التكنولوجيا الملائمة

تطبيقات عمليّة

٥

الطبّاخ الشمسي

مركز الشرق الأوسط للتكنولوجيا الملائمة

يونيسف

أعد السلسلة وأنتجها لمنظمة الأمم المتحدة للأطفال (يونيسف) :

مركز الشرق الأوسط للتكنولوجيا الملائمة /
المهندسون الاستشاريون للشرق الأوسط
ص . ب . ١١٣/٥٤٧٤ ، هاتف : ٣٤١٣٢٣ ـ ٣٤٦٤٦٥ ،
تلكس MEEA 41224 LE ، بيروت ، لبنان

مدير المشروع : **بوغوص غوكاسيان**

Produced for UNICEF/MENA by:

MIDDLE EAST CENTER FOR THE TRANSFER OF APPROPRIATE TECHNOLOGY (MECTAT)
a division of
Middle East Engineers and Architects Ltd.
P.O. Box 113/5474, Tel: 341323-346465,
Tlx MEEA 41224 LE, Beirut, Lebanon

المحتويات — الصفحة

مقدمة ٧
الفرن الشمسي..... ٧
الطباخ الشمسي ذو المرايا المركزة ١٤
الطباخ الشمسي التجاري ١٦

الطبعة الأولى
بيروت ، ١٩٨٥

جميع الحقوق محفوظة
All rights reserved
MEEA/MECTAT

التكنولوجيا الملائمة

التكنولوجيا الملائمة منهج في التطور الاجتماعي والاقتصادي أكثر مما هي أجهزة ومواد . إنها عملية اختيار الناس ، في منطقة معينة ، أساليب فعالة لسد حاجاتهم الأساسية . وهذا المنهج يتناقض مع الأسلوب الشائع في تقديم المساعدات للعالم الثالث ، حيث تكون الحلول في معظم الأحيان جاهزة ومرتكزة كلياً على تكنولوجيا الدول الصناعية .

فالمجاعة علاجها التقليدي توزيع الطعام الجاهز المعلّب . ولكن ماذا بعد استهلاك الهبات ؟ هل يستطيع الفقراء شراء الطعام الجاهز ؟ وهل تكون نتيجة توزيع عينات الاسعاف الأولي هذه تعوّد الفقراء السهولة وتوقّف السعي إلى استنباط أساليب ملائمة وممكنة للإنتاج المحلي ؟

وهل يجوز أن تتمّ المساعدة الخارجية بتقديم مستشفى حديث وتجهيزه بأكثر المعدات تعقيداً ، لخدمة اثنين في الألف من سكان بلد تكاد موازنته الصحية كلها لا تكفي لتشغيل هذا المستشفى وحده ؟ أليس من الأجدى ، في هذا المجال ، الاستعاضة عن المستشفى بمئة مركز للرعاية الصحية الأولية ، وتدريب مرشدين صحيين محليين ؟

إن كسر حلقة الفقر يقتضي نشر المهارات التقنية على نطاق لامركزي لتمكين العائلات الفقيرة من الوصول إلى أبعد حدّ ممكن من الاكتفاء الذاتي في تأمين حاجاتها الأساسية ، إذ ان في الاعتماد على النفس قوة .

إن هدف « مركز الشرق الأوسط للتكنولوجيا الملائمة » تعميم تكنولوجيات بسيطة وملائمة وقليلة الكلفة في المناطق الريفية من العالم العربي ، خصوصاً حيث يشكل الفقر وقلة الموارد حاجزاً في وجه أي عملية تنمية . وفي تشجيع الناس العاديين على الابتكار والاستنباط تنمية لقدراتهم التقنية ، بحيث يتعدى دورهم الضغط على زر في آلة معقدة مستوردة .

فلسفتنا تقوم على العمل مباشرة مع الناس المستفيدين ـ لنتعلم منهم حيث أمكن ، ونكتشف معهم ، ونبتكر ، ونطوّر ، وننقل إليهم ، أساليب ملائمة تهدف إلى تحسين وضعهم المعيشي . وإن تركيزنا على تعميم التكنولوجيات الملائمة بين أهالي الأرياف مباشرة ينبع من إيماننا بأن لهذه الاستراتيجية الإنمائية إمكانات نجاح تفوق الكثير من المشاريع الضخمة التي يقصد منها مساعدة الفقراء ، في حين أنها بعيدة المنال ولا تلائم حاجاتهم الفعلية ، ولا يصيبهم من فائدتها إلا القليل .

ليس ممكناً الخروج من حال التخلف إلى حال التقدم من غير المشاركة الفعلية للناس المعنيين. أما مشاريع « التنمية » الجاهزة التي تعتمد كلياً على التمويل الخارجي والخبرات الخارجية فهي لا تتعدى كونها ، معظم الأحيان ، هبات وصدقات قد تعطي إسعافاً أولياً فتساعد الفقراء على حل بعض المشاكل في المدى القصير ، غير أنها تسقط مع الوقت وتساهم في تحويل التخلف

أمراً واقعاً . المطلوب مساعدة الريفيين على حل مشاكلهم بأنفسهم ، أي اعطاؤهم العدة الأساسية لتطوير وضعهم من الداخل .

خلال الفترة القصيرة نسبياً لوجود المركز ، قدم خدمات استشارية تدريبية لحركات شباب وهيئات إغاثة ومنظمات دولية ، من ضمن برامج هذه الأجهزة لتحسين الوضع المعيشي للفقراء وسكان الأرياف .

وكانت منظمة الأمم المتحدة للأطفال (يونيسف) رائدة في هذا المجال ، إذ تولّى مكتبها الإقليمي للشرق الأوسط وشمال أفريقيا تكليف المركز ، بعد فترة قصيرة من بدئه العمل الفعلي ، تنظيم دراسة ميدانية ودورات تدريبية في التكنولوجيا الملائمة شملت عدداً من مناطق العالم العربي . وذلك لما يقدمه تطبيق هذه التكنولوجيات من فائدة للنساء والأطفال على نحو خاص .

في هذا الإطار تأتي « سلسلة التكنولوجيا الملائمة » ، بهدف نشر المهارات على مستوى القاعدة الشعبية . ولسنا ندّعي هنا تقديم حلول نهائية جاهزة . غير أن التقنيات التي تشرحها هذه الكتيبات جرى تطويرها من خلال عملنا الميداني في الأرياف ، وثبتت فعاليتها في الممارسة . وتطمح هذه الكتيبات إلى تعميم مفهوم عملي ـ تطبيقي للتكنولوجيا الملائمة ، عن طريق :

- التوجّه إلى المدرّبين والمتدرّبين لتزويدهم بالمعلومات النظرية والمهارات العمليّة الضرورية لصنع الأجهزة واستخدامها .
- التوجّه إلى المسؤولين الحكوميين وذوي القرار لوعي أهمية التكنولوجيا الملائمة وتشجيع برامجها (في البحث والإنتاج) وأخذها بعين الاعتبار في التخطيط .
- التوجّه إلى المربين لإدخال التكنولوجيا الملائمة في البرامج وحفز الطلاب على صنع الأجهزة .

إن المؤلف الفعلي لهذه السلسلة هم الناس البسطاء الذين عملنا معهم ، والذين قدّموا البرهان الأكيد على أنه يمكن للتنمية أن تنطلق من كل فرد وكل عائلة وكل قرية . وكلما ساعدنا الناس على الابتكار واستنباط الحلول ، ستتطور هذه السلسلة لتشمل كل ما يلبي الحاجات الأساسية من أجل تنمية حقة محورها الإنسان .

نجيب صعب
رئيس مركز الشرق الأوسط
للتكنولوجيا الملائمة

الطبّاخ الشمسي

مقدمة

لقد بات من الممكن حل جزء من مشكلة الطاقة في المناطق الريفية والنائية من البلدان النامية بتسخير الطاقة الشمسية لأغراض الطبخ ووضع هذه الوسيلة بكلفة زهيدة في متناول أهالي القرى .

والطبخ بالطاقة الشمسية هو أحد أجدى الاستعمالات لهذه الطاقة . وهو أقل كلفة من أشكال الطبخ الأخرى ومفيد في المناطق المشمسة ، خصوصاً الأقاليم التي تفتقر إلى مصادر أخرى للطاقة .

وفي بعض مناطق العالم النامي ، يستطيع الطبخ الشمسي تأدية دور رئيسي بالمقارنة مع الاستعمالات الأخرى المختلفة للطاقة الشمسية . فالحاجة إلى الطبخ بالطاقة الشمسية أكبر من الحاجة إلى تسخين الماء بها في معظم أرياف العالم النامي .

