

الفصل السابع

كيف تحرك الطاقة والأشياء

يحتاج كل مخلوق حي - عندما يريد القيام بعمل ما - الى استخدام الطاقة ولا يمكن تحريك أي شيء بدون طاقة ، فأننا نحتاجها للتنفس والتكلم والنمو . وإن كل ما ندفع قيمته في حياتنا قد شمله استعمال الطاقة في أحد أدواره . وما قائمة الحساب التي تدفعها في نهاية الشهر عن الفحم أو الخشب أو القوة الكهربائية إلا عن الطاقة المستهلكة ، وطلب البقال إن هو إلا قائمة حساب الطاقة أيضاً . فأننا لا نشترى سلة من الكرز مثلاً من أجل ما نحتويه من الكربون والأوكسجين والأزوت بل لكسب الطاقة المدخنة في هذه المواد عندما تتحد بشكل تكون فيه السكر والنشا والنكهة والفيتامينات الموجودة في الكرز .

وصوف نبحث في فصل قادم عن حقيقة ، هي أن أبة مادة في العالم إنما تتكون من جزيئات وذرات ، إلا أن الذي يهمننا الآن هو البحث عن حقيقة واحدة ، وهي أن الطاقة هي السبب في حركة الذرات في المادة ، أو بالأحرى هي التي تحمّل العالم في حركة دائمة .

عندما يشتري رجل سيارة فإنه لا يدفع قيمة الحديد والمطاط والمواد الأخرى التي تتركب منها ، بل يدفع بالحقيقة قيمة الطاقة المستهلكة لحمل المطاط من أشجاره في الجزر البعيدة ، ولا استخراج الحديد من مناجمه ، ولا استخراج الفحم الثقيل صفائح الحديد ، وثمن الطاقة التي صرفت في المكابس التي تحول الصلب إلى صفائح يصنع منها هيكل السيارة . وعندما تستهلك السيارة لا تهمل أجزاؤها إذ يمكن جمع هذه الأجزاء واستخدام الطاقة مجدداً لتحويلها إلى سيارة جديدة .

وعليه فإن كل قائمة حساب تدفعها هي ثمن للطاقة التي تستهلكها . ومع هذا فإن هذه الطاقة التي تدفع أمانها بسخطها هي في متناول كل من يتعلم كيف يحصل ويسيطر عليها . وللتوصل إلى ذلك يجب أن نعرف كيف نحصل ونسيطر على ضوء الشمس . لقد أدرك علماء الطبيعة وهم أكثر الناس اهتماماً بالأمر ، أن للسيطرة على الطاقة يجب أن يتعلم المرء ما هي الطاقة وكيف تتصرف . فدراسة الطاقة إذاً هي من أهم المشاكل العملية في الوقت الحاضر .

أنواع الطاقة المنعقدة

نحتاج في حياتنا إلى استخدام الطاقة في مختلف أشكالها المتنوعة . ومن أهم هذه الأشكال هي الطاقة الآلية أو الميكانيكية التي نستعمل عند سحب

أو رفع أي شيء في اتجاه معاكس لقوة جذب الأرض . ويسمى هذا السحب بالثقل (Weight) ، فالحجارة مثلاً تكون ثقيلة لأن الأرض تجذبها إليها بقوة تسمى الجاذبية الأرضية (Gravity) . وبسبب رفع صبي وزنه تسمون رطلاً عن الأرض ، لأنها تجذبه إليها بقوة تسمين رطلاً ، ولولا هذا الجذب لاستطاع هذا الصبي أن يخلق في الهواء ويطفو فوقه دون أن يكون له أي وزن . وقد يصل الى طبقات الأثير إذا لم ينتبه الى نفسه .

وما زالت قوة الجذب الأرضية غامضة لا يعلم كنهها أحد . غير أننا نعلم أنها تجذب إليها أي مادة في العالم . ولا بد من صرف شيء من الطاقة في رفع أي شيء في اتجاه معاكس لها .

ويسحب الماء الى طبقات الغيوم عندما يتبخر بحرارة الشمس من المحيطات والبحار ، فتخزن الطاقة في الغيوم حيث يمكن استحصاها قسم منها عندما تهطل مياه الأمطار فتسيل فوق سفوح الجبال . فيمكن استخدام هذه الطاقة مثلاً لادارة طاحونة أو محرك مائي ، وما أشبه ذلك . وهناك نوع آخر من الطاقة نسميه الحرارة (Heat) فكل شيء ساخن يحتوي على طاقة حرارية . فنستطيع مثلاً إنتاج طاقة حرارية في المدفأة بحرق الفحم فيها ، إذ تنطلق هذه الحرارة المدخرة في الفحم عند اتحاده بالأكسجين في أثناء إحتراقه .

والصوت نوع آخر من الطاقة ، إذ يحتوي على موجات طويلة تنبعث في الهواء فتدخل الى طبلة الأذن . وسوف نبحث عنها مفصلاً في الفصول القادمة ، عند البحث عن التلفون والراديو والحاكي والأجهزة الصوتية الأخرى .

وقد بحثنا عن الموجات الضوئية ، وهي أيضاً نوع من الطاقة
فنعلمنا أن هذه الموجات تسير حتى في طبقات الاثير ، بخلاف الموجات
الصوتية التي لا تتمكن من اختراق هذه الطبقات . فتنتقل موجات الصوت
خلال ما نسميه بالمادة فقط كالهواء أو الماء أو الخشب . وهي أطول بكثير
من الموجات الضوئية ، إذ قد يبلغ طولها بضعة أقدام أحياناً .

ويمكن إثبات اختلاف الموجات الضوئية بتجربة بسيطة . ضع جرساً
كهربائياً في وعاء زجاجي مغلق متصل بمضخة تفريغ الهواء . ثم اخفض على
الزر الكهربائي ، تسمع دقات الجرس عندما يكون هناك هواء داخل
الوعاء الزجاجي . وعندما تبدأ بتفريغ الهواء منه تسمع بتضاؤل صوت
الجرس رغم أنك تشاهد اهتزازة . وعندما يفرغ الوعاء من الهواء تماماً ،
لا يبقى ما يحمل الموجات الصوتية من الجرس فلا يسمع صوتة بتاتاً .

أما إذا أجريت تجربة مماثلة على الضوء فستلاحظ أن لا فرق بين وجود
الهواء وعدم وجوده في ذلك الوعاء ، لأنك سترى الضوء بوضوح تام
حتى في حالة تفريغ الوعاء من الهواء تماماً . وهذا ما يثبت لنا انتقال
الموجات الضوئية خلال الفراغ . وذلك أمرٌ بديهي لأننا نعلم أن طبقات
الهواء المحيطة بنا لا يتجاوز سمكها عن مئة ميل أو مئتين ، ويقبل الهواء
تدرجياً فوق هذه المسافات حيث ينعدم وجوده على مسافة خمس مئة ميل
عن الارض ، ومع كل هذا فاننا نرى الشمس والقمر والنجوم بوضوح
تام من خلال هذا الفراغ الواسع .

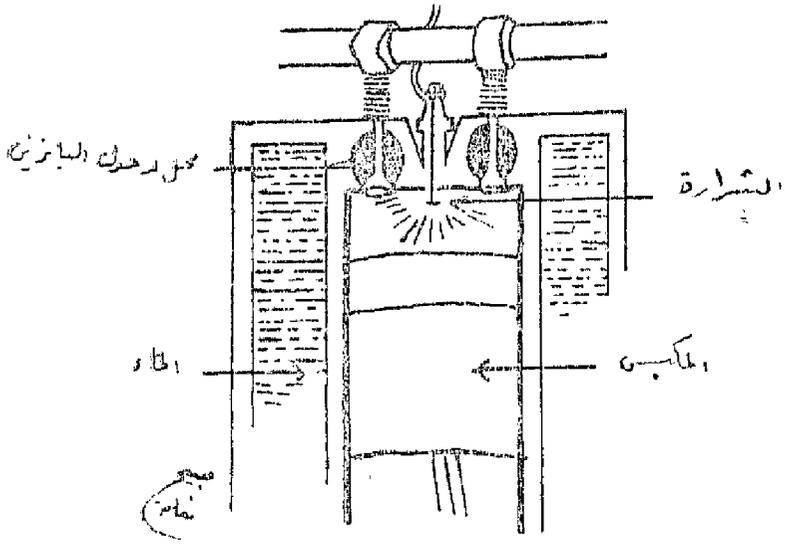
وتوجد الطاقة على أشكال أخرى متعددة ، سنبحث عن قسم منها فيما
بعد ، ومن أهمها الطاقة الكهربائية التي سنفرد لها فصلاً خاصاً لأهميتها

بالنسبة للمصمم الحاضر .

لقد اكتشف علماء الطبيعة حتى الآن خاصيتين مهمتين في الطاقة ،
أولاهما أنها لا تفتى ولا تستحدث ، والثانية أن بالامكان تحويلها من شكل
الى آخر . فالطاقة الميكانيكية للماء المنحدر فوق سفوح الجبال مثلاً يمكن
إستخدامها لإدارة عجلة الطاحونة . وهذه العجلة يمكن إستخدامها لإدارة
المحرك (Dynamo) الذي يحول الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربائية
يمكن نقلها بالأسلاك الى المنشآت ، فيسري تيارها في أسلاك المصابيح
الكهربائية فتتحول الى طاقة حرارية ثم الى طاقة صوتية . ولقد توصل
العالماء والمخترعون الى مئات الطرق لتحويل الطاقة من شكل الى آخر ،
وما زالوا يواصلون تجاربهم للتوصل الى أسير الطرق لتحويلها من نوع
الى آخر للحصول على الفائدة القصوى منها .

يحتوي البنزين (Gasoline) على مقدار كبير من الطاقة المخزنة
فيه بطريقة كيميائية . فلورمي شخص عود ثقاب مشتمل في وعاء يحتوي
على البنزين يحدث انفجار شديد حتماً ، لتحويل الطاقة الموجودة فيه الى
طاقة حرارية فجأة . ولما كان هذا الانفجار خطراً بالطبع ، فقد توصل
المهندسون الى طرق أخرى لاستحصال الطاقة من البنزين دون التعرض
الى خطر الانفجار .

ففي السيارة مثلاً يوضع البنزين في حوضها فيجزي بطيئاً في أنبوب
خاص الى الاسطوانة (Cylinder) حيث تحدث شرارة كهربائية فوق
سدادة الشرارة (Spark - Plug) وهكذا يحصل انفجار ضئيل في
الاسطوانة يتكرر ، عدة مرات في الدقيقة الواحدة في جميع اسطوانات



السيارة الى أن تجري الطاقة من البنزين بصورة منتظمة متواصلة هادئة .
وتسبب الطاقة الحرارية في الاسطوانات تمدد الهواء وأنفجرة البنزين
المحترق فتندفع هذه الى المكبس (Piston) فتضغط مجموعة المكابس
على الموصلات (Gears) التي تسبب تدوير عجلات السيارة . وهكذا
تتحول الطاقة الحرارية في الاسطوانات الى طاقة ميكانيكية تحرك السيارة
بسرعة . وما أبعد الفرق بين هذه النتيجة وبين تلك التي نحصل عليها من
وضع عود الثقاب المشتعل في وعاء البنزين !

كل الطاقة من الشمس

تصل الطاقة الى الارض من الشمس بصورة متواصلة على شكل الضوء
وتتسرب من الارض بنفس السرعة بشكل موجات حرارية طويلة . ولو
كانت سرعة تسرب الطاقة من الارض أقل من سرعتها وصولها اليها
لارتفعت حرارة الارض . أما لو تسربت بسرعة تفوق سرعة وصولها اليها

الارض لانخفضت درجة حرارتها . لقد توصلنا بدراستنا لطبقات الارض الى أن النباتات وجدت فوق سطح الارض منذ ملايين السنين ، ونحن نعلم أنها لا تنمو إلا في درجات معينة من الحرارة ، فيظهر إذاً أن الارض كانت محتفظة بتوازن ممتاز في حرارتها لمدة طويلة ، غير أن هنالك موجات قصيرة من البرد الشديد ، اجتاحتها في المصور الجليدية ، كما اجتاحتها موجات حر قصيرة أيضاً . ولكن رغم ذلك لم يتبدل معدل حرارة الارض كثيراً على العموم .

وتفيض كمية الطاقة التي تصلنا من الشمس عن كل احتياجاتنا منها . فلو أحصينا الأشياء التي تصرف الطاقة من أجلها ، كتسخين الأفران وتبريد الثلاجات وتسيير القطارات ، وتحريك السيارات والسفن والطائرات كافة ، وتشغيل كل المعامل ، وزراعة جميع المواد الغذائية ، وتدفئة جميع المحلات والدور . ثم جمعنا كل هذه الأنواع من الطاقة لما زاد عن جزء من مئتي ألف من الطاقة الشمسية بكاملها .

وإذن فنحن نفقد القسم الأعظم من الطاقة لأننا نجعل كيف نلتقط نور الشمس ونستخدم الطاقة منه استخداماً مباشراً . وكم نود لو استطعنا استعمال الطاقة التي تسرب الى الارض مباشرة دون استهلاكها . ويقتضي أن نذكر هنا أن استعمال الطاقة لا يعني استنفادها ، فكما أنك تستعمل في بركة ماء دون أن تستنفد ماءها الذي تستطيع أن تستعمله بمد ذلك لسقي الحديقة مثلاً ، فكذلك نود استخدام الطاقة لتشغيل المعامل والطواحين وغيرها ، وبعدم إنجاز كل أعمالنا بوساطتها فتركها تسرب الى الارض لتدفئتها .

فلو استطاع العلماء التقاط الطاقة من الشمس مباشرة لصار في إمكانهم تشغيل المصانع ، القطارات والسفن كافة في قطر كالولايات المتحدة مثلاً باستخدام ما يقع من نور الشمس على بقعة صغيرة من الأرض ، إذ تكفي بقعة أرض لا تتجاوز مساحتها عشرين ميلاً مربعاً لتجهز الطاقة لكل فرد في الولايات المتحدة لاستخدامها في كل أغراضه . ورغم اشتغال كثير من العلماء في هذه القضية لم يتوصل أحد منهم إلى طريقة عملية لاستخدام الطاقة مباشرة . ولكن لا يستبعد توصلهم إلى ذلك في المستقبل ، إذ ما دامت الشمس تستمر في شروقها فينبغي أن يصحب ذلك طاقة كافية لكل فرد .

ولو توقفت الشمس عن الشروق بحيث لا يمكن الحصول على طاقتها فستبرد سطوح المحيطات ، ولا تتكون الغيوم ولا تسقط الأمطار فتجف الأنهار وتتوقف الرياح عن الحركة ، لأنها لا تهب إلا عندما يسخن الهواء في بقاع أحرّ من بقاع أخرى ، وتتوقف حركة الزياح وتتوقف الموجات في البحار فتتقطع التيارات البحرية . وهكذا تتوقف الحياة في العالم بأجمعه .

مصدر الطاقة

لقد بحثنا كيف تمتص أوراق النبات الضوء ، وكيف تدخر النباتات الطاقة في حجراتها . لقد كانت الأرض قبل ملايين السنين مغطاة بالأحراش والغابات الكثيفة التي تحتوي على مقادير هائلة من الطاقة الشمسية ، فلما ماتت هذه النباتات تحولت إلى أكوام هائلة من الأخشاب والأوراق والأغصان . وكلما زاد عمقها زاد الضغط على أقسامها السفلي ثم تراكم عليها

التراب والصخور على مر السنين . وتحت ضغط هذه الطبقات من التراب والصخور ، وبتأثير الحرارة الناتجة عن تفسخ هذه النباتات ، حصلت فيها تغيرات كيميائية جردتها من كل الذرات التي تتركب منها ما عدا الكربون الذي تكثرت ذراته الى قطع هائلة من الفحم الذي بقي تحت الارض ملايين السنين ، حتى بدأنا نستخرجه اليوم للاستفادة من الطاقة المخزنة فيه .

فاذا أردنا أن نحرق قطعة من الفحم قنا بعكس العملية التي قامت بها النباتات عند تحولها الى الفحم ، لأن ذرة الكربون عندما تسخن الى درجة حرارة عالية تتحد بجزء الاوكسجين مكونة جزيئاً من ثاني أوكسيد الكربون . ولايجاز هذه العملية نعطي كمية من طاقتها بشكل حرارة تسري الى الذرات الأخرى التي تتحد بالاكسجين أيضاً . وهكذا تنتج الطاقة الحرارية بشكل النار التي نستعملها في المدافئ والمواقد . أما جزيئات ثاني أوكسيد الكربون ، فتذهب الى الهواء فتتغصبها النباتات مرة أخرى فتستخرج ذرات الكربون منها بالطاقة الشمسية وتدخرها مرة أخرى . فنتطيع استخراجها بحرق هذه النباتات بعد موتها . فذرات الكربون تقيدها دائماً لأنها تدخر الطاقة في النبات ثم تعطونها مرة ثانية عند إحراق النبات أو أكله .

عندما تشتري طناً من الفحم فأنت ذلك لا يعني أننا بحاجة الى الفحم نفسه ، بل الى ما نحصل عليه من الطاقة عند إحراقه . ولنفس الغاية نشترى غالوناً من البنزين أو رطلاً من الزبدة . وعلينا أن نذكر دائماً كيف نستخرج الطاقة من الأشياء ، إذ لا يجوز مثلاً وضع قطعة من الزبدة في السيارة ، ولا تقديم غالون من البنزين على مائدة العشاء .

ويمكن اختزان الطاقة بطرق عديدة . فلو فرضنا أن لديك طائرة تريد التحليق بها الى المسافة التي تشاؤها ، فمليك أن تحصل على محرك يشتغل بالبنزين ، وتضعه في الطائرة ، ثم تستعمل الطاقة الناتجة من جزء من البنزين لأدارة رفاص الطائرة (Propellor) الذي يرفعها الى الهواء . وهناك طريقة أخرى لخزن الطاقة في الطائرة ، وذلك بتثبيت رباط من الكاوجك الى رفاصها بحيث تلتوي قطعة الكاوجك عند إدارة الرفاص . وبالتالي تدخر الطاقة فيها . وعند رفع الشدة عن الرفاص تطلق الطاقة منها فتتحرك فتحاق في الهواء .

وعندما تنصب الساعة تخزن في نابضها طاقة ميكانيكية . وعندما تقذف بالسهم من القوس تدخر في القوس طاقة ميكانيكية عند سحب وتره الى الوراء ، فعندما تترك الوتر تنتقل هذه الطاقة الى السهم ، فتدفعه الى الأمام بسرعة .

ومن الطرق المفيدة جداً لخزن الطاقة تلك التي نحصل عليها بشكل القوة الكهربية . فخلية الصغيرة التي تستعمل في المصباح اليدوي تحتوي على طاقة كيميائية مخزنة فيها ، وجهازه عند ربط سلك الى طرفي الخلية ، حيث يحصل تيار كهربائي يخرج منها الطاقة الكهربية . والبطارية التي تستعمل في السيارة أنفع من الخلية الجافة ، إذ يمكن خزن الطاقة الكهربية فيها عند وصلها بتيار كهربائي ، وتكون الطاقة المخزنة على شكل كيميائي يمكن تحويله الى الشكل الكهربي منها عند ربط سلكين الى طرفيها حيث يجري منها تيار كهربائي . وأهم مشكلة في بطارية الاختزان أنها ثقيلة بحيث لا يسهل استعمالها لأكثر الأغراض ، وأنها

تحتوي على حامض مخوق قابل للانسكاب بسهولة ، علاوة على ضرورة ملئها بالماء المقطر بين حين وآخر .

لادخار الطاقة يقتضي استعمال المادة ، وهذه المادة ثقل معين . فالطيار مثلاً يرغب في استعمال محرك كهربائي لطائره . ولكنه يحتاج الى بطارية تحتوي على مقادير كبيرة من الطاقة ، فتكون البطارية والحالة هذه كبيرة الحجم بحيث لا يمكن حملها في الطائرة .

