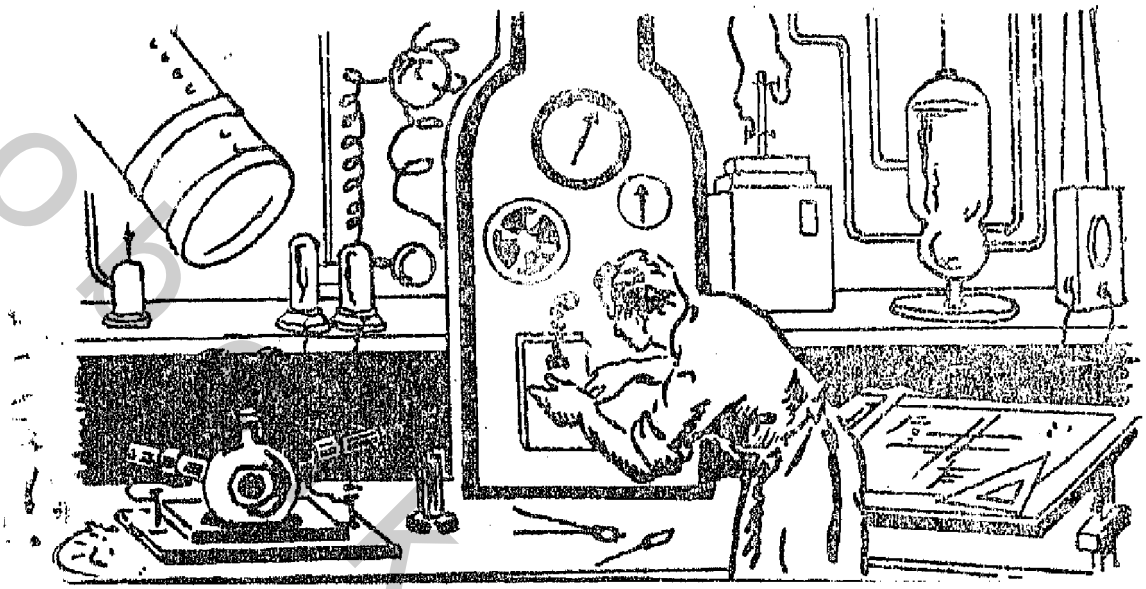


الفصل الخامس عشر

ميل جديدة للمستقبل

يدخل القسم الاعظم من المواضيع التي دار حولها البحث في هذا الكتاب ضمن علمي الطبيعة الاساسيين ـ الفيزياء والكيمياء . فالكيميائي يهتم بالمادة خاصة اذ انه يريد ان يعلم تم يتركب الخشب والحديد والجليد والماس والجبن وغير ذلك من المواد . وكم من اشياء أخرى يمكنه الحصول عليها منها . والفيزيائي يهتم على الاكثر بالطاقة ، إذ أنه يريد أن يعلم لماذا تدور العجلات ، ولماذا تسقط الحجارة من أعلى الى أسفل وليس من أسفل الى أعلى ، وكيف يمكن الحصول على نور يفوق ضوء الشمعة ، وكيف يستطيع شخصان التخاطب بينما تفصل بينهما مسافة مئات الاميال ، وكيف تذاع الاصوات بالراديو . ويقوم علماء الفيزياء بدراسة

مركبات الطبيعة والتحري عن العوامل التي تديم معالم الحياة على وجه الارض .

ويقوم الكيميائي بجمع المعادن الخام والألياف والزيوت وكل ما يعثر عليه في الطبيعة من مواد ، فيذيبها ويفصل جزيئاتها الاساسية الى ذرات يعيد بناءها الى جزيئات اخرى تختلف عما كانت عليه ، وذات فائدة للانسان كالعطور والاصباغ والدهان والانواع الجديدة من الزجاج والعقاقير الحديثة وغير ذلك . كما استطاع الفيزيائي فصل الذرات واستخراج ألكتروناتها لاستخدامها في التلفون وأجهزة الفحص الشعاعي والتلفزيون . واستطاع أيضاً اشعاع نور الذرات فاستخدمه مع المدسات لاكتشاف أشياء لم يكن في الامكان رؤيتها بالعين المجردة إما لضآلة حجمها أو لبعدها الكبير أو لعتمتها .

