مجموعة الكتب العلمية المبسطة

٢٢

علم أم خرافة

تأليف

برتا موريس باركر

ترجمة

عواطف عبد الجليل

مراجعة

الدكتور محمد صابر سليم

دار المعارف

قدم الأستاذ الدكتور أحمد زكى مدير جامعة
القاهرة « السابق » لهذه السلسلة القيمة فى أول كتبها
« حيوانات نعرفها » الذى ترجمه هدية منه فقال :

الأمة برجالها ، ورجالها من صغارها ، لهذا سألت
أن يكون لى شرف الشركة فى تثقيف هؤلاء الصغار ،
فأجبت إلى سؤلى ، فكان لى من ترجمة هذا الكتاب أول كتب
هذه السلسلة القيمة متعة قل أن تعادلها متعة .

أحمد زكى
مدير جامعة القاهرة
السابق

هذه الترجمة مرخص بها وقد قامت الجمعية المصرية
لنشر المعرفة والثقافة العالمية للطباعة والنشر بشراء حق الترجمة من صاحب هذا الحق .

This is an authorized translation of SUPERSTITION OR SCIENCE by Bertha Morris Parker. Copyright, 1952, 1946 Row, Peterson and Company. This Arabic Language edition is authorized for publication by Western Printing and Lithographing Company, Racine, Wisconsin, U.S.A.

نشر هذا الكتاب بالاشتراك
مع
الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية

الطبعة الأولى : سنة ١٩٦٤
الطبعة الثانية : سنة ١٩٧٧
الطبعة الثالثة : سنة ١٩٧٩

معتقدات على غير أساس

يعتبر « مطرب الأفاعى » منظراً مألوفاً فى الهند ، وفى العادة يحتفظ « مطرب الأفاعى » بثعابينه — وهى غالباً من نوع « الكوبرا » — داخل سلة أوجرة ، يجلس « مطرب الأفاعى » فوق الأرض ، ويردد الألحان على الناى ليطرب الثعابين ، وتتحرك الثعابين وتخرج من السلال والجرار فى بطء ، وقد أخذت تميل برءوسها إلى الخلف وإلى الأمام مع أنغام الموسيقى . فالاعتقاد السائد هو أن الموسيقى تطرب الثعابين .

ولكن هذا الاعتقاد — اعتقاد أن الموسيقى تشجى وتطرب الثعابين — يتعارض مع المثل السائر : « أصم مثل الأفعى » ، فإذا كانت الثعابين صماء فإنها لن تستطيع الاستماع إلى الموسيقى ، وبالتالى لن تطرب لها . ومنذ وقت غير طويل حاول أحد العلماء أن يبحث عما إذا كانت ألحان « مطرب الأفاعى » هى المسئولة عن حركات الأفاعى حقيقة .

وقام العالم بتجاربه على ثعابين « الكوبرا » — نفس النوع الذى يستخدمه « مطرب الأفاعى » — فوضع شريطاً لاصقاً فوق عيون الثعابين ، ثم راح يعزف على الناى ، ولكن الثعابين لم تعره انتباهاً ، فنفخ فى النفير ، فلم تتحرك ، فراح يدق بعنف فوق صفيحة بالقرب من رءوسها ، فلم يبد عليها أى أثر . . .واضح جداً أن ألحان الناى أو الموسيقى ليست الشىء الذى جعل الأفاعى تتحرك وتخرج من جرارها وسلالها وترقص فى طرب . . . إذن ما هو هذا الشىء ؟ . .

بما أن الأفاعى لم ترقص عند تغطية عيونها ، فيبدو أن للنظر دخلا فى هذا الرقص . وقد اتضح للعالم أن مطرب الأفاعى يحرك ذراعيه وساقيه ويتمايل بجسده عند عزفه على الناى ، وأن الأفاعى تتحرك بدورها فى الوقت المناسب مع حركة المطرب . كذلك وضح للعالم ، أن «مطرب الأفاعى» يدفع الثعابين من جرارها وسلالها بهز الجرار والسلال هزاً هيناً ، وذلك بالنقر فوق الأرض ، أو الدق الخفيف فوق جدر السلال والجرار التى تحتوى الثعابين داخلها ، والناس الذين يتجمعون حول « مطرب الأفاعى » لا يلحظون نقراته ودقاته ؛ إذ هم منصرفون إلى ألحان الناى ، ينصتون إليها فى انتباه .

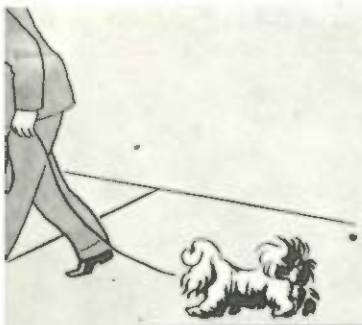
وهكذا نرى أن فكرة طرب الثعابين لسماع الموسيقى غير صحيحة ؛ لأنها قائمة على غير أساس ، إنها اعتقاد لا أساس له من الصحة . . . اعتقاد خاطئ . وهناك معتقدات أخرى كثيرة لا أساس لها من الصحة ، والكثير منها يطلق عليه اسم خرافات ، وخاصة ما يتعلق منها بالإشارة إلى سوء الحظ أو حسن الطالع .

وهذه الصور الصغيرة المنشورة على هامش الصفحتين تذكرك ببعض الخرافات الشائعة . إذا اعترضت طريقك قطة سوداء ، وإذا مررت تحت سلم ، وإذا تناثر ملح الطعام أمامك ، وإذا انكسرت مرآة أو فتحت المظلة داخل البيت ، أو أعطاك أحد سكيناً أو مقصاً ، أو حدث أن خطوت فوق شق فى الطريق ، فمثل هذا يتوهم الناس فى بعض بلاد العالم أنه يجلب سوء الحظ ، وكذلك يعتبر الرقم « ١٣ » غير مرغوب فيه ، وبعض الناس يرون فى يوم الجمعة يوم نحس . أما إذا تصادف أن كان اليوم الثالث عشر من الشهر يوم جمعة ، فهو فى نظرهم أتعس الأيام كلها .

ومن ناحية أخرى فقد تصادفك مجموعة أشياء معلقة فوق باب البيت الخارجى عبارة عن عود برسيم وقدم يسرى خلفية لأرنب « وحدوة » حصان ، هذه المجموعة الغريبة يظن بعض الناس أنها تجلب الحظ السعيد ، وإذا وضعت « حدوة » الحصان مقلوبة فذلك لكيلا يهرب الحظ من البيت . . .

وكذلك إذا رأيت الهلال على أثر التفاتة من فوق كتفك اليسرى ، فهذا يعنى حظاً سعيداً .

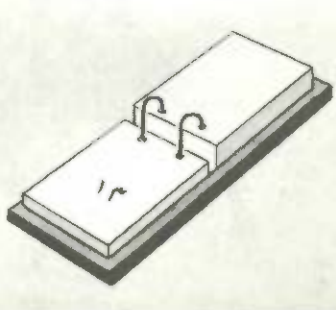
وهناك لمس الخشب حتى لا ينقلب السعد نحساً . وهناك أيضاً عدد لا يحصى من الخرافات ، ومن ذلك لبس سوار معين . والمعروف أن فرق لعب الكرة وغيرها يحملون عادة نوعاً من الأحجبة أو التعاويذ لتجلب لهم الحظ ، ولبس الأحجار الكريمة يخشى منه إلا إذا كان رمزاً للبرج المولود فيه الشخص ، والرقم سبعة يفترض فيه أنه جالب للحظ ، بعكس الرقم « ١٣ » .



وحتى هذه الساعة لم يجد العلماء دليلاً واحداً على صحة هذه الخرافات ؛ إذ ، على ما يبدو ، أن كلا منها جاء نتيجة خطأ فى التقدير والتفكير فيما يختص بتصادف حدثين بينهما بعض الصلة ، فافترض أن أحد الحدثين كان سبباً فى وقوع الحدث الثانى ، فى حين أن الحقيقة غير ذلك ؛ إذ لا توجد ثمة علاقة بين الحدثين ، أو بمعنى آخر ليس هناك سبب ومسبب — كما يقول العلماء — يربط بين الحدثين .

وقد تبدأ خرافة ما عن سوء الطالع هكذا ، مثلا يحدث فى ثلاثة أيام متوالية أن تقابل الرجل الذى يقوم بشحذ السكاكين والمقصات فى طريقك إلى المدرسة ، ويسترعى هذا الرجل انتباهك حيث إنك لست معتاداً رؤيته فى الصباح الباكر ، ويتصادف أن يحالفك سوء الحظ فى هذه الأيام الثلاثة ، وهنا تتذكر المسكين شاحذ السكاكين والمقصات ، الذى استرعى ناظريك فى صباح الأيام الثلاثة ، وتصدر حكماً بأن مقابلة مثل هذا الرجل تعتبر فألاً سيئاً ، والحقيقة أن مقابلته لا شأن لها بما أصابك من متاعب ، اللهم إلا بقدر ما يكون للبس حذائك من أثر ، ولكنك تلبس الحذاء كل صباح . أما هذا الرجل فلم يقابلك قبل ذلك ، وإذن فهو المسئول عما أصابك . وفى المرة التالية إذا لمحته من بعيد فإنك تتوقع نحساً فى ذلك اليوم ، وكلنا معرض لما ينغص عليه الحياة ، فإذا ما عرض لك شىء من ذلك ازداد يقينك بأن العامل الذى يشحذ السكاكين والمقصات هو بعينه وجه النحس .

والغريب أنك إذا سألت معارفك وأصدقاءك عما إذا كانوا يؤمنون بمسألة سوء الحظ وحسن الحظ أجابوا بالنفى ؛ لأن قليلين من الناس يعترفون بأنهم يعتقدون فى الخرافات ، ولكن عندما تطلب من أحدهم أن يكسر مرآة ، أو يبدأ رحلة طويلة يوم الجمعة الموافق الثالث عشر من الشهر ، أو حتى أن يفتح مظلته داخل البيت ، فإنك ستجد أغلبية الناس تؤمن فعلا بهذه الخرافات .



والصور الموضحة فى هاتين الصفحتين تشير إلى مجموعة أخرى من المعتقدات التى لا أساس لهـــا من الصحة ؛ بعض هذه المعتقدات ثبت أنها كاذبة ، والبعض الآخر لم يعثر العلماء حتى اليوم على دليل واحد يؤيدها .

وهناك عدد كبير من الخرافات عن الطقس والصور الخاصة «بالمرموط» — وهو نوع من الفئران يعيش فى شمال أمريكا — والأسد والحمل تعبر عن بعض هذه الخرافات. فالمعتقد أنه فى اليوم الثانى من شهر فبراير من كل عام يخرج المرموط من مخبئه الشتوى ليختبر حالة الطقس ، فإذا لاحظ الغيوم ووجد أنه لا يستطيع رؤية ظله بسبب تلبد السماء ، فإنه يوقن أن الربيع على الأبواب ، وإذا ما وجد الشمس ساطعة بحيث يمكنه رؤية ظله أيقن أن الشتاء سيمتد ستة أسابيع أخرى ، ويعود مسرعاً إلى داخل مخبئه . أما شهر مارس ، فإذا أقبل على الدنيا ضارياً مفترساً مثل الأسد فإنه ينتهى هادئاً وديعاً مثل الحمل ، وعلى العكس إذا قدم هادئاً مثل الحمل ودع مزمجراً مثل الأسد ، ومع هذا فإن ما تسجله مصلحة الأرصاد يؤكد أن هذا الكلام ليس فيه شىء من الحقيقة على الإطلاق .