ويرغب أيضاً في استعمال المحرك الكهربائي في السيارة . وإذا ما أمكننا ذلك ، فسوف نستغني عن الماكينة (Engine) وحوض تجهيز البخار (Radiator) وجهاز الايقاف (Ignition System) والمحاب (Clutch) وأجهزة الأيصال (Transmission) والتفريق (Differential) ، ومعنى ذلك أننا نستغني عن كل أجزاء السيارة عدا هيكلها (Chassis) ودواليبها . ولكن رغم كل ذلك فالتا إذا ما وضعنا المحرك الكهربائي فوق دواليبها ، والبطاريات تحت مقاعدها لتجهيز الطاقة اللازمة لتسييرها بنفس سرعة السيارة الاعتيادية ، فستبقى هنالك مشكلة مهمة ، وهي أن بطاريتها تحتاج الى الشحن كلما قطعت مسافة معينة . إن غالوناً واحداً من البانزين وزنه ستة أرطال يحتوي على طاقة تدفع السيارة الى مسافة ستة عشر ميلاً تقريباً ، ولكن بطارية خزن وزنها ستة أرطال لا تحوي من الطاقة ما يدفع السيارة لأكثر من ميلين فقط .

وقد يتوصل العلماء في المستقبل الى عمل بطارية خزن وزنها عشر البطارية الحالية ، وعند ذلك يجوز أن تحتل السيارات الكهربائية محل السيارات الاعتيادية الحالية .

كم من الطاقة يمكن ادخاره في رطل من مادة ما ؟ هنالك طريقة سهلة للمقارنة بين مختلف الطرق لادخار الطاقة ، وذلك بقياس المدة التي يبقى فيها مصباح كهربائي مضاء بالطاقة المخزنة في رطل من كل من المواد المختلفة . فاذا كان مقدار الطاقة الناتجة عن احتراق رطل من الخشب كافياً لإضاءة المصباح لمدة ساعة ، يكفي رطل من الفحم الذي يحتوي على ضعف الكمية من الطاقة لإضاءة المصباح ضعف تلك المدة ، وأن الرطل الواحد من البانزين يديم المصباح مضيئاً لمدة تسع مئة ساعة . أما غاز الهيدروجين وهو من أخف المواد التي تخزن الطاقة ، فإن الرطل الواحد منه يضيء المصباح لمدة ٢٧٠٠ ساعة .

ويرغب العلماء ، بحرص شديد ، أن يتوصلوا إلى أخف ما يمكن من الطرق لاختزان الطاقة . وقد يدركون هذه الغاية في القريب العاجل . إن الطيار الذي يعبر المحيط الأطلسي ، قد يحتاج إلى حمل ما لا يقل عن طنين من البانزين لكي تستمر طائرته دون توقف ، وليكن لو توصل العلماء إلى اكتشاف مادة أخرى تحتوي على عشرة أضعاف الطاقة الموجودة في البانزين ، لما احتاج ذلك الطيار إلى حمل أكثر من أربع مئة رطل منها ، وعلاوة على ذلك فستكون طائرته أسرع وأقل تعرضاً للتوقف .

نقل الطاقة من محل إلى آخر

يمكن نقل الطاقة من محل إلى آخر بطرق عديدة متنوعة ، وأرخصها هي طريقة نقل الطاقة المخزونة في الفحم التي تشمل ما يقارب نصف حاجتنا من الطاقة . وينقل الفحم في السفن أو في قطارات الحمل .

والطريقة الرخيصة الأخرى هي نقل الطاقة المخزونة في الزيت الذي يمكن دفعه في الأنابيب لمسافة ألف ميل دفعة واحدة ، أي ما يقارب المسافة بين نيويورك وشيكاغو . وفي الولايات المتحدة وحدها حوالي ١١٠.٠٠٠ ميل من الأنابيب تحت الأرض ، يجري فيها الزيت الأسود . وتكفي هذه الأنابيب لكي تلف الكرة الأرضية أربع مرات .

ويمكن نقل الطاقة أيضاً بالأسلاك على شكل القوة الكهربائية ، وهذه هي أحسن ما لدينا من الطرق في الوقت الحاضر رغم تكاليفها الباهضة . وسبب ملامتها أننا نستطيع إيقافها بمجرد الضغط على مفتاح صغير .

وقد أتم في المستقبل طريقة نقل الطاقة كهربائياً ، فإن المشكلة الكبرى في الوقت الحاضر هي أن قسماً كبيراً من القوة الكهربائية يضيع في تسخين الأسلاك ، وكلما ازداد طول الأسلاك كبرت الكمية المفقودة منها . ولذا لا يستحسن في الوقت الحاضر إرسال التيار الكهربائي لمسافة تتجاوز ثلاث مئة ميل .

وما زال العلماء والمهندسون مجتهدين للحصول على أرخص الطرق لنقل الطاقة من محل إلى آخر ، إذ بتوصلهم إلى هذه الغاية سيكون في مقدورنا استخدام الطاقة بنطاق أوسع كثيراً من استخدامنا لها في الوقت الحاضر .

التقاط الطاقة من ضوء الشمس

يأمل العلماء أن يهتدوا يوماً ما إلى طريقة صالحة لالتقاط ضوء الشمس وتخزين طاقته . لقد رأينا فيما سبق أن زراعة النباتات هي إحدى طرق تخزين ضوء الشمس على شكل الطعام . إلا أن ما يخزن منه ليس إلا جزءاً صغيراً

مما يحتويه من الطاقة . وعلى كل حال فان الغاية الاولى التي نبتغيها من الطاقة هي استخدامها لتعريك السيارات والقطارات ، وإدارة محركات السفن والطائرات ودواليب آلات المعامل التي تصنع السيارات والراديووات والأقشة ... الى آخره .

أليس من العجيب أن نحصل على سيارة تسير بدون بائرين ، وذلك باستخدام طاقة الشمس التي تسقط فوقها ؟ سنستطيع حينئذ في الأيام الحارة عندما تكون الشمس فوق سمت الرأس ، أن نحصل على كمية كافية من الطاقة ، تدفع السيارة بأقصى سرعة ممكنة . غير أن المشكلة هي عدم التوصل الى طريقة لالتقاط الطاقة من الشمس مباشرة واستخدامها لهذا الغرض . ومع هذا فلا يستبعد التوصل الى ذلك في المستقبل بوضع ألواح سود فوق قمة السيارة لتمتص ضوء الشمس فتحوله الى طاقة كهربائية تخزن في بطاريات خفيفة تجهز الطاقة لادارة محرك السيارة عند الحاجة .

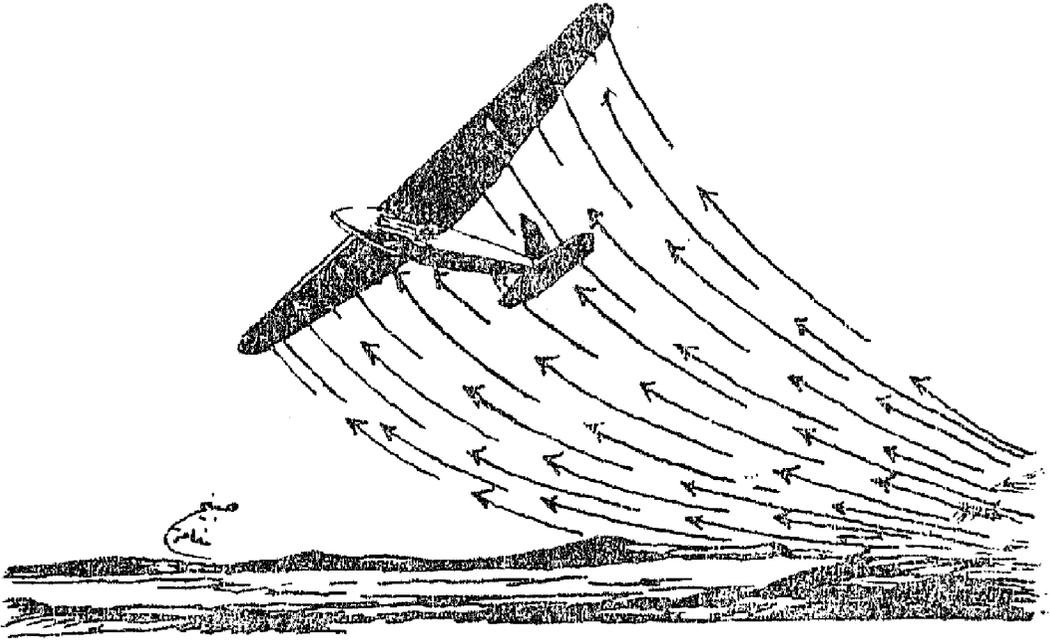
وهناك فائدة أخرى لهذه السيارة وهي أن عند مسرها في منحدر طويل يمكن استخدام محركها كمولد يعيد الطاقة الى البطارية فيشحنها حيث تستعمل عند صعود السيارة في المرتفات . ولقيام بنفس العملية في السيارة الاعتيادية ، يقتضى اختراع جهاز خاص لاعادة البائرين الى الحوض ثانية كما انحدرت السيارة .

أهمية الطاقة

كما توسعت معرفة العلماء عن كيفية السيطرة على الطاقة تحسنت حالتنا الاقتصادية تبعاً لذلك . قد تظن أن الرجل الغني هو الذي يملك كميات

كبيرة من النقود ، ولكن النقود ما هي إلا واسطة للحصول على الطاقة ،
كشراه طن من الفحم أو رطل من الزبدة أو غالون من البانزين . وليس
أنهى رجل في العالم هو من يملك أكبر كمية من النقد ، بل هو الذي يسيطر
على أكبر مقدار من الطاقة .

فقبل أكثر من ثلاثة آلاف سنة كان باستطاعة الثري المصري
استخدام خمسة أو عشرة من العبيد لتلبية طلباته وحرث أراضيه وزراعة
أطيانه . أما في يومنا هذا فتحت تصرف كل فرد في الولايات المتحدة
مقدار من الطاقة يعادل ما ينتجه ثلاثون من العبيد . ولا نغني بهذا أن
الأمريكى يملك عبيداً ، بل إنه يملك المحركات الكهربائية وآلات التنظيف
وآلات الغسيل والأفران الكهربائية . ويستعمل البانزين لدفع سيارته
عوضاً عن استخدام العبيد لحمل الحوادج وغير ذلك مما لم يبق حاجة لأن
يكون الانسان عبداً لأنسان آخر . فقد صار من الأنسب أن لا نحصل
على الطاقة باستخدام العبيد بل باستخدام مواد عديدة الحياة ، كالبانزين
والفحم والزيت . وبهذا فقد أصبحنا أفضل حالاً اليوم ، بمحركاتنا وآلاتنا
وسياراتنا التي تستخدم الطاقة الجمادة أكثر من ملوك المصريين القدماء
مهما بلغ عدد خدمهم وعبيدهم .



الفصل السادس

الاقسام يتعلم الطيران

ظالما تعنى الانسان ، كما شاهد الطيور والحشرات تطير ، لو يتمكن أن يطير مثلها . وقد جرب فعلاً بعض الصبية قبل مئات السنين ربط أجنحة باكتافهم معتقدين أنها تمكنهم من التحليق في الجو . غير أنهم لم ينجحوا . وحتى الى قبل بضع سنوات فشلت كل المحاولات بهذا الخصوص بما أدى بعقلاء الناس الى الجزم بعدم استطاعة الانسان أن يطير بتاتا .

ويعزى سبب هذا الفشل الى أن جسم الانسان ثقيل بحيث يحتاج الى أجنحة كبيرة الحجم ثقيلة الوزن ، بعكس الطير الذي وجده أنه مخلوق خفيف يتكون جسمه من عظام مجوفة وريش ناعم ، وأن ليس هنالك طائر

بحجم الانسان وبستطيع أن يطير . فالنعامة وغيرها من الطيور الكبيرة تضطر على البقاء فوق الارض مستعملة سيقانها بدلاً من أجنحتها . ومع بأس الانسان أن يطير بنفسه ، فقد اهتدى مؤخراً الى طريقة أخرى للطيران . لقد أصبح تخليق الطائرات فوق رؤوسنا اليوم أمراً عادياً الى درجة أننا كثيراً ما لا نكلف أنفسنا النظر اليها . لقد استطاع الانسان أن يطير ، وما ذلك إلا بفضل ما توصل اليه العلماء من أن الأجنحة المرفرفة ، وإن ساعدت الطير على الطيران ، إلا أنها لا تجسدي الانسان نفعاً فقد لاحظوا أن لأجنحة الطير فائدتين رئيسيتين : أولاهما المحافظة على بقاء جسم الطير في الهواء ، والثانية لكي تدفع الأجنحة برفرفتها ، جسم الطائرة الى الامام والى الاعلى . وقد تم اختراع الطائرة عند فصل هاتين المشكلتين بمضهما عن بعض ، فقد وضع للطائرة جناحان للمحافظة على بقائها في الهواء ، إلا أن هذين الجاحين قد جملا ثابتين ، لأن الحركة تقل تأثيرهما ، ولذا استعوض عنها بالرفاس (Propellor) الموجود في مقدمه الطائرة ، والذي يدفع الهواء الى الوراء فيسحبها الى الامام ، وهو أسهل حركة من الجناحين . لقد كان باستطاعة الطير أن يطير بسرعة تفوق سرعته الحاضرة ، وأن يداوم لمدة أطول لو كان له ما يشبه رفاس الطائرة ، ولكن هذا الترتيب غير موجود في الطبيعة ، إذ أن كل عضو في المخلوقات الحية يحتاج الى الدم لتغذيته ، ولو كان للطير رفاس لما أمكن وصول الدم اليه وهو في حالة الدوران المستمر .

ضبط الموازنة في الطائرة

جرّب عدد كبير من العلماء والمخترعين قبل سنة ١٨٩٠ وبعدها ببضع

سنوات على أجنحة مارسوا فيها الانزلاق في الهواء من فوق سفوح التلال .

وفي سنة ١٩٠٢ استطاع أحد أساتذة الطبيعيات ، لانكلي (F. B. Langley) أن يعمل طائرة نموذجية ، وضع فيها آلات صغيرة لإدارة الرافس ، فاستطاع أن يطير بها إلى مسافة لا بأس بها . ولكن المشكلة الكبرى التي جابهت هذه الطائرة هي أنها تفقد توازنها عند تعرضها لرياح الشديدة . أما اليوم فقد عرفنا أن أسلافنا في صنع الطائرات كانت تنقصهم معرفة كيفية رفع أحد الجناحين وخفض الآخر في الهواء بحيث تميل الطائرة إلى أحد الجانبين عند انحراف اتجاهها عن السير في خط مستقيم .

عندما تركب دراجة تستطيع محافظة نفسك من السقوط في أثناء سيرها . وتظهر مهارتك في الاستدارة عند ما تميل إلى أحد الجانبين بما يناسب الزاوية التي تستدير حولها ، وقد تستطيع إذا كنت ماهراً أن تستدير دون أن تضع يديك حتى على سكاك الدراجة ، وذلك بأمانة جسمك إلى جانب الاستدارة بالقدر المطلوب .

وتجري عملية مماثلة لهذه في الطائرة أيضاً ، فإذا أراد الطيار إدارة دفعة الطائرة عند استدارته فإنها ستفقد توازنها وتهوي إذا لم يعمل بجناحها قليلاً فيرفم أحدها ويخفض الثاني كما يحافظ على توازنها . وأول من توصل إلى هذه الحقيقة واكتشف طريقة حلها هما الأخوان أورفيل (Orville) وولبر رايت (Wilbur Wright)

لقد صنع الأخوان رايت (Wright Brothers) نماذج لعدة

طائرات تطير كما تطير طائرات الورق في تيار من الريح تهدته مروحة كهربائية . فصنما قمماً كبيراً يدفع منه الهواء ، وربط الطائرات الصغيرة في وسطه وتوصلا بعد عدة تجارب الى عمل طائرة تحمل شخصاً واحداً . وفي عام ١٩٠٣ تمكنا أن يطيرا هذه الطائرة في الفضاء الى مسافة ٨٠٠ قدم دون أن تطلأ الأرض ، وهكذا كانا أول من نجح عملياً في الطيران .

ومع أن الأخوين لم يكونا أول من اخترع الطائرة . إذ سبقهما الى ذلك رجال عديدون ، إلا أنها كانا أول من جعل الطائرة شيئاً عملياً وطار بها وجعلها بما تحتاج اليه لضبط موازنتها بعمل ضوابط خاصة تحرف أحد جناحيها الى الأعلى والآخر الى الأسفل عند استدارتها حول زاوية وهي في الجو .

ان من ينظر لأول مرة الى راكب الدراجة يعجب كيف يستطيع المحافظة على توازنه ، ولكننا نعلم اليوم أن الصعوبة الوحيدة هي المحافظة على توازن الدراجة وهي واقفة فقط . وكذلك الحال في الطائرة فقد كان يعجب الناس في السنوات الأولى من هذا القرن كيف يستطيع الطيار ضبط موازنة طائرته وهي في الهواء ، أما اليوم فلم يعد ينتبه الطيار الى توازن الطائرة أكثر من انقباه الصبي الى موازنة دراجته . وحتى إن أغلب الطائرات قد عملت بصورة لا يحتاج الطيار فيها الى ضبط الموازنة في القسم الاعظم من مدة طيرانها .

غير أن هنالك أموراً عديدة يجب أن يذكرها الطيار دائماً . فسائق القاطرة مثلاً لا يهتم بموازنة القطار بل يوجه كل اهتمامه الى زيادة سرعته أو تقليلها . أما السيارة فسياقتها أصعب نوعاً ما ، إذ يقتضى ادارة دفتها

أحياناً الى إحدى الجهتين . أما الدراجة ففيها خطوة أخرى من الصعوبة إذ يقتضى محافظة توازنها مع ادارة دفتها عند الحاجة . أما الطائرة فتحتاج الى كل هذه الامور وزيادة ، فملى الطيار ادارة دفتها الى الاعلى والاسفل ، علماً توجيهها الى الجهتين أيضاً ، كما عليه ضبط سرعتها والمحافظة على توازنها في كلتا الجهتين .

ما الذى يحافظ على بقاء الطائرة فى الهواء

يحتوي الهواء - ككل غاز - على ملايين الملايين من الذرات المعروفة بالجزيئات . عندما تهب على وجهك ربيع شديدة تشعر كأن شيئاً دقيقاً يدفع بجسمك ، وذلك ناتج عن تدافع هذه الجزيئات فوق جلدك ، ولكنك تشعر بتأثيرها مجتمعة دون أن تشعر بتأثير كل منها اكثر عددها ودقة حجمها .

وإذا طيرت طائرة من الورق فانك تشعر بقوة السحب على خيطها نتيجة ضغط الهواء عليها . والحقيقة أنه يستحيل اطاره هذه الطائرة لولا وجود الريح ، لأن حركة الجزيئات الهوائية هي التي تحافظ على بقائها في الهواء ، وتسقط عند توقف حركة الريح . إلا أن من الممكن ابقائها في الهواء ولو كان راكداً ، وذلك بربط نهاية خيطها الى سيارة تسير بسرعة تتراوح بين عشرين ميلاً وثلاثين ميلاً في الساعة . فهناك لا فرق فيما إذا كانت الطائرة أو الهواء في حركة ، إذ أن المهم هو إحداث حركة في جزيئات الهواء لكي تصطدم بالطائرة ، أو تحريك الطائرة لكي تصطدم بجزيئات الهواء .