وما الفيزياء والكيمياء إلا فرعان من فروع العلم الكثيرة المتعددة . والعلم التام هو المعرفة الكاملة التي تمكننا من قلب هذا العالم الذي نعيش فيه الى عالم آخر . فلو اقتنع الاولون بابقاء العالم على حالته لكنا نعيش اليوم كالوحوش . ولكننا ندرك الآن ان الانسان لم يقتنع بابقاء الطبيعة على ماهي عليه في أي وقت من الاوقات . كان رجل الغاب في العصور الحجرية يعيش مع الطبيعة فيبرد ببرودتها ويدفأ بدفئها ويجوع ويعطش عندما لا تجود عليه بخيراتها وامطارها . أما اليوم فقد صرنا نعلم كيف نختزن الماء ونشيد الدور التي تدفئنا شتاء وتقينا لظى الحر صيفاً مع استمرارنا في تحسينها لتكون أكثر ملاءمة وفائدة .

وعندما نقرأ عن المكتشفات التي قام بها علماء قبلنا وعن المخترعات

الحديثة المدهشة التي مهدت سبل السلامة والراحة والاطمئنان الى هذه الحياة نتمنى لو أن بامكاننا القيام بمثل هذه الاعمال . ولكن عندما نسأل أنفسنا عما سنكتشفه أو نخترعه لابد وان يعترينا شعور بالخيبة إذ كل ما يمكن عمله قد سبق أن انتهى ، وأن ما نفكر في القيام بعمله أمر مستحيل . الا أن هذا أبعد مايكون عن الصواب .

والحقيقة أن الاكتشافات الحديثة في اطراد مستمر عاماً بعد عام ، وإن ماتم من الاكتشافات الفيزائية والكيميائية والحيوية خلال الثلاثين عاماً الأخيرة يفوق كل ما تم منها قبل ذلك التاريخ . فيبدو من الصواب إذاً أن هنالك حقائق عديدة اخرى يقتضي اكتشافها ، وان ما سيتم من الاختراعات في المستقبل سيفوق كل ما قد كمل منها حتى الآن .

والطريقة في اكتشاف خبايا الطبيعة تشبه التنقيب في المنجم . فاول عمل في المنجم هو حفر نقرة صغيرة في الارض توصلنا الى المعلومات الكافية عن تلك التربة . وكلما توسعت هذه الحفرة وازدادت عمقاً ازدادت نسبة ما يستخرج من تلك التربة من المعادن . وعلى نفس النمط ينمو العلم ويتشعب كلما تعمقنا في دراسة الطبيعة . واذا كانت محتويات المنجم قابلة للنفاد ، فان معين الطبيعة لا يدل على النفاد .

هنالك طريقتان لاختراع أي شيء جديد . الأولى هي أن تفكر فيما ستقوم بعمله وكيفية ذلك . والثانية هي أن نحصل على اكتشاف شيء جديد تستخدمه في عمل مفيد . ولأجل أن يتم اختراع شيء ما (أي ايجاد طريقة جديدة لتسخير الطبيعة في عمل مفيد) يجب أن تسبقه

اكتشافات لطرق قيام الطبيعة نفسها بمثل هذا العمل . وهذه الاكتشافات هي الهدف الاول للعلماء .

الرؤية من خلال الضباب

لنأخذ مشكلة ايجاد وسيلة تمكن الطيار من رؤية أرض مطار تغطيه طبقة ضباب كثيفة جداً ، مثلاً على الطريقة الاولى للاختراع . ولنفرض أنك اخبرت بأن المشكلة الرئيسية لجعل الطائرة تطير دون أي خطر هي عمل الترتيبات اللازمة لتسهيل مهمة الطيار بانزال طائرته بسلام ، وان كان محاطاً بطبقة كثيفة من الضباب أو الظلام . فكيف يمكنك حل هذه المشكلة ؟ هل تفكر بازاحة الضباب عن الطريق لكي تتمكن الانوار الكشافة من تبديد الظلام ؟ لا شك ان تلك عملية شاقة جداً لأن ضباباً جديداً سيتكون حالاً ويحل محل الضباب الذي ازيح عن الطريق . فهل تفكر إذاً في طريقة اخرى تساعد الطيار على الخروج من الضباب واتخاذ طريق آخر له لكي يهبط بطائرته في موقع آخر ؟ لقد تم هذا العمل باذاعة تقارير جوية عن حالة الطقس بالراديو ، ومع هذا فان العملية غير ناجحة تماماً . وبعد كل هذا فهل تفكر أخيراً بطريقة تساعد الطيار ان يبصر من خلال الضباب ؟ قد يبدو ذلك أمراً صعباً ولكنه ممكن عملياً . ان كلاً من الطرق الثلاث قابلة للتطبيق عملياً .

