ان هذا الحقل لا يزال في بداية عهده ، والمشاريع لا تزال في مرحلة الدراسة والتطوير ، إلا أن الثمانينات بدأت تشهد وحدات باستطاعة حوالي 10 MW • لـذا فلعله من المفيد تحليل امكانيات التبديل التيرموديناميكي •

كما في جميع عمليات التحويل المتضمنة على حرارة ، فان الحد الاعلى لمردود تبديل حرارة الشمس الى كهرباء هو مردود كارنو Carnot المعطى بالعلاقة :

$$\frac{T_{hot} - T_{cold}}{T_{hot}}$$

ويمكن أن نلاحظ من هـذه العلاقة أن المردود يمكن أن يزداد برفع درجة حرارة الطرف الساخن ، أو بشكل أكثر دقة ، فان ما يتحكم بالمردود هو الفرق بين درجتي حرارة الطرف الساخن والطرف البارد ، إلا أنـه عملياً لا يمكن تغيير درجة حرارة الطرف البارد ، الذي يعتمد على وسيط التبريد المتوفر محلياً وهو الماء غالباً • أي أن محطة الكهرباء الشمسية التيرموديناميكية تحتاج الى منبع يزودها بالماء ، وهذا يحد من امكانية استخدامها في المناطق الجافة •

— ويمكن القول أنه من المرغوب فيه اضافة لواقط حرارية heat collectors الى المبدلات التيرموديناميكية ، بحيث تسمح بالحصول على أعلى درجة حرارة ممكنة ومعقولة تكنولوجياً ، وفي هذه الحالة فقط يمكن الوصول الى مردود أعظمي للنظام ككل وتخفيض مساحة اللواقط ، إلا أن اعتبارات تتعلق بالجو والكلفة يجب أن تؤخذ في الحسبان ، وهذا ما سترد مناقشته في الفقرات التالية :

٣ ـ ٢ ـ ١ ـ ٢ نظرة حول اللواقط الشمسية :

Overview of solar collector families :

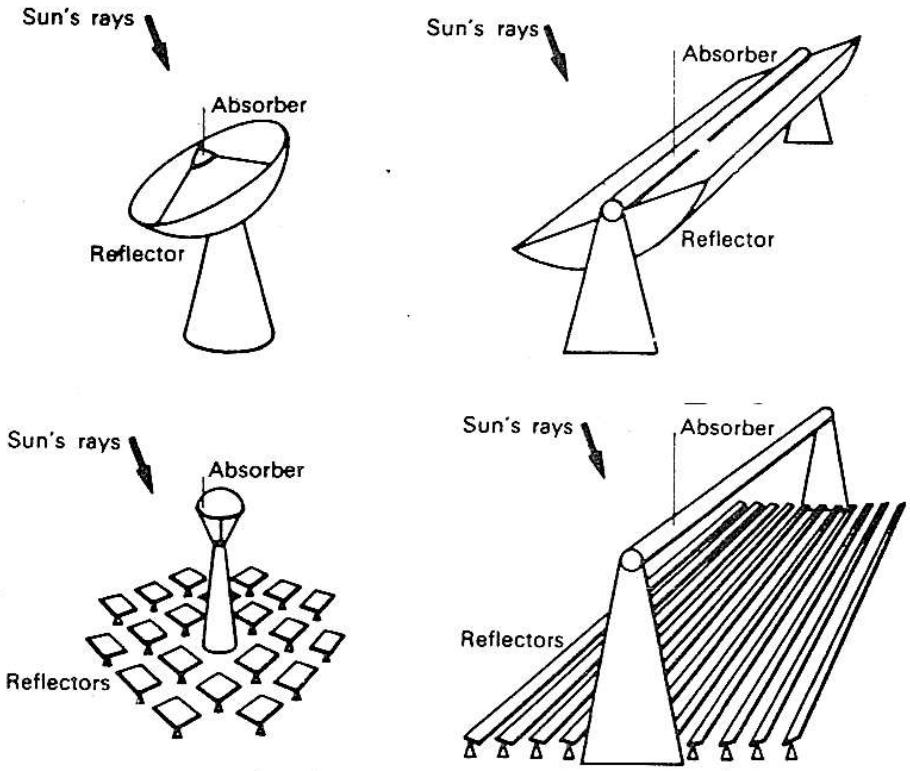
بيّنا سابقاً أن حرارة الشمس التي يتم التقاطها من لاقط ذي سطح مسـتو flat plate collector محصورة بدرجات حرارة منخفضة نسبياً • لذا فالاتجاه العام يجب أن يكون نحو تركيز الاشعاع الشمسي للوصول الى درجات الحرارة التي نرغبها •

Scanned by CamScanner

يوجد عائلتان أساسيتان من اللواقط المركّزة ، كما يبين الشكل (3-7) :

١ ــ اللواقط المستقبلة المركزية central receiver collectors متضمنة المرايا على شكل مجسم قطع مكافىء paraboloidal ؛ ومحطة الطاقة البرجية متضمنة المرايا الهليوستاتية heliostats .

٢ ــ اللواقط ذات التركيز الخطي linear focous collectors وهي إما أن تكون على شكل أحواض قطعية الشكل parabolic trough أو أن تستخدم شرائح من المرايا المقطعة faceted mirror strips .

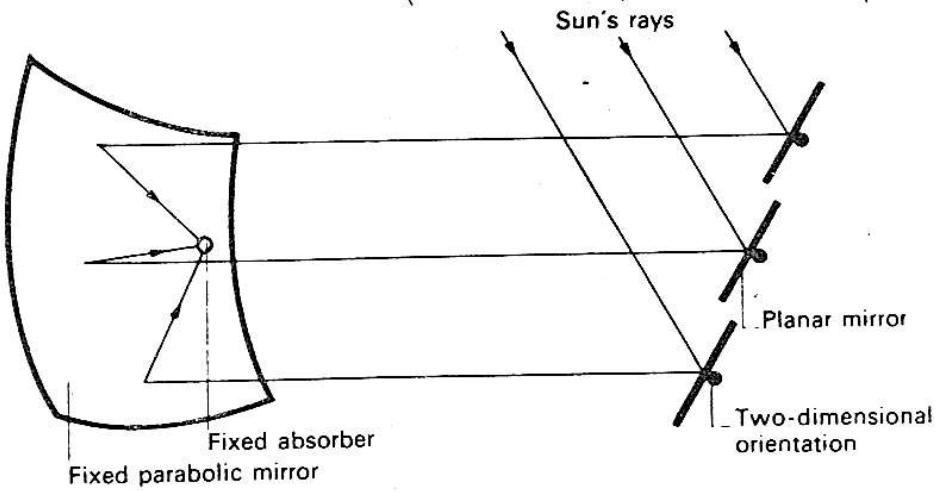


الشكل (3-7) تقنيات المجمعات المركزة

يعتبر الفرن الشمسي ذي استطاعة 1 MW الذي تم بناؤه في فرنسا تغييراً تصميمياً في مجسم القطع المكافيء paraboloid فبعكس الصحون المكافئة التي تتبع حركة الشمس فان مرايا الفرن الشمسي كبيرة جداً بحيث لا يمكن التحكم

Scanned by CamScanner

بتوجيهها ، لذا تستخدم مرايا مستوية اضافية لتعكس اشعاع الشمس باستمرار نحو المجسم المكافيء الثابت (الشكل (3-8)) •



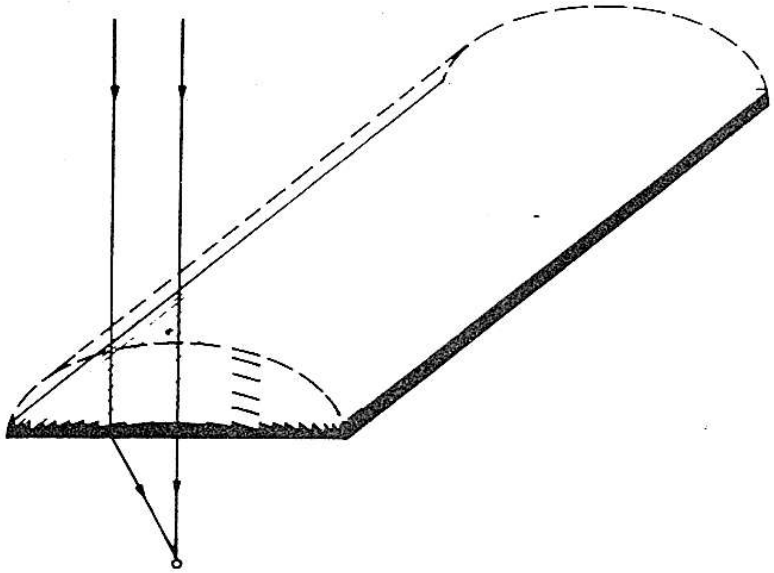
الشكل (3-8) فرن شمسي استطاعة 1 MW

ان جميع تصميمات اللواقط collectors تستخدم العواكس reflectors أو العدسات عوضاً عنها ، وبشكل خاص عدسة فرينل Fresnel lens إلا أنه وفي الوقت الحاضر لا تزال تكاليف هذه العدسات تمنع استخدامها في محولات الطاقة الشمسية التيرموديناميكية • إلا أننا نتوقع أن تنخفض كلفة عدسة فرينل مستقبلاً وعند التوسع في استخدامها •

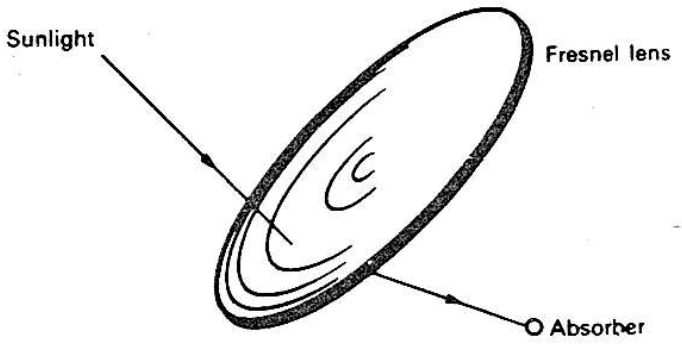
يبين الشكل (3-9) مبدأ عمل عدسة فرينل التي يمكن أن تستخدم كلاقط ذي تركيز خطي linear focus collector ، تكون هذه العدسات مستوية وخفيفة وهي أكثر مقاومة للاجهادات الحرارية من العدسات الكاملة ، ويمكن تصنيفها بسهولة بضغط مواد بلاستيكية شفافة • الشكل (3-10) يبين لاقطاً مستقبلاً مركزياً يستخدم عدسة فرينل •

تتحدد درجة الحرارة الاعظمية التي يمكن الحصول عليها من الاشعاع الشمسي بدرجة حرارة السطح الباعث للاشعاع نفسه ، وهي 5700 °C في حالة الشمس •

Scanned by CamScanner



الشكل (3-9) عدسات فرينل



الشكل (3-10) مجمع مستقل مركزي يستخدم عدسات فرينل

ان الفرن الشمسي المبني في فونت روميو في البيرنيه ذي الاستطاعة 1 MW والمركز على جزء من متر مربع يسكنه الاحتفاظ بدرجة حرارة حوالي 3500 °C الـى 4000 °C ، وهذه الدرجات هي أعلى بكثير من الدرجات المطلوبة لعملية التحويل التيرموديناميكي • إلا أن هذا الفرن كان قد بني لأغراض أخرى كصهر المواد المقاومة للانصهار ، حيث تكفي درجة حرارة مقدارها 530 °C لأجل المحطة البخارية ذات اللواقط الشمسية •

تعاني جميع الانظمة التي تستخدم اللواقط المركّزة الشمسية من معضلتين

Scanned by CamScanner

رئيسيتين ، الاولى : أن المركبة المنتشرة من الاشعاع الشمسي تكون ضائعة كلياً ، فكما رأينا سابقاً في المناخات المعتدلة ، يعادل الضوء المنتشر defuse light حوالي 40% أو أكثر من الاشعاع الشمسي الكلي لذا ففي المناطق التي يسيطر عليها مناخ غائم غالباً تعتبر الانظمة المركزة concentrating systems غير عملية • ولكن حتى في المناطق الجافة ، يمثل الضوء المنتشر الضائع حوالي 20% من الطاقة القادمة من الشمس •

والثانية : أن التركيز concentration يجر الى تعقيدات في النظام فالعواكس يجب أن تبقى نظيفة للحفاظ على خواصها وجودة انعكاسيتها ، بالاضافة الى ذلك فعندما يكون التوجيه المستمر continious orientation مطلوباً فيجب تأمين ميكانيزمات القيادة الميكانيكية وأجهزة التحكم والتحسس المرافقة ، لتحريك السطوح العاكسة ، وهذه الاجهزة بحاجة الى تطوير دائم لضمان وثوقيتها بشكل مرضٍ •

وأخيراً فان المشاكل يمكن أن تنشأ بسبب الرياح الشديدة ، ولزيادة مقاومة الشد المسموحة فيجب أن تنصب العواكس فوق منشآت تحتية صلبة مع اتصال صلب بميكانيزمات التوجيه ، ان مرايا الفرن الشمسي في البيرنيه تنزاح عن وضعها كلما هبت رياح قوية ، ويحتاج الأمر غالباً الى نصف يوم لاعادة تركيزها •

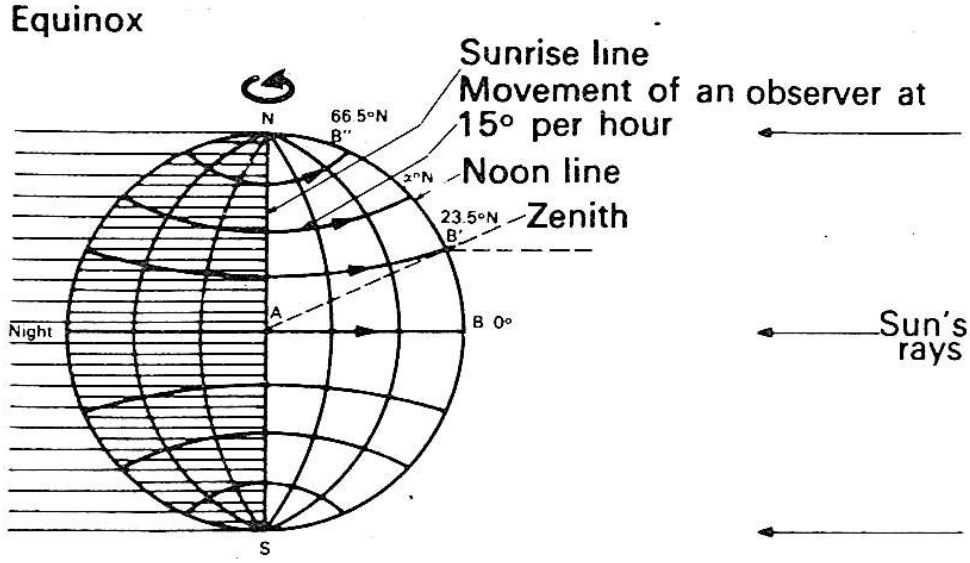
٣ – ٢ – ١ – ٣ توجيه الاواقط الشمسية لمتابعة حركة الشمس :

Orintation of solar collectors following the sun's movement :

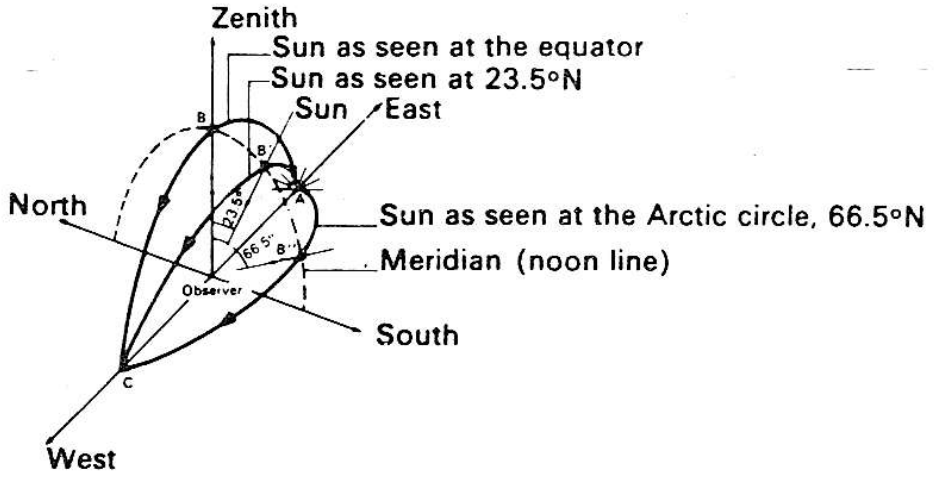
ان الانظمة التي تعتمد كلياً على اشعاع الشمس المباشر يجب أن تزود بأجهزة توجيه crientation لكي تتبع الحركة الظاهرية للشمس ساعة بساعة ويوماً بيوم • وفي الصفحات التالية سنقوم بتحليل الحركة الفعلية للارض والحركة الظاهرية الناتجة للشمس •

