيجية وتنموية كما ذكرنا من اجل الاعتماد عليها في المراحل القادمة وسوف نتطرق للمحاولات المصرية في مجال التشكيل المعماري.

واستجابة من المعماريين لما تتجه إليها السياسة المصرية، لابد من التعرف علي تقنيات الطاقات المتجددة وخاص الطاقة الشمسية لما تمتلكه مصر توفر للإشعاع الشمسي طوال أيام السنة فقليل ما نجد أيام غائمة.

٨-٢ استخدام النظم الكهروضوئية في دول الحزام الشمسي:

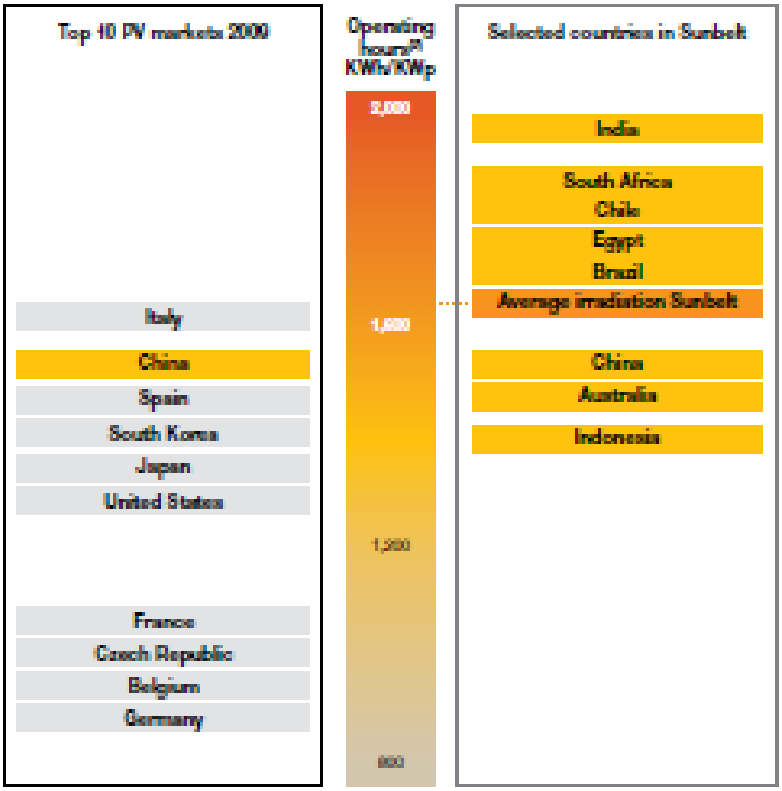
دول الحزام الشمسي هي الدول التي تقع حول مدار خط الاستواء، هي(الهند- جنوب إفريقيا- مصر- البرازيل- الصين- استراليا- اندونيسيا).

حيث تعتبر هذه الدول هي الأكثر مناسبة لتطبيقات الطاقة الشمسية حول العلم لتوفر الأشعة الشمسية بها معظم أيام السنة.[1] وعلي الرغم من هذا فان الاستفادة من هذه الطاقة الطبيعية من خلال النظم الكهروضوئية ضعيفة جدا. بالمقارنة بأكبر عشر دول لإنتاج واستخدام النظم الكهروضوئية شكل(٨-١)، والتي لا تمثل الأشعة الشمسية فيها سواء ٩% من كمية الأشعة الموجودة في دول الحزام الشمسي. وهذه الدول هي (ايطاليا- الصين- اسبانيا- كوريا- اليابان- المملكة المتحدة- فرنسا- ألمانيا- تشيك - بلجيكا) وتتفاوت نسبة إنتاج الطاقة بين هذه الدول.[2]

وعلي الرغم من هذا فهناك الكثير من البدايات في كثير من دول الحزام الشمسي وخاصة مصر لإدخال إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية ضمن خططها الإستراتيجية.

[1] EPIA, Unlocking **The Sunbelt Potential of Photovoltaic's**, Second edition – October 2010, www.epia.org

[2] U.S. Department of Energy, **2009 Renewable Energy Data Book**, August 2010, www.eere.gov



شكل ٨-١ الاشعاع الشمسي لدول الحزام الشمسي واكبر عشر دول لانتاج النظم الكهروضوئية.
المصدر: www.epia.org

٨-٣ السياسات العامة لتشجيع التنمية المستدامة باستخدام الطاقة الشمسية في مصر:

ترتبط إمكانات تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية المستدامة بمدى توافر مصادر كافية ومنتظمة للطاقة تعتمد على الموارد المتاحة بمواقع الاستخدام ما أمكن، وتكفل الظروف المعيشية الموائمة للسكان. ويتطلب ذلك توفير خليط متوازن من المصادر التقليدية والمتجددة، مع مراعاة الآثار البيئية الناجمة عن إنتاج واستهلاك الطاقة على البيئة وصحة الإنسان، ومع الزيادة المضطردة في الطلب على الطاقة تبرز أهمية تدبير مواردها. يعمل قطاع الكهرباء والطاقة المصري في إطار إستراتيجية تهتم بالوفاء باحتياجات التنمية من الطاقة الكهربائية والتي تعتمد سياساتها على تنويع مصادر الطاقة والاستفادة المثلى من مواردها المتاحة وتحسين كفاءة إنتاجها واستخدامها والحفاظ على البيئة والتصنيع المحلى لمهمات القوى الكهربائية وتوطين تكنولوجياتها.[١] ويتم تشجيع استخدام تقنيات الطاقة الشمسية في مصر من خلال:[٢]

١. تخفيض الرسوم الجمركية علي الواردات من معدات النظم الكهروضوئية.

---

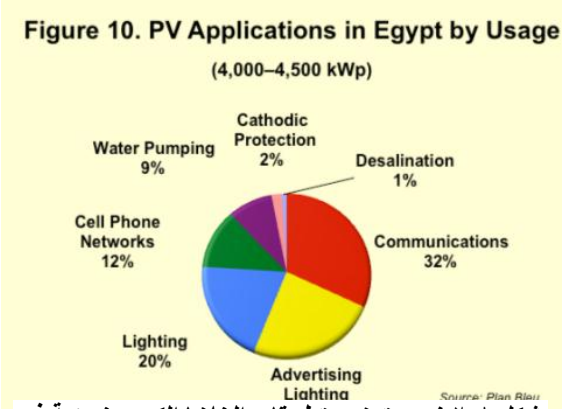
[١] **التقرير السنوي**، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠١٠/٢٠١١م.