وتبقى الطائرة في الهواء لنفس هذه الاسباب تقريباً . فان ما كينة
الطائرة تدوير الرفاس الذي يدفع الهواء الى الوراء فيسحبها الى الأمام .
وتبقى محلقة عندما تكون قوة دفع الجزئيات الهوائية على الجهة السفلى
من أجنحتها أكثر منها على الجهة العليا . فأسهل طريقة إذا للحصول على
ذلك هي عمل الأجنحة بشكل بحيث أن الهواء الذي يواجه سطحها العلوي
يلاقي مقاومة أقل مما يلاقيه الهواء الذي يواجه السطح السفلي منها .
هناك طريقة سهلة لذلك ، يعمل نتوء في القسم الاعلى من الجناح ، فعندما
تطير بصورة سطحية فلا حاجة الى إمالة جناحها الى الاعلى بل قد يمكن
إمالة حتى الى الاسفل فيما إذا عمل بصورة بحيث ان الهواء الذي يواجه
سطحها العلوي يكون أسرع من الهواء الذي يواجه سطحها السفلي .

تحتاج الطائرات ذات الحركة البطيئة الى أجنحة عريضة سمكية . أما
الطائرات ذات الحركة السريعة فتحتاج الى أجنحة رقيقة . ذلك لأن
جناح الطائرة ، سريعة الحركة ، يصطدم بعدد أكبر من الجزئيات الهوائية
في الثانية الواحدة ، ولهذا يقتضي أن تقلل كمية هذه الجزئيات لكي
لا تقلل من سرعة الطائرة .

وتطير بعض الطائرات بسرعة أربع مئة وخمسين ميلاً في الساعة
وهذه السرعة تفوق سرعة الطلقة من مسدس . إن طائرة من هذا النوع
تسقط كما تهوي الحجارة اذا كانت سرعتها أقل من مئة وخمسين ميلاً في
الساعة ، ولذا فهي خطيرة عند هبوطها ، إذ يجب أن تطير بسرعة حتى
عندما تكاد تلامس الأرض ، ويجب ان لا تهبط إلا في مطار ذي ساحة
واسعة جداً .

توجه العناية اليوم في الطائرات الصغيرة التي تستعملها الاسر الى تأمين ناحية السلامة فيها أكثر من توجيه الاهتمام الى سرعتها فيعمل لها أجنحة عريضة بحيث تطير في الهواء بسرعة ستين ميلاً في الساعة وتتمكن من الهبوط بسرعة لا تتجاوز ثلاثين ميلاً . وهكذا يمكن نزولها في مطار صغير .

يجب أن يكون هناك اختراع عملي مفيد ، وذلك باستعمال أجنحة عريضة عند أول تحليق الطائرة في الهواء وعند هبوطها . أما وجودها في الجو فتستعمل أجنحة دقيقة لكي تزيد في سرعتها . وبالنظر لعدم امكان ذلك فقد جرب وضع حواش اضافية في مؤخرة الاجنحة (جنبيحات) تفتح هذه الجنبيحات عند أول تحليق الطائرة وعند هبوطها أيضاً . وتبقى مطوية في أثناء استمرار الطائرة في طيرانها

اهتمت الطائرات

تحمل أجنحة الطائرة ثقلاً كبيراً ، ولذلك يجب أن تكون قوية رغم خفتها . إن أضخم الطيور الطائرة ها النسر والقادوس (طير بحري) ، والكل منهما جناحان طويلان تبلغ المسافة ما بين نهايتيهما عند انفتاحها حوالي ستة أقدام ، بينما نجد جسم هذين الطائرين خفيف الوزن نسبياً . فلا يحتاج جناحها إذا حتى الى قوة أجنحة أخف الطائرات . وقد استطاع المهندسون التفوق على الطبيعة في صنع الاجنحة إذ صار من الممكن اليوم صنع أجنحة تستطيع حمل عشرة أضعاف ما تحمله أقوى أجنحة للطير من نفس الحجم .

التي شيدت طائرات تحمل أكثر من أربعين طناً، أو ثمانين ألف رطل
فتمخلق بها في الجو . إن طائرة كبيرة من هذا النوع تستطيع حمل عدة
أقبال مرة واحدة ، وتستطيع حمل سيارتي لوري من الحجم الكبير ،
ومع هذا تقام لتسبح بانكسار جناح هذه الطائرة . وتتكرر أجنحة
الطائرات أحياناً عند تجربة طراز جديد منها ، وهذا لا يكون بسبب
ضعف الأجنحة بل لأنها ترفرف عند حركة الطائرة بسرعة في الهواء .
وتحدث هذه الرفرفة أو الاهتزاز بسبب حدوث ذبذبة في الأجنحة
تزداد كلما اشتدت سرعة الطائرة حتى يتسبب انكسارها أخيراً . ومن
الغريب حقاً أن نقطة الضعف في الطائرة ليست في أجنحتها بل في الدواليب
التي ترتكز عليها عندما تكون على الأرض . وتشبه هذه الحالة
ما نلاحظه من أن أضعف الأعضاء في جسم رجال الشرطة هي أقدامهم ،
نتيجة السير الطويل .

فالطائرة التي تزن أربعين طناً توزع هذا الثقل على جناحيها العريضين
عندما تكون محلقة في الجو ، ولذا يتوزع ضغط الهواء على الجناحين دون
إحداث شدة كبيرة عليها . ولكن عند وجودها على الأرض يكون أغلب
الثقل على عجلتيها إذ يحمل كل منها ما يقارب خمسة عشر طناً . ولذا
وجب أن تكون أطاراتها قوية بحيث يبلغ ارتفاعها أكثر من طول
الرجل الاعتيادي .

أما الطائرة المائية فيمكن أن تكون أكبر من الطائرات الاعتيادية ،
إذ أن ثقلها وهي في الماء يتوزع على عوامتين كبيرتين (Pontoon)
عواماً من المعلمتين الصغيرتين في الطائرة الاعتيادية .

الطيران بسرعة نفوس سرعة السريح

نتيجة لتقدم فن الطيران و انتاج طائرات سريعة فقد أصبحت سرعة الطيران في ازدياد مستمر ، وأصبحت الطائرات اليوم تقطع الولايات المتحدة عرضاً في مدة لا تتجاوز سبع ساعات ونصف الساعة ، مع العلم بان هذه المسافة تبلغ ثلاثة آلاف من الاميال . وتزن الطائرة الواحدة من نوع (Clippers) التي تقطع المحيطين الاطالانتيكي والباسفيكي حوالي أربعين طناً ، ويفوق طول جناحها طول بناء مدرسة اعتيادية . ومع هذا فان أول طيار عبر القارة قبل مدة غير بعيدة استغرق أربعة وعشرين يوماً وحصلت له خمس عشرة حادثة في الطريق .

ولأجل أن تطير الطائرة بسرعة يجب أن تقطع الهواء في جريانها بسهولة . فعندما يهب الهواء بلطف بحيث يحرك أوراق الشجر حركة خفيفة في جهة واحدة لا تكون سرعته أكثر من عشرة أميال في الساعة ، وعندما تكون سرعته ستين ميلاً فتحدث عن وجود رياح عالية ، ولا تزيد سرعة الرياح حتى عند حدوث أشد الزوابع عن مئة وخمسين ميلاً في الساعة . أما طيار اليوم وهو يقود طائرته الحديثة فلا يعتبر نفسه مسرعاً ما لم تتجاوز سرعة طيرانه مئتين ميلاً في الساعة . ويشعر وهو في هذه الحالة كأن الهواء هو الذي يندفع بهذه السرعة . وعندما يطير بسرعة أربع مئة ميل فان الهواء المندفع في الخارج يبدو أسرع من الزوابع التي تقلم البيوت والأشجار وتخرّب سكك الحديد . ولا يستطيع أقوى رجل أن يخرج رأسه أو يده من نافذة الطائرة وهي تطير بهذه السرعة .

وللوصول الى هذه السرعة الهائلة يقتضي أن تكون جميع النتوءات في جسم الطائرة بشكل انسيابي (Streamlined) لكي تقلل من ضغط الهواء عليها وتساعد الطائرة على أن تسير مع التيار بمرونة . ولقد كيفت الطبيعة الحيوانات الطائرة والمائية بنفس الطريقة التي تسهل حركتها . ونلاحظ ذلك بوضوح في الطيور السريعة وفي الاتصاك أيضاً .

تطير أسرع الطائرات الحديثة بسرعة تزيد عن أربع مئة وخمسين ميلاً في الساعة عندما تكون بصورة أفقية وتستطيع الفوص (Dive) بسرعة عشرة أميال في الدقيقة . ولا نأمل ، في الوقت الحاضر على الأقل ، أن نحصل على طائرات أسرع من هذا النوع ، إذ كلما زادت سرعة الطائرة وجب ان تكون ما كنتها أقوى على الاستمرار في ادارة الرقاص تبعاً لاشتداد ضغط الهواء عليه . فلو كانت الطائرة تطير بسرعة سبع مئة وخمسين ميلاً في الساعة لكان دفع الهواء لها شديداً الى درجة أنها لا تستطيع اختراقه ، كما لو كان أمامها جدران من الصخر .

وحتى الاسلاك التي تربط أجنحة الطائرة الى جسمها يجب أن لا تؤثر في مقاومة الهواء ، وأما ان يستغنى عنها إذا أمكن عمل اجنحة قوية بدونها ، أو ان تكون انسيابية الشكل ، أي مسطحة لكي تشق الهواء بسهولة .

فحص نماذج الطائرات

بالنظر لتكاليف الطائرات الباهضة يقوم المهندسون والعلماء بفحص نموذج اسكل طراز جديد منها قبل صرف مبالغ طائلة ربما تذهب سدى .

وهم يهتفون عادة نموذجاً صغيراً للشكل المقترح ويقومون بفحصه داخل نفق هوائي . وهذا النفق عبارة عن أنبوب ضخم داخله مروحة كهربائية كبيرة ، يتسع قطره الى رجلين يقف أحدهما فوق الأكتاف الثاني . ويكون هذا الأنبوب دائري الشكل . وتستهمل مروحة كهربائية قد يبلغ قطرها أربعين قدماً لدفع الهواء في الأنبوب من قمع كبير يوضع أمامها على فتحة الأنبوب . وعند اندفاع الهواء داخل الأنبوب قد تصل سرعته الى بضع مئات من الأميال في الساعة . وتعلق نماذج الطائرات في هذه الرياح الاصطناعية فيفحص طيرانها في مختلف السرعات . وتكون هذه النماذج مربوطة بأسلاك كهربائية لكي يمكن قيادتها من الخارج ، وتلاحظ حركاتها داخل الأنبوب من فتحات خاصة فيه . وخلال إجراء هذه التجربة تبديل أجنحة الطائرة النموذجية حتى يتم انتخاب النوع المناسب منها .

وهذا شكل آخر من الأنابيب الهوائية على شكل مستقيم عمودي عوضاً عن الأنبوب الدائري ، وفي هذه الحالة تبقى الطائرة النموذجية معلقة في الهواء بتأثير ضغطه تحتها ، وتراقب حركتها من نافذة خاصة في الأنبوب .

الركوب فوق التيارات الهوائية

لا بد وأنت لا حظت طير النورس البحري أو الطير البازي يعوم في الفضاء أيام الصيف دون أن يرفرف جناحه . فهل فكرت كيف يستطيع البقاء في الفضاء دون أن يحرك جناحه ؟ ليس لهذا الطائر ما يشبه رفاًس

الطائرة ليدفع بجسمه الى الامام ، فاذا لم يحرك جناحيه صمب علينا أن نتصور كيف يحافظ على جسمه معلقاً في الهواء .

لقد اهتمدى العلماء أخيراً الى حل هذا اللغز إذ وجدوا أن الرياح التي تهب من الارض وترتفع في الجو هي التي تبقي هذا الطائر معلقاً في الهواء . إننا نشعر ونحن على الارض بحركة الريح من إحدى الجهات الاربع فقط ، من الجنوب أو الشرق أو الغرب أو الشمال ، ولكن عندما نحلق في الهواء نستطيع أن ندرك أن الرياح تهب من الاسفل الى الاعلى أيضاً أو بالعكس . وتتجلى هذه الحقيقة عندما ترتفع عاصفة هوائية من الارض الى الفضاء بقوة سحب التلال والمرتفعات . ونلاحظ أيضاً ارتفاع الهواء فوق الحقول والمياه بتأثير حرارة الشمس . فالطيور ، كالذسر والصقر وغيرها ، قد تعلمت كيف تستفيد من هذه الحقيقة فتسبح في الفضاء فوق التيارات الهوائية الصاعدة التي ترفعها الى مسافات عالية جداً .

ولم تغفل من يد الانسان الاستفادة من هذه الظاهرة إذ توصل الى صنع طائرات صغيرة بدون محركات تسمى الطائرات الشراعية (Sail Planes) . أما كيفية استعمالها فهي كما يلي : - يجلس شخص في الطائرة وهي مربوطة بحبل قوي من المطاط فوق جبل أو تل مرتفع ويقوم بعض الاشخاص بحمل هذه الطائرة ، بينما يسحبها آخرون وهم ينحدرون فوق سفح الجبل ، فعندما يتوتر الحبل يطلق حاملو الطائرة سراحها فتبقى في الهواء معلقة بقوة السحب حتى تصادف أحد التيارات الهوائية الصاعدة التي تبقيها معلقة في الجو . واذا اكتسب بعض الشبان خبرة بهذه العملية فاستطاعوا أن يرتفعوا الى مسافة تزيد عن ميل واحد

أو أكثر فوق قمة التل الذي يطرون منه ، كما استطاع البعض قطع مسافة
مئات الأميال دون الهبوط الى الأرض ، وقد استطاع بعضهم أن يبقوا
يوماً وليلة وجزءاً من اليوم الثاني دون أن تهبط بهم الطائرة .

الطيران فوق الشيوم

تكون حركة الرياح على ارتفاع ميل أو أكثر عن سطح الأرض أشد
منها فوق سطح الأرض مباشرة ، أما على مسافة أربعة أو خمسة أميال
فتكون حركتها في أقصى الشدة وباتجاه واحد فقط . ولكن إذا
ما ارتفعنا الى مسافات عالية جداً وجدنا أن الجو يصفو تدريجياً والطقس
يصير أكثر تجانساً . ولهذا يكون الطيران سهلاً جداً على مسافة ستة
أميال فوق قمة جبل ايفريست (Everest) وهو أعلى جبل في العالم ، رغم
برودة الطقس ووجود الرياح تحت هذا المستوى نتيجة الامطار والثلوج .
إلا أن الهواء يكون رقيقاً جداً في هذا الارتفاع فلا يحتوي إلا
على ربع ما يحتويه الهواء القريب من الأرض من الجزيئات . وبهذا يصعب
على الطيارين والمسافرين التنفس ، وحتى ما كينة الطائرة تكون مفتقرة
الى كمية أكبر من الهواء . وتسمى الطائرات التي تطير على هذا الارتفاع
(Stratosphere Planes) وهي مجهزة بفرف محكمة داخلها مضخات
هوائية تزودها بالهواء بصورة دائمية . وهكذا يستطيع الطيار
والمسافرون التنفس دون أن يلاقوا صعوبة . أما الماكينة ففيها مضخة خاصة
تسمى (Supercharge) تدفع الهواء الى المصفاة (Carburetor)
بسرعة تعادل أربعة أضعاف قوة دفع الهواء .

ويمكن الطيران بهذه الطائرات على ارتفاع عشرة أميال فوق سطح الأرض . ويقتضي تدفئتها بصورة جيدة لشدة البرودة وتعرض كل شيء إلى الانجماد . ويسهل عبور القارة الأمريكية بهذه الطائرة خلال مدة قد تقل عن ثماني ساعات . ولا يفيد الطيران العالي في الرحلات القصيرة لأنه يأخذ وقتاً غير قصير في الارتفاع والهبوط . أما فائدته الرئيسية فهي تخلص الطيار من مشاكل الزوابع والضباب رغم أنه قد يصادفها عند هبوطه إلى الأرض .

الطائرات والمناطير

عندما تصاب الطائرة بعارض لا يكون سبب ذلك كسر أحد جناحيها عادة بل على الغالب هو أن يفشل الطيار طريقته في الضباب أو الزوابع ، أو أن يتراكم الثلج فوق أجنحة الطائرة فيعرقل حركتها ، أو أن يفقد ما لديه من البنزين .

قد يظن البعض أن من الممكن ربط الطائرة عند توقعها بمنطاد يحافظ على عدم سقوطها ، ولكن هذا الظن غير معقول . فبالأجل إبقائه أي شيء معلقاً في الهواء يقتضي أن يكون المنطاد كبيراً جداً . وقد يظن أن السبب في ارتفاع المنطاد في الهواء هو ما يحتويه من الغاز ، ولكن الحقيقة أن الغاز بحد ذاته ليس سبباً في ارتفاع المنطاد في الهواء بل لأنه أخف وزناً من الهواء المحيط به . وهكذا تزداد قابلية ارتفاع المنطاد كلما خف وزنه . إن أخف منطاد هو الذي لا يحتوي على غاز أو أي شيء آخر . ولكن المشكلة هي أنه لا يمكن تفريقه من الهواء أو الغاز دون أن ينكسر

إلا إذا كان مصنوعاً من مادة صلبة وفي هذه الحالة يكون ثقل الوزن ، غير عملي .

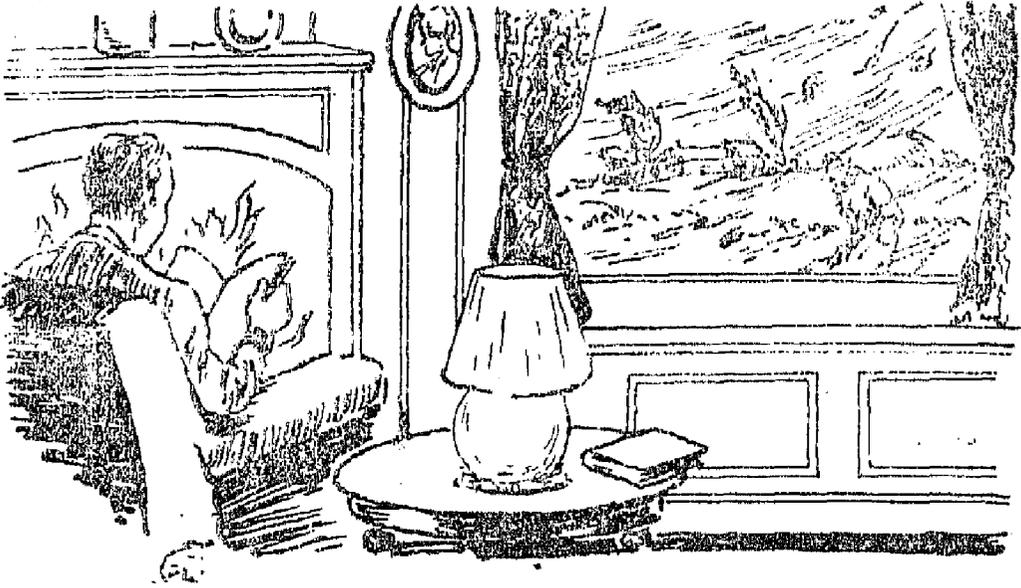
إن أسهل طريقة لجعل شيء ما أخف من الهواء هي ملء كيس من الحرير أو المطاط بغاز أخف من الهواء . وليست الغاية من الغاز رفع المنطاد بل لكي تفتتح جواربه ويصبح أخف وزناً مما يعادل حجمه من الهواء ، ولذا لا يمكن عمل منطاد له قابلية رفع قوية ما لم يكن ذا حجم كبير .

وهكذا نرى أن لأجل رفع شيء ثقيل بالمنطاد يجب أن يكون المنطاد ذا حجم كبير ، أما عند رفع ذلك الشيء بالطائرة فيجب أن تكون الطائرة سريعة الحركة . ولا يمكن لأي جسم كبير أن يتحرك بسرعة . وهكذا يسهل علينا أن ندرك بأن المنطاد والطائرة شيئان مختلفان . ومن السخف أن نضع ما يجمع بينهما . فإذا ملأت الطائرة مثلاً بغاز المناطيد صارت أثقل لا أخف .