يبين الشكل (3-11a) أنه عند الاعتدال الربيعي أو الخريفي equinox فان الشمس تشرق من الشرق تماماً وتغرب عند الغرب تماماً عند كافة خطوط العرض على الكرة الارضية • وترسم الشمس قوساً من دائرة ، أي شكل ذي بعدين يقع مركزه في نقطة المراقبة •

Scanned by CamScanner



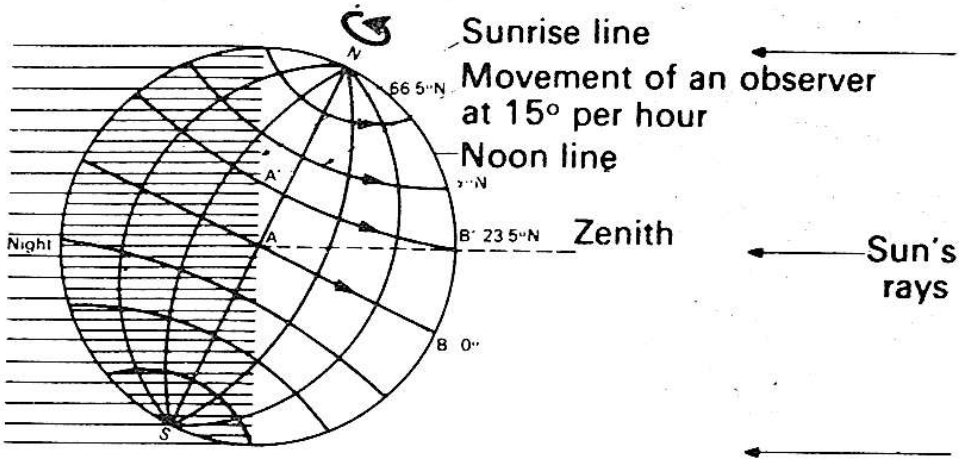
الشكل (3-11 a) الدوران اليومي الفعلي للكرة الارضية والدوران الظاهري للشمس



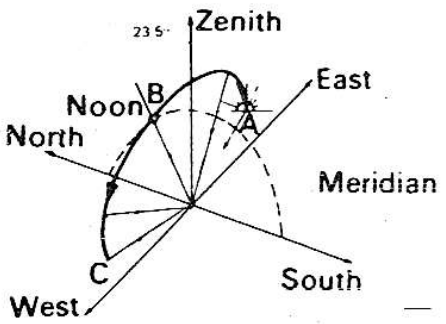
الشكل (3-11 b) الدوران اليومي الفعلي للكرة الارضية والدوران الظاهري للشمس

Scanned by CamScanner

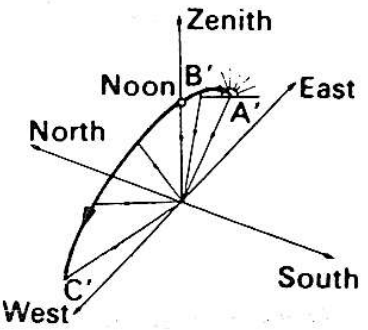
21 June (summer solstice)



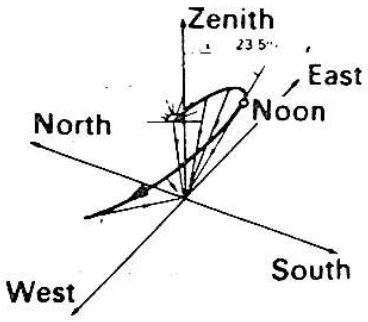
الشكل (3-11 c) الدوران اليومي الفعلي للكرة الارضية والدوران الظاهري للشمس



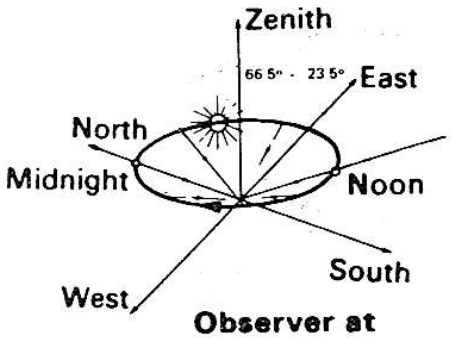
Observer at equator



Observer at 23.5°N



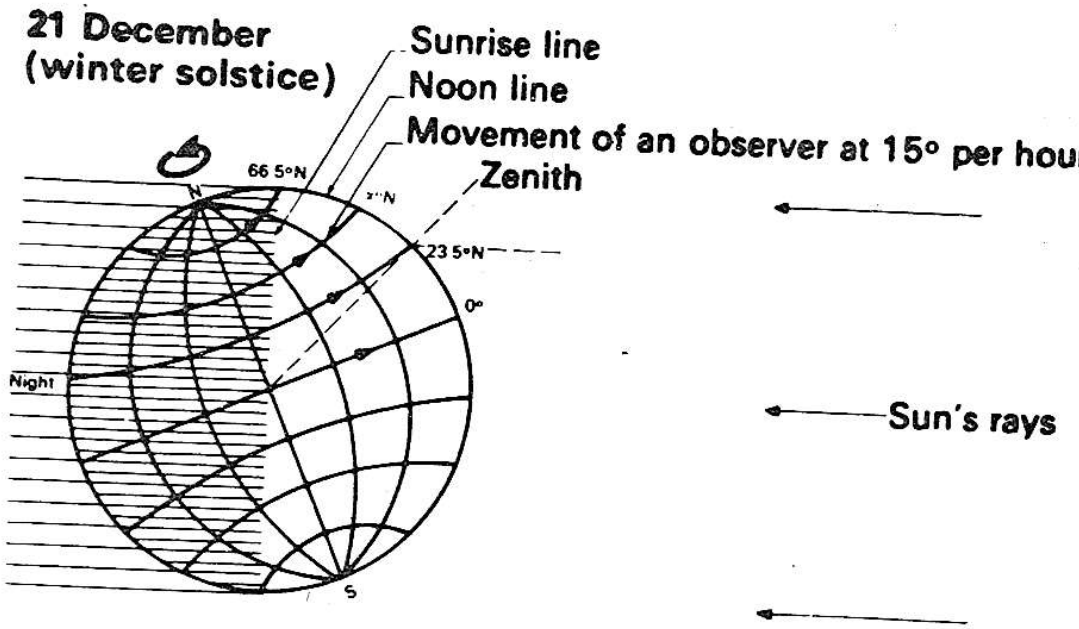
Observer at α°N



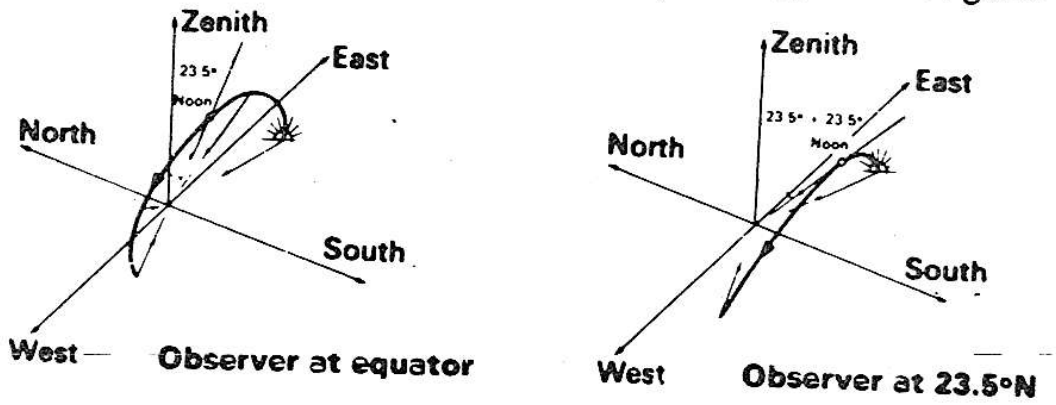
Observer at Arctic circle, 66.5°N

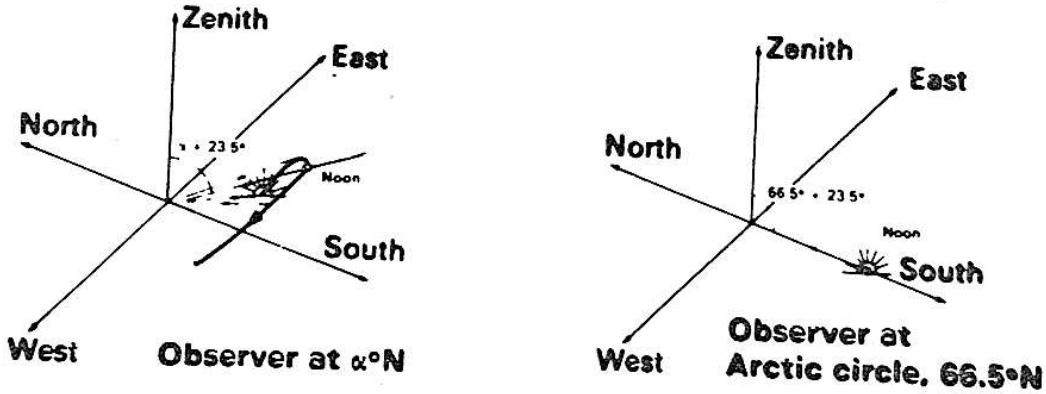
الشكل (3-11 d) الدوران اليومي الفعلي للكرة الارضية والدوران الظاهري للشمس

Scanned by CamScanner



الشكل (3-11 e) الدوران اليومي الفعلي للكرة الارضية والدوران الظاهري للشمس





الشكل (3-11 f) الدوران اليومي الفعلي للكرة الارضية والدوران الظاهري للشمس

Scanned by CamScanner

ان الحقيقة القائلة بأن مدار الشمس يجب أن ينحاز لكافة خطوط العرض ما عدا خط الاستواء equater ، يمكن ايضاحها إذا أخذنا كمثال موضع الظهيرة noon position عند خط العرض (23.5° N) في الشكل (3-11a)(النقطة B) حيث يشكل الاشعاع زاوية 23.5° مع الاتجاه المعامد للمراقب ، اتجاه السمت zenith المعطى بالخط AB ، وهذا واضح في الشكل (3-11b)من أجل الحركة الظاهرية للشمس .

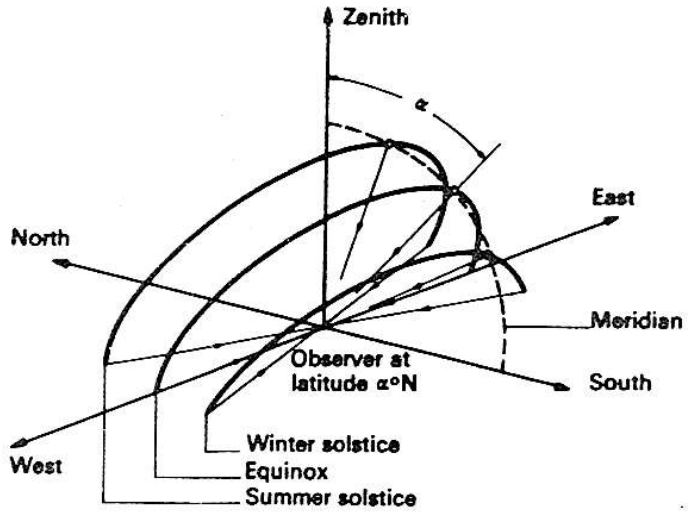
يبين الشكل (3-11c)مسار الشمس عند الانقلاب الشمسي الصيفي solstice في نصف الكرة الشمالي ، ويوضح أنه عند مدار السرطان Tropic of Cancer (23.5°N) تمر الشمس عبر السمت zenith ، كما يمكن أن نرى أن الشمس لا تشرق من الشرق تماماً عند أي من خطوط العرض في حالة الانقلاب الشمسي الصيفي ، فهي تشرق على سبيل المثال وعند خط الاستواء equator بزاوية 23.5° شمال شرق ، الشكل (3-11d)، أما عند باقي خطوط العرض فهي أكثر ميلاً نحو الشمال . ويشكل دوران الشمس خلال يوم كامل وعند كافة خطوط العرض قطاعاً من مخروط ، أي شكل ذي ثلاثة أبعاد بالنسبة الى الناظر المراقب .

تنطبق الملاحظات نفسها على دوران الشمس في الشتاء (الشكل 3-11e) ، فعند كافة خطوط العرض تشرق الشمس مائلة نحو الجنوب الشرقي . والظواهر هي نفسها بالنسبة لنصف الكرة الجنوبي ولكن بشكل معاكس ، وينطبق الشكل السابق اذا استبدلنا الصيف بالشتاء والشمال بالجنوب .

يبين الشكل (3-12)التغيرات الفصلية عند خط عرض معين ، ترسم الشمس كل يوم قوساً من دائرة لا يتمركز حول الناظر المراقب observer إلا عند الاعتداليين الربيعي والخريفي equinoxes ، جميع الدوائر موازية لبعضها البعض وتتوضع مراكزها على الخط الواقع في مستوي السمت الشمالي الجنوبي والذي يقطع موقع المراقب observer ويتجه نحو النجم القطبي pole star .

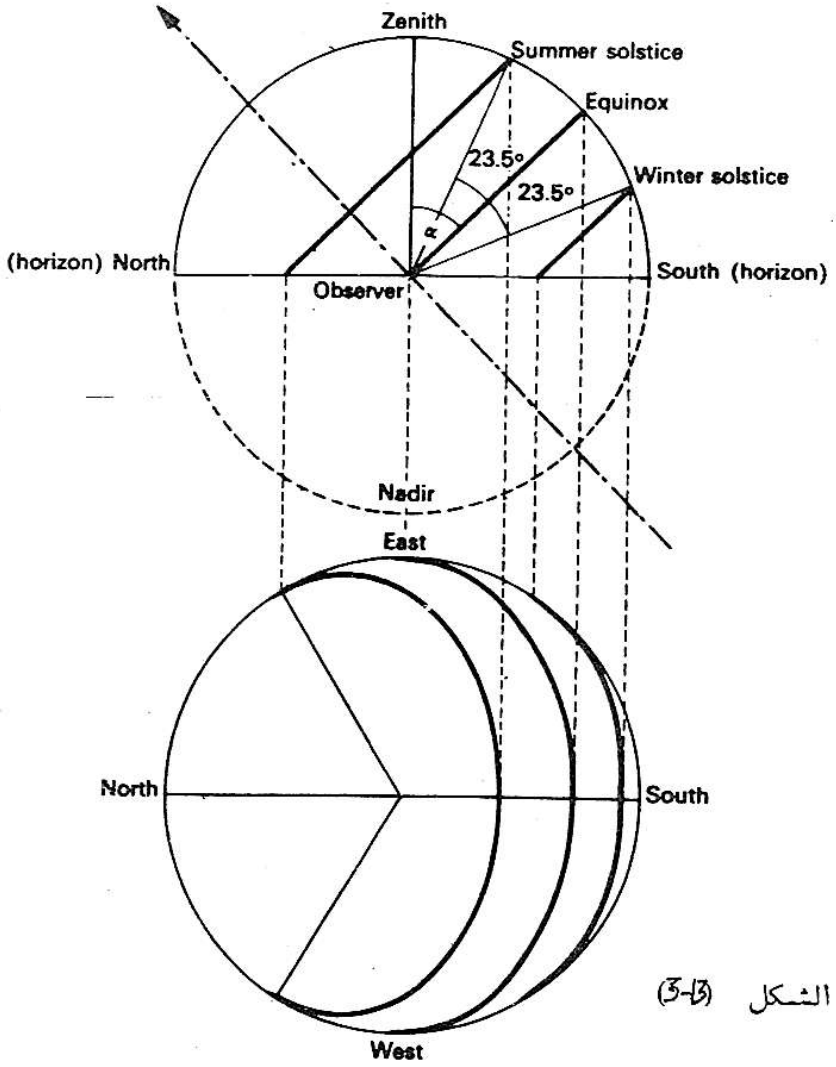
ويبين الشكل (3-13)التغيرات التي تحصل بين الصيف والشتاء .

Scanned by CamScanner



الشكل (3-12)

The centres of the circles described by the sun lie on this line oriented to the Pole Star

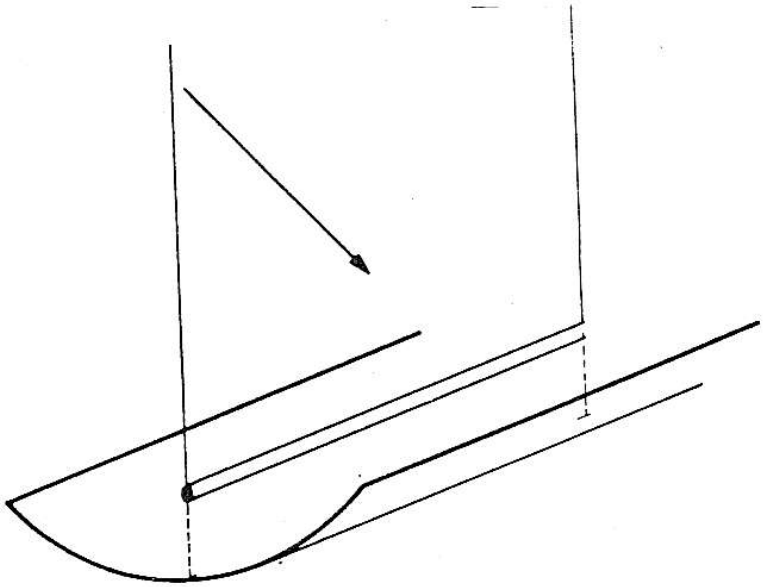


الشكل (3-13)

Scanned by CamScanner

يمكن الآن وعلى ضوء الحركة الظاهرية للشمس والتي تم شرحها أن نوضح متطلبات التوجيه للنوعين المذكورين من أجهزة التركيز بنوعيها ، الخطي linear والمستقبل المركزي central receiver .

