علي مصطفى مشرفة

مطالعات علمية

مطالعات علمية

تأليف
علي مصطفى مشرفة

هنـــداوي

مطالعات علمية

علي مصطفى مشرفة

الناشر مؤسسة هنداوي
المشهرة برقم ١٠٥٨٥٩٧٠ بتاريخ ٢٦ / ١ / ٢٠١٧

يورك هاوس، شييت ستريت، وندسور، SL4 1DD، المملكة المتحدة
تليفون: ٨٣٢٥٢٢ ١٧٥٣ (٠) ٤٤ +
البريد الإلكتروني: hindawi@hindawi.org
الموقع الإلكتروني: https://www.hindawi.org

إنَّ مؤسسة هنداوي غير مسئولة عن آراء المؤلف وأفكاره، وإنما يعبِّر الكتاب عن آراء مؤلفه.

تصميم الغلاف: يوسف غازي

الترقيم الدولي: ٣ ٢٥٨٨ ٥٢٧٣ ١ ٩٧٨

صدر هذا الكتاب عام ١٩٤٣.
صدرت هذه النسخة عن مؤسسة هنداوي عام ٢٠٢٢.

جميع حقوق النشر الخاصة بتصميم هذا الكتاب وتصميم الغلاف مُرَخَّصة بموجب رخصة المشاع الإبداعي: نَسْبُ المُصنَّف، الإصدار ٤,٠. جميع حقوق النشر الخاصة بنص العمل الأصلي خاضعة للملكية العامة.

المحتويات

مقدمة الطبعة الأولى	٩
الأرض التي نعيش عليها	١١
التصميم المعماري للكون	١٧
المواد التي تدخل في بناء الكون	٢٣
الشمس ومنشأ حرارتها	٢٩
النور	٣٣
تركيب الذرة	٣٧
الطاقة	٤١
القوانين الطبيعية والمصادفة	٤٥
سياحة في فضاء العالمين	٤٩
السُّدُم	٥٣
حرب الأثير	٥٧
محمد بن موسى الخوارزمي وأثره في علم الجبر	٦١
ابن الهيثم كعالم رياضي	٧٧
العلم والصوفية	٨٣
الإضافات الحديثة إلى العلوم الطبيعية وأثرها في تطور التفكير العلمي	٨٧
التطورات الحديثة في آرائنا عن تركيب المادة	٩٥
الجسيمات التي كُشِفت حديثًا في علم الطبيعيات	١٠١
علاقة المادة بالإشعاع	١٠٥
أين يسير بنا العلم؛ إلى العمران أم إلى الدمار؟	١١١

اللغة العربية كأداة علمية ١١٥
العلم والشباب ١١٩
الحياة العلمية في مصر ١٢١
كيف ينبغي أن يُوَجَّه العلم والعلماء لتحقيق تعاون عالمي؟ ١٣٥

السديم الأكبر في برج المرأة المسلسلة.

مقدمة الطبعة الأولى

هذه مجموعة من الرسالات والأحاديث التي كتبتها أو ألقيتها من حين لآخر، رأيت أن أجمع بين شتاتها في هذا الكتاب. وقد شجَّعني على فعل ذلك ما رأيته من قلة الكتب العربية في الموضوعات العلمية مع شدة الحاجة إليها. فالثقافة الأدبية مع ما لها من قيمة لم تعد وحدها كافية، بل إن الثقافة العلمية لا تقل اليوم عنها شأنًا في تكوين العقلية الحديثة.

وقد راعيت أن تكون مادة الكتاب في متناول القارئ بعيدة عن التعقيد، سهلة الأسلوب دون مساس بالمستوى العلمي، ولم أخض في التفاصيل الفنية إلا بقدر ما استدعته الضرورة. وإني لأرجو أن يجد القارئ في هذه الصحف متعة وثمرة.

علي مصطفى مشرفة
مايو سنة ١٩٤٣م

الأرض التي نعيش عليها

كيف نشأت الكرة الأرضية؟ وكيف تطوَّرت حتى وصلت إلى حالتها اليوم؟ هل يستطيع العلم الحديث أن يجيب على هذين السؤالين؟ أما إن كان المقصود بالإجابة أن يكون ذلك بصفة قاطعة فكلا! وأما إذا أُريد أن نستعين بنتائج الأبحاث العلمية على الإجابة إجابةً تتفق وهذه النتائج فهذا دائمًا ميسور لكل ذي عقل راجح.

وما هي نواحي البحث العلمي التي تتصل بمسألتنا؟ من المعلوم أن الأرض كوكب من الكواكب التي تدور حول الشمس. فالأبحاث الفلكية عن طبائع هذه الكواكب وعلاقة ذلك بنشأتها وتطوُّرها ستدخل إذن في حسابنا، ثم إن طبقات القشرة الأرضية لها علم خاص بها هو علم الجيولوجيا يدخل فيه ما يدخل من علوم الحيوان والنبات؛ إذ من المعلوم أننا نجد بقايا الكائنات الحية محفوظة في الصخور الأرضية مما يساعدنا على تنظيم دراسة العصور الجيولوجية المختلفة، وأخيرًا توجد طائفة من الدراسات تُعرف بالجيوفيزيقا أو الطبيعيات الأرضية تتناول البحث في القوى الطبيعية التي تعمل في مادة الأرض؛ قشرتها وباطنها وجوها. وإذا راعينا أن العلوم الرياضية تستخدم في سائر هذه الأبحاث ويستعان بها على تنظيمها، تكوَّنت لدينا فكرة من نوع المسألة التي نحن بصددها.

ومن العبث أن أقحم القارئ في تفاصيل فنية هو في غنًى عنها. لذلك سأكتفي بسرد تاريخ نشأة الكرة الأرضية وتطوُّرها بصفة إجمالية مكتفيًا بالإشارة إلى أهم مراحل هذا التطوُّر وشرح ما يتيسر شرحه من الآراء العلمية التي ترتبط بها.

وليتصوَّر القارئ أنه يشاهد شريطًا سينمائيًّا ناطقًا دُوِّنت فيه سيرة كرتنا الأرضية منذ نشأتها. هذا الشريط كسائر الأشرطة التاريخية يعتمد في تحضيره على الوثائق التي بين أيدينا، ويسمح في الوقت ذاته للمخيلة بأن تُظهِر ما كان خافيًا فيه وتُوضِّح ما كان مُبهَمًا. فإذا وصلت درجة الخفاء أو درجة الإبهام إلى حد كبير استُغني عن هذا الجزء من القصة،

ووُصِلَت أجزاء الشريط على قدر ما تسمح به الظروف. ولما كانت الأمانة العلمية تقتضي الصراحة التامة في مثل هذه الظروف، فسأشير في عرض حديثي إلى مواضع الضعف في القصة كلما سنحت فرصة لذلك.

(١) عمر الأرض

ولا بد من إدراك أن الحوادث التي يدوِّنها الشريط استغرقت ملايين السنين، فعرض الشريط في زمن يسير كالذي يتَّسع له مثل هذا المقال يقتضي تغييرًا عظيمًا في مقياس الزمن. ثم إن معرفة الزمن الحقيقي الذي استغرقته هذه الحوادث، هذه المعرفة محوطة بكثير من الشك، فلذا يجب أن نتلقاها بشيء من التحفظ. ويحسن بهذه المناسبة أن أشير إلى مصادر علمنا عن مقادير هذه الأزمنة الطويلة. فلدينا أولًا الطريقة الطبيعية وتنحصر في حساب الزمن الذي لزم لكي تبرد الأرض من حالتها الأولى كقطعة من الغازات الحارة التي انفصلت عن الشمس إلى درجة حرارتها الحالية. هذه الطريقة أدت بعلماء القرن التاسع عشر إلى تقدير عمر الأرض تقديرًا نعتقد الآن أنه خاطئ؛ إذ إنهم أغفلوا مصدرًا هامًّا من مصادر حرارة الأرض وهو مصدر النشاط الإشعاعي لبعض عناصرها كاليورانيوم والراديوم وما إليها. وقد أعاد علماء القرن العشرين حساب عمر الأرض مراعين في ذلك أثر هذا المصدر.

ثم إن لدينا وسائل أخرى مستقلة عن الأولى وهي الوسائل التي يستخدمها علماء الجيولوجيا، وأهمها تقدير كمية الأملاح الذائبة في مياه المحيطات وحساب الزمن اللازم لنقل هذه الأملاح بوساطة الأنهار إلى المحيطات. وسأعتمد على أقوال العلماء الذين تيسَّر لهم تمحيص النتائج التي تؤدي إليها سائر الوسائل الطبيعية والجيولوجية والأخذ بأقربها إلى الاحتمال.

منذ نحو ألفي مليون سنة كانت الشمس تسبح في فضاء العالم المجرِّيِّ شأنها شأن غيرها من نجوم هذا العالم[١] ولم يكن لها في ذلك الوقت كواكب تدور حولها كما هو الحال في عصرنا الحاضر. والمظنون أن نجمًا آخر أكبر من الشمس قُدِّر له أن يقترب منها بحيث يكاد يدانيها. والنتيجة الطبيعية لهذا الاقتراب أن يندلع لسان من مادة الشمس بقوة الجاذبية بين النجمين فيخرج في الفضاء مبتعدًا عن الشمس ثم ينفصل عنها. هذا اللسان

[١] انظر شرح هذا العالم [فصل: التصميم المعماري للكون].

أو هذا الذراع الذي امتد من الشمس في الفضاء الذي هو جزء من مادتها الغازية الحارة هو أصل المجموعة الشمسية، فقد تكاثفت أجزاؤه وتراكمت فكوَّنت كواكب منفصلة هي كواكب هذه المجموعة. وهكذا ولدت الأرض؛ كوكب من هذه الكواكب، ودارت حول الشمس كما دارت سائر الكواكب. وعلى هذا الزعم تكون الأرض بنتًا للشمس، وتكون الكواكب أخوة وأخوات للأرض ولدت معها في «بطن» واحدة. وبديهي إذا أخذنا بهذا الرأي أن الأرض بدأت حياتها ككتلة من الغاز الحار. هذه الكتلة الغازية الحارة جعلت تفقد من حرارتها عن طريق الإشعاع فتحوَّلت بمرور الزمن إلى سائل، ولعلها استغرقت خمسة آلاف سنة أو أقل في هذا التحول، وبعد ذلك استمرت درجة الحرارة في الانخفاض حتى تجمَّدت مادة الأرض أو معظم مادتها. وبطبيعة الحال استغرقت عملية التجمد أطول من عملية التحول إلى سائل، وذلك لسببين رئيسيين: أولهما أن درجة حرارة الأرض قد هبطت فقل إشعاعها، وثانيهما أن الأرض قد انكمشت فقل سطحها المشع. ولعل التجمد حدث في نحو عشرة آلاف سنة، وعلى ذلك تكون الأرض قد تجمَّدت في نحو خمسة عشر ألف سنة من وقت ولادتها. وهي مدة ضئيلة إذا قيست بعمر الأرض الذي سبق أن ذكرنا أنه ٢٠٠٠ مليون سنة.

(٢) انفصال القمر

والمظنون أن القمر انفصل عن الأرض حوالي الوقت الذي بدأت فيه تتجمد، فالقمر إذن هو ابن الأرض كما أن الأرض بنت الشمس. وليس القمر بالحفيد الوحيد للشمس فإن للكواكب الأخرى أقمارًا أو توابع انفصلت عنها كما انفصل القمر عن الأرض. ويزعم البعض أن حوض المحيط الهادي هو الحفرة التي نشأت عن انفصال القمر عن الأرض. فمن المعلوم أن حوض المحيط الهادي يشغل نحو نصف سطح الأرض، وأن القارات اليابسة متجمعة في النصف الآخر. كما أنه من المعلوم أيضًا أن الصخور التي يتكوَّن منها هذا الحوض ترجع إلى عصور جيولوجية عظيمة القِدَم. ومع هذا كله فلا أميل إلى الرأي الذي ذكرته من أن حوض المحيط الهادي هو الحفرة التي نشأت عن انفصال القمر عن الأرض؛ لأن الأرض في الغالب كانت في حالة سيولة عندما انفصل القمر عنها.

(٣) الأرض في طفولتها

ولنرجع إلى شريطنا السينمائي لنشاهد حالة الأرض في طفولتها الأولى فماذا نرى؟ أن كرة تدور حول نفسها يحتدم داخلها كالمرجل لا ماء بها ولا زرع. صحراء يعلوها الدخان لو

وطئتها القدم لشُوِيت شيًّا. رمال قاسية قاحلة. وبين آنٍ وآخر نسمع صوت انفجار يخرج منه صخر منصهر كأنه القطران الكثيف ينبعث من الشقوق ويتجمَّد بشكل قبيح مزعج لا شمس بالنهار ولا قمر بالليل بل غشاء كثيف من السحب يحجب وجه السماوات، وتحت هذا الغشاء هواء كثيف خانق شُبِّعَ بالغبار يكثر فيه غاز الكربونيك وبخار الماء. منظر لا ترى العين فيه أثرًا للحياة، ولا تسمع الأذن فيه إلا أصوات تكسُّر الحجارة وزفير المواد المنصهرة يتخلُّلها انفجار الصخور.

لا شك في أن من أهم حوادث شريطنا السينمائي نزول مطر على صخور الأرض الحارة وصحاريها الجافة، المطر بعد القحط والماء بعد الجدب! كيف حدث ذلك؟ إن الصورة هنا مبهمة وناقصة هل تكاثف الماء في جو الأرض قبل أن يوجد على سطحها؟ لا ندري. فلعل الماء قد تراكم تحت سطح الأرض قبل أن يهبط من سمائها، بل لعل السطح غمره محيط أو أوقيانوس واحد قبل أن يهطل أول مطر. وأيًّا كانت الظروف فقد انتقلت الأرض إلى مرحلة أخرى من مراحل تطورها. فالسطح قد صار صخريًّا ويابسًا وانخفضت درجة حرارته نسبيًّا. وتكوَّنت جبال وهضاب ووديان، والرياح تثير السحاب والعواصف تهب والمياه تسيل في أنهار سريعة مضطربة وفوق شلالات عالية وقد تكوَّنت البحيرات والبحور القليلة الغور كما حملت المياه الجارية رواسب من الطين الكثيف، وفي أثناء ذلك كله كانت الأرض تنكمش تدريجيًّا. هذا الانكماش الناشئ عن استمرار البرودة وإن كان ضئيلًا نسبيًّا من حيث أثره في حجم الكرة الأرضية إلا أن له أثرًا بليغًا في شكل سطحها.

فكما أن البرتقالة إذا نقص حجمها (بسبب تبخر الماء منها) تكرمش سطحها وتكوَّنت عليه تعاريج وتضاريس. كذلك الأرض عندما نقص حجمها (بسبب برودتها) تكوَّنت عليها سلاسل الجبال تباعًا. وقد اقترن ذلك بفعل العوامل الجوية في تفتيت الصخور ونقل الرمال والرواسب فأصبح سطح الأرض أكثر تنوُّعًا.

(٤) ظهور الحياة

إلى هذه النقطة في تاريخ تطوُّر الأرض يكون قد مضى على ابتداء حياتها نحو ألف مليون سنة أو نصف عمرها الذي قضته حتى اليوم. ألف مليون سنة قُضِيَت في إعداد المسرح لتمثيل رواية الحياة! ألف مليون سنة لا نرى خلالها في شريطنا السينمائي أثرًا لوجود الحياة، ولا نسمع صوتًا لكائن حي بين صفير الزوابع وتلاطم الأمواج وقصف الرعد وخرير المياه.

إذا دقَّقنا النظر في الصورة فإننا لن نرى الأميبات (أو الحيوانات ذات الخلية الواحدة) تنتقل في مياه البرك والبحيرات الهادئة، فإن هذه الكائنات أصغر من أن تدركها العين العارية، ولكننا نرى آثار حركات الحيوانات الصغيرة الأولية في هذه المياه، كما نشاهد النباتات تنمو وتنتشر على ضفافها. ولكن كيف بدأت الحياة في هذا العهد البعيد؟ لا ندري. إننا نظن أنها بدأت على صورة حيوانات ونباتات ابتدائية بسيطة التركيب تعيش في المياه الراكدة. أما التفاصيل فنجهلها تمامًا.