1 Egyptian-German Private Sector Development Programme, **Prospects of the Renewable Energy Sector in Egypt**, German Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ) Cairo, Egypt, 2010. www.psdp-egypt.info .

٢. محاول إنشاء أول مصنع لتصنيع معدات النظم الكهروضوئية في مصر.
٣. ارتفاع تكاليف فواتير الكهرباء خلال الأعوام السابقة، والتأثير المباشر علي تعزيز الحاجة إلي الطاقة المتجددة.
٤. الدعم المادي من خلال الموافقة علي عدد من الاتفاقات المشتركة من الدول المصنعة للخلايا الكهروضوئية مثل ألمانيا واليابان.

٨-٣-١سوق الخلايا الكهروضوئية في مصر:

لازال الطلب محدود علي الخلايا الكهروضوئية في مصر ويقتصر الطلب علي بعض التطبيقات البسيطة -كما نكرنا سابقا في الفصل الثالث- والمتركزة في المناطق النائية، كذلك لا توجد اشتراطات أو تشريعات تحكم استخدام الخلايا الكهروضوئية بمصر. وهذا لا يتناسب مع إمكانيات مصر من الأشعة الشمسية التي تستقبلها يوميا علي أرضها.



شكل ٨-٢ نسب توزيع تطبيقات الخلايا الكهروضوئية في مصر.المصدر: www.psdp-egypt.info .

٨-٣-٢ التوجيهات الحالية لاستخدام الطاقة الشمسية في مصر:

هناك الكثير من الآراء ألان المطروحة علي الساحة العلمية لتنشيط الطاقة الشمسية في مصر. مثل د.عباس الزعفرانى[١] " أنه لابد أن تدخل مصر العصر الشمسي وهو العصر الجديد بعد أن بدأت نهاية الطاقات التقليدية (الفحم والبترول والغاز) أي أن المستقبل في مصر ودول العالم للطاقة الشمسية والطاقات المتجددة بعدما ينفذ كل من البترول والغاز، فطريقة التعامل مع الطاقة تتدرج تحت بندين الأول توليد الطاقة بطرق ذكية وهى الطاقة المتجددة، والثاني هو ترشيد الاستهلاك وتوعية المواطنين بذلك".

وتري د.منى أحمد[٢] " بما أن بلادنا يتوفر فيها الإشعاع الشمسي بشكل كافي يضمن لنا في حالة استغلاله الاستغلال الأمثل ، كثير من جوانب الاستثمار فمن الممكن أن ننتج الطاقة ونصدرها للخارج أيضاً، ولذا يجب أن تتوسع مصر في نطاق التطبيق الفعلي لاستخدام الطاقات الشمسية، سواء من خلال إنشاء محطات كبرى (مثل محطة الكريمات) إذا كانت الأرض متوفرة لأنها تغذى

[١] د.عباس الزعفرانى : أستاذ التخطيط البيئي بكلية التخطيط العمراني.

[٢] د.منى أحمد: أستاذ باحث في انتقال الحرارة وتوفير الطاقة بالمباني بمعهد فيزيقا المنشآت والعوامل البيئية المحيطة بالمركز القومي لبحوث البناء.

مجتمع بأكمله أو تتجه لأسلوب غير تقليدي مثل المحطات الصغيرة التي يمكن أن تخدم فيلا أو عمارة سكنية بحيث يصبح منزل ذكى الطاقة صديق للبيئة، ففي أثناء إقامة المبنى يتم دعمه بوحدة الطاقة التي تقدم إمدادات الكهرباء داخله ولا يتصل بالشبكة الخارجية، بل إذا أستطاع أن ينتج طاقة زائدة عن الاحتياج الفعلي للمبنى من الممكن الاستفادة منها عن طريق تسويقها".[1]

ونظراً لاهتمام العالم بإمكانية استغلال الطاقة الشمسية على نطاق واسع في الدول التي تحظى بسطوع شمسي مستمر على مدار العام، فقد ظهرت بعض المحاولات الجادة في مصر لتصميم مباني يتم تشكيلها بتأثير من دمج الخلايا الكهروضوئية مع أغلفتها، ومن ثم يمكن أن تعبر عن أطر حديثة لتشكيل معماري مستدام باستخدام الخلايا الكهروضوئية.

٨-٤ استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المعماري في مصر:

أصبح استخدام الطاقة الشمسية في التشكيل المعماري خطوة لابد من تحقيقه. حيث يتسم التشكيل المعماري المستدام الذي يعتمد على الطاقة الشمسية بشكل عام يكون سلبي أو إيجابي وفقًا للطريقة التي يتم استغلال وتحويل وتوزيع ضوء الشمس من خلالها. وتشمل تقنية الطاقة الشمسية الإيجابية استخدام اللوحات الكهروضوئية في تحويل ضوء الشمس إلى طاقة كهربية. هذا في حين تتضمن تقنية التشكيل الشمسي السلبي عمليات اختيار مواد ذات خصائص حرارية مناسبة وتصميم الأماكن التي تسمح بدوران الهواء بصورة طبيعية واختيار أماكن مناسبة للمباني بحيث تواجه الشمس.

يتم تصنيف التشكيل المعماري المستدام باستخدام الخلايا الكهروضوئية في مصر كما ذكرنا بالنسبة للأمثلة العالمية فالقاعدة التصنيفية واحدة لأي مبني في إي مكان.

شكل ٨-٣ حالات التشكيل المعماري المستدام بأستخدام الخلايا الكهروضوئية في مصر. المصدر: الباحثة.

[1] عبير الضمرانى، **الطاقة الشمسية في مصر ..تواجه الأزمات!** ، مقال بجريدة الأهرام ،مؤسسة الأهرام ، ٢٠١١م .

وهناك الكثير من المشاريع في مصر التي تم إدخال الخلايا الكهروضوئية إليها منذ بداية تنفيذها أو بعد الإنشاء.

جدول ٨-١ الحالات المختلفة للامثلة ذات التشكيل المستدام بالخلايا الكهروضوئية في مصر.