فالحوض القطعي parabolic trough ذي المحور الطولي المتجه شمال ــ جنوب يجب أن يدور بسرعة 15° في الساعة حول محوره ، وعندها فان خيال قرص الشمس سيسقط باستمرار داخل خط الممتص absorber line . وذلك لأن أشعة الشمس سوف تسقط مائلة بزاوية على محور الممتص ، إلا أنه يمكن التقاطها في كل الحالات ، الشكل (3-14) . أما الشكل (3-13) فيبين أنه لحوض ذي محور متوضع أفقياً باتجاه شمال ــ جنوب فان زاوية الميلان يمكن أن تصل الى $\alpha + 23.5°$ عند الظهيرة noon ، وعند هذه الدرجة ، وباهمال بعض الضياعات عند حواف الحوض فان الاشعاع كله سوف يتركز على خط الممتص absorber line • إلا أنه يفضل ــ اذا كان ممكناً ــ أن يُركب الحوض مائلاً نحو الجنوب بمقدار زاوية خط العرض ، بدلاً من تركيبه أفقياً ، وذلك لتجنب ضياعات الحواف وضياعات الانعكاس الاضافية على المرآة والتي تحصل عند زوايا ميلان كبيرة (توجيه قطبي polar orientation) •



الشكل (3-14) سقوط الاشعة على حوض قطعي

Scanned by CamScanner

كما أن هناك امكانية أخرى وهي تركيب الحوض trough بحيث يكون محوره الطولي في الاتجاه شرق ــ غرب ، وبما أن الشمس ترسم مقطعاً قطعياً خلال حركتها اليومية فان اللاقط شرق ــ غرب يجب أن يوجّه خلال النهار باستمرار ، باستثناء عند الاعتداليين equinox ، ولكن امكانية التحكم في هذه الحالة هي أصعب منها في حالة التوجيه شمال ــ جنوب (اللواقط الموجهة قطباً) ، لأن سرعة الدوران تختلف من ساعة لساعة ومن يوم ليوم .

الساعة كجهاز لتعقب مسار الشمس
CLOCK AS A CONTROL DEVICE FOR SUN TRACKING

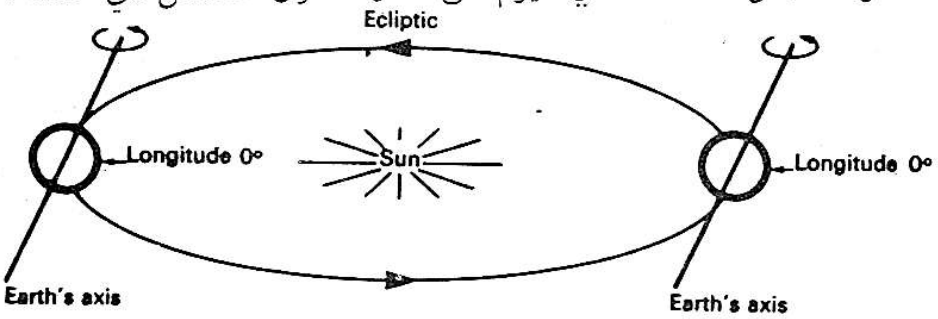
ان فترة الـ 24 ساعة القياسية التي نعرفها هي الفترة الوسطية بين أعلى ارتفاعين متعاقبين للشمس فوق الافق وهذا يحصل عند الظهيرة وعندما تقطع الشمس المريديان (خط الزوال meridian) . ولكن مرور الشمس فوق المريديان يخضع الى تغيرات صغيرة تدعى معادلة الزمن time equation وهذا ليس ناشئاً عن دوران الارض حول محورها ، وهو دوران نظامي ، ولكنه ناشيء عن : ١) حركة الارض المدارية حول الشمس ، ٢) ميلان محور الارض بالنسبة للفلك (المدار الظاهري للشمس) ecliptic .

لنناقش أولا تأثير حركة الارض ، ان النقطة المشار اليها بسهم والتي ترى عندها الشمس في موقع الظهيرة في الصيف ، ستكون في موضع منتصف الليل midnight بعد ستة شهور أثر دوران الارض عددا كاملا من الدورات . ولكن هذه النقطة على الارض يجب أن تدور 180° اضافية أو 12 ساعة أخرى لتعود الى وضع الظهيرة . لذلك وفي سنة كاملة ، يجب أن تدور النقطة 360° اضافية أو 24 ساعة أكثر . ولذا فان فترة دوران الارض دورة كاملة تكون أقصر بمقدار 360°/365° ، وبالتالي 1° اي حوالي 4 دقائق من الفترة بين نقطتي ذروة للشمس culminating points . وهذا يعني أن الدورة الكاملة للارض تستغرق 23 ساعة و 56 دقيقة و 45 ثانية .

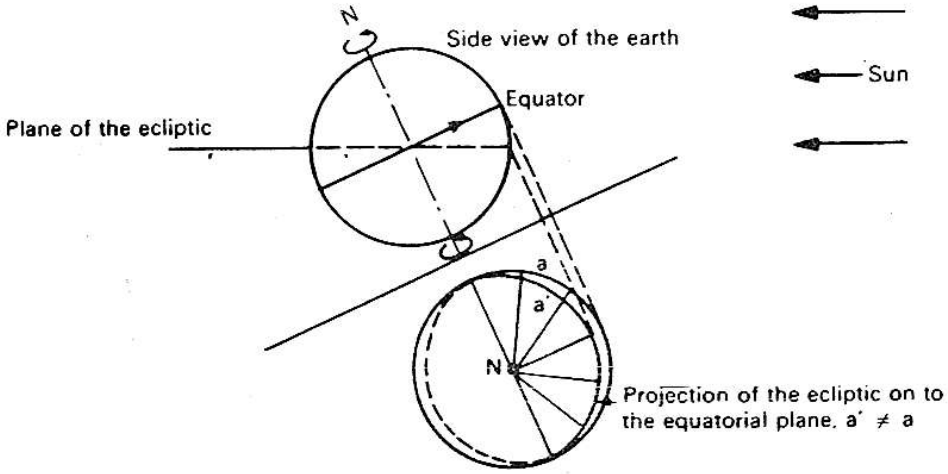
ان هذا الانحراف عن الفارق الزمني الوسطي عن 24 ساعة بين ذروتين للشمس يعود الى حقيقة أن السرعة الزاويّة لدوران الارض حول الشمس ليست منتظمة تماما ، ويتضح ذلك عندما نتذكر أن مدار الارض هو مدار اهليلجي . في كانون الثاني (يناير) وعندما تكون الشمس قريبة نسبيا ، تتحرك

Scanned by CamScanner

الارض بمقدار 61´ في اليوم ، أما في تموز (يوليو) وعندما تكون الشمس بعيدة ، فتتحرك الارض 57´ فقط في اليوم على مدارها حول الشمس ذي 360° .

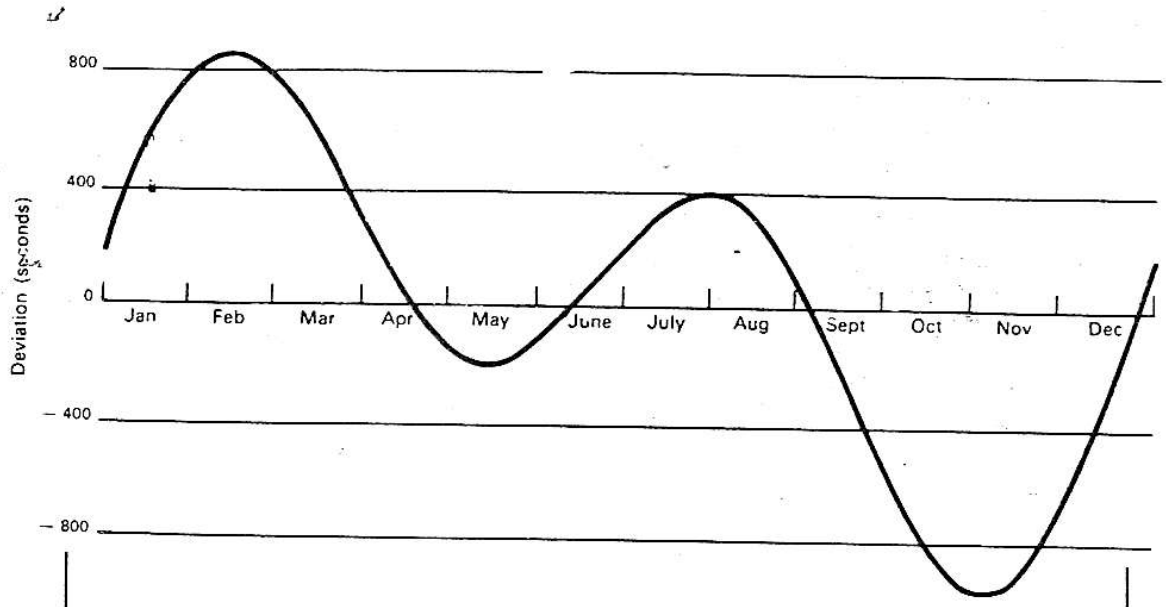


أما الانحراف الثاني فينشأ عن ميل خط الاستواء equator بالنسبة للمدار الظاهري في الصيف والشتاء .



باسقاط المستويين المعطيين سابقاً ، واحد بالنسبة للمدار الظاهري ecliptic والآخر لخط الاستواء equator يمكن أن نرى أنه نتيجة لدوران الارض بسرعة ثابتة فانه يتم قطع مسافات متساوية a على طول الدائرة الاستوائية خلال واحدة الزمن ، أما المسافات الموافقة a´ ، a على طول مسقط المسار الظاهري على المستوي الاستوائي فهي غير متساوية ، لذا يظهر بالنسبة لراصد مراقب يقف في خط الاستواء تعديل طفيف في السرعة الزاوية للشمس ، وهذا التأثير يكون أعظمياً عند الانقلابين الشمسيين الصيفي والشتوي solstice ويصبح صفراً عند الاعتدالين equinoxes لأن مساقط المسار الظاهري تنحاز عن خط الاستواء equator ، وينتج عن ذلك أنه اذا أشارت الساعة الى وقت الظهيرة فان الشمس ليست بالضرورة في موقع الظهيرة الفعلي ، او نقطة الذروة فوق الافق في يوم معين .

Scanned by CamScanner



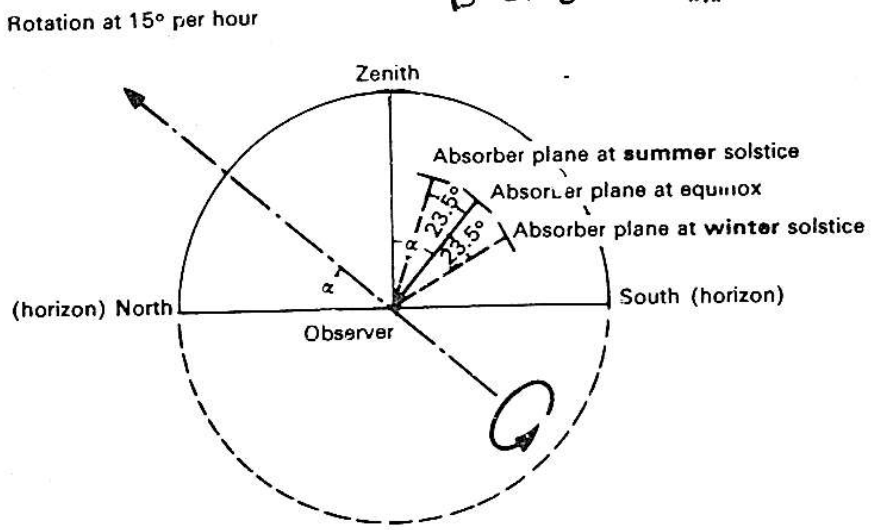
يبين الشكل انحراف موقع الظهيرة الفعلي عن الموقع الوسطي للظهيرة للعام ١٩٢٦ عند خط زوال غرينويش Greenwich meridian لذا فالساعة العادية غير صالحة لاستخدامها كجهاز تعقب لمسار الشمس ، ولكن قد يكون من الممكن برمجة الساعات الالكترونية الرقمية بطريقة ما بحيث تشير الى حركة الشمس الفعلية .

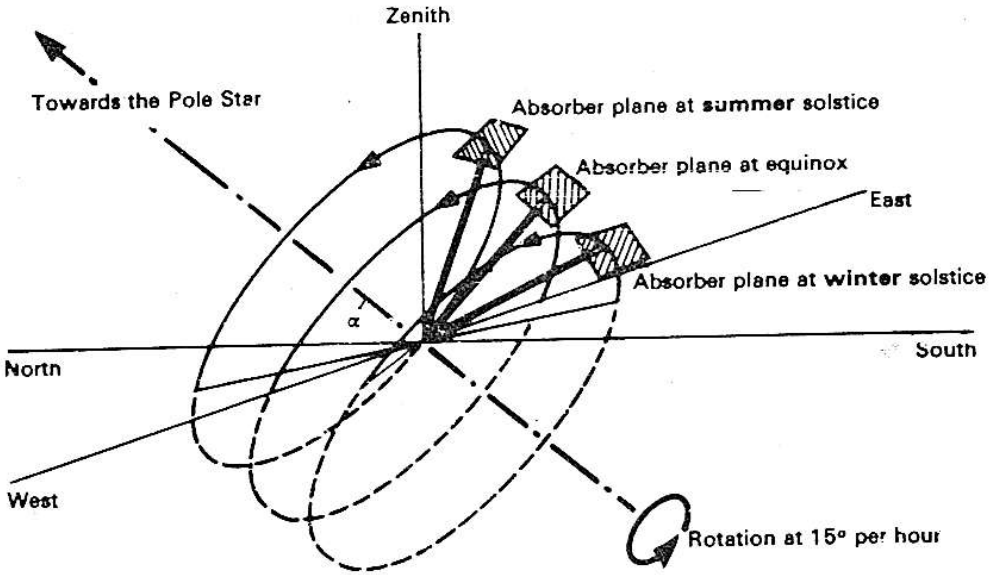
نصل هنا الى نتيجة عامة وهي أن اللواقط ذات التركيز الخطي linear focus collectors تحتاج الى توجيه حول محور واحد ثابت ، وبالتالي يمكن تثبيت هذه اللواقط بالارض عند نقطتين أو أكثر بحيث تعطى مقاومة أكبر للريح . وباستثناء حالة التوجيه شرق ــ غرب ، فان التنظيم regulation يكون سهلاً لأنه محصور بدوران نظامي واحد بمعدل 15° في الساعة .

وكمثال آخر ، لنأخذ الماصّات الهليوستاتية heliostatic absorbers فهذه أيضاً تدور بسرعة 15° بالساعة حول محور يوجّه شمالاً بزاوية « مع الافق ، وهذا المحور يكون موازياً لمحور شمال ــ جنوب أي محور دوران الكرة الارضية ومتجهاً نحو النجم القطبي pole star وان الدائرة التي ترسمها حركة الشمس حول هذا المحور تكون موازية لخط الاستواء . لذلك يدعى هذا التصميم ــ في علم الفلك ــ والذي غالباً ما يستعمل لمراقبة النجوم بالوضع الاستوائي equatorial mount . بالاضافة الى ذلك فان الماص absorber يجب أن يميّل

Scanned by CamScanner

كل يوم بالنسبة للمحور (الزاويـة هي 90 ± 23.5 مـع الاعتدال الشتوي أو الصيفي) ، وهذا ما يبينه الشكل (3-15).