(٥) بدء العصور الجيولوجية

ولنترك هذا العصر الهام المملوء بالأسرار عصر بدء الحياة على سطح الأرض وراءنا، وننتقل بضعة ملايين السنين إلى بدء العصور الجيولوجية، وإذا قلنا العصور الجيولوجية فإنما نقصد بذلك العصور التي أمكن لعلماء الجيولوجيا أن يعثروا على آثار حيواناتها ونباتاتها محفوظة بين الصخور الأرضية. وأول هذه العصور ما يسميه الجيولوجيون العصر الباليوزوي أو عصر الحياة القديمة. وفي هذا العصر نرى في صورتنا النباتات القديمة، وقد انتشرت على سطح الأرض إلا أنها كلها نباتات ابتدائية عديمة الأزهار وقد اندثر معظمها الآن. نرى غابات كثيفة من هذه النباتات الغريبة على الأرض اليابسة، كما نرى المحيطات، وقد امتلأت حياة بأسماك متعددة الأشكال تليها في الظهور حيوانات مائية برية تخرج من البحر فتعيش على الطين ثم تعود إلى البحر ثانية. هذه الحيوانات المخضرمة هي أولى الحيوانات التي أحدثت صوتًا مسموعًا لكائن حي على سطح الأرض، ولا إخال أصواتها كانت موسيقية إلى درجة عظيمة إلا أنها كانت ولا شك أصوات انتصار الحياة على الطبيعة الميتة. بعد ذلك نرى الحيوانات البرية الحقيقية تحتل الأرض اليابسة وتتخذها مأوًى لها.

(٦) ظهور الحيوانات الثديية

ولنقفز بضعة ملايين السنين إلى العصور المتوسطة. ففي هذا العصر نرى النباتات وقد ارتقت فاتَّخذت أشكالًا تقرب من أشكال النباتات التي نعرفها، ولو أن أزهارها تعوزها بهجة أزهارنا وجمال ألوانها. أما الأشجار في ذلك العهد فلم تكن تتلوَّن بألوان الخريف قبل سقوط أوراقها؛ إذ أن أوراقها لم تكن تسقط، وفي المملكة الحيوانية تظهر الحيوانات

الثديية لأول مرة كما تظهر بعض الحشرات والطيور، ولكن لعل أهم ما يسترعي نظر الرائي هو هذه الزحافات العظيمة الهيكل التي تُسمَّى الدينوصورات. هذه الدينوصورات كانت ولا شك أقوى الحيوانات وأعظمها سلطة في ذلك العصر السحيق. فعِظَم جثتها وقوتها جعل لها مركزًا ممتازًا بين الكائنات الحية في زمانها، ويصح أن يقال إنها كانت متسلطة على كائنات الأرض كما يتسلط الإنسان اليوم على غيره من الكائنات الحية.

(٧) تغلُّب الذكاء

فإذا انتقلنا إلى العصر الحديث بدأت الأرض تزدان بالنباتات المزدهرة، وظهرت الحبوب والفواكه والغابات ذات الأخشاب الجامدة، وتعطَّر الجو بشذا الرياحين، وتعدَّدت أنواع الحشرات، وانتشرت بين الزهور الجميلة الألوان، وانقضى عهد الدينوصورات الهائلة ودالت دولتها. ولكن لماذا؟ لماذا دالت دولة هذه الحيوانات العظيمة القوة والبطش؟ إن العصر الكينوزوى أو الحديث يمتاز بظاهرة غريبة بين حيواناته هذه الظاهرة هي الذكاء. ففي العصر الميزوزوى أو الأوسط كانت الغلبة للقوة الجثمانية. فما كان من الحيوانات أعظم جثة وأقوى عضلًا تغلَّب على غيره. أما في العصر الحديث فقد ظهر سلاح آخر أمضى وأفتك من سلاح القوة الغشوم ذلك السلاح هو سلاح الذكاء.

وقد تجلَّى الذكاء في جميع الحيوانات الثديية تقريبًا، لا سيما في نوع خاص منها وهو النوع المسمَّى بالرجل-القرد أو القرد-الرجل. فقد تمكَّن هذا الكائن بذكائه من التغلُّب على حيوانات أعظم منه جسمًا وقوة حتى صارت له العزة عليهم جميعًا.

وهكذا نترك قاعة السينما دون أن نرى أول كائن حي يصح أن يطلق عليه اسم الإنسان. فالقصة التي أردت أن أحكيها لم تكن قصة الإنسان بل قصة الأرض التي نعيش عليها. أما الخوض في نظريات النشوء والارتقاء فأتركه لغيري ممن لهم إلمام بهذه المباحث.

ولعل بعض القراء قد خرج من قاعة السينما قبل الآن إما لملل وسآمة أو هربًا من أصوات فرقعة البراكين التي تخلَّلت عرض الشريط، إلى هؤلاء لا داعي إلى أن أُقدِّم أي اعتذار.

التصميم المعماري للكون

إذا نظرنا إلى السماء خُيِّل لنا أنها على شكل قبة تظهر لنا الأرض تحتها كقرص مستدير بحيث تنطبق حافة القبة على حافة القرص عند الأفق، وإذا كان الوقت ليلًا ظهرت النجوم كنقط مضيئة مبعثرة على سطح القبة، هذه المشاهدة البسيطة تؤدي بنا إلى تصوُّر الكون كضريح أرضه الأرض وقبته السماء به مصابيح مثبتة في قبته هي النجوم، ونكون نحن في هذه الحالة «الشيخ» تحت القبة. ونجد في آثار أجدادنا المصريين صورًا تمثل «سب» أو الأرض كإنسان راقد أو مستلقٍ على ظهره إشارة إلى انبساط الأرض تعلوه «نو» أو «نوت» وهي السماء على صورة إنسان مكب على الأول طرفا رجليه عند أحد طرفي الأرض وأطراف أصابع يديه عند الطرف الآخر وظهره إلى أعلى بحيث تتكوَّن من جسمه نصف دائرة تقريبًا إشارة إلى تكوُّر القبة السماوية، ونجد جسم «نوت» مرصعًا بالنجوم، وفي المسافة الواقعة بين «سب» و«نوت» أي بين السماء والأرض نجد «شو» الذي يمثل الهواء أو نور الشمس. فهذا التمثيل البسيط يعبر عن نتيجة الرؤية المباشرة للكون المحيط بنا. وسيرى القارئ قبل أن آتي على آخر مقالي أن هذه الصورة بعيدة كل البعد عن حقيقة الشكل الخارجي للعالم. فالعين وإن كانت أداة قوية في الوصول إلى معرفة الأشياء، إلا أنها خدَّاعة لا يجوز أن نركن إليها وحدها في تكوين آرائنا عن حقيقة ما هو كائن، وعلى الخصوص لا يجوز أن نعتمد على نظرة واحدة سطحية. وكيف ننتظر من صورة على شبكية العين لا تبلغ مساحتها سنتيمترًا مربعًا أن تمثل كونًا تصل أبعاده إلى مسافات شاسعة يصعب على العقل تصورها؟

إذا نحن تحرَّكنا على سطح الأرض نحو ناحية معينة من الأفق فإننا نجد أن أجزاءً جديدة من الأرض تظهر لنا فوق الأفق في هذه الناحية في حين أن أجزاءً أخرى في الناحية المضادة تختفي تحت الأفق، وبعبارة أخرى تنتقل دائرة الأفق معنا في حركتنا. فالأفق الذي

يظهر لنا كما لو كان حدًّا بين السماء والأرض إنْ هو إلا دائرة وهمية تحدد مدى نظرنا، وشكله الدائري إنْ هو إلَّا نتيجة تكوُّر الأرض، وكلَّما تحركنا على سطح الأرض تحرك أفقنا معنا بحيث نبقى في مركز دائرته. وقد اهتدى الإغريق إلى معرفة كروية الأرض من هذه الظاهرة، ومن غيرها من الظواهر التي يجدها القارئ مشروحة في كتب الجغرافيا. فوصلوا إلى تصوير الأرض ككرة تحيط بها كرات أخرى تمثل السماوات. وأشهر الآراء المنقولة عن الإغريق في نظام هذه السماوات الرأي المنسوب إلى بطليموس. فمن المعلوم أن الأغلبية الساحقة للأجرام السماوية يظهر لنا كما لو كانت مثبتة في سطح كرة عظمى تدور حول محور واصل من الأرض إلى نقطة قريبة من النجم القطبي بحيث تدور دورة كاملة في يوم إلا نحو أربع دقائق. فهذه الكرة الهائلة تظهر لنا كما لو كانت تدور حول هذا المحور حاملة معها النجوم التي تسمَّى بالثوابت لثبوتها على سطح الكرة (وإن كانت متحركة بحركة الكرة طبعًا). إلا أن هناك بعض مستثنيات، فالشمس والقمر والكواكب السيارة أو المتحيرة وإن كانت تشترك مع كرة الثوابت في حركتها اليومية إلا أن لكل منها حركةً خاصة، بعضها سنوي كما في حالة الشمس، وبعضها شهري كما في حالة القمر، والبعض الآخر معقَّد ومختلط كما في حالة الكواكب السيارة، من هذا الاختلاف في الحركات نشأت فكرة تعدد السماوات عند الإغريق، فزيادة على الكرة التي تحمل النجوم الثوابت وُجِد من اللائق أن يكون لكل من الأجرام السماوية الأخرى التي كانت معلومة لهم وهي الشمس والقمر والمريخ والمشتري وزحل وعطارد والزهرة، سماء أو كرة خاصة به. وهذا الرأي يعطينا صورة محدودة من حيث الكيف عن التصميم المعماري للكون. فالكون في رأي بطليموس عبارة عن (كرة من جوه كرة من جوه كرة وهكذا) مبتدأً بكرة الثوابت[1] من الخارج ومنتهيًا بالكرة الأرضية من الداخل، وهو تصوير يتفق ومنطق العقل الإغريقي الذي كان يتطلب الكمال في الكائنات، ويعلق أهمية خاصة على كمال الشكل الهندسي إذا لاحظنا أن الكرة كانت في نظرهم أكمل جسم لتمام استدارتها من جميع نواحيها.

وقد قام الإغريق بزيادة التحديد لهذه الفكرة عن نظام الكون بأن قاسوا فعلًا عظم الكرة الأرضية أي طول محيطها، وأول قياس ورد ذكره على وجه التحقيق لقطر الأرض قام به ايراستوتين المولود سنة ٢٧٦ أو ٢٧٥ قبل المسيح، والذي كان رئيسًا على المكتبة

[1] يشتمل النظام البطليموسي على ثلاث كرات أخرى تقع خارج كرة الثوابت وتعمل على إيجاد حركة الأجرام السماوية، وقد أغفلنا الإشارة إليها هنا من باب الاختصار.

الإسكندرانية الكبرى. وقد بنى حسابه على قياس المسافة بين أسوان والإسكندرية وتعيينه للفرق بين عرض المدينتين فحصل بذلك على أن محيط الكرة الأرضية يساوي ٢٥٢ ألف اسطاديون، وهو يعادل على أشهر الأقوال ٣٩٥٩٠ كيلومترًا، ويقل عن التقدير الحقيقي بمقدار ٤٨٠ كيلومترًا.

وقد نقل العرب عن الإغريق آراءهم في نظام الكون، لا سيما رأي بطليموس، وقاموا هم بأنفسهم بقياس محيط الأرض، فمن ذلك ما قام به سند بن علي وخالد بن عبد الملك المروروذي بأمر المأمون من قياس درجة من دائرة عظمى على سطح الأرض، فوجدوا أن محيط الأرض يبلغ ما يعادل ٤١٢٤٨ كيلومترًا، وهو يزيد على التقدير الحقيقي بمقدار ١١٧٨ كيلومترًا. أما عن الكرات الأخرى التي تحيط بالكرة الأرضية والتي هي السماوات فليس فيما ورد عن الإغريق أو عن العرب أو عمَّن سبقهم ما يحدد أبعادها أو درجات عظمها. إلا أنه كان المفهوم طبعًا أنها كلها عظيمة عظمًا كافيًا يتناسب مع المظهر الخارجي لبعدها عنا. وقد بقيت آراء بطليموس سائدة بين علماء الفلك خلال القرون الوسطى إلى أواخر القرن الخامس عشر، ومنذ ذلك العهد اتجهت دراسة علم الفلك اتجاهات جديدة باستعمال آلات مستحدثة في الرصد وتأثير التقدم الذي حدث في دراسة العلوم الرياضية والطبيعية من الناحيتين النظرية والعملية. وأهم العناصر الجديدة في التقدم الذي حدث من حيث أثرها في الموضوع الذي نحن بصدده هي:

أولًا: معرفتنا لنظام المجموعة الشمسية.

ثانيًا: اكتشاف أن النجوم التي كانت تسمى بالثوابت ليست في الحقيقة ثابتة ولكنها متحركة، وتمكننا من قياس أبعادها عنَّا وحركاتها.

ثالثًا: عثورنا على طائفة كبيرة من الأجرام السماوية تعرف بالسدم، والتمكُّن من قياس أبعادها عنَّا وحركاتها.

فأما عن المجموعة الشمسية فإن الدراسات التي قام بها كوبرنك وجالليليو ونيوتن ولابلاس وأتباعهم قد أدَّت بنا إلى معرفة أن كُلًّا من الأرض والكواكب السيَّارة تتحرك من مدارات مستديرة تقريبًا حول الشمس، وأن القمر يتحرَّك حول الأرض كتابع لها، وأنَّ لكل من الكواكب السيارة أقمارًا أو توابع تدور حولها، وكل هذه الأمور يعرفها الخاص والعام في عصرنا الحالي، فالمريخ والمشتري وزحل وعطارد والزهرة وكذلك يورانوس ونبتون وبلوتو بدلًا من أن تحتل سماوات أو كرات مركزها الأرض كما رأى بطليموس صارت تحتل دوائر

مركزها الشمس، وصارت الأرض حكمها حكم أي واحد من هذه الكواكب تدور في مسارها، وإذا أضفنا إلى ذلك الكواكب الصغرى التي يربو عددها على الألفين وكذلك المذنَّبات التي تتحرك من مدارات إهليلجية الشكل، تكوَّنت صورة للمجموعة الشمسية أظنها معروفة لكثير من القراء. وأمَّا عن النجوم الثوابت فإن زيادة الضبط في استعمال الآلات الفلكية قد أدَّى بنا إلى معرفة أبعاد هذه النجوم عنَّا. وقبل أن أذكر هذه الأبعاد يجب أن نتفق على وحدة لقياس الأبعاد متناسبة مع المسافات التي سنتكلم عنها وسنأخذ وحدة قياسنا للأبعاد ما يسمى بالسنة الضوئية أي إنني سأتبع في قياس المسافات طريقة تشبه الطريقة التي كان يتَّبعها العرب حين يقولون «طولها شهر وعرضها عشر»، فكذلك سأقول طولها سنة أو سنتان وهكذا. والشيء المفروض تحرُّكه في حكاية العرب كان البعير الذي لا يزيد ما يقطعه في الساعة عن عشرة أميال.

وأمَّا في حكايتي فالمتحرك هو الضوء الذي يقطع ١٨٦٠٠٠ ميل في الثانية الواحدة أي أن السنة الضوئية تعادل ستة ملايين مليون من الأميال تقريبًا. على هذا الأساس وجدوا أن أقرب نجم من النجوم المعروفة بالثوابت إلينا (وهو المسمَّى ألفًا من برج قنطورس) يبعد عنَّا أربع سنين ضوئية أي أن ضوءه يحتاج إلى أربع سنين ليصل إلينا متحركًا بسرعة ١٨٦٠٠٠ ميل في الثانية الواحدة.