التشكيل المستدام بالخلايا	وصف المبني	تشكيل المبني
التشكيل المستدام لمبني قائم باستخدام الخلايا الكهروضوئية في الأسقف.	مبني مصنع الغزل والنسيج- حلون.[1]	**شكل٨-٤ مبني مصنع الغزل والنسيج- حلوان.المصدر: تقرير هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة ٢٠١٠م.**
	استخدام الأسقف الكهروضوئية المسننة.	
	قدرة الخلايا: كليووات.	
	عام التشغيل: ١٩٩٣م.	
التشكيل المستدام لمبني قائم باستخدام الخلايا الكهروضوئية في الحوائط الخارجية.	مبني مركز التدريب المهني- شبرا الخيمة[2].	**شكل ٨-٥ مبني مركز التدريب المهني بشبرا الخيمة- المظلات. المصدر: نشوي يوسف ٢٠٠٦م.**
	استخدام الحوائط الستائرية الكهروضوئية.	
	قدرة الخلايا:٩,٦كليووات.	
	عام التشغيل: ١٩٩٦م.	
التشكيل المستدام لمبني قائم باستخدام الخلايا الكهروضوئية في الأسقف والحوائط الخارجية.	مبني المدرسة الألمانية- الدقي.	**شكل ٨-٦ مبني المدرسة الالمانية بالدقي.المصدر: www.bicegypt.com**
	استخدام الكاسرات الكهروضوئية، الأسقف المستوية.	
	قدرة الخلايا: ٢٥,٦كليوات	
	عام التشغيل:٢٠٠٨م.	

[1] التقرير السنوي، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠٠٩/٢٠١٠م.

[2] نشوي يوسف عبد الحافظ، **العلاقة التكاملية بين المباني والخلايا الكهروضوئية**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة – جامعة القاهرة، ٢٠٠٦ م.

التشكيل المستدام لمبني جديد باستخدام الخلايا الكهروضوئية في الأسقف.	مبني الجامعة اليابانية- برج العرب.	
	استخدام الأسقف المستوية والأسقف المائلة.	
	قدرة الخلايا: ٥٠٠كليووات	
	عام بداية العمل: ٢٠١٠م.	
التشكيل المستدام لمبني جديد باستخدام الخلايا الكهروضوئية في الحوائط الخارجية.		
التشكيل المستدام لمبني جديد باستخدام الخلايا الكهروضوئية في الأسقف والحوائط الخارجية.	مشروع البيت المستدام في مصر- الجامعة الأمريكية.	**شكل ٨-٧ تصور لمشروع البيت المستدام – الجامعة الامريكية.**
	استخدام الأسقف المستوية والزجاج الكهروضوئي.	
	المشروع غير منفذ، عبارة عن محاولة من مجموعة طلبة من الجامعة الأمريكية ٢٠١١م.	

وقد تم اختيار بعض من هذه الحالات (مبني قائم حوائط خارجية ومبني قائم أسقف وحوائط خارجية) لتوضيح كيف يمكن تطبيق المنهجية التحليلية علي المباني ذات التشكيل المعماري المستدام باستخدام الخلايا الكهروضوئية في مصر.

٨-٥ منهجية تحليل مبني مركز التدريب المهني:

يقع المبني بمدينة القاهرة – مصر، تم إنشاءه عام ١٩٧٧م. وإضافة الخلايا إليه عام ١٩٩٦م. من خلال سفر مجموعة من المعماريين إلي ألمانيا وجلب الخلايا إلي المركز كمحاولة للحفاظ علي البيئة المحيطة باستخدام الطاقة الشمسية المتجددة والابتعاد عن تلوث البيئة.

٨-٥-١ الدراسة التمهيدية:

وقد تم إضافة الخلايا إلي واجهة المبني الجنوبية، وكذلك مجموعه من أعمدة الإنارة التي تعمل بالخلايا في الموقع العام للمبني. كما إن المبني متصل من ناحية الشمال بمباني الورش ولكن الواجهة الجنوبية خالية من الأشجار ومن إي مباني ، وبذلك عدم إسقاط الظلال علي الخلايا.

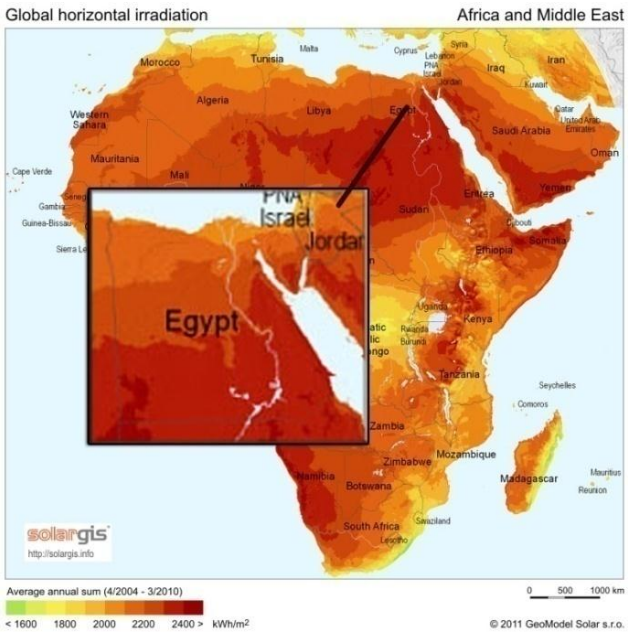
جدول ٨-٢ الدراسة التمهيدية مبني مركز التدريب المهني –شبرا الخيمة.

	مركز التدريب المهني- شبرا الخيمة:		
وصف المبنى	الاستخدام	مركز تدريب مهني	
	المعماري	مجموعة من المعماريين	
	موقع المبني	دوله	مصر
		مدينة	القاهرة
	تاريخ تشغيل الخلايا	قديم	١٩٩٦م
		جديد	
	نوع المبني	قائم ويجدد	يجدد
		جديد	
	الموقع الجغرافي	خط العرض	٣١ شمالا
		خط الطول	٣٠ شرقا
الدراسة التخطيطية	الاتصال بالمباني المحيطة	منفصل	
		متصل من جهة	من الشمال
		متصل من جهتين	
		متصل من الثلاث جهات	
	اللاندسكيب المحيط بالمبني	من الشمال	
		من الشرق	
		من الغرب	
		من الجنوب	

شكل ٨-٨ تقع مصر بقارة افريقيا بين خطين عرض ٢٤و ٥٢درجة شمالا، وخطين طول ٧شرقا و٣ غربا درجة.

شكل ٨-٩ موقع المشروع توضيح عناصر الاندسكيب المحيطة وهي عبارة عن مجموعة من الأشجار في اتجاه الشرق والشمال الغربي وعدم وجود اشجار الواجهة الجنوبية المضاف اليها الخلايا الكهروضوئية. المصدر: جوجل أرث ٢٠١٢م.