• فوائد الطبخ الشمسي

إن فوائد الطبخ الشمسي وتميزه عن طرائق الطبخ الأخرى ، ولا سيما الحطب ، هي كما يأتي :

- إعفاء النساء من البقاء ساعات قرب النار المكشوفة ووسط الدخان ، حيث تدمع عيونهن وتسيل أنوفهن .
- إعفاء النساء والأطفال من تبديد أوقاتهم في جمع الحطب وتكسيره . وربما أمضى هؤلاء النهار كله في جمع الحطب لتلبية حاجاتهم اليومية إلى الطاقة .
- الحفاظ على نظافة أدوات الطبخ وموضع الإقامة .
- تقليص حوادث النار وإصابات الحروق بين الأطفال .
- إنقاذ الأشجار من الاقتلاع ، وما يترتب على ذلك من منافع مختلفة . وللأشجار حسنات جمّة ، منها أنها تمنع انجراف التربة وتحسن صحة السكان .
- إدّخار روث البقر ـ وهو مصدر تقليدي آخر للطاقة في المناطق الريفية ـ لأغراض التنمية الزراعية . والحاجة إليه ماسة لتحسين خصوبة التربة وزيادة الإنتاج الغذائي .

• أنواع الطباخات الشمسية

الطباخات الشمسية على ثلاثة أنواع :

- الصندوق الشمسي أو الفرن الشمسي .
- المرايا المركّزة .
- طبّاخ البخار .

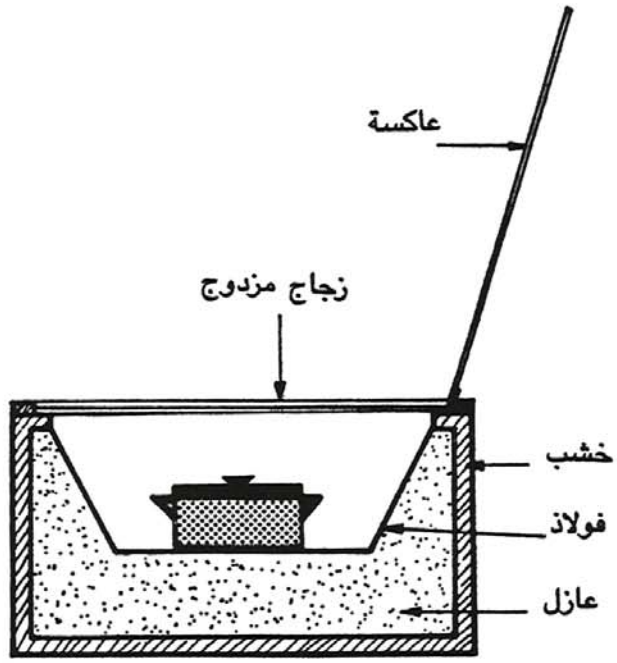
الفرن الشمسي

الصندوق الشمسي ، الذي يسمى غالباً الفرن الشمسي ، هو أبسط آلة طبخ يمكن صنعها في القرى باستخدام الخردة والأدوات المتوافرة محلياً .

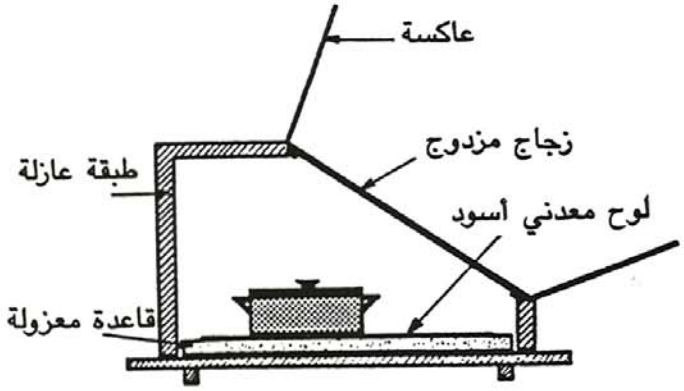
لتصميم فرن شمسي بسيط ، راجع الشكلين ١ و ٢ .

• كيف يعمل الصندوق الشمسي

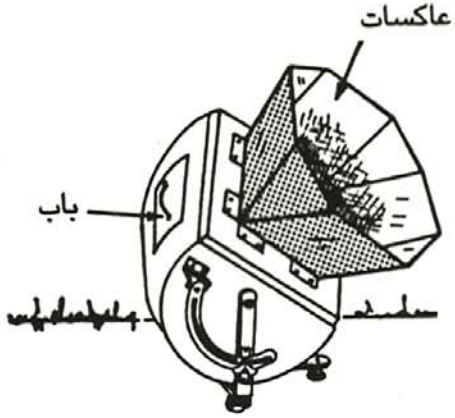
عندما يوضع الصندوق الشمسي تحت أشعة الشمس ، يبدأ السطح الأسود (في الداخل) امتصاص الأشعة المتسربة عبر الغطاء الزجاجي في أعلاه . وتزداد الحرارة الداخلية بسرعة لأن امتصاص الطاقة أكبر



الشكل ١ ــ مقطع عرضي لفرن شمسي ذي عاكسة واحدة



الشكل ٢ ــ مقطع عرضي لفرن شمسي ذي عاكستين



الشكل ٣ ــ فرن «تلكس» (TELKES) الشمسي

من فقدان الحرارة . لكن درجة الحرارة لا تلبث أن تستقر داخل الصندوق حيث توضع أوعية الطبخ (السوداء أيضاً) بمحتوياتها .

أما تسرب الحرارة إلى الخارج بفعل إعادة إشعاع الموجات الطويلة فيمكن اجتنابه بوضع غطاء زجاجي مزدوج وعزل قعر الصندوق وجوانبه .

وأما فقدان الحرارة بفعل الحمل أو الانتقال الحراري فيمكن تقليصه بإحكام سد الصندوق ، خصوصاً عند بابه .

وتمكن زيادة كمية الطاقة الإشعاعية الساقطة على كل وحدة من مساحة سطح الصندوق بوضع مرآة عاكسة أو أكثر ، ذات مفاصل تتيح إمالتها إلى الزاوية المطلوبة ، وذلك لتركيز الكمية القصوى من الطاقة الشمسية المعكوسة داخل الصندوق . وربما تجاوزت الحرارة داخل الصندوق الشمسي ١٠٠ درجة مئوية من دون عاكسات ضوئية والصندوق الذي يحوي عاكسة واحدة ترتفع حرارته الداخلية إلى ١٤٠ ــ ١٥٠ درجة مئوية . أما الصناديق التي تحوي عاكستين أو أكثر فقد ترتفع حرارتها الداخلية إلى ٢٠٠ ــ ٢٠٥ درجات مئوية .

وتصنع العاكسات إما من مرايا زجاجية (أو فولاذية لماعة غير قابلة للصدأ) وإما من ورق الألمنيوم . والغاية الحقيقية منها تقصير الوقت اللازم لاستقرار درجة الحرارة داخل الصندوق . ويستغرق ذلك نحو ساعة في الصندوق البسيط ، و ٣٠ ــ ٤٥ دقيقة في الصندوق الذي يحوي عاكسة واحدة ، و ٢٠ ــ ٣٠ دقيقة في الصندوق الذي يحوي عاكسات عدة .

وربما كانت زيادة عدد العاكسات عملية مكلفة تتجاوز إمكانات

القرويين وتعسّر عليهم استخدام الفرن الشمسي . أما الصندوق ذو العاكسة الواحدة فقد لا ينطوي استعماله على صعوبة بالغة ، كما يمكن تلقين القرويين طريقة تركيز أشعة الشمس داخله .

والفرن الشمسي الذي يبدو في الشكل ٣ يحوي ٨ مرايا وصل بعضها ببعض لتغدو قطعة واحدة . والأفران الشمسية ذات العاكسات تفوق سواها كثيراً من حيث الفائدة ، ولا سيما في الأيام شبه الغائمة إذ تستطيع استمداد أكبر طاقة ممكنة من الشمس خلال ٦٠ ـ ٩٠ دقيقة . وهذه الطاقة كافية لطهو الطعام .

• تقنيّة الطبخ

الفرن الشمسي جهاز للطبخ يلائم ، أكثر ما يلائم ، الأطعمة التي تقتضي غلياناً طويلاً وبطيئاً ، كاليخنة والحبوب والخضر .

والصندوق الشمسي البسيط (الشكل ١) يتيح طبخ الطعام بواسطة الأشعة الشمسية المباشرة ، بدون أي تركيز أو تكثيف . والفكرة الكامنة خلف هذه الظاهرة هي أن الطاقة الشمسية المتجمعة (خصوصاً الموجات الحرارية تحت الحمراء) التي يمتصها داخل الصندوق تبقى حيث هي بفضل العزل والزجاج المزدوج . لذلك ترتفع الحرارة الداخلية إلى أكثر من ١٠٠ درجة مئوية ، أي فوق درجة غليان الماء ، وهذا كاف لطهو الطعام . من جهة أخرى ، تكون سرعة إنتاج البخار في القدر بطيئة جداً ، فيمتصه الطعام وتكون فائدته كاملة في عملية الطهو ، إذ ان حرارته تساعد أيضاً في الانضاج .