وفى بعض المجتمعات البدائية يعمد الناس إلى الرقص ، عندما يحتاجون إلى مياه الأمطار لإرواء زراعاتهم ، والعلماء يعرفون اليوم الكثير عن كيفية تكوّن السحب التى تسقط الأمطار ، ويعرفون جيداً أن الرقص مهما طال لن يوفر أبداً الظروف الضرورية لسقوط المطر . والمعروف أن ملايين من الناس يعتمدون على الآبار للحصول على الماء ، وهناك بعض النـــاس معروف عنهم أنهم خبراء فى اكتشاف مواضع هذه الآبار ، ويعرف الواحد منهم « بساحر الماء » ، يمسك الساحر بعصا أو غصن صلب ويمضى به باحثاً عن المـــاء ، فإذا حدث أن انثنى الغصن تحت ضغط يده ، دل ذلك على وجود الماء فى المكان ، وقد دلت الاختبارات العلمية على أن هذا الزعم لا يدل أبداً على وجود الماء .

وفى الأزمان الغابرة كان الناس يعتقدون فى وجود حيوانات لم تعرفها الدنيا ، فلم توجد

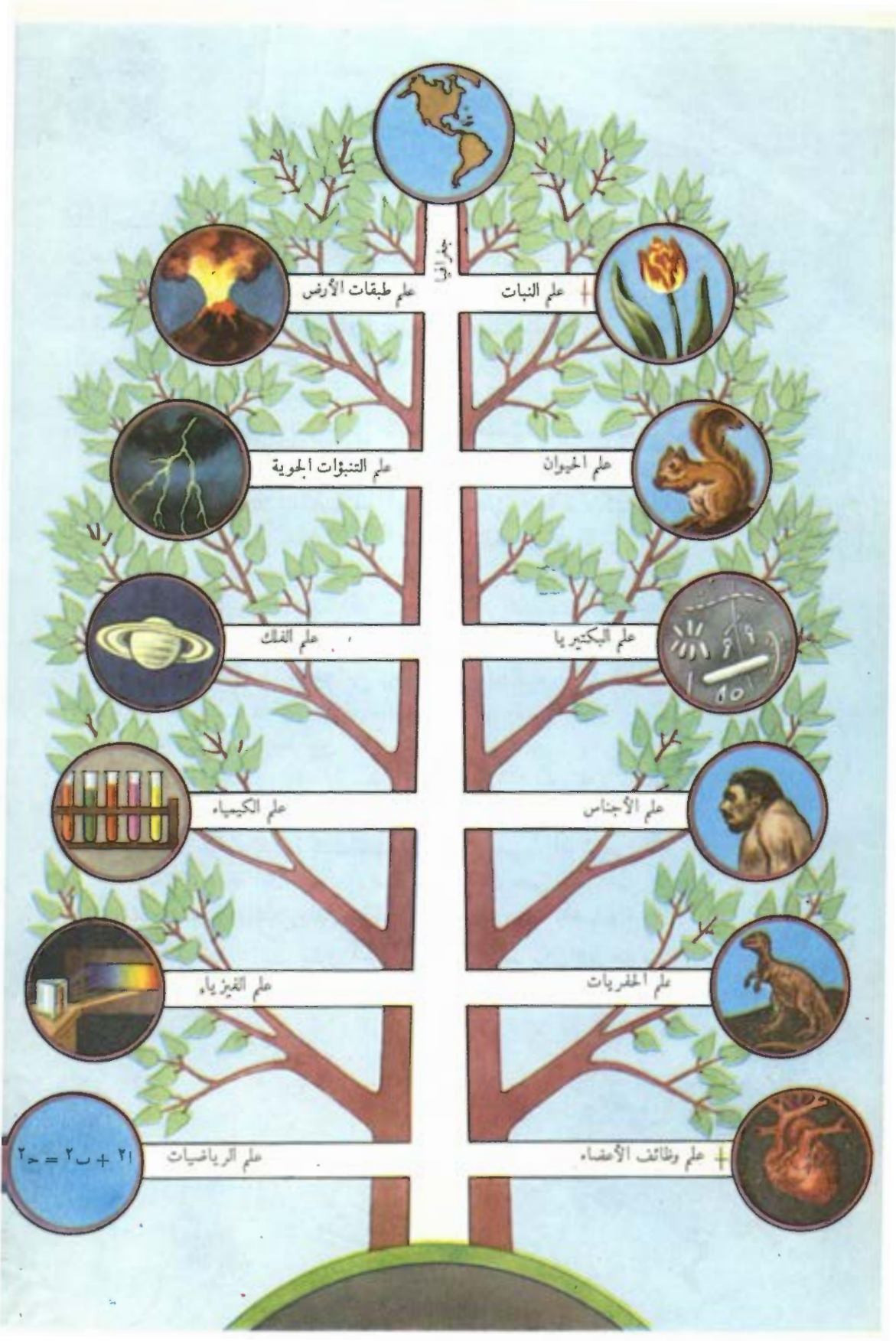
أبداً أحصنة ذات أجنحة ، ولا تنين ينفث اللهب . ولم يعد الناس بالطبع يعتقدون أن هناك مثل هذه الحيوانات ، ولكن الفكرة التى تقول بأن الثعابين تطرب لسماع الموسيقى ، ليست سوى واحدة من أفكار عديدة لا أساس لها من الصحة عن حيوانات حقيقية ومعروفة ، فإمساك الضفادع بالأيدى لا يسبب حدوث أورام فى هذه الأيدى ، والثعبان قد يلتف حول نفسه فى شبه دائرة ، ولكنه لا يجرى فوق الأرض وهو على هذه الصورة ، وكذلك النعامة ، لا تخفى رأسها فى الرمال عندما تواجه خطراً ، وكذلك فإن ديدان الأرض لا تخرج من مخابئها عند إحداث أصوات عالية .

ومنذ آلاف السنين والناس يتطلعون إلى السماء وينسجون الخرافات حول ما يلحظونه من تغيرات ؛ فمثلا المذنبات يظن أنها نذير لكارثة محققة ، ولكننا نعرف اليوم أن المذنبات تجرى فى مدارات حول الشمس كما تفعل الأرض ، وأنها تظهر لنا بصفة منتظمة ، حقيقة أن بعض الكوارث وقعت فعلا إبان رؤية هذه المذنبات ، ولكن ليس هناك دليل على أن هذه الكوارث نجمت عن المذنبات .

ومن بين الخرافات التى تناقلتها الأجيال عن الأجرام السماوية ما يزعم من أن مستقبل الإنسان يمكن معرفته من تبين مواضع الكواكب بين النجوم ساعة ولادته ، وهكذا وجد عدد كبير ممن يقرءون المستقبل عن طريق النجوم ، ولكن العلماء لم يجدوا أية علاقة تربط بين النجوم ومستقبل الإنسان .

وكذلك قراءة المستقبل داخل كرة بلّورية ، إن الكرة البلّورية لا تحوى فى داخلها أسرار المستقبل لك أو لغيرك . ولكن بعض هذه الخرافات جاء نتيجة ارتباط عرضى فى الوقت الذى لم يثبت لدينا أى ارتباط حقيقى ، أما البعض الآخر فقد جاء نتيجة لعدم دقة الملاحظة ؛ إذ مما لا شك فيه أن بعض الناس خيل إليهم أنهم رأوا ثعابين تجرى فى شكل حلقات ، كما رأوا النعام وقد دفنت رءوسها فى الرمال .

وبعض الخرافات شاعت بطرق أخرى ، إلا أنه مهما تكن الطريقة فليس هناك من سبب يدعونا إلى تصديقها أو الإيمان بها .


علم النبات
علم الحيوان
علم البكتيريا
علم الأجناس
علم الحفريات
علم وظائف الأعضاء
علم طبقات الأرض
علم التنبؤات الجوية
علم الفلك
علم الكيمياء
علم الفيزياء
علم الرياضيات
٢١ + ب٢ = حـ٢

العلوم

إذا جاز لنا أن نطلق على الخرافات والأفكار الخاطئة عبارة « معتقدات لا أساس لها من الصحة» استطعنا القول بأن العلوم هى « المعتقدات ذات الأسس الصحيحة » ، فكلمة علم باللغة الإنجليزية — Science — تستمد أصلها من كلمة لاتينية معناها « يعرف » ، والمعرفة لا تأتى من الملاحظة العابرة والتفكير الذى قاد إلى الخرافات ، ولكن الجوهر فى المعرفة التى يتضمنها العلم يقوم على الملاحظة الدقيقة الموثوق بها ، والتقدير الصحيح ، والتجربة المتكررة ، والنتائج السليمة .

وكما يتضح من الشجرة فى الصفحة المقابلة ، نجد أن للعلم فروعاً كثيرة ؛ إذ أنه يتكون من مجموعة من العلوم . وأنت بالطبع ستتعلم بعضاً منها إن عاجلا أو آجلا ؛ فإذا كنت مهتماً بالكهربا ، أو الضوء ، أو الصوت مثلا ، فإنك ستدرس الفيزياء ، وإذا كنت مهتماً بتركيب المواد فإنك ستدرس الكيميا . أما إذا كانت هوايتك معرفة مزيد من المعلومات عن الحيوانات فإنك ستدرس علم الحيوان .

وبعض العلوم أقدم من البعض الآخر ؛ فعلم الفلك من أقدم العلوم . والحقيقة أنه ليس من السهل إدراك سبب اهتمام الناس بالنجوم البعيدة أكثر من اهتمامهم بالحيوان ، والنبات الذى يحيط بهم ، وبصخور الأرض التى تدوسها أقدامهم ، ربما استحوذت النجوم على قلوب الناس ، لأنها بعيدة عنهم وغامضة ، المهم أن علم الفلك أقدم بكثير من علم النبات والحيوان وعلم طبقات الأرض ، وعلى العكس فإن علم البكتيريا ، علم جديد جداً ؛ إذ أن الكائنات البكتيرية لم ترها عين قبل اختراع الميكروسكوب .

وشجرة العلوم الموضحة بالشكل يمكن أن تكون أكثر إيضاحاً ؛ لأن كل واحد من هذه العلوم له فروع أخرى ؛ فمثلا علم وظائف أعضاء النبات فرع من علم النبات ، أما علم التعدين ففرع من فروع علم طبقات الأرض .

وكل ركن من أركان المعرفة ننظر إليه بصفته علماً مستقلا يتكون من حقائق وقواعد ونظريات ، وبقليل من الأمثلة يمكنك أن تفرق بين هذه الأشياء الثلاثة : الحقيقة ، والقاعدة ، والنظرية . المشترى مثلا كوكب . هذه حقيقة . والكوكب جسم مستدير يشبه الأرض التى تدور فى طريق أو فلك يكاد يكون مستديراً حول الشمس ، وقد راقب العلماء كوكب المشترى سنوات طويلة جداً حتى أمكنهم التأكد من أنه كوكب فعلا .

« كل جسم فى الكون يجذب غيره من الأجسام » ، هذه حقيقة ومثل هذه الحقيقة نسميها قاعدة . هذه القاعدة تساعدنا على فهم السبب الذى يجعل الكواكب مجذوبة إلى

الشمس دائماً، ولا يمكن أن تهرب منها ؛ إذ أن الشمس جسم هائل جداً فى حجمه وله قوة جذب هائلة جداً ، وتفسر لنا أيضاً لماذا لا يبتعد القمر عن الأرض ويفترق عنها، ولماذا تسقط النجوم مرتطمة بالأرض ... وعدد كبير من علامات الاستفهام يمكن أن تجيب عنها هذه القاعدة وتفسرها .

