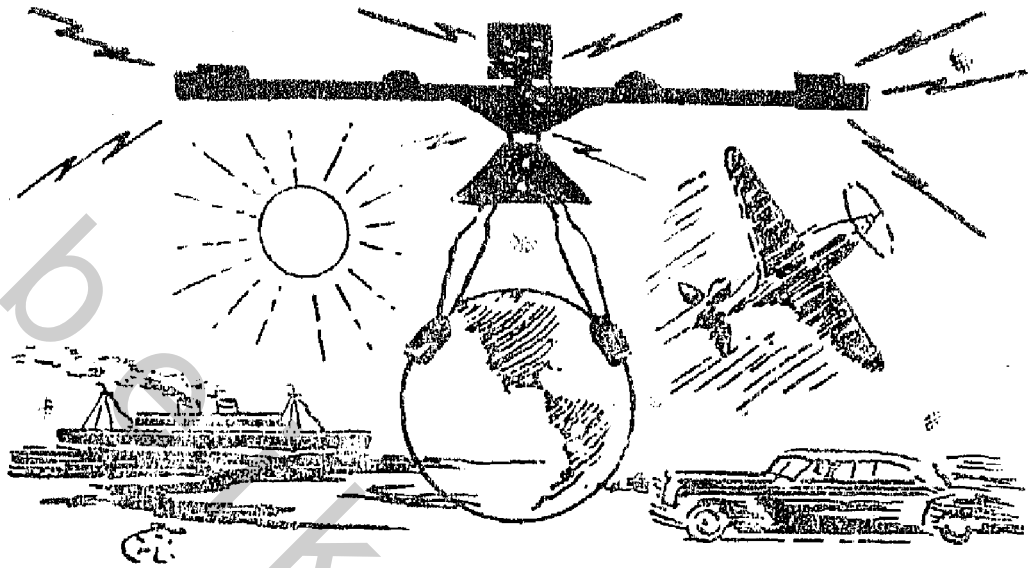


الفصل السابع

كيف تحرك الطاقة والأشياء

يحتاج كل مخلوق حي ـ عندما يريد القيام بعمل ما ـ الى استخدام الطاقة ولا يمكن تحريك أي شيء بدون طاقة ، فاننا 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 ثمن الطاقة المستهلكة ، وطلب البقال إن هو إلا قائمة حساب الطاقة أيضاً . فاننا لا نشتري سلة من الكرز مثلاً من أجل ما تحتويه من الكاربون والأوكسجين والآزوت بل لكسب الطاقة المدخرة في هذه المواد عندما تتحد بشكل تكون فيه السكر والنشأ والنكهة والفيتامينات الموجودة في الكرز .

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

عندما يشتري رجل سيارة فانه لا يدفع قيمة الحديد والمطاط والمواد الاخرى التي تتركب منها ، بل يدفع بالحقيقة قيمة الطاقة المستهلكة لحمل المطاط من أشجاره في الجزر البعيدة ، ولاستخراج الحديد من مناجمه ، ولاستخراج الفحم لصقل صفائح الحديد ، وثمن الطاقة التي صرفت في المكابس التي تحول الصلب الى صفائح يصنع منها هيكل السيارة . وعندما تستهلك السيارة لا تهمل أجزاؤها إذ يمكن جمع هذه الاجزاء واستخدام الطاقة مجدداً لتحويلها الى سيارة جديدة .

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

أنواع الطاقة المتعددة

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

أو رفع أي شيء في إتجاه معاكس لقوة جذب الارض . ويسمى هـذا السحب بالثقل (Weight) ، فالحجارة مثلاً تكون ثقيلة لأن الارض تجذبها اليها بقوة تسمى الجاذبية الارضية (Gravity) . ويصعب رفع صبي وزنه تسعون رطلاً عن الارض ، لأنها تجذبه اليها بقوة تسعين رطلاً ، ولولا هذا الجذب لاستطاع هذا الصبي أن يحلق في الهواء ويطفو فوقه دون أن يكون له أي وزن . وقد يصل الى طبقات الأثير إذا لم ينتبه الى نفسه .

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

ويسحب الماء الى طبقات الغيوم عنـدما يتبخر بحرارة الشمس من المحيطات والبحار ، فتختزن الطاقه في الغيوم حيث يمكن استحصال قسم منها عندما تهطل مياه الأمطار فتسيل فوق سفوح الجبال . فيمكن إستخدام هذه الطاقة مثلا لادارة طاحونة أو محرك مائي ، وما أشبه ذلك .

وهنالك نوع آخر من الطاقـة 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 عنـد إتحاده بالاوكسجين 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 الاخرى .

وقد بحثنا عن الموجات الضوئية ، وهي أيضاً نوع من الطاقة فعلمنا أن هـذه 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 اضغط على الزر الكهربائي ، تسمع دقات الجرس عندما يكون هناك هواء داخل الوعاء الزجاجي . وعندما تبدأ بتفريغ الهواء منه تشعر بتضاؤل صوت الجرس رغم أنك تشاهد اهتزازه . وعندما يفرغ الوعاء من الهواء تماماً ، لا يبقى ما يحمل الموجات الصوتية من الجرس فلا يسمع صوته 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 . وهـذا ما يثبت لنا انتقال الموجات الضوئية خلال الفراغ . وذلك أمر بديهي لأننا نعلم أن طبقات الهواء المحيطة بنا لا يتجاوز سمكها عن مئة ميل أو مئتين ، ويقل الهواء تدريجياً 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 .

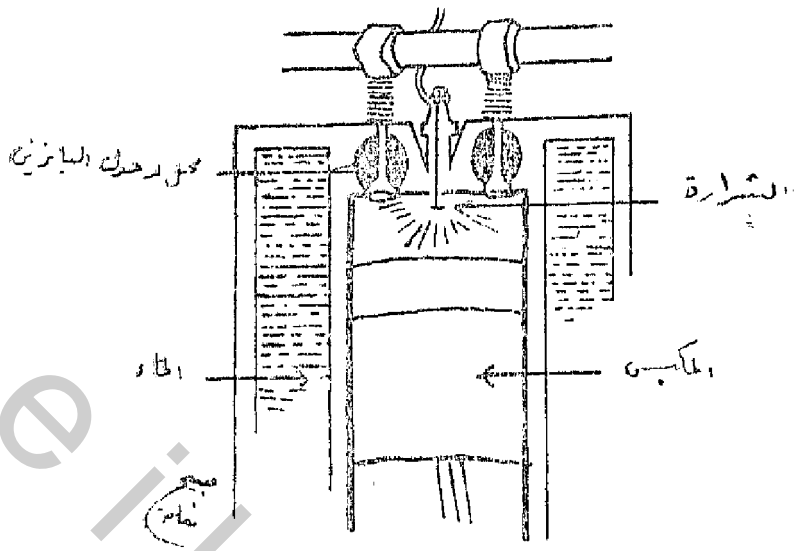
وتوجد الطاقة على أشكال أخرى متعددة ، سنبحث عن قسم منها فيما بعد ، ومن أهمها الطاقة الكهربائية التي سنفرد لها فصلاً خاصاً لأهميتها

بالنسبة لعصر الحاضر .

لقد اكتشف علماء الطبيعة حتى الآن خاصتين مهمتين في الطاقة ، أولاهما أنها لا تفنى ولا تستحدث ، والثانية أن بالامكان تحويلها من شكل الى آخر . فالطاقة الميكانيكية للماء المنحدر فوق سفوح الجبال مثلاً يمكن إستخدامها لادارة عجلة الطاحونة . وهذه العجلة يمكن إستخدامها لادارة 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 العلماء والمخترعون الى مئات الطرق لتحويل الطاقة من شكل الى آخر ، وما زالوا يواصلون تجاربهم للتوصل الى أيسر الطرق لتحويلها من نوع الى آخر للحصول على الفائدة القصوى منها .

يحتوي البانزين (Gasoline) على مقدار كبير من الطاقة المختزنة فيه بطريقة كيمائية . فلو رمى شخص عود ثقاب مشتعل في وعاء يحتوي على البانزين لحدث انفجار شديد حتماً ، لتحول الطاقة الموجودة فيه الى طاقة حرارية فجأة . ولما كان هذا الانفجار خطراً بالطبع ، فقد توصل المهندسون الى طرق أخرى لاستحصال الطاقة من البانزين دون التعرض الى خطر الانفجار .

ففي السيارة مثلاً يوضع البانزين في حوضها فيجري 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 البانزين بصورة منتظمة متواصلة هادئة .

وتسبب الطاقة الحرارية في الاسطوانات تمدد الهواء وأبخرة البانزين 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 تحصل عليها من وضع عود الثقاب المشتعل في وعاء البانزين !

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 الأرض أقل من سرعة وصولها اليها لارتفعت حرارة الارض . أما لو تسربت بسرعة تفوق سرعة وصولها الى

الارض لانخفضت درجة حرارتها . لقد توصلنا بدراستنا لطبقات الارض الى أن النباتات وُجدت فوق سطح الارض منذ ملايين السنين ، ونحن نعلم أنها لا تنمو إلا في درجات معينة من الحرارة ، فيظهر إذاً أن الارض كانت محتفظة بتوازن معتدل في حرارتها لمدة طويلة ، غير أن هنالك موجات قصيرة من البرد الشديد ، اجتاحتها في العصور 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 والطيارات كافة ، وتشغيل كل المعامل ، وزراعة جميع المواد الغذائية ، وتدفئة جميع المحلات والدور - ثم جمعنا كل هذه الانواع من الطاقة لما زاد عن جزء من مئتي ألف من الطاقة الشمسية بكاملها .

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

فلو استطاع العلماء التقاط الطاقة من الشمس مباشرة لصار في إمكانهم تشغيل المعامل والقطارات والسفن كافة في قطر كالولايات المتحدة مثلاً باستخدام ما يقع من نور الشمس على بقعة صغيرة من الارض ، إذ تكفي بقعة أرض لا تتجاوز مساحتها عشرين ميلاً مربعاً لتجهيز الطاقه لكل فرد في الولايات المتحدة لاستخدامها في كل أغراضه . ورغم اشتغال كثير من العلماء في هذه القضية لم يتوصل أحد منهم الى طريقة عملية لاستخدام الطاقة مباشرة . ولكن لا يستبعد توصلهم الى 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 ، وبتوقف حركة الرياح تتوقف الموجات في البحار فتنقطع التيارات البحرية . وهكذا تتوقف الحياة في العالم بأجمعه .

مخزن الطاقة

لقد بحثنا كيف تمتص أوراق النبات الضوء ، وكيف تدخر النباتات الطاقة في حجيراتها . لقد كانت الارض قبل ملايين السنين مغطاة بالأحراش والغابات الكثيفة التي تحتوي على مقادير هائلة من الطاقة الشمسية ، فلما ماتت هذه النباتات تحولت الى 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 الكاربون الذي تكتلت ذراته الى قطع هائلة من الفحم الذي بقي تحت الارض ملايين السنين ، حتى بدأنا نستخرجه اليوم للاستفادة من الطاقة المختزنة فيه .