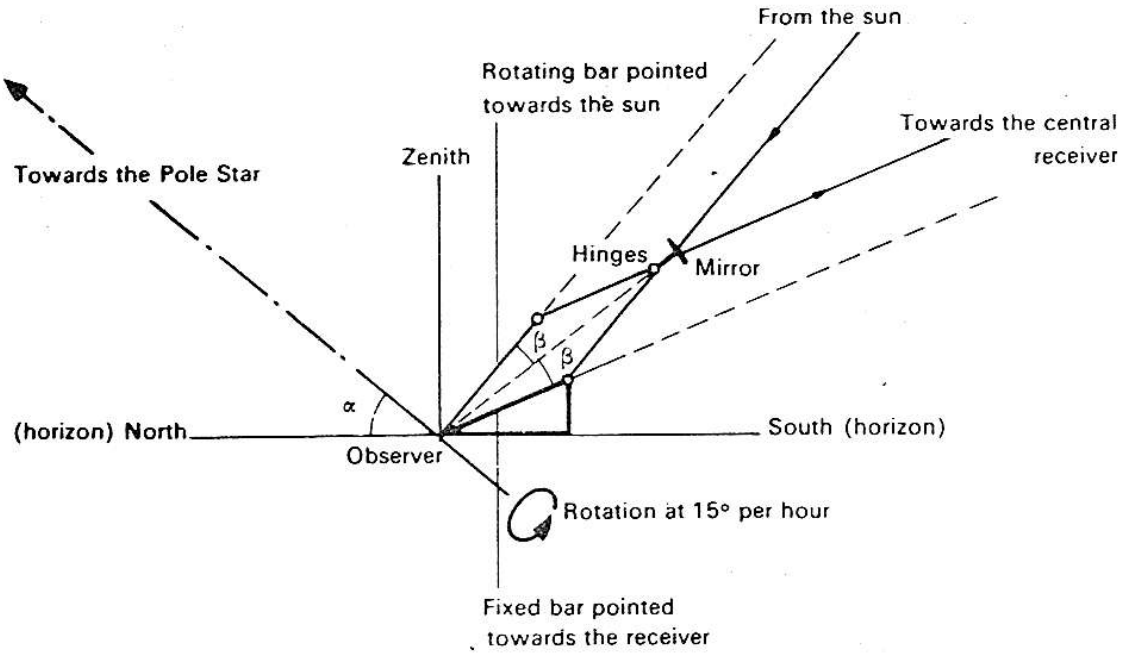


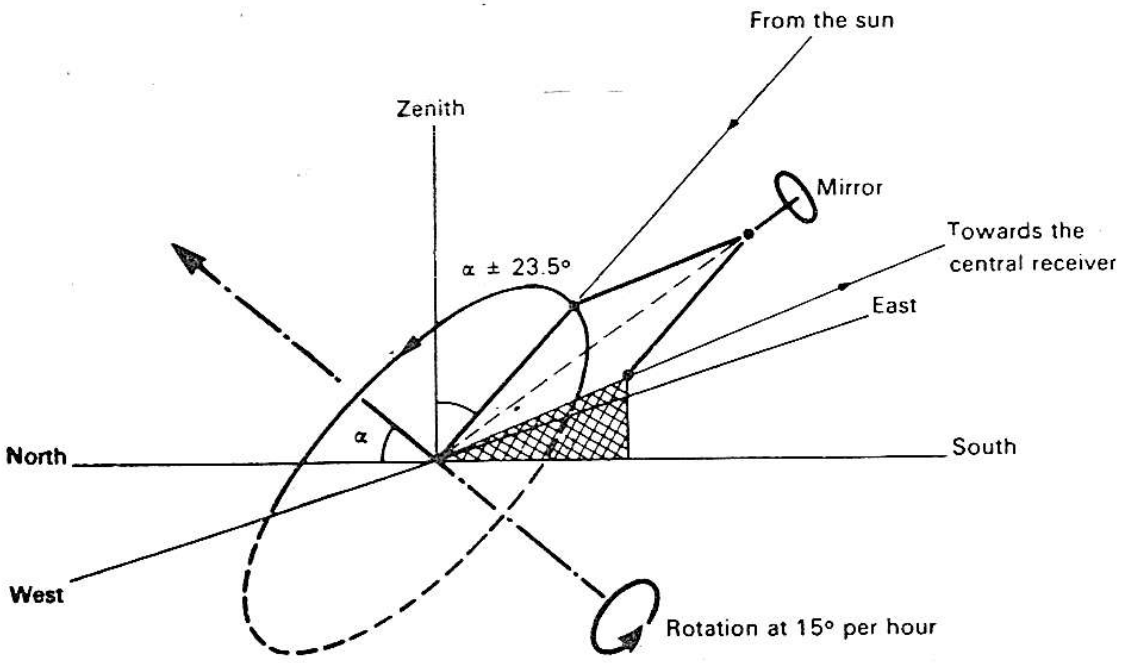


الشكل (3-15)مسقط ومنظور للحركة النسبية لمتص هليوستاتي منبسط

اذا استبدل الماصّ absorber بمرآة مصممة بحيث تعكس الضوء الى ممتص مركزي فان الشكل السابق يمكن تعديله بحيث يأخـذ الشكل (3-16) وبحسب قانون الانعكاس فان الزوايا بين العمود على المرآة normal وكلا من

Scanned by CamScanner





الشكل (3-16) مسقط ومنظور للحركة النسبية لمرآة هليوستاتية

Scanned by CamScanner

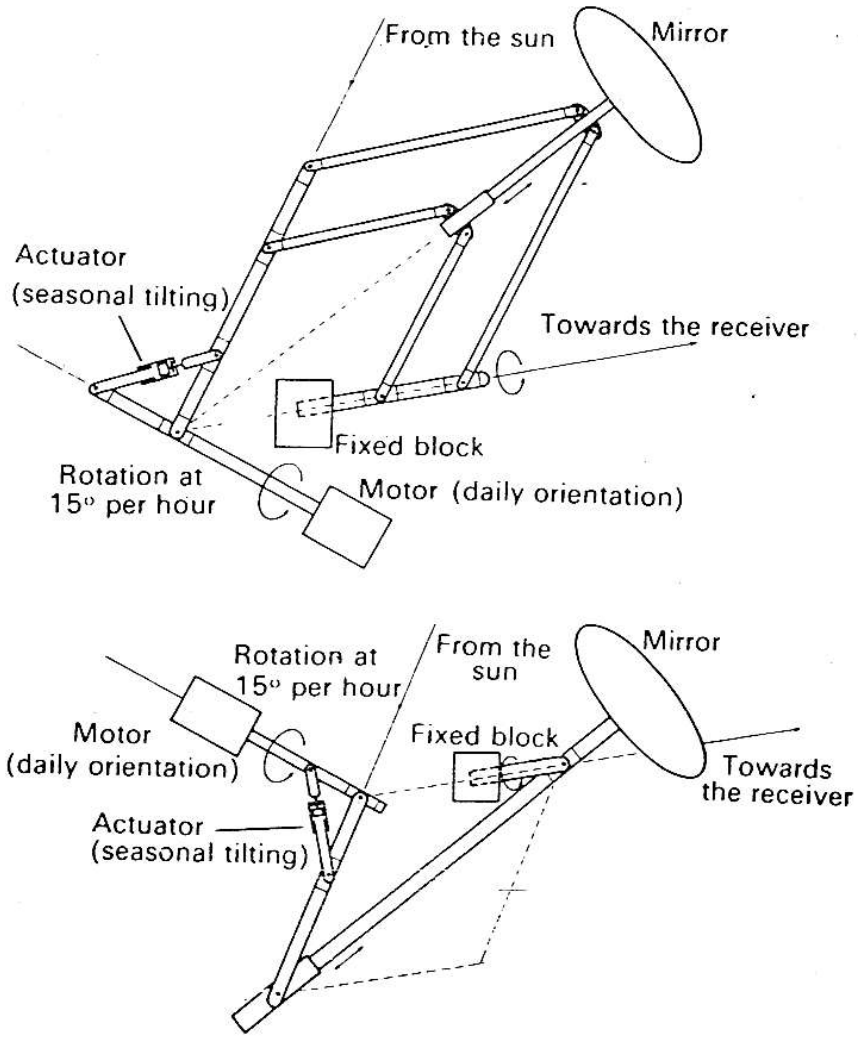
الشعاع الوارد والمنعكس تكون متساوية ، وبما أن الزاوية بين الشعاع والمستقبل receiver غير متغيرة ، فان المرآة يجب أن توجه بطريقة ما بحيث ينصف العمود الزاوية بين الشعاعين الوارد والمنعكس • وهذا يتم بوصل المرآة الى متوازي أضلاع paralleogram كما في الشكل (3-16)، بحيث يكون امتداد ضلعين من المتوازي مشيراً باتجاه الشمس وامتداد الضلعين الآخرين باتجاه المستقبل الماص ، الطرفين المشيرين الى الشمس يجب أن يدوران بسرعة ثابتة حول محور معامد لهما عند الاعتدال equinox بينما يتوضع أحد الطرفين الآخرين بحيث يسمح بالدوران حول محوره فقط • ان المحور المعامد للمرآة هو مسقط لقطر متوازي الاضلاع ، وهذا القطر يقسم الزاوية بين الطرف الموجه الى المستقبل الماص والطرف الموجه الى الشمس الى قسمين متساويين ، وبذلك ، ففي هذا التصميم ، تبقى المرآة بشكل اتوماتيكي في وضع يجعل أشعة الشمس تنعكس في نفس الاتجاه من أجل أية زاوية لميلان الشمس • ويمكن تحقيق التوجيه اليومي Daily orientation ببساطة وذلك بتدوير المحور الذي يشير الى الشمس بسرعة ثابتة قدرها 15° بالساعة • بالاضافة الى ذلك يجب اعادة تركيز ارتفاع هذا المحور يومياً (بزاوية أعظمية مقدارها ± 23.5) •

وقد تنج عن الاعتبارات السابقة تصميمان بسيطان لوضع المرآة يبينهما الشكل (3-17) ، فبواسطة جهاز يشبه المنساخ pantograph يمكن أن تتوضع المرآة على محورين احدهما يتوجه نحو المستقبل المركزي والآخر يدار بواسطة محرك لتعقب حركة الشمس ، ان التصميم المبين في الجزء السفلي من الشكل (3-17) هو التصميم المستعمل في محطة tower power plant في ايطاليا ، وتبين اللوحة (9) صورة لهذا التصميم •

في الحياة العملية لا يبدو ملائماً الحصول على التوجيه الهليوستاتي بالتدوير حول محور يميل بالنسبة الى الافق كما في الوضع الاستوائي equatorial mount .

ويدور الجدل حالياً أن هـذا التصميم يعتبر مكلفـاً لأن الميكانيزم الذي يستعمله معقد جداً ، بالرغم من سهولة التنظيم على اعتبار ثبات سرعة الدوران •

Scanned by CamScanner



الشكل (3-17) جهازين لتأمين توجيه المرآة المنبسطة

المرادف الآخر المطروح هو تحويل الحركة الى دوران حول محورين بتوجيهين مختلفين ، أفقي وشاقولي مثلاً ، هذا النوع من التركيب يدعى نظام التوجيه الشمسي الارتفاعي Alt-Azimuth mount .

Scanned by CamScanner

التبديـل الكهرضوئي -
Photo voltac conversion

الخليـة الضوئيـة : The solar cell :

مقدمـة : Introduction

يتم التبديل المباشر direct conversion لضوء الشمس الى طاقة كهربائية بواسطة البطاريات الشمسية المصنوعة من خلايا شمسية ، بعملية تسمى التأثير الكهرضوئي photovoltaic effect . وهذه العملية لا تعتمد على الحرارة ، وانما العكس ، إذ ينخفض مردود جهاز الخلية الشمسية عندما ترتفع درجة حرارتها ، ولعل أهم مثال يثبت هذه الحقيقة هو مجموعة الخلايا الشمسية التي تم تركيبها في منطقة القطب الجنوبي فهي لا تعمل بشكل جيد فحسب وانما تتلقى أيضاً طاقة

Scanned by CamScanner

أكبر مما تتوقعه في ظروف مناخية طبيعية ، وهذا عائد الى أن فوتونات ضوء الشمس تحول طاقتها مباشرة الى الكترونات دون المرور بمرحلة تحويل حراري •

من ناحية ثانية فان الخلايا الشمسية لا تبدو ملائمة فقط في المناطق المشمسة وانما أيضاً في المناطق التي تبدو فيها الاشكال الاخرى من أنظمة الطاقة الشمسية مستحيلة ، وخاصة في المنطقة الاستوائية equatorial region والمناطق المعتدلة التي تشكو من تعرض قليل لضوء الشمس •

في حالة السماء الغائمة ، فان أجهزة التركيز ــ كتلك المستخدمة في عملية التحويل التيرموديناميكي للطاقة الشمسية ــ لا يمكنها أن تعمل ، كما أن مردود اللاقط الحراري المسطح flat plate collector ينخفض كثيرا ، بينما تعطي الخلايا الشمسية في حالة السماء الغائمة نفس المردود الذي تعطيه في حالة سماء صافية •

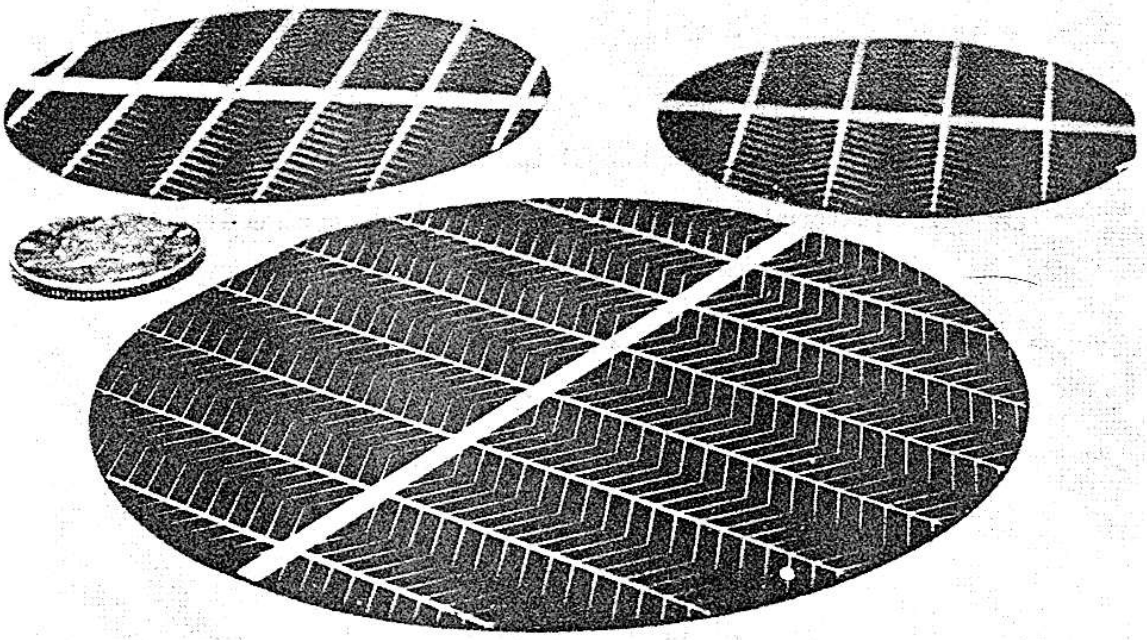
يمكن تحقيق التأثير الكهرضوئي بواسطة انصاف النواقل semiconductor أما المواد العازلة فهي غير ملائمة بسبب ناقليتها المنخفضة ، وكذلك الحال بالنسبة للمعادن ، التي تعتبر غير حساسة للضوء بسبب التركيز العالي للالكترونات لها في الظلام •

ان مواد انصاف النواقل المصممة لتحويل ضوء الشمس هي المواد الاكثر حساسية كما أنها تعطي أكبر قيمة لجداء التوتر ــ التيار ضمن مجال الضوء المرئي visible light ، وهو المجال من الطيف الذي يؤمن نقل أكبر طاقة ممكنة من الاشعاعات الشمسية • لذلك تعتبر انصاف النواقل الحساسة للاشعة تحت الحمراء مثل PbS غير ملائمة لتحويل الطاقة ، وكذلك الأمر بالنسبة لمادة ZnS الحساسة جداً للاشعة فوق البنفسجية •

٣ ــ ٣ ــ ١ ــ ٢ خلايا السيلكون الشمسية : silicon solar cell :

يعتبر السيلكون في الوقت الحاضر ، أهم مواد انصاف النواقل المستخدمة في عملية التحويل الكهرضوئي للطاقة الشمسية ، بالاضافة الى كونه المادة الاساسية في عالم صناعة الالكترونيات ، وتبين الصورة (٤) خلية سيلكون شمسية •

Scanned by CamScanner

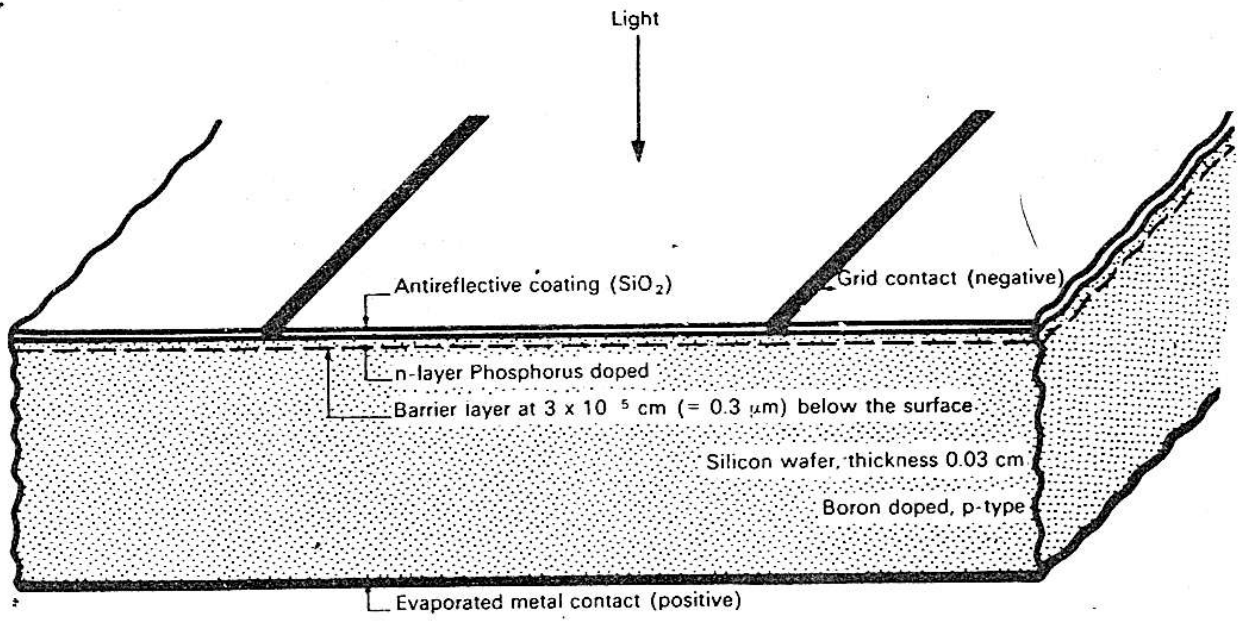


الصورة (1) نماذج من خلايا سيلكون مستديرة

تصنع هذه الخلايا من مواد أحادية البلورة monocrystalline وتكون أرخص ما يمكن اذا كانت مستديرة حيث تقطع من قضبان دائرية أحادية البلورة)؛ ويبين الشكل (3-18) تركيب خلية السيلكون الشمسية . وهذه التركيبة مستعملة بشكل واسع ، إلا أن اجراء التعديلات عليها أمر وارد ، فمثلاً يمكن التقليل من السماكة الى 50 μm ، كما يمكن جعل الغطاء غير العاكس antireflective coating كتيماً لاسباب اقتصادية ، وكذلك عكس قطبية التوتر باستعمال وصلة pn بدلاً من np .