لا نستطيع في الوقت الحاضر أن نؤكد بأن الانسان قد غزا الجو ، ولكنه في بداية المعركة . فهو يستطيع أن يطير أسرع من الطير ، وأبعد مدى منه ويستطيع حمل أثقال تبلغ مئات أضعاف ما تحمله أضخم الطيور ، ويستطيع أن يخلق في الجو آلاف الأميال دون توقف أو احتياج الى البازن . وعند التوصل الى اكتشاف مادة خفيفة للوقود ، قد نستطيع الطيران حول العالم في مدة لا تتجاوز يومين دون توقف .

وكل ما نحتاجه لكي نثق تماماً بأجنحتنا هو أن يتعمق العلماء

والمهندسون في دراسة الطاقه والقوى التي تحافظ على بقاء الطائرة في
الطراء . وها هم في سبيل الوصول الى الرؤية من خلال الضباب ،
وهم كذلك يواصلون تحسين مكائن الطائرات واجنحتها . رسيأني يوم غير
بميد يصير لكل منا طائرة خاصة مثلما تملك اليوم كل عائلة أمريكية
تقريباً سيارة تجول بها فوق الارض حيث تشاء .



الفصل التاسع

الاستفادة القصوى من القطن

قد لا تفكر - وأنت ترتدي ثيابك صباحاً - كيف أتعن عملها لتكون مريحة . وما الألبسة في الحقيقة إلا ملايين الجزيئات محيطة بأجسامنا . من الممكن إذاً أن نجعلها بشكل أبسط ، وذلك بإذابة ألياف القطن أو الصوف مثلاً في مواد كيميائية لتحصل على سائل يشبه طلاء الاظافر الذي تستعمله النساء ، لأن إذابة القطن وتحويله إلى طلاء أسهل بكثير من غزله ونسجه وخياطته . فعوضاً عن أن تلبس الثياب الداخلية والخارجية يمكنك طلاء ذراعيك وصدرك وكتفيك بمحلول القطن بفرشاة أو مضخة . وهكذا تبدو يوماً برداء أحمر وفي يوم آخر برداء أخضر

باستعمال الطلاء الذي تختاره . فاذا ما جف هذا الطلاء يكون فوق جسمك
جزئيات من نوع الجزئيات الموجودة في الملابس الاعتيادية .

غير أن من السهل أن يبين كل فرد أخطاء متعددة في هذه الفكرة
الخيالية . فهي قبل كل شيء طريقة بطيئة للارتداء إذ يقتضي في كل
مرة إذابة المادة التي تستعمل للكساء ، ثم ان هذا الطلاء يبرد الجسم ولا
يدفئه ، وأهم من كل ذلك ان هذا النوع من الرداء قد يؤدي بحياة
لابسه قبل أن ينفضي النهار ، إذ أنه يسد مسامات الجلد فيتوقف التعرق
وترتفع الحرارة . ففضية الالبسة إذا ليست مجرد تغطية الجسم ولا يمكن
يقتضي ان تتوفر فيها الراحة من كل الوجوه .

تصنع الالبسة خفيفة وذات مسامات لكي تجعل الهواء النقي بتلامس
دائمي مع الجسم كما تساعد على اخراج الهواء الفاسد الناتج من عملية
التعرق ، كما انها تحافظ بنفس الوقت على حرارة الجسم وتمنعها من التسرب
الى الخارج بسهولة .

من أنفع أنواع الاقشة هي الاقشة الحريرية التي تصنع من الياق
الحرير المبرومة المستحصلة من شرنقات دودة القز . تعيش دودة القز على
أوراق التوت ، وتستخرج من سليلوز هذه الاوراق سائلاً تدفمه من
فتحتين جانبيتين في جسمها (Spinneretes) فيتصاب بمجرد تعرضه
لهواء ويتحول الى ألياف . وتستطيع الدودة الواحدة ان تنتج دفعة
واحدة خيطاً يبالغ طوله ثلثي ميل ، وتلف الدودة هذا الخيط حول نفسها
مكونة ما يسمى بالشرقة (Cocoon) . وكل ما يصنعه الانسان هو
أن يلف هذا الخيط مرة ثانية حول بكرة خاصة ثم يبرم الألياف الى

خيوط يصنع منها الأقشة الحريرية .

لقد كانت دودة القز لفرأ لم يستطع الإنسان حله ، ولما نزل العلماء عاجزين عن صنع حرير حقيقي ونعم توصل البعض منهم الى اختراع مادة الاريون (Rayon) التي تقوم مقام الحرير الطبيعي في كثير من الاحيان . ولصنع هذا النوع من القماش تخضّر أليافه بإمرار السائل منه في فتحات صغيرة لصفحة معدنية فتجف الألياف بمد خروجها من هذه الفتحات مباشرة ويمكن أن تكون أدق من ألياف الحرير ، وتصنع منها خيوط ينسج منها القماش المطلوب .

عندما نادى قماش الاريون نكون قد استعملنا نفس مادة الطلاء التي تخيلناها في أول هذا البحث ، ولكن ما أبعد الفرق بين الحالتين ! لأننا بتفسير ترتيب الجزيئات قد حولنا هذه المادة الى قماش فيه مسامات ، يساعد على تكييف الهواء في أجسامنا .

إن قماش الاريون مفيد جداً لصنع الأقشة ولكنه لا يقوم مقام الحرير في كثير من الأحوال . ولذا فقد واصل الكيميائيون أبحاثهم في تنظيم الذرات حتى توصلوا الى اكتشاف نوع من الجزيئات استطاعوا أن يحولوها الى ألياف . فكان النايلون (Nylon) من المواد التي اكتشفوها فصنعوا منها أقشة تفوق الحرير متانة . ويبدو من المحتمل أن يحل النايلون محل الحرير خلال بضع سنوات عندما يمكن صنعه بطريقة رخيصة . وعلى كل حال فلم يعد يبقى شيئاً علينا صنع القماش من حرير دودة القز بعد هذا الاختراع .

أهمية الهواء

قد تجمل خفة الهواء المره أن يفكر بتفاهة قيمته ، لأنك تستطيع أن تحرك يدك في الهواء دون أن تشعر به ، كما أنت وزن ملء غرفة منه لا يزيد عن بضعة أرطال . ولكن رغم كل ذلك فإن للهواء قيمة تفوق في بعض الأحيان قيمة الأرض والماء . قد يعيش المرء شهراً دون طعام إذا كان في راحة تامة . ويستطيع أن يعيش ثلاثة أيام أو أربعة دون ماء ، ولكنه يموت بعد بضع دقائق من حرمانه الهواء ، وعليه يجب أن يقدم الهواء لأجسامنا بصورة دائمية ، أكثر من الماء والطعام .

وتسد حاجتنا اليومية ثلاثة أرطال من الطعام وأربعة من الماء ، ولكن لا فائدة من كليهما إذا لم نحصل على ثلاثين رطلاً من الهواء يومياً على أقل تقدير ، وهذا ما يعادل ملء عشر غرف كبيرة منه ، واننا نتنفس في الأسبوع الواحد ما يعادل وزن جسمنا من الهواء .

اننا نأكل الطعام الصحي النظيف ونشرب الماء والحليب والسوائل الأخرى بعد أن نتأكد من قواوتها وملاءمتها لمحافظة صحتنا ، ولكن علينا أن لا ننسى أن من المهم جداً أن يكون الهواء الذي نتنفسه نقياً كذلك .

يكون الهواء نقياً لطيفاً في المحلات المفتوحة خارج المدن وفي الأرياف في أيام الربيع الصافية ، أما في فصل الشتاء حين تضطر الى قضاء القسم الأعظم من وقتنا داخل المدن فيصعب علينا المحافظة على نقاوة الهواء دائماً . ويكون الهواء نقياً عندما يكون خالياً من المواد الغريبة ، وفي

درجة معينة من الحرارة والرطوبة ، كما يجب ان يكون متحركاً ولو حركة بطيئة ، لأنه إذا ركد فسد .

لقد تعلم الناس منذ قديم الزمن أن ينفثوا هواء بيوتهم في الشتاء للتخلص من وطأة البرد . فانتا نوقد المدافئ لنحصل على طاقة حرارية تدفئ الهواء . وقد توصل العلماء الى طريقة أفضل للاحتفاظ بالطاقة الحرارية من الهواء نفسه عندما يكون شديد الحرارة . وتسمى الطريقة الخاصة للمحافظة على الهواء في درجة حرارة ورطوبة معتدلتين أو تقليلهما عند الحاجة مع الاحتفاظ برائحة نقية للهواء بعملية تسمى تهوية الهواء (Air - Conditioning) .

ومن المهم جداً أن يبقى الهواء الذي نعيش فيه في الدرجة المناسبة من الحرارة . ففي فصل الشتاء مثلاً حين تكون بيوتنا دافئة جداً تتعرض للبرد عند خروجنا منها فجأة . وتعرض لخطر البرد أيضاً اذا كانت باردة . ولقد وجد أن الدرجة المناسبة من الحرارة في داخل البيوت تتوقف على شدة الحرارة أو البرودة في الخارج . فعندما تكون درجة حرارة غرفة الدرس في فصل الشتاء (٩٨°) فهذه نهايت تقل نسبة تعرض الطلاب للبرد عما اذا كانت الغرفة دافئة جداً أو باردة جداً . أما في الصيف فيجب أن تكون حرارة الغرفة أكثر منها شتاء لكي لا يشعر الداخل اليها بالبرد حال دخوله ، فاذا كانت درجة حرارة الطقس في الخارج (٩٥°) فهذه نهايت فيقتضي أن لا تقل حرارة الغرفة عن (٨٠) درجة . لقد جهز القسم الاعظم من دور السينما والمحلات العامة بأجهزة تهوية الهواء وقد يساه استعمال هذه الاجهزة أحياناً بتبريدها أكثر من اللازم في فصل الصيف .

الرطوبة في الهواء

تغطي الرئة من الداخل طبقة رقيقة من الماء ، فعندما يكون الهواء الذي نستنشقه جافاً يمتص الماء من هذه الطبقة ، فنتمرض للزكام بسهولة .

ولا يتوقف الشعور بالحرارة صيفاً على شدة حرارة الهواء فقط ، بل على ما يحتويه من الرطوبة أيضاً . يحتوي الجسم على جهاز للتبريد يعمل خاصة عندما يكون الهواء جافاً . فعندما يتبخر الماء أو أي سائل آخر تنخفض درجة حرارته ، لأنه يفقد طاقة الجزيئات المتبخرة منه . وهكذا فإن جلد الانسان يحتوي على مسامات صغيرة تخرج منها الرطوبة بشكل العرق عندما يزيد حرارة الجسم الداخلية عن حدّها الاعتيادي . ويتبخر هذا العرق من الجسم فيبرده . وفي الايام الحارة الجافة يزداد العرق لكي يبرد الجسم ، أما إذا كان الهواء محتوياً على رطوبة زائدة فلا يتبخر العرق بسهولة ولذا لا يبرد الجسم . وقد يكون الهواء مشبعاً بالرطوبة بحيث يتوقف التعرق تماماً فيصير الجسم حاراً لزجاً .

وكثيراً ما يشعر الناس في فصل الصيف أن الذي يزعجهم هو ليس الحرارة الزائدة بل الرطوبة الزائدة . ففي بعض الصحاري قد تزيد درجة الحرارة عن (١٠٠ °) فنهايت دون أن يشعر المرء بشدة وطأتها وذلك لقلة الرطوبة فيها ، بينما نجد في محلات أخرى أن درجة حرارة (٨٥) فنهايت قد تكون سبباً لا نزاع كبير لتسبب الهواء بالرطوبة .

ولهذا السبب يستحسن تقليل نسبة الرطوبة في بيوتنا عندما يكون الهواء مشبعاً بها . لقد كانت نسبة الرطوبة في بعض مناجم الذهب في

أفريقيا عالية إلى درجة الأشباح بحيث يعرق العمال بغزارة عند وجودهم فيها . إلا أن أجسامهم لا تبرد لعدم تبخر العرق ، ولما كانت حرارة الطقس في فصل الصيف أعلى من الحرارة التي يتحملها الجسم بدون أن يتعرق ، فإن الكثيرين من العمال كانوا يموتون بعد بضعة ساعات من نزولهم إلى المناجم . أما الآن فقد توصلوا إلى استعمال مبردات تبرد الهواء الذي يدفع إلى داخل المنجم بمراوح كهربائية كبيرة ، وهكذا يمكن اخراج الهواء الحار المشبع بالرطوبة وادخال الهواء البارد الجاف الذي يساعد على تبخر العرق من أجسام العمال فيسهل مهمتهم عند البحث عن الذهب .

وفي دور السينما الكبيرة التي قد تضم أحيانا ما لا يقل عن ألف متفرج . يخرج من أجسام هؤلاء المتفرجين ما لا يقل عن اثني عشر غالونا من العرق في الساعة الواحدة ، وفي عرض القصة المؤثرة أو المهيبة قد يخرج من أجسامهم حوالي (١٨) غالونا من العرق في الساعة . فإذا بقيت هذه الرطوبة في الدار يصير الهواء رطبا غير مريح ولذا اقتضى تبديله دائما .

كيف نجعل الهواء صحيا

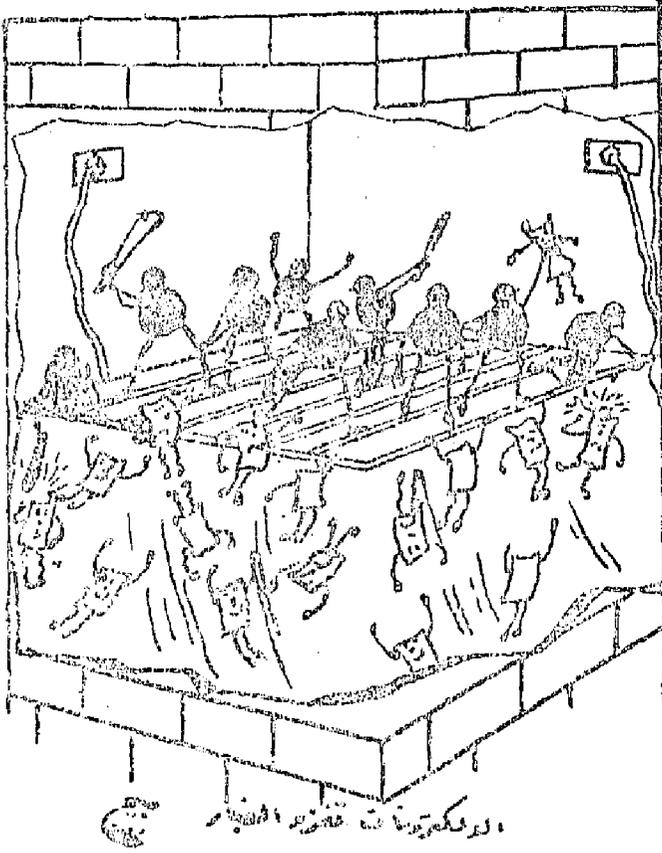
لكي يكون الهواء في الداخل صالحا للتنفس من الوجهة الصحية فانه يحتاج الى التسخين أو التبريد ، والى الترطيب أو التجفيف ، والى التنقية أيضا ، كما يقتضي أن يدخل الغرفة بهدوء دون أن يحدث تياراً . وقد يمكن إنجاز اغلب هذه الامور بمجرد رش ماء ذي حرارة مناسبة في الهواء . ومن الغريب ان من الممكن تجفيفه بهذه الطريقة أيضا . فالهواء

يعطي قسماً من رطوبته لسكل سطح يلامسه وحرارته أقل من حرارة الهواء ، فيتكون الندى مثلاً على سطح إبريق من الفضة مملوء بماء مشحج . ويتكون أيضاً فوق سطح الماء نفسه لأن سطح الماء البارد يلتقط رطوبة الهواء ، ولذا فإذا كان الماء الذي يرش في الهواء أقل حرارة من الهواء نفسه امتص الماء الرطوبة الموجودة في الهواء . أما إذا كان الماء أدفأ من الهواء فإن جزيئات الماء تتبخر .

ومن المهم جداً - في عملية تكييف الهواء - تنقيته من الغبار . فلو نظرت الى حزمة ضوئية داخلية من فتحة النافذة لوجدت فيها آلافاً من ذرات الغبار المتطايرة . وتكثر كمية الغبار في المدن الكبيرة عادة ، لكثرة الحركة فيها . وعندما نتنفس الهواء يدخل هذا الغبار الى الرئة حتماً . ويقدر ما يسقط من الغبار فوق كل ميل مربع من الارض في المدن الكبيرة بمئات الاطنان سنوياً . ولذا اقتضى مكافحة الغبار بازالته من الهواء بعمالية الرش بالماء أو بادخال الهواء من بين ألياف الزجاج المبلة بالماء توفيقاً من خطر ضرره على الصحة .

ولقد اخترع العلماء حديثاً طريقة للتخلص من الغبار بشحن الهواء كهربائياً . ولهذا الغاية تستعمل شبكة من الاسلاك تشحن بقوة كهربائية ذات ضغط عال فتشحن ذرات الغبار بالكهرباء ، فتجذبها الاسلاك الكهربائية اليها .

ومن الظريف حقاً مشاهدة هذا الاختراع عند عمله ، فإذا ما دفعنا تياراً من الدخان المملوء بالملايين من الذرات الدقيقة خلال هذا الجهاز فسوف لا نرى أمراً للدخان في الجهة الاخرى منه ، إذ تتعلق ذراته



بالاسلاك الكهربائية ، واذا ما قطع التيار الكهربائي شاهدنا خروج
الدخان بوضوح فورا .

فهره الحرارة لفصل الشتاء

لقد علم الانسان - منذ ان اخترع النار - أن بإمكانه تدفئة نفسه
وتدفئة الهواء الذي يتنفسه ، بحرق الخشب أو مواد الوقود الاخرى .
والنار هي عبارة عن تفاعل كيميائي ، تتحد جزيئات الوقود مع
جزيئات اوكسجين الهواء ، فتنتج كمية كبيرة من الطاقة الحرارية التي
تزيد في عدد جزيئات الخشب المتحد بالاكسجين ، وهكذا تنتشر النار .
وتسلك أنواع الوقود كافة مصاريف باهضة فنضطر الى الاقتصاد

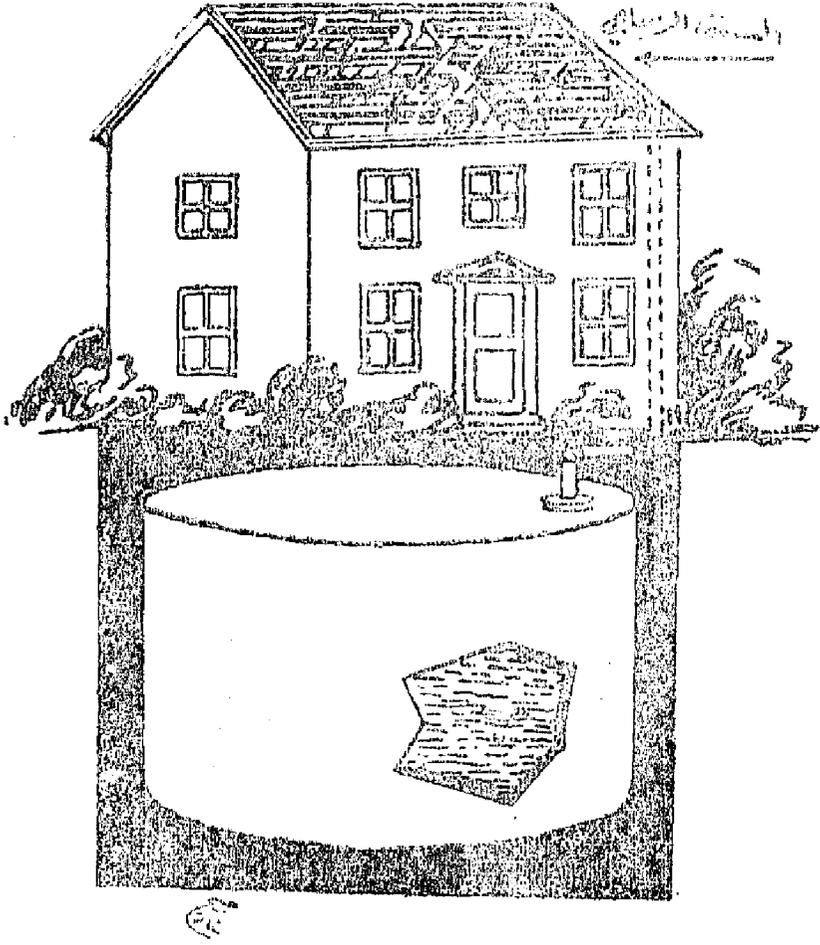
في صرفها . ويمكن المحافظة حرارة الدور ببناء جدرانها من مواد لا تساعد على تسرب الحرارة بسهولة . لقد سبق أن ذكرنا إمكان استعمال الآجر الزجاجي لهذا الغرض ، وذكرنا أن من الممكن استعمال ما سميناه بصرف الزجاج المتكون من ألياف دقيقة جداً منه ، فيوضع داخل الجدران لمنع تسرب الحرارة . وعندما يتيسر استعمال هذه المواد المازلة سيكون في استطاعتنا توفير نصف ما نصرفه من مواد الوقود .