ولأجل أن نعرف كيف نكافح الضباب بطريقة علمية علينا أن نعلم أولاً : ما هو الضباب ؟ ولذا كان أول ماقام به علماء الفيزياء هو جمع نماذج منه ، وذلك بوضع طبقة من الدهان فوق صفائح زجاجية نظيفة

تترك في الهواء في أثناء انتشار الضباب ، إذ تتعلق قطرات منه بطبقة الدهان . وعند وضع هذه الصفائح تحت المجهر يمكن رؤية تلك القطرات واحصاؤها وقياس احجامها . وهكذا وجدوا أن الضباب يشبه المطر تماماً عدا كون قطراته صغيرة جداً بحيث لا تهبط بسهولة بل تعوم ببطء في الهواء ، وحتى انها ترتفع عندما تهب الرياح . وقد وجدوا ان حجمها يتفاوت ما بين حجم رأس الدبوس الى ذلك الحجم الدقيق الذي يصعب رؤيته حتى بالمجهر .

لقد استخدمت شتى الطرق لازاحة الضباب من الجو ولكن لم تنجح كلها النجاح الكافي. من الممكن إزالة الضباب من ساحة مطار صغير برش مواد متعطشة الماء ، في الهواء ، مثل كلوريد الكالسيوم الذي ان رش بشكل محلول فان قطراته تسحب قطرات الضباب الصغيرة ، فتسقط معها فوق الارض . وبهذه الطريقة يمكن ازالة الضباب من قسم من الجو في بضع ثوان ، ولكن لا تمضي لحظات إلا ويتراكم ضباب آخر فيحل محله .

لذا كان التوصل الى طريقة تساعد على الرؤية من خلال الضباب أجدى بكثير من السعي دون فائدة لازاحته عن الطريق . لقد لاحظ العلماء انه عند النظر الى نور أبيض من خلال طبقة خفيفة من الضباب يبدو ذلك النور مائلا للحمرة وذلك لأن الموجات الضوئية القصيرة ، وهي الزرقاء والبنفسجية ، تنحرف بتأثير قطرات الماء الدقيقة بنسبة تفوق نسبة انحراف الموجات الاخرى الطويلة . فاستدلوا من ذلك انه قد يكون اختراق الموجات الطويلة للضباب أسهل من اختراق الموجات القصيرة له .

ولاجل دراسة كيفية اختراق النور للضباب صنع أحد علماء الفيزياء

صندوقاً طويلاً يحتوي على منافذ في طرفيه ، وملأ هذا الصندوق بضباب اصطناعي ، ثم سلط أضواء مختلفة الالوان على الصندوق بالتعاقب فوجد أن الضوء الاخضر يخترق الضباب اكثر من باقي الاضواء ولكن ليس بصورة دائمية ، إذ تتوقف النتيجة على حجم قطرات الضباب وعلى تنوع أحجامها أيضاً .

ووجد ان الموجات الطويلة جداً ، كالموجات تحت الحمراء التي لايمكن رؤيتها ، تخترق الضباب أحسن من الموجات الحمراء ، ولكن حتى هذه لا تستطيع اختراق الطبقات الكثيفة منه . إلا أن الموجات الطويلة جداً ، أي التي هي أطول من الموجات تحت الحمراء واقصر من موجات الراديو ، تستطيع اختراق اكثف طبقات الضباب . وقد اطلق عليها اسم (Microwaves) ويبلغ طولها بضعة انجات فقط . ومع ان هذه الموجات لايمكن رؤيتها فقد توصل العلماء الى اختراع كشافات جديدة للموجات . وبهذه الطريقة امكن حل مشكلة نزول الطائرة في الضباب حلاً مرضياً .

وتستعمل هذه الموجات اليوم في المطارات الحديثة لاعطاء اشارات للطيار يلتقطها بمستقبلة خاصة وهي ترشده تماماً الى موقع المطار والى الانحدار الذي يجب ان يهبط بموجبه . وهكذا يستطيع بمراقبة آلة خاصة في طائرته من اتباع طريق هذه الموجات في هبوطه بحيث تصل طائرته أرض المطار بكل أمان .