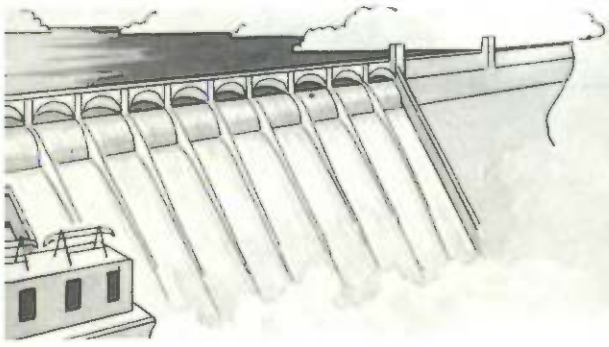
ويعتقد كثير من العلماء أن الأرض وكل الكواكب فى المجموعة الشمسية إنما تكونت من سحابة كثيفة من الغبار والغازات أحاطت بالشمس ذات يوم سحيق فى عمر الزمن ، على شكل هالة ذات حجم هائل ، هذه الفكرة نقول عنها إنهـا نظرية . وهناك ما يؤيدها ، ولكن ليس هناك من وسيلة يمكن أن تبرهن على صحتها ؛ إذ لم يكن هناك مخلوق فوق الأرض عند تكونها ليستطيع أن يخبرنا عن الحقيقة .

وهكذا فإن الأفكار التى تولد نظريات يمكن أحياناً إثبات صحتها ، وفى هذه الحال تتحول إلى قواعد وحقائق ، ولا تعتبر نظريات .

والعلوم الموضحة فى الشجرة السالفة ، تسمى العلوم الأساسية ، والرسومات أو الأشكال الموضحة على هاتين الصفحتين تمثل مجموعة أخرى من العلوم ، هى العلوم التطبيقية ، ومن أمثلتها علم الغابات ، علم الأجواء ، علم العقاقير والطب ، وتربية الحيوان والزراعة ومسح الأرض والأنواع المختلفة من العلوم الهندسية .

والعلوم التطبيقية علوم أساسية انتهجت الطريق العملى ؛ فمثلا الطب ليس إلا علم البكتيريا وعلم وظائف الأعضاء فى الصورة العملية ، والزراعة صورة عملية لعلم النبات ، وفى كل أنواع الهندسة نجد التطبيق العملى لقواعد الفيزياء .

وهكذا نرى أن العلوم الأساسية ولعلوم التطبيقية يعاون كل منهما الآخر ، فالعاملون فى حقل العلوم الأساسية يتحمسون لعملهم ، وهم يدركون أن كل اكتشاف يصلون إليه قد يبدو عديم النفع لأول وهلة . ولكنه سيفيد الإنسانية كلها حتماً ذات يوم . وفى نفس الوقت فإن العلوم التطبيقية تعتمد على العلوم الأساسية من أجل القواعد التى تقوم عليها وتعمل طبقاً لها .



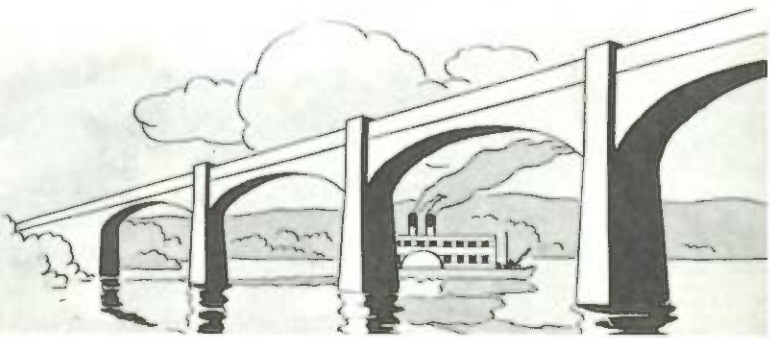
أساطير وخرافات الطبيعة ، أو طلائع العلم

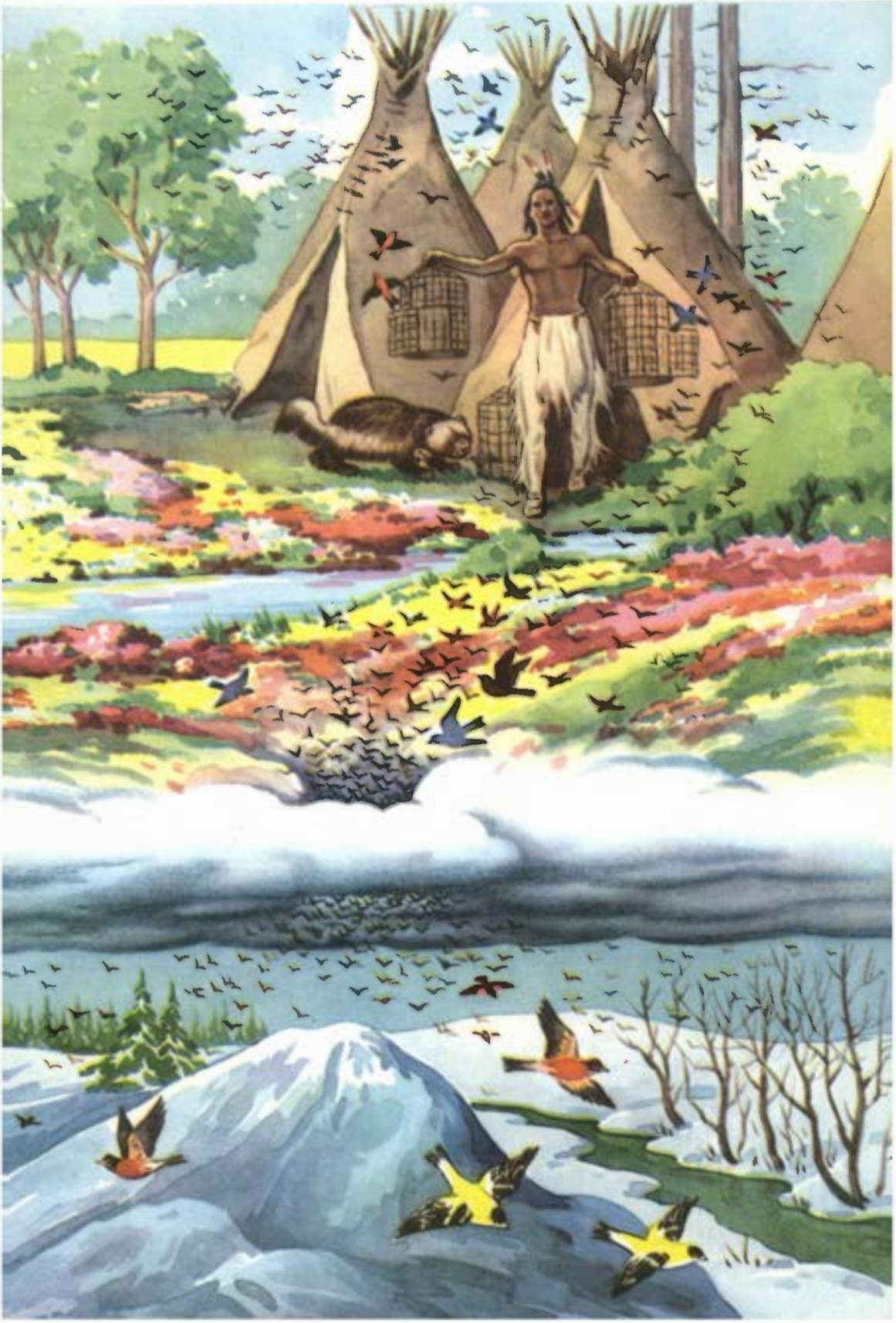
المعروف أن الأساطير والخرافات المتعلقة بالطبيعة لم تكن إلا المرحلة البدائية للعلم ، ولهذا أطلقوا عليها « العلم فى طفولته » . وهذه الخرافات وتلك الأساطير ألفها خيال أناس كانوا يعجبون من العالم الذى يحيط بهم ويدفعهم حب الاستطلاع إلى معرفة أشياء كثيرة ، ولا يجدون الجواب العلمى عنها ، فينسجون هذه الحكايات التى تحاول بطريقة أو بأخرى أن تجيب عن أسئلتهم الحائرة ، ولهذا فإن تلك الأساطير الخرافية يمكن اعتبارها مقدمات للعلم ، برغم أنهـــا قامت على أسس غير علمية لا تختلف كثيراً عن التفاؤل والتشاؤم ، وعلى الصفحة التالية صور لخرافة هندية من أساطير الطبيعة ، وهى تجيب عن سؤالين حيرا الهنود ، الأول : كيف وجدت مجموعة نجوم الدب الأكبر فى السماء ؟.. والثانى : ما الذى يأتى بفصل الصيف ؟...

تقول الأسطورة الهندية ، إن صياداً شهيراً يدعى « أوچيب أنونج » كانت له مهارة عجيبة فى الصيد ، وكان الصيادون يلقبونه «حيوان الغابة» ؛ لأنه كان يستطيع التحول من إنسان إلى حيوان متى أراد ذلك ، وكان لأوچيب ولد أراد أن يكون ماهراً مثل والده ، ولكن كانت تنقصه شجاعة أبيه ، وعلاوة على ذلك فقد نما وترعرع فى بيئة باردة جعلت أصابعه متصلبة دائماً لاتحسن القبض على القوس والسهم . . .

وذات يوم توسل الفتى إلى أبيه الصياد الماهر «أوچيب» أن يتوسط له فى قدوم فصل الصيف ، ووعد الصياد بذلك ولكنه قال إن من المحتم عليه أن يقوم برحلة طويلة وشاقة. ولكى يستعد للرحلة ، جمع الصياد صحابه : كلب البحر ، وفأر الماء ، والفهد ، والقنفذ ، والذئب ، وتسلق الجميع جبلاً شامخاً ، ثم قال لهم « أوچيب » إنه يتحتم عليه الصعود إلى السماء ، ولكى يفعل لابد لأحدهم أن يحدث فتحة كبيرة فى السماء ينفذ منها .

وحاول كلب البحر وفأر الماء والفهد والقنفذ ، ولكن محاولاتها باءت كلها بالفشل ، ثم قفز الذئب فلم تكن القفزة الأولى كافية للوصول إلى السماء ، فعاود المحاولة فلمس السماء ، ثم أعاد الكرة ، فأحدث فتحة هائلة ونفذ منها إلى أعماق السماء .





وقفز « أوچيب أنونج » بدوره من الفتحة ، ولم يلبث أن وجد نفسه فى أرض طيبة كلها صيف مقيم ، الأزهار الجميلة تحيط به من كل مكان ، والطيور تقفز من شجرة إلى شجرة ، ومن غصن إلى غصن .

ومضى الصياد والذئب يتجولان فى أرض السماء الطيبة ، ولاحت أمامهما مجموعة من البيوت ، ولكنها خالية من السكان ، كانت الأبواب مفتوحة ولكن أحداً لم يكن فيها ، وفى داخل البيت الكبير الذى يتوسطها أقفاص طيور لا حصر لها ولا عدّ ، جمعت بين كل الألوان الجميلة الزاهية ، وعرف « أوچيب » ما يجب أن يفعل . . . إن عليه الآن أن يفتح أبواب هذه الأقفاص ليسرح كل ما تحويه من طيور جميلة لتتسرب من فتحة السماء التى نفذ منها هو والذئب ، تتسرب وتهبط إلى الأرض ومعها يهبط الصيف إلى الأرض الباردة ، وتتحقق أمنية الفتى ابن « أوچيب » . وفعلاً راح « أوچيب » يفتح الأقفاص بسرعة كبيرة وتسربت المئات من الطيور إلى الأرض .