وفي فصل الصيف يستغرق طهو الطعام ساعتين إلى ثلاث ساعات في الصندوق الشمسي البسيط . فإذا وضع الطعام داخل الفرن في التاسعة صباحاً ، بات جاهزاً عند الظهر . وبتثبيت الألواح العاكسة يمكن تقصير مدة الطهو .

والصناديق الشمسية لا تقتضي إعادة تصويب متكررة نحو الشمس . والطبخة الواحدة تتطلب تصويباً واحداً أو اثنين .

واستعمال الماء لطبخ بعض الأطعمة ضروري في الفرن الشمسي البسيط . وإذا قلت كمية الماء أو زادت على المطلوب ، فلن ينضج الطعام . وهذا أمر يمكن إتقانه بسهولة مع الوقت والخبرة . والماء بطبيعته يستهلك الكثير من الحرارة .

وإذا كان معدل استقرار الحرارة داخل الفرن أقل من ٩٠ درجة مئوية ، فسوف يصعب طهو أنواع كثيرة من الطعام .

والطهو مرهون أيضاً بكثافة الطعام في القدر . فكلما زادت الكثافة طالت مدة الطهو . وهناك أربع طرائق رئيسية للطهو : السلق ، الخبز ، القلي ، الشيّ .

وحدها الأطعمة التي تحتاج إلى غلي أو خبز يمكن طهوها في الصناديق الشمسية لأن حرارتها الداخلية قلما تتجاوز ٢٠٠ درجة مئوية . ولا تصلح هذه الصناديق للشيّ أو للقلي لأنهما يتطلبان حرارة أعلى .

وليس هناك خوف من شبوب حريق لدى استخدام الفرن الشمسي ، حتى وإن كان مصنوعاً من الخشب أو الكرتون . فالخشب والورق والكرتون جميعاً تحتاج إلى حرارة تفوق ٤٠٠ درجة مئوية لتحترق ، علماً أن أقصى ما يبلغه الفرن الشمسي في الداخل لا يتجاوز ٢٠٠ درجة .

وغالباً ما يشكو الناس من أن « الطبخ في الأفران الشمسية يستغرق وقتاً طويلاً » . ولئن صح هذا الأمر ، إلا أن الوقت الذي يقتضيه نضج الطعام بعد درجة الغليان لا يختلف في الفرن الشمسي عنه في وسائل الطبخ الأخرى . ناهيك بأن معدل التبخر على نار قوية سريع ، الأمر الذي يعدّ تبديداً للطاقة ولا علاقة له بالوقت اللازم للنضج . والنار الخفيفة التي تعقب الغليان تتيح نضجاً أكمل ومذاقاً ألذ للطعام . وهذا يعني إمكان طبخ ما لذ وطاب من المآكل في الفرن الشمسي . وتذوّق الطعام المعدّ بهذه الوسيلة خير برهان على ما نقول .

صحيح إذاً أن الاستقرار الحراري الذي يحصل على ١٠٠ درجة مئوية يستغرق وقتاً أطول في حال الطباخات الشمسية . ولكن حين يبدأ الطبخ الحقيقي بعد ذلك ، فالوقت اللازم للنضج يغدو واحداً بالنسبة إلى أي طبّاخ .

إن طبخ اللحوم والخضر في الفرن الشمسي يمكن أن يتم من غير إضافة ماء . وهذا يعني أن المواد المعدنية القيمة التي تنطوي عليها عناصر الطبخة لا تضيع في الماء . وبما أن حرارة الفرن الشمسي لا تبلغ حداً قوياً كما يحصل في أفران الغاز ، فهذا يحافظ على الفيتامينات النافعة في الطعام . وهكذا تخرج الطبخة من الفرن الشمسي بأغنى مقومات غذائية ممكنة .

والكلام نفسه يصحّ على الخبز المعدّ في الفرن الشمسي . فهو يزخر بمقومات غذائية تفوق ما تنتجه الأفران التقليدية ذات الحرارة الشديدة .

إن الفرن الشمسي يصلح حقاً لطهو الوقعة اليومية الرئيسية . وحين تنشأ حاجة إلى الطبخ ليلاً ، ففي الإمكان إنجازه باعتماد نوع آخر من الطباخات . فالطباخات الشمسية ليست مصانع نووية للطاقة . ولها محدودياتها كما لبقية الأدوات المنزلية .

● طريقة صنع صندوق شمسي (من علبتي كرتون)

يمكن صنع الصناديق الشمسية بمواد متوافرة محلياً . والنماذج النقالة تصنع من الخشب وعلب الكرتون ، في حين أن النماذج الثابتة يمكن صنعها بالخشب والطين والاسمنت . أما الصناديق المعدنية فهي مكلفة ، وبالتالي لا ينصح بها للمناطق الريفية .

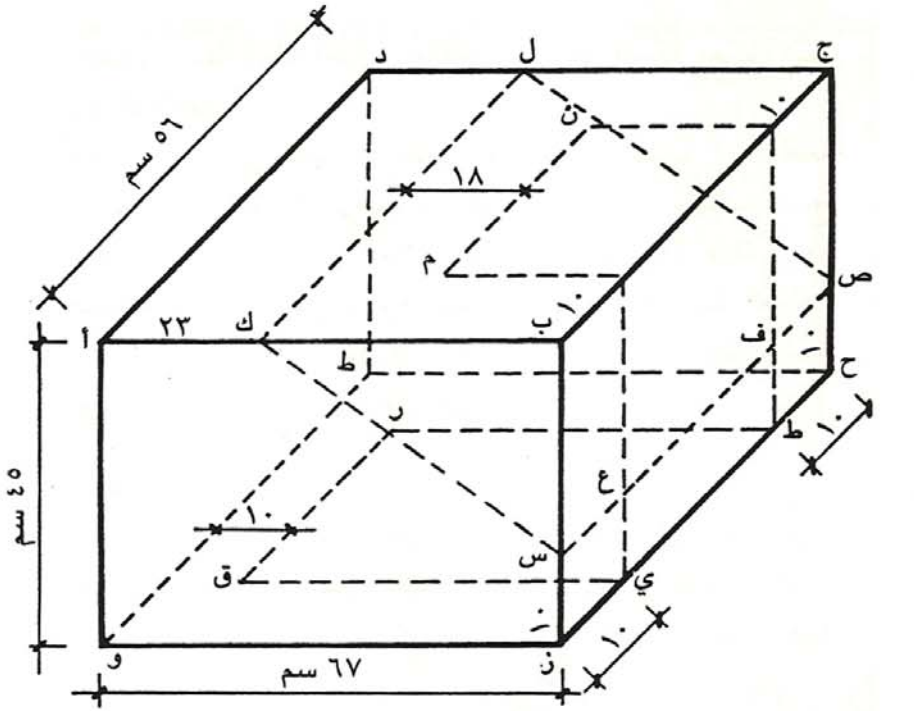
والأفران الشمسية المصنوعة من صناديق الكرتون أو الخشب المضغوط هي أسهل إعداداً وأقل كلفة من سواها . لكنها قد تمتص الرطوبة ، مما يؤدي إلى تلفها . وأفضل الأفران هي المصنوعة من الخشب . ولكن من المجدي كثيراً لطلاب المدارس الثانوية تدريبهم على صنع الأفران الشمسية من صناديق الكرتون .

ويتوقف حجم الفرن على حجم القدر التي ستوضع فيه . وتفضل القدور الواسعة والقصيرة على القدور الضيقة والطويلة . وإن صندوق كرتون بقياس ٤٥ سم × ٤٠ سم يستوعب قدراً تتسع لخمسة ليترات مع إبقاء خمسة سنتيمترات للطبقة العازلة . ويجدر التأكد من استقامة حافات الصندوق ونعومتها . فاختلال التناسق قد يؤدي إلى تسرب الحرارة وإضعاف فاعلية الفرن .