قد يبدو ذلك حلاً سهلاً لمشكلة هبوط الطائرات في الضباب ، ولكن هنالك اختراعات عديدة وجب التوصل اليها قبل أن تصبح الطريقة

عملية . مثالها كيفية انتاج هذه الموجات . فأنابيب الراديو الاعتيادية لا تنتج سوى موجات لا يقل طولها عن بضعة أقدام ، بينما لا يزيد طول تلك الموجات عن بضعة انجات فقط . وبعد جهد بذله عدد من علماء الطبيعة توصلوا الى اختراع نوع جديد من الأنابيب الفراغية التي تنتج هذه الموجات .

تستعمل موجات الراديو أحياناً لارشاد الطيارين الى طريقة للهبوط عند وجود الضباب أو الظلام . ورغم نجاح هذه الطريقة أحياناً فكثيراً ما تؤثر الزوابع في هذه الموجات بتأثير كهربائها ، أما الموجات الموضوعة البحث (Microwaves) فلا تتأثر بذلك بقدر ما تتأثر الموجات الطويلة . وبما انها تسير في خطوط مستقيمة فمن الممكن ارسالها بيت الانوار الكشافة من أرض المطار .

ومن الممكن أيضاً أن تساعد هذه الموجات الطائرة على الهبوط بصورة أوتوماتيكية ، فعندما تصل الطائرة الى مسافة تقارب نصف ميل تلتقط ماكينتها الأوتوماتيكية إشارة من هذه الموجات فتهبط بها ببطء . وحتى انها تسيطر على الموقفات (Brakes) حتى بعدما تهبط الطائرة على الأرض .

إن استعمال هذه الموجات حديث العهد جداً ، ولا يزال العلماء مستمرين في تحسين هذه الطريقة من جميع الوجوه .

توافق تساعد على دخول النوم أو منعه

وكمثال على الطريقة الثانية للقيام باختراع ما ، لنأخذ قضية العلامة

الشاب أدوين لاند (Edwin Land) الذي تمت على يده عـــدة اختراعات مهمة حول السيطرة على الموجات الضوئية . ومن أهم ما قام باختراعه نوع جديد من النوافذ التي تستعمل اليوم في عربات المراقبة لبعض القطارات الحديثة . وهذه النوافذ ذات شكل دائري ، مغلقة دائماً . إلا أن بالامكان تدويرها بحيث يمكن الابصار منها إذا ما اديرت الى أحد الاوضاع ، بينما تنعدم الرؤية منها اذا اديرت ربع دورة فقط ، إذ يبدو زجاجها معتماً كأن قد وضع عليها حجاب . وبادارتها ما بين هذين الوضعين يمكن الحصول على مختلف النسب من النور ، فعندما تكون الشمس ساطعة يمكن تسريب نورها الوهاج والاكتفاء بكمية كافية من النور ، بينما يسمح لدخول النور كاملاً في الأيام الغائمة . وبمعنى آخر أنه يمكن تبديل شفافية هذه النافذة بحسب الرغبة دون حاجة لاستعمال الستائر .

لقد بدأ أدوين لاند بتنفيذ فكرة اختراعه هذا وهو في الثانية عشرة من عمره ، وكان قد قرأ في أحد الكتب العلمية عن موضوع استقطاب النور (Polarization) أي تذبذب الموجات الضوئية على مستوى سطح واحد . فالنور الاعتيادي يحتوي على موجات تتذبذب الى جميع الجهات على زوايا قائمة مع خط مسيرها ، ولاجل استقطاب النور يقتضي ادخال شعاع منـــه في نقطة بلورية صافيـــة من مادة التورمالين (Tourmaline) .

فعندما يخرج الضوء من بلورة التورمالين تتذبذب موجاته الى الاعلى والاسفل أو الى الجانبين في اتجاه يتوقف على كيفية وضع البلورة .