وبما أنه حتى الدور المعزولة بصورة جيدة قد تكون حارة في الصيف وباردة في الشتاء ، فيبدو أن من الحكمة أن نستعمل الحرارة الزائدة في الصيف للتدفئة في الشتاء وذلك فيما إذا تيسرت لنا وسيلة للاحتفاظ بهذه الحرارة والاستفادة منها عند الحاجة .

ولقد توصل العلم الى هذه الطريقة ولكن تكاليفها باهضة في الوقت الحاضر بحيث لا يمكن الاستفادة منها عملياً .

ومن طرق خزن الطاقة الحرارية وضع حوض كبير للماء تبلغ مساحته حوض السباحة ، تحت بناء الدار ومحاط هذا الحوض من جميع اطرافه بمادة عازلة ، كالفلين أو ألياف الزجاج ، لمنع تسرب الحرارة منه . وتوضع فوق سطح الدار صناديق زجاجية منبسطة تحتوي على مئات الأنابيب التي يجري فيها الماء بصورة بطيئة جداً خلال فصل الصيف ، فيدفع نتيجة تعرضه لحرارة الشمس . وهكذا تمتص الأنابيب حرارة الشمس لتدفئة الماء عوضاً عن تسرب هذه الحرارة الى الدار نفسها التي تكون أبرد مما لو لم تكن فوقها هذه الأنابيب . وتوضع مضخة صغيرة تدفع الماء الحار الى الحوض الكبير الموجود تحت الدار ، وب نفس الطريقة يدفع الماء البارد من

الحوض الى الأنايب لسكي يسخن . وهذه الوسيلة يسخن ماء الحوض طيلة فصل الصيف تدريجياً حتى يقارب درجة الفايان في أوائل الخريف . ويقتضي أن يكون الحوض معزولاً عزلاً محكماً لكي يحتفظ بحرارته بضعة أشهر دون أن يبرد الماء فيه .



وعندما يقل نور الشمس في فصل الشتاء يمكن توزيع الماء الساخن بأنايب في مختلف اقسام الدار لتدفئتها ، وحتى إذا حل فصل الربيع تكون حرارة الماء قد انخفضت نوعاً ما .

وقد جرت هذه الطريقة ونجحت نجاحاً باهراً ، وليكن عمل

الحوض الكبير وعزله عزلاً محكماً يكلف مصاريف باهظة جداً ، بحيث يتمدر تطبيق هذا المشروع في الوقت الحاضر .

تبريد الأشياء

يمكن حرق أغلب مواد الوقود كالخشب والفحم والزيت بسهولة في الهواء فتولد حرارة ، وهناك كثير من التفاعلات الكيميائية التي تولد الحرارة . غير أن هناك تفاعلات أخرى تمتص الحرارة فتبرد الأشياء . كبلورات الهايبو (Hypo) التي تستعمل في التصوير والتي تبرد الماء عند إذابتها فيه . غير أن أغلب المواد التي تمتص الحرارة لا يمكن استعمالها للتبريد لقلة أسعارها .

لقد حاول العلماء - مدة طويلة - أن يوجدوا طريقة عملية رخيصة لتبريد الدور في أيام الصيف . ومن الطرق المعروفة للتبريد هي تبخير أي سائل بسرعة ، إذ تمتص الحرارة عند تبخيره . وكلما زادت سرعة التبخر زادت البرودة الناتجة . فاذا وضعت قطرة من الماء على ظهر يدك شعرت ببرودة قليلة حتى يجف الماء . واذا وضعت قطرة من الكحول شعرت ببرودة أكثر ، لأن تبخره أسرع من الماء . أما إذا وضعت قطرة من الأثير فستشعر ببرودة زائدة لأنه يتبخر حالاً . وتبخر بعض السوائل بسرعة فائقة بحيث يمكن تجميد اليد بواسطةها . وليس السائل بحد ذاته بارداً بل لأن جزيئاته تتبخر بسرعة حاملة معها حرارة الجسم الذي تلامسه .

ومن الطرق المستعملة لتبريد الماء في المحلات التي لا يتيسر فيها الثلج

أو المبردات هي وضهه في أوان من نحاس فيه مسامات فيترشح قليل من الماء من هذه المسامات ويتمرض للتبخر فيبرد الماء الموجود داخل الأناة ويمكن تبريد الاسماء والحضار بوضعها في أكياس من الجفانص مبللة بالماء الذي يبردها عند تبخر قسم منه .

وتعمل الشلاجة أو المبردة الميكانيكية على نفس هذا الاساس تقريباً ، ولكن الماء المتبخر يبقى داخلها عوضاً عن تسربه ، ويتجمع في الأنابيب حيث يتحول الى ماء ساخن يمكن تبريده صرة اخرى بمروحة كهربائية فالمبردة إذا تفتج الحرارة في نفس الوقت ولكن هذه الحرارة تدفع الى الخارج .

إن المبردة هي عبارة عن صندوق كبير مبطن بألياف الزجاج أو الكارتون أو أي مادة عازلة اخرى ، في داخلها مضخة صغيرة تحوي بخار الأثير أو الأمونيا أو ثاني اوكسيد الكاربون . وهذا البخار مضغوط الى درجة كبيرة بحيث تتجمع جزيئاته بشكل سائل حار جداً ، يدفع في أنابيب للتخلص من قسم كبير من حرارته بتيار مائي أو صروحة كهربائية . وعندما يبرد السائل يدفع بانبوب الى محل خاص حيث يتحول الى بخار بارد ، يدفع الى الانبوب الملتف حول خزانة التجميد التي تصنع فيها قطع الثلج .

وعند وجود المبردة في المطبخ لا تبرده بل بالاكس تدفئه إذ فيها مضخة تسحب الحرارة الى الخارج . فبامكاننا إذا استعمال هذه الحرارة للتسخين فيما اذا تيسرت لدينا طريقة لحزنها والاستفادة منها عند الحاجة . من الممكن هنا تشبيه المبردة بمجرفة بخارية تحفر التراب من جهة

وتكوثه في جهة . وهكذا تفعل المضخة في المبردة ، تأخذ الحرارة من الداخل فتدفع بها الى الخارج .

فلا يستبعد إذا استعمال المبردة في المستقبل للتسخين في نفس الوقت . ويمكننا أن نتصور إذ ذاك وجود الماء ومواد الطعام وهي تفل في القسم الاعلى من المبردة بينما نجد قوالب الثلج ومواد الطعام المجمدة في القسم الأسفل منها . ويقضي طبيعياً فصل هذين التسمين ، منعا لتسرب حرارة القسم الحار الى القسم البارد .

والكل مبردة جهاز خاص يسمى ناظم الحرارة (Thermostat) يمنع تبريدها أكثر من اللازم . فعندما تزداد حرارتها الداخلية يقوم ترمومتر ميكانيكي خاص بالضغط على مفتاح كهربائي فيسري التيار فيها وتندفع حرارتها الزائدة الى الخارج . وعند الحصول على الدرجة المناسبة من البرودة يقوم الترمومتر بقطع التيار . وهكذا يبقى الطعام محتفظاً ببرودته ، إذ كلما ارتفعت حرارته عادت المبردة الى عملها . وفي الامكان الحصول على مجرد التبريد أو الحصول على تجميد الماء بالضغط على مفتاح صغير في واجهتها الأمامية .

إن اكثر الاقسام تكاليفاً في مشروع تكييف الهواء هو الحصول على مبردة كبيرة لتبريد الماء الذي يجفف الهواء ويبرده . ولكن لا يستبعد أن تقل هذه التكاليف في المستقبل فيعم استعمال هذه الطريقة في البيوت . ويقتصر استعمالها في الوقت الحاضر على بعض المحلات العامة كدور التمثيل والسينما والمخازن الكبيرة وعربات القطار .

البرد بقعة في العالم

ما هو الحد الأدنى الذي تتصور أن تصل إليه برودة أي شيء في العالم ؟ تقع أبرد بقعة في العالم بالقرب من القطب الجنوبي حيث تصل درجة الحرارة إلى الثمانين تحت الصفر . فهذه الدرجة هي أقصى حد للبرودة في الطبيعة ، بينما استطاع العلماء أن يحدثوا في مختبراتهم درجات أدنى منها بكثير . لقد توصلوا - بالحقيقة - إلى ما لا يزيد عن بضعة آلاف من الدرجة ، من أوطأ درجات الحرارة التي يمكن الوصول إليها .

والحرارة هي عبارة عن حركة جزيئات المادة . فإن توقفت هذه الحركة فلا وجود للحرارة . فتكون المادة حينئذ قد وصلت إلى أدنى حد من البرودة . وقد تمكن العلماء من قياس سرعة حركة الجزيئات في أي مادة كانت تحت مختلف الدرجات من الحرارة . فعرفوا أن الجزيئات تتوقف عن الحركة تماماً عندما تصل درجة حرارة المادة إلى 273° فهرنهايت تحت الصفر .

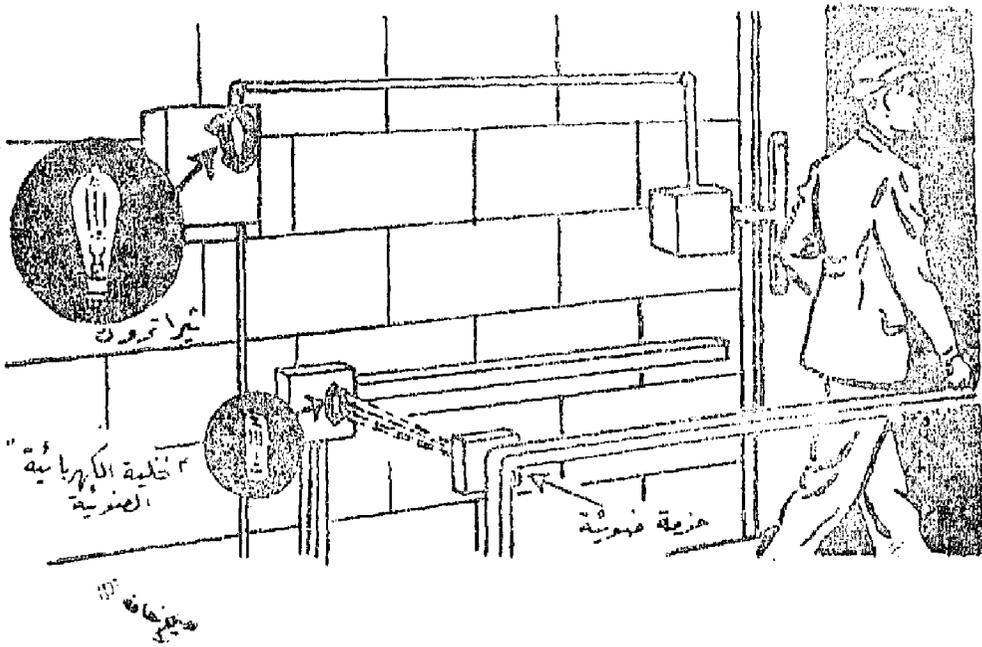
إن درجة حرارة الجسم هي 98.6° فهرنهايت ، ويذوب الثلج في درجة 32° . فإدنى درجة من الحرارة يمكن الوصول إليها إذا تقل حوالي ثماني مرات عن مقدار الفرق بين درجة الانجماد ودرجة حرارة جسم الإنسان . ولقد توصل العلماء حديثاً إلى أحداث ما لا يزيد عن بضعة آلاف من الدرجة عن هذه الدرجة ، أو فوق ما نسميه بالصفر المطلق ، باستعمال مبردات خاصة .

وتحدث أشياء غريبة جداً تحت تأثير هذه الدرجة أو ما فوقها بقليل

فيتحول الهواء الى سائل ثم يتجمد الى كتل ممتلئة ، وتتجمد جميع الغازات المعروفة كذلك حتى الهيدروجين والهيليوم اللذان لا يتجمدان بسهولة . ويمكن اجراء تجارب طريفة بالهواء السائل . فعند وضع قطعة مطاط فيه لمدة بضع ثوان تتصلب وتصبح سهلة الكسر ويمكن سحقها بالمطرقة ونحوها الى مسحوق دقيق جداً . ولكنها تسترجع خاصيتها المطاطية حالما ترتفع درجة حرارتها . وكذلك تتصلب قطعة من اللحم في الهواء السائل ويمكن تحويلها الى مسحوق دقيق .

وهناك تجارب عديدة أخرى ممتعة تحت تأثير الدرجات المنخفضة من الحرارة . فالتيار الكهربائي مثلاً يجري في الاسلاك بسهولة دون مقاومة ، حتى انه يستمر في جريانه لمدة يومين أو ثلاثة أيام بمسد فصل الاسلاك عن البطارية .

وسيكشف العلماء كثيراً من هذه التجارب عند استمرارهم على دراسة خواص المادة في الدرجات السفلى من الحرارة .



الفصل العاشر عالم الكهرباء

إن الكهرباء من أهم أنواع الطاقة التي قام علماء الطبيعة بدراسةها .
تحتوي الطبيعة على أنواع متعددة من الطاقة ، فقد كنا ولا تزال نرى
الطاقة الضوئية بأعيننا ، ونسمع الطاقة الصوتية بأذاننا . أما الطاقة
الكهربائية فهي من أعجب أنواع الطاقة ، إذ أننا لا نراها ولا نسمعها
ولا نشمها بتاتاً ، ولا نحس بها إلا في ظروف خاصة . إننا نستطيع اليوم أن
نحس بارجات الكهرباء . أما أسلافنا فلم يصادفهم ذلك في حياتهم إلا من
سكن منهم في المقاع التي تكثر فيها ثعابين الماء الكهربائية . أما البرق الذي
كانوا يشاهدونه في السماء فلم يكن في نظرم سوى ضياء براق ، ولم يدور

بجلدهم أنه يحتوي على نوع من الطاقة غير مألوف لديهم ، ذلك الذي
سخر ظير البشر العام بعد ذلك .

إن أول من أدرك إمكانية كهربة الأشياء رجل مجهول عاصر اليونان
القدماء ، فقد لاحظ هذا أن القطع الصغيرة الخفيفة من السكتان أو القش
تقفز وتتماق بقطعة الكهرمان (Amber) بفركها بكُم قيصه .
والكهرمان ماده صافية ، ذات لون أصفر ضارب الى السمرة ، أشبه العسل
المتجمد . ويعمل منه غالباً الخرز والأسورة والقلائد . وهو يتكون من
مادة رايننجية ، أصلها من أشجار الصنوبر المدفونة تحت التراب منذ
آلاف السنين ، حتى تصلبت هذه المادة على مر العصور . وعندما صادفتها
مياه المحيط غسلت عنها التراب فأصبحت كما نراها . والسائر على سواحل
المانيا الشمالية يشاهد قطعاً من الكهرمان مبعثرة بين الرمال . ويشاهد
أحياناً في داخلها حشرات صغيرة متجمدة كالناموس والذباب وغيرها من
التي عاشت قبل آلاف السنين ، ولكنها التصقت بالمادة الرايننجية التي
تحولت الى الكهرمان على مر الزمان .

يسمى الكهرمان باليونانية الالكترون (Electron) وعندما
لاحظوا أن هناك أشياء أخرى عدا الكهرمان يمكن أن تجذب اليهم
الاجسام الخفيفة عند فركها شهبوا هذه الأشياء بالكهرمان أيضاً ، فأطلقوا
على هذه الظاهرة كلمة الكهرباء (Electricity)

عندما تصير فوق سجادة في أيام الشتاء الجافة الباردة قد تشعر أحياناً
برجة كهربائية حين تضع يدك فوق قبضة الباب أو تصافح شخصاً آخر ،
وسبب ذلك ان احتكاك قدميك بالسجادة يولد الكهرباء في جسمك فتقفز

شحنة كهربائية صغيرة من اصبعك الى الجسم الذي تلامسه .

ويمكن لصاق حوصلة مطاطية مملوءة بالهواء بالخائط عند فركها في ردى المطف ثم لصقها بقليل من الشدة الى الخائط ، فهذه الحوصلة تسقط في الاحوال الاعتيادية و لكن الاحتمالك يولد فيها قوة كهربائية تساعد على التصاقها .

ولا يمكن اجراء هذه التجارب إلا عندما يكون الهواء صافياً جافاً ، لأنها تتوقف على جمع الكهرباء بطريقة الاحتكاك ، أما إذا كانت رطوبة الهواء زائدة فان الكهرباء يتسرب بسرعة .

ويمكن كربة كل مادة تقريباً عند فركها بجسم آخر إذا كانت معزولة . ومعنى عزل الشيء إحاطته بمادة أخرى لا تتسرب الكهرباء منها ، كالمطاط والحديد والزجاج والسكرمان .

وهناك طريقتان لشحن أي جسم بالكهرباء ، وهما الشحن الموجب والشحن السالب . فالجسمان المشحونان بنفس النوع يتنافران بعضهما عن بعض ، بينما يتجاذبان الجسمان المشحونان بنوعين مختلفين . فالقضيب المشحون شحنة موجبة يجاب اليه أي جسم مشحون شحنة سالبة ، ولكنه يدفع عنه أي جسم مشحون شحنة موجبة . وسنجد أن ليس هناك سوى نوع واحد من الكهرباء ، هو عبارة عن مجموعة الإلكترونات . فالأشياء المشحونة ايجابية هي التي فقدت قسماً من إلكتروناتها أما المشحونة سلبياً فتحتوي على إلكترونات أكثر مما تحتويه اعتيادياً .