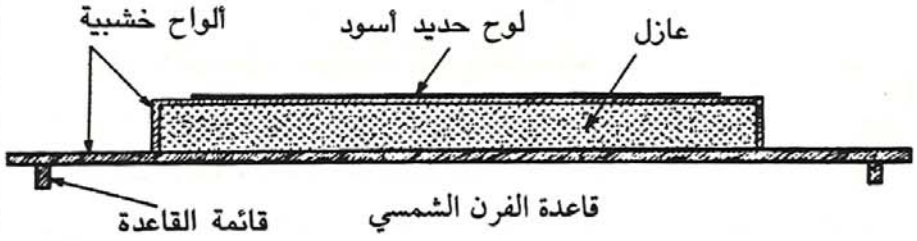
وفي ما يأتي طريقة صنع فرن شمسي ذي أربعة ألواح باستعمال صندوقي كرتون .

● المواد اللازمة

- صندوق كرتون (صندوق خارجي بقياس ٤٥ سم × ٥٦ سم × ٦٧ سم) .
- صندوق كرتون أصغر (صندوق داخلي بقياس ٣٥ سم × ٣٦ سم × ٥٧ سم) .
- قصاصات ورق كعازل بين الصندوقين .
- لوحا زجاج للغطاء (٥٠ سم × ٧٠ سم × ٣ ملم) .
- ورق ألمنيوم للألواح .
- شريط أنابيب .
- ٤ خشبات (عرض ٥ سم) لإطار الغطاء .
- ٤ خشبات للقاعدة بعرض ٨ سم وكثافة ٢ سم .
- لوح من الخشب الرقائقي للقاعدة بقياس ٢ سم × ٥٧ سم × ٣٦ سم .
- لوح من الحديد القليل الصلابة للقاعدة بقياس ٢ ملم × ٥٧ سم × ٣٦ سم .
- مسامير ، سكين ، طلاء أسود غير لماع ، مطرقة ، قلم رصاص ، مسطرة .
- ميزان حرارة كحولي (مدرّج من صفر إلى ٢٠٠ درجة مئوية) .



دليل قص صندوق الكرتون



الشكل ٤ ــ فرن من علبتي كرتون

*** ملاحظة**

اختير الصندوقان اعتباطاً . ومن الممكن اختيار أية أحجام أخرى ، بشرط تأمين عزل جيد لا يقل عن ٥ سم والتأكد من أن الصندوق الأصغر يستوعب القدر .

● طريقة التركيب

ــ خذ مسطرة وقلماً وعلّم الصندوق الكبير وقصّه بسكين حاد ، كما في الشكل ٤ . الحروف هنا تشير إلى نقاط محددة على الصندوق ، في حين تشير مجموعات الحروف إلى الخط الناتج عن وصل هذه النقاط .

ــ قص الصندوق على الخطين «ب س» و «ج ص» . لا تقص «ب ج» . قص المقطع «م ن ف ع» وأخرجه . قص المقطعين «س ب ك» و «ص ج ل» . قص «س ع» و «ف ص» . اجرح «ك ل» ولكن لا تقطعه . قص المقطع «ق ر ط ي» وأخرجه .

ــ أصبح لديك الآن شكل مضحك . اطو المقطع على امتداد «ك ل» . ألصق المقطع «ك ب س» على الخط «ك س» والمقطع «ل ج ص» على الخط «ل ص» . اقطع كل الأطناف المتدلية وألصق أطراف الأطناف على الخطين «س ع» و «ف ص» .

ــ الآن اقلب الشكل بحيث يصبح المقطع «أ د هـ و» مواجهاً الأرض . ضع طبقة عازلة من قصاصات الورق (أو التبن) بكثافة ١٠ سنتيمترات في قعر الصندوق . ثبت الصندوق الأصغر في مكانه واقطع الجزء البارز من السطح «ك س ص ل» . اقطع قاعدة الصندوق الصغير أيضاً . املأ الفراغ بين الصندوقين بالمواد العازلة وألصق الشقوق بالشريط الأنبوبي المقاوم للحرارة .

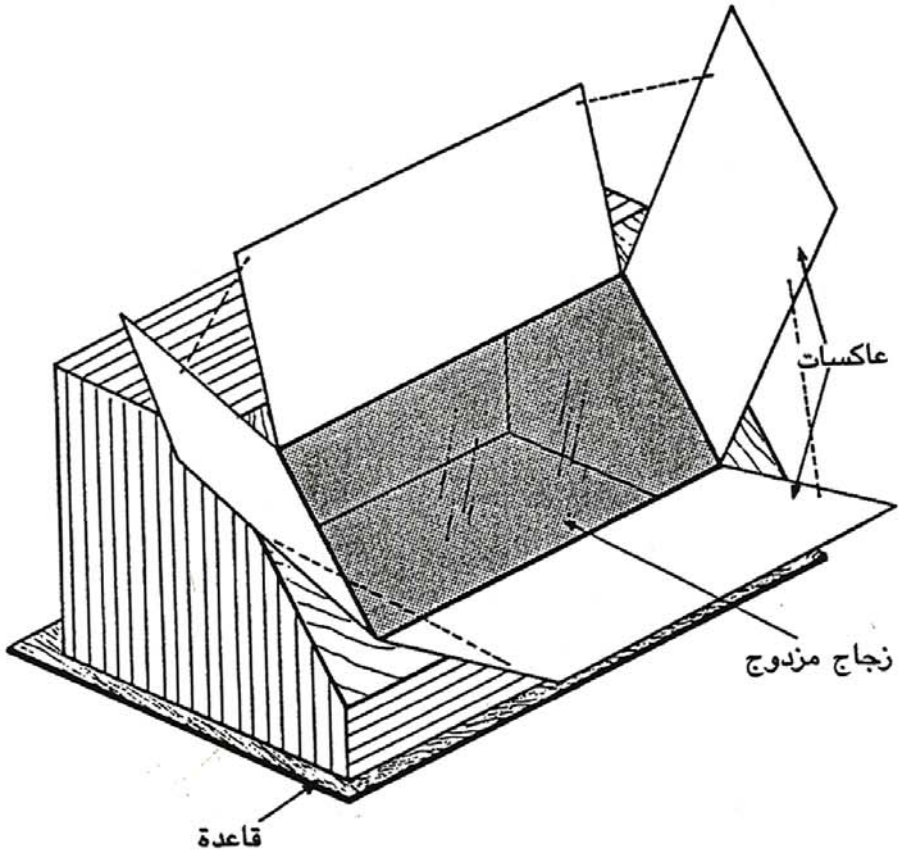
ــ اطل داخل الصندوق بطلاء أسود غير لماع ويحتمل درجة حرارة عالية .

ــ ثبت في الجانب الأمامي إطار نافذة (عرض ٥ سنتيمترات) بطبقتين زجاجيتين . ويفضل استخدام زجاج مقاوم للحرارة في الطبقة الداخلية .

تأكد من إحكام سد النافذة لمنع تسرب الحرارة إلى الخارج .

ـ اقطع أربعة ألواح كرتون (ورق مقوى) لتثبيتها فوق الزجاج ، مع ترك ٥ سنتيمترات إضافية على جانب واحد من كل منها . ألصق ورق الألمنيوم بالغراء على سطح اللوح ، بحيث يكون الوجه اللماع إلى أعلى . هذه ستكون العاكسات في الفرن الشمسي .

ألصق العاكسات بالغراء على الخشب حول إطار النافذة . يمكن إبقاء العاكسات الثلاث العليا على زاوية من نحو ١٢٠ درجة (بالنسبة إلى



الشكل ٥ ــ فرن شمسي خشبي

الغطاء) بواسطة سلك معدني . أما العاكسة السفلى فيمكن وصلها بخيط بالعاكسة العليا .

ـ قاعدة الفرن ينبغي قصها في حجم « ق ر ط ي » تقريباً . خذ قطعة من الخشب الرقائقي في حجم « ق ر ط ي » . سمّر إطاراً خشبياً ليصبح لديك طبق بعمق ٨ سم . املأ الطبق بقصاصات ورقية عازلة . مدد صحيفة من ورق الألمنيوم (الوجه اللماع إلى أعلى) فوق الطبقة العازلة . سمّر لوح الحديد الليّن فوق القاعدة . اطل لوح الحديد بطلاء أسود غير لماع . لا تثبت القاعدة بأعلى الفرن .

● استعمال الفرن

ضع قدر الطعام الذي تريد طهوه على قاعدة الفرن . أنزل غطاء الفرن إلى مكانه الطبيعي فوق القدر . الغطاء يجب أن يحتوي القاعدة كلياً . افتح العاكسات . وجّه مقدّم الفرن نحو الشمس . عدّل العاكسات فيما أنت تراقب انعكاس النور داخل الصندوق (الشكل ٥) .

قد تراوح الحرارة في هذا النوع من الأفران بين ١٥٠ و ٢٠٠ درجة مئوية . ويتوقف ذلك على تصميم الفرن وتركيبه .