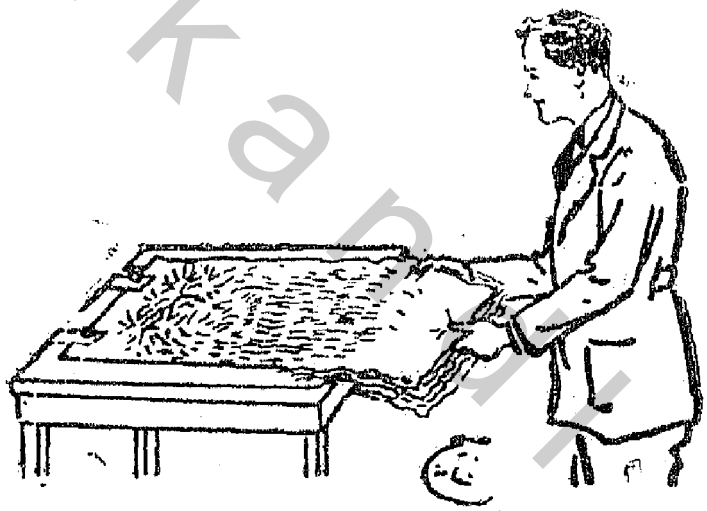
ويمكن اثبات هذه الحقيقة بادخال الضوء بعد خروجه من البلورة الاولى الى بلورة ثانية ، فاذا كانت الاخيرة موازية للاولى فلا تنقص كمية الضوء بعد خروجه منها ، أما اذا أديرت ربع دائرة الى احدى الجهتين فلا يخرج منها ضوء قط . ولهذا فعندما تنظر الى جسم ما ، خلال بلورتين متوازيتين من التورمالين ستراه بكل وضوح ، ولكن اذا أدرت احداها قليلاً فسيتناقص وضوح الجسم حتى يختفي عن نظرك .

كانت هذه الحقيقة معروفة منذ زمن غير قليل ، ولكنها لم تستخدم في أغراض عملية لصعوبة الحصول على بلورات كبيرة ولتكاليفها الباهضة ، كما امكن الحصول على انواع أخرى من البلورات تؤثر في الضوء بنفس الطريقة ، إلا أن هذه أيضاً تكلف غالياً . أما فكرة أدوين - وهو في الثالثة عشرة من عمره - فقد كانت جمع ملايين من بلورات التورمالين الصغيرة وصبها مع السليلوز بشكل بلورة كبيرة تستطيع الحصول منها على نفس النتيجة التي يحصل عليها من بلورة التورمالين الكبيرة .

ولكنه كان يعلم أن خير وسيلة تساعده على تحقيق اختراعه هذا هي التعمق في دراسة الضوء ، وتصرفاته عند نفوذه في مختلف أنواع البلورات . فالتحق بالجامعة بعد اكمال دراسته الاعتيادية لاجل التفرغ لدراسة موضوع الفيزياء .

وتمكن أخيراً ، بعد تجارب عديدة ، من حل المشكلة التي شغلت فكره طويلا . فلقد قرأ أن رجلاً يدعى الدكتور هيرابات (Dr. Herapath) كان قد اخترع قبل عدة سنوات نوعاً من البلورات التي تفوق التورمالين في استقطاب الضوء ، ولكن استحضارها

بحجم كبير أمر شاق جداً . فاستحضر أدوين بلورات مستطيلة منها ولكنها كانت صغيرة جداً لا ترى إلا بالمجهر ، وقد توصل الى طريقة لصف هذه البلورات في اتجاه واحد عند وضعها داخل طبقة من السليلوز . فعند رش قليل منها فوق قطعة من قماش المطاط موضوعة على منضدة تسقط البلورات بحيث يكون جميعها في اتجاه واحد . واذا ثبت المطاط من أحد طرفيه فوق المنضدة ثم جر الطرف الآخر مع تحريكه بأناة تتقارب البلورات بعضها من بعض حتى تنتظم أخيراً بحيث تكون جميعها متوازية .



فاخترع ادوين آلة تقوم بجمع البلورات بنفس هـذه الطريقة ، ولكن فوق طبقة من السليلوز اللين بحيث تغرس فيه وهي بهذه الصورة . وعند تصلبه يتحول الى صفيحة تسبب استقطاب الضوء كالبلورات الكبيرة . وقد أطلق على هذه المادة اسم (Polaroid) .

وتفيد هذه المادة في أغراض متعددة ، فهي تستعمل لتغطية مصابيح المنضدة لمنع توهج الضوء المنعكس من أوراق الكتاب في اثناء المطالعة ،

إذ انها تجعل الموجات الضوئية تتذبذب في جهة واحدة فقط فلا تنعكس كمية من الورق الى العين .

ويضع الناس على الساحل فوق عيونهم نظارات تغطى بقرصين من هذه المادة يمكن تدويرهما كما تدوّر نوافذ عربات المراقبة في القطار التي ذكرناها . ففي الايام المعتمة يدوّر القرص الداخلي من النظارة بحيث تدخل كمية كافية من الضوء الى العين ، أما في حالة وجود نور الشمس الكافي فيدوّر هذا القرص بحيث يمنع دخول الكمية الزائدة من الضوء .