وقد أجريت تجارب على كربة الأشياء قبل أن يكتشف الانسان

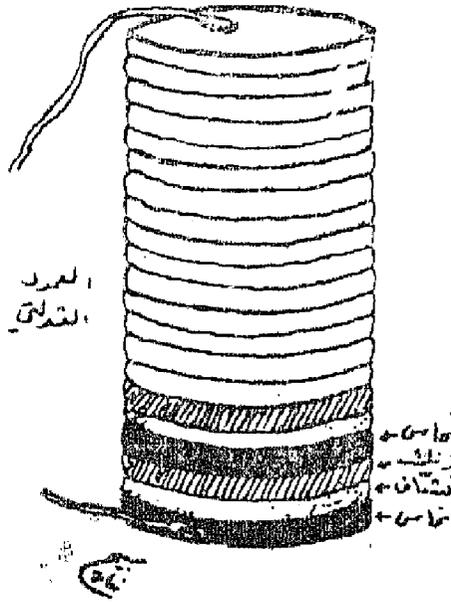
أهمية الكهرباء بألاف السنين . وقد قام بنيامين فرانكلين (Benjamin Franklin) وغيره من أعلام الطبيعة المعاصرين بعمل آلات تحك فيها قطع من القماش باسطوانات دوارة من الكبريت أو الزجاج ، فأمكنهم أحداث شرارات كهربائية طويلة . ولكنهم لا يستطيعون الاستفادة منها . وقد قام فرانكلين بتطير طائرات من الورق في أثناء حدوث الرعد ، فعندما يبتل الخيط تحدث شرارات كهربائية بتأثير البرق في مفتاح خاص مثبت في نهاية الخيط المبلل . وهذا ما دل على أن البرق هو كهرباء بعينها . ولكن حتى ذلك الحين لم يكن أحد يدري أن الكهرباء تتكون من أنواع الطاقة المكتشفة حتى الآن .

التيارات الكهربائية

كان أول من استدل على أن من الممكن الاستفادة من الكهرباء طبيب ايطالي يدعى كالفاني (Galvani) . كان يقوم بتشريح ضفادع ميتة ويعلق بعضها من أطرافها بصنارات نحاسية ، فلاحظ ذات يوم عند لمس أحدها سيقان الضفدع بقطعة من الصاب ، أنها تهتز حتى عند فصلها عن جسم الضفدع . فعندما سمع بعض العلماء بهذه الظاهرة فكروا في احتمال وجود علاقة الكهرباء بالموضوع .

ثم تمكن فيما بعد رجل ايطالي آخر اسمه فولتا (Volta) أن يحدث الكهرباء بدون احتكاك ، وذلك بوضع مئة قرص معدني أو أكثر ، واحداً فوق الآخر . فوضع أولاً قرصاً من الزنك مربوطاً بسلك ، ثم وضع فوقه طبقة من ورق النشاف المبلل بالحامض ، ووضع فوق هذا قرصاً

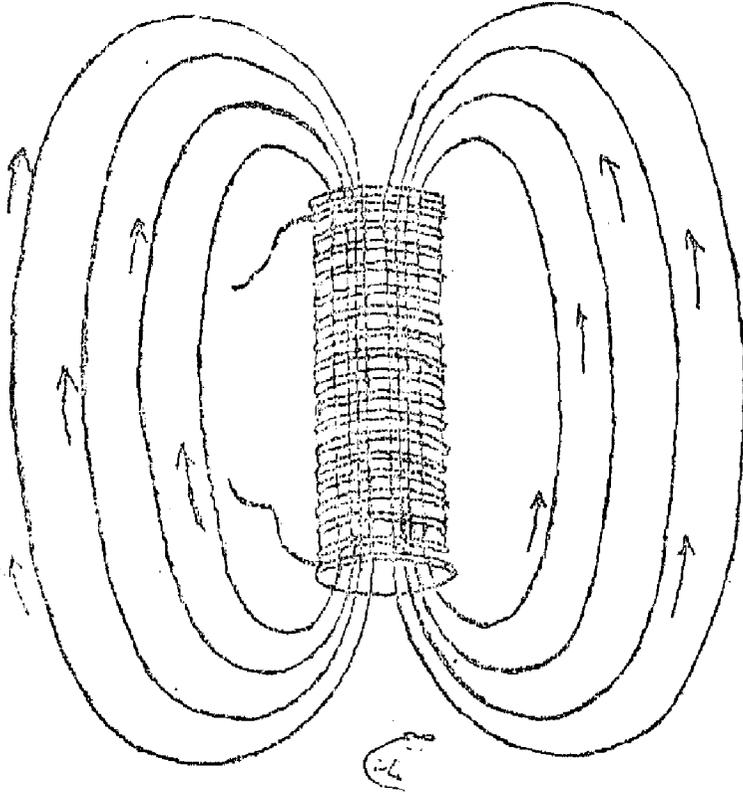
من النحاس ثم قرصاً آخر من الزنك ، وهكذا حتى صار لديه حوالي ستة
قرص من الزنك والنحاس على التوالي . وبعد عند وصل نهايتي ههنا
العمود المتكون من مجموعة الاقراص بسلكين ، وجد حصول شرارة
كهربائية . فكان ذلك أول خلية كهربائية تم اكتشافها ، وهي بمثابة
مضخة تدفع بالكهرباء الى الاسلاك عند وصلها ، لاجداث دائرة كهربائية
كاملة . وتسمى الفولتات بالعلماء الوحدة القياسية للضبط الكهربائي
الفولت (Volt) . فعندما نقول ان خلية كهربائية ذات ستة فولتات .
فيعني ان قوة دفعها للكهرباء تماثل ستة أضعاف قوة دفع خلية ذات
فولت واحد .



لقد اخترع فولتا أول بطارية ، إلا أنه لم يتوصل الى الاستفادة منها .
وقد أجرى علماء آخرون تجارب عرفتهم أن الكهرباء عند جريانها في أحد
الاسلاك تجذب اليها ، أو تدفع عنها سلكاً آخر يجري فيه التيار الكهربائي
أيضاً . ويتوقف تجاذب أو تنافر الاسلاك على كيفية وضعها . ومن بين

العالم الذيون قاموا بهذه التجارب رجل يدعى أمبير (Ampere)
وتحليداً لذكره سميت الوحدة القياسية لكمية الكهرباء التي تجري في
السلك بالأمبير .

الحلقات المغناطيسية
الناتجة عن التيار الكهربائي من الموصل



وقد وجد العلماء فيما بعد أنه عند لف سلك حول بكرة حديد
ووضع عدة ملفات من هذا النوع حول دوائر عملاقة ، وإمرار تيار
كهربائي في الاسلاك ، وجدوا أن من الممكن أن يدور الدوائر إذا كان
موضوعاً بين قطعتين مغناطيسيتين . ثم وجد ميكائيل فراداي
(Michael Faraday) أنه بالإمكان تدوير العجلة باليد وإحداث
تيار كهربائي في الاسلاك عند وجودها بين قطبين مغناطيسيين ، حتى وإن

لم توصل ببطارية كهربائية . وهذا مما يدل على وجود الكهرباء في كل جسم ، وانه في الامكان إخراج هذه الكهرباء حتى بدون بطارية : عند تحريك الاسلاك بالقرب من قطعة مغناطيسية . وبهذه الوسيلة تم اختراع أول مولد كهربائي (Electrical Generator) يدار بآلة خاصة فنحصل منه على أي مقدار من الكهرباء نريد . وهناك نوع محسن من هذا المولد ، يستعمل اليوم في المحطات الكهربائية لدفع التيار الكهربائي في المصابيح والمدافع وآلات الغسيل وغيرها من الأشياء التي تستهلك الطاقة الكهربائية . إن الكهرباء تأتي في سلك واحد وبعد ان تعطي قوتها تعود في سلك آخر .

ما هي الكهرباء ؟

لم يتوصل العلماء الى إدراك كنه الكهرباء إلا في نصف القرن الأخير . لقد أدركوا قبل ذلك أن المادة تتكون من الجزيئات ، وان كل جزييء يحتوي على أقسام أصغر منه ، تسمى الذرات . وفي عام ١٨٩٥ علم أن الذرة نفسها تتكون من كهارب دقيقة أطلق عليها اسم الألكترونات (Electrons) وتبلغ هذه الكهارب درجة من الدقة بحيث لو صف مقدار عشرة ملايين منها جنباً الى جنب لما ملأت فراغاً يزيد طوله عن انج واحد . وسرى أن كل مادة تتكون من الألكترونات ، ومن نوعين آخرين من الاجزاء الدقيقة ، غير أننا سنكتفي في الوقت الحاضر بالبحث عن الألكترونات ، وإمكانية سحبها من الذرة .
عندما تحتك أقدامنا بالسجادة تتعلق الألكترونات من ذراتها

بأجزيئات الموجودة في حداثنا فتسري منها الى جسمنا . وبهذا نكون قد حصلنا على الالكترونات زائدة ، أي أننا حصلنا على شحنة كهربائية سالبة .

وعند فرك قضيب زجاجي بقطعة من الحرير يلتصق بعض الالكترونات من الزجاج بالحرير . وعند تقريب هذا القضيب فوق قطعة صغيرة جداً من الورق تقفز بعض الالكترونات منها فتلتصق بالقضيب . وقد تتمكن من رفع قطعة الورق بكاملها لكي تتعلق به .

تتكون المواد العازلة للكهرباء ، كالطاط والخزف والزجاج ، من ذرات لا يمكن لألكتروناتها أن تقسرب بسهولة ، بينما تقسرب الكهرباء بسهولة من الممادن كالنحاس والفضة ، لأن الالكترونات هذه المواد تتحرك بسهولة من ذرة الى أخرى . ويغلف السلك النحاسي الذي ينقل التيار الكهربائي عادة بالطاط لكونه عازلاً لا يسمح للالكترونات أن تقسرب عند تلامس السلك بقطعة معدنية أخرى .

وسبب حدوث البرق في الجو هو حمل الريح الكثير من الالكترونات الموجودة في الغيوم ، فعندما يلتقي الغيم بسحابة أخرى ، أو عندما تقارب التلامس مع الارض تحاول الالكترونات عديدة من السحابة الثانية أو من الارض أن تقفز الى السحابة الاولى لتحل محل الالكترونات المفقودة منها ، فتحدث بذلك ضغطاً كهربائياً (Voltage) شديداً فتمزق ذرات الهواء دافعة بنفسها الى تلك السحابة محدثة انبعاثاً ضوئياً يعقبه صوت عالٍ . ولا يفعل الا لكترون الصغير الواحد شيئاً في حد ذاته ، ولكن عند تجمع عدد كبير من الالكترونات تستطيع إظهار قوة هائلة . فعندما تندفع خلال

جزئيات الهواء كطلقات الرصاص تصطدم بها محدثة الضوء الذي نراه عند حدوث البرق . وعندما تتمزق الذرات يتولد فراغ فيحدث الرعد عند هجوم الهواء الى هذا الفراغ . ويكون صوت الرعد عالياً جداً بحيث ينعكس صدها مراراً عديدة بين السحاب والارض ، ويستمر لمدة بضع ثوان بعد حدوث البرق .

وايست هناك فائدة تذكر من الكهرباء الموجودة في البرق ، ولكن التيار الكهربائي الذي نحصل عليه من الاسلاك يمكنه ان يقوم بأعمال عديدة متنوعة كنا نجهد أجسامنا لانجازها قديماً .

ويبدي الألكترون المتحرك قوة تجاه أي الألكترون متحرك آخر بالقرب منه ، وتسمى هذه الظاهرة بالقوة المغناطيسية . وعندما تشتري قطعة مغناطيسية من أحد المخازن فمضى ذلك انك تحمل معك حشداً من الالكترونات المتحركة باستمرار في ذرات الحديد التي تتكون منها تلك القطعة المغناطيسية . وكل من هذه الالكترونات المتحركة هو مغناطيس صغير . والملايين من هذه الالكترونات التي تتكون منها القطعة المغناطيسية قابلة جذب أي قطعة حديد بالقرب منها ، إذ أن هذه تحتوي على الألكترونات أخرى متحركة أيضاً . وقوة الألكترون الواحد ضعيفة ولكن عند تجمع الملايين منها في المحركات الكهربائية تقوم بتحريك السيارات الضخمة وتساعد القطارات على تسلق الجبال .

والمحرك الكهربائي هو من أعظم المخترعات التي تم التوصل اليها حتى الآن ، لأنه يستطيع القيام بكل الأعمال التي كانت تقوم بها عضلاتنا . وهو عبارة عن ملف من الأسلاك يجري فيها تيار كهربائي ، أو مجموعة من

الألكترونات . وكل من الملفات السلكية يستطيع أن يجذب اليه ملفاً آخر . وبوصل عدد من هذه الملفات بحيث يجري فيها التيار على التوالي وهي محيطة بمجلة وتقوم بتحريك هذه المجلة باستمرار فتكسبها قابلية تشغيل مضخة الماء أو منشار لذشر الخشب وما أشبه ذلك .

وفي الولايات المتحدة اليوم ملايين من المحركات لأبجاز مختلف المصالح والأعمال ، فهي تقوم بتشغيل مكائن الغسيل والخياطة والمضخات ومخاريط النجارة الى آخره . وكل هذه المحركات تعمل بتأثير القوة التي يحدثها الألكترون الصغير عند حرركته .

اطلاق سراح الألكترونات

تستطيع الألكترونات المحصورة في الأسلاك أن تقوم بأعمال عديدة ، أما الألكترونات السائبة في الفراغ فتستطيع القيام بأعمال أكثر ويمكن استخراج الألكترونات من ذراتها بنفس السهولة التي تستخرج فيها الجيوب من سنا بلها . ولما كانت المواد كافة متكونة من ذرات ، والذرات متكونة من الألكترونات فمن الممكن إذاً استحصال الألكترونات من أي مادة كانت . ولقد توصل علماء الطبيعة الى طرق عديدة لاستخراجها ربما كان أسهلها طريقة تسخين شريط التنكستن ، أو معدن صلب آخر ، الى درجة حرارة عالية جداً ، فتتصاعد الألكترونات كما يتصاعد البخار من الماء عند غليانه .

وتخرج ملايين الألكترونات من مصباح كهربائي إذا نسح لها المجال . وعند اشمال المصباح - لأول وهلة - تخرج منها بضعة ملايين

الالكترونون ، ثم سرعان ما تملأ فراغه ملاء لا يسمح لخروج الالكترونون آخر .
ولقد جرب اديسن وصل سلك إضافي الى زجاجة المصباح المتوهج ، فوجد
أنه يستطيع أن يرسل تياراً كهربائياً في فراغ المصباح في اتجاه واحد فقط .
واستطاع العلماء بعده أن يكتشفوا سبب ذلك ، وجدوا أن الألكترونات
التي تخرج من شريط المصباح تجذب داخل الفجوة الفراغية الى السلك
الإضافي عندما يكون شحنه إيجابياً ، وتعاد ثانية الى السلك بسلك خارجي
آخر . أما اذا كان شحن السلك سالباً فان الالكترونات تندفع عنه وتبقى
في سلك المصباح الساخن .

لقد صار من السهل جداً اطلاق الالكترونات من الذرة وجمعها بهذه
الطريقة ، والحق أن إطلاق هتي بليون بليون ألكترن لا يكاف أكثر
من أربعة فلوس . ولكننا - بالرغم من رخص الالكترون - نحتاج الى
كميات هائلة منها لنعمل أي شيء مفيد . إننا ندفع ملايين الجنيهات
سنوياً في سبيل إطلاق سراح الالكترونات من الذرة . وإن أكثر
ما ندفعه لحساب القوة الكهربائية الراديو إن هو إلا قيمة الطاقة المصروفة
لاطلاق الالكترونات . وفي كل جهاز الراديو أنابيب فراغية
(Vacuum tubes) مع أسلاك خاصة . والأنبوب الفراغي جهاز صغير
فيه ألكترونات تتصاعد من سلك فيه وتنطلق للعمل .

انظر الى داخل جهاز مستقبل الراديو تجد فيه بعض أنابيب صفار ،
تشبه مصابيح الكهرباء إلا أنها أصغر منها ، وفيها أجزاء معدنية أكثر .
وتسمى هذه الأنابيب بالأنابيب الفراغية الالكترونية (Electronic
Vacuum Tubes) . وفي وسط كل منها سلك أو خيط دقيق يمكن

تسخينه بارسال تيار كهربائي من بطارية أو من المجرى الكهربائي العام
ويتكون القسم الخارجي للأنيود من بصيلة زجاجية مفرغة تماماً من
الهواء ، وعندما تندفع الإلكترونات من السلك الساخن تجذب خلال
هذا الفراغ الى صفيحة من النيكل أو معدن آخر موصولة بالبطارية أو
التيار الكهربائي الذي يستمر في سحب الإلكترونات منها ، فتحمل معها
الإلكترونات أخرى من السلك الساخن داخل الأنبوب . وعنى آخر
تسحب هذه الإلكترونات بالمشحنة الكهربائية الموجبة في الصفيحة
المعدنية .

استخدام الإلكترونات

رغم ان المحركات الكهربائية تفتج أعمالاً جسيمة إلا أنها تشبه الخادم
الذي يقوم بأعمال مجهدة ولكنه بحاجة الى ارشاد مستمر . فيبدأ المحرك
عمله عند ادارة المفتاح الكهربائي ، إذ يسري فيه التيار ويتوقف بمجرد
قطع التيار . كما يمكن أيضاً زيادة سرعته أو تقليلها بتبديل كمية التيار الذي
يلصقه . ولكن عند اطلاق سراح الإلكترونات - كما في جهاز الراديو -
يمكن تسخيرها للقيام بأعمال أدق . ولا يستبعد أن تقوم الأنايب
الفراغية في المستقبل بتشغيل المحرك أو توقيفه من تلقاء نفسها ، أو أن
تقوم باضاءة مصابيح الشوارع عند الحاجة ، واطفائها عند عدم الحاجة
ليها بصورة أوتوماتيكية . فسواء أكان الظلام مسبباً عن غياب الشمس
أو الزوابع أو الكسوف تقوم هذه الأنايب باضاءة المصابيح ثم تقطع
عنها التيار حالما يزول ذلك الظلام .

العيون الكهربية

لقد أطلقت كلمة الانبوب الضوئي (Phototube) أو العين الكهربية على أول أنبوب استخدم للقيام بعمل من هذا النوع . إذ أنها تتأثر بالضوء كهربائياً . فعندما يقع عليها ضوء تطلق الألكترونات . ولولا هذه العيون الكهربية لما توصلنا الى اختراع الافلام السينمائية الناطقة ، إذ أنها لازمة لتحويل الاشارات الضوئية على الفلم الى الموسيقى والكلام .

ويمكن جعل هذه الأنايب أكثر حساسية من العين البشرية ، إذ أن هذه لا تستطيع رؤية الاشعة تحت الحمراء أو فوق البنفسجية ، بينما تستطيع بعض العيون الكهربية إدراكها . كما أن حساسيتها للضوء أسرع ألف مرة من العين البشرية ، ولهذا فمن الممكن استخدامها في حاجات لا يستطيع الانسان القيام بها .

ففي معامل السيارات مثلاً ترسم صفائح الحديد الصلب بالشكل المطلوب بمكبس هائلة يبلغ ضغطها آلافاً من الاطنان ، ويقتضي أن يكون العامل المشرف على هذه العملية يقظاً لئلا تصير يده بين فكي المكبس عند انطباقها . أما في الوقت الحاضر فقد زودت كل من هذه المكابس بالعين الكهربية التي يسلط عليها ضوء من الجهة الاخرى بين فكي المكبس ، فتخرج منها إلكترونات تندفع الى أنابيب أخرى متصلة بها ومسيطره على المفتاح الكهربي الذي يدير حركة المكبس . وهكذا يبقى المكبس واقفاً ما لم يسقط الضوء على الانبوب . فلو فرضنا أن العامل وضع يده

عنفة ، في أثناء حركة المكبس ، فستعجب يده الضوء عن الأنبوب ليتوقف
المكبس حالاً .

ويمكن استخدام العين الكهربائية لفتح الابواب بصورة اوتوماتيكية
لأي شخص يطردها ، فعند توجه هذا الشخص الى الباب بحجب جسمه
الضوء الصادر من مصباح كهربائي يتساط على الأنبوب ، فتتوقف حركة
الأسكروونات فيه ، وحالاً تتوقف الالكترونات ينفلق مفتاح مغناطيسي
صغير ، يؤثر في محرك كهربائي فيقوم هذا بفتح الباب .