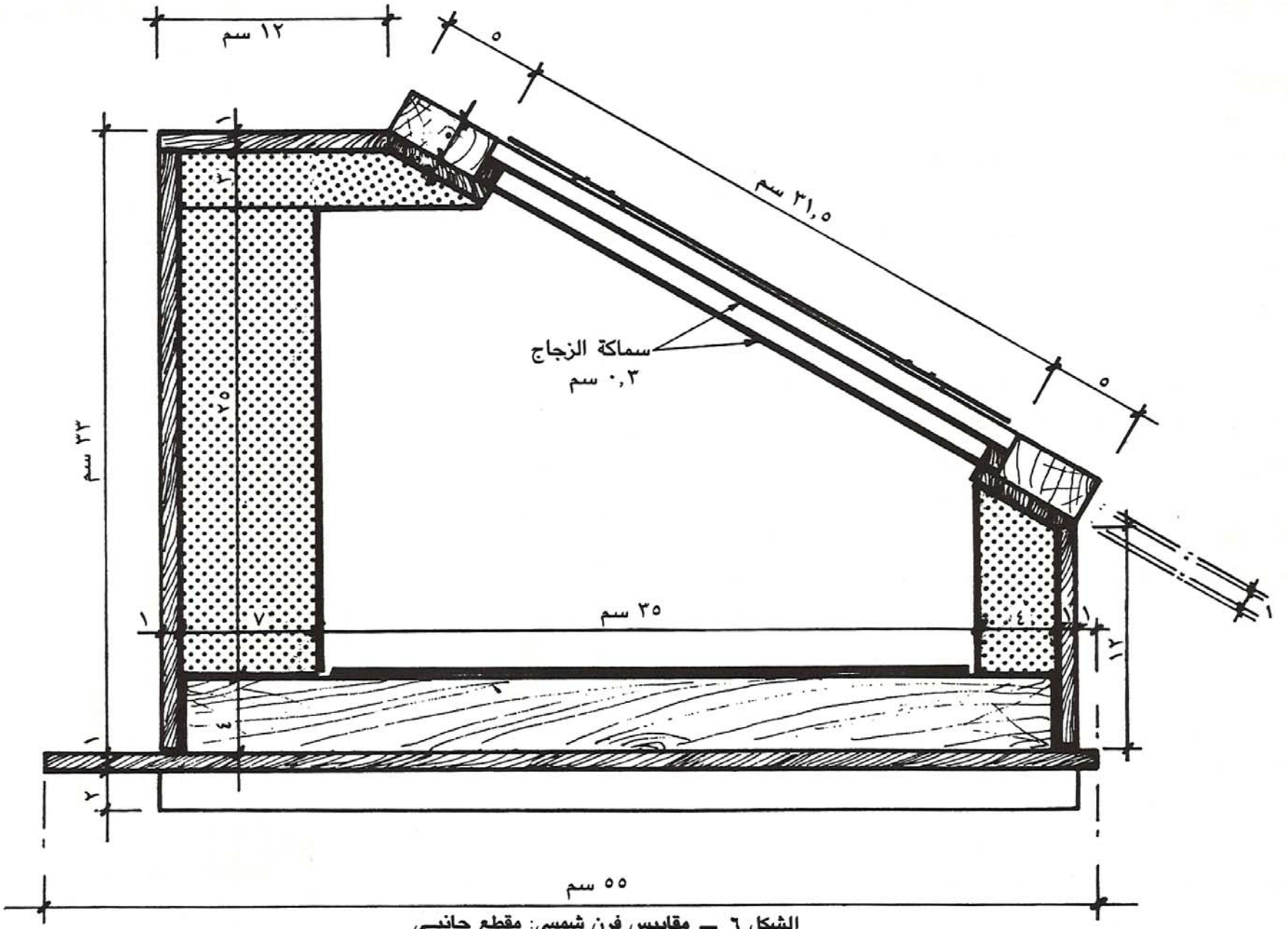
لقد تولّى مركز الشرق الأوسط للتكنولوجيا الملائمة صنع فرن شمسي من علبتي كرتون واختباره . وتمّ الصنع والاختبار في بيروت ، وأمكن تحضير أنواع عدة من الأطعمة فيه بجدارة . وفي معظم الأحيان ، تجاوزت الحرارة ١٢٠ درجة مئوية .

وفضلاً عن طبخ الطعام ، يمكن استخدام الفرن الشمسي لأغراض أخرى كالآتية :

ـ تذويب الشمع وصبّه في قوالب ذات أشكال بديعة .

ـ إزالة الرطوبة من قضبان اللحام ، خصوصاً في المناطق المتميزة برطوبة المناخ .

ـ تعقيم المعدّات الطبية وأوعية حفظ الطعام .



الشكل ٦ ــ مقاييس فرن شمسي: مقطع جانبي

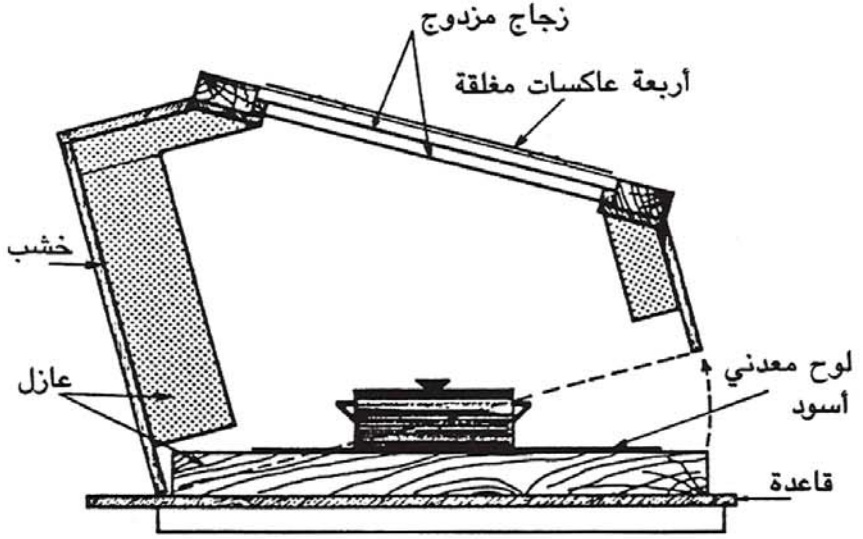
• تصاميم أخرى لصناديق الطبخ الشمسي

ابتكر مركز الشرق الأوسط للتكنولوجيا الملائمة تصاميم عدّة للأفران الشمسية ، وأجرى الدراسات الضرورية على المواد التي يمكن صنع هذه الأفران بها .

الشكل ٦ يظهر تفاصيل أحد النماذج الأصلية التي ابتكرها المركز . وهو فرن خشبي يحمل الرقم So-o2 . والشكل ٧ يظهر كيف يفتح هذا الفرن أثناء استعماله . أما الشكل ٥ فهو الفرن نفسه من خارج .

وقد تمّ اختبار بضعة أنواع من المواد العازلة في هذا الفرن .

وأنضج طعاماً يراوح وزنه بين كيلوغرامين وثلاثة كيلوغرامات . وبلغت حرارته ١٣٠ درجة مئوية حتى في أقصر أيام السنة (٢٢ كانون الأول / ديسمبر ١٩٨٣) في بيروت الواقعة على خط عرض يبلغ ٣٤ درجة . وصنع فرن شمسي خشبي من الطراز نفسه في جدّة (المملكة العربية السعودية) حيث تم اختباره خلال الأسبوع الأول من أيار / مايو ١٩٨٤ . وفي تلك المدينة الواقعة على خط عرض من ٢١,٥ درجة ، فاقت



الشكل ٧ ــ مقطع جانبي لفرن شمسي خشبي

حرارة الفرن المذكور ١٨٠ درجة مئوية وأنضج الخبز على نحو لا تشوبه شائبة .

وفي مركز الشرق الأوسط للتكنولوجيا الملائمة في بيروت ، تم تصميم وصنع نموذج معدني ذي باب من أعلى وأربع عاكسات من الفولاذ غير القابل للصدأ وضعت على إطار الباب . وغالباً ما تجاوزت حرارة هذا الفرن ١٥٠ درجة مئوية (الشكلان ٨ و ٩) .