لقد صار ادوين لاند فيما بعد مديراً لاحدى الشركات الكبرى التي تصنع هذه المادة ، ولقد قضى ما مضى من حياته حتى الآن في عمل اشياء جديدة من هذه المادة القيمة التي اخترعها .

وقد يأتي يوم تجهز فيه مصابيح السيارات بهذه المادة وتغطى بها نوافذها أيضاً . وعند ذلك يستقطب الضوء الصادر من السيارة فلا يؤثر بشدة في عيني سائق سيارة قادمة بينما يبقى الضوء محافظاً على قوته لانارة الطريق أمامها .

ويصنع من هذه المادة اليوم مئات من الاقدم المربعة سنوياً ، ومع ذلك يجب أن لا ننسى انها ليست سوي نتيجة فكرة طرأت لصبي عبقري .

ومن الظريف أن نذكر أن الكثير من المخترعات العلمية المهمة قد تم على يد اشخاص لم يتجاوزوا دور الشباب . فلقد انتج نيوتن عدة اختراعات قبل الثلاثين من عمره وكذلك اينشتاين . وكان ماركوني

- كما اسلفنا - طالباً في الجامعة عندما بدأ عمله على الراديو ، وكان الكساندر بيل شاباً عندما اخترع التلفون .

كيف تعمل الاختراعات

يضيع كثير من المخترعين قسماً كبيراً من وقتهم في محاولة اختراع أشياء قد تكون مستحيلة أو ليست ذات فائدة . فيستغل كثير منهم فكرة كون السيطرة على الطاقة هي الأساس الأول للاختراعات الحديثة . وهكذا يضيع وقتهم في محاولة تسخيرها بطرق غير صحيحة . فقد اعتقد بعضهم مثلاً بامكان الحصول على الطاقة بطريقة رخيصة ، وذلك باستغلال حركة المد في البحار . فتوضع لهذه الغاية عوامة في خليج ما ، تعلق بسلسلة تثبت إحدى نهايتيها في قعر الخليج ويعلق طرفها الآخر ببكرة كبيرة في العوامة ، فعندما ترتفع مياه المد الى علو ثمانية أقدام أو تسعة أقدام تسحب العوامة بشدة على السلسلة ، فيكون لقوة سحبها هذه قابلية تشغيل مولد كهربائي . ولكن ذلك لا يسمى اختراعاً ، لان ما نحصل عليه من التيار لا يعادل ما تستهلكه العملية من تبديل العوامة كلما جرفتها الزوابع ، وتبديل السلسلة اذا ما علاها الصدأ ، وطلاء العوامة بين حين وآخر لكي لا تتلف . ان تكاليف ادامة مشروع كهذا في الحقيقة أكثر من الفائدة الحاصلة من التيار الكهربائي الذي يولده .

وتواجه مشاريع الحصول على القوة الكهربائية من الرياح نفس الصعوبات . فلقد صرفت مبالغ طائلة لعمل الطواحين الهوائية الضخمة ، فقد بدا لأولئك المخترعين أن الطاقة التي يحصلون عليها من الريح

لا تكلف شيئاً و لكن رغم أن طاقة الريح تأتي بالاصل من الشمس إلا أنها لايمكن الاعتماد عليها . إذ أن الرياح تكون ساكنة على الغالب ، بمعنى أن المشروع يبقى عاطلا عن العمل ، وهل من فائدة لمشرع عاطل ؟ إن هناك كميات وافية من الطاقة في الرياح وفي مياه المد ، ولكن المشكلة الكبرى هي الحصول على كمية مركزة منها بصورة دائمة ، لكي يمكن استخدامها على الوجه الاكمل كما تستخدم الشلالات مثلاً .