تحقق	لم يتحقق

	نـــــــــوع اللاندسكيب	أشجار	أشجار	
		نخيل		
	كميـة الإشـعاع الشمسي	عالية		
		متوسطة		
		منخفضة		
		منخفضـــة جدا		
الطاقة	اســـــتهلاك المبنـــي مـــن الطاقة	صيفا	يـتم اسـتخدام الطاقـة التقليديـة (الغـاز الطبيعـي) جانـب إلـي جنـب مـع الخلايـا الكهروضوئية لتغطية الاستخدام.	
		شتاء		

شكل ٨-١٠ تقع مصر في منطقة الإشعاع الشمسي المرتفع وتتراوح شدة الاشعاع في القاهرة ما بين ٢٢٠٠الي ٢٤٠٠ ك و س/م٢.
المصدر: www.solargis.info

تحقق	لم يتحقق

٨-٥-٢ الدراسة التشكيلية:

اسـتخدم الأسـلوب المركـب والـذي يجمـع بـين اسـتخدام الأسـلوب المباشـر فـي الإضـاءة والتهويـة مـن خـلال اسـتخدام النوافـذ القابلـة للفـتح والأسـقف المسـننة، وكـذلك اسـتخدام المـراوح والمكيفـات كعامـل مسـاعد. بالإضـافة إلـي الخلايـا الكهروضـوئية. اسـتخدمت الخلايـا أحاديـة البلـورة ومتعـددة البلـورة بـاللون الأزرق والأسـود فـي تشـكيل الواجهـات بزاويـة ميـل صـفر. علـي شـكل مصـفوفات علـي جلسـات النوافـذ الموجودة في المبني القديم. وقد استخدم التشكيل بالمستويات الأفقية المستوية.

المرحلة الأولي : التشكيل الشمسي و تحديد نوع وشكل الخلايا الكهروضوئية المناسبة :

جدول ٨-٣ الدراسة النشكيلية وتحديد نوع الخلايا لمبني مركز التدريب المهني.

	نوع وشكل الخلايا الكهروضوئية مركز التدريب المهني			
أساليب التشكيل الشمسي	زاوي الميل المثلي	الأسقف		
		الواجهة الجنوبية	صفر	
		الواجهة الشرقية		
		الواجهة الغربية		
	التشكيل الشمسي السالب	الأسلوب المباشر		
		الأسلوب الغير مباشر		
	التشكيل الشمسي المستدام	الأسلوب المنفصل		
		الأسلوب المركب		
		الأسلوب المختلط		
	التشكيل الشمسي الموجب	باستخدام الخلايا الكهروضوئية		
متطلبات اختيار نوع الخلايا	خلايا سليكونية	أحادي البلورة		
		متعددة البلورة		
		غير متبلورة		
	الشرائح الرقيقة	تلوريد الكاديوم		
		انديوم النحاس		
		ثنائي سيلينات الجاليوم		

شكل ٨-١١ استخدام الخلايا في الواجهة الجنوبية في الوضع الراسي بزاوية ميل صفر. المصدر: زيارة ميدانية للباحثة.

شكل ٨-١٢ استخدام التشكيل الشمسي السالب بالأسلوب المباشر في النوافذ شتاءا، والنظام الإنشائي ككاسرات شمسية صيفا. المصدر السابق.

شكل ٨-١٣ استخدام الخلايا السيليكونية احادية البلورة فوق المدخل لتميزية عن باقي الواجهة الجنوبية. المصدر السابق.

تحقق | لم يتحقق

تابع جدول (٧-٦)

متطلبات الطاقة	أنواع أخري	الكهروضوئية المركزة	
		الخلايا المرنة	
		الخلايا المركبة	
		الخلايا الشفافة	
	الحوائط الخارجية	الزجاج الكهروضوئي	
		الحوائط الستائرية	
		الكاسرات الكهروضوئية	
	الأسقف	الأسقف المستوية	
		الأسقف المسننة	
		الأسقف القرميد	
		الأسقف السماوية	
	كمية الطاقة المنتجة	١٠ك: ١ وات	
		١٠الي ١٠٠ك وات	
		أكبر من ١٠٠ك وات	
	نظم تشغيل	منفصل	
		متصل بالشبكة	
		مهجن مع طاقة أخري	
		تحقق	لم يتحقق

شكل ٨-١٤ استخدام الخلايا السلكونية متعددة البلورة بالون الازرق في الحوائط الستائرية الكهروضوئية بتشكيل متناغم مع للمبني.
المصدر: زيارة ميدانيه للباحثة.

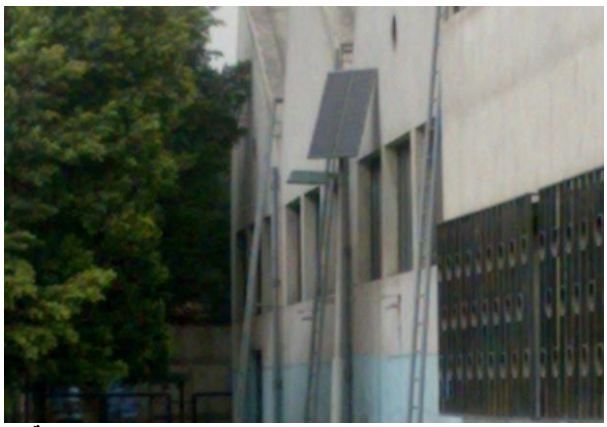
جدول ٨-٤ كمية الطاقة المنتج الكيلووات لكل نوع من تشكيلات الخلايا في المبني .

المكان	الواجهة	الواجهة	الإجمالي
القدرة	٠,٨٨ كيلووات	٨,٨ كيلووات	٩.٦٨ كيلووات
عدد الخلايا	١٦	١٦٠	١٧٦ خلية
الاستخدام	للإضاءة	للإضاءة	لإضاءة

المرحلة الثانية : تحليلي وتقيم لاستخدام الخلايا في التشكيل :

حاول المعماري إدخال الخلايا طبقا لقواعد التشكيل المعماري، كذلك توفير الطاقة الكهربية اللازمة للإضاءة الصناعية نهارا وليلا حيث يوجد بالمبني مجموعة من لمبات الإضاءة الخاصة التي تضاء بالخلايا ومنفصلة عن الشبكة الداخلية. كذلك أعمدة الإنارة خارج المبني.