ونظراً لوجود طبقة الحوامل barrier layer والتي تعتبر عنصراً أساسياً في عملية التأثير الكهرضوئي ، فإن للخلايا الشمسية خواص ديودية في الظلام ،

Scanned by CamScanner



الشكل (3-18) مقطع في خلية سيلكون شمسية تقليدية

ويبين الشكل (3-19) خواص التوتر ــ تيار لخلية نموذجية بأبعاد 2×2 cm .

في ضوء الشمس يحافظ منحن I ــ V على شكله ويكون مقابلاً للمحور السالب للتيار ، وكنتيجة كذلك ، يظهر توتر الدارة المفتوحة على المحور الموجب للتوتر ، وتيار الدارة القصيرة على المنحن السالب للتيار .

وينزاح منحن I ــ V خطياً عن محور التيار كتابع لشدة الضوء ، لذا فعلاقة تيار القصر بشدة الضوء هي علاقة خطية ، ويتبع ذلك أن توتر الدارة المفتوحة يزداد كتابع لوغارتمي لشدة الضوء .

(ويمكن توضيح خواص I ــ V لجهاز الخلية الشمسية كما هو مبين بالجدول (3-4) . يتواجد داخل الطبقة الحاملة حقل كهربائي وفرق جهد ناشئين عن الفرق في المعالجة الكيميائية (الطلاء) لجانبي البلورة . في الظلام ، يعاكس هذا الحقل الداخلي مرور التيار الكهربائي ، فاذا ما طبق توتر خارجي في الاتجاه العكسي تزداد شدة الحقل بحيث لا يمكن للتيار أن يزداد بزيادة التوتر .

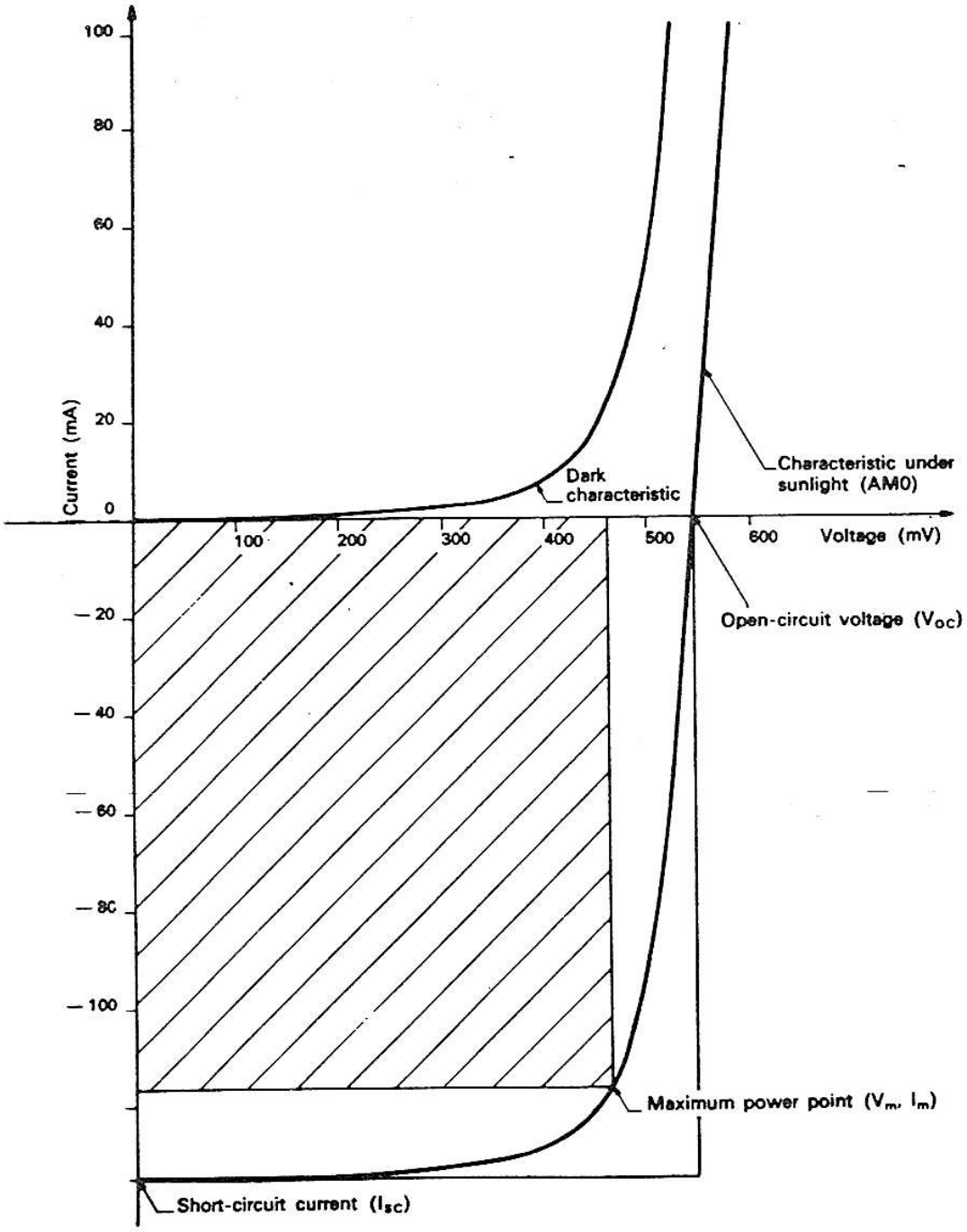
Scanned by CamScanner

الجـدول (3-4) التيارات ضمن ثنائي تحت تأثير الضوء والتوتر المطبق

Case	*Light*	*Voltage (forward bias) applied*	*Field*	*Current*	*Remarks*
a	No light	No voltage	Inherent field →	0	No current because field current is exactly balanced by diffusion current in the opposite direction.*
b	No light	Applied voltage	Inherent field → ← Applied field	← Forward current	Forward current; the diffusion current is no longer balanced by the smaller field current.
c	Light	No voltage	Inherent field →	Photocurrent →	Since the generation of carriers by light is homogeneous in the barrier, the diffusion current in the barrier is not modified but the field current is increased because of the increased carrier concentration: the photocurrent in the barrier is a field current.
d	Light	Applied voltage	Inherent field → ← Applied field	Photocurrent → ← Forward current → Net current	Forward current is added to the photocurrent.
d'	Light	Applied voltage	Inherent field → ← Applied field	Photocurrent → ← Forward current Net current = 0	'Open circuit voltage' condition.

* The direction of the electric field is taken in the conventional way, from plus to minus; the direction of the currents is for positive carriers.

Scanned by CamScanner



الشكل (3-19) خواص V — I لخلية سيلكون 2 cm × 2 عند انارة شمسية كاملة خارج الغلاف الارضي (AMO)

Scanned by CamScanner

أما اذا ما طبق توتر خارجي في الاتجاه الامامي فان التوتر الداخلي سيتم تعويضه بواسطة هذا التوتر الذي يعمل في الاتجاه المعاكس ، لذا يزداد التيار الامامي حتى يتم التغلب على التوتر الداخلي تماماً ، وعند هذه النقطة لا يكون التيار محدداً بالطبقة الحاملة .

أما عند انارة الديود فان الالكترونات تتحرر ، ويقودها الحقل الداخلي في اتجاهه مولداً تياراً كهرضوئياً photo current يسري في الاتجاه المعاكس لتيار الظلام الامامي . وحتى اذا لم يطبق توتر خارجي فان هذا التيار يستمر في الجريان ويؤخذ على أنه تيار الدارة القصيرة . هذا التيار يعتمد خطياً على شدة الضوء لأنه عند امتصاص كمية أكبر من الضوء فان عدداً أكبر من الالكترونات يصبح معرضاً لقوة الحقل الداخلي .

لا يتأثر التيار الضوئي بقيمة التوتر المطبق ، ويتم الوصول الى حالة توتر الدارة المفتوحة عندما يتوازن التيار الضوئي مع تيار الظلام الامامي المرافق للتوتر الضوئي potovoltage الذي يولد تياراً أمامياً مثله تماماً مثل التوتر الخارجي المطبق ، ولا حاجة عند هذه النقطة للدخول في شرح تفصيلي لهذه الظاهرة الفيزيائية .

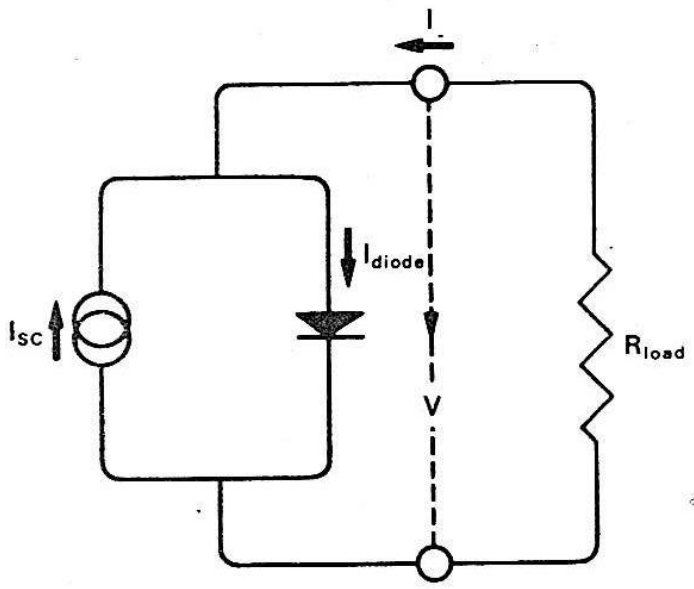
يمكن الحصول على الطاقة العظمى من الخلية الشمسية وذلك بجعل جداء I و V مثالياً ، وهذه النقطة توافق التوتر V_m الاصغر قليلاً من $V_{O.C}$.

ويمكن تركيز الخلية الشمسية في وضع الطاقة العظمى اما بتطبيق توتر خارجي عليها مقداره V_m أو بوصل الخلية الى حمل مساو الى $R = V_m / I_m$ ونلحظ مستطيلين اثنين في منحن خصائص I — V ، وتسمى نسبة المستطيل الاصغر الى الاكبر بعامل الملء fill factor ؛ وهو يأخذ عادة القيمة بين 0.7 و 0.82

ومن أجل خلية سيلكون شمسية تعمل تحت درجة حرارة الغرفة وعند شدة انارة مقدارها AMO تكون توترات الدارة المفتوحة بين mV (600 — 550) وتيار الدارة القصيرة حوالي $30\ mA\ cm^{-1}$.

Scanned by CamScanner

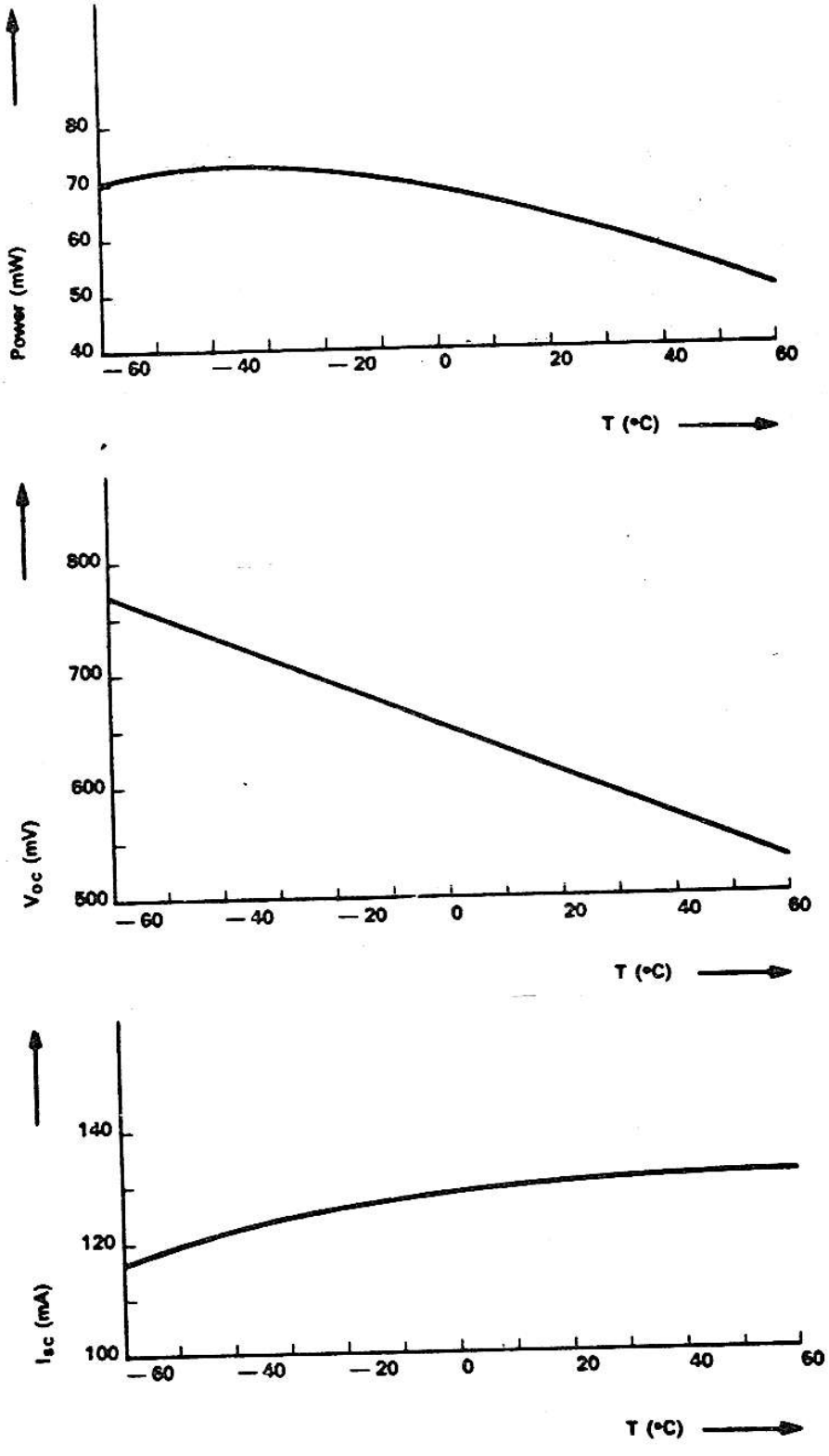
يبين الشكل (3-20) الدارة المكافئة لخلية شمسية ، حيث يمكن الحصول بواسطتها على خواص I — V للخليـة بتغيير قيمة مقاومة الحمـل بين الصفر واللانهاية .



الشكل (3-20) الدارة المكافئة للخلية الشمسية

وكما ذكرنا سابقاً تنخفض استطاعة خرج الخلية الشمسية بارتفاع درجة الحرارة ، وهذا ما يبينه الشكل (3-21)، ويصل الضياع الى قيمة 0.45% — 0.35 لكل ارتفاع في درجة الحرارة بمقدار درجة مئوية واحدة ، بمعنى آخر تتلقى خلية السيليكون الشمسية عند درجة حرارة 20 مئوية طاقة أكبر بمقدار 20% منها عند درجة حرارة 70 °C . ويبين الشكل (3-21) أيضاً أن هذا الضياع عائد بشكل أساسي الى انخفاض في قيمة توتر الدارة المفتوحة ، ومن المعروف في الخلية الشمسية أن التيار يتأثر بشكل طفيف بدرجة الحرارة . عند هذه المرحلة يمكن أن نصل الى النتائج الموضحة في الجدول (3-5) وهي نتائج تنطبق على كافة الخلايا الشمسية .