فاذا أردنا أن نحرق قطعة من الفحم قمنا بعكس العملية التي قامت بها النباتات عند تحولها الى الفحم ، لأن ذرة الكاربون عندما تسخن الى درجة حرارة عالية تتحد بجزء الاوكسجين مكونة جزيئاً من ثاني أوكسيد الكاربون . ولانجاز هذه العملية تعطي كمية من طاقتها بشكل حرارة تسري الى الذرات الأخرى التي تتحد بالاوكسجين أيضاً . وهكذا تنتج الطاقة الحرارية بشكل النار التي نستعملها في المدافىء والمواقد . أما جزيئات ثاني أوكسيد الكاربون ، فتذهب الى الهواء فتتنفسها النباتات مرة أخرى فتستخرج ذرات الكاربون منها بالطاقة الشمسية وتدخرها مرة أخرى . فنستطيع استخراجها بحرق هذه النباتات بعد موتها . فذرات الكاربون تفيدنا دائماً لأنها تدخر الطاقة في النبات ثم تعطيها مرة ثانية عند إحراق النبات أو أكله .

عندما تشتري طناً من الفحم فأن ذلك لا يعني أننا بحاجة الى الفحم نفسه ، بل الى ما نحصل عليه من الطاقة عند إحراقه . ولنفس الغاية نشتري غالوناً من البانزين 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 البانزين على مائدة العشاء .

ويمكن اختزان الطاقة بطرق عديدة . فلو فرضنا أن لديك طائرة تريد التحليق بها الى المسافة التي تشاؤها ، فعليك أن تحصل على محرك يشتغل بالبانزين ، وتضعه في الطائرة ، ثم تستعمل الطاقة الناتجة من جزء من البانزين لأدارة رفاس الطائرة (Propellor) الذي يرفعها الى الهواء . وهنالك طريقة أخرى لخزن الطاقة في الطائرة ، وذلك بتثبيت رباط من الكاوچك الى رفاسها بحيث تلتوي قطعة الكاوچك عند إدارة الرفاس . وبالتوائها تدخر الطاقة فيها . وعند رفع الشدة عن الرفاس تطلق الطاقة منها فتحركه فتحلق 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 الكهربائية . فالخلية الصغيرة التي تستعمل في المصباح اليدوي تحتوي على طاقة كيميائية مختزنة فيها ، وجاهزة عند ربط سلك الى طرفي الخلية ، حيث يحصل تيار كهربائي يخرج منها الطاقة الكهربائية . والبطارية التي تستعمل في السيارة أنفع من الخلية الجافة ، إذ يمكن خزن الطاقة الكهربائية فيها عند وصلها بتيار كهربائي ، وتكون الطاقة المختزنة على شكل كيميائي يمكن تحويله الى الشكل الكهربائي 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 محرق قابل للانسكاب بسهولة ، علاوة على ضرورة ملئها بالماء المقطر بين حين وآخر .

لادخار الطاقة يقتضي استعمال المادة ، ولهذه المادة ثقل معين . فالطيار مثلاً يرغب في استعمال محرك كهربائي لطائرته . 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 الايقاد (Ignition System) والمخالب (Clutch) وأجهزة الأيصال (Transmission) والتفريق (Differential) ، ومعنى ذلك أننا نستغني عن كل أجزاء السيارة عدا هيكلها (Chassis) ودواليبها . ولكن رغم كل ذلك فاننا 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 المختزنة في رطل من كل من المواد المختلفة . فاذا كان مقدار الطاقة الناتجة عن احتراق رطل من الخشب كافيا لاضاءة المصباح لمدة ساعة ، يكفي رطل من الفحم الذي يحتوي على ضعف الكمية من الطاقة لاضاءة المصباح ضعف تلك المدة ، وأن الرطل الواحد من البانزين يديم المصباح مضيئاً لمدة تسع مئة ساعة . أما غاز الهايدروجين وهو من أخف المواد التي تختزن الطاقة ، فان الرطل الواحد منه يضيء المصباح لمدة ٢٧٠٠ ساعة .

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

نقل الطاقة من محل الى آخر

يمكن نقل الطاقة من محل الى 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 .

obeikandl.com

والطريقة الرخيصة الاخرى 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 ١١٠ر٠٠٠ ميل من الأنابيب تحت الارض ، يجري فيها الزيت الأسود . وتكفي هذه الأنابيب لكي تلف الكرة الارضية 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 ملاءمتها أننا نستطيع إيقافها بمجرد الضغط على مفتاح صغير .

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

وما زال العلماء والمهندسون مجدين للحصول على أرخص الطرق لنقل الطاقة من محل الى آخر ، إذ بتوصلهم الى 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 الى طريقة صالحة لالتقاط ضوء الشمس وخزن طاقته . لقد رأينا فيما سبق أن زراعة النبات هي إحدى طرق خزن 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 لتحريك السيارات والقطارات ، وإدارة محركات السفن والطيارات ودواليب آلات المعامل التي تصنع السيارات والراديوات والأقمشة ... الى آخره .

أليس من العجيب أن نحصل على سيارة تسير بدون بانزين ، 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 .

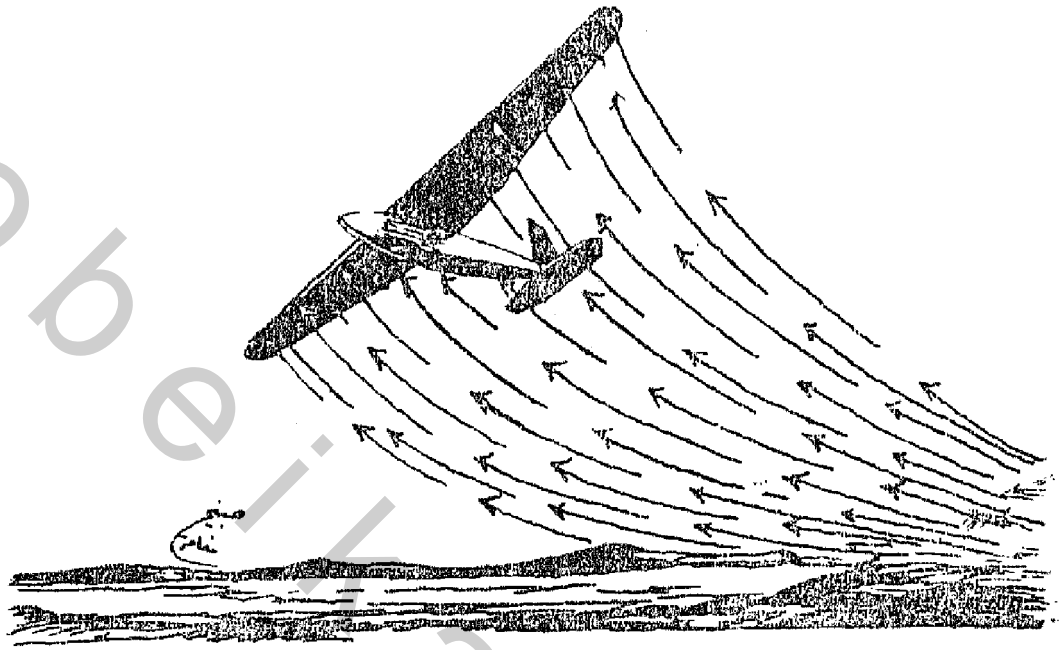
وهنالك فائدة أخرى لهذه السيارة وهي أن عند مسيرها في منحدر طويل يمكن استخدام محركها كمولد يعيد الطاقة الى البطارية فيشحنها حيث تستعمل عند صعود السيارة في المرتفعات . وللقيام بنفس العملية في السيارة الاعتيادية ، يقتضي اختراع جهاز خاص لاعادة البانزين الى الحوض ثانية كلما انحدرت السيارة .

أهمية الطاقة

كلما توسعت معرفة العلما 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 ، كشراء طن من الفحم أو رطل من الزبدة أو غالون من البانزين . وليس أغنى 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 نعني بهذا أن الأمريكي يملك عبيداً ، بل إنه يملك المحركات الكهربائية وآلات التنظيف وآلات الغسيل والأفران الكهربائية . ويستعمل البانزين لدفع سيارته عوضاً عن استخدام العبيد لحمل الهوادج 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 عديمة الحياة ، كالبانزين والفحم والزيت . وبهذا فقد أصبحنا أفضل حالاً اليوم ، بمحركاتنا وآلاتنا وسياراتنا التي تستخدم الطاقة الجامدة أكثر من ملوك المصريين القدماء مهما بلغ عدد خدمهم وعبيدهم .



الفصل الثامن

الانسان يتعلم الطيران

طالما تمنى الانسان ، كلما 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 مما أدى بعقلاء الناس الى الجزم بعدم استطاعة الانسان أن يطير بتاتاً .

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

بحجم الانسان و بستطيع أن يطير . فالنعامة وغيرها من الطيور الكبيرة تضطر على البقاء فوق الارض مستعملة سيقانها بدلاً من أجنحتها .

ومع يأس الانسان أن يطير بنفسه ، فقد اهتدى مؤخراً الى طريقة أخرى للطيران . لقد أصبح تحليق 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 الاجنحة المرفرفة ، وإن ساعدت الطير على الطيران ، إلا أنها لا تجدي الانسان نفعاً فقد لاحظوا أن لأجنحة الطير فائدتين رئيسيتين : أولاهما المحافظة على بقاء جسم الطير في الهواء ، والثانية لكي تدفع الاجنحة برفرفتها ، جسم الطائر الى الامام والى الاعلى . وقد تم اختراع الطائرة عند فصل هاتين المشكلتين بعضهما عن بعض ، فقد وضع للطائرة جناحان للمحافظة على بقائها في الهواء ، إلا أن هذين الجناحين قد جعلا ثابتين ، لأن الحركة تقلل تأثيرهما ، ولذا استعيض عنهما 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 ، لانگلي (F. B. Langley) أن يعمل طائرة نموذجية ، وضع فيها آلات صغيرة لادارة الرفاس ، فاستطاع أن يطير بها الى مسافة لا بأس بها . ولكن المشكلة الكبرى التي جابهت هذه الطائرة هي أنها تفقد توازنها عند تعرضها للرياح الشديدة . أما اليوم فقد عرفنا أن أسلافنا في صنع الطائرات كانت تنقصهم معرفة كيفية رفع أحد الجناحين وخفض الآخر في الهواء بحيث تميل الطائرة الى 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 سكان الدراجة ، وذلك بامالة جسمك الى جانب الاستدارة بالقدر المطلوب .