ولكي يمكن مقارنة هذا البعد بأبعاد المجموعة الشمسية أذكر أن بُعد الأرض عن الشمس ٨ ١/٣ دقائق ضوئية تقريبًا، وأن المجموعة الشمسية بأسرها لا يزيد قطرها عن بضع ساعات ضوئية. فالمجموعة الشمسية بكواكبها وأرضها وأقمارها ومذنَّباتها تتضاءل أمام بُعد أقرب نجم إلينا وتصير كنقطة صغيرة بالنسبة إلى المستقيم الواصل إلى النجم الذي يليها. كيف توزع النجوم في الفضاء إذن على هذا المقياس! وُجِد أن النجوم التي تؤلف عالمنا وهو الذي يُعرف بالعالم المجرِّي نسبة إلى نهر المجرة الذي نراه في السماء موزَّعة في الفضاء على شكل عدسة أو ساعة جيب أو رغيف من الأرغفة «البلدي» وأن الشمس بمجموعتها التي نحن نقطة فيها إن هي إلا إحدى نجوم هذا العالم ويبلغ قطر هذا الرغيف نحو نصف مليون سنة ضوئية. وأما عن المسألة الثالثة وهي مسألة السدم فقد وُجِد أن هذه السُّدُم هي في الواقع عوالم أخرى تشبه عالمنا المجرِّي، وأن أبعادها عنَّا تُقدَّر بملايين السنين الضوئية. فالكون إذن عبارة عن جملة سُدُم متفرقة يبلغ عددها مئات آلاف الملايين بينها مسافات تُقَدَّر بملايين السنين الضوئية، وعالمنا المجري هو أحد هذه السُّدُم وهو مؤلَّف من مئات آلاف الملايين من النجوم بينها مسافات تُقدَّر بعشرات

السنين الضوئية، والشمس هي إحدى هذه النجوم وحولها كواكب أبعادها عن الشمس تُقدَّر بالدقائق أو بالساعات الضوئية، والأرض إحدى هذه الكواكب ونحن نعيش عليها، وننظر إلى هذا الكون محاولين أن نحيط به وأن نتغلب عليه.

ولكن إلى أي مدًى يبلغ اتساع هذا الكون؟ هذه نقطة لا تزال موضع نظر، والرأي السائد الآن أن فضاء الكون منحنٍ أو ملتوٍ على نفسه بحيث يمكن للضوء أن يدور حوله كما يمكن للإنسان أن يدور حول الأرض متَّجهًا في اتجاه واحد. وقد قام بعض العلماء أمثال جينز وملن وادنجتن بتقدير محيط الكون فقدر له ادنجتن نحو ٧ آلاف مليون سنة ضوئية، أي إننا إذا أرسلنا شعاعًا من الضوء فإن هذا الشعاع يعود إلينا بعد ٧ آلاف مليون سنة بعد أن يكون قد طاف حول الكون كما يطوف السائح حول الأرض ويعود إلى حيث ابتدأ. وتلخيصًا لمقالي أذكر أنني أشرت إلى ثلاثة آراء أساسية مختلفة عن التصميم المعماري للكون، فالرأي الأول الذي يرجع إلى قدماء المصريين ويُسْتَمَد من المشاهدة البسيطة يمثل الكون كضريح ذي قبة أو كصحن عليه «مكبة» ونكون نحن الشيخ تحت القبة أو الطعام تحت المكبة، والرأي الثاني إغريقي نقله العرب واستمر مقولًا به إلى أواخر القرون الوسطى، وهو يمثل الكون ككرات متداخل بعضها في بعض أو «كعلبة من داخل علبة ... إلخ» نحن في العلبة الوسطى وحولنا عدد من العلب الأخرى كما لو كان من المرغوب فيه المحافظة علينا بكل عناية لئلا نتلف أو لئلا نهرب، والرأي الحديث يمثل الكون كعدد عظيم من السُّدُم، كل واحد منها عالم بذاته، ومجموعتنا الشمسية نقطة في أحد هذه العالَمينَ، وهو العالم المجري والأرض كوكب من كواكب المجموعة الشمسية ونحن نعيش على سطحها كما يعيش العنكبوت في زاوية من زوايا قصر فخم نخدع أنفسنا بتصور أن القصر لنا.

المواد التي تدخل في بناء الكون

تحدثت في المقال السابق عن التصميم المعماري للكون، وأتحدث في هذا المقال عن المواد الداخلة في بناء الكون أو بعبارة أخرى عمَّا تتألَّف منه الأجرام السماوية.

الكون إلى حد علمنا مؤلَّف من عدد عظيم من العالَمِينَ، كل عالم عبارة عن مجموعة هائلة من النجوم، وبين هؤلاء العالَمِينَ المنتشرة في فضاء الكون مسافات شاسعة، وتُعرَف هذه المجموعات بالسُّدُم اللولبية، وتمكن رؤيتها في السماء بالمناظير. أحد هؤلاء العالَمِينَ هو عالمنا المعروف بالعالم المجري نسبة إلى نهر المجرة الذي تمكن رؤية كثير من نجومه في السماء بالعين العارية لقربها منَّا قربًا نسبيًّا، والشمس واحدة من هذه النجوم، والأرض إنْ هي إلا أحد الكواكب التي تدور حول الشمس. هذا ملخص شكل الكون أو نظامه.

ونحن نعلم أن المواد المختلفة التي نجدها قريبة من سطح الأرض تتألف من نحو ٩٢ عنصرًا من العناصر بحيث يمكن القول بأن الأرض مصنوعة من هذه العناصر. بعضها يوجد بكثرة مثل الكربون والأوكسجين والأزوت والإيدروجين والحديد، وبعضها نادر مثل الهليوم واليورانيوم والكريبتون والراديوم ... إلخ. والسؤال الذي أريد أن أتعرض له الآن هو: هل هذه العناصر داخلة أيضًا في تركيب الأجرام السماوية؟ هل النجوم مصنوعة من نفس العناصر التي صُنِعت منها الأرض؟ هذا هو السؤال الأول، وهو سؤال لعَمري يكاد يكون شعرًا لا نثرًا. فإذا نحن ناجينا النجوم في ساعات تأمُّلنا أنحن نناجي أجرامًا مصنوعة من المواد العادية التي نجدها على سطح الأرض؟ أجرامًا أرضية قوامها الكربون والحديد والأوكسجين والإيدروجين ... إلخ، أم أن الأجرام السماوية مصنوعة من مواد أرق وأدق من موادنا الأرضية؟ سيُقال وكيف السبيل إلى معرفة ذلك؟ كيف الوصول إلى النجوم لنحلِّل مادتها ونصل إلى معرفة عناصرها؟ إنه لأمر بعيد المنال حقًّا! الجواب على ذلك أنه لا حاجة بنا إلى الانتقال إلى النجوم لكي نحلل مادتها ونقف على حقيقة تركيبها؛ إذ إن

النجوم تغنينا عن ذلك فهي تخاطبنا بأسرارها! أجل أيتها القارئات ويا أيها القارئون أن كل نجم من النجوم يكاشفنا بأسراره بلغة هي أقدم اللغات وأعمها. وُجِدَت قبل أن تتبلبل الألسن فهي سواء لدى من كان عربيًّا ومن كان أعجميًّا من نطق بالضاد ومن لم ينطق، وهي مع ذلك لغة سلسة العبارة جميلة الأسلوب لا غموض فيها ولا إبهام، تلك اللغة هي لغة النور، فكما أن أجدادنا القدماء تصل إلينا أخبارهم وحقائق أحوالهم خلال آلاف السنين في رسالاتهم المحفور منها والمخطوط، كذلك النجوم تصلنا رسالاتها النورية خلال أعماق الفضاء، وكما أن البشر ظلوا منصرفين عن رسالات أجدادنا المصريين لا يفقهون لها معنى إذا رأوها إلى أن قام شامبليون وأتباعه بحل رموزها وفتح كنوزها، كذلك ظل البشر معرضين عن رسالات النجوم النورية حتى قام نيوتن وأتباعه، فعلَّمونا كيف نفسرها ونتقبَّلها، إلَّا أن هناك فرقًا بين اللغتين. فاللغة الهيروغليفية من صنع البشر ولذلك هي محدودة الحروف والمفردات، للعقل البشري أن يحيط بها في زمن محدود، كما أنها لا تعبر إلا عمَّا كان يجول بخواطر البشر في ذلك العهد من الفكر والأخبار والإنشاءات وكلها أمور تقع تحت الحصر. أما اللغة النورية فلا حد لحروفها ومفرداتها، كما أنها تعبر عن أسرار صنع المادة وكنه تركيبها وما هي عليه من الأحوال ممَّا لا يقع تحت حصر. ولذلك تجدوننا قد أحطنا بالهيروغليفية علمًا في حين أننا لا زلنا في دور التهجي من لغة النور. وسأنتهز هذه الفرصة لأقدم للقراء درسًا بسيطًا في مبادئ هذه اللغة. يعلم القارئ أن النور إذا مر في قطعة من الزجاج السميك المقطوع وهو الذي نسميه «البنور» نشأ عن ذلك ألوان مختلفة تُشبه ألوان قوس قزح. هذه الظاهرة المألوفة استلفتت نظر السير إيزاك نيوتن منذ أكثر من مائتي سنة، فأخذ في دراستها ووجد أن النور المنبعث من جسم مضيء كنور الشمس أو نور مصباح مثلًا إذا مر في منشور الزجاج فإنه يتحلَّل إلى ألوان مختلفة عد منها سبعًا. وقد اخترعت آلات خاصة لدراسة هذه الظاهرة تعرف بالاسبكتروسكوبات أو آلات تحديد الضوء، وصرنا الآن نستطيع أن نحلل الضوء الصادر عن أي جسم مضيء فنحصل بذلك على ما يسمَّى بالطيف. والطيف هذا يمكن رؤيته بالعين وبالتالي يمكن تصويره فوتوغرافيًّا على لوحة حساسة بالطريقة العادية، فإذا نحن قمنا بهذه العملية حصلنا على صورة تظهر لنا لأول وهلة كما لو كانت عديمة المغزى. وتتألف هذه الصورة من جملة خطوط متوازية يتخلَّلها جملة مساحات تعرف بالأشرطة. والصورة تتألف من هذه الخطوط والأشرطة التي هي ألف باء لغة النور، فكل خط من هذه الخطوط وكل شريط من هذه الأشرطة صادر عن عنصر معين من العناصر التي تتكون منها المادة.

فعنصر الإيدروجين مثلًا تصدر عنه خطوط معينة وأشرطة معيَّنة، وعنصر الحديد له خطوط وأشرطة أخرى معينة، وهكذا يرى القارئ في ذلك قوة هذه الطريقة التي تُعرَف بطريقة التحليل الطيفي في التوصل إلى معرفة تركيب الأجرام السماوية. فإذا نحن وجهنا منظارًا إلى نجم من النجوم كالشِّعْرى اليمانية مثلًا وحلَّلنا الضوء الواصل إلينا منه ثم نظرنا في الطيف الذي نحصل عليه كنتيجة لهذا التحليل فإن هذا الطيف سيحتوي على خطوط وأشرطة، فإذا كان بين هذه الخطوط خط نعلم من تجاربنا الأرضية أنه لا يصدر إلا عن عنصر الصوديوم حكمنا بوجود هذا العنصر في الشِّعْرى اليمانية. هذا باختصار ملخص طريقة التحليل الطيفي أو لغة النور.

ولكي أدل القراء على مبلغ قوة هذه الطريقة ومدى أثرها أذكر لهم الحادث الآتي: في عام ١٨٦٩م أراد السير نورمن لوكير الفلكي الإنجليزي المعروف أن يتوصل إلى معرفة المواد التي تتألف منها أنشاز الشمس، وأنشاز الشمس هذه عبارة عن ألسنة من اللهيب تنبثق من الشمس وتبتعد عن قرصها إلى مسافات تقارن بقطر الشمس ذاته وتظهر لنا هذه الأنشاز بوضوح وقت كسوف الشمس الكلي، فإننا إذا أخذنا صورة فوتوغرافية للشمس في وقت الكسوف الكلي أي عند ما يحجب القمر قرصها عنَّا تمامًا فإننا نجد هذه الألسنة من النار صادرة عن الشمس وظاهرة حول القرص المعتم. هذه الأنشاز استلفتت نظر العلماء والباحثين، وأراد السير نورمن لوكير أن يعرف ممَّا تتألف مادتها. وعلى ذلك قام بتحليل الضوء الصادر عن هذه الأنشاز فحصل على طيف لها عكف على دراسته فوجد فيه خطوط عنصر الإيدروجين وكذلك خطوط عنصر الكلسيوم فحكم من ذلك بوجود هذين العنصرين في مادة الأنشاز.

ولكنه وجد زيادة على ذلك خطًّا أصفر غريبًا لم يُعْرَف بين أطياف المواد الأرضية فأسماه الخط د٣، وحكم من ذلك بأن في أنشاز الشمس عنصرًا لم يُعْرَف على الأرض أسماه عنصر الهيليوم نسبة إلى هيليوس أو الشمس. كان ذلك كما ذكرت عام ١٨٦٩م. وفي مارس عام ١٨٩٥م أي بعد ذلك بـ ٢٦ سنة استخرج الأستاذ وليم رامزي من معدِن الكليفيت النادر غازًا خفيفًا درس طيفه فوجد فيه بالضبط الخط الأصفر د٣ الذي وجده لوكير في طيف الأنشاز الشمسية، وعلى ذلك أسمى الغاز الأرضي بالهيليوم، وقد تحقَّق العلماء منذ ذلك الحين من وجود جميع خطوط الهيليوم في أطياف الأنشاز، وهكذا اكْتُشِف عنصر الهيليوم على الشمس قبل اكتشافه على الأرض بـ ٢٦ سنة.

ولغة النور تمكننا أيضًا من معرفة درجات حرارة النجوم، فإذا أحمينا كرة من الحديد مثلًا تدريجيًّا في غرفة مظلمة فإنها بعد درجة حرارة معينة تبعث لنا ضوءًا أحمر

اللون، فإذا زدنا في إحمائها ابْيَضَّ اللون تدريجيًّا، ثم إذا زدنا عن ذلك ضرب إلى الزرقة. ومعنى هذا أن الأجسام إذا ارتفعت درجة حرارتها زاد الجزء من إشعاعها الضارب إلى الزرقة وقَلَّ الضارب إلى الحمرة وقد قُدِّرَت من هذا درجة حرارة سطح الشمس المشع بنحو ٦٠٠٠ درجة مئوية.

ولا يقتصر طيف جرم من الأجرام على الجزء المرئي بالعين، بل إنه يمتد إلى حدود بعيدة في كلتا الجهتين، فالجهة الواقعة دون الجزء الأحمر تُسَمَّى أشعتها الأشعة دون الحمراء وتشمل الأشعة الحرارية، والجهة الواقعة بعد الجزء البنفسجي تُسَمَّى أشعتها الأشعة فوق البنفسجية، وهي تؤثر في الألواح الفوتوغرافية بشدة ومنها أشعة إكس المعروفة. ويمكن الاستدلال بطريقة التحليل الطيفي أيضًا على ضغط المادة الصادر عنها الإشعاع فإن ازدياد الضغط ينشأ عنه تَغَيُّر صغير في مواضع الخطوط الطيفية يمكن بقياسه معرفة مقدار الضغط، كما يمكن الاستدلال بنفس الطريقة على وجود حالة كهربائية أو مغناطيسية في الجسم المشع، وكذلك على سرعة ابتعاد الجسم عنَّا أو اقترابه منا وكلها أمور لا تكاد توجد وسيلة أخرى لمعرفتها.

والآن وقد عرفنا شيئًا عن لغة النور وما ترشدنا إليه، فسألخص ما نعلمه بفضلها عن طبائع المواد الداخلة في تركيب النجوم.

فالنجوم التي نراها بالعين العارية أو بالمنظار والواقعة في عالمنا المجرِّي تنقسم قسمين رئيسيين: فما كان منها مرتفع الحرارة سُمِّيَ نجمًا أبيض أو أزرق، وما كان منخفض الحرارة (نسبيًّا طبعًا) سُمِّيَ نجمًا أحمر؛ وذلك لظهورها بهذه الألوان. ويفترض العلماء في العادة أن النجوم التي نراها اليوم تمثل أدوارًا مختلفة لتطور النجم الواحد، وعلى ذلك فبدلًا من أن أصف كل نوع على حدة سألخص تاريخ حياة النجم الواحد، فأكون بذلك قد ذكرت جميع الأطوار المختلفة التي تظهر لنا فيها هذه النجوم.