Scanned by CamScanner



الشكل(3-21) علاقة درجات الحرارة بالاستطاعة ، توتر الدارة المفتوحة وتيار القصر لخلية سيلكون $4\ cm^2$.

Scanned by CamScanner

الجـدول (3-5) علاقة التوتر الضوئي والتيار الضوئي بشدة الضوء ودرجة الحرارة

	Open circuit voltage	*Short circuit current*
Light intensity	Little variation (logarithmic dependence)	Large variation (linear dependence)
Temperature	Large variation (linear dependence)	Little variation (2nd order effect)

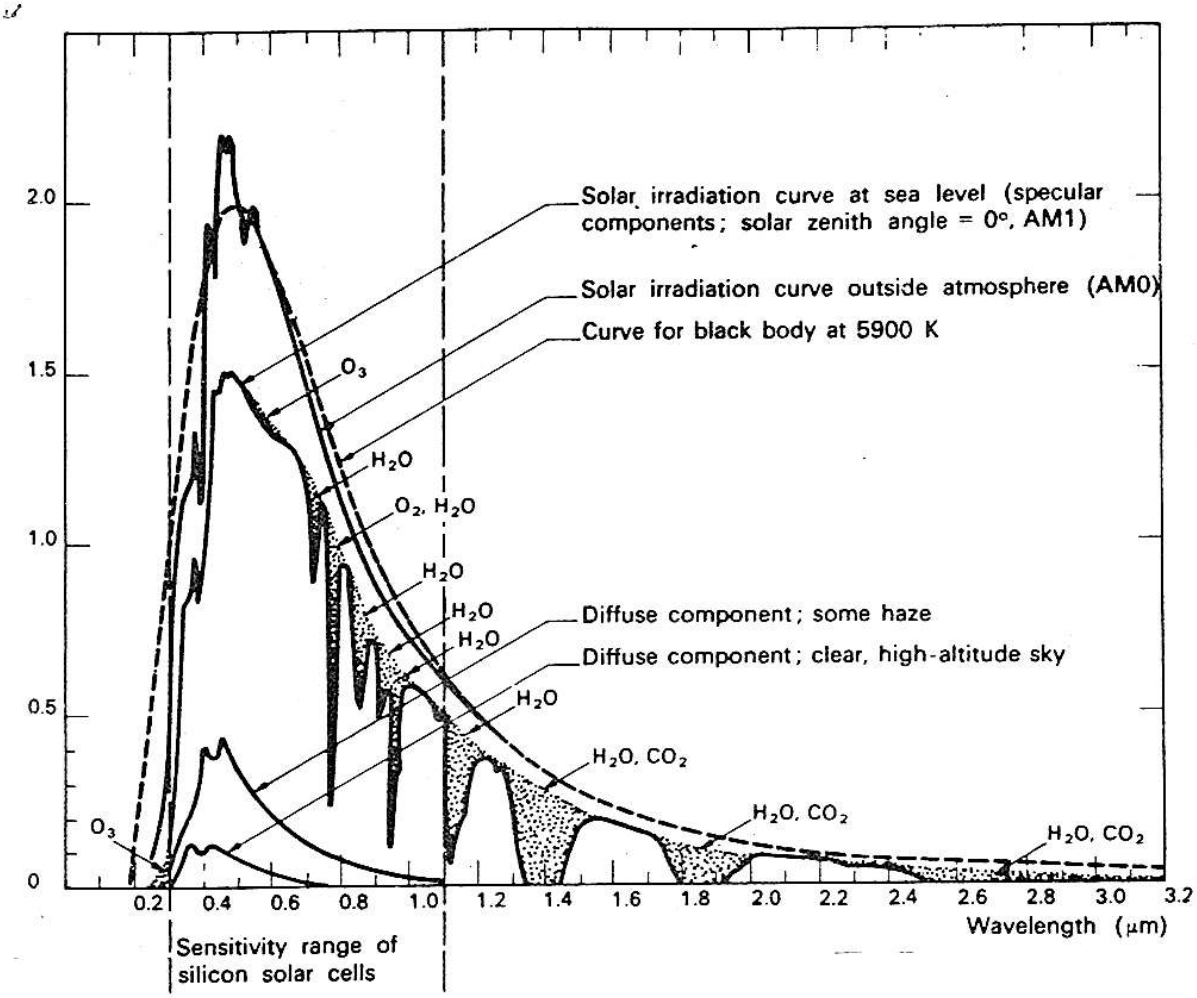
يعرّف مردود الخليـة الشمسية بأنـه النسـبة بين الاستطاعة الكهربائية المستخلصة عند نقطة الاستطاعة العظمى على منحن I — V ، والضوء الساقط •

ولاجل الضوء المرئي أحادي اللون (شعاع أخضر أو أصفر مثلاً) تكون قيمة المردود الاعظمي النظري لخلية سيلكون شمسية حوالي 50% — 45 . إلا أن المردود الذي نحصل عليه من ضوء الشمس هو أقل من ذلك ، وهذا عائد الى أن الطيف الشمسي يمتد من المجال فوق البنفسجي عبر المجال المرئي الى مجال الاشعة تحت الحمراء كما يبين الشكل (3-22) حيث أن خلايا السيلكون الشمسية غـير حساسة خارج مجال الضوء المرئي والمجال القريب جداً من المنطقة تحت الحمراء من الطيف • هذه الخصائص مبينة في الشكل (3-23) الذي يبين منحن التجاوب الطيفـي spectral response curve لخلية سيلكون شمسية •

أما لأجل ضوء الشمس خارج مجال الغلاف الجوي الارضي والمسمى كتلة الهواء صفر Air Mass 0 (AMO) عند شـدة ضـوء مقدارها $1.38\ kW\ m^{-2}$ فان مردود التحويل الاعظمي النظري لخلايا السيلكون الشمسية هو حوالي 19% . وهذا يتعلق بشكل أساسي بتطبيقات الاقمار الصناعية فقط • أما عند سـطح البحر فالطيف يختلف تماماً ، ويبين الشكل (3-23) أن الاشعة تحـت الحمراء هي أقل نسبة منها في الفضاء الخارجي •

تدعى شدة الضوء الاعظمية على الارض وعند مستوى سطح البحر بكتلة الهواء واحد Air Mass 1 (AM1) ، وهي تبلغ حوالي $1\ kW\ m^{-2}$. أمـا في المناطق الجبلية العالية فان الشدة تزداد حتى $1.1\ kW\ m^{-2}$.

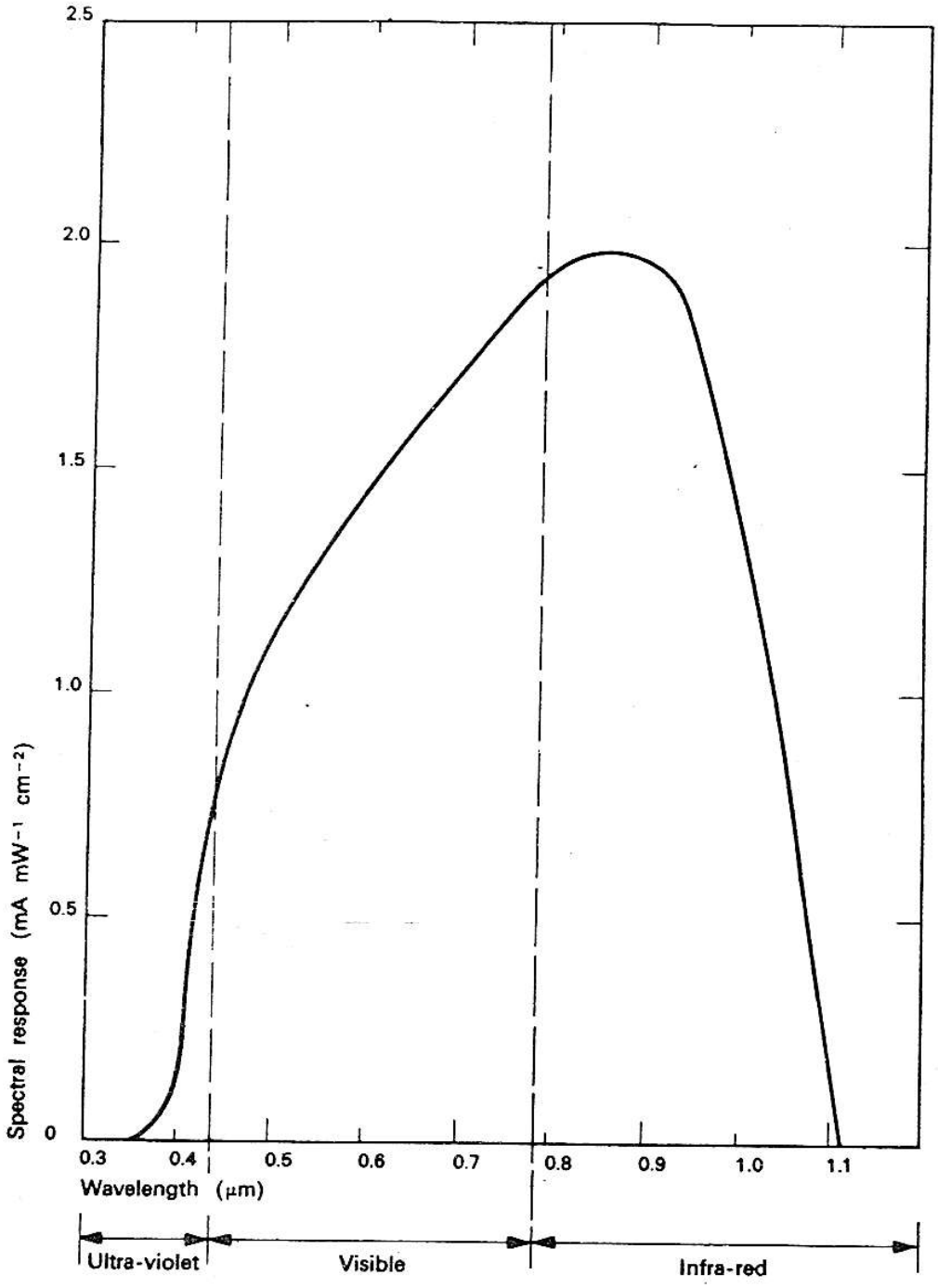
Scanned by CamScanner



الشكل(22-3) مجال حساسية الخلايا الشمسية بالمقارنة مع الطيف الشمسي خارج الغلاف الارضي

وبالرغم من أن شدة الضوء على سطح الارض هي أقل منها في الفضاء الخارجي ، إلا أن التركيب المختلف للطيف عند سطح البحر له تأثير زيادة تركيز الطاقة المتلقاة في الجزء من الطيف الذي تتحسسه الخلايا الشمسية ؛ وقد وجد بالتجربة العملية أن مردود خلايا السيلكون هو بشكل عام أعلى بمقدار 20% على سطح الارض منه في الفضاء الخارجي ؛ ان مردود التحويل الاعظمي النظري لخلايا السيلكون الشمسية عند انارة أعظمية بضوء الشمس على الارض قد تصل الى حوالي 23% .

Scanned by CamScanner



الشكل (323) منحنى التجاوب الطيفي لخلية سيلكون شمسية

أما قيم المردود التي يمكن الحصول عليها من خلايا السيلكون التجارية المتوفرة فهي تتراوح بين 15% ÷ 10 . الا أن الجهود المبذولة في المخابر العلمية

Scanned by CamScanner

تسعى لتطوير خلايا ذات مردود أعظمي بين 19% ÷ 17 القريب من المردود النظري الاعظمي ، وتشير التوقعات الى امكانية الاستفادة التجارية من هذا التطور بحيث نتوقع توفر خلايا بمردود 16 % ÷ 15 في الاسواق قريباً •

في الوقت الحاضر ، تعتبر خلايا السيلكون هي الخلايا الوحيدة المستعملة كخلايا شمسية متوفرة بشكل تجاري ، وتجري الآن بحوث علمية كبيرة لتجريب مواد أخرى نصف ناقلة كمحاولة للوصول الى حلول رخيصة الكلفة للخلايا الشمسية •

٣ ـ ٣ ـ ١ ـ ٣ خلايا سولفات الكادميوم الشمسية :

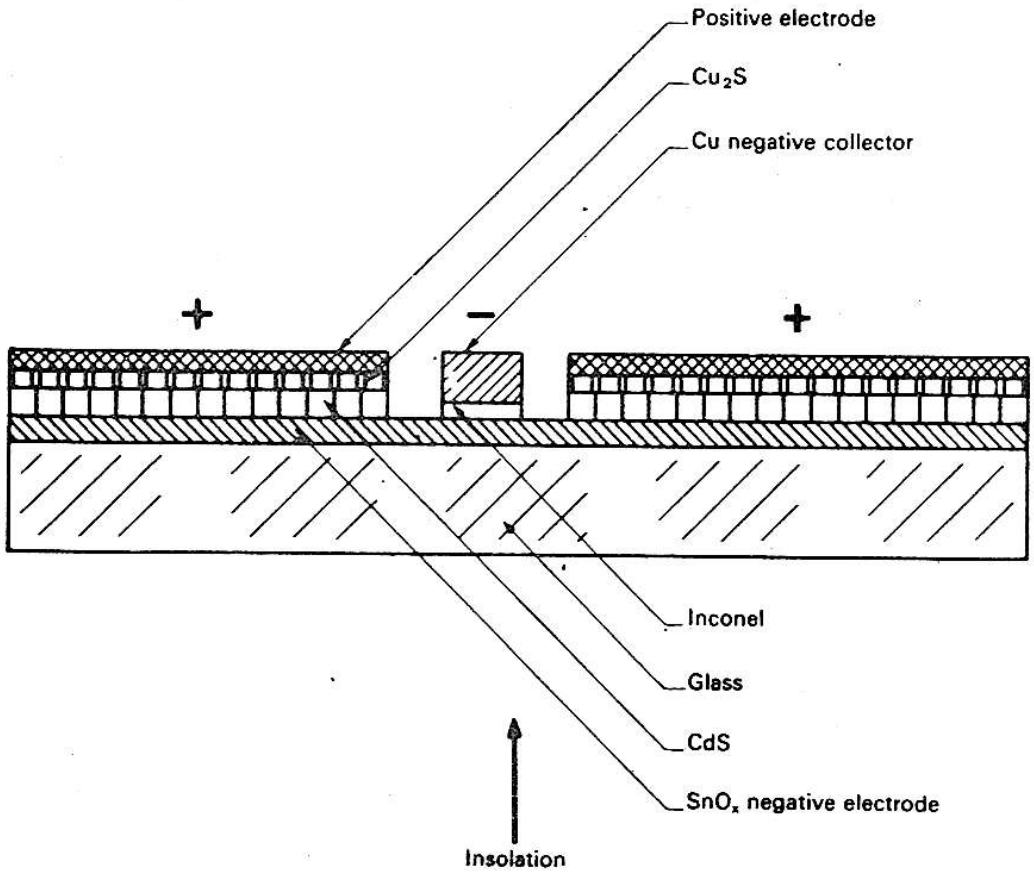
The cadmium sulphide solar cells :

تعتبر سولفات الكادميوم (CdS) المادة الثانية بعد السيلكون التي جذبت انتباه العلماء وجهود البحث العلمي اليها ، وهي تعطي قيمة جيدة للمردود في عملية التحويل اذا ما استخدمت مع سولفات النحاس (Cu_2S) على شكل وصلة ($CdS - Cu_2S$) .

التكنولوجيا المستخدمة في صناعة الخلايا الشمسية من مادة سولفات الكادميوم هي خلية الجدار الامامي (front wall cell) حيث تتألف الخلية من طبقة تحتية substrate تعلوها طبقة من CdS بسماكة 20 μm وفوقها طبقة من Cu_2S رقيقة ، والمجموعة بكاملها مثبتة ضمن كبسولة زجاجية • يبين الشكل(3-24) مقطعاً توضيحياً لهذه الخلية ، يستعمل زجاج النافذة العادي كطبقة تحتية ، وبواسطة عملية البخ الكيميائي sprying يجري توضيع طبقة ناقلة شفافة من أكسيد القصدير ، ثم طبقة من CdS وأخيراً طبقة من Cu_2S ، على أن لا تزيد سماكة الطبقات الثلاث معاً عن 3 μm .

وتتلقى الخلية الضوء من الخلف ، أي أن الضوء يجب أن يمر أولاً عبر الطبقة التحتية الزجاجية ثم طبقة نصف الناقل قبل أن يصل الى طبقة الحوامل أو الوصلة ، وهذه التركيبة تدعى خلية الجدار الخلفي back wall cell .