إن أبسط وأحسن طريقة لخزن الطاقة من ضوء الشمس في الوقت الحاضر هي تركيزه بالمرايا على السطوح الخارجية لمراجل كبيرة ، مغطاة بطبقه سوداء ، ومملوءة بالزيت . فيستعمل الزيت الساخن لغلي الماء ، إذ ينتج عنه البخار الذي يحرك الآلات البخارية . وتجرى تجارب على نطاق واسع لاستخدام هذه الطريقة للحصول على الطاقة من الشمس مباشرة ، ولكنها تجارب تحوي من الطرافة اكثر مما تفيدنا عملياً . فالمرايا المستعملة لتركيز نور الشمس تكلف مصاريف باهضة علاوة على سهولة تعرضها للكسر ، واحتياجها للتنظيف دائماً ، ولزوم توجيهها الى الشمس دائماً . واذا ما أحصينا تكاليف مشروع كهذا نجدها اكثر من تكاليف الحصول على بخار الماء بحرق الفحم . هذا بالاضافة الى ان الشمس تغيب ليلا وتحجبها الغيوم في كثير من الاوقات .

ومن الطرق المحتملة لالتقاط الطاقة من الشمس هي طريقة تحويلها الى طاقة كهربائية رأساً بواسطة المجامع الحرارية (Thermocouples) فاذا وصل سلكان مختلفان أحدهما من الحديد والآخر من النحاس مثلاً ، من نهايتيهما ، ثم سخن أحد طرفي اتصالهما مع بقاء الطرف الآخر بارداً

جرى فيها تيار كهربائي . وهذه طريقة لتحويل الطاقة الحراريه الى كهربائية . فمن الممكن عرض أحد طرفي اتصال السلكين الى الشمس لتسخينه بينما يوضع الطرف الآخر داخل تيار من الماء البارد الذي يجري من منبع أحد الجبال لتبريده ، وهكذا يجري تيار كهربائي في هذين السلكين . واذا ما قطع السلك النحاسي ووصل طرفاه الجديدان الى محرك كهربائي ، يقوم التيار بتشغيل المحرك . وبهذا يمكن الحصول على قوة كهربائية بدون تكاليف .

إلا ان المشكلة الكبرى في هذا المشروع هي انه بالرغم من وقوع مقدار كاف من نور الشمس فوق كل باردة سريعة من الارض في الايام الصافية يكفي لتشغيل محرك كهربائي ذي قوة حصان واحد . إلا أن القسم الاعظم من الطاقة يفقد في الاسلاك دون استفادة منه . ويكفي لاثبات فشل مشروع كهذا أن نتصور أن مقدار ما نحصل عليه من القوة الكهربائية بوساطته لا تعادل إلا جزءاً من ألف من الطاقة الضوئية التي تقع على الاسلاك .

وقد تثبط هذه الحقيقة العزائم ، غير أن العلماء مازالوا يعملون في هذا المضمار ولا يستبعد ان يستطيع احدهم يوماً ما من الحصول على نوع من المعدن لا يستهلك مقداراً كبيراً من الطاقة . وهـذا مثال لاختراع جديد مهم ، يفتقر الى الاكتشافات الضرورية لتحويله الى مشروع عملي . أما في الوقت الحاضر فليست للعلماء معلومات كافية عن المادة والطاقة لكي يهتدوا بها الى حل هذه المعضلة .

ولو أمكن حلها لصار في استطاعتنا استعمال المجامع الحرارية بطريقة

أخرى ، لكي نحصل على انواع أجود من المبردات الكهربائيه التي لا تتلف ، ويمكن ضبطها بسهولة . وقد ذكرنا أن أحد طرفي الاتصال يكون حاراً ، بينما يبقى الآخر بارداً عند مرور التيار في السلكين . ولهذا فقد يكون من المستطاع الاستفادة من احدهما للتدفئة ، ومن الآخر للتبريد . وبهذا نكون قد استفدنا من هذا التيار لتشغيل المدفأة والمبردة في آن واحد .

وقد كان من الممكن الاستفادة من هذه الطريقة لولا أن مقداراً كبيراً من القوة الكهربائية يستهلك للحصول على مقدار ضئيل من البرودة . فيقتضي ايجاد طريقة أخرى لذلك قد نحصل عليها في المستقبل بعد صرف مجهود علمي كبير .

فخير طريقة لاختراع شيء جديد هي أن نتعلم الاكتشاف أولاً . ولا يمكن التوصل الى الاكتشافات إلا بدراسة الطبيعة وتصرفاتها ، وبمجرد فهمنا لهذه التصرفات تبدو لنا الطرق الحديثة لتسخير الطبيعة لاغراضنا جلية واضحة . فعندما يجري الاختراع على هذه الطريقة لا يبدو صعباً أمام الشخص الذي يقوم بعمله ، إنه لا يبدو بالحقيقة أكثر من ألعوبة طريقة .

(انتهى)