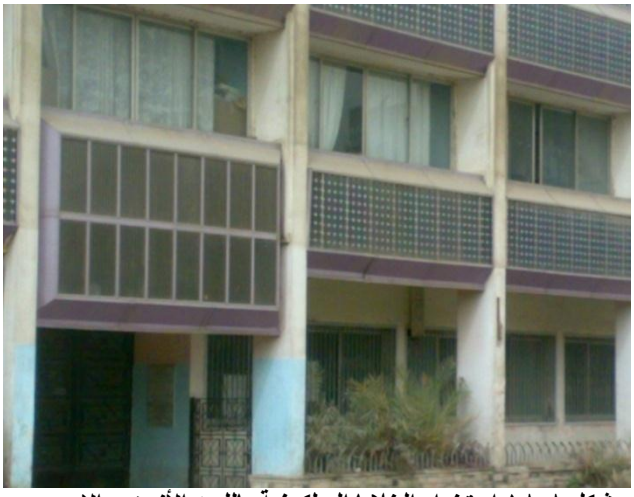
جدول ٨-٥ الدراسة التشكيلية ودراسة تحقيق الخلايا لقواعد التشكيل المعماري لمبني مركز التدريب المهني.

	مركز التدريب المهني			
أتجاهات التشكيل المعماري	التشكيل المستقيم	خطوط		شكل ٨-١٥ استخدام التشكيل المستقيم في وضع الخلايا بدون زوايا ميل. المصدر: زيارة ميدانيه للباحثة.
		مستويات		
		كتل		
	التشكيل المنكسر	خطوط		
		مستويات		
		كتل		
	التشكيل المنحني	خطوط		
		مستويات		
		كتل		
تأثيرات التشكيل المعماري	الشكل والفضاء	فضاءات خارجية		شكل ٨-١٦ تحقيق الشكل والفراغ في خلق فراغات داخلية باستخدام الخلايا وطرقة توزيعها علي الواجهة بين البلوكات الإنشائية راسيا وبين الفتحات افقيا. المصدر السابق.
		فضاءات داخلية		
		فضاءات متوسطة		
	القيمة الضوئية	الإضاءة الطبيعية		 شكل ٨-١٧ استخدام وحدات الإضاءة التي تعمل بالخلايا الكهروضوئية حيث توجد وحدات اضاءة بالخلايا بداخل المبني واخري اعمدة الانارة حول المبني بالخارج. المصدر السابق.
		الإضاءة الصناعية		

تحقق	لم يتحقق

تابع جدول (٨-٥)

قواعد التشكيل المعماري	اللون المستخدم	الأسود		
		الأزرق		
		الرمادي		
		الذهبي		
		الأحمر		
	النسيج والملمس	مادة واحدة		
		مادتان متناقضتان		
		مادتان متناقضتان و ساندة		
	التكرار	منتظم		
		متدرج		
		غير منتظم		
	الإيقاع	الخطوط		
		المستويات		
		إيقاع الكتل		
	التماثل	التماثل الرأسي		
		التماثل الأفقي		
		التماثل التراكمي		
	وحدة أساس التشكيل	وحدة اساس مطلقة		
		وحدة أساس نسبية		



شكل ٨-١٨ استخدام الخلايا السلكونية باللون الأزرق والاسود و التناغم بين لون وملمس الخلايا وألوان في الواجهة. المصدر: زيارة ميدانيه للباحثة.

شكل ٨-١٩ استخدام التكرار المنتظم وكذلك التماثل افقي وراسي عند وضع الخلايا في تشكيل الواجهة. المصدر السابق.

شكل ٨-٢٠ اختيار إبعاد وحدات الخلايا التي تحقق الوحدة النسبية المتناسقة مع إبعاد ووحدات إنشاء المبني أفقيا وراسيا. المصدر السابق.

تحقق	لم يتحقق

٨-٥-٣ الدراسة التقيمية:

حيث يتم تقيم مركز التدريب المهني علي أساس الوصول إلي التشكيل المعماري المستدام للمبني بعد التشكيل بالخلايا الكهروضوئية وذلك طبقا لإستراتيجية التنمية المستدامة و مبادئ التشكيل المعماري المستدام كالتالي جدول (٧-١٠):

جدول ٨-٦ الدراسة التقييمية التقييمية لمبني مركز التدريب المهني

إستراتيجية التنمية المستدامة			مفردات التشكيل المستدام		نسبة التقييم		
					منخفض	متوسط	عالي
تقيم التشكيل طبقا لقواعد التشكيل المستدام	وحدات الخلايا الكهروضوئية المستخدمة	الحوائط الخارجية	الزجاج الكهروضوئي				
			الكاسرات الكهروضوئية				
			الحوائط الستائرية				
		الأسقف	الأسقف المستوية				
			الأسقف المائلة				
			الأسقف القرميد				
			الأسقف المسننة				
			الأسقف السماوية				
	تحقيق الخلايا لقواعد التشكيل المعماري	عناصر التشكيل	التشكيل المستقيم				
			التشكيل المنكسر				
			التشكيل المنحني				
		أساليب التشكيل	الشكل والفضاء				
			القيمة الضوئية				
			اللون				
			النسيج والملمس				
		علاقات التشكيل	التكرار				
			الإيقاع				
			التماثل				
			وحدة القياس				

تابع جدول (٨- ٦)

إستراتيجية التنمية المستدامة			مفردات التشكيل المستدام		نسبة التقييم		
					منخفض	متوسط	عالي
مبادئ التشكيل المعماري المستدام	التنمية البيئية	استخدام الطاقة الشمسية	الأساليب السالبة				
			الأساليب الموجبة				
			السالبة والموجبة				
		تقيم التأثير البيئي	تقليل الانبعاث غازات سامة				
			تقليل النفايات خطيرة				
			تقليل حدوث ضوضاء				
		استخدام الموارد الطبيعية	توفرها				
			أمكانية إعادة التدوير				
	التنمية الاقتصادية	تقييم كفاءة أنتاج الطاقة الكهربائية	إنتاج الطاقة النظيفة				
			التوفير في الاستهلاك				
			فائض				
		أجمالي التكلفة	غير مناسبة				
			مناسبة لتكاليف المبني				
	التنمية الاجتماعية	التكامل بين الموروث والمعاصر	المحاكة والتكامل				
			التضاد				
			الإهمال للموروث				
		الصحة	الراحة النفسية				
			التقليل انبعاث غاز **co2**				
				الإجمالي			

بعد تطبيق الدراسة المنهجية على مركز التدريب المهني بمراحلها التمهيدية الوصفية والتحليلية التشكيلية وكذلك التقيمية يتضح لنا استخدام الخلايا فالحوائط الخارجية والأسقف، وقدرة الخلايا على تحقيق الأسس العامة للتشكيل المعماري بنسبة عالية وكذلك تحقيق كل عناصر مبادئي التشكيل المستدام.

وينتج عن ذلك تحقيق التشكيل المعماري المستدام لمبني مركز التدريب المهني بنسبة متوسطة.