وتجري عملية مماثلة لهذه في الطائرة أيضاً ، فاذا أراد الطيار ادارة دفة الطائرة عند استدارته فانها ستفقد توازنها وتهوي إذا لم يمل بجناحها قليلاً فيرفع أحدهما ويخفض الثاني كيما يحافظ على توازنها . وأول من توصل الى هذه الحقيقة واكتشف طريقة لحلها هما الأخوان اورفيل (Orville) وولبر رايت (Wilbur Wright)

لقد صنع الاخوان رايت (Wright Brothers) نماذج لعدة

طائرات تطير كما تطير طائرات الورق في تيار من الريح تحدثه مروحة كهربائية . فصنعا قمعاً كبيراً يدفع منه الهواء ، وربطا الطائرات الصغيرة في وسطه وتوصلا بعد عدة تجارب الى عمل طائرة تحمل شخصاً واحداً . وفي عام ١٩٠٣ تمكنا أن يطيّرا هذه الطائرة في الفضاء الى مسافة ٨٠٠ قدم دون أن تطأ 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 أنهما كانا أول من جعل الطائرة شيئاً عملياً وطار بها وجهزها 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 لاول 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 الاولى من هذا القرن كيف يستطيع الطيار ضبط موازنة طائرته وهي في الهواء ، أما اليوم فلم يعد ينتبه الطيار الى توازن الطائرة اكثر من انتباه الصبي الى موازنة دراجته . وحتى إن أغلب الطائرات قد عملت بصورة لا يحتاج الطيار فيها الى ضبط الموازنة في القسم الاعظم من مدة طيارانها .

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 يقتضي ادارة دفتها

أحياناً الى احدى الجهتين . أما الدراجة ففيها خطوة أخرى من الصعوبة إذ يقتضي محافظة توازنها مع ادارة دفتها عند الحاجة . أما الطائرة فتحتاج الى كل هذه الامور وزياده ، فعلى الطيار ادارة دفتها الى الأعلى والاسفل ، عدا توجيهها الى الجهتين أيضاً ، كما عليه ضبط سرعتها والمحافظة على توازنها في كلتا الجهتين .

ما الذي يحافظ على بقاء الطيارة في الهواء

يحتوي الهواء - كسائر غاز - على ملايين الملايين من النطائف المعروفة بالجزيئات . عندما تهب على وجهك ريح 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 لكثرة عددها ودقة حجمها .

وإذا طيرت طائرة من الورق فانك تشعر بقوة السحب على خيطها نتيجة ضغط الهواء عليها . والحقيقة أنه يستحيل اطارة 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 ابقاءها في الهواء ولو كان راكداً ، وذلك بربط نهاية خيطها الى سيارة تسير بسرعة تتراوح بين عشرين ميلاً وثلاثين ميلاً في الساعة . فهنا 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 ماكينة الطائرة تدير الرفاس الذي يدفع الهواء الى الوراء فيسحبها الى الأمام . وتبقى محلقة عندما تكون قوة دفع الجزيئات الهوائية على الجهة السفلى من أجنحتها أكثر منها على الجهة العليا . فأسهل طريقة إذاً 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 . هنالك طريقة سهلة لذلك ، يعمل نتوء في القسم الاعلى من الجناح ، فعندما تطير بصورة سطحية فلا حاجة الى إمالة جناحها الى الاعلى بل قد يمكن إمالته حتى الى الاسفل فيما إذا عمل بصورة بحيث ان الهواء الذي يواجه سطحه العلوي يكون أسرع من الهواء الذي يواجه سطحه السفلي .

تحتاج الطائرات ذات الحركة البطيئة الى أجنحة عريضة سميكة . أما الطائرات ذات الحركة السريعة فتحتاج الى أجنحة رقيقة . ذلك لأن جناح الطائرة ، سريعة الحركة ، يصطدم بعدد أكبر من الجزيئات 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 مخطرة 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 هنالك 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 حوائش اضافية في مؤخرة الاجنحة (جنيحات) تفتح هذه الجنيحات عند أول تحليق الطيارة وعند هبوطها أيضاً . وتبقى مطوية في أثناء استمرار الطائرة في طيرانها

اجنحة الطائرات

تحمل أجنحة الطائرة ثقلاً كبيراً ، ولذلك وجب أن تكون قوية رغم خفتها . إن أضخم الطيور الطائرة هما النسر والقادوس (طير بحري) ، ولكل منهما جناحان طويلان تبلغ المسافة ما بين نهايتيهما عند انفتاحها حوالي ستة أقدام ، بينما نجد جسم هذين الطائرين خفيف الوزن نسبياً . فلا يحتاج جناحاهما إذاً 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 .

الآن شيدت طائرات تحمل أكثر من أربعين طناً، أو ثمانين الف رطل فتحلق بها في الجو . إن طائرة كبيرة من هذا النوع تستطيع حمل عدة أفيال مرة واحدة ، وتستطيع حمل سيارتي لوري من الحجم الكبير ، ومع هذا فقلما تسمع بانكسار جناح لهذه الطائرة . وتتكسر أجنحة الطائرات أحياناً عند تجربة طراز جديد منها ، وهذا لا يكون بسبب ضعف الاجنحة بل لأنها ترفرف عند حركة الطائرة بسرعة في الهواء . وتحدث هذه الرفرفة أو الاهتزاز بسبب حدوث ذبذبة في الاجنحة تزداد كلما اشتدت سرعة الطائرة حتى يتسبب انكسارها اخيراً . ومن الغريب حقاً ان نقطة الضعف في الطائرة ليست في اجنحتها بل في الدواليب التي ترتكز عليها عندما تكون على الارض . وتشبه هذه الحالة ما نلاحظه من ان اضعف الاعضاء في جسم رجال الشرطة هي اقدامهم ، 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 عليهما . ولكن عند وجودها على الارض يكون اغلب الثقل على عجلتيها إذ يحمل كل منهما ما يقارب خمسة عشر طناً . ولذا وجب أن تكون اطاراتها قوية بحيث يبلغ ارتفاعها اكثر 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) عوضاً من العجلتين الصغيرتين في الطائرة الاعتيادية .

الطيران بسرعة تفوق سرعة الريح

نتيجة لتقدم فن الطيران وانتاج 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 الاطلانتيكي والباسفيكي حوالي أربعين طناً ، ويفوق طول جناحيها طول بناء مدرسة اعتيادية . ومع هذا فان أول طيار عبر القارة قبل مدة غير بعيدة استغرق أربعة وثمانين 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 لاتكون سرعته أكثر من عشرة أميال في الساعة ، وعندما تكون سرعته ستين ميلاً نتحدث 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 تقلع البيوت والأشجار وتخرب 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 الاسماك أيضاً .

تطير أسرع الطائرات الحديثة بسرعة تزيد عن أربع مئة وخمسين ميلاً في الساعة عندما تكون بصورة أفقية وتستطيع الغوص(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 الرفاس 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 الباهظة يقوم المهندسون والعلماء بفحص نموذج لكل طراز جديد منها قبل صرف مبالغ طائلة ربما تذهب سدى .

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

وهناك 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 وأنك 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 مايشبه رفاس

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

لقد اهتدى العلماء أخيراً الى حل هذا اللغز إذ وجدوا أن الرياح التي تهب من الارض فترتفع 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 الأرض الى الفضاء بقوة سحب التلال والمرتفعات . ونلاحظ أيضاً ارتفاع الهواء فوق الحقول والمياه بتأثير حرارة الشمس . فالطيور ، كالنسر والصقر وغيرها ، قد تعلمت كيف تستفيد من هذه الحقيقة فتسبح في الفضاء فوق التيارات الهوائية الصاعدة التي ترفعها الى مسافات عالية جداً .

ولم تفلت 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 . ولقد اكتسب بعض الشبان خبرة بهذه العملية فاستطاعوا أن يرتفعوا الى مسافة تزيد عن ميل واحد

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

الطيران فوق الغيوم

تكون حركة الرياح على ارتفاع ميل أو أكثر عن سطح الأرض أشد منها فوق سطح الارض 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 مريحاً 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 الارض من الجزيئات . وبهذا يصعب على الطيارين والمسافرين التنفس ، وحتى ماكينة الطائرة تكون مفتقرة الى كمية أكبر من الهواء . وتسمى الطائرات التي تطير على هذا الارتفاع (Stratosphere Planes) وهي مجهزة بغرف 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 الارض . ويقتضي تدفئتها بصورة جيدة لشدة البرودة وتعرض كل شيء الى الانجماد . ويسهل عبور القارة الامريكية 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 الى الارض .

الطائرات والمناطيد

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

قد يظن البعض أن من الممكن ربط الطائرة عند توقفها بمنطاد يحافظ على عدم سقوطها ، ولكن هذا الظن غير معقول . فلأجل ابقاء أي شيء معلقاً في الهواء يقتضي أن يكون المنطاد كبيراً جداً . وقد نظن 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 لانه اخف 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 تفريغه من الهواء أو الغاز دون أن ينكمش

إلا إذا كان مصنوعاً من مادة صلبة وفي هذه الحالة يكون ثقيل 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 تنتفخ جوانبه ويصبح أخف وزناً مما يعادل حجمه من الهواء ، ولذا لا يمكن عمل منطاد له قابلية رفع قوية ما لم يكن ذا حجم كبير .