وليست للأنايب الضوئية ، بالحقيقة ، السيطرة الكافية على التيار
الكهربائي لسد الباب أو فتحه ، ولذا فقد توصل العلم الى اختراع نوع
آخر من الأنايب الالكترونية تسمى الثيراترون (Thyatron) . ولا
تتأثر هذه الأخيرة بالضوء ، الا انها بمجرد احساسها بأقل وخزة في الضغط
الكهربائي تهبط اندفاع كمية هائلة من التيار الكهربائي الى الغاز الموجود
في داخلها . ووظيفة الأنبوب الضوئي هي إشعارها بتبدل الضغط
الكهربائي ، فتقوم بدفع كمية كبيرة من التيار الى المحرك الذي يقوم بفتح
باب أو تشغيل مضخة أو أي عمل آخر .

تستعمل الأنايب الضوئية أيضاً لتنسيق المواد المراد احضارها
للبيع . ففي معامل الصابون مثلاً ، قد يصادف أن تهمل الآلة تغليف
بعض القطع بالورق بصورة جيدة ، ولتلافي ذلك توضع العين الكهربائية
لمراقبة قطع الصابون التي تدفعها الآلة فوق شريط متحرك ، فيسلط
ضوء كهربائي فوق قطع الصابون . فإدامت القطع مغلقة تغلفها جيداً
يكون الضوء المنعكس منها على العين الكهربائية ثابتاً ، أما إذا كانت

أحدى القطع غير مغلقة فيختلف ضوءها المنعكس على العين الكهربائية التي تؤثر حالاً في انبوب الشيراترون الذي يدفع بالتيار الى مضطاطيس كهربائي يحرك عتلة تدفع هذه القطعة حالاً الى صندوق خاص .

وبنفس هذه الطريقة تقوم الأنايب الضوئية بتصنيف حبات القهوة لعزل المحروقة منها ، وتصنيف البرتقال بعزل الأخضر منه ، وغير ذلك من الاعمال بسرعة تفوق مئات المرات سرعة العين البشرية دون أن تكمل .

الأنابيب الإلكترونية الموسعة

(Electron Tube Amplifiers)

تطلق الألكترونيات في الأنابيب الضوئية (العيون الكهربائية) بتأثير الضوء الساقط عليها . أما في الأنابيب الإلكترونية المستعملة في أجهزة الراديو خاصة ، فتطلق الألكترونيات بالشريط الساخن نتيجة للحرارة العالية . ويمكن استخدام هذا النوع من الأنابيب في اعمال تفوق ما تقوم به الأنابيب الضوئية ، إذ من الممكن استخدامها كوسمات كهربائية . ونعني بذلك اننا لو غيرنا التيار الذي يدخلها الدرجة قليلة جداً فإن التيار الذي يخرج منها يتغير لدرجة كبيرة جداً . وأشبه هذه العملية ما يقوم به صمام البخار (Throttle) في القاطرة البخارية ، إذ بمجرد سحب بسيط على عتلة الصمام يدفع السائق بكمية هائلة من البخار الى القاطرة فتتحرك القطار بكامله . ورغم أن السائق لا يستطيع سحب القطار بيده طبعاً إلا أنه يسيطر على حركته كما لو كان يحركه بيده فعلاً . وتسمى هذه الطريقة بالتوسع (Amplification) .

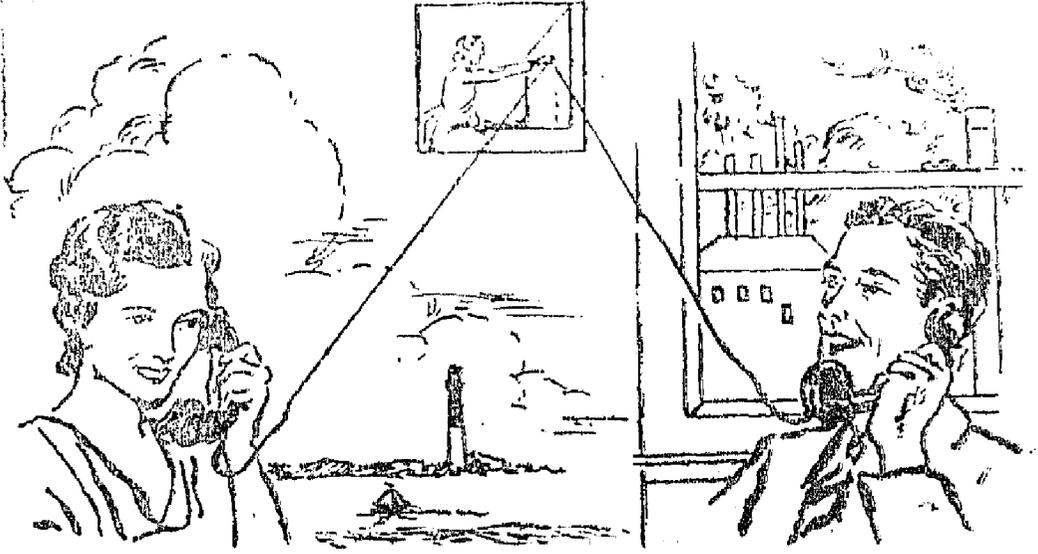
ومن الممكن وصل عدة أنابيب ألكترونية بعضها ببعض . فعندما
تتسلم الاولى اشارة كهربائية دقيقة تعطي بدورها اشارة أقوى الى
الانبوب الثاني الذي يعطي بدوره اشارة أقوى الى الثالث ، وهلم جرا ،
فدستطيع بذلك تكبير الاشارة الأولى الى مليون أو ألف مليون مرة .

ويستطيع الانسان ، بوصل عدد كبير من هذه الانابيب ، أن يصفق
أو يصفر أو حتى ان يغمز بجن عينه ، فتؤثر حركته في الانبوب الاول
الذي يعطي اشارة أقوى الى الثاني ، ويعطي هذا اشارة أقوى الى الثالث ،
وهكذا تقوى الاشارة الاولى بالتسلسل حتى قد تبلغ درجة من القوة
بحيث تستطيع أن تولد تياراً كهربائياً يقوم باحداث انفجار شحنة من
الديناميت تنسف جبلاً بكامله . وهكذا تتمكن غمزة عين أن تنسف
جبلاً .

وسنرى في بحثنا عن الراديو أن الانابيب الالكترونية الفراغية هي
أهم ما في جهاز الراديو الحديث . فهي التي تولد الاشارات المرسلة في
الأثير ، وهي التي توسع هذه الاشارات فتبلغها درجة من القوة تساعد
على انتقالها حول العالم . ومن ثم تقوم أنابيب أخرى مثلها في الاجهزة
المستقبلة بالتقاط الاشارات الصغيرة وتوسيعها حتى تساعدنا على سماعها .

لقد وجدت الالكترونات في العالم منذ أول وجوده ، ولكن لم
يتوصل الانسان الى استخدامها إلا في حوالي ربيع القرن الاخير .
ولقد تم اختراع مئات الانواع من الأنابيب الفراغية بحيث لا نستطيع
البحث عن هذه الانواع في كتابنا هذا ، الا اننا سنجد في الفصول

القادمة كيف تساعدنا على نقل اصواتنا الى مسافات بعيدة على الخطوط
التلفونية ، وكيف تبدل نقيق الفونوغراف القديم الى الموسيقى الجميلة .
ولولا هذه الانابيب لما كانت أجهزة لاشعة رونجكن ، ولا الأفلام
الناطقة ، ولا الكثير من الاشياء الاخرى التي صارت مألوفة لدينا الآن .
وسنجد كيف أن كل هذه الاعمال تم نتيجة حركة الالكترونات في هذه
الأنابيب الزجاجية الصغيرة .



الفصل الحادي عشر

التحدث باللاسلك

تذكر عندما تسرع لأجابة طلب نداء بالهاتفون أنك أمام جهاز من أعظم الاجهزة التي توصل العلم الى اخراعتها . فلو صرخت بصوت عال لم يكده صوتك يتجاوز منتصف المارة التي تقطنها . ومهما علا صياحك فلا يمكن أن يسمع على مسافة ميل واحد . أما بالهاتفون فيمكنك التكلم بصوت اعتيادي أو منخفض جداً الى مسافة ميل أو عشرة أميال أو ألف ميل . وبالأحرى الى أقصى مسافة تتوصل اليها الخطوط التلفونية فكيف ينتقل صدى صوتك بالاسلاك الى هذه المسافات الشاسعة عندما تفصت الى شخص يحدثك بالهاتفون فانك لا تسمع بالحقيقة صوت ذلك الشخص ، بل ما تسمعه إن هو إلا الصدى الذي يحدقه قرص

من الصلب في سماعة التلفون نتيجة تذبذبه بالقرب من أذنك . فيحدث الشخص الذي يكلمك في الطرف الآخر من الخط ، صدى يؤثر في قرص معدني في تلفونه فيسبب تذبذبه ، وتنتقل هذه التذبذبات بتيار كهربائي يجري في السلك من القرص الاول الى القرص الثاني الموجود في التلفون الذي تتكلم منه . وهكذا فان ما ينتقل ليس الصوت نفسه بل تيارات كهربائية منوعة تؤثر في القرص المعدني بصورة توهمك انك تسمع الصوت الاصلي للشخص المتكلم .

إن أول من توصل الى هذا الاختراع العظيم هو العالم الشاب ألكساندر كراهام بيل (Alexander Graham Bell) ، فقد كان على من يريد التحدث الى صديق له ، قبل عام ١٨٧٦ ، ان يذهب الى زيارته بنفسه . ولكن في هذه السنة توصل بيل الى طريقة لاجداث الصوت بواسطة تذبذبات التيار الكهربائي . وهكذا تمكن من اختراع التلفون .

ما هي الموجات الصوتية؟

لقد رأينا فيما سبق أن الطاقة الضوئية تنقل بموجات قصيرة جداً بحيث لو جمعت منها عدة آلاف لما شغلت مسافة تزيد عن انج . واحد . أما الطاقة الصوتية فتنتقل بموجات أيضاً ، ولكنها تختلف تمام الاختلاف عن الموجات الضوئية . فالموجات الضوئية تنتقل في الفراغ بينما لا تنتقل الموجات الصوتية فيه . وتستطيع الموجات الصوتية الانتقال في الهواء أو الماء أو الخشب أو الحديد أو بالاحرى في أي نوع من المادة ، ولا يمكن انتقالها بدون وجود المادة . فلو فرضنا ان الشمس

انفجرت فسوف نرى بأعيننا ما يحدث لها ، إذ أن الموجات الصوتية يمكنها أن تنتقل في الفراغ الكائن بين الشمس والأرض . غير أننا لن نسمع ذلك الانفجار مهما كانت شدته ، لأن الموجات الصوتية لا تستطيع اختراق هذه الطبقة الفراغية الشاسعة .

عندما يفتح شخص فاه قائلاً « آه » فإنه يدفع هواءً من رئتيه إلى ألياف عضلية صغيرة قابلة للتذبذب في حنجرته تسمى الأوتار الصوتية (Vocal Cords) . فالهواء يحدث اهتزازاً في هذه الأوتار ، فتدفع بالموجات الصوتية إلى الخارج ، وعندما تقع هذه الموجات على طبلة الأذن ، وهي غشاء جلدي رقيق داخل الأذن ، تحدث فيها اهتزازاً . وهذا الاهتزاز يولد احساساً ندعوه بالصوت ، فيسمعه الشخص الذي تأثرت طبلة أذنه بالاهتزاز .

وتنتقل الموجات الصوتية في الفراغ كما اسلفنا بسرعة هائلة تبلغ حوالي ١٨٦٠٠٠ ميلاً في الثانية ، أما الموجات الصوتية فلا تتجاوز سرعتها ميلاً واحداً في خمس ثوان . فلو انفجرت الشمس رأينا حادث الانفجار بعد ثمانين ثانية لأن بُعدنا عنها يبلغ ٩٣ مليون ميل ، أما لو فرضنا إمكان انتقال الصوت إلينا لاستغرق وصوله سبع عشرة سنة . ويمكنك إدراك بطء انتقال الصوت إذا راقت قطاراً عن بعد بضعة أميال . فعندما يضرب سائق القطار بالصفارة نرى البخار يتصاعد منها قبل أن نسمع صوتها ببضع ثوان .

تنتقل الموجات الصوتية في الهواء بطريقة مشابهة لانتقال التموجات المائية على سطح البركة عند قذف حصاة فيها . فتنتقل التموجات في حلقات

تتوسع كلما بعدت عن المركز الذي رمت فيه الحصاة . وكذلك تنتقل الموجات الصوتية في الهواء بحلقات تتوسع كلما بعدت عن الجسم الذي صدرت عنه .

وأغلب الموجات الصوتية طويلة جداً ، قد يقارب بعضها طول قتي في الثانية عشرة من عمره . ويمكننا أن نتصور شكل الموجة الصوتية أو طريقة تأثيرها في طبلة الأذن على الأقل ، بتثبيت شريحة من القش على قطعة من الورق ، وتركيز الطرف الثاني لقطعة القش على صفيحة زجاجية قد خفضت بطبقة من الهباب الناتج من لهيب الشمعة . فعندما يصرخ شخص بالقرب من الورقة مع تحريك الزجاج بسرعة في نفس الوقت ، يتكون خط متموج على الصفيحة الزجاجية .

هذه طريقة بسيطة تعرفنا ماذا تشبه الموجات الصوتية ولكنها قديمة جداً . وهناك طريقة أخرى يستعمل فيها الميكروفون ، وهو آلة تحول الموجات الصوتية الى موجات كهربائية من نفس الشكل . فيمكن جعل الموجات الكهربائية الصادرة من الميكروفون باقية للبيان بوصلة الى أنبوب مفرغ كبير يسمى (Oscillograph) ، حيث تضرب الألكترونات فيه على ستار مضاء ، محدثة بقعة ضوئية ، ويقوم التيار الكهربائي المتموج بتحريك هذه البقعة الضوئية الى الاعلى والاسفل بحسب شكل الموجات ، كأنه يرسمها . وقد أمكن بهذه الطريقة دراسة جميع الموجات الصوتية على اختلاف أنواعها .

ولقد وجد علماء الطبيعة ، نتيجة دراستهم للموجات الصوتية بهذه الطريقة ، أن الارتفاعات والانخفاضات في خطوط الموجات تكبر كلما

علا الصوت ، كما لاحظوا أن الموجات تقصر بارتفاع شدة الصوت ،
ولكن تزداد فيها الارتفاعات والانخفاضات . ووجدوا أن الارتفاعات
تكون منتظمة كلما صفت نغمة الصوت . ويمكن اكتشاف كل خواص
الصوت من شكل الموجات الصوتية ، إلا أن أهم ما اكتشف في الموضوع
هو أن الأصوات التي تدخل الأذن معها تمددت فلا يكون هنالك سوى
خط متموج واحد .

ويمكن ادراك هذه الحقيقة عندما نعلم أن الخط المتموج يمثل حركة
غشاء الأذن عند سماع الصوت . فان كان هنالك صوتان في آن واحد
فإنهما يتحدان مكونين خطأ آخر يختلف عن الخط الذي يحدثه كل منهما
على انفراد . وهذه الحقيقة بذاتها هي التي يسرت اختراع التلفزيون
والحاجي والسيما الناطقة والراديو . فلو كان هنالك خط خاص بكل صوت
يصل الى آذاننا لاحتجنا الى أكثر من مئة من الخطوط التلفزيونية أو
أجهزة الراديو أو الاسطوانات ، وما أشبه ذلك لأجل نقل معزوفة
موسيقية من أوركسترا تحتوي على مئة آلة موسيقية تعزف في آن
واحد . ولكن من حسن حظنا أن تتحد الأصوات كافة في خط صوتي
معتاد واحد يصل الى آذاننا بمنتهى السهولة .

أول تلفزيون

لقد ادرك ألكسندر بيل في أيام شبابه أن من الممكن التحدث الى
المسافات البعيدة بالاسلاك إذا أمكن تحويل الموجات الصوتية الى موجات
كهربائية يمكن ارسالها بالاسلاك على شكل تيار كهربائي . ومن ثم يعاد

تحويل الموجات الكهربائية في الطرف الآخر من الخط الى موجات صوتية .
ولم يكن يعلم إذ ذاك كيف يقوم بهذا العمل ، فقرر دراسة علم الفيزياء
للإطلاع على معلومات أوسع في الصوت والكهرباء . واتصل بكثير من
العلماء والمخترعين المعاصرين فشجوه على هذه الفكرة ، فانكب على مطالعة
كل ما وقع تحت يديه من كتب الطبيعة ، وقام بتجارب كثيرة منها أنه
ثبت شريحة من القش الى ورقة ثم أخذ ينفي بالتقرب من الورقة . وقد
قام بتجارب لتحويل الموجات الصوتية الى موجات كهربائية .

لقد كانت المهمة التي أخذها بيل على عاتقه أعظم بكثير مما كان
يتصور ، ولو أدرك هذه الحقيقة لثبطت كثيراً من عزيمته ، ولكنه سار
في طريقه قدماً فاستطاع أن يخترع أول تلفون تكلم به بعد سنوات
سبع من العمل المتواصل .

لقد حصل بيل أول الأمر على صفائح رقيقة من الصاب لا يزيد
سمكها على سمك الورق الاعتيادي . فعمل منها قرصاً صغيراً . وضع
هذا القرص أمام قضيب من الحديد قصير ، لف حوله عدة لفات من
سلك نحاس محاط بخيوط قطنية ، فعندما يرسل تياراً كهربائياً في هذا
الملف (وهو عبارة عن مغناطيس كهربائي) ينجذب القرص الرقيق الى
القضيب . واذا ما غيرت قوة التيار الكهربائي بسرعة تذبذب القرص
المعدني محدثاً موجات صوتية . فكان هذا الاختراع أول جهاز تلفوني
مستقبل (Receiver) وما زالت أحدث الاجهزة التلفونية تعمل على
هذا الاساس .

ولا جل عمل جهاز الارسال (Transmitter) لتفونه وضع بيل

نهاية سلك دقيق في إناء يحتوي على حامض ، ووصله بحيث يسري تيار كهربائي الى الحامض من بطارية ، ثم ثبت هذا السلك الى وسط قرص معدني رقيق آخر ، فعندما تقع موجات صوتية على القرص تحدث ذبذبة في السلك فتتهز نهايته المفطسة في الحامض ، ونتيجة هذا الاهتزاز تتبدل كمية التيار الكهربائي التي تجري في الحامض ، وينقل هذا التيار بسلك آخر يتصل بالمستقبلة التلفونية . وهكذا فان القرص والابرة الغاطسة في الحامض في القسم المرسل من جهاز التلفون يلتقطان الموجات الصوتية ، فيحولانها الى موجات كهربائية ، حيث تقوم المستقبلة في النهاية الأخرى من الخط باعادة هذه الموجات الى موجات صوتية .

وقبل التوصل الى اختراع المرسلة التلفونية قضى بيل ومساعدوه بضع سنوات في التجارب دون ان يتوصلوا الى غايتهم . ولكن بينما كان بيل يقوم بتجاربه على المرسلة الحامضية ، وكان مساعده واطسن (Watson) في غرفة مجاورة ، وكانت لديه مستقبلة تلفونية ، صادف ان انسكب قسم من الحامض على سروال بيل فصرخ فوراً « تعال يا واطسن اني بحاجة اليك . » وبطريقة المصادفة أيضاً كان قد بقي مقدار مناسب من الحامض في الاناء فتمكن واطسن من سماع صوت استاذة بالمستقبلة التي كانت لديه . وهكذا ولد أول تلفون في العالم . لقد صار أكثر من نصف الدور في الولايات المتحدة مجهزة بالتلفونات ، وتعتمد الخطوط التلفونية في أنحاء العالم كافة عدا المحيطات ، ويسجل في الولايات المتحدة وحدها حوالي سبعين مليون نداء تلفوني في اليوم . كما يوجد في العالم كله أكثر من خمسة وثلاثين مليون جهاز

تلفوني . ومع كل ذلك فعندما ولد أحد اجدادنا لم يكن إذ ذلك حديث عن التالفون أو عن احتمال فكرة وجوده بتحويل الموجات الصوتية الى موجات كهربائية تنقل بالاسلاك ثم يعاد تحويلها الى موجات صوتية .