فالنجم يبدأ حياته كوحدة مستقلة على شكل كتلة هائلة من الغاز القليل الكثافة قد يزيد قطرها على ثلاثمائة مليون ميل أو نحو ٤٠٠ مرة من قطر الشمس، وتكون درجة حرارة سطح هذا العملاق الأحمر واطئة نسبيًّا وتتراوح بين ٢٥٠٠°، ٣٠٠٠° مئوية. وتكون كثافة أجزائه الخارجية قليلة جدًّا بحيث يمكن مقارنتها بالكثافة داخل أنبوبة قد فرِّغ معظم هوائها بوساطة مضخة الهواء. أما عند مركز النجم فإن الضغط يصل إلى آلاف الأطنان على السنتيمتر المربع ودرجة الحرارة تصل إلى ٢ أو ٣ ملايين درجة. وأحسن مثال على هذا النوع من النجوم هو النجم الأحمر المعروف بإبط الجوزاء

(في برج الجوزاء أو الجبار)، فهذا النجم ولو أن توهج سطحه ضئيل إلَّا أن عظم هذا السطح يجعل مجموع ما يصل إلينا من أشعته كبيرًا بحيث يظهر لنا واضحًا، ومثل هذا النجم يشع كمية كبيرة من الحرارة ويتصاغر قطره تدريجيًّا فتتزايد كثافته، ويتبع هذا التغير ازدياد مطرد في درجة الحرارة ينجم عنها تغير في اللون من الأحمر إلى الأصفر إلى الأبيض فالأبيض الضارب إلى الزرقة، إلا أن هناك نهاية عظمى لدرجة حرارة السطح تساوي حوالي ٢٠٠٠٠ درجة ونهاية عظمى لدرجة حرارة المركز تساوي نحو ٣٠ مليون درجة، فإذا وصل النجم إلى هذه النهاية العظمى من درجة حرارته فإنه يكون قد قطع النصف الأول من تاريخ تطوُّره ويكون حجمه قد صغر إلى بضع مرات حجم الشمس بحيث نبتدئ نطلق عليه اسم القزم بعد أن كنَّا نسميه العملاق.

وبعد مرحلة الانقلاب هذه تبتدئ درجة حرارة السطح في الانخفاض، إلا أن درجة حرارة المركز لا تتغير كثيرًا بل تظل عالية. ويستمر مع هذا حجم النجم في التناقص وينشأ عن انخفاض درجة حرارة سطحه أن يعود لونه من البياض إلى الصفرة فالحمرة.

والشمس قزم في مرحلة أولية من مراحل انخفاض درجة حرارتها. وتبلغ درجة حرارة سطحها ٦٠٠٠ درجة، أما درجة حرارة المركز فربما كانت ٣٠ مليون درجة. ثم يستمر النجم بعد ذلك في التضاؤل حجمًا وحرارة. وماذا يحدث لكتلة النجم أو كمية مادته في تطوره هذا؟ أتظل ثابتة كما كنَّا نظن في القرن الماضي من أن المادة لا تفنى؟ كلا إن حدوث الإشعاع ينشأ عنه نقصان مستمر في كتلة النجم.

وهكذا يولد النجم كبير الجثة قليل الهمة، ثم تصغر جثته وتزداد همته إلى أن يصل إلى عنفوان شبابه، وبعدها يتضاءل جثة وهمة حتى يُقْضَى على أجله ويُطْرَح في زوايا النسيان. وشمسنا وإن كانت قد فاتت مرحلة الشباب والطيش وبعثرة المجهود إلا أنها لا تزال قوية ظاهره كأنما هي الرجل في سن الأربعين جمع بين القوة والخبرة والحكمة.

وأما السُّدُم المجرِّية فلا تظهر للعين العارية، وتظهر في التلسكوب كسحب صغيرة، وسُمِّيَت بالسُّدُم المجرِّية نسبة إلى نهر المجرة. فلنذكر أن العالم المجرِّي إنْ هو إلا واحد من عوالم تُعَدُّ بمئات ألوف الملايين، فالسديم الأكبر في برج أندرومدا مثلًا هو عالم كعالمنا المجرِّي مؤلَّف من نجوم تشبه نجومنا، وقد أمكن الحصول على بعض معلومات عن هذه النجوم متفرقة أي كل نجم على حدة، وكل ما لدينا من هذه المعلومات يعزز فكرة أنها لا تختلف في تركيبها عن نجوم عالمنا المجرِّي.

وتلخيصًا لما تقدَّم أذكر أنني بحثت في المواد التي تتألف منها الأجرام السماوية فبيَّنت أنها تتألَّف من العناصر المعروفة على سطح الأرض، ولكن في حالات طبيعية من حيث

الضغط ودرجة الحرارة تختلف عمَّا عليه المادة في معاملنا الأرضية، فالأرض لانخفاض درجة حرارة سطحها قد أمكن لجزيئات المادة عليها أن تتعقد وتتقارب مما أدى إلى تكون المركبات العضوية التي أدت بالتالي إلى إمكان وجود الحياة. هذا التعقد في التركيب الكيميائي هو الذي يميز موادنا الأرضية عن المواد التي تمكِّن دراستها في نجوم السماء، ولعله هو الفرق الأساسي بين المواد الداخلة في تركيب سطح الأرض، والمواد الداخلة في بناء بقية الكون.

الشمس ومنشأ حرارتها

في هذه الأيام[1] وقد بلغ الصيف أشده وارتفعت الشمس في السماء حتى كادت تداني سمت الرأس وقت الظهيرة. أقول في هذه الأيام أيام الانقلاب الصيفي يصح للمرء أن يتساءل عن منشأ تلك الحرارة التي ترسلها علينا الشمس إرسالًا وتغمرنا بها غمرًا. أقصد بذلك البحث في ازدياد الحرارة في الصيف عنها في الشتاء، فإن ذلك أمره معروف وشائع؛ فازدياد الحرارة في الصيف راجع إلى سببين رئيسيين: أولهما ارتفاع الشمس في السماء وقت الصيف بحيث تنصب أشعتها علينا انصبابًا رأسيًّا، والثاني الازدياد في طول النهار في الصيف وما يتبعه من قصر الليل فلا تنجو من أشعة الشمس إلا ساعات معدودات. وإنما الذي أريد أن أتعرَّض له هو منشأ الحرارة التي ترسلها الشمس في الفضاء، تلك الحرارة التي تصدر عن الشمس فتنبعث في جميع الاتجاهات ولا يصيب الأرض إلا النزر اليسير منها. ما منشأ هذه الحرارة الهائلة التي ظلت تنبعث في كل لحظة في فضاء العالمين منذ ملايين السنين والتي ستبقى منبعثة في كل لحظة ملايين أخرى من السنين؟

ولعل أول ما يخطر بالبال في كنه الشمس أنها لهيب أي مادة محترقة ينجم عن احتراقها الحرارة والضوء. فلنفرض أن الشمس مصنوعة من فحم الانتراسيت (من أجود نوع) وغاز الأوكسجين بنسبة تسمح بالاحتراق التام. فعلى هذا الفرض يمكن حساب كمية الحرارة التي تنجم عن هذا الاحتراق. وقد وُجِدَ أن هذه الكمية تعادل ما ينبعث من الشمس من

[1] نُشر هذا المقال لأول مرة في شهر يونيو سنة ١٩٣٥م.

الحرارة في ١٥٠٠ سنة أي أنه بناء على هذا الفرض لا يمكن أن يزيد عمر الشمس على نحو ١٥٠٠ سنة وهذا طبعًا ما لا يمكن القول به.

لنفرض أن الشمس جسم متوهج غير محترق كقطعة من الحديد أُحْمِيَ عليها في التنور ولنفرض أنها بدأت ذات درجة حرارة مرتفعة ثم انخفضت درجة حرارتها تدريجيًّا على مر السنين، فلو أن الأمر كان كذلك لكانت درجة حرارتها تنقص في وقتنا الحالي بمقدار ٢$\frac{١}{٢}$ درجة مئوية كل سنة، وعلى ذلك فلا يمكن أن تستمر في إرسال حرارتها أكثر من بضعة آلاف السنين بعدها تنخفض درجة حرارتها إلى ما يقرب من الصفر المئوي وكذلك ينجم عن هذا الفرض أن الشمس كانت ترسل إلى الأرض من الحرارة من بضعة آلاف السنين أضعاف ما ترسله إليها اليوم. وإذن فهذا الفرض أيضًا لا يستقيم.

وهناك فروض أخرى عن كنه مادة الشمس ومنشأ حرارتها، أهمها ما سُمِّيَ في القرن الماضي بفرض الانكماش، وخلاصته أن الشمس تنكمش وينشأ عن انكماشها ازدياد في كمية حرارتها، وأن هذا الازدياد هو ما ترسله الشمس في الفضاء من الحرارة، وقد حسب مقدار الانكماش اللازم لإنتاج كمية الحرارة التي تشعها الشمس (أي ترسلها في صورة أشعة) فوُجِدَ أنه لا يتعدي ٨٠ مترًا في قطر الشمس في العام، ولما كان قطر الشمس يبلغ نحو ١$\frac{٣}{٥}$ مليون ميلٍ وكان بعدها عنَّا حوالي ٩٣ مليون ميل فإن هذا الانكماش يكون صغيرًا نسبيًّا بحيث لا يمكننا أن نلحظه بأدق آلاتنا الفلكية إلا بعد ١٠٠٠٠ سنة. وكان علماء الطبيعة إلى أواخر القرن الماضي يسلمون بفرض الانكماش هذا في تفسير منشأ حرارة الشمس، ومن أشهر من تمسك به ودافع عنه اللورد كلفن الذي استنبط منه أن عمر الشمس لا يزيد على ٢٥ مليون سنة، وبالتالي أن عمر الأرض كذلك لا يزيد على هذا المقدار، وقد أحدث تصريح اللورد كلفن هذا استياء في الدوائر الجيولوجية؛ لأن العلماء في هذه الدوائر محتاجون إلى مائة مليون سنة على الأقل لحدوث تغيراتهم الجيولوجية وتكوين حفرياتهم وما إلى ذلك. إلا أن جناب اللورد أصر على رأيه وطلب منهم أن يبحثوا عن طرائق لحدوث ما شاءوا حدوثه من التغييرات في الـ ٢٥ مليون سنة التي سمح لهم بها.

ولا أزال أذكر حادثًا وقع أثناء اجتماع الجمعية البريطانية لتقدم العلوم في أدنبرة عام ١٩٢١م فقد كان موضوع البحث في جلسة من جلسات الاجتماع عمر الأرض، وكان العلماء يدلون بالآراء الحديثة في هذا الموضوع وهي الآراء التي سأشرحها في آخر هذا المقال، والتي

تناقض آراء اللورد كلفن التي أشرت إليها، وفجأة وقف رجل مسن من الحاضرين فأشار إلى اللورد كلفن وآرائه بألفاظ جارحة فيها معنى التشفي، وقد كان المتكلم قد خالف اللورد كلفن في آرائه عن عمر الأرض أثناء حياة اللورد كلفن في أواخر القرن الماضي إلا أن العلماء لم يلتفتوا إليه لما كان للورد كلفن من المقام العلمي. فلما تغير الرأي العلمي وقف ذلك الرجل المسن يتشفى لنفسه من اللورد الميت، وكانت تظهر عليه علامات الانفعال الشديد مما أدَّى ببعض الحاضرين إلى المسارعة إليه لتهدئته وحمله على السكوت.

واليوم ونحن في أوائل الثلث الثاني من القرن العشرين ماذا يرى العلماء في أمر كنه الشمس ومنشأ حرارتها؟ إن المقام لا يسمح بكثير من الإسهاب ولكنني سأحاول تلخيص الموقف.

دلنا التحليل الطيفي على أن الشمس تحتوي على معظم العناصر الأرضية في حالة ذات حرارة مرتفعة. وفي الواقع أن سطح الشمس أو الفوتوسفير لا تختلف مادته في كنهها كثيرًا عن مادة الغازات المرتفعة الحرارة في معاملنا الأرضية. أما إذا تعمقنا في جسم الشمس فإن كلًّا من الضغط ودرجة الحرارة ترتفعان ارتفاعًا كبيرًا بحيث أن ذرات المواد تتكسر وتتهشم فتتناثر أجزاؤها ويصبح من الممكن اقتراب هذه الأجزاء تحت تأثير الضغط الهائل الذي يحيط بها فبذلك تتكثَّف المادة أي تتجمع كمية كبيرة منها في حجم صغير. فإذا سُئِلْنَا عن مادة باطن الشمس غازية هي أم سائلة أم جامدة كان الجواب لا هذه ولا تلك ولا الأخرى، فهي غازية من حيث إن ذراتها متنافرة تحت تأثير درجة حرارتها العالية، وهي سائلة من حيث إنه لا يوجد تماسك بين ذراتها. وهي جامدة من حيث إن ذراتها متقاربة جدًّا الواحدة من الأخرى.

ثم إن البحث الحديث قد دلَّنا على أن الأجسام إذا صدر عنها إشعاعات قوية فإن ذلك يقلِّل من مادتها. وأمامنا مثال على ذلك في حالة المواد ذات النشاط الإشعاعي كالراديوم واليورانيوم فإن صدور الأشعة عن هذه المواد ينجم عنه نقص في كمية مادتها. وهذا الأمر يعد تطورًا هامًّا في آرائنا عن المادة، فقد كان المظنون حتى أوائل القرن الحالي أن المادة لا تنعدم أو بعبارة أخرى أنها لا تتحول إلى شيء آخر ليس بمادة، أما اليوم فنعلم أن المادة تتحول إلى أشعة وقد قدر أن ما ينعدم من مادة الشمس أو بعبارة أصح ما يتحول منها إلى أشعة يبلغ أكثر من ٤ ١/٢ مليون طن في الثانية الواحدة.

وخلاصة القول أن البحث في طبيعة الشمس ومنشأ حرارتها قد أدَّى إلى الحكم بأن مادتها تختلف في ظروفها عن موادنا الأرضية وتمتاز بارتفاع عظيم في درجة حرارتها وفي

ضغطها، كما أن الأشعة الشمسية هي من القوة والشدة بحيث يقارن وزنها بوزن المادة، وبحيث يمكن القول بأن مصدر حرارة الشمس هو مادتها.

ومن غرائب الصدق أن آخر النظريات العلمية تعزو حرارة الشمس إلى غاز الهيليوم الذي اكتشف أول ما اكتشف على الشمس ذاتها كما سبقت الإشارة فتجعل بناء هذا العنصر من عنصر الإيدروجين أساس الإشعاع الشمسي.

النور

النور أمره واضح لا يكاد يخفى على أحد، ومع ذلك فدراسته التفصيلية من أدق المسائل وأعوصها. وتنقسم دراسته إلى قسمين رئيسيين: أحدهما ما يُسَمَّى «البصريات الهندسية» والآخر اسمه «البصريات الطبيعية»، ففي البصريات الهندسية يتصور النور كما لو كان خطوطًا أو «أشعة» صادرة عن الجسم المضيء تنتقل في الأوساط الشفافة. كالهواء والماء والزجاج وما إليها فتنعكس وتنكسر طبقًا لقوانين الانعكاس والانكسار التي هي علاقات هندسية بين اتجاه الشعاع قبل انعكاسه أو انكساره وبعدها. وقد وضح علم البصريات الهندسية أجدادنا الناطقون بالضاد وكانوا يعتبرونه بحق فرعًا من فروع علم الهندسة. وأهم مؤلَّف وصل إلينا خبره في البصريات الهندسية الكتاب الذي وضعه أبو علي الحسن بن الحسن المعروف بابن الهيثم المتوفى سنة ١٠٣٨ ميلادية، وقد ترجم كتابه إلى اللاتينية ونشر في أواخر القرن السادس عشر وعنه أخذ علماء العالم أجمع ومنه تعلموا.