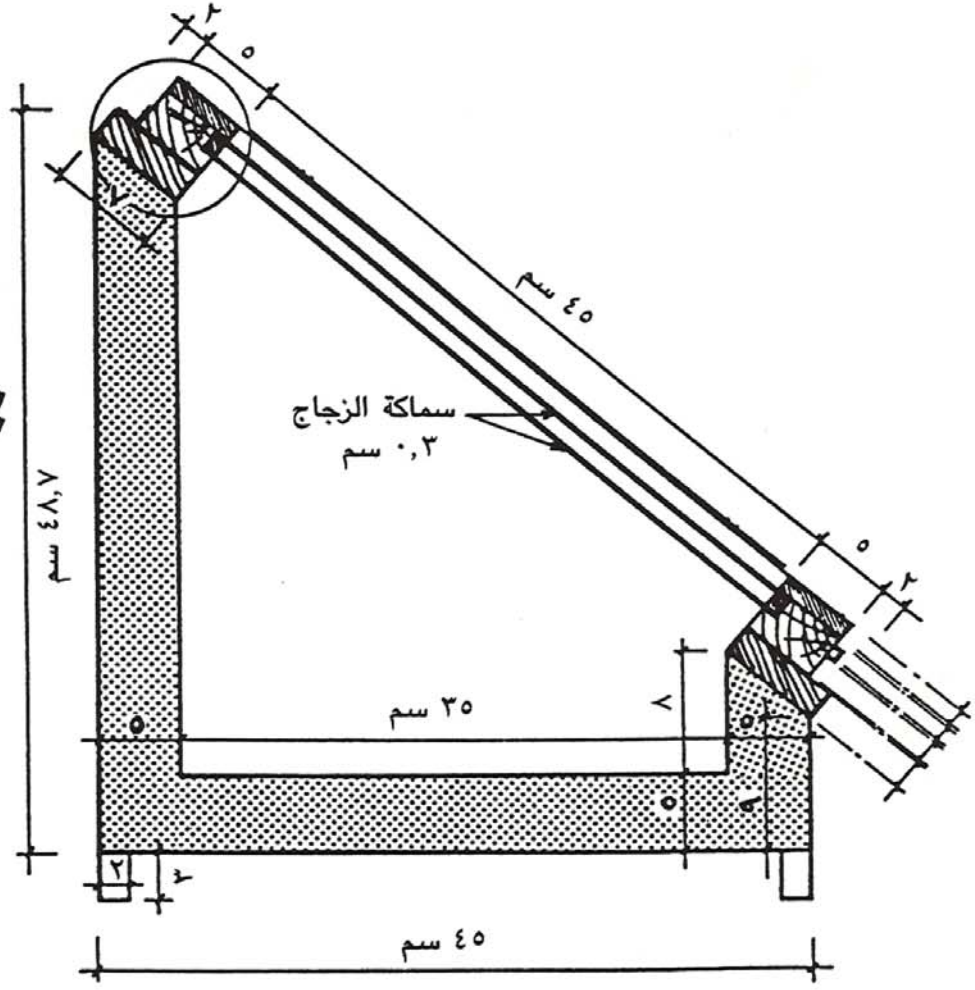
ويمكن أيضاً صنع الأفران الشمسية من أوعية الفخار المنتجة محلياً . وينبغي عزل الوعاء وطليه من الداخل بدهان أسود غير لماع ومقاوم للحرارة وتغطيته بطبقة مفردة أو مزدوجة من زجاج كثافته ٣ ملم (انظر الشكل ١٠) .

وفي الإمكان تنفيذ تصميم آخر لفرن شمسي باستخدام وعائين فخاريين كما هو مبيّن في الشكل ١١ . ويمكن ملء الفسحة الواقعة بين لوحي الزجاج برقاقات الألمنيوم التي تؤدي دور العاكسة . كما يمكن استخدام لوح واحد من الزجاج كما يظهر في الشكل ١٢ .

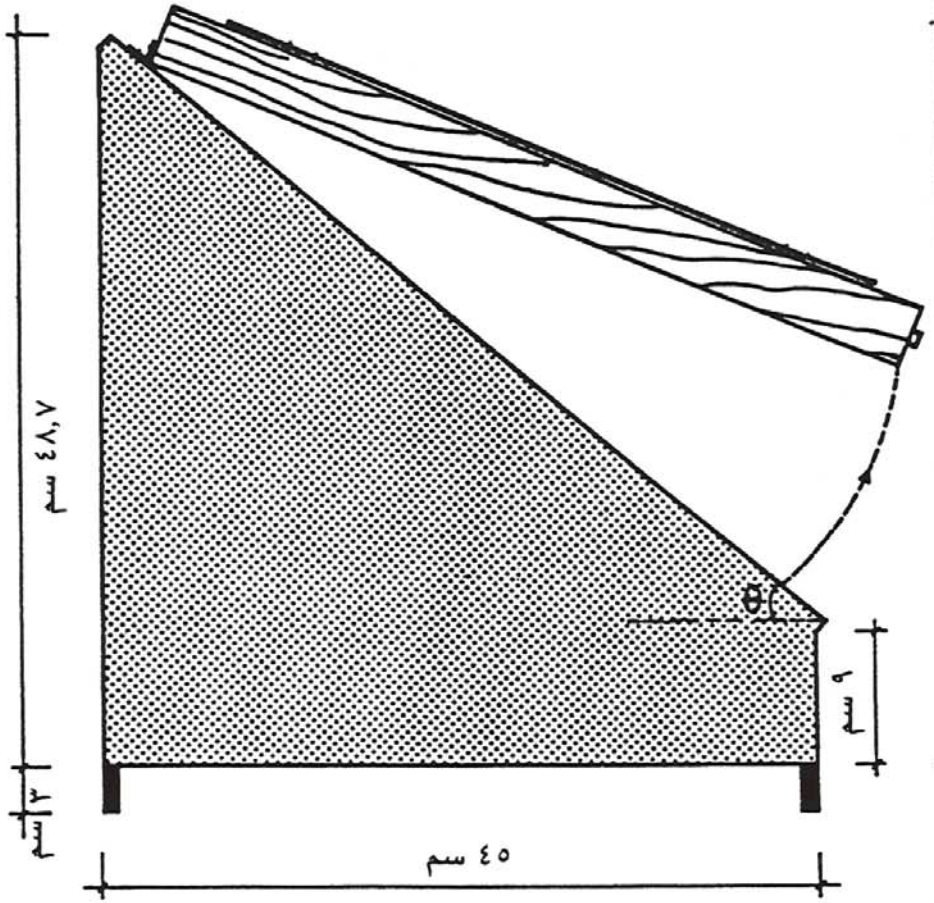
وانطلاقاً من المبدأ نفسه ، يمكن صنع مخبز شمسي باستخدام ثلاثة براميل فارغة (الشكل ١٣) . وقد تم صنع فرن اختباري باحتذاء هذا التصميم في جامعة ماريلاند في الولايات المتحدة .

الطباخ الشمسي ذو المرايا المركّزة

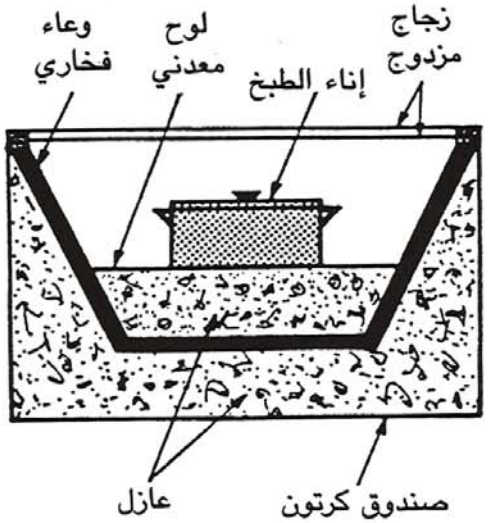
النوع الثاني من الطباخات الشمسية يمكن صنعه من مرايا مكثّفة أو مركّزة . والفكرة الرئيسية هنا هي تركيز أشعة الشمس على وعاء الطبخ من أجل زيادة حرارته وبالتالي طهو الطعام . وهناك أنواع متعددة من الطباخات الشمسية المكثفة . والشكل ١٤ يظهر نوعاً بسيطاً جداً ، وهو مؤلف من سلة مقعرة شبه كروية ، غطي داخلها برقائق ألمنيوم عاكسة . وتستخدم مع هذا النوع قاعدة مثلثة القوائم يوضع فوقها وعاء الطبخ على النقطة المركزية للعاكسة المكثفة .