ولكن الأصوات المزعجة التى أحدثتها الطيور عند هربها إلى الأرض ، نبهت أهل السماء الذين كانوا فى رحلة صيد ، فعادوا مسرعين إلى بيوتهم ، وما كاد يلمحهم الذئب ، حتى قفز مسرعاً من فتحة السماء ، أما «أوچيب» فلم يأبه لعودتهم ، وواصل عمله فى فتح الأقفاص ، وعندما فاجأه سكان السماء أحال نفسه إلى حيوان وأسرع إلى فتحة السماء ، ولكنه وجدها مغلقة ، أغلقها سكان السماء ، وهنا أسرع يتسلق إحدى الأشجار ، ولكن سهام أهل السماء هبطت عليه كالمطر ، وأصابته واحدة فى ذيله فصرعته ، وتركه أهل السماء فى مكانه معلقاً بعنان السماء حتى اليوم ، ويستطيع أى إنسان أن يراه فى الليالى الصافية...

إن الهنود يعتقدون أن مجموعة نجوم الدب الأكبر ليست سوى صورة الحيوان الذى حوّل « أوچيب أوننج » نفسه إليه قبل إصابته ، والجزء الممتد من الدب الأكبر هو ذيل الصياد . أما النجم الباهت فى هذه الصورة ، وهو النجم المعروف باسم « الكور » فإن الأسطورة تؤكد أن هذا النجم ليس سوى السهم الذى أصاب « أوچيب » مخترقاً ذيله .

وكما نعرف جميعاً توجد طيور كثيرة تقضى الشتاء فى الجنوب الدافئ ، وعند قدوم الربيع تهاجر إلى الشمال ، ولهذا ساد الاعتقاد بين الهنود بأن الطيور تأتى معها بفصل الصيف وما فيه من دفء ، لأن الصيف يعقب الربيع ، أى يعقب وفود الطيور ، من الجنوب إلى الشمال .

وهناك غير ذلك من الأساطير الكثيرة الشائعة بين الهنود ، بعضها وافد من شعوب أخرى ، ولا شك أنك سمعت بعض ما يروى من أساطير الطبيعة مثلا عن الإغريق والرومان ، وكلها بعيدة عن الحقيقة ، وتبدو سخيفة ، ولكن يجب أن نحترمها لأنها فى الواقع محاولات صادقة للإجابة عن الأسئلة المحيرة فى الطبيعة ، وحل ألغازها العويصة .

أحداث رئيسية فى تاريخ العلم

لا أحد يدرى من هو العالم الأول فى التاريخ ، من هو الذى بدأ البحث عن الحقيقة لتفسير ما يحدث فى العالم الذى يحيط به بدلا من أن ينسج القصص والخرافات ، ولكن الذى نعرفه جميعاً هو أن العلوم التى نراها اليوم قامت على أكتاف الآلاف من الناس ، وبعض من هذه الآلاف أضافوا إلى معرفتنا بهذا العالم الشىء الكثير جداً مما جعلهم مشهورين مرموقين . . . إن اكتشافاتهم أحداث خطيرة فى تاريخ العلم ، وسنذكر أمثلة قليلة من هؤلاء المشاهير وما قدموه للإنسانية والعلم .

العالم الإيطالى « جاليليو » يسمونه فى التاريخ « أبا العلم » لأنه حاول إثبات أفكاره بالتجربة والمشاهدة منذ أكثر من ثلاثمائة عام ، والصورة الموجودة فى الصفحة الداخلية للغلاف الخارجى تمثل واحدة من تجاربه ، وفيها أثبت بطلان الاعتقاد الذى كان شائعاً ومؤداه أن الجسم يسقط بسرعة أكبر كلما زاد ثقله ... فقد ألقى بقذيفة مدفع وشظية صغيرة من فوق برج «بيزا» المائل الشهير ، وارتطمت كلتا هما بالأرض فى وقت واحد . وكانت تجارب « جاليليو » حافزاً لغيره على محاولة التجربة .

ومن قبل « جاليليو » كانت هناك بعض التجارب القليلة جداً ، وفى الصفحة التالية ترى صورة طبيب إنجليزى المولد يدعى « جلبرت » يجرى تجربة للكهربا الاحتكاكية أمام الملكة أليصابات الأولى ، وذلك قبل « جاليليو » بحوالى أربعة وعشرين عاماً .

والمعروف منذ أيام « طاليس » الإغريقى ، أى منذ حوالى ألفى سنة ، أنه عند دلك قطعة من حجر العنبر بقطعة من الفراء ، تكتسب شحنة من الكهربا الاحتكاكية ويمكنها التقاط الأشياء الخفيفة مثل قطعة ورق أو شظية . وكلمة « كهربا » مستمدة من الكلمة الإغريقية التى تعبر عن « العنبر » . وقد اكتشف « جلبرت » أن الزجاج والكثير من المواد الأخرى يمكن إكسابها شحنة كهربية مثل حجر العنبر ، ولكنه مشهور أكثر باكتشافه المغناطيس ؛ إذ اكتشف أن الإبرة المغناطيسية فى البوصلة إنما تتجه إلى الشمال والجنوب ، لأن الأرض تعمل كما لو كانت مغناطيساً هائلا له قطب شمالى وآخر جنوبى .

وهناك « تايكو براه » — وهو فلكى دنماركى الأصل عاش منذ حوالى أربعمائة سنة — وهو لا شك أقدم علماء الفلك ، إلا أن الإقبال على المنجم قارئ النجوم فى ذلك الوقت كان أكبر كثيراً من الإقبال على عالم الفلك .

فى تلك الأيام كانت هناك مناقشات طويلة حول حركة الكواكب ، هل الشمس

جلبرت (١٥٤٠ – ١٦٠٣)

تايكو براه (١٥٤٦ – ١٦٠١)

مندل (١٨٢٢ – ١٨٨٤)

هى المركز الذى تدور حوله الأرض وسائر الكواكب ، كما قال الفلكى البولندى العظيم « كوبرنيق » ؟ . . أو أن الأرض هى المركز الذى تدور حوله الشمس وسائر الكواكب كما ساد الاعتقاد منذ زمن طويل ؟ . .

لقد تأكد « تايكو » أن الطريقة الوحيدة للوصول إلى الحقيقة هى مراقبة الكواكب بدقة لبضعة أعوام متوالية وتحديد مواقعها وقياس أبعادها فى كبد السماء ليلة بعد ليلة ، وبدأ فعلا فى عمليات المراقبة والقياس وتدوين النتائج . . . حقيقة إن النظرية التى وضعها « تايكو » ثبت خطؤها ، ولكن المعلومات التى سجلها وخلفها من بعده قادت علماء الفلك إلى تأييد « كوبرنيق » فى نظريته ، والتأكد من أن الأفلاك التى تدور فيها الكواكب حول الشمس ليست مسالك دائرية ولكنها بيضاوية الشكل .

والمعروف أن كل الأبناء ينحدرون من آباء يشبهونهم ، ولا أحد يتوقع أن يزرع عنباً فيثمر بلحاً ، أو يزرع وروداً فيجنى شوكاً ، ولا يتبادر إلى ذهن إنسان أن الحيتان قد تنجب فراشات ، والمعروف أيضاً أن الأبناء قد تختلف فى بعض الصفات عن الآباء ، فمن المحتمل أن تلد القطة السوداء ذات الشعر القصير قططاً بيضاء ذات شعر طويل أملس ، هذه الصفات تحكمها عوامل الوراثة ، والعلماء اليوم يعرفون الشىء الكثير عن هذه العوامل ، ومن الرواد الأوائل فى دراسة صفات الوراثة وعواملها قس نمساوى يدعى « جريجور مندل » .

كان « مندل » يجرى تجاربه على أزهار الحديقة فى الدير الذى يعيش فيه ، وبدأ يخلط أنواعاً مختلفة ويدرس الأجيال الجديدة منها ، ومن هذه التجارب الطويلة خرج بقوانين الوراثة المعروفة « بقوانين مندل » .

بريستل (١٧٣٣ – ١٨٠٤)

وكتب « مندل » عن تجاربه ، ولكن أحداً لم ينتبه إليها ، حتى اهتدى العلماء إلى نفس نتائج تجارب « مندل » بعد التجارب الطويلة المماثلة ها ، وهنا فقط اعترفت الدنيا بأن تجارب القس النمساوى كانت حدثاً ضخماً فى تاريخ العلم .

أما « بريستلى » ، العالم البريطانى ، الذى عاش فى حقبة من الزمن بعد « جلبرت » بقرنين كاملين ، فهو مشهور بأنه مكتشف غاز « الأكسچين » ؛ فقد عمد إلى تسخين أكسيد الزئبق الأحمر ، وهو عبارة عن مسحوق أحمر ناعم ، وذلك بوساطة عدسة مكبرة تقوم بتركيز الأشعة فوق المسحوق ، وكانت النتيجة أن حصل على غاز وجد أن النار تشتعل فيه بدرجة أكبر مما تفعل فى الهواء العادى ، ووجد أيضاً أن الفئران التى توضع فى صندوق يحتوى على هذا الغاز المنبعث من أكسيد الزئبق ، تكون أكثر نشاطاً من تلك الموضوعة فى صندوق ملىء بالهواء العادى .

وبهذا الاكتشاف وضع « بريستلى » الأساس لدراسة الاحتراق ، رغم أنه لم يكتشف حقيقة عملية الاحتراق التى ليست سوى اتحاد المادة القابلة للاحتراق بالأكسچين ، وهى الحقيقة الهامة التى اكتشفها العالم الكيموى الفرنسى « لافوازييه » ، وكان « بريستلى » قد بعث إليه بأنباء الغاز الذى اكتشفه ، وساعد « لافوازييه » أن استعان فى تجاربه بالوزن الدقيق والقياس ، فكان أول كيموى يستخدم الميزان الحساس الدقيق .

والصورة التالية للعالم البريطانى « فاراداى » ، وهو يجرى أشهر تجاربه ، فقبل « فاراداى » عرف العلماء كيف يحصلون على تيار كهربى من « البطاريات » ، ولكن التيارات الكهربية الناتجة كانت ضعيفة ، ولم يخطر ببال أحد إذ ذاك أن الكهربا ستصبح ذات يوم لها

فاراداى (١٧٩١ – ١٨٦٧)

شأن خطير فى حياتنا ، وقد توصل « فاراداى » إلى معرفة قدرة التيار الكهربى على إنتاج المغناطيس ، وفكر « فاراداى » طويلا وسأل نفسه : هل يمكن أن يحدث العكس ، أى إن المغناطيس يمكن أن ينتج تيارا كهربيا ؟ . . .

حاول « فاراداى » أن يجرب فكرته . . . لقد أخذ يحرك مغناطيسا فى الاتجاهين الداخلى والخارجى داخل ملف من السلك ، ولشد ما كانت دهشته عند ما تولد تيار كهربى راح يسرى فى هذا الملف . . . لقد أحس بالسعادة والرضا ، ولكنه لم يدرك مدى أهمية اكتشافه العظيم ، لم يخطر بباله أن هذا الاكتشاف سيكون أساس صناعة الكهربا العريضة . . . أى صناعة توليد الطاقة الكهربية .