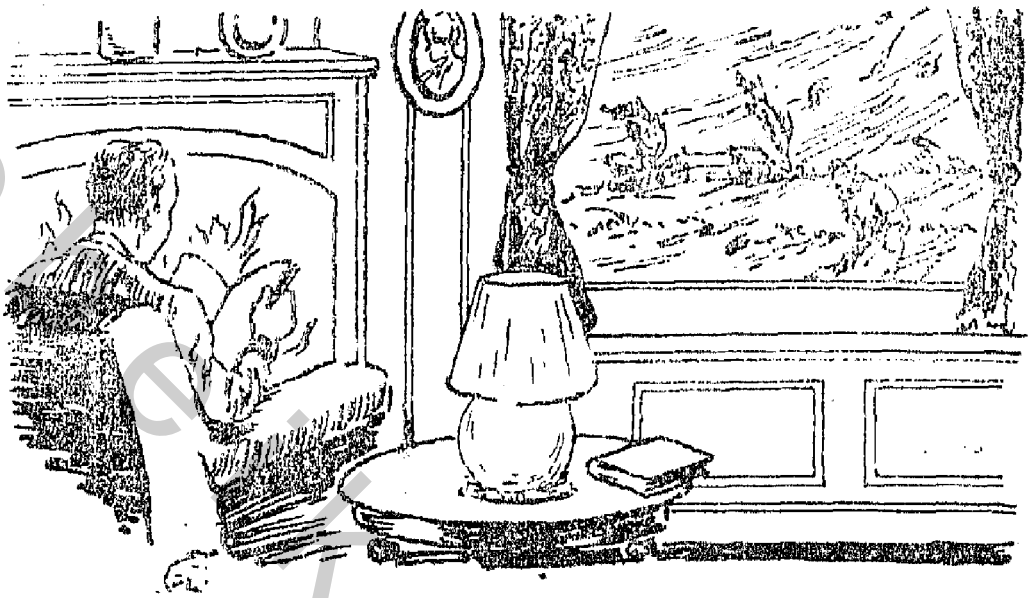
وهكذا نرى أن لأجل رفع شيء ثقيل بالمنطاد يجب أن يكون المنطاد ذا حجم كبير ، أما عند رفع ذلك الشيء بالطائرة فيجب أن تكون الطائرة سريعة الحركة . ولا يمكن لأي جسم كبير أن يتحرك بسرعة . وهكذا يسهل علينا أن ندرك بأن المنطاد والطائرة شيئان مختلفان . ومن السخف أن نصنع ما يجمع بينهما . فاذا ملأت الطائرة مثلاً 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 يحلق في الجو آلاف الأميال دون توقف أو احتياج الى الباقين . 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 الهواء . وها هم في سبيل الوصول الى الرؤية من خلال الضباب ، وهم كذلك يواصلون تحسين مكائن الطائرات واجنحتها . وسيأتي يوم غير بعيد يصير لكل منا طيارة خاصة مثلما تملك اليوم كل عائلة امريكية تقريباً سيارة تجول بها فوق الارض حيث تشاء .

obeikandl.com



الفصل التاسع

الاستفادة القصوى من الطفس

قد لا تفكر ـ وأنت ترتدي ثيابك صباحاً ـ كيف أتقن 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 لنحصل على سائل يشبه طلاء الاظافر الذي تستعمله النساء ، لأن إذابة القطن وتحويله الى طلاء اسهل 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 اخضر

باستعمال الطلاء الذي تختاره . فاذا ما جف هذا الطلاء يكون فوق جسمك جزيئات من نوع الجزيئات 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 يودي بحياة لابسه قبل أن ينقضي النهار ، إذ أنه يسد مسامات الجلد فيتوقف التعرق وترتفع الحرارة . فقضية الالبسة إذاً ليست مجرد تغطية الجسم ولكن يقتضي ان تتوفر فيها الراحة من كل الوجوه .

تصنع الألبسة خفيفة وذات مسامات لكي تجعل الهواء النقي يتلامس 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 الاقمشة هي الاقمشة الحريرية التي تصنع من الياف الحرير المبرومة المستحصلة من شرنقات دودة القز . تعيش دودة القز على أوراق التوت ، وتستخرج من سليلوز هذه الاوراق سائلاً تدفعه من فتحتين جانبيتين في جسمها (Spinneretes) فيتصلب بمجرد تعرضه للهواء ويتحول الى ألياف . وتستطيع الدودة الواحدة ان تنتج دفعة واحدة خيطاً يبلغ طوله ثلثي ميل ، وتلف الدودة هذا الخيط حول نفسها مكونة ما يسمى بالشرنقة (Cocoon) . وكل ما يصنعه الانسان هو أن يلف هذا الخيط مرة ثانية حول بكرة خاصة ثم يبرم الألياف الى

خيوط يصنع منهـــا الاقمشة الحريرية .

لقد كانت دودة القز لغزاً لم يستطع الانسان حله ، ولما يزل العلماء عاجزين عن صنع حرير حقيقي رغم توصل البعض منهم الى اختراع مادة الرايون (Rayon) التي تقوم مقام الحرير الطبيعي في كثير من الاحيان . ولصنع هذا النوع من القماش تحضر أليافه بامرار السائل منه في فتحات صغيرة لصفيحة معدنية فتجف الألياف بمد خروجها من هذه الفتحات مباشرة ويمكن أن تكون أدق من ألياف الحرير ، وتصنع منها خيوط ينسج منها القماش المطلوب .

عندما نلبس قماش الرايون نكون قد استعملنا نفس مادة الطلاء التي تخيلناها في أول هذا البحث ، ولـكن ما أبعـــد الفرق بين الحالتين ! لأننا بتغيير ترتيب الجزيئات قد حولنا هذه المادة الى قماش فيه مسامات ، يساعد على تكييف الهواء في أجسامنا .

إن قماش الرايون مفيد جداً لصنع الاقمشة 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 أقمشة 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 غامضاً علينا صنع القماش من حرير دودة القز بعد هذا الاختراع .

أهمية الهواء

قد تجهل خفة الهواء المرء أن يفكر بتفاهة قيمته ، لانك تستطيع أن تحرك يدك في الهواء دون أن تشعر به ، كما ان وزن ملء غرفة منه لا يزيد عن بضعة أرطال . ولكن رغم كل ذلك فان للهواء قيمة تفوق في بعض الاحيان قيمة الارض والماء . قد يعيش المرء شهراً دون طعام اذا 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 لاجسامنا بصورة دائمية ، أكثر من الماء والطعام .

وتسد حاجتنا اليومية ثلاثة ارطال 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 الاسبوع الواحد ما يعادل وزن جسمنا من الهواء .

اننا نأكل الطعام الصحي النظيف ونشرب الماء والحليب والسوائل الاخرى بعد أن نتأكد من نقاوتها 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 نضطر الى قضاء القسم الاعظم 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 يدفئوا هواء بيوتهم في الشتاء للتخلص من وطأة البرد . فاننا نوقد المدافئ لنحصل على طاقة حرارية تدفئ الهواء . وقد توصل الناس 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 تقليلها عند الحاجة مع الاحتفاظ برائحة نقية للهواء بعملية تكييف 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 نتعرض للبرد عند خروجنا منها فجأة . ونتعرض 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 (٦٨°) فهرنهايت 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°) فهرنهايت فيقتضي أن لا تقل حرارة الغرفة عن (٨٠) درجة . لقد جهز القسم الاعظم من دور السينما والمحلات العامة باجهزة تكييف الهواء وقد يساء استعمال هذه الاجهزة أحياناً بتبريدها اكثر 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 ، فنتعرض 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 فان جلد الانسان يحتوي على مسامات صغيرة تخرج منها الرطوبة بشكل العرق عندما يزيد حرارة الجسم الداخلية عن حدها 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°) فهرنهايت دون أن يشعر المرء بشدة وطأتها وذلك لقلة الرطوبه فيها ، بينما نجد في محلات أخرى أن درجة حرارة (٨٥) فهرنهايت قد تكون سبباً لانزعاج كبير لتشبع 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 الاشباع 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 ، فان الكثيرين من العمال كانوا يموتون بعد بضع ساعات من نزولهم الى المناجم . أما الآن فقد توصلوا الى استعمال مبردات تبرد الهواء الذي يدفع الى 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 أحياناً ما لا يقل عن ألف متفرج . يخرج من أجسام هؤلاء المتفرجين ما لا يقل عن اثني عشر غالوناً من العرق في الساعة الواحدة ، وفي عرض القصة المؤثرة أو المهيجة قد يخرج من أجسامهم حوالي (١٨) غالوناً من العرق في الساعة . فاذا بقيت هذه الرطوبة في الدار يصير الهواء رطباً غير مريح ولذا اقتضى تبديله دائماً .

كيف نجعل الهواء صحيا

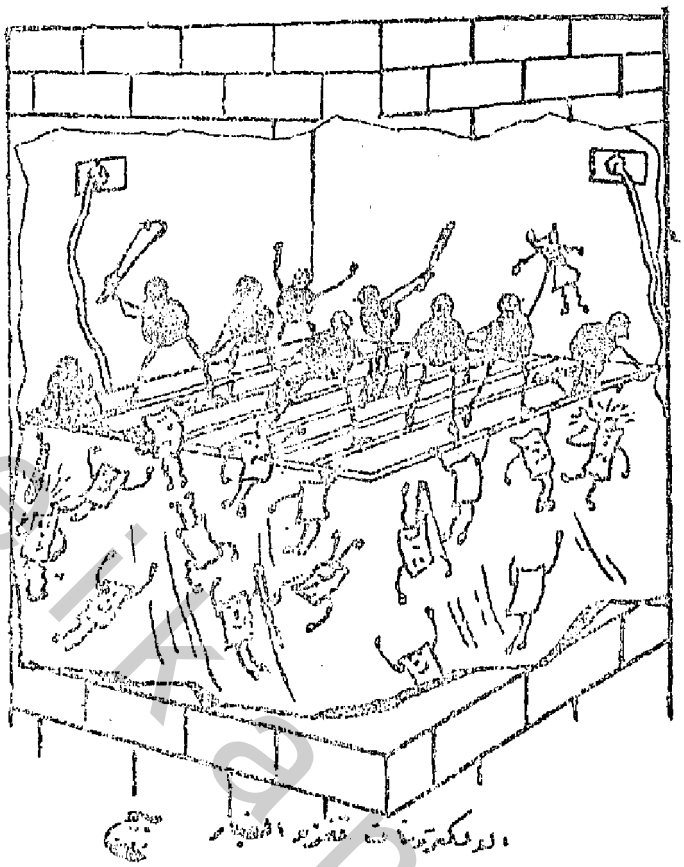
لكي يكون الهواء في الداخل صالحاً للتنفس من الوجهة الصحية فانه يحتاج الى التسخين أو التبريد ، والى الترطيب أو التجفيف ، والى التنقية أيضاً ، كما يقتضي أن يدخل الغرفة بهدوء دون أن يحدث تياراً . وقد يمكن انجاز اغلب هذه الامور بمجرد رش ماء ذي حرارة مناسبة في الهواء . ومن الغريب ان من الممكن تجفيفه بهذه الطريقة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

يعطي قسماً من رطوبته لكل سطح يلامسه وحرارته أقل من حرارة الهواء ، فيتكون الندى مثلاً على سطح إبريق من الفضة مملوء بماء مثلج . ويتكون أيضاً فوق سطح الماء نفسه لأن سطح الماء البارد يلتقط رطوبة الهواء ، ولذا فاذا كان الماء الذي يرش في الهواء أقل حرارة من الهواء تنسة امتص الماء الرطوبة الموجودة في الهواء . أما اذا كان الماء أدفأ من الهواء فان جزيئات الماء تتبخر .

ومن المهم جداً - في عملية تكييف الهواء - تنقيته من الغبار . فلو نظرت الى حزمة ضوئية داخلة 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 بعملية الرش بالماء أو بادخال الهواء من بين ألياف الزجاج المبللة بالماء توقياً من خطر ضرره على الصحة .

ولقد اخترع العلماء حديثاً طريقة للتخلص من الغبار بشحن الهواء كهربائياً . ولهذه 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 ، فاذا ما دفعنا تياراً من الدخان المملوء بالملايين من الذرات الدقيقة خلال هذا الجهاز فسوف لا نرى أثراً للدخان في الجهة الاخرى منه ، إذ تتعلق ذراته



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

خزين الحرارة لفصل الشتاء

لقد علم الانسان ـ منذ ان اخترع النار ـ أن بامكانه 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 المتحدة بالاوكسجين ، وهكذا تنتشر النار .