٨-٦ منهجية تحليل مبني المدرسة الألمانية بالدقي - القاهرة:

يقع المبني منطقة الدقي- مصر، وفي إطار برنامج الأسطح الشمسية في المدارس والمنشآت الألمانية في الخارج. وفقد تم تنفيذ المشروع يوم ٢٨ مايو ٢٠٠٨ في المدرسة الألمانية، ويشمل تجهيز سطح الصالة الرياضية بنظام شمسي حراري وسطح المسرح المدرسي بنظام كهروضوئي من شأنهما إمداد المدرسة بالمياه الساخنة والكهرباء.[١]

٨-٦-١ الدراسة التمهيدية:

وقد تم إضافة مجموعة أخري من الخلايا الكهروضوئية إلي واجهة المبني الجنوبية عند المدخل الرئيسي. وقد تم إزالة الأشجار أمام الواجهة الجنوبية لوصول الأشعة الشمسية إلي الخلايا بدون عوائق.

جدول ٨-٧ الدراسة التمهيدية المدراسة الالمانية- الدقي-القاهرة.

	المدراسة الالمانية بالدقي		
وصف المبني	الاستخدام	مركز تدريب مهني	
	المعماري	مهندس استشاري/ خالد نصر.	
	موقع المبني	دوله	مصر
		مدينة	القاهرة
	تاريخ تشغيل الخلايا	قديم	١٩٩٦م
		جديد	
	نوع المبني	قائم ويجدد	يجدد
		جديد	
	الموقع الجغرافي	خط العرض	٣١ شمالا
		خط الطول	٣٠ شرقا
	الاتصال بالمباني المحيطة	منفصل	
		متصل من جهة	من الشمال
		متصل من جهتين	

شكل ٨-٢١ تقع مصر بقارة افريقيا بين خطين عرض ٣٠و ٣٢ درجة شمالا، وخطين طول ٣٣شرقا و٣٣ غربا درجة.

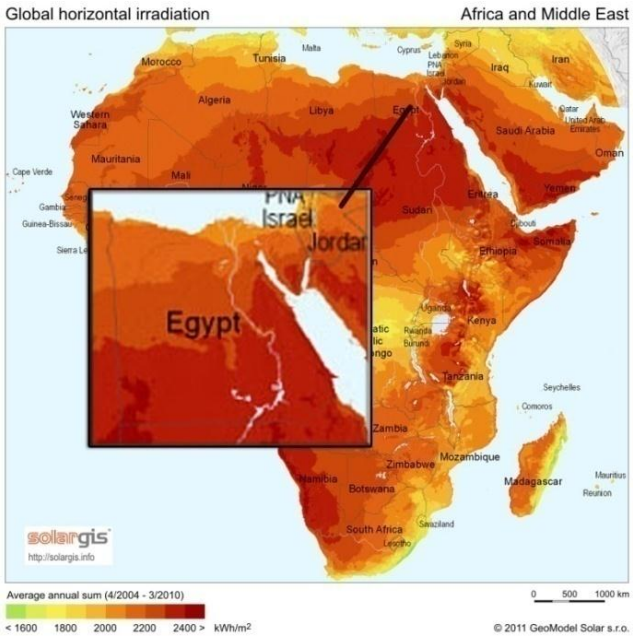
تحقق | لم يتحقق

[١] تقرير المركز الألماني للإعلام بعنوان"**توفير كبير في تكاليف تسخين المياه من خلل مشروع استخدام الطاقة الشمسية فوق أسطح المباني**"، **المباني**"، ٢٠٠٨م. متاح علي: www.almania-info.diplo.de

تابع جدول (٨-٧)

الطاقة المستهلكة		متصل من الثلاث جهات		
	اللاندسكيب المحيط بالمبني	من الشمال		
		من الشرق		
		من الغرب		
		من الجنوب		
	نوع اللاندسكيب	أشجار	أشجار	
		نخيل		
	كمية الإشعاع الشمسي	عالية		
		متوسطة		
		منخفضة		
		منخفضة جدا		
	استهلاك المبني من الطاقة	صيفا	توجد بالمدرسة شبكة تعمل علي محولين بقدرة ١ميجا، تتصل الخلايا الكهروضوئية بهما .	
		شتاء		

شكل ٨-٢٢ موقع المدرسة وعناصر الاندسكيب المحيطة وهي عبارة عن مجموعات من الأشجار. وكن الواجهة الجنوبية عند المدخل مكان وضع الخلايا لاتوجد اشجار. المصدر: موقع جوجل أرث ٢٠١٢م.



شكل ٨-٢٣ تقع مصر في منطقة الإشعاع الشمسي المرتفع وتتراوح شدة الاشعاع في القاهرة ما بين ٢٢٠٠الي ٢٤٠٠ ك و س/م٢.
المصدر: www.solargis.info

تحقق	
لم يتحقق	

٨-٦-٢ الدراسة التشكيلية:

تمت إضافة الخلايا الكهروضوئية إلي المدرسة من خلال تناغم ومراعاة للتشكيل المعماري السالب بالمدرسة فقد تم أضافه الخلايا إلي الأسطح المستوية والمعزولة لتخفيف الإشعاع الشمسي علي الأدوار الأخيرة. وبالنسبة للواجهة فقد أضيفت الخلايا في شكل كاسرات شمسية لتظليل الواجهة الجنوبية مع إنتاج الكهرباء.

المرحلة الأولي : التشكيل الشمسي و تحديد نوع وشكل الخلايا الكهروضوئية المناسبة :

جدول ٨-٨ الدراسة النشكيلية وتحديد نوع الخلايا المدراسة الألمانية- الدقي-القاهرة.

	نوع وشكل الخلايا الكهروضوئية المدارسة الألمانية بالدقي			
أساليب التشكيل الشمسي	زاوي الميل المثلي	الأسقف	٣٠ درجة	شكل ٨-٢٤ تم استخدام الخلايا بزاوية ميل ٣٠ درجة موجهة ناحية الجنوب بالنسبة للاسطح والواجهة. زيارة ميدنية للباحثة.
		الواجهة الجنوبية	٣٠ درجة	
		الواجهة الشرقية		
		الواجهة الغربية		
	التشكيل الشمسي السالب	الأسلوب المباشر		شكل ٨-٢٥ استخدمت الاسقف المزدوجة والمعزولة لتخفيف الاشعاع الشمسي علي الادوار الاخيرة. المصدر السابق.
		الأسلوب الغير مباشر		
	التشكيل الشمسي المستدام	الأسلوب المنفصل		
		الأسلوب المركب		
		الأسلوب المختلط		