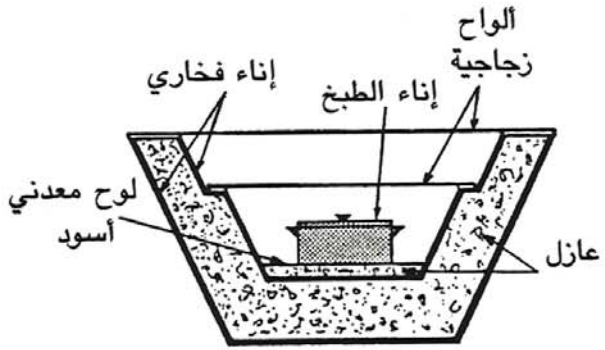
الشكل ٨ ــ مقاييس فرن شمسي: مقطع جانبي



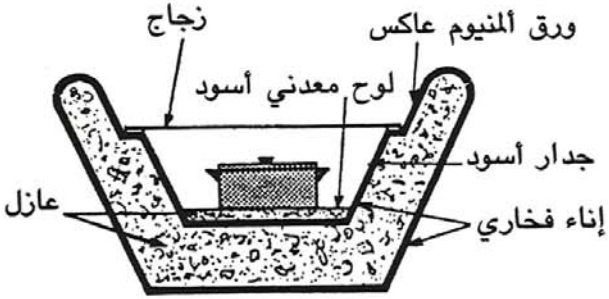
الشكل ٩ ــ منظر جانبي لفرن شمسي ذي باب علوي



الشكل ١٠ ــ فرن شمسي فخاري



الشكل ١١ ــ فرن شمسي فخاري



الشكل ١٢ ــ فرن شمسي فخاري

وهناك نوع آخر من المكثف الشمسي يظهره الشكل ١٥ . هنا توجه المرايا المسطحة أو أغطية علب التنك بحيث تركز أشعة الشمس على وعاء الطبخ .

وفي الإمكان شراء المكثفات الشمسية المصنوعة على أساس تجاري . إلا أن ثمنها مرتفع نسبياً . والشكل ١٦ يظهر إحداها ، حيث السطوح العاكسة عبارة عن قطع من الفولاذ غير القابل للصدأ . وفي الإمكان توجيه العاكسة المقعرة نحو الشمس . وهناك قضيب يصعد من وسط العاكسة ، وفي أعلاه قاعدة يوضع عليها وعاء الطبخ في النقطة الأكثر تعرضاً لأشعة الشمس .

والشكل ١٧ يظهر طبّاخ « فيتا » (VITA) وهو مصمم بناء على مبدأ « فرسنل » للعدسات . وعلى رغم بساطة التصميم ، إلا أن تنفيذه عسير على صعيد القرى في بلدان العالم الثالث . والسبب ندرة المواد الضرورية ، وهي الحطب والفولاذ غير القابل للصدأ .

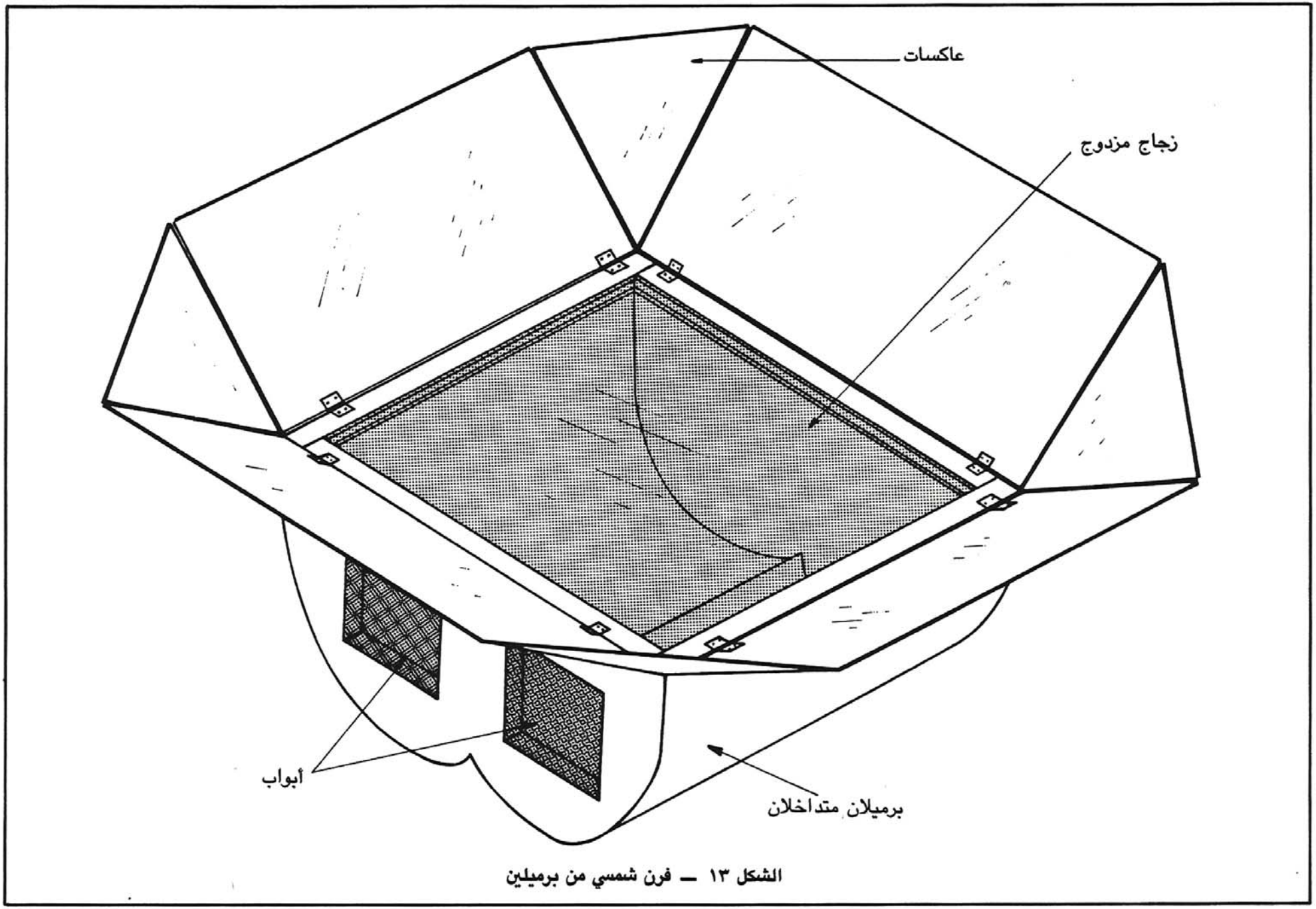
ويمكن اعتماد الطباخ الشمسي المصنوع بالمرايا المركزة لثلاثة أنواع من الطهو : السلق والقلي والشيّ .

والعائق الرئيسي في سبيل استخدام المكثفات الشمسية هو ضرورة إعادة تصويبها مرة بعد مرة نحو الشمس خلال عملية الطبخ ، وإلا استحال إنجاز هذه العملية . ومن العوائق الأخرى أن الطباخ قد يركز أشعة الشمس بحيث يؤذي أعين متسعمليه .

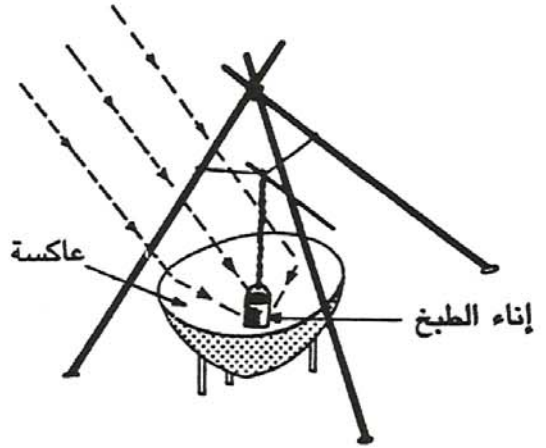
الطباخ الشمسي البخاري

النوع الثالث من الطبخ على الطاقة الشمسية يحصل باستخدام الطباخ البخاري .