وتكلف أنواع الوقود كافة مصاريف باهضة فنضطر الى الاقتصاد

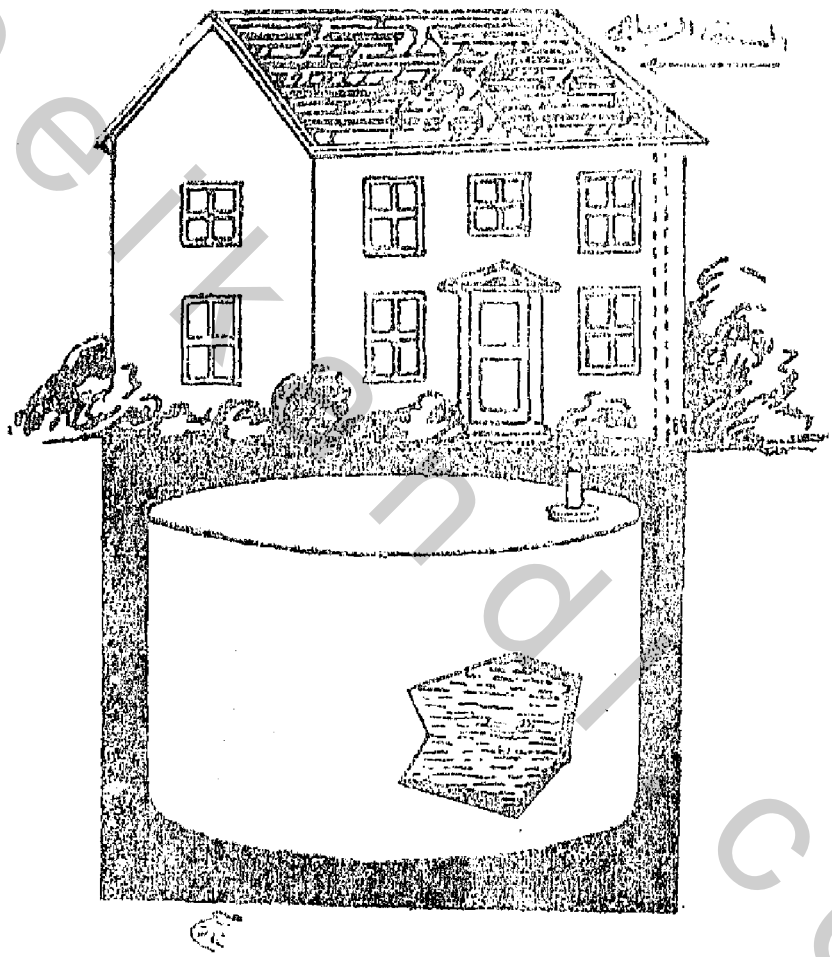
في صرفها . ويمكن محافظة حرارة الدور ببناء جدرانها من مواد لا تساعد على تسرب الحرارة بسهولة . لقد سبق أن ذكرنا امكان إستعمال الآجر الزجاجي لهذا الغرض ، وذكرنا أن من الممكن استعمال ما سميناه بصوف الزجاج المتكون من ألياف دقيقة جداً منه ، فيوضع داخل الجدران لمنع تسرب الحرارة . وعندما يتيسر استعمال هذه المواد العازلة 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 ان نستعمل الحرارة الزائدة في الصيف للتدفئة في الشتاء وذلك فيما إذا تيسرت لنا وسيلة الاحتفاظ 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 ويحاط 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 ، فيدفأ 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 ، وبنفس الطريقة يدفع الماء البارد من

الحوض الى الأنابيب لكي يسخن . وبهذه الوسيلة يسخن ماء الحوض طيلة فصل الصيف تدريجياً حتى يقارب درجة الغليان 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 بأنابيب في مختلف اقسام الدار لتدفئتها ، وحتى إذا حلّ فصل الربيع تكون حرارة الماء قد انخفضت نوعاً ما .

وقد جربت هـذه الطريقة فنجحت نجاحاً باهراً . ولكن عمل

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

تبريد الأشياء

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

لقد حاول العلماء ـ مدة طويلة ـ أن يوجدوا طريقة عملية رخيصة لتبريد الدور في أيام الصيف . ومن الطرق المعلومة للتبريد هي تبخير أي سائل بسرعة ، إذ يمتص 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 . وتتبخر بعض السوائل بسرعة فائقة بحيث يمكن تجميد اليد بواسطتها . 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 وضعه في أوان من فخار فيه مسامات فيترشح قليل من الماء من هـذه المسامات ويتعرض للتبخر فيبرد الماء الموجود داخل الاناء ويمكن تبريد الاسماك والخضار بوضعها في اكياس من الجنفاص مبللة بالماء الذي يبردها عند تبخر قسم منه .

وتعمل الثلاجة أو المبردة الميكانكية على نفس هذا الاساس تقريباً ، ولـكن الماء المتبخر يبقى داخلها عوضاً عن تسربه ، ويتجمع في الأنابيب حيث يتحول الى ماء ساخن يمكن تبريده مرة اخرى بمروحة كهربائية فالمبردة إذاً تنتج الحرارة في نفس الوقت ولـكن هذه الحرارة تدفع الى الخارج .

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

وعند وجود المبردة في المطبخ لا تبرده بل بالعكس تدفئه إذ فيها مضخة تسحب الحرارة الى الخارج . فبامكاننا إذاً استعمال هذه الحرارة للتسخين فيما اذا تيسرت لدينا طريقة لخزنها والاستفادة منها عند الحاجة .

من الممكن هنا تشبيه المبردة بمجرفة بخارية تحفر التراب من جهة

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

فلا يستبعد إذاً استعمال المبردة في المستقبل للقسمين في نفس الوقت . ويمكننا أن نتصور إذ ذاك وجود الماء ومواد الطعام وهي تغلي في القسم الاعلى من المبردة بينما نجد قوالب الثلج ومواد الطعام المجمدة في القسم الأسفل منها . ويقتضي طبعاً فصل هذين القسمين ، منعاً لتسرب حرارة القسم الحار الى القسم البارد .

ولكل 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 تكليفاً 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 .

أبرد بقعة في العالم

ما هو الحد الادنى الذى تتصور أن تصل اليه برودة أي شيء في العالم ؟ تقع أبرد بقعة في العالم بالقرب من القطب الجنوبي حيث تصل درجة الحرارة الى الثمانين تحت الصفر . فهـذه الدرجة هي أقصى حد للبرودة في الطبيعة ، بينما استطاع العلماء ان يحدثوا في مختبراتهم درجات ادنى منها بكثير . لقد توصلوا ـ بالحقيقة ـ الى مالا يزيد عن بضعة آلاف من الدرجة ، من أوطأ درجات الحرارة التي يمكن الوصول اليها .

والحرارة هي عبارة عن حركة جزيئات المادة . فان توقفت هذه الحركة فلا وجود للحرارة . فتكون المادة حينئذ قد وصلت الى 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 الى ٤٥٩٫٩٦° فهرنهايت تحت الصفر .

إن درجة حرارة الجسم هي ٩٨٫٦° فهرنهايت ، ويذوب الثلج في درجة ٣٢ . فادنى درجة من الحرارة يمكن الوصول اليها إذاً تقل حوالي ثماني مرات عن مقدار الفرق بين درجة الانجماد ودرجة حرارة جسم الانسان . ولقد توصل العلماء حديثاً إلى احداث ما لا يزيد عن بضعة آلاف من الدرجة عن هذه الدرجة ، أو فوق ما نسميه بالصفر المطلق ، باستعمال مبردات خاصة .

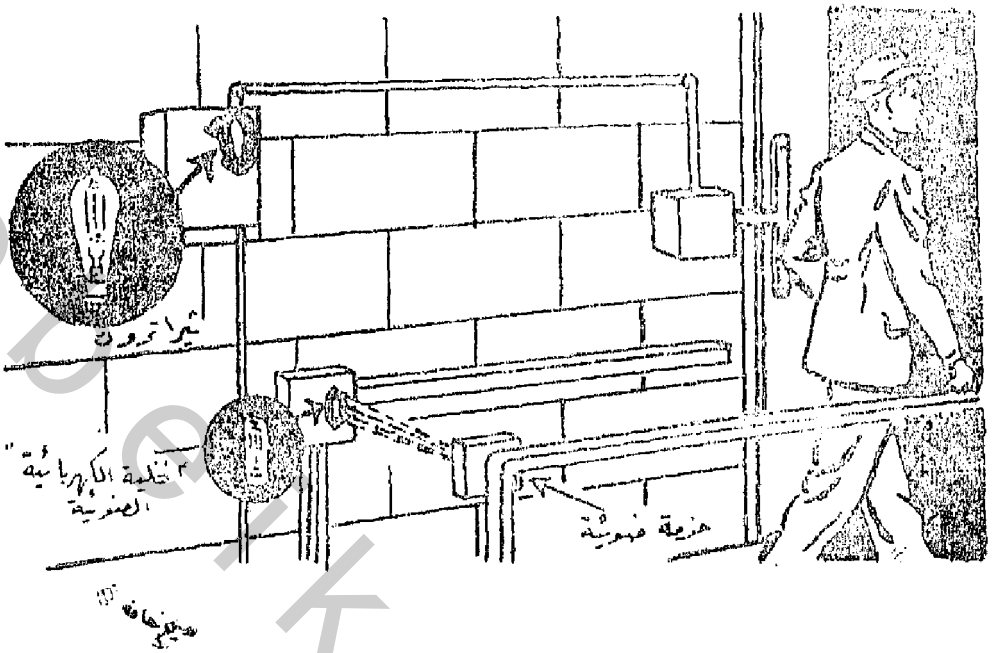
وتحدث أشياء غريبة جداً تحت تأثير هذه الدرجة أو ما فوقها بقليل

فيتحول الهواء الى سائل ثم يتجمد الى كتل صلبة ، وتتجمد جميع الغازات المعروفة كذلك حتى الهايدروجين والهيليوم اللذان لا يتجمدان بسهولة .

ويمكن اجراء تجارب طريفة بالهواء السائل . فعند وضع قطعة مطاط فيه لمدة بضع ثوان تتصلب وتصير سهلة الكسر ويمكن سحقها بالمطرقة وتحويلها 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 بعد فصل الاسلاك عن البطارية .