وفى الصورة التالية يجرى « أوتو فون جيريك » تجربته الشهيرة عن ضغط الهواء ، لقد أراد « جيريك » أن يثبت أن الهواء ينتج عنه ضغط هائل ، فقام بهذه التجربة عام ١٦٥٤ أمام إمبراطور ألمانيا ، اخترع جيريك مفرغة هواء ، وبها قام بتفريغ كرة من النحاس من النسبة الكبرى من الهواء الذى بداخلها ، وكانت الكرة مصنوعة من نصفين متساويين ولم يكونا مغلقين تماما ، ولكن بعد تفريغ الكرة النحاسية ، ضغط الهواء على نصفيها من

الخارج بقوة هائلة لدرجة أن فصيلتين من الخيول لم تستطيعا فصل أحدهما عن الآخر.

أما التجربة الموضحة على الغلاف الأمامى من الخارج فهى تدلل على أن الهواء الساخن أخف من الهواء البارد ، وقد قام بها العالمان الفرنسيان الأخوان « مونت جولفييه » عام ١٧٨٢ . وقبل هذا التاريخ سبق أن أطلقت بعض البالونات التى يلهو بها الأطفال فى الجو بعد ملئها بغاز الفحم ، واستبدل الأخوان « مونت جولفييه » الغاز الساخن بغاز الفحم . فأوقد العالمان شعلة كتلك التى تعمل فى أفراح الريف ، وجعلا مكانها تحت « البالون » المملوء بالغاز والمشدود بالحبال حتى لا يتعالى إلى السماء ، وبعد أن تأكدا من ارتفاع حرارة الغاز داخل البالون فكت الحبال وانطلق البالون يمخر عباب السماء ، يدفعه الهواء البارد الثقيل الذى يحيط به من كل مكان . . . وبعد عام انطلق بالون آخر وسط احتفال كبير ، وكان يحمل فى داخله أول رواد الطيران . . . كان يحمل بطة ودجاجة وحملا صغيراً . . . وارتفعت أول مركبة هوائية تحمل أول مسافرين فى الجو . . . واليوم تستخدم هذه النظرية نفسها فى تشغيل أجهزة التدفئة والطيران النفاث وأجهزة التنبؤات الجوية . . . هذه النظرية التى أثبتها الأخوان « مونت جولفييه » ببالونهما .

أما الصورة الداخلية فى الغلاف الخلفى فهى « لبنچامين فرانكلين » وهو يقوم بتجربته الشهيرة عن البرق ، فقبل أن يجرى فرانكلين هذه التجربة كان البرق من المشكلات المحيرة ، وكان الناس قد تخلصوا فعلا من الخرافة التى تقول بأن البرق ثورة غضب من الآلهة ، ولكنهم عجزوا فى الوقت نفسه عن تفسير حقيقته .

وحدث فى عام ١٧٤٦ أن رأى فرانكلين عدة تجارب أثارت اهتمامه بدرجة كبيرة ، وكانت كلها عن الكهربا الاحتكاكية ، ولم يلبث أن بدأ يجرى بيديه بعض هذه التجارب ، واقتنى آلة يمكن بها توليد شرارة كهربية ، وبينما هو يقوم بتشغيل آلته خطرت له فكرة ... إن هذه الشرارات التى يحصل عليها من آلته إنما تشبه البرق فى أشياء كثيرة . . . وربما توصل إلى فهم حقيقة البرق لو أنه عقد مقارنة بين الاثنين .

وبعد مقارنة دقيقة قامت على التجربة والملاحظة ، اقتنع فرانكلين بأن البرق والشرارة الكهربية هما شىء واحد ، ولم يبق إلا الإثبات بالتجربة .

وبدأ فرانكلين فى التفكير . . . لو أن البرق كهربا ، إذن فلابد أن تكون السحب مشحونة بالكهربا ، ولأمكن سلب بعض هذه الكهربا منها ، وكان أول ما تبادر إلى ذهن فرانكلين ، أن يشيد منارة كنيسة مرتفعة جداً لدرجة أن تصل إلى السحب فى طبقات الجو العليا ، ثم نبذ هذه الفكرة ورأى أن يستعين بطائرة ورقية من تلك التى يلهو بها الأطفال ، وذلك بأن يثبت مفتاحاً معدنياً بالطرف السفلى من السلك الذى يتصل بالطائرة الصغيرة ، حتى إذا ارتفعت الطائرة محمولة بالهواء ووصلت إلى السحب عند حدوث البرق والرعد ، وكانت السحب مشحونة حقيقة بالكهربا ، إذن لأمكن الحصول على شرارة من المفتاح تأتى عبر السلك المتصل بالطائرة التى تقوم بسلب الكهربا من السحابة فى كبد السماء . وقد حدث فعلا أن أثبتت التجربة صحة هذه الفكرة ، وحصل فرانكلين على الشرارة الكهربية من المفتاح ، وإذن فالبرق فعلا شرارات كهربية . . .

واكتشاف هام آخر توصل إليه طبيب بريطانى يدعى « هارڤى » منذ أكثر من ٣٠٠ سنة ، لقد اكتشف كيفية سريان الدم وجريانه فى أجسامنا ، وكانت تجاربه حافزاً لبقية العلماء للقيام بالتجارب العلمية على الأحياء .

إن قصة العلم مليئة بالمواقف الحاسمة والأحداث الخطيرة ، بعضها أثار ضجة فى حينه كما فعلت تجربة « فون جيريك » عن ضغط الهواء ، وبعضها مرّ به الزمن مرّ الكرام ، كما حدث بالنسبة لاكتشافات « مندل » فى عالم الوراثة ، ولكن كلا منها دفع فعلا بالعلم خطوات هائلة إلى الأمام ، وحطم الحواجز التى وقفت فى سبيله ، ومن هذه ، بالإضافة إلى اكتشافات متناثرة صغيرة ، قام صرح العلوم الشامخ الذى نراه اليوم .

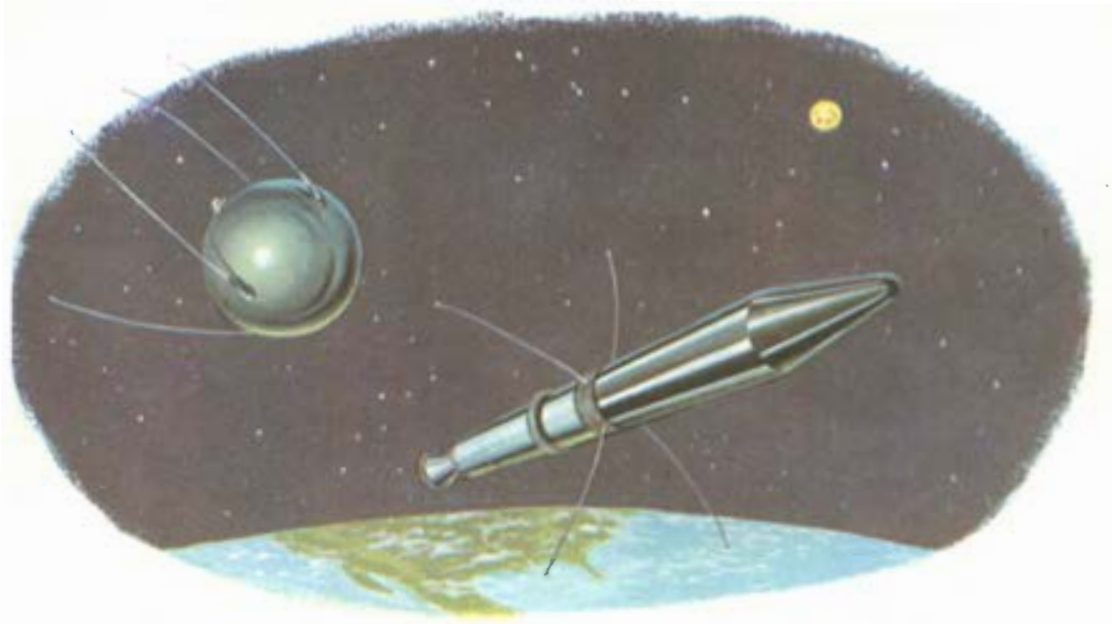
العلم اليوم

إن علماء اليوم أضعاف أضعاف علماء الأمس ؛ فى مقابل كل عالم فى زمن «تايكوبراه» يوجد اليوم آلاف من العلماء ، البعض يعمل فى ميادين العلوم الأساسية والبعض الآخر فى العلوم التطبيقية ، وقد وضح دور العلم جلياً فى الحرب العالمية الثانية ، وظل العلم يواصل دوره الخطير بعد هذه الحرب ، حتى أصبحت الحاجة إلى العلماء فى يومنا هذا أكبر منها فى أى زمن مضى .

إن العلماء اليوم يلهثون لملء الفراغات القائمة ، فى هيكل معرفتنا بهذا العالم الذى نعيش فيه والظواهر التى تحيط بنا . إنهم يتوغلون فى طبيعة الأشياء لسبر أغوارها ، ويبحثون عن وسائل جديدة لتطبيق العلم والإفادة منه ، وبعض العلماء لا يهمهم أن يروا فائدة مباشرة عاجلة لاكتشافاتهم ، لأنهم يعلمون أن اكتشاف « فاراداى » للحصول على تيار كهربى من مغناطيس كان يبدو ذات يوم اكتشافاً تافهاً لا فائدة له ، وهو الذى أضحى أساس صناعة عظمى هى صناعة الكهربا .

إلا أن البعض الآخر يركز كل جهوده لحل مشاكل تتطلب حلا عاجلا ، والصور الموضحة فى صفحات هذا الكتاب من صفحة ٢١ إلى ٢٧ ، تبين ستاً من المشاكل التى لا حصر لها ، والتى يعكف العلماء على إيجاد حل لها خلال هذه السنوات .

فى عام ١٩٥٨ أصبحت الغواصة « نوتيلاس » علما فوقه نار ، بعد شهرتها الواسعة التى اكتسبتها عندما قامت برحلتها إلى القطب الشمالى مخترقة الثلوج القطبية هناك . وفى



نفس العام سجلت الغواصة « سى وولف » — أى « ذئب البحر » — رقماً فى البقاء تحت سطح الماء، حيث ظلت كذلك لمدة ستين يوماً . . وكلتا الغواصتين تعملان بالطاقة الذرية .

إن الغواصات الذرية تمثل طريقة من الطرق التى تستغل بها الطاقة الذرية، وهناك علماء لا حصر لهم يعملون فى هذا الميدان، حيث أصبحت الطاقة الذرية ذات أهمية قصوى، وأصبح العصر الذى نعيش فيه يسمى أحياناً « بالعصر الذرى »، وقد بدأ العصر الذرى يوم اكتشف العلماء أن كميات هائلة من الطاقة يمكن الحصول عليها عند شطر ذرات العناصر .

ولسوء الحظ كان أول استعمال للطاقة الذرية فى صورة قنابل، وقد قدر للقنبلة الذرية الأولى فى هيروشيما أن تضع نهاية للحرب العالمية الثانية، ومنذ هذا والعلماء يبحثون عن قنابل ذرية أقوى وأشد فتكا، وقد توصلوا إلى ما يريدون، واخترعوا بجانب القنابل ألواناً أخرى من الأسلحة الذرية، ومع هذا فإن أغلب العلماء المتخصصين فى الذرة يهتمون بالاستخدامات السلمية للطاقة الذرية، إنهم يريدونها خادماً للإنسان، وليس محطماً ومدمراً للبشرية .