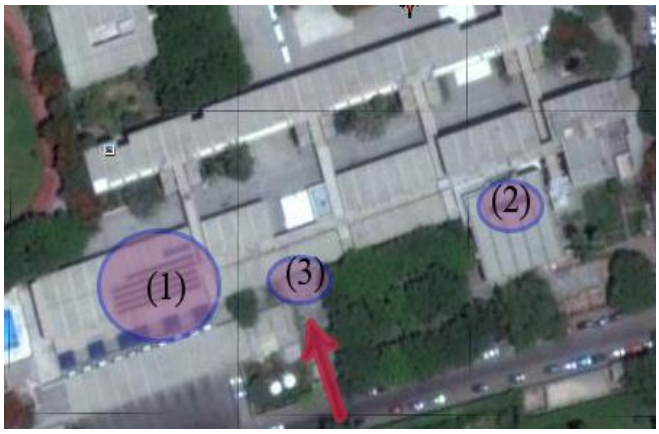
تحقق | لم يتحقق

تابع جدول (٨-٨)

متطلبات اختيار نوع الخلايا				
	التشكيل الشمسي الموجب	باستخدام الخلايا الكهروضوئية		
	خلايا سليكونية	أحادي البلورة		
		متعددة البلورة		
		غير متبلورة		
	الشرائح الرقيقة	تلوريد الكادميوم		
		انديوم النحاس		
		ثنائي سيلينات الجاليوم		
	أنواع أخري	الكهروضوئية المركزة		
		الخلايا المرنة		
		الخلايا المركبة		
		الخلايا الشفافة		
	الحوائط الخارجية	الزجاج الكهروضوئي		
		الحوائط الستائرية		
		الكاسرات الكهروضوئية	(٣)	
	الأسقف	الأسقف المستوية	(١)، (٢)	
		الأسقف المسننة		
		الأسقف القرميد		
		الأسقف السماوية		

تحقق	لم يتحقق

شكل ٨-٢٦ استخدام الخلايا السيليكونية احادية البلورة ومتعددة البلورة. المصدر: www.bicegypt.com



شكل ٨-٢٧ اماكن تواجد الخلايا الكهروضوئية علي اسطح وواجهة المدرسة. المصدر: الباحثة.

شكل ٨-٢٨ الخلايا الكهروضوئية علي الاسقف المستوية في المدرسة الالمانيا. المصدر السابق.

تابع جدول (٨-٧)

متطلبات الطاقة			
	كمية الطاقة المنتجة	من ١ الي ١٠ ك وات	
		من ١٠ الي ١٠٠ ك وات	
		أكبر من ١٠٠ ك وات	
	نظم تشغيل	منفصل	
		متصل بالشبكة	
		مهجن مع طاقة أخري	
		تحقق	لم يتحقق

شكل ٨-٢٩ الكاسرات الكهروضوئية غير الشفافة بالواجهة الجنوبية عند المدخل. المصدر الباحثة.

جدول ٨-٩ كمية الطاقة المنتج الكيلووات لكل نوع من تشكيلات الخلايا في المبني المصدر: www.sunset_solar.com .

المكان	الاسطح	الواجهة	الإجمالي
القدرة	١٩ كيلووات	١٠,٤ كيلووات	٢٩,٤ كيلووات
عدد الخلايا	بمساحة ٢٣,٥ م٢	١٠ وحدات	-----
الاستخدام	لتسخين المياه	للإضاءة	لتسخين المياه والاضاءة.

المرحلة الثانية : تحليلي وتقيم لاستخدام الخلايا في التشكيل :

حاول المعماري إدخال الخلايا طبقا لقواعد التشكيل المعماري، لتحقيق الشكل مع الوظيفة من تسخين المياه وإنتاج الطاقة الكهربائية.

جدول ٨-١٠ الدراسة التشكيلية ودراسة تحقيق الخلايا لقواعد التشكيل المعماري المدراسة الالمانية بالدقي.

	التشكيل المعماري المدارسة الألمانية بالدقي			
عناصر التشكيل المعماري	التشكيل المستقيم	خطوط		
		مستويات		
		كتل		
	التشكيل المنكسر	خطوط		
		مستويات		
		كتل		
	التشكيل المنحني	خطوط		
		مستويات		
		كتل		
وسائل التشكيل المعماري	الشكل والفضاء	فضاءات خارجية		
		فضاءات داخلية		
		فضاءات متوسطة		
	القيمة الضوئية	الإضاءة الطبيعية		
		الإضاءة الصناعية		
	اللون المستخدم	الأسود		
		الأزرق		
		الرمادي		
		الذهبي		
		الأحمر		
	النسيج والملمس	مادة واحدة		
		مادتان متناقضتان		

شكل ٨-٣٠ استخدام التشكيل المنكسر بالخطوط في وضع الخلايا بزوايا ميل.

شكل ٨-٣١ استخدام التشكيل المستقيم بالخطوط والمستويات (وحدات الخلايا) في الواجهة. المصدر الباحثة.

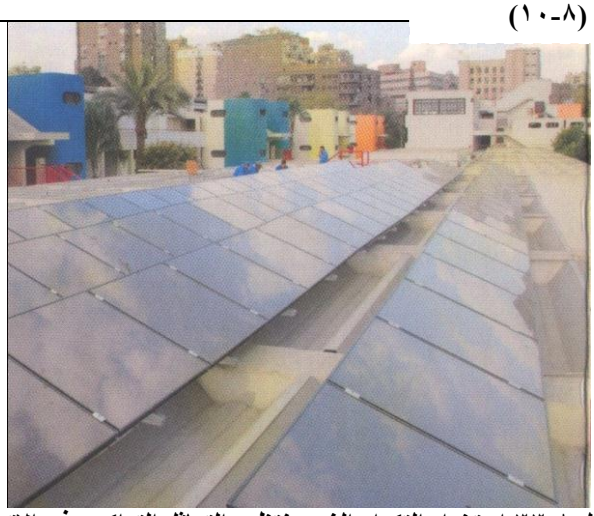
شكل ٨-٣٢ استخدام الخلايا السلكونية باللون الأزرق و والاسود و التناغم بين لون وملمس الخلايا وألوان في الواجهة والاسطح.

المصدر: www.sunset_solar.com

تحقق	لم يتحقق

تابع جدول (٨-١٠)

علاقات التشكيل المعماري		مادتان متناقضتان و ساندة		
	التكرار	تكرار منتظم		
		تكرار متدرج		
		تكرار غير منتظم		
	الإيقاع	إيقاع الخطوط		
		إيقاع المستويات		
		إيقاع الكتل		
	التماثل	التماثل الرأسي		
		التماثل الأفقي		
		التماثل التراكمي		
	وحدة أساس التشكيل	وحدة اساس مطلقة		
		وحدة أساس نسبية		



شكل ٨-٣٣ استخدام التكرار الغير منتظم والتماثل التراكمي في الاتجاه الافقي علي الاسطح. المصدر: www.sunset solar.com

شكل ٨-٣٤ استخدام التماثل في الاتجاه الافقي علي الواجهة. المصدر الباحثة.