وقد شرح ابن الهيثم رؤية العين وبيَّن الوظائف المختلفة التي تقوم بها أجزاء العين في عملية الرؤية، كما أشار إلى تَكَوُّن صور المرئيات على ما نسميه الآن «شبكية» العين وانتقال أثر ذلك إلى المخ.

ومما لا شك فيه أن العرب استخدموا العدسات لتصحيح العيوب الهندسية في تكوين العين كقصر النظر وطوله، وعنهم أخذ الإفرنج ما نسميه اليوم بالنظارات، كما أنني أعتقد أن الفضل في اختراع الآلات البصرية كالتلسكوب والميكروسكوب راجع إلى العرب أيضًا.

وإذا كان علم البصريات الهندسية قد وضعه العرب فإن البحث في طبيعة الضوء أو البصريات الطبيعية قد جاء ولا شك متأخِّرًا عن عصرهم. ويرجع البحث في طبيعة الضوء إلى التجربة الكلاسيكية التي قام بها نيوتن من تحليل الضوء الأبيض العادي إلى ألوان مختلفة بوساطة منشور من الزجاج. وكان نيوتن يعتقد أن الضوء عبارة عن جسيمات

صغيرة جدًّا تنبعث من الجسم المضيء وتنفذ في الأجسام الشفافة، وقد بذل نيوتن جهدًا كبيرًا وأظهر براعة فائقة في الدفاع عن هذا الرأي، وكانت خصومة كبيرة بينه وبين القائلين بأن الضوء عبارة عن أمواج تنتقل في الفضاء، أمثال هوك العالم الإنجليزي وهايجنز العالم الهولندي. ولما كان نيوتن متمتعًا بنفوذ عظيم في العالم العلمي في ذلك العصر فقد كان من آثار ذلك أن أعرض العلماء عن نظرية الأمواج وقُوبِلَت بشيء من السخرية، وبذلك تأخرت دراسة علم البصريات الطبيعية ما يقرب من مائة سنة.

ومن أهم الحقائق التي استكشفها البشر عن الضوء أنه ينتقل بسرعة محدودة وليست لا نهائية، كما أن من أهم انتصارات العلوم الطبيعية قياس هذه السرعة قياسًا مضبوطًا.

وأول من قام بحساب سرعة الضوء الفلكي الدانمركي رومر، وقد توصل إلى ذلك من مشاهدات خسوف أحد أقمار أو توابع المشتري. ولاقت آراء رومر في أول الأمر معارضة من علماء الفلك إلى أن قام فيزو وفوكو العالمان الفرنسيان في القرن التاسع عشر بقياس هذه السرعة بطرق مستحدثة في المعمل ووصلا إلى نتائج تعزز ما قال به رومر، وتبلغ سرعة الضوء أو سرعة البرق كما يصح أن نسميها نحو ثلاثمائة ألف كيلومتر في الثانية الواحدة! وهي سرعة يصعب أو يستحيل على العقل البشري تصوُّرها.

وفي القرن التاسع عشر تعزَّزت النظرية الموجية وصار الضوء يُنظَر إليه كأمواج تتحرك في الفضاء بسرعة البرق هذه، وعُلِّلَ اختلاف الألوان بالاختلاف في طول الموجة، كما وُجِدَ أن الأشعة الحرارية تنتقل بنفس السرعة، فصار حكم هذه الأشعة حكم أشعة النور، وإنما تختلف عنها بازدياد طول موجاتها. واستكشفت أشعة أطول موجة من الأشعة الحرارية ومنها الأشعة المستعملة في التخاطب اللاسلكي كما استكشفت أشعة أقصر موجة من الأشعة المرئية ومنها أشعة «س» المشهورة وأشعة جاما. فازدحم فضاء الكون بهذه الأشعة المختلفة منها القصير الموجة ومنها الطويل الموجة ومنها المتوسط، وتسابق العلماء في قياس أطوال هذه الموجات وفي دراسة خواص كل طائفة من هذه الأشعة.

ولما كان العقل البشري يصعب عليه تصوُّر وجود موجات في لا شيء، فقد ابتكر العقل العلمي وسطًا أو شيئًا قابلًا للتموج ينقل هذه الأشعة من مكان إلى مكان وسُمِّيَ الأثير، وأصبحت التموجات الأثيرية كناية عن هذه الاضطرابات المختلفة في الفضاء.

وكلنا خبير بتأثير الضوء في أعيننا وهو المؤدي إلى الإبصار كما أننا خبيرون بتأثير الأشعة الحرارية في الجلد مما ينتج عنه الشعور بالدفء أو الحرارة، وللأشعة آثار أخرى مختلفة منها الكيميائي ومنها الكهربائي ومنها المغناطيسي ... إلخ. فقد وُجِدَ أن الأشعة

المرئية والأشعة التي تليها في قصر الموجة (وهي المعروفة بالأشعة الفوق البنفسجية) تؤثر في بعض الأملاح كأملاح البروم واليود تأثيرًا خفيًّا بحيث يؤثر ذلك في تفاعلها الكيميائي مع الحوامض. فكأن لهذه الأملاح نوعًا من الحساسية الضوئية. وهذه الظاهرة هي أساس فن الفوتوغرافية على نحو ما هو مشهور، كما وُجِد أن للضوء أثرًا كهربائيًّا إذا وقع على بعض المواد كالسيلنيوم انبعثت منها تيارات كهربائية، وهذه الظاهرة التي تعرف بالظاهرة الكهربائية الضوئية هي أساس بعض الاختراعات الحديثة كالسينما الناطقة.

ومن الغريب أن بعض الظواهر التي استكشفت حديثًا كالظاهرة الكهربائية الضوئية التي أشرت إليها تبعث على الظن بأن الضوء ربما كان مؤلَّفًا من جسيمات صغيرة وبذلك يرجع التفكير العلمي إلى ما قال به نيوتن منذ مائتين وخمسين سنة. ومن الآراء الشائعة اليوم الرأي الذي قال به العالم المشهور ألبرت ينشتين من أن الضوء مؤلَّف من جسيمات أو حزم صغيرة من الطاقة طبقًا لقوانين نظرية الكم أو نظرية «الكوانْتُم»، ولا أريد أن أخوض بالقارئ في تفاصيل هو في غنى عنها، وإنما اكتفى بهذا القدر ولعلي وصلت إلى الغرض الذي أرمي إليه وهو إثارة اهتمام القارئ بأبحاث علم الضوء الحديث.

تركيب الذرة

إذا ذكرت الذرة تبادر إلى الذهن معنى الصغر، فالذرة في لغتنا العادية هي الجزء الصغير من المادة. وربما تبادر إلى ذهن الرجل المثقف العادي إذا ذكرت الذرة معنًى آخر، وهو أن الأجسام تتألف أو تتكون من ذرات فتكون الذرة وحدة من الوحدات التي تنبني منها المادة. هذان المعنيان مجتمعين يصلحان كأساس لا بأس به في بدء هذا المقال. ولعل بعض حضرات القراء يشعر أنني إذ أتحدث إليهم عن الذرة إنما أضيع عليهم الوقت في الكلام عن صغائر الأمور، فالذرة باعتراف الجميع شيء صغير وإذن فهي في عرف الكثيرين شيء ضئيل وتافه لا يستحق أن نصرف الوقت والمجهود في التحدث عنه. ولكي أنفي عن نفسي أية تهمة يمكن أن تُوَجَّهَ إليَّ من هذا النوع أذكر أن الذرة وإن كانت صغيرة الجسم والوزن، إلا أنها عظيمة القوة شديدة القدرة، فلو أننا استطعنا أن نحصل على الطاقة الكامنة في ذرات جرام واحد من المادة العادية لكفى مقدار هذه الطاقة لتحريك قطار وزنه مئات الأطنان حول الكرة الأرضية بأسرها. فالذرة إذن ليست بالشيء الحقير الذي لا يُحْفَل به إذا كانت الأمور تقاس بمقياس القوة، وهو مقياس مألوف وشائع بيننا كثيرًا ما نعتمد عليه لسوء الحظ في تقدير قيم الأشياء.

أقول لسوء الحظ لأن العقل البشري والنفس البشرية يدركان أن القوة ليست كل شيء، وأن هنالك من المقاييس ما هو أقرب إلى الحقيقة من مقياس القوة الغشوم. والواقع أن البحث في الذرة وتركيبها لم يكن الباعث عليه الرغبة في استخدام القوة الكامنة فيها أو الاستفادة من الطاقة المدخَرة بين ثناياها، وإنما نشأ البحث وتركيبها كما نشأ البحث في مختلف فروع العلم عن رغبة في إلى أعلى متناسب مع السرعة التي يقذف بها. وفي النصف الثاني من القرن السابع عشر فكر العالم الألماني لايبْنِتزْ في مقدرة الجسم على الحركة هذه، ولكنه ارتأى فيها رأيًا آخر، فمن المعلوم أننا إذا قذفنا جسمًا في اتجاه رأسي إلى أعلى

فإن أقصى ارتفاع يصل إليه يتناسب لا مع السرعة ذاتها ولكن مع مربعها، فإذا تضاعفت السرعة ضرب الارتفاع في أربعة وإذا ضربت السرعة في ثلاثة ضرب الارتفاع في تسعة وهكذا، وقد اعتبر لايبْنِتْز بناءً على ذلك أن مقدرة الجسم على الحركة يجب أن تتناسب مع مربع السرعة، وسمَّى هذه المقدرة على الحركة بـ «القوة الحية».

وفي أوائل القرن الثامن عشر نُشِرَ كتاب كان قد وضعه العالم الهولندي هايجنز (١٦٢٩–١٦٩٥م) وضمَّنه بحوثًا أجراها على تصادم الأجسام المرنة وقد ذكر هايجيز في كتابه أن «القوة الحية» هذه تنتقل من جسم إلى آخر عند التصادم بحيث يكتسب أحد الجسمين منها ما يفقده الآخر، فكأنما هذه القوة الحية سلعة تباع وتشترى بين الأجسام.

(١) طاقة الحركة وطاقة الجهد

وقد جاءت الأبحاث النظرية التي قام بها برنولي ولا جرانج وكريولي معزِّزة لفكرة «القوة الحية» موجَّهة النظر إلى أهميتها، وأُطْلِق عليها اسم جديد أقرب إلى التفكير العلمي فسُمِّيَت «طاقة الحركة» أي الطاقة أو المقدرة الناشئة عن الحركة، وتُعرف طاقة الحركة بأنها نصف حاصل ضرب كتلة الجسم في مربع سرعته. فالحجر الذي كتلته مائة جرام مثلًا وسرعته عشرة سنتيمترات في الثانية يقال: إن له طاقة حركة تساوي خمسة آلاف ارجا أي خمسة آلاف وحدة من وحدات الطاقة، ويُسمَّى هذا النوع من الطاقة بطاقة الحركة تمييزًا له عن النوع الآخر الذي يُعرف بطاقة الجهد أو طاقة الموضع. وطاقة الجهد تُنْسَب إلى الجسم الساكن إذا كان موجودًا في موضع يسمح له ببذل الشغل، فالحجر الموجود عند قمة جبل وإن كان ساكنًا إلَّا أن ارتفاع مكانه من شأنه أن يسمح له ببذل الشغل في هبوطه إلى مستوى سطح الأرض.

وأظهرُ مثال على ذلك مياه الشلالات أو الخزانات كخزان أسوان، فإن وجود هذه المياه في أماكن مرتفعة يجعل لها نوعًا من الطاقة أو المقدِرة على العمل المفيد كإدارة الآلات الكهربائية. وتُقَاس طاقة الجهد لجسم معلوم بحاصل ضرب القوة التي تؤثِّر فيه في المسافة التي يقطعها في هبوطه من موضعه الممتاز إلى الموضع الطبيعي أو العادي له.

فكل جسم متحرك إذن هو مورد للعمل المفيد يصح أن يستغله الإنسان في إدارة آلاته، وكذلك كل جسم يمكن أن يتحرَّك بسبب وجوده في مكان ممتاز هو أيضًا مورد للعمل المفيد، وكلا النوعين من الأجسام له طاقة. فالأول له طاقة حركة ناشئة عن حركته الفعلية، والثاني له طاقة جهد أو طاقة موضع ناشئة عن وضعه الممتاز وإمكان اكتسابه

للحركة بالهبوط منه. وفي كلتا الحالين ترتبط الطاقة بحركة الأجسام أو بإمكان حدوث هذه الحركة، ولذا تُعرَف بالطاقة الميكانيكية. ونحن إذا تأملنا في الطبيعة التي تحيط بنا شاهدنا أمثلة عدة على وجود الطاقة الميكانيكية، فالمياه الجارية والرياح يمكن استخدامها في إدارة الطواحين والطلمبات، ومياه الشلالات والخزانات مورد غني من موارد الطاقة، ولعل القرَّاء يذكرون مشروع منخفض القطارة الذي لا يزال قيد البحث، فالفكرة الأساسية فيه هي الاستفادة من هبوط مياه البحر من منسوبها العادي إلى منسوب منخفض القطارة بالصحراء الغربية، بل إن بعض العلماء قد فكَّر في الاستفادة من حركات مياه المد والجذر واستغلال طاقتها لمنفعة البشر.

وفي أوائل القرن التاسع عشر بدأت فكرة الطاقة تتغلغل في العلوم الطبيعية وتتعدَّى مجرد الفكرة الميكانيكية. ومن أهم الأبحاث التي ساعدت على ذلك ما قام به العالم العصامي جيمس جول (١٨١٨–١٨٨٩م) من التجارب التي فتحت بابًا جديدًا للمشتغلين بالعلوم الطبيعية. فقد أثبت هذا العالم أن مقدار الحرارة التي تتولد من احتكاك الأجسام تتناسب ومقدار الطاقة الميكانيكية التي تبذل في هذا الاحتكاك، أي إن الطاقة الميكانيكية تتحول إلى طاقة حرارية. كما بيَّن أيضًا أن الحرارة التي تتولد في سلك رفيع بمرور تيار كهربائي فيه ترتبط ومقدار الطاقة الكهربائية التي تُبْذَل، ومعنى ذلك أن الحرارة التي تشعر بها أجسامنا إن هي إلا نوع من أنوع الطاقة، وقد أدت أبحاث جول إلى نشوء فرع جديد من فروع المعرفة يعرف بعلم الديناميكا الحرارية فيه يُبْحَث في حركات الجزئيات التي تتألَّف منها الأجسام وارتباط ذلك بحرارتها.

ولم يأتِ آخر القرن التاسع عشر إلا وفكرة الطاقة قد اتصلت بجميع نواحي العلوم الطبيعية. فالكهربائية والمغناطيسية والصوت والضوء وسائر الأشعة غير المرئية صار يُنْظَر إليها جميعًا كمظاهر مختلفة من مظاهر الطاقة، بحيث أمكن أن يقال إنه لا شيء في الوجود الطبيعي إلا المادة والطاقة. ومما ساعد على تدعيم هذا الرأي ما وُجِدَ من أن الطاقة إذا تحوَّلت من مظهر إلى مظهر آخر كأن تتحول من كهربائية إلى حرارة مثلًا فإن ذلك يحدث بنسبة ثابتة. فنشأ المبدأ القائل بعدم انعدام الطاقة أو بتحوُّلها. فكما أن المادة لا تنعدم وإنما تتحول من مظهر إلى مظهر آخر فكذلك الطاقة لا تفنى وإنما تتكيف بكيفيات مختلفة. فإذا تصادم جسمان مثلًا كما حدث في تجارب هايجنز المشار إليها فيما سبق فإن الطاقة الميكانيكية تنتقل من أحدهما إلى الآخر كما ذكر هايجنز، ولكن الحقيقة الكاملة أن جزءًا من الطاقة الميكانيكية يتحول إلى حرارة أو إلى صوت بحيث يبقى مبدأ بقاء الطاقة نافذًا.