وقد رأينا فعلا محطات للكهربا تدار بالطاقة الذرية، وتسللت الطاقة الذرية إلى ميادين الطب، ويتنبأ كثير من العلماء بأن الأراضى الصحراوية والأراضى البور سيتم تعميرها باستغلال الطاقة الذرية .

وربما أمكن تحقيق الحلم الذى كثيراً ما راود أهل الأرض لزيارة القمر، وبعض الكواكب الأخرى، ربما أمكن تحقيق ذلك بفعل الطاقة الذرية، هذا إذا توصل العلماء إلى إطلاق صواريخ وقذائف مزودة بالوقود الذرى والمحرك الذرى .

لقد بدأ تحقيق الحلم بخطوة أولى بدأها السوفييت فى أكتوبر عام ١٩٥٧ للسفر إلى الفضاء حيث أطلق القمر الصناعى الأول « سپوتنيك رقم ١ » وتحولت الكرة المعدنية الصغيرة إلى جرم يدور فى فلك حول الأرض ، وقد أطلق عليه وعلى كل الأقمار الصناعية كلمة Satellite وهى كلمة مستمدة من أصل لاتينى ، ومعناها « تابع » أو « مرافق » . . . فالقمر تابع للأرض ؛ إذ أن القمر يدور حول الأرض ، فى حين تقوم الأرض برحلتها حول الشمس ، وقد كان « سپوتنيك رقم ١ » أول تابع صناعى . وبعد ذلك استطاعت أمريكا أن تطلق تابعاً آخر هو « المستكشف رقم ١ » ، هذه التوابع الصناعية مزودة بأجهزة إلكترونية يمكنها بها أن تبعث إلى الأرض بكلمة حق عن الأحوال الحقيقية لما يجرى بعيداً عن سطح الأرض .

وقد تأكد العلماء — بعد نجاح الأقمار الصناعية الأولى — أن مثل هذه الأقمار قد تصلح لتكون وسيلة للسفر إلى الفضاء ، وكثير من العلماء يعكفون اليوم على دراسة حل مشكلات السفر إلى الفضاء ، وهم لا يبحثون فيما إذا كان السفر إلى الفضاء ممكنا أو غير ممكن ، ولكنهم يبحثون فى تقريب الساعة التى يبدأ فيها الإنسان رحلته الأولى إلى عالم الفضاء . . .

والصورة التالية تمثل مشكلة قد لا تفيد أحداً إذا أمكن الإجابة عنها ، على الأقل فى الوقت الحاضر ، الصورة تمثل أشجار السرو ، وتستطيع أن تلاحظ تلك « العقل » التى تنبثق من مياه البركة ، وقد بزغت من جذور الأشجار الممتدة فى المياه الضحلة ، وقد لوحظ أن هذه « العُقل » لاوجود لها فى أشجار السرو التى تنمو فوق أراض مرتفعة ، والمعروف لدى العلماء أن الجذور فى النبات لابد لها من الأكسچين ، وإذا افتقدته ،

تسللت إلى الماء تبحث عنه ، كما تفعل الأسماك ، وقد لاحظ العلماء أيضاً أن مياه البرك والمستنقعات تميل إلى أن تكون فقيرة فى محتواها من الأكسچين ، زد على هذا أنه بفحص لباب « عُقل » الجذور فى أشجار السرو ، وجد أن بها ثغوراً تنفذ الهواء كتلك الموجودة فى ساق الشجرة ، وعلى هذا خرجوا بنتيجة هى ، أن هذه « العقل » تظهر حيث تقل نسبة الأكسچين وعملها تعويض هذا النقص للنبات .

ولكن الدراسات الأخيرة ألقت ظلالا من الشك على هذه النتيجة ، ومع ذلك فإن أحداً لم يعرف تماماً سبب ظهور هذه « العقل » ولا الدور الذى تؤديه على وجه التحديد . . . وما زال العلماء جادين فى البحث عن الحقيقة .

وكلمة «ڤيتامينات» أصبحت كلمة شائعة ، لا يكاد الإنسان يستمع إلى الإذاعة يوماً واحداً دون أن تطرق أذنيه ، وهناك علماء كثيرون ما زالوا حتى الآن يبحثون فى موضوع الڤيتامينات ليعرفوا المزيد عنها ، وڤيتامين « ج » مثلا هو الڤيتامين الذى يقى من مرض « الأسقربوط » ويساعد بأكثر من طريقة على احتفاظ الإنسان بصحته العامة فى حالة جيدة ، والصورة التالية تتضمن بعض ألوان الأغذية التى تحتوى على ڤيتامين «ج» ، ولا تظن أن مجرد معرفتنا بألوان الطعام التى تحتوى هذا الڤيتامين ، قد حل لنا مسألة توفير هذا الڤيتامين وطرق الحصول عليه . . . أبدا . . . إن هناك مجهوداً كبيراً يبذل الآن من أجل هذا الغرض .

فقد لاحظ العلماء مثلا أن الطماطم ذات الحجم الواحد يختلف محتواها من هذا الڤيتامين بعضها عن بعض ، رغم أنها ذات حجم واحد وعمر واحد . وقد وجد أن كمية الڤيتامين تتوقف على ما يبدو ، على نوع الطماطم ، وعلى التربة المتزرعة فيها ، وعلى كمية أشعة الشمس التى أصابتها هذه الثمار . . . ولكن كيف يستطيع الزارع التأكد من أن الطماطم التى ينتجها تحوى نسبة عالية من ڤيتامين « ج » ؟ . . .

كذلك فقد درست المدة التى يمكن للفواكه والخضراوات الاحتفاظ خلالها بڤيتامين « ج » وتأثير الطهو فى هذا الڤيتامين ، مثلا هل يفقد الكرنب ما به من ڤيتامين عندما يكون قد وصل إلى دكان بائع الخضر فى المدينة ؟ . . . وما هى أفضل وسيلة للاحتفاظ بالڤيتامين عند تعبئة الطماطم وحفظها فى العلب ؟ . . . ثم ما هى الكمية النموذجية الضرورية للجسم من هذا الڤيتامين ؟ . . . هل يكفى أن نأكل يومياً بعضاً من الخضراوات والفواكه الموضحة فى الصورة ؟ . . . أو نضيف إليها بعض أقراص الڤيتامين ؟ . . .

إن العلماء سيجيبون عن هذه الأسئلة وغيرها فى القريب جداً بعد الوصول إلى نتائج محددة ، ليكفلوا للناس حياة أفضل وصحة أقوى . . .

والملاريا مرض من الأمراض الشديدة الانتشار ؛ فى كل عام يصاب به مئات الملايين من الناس فى أنحاء العالم ، وملايين أخرى تذهب ضحية هذا المرض ، وهو من أمراض المناطق الحارة ، ويسبب المرض كائنا حياً دقيق الحجم موضحاً فى الشكل التالى ، وكما نرى من الصورة فإن هذا الكائن الخبيث يقضى جانباً من حياته فى جسم نوع خاص من البعوض ، أى إن مرض الملاريا لا ينتقل من إنسان إلى إنسان إلا بوساطة هذا النوع من البعوض .

وقبل أن يعرف العلماء المجرم المسئول عن مرض الملاريا بزمن طويل ، عرف الناس دواء يشفى الملاريا ، وكان هذا الدواء هو « الكنين » .

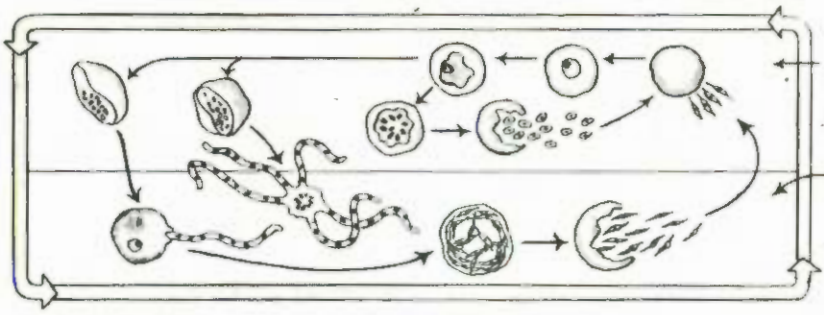
وفى بداية الحرب العالمية الثانية كانت هناك حقيقة واضحة ، وهى الخطورة التى يشكلها مرض الملاريا على القوات الأمريكية المحاربة فى جنوب الباسفيك ، والحقيقة الأخرى هى الاحتياج الشديد الى كميات هائلة من مادة « الكنين » . ولكن مادة « الكنين » تستخرج من أشجار « السينكونا » ، وهذه تنمو فى إندونيسيا والمناطق المجاورة ، وسرعان ما توقفت الإمدادات بسبب الحرب . . . ما العمل ؟

ورأى العلماء أمامهم ثلاثة حلول ممكنة للخروج من المأزق :

أولا : البحث عن أشجار « السينكونا » فى بقاع أخرى من العالم لم تصل إليها الحرب .

ثانياً : محاولة تخليق مادة « الكنين » فى المعمل ، أى صنعها كيماوياً .

ثالثاً : البحث عن بديل « للكنين » يقوم بعمله فى شفاء مرض الملاريا .



« بعوضة
الانوفوليس »

وفى النهاية نجح العلماء فى المحاولات الثلاث لحل المشكلة .

لقد قام العلماء بارتياد الأدغال فى جنوب أمريكا بحثاً عن أشجار « السينكونا » ، وقد قابلتهم مصاعب جمة ولكن فى النهاية عثروا على أكثر من نوع من هذه الأشجار .

توصل عالمان من الشبان هما : « روبرت وودورد » و « وليم دورينج » إلى صنع « الكنين » فى المعمل ، ولهذا النجاح قصة مثيرة ؛ إذ أن محاولة تركيب « الكنين » لم تكن حدثاً جديداً ؛ فقبل هذا التاريخ بأكثر من ثمانين عاماً حاول العالم الشاب « وليم پركين » تركيب الكنين صناعياً وقضى عطلة عيد الفصح فى معمله فى لندن يحاول صنعه من الفحم ، وباءت محاولته بالفشل ، إلا أنه نجح فى صنع صبغة من الفحم ذات لون زاه جميل ، وبهذا النجاح بدأ صناعة من أعظم الصناعات وهى صناعة الأصباغ .

وقد حاول علماء كثيرون آخرون ، وأخفقوا ، ولكن « وود ورد » و « دورينج » قررا أن فى استطاعتهما صنع « الكنين » بعد أن درسا تركيبه جيداً ، وذلك باستخدام مركب كيموى مشتق من « ايثير الفحم » ، أو « البترول » ووضعا خطة العمل ، وأحضرا خمسة أرطال من المركب المذكور ، وأعلنا بدء العمل .