شكل ٨-٣٥ اختيار إبعاد وحدات الخلايا التي تحقق الوحدة النسبية المتناسقة مع الهيكل الانشائي بالمبني. المصدر السابق.

	تحقق	لم يتحقق

٨-٦-٣ الدراسة التقيمية:

حيث يتم تقيم مركز التدريب المهني علي أساس الوصول إلي التشكيل المعماري المستدام للمبني بعد التشكيل بالخلايا الكهروضوئية وذلك طبقا لإستراتيجية التنمية المستدامة و مبادئ التشكيل المعماري المستدام كالتالي جدول (٧-١٠):

جدول ٨-١١ الدراسة التقييمية المدراسة الالمانية- الدقي-القاهرة.

إستراتيجية التنمية المستدامة			مفردات التشكيل المستدام		نسبة التقييم		
					منخفض	متوسط	عالي
تقيم التشكيل طبقا للأسس العامة للتشكيل المعماري المستدام	وحدات الخلايا الكهروضوئية المستخدمة	الحوائط الخارجية	الزجاج الكهروضوئي				
			الكاسرات الكهروضوئية				
			الحوائط الستائرية				
		الأسقف	الأسقف المستوية				
			الأسقف المائلة				
			الأسقف القرميد				
			الأسقف المسننة				
			الأسقف السماوية				
	تحقيق الخلايا لأسس العامة للتشكيل المعماري	اتجاهات التشكيل	التشكيل المستقيم				
			التشكيل المنكسر				
			التشكيل المنحني				
		تأثيرات التشكيل	الشكل والفضاء				
			القيمة الضوئية				
			اللون				
			النسيج والملمس				
		قواعد التشكيل	التكرار				
			الإيقاع				
			التماثل				
			وحدة القياس				

تابع جدول (٨- ١١)

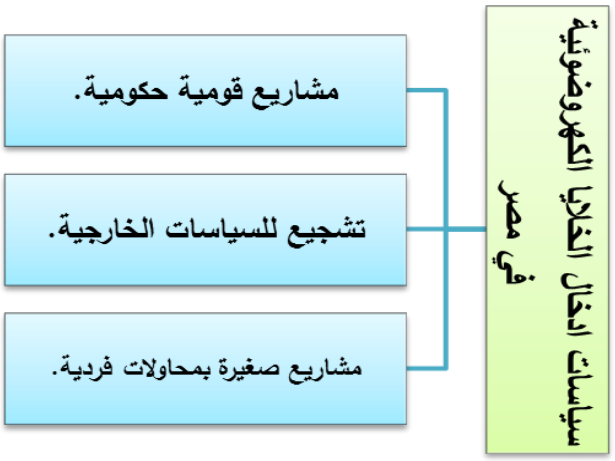
إستراتيجية التنمية المستدامة			مفردات التشكيل المستدام		نسبة التقييم		
					منخفض	متوسط	عالي
مبادئ التشكيل المعماري المستدام	التنمية البيئية	استخدام الطاقة الشمسية	الأساليب السالبة				
			الأساليب الموجبة				
			السالبة والموجبة				
		تقيم التأثير البيئي	تقليل الانبعاث غازات سامة				
			تقليل النفايات خطيرة				
			تقليل حدوث ضوضاء				
		استخدام الموارد الطبيعية	توفرها				
			أمكانية إعادة التدوير				
	التنمية الاقتصادية	تقييم كفاءة أنتاج الطاقة الكهربائية	إنتاج الطاقة النظيفة				
			التوفير في الاستهلاك				
			فائض				
		أجمالي التكلفة	غير مناسبة				
			مناسبة لتكاليف المبني				
	التنمية الاجتماعية	التكامل بين الموروث والمعاصر	المحاكة والتكامل				
			التضاد				
			الإهمال للموروث				
		الصحة	الراحة النفسية				
			التقليل انبعاث غاز **co2**				
				الإجمالي			

بعد تطبيق الدراسة المنهجية على التقييمية المدارسة الألمانية– الدقي بمراحلها التمهيدية الوصفية والتحليلية التشكيلية وكذلك التقيمية يتضح لنا استخدام الخلايا فالحوائط الخارجية والأسقف، وقدرة الخلايا علي تحقيق الأسس العامة للتشكيل المعماري بنسبة عالية وكذلك تحقيق كل عناصر مبادئي التشكيل المستدام.

وينتج عن ذلك تحقيق التشكيل المعماري المستدام لمبني مركز التدريب المهني بنسبة متوسطة.

ملخص الفصل الثامن:

يتناول هذا الفصل دراسة مكان مصر بالنسبة لدول الحزام الشمسي، والسياسات العامة والتوجيهات لتشجيع التنمية المستدامة باستخدام الطاقة الشمسية في مصر.



وفقا للمنهج التطبيقي يعرض الفصل تطبيقات التشكيل المعماري المستدام باستخدام الخلايا في مصر، حيث يوجد العديد من أمثلة وخاصة المباني القائمة التي تم تجديدها بإضافة الخلايا إلي تشكيلها وكذلك إنتاج الطاقة بها.

وقد تم تطبيق المنهجية التشكيلية التي سبق ذكرها في الفصل السابع علي بعض الأمثلة القائمة وهي مبني مركز التدريب المهني وهو مبني حكومي تابع للقطاع العام مما يشير إلي اهتمام الحكومة بإدخال الطاقات المتجددة من خلال الخلايا الكهروضوئية إلي تشكيل قطاع المبني ومحاولة تحقيق التنمية المستدامة.

والمبني الثاني المدرسة الألماني بالدقي وهو غير حكومي تابع للسفارة الألمانية والمشروع تمويل خارجي من ألمانيا مما يشير كذلك إلي تشجيع الدول للسياسات الخارجية في مجال الطاقة النظيفة باستخدام الخلايا الكهروضوئية.

لتكون النتيجة هي أمكانية استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المعماري للمباني بمصر حتي وأن كان هذا الاستخدام لكم يطوع بصورة كبيرة للأسس التشكيل المعماري ولكنها بدأيات تسمح لإدخال الخلايا الكهروضوئية في تشكيل مبانينا في مصر.