Scanned by CamScanner



الشكل (3-24) مقطع عرضي في خلية سولفات الكادميوم الشمسية منخفضة الكلفة

وتعتبر خلايا CdS الشمسية خطوة متطورة من حيث الوصول الى خلايا شمسية منخفضة الكلفة وتكون الحاجة ماسة اليها في عمليات التحويل الكهرضوئي الضخمة والتي تستخدم عدداً هائلاً من هذه الخلايا ، كما في محطات الطاقة الشمسية المركزية • ويعود انخفاض الكلفة الى الاستهلاك الضئيل جداً للمادة بسبب قلة سماكة الطبقات أولاً والى استخدام مواد متعددة البلورة polycrystalline التي تمثل تقدماً أساسياً في الكلفة على المواد أحادية البلورة ثانياً •

ان توترات الدارة المفتوحة لخلايا CdS هي في مجال 400 — 500 mV أي أخفض منها لخلايا السيلكون ، أما تيارات القصر لهذه الخلايا فهي في حدود

Scanned by CamScanner

تيارات القصر لخلايا السيلكون ، كما أن المردود الاعظمي التي تم الوصول اليه مخبرياً هو في حدود 8.5% ÷ 8 ، إلا أن الوحدات التي جرى تشغيلها على نطاق ضيق هي ذات مردود 5% . ويقدر المردود النظري الاعظمي بحوالي 11 ÷ 14% .

ولعل احدى سيئات هذه الخلايا عدم استقرارها على المدى الطويل ، إلا أن التطور الحالي أثبت امكانية استقرارها حتى درجة حرارة 90 °C ، من ناحية ثانية تعتبر هذه الخلايا غير ملائمة للاستخدام في حالة انارة عالية التركيز التي تنشأ عنها درجات حرارة عالية بالرغم من التبريد الخارجي .

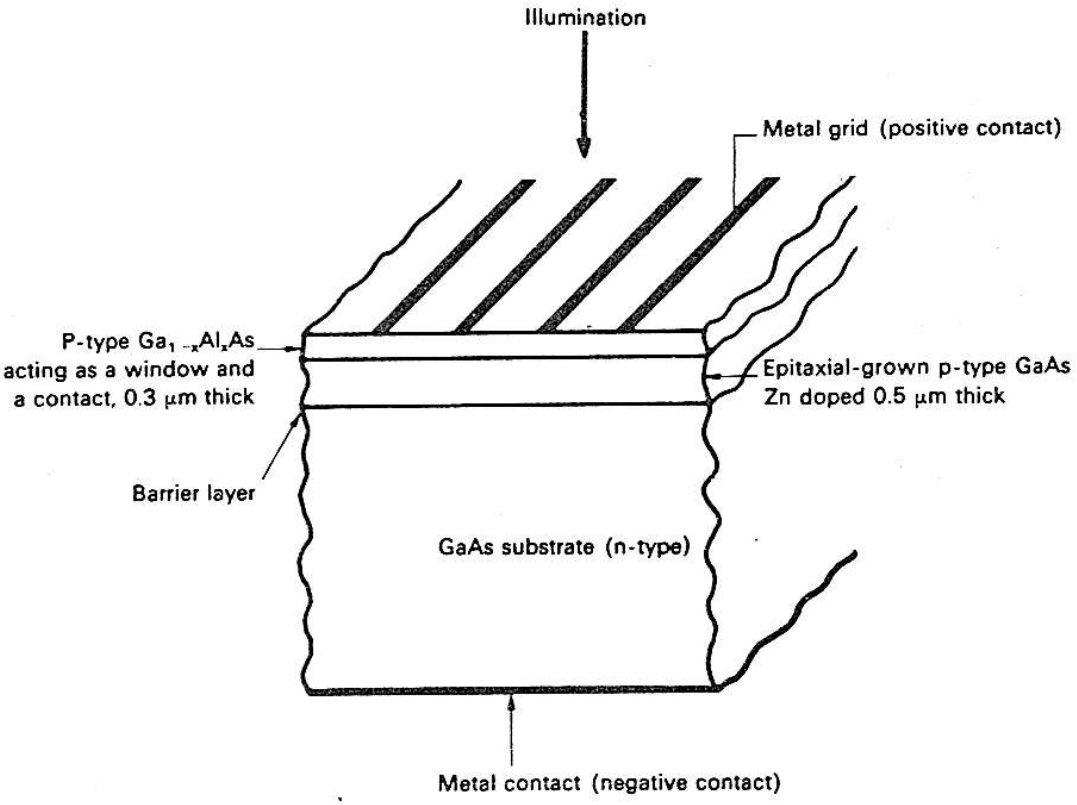
لدرجات حرارة أعلى من 90 °C او 100 °C تعاني خلايا CdS من تلف deterioration قد يؤثر على عمر النظام .

٣ ـ ٣ ـ ١ ـ ٤ خلايا زرنيخيد الغاليوم الشمسية :

The gallium arsenide solar cell :

ـ النوع الثالث المستخدم في صناعة الخلايا الشمسية هو زرنيخيد الغاليوم (GaAs) ، وهو يصنع على شكل خلايا رقيقة السماكة أحادية البلورة ويمكن أن يعطي قيماً عالية للمردود حتى 13% ، كما أن بعض المصادر أثبتت وصول قيمة المردود الى 19% ، وتصل قيمة المردود النظري الاعظمي عند انارة على سطح الارض (AM 1) الى 27% أي أعلى منها لخلايا السيلكون ، وبسبب الخواص الفيزيائية لمادة (GaAs) فانها تكاد تكون مثالية لصناعة الخلايا الشمسية . ويبين الشكل (3-25) مقطعاً في خلية ارسيناد الغاليوم الشمسية ، وبسبب معامل الامتصاص العالي لهذه المادة absorption coefficient للضوء المرئي ، فان كل الضوء يجري امتصاصه في طبقة سطحية لا تتجاوز سماكتها 1 μm إلا أن استهلاك المادة في خلايا (GaAs) أعلى منه في خلايا (CdS) نظراً للحاجة الى طبقة تحتية أحادية البلورة في خلايا (GaAs) .

Scanned by CamScanner



الشكل (3-25) مقطع في خلية الشمسية (GaAs)

يعتبر الارسينيك معدناً نادراً وغالي الثمن ويكلف الغرام الصافي منه حوالي 0.7 $ ، أما الغاليوم فهو ليس نادراً ، إلا أن الغرام الصافي منه يكلف حوالي 5 $. ولذلك يعتبر (GaAs) غير ملائم لصناعة الخلايا الشمسية منخفضة الكلفة .

ومع ذلك فان خلايا (GaAs) الشمسية ملائمة جداً لأجهزة تركيز الضوء ، حيث نواجه درجات حرارة عالية ، فلدرجات حرارة أعلى من 100 °C فان سلوك خلايا (GaAs) يعتبر أفضل من سلوك خلايا السيلكون التقليدية ، إذ يبلغ انخفاض التوتر بالنسبة لدرجة الحرارة حوالي 2.6 mV لكل درجة حرارة زائدة وهي أقل منها في خلايا السيلكون ، وكنتيجة لذلك تنخفض الاستطاعة في خلايا (GaAs) بمقدار 0.3% ÷ 0.2 لكل ارتفاع في درجة الحرارة ، بينما تنخفض في خلايا السيلكون بمقدار 0.45% ÷ 0.35 .

كما أن توتر الدارة المفتوحة في درجة حرارة الغرفة أقل بقليل من 1 V .

Scanned by CamScanner

المحاضرات (12 - 13)

المقـــــــــــدمة:

يمكن ان يطلق على عصرنا تسمية عصر الزيوت. النفط لسوء الحظ بعيد عن الكمال. المطر الحامضي، وسخونة الارض وتلوث المدن كلها ناجمة عن النفط. الا ان احد اقارب النفط المعروف، بالغاز الطبيعي، هو بديل جذاب لمصادر الطاقه. تشكل الغاز الطبيعي قبل ملايين السنين عبر احتمالات متعدده، يعتقد البعض انه عبر القرون تراكمت مجهريات عضوية حيوانية ونباتيه على سطح المحيط. وان جزيئات الصخور غطتهاتدريجيا،لتشكل ما سمي، بفتحة صخريه. وقد جرت عملية تحلل بطيئه ضمن فتحة الصخر حولت المجريات العضويه الى فحم سائل. والفحم السائل هو مركب تشكل ببطء من الكربون وذرات الهيدروجين. تحتوي بعض الجزيئيات في تركيبتها على اقل من اربعة ذرات فحميه. ويعتبر هذا الهيدرو كاربون، الخفيف جدا، هو العماد الرئيسي للغاز الطبيعي. الميثان هو النوع الافضل، وتتالف جزيئاته من ذرة فحم واحده، لكل اربعه ذرات من الهيدروجين. حين يستخرج من مستودعاته ويتم التخلص من شوائبه، ينقل الغاز الطبيعي الى مناطق التوزيع. ينقل عبر مسافات طويله وهو بشكله السائل ومن خلال بواخر مخصصة للميثان. حين يتم تنزيله، وقبل ان يوزع على المستهلك، يتعرض لسبل علاج متعدده. لاسباب امنيه يتم ضخ كميات بسيطة من محلول كيميائي يحتوي على السولفر الى داخل الغاز. عملية الاضافة هذه تجعل للغاز رائحه، بحيث يمكن التعرف عليه بحال تعرضه لتسرب ما. يعتبر الغاز كالفحم الحجري والزيوت وقود من المستحاث التي لا يمكن تجديدها.

* طاقة الكتلة الحيوية:

* المبدأ وطريقة العمل:

تعرّف طاقة الكتلة الحيوية أيضا بالطاقة الحيوية أو الوقود الحيوي. وهي التي يتم الحصول عليها من المواد العضوية، إما مباشرة من النباتات أو بشكل غير مباشر من المنتجات الصناعية والزراعية والمنزلية والتجارية. يعتبراستخدام طاقة الكتلة الحيوية في عداد التقنيات المتوازنة لأن غاز ثاني أوكسيد الكربون المنطلق أثناء توليد الطاقة يتوازن مع ثاني أكسيد الكربون الذي تمتصه النباتات أثناء نموها.

وان الطاقة الحيوية (المعروفة بطاقة الكتلة الحيوية) هي استخدام المواد العضوية (نباتات، الخ...) كوقود بواسطة تقنيات كجمع الغاز والتغويز (تحويل المواد الصلبة إلى غاز)، والاحتراق والهضم (للفضلات الرطبة). اذا ما تم استخدام الكتلة الحيوية بشكل مناسب فإنها تشكل مصدرا قيما للطاقة المتجددة، لكن معظمها يعتمد على كيفية انتاج وقود الكتلة الحيوية.

* تقسم طاقة الكتلة الحيوية إلى المجموعات التالية:

• ذات الموارد غير المستقلة: وهي مخلفات العمليات الإنتاجية والفضلات المتولدة من العمليات الصناعية والتجارية والزراعية، وتشمل نواتج الغابات والنفايات الخشبية والقش ونواتج الحيوانات والنفايات الصناعية (مثل النفايات الناتجة عن تجهيز الأغذية).

• المحاصيل المخصصة لإنتاج الطاقة (نباتات الطاقة): وهي المحاصيل ذات دورة حياة قصيرة مثل الصفصاف والحور والتي تزرع على وجه التحديد لتستخدم في توليد الطاقة.

• المحاصيل متعددة الوظائف: وهي المحاصيل التي يمكن أن تستخدم لإنتاج أنواع مختلفة من الطاقة على سبيل المثال بقايا القمح، ويمكن أن تستخدم لتوليد الوقود (يتضمن الايتانول الحيوي والديزل الحيوي)، كما يمكن أن يستخدم القش لتوليد الكهرباء.

يمكن لطاقة الكتلة الحيوية أن تحوّل إلى حرارة وكهرباء بعدة طرق حسب نوع مصدر الطاقة الرئيس، وتتضمن التقنيات التالية: الحرق والتحلل الحراري (التحول أو التحلل للكتلة نتيجة للحرارة)، التغويز (وهو عملية تحويل الكتلة الحيوية الصلبة إلى وقود غازي)، الهضم اللاهوائي (وهوتحليل المواد العضوية البيولوجية بواسطة المواد البكتيرية عند عدم وجود الهواء وفي ظروف رطبة) أو التخمر.

يتمّ جمع الغاز الحيوي من تجمعات مياه الصرف الصحي. والفضلات الحيوانية التي تكون على شكل مزيج يتألف معظمه من المياه (حوالي ٩٥%) يتمّ وضعه في هاضم إما عن طريق التغذية المستمرة أوعلى شكل دفعات. حيث تستغرق عملية الهضم من عشرة أيام إلى عدة أسابيع وتتم تحت درجة حرارة تقدر بـ ٣٥ درجة مئوية.

أما الغاز المتولد من مطامر القمامة فإنه ينطلق من النفايات المدفونة تحت الأرض. حيث تتحلل النفايات العضوية لتنتج خليطا غازيا مكونا من ثاني أوكسيد الكربون والميثان. إن محتوى الغاز الناتج من الميثان يعطيه إمكانية استخدامه كوقود لتوليد الكهرباء أو في العمليات الحرارية.

يتمّ الحصول على الايتانول الحيوي من التخمر اللاهوائي للسكريات وذلك باستخدام كائنات حية دقيقة عادة تكون الخميرة. يمكن للايتانول الحيوي أن يستخدم كوقود لوسائل النقل بخلطه مع البنزين أو باستخدامه بشكل مباشر في محركات الاحتراق الداخلي المعدلة، ويعتبر قصب السكر أو الشمندر السكري من أغنى منابع الطاقة لانتاجالايتانول كما يستخدم أيضا لهذا الغرض كلا من القمح والشعير والذرة والبطاطا.

* تتضمن بعض المصادر الهامّة لطاقة الكتلة الحيوية:

أ- النفايات الرطبة (مسالخ، الطعام وتصنيع

الطعام)

Scanned by CamScanner

ب- النفايات الصلبة المختلطة (النفايات المنزلية

والتشذيب(

ج- المنتجات الحرجية الثانوية (بقايا من نشر الخشب والعمليات

الحرجية(

* المصادر الأساسية للحصول على الطاقة الحيوية:

يتم الحصول على الطاقة الحيوية هذه بطرق عديدة ميسرة للمخلوقات حتى تحيى بصورة سليمة وصحيحة ومعافاة من الأمراض.

* الطاقة الحيوية الشمسية:

هذه الطاقة التي نحصل عليها من التعرض لضوء وأشعة الشمس، والتي تعد سببا رئيسيا في الوقاية والعلاج من الكثير من الأمراض.

فسوف نجد أن الأشخاص الذين لا يتعرضون للشمس بصورة كافية، أو الأشخاص الذين يمضون وقتا كبيرا في أماكن مغلقة أو في أنفاق تحت الأرض، سوف نجد بأن صحتهم سوف تتأثر بالسلب وقد تظهر عليهم أعراض مرضية كثيرة، إلى جانب أمراض جلدية وأمراض متعلقة بالعظام.الطاقة الحيوية الهوائية:

هذه الطاقة التي نحصل عليها من الهواء الذي نتعرض إليه ونستنشقه، وسوف نجد بأن أي شخص يمكنه أن يعيش ويحيا بدون طعام أو شراب لبضعة أيام، ولكن لا يستطيع أي شخص بل من المستحيل أن يحيا بدون تنفس أكثر من دقائق معدودة.

لذلك فان الهواء بما فيه من طاقة حيوية هو أحد الأسباب الرئيسية لبقائنا أحياء بل ولبقائنا أصحاء.

ونجد أنه قد يمرض بعض الأشخاص عند اختلاف المناخ لقلة الطاقة الموجودة في الجو، وأيضا الأشخاص العاملون في المناجم أو في الأنفاق أو في الغواصات سوف نجد أن حيويتهم وصحتهم متأثرة إلى حد كبير بسبب عدم وجود هواء نقي ومتجدد ومحمل بالطاقة الحيوية.

* الطاقة الحيوية الأرضية:

هذه الطاقة التي نحصل عليها من الأرض، فالأرض تعد مصدر رئيسي من مصادر الطاقة حيث أن النبات يكون بذرة ميتة ثم عند وضعها في التربة تنمو وتكبر حتى تصبح نبات مكتمل النمو أو شجرة .

فاننا قد نحصل على تلك الطاقة الأرضية بطريقة غير مباشرة وهي عن طريق أكل النباتات التي تنمو في التربة عن طريق باطن القدم ،وعن طريق المشي حافي القدمين الاستلقاء تحت الأشجار.

* ميزات الطاقة الحيويه:

١- تعتبر طاقة الكتلة الحيوية طاقة متجددة ويمكن التعامل معها عن طريق العديد من التقنيات.

٢- تعتبر طاقة الكتلة الحيوية مصدر للوقود الذي يمكن خزنه ونقله واستخدامه عند وجود الحاجة إليه.

٣- تعتبرهذه الطاقة متاحة في كل مكان حول العالم .

٤- تعتبر الكحوليات وغيرها من أنواع الوقود الحيوي ذات قيمة حرارية جيدة وقابلة للاستخدام وذات احتراق نظيف إذا ما قورنت بالانبعاثات الغازية الناتجة عن حرق النفط والفحم الحجري .