وسيكتشف 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 بدراستها . تحتوي الطبيعة على أنواع متعددة من الطاقة ، فقد كنا ولا نزال نرى الطاقة الضوئية بأعيننا ، ونسمع الطاقة الصوتية بآذاننا . 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 بالرجات الكهربائية . أما أسلافنا فلم يصادفهم ذلك في حياتهم إلا من سكن منهم في البقاع التي تكثر فيها ثعابين الماء المكهربة . اما البرق الذي كانوا يشاهدونه في السماء فلم يكن في نظارهم سوى ضياء براق ، ولم يدر

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

إن أول من أدرك إمكانية كهربة الأشياء رجل مجهول عاصر اليونان القدماء ، فقد لاحظ هذا أن القطع الصغيرة الخفيفة من الكتان أو القش تقفز وتتعلق بقطعة الكهرمان (Amber) بفركها بكُمّ قميصه . والكهرمان ماده صافية ، ذات لون أصفر ضارب الى السمرة ، تشبه العسل المتجمد . ويعمل منه غالباً الخرز والأسورة والقلائد . وهو يتكون من مادة راتينجية ، 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 . والعائر 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 الراتينجية التي تحولت الى الكهرمان على مر الزمان .

يسمي الكهرمان باليونانية الالكترون (Electron) وعندما لاحظوا أن هناك أشياء أخرى عدا الكهرمان يمكن أن تجذب اليها الاجسام الخفيفة عند فركها شبهوا هذه الاشياء بالكهرمان أيضاً ، فأطلقوا على هذه الظاهرة كلمة الكهرباء (Electricity)

عندما تسير 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

شرارة كهربائية صغيرة من اصبعك الى الجسم الذي تلامسه .

ويمكن إلصاق حوصلة مطاطية مملوءة بالهواء بالحائط عند فركها في ردن المعطف ثم لصقها بقليل من الشدة الى الحائط ، فهذه الحوصلة تسقط في الاحوال الاعتيادية ولكن الاحتكاك 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 تتسرب بسرعة .

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

وهنالك طريقتان لشحن أي جسم بالكهرباء ، وهما الشحن الموجب والشحن السالب . فالجسمان المشحونان بنفس النوع يتنافر بعضهما عن بعض ، بينما يتجاذب الجسمان المشحونان بنوعين مختلفين . فالقضيب المشحون شحنة موجبة يجلب اليه أي جسم مشحون شحنة سالبة ، ولكنه يدفع عنه أي جسم مشحون شحنة موجبة . وسنجد أن ليس هنالك سوى نوع واحد من الكهرباء ، هو عبارة عن مجموعة ألكترونات . فالأشياء المشحونة ايجابياً هي التي فقدت قسماً من ألكتروناتها أما المشحونة سلبياً فتحتوي على ألكترونات أكثر مما تحتويه اعتيادياً .

وقد أجريت تجاريب على كهربة الأشياء قبل أن يكتشف الانسان

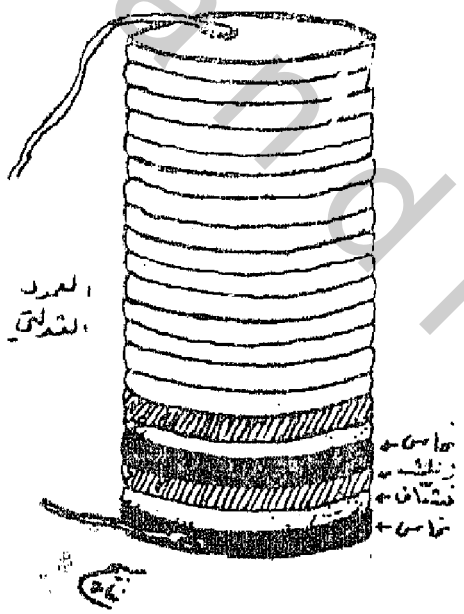
أهمية الكهرباء بآلاف السنين . وقد قام بنيامين فرانكلين (Beniamin Franklin) وغيره من أعلام الطبيعة المعاصرين بعمل آلات تحك فيها قطع من القماش باسطوانات دوارة من الكبريت أو الزجاج ، فأمكنهم احداث شرارات كهربائية طويلة ولكنهم لا يستطيعون الاستفادة منها . وقد قام فرانكلين بتطيير طائرات من الورق في اثناء حدوث الرعد ، فعندما يبتل الخيط تحدث شرارات كهربائية بتأثير البرق في مفتاح خاص مثبت في نهاية الخيط المبلل . وهذا مما دل على أن البرق هو الكهرباء بعينها . ولكن حتى ذلك الحين لم يكن أحد يدري أن الكهرباء ستكون من أنفع انواع الطاقة المكتشفة حتى الآن .

البطاريات الكهربائية

كان أول من استدل على أن من الممكن الاستفادة من الكهرباء طبيب ايطالي يدعى گالڤاني (Galvani) . كان يقوم بتشريح ضفادع ميتة ويعلق بعضها من أطرافها بصنارات نحاسية ، فلاحظ ذات يوم عند لمسه احدى سيقان الضفدع بقطعة من الصلب ، 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 ڤولتا (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

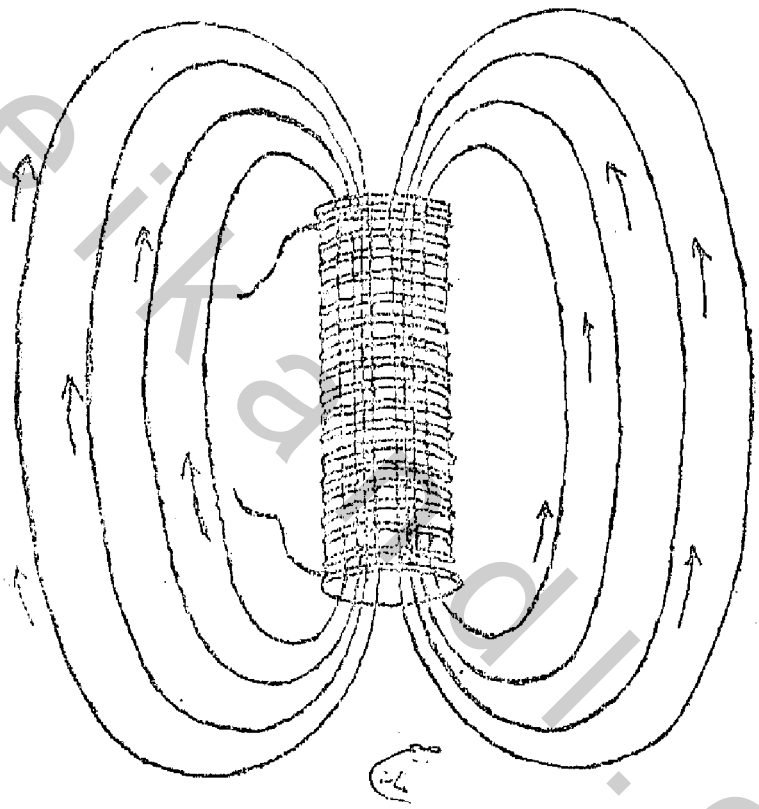
من النحاس ثم قرصاً آخر من الزنك ، وهكذا حتى صار لديه حوالي مئة قرص من الزنك والنحاس على التوالي . وجد عند وصل نهايتي هذا العمود المتكون من مجموعة الاقراص بسلكين ، وجد حصول شرارة كهربائية . فكان ذلك أول خلية كهربائية تم اكتشافها ، وهي بمثابة مضخة تدفع بالكهرباء الى الاسلاك عند وصلها ، لاحداث دائرة كهربائية كاملة . وتكريماً لفولتا سمي العلماء الوحدة القياسية للضبط الكهربائي الفولت (Volt) . فعندما نقول إن خلية كهربائية ذات ستة فولتات . نعني أن قوة دفعها للكهرباء تعادل 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 عرّفتهم أن الكهرباء عند جريانها في أحد الاسلاك تجذب اليها ، أو تدفع عنها سلكا آخر يجري فيه التيار الكهربائي أيضاً . ويتوقف تجاذب أو تنافر الاسلاك على كيفية وضعها . ومن بين

العلماء الذين قاموا بهذه التجارب رجل يدعى أمبير (Ampere) وتخليداً لذكره سميت الوحدة القياسية لكمية الكهرباء التي تجري في السلك بالأمبير .

المجال المغناطيسي الناتج من التيار الكهربائي في السلك



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

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 Genrator) يدار بآلة خاصة فنحصل منه على أي مقدار من الكهرباء نريد . وهنالك نوع محسن من هذا المولد ، يستعمل اليوم في المحطات الكهربائية لدفع التيار الكهربائي في المصابيح والمدافيء وآلات الغسيل وغيرها من الاشياء 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 جزيء 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 . وسنرى 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 ألكترونات من ذراتها

بالجزيئات الموجودة في حذائنا فتسري منها الى جسمنا . وبهذا نكون قد حصلنا على ألكترونات زائدة ، أي أننا حصلنا على شحنة كهربائية سالبة .

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

تتكون المواد العازلة للكهرباء ، كالمطاط والخزف والزجاج ، من ذرات لا يمكن لألكتروناتها أن تتسرب بسهولة ، بينما تتسرب الكهرباء بسهولة من المعادن كالنحاس والفضة ، لأن ألكترونات هذه المواد تتحرك بسهولة من ذرة الى أخرى . ويغلف السلك النحاسي الذي ينقل التيار الكهربائي عادة بالمطاط لكونه عازلا لا يسمح للألكترونات أن تتسرب عند تلامس السلك بقطعة معدنية أخرى .

وسبب حدوث البرق في الجو هو حمل الريح الكثير من الألكترونات الموجودة في الغيوم ، فعندما يلتقي الغيم بسحابة أخرى ، أو عندما تقارب التلامس مع الارض تحاول ألكترونات 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 انبثاقاً ضوئياً يعقبه صوت عالٍ . ولا يفعل الألكترون الصغير الواحد شيئاً في حد ذاته ، ولكن عند تجمع عدد كبير من الألكترونات تستطيع إظهار قوة هائلة . فعندما تندفع خلال

جزيئات 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 صداه مراراً عديدة بين السحاب والارض ، ويستمر لمدة بضع ثوان بعد حدوث البرق .

وليست 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 ألكترون متحرك آخر بالقرب منه ، وتسمى هذه الظاهرة بالقوة المغناطيسية . وعندما تشتري قطعة مغناطيسية من أحد المخازن فمعنى ذلك انك تحمل معك حشداً من الالكترونات المتحركة باستمرار في ذرات الحديد التي تتكون منها تلك القطعة المغناطيسية . وكل من هذه الألكترونات المتحركة هو مغناطيس صغير . والملايين من هذه الالكترونات التي تتكون منها القطعة المغناطيسية قابلية جذب أي قطعة حديد بالقرب منها ، إذ أن هذه تحتوي على ألكترونات 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 بعجلة وتقوم بتحريك هذه العجلة باستمرار فتكسبها قابلية تشغيل مضخة للماء أو منشار لنشر الخشب وما أشبه ذلك .