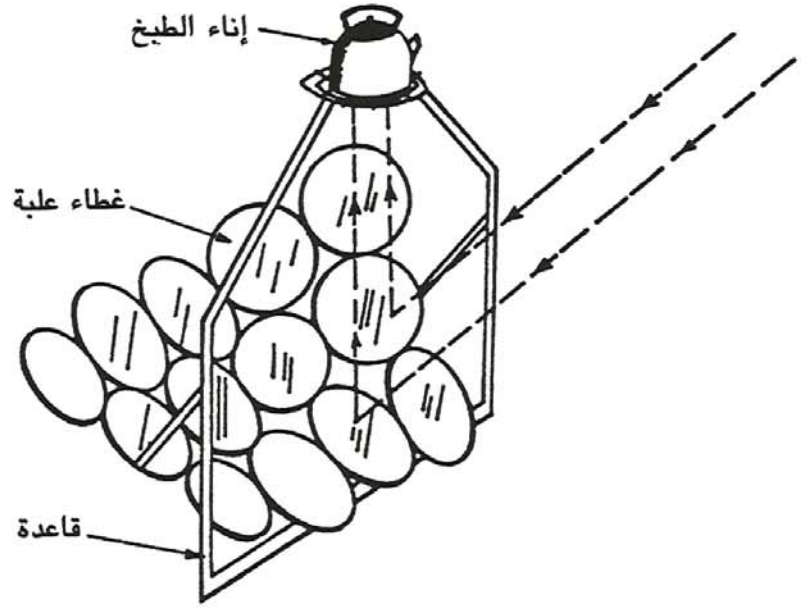
يتولد البخار داخل اللاقطة الشمسية لسخانة الماء العادية . ومن هناك ينتقل عبر أنبوب إلى صندوق معزول يحوي وعاء الطبخ . والحرارة التي



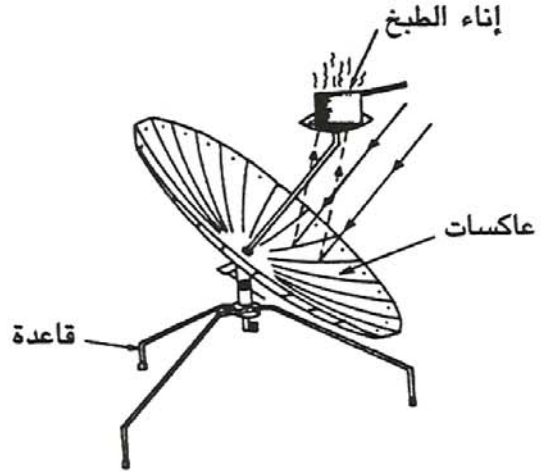
الشكل ١٣ ــ فرن شمسي من برميلين



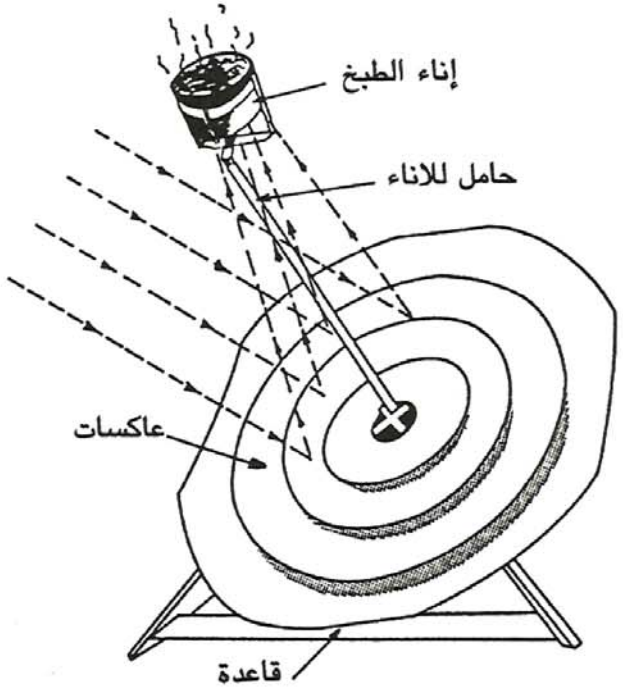
الشكل ١٤ ــ نموذج طباخ من نوع المكثف الشمسي



الشكل ١٥ ــ طباخ شمسي مكثف مصنوع من اغطية تنك



الشكل ١٦ ــ طباخ شمسي مكثف مصنوع من الفولاذ غير القابل للصدا

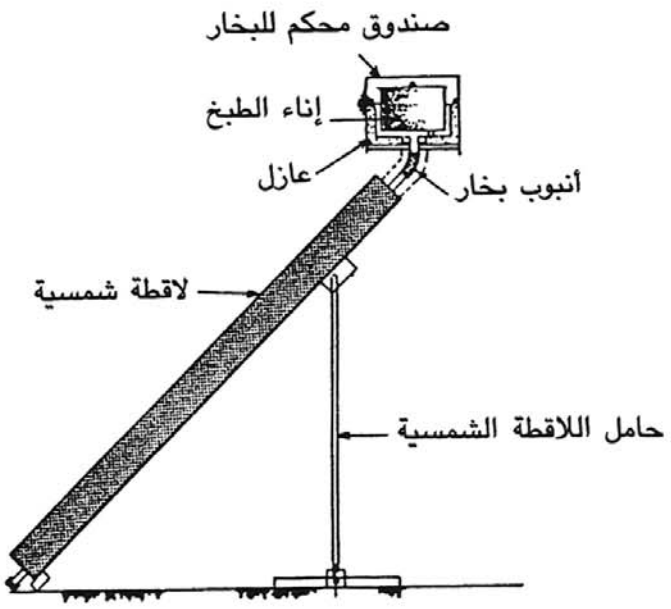


الشكل ١٧ ــ طباخ «فيتا» (VITA)

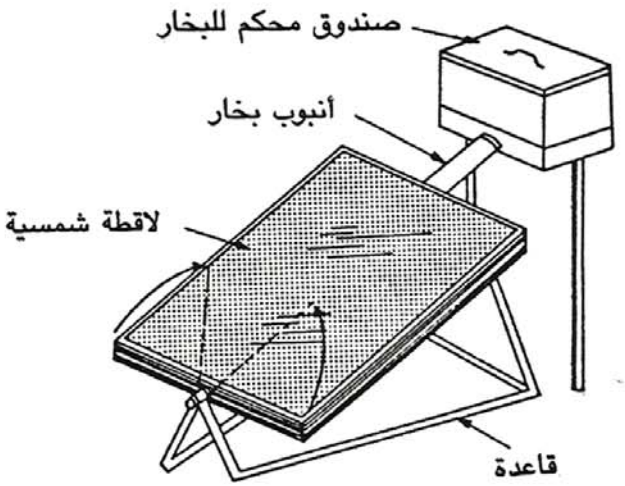
يعتقها البخار تنضج الطعام في الوعاء . ويعود البخار المكثف عبر الأنبوب نفسه إلى اللاقطة الشمسية حيث يتم تسخينه من جديد .

وفي الشكل ١٨ رسم مقطعي لطباخ شمسي بخاري صنع في « معهد بريس للبحوث » (Brace Research Institute) التابع لجامعة ما كغيل الكندية . والشكل ١٩ يظهر مقطعاً أمامياً لتصميم آخر .

وتقتصر وظيفة الطباخ البخاري الشمسي على سلق الأطعمة . وصنعه مكلف بالمقارنة مع النوعين الآخرين من الطباخات الشمسية ، وهما الفرن الشمسي والمرايا المركزة .



الشكل ١٨ ــ مقطع طباخ شمسي بخاري



الشكل ١٩ ــ طباخ شمسي بخاري

REFERENCES

— Rose, Carter. **Solar Oven.** VITA. Arlington, Virginia (U.S.A.) 1978.
— Hoda, M.M. **Solar Cookers.** ATDA. Lucknow, India, 1979.
— Alward, Ron. **Solar Steam Cooker.** Brace Research Institute, McGill University, Quebec, Canada, 1972.
— Daniels, Farrington. **Direct Use of the Sun's Energy.** Ballantine Books. New York, 1977.
— Wilson, Henry et. al. **A Solar Oven Design.** University of Maryland, (U.S.A.) 1978.

Appropriate Technology
HOW-TO SERIES

التكنولوجيا الملائمة
تطبيقـات عمليـة

- **Instruction Manuals:**

1. Biogas Production
2. Solar Cabinet Dryer
3. Latrines and Domestic Wastewater Management
4. Solar Water Heating
5. Solar Cooking
6. Domestic Greenhouses and Food Processing

- **Audio Visuals (Slides and Text):**

1. What is Appropriate Technology
2. Latrines and Domestic Wastewater Management
3. Solar Cooking

- **كتيّبات :**

١ . مصنـع الغـاز الحيـوي
٢ . المجففـة الشمسيـة
٣ . المراحيض الصحيـة وتصريف الميـاه
٤ . سخانـة المـاء الشمسيـة
٥ . الطبـاخ الشمسي
٦ . البيـوت الزجاجيـة المنزليـة وإنتـاج الغـذاء

- **صوت وصورة (شرائح / سلايدز مع نص) :**

١ . مـا هـي التكنـولوجيـا الملائمـة (٦٠ شريحـة)
٢ . المراحيض الصحيـة والميـاه المستعملـة (٦٠ شريحـة)
٣ . الطبـاخ الشمسي (٤٠ شريحـة)

MECTAT
MIDDLE EAST CENTER FOR THE TRANSFER OF APPROPRIATE TECHNOLOGY
A member of Middle East Engineers and Architects S.A.R.L. Tarazi Bldg. Labban St. (Hamra) Beirut, Lebanon
P.O.Box: 113 / 5474, Telex: MEEA 41224 LE, Tel: 346465 - 341323
Joint AT Programme with UNICEF Regional Office for the Middle East and North Africa