(٢) تحول المادة إلى طاقة

ولا أريد أن أختم مقالي هذا دون الإشارة إلى بعض التطورات الحديثة في آرائنا عن الطاقة وعلاقتها بالمادة. فالرأي السائد هو أن مبدأ بقاء المادة وكذلك مبدأ بقاء الطاقة ليسا صحيحين على إطلاقهما، ولكن الصحيح هو أن مجموع الطاقة والمادة هو الثابت، أي إن المادة قد تتحول إلى طاقة أو الطاقة إلى مادة. فإذا احترقت شمعة مثلًا فإن كمية المادة الناشئة عن احتراقها لا تساوي كمية المادة الداخلة في الاحتراق تمامًا ولكنها تنقص عنها بمقدار ما يُعادِل الطاقة المفقودة في عملية الاحتراق على شكل حرارة وضوء ... إلخ، والسبب في عدم العثور على هذا الفرق في معاملنا أنه ضئيل جدًّا بحيث لا يمكن قياسه بأدق موازيننا الحسَّاسة. وقد قُدِّرَت كمية الطاقة المخزونة في جرام واحد من الجليد بما يكفي لتحريك قطار سريع بحيث يدور حول الأرض بضع دورات كاملة!

الطاقة

الطاقة لفظ يستعمله العلماء بمعنًى خاص يختلف عن معناه عند الأدباء وإن كان بين المعنيين ارتباط، والعلم من عادته أن يتطفل على لغة الأدباء في كل عصر وفي كل أمة، فيقتبس منها ما يراه ملائمًا لغرضه من الألفاظ والعبارات، ثم هو يعمد إلى تحريفها عن موضعها فيُكسبها معاني ومدلولات اصطلاحية أو تواضعية تحل في لغة العلم والعلماء محل المعاني الأصلية، وكذلك تتنكَّر الكلمات على أهلها وتحتاج إلى من يقدِّمها إليهم في زيها الجديد.

فالطاقة في لغتنا العادية معناها الوسع أو المقدور، يقال ليس ذلك في طاقتي أي ليس في استطاعتي، وهي في الغالب تُضاف إلى الإنسان فيقال: طاقة البشر وطاقة فلان من الناس، أما في الاصطلاح العلمي فقد نشأت فكرة الطاقة مرتبطة بالحركة الميكانيكية للأجسام ثم تطوَّرت تغلغت في التفكير العلمي حتى صارت خاصية أساسية من خواص المادة وارتبطت بالدراسات الطبيعية في سائر نواحيها حتى صار لها من الشأن والأهمية ما للمادة أو أكثر.

(١) نشوء فكرة الطاقة

ويرجع التفكير في الطاقة إلى النصف الأول من القرن السابع عشر حين فكَّر الفيلسوف الفرنسي ديكارت فيما سمَّاه مقدرة الجسم على الحركة، فمن المعلوم أننا إذا قذفنا جسمًا (كحجر مثلًا) في اتجاه رأسي إلى أعلى فإن مقدرته على الاستمرار في الحركة إلى أعلى تتوقف على سرعته، فإذا زادت السرعة التي نقذفه بها زادت مقدرته على الارتفاع وإذا نقصت السرعة نقصت. وكان ديكارت يعتبر هذه المقدرة متناسبة مع سرعة الجسم، فإذا تضاعفت

السرعة مثلًا تضاعفت المقدرة. ودلَّل على ذلك بما هو معلوم من أن زمن حركة الجسم الطبيعية يجمع بين العنصرين، عنصر السببية وعنصر الصدفة في آنٍ واحد، لنفرض أننا طرحنا قرشًا على مائدة فإن هذا القرش بعد أن يستقر إما أن يظهر منه وجهه أو أن يظهر منه خلفه. هذه حقيقة نعرفها جميعًا ونستخدمها في الفصل في بعض المسائل التي نحتكم فيها إلى الصدفة أو الحظ فتقول: «الطرة أو الياظ»، فإذا كررنا العملية ظهرت إحدى ناحيتي القرش وهكذا. فلنفرض أننا طرحنا القرش مائة مرة بغير أن نتعمد طرحه على إحدى ناحيتيه دون الأخرى أي بغير أن «نغش» في اللعب فإننا لا ننتظر أن تكون عدد مرات ظهور الوجه أكثر أو أقل بكثير من عدد مرات ظهور الخلف، فإذا كررنا العملية ألف مرة اقترب عدد مرات ظهور الوجه من عدد مرات ظهور الخلف، وهكذا كلما زدنا تكرار العملية تقارب العددان بحيث يصح القول إنهما متساويان. فتساوي هذين العددين في مجموع العمليات قاعدة أو قانون من القوانين ناشئ عن أننا تركنا الصدفة وحدها تتحكم في الأمر. هذا مثال بسيط يمكن الانتقال منه إلى ما هو أكثر تعقيدًا، كأن نقذف حجر النرد مثلًا أو أن ندير مؤشرًا على مائدة مقسمة إلى أقسام ذات ألوان مختلفة كما يحدث في لعبة «الروليت» وهكذا، والبحث في «الاحتمالات» المختلفة كما تُسَمَّى يقع في حساب علماء الرياضيات ويخصصون له طرائق وسبلًا تمكنهم من إيجاد القوانين التي تصلح لكل مسألة من المسائل. هذه القوانين هي ما تُسَمَّى بقوانين المصادفة، وهي كما يرى القارئ تجمع بين عنصر الصدفة التامة وعنصر السببية أو وجود القانون المنظم، وتعتمد جميع شركات التأمين في الأمصار المختلفة على قوانين الصدفة هذه في حساب دفعات التأمين التي تتطلبها من زبائنها.

هل توجد في الطبيعة قوانين ناشئة عن الصدفة؟ الجواب ولا شك بالإيجاب فقانون بويل وماريوت المشهور للغازات هو قانون من قوانين الصدفة، هذا القانون كما يذكر القارئ ينص على أن حاصل ضرب الحجم في الضغط لكمية معلومة من الغاز ثابت، فكلما زدنا الحجم قل الضغط وكلما زدنا الضغط قل الحجم. والغاز كما هو معلوم مُؤَلَّف من عدد عظيم من الجزئيات في اضطراب مستمر. ومن الممكن البرهنة على أن قانون بويل وماريوت إن هو إلا نتيجة لازمة لتحكم الصدفة تحكُّمًا تامًّا في حركات هذه الجزئيات. هذه البرهنة تحتاج إلى تفكير رياضي لا أريد أن أخوض بالقارئ فيه، ولكني أؤكد له بل أقسم له على صحة ما أقول. فالانتظام الظاهري في مجموع هذا العدد العظيم من الجزئيات — أو بعبارة أخرى في الغاز كما نعرفه — هو نتيجة لانعدام النظام في حركة كل جزيء

على حدة كما أن قاعدة تَسَاوي الطرة أو الياظ، في عدد كبير من عمليات طرح القرش هو نتيجة لانعدام أية قاعدة في العملية الواحدة، وهنا ينتقل بنا البحث بطريقة طبيعية إلى حركة الجزيء الواحد. إن القرن الماضي قد شجَّعنا على الاعتقاد بأن جزيئات المادة وجواهرها الأساسية التي تتألَّف منها يجب أن يكون لها قوانين تنظِّم حركتها فهل هدانا القرن الحالي إلى مثل هذه القوانين وهل زاد يقيننا بوجودها؟ الجواب حتى اليوم بالنفي. فإن كانت هناك قوانين فإنها هي أيضًا من نوع الاحتمالات. وقد انقضى العهد الذي كنَّا نعتقد فيه أن معرفة حركات الجزئيات المادية في لحظة معينة تمكننا من التنبؤ بمصير العالم بأسره. هذا النوع من السببية المطلقة غريب على التفكير العلمي الحديث. وليس معنى هذا أن العلم الحديث ينكر السببية بل هو يُسلم بها ثم يفسرها كنتيجة لغيرها لا كبديهة من البديهيات الأولية. وكأني بزهير بن أبي سلمى وقد أصاب كبد الحقيقة. ومن يدري لعله أصابها خبط عشواء!

القوانين الطبيعية والمصادفة

من المسائل التي تشغل بال العلماء في العصر الحاضر تَفَهُّم المدلول الحقيقي للقوانين الطبيعية وارتباطها بما نسميه السببية أو علاقة العلة بالمعلول. هل القوانين الطبيعية هي بمثابة تشريع يفرض على الطبيعة طاعته؟ وهل معناها وجود تنظيم خاص للكائنات بحيث لا يكون لمجرد الصدفة أي أثر في تطورها؟ إن خبرتنا العادية تدلنا على وجود السببية كحقيقة واقعة، فكثير من الحوادث يمكن إرجاعه إلى أسباب ثابتة بحيث إذا تكررت الأسباب تكررت نتائجها بطريقة منتظمة إلا أن خبرتنا تدلنا أيضًا على وجود عنصر المصادفة في حياتنا وفيما يحيط بنا من الحوادث. فهل الكون هو في الواقع ونفس الأمر ذلك الشيء المرتبط الأجزاء ليس فيه إلا أسباب ومسببات؟ والمصادفة إن هي إلا جهلنا بالأسباب الحقيقية فنحمل على المصادفة ما نعجز عن تعليله كما فعل العربي حين قال:

رأيت المنايا خبط عشواء من تصب تمته ومن تخطئ يعمَّر فيهرم

أم إن شاعرنا حين تحدث عن خبط العشواء قد عبر عن معنى عميق من معاني الحقيقة ونفذت بصيرته إلى ما وراء المظهر الخارجي للحوادث؟ لو أن هذا السؤال طُرِحَ على علماء القرن الماضي لما حدث اختلاف جدي بينهم في الإجابة عليه. بل إنني لأشك في أن سؤالًا كهذا كان من الممكن أن يخطر لعالم من علماء ذلك الوقت. نعم إن الفلاسفة كانوا ولا يزالون يجدون محلًّا لبحثه، أما علماء القرن الماضي فقد كان إيمانهم بالسببية متغلبًا على تفكيرهم بحيث كانوا يرون القول بعموميتها من البديهيات. وقبل أن أتعرَّض للإجابة على السؤال أريد أن أتحدَّث إلى القارئ في شيء من التبسط عن نوع من قوانين المعرفة نشأ عن أن العقل البشري يميل بطبعه إلى دراسة الطبيعة وتفهُّم أسرارها، يميل إلى دراسة

الكون والتعرُّف على خفاياه وما استغلق من أمره. ففي الفلسفة الإغريقية القديمة نجد طاليس الذي عاش في ميليتوس حوالي سنة ٦٠٠ قبل الميلاد يتكلَّم عن ضرورة وجود وحدة أساسية أو جوهر أولي تتألف منه المواد، كما نجد لوسيبوس وديبو كريتوس ولو كريتيوس يتكلمون عن ذرات تتركب من المواد المختلفة ويبحثون في اختلاف هذه الذرات وتشابهها. وفي العصر العربي نجد الفلاسفة والمتكلمين يبحثون في منطقية الجوهر الفرد والجزء الذي لا يتجزأ. كل هذه الأبحاث قد نشأت عن رغبة الإنسان في تَفَهُّم ما يحيط به من الظواهر الطبيعية وفي أن يدرك كنه هذه الظواهر إدراكًا صحيحًا.

وقد ظل البحث في الذرات وخواصها فرعًا من فروع الفلسفة الكلامية لا يكاد يتصل بالتجربة العملية بسبب حتى النصف الأول من القرن التاسع عشر، ففي ذلك العصر تقدَّمت دراسة الكيمياء تقدُّمًا كبيرًا وازداد البحث والتنقيب وأُجهدت القرائح، فقام العالم الإنجليزي جون دالتون بإحياء رأي الأقدمين في وجود الذرة ودلَّل على صحة هذا الرأي بنتائج التجربة في التفاعلات الكيميائية، ونشأت فكرة الجزيء الذي هو عبارة عن جملة ذرات مجتمعة معًا، فوضع علم الكيمياء على أساس منطقي مقبول.

وقد قسَّم دالتون وأتباعه المواد التي نعرفها جميعًا إلى قسمين، وهما: العناصر والمركبات، وجعلها تتألَّف من ذرات العناصر مجتمعة على هيئة جزئيات، فالماء مثلًا وهو أحد المركبات مؤلَّف من جزئيات الماء، وكل جزيء من جزئيات الماء مؤلف من ذرتين من ذرات عنصر الإيدروجين وذرة من ذرات عنصر الأوكسجين، والأوكسجين الذي هو أحد العناصر مؤلَّف كذلك من جزئيات، إلا أن كل جزيء في هذه الحالة إنما يتألَّف من ذرتين متشابهتين من ذرات عنصر الأوكسجين. بهذه الطريقة تمكَّن دالتون وأتباعه من إرجاع جميع المواد التي كانت معروفة عندئذٍ إلى نيف وسبعين عنصرًا لكل واحد منها ذرة خاصة؛ أي إن العالم المادي بأسره قد أمكن تصوره على أنه مبني من نيف وسبعين نوعًا من أنواع الذرات ينشأ عن اختلاف الصور التي تأتلف بها اختلاف مظاهر المواد وخصائصها.

وإلى أواخر القرن الماضي كانت هذه الآراء تُعْرَف بالفرض الذري أو بالنظرية الذرية على اعتبار أنها نظرية علمية تفرضها علينا الحقائق التي نعرفها عن التفاعلات الكيميائية وتتفق مع هذه الحقائق. ومن سوء الحظ أن كلمة أتوموس الإغريقية التي اشتق منها اسم الذرة في معظم اللغات الحديثة معناها الحرفي ما لا يقبل التجزئة لذلك كان من الفِكَر الشائعة في الأذهان أن الذرة لا تقبل التجزئة بعكس الجزيء الذي يقبل التجزئة إلى ذرات.

وفي أواخر القرن الماضي وأوائل القرن الحالي حدث تطور عنيف في العلوم الطبيعية أدى إلى أمرين جوهريين. الأمر الأول: أن الذرات قد أمكن مشاهدتها واحدة واحدة بل

وأخذ صور فوتوغرافية لها، وبذلك تحوَّل الكلام عن الذرات من مجرد فرض أو نظرية علمية إلى حقيقة واقعة؛ أي إن كل شك في وجود الذرة كوحدة مستقلة قد زال وصارت الذرة شيئًا خاضعًا للمشاهدة المباشرة له وجود خارجي، والأمر الثاني وهو الأعظم: أن الذرة التي كان يُظَنُّ أنها غير قابلة للتجزئة قد ثبت أنها تتجزأ، فبعض الذرات ينفجر من تلقاء ذاته كذرات الراديوم واليورانيوم وغيرها من العناصر ذات النشاط الإشعاعي، والبعض الآخر يمكن تحطيمه أو تهشيمه بوسائل خاصة. ويرجع الفضل في هذا التقدُّم إلى بيكير يل وكوري ومدام كوري وأتباعهم في فرنسا وإلى تومسون ورذر فورد وأتباعهما في إنجلترا. وبذلك تفتَّح أمام البشر عالم جديد هو عالم داخل الذرة ذلك العالم الذي ظل مغلقًا مستعصيًا إلى عهدنا الحالي. ونشأ بحث بل نشأت مباحث عدة عن تركيب الذرة.

ممَّ تتألَّف الذرة؟ وهل الذرات المختلفة تتألَّف من وحدات متشابهة وما عدد هذه الوحدات وكيف تجتمع معًا؟

قد دلَّت التجارب العملية على أن كل ذرة تتألَّف من جزء مركزي يُسَمَّى النواة يحتوي على معظم وزن الذرة يحيط به عدد من الجسيمات الخفيفة المكهربة تعرف بالإلكترونات، ويختلف عدد هذه الإلكترونات كما يختلف وزن النواة باختلاف العنصر، فنواة الهيليوم مثلًا وزنها أربعة أمثال وزن نواة الإيدروجين. كما أن عدد الإلكترونات الخارجية في الهيليوم اثنان أما في الإيدروجين فواحد.

والنواة ممَّ تتألَّف؟ إنها تتألف من جسيمات بعضها مكهرب كالإلكترونات والبروتونات وبعضها غير مكهرب كالنيوترونات. وقد كان يُظَنُّ إلى أمد قريب أن الإلكترونات الخارجية تدور في مسارات حول النواة كما تدور الكواكب حول الشمس إلا أن هذا الرأي قد تسرَّب إليه الشك في السنين الأخيرة، وإن من أمتع البحوث في العلوم الطبيعية الحديثة البحث في هذا العالم الداخلي للذرة! في قوانينه ونظامه واتصاله بالإشعاع الصادر عن الذرة وكيف أن النور ينشأ عن حركات هذا العالم طبقًا لقوانين ومعادلات أشبه شيء بالطلاسم السحرية، كل هذه الأبحاث تشغل عقول العلماء والمفكرين في أقطار المعمورة، وقد أدت هذه الأبحاث إلى نتائج مدهشة كان لها أثرها من تطور المدنية، وما صمامات أجهزة الراديو التي نستخدمها إلا ثمرة من ثمرات البحث في تركيب الذرة.