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

اطلاق سراح الالكترونات

تستطيع الألكترونات المحصورة في الأسلاك أن تقوم بأعمال عديدة ، أما الالكترونات السائبة في الفراغ فتستطيع القيام بأعمال أكثر ويمكن استخراج الألكترونات من ذراتها بنفس السهولة التي تستخرج فيها الحبوب من سنابلها . ولما كانت المواد كافة متكونة من ذرات ، والذرات متكونة من ألكترونات فمن الممكن إذاً استحصال الالكترونات من أي مادة كانت . ولقد توصل علماء الطبيعة الى طرق عديدة لاستخراجها ربما كان اسهلها 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 فسح لها المجال . وعند اشعال المصباح - لأول وهلة - تخرج منها بضعة ملايين

ألكترون ، ثم سرعان ما تملأ فراغه ملأ لا يسمح لخروج ألكترون 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 الاضافي 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 مئتي بليون بليون ألكترن لايكلف أكثر من أربعة فلوس . ولكننا - بالرغم من رخص الالكترون - نحتاج الى كميات هائلة منهـا لنعمل أي شيء مفيد . إننا ندفع ملايين الجنيهات سنوياً في سبيل إطلاق سراح الالكترونات من الذرة . وإن أكثر ما ندفعه لحساب القوة الكهربائية للراديو إن هو إلا قيمة الطاقة المصروفة لاطلاق الألكترونات . وفي كل جهاز للراديو أنابيب فراغيـة (Vacuum tubes) مع أسلاك خاصة . والأنبوب الفراغي جهاز صغير فيه ألكترونات تتصاعد من سلك فيه وتنطلق للعمل .

انظر الى داخل جهاز مستقبل للراديو تجد فيه بعض أنابيب صغار ، 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 للأنبوب من بصيلة زجاجية مفرغة تماماً من الهواء ، وعندما تندفع الالكترونات من السلك الساخن تجذب خلال هذا الفراغ الى صفيحة من النيكل أو معدن آخر موصولة بالبطارية أو التيار الكهربائي الذي يستمر في سحب الألكترونات منها ، وتحل محلها ألكترونات أخرى من السلك الساخن داخل الأنبوب . وبمعنى آخر تسحب هذه الالكترونات بالشحنة الكهربائية الموجبة في الصفيحة المعدنية .

استخدام الالكترونات

رغم ان المحركات الكهربائية تنتج 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 يصله . ولكن عند اطلاق سراح الالكترونات - كما في جهاز الراديو - يمكن تسخيرها للقيام بأعمال أدق . ولا يستبعد أن تقوم الأنابيب الفراغية في المستقبل بتشغيل المحرك أو توقيفه من تلقاء نفسها ، أو أن تقوم باضاءة مصابيح الشوارع عند الحاجة ، واطفائها عند عدم الحاجة اليها بصورة أوتوماتيكية . فسواء أكان الظلام مسبباً عن غياب الشمس أو الزوابع أو الكسوف تقوم هذه الأنابيب باضاءة المصابيح ثم تقطع عنها التيار حالما يزول ذلك الظلام .

العيون الكهربائية

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

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

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

غفلة ، في أثناء حركة المكبس ، فستحجب يده الضوء عن الانبوب فيتوقف المكبس حالاً .

ويمكن استخدام العين الكهربائية لفتح الابواب بصورة اوتوماتيكية لأي شخص يطرقها ، فعند توجه هذا الشخص الى الباب يحجب جسمه الضوء الصادر من مصباح كهربائي يتساقط على الانبوب ، فتتوقف حركة الالكترونات فيه ، وحالما تتوقف الالكترونات ينغلق مفتاح مغناطيسي صغير ، يؤثر في محرك كهربائي فيقوم هذا بفتح الباب .

وليست للأنابيب الضوئية ، بالحقيقة ، السيطرة الكافية على التيار الكهربائي لسد الباب أو فتحه ، ولذا فقد توصل العلم الى اختراع نوع آخر من الأنابيب الالكترونية تسمى الثيراترون (Thyratron) . ولا تتأثر هذه الأخيرة بالضوء ، الا انها بمجرد احساسها بأقل وخزة في الضغط الكهربائي تهيء اندفاع كمية هائلة من التيار الكهربائي الى الغاز الموجود في داخلهـا . 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 الأنابيب الضوئية أيضـاً 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 . فما دامت القطع مغلفة تغليفاً جيداً يكون الضوء المنعكس منها على العين الكهربائية ثابتاً ، أما اذا كانت

أحدى القطع غير مغلفة فيختلف ضوؤها المنعكس على العين الكهربائية التي تؤثر حالاً في انبوب الثيراترون الذي يدفع بالتيار الى مغناطيس كهربائي يحرك عتلة تدفع هذه القطعة حالاً الى صندوق خاص .

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

الأنابيب الالكترونية الموسعة
(Electron Tube Amplifiers)

تطلق الألكترونات في الأنابيب الضوئية (العيون الكهربائية) بتأثير الضوء الساقط عليها . أما في الأنابيب الالكترونية المستعملة في أجهزة الراديو خاصة ، فتطلق الالكترونات بالشريط الساخن نتيجة للحرارة العالية . ويمكن استخدام هذا النوع من الأنابيب في اعمال تفوق ما تقوم به الانابيب الضوئية ، إذ من الممكن استخدامها كموسعات كهربائية . ونعني بذلك اننا لو غيرنا التيار الذي يدخلها الدرجة قليلة جداً فان التيار الذي يخرج منها يتغير لدرجة كبيرة جداً . وتشبه 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 فتحرك 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 (Amplificaton) .

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 ، وهلمّ جرا ، فنستطيع بذلك تكبير الاشارة الأولى الى مليون أو ألف مليون مرة .

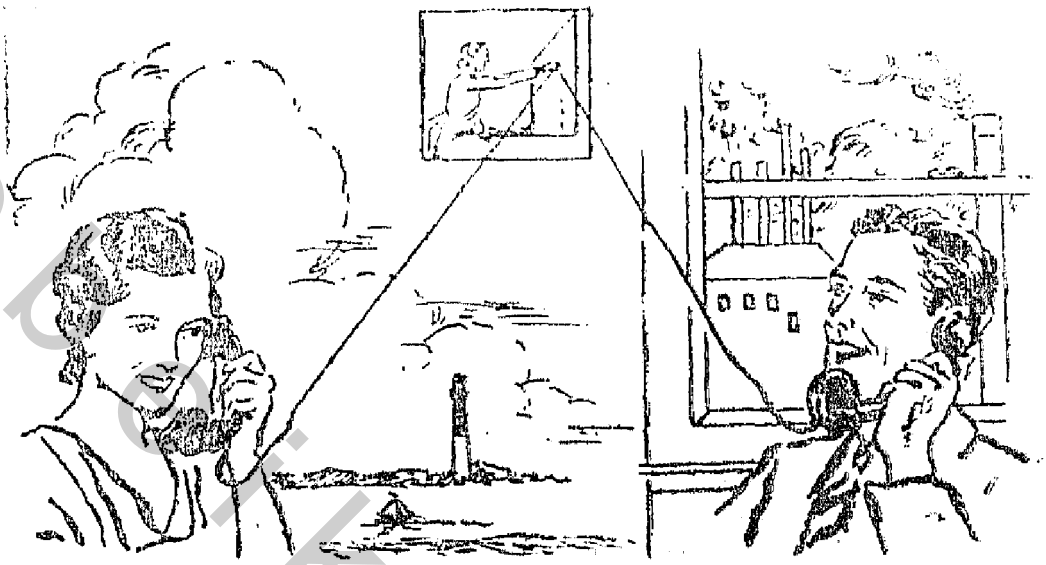
ويستطيع الانسان ، بوصل عدد كبير من هذه الانابيب ، أن يصفق أو يصفر أو حتى ان يغمز بجفن عينه ، فتؤثر حركته في الانبوب الاول الذي يعطي إشارة أقوى الى الثاني ، ويعطي هذا إشارة أقوى الى الثالث ، وهكذا تقوى الاشارة الاولى بالتسلسل حتى قد تبلغ درجة من القوة بحيث تستطيع أن تولد تياراً كهربائياً يقوم باحداث انفجار 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 ربع 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 رونكن ، ولا الأفلام الناطقة ، ولا الكثير من الاشياء الاخرى التي صارت مألوفة لدينا الآن . وسنجد كيف أن كل هذه الاعمال تتم بنتيجة حركة الالكترونات في هذه الأنابيب الزجاجية الصغيرة .

obeikandl.com



الفصل الحادي عشر

التحدث بالاسلاك

تذكر عندما تسرع لأجابة طلب نداء بالتلفون أنك أمام جهاز من أعظم الاجهزة التي توصل العلم الى اختراعها . فلو صرخت بصوت عال لم يكد صوتك يتجاوز منتصف العمارة التي تقطنها . ومهما علا صياحك فلا يمكن أن يسمع على مسافة ميل واحد . أما بالتلفون 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 تنصت الى شخص يحدثك بالتلفون فانك لا تسمع بالحقيقة صوت ذلك الشخص ، بل ما تسمعه إن هو إلا الصدى الذي يحدثه 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 بل (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 لاحداث الصوت بوساطة 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 الضوئية يمكنها أن تنتقل في الفراغ الكائن بين الشمس والارض . 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 » فانه يدفع هواءً من رئتيه الى ألياف عضلية صغيرة قابلة للتذبذب في حنجرته تسمى الاوتار الصوتية (Vocal Cords) . فالهواء يحدث اهتزازاً في هذه الأوتار ، فتدفع بالموجات الصوتية الى الخارج ، وعندما تقع هذه الموجات على طبلة الأذن ، وهي غشاء جلدي رقيق داخل الأذن ، تحدث فيها اهتزازاً . وهـذا الاهتزاز يولد احساساً ندعوه بالصوت ، فيسمعه الشخص الذي تأثرت طبلة أذنه بالاهتزاز .

وتنتقل الموجات الضوئية في الفراغ كما اسلفنا بسرعة هائلة تبلغ حوالي ١٨٦٫٠٠٠ ميلاً في الثانية ، أما الموجات الصوتية فلا تتجاوز سرعتها ميلاً واحداً في خمس ثوان . فلو انفجرت الشمس لرأينا حادث الانفجار بعد ثماني ثوانٍ لأن بعدها عنا يبلغ ٩٣ مليون ميل ، أما لو فرضنا امكان انتقال الصوت الينا لاستغرق وصوله سبع عشرة سنة .

ويمكنك ادراك بطء انتقال الصوت اذا راقبت قطاراً عن بعد بضعة أميال . فعندما يضرب سائق القطار بالصفارة نرى البخار يتصاعد منها قبل أن تسمع صوتها ببضع ثوانٍ .