تلفونات جريمن

تشبه المستقبلات التلفونية الحديثة التي نستعملها اليوم تلك التي اخترعها بيل ، بالرغم من اجراء التحسينات الكثيرة عليها . أما المرسلات الحديثة فتختلف عن القديمة اختلافاً تاماً . فموضاً عن السلك الدقيق الغاطس في الحامض ، يوضع قليل من مسحوق الكاربون وراء القرص المعدني الذي يلتقط الموجات الصوتية ، فعندما تقع موجة صوتية فوق القرص تتقارب ذرات الكاربون بعضها الى بعض فتزداد كمية التيار الكهربائي في المسحوق فيسهل بانتقاله من ذرة الى اخرى ، ويقل التيار عندما تتوقف الموجة وبهذه الصورة تتحول الموجات الصوتية الى موجات كهربائية تختلف تبعاً لاختلافها .

لقد صنع أكثر من خمسين مليون مستقبلة ومرسلة تلفونية حتى الآن ، واجريت عليها التحسينات عاماً بعد عام ، نتيجة تجارب متعددة لاجتاد خبير الوسائل لتحويل الموجات الصوتية الى كهربائية وبالعكس . ومن الظريف أن نذكر أن الجملتين التاليتين هما المستعملتان دائماً في تجربة الاجهزة التلفونية .

« Joe took Father's Shoe bench out . »

« She Was waiting at my Lawn . »

وذلك لأن هاتين الجملتين تحتويان على جميع الاصوات التي يمكن ان تسمع باللغة الانكليزية ، ولذا تستعملان في فحص التلفونات للتأكد من وضوح ارسال واستلام جميع الاصوات . لقد كان من السهل ، يوم كانت التلفونات قليلة العدد ، مد الاسلاك لربط تلفون بآخر واسكن بعد ان كثرت التلفونات الى هذا الحد الهائل أصبح ربطها صعباً نوعاً ما اذ توصل كل التلفونات الآن الى لوحة مفاتيح مركزية (Switch Board) وتجلس عاملة التلفون أمام هذه اللوحة في المركز الرئيسي (Central Station) متهيئة لربط الاسلاك من أي تلفون آخر يطلب التحدث اليه .

فاذا أراد الشخص ان يتحدث الى شخص آخر فعليه ان يرفع المستقبلة من محلها ، وبهذا يقفل مفتاحاً ويرسل تياراً في الاسلاك . وهذا التيار يحدث ضوءاً في مصباح صغير على اللوحة المركزية ، أمام عاملة التلفون . فمتى ترى العاملة هذا الضوء تسأل حالاً : الرقم ، من فضلك ؟ فيجيبها المتلفن عن الرقم . وهذا الرقم هو رقم الخط الذاهب الى دار الشخص الذي يريد أن يكلمه الشخص الاول . فتربط العاملة أسلاك الخطين فتصل بينهما . وبذا ينتقل التيار الى التلفون الثاني فيقرع جرسه ، فيرفع الشخص المطلوب التحدث اليه سماعة التلفون مجيباً « هلو » وتبدأ المحادثة بين الطرفين .

هذه الطريقة معقدة جداً ولا سيما اذا كان هنالك أكثر من عشرة آلاف تلفون يقتضي وصلها بعضها ببعض عند الحاجة ، إذ أن هذا العدد يحتاج الى بدالة واسعة ومعقدة . لهذا السبب توضع في بعض المدن

الكبيرة عدة بدالات في مراكز مختلفة . فعندما تطلب رقماً تلفونياً تجد أمامه اسم البدالة التي تحتويه ، وتتصل البدالات بعضها ببعض أيضاً بعدد قليل من الاسلاك لتسهيل الاتصال بصورة عامة .

برالات التلفون الاوتوماتيكي

لقد كثر عدد التلفونات اليوم وزاد عدد المتحدثين بها حتى صار من الصعب جداً تأمين الاتصال بوساطة عاملات التلفون ، ولذا فقد واصل العلماء والمهندسون أبحاثهم لايجاد طريقة تؤمن اتصال الشخص المتكلم بالتلفون الذي يريد مخاطبته دون أي وساطة اخرى .

وهكذا نجد في كثير من التلفونات الحديثة قرصاً يدار باصبع واحدة ، يحتوي على عشرة ثقوب مرقمة . فان وضعت اصبعك في الثقب المرقم (٣) مثلاً ثم أدرت القرص دورة كاملة الى الحد الذي يقف عنده ورفعت اصبعك عنه سرت في السلك التلفوني ثلاث رجات كهربائية . واذا وضعت اصبعك في الثقب رقم (٩) حدثت تسع رجات كهربائية . وتسري هذه الرجات في الاسلاك الى البدالة حيث توجد المفاتيح الصغيرة المركبة بشكل صفوف وأعمدة لسلك منها رقم خاص فعندما تصل ثلاث رجات كهربائية تنهياً كل المفاتيح في العمود الثالث وتكون حاضرة للقفل ، وعندما تتبعها تسع رجات يقفل المفاتيح الموجود في الصف التاسع من العمود الثالث فيتم الاتصال بالمركز الموجود فيه التلفون الذي يطلب المتحدث اليه . ومن ثم عند ادارة بقية الارقام للتلفون المطلوب تؤثر الرجات في مفاتيح المراكز الاخرى لتكمل حلقة الاتصال به .

وحتى هذا لا يكفي ، إذ قد تكون الخطوط مشغولة ولذا فقد عمل المهندسون تركيباً بحيث يحدث التلفون طنيناً علامة على انشغال الخط . كما انه عند حصول خال في الجهاز أو في طريقة الاتصال فقد عمل ترتيب لوصل التلفون او توماتيكياً بالمراقب الذي يوعز باصلاحه . كما يمكن أيضاً طبع الحوادث الجارية على طابعة كهربائية لكي يدرس المراقب الاخطاء الحاصلة .

ومن الممتع جداً زيارة أحد المراكز التلفونية الكبيرة . ففي مدينة نيويورك مثلاً ، حيث توجد اعظم البدالات التلفونية ، تجد خطوطاً تلفونية تتصل بجميع أنحاء العالم ، فتزى في إحدى الصالات الكبيرة مئات العائلات يقمن بوصول الخطوط التلفونية من امريكا الى أوروبا وامريكا الجنوبية وآسيا وافريقيا ، وحتى الى السفن الماخرة في البحار . ان التكلم عبر البحار يحتاج الى استعمال جهاز الراديو ، أما الشخص المتكلم فلا حاجة به الى أن يفكر كيف يتم اتصاله ، إذ انه يحصل على رغبته بمنتهى السهولة .

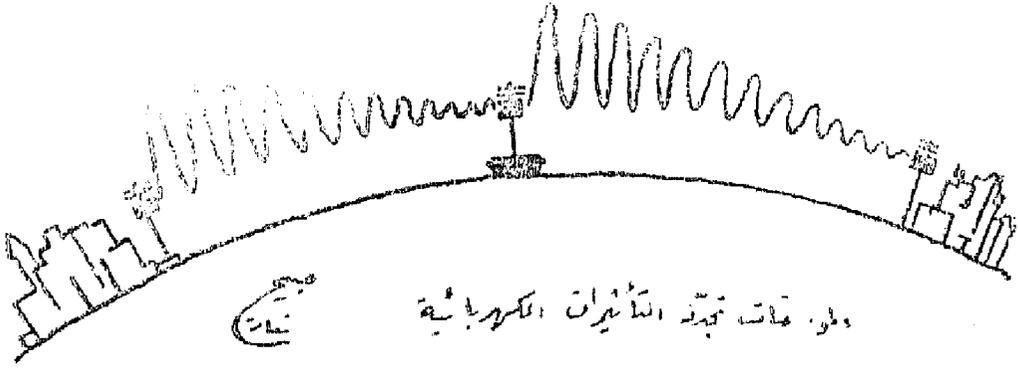
الخطوط التلفونية للمسافات البعيدة

رغم استمرار زيادة الخطوط التلفونية لتأمين الاتصال بين أنحاء العالم كافة فقد صارت هذه الخطوط أبسط بكثير مما كانت عليه أول الامر وذلك نتيجة الاختراعات الحديثة . فلو نظرنا الى الصور الفوتوغرافية لبعض المدن الكبرى كنيويورك وشيكاغو في عام ١٩٩٢ رأينا في شوارعها قوائم عديدة منتصبة ، يستند اليها عدد كبير من الاسلاك

التلفونية . فهل فكرت اليوم ماذا حل بتلك الاسلاك ؟ لقد تضاعف عدد الاسلاك التلفونية كثيراً عن السابق حتى صار من المستحيل مدها بالقوائم في الشوارع ، ولذا كان من الضروري إيجاد طريقة اخرى لذلك . لقد أمكن حل هذه المشكلة أخيراً بالانابيب الالكترونية الفراغية الموسعة التي بحثنا عنها في الفصل السابق .

لقد كان من الضروري عام ١٩١٤ استعمال اسلاك نحاسية ضخمة لنقل التيارات الصوتية الى مسافات بعيدة لكي لا تخفت الاصوات عند وصولها الى النهاية الثانية للخط . إلا أن الانابيب الموسعة تستطيع تقوية التيارات الكهربائية عند وضعها على الخطوط التلفونية ، وعند وضع أنبوب واحد على مسافة كل بضعة أميال يكون من الممكن استعمال سلك نحاسي دقيق عوضاً عن السلك الثخين رغم أنه ينقل أقل كمية من التيار . وبهذه الطريقة يمكن ضم مئات الاسلاك النحاسية الدقيقة بعضها الى بعض في حبل واحد (Cable) وتكون معزولة بعضها عن بعض بطبقة من القطن والشمع ، وتختلف مجموعتها بأنبوب رصاصي .

فلولا هذه الانابيب الموسعة لاحتجنا الى استعمال سلك نحاسي يعادل قطره قطر قلم الرصاص لنقل الحديث الى مسافة طويلة ، كالمسافة بين نيويورك وسان فرانسيسكو مثلاً . غير ان هذه الانابيب بسرت ضم آلاف الاسلاك الدقيقة في حبل واحد لا يتجاوز قطره قطر المعصم ، ويمكن تعليق هذه الحبال فوق قوائم في الشارع . غير أن الطريقة المتبعة في معظم المدن الكبرى هي وضعها تحت الارض .



فإذا ما أردت التكلم الى بلدة تبعد حوالي ٨٥٠ ميلاً عن محلك فمعنى ذلك أن الموجات الكهربائية التي تتكون من صوتك ستقطع ١٧٠٠ ميل وبذا ستضعف حتماً بعد قطعها هذه المسافة لولا أن بالامكان المحافظة على قوتها باستعمال ست عشرة موسمة . (أي وضع موسمة واحدة على مسافة كل خمسين ميلاً من الخط التلفوني) .

ولأجل التحدث من سان فرانسيسكو الى لندن ، والمسافة بينهما حوالي ثلث محيط العالم ، يقتضي استعمال ٢٥٦ موسمة تزيد قوة التيار الذي يمر فيها الى عشرة أضعاف قوته الأصلية فأن قوة الصوت ستبلغ في - نهاية الخط - عدداً هائلاً من الأضعاف يمكن كتابته بوضع ٢٥٥ صفراً على يمين الرقم (١٠) . ولكن الحقيقة أن قسماً كبيراً من الطاقة يفقد في الاسلاك . وقد نظمت الموسسات بحيث انها تعيد قوة التيار الى حالتها الأصلية . فكلما ضعف التيار في اثناء انتقاله في السلك تعيده هذه الأنايب الى حالته الأصلية . وبهذا تكون المخاطبة على مسافة خمسة آلاف ميل كما لو كانت بين شخصين لا يزيد البعد بينهما عن خمسة أقسام . وهكذا استطاع العلم ان يقلص العالم الذي يبلغ طول قطره ثمانية آلاف ميل الى كرة صغيرة لا يتجاوز قطرها وسم باب كبير .

نقل هرة أصوات بمالك واهر

للاقبال المتزايد على طلب نصب تلفونات في الدور ، وللازدياد النداءات التلفونية للمسافات البعيدة صار من الضروري جداً إيجاد وسيلة للاقتصار على أقل ما يمكن من الخطوط التلفونية . واعظم ما تم من الاختراعات التلفونية ذلك الاختراع الذي يتمكن به مئتان وأربعون شخصاً من التخاطب مع مئتين وأربعين شخصاً آخر بزوج واحد من الاسلاك فقط ، دون أن تتداخل اصواتهم بعضها ببعض . قد يبدو ذلك مستحيلاً ولكنه صار اصراً واقعاً .

إن المتكلم بالتلفون يحدث تياراً كهربائياً متوجاً . فالشككة هنا هي كيف يمكن نقل مئتين واربعين تياراً من هذا النوع بزوج واحد من الاسلاك فقط . ثم فصل هذه التيارات وايصال كل منها الى التلفون المطلوب .

وهذه المشككة تشبه خدعة أخرى تبدو بدورها مستحيلة التطبيق . لنفرض أن لدينا مئتين واربعين قنينة مملوءة بمختلف الألوان من الحبر ، مبعثرة بالاحمر ومنتهية بالنفسيجي ، ثم تضع هذه القناني في صدر الغرفة ويطلب منا ان نسكب كل ما فيها من الحبر في أنبوب واحد يمتد من صدر الغرفة الى آخرها . ثم اعادة الحبر في مئتين واربعين قنينة أخرى ظارغة ، على ان يوضع في كل منها حبر ذو لون معين كالسابق . هل نعتقد أن بالامكان تنفيذ هذا الطلب ؟ إن هذه المسألة تبدو مستحيلة ولكن من الممكن إجابة الطلب عند معرفتنا كيفية تطبيق هذه العملية كسائر

الخدع السحرية . فلنفرض أن بإمكاننا الحصول على قطع صغيرة من الرخام الأبيض ذات مسامات كقطع السكر ، ونأخذ منها مئتين واربعين قطعة ذات أجسام متسلسلة . ثم نضع أكبرها حجماً في قنينة الحبر الأحمر ونضع التي تليها في قنينة الحبر الأحمر الأقل عمقاً من الأولى وهكذا حتى نصل إلى أصغرها حجماً ، هي التي نضعها في الحبر البنفسجي . فعندما تمتص كل من هذه القطع ما في القناني من الحبر بكامله نخرجها ونمسح سطحها الخارجي مسحاً جيداً . ثم نزوج هذه القطع بعضها مع بعض ونرميها داخل الأنبوب فتتدحرج فيه حتى النهاية الأخرى حيث توجد مصفاة تحتوي على مئتين واربعين فتحة تناسب كل منها قطعة مهيئة من قطع الرخام ، فتسقط كل من هذه القطع في القنينة المخصصة لها . ثم نضع ماء في كل قنينة ليذيب الحبر الموجود في قطعة الرخام . وهكذا نحصل على نفس الكمية من مختلف أنواع الحبر في كل القناني كما كانت الحالة سابقاً . ومشكلة التلفون تشبه هذه الخدعة ، بل إنها أبسط منها . فهنا تستعمل الذبذبات الكهربائية بدلاً من قطع الرخام . وهذه الذبذبات سريعة الحركة جداً ، إذ أن التيار الكهربائي من كل تلفون يتذبذب من (٤٠) إلى (٢٠٠٠) مرة في الثانية ، ويمكن ربط هذه التيارات المتذبذبة بتيار كهربائي يتذبذب بسرعة ٦٠٠٠٠ مرة في الثانية . ثم نربط ذبذبات نداء تلفوني آخر إلى تيار سرعته ٦٥٠٠٠ في الثانية وهكذا حتى نربط ذبذبات النداء الأخير ذي تسلسل (٢٤٠) بتيار كهربائي تزيد سرعته ذبذبته عن مليون مرة في الثانية .

ثم ترسل كل هذه التيارات في السلك التلفوني ، حيث تعزل في النهاية

الآخري من الخط بمصاف كهربائية ، وهي عبارة عن ملفات سلكية وصفائح معدنية تقوم بفصل هذه التيارات بعضها عن بعض بحسب اختلاف سرعة ذبذبتها فترسل كلاً منها الى التلفون المطوب ، وتفصل التيارات ذات السرعة العالية عن التيارات الصوتية ، فترسل هذه الأخيرة وحدها الى المستقبلات التلفونية . وقد لا يدرك الشخص المتكلم أن صوته قد امتزج مع اصوات عديدة قبل أن يصل الى من يخاطبه .

ويمكن استخدام الخطوط التلفونية لأغراض أخرى عدا المحادثات .

فيمكن إرسال بعض اذاعات الراديو بالخطوط التلفونية من بلدة الى أخرى . فقد نصفي الى ممثل يتكلم من هوليدون بينما يكون صوته منقولاً بالتلفون قبل بثه بالراديو . وتستعمل هذه الطريقة في المدن الكبرى ، إذ تنقل بعض الاحاديث أو التمثيليات بالتلفون ثم تذاع بالراديو في محطة البث .

ويمكن ربط الآلة الكاتبة بالخط التلفوني بحيث يستطيع كاتب واحد يطبع على آلة واحدة أن ينتج نسخاً من نفس الكتاب على مئات الآلات الأخرى في محلات متعددة في آن واحد . ويجري ذلك بمفاتيح كهربائية تؤثر في مفاتيح مختلف الحروف في الآلات المتصلة بالآلة الرئيسية بالتيار الكهربائي . وتسمى هذه الطريقة (Tele Typewriting) أي الطباعة على المسافات البعيدة .

ويمكن أيضاً إرسال الصور بالخطوط التلفونية ، فقد توصل العلماء اليوم الى استخدام الخطوط التلفونية لا رسال كل ما يمكن بالتيار الكهربائي ، إذ يجري تحويله بعد ذلك الى طبيعته الأصلية . وحتى

الروائح العطرية يمكن نقلها بالهاتفون ، فاذا أردت مثلاً إرسال مزيج من ثلاثة عطور كالتنعناع والخزامى والورد فيقتضي وجود قناني من هذه العطور الثلاثة في كل مستقبلة هاتفونية ، ويكون لديك أيضاً ثلاثة مفاتيح في مرسلة هاتفونية مرتبة بحيث أنك إذا ضغطت على مفتاح مؤشر عليه (خزامي) يرسل تياراً كهربائياً يخرج قليلاً من هذا العطر في الطرف الآخر . وإذا ضغطت على المفتاح المؤشر عليه (ورد) يخرج قنينة الورد في الطرف الآخر شيئاً من عطرها ، وهكذا يمكنك ان ترسل مزيجاً من هذه العطور بالضغط على المفاتيح حسب الرغبة .

وقد يقال إن هذا التصوير مغلوط لان العطر نفسه لا يرسل بالسلك بل انه يخرج من نفس القسم المستقبل من الهاتفون بتأثير التيار الكهربائي . ولكن الحقيقة أن هذه الطريقة هي نفس الطريقة التي يعمل الهاتفون على أساسها ، فالصوت نفسه لا يجري داخل السلك بل ان ما يجري هو التيار الكهربائي الذي يحدث الصوت في النهاية الأخرى من الخطط .

إن اعظم عمل قام به العلماء والمهندسون الذين اخترعوا الهاتفون وعملوا على تحسينه هو تلك المقدرة العظيمة على اىصال الصوت بالخطوط الهاتفونية كأن لم يطرأ عليه تبدل في وضوحه .