ذكرت أن الذرة جسم صغير. ولكن إلى أي حد هو صغير، لنفرض أننا قسَّمنا جرامًا من المادة إلى ألف جزء، كل جزء يكون وزنه ١ / ١٠٠٠ من الجرام أو ما يعرف بالمِّيجرام، ثم لنفرض أننا استمررنا في عملية التقسيم إلى ألف جزء فقسَّمنا المليجرام إلى ألف جزء،

ثم قسَّمنا كل جزء من هذه الأجزاء إلى ألف جزء وهكذا، فمتى نصل إلى الذرة! الجواب أن علينا أن نكرر هذه العملية ٨ مرات قبل أن نصل إلى الذرة.

أو بعبارة أخرى: إن وزن الذرة يمكن أن يقارن بجزء من مليون مليون مليون مليون جزء الجرام. أقول يمكن أن يقارن لأن ذرات العناصر المختلفة تتفاوت في الوزن، فبعضها أخف من بعض. وأخف الذرات التي نعرفها ذرة الإيدروجين ويبلغ وزنها ١,٦٦٢ من المرات. هذا الجزء الذي ذكرته الذي هو جزء من مليون مليون مليون مليون جزء من الجرام. وإذا اتخذنا ذرة الإيدروجين وحدة للقياس فإن ذرات العناصر تتفاوت في وزنها، فذرة الحديد مثلًا وزنها نحو ٥٦ مرة وزن ذرة الإيدروجين، وذرة النحاس نحو ٦٣ $\frac{١}{٢}$ مرة، وذرة الذهب نحو ١٩٧ مرة، وذرة الزئبق نحو ٢٠٠ مرة. وأثقل الذرات التي نعرضها ذرة اليورانيوم ويساوي وزنها نحو ٢٣٨ مرة وزن ذرة الإيدروجين وقد عُثِرَ أخيرًا على عنصر وزن ذرته أكثر من ذلك ولم يُبَت في أمره تمامًا إلى الآن.

ومن النظريات التي كان ولا يزال لها أهمية عظمى في البحث عن تركيب الذرة نظرية تعرف بنظرية الكم أو نظرية وحدة الكمية، ويقترن اسمها باسم ماكس بلانك العالم الألماني وبأسماء نيلز بوهر العالم الدانماركي ودي برولي الفرنسي وديراك الإنجليزي، وتتميز هذه النظرية في مراحلها المختلفة بافتراض وجود حالات خاصة للذرة تُعْرَف بحالات السكون أو الثبات، ويقترن الإشعاع بانتقال الذرة من حالة إلى أخرى من هذه الحالات كما أن الإشعاع يكون بقدر معلوم أو بكم معلوم ومن ذلك نشأ اسم النظرية.

هذه النظرية قد أحدثت شبه انقلاب لا في مباحث تركيب الذرة فحسب بل في دائرة أوسع من ذلك كثيرًا. تكاد تشمل العلوم الطبيعية والكيميائية بأسرها. بل لقد تعدَّى الانقلاب دائرة العلوم التجريبية إلى المباحث الفلسفية فنشأت طائفة من الآراء والمباحث الفلسفية كان لها خطرها في تطور العلوم الفلسفية ذاتها. فمن ذلك أن مبدأ السببية ذلك المبدأ الذي يفترض ارتباط العلة بالمعلول ارتباطًا ثابتًا، والذي كان لتطبيقه أثر واضح في نهضة العلوم الحديثة، هذا المبدأ قد تطرَّق إليه الشك فبدأ العلماء يتكلمون بلغة الاحتمال بدلًا من لغة الجزم والتوكيد التي كانت متغلبة في القرن الماضي. وهكذا عاد بنا البحث عن تركيب الذرة إلى حيث بدأ. أي إلى الناحية المنطقية الشكلية.

وليس معنى هذا أن البحث في تركيب الذرة قد أصبح ضربًا من ضروب الكلام، بل بالعكس لم يكن العلم في وقتٍ ما أكثر اتصالًا بالحقيقة الواقعة ولا أكثر انتصارًا في ميدان التطبيق العملي ميدان الكشف والاختراع مما هو اليوم، بل إنه لم يعد من الممكن لمهندس كهربائي ولا لمهندس عادي أن يستغنى عن معرفة الذرة وتركيبها.

سياحة في فضاء العالمين

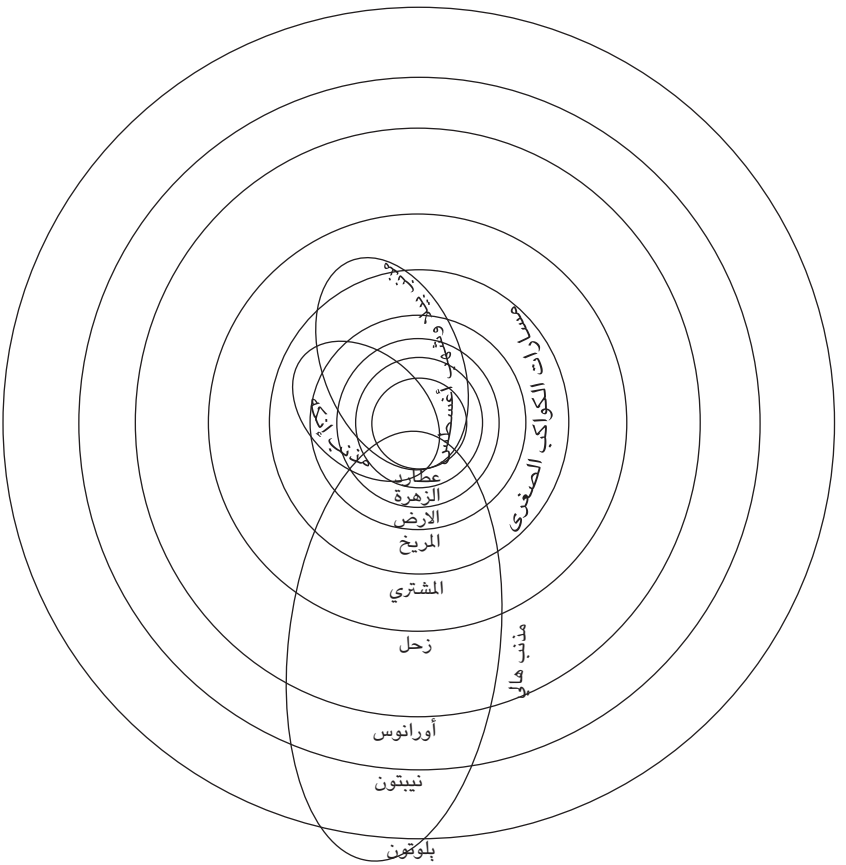
لست أقصد من هذا المقال أن أشعر القارئ بصغر شأنه. أما أن بعض القارئين سيشعرون فعلًا بضآلتهم فهذا قد يكون راجعًا إلى تعوُّدهم الحكم على الأشياء بعظم أحجامها وكبر أبعادها. وفي الواقع قد يكون أقرب إلى غرضي أن أدخل على نفس القارئ شيئًا من السرور وأروِّح عنه من نصب الحياة على هذه البسيطة، وأي شيء أبهج أو أروح للنفس من السياحة إذا كان الغرض منها النزهة والاطلاع على ما احتواه الكون من كل بديع وجميل.

ولما كانت سياحتنا ستقتضي قطع مسافات شاسعة فقد أعددت للقارئ حيلة عجيبة الشأن تمكننا من جوب كل ما بعد من الأرض واتسع من فضاء الكون، ذلك أننا سنمتطي شعاعًا من النور نوجهه حيث شئنا فيحملنا في طريقنا بسرعة مقدارها ١٨٦٠٠٠ ميل في الثانية، وهي سرعة لا بأس بها إذا لاحظنا أن أكبر سرعة وصل إليها البشر إلى الآن بآلاتهم الطائرة لم تصل إلى سدس الميل الواحد في الثانية.

إلا أن القارئ يجب أن يعلم أن سياحتنا هذه تستغرق بضع مئات الملايين من السنين، ولذلك وجب عليه إما أن يطيل أجله إلى هذا الحد أو أن يكون مستعدًّا للاستمرار في السياحة بروحه بعد أن تفارق الجسد، كما أن عليه عدا هذا أن يذلل لنفسه جميع الصعوبات التي قد تخطر الآن أو فيما بعد والتي قد تقوم في سبيله بتوفير القوت والوقاية من حرارة الشمس وسائر النجوم التي سنزورها وما إلى ذلك، ولنبدأ الآن في رحلتنا.

ففي الجزء الأول من سياحتنا سنصرف سحابةَ يومٍ في تفقد مجموعتنا الشمسية، فرحلتنا من هنا إلى الشمس لا تستغرق إلا نحو ثماني دقائق، ومن الشمس نستطيع أن نرى المجموعة الشمسية بأسرها مؤلفة من الكواكب التسعة الكبرى، وهي عطارد والزهرة والأرض والمريخ والمشتري وزحل ويورانوس ونبتون وبلوتو مرتبة حسب أبعادها عن الشمس، وسنرى كل واحد منها يدور حول الشمس ومعه أقماره أو توابعه في فلك على

شكل قِطع ناقص مستدير تقريبًا، كما أننا سنرى الكواكب الصغرى وعددها أكثر من الألفين منتشرة بين فلكي المشتري وزحل. وسنرى أيضًا المذنبات وكل منها يدور في فلك إهليلجي.



صورة تمثل المجموعة الشمسية تظهر فيها أفلاك الكواكب الكبرى مستديرة تقريبًا وأفلاك المذنبات إهليلجية.

ونحن نستطيع أن نمتطي شعاعنا ونزور كل كوكب على حدة حتى نصل إلى نبتون. أما إذا قمنا من الشمس إلى نبتون رأسًا فإننا نصله في نحو الأربع ساعات وربع الساعة.

السديم الأكبر في برج الجوزاء.

وأنا أشعر أن القارئ يريد أن يصرف شيئًا من الوقت في تفقُّد كل كوكب على حدة إلا أن الوقت قصير، ولا بد لنا من مفارقة المجموعة الشمسية لكي نُكَوِّن فكرة عامة عن العالم الذي إن هي إلا قطرة فيه ثم عن العوالم الأخرى. فلنذهب إذن من المجموعة الشمسية إلى أقرب نجم إليها وهو المسمَّى ألفا في برج قنطورس. سنصل إلى هذا النجم في أربع سنين، ومن هذا النجم تظهر لنا المجموعة الشمسية بأسرها كنقطة صغيرة في الفضاء، وسنستمر نزور النجوم المختلفة فنقطع ما بين النجم والذي يليه في بضع سنين حتى نصل إلى حدود العالم الأدنى أي العالم الذي شمسنا أحد نجومه. فإذا خرجنا عن هذا العالم وسرنا بضع آلاف السنين ثم نظرنا وراءنا وجدنا هذا العالم مكوَّنًا من جم غفير من النجوم على شكل (مبطط) يشبه الرغيف أو الساعة ووجدنا الشمس واحدة من هذه النجوم قريبة من مركز الرغيف. هذا العالم هو الذي يُسَمَّى بالعالم المجرِّي.

وإذا نحن عدنا إليه بعد أن عرفنا شكله وأردنا أن نعبره من أقصاه إلى أقصاه استغرق هذا العبور منا حوالي مائة ألف سنة وربما استغرق عشرة أمثال هذا الزمن.

ولنرحل عن العالم المجرِّي فننتقل إلى أحد السُّدُم اللامجرية فنصل إليه في بضع ملايين السنين، ثم لننظر من هذا السديم إلى العالم المجرِّي فنجد مظهره كسحابة صغيرة في سمائنا يشبه ما تظهر عليه السُّدُم إذا ما نظرنا إليها من الأرض.

فالأرض التي نعيش عليها يمكن اعتبارها نقطة تافهة في المجموعة الشمسية التي يبلغ أكبر قطر فيها بضع ساعات ضوئية. ثم إن المجموعة الشمسية بأسرها يمكن اعتبارها نقطة تافهة في العالم المجرِّي الذي قد يبلغ أكبر قطر فيه حوالي نصف مليون سنة ضوئية. ثم إن العالم المجرِّي بأسره إن هو إلا أحد مئات الألوف من العوالم المتفرقة في الفضاء الذي لا نعلم له إلى الآن حدًّا ولا نهاية.

السُّدُم

السديم في الأصل الضباب أو السحاب الرقيق، وقد أُطْلِق على طائفة من الأجرام السماوية تشبه السحب الخفيفة في مظهرها لنا خلال المناظير. وأول من شاهد أجرامًا من هذا النوع إلى حد علمنا المنجِّم الفارسي المشهور عبد الرحمن الصوفي في أواسط القرن العاشر، فقد شاهد ما يُعرَف اليوم بالسديم الأكبر في برج أندروميدا، وانتقل علمه هذا إلى الإسبان والهولنديين، فنجد موضع هذا السديم مدلولًا عليه بجملة نقط متقاربة في الخرائط السماوية الإسبانية والهولندية في القرنين الرابع عشر والخامس عشر. إلا أن اكتشاف الصوفي هذا لم يكن معروفًا في أوروبا إلا إلى حد يسير، ولذلك قام سيمون مريوس باكتشاف السديم نفسه مرة أخرى عام ١٦١٢م ووصف مظهره بأنه يشبه ضوء شمعة خلال قطعة من عظم القرن. وأول ذكر للسديم الأكبر في برج الجَبَّار نجده في كتابات راهب جزوبتي سويسري اسمه كيساتوس عام ١٦١٨م وقد وصف هايْجِنْز هذا السديم عام ١٦٥٦م بأنه يشبه فجوة في السماء تسمح لنا برؤية منطقة منيرة وراءه.

أما غير هذين من السدم فلم يتمكن من رؤيتها إلا باستعمال المناظير الفلكية، وأول جدول رُتِّبَت فيه السُّدُم وضعه «مسييه» الفلكي الفرنسي عام ١٧٨١م مستعينًا بمنظار قطره ٢$\frac{١}{٢}$ بوصة، وقد احتوى جدول مسييه على ١٠٣ من الأجرام لا تزال تُعْرَف بالأعداد التي وضعها لها مسبوقة بالحرف M رمزًا على اسم الفلكي.

وكان مسييه مغرمًا بالبحث عن المذنبات، فوجد أن السُّدُم مضايقة له في بحثه، فتخلَّص من هذه المضايقة بأن عيَّن مواضعها ورتبها!

إلا أن هذه الأبحاث تضاءلت أمام ما قام به وليم هرشل من ذرع السماء بمنظاره، ففي عام ١٧٨٦م قدَّم هرشل إلى الجمعية الملكية قائمة وصفية احتوت نحو ألف سديم، وأعقبها بعد ذلك بثلاث سنوات قائمة أخرى احتوت مثل هذا العدد، ثم أضاف ثالثة عام ١٨٠٢م ضمَّنها خمسمائة سديم أخرى.

ولمرصد حلوان بعض الفضل في علمنا بمواضع السدم، فقد صرف المستر نكص شو الذي كان مديرًا لمرصد حلوان حتى عام ١٩٢٤م جهدًا كبيرًا في تعيين مواضع السدم التي لم يسبق ضبط مواضعها وقفى على أثره في ذلك الدكتور مدور القائم على المرصد الآن.

وقد تغيَّر رأي هرشل في كنه السدم أثناء حياته، فقد ظنها في أول الأمر شرازم من النجوم المتكاثفة، إلا أنه عاد فوصفها بأنها لا تقل عن مجاميع نجمية كاملة قد يفوق بعضها عالمنا المجرِّي[1] في العظمة والزهاء. وتنبأ هرشل بأننا إذا بحثنا في كنه هذه السدم فإننا سنجده يختلف اختلافًا بَيِّنًا عن كنه النجوم.