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

تتوسع كلما بعدت عن المركز الذي رميت 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 قدم في الثانية عشرة من عمره . ويمكننا أن نتصور شكل الموجة الصوتية أو طريقة تأثيرها في طبلة الأذن على الاقل ، بتثبيت شريحة من القش على قطعة من الورق ، وتركيز الطرف الثاني لقطعة القش على صفيحة زجاجية قد خضبت بطبقة من الهباب الناتج من لهيب الشمعة . فعندما يصرخ شخص بالقرب من الورقة مع تحريك الزجاجة 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 هادية للعيان بوصله 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 الاصوات التي تدخل الأذن مهما تعددت 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 فانهما يتحدان مكونين خطاً آخر يختلف عن الخط الذي يحدثه كل منهما على انفراد . وهذه الحقيقة بذاتها هي التي يسرت اختراع التلفون والهاكي والسينما الناطقة والراديو . فلو كان هنالك خط خاص لكل صوت يصل الى آذاننا لاحتجنا الى أكثر من مئة من الخطوط التلفونية 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 الاصوات كافة في خط صوتي معقد واحد يصل الى آذاننا بمنتهى السهولة .

أول تلفون

لقد ادرك ألكسندر بيل في أيام شبابه أن من الممكن التحدث الى المسافات البعيدة بالاسلاك إذا أمكن تحويل الموجات الصوتية الى موجات كهربائيه 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 للاطلاع على معلومات أوسع في الصوت والكهرباء . واتصل بكثير من العلماء والمخترعين المعاصرين فشجعوه 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 يغني بالقرب 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 عزمه ، ولكنه سار في طريقه قُدماً فاستطاع أن يخترع أول تلفون تكلم به بعد سنوات سبع من العمل المتواصل .

لقد حصل بيل أول الأمر على صفائح رقيقة من الصلب 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 (Reciver) وما زالت احدث الاجهزة التلفونية تعمل على هذا الاساس .

ولاجل عمل جهاز الارسال (Transmitter) لتلفونه 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 فتهتز نهايته المغطسة في الحامض ، ونتيجة هذا الاهتزاز تتبدل كمية التيار الكهربائي التي تجري في الحامض ، وينقل هذا التيار بسلك آخر يتصل بالمستقبلة التلفونية . وهكذا كان القرص والابرة الغاطسة في الحامض في القسم المرسل من جهاز التلفون يلتقطان الموجات الصوتية ، فيحولانها الى موجات كهربائية ، حيث تقوم المستقبلة في النهاية الاخرى 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 انى بحاجة اليك . » وبطريقة المصادفة أيضاً كان قد بقي مقدار مناسب من الحامض في الاناء فتمكن واطسن من سماع صوت استاذه بالمستقبلة التي كانت لديه . وهكذا ولد أول تلفون في العالم .

لقد صار أكثر من نصف الدور في الولايات المتحدة مجهزاً بالتلفونات ، وتمتد الخطوط التلفونية في انحاء 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 ذاك حديث عن التلفون أو عن احتمال فكرة وجوده بتحويل الموجات الصوتية الى موجات كهربائية تنقل بالاسلاك ثم يعاد تحويلها الى موجات صوتية .

تلفونات عجيبة

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 . فعوضاً 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 لايجاد خير 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 ولكن بعد ان كثرت التلفونات الى هذا الحد الهائل أصبح ربطها صعباً نوعاما 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 . فعندما 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 .

بدالات 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 لكل منها رقم خاص فعندما تصل ثلاث رجات كهربائية تتهيأ كل المفاتيح في العمود الثالث وتكون حاضرة للقفل ، وعندما تتبعها تسع رجات يقفل المفتاح الموجود في الصف التاسع من العمود الثالث فيتم الاتصال بالمركز الموجود فيه التلفون الذي يطلب التحدث 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 خلل في الجهاز أو في طريقة الاتصال فقد عمل ترتيب لوصل التلفون اوتوماتيكياً 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 نيورك مثلاً ، حيث توجد اعظم البدالات التلفونية ، تجد خطوطاً تلفونية تتصل بجميع انحاء العالم ، فترى في إحدى الصالات الكبيرة مئات العاملات يقمن بوصل الخطوط التلفونية من امريكا الى أوربا 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 .

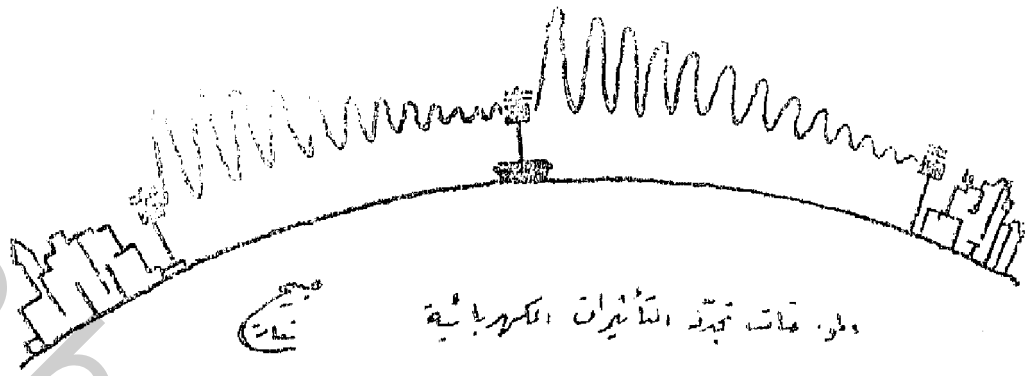
الخطوط التلفونية للمسافات البعيدة

رغم استمرار زيادة الخطوط التلفونية لتأمين الاتصال بين انحاء العالم كافة فقد صارت هذه الخطوط أبسط بكثير مما كانت عليه أول الامر وذلك نتيجة الاختراعات الحديثة . فلو نظرنا الى الصور الفوترغرافيه لبعض المدن الكبرى كنيويورك وشيكاغو في عام ١٩٩٤ لرأينا 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 حلّ هذه المشكلة أخيراً بالانابيب الألكترونية 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 للخيط . إلا أن الأنابيب 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 بطبقه من القطن والشمع ، وتغلف 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 يسرت 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 .



رسم توضيحي لتأثيرات الكهربائية

فاذا ما أردت التكلم الى بلدة تبعد حوالي ٨٥٠ ميلاً عن محلك فمعنى ذلك أن الموجات الكهربائية التي تتكون من صوتك ستقطع ٩٧٠٠ ميل وبذا ستضعف حتماً بعد قطعها هذه المسافة لولا أن بالامكان المحافظة على قوتهـا باستعمال ست عشرة موسعة . (أي وضع موسعة 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 موسعة تزيد قوة التيار الذي يمر فيها الى عشرة أضعاف قوته الأصلية فأن قوة الصوت ستبلغ في ـ نهاية الخط ـ 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 الموسعات بحيث انها تعيد قوة التيار الى حالتها الاصلية . فكلما ضعف التيار في اثناء انتقاله في السلك تعيده هذه الأنابيب 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 وسع باب كبير .

نقل عشرة أصوات بسلك واحد

للاقبال المتزايد على طلب نصب تلفونات في الدور ، ولازدياد النداءات التلفونية للمسافات البعيدة صار من الضروري جداً ايجاد 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 مستحيلا ولكنه صار امراً واقعاً .

إن التكلم بالتلفون يحدث تياراً كهربائياً متموجاً . فالمشكلة 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 المشكلة تشبه خدعة أخرى تبدو بدورها مستحيلة التطبيق . لنفرض أن لدينا مئتين واربعين قنينة مملوءة بمختلف الألوان من الحبر ، مبتدئة بالاحمر ومنتهية بالبنفسجي ، 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 فارغة ، على ان يوضع في كل منها حبر ذو لون معين كالسابق . هل تعتقد 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 بامكاننا الحصول على قطع صغيرة من الرخام الابيض ذات مسامات كقطع السكر ، ونأخذ منها مئتين واربعين قطعة ذات أجسام متسلسلة . ثم نضع أكبرها حجماً في قنينة الحبر الاحمر ونضع التي تليها في قنينة الحبر الاحمر الأقل عمقاً من الاولى وهكذا حتى نصل الى 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 نمزج هذه القطع بعضها مع بعض ونرميها داخل الانبوب فتتدحرج فيه حتى النهاية الاخرى حيث توجد مصفاة تحتوي على مئتين واربعين فتحة تناسب كل منها قطعة معينة 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 انها أبسط منها . فهنا نستعمل الذبذبات الكهربائية بدلاً من قطع الرخام . وهذه الذبذبات سريعة الحركة جداً ، إذ أن التيار الكهربائي من كل تلفون يتذبذب من (٤٠) الى (٢٠٠٠) مرة في الثانية ، ويمكن ربط هذه التيارات المتذبذبة بتيار كهربائي يتذبذب بسرعة ٦٠٠٠٠ مرة في الثانية . ثم تربط ذبذبات نداء تلفوني آخر الى تيار سرعته ٦٥٠٠٠ في الثانية وهكذا حتى تربط ذبذبات النداء الاخير ذي تسلسل (٢٤٠) بتيار كهربائي تزيد سرعة ذبذبته عن مليون مرة في الثانية .

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

الاخرى من الخط بمصافٍ كهربائية ، وهي عبارة عن ملفات سلكية وصفائح معدنية تقوم بفصل هذه التيارات بعضها عن بعض بحسب اختلاف سرعة ذبذبتها فترسل كلاً منها الى التلفون المطلوب ، 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 اخرى عدا المحادثات . فيمكن إرسال بعض اذاعات الراديو بالخطوط التلفونية من بلدة الى أخرى . فقد تصغي الى ممثل يتكلم من هوليوود 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 الاخرى في محلات متعددة في آنٍ 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 ارسال الصور بالخطوط التلفونية ، فقد توصل العلماء اليوم الى استخدام الخطوط التلفونية لارسال كل ما يمكن بالتيار الكهربائي ، إذ يجري تحويله بعد ذلك الى طبيعته الاصلية . وحتى

الروائح العطرية يمكن نقلها بالتلفون ، فاذا أردت مثلاً ارسال مزيج من ثلاثة عطور كالنعناع والخزامى والورد فيقتضي وجود قناني من هذه العطور الثلاثة في كل مستقبلة تلفونية ، ويكون لديك أيضاً ثلاثة مفاتيح في مرسلة تلفونية مرتبة بحيث أنك إذا ضغطت على مفتاح مؤشر عليه (خزامى) يرسل تياراً كهربائياً يخرج قليلا من هذا العطر في الطرف الآخر . واذا ضغطت على المفتاح المؤشر عليه (ورد) تخرج 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 التلفون بتأثير التيار الكهربائي. ولكن الحقيقة أن هذه الطريقة هي نفس الطريقة التي يعمل التلفون على أساسها ، فالصوت نفسه لايجري داخل السلك بل ان ما يجري هو التيار الكهربائي الذي يحدث الصوت في النهاية الأخرى من الخط .

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