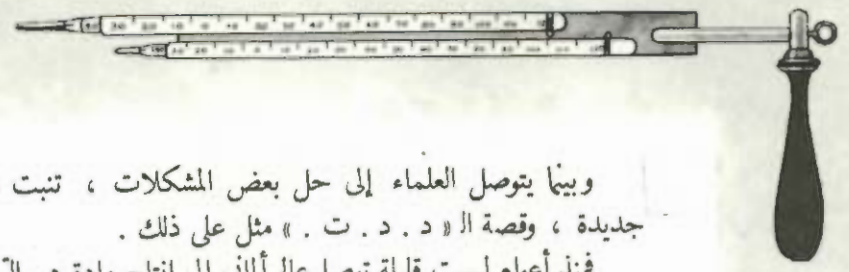
وبعد العمل مدة عام كامل ، أصيبا بصدمة كادت تودى بكل آمالهما ؛ لقد حصلا على مادة كان فى حسابهما أنها قاب قوسين أو أدنى من مادة « الكنين » ولم يبق إلا خطوات قليلة لتحويلها إلى المركب المنشود ، وأرسلا بعض هذه المادة الأولية لاختبارها فى معمل آخر . وجاءت النتيجة مغايرة تماماً لما هو مرسوم فى خطة العمل ، وأعاد العالمان تجاربهما ، ولكن النتيجة لم تتغير ، فقررا إرسال العينة إلى معمل آخر لاختبارها من جديد ، وجاءت النتيجة لتقول إن الاختبار الأول كان خاطئاً ، وإن العالمين الشابين يسيران فى طريق الصواب .

ومضيا يسهران ويبذلان كل ما فى طاقتهما لإتمام عملهما الكبير . . . كانا لا يغادران معملهما كل ليلة قبل منتصف الليل ، وفى النهاية ، فى اليوم العاشر من شهر إبريل عام ١٩٤٤ حصلا على قطعة صغيرة جداً من مادة « الكنين » . . . كانت لا تساوى أكثر

من ١٠ ٪ من الجرعة الواحدة التى يتناولها مريض الملاريا فى كل مرة ، ولكنها كانت قبل ذلك وبعده مخلقة صناعياً داخل المعمل ، ويمكن صنع أطنان منها .

وأهم وأفضل مركب أمكن أن يستعاض به عن « الكنين » ، كان مادة « الأتبرين » التى توصل إلى صنعها العلماء الألمان ، ويمتاز هذا المركب على « الكنين » بسهولة صنعه ، وإن كانت له بعض المساوئ البسيطة ، ومنذ انتهاء الحرب العالمية الثانية توالت المركبات البديلة « للكنين » ، ومن بين هذه البديلات اثنان استعملا لعلاج الجنود الأمريكيين فى الحرب الكورية : أحدهما يعاون المريض على الشفاء ، والثانى يمنع تعرضه للنكسة . إن العالم يستطيع اليوم علاج الملاريا أفضل ألف مرة مما كانت عليه الحال عندما كان الاعتماد الأول على مادة « الكنين » المأخوذة من أشجار السينكونا ! . . .

أما الصورة التالية فتمثل مشكلة تهم كل إنسان فى أى بقعة من العالم . . . إنها مشكلة الأرض الطيبة ، فى إحدى الصورتين نرى ذرة نامية ومحصولا طيباً لأن الأرض خصبة ، وفى الصورة الأخرى نرى محصولا هزيلا ، لأنه نبت فى أرض ضعيفة . . . إننا جميعاً نعتمد أولا على الأرض كمصدر للغذاء ، ومن الأمور الأساسية أن تظل هذه الأرض قوية خصبة ، ومع هذا فقد أصاب الجدب مساحات هائلة من الأرض ، ولذلك فإن العلماء عاكفون فى أنحاء شتى من العالم على الدراسة والبحث للوصول إلى الطرق السليمة ، للإبقاء على التربة الخصبة كما ، هى وحمايتها من الضعف ، واستصلاح الأراضى البور وتحويلها إلى أرض زراعية .



وبينما يتوصل العلماء إلى حل بعض المشكلات ، تنبت مشاكل أخـرى جديدة ، وقصة الـ « د . د . ت . » مثل على ذلك .

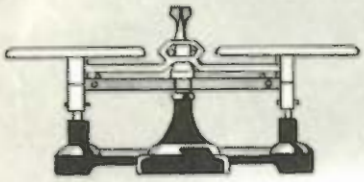
فمنذ أعوام ليست قليلة توصل عالم ألمانى إلى إنتاج مادة هى التى عرفت بعد ذلك باسم « د . د . ت . » حين كان يحـاول إثبات فكرة خاصة عن كيفية ارتباط العناصر المختلفة بعضها ببعض . وحدث أثناء الحرب العالمية الثانية أن اكتشف هذا المركب الذى لم ير له صاحبه أية فائدة ، اكتشف أنه سلاح رائع ضد الحشرات الناقلة للأمراض فى الإنسان . وعاون هذا المركب على تطهير مناطق كاملة من البعوض والقضاء على مرض الملاريا ، واستخدم أيضاً بنجاح كبير لمنع وباء التيفوس ، المرض الذى ينتقل بالقمل ، كما أمكن به محاربة أمراض كثيرة تنشرها الحشرات بين الجنود أثناء الحروب .

كذلك وجد أن هذه المادة سلاح فتاك لأعداء الزراعة والحيوانات المنزلية من الحشرات ، ولكن المشكلة التى أثارتها هذه المادة هى كيف يمكن إنقاذ الحشرات النافعة والطيور الجميلة والأسماك الطرية والأحياء الأخرى المرغوب فى بقائها من ضررها .

كذلك الطائرات النفاثة تعتبر تقدماً رائعاً لا يقارن بالطائرات القديمة ، اختصرت مدة السفر بين المسافات الهائلة بدرجة كبيرة ، ولكن هذه الطائرات أضافت إلى المدن الصاخبة مزيداً من الضوضاء والجلبة .

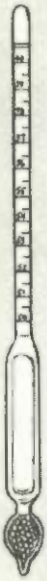
والتوصل إلى الحصول على الطاقة الذرية من تحطيم الذرة اكتشاف رائع ، ولكن زيادة استخدام الطاقة الذرية للأغراض السلمية بعث مشكلة محيرة ، وهى كيف يمكن التخلص من الفضلات الذرية ، إن هذه الفضلات تشكل خطراً جسيما ، فهى لا يمكن القذف بها فى البحر ، ولا يمكن دفنها فى الأرض وإلا لوثت المياه الجوفية فى باطن الأرض .

والحقيقة أن علماء اليوم أسعد حظاً من علماء الأمس ، فأول شىء أن نظرة الناس إلى العلماء قد تغيرت فعلا ، فقد تعرض العلماء فى الماضى للمعاملة القاسية ، فمثلا « ڤون جيريك » اتهم مراراً وتكراراً بأنه متحالف مع الشيطان . وأما « جاليليو »



فقد أودع السجن . و « هارڤى » اشتهر فعلا بعلمه ، ولكنه فقد مصدر رزقه ، لأن الناس أحجموا عن عرض أنفسهم على طبيب له أفكار وآراء لا عهد لهم بها .

وعلماء اليوم أسعد حظًّا أيضاً بما فى يدهم الآن من أجهزة حديثة وآلات تعاونهم على العمل ، والصور المنشورة على هاتين الصفحتين توضح بعض هذه الأجهزة العلمية التى يمكنك تبين معظمها ... والقائمة التالية تعدد لك هذه الأجهزة :



موازين لوزن الأشياء بدقة .

تلسكوب – أو منظار فلكى – لدراسة الأشياء البعيدة .

بارومتر – خال من السوائل – لقياس ضغط الهواء .

سيكومتر – جهاز قياس الرطوبة – يقيس كمية بخار الماء فى الهواء .

بارومتر زئبقى – لقياس ضغط الهواء .

ميكروسكوب مركب أو مجهر – لدراسة الأشياء الدقيقة التى لا ترى بالعين المجردة .

جلفانومتر – أو المقياس الجلفانى – لقياس قوة التيارات الكهربية .

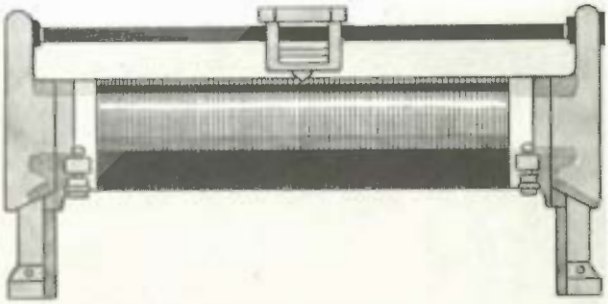
آلة تصوير – كاميرا – تسجل الصور والمناظر .

المغاير – مغاير المقاومة فى التيار الكهربى .

موقد بنزن ، حامل ، أدوات معملية زجاجية لإجراء التجارب الكيموية .

هيدرومتر – لقياس ثقل السوائل بمقارنتها بثقل الماء .

هذه أمثلة قليلة لما يستخدمه العلماء من أجهزة ، ونظرة سريعة إلى أحد الكتالوجات الخاصة بشركات صناعة الأجهزة العلمية تطلعك على أنواع عديدة من هذه الأجهزة ، وبعد أن تجول بعينيك فى عدد من هذه « الكتالوجات » يمكنك أن تتبين مدى أهمية بحوث العلماء فى العالم الذى نعيش فيه اليوم .



أنت والعلم

ربما جاء يوم قريب لتجد نفسك عالماً ، وستبقى المشكلات دائماً فى انتظار العلماء لحلها ؛ إذ لا يستطيع إنسان تخيل عالم قد أمكن الوصول إلى كل أسراره .

ولكن سواء أكانت لديك الفكرة لتكون عالماً فى المستقبل أم لم تكن ، فإن دراسة العلم فى حد ذاتها متعة وضرورة ، إن معرفتك بالأشياء التى تحيط بك تجعلك تعيش فى وئام معها ، إنها تخلصك من مخاوف لا محل لها ، وتعاونك على استغلال كل ما حولك فى ثقة وذكاء . . . الكهربا والحرارة وكل القوى التى سخرها الإنسان لمنفعته . . . هذه الدراسة تفتح عينيك على روائع هذا العالم والعوالم المجاورة ، إذا عرفت جسمك استطعت أن تحافظ عليه سليماً لكى تعمل وتمرح وتسعد بحياتك . . . إن دراسة العلم تفتح مجالات جديدة للاهتمام بالحياة . وتقودك إلى هوايات جديدة . وأهم من ذلك كله تعلمك كيف تفكر وتستخلص الحقائق بنفسك . . . إن العلم أولا وقبل كل شىء طريق للتفكير ، فإذا لم تكن عالماً فإنك فى حاجة إلى التفكير ، مثلما يفعل العلماء بين الحين والآخر ، لكى تنظر إلى الأمور مثلهم ، وبهذا وحده تصل إلى القرار السليم فى خطة عملك .

وابتداء من الآن ، أنت واثق أنك فى حاجة إلى اتخاذ قرارات فى مواقف كثيرة كتلك الموضحة بالصور فى الصفحات الثلاث التالية ، لنفرض أنك عثرت على حيوان السنجاب الصغير الضعيف ، وقد هبط من عشه بعيداً عن أمه ، ما هى أفضل طريقة لإنقاذه ؟ . . . ربما كانت أول فكرة تخطر لك أن تأتى بسلم وتعيد الحيوان الصغير إلى عشه ، ولكن ربما عدت فرأيت أنك قد تفزع بعملك هذا السنجاب الأم ، وتلحق ضرراً بالحيوان الصغير ، فتحاول البحث عن فكرة أحسن .

وإذا توقف قطارك الكهربى عن الجرى واجهتك مشكلة البحث عن سبب هذا التوقف ، طبعاً أنت واثق أن قطارك لم يصبه مس ، وعليك أن تختبر كل شىء قد يكون أصابه خلل .