٥- يترافق نمو نباتات الطاقة بامتصاص غاز ثاني اوكسيد الكربون من الجو وإنتاج الأوكسجين.

٦- يتيح استخدام طاقة الكتلة الحيوية الفرصة لإعادة استخدام مخلفات المحاصيل الزراعية ومياه الصرف الصحي.

* ايجابيات الطاقة الحيوية:

ان الايجابية الاهم للطاقة الحيوية هي انها تكاد لا تطلق غاز الدفيئة إذا ما استعملت بشكل صحيح. وبالرغم من ان احراق وقود الكتلة الحيوية يؤدي إلى اطلاق ثاني اكسيد الكربون، الا ان الاثر الاجمالي على المناخ محدود، اذا ما استخدم الوقود الجديد كجزء من العملية. ثمة حالات حيث يتم حجز بعض غازات الدفيئة واستخدامها قبل ان تصل إلى الجوّ. فعندما تتحلل البقايا العضوية لعمليّات التشذيب، على سبيل المثال، تُطلق غاز الميثان، وهو غاز دفيئة أقوى بكثير من ثاني أكسيد الكربون.

إنّ احتجاز الميثان واستخدامه كوقود يبقيه بعيداً عن الجو، ويولّد الكهرباء من منتج نفايات.

Scanned by CamScanner

من فوائد الكتلة الحيويّة الأخرى أنها مورد قابل للتجديد، يمكن استبداله أو زيادته كلّ عام؛ وأنّها طريقة لتدوير النفايات والمياه الآسنة وتخفيف التلوّث الناتج عن النفايات غير المعالجة.

* مشاكل محتملة لطاقة الحيوية:

لا يزال حرق وقود الطاقة يُطلق غازات الدفيئة في الجو، كغاز ثاني أكسيد الكربون. يمكن تحقيق فائدة في بعض الحالات التي تنبعث خلالها غازات أكثر قوّة. لكن اذا ما استخدم منتج الوقود في استعمالات أخرى بدلاً من حرقه للحصول على الطاقة، تُعتبر بعض مصادر الطاقة الأخرى غير الكتلة الحيويّة أفضل للمناخ.

ولعلّ أكبر مشاكل الطاقة الحيويّة هي أنّ بعض وقود الكتلة الحيويّة يأتي من مصادر غير مستدامة أو قد يساهم بطريقة غير مباشرة في التلوّث والتدهور البيئي. فالكتلة الحيويّة الناتجة عن حرق النفايات البلديّة تعيق الحل الأكثر إفادة للبيئة وهو إعادة الاستخدام والتدوير (حل يساعد المناخ عبر توفير الطاقة). ويمكن للطاقة الحيويّة أن تتسبب بتلوّث سام كالديوكسين. وتريد بعض الشركات أن تحرق مواد خشبيّة في غابات قديمة لانتاج "طاقة متجددة".

يُعارض معظم العاملين في مجال البيئة هذا المشروع، اذ سيشجع أكثر على استثمار خشب غاباتنا القديمة الغالية.

ولا بدّ من دراسة كلفة الطاقة الإجمالية لانتاج وقود الطاقة الحيويّة. وبالتالي يجب التنبّه إلى ألا يتطلّب إنتاج الوقود كميّة من الطاقة أكبر من تلك التي تولّد من استخدامه. يمكن زراعة المحاصيل بهدف استخدامها كوقود طاقة حيويّة. إلا أنّ الزراعة الصناعيّة غالباً ما تكون غير مستدامة، وإذا ما أضفنا تكاليف الطاقة للأسمدة الصناعيّة إلى ميزانيّة الطاقة العامّة جاءت النتيجة سلبيّة يتمّ صرف طاقة لانتاج وقود الطاقة الحيويّة أكثر مما يمكن كسبه من حرقها.

لذا، يجب أن تهتم المقاربة المستدامة لتطوير أنظمة طاقة الكتلة الحيوية بتفادي ما يلي :

* حرق الاخشاب من الغابات القديمة.
* استخدام مواد معدّلة جينيّاً.
* استخدام الاسمدة والمبيدات بشكل مكثف.
* فقدان طبقة التربة الخارجيّة.
* زيادة الملوحة والانبعاثات السامّة

فضلاً عن ذلك، تحتاج كافة أنواع وقود الكتلة الحيويّة إلى نظام تصديق معياري. لا بد من الاشارة إلى أنّ هذه المشاكل المحتملة ليست جوهريّة في تقنيّة الكتلة الحيويّة، ويمكن تجنبها عبر التنفيذ المناسب لهذه التقنيّة. في المناطق التي تكثر فيها الزراعة، يمكن للكتلة الحيويّة أن تلعب دوراً هاماً في تأمين التدفئة والكهرباء. كما وتُعتبر الكتلة الحيويّة المعالجة بشكل صحيح حلا يحترم البيئة ويناسب لسد الحاجة إلى الطاقة.

* مساوئ الطاقة الحيوية:

هناك بعض الأدلة التي تشير إلى أن استهلاك النباتات من أجل انتاج الطاقة يؤدي إلى ارتفاع أسعار الغذاء وهو ما له أثر سلبي على الفئات الفقيرة في المجتمع.ازدياد استهلاك الخشب لتوليد الطاقة يؤدي إلى ارتفاع أسعار الخشب ومنتجاته.يتطلب انتاج الكتلة الحيوية زراعة مساحات كبيرة مما يؤدي إلى تناقص مساحة الأراضي المخصصة لزراعة المنتجات الغذائية.يؤدي حرق الكتلة الحيوية بشكل مباشر إلى الاسهام بشكل كبير في ظاهرة الاحتباس الحراري.يبقى هذا المصدر الطاقي مرتفع الكلفة سواء في مرحلة إنتاج الكتلة الحيوية أو مرحلة تحويلها إلى كحوليات.من الآثار البيئية الضارة انتشار التصحر نتيجة لقطع الأشجار بشكل عشوائي مما يؤدي إلى تعرية التربة .تستهلك عملية إنتاج الغاز كمية كبيرة من الطاقة لأن الطاقة المستخدمة في عمليات الجمع و التجفيف و نقل المخلفات إلى محطات الطاقة كبيرة نسبياً لذلك لا يمكن ان تقام محطات الإنتاج هذه على نطاق صغير لأنها الطاقة المنتجة تكون اقل من الطاقة اللازمة للعمليات السابقة.

* استخدام الكتلة الحيوية في سوريا:تعيش نسبة كبيرة من سكان سوريا في المناطق الريفية، ويواصل عدد كبير منهم استخدام الكتلة الحيوية المؤلفة من نفاياتٍ حيوانية وزراعية لتلبية حاجاتهم الطاقية مثل الإنارة والتدفئة وتسخين الماء والطهي؛ وقد انخفضت كمية الكتلة الحيوية المستخدمة في القطاع المنزلي على مر السنين العشرين الماضية مع انتشار النفط وأفران الغاز والكهرباء.بالإضافة إلى الحرق المباشر للكتلة الحيوية هناك محطتان للغاز الحيوي (٢٠ متر مكعب و ١٠٠ متر مكعب) تابعتين لوزارة الزراعة تعتمدان على مخلفات الأبقار في غوطة مدينة دمشق، ومحطتي غاز حيوي (١٢ متر مكعب و٣٥ متر مكعب) في قرية إزرع محافظة درعا حيث أن الإنتاج اليومي للوحدة الأكبر منهما هو ٨ متر مكعب؛ ومحطتين إضافيتين للغاز الحيوي أيضاً (١٢ متر مكعب) في دير الفراديس في حماة .

* التطورات والتطلعات المستقبلية:

يتوقع في المستقبل أن يكون الاستخدام الرئيس لطاقة الكتلة الحيوية في الدول الصناعية الحرق المباشر للمخلفات والنفايات لتوليد الكهرباء وانتاج الايثانول الحيوي والديزل الحيوي كوقود، محطات الطاقة الحرارية التي تستخدم المحاصيل المستخدمة في إنتاج الطاقة. أما في المدى القريب والمتوسط فإنه من المتوقع أن إنتاج الطاقة من نفايات ومخلفات الكتلة الحيوية سوف يشكل التطبيق الأوسع لتطبيقات الطاقة الحيوية ليكون بديلا للمحاصيل المخصصة لإنتاج الطاقة على المدى الطويل. كما أن مستقبل توليد الكهرباء من الكتلة الحيوية يكمن في التكامل بين تغويز الكتلة الحيوية واستخدام تكنولوجيا التوربينات الغازية، التي تقدم مراديد تحويل عالية للطاقة والتي ستتطور بشكل أكبر لتعمل على وقود الكتلة الحيوية .

Scanned by CamScanner

* العوامل و الظروف المحلية لطاقة الحيوية:

يعد قطاع الزراعة في سوريا قطاعاً أساسياً يمتلك أعلى نسبة مساهمة في الناتج المحلي الإجمالي، فالمحاصيل الزراعية الشائعة هي القمح والشعير والقطن والزيتون والشمندر السكري والتبغ والفواكه، وكل هذه المنتجات يمكن أن تستخدم في إنتاج الطاقة الحيوية.يمكن أن تكون محطات معالجة مياه الصرف الصحي ومطامر القمامة في سوريا منابع متاحة لانتاج الغاز الحيوي وغاز مطامر القمامة؛ فكمية مياه الصرف الصحي الناتجة من المدن الرئيسة في سوريا تقدر بـ ١١٥٤٠٠٠ متر مكعب يومياً حيث تساهم المدن التالية: دمشق، حلب، حمص، حماة واللاذقية بنسبة ٨٥% من هذه الكمية. بينما تقدر كمية النفايات على المستوى الوطني مابين ٣.٦ و٤.١ مليون طن سنوياً، وتقدر نسبة النفايات العضوية التي تتحلل إلى غاز الميتان في مطامر القمامة بـ ٦٠%. حيث تطلق مطامر القمامة غاز الميتان بشكل تلقائي إلى الغلاف الجوي، ويتم حالياً تطوير عدد من المشاريع لجمع وحرق هذا الغاز وبالتالي فالانبعاثات الغازية الضارة تتغير من غاز الميتان إلى غاز ثاني أكسيد الكربون الأقل ضرار، لكن الخيار الأفضل هو توليد الطاقة الكهربائية من غاز الميتان؛ وتعتبرحمص المدينة الوحيدة التي تجمع الغاز لكنه ما زال لا يستخدم في توليد الكهرباء، وهناك إمكانية لإنشاء محطات لتحويل النفايات إلى طاقة كهربائية في المدن التالية: دمشق، حماة ، حمص وحلب.

* محاصيل الطاقة استخراج الوقود من النفايات (Refuse-Derived Fuel,RDF)

توجد في الوقت الحاضر عدة معامل تدوير للمخلفات الصلبة وذلك بطريقة الفصل الميكانيكي للمواد غير القابلة للحرق مثل المعادن والزجاج ، ثم توجيه المواد العضوية المتبقية إلى منظومات إنتاج الوقود . إن عملية استخراج الوقود من النفايات هي أكثر سهولة من عمليات الفصل الميكانيكي المعقدة ، وفيها أيضاً يتم استخدام الرماد (Ash) كمادة تحرق مع الفحم لأغراض توليد الطاقة . ولقد أدّت القوانين والأنظمة الصارمة التي وضعتها بعض الدول الأوروبية بخصوص حرق النفايات إلى التقليل من استخدام هذه الطريقة .

* محاصيل الطاقة:

وهي محاصيل تزرع خصيصا لإنتاج الطاقة ، وقد توجّه الاهتمام إليها في السنين الأخيرة . إن تقليل انبعاث ثاني أكسيد الكربون في الجو هو أحد الدواعي الرئيسية إلى استخدام مصادر الكتلة الحيوية ومصادر الطاقة المتجددة الأخرى بدلا من الوقود التقليدي ، إلاّ أن لهذا الاستخدام في بعض الدول دواعي أخرى منها زيادة الإنتاج الزراعي وتقليل الاعتماد على النفط المستورد . والمحاصيل المفضل زراعتها تعتمد على توفر الظروف المحلية المؤهلة ومن ضمنها الخشب للحرق ، ونباتات لإنتاج الإيثانول ، ومحاصيل ذات النواة الغنيّة بالزيت . ويبين الجدول (١-٦) كمية الإنتاج السنوي لبعض المحاصيل المستخدمة لهذا الغرض .

* محاصيل الخشب:

يبقى الخشب المصدر الرئيسي للطاقة في معظم بلدان آسيا وإفريقيا وبعض بلدان أمريكيا الجنوبية . إن الخشب أو (الفحم النباتي) هو الوقود الرئيسي المستخدم في بيوت معظم هذه البلدان ، ويستخدم بكميات كبيرة في الاستهلاك الصناعي . ففي البرازيل مثلا تستخدم مصانع الفولاذ أكثر من مليوني طن من الفحم النباتي سنوياً . وإن مصادر الخشب مهمة جداً . فعند وجود صناعة قطع الخشب في الغابات تتوفر كميات كبيرة من النفايات ، لكن استمرار هذه الصناعة قد يؤدّي إلى انقراض الغابات مستقبلا ، والحل الأمثل لهذه المشكلة هو زراعة أشجار سريعة النمو . والطريقة القديمة المستخدمة منذ مئات السنين والتي يتم فيها قطع جذوع الأشجار وتركها تنمو مرة أخرى ، هي أيضا إحدى الطرق التي تقوم بتجربتها كثير من الدول النامية .ومن الأشجار السريعة النمو أشجار الحور والصفصاف . فعند زراعتها بكثافة ٥٠٠٠ إلى ٢٠٠٠٠ شجرة بالهكتار لمسافة مقدارها١٥X م و ٢X م يمكن الحصول على إنتاج مقداره ١٠ أطنان للهكتار في السنة ولمدة تقارب الثلاثين عاما .لقد صرفت الحكومة السويدية حوالي ١٧٩ مليون دولار أمريكي خلال السنوات الخمس الماضية لتطوير صناعة الغابات وذلك لاستغلالها لإنتاج الطاقة من الكتلة الحيوية . وقد أوضحت دراسة حديثة أن المساهمة السنوية للوقود الحيوي ستزداد من ٢٥٠ PJ حالياً إلى ٧٠٠ PJ عام ٢٠٠٠ مع مساهمة من الوقود الذي ينتج من الغابات مقدارها ٥٠% .

* إنتاج الكحول الإيثلي (الإيثانول) من قصب السكر:

إن إنتاج الإيثانول من قصب السكر أو الذرة هو الطريقة المستخدمة حالياً في مناطق عديدة من العالم . ففي البرازيل تم إنتاج أكثر من ١٠٠ بليون لتر منذ بداية البرنامج عام ١٩٧٥ بالاعتماد على معامل السكر ، وقد تم بذلك توفير كميات ضخمة من الوقود المستورد . وهناك أكثر من أربعة ملايين سيارة تعمل في البرازيل بالايثانول الصافي، وتسعة ملايين سيارة أخرى تعمل بغازولين يحتوي على نسبة ٢٠% من الايثانـول .أما دولة زمبابوي الإفريقية فلها برنامج ناجح في هذا المجال وذلك بإنتاج ٤٠مليون لتر في السنة بالاعتماد على مؤسسة تقوم بتصنيع السكر ، والايثانول ،وثاني أكسيد الكربون ، وعلف للمواشي ، وتوليد الطاقة بالإضافة إلى تدوير المخلفات المتبقية لاستخدامها كسماد لحقول قصب السكر . كما توجد معامل صغيرة لتصنيع الايثانول في كينيا وملاوي .إن انخفاض صناعة السكر في بلدان البحر الكاريبي ومناطق أخرى جاء نتيجة لاستخدام أنواع جديدة من قصب السكر ذات المحتوى العالي من الكتلة الحيوية والتي تعتبر من أفضل النباتات المنتجة مقارنة بقصب السكر العادي الذي ينتج من ٣٠ إلى ٤٠ طناً جافاً بالهكتار . فالقصب الجديد (قصب الطاقة) يمكن أن ينتج من ٦٠ إلى ٧٠ طناً جافاً بالهكتار . ومعظم هذه الكميات ناتجة عن زيادة محتوى الألياف بالرغم من أن كمية السكر المنتج يمكن أن تكون أقل ، ولكن الخسائر الناتجة عن هذا النقص تعوض بواسطة الطاقة الإضافية التي تكون على شكل مخلفات مفيدة . ومن الممكن اقتصاديا حرق البعض من القصب مباشرة دون استخراج السكر منه .

الخاتمـــــــــــه

اهتمامنا بالبيئة النظيفة تدفعنا للبحث عن مصادر اخرى بديلة للطاقه اقل تلويثا للبيئه. الطاقة بشكلها السائل هي اسهل لنقلها وتخزينها. مما يجعل الوقود الاخضر مصدرا واعدا لانتاج الطاقة البديله. حل مشكلة الطاقة لدينا يكمن في تعدد مصادر الطاقة وتمويلها. لذا يجدر بنا ان ننشر طواحين الهواء ومحطات الطاقة الشمسيه، بقدر ما تنتشر محطات البنزين

Scanned by CamScanner