وقد تحققت نبوءة هرشل هذه عام ١٨٦٤م حين حلَّل وليم هجنز أطياف السدم فوجدها تختلف اختلافًا بيِّنًا عن أطياف سائر النجوم، وتدل دلالة واضحة على أن ثلث عدد السدم على الأقل من مادة غازية متخلخلة.

وقد تقدَّم البحث في طبائع السُّدُم تقدُّمًا كبيرًا عندما بُدِئَ في استعمال طريقة التصوير الفوتوغرافي في الأرصاد الفلكية، ففي عام ١٨٨٠م نجح هنري دريبر في الحصول على أول صورة فوتوغرافية للسديم الأكبر في برج الجَبَّار، ثم إن ومون وروبرتس حصلا على صورة ظاهر فيها النظام اللولبي للسديم الأكبر في برج أندروميدا بأن عرضا لوحًا فوتوغرافيًّا لمدة بضع ساعات أمام منظار عاكس قطره عشرون بوصة. ويبلغ عدد السدم التي يمكن تصويرها بوساطة أحدث المنظارات اليوم في أنحاء السماء نحو المليون.

وتنقسم بوجه عام إلى قسمين: مجرية ولا مجرية، وذلك على حسب قربها أو بعدها عن العالم المجري.

والرأي السائد أن السُّدُم اللامجرية تمثل عالَمِينَ في درجات متقاربة من أدوار تطورها. وقد سميت هذه العوالم بالجزر العالمية. وبناءً على هذا الرأي يكون هناك مئات الألوف من هذه الجزر العالمية متباعدة الواحدة عن الأخرى بما يقدر بملايين السنين

[1] نسبة إلى نهر المجرة (واسمه في العامية سكة التبان) وهو مجموعة من النجوم المتكاثفة تظهر لنا في عُرض السماء كنهر مضيء. والعالم المجرِّي مؤلَّف من المجموعة الشمسية وسائر نجوم نهر المجرة.

الضوئية، وقد قدَّر شابلي قطر السديم الأكبر في برج أندروميدا بمقدار ٤٥٠٠٠ سنة ضوئية، وقدَّر قطر السديم المرموز له بالرمز M33 بحوالي ١٥٠٠٠ سنة ضوئية، وهذه الأبعاد وإن كانت تقل عن قطر عالمنا المجري إلا أنها كبيرة كبرًا كافيًا بحيث تسمح لنا باعتبار هذه السُّدُم عوالم مستقلة.

حرب الأثير

من الألفاظ ما تألفه الأذن ويتحرك به اللسان والقلم دون أن نُعْنَى بمعرفة مدلوله. مثل هذه الألفاظ يرد في عباراتنا العادية فنفهم الغرض منه إجمالًا وندرك — أو نتصور أننا ندرك — ما يراد به بدرجة تمكِّننا من متابعة ما يقال أو يُكْتَب، بل إننا لنستخدم هذه العبارات أنفسنا بغير أن نتكلف كبير عناء في البحث والاستقصاء وراء منشئها أو حقيقة أمرها. من هذه الألفاظ لفظ الأثير، كلنا قد سمع بأمواج الأثير تلك الأمواج التي هي أداة الوصل بين كل مذيع وكل مستمع في كل إذاعة لاسلكية. ونحن نتكلم عن أطوال هذه الأمواج، فنقول إن المحطة الرئيسية للقاهرة تذيع على موجة طولها ٤٨٣٫٩ مترًا، ونفرِّق بين الأمواج القصيرة والأمواج المتوسطة الطول والأمواج الطويلة. والأثير ينقل هذه الأمواج المختلفة في الاتجاهات المختلفة، فإذا ما ضبطنا جهاز الاستماع لاستقبال موجة خاصة سمعنا ما يذاع على هذه الموجة من أحاديث أو أخبار أو موسيقى أو ما إليها. كل هذه عبارات مألوفة يرد فيها ذكر الأثير وأمواج الأثير. ولكن ما هو الأثير ولماذا نتكلم عن حدوث أمواج فيه؟

إن كلمة الأثير من أصل إغريقي كانت تُطْلَق على ما يعلو الهواء الأرضي من جوٍّ صافٍ شفاف. وكان القدماء يتصورونه على أنه نوع من الهواء اللطيف لا يكاد يكون له قوام مادي لتناهيه في اللطافة، وبقي هذا مفهوم الكلمة حتى أواخر القرن السابع عشر عندما ظهر الرأي القائل بأن النور عبارة عن تموجات. وقد كان الرأي السائد قبل ذلك الوقت في ماهية النور أنه عبارة عن جسيمات صغيرة خفيفة تنبعث من الجسم المضيء على سموت خطوط مستقيمة فإذا انعكست عن المرئيات إلى العين حدث الإبصار. أما القول بأن النور تموجات فلم يكن له ما يبرره فيما كان معروفًا من خصائص النور حتى ذلك العصر. فلمَّا تقدَّم العلم بخصائص الضوء ووُجِدَ أن له صفات الحركات التموجية رجع

القول بأنه عبارة عن تموجات. وقد كان السير إيزاك نيوتن الشهير بآرائه في الجاذبية من أكبر المعارضين للقول بالتموجات والمدافعين عن القول بالجسيمات الضوئية، وكان لنفوذه العلمي أثره المحسوس في تأخير التسليم برأي أصحاب التموجات قرنًا كاملًا. وفي القرن التاسع عشر شاع القول بالتموجات أو شاعت النظرية التموجية للضوء كما تُسَمَّى في عرفنا الحديث، وصارت الأساس المعتمد عليه في دراسة علم الضوء.

وفي القرن التاسع عشر كذلك تقدَّمت دراسة فرع آخر من فروع علم الطبيعة وهو فرع الكهرباء. وقد أدَّى هذا التقدم إلى معرفة نوع مُسْتَحْدَث من التموجات، وهو التموجات الكهربائية، تنتقل من مكان إلى آخر كما تنتقل التموجات الضوئية من مكان إلى آخر. هذه التموجات الكهربائية هي التي أتقنا استخدامها في القرن الحالي وصارت أداة الإذاعة اللاسلكية. ومن المهم أن يكون واضحًا في الأذهان أن هذه الأمواج الضوئية وتلك الأمواج الكهربائية ليست أمواجًا في الهواء. فالهواء ليس هو بالشيء المتموج في أي الحالين، بل سواء أُوجِدَ الهواء أم لم يُوجَد فإن الأمواج الضوئية والأمواج الكهربائية تتنقل من مكان إلى آخر، بل أكثر من هذا أن وجود الهواء أو أي نوع آخر من المادة يعوق تقدُّم هذه الأمواج ويُنقص من سرعتها. وإذن فكيف تنتقل هذه الأمواج وما هو الشيء المتموج؟ إن «تَمَوَّج» فعل يحتاج إلى فاعل أو هو مسند يحتاج إلى ما يُسْنَد إليه. هذا الفاعل للفعل «تموج» أو هذا الشيء الذي يُسْنَد إليه التموج هو ما اصطلح العلماء في العرف الحديث على تسميته بالأثير. فالأثير إذن ليس بالشيء المادي كما أنه ليس ضوءًا ولا هو كهرباء بل هو شيء غير هذه جميعًا وأبسط من هذه جميعًا، نتصور وجوده في كل مكان ونفترض حلوله بين ثنايا المادة وفي أعماق الفضاء، ونحن نتصوَّر هذا التصوُّر ونفترض هذا الافتراض لعجزنا عن تصور أمواج تحل في لا شيء وتنتقل في لا شيء. ولست أريد أن أخوض بالقارئ في نظريات الأثير وفلسفة الأثير بل يكفيني هذا القدر من شرح مفهوم اللفظ دون تعرُّض لمدلوله.

عندما بدأ الناس يستخدمون أمواج الأثير في نقل رسالاتهم في أوائل القرن الحالي كانت هذه الرسالات عبارة عن إشارات اصطلاحية تدل كل إشارة منها على حرف من الحروف الأبجدية، وكان هذا التراسل اللاسلكي محدود القدر والمدى. ولم يكد يمضي عقدان على بداية القرن حتى صار في المقدور إذاعة الكلام والموسيقى، فكثرت هذه الإذاعات وتعددت وازدحم الأثير بأمواجها، فنشأت الحاجة إلى تنظيم الأمور حتى لا تختلط هذه الأمواج فيطغى بعضها على بعض. وقد عُقِدَت مؤتمرات دولية كان آخرها المؤتمر الذي عُقِدَ بالقاهرة سنة ١٩٣٨م بغرض التفاهم على أسس مقبولة تتقي بها كل

إذاعة شر غيرها من الإذاعات. ولا شك في إن العقل والمنطق يقضيان بالتفاهم على مثل هذه الأسس لفائدة الأمم جميعًا، إلا أن العقل والمنطق لم يعودا يحكمان في مثل هذه الأمور، فبدلًا من أن تتفق الدول على قواعد تحميها جميعًا وتنفعها جميعًا في تنظيم إذاعاتها، رأى بعض الدول في الأثير مجالًا فسيحًا لنوع جديد من التطاحن، وأخذت الدول العظمى تعد العدة للحرب في هذا الميدان الجديد ميدان الأثير، وهكذا صارت الحرب في البر وعلى سطح البحر وفي جوف البحار وفي الهواء وفي الأثير.

ولكي نفهم هذا النوع المستحدث من الحروب يجدر بنا أن نتعرف على طريقة من طرق الإذاعة تُوَجَّه فيها أمواج الأثير وجهة معينة أو تُصَوَّب فيها صوبًا خاصًّا. فكما أن الضوء يمكن أن يُجَمَّعَ في شعاع قوي يُوَجَّه وجهة معينة كما يحدث في الأنوار الكشَّافة، كذلك الأمواج الكهربائية في الأثير يمكن بطرق خاصة أن تُسَلَّط على ناحية معينة دون غيرها، وأنسب الأمواج لهذا الغرض هي الأمواج القصيرة. وتُستخدم هذه الطريقة في الإذاعات عندما يُرَاد أن يُسْتَمع إليها في ناحية معينة من المعمورة. والقارئ ولا شك خبير بالإذاعات القصيرة الموجة التي تُوَجَّه إلينا من البلاد الأوروبية والتي يُذَاع بعضها باللغة العربية. وكل إذاعة من هذه الإذاعات لها بطبيعة الحال موجة ذات طول خاص. هذه الأشعة المُسَلَّطة هي الأسلحة الرئيسية التي تُسْتَخدَم في حرب الأثير، وأمضى هذه الأسلحة أنفذها وأقواها. فالمحطة التي يُرَاد أن يكون صوتها مسموعًا تُجَهَّز بأجهزة ذات قدرة كهربائية عالية فتخترق أشعتها الأثير وتصل إلى أجهزة الاستقبال قوية واضحة، فتنقل إلى المستمِع ما يُرَاد نقله إليه من أخبار أو دعاية أو ما إليها، وقد تصل قوة هذه الأشعة المسلطة إلى حد يمكن به التأثير في الإذاعات المحلية والتشويش عليها. ومن الطرائق التي تُتَّبَع في حرب الأثير طريقة التشويش المُتَعَمَّد، وهي طريقة تستخدمها محطة إذاعة لإفساد إذاعة معادية، وذلك بإحداث ضوضاء وإذاعتها على موجة طولها هو نفس طول موجة المحطة المعادية مُوَجَّهَة إلى نفس البقعة من الأرض. فإذا ضُبِطَ جهاز الاستقبال للاستماع إلى إذاعة المحطة سُمِعَت جلبة تشبه مزيجًا من العويل والصفير تغطي على صوت المحطة.

إن التشويش المتعمَّد سلاح ذو حدين، فالمحطة التي تعتدي، يُعتدى عليها بمثل ما اعتدت على غيرها.

هذا قليل من كثير ممَّا يمكن أن يقال عن حرب الأثير تعمَّدت فيه أن أتجنب الخوض في التفاصيل الفنية مخافة أن تشوش على القارئ الفكرة الرئيسية فلعلي أكون قد وُفِّقْت إلى ما أردت والسلام.

محمد بن موسى الخوارزمي وأثره في علم الجبر

إن عناية الأمم بتراثها العلمي ونشرها له وحرصها عليه لمن أول الواجبات. فهذا التراث هو بمثابة الغذاء الروحي لعلماء الأمة ومفكريها وسائر المتعلمين فيها. ولعلنا نحن المصريين أغنى الأمم تراثًا، فقد تعاقبت علينا حضارات مختلفة منذ فجر التاريخ إلى اليوم، وفي كل دور من هذه الأدوار قمنا بقسط وافر من واجبنا العلمي نحو الأسرة البشرية. وأقرب هذه الحضارات إلينا وأعمقها أثرًا فينا هي ولا شك الحضارة العربية.

ورد في كتاب الفهرست لابن النديم (الذي تم تأليفه سنة ٩٨٧ ميلادية) طبعة القاهرة ص٣٨٤ ما يأتي:

> «الخوارزمي، واسمه محمد بن موسى، وأصله من خوارزم، وكان منقطعًا إلى خزانة الحكمة للمأمون، وهو من أصحاب علوم الهيئة. وكان الناس قبل الرصد وبعده يعولون على زيجيه الأول والثاني ويعرفان بالسندهند. وله من الكتب كتاب الزيج نسختان أولى وثانية، وكتاب الرخامة، وكتاب العمل بالأسطرلابات، وكتاب عمل الأسطرلاب وكتاب التاريخ.»

ولا يُعْلَم على وجه التحقيق تاريخ ولادة الخوارزمي ولا تاريخ وفاته، إلا أن ما ورد في فهرست ابن النديم عن انقطاع الخوارزمي إلى مكتبة المأمون الذي حكم من سنة ٨١٣م إلى سنة ٨٣٣م يحدد على وجه التقريب عصر اشتغال الخوارزمي بالعلم والتأليف. ويعزِّز

كلام ابن النديم ما ذكره الخوارزمي نفسه في كتاب الجبر والمقابلة من إشارة إلى المأمون حيث قال:

> «وقد شجَّعني ما فضل الله به الإمام المأمون أمير المؤمنين مع الخلافة التي حاز له إرثها، وأكرمه بلباسها، وحلَّاه بزينتها، من الرغبة في الأدب وتقريب أهله وإدنائهم، وبسط كنفه لهم، ومعونته إياهم على إيضاح ما كان مستبهمًا، وتسهيل ما كان مستوعرًا — على أن ألَّفت من حساب الجبر والمقابلة كتابًا مختصرًا حاصرًا للطيف الحساب وجليله لما يلزم الناس من الحاجة إليه ... إلخ.»

فهذه العبارة وما ذكره ابن النديم يدلَّان دلالة واضحة على معاصرة الخوارزمي للمأمون، ولو أنهما لا تمكِّنانا من تحديد تاريخ ولادته أو تاريخ وفاته.

ولم يذكر ابن النديم بين مؤلفات الخوارزمي أربعة كتب أخرى ألَّفها الخوارزمي ووصلت إلى أيدينا، إما مترجمة إلى اللاتينية أو بنصها العربي، وهي كتاب الحساب، وكتاب الجبر والمقابلة، وكتاب في تقويم البلدان: شرح فيه الخوارزمي آراء بطليموس، وكتاب رابع جمع بين الحساب والهندسة والموسيقى والفلك. ومما لفت النظر أن الاسم الذي يلي اسم محمد بن موسى في كتاب الفهرست هو اسم سَنَد بن علي اليهودي. وأن كتاب الفهرست ينسب إلى هذا الأخير كتابًا في الزيادة والنقصان، وكتابًا في الجبر، وكتابًا في الحساب الهندي. ويُغَلِّب سوتر[1] أن نسبة هذه الكتب الأخيرة إلى سند بن علي حدثت على سبيل الخطأ، وأن الصحيح نسبتها إلى الخوارزمي. إلا أن هذا الخطأ إن كان قد حدث فعلًا فلا بد أن يكون قد حدث مبكرًا، أي في النسخ الأولى من كتاب الفهرست