وهناك مشكلة تكاد تصادفك كل يوم فى المدرسة ؛ وهى الحصول على وجبة مناسبة من الناحية الغذائية ، وفى حدود القروش الموجودة فعلا فى جيبك .

هذه مسائل صغيرة ، وعندما تكبر تواجهك المشاكل المعقدة ، واليوم وغداً ستجد أن العون الأكبر يأتيك لو أنك حاولت أن تجد حلا لمشكلاتك بنفس الطريقة وبالأسلوب الذى يفعل به العلماء .

ولكى تأخذ فكرة عن طريقة تفكير العلماء ، أى الطريقة العلمية لحل المشكلات ، دعنا نعد مرة أخرى إلى فرانكلين وإلى الخطوات التى اتبعها حتى اهتدى إلى اكتشافه الشهير ، وهو أن البرق ليس سوى كهربا .

أول فكرة فى حل المشكلة التى تناولها كانت معرفة ما هو البرق ، وقد قادته آلته الكهربية إلى الفكرة التى أخذ بها .

وكانت الخطوة التالية توضيح هذه الفكرة . . . مراقبة البرق وتأثيراته ، ثم مراقبة الشرارات الكهربية ، والمقارنة بين الاثنين بدقة زادت الفكرة وضوحاً ، وقادته إلى الخطوة الثالثة وهى وضع فرض .

إن الفكرة التى تعتبر حلا صائباً لمشكلة تسمى فرضاً ، وكان فرض « فرانكلين » هو أن البرق عبارة عن شرارة هائلة من الكهربا .

بعد هذا فكر فرانكلين فى تجربة لاختبار صحة هذا الفرض ، وقد تنبأ بما سوف يحدث لو أن فرضه كان صحيحاً .

وقام بإجراء التجربة ، وحدث ما توقعه .

وكانت الخطوة الأخيرة أن توصل إلى النتيجة ، وهى أن البرق شرارة كهربية . . .

إن الخطوات التى اتبعها فرانكلين ، والتى يتفق معه معظم العلماء فى سلوكها عند حل مشكلة بطريقة علمية ، هذه الخطوات باختصار هى :

١ – رؤية مشكلة والتفكير فى حلها .
٢ – توضيح المشكلة والإلمام بها ، وهذا ما يسمى بتحديد المشكلة .
٣ – اتخاذ فرض أو أكثر .
٤ – اختيار الفرض الأقرب إلى العقل إذا كان هناك أكثر من فرض .
٥ – وضع خطة لاختبار صحة الفرض .
٦ – تنفيذ الخطة لاختبار الفرض .
٧ – الخروج بنتيجة .

ويمكنك أن تتعرف هذه الخطوات فى محاولة تركيب « الكنين » ، إنك ستجدها جميعاً ، ما عدا الخطوة رقم ٤ .

ويجب أن ندرك أن هناك فرصاً كثيرة للخطأ حتى فى محاولة حل المشكلات بالأسلوب العلمى ، والمجال هنا لا يسمح إلا بذكر القليل من الأمثلة .

فمثلا التغاضى عن الأشياء التى تتعارض مع فرضك يعتبر من العثرات التى كثيراً ما يتردى فيها الإنسان ، فإذا حاولت يوماً أن تجد تفسيراً صحيحاً لما يحدث فستجد إغراء كبيراً لتغمض عينيك عن كل ما من شأنه أن يتعارض مع التفسير الذى افترضته ، ولكن لكى تحل مشكلة بطريقة علمية ، لابد أن يكون الإنسان صادقاً مع نفسه ، ولابد أيضاً أن يكون مستعداً للتراجع عن الأخذ بفرضه ، إذا وجد أن الشواهد تدل على خطئه .

ومن المهاوى التى قد يتردى فيها الإنسان عدم دقة الملاحظة ، وحتى مع دقة الملاحظة قد لا يرى الإنسان الأشياء على حقيقتها ، لقد حدث أن أخطأ كثير من العلماء ما يرونه بالميكروسكوب والتلسكوب ، لأن عيوننا كثيراً ما تخدعنا وتضللنا .

ومن الأخطاء الشائعة التى تتنافى مع التفكير العلمى الصحيح ، أن تتعجل النتيجة وتصدر الحكم قبل أن تلم بالمعلومات الكافية والحقائق التى تمكنك من الوصول إلى النتيجة الصحيحة .

والتجارب مسألة هامة فى الغالب لاختبار صحة أى فرض ، ومع ذلك فمن السهل أن تخطئ فى التجربة ، والفتاة التى تراها فى مجموعة الصور الموضحة بالصفحة التالية — صفحة ٣٥ — تقوم بعمل تجربة بدقة متناهية ، إنها تتحمل بعض الأعباء لمجرد تفادى الأخطاء الكثيرة التى قد يتردى فيها أصحاب التجارب .

إنها تحاول أن تستنتج هل من الخير إبقاء أبصال نبات النرجس ذى الأوراق الناصعة الجميلة فى الظلام لبضعة أيام بعد غرسها وزراعتها ؟

فى الصورة الأولى انتقت الفتاة مجموعتين من الأبصال ، كل واحدة منهما عددها عشر بصلات ، بحيث إن كل مجموعة تشبه الأخرى بقدر المستطاع . لقد ابتاعت الفتاة هذه البصلات من محل واحد وتأكدت أنها جميعاً كانت فى ظروف واحدة عند حفظها .

وفى الصورة الثانية ترى وهى تضع البصلات فى وعاءين مصنوعين من نفس المادة

ومتساويين فى الحجم والشكل ، ثم أضافت بعض الحصى لتثبيت البصلات فى مكانها ، وهى تضيف إليها الآن الماء ، إنها تقيس كمية الماء لتتأكد أن كل واحدة من المجموعتين نالت نفس الكمية .

والصورة الثالثة توضح الفتاة وهى تضع أحد الوعاءين فى نافذة تنفذ منها أشعة الشمس ، والثانى فى خزانة مظلمة . . . لاحظ الترمومترين ، إنهما يشيران إلى أن درجة الحرارة داخل الخزانة وفى النافذة واحدة .

وبعد خمسة أيام أخرجت الوعاء من الخزانة ، ووضعته بجوار الوعاء الآخر فى النافذة .

والصورة الخامسة تشير بوضوح إلى أن البصلات التى وضعت فى الضوء والنور منذ البداية أزهرت ، أما تلك التى عاشت فترة فى الظلام فتكاد تبدأ فى عملية الإزهار ، إلا أن أوراق الأبصال التى حفظت فى الظلام بعض الوقت أطول من زميلاتها فى الوعاء الثانى .

والصورة الأخيرة لصاحبة التجربة ، وهى تبدأ إعادة نفس التجربة من جديد ، إنها تعرف جيداً أنه ليس من حقها الخروج بنتيجة بعد المرة الأولى فقط من التجربة .

ويلاحظ أن الفتاة كانت حريصة على أن تكون درجة الحرارة واحدة وكذلك الرطوبة ، وحجم الوعاء وطريقة غرس البصلات فى كلتا المجموعتين ، وقد حرصت أيضاً على وضع المجموعتين بعيداً عن التيارات ، ولم تخضع شيئاً للتغيير إلا كمية الضوء التى تتعرض لها كل من المجموعتين . ومن الأخطاء التى كان من الممكن أن تحدث فى مثل هذه التجربة إذا لم تراع الدقة الكاملة هو أن تسمح بتغيير أكثر من عامل واحد فى نفس الوقت ، فإذا حصلت المجموعة المزهرة على ضعف الماء الذى نالته المجموعة الأخرى ، فربما أوّل الإزهار المبكر إلى كمية الماء ، وليس إلى الضوء .

وبالتجربة نجد أن التفكير بطريقة العلماء يصبح أسهل وأيسر ، وعلاوة على ذلك فإنك ، كما سبق أن ذكرنا ، ستجد وسائل كثيرة تطبق بها الأسلوب العلمى فى حياتك ، سواء أصبحت من العلماء أم من الأدباء أم الفنانين أم أى فريق آخر ، سيبرهن لك العلم بالدليل القاطع على أنه رفيق مخلص فى رحلة الحياة ، وأنه أنفع وأفضل كثيراً من الوهم والخرافة .

حاول أن تعرف بنفسك

١ ــ حاول أن تختار بعض الخرافات الشائعة ، اعرضها على عشرة من الأشخاص الذين ليسوا من زملائك فى الفصل ، وحاول أن تعرف : كم من هؤلاء العشرة يصدقونها .

٢ ــ انتق مثلا من الأمثلة الشائعة التى تقال عن الطقس : إذا نزل المطر قبل السابعة صحا الجو قبل الحادية عشرة . . . ثم حاول أن تسجل بدقة الظواهر الجوية لتختبر مدى صحة هذا المثل .

٣ ــ كثير من الناس يعتقدون أن فى الإمكان الحكم على شخصية الناس بمجرد رؤية وجوههم ، ولكى تختبر صحة هذا الاعتقاد ، اجمع من المجلات والجرائد صور المذنبين الذين اقترفوا بعض الجرائم ، وكذلك اجمع صوراً لأناس طيبين خدموا الناس بطريقة أو بأخرى ، واعرض هذه الصور على زملائك فى الفصل ، اطلب منهم فصل المذنبين الأشرار عن الطيبين الأخيار . . . ماذا يتضح لك من النتيجة ؟ . . .

٤ ــ افحص وحاول أن تعرف كيف تستخدم الأجهزة العلمية بقدر ما تستطيع ذلك .

٥ ــ احرص على قراءة فى عالم العلوم فى الصحف اليومية والمجلات العلمية إذا سنحت لك الفرصة ، وتابع ما تنشره الصحافة عن الاكتشافات العلمية الجديدة ، وقدم هذه الأخبار لزملائك فى الفصل .

٦ ــ هؤلاء العلماء أسهموا بقسط هائل فى ذخيرة العالم من المعرفة : أرشميدس ، جابر بن حيان ، بوربانك ، ابن سينا ، مدام كورى ، داروين ، الرازى ، فراونهوفر ، ابن الهيثم ، كبلر ، كوخ ، ليناس ، ليستر ، بطليموس ، دافينشى ، وات ، أمنحتب ، حاول أن تعرف من دائرة للمعارف ، أو من كتب العلم وتاريخه ، ماذا أداه كل من هؤلاء للإنسانية ، وماذا كان نوع تخصصه فى العلم .

٧ ــ اقرأ بعض الكتب المبسطة المشابهة لهذا الكتاب ، لتزداد معرفتك بالعلماء ، وأعمالهم ، وطريقة عملهم .

٨ ــ هناك أساطير كثيرة عن الطبيعة غير تلك الأسطورة الهندية التى وردت فى هذا الكتاب حاول أن تقرأ بعض هذه الأساطير ، وسجل ما يعجبك منها وقدمها لزملائك فى الفصل .

٩ ــ ضع قارورة مملوءة بالماء البارد قريباً من لهب غاز . تجد قطرات الماء ظهرت على الجدار الخارجى للقارورة ، حاول أن تعرف بنفسك من أين جاءت هذه القطرات من الماء .

١٠ ــ حاول أن تصمم بنفسك زجاجتين للتفريغ ، تفريغ الهواء ، واختبر بنفسك أيهما جاءت أكثر إتقاناً من الثانية .

رقم الإيداع	١٩٨١/٢١٧٦
الترقيم الدولى	ISBN ٩٧٧ - ٧٣٤١ - ٨٥ - ٧

١/٧٩/٣٣٠

طبع بمطابع دار المعارف (ج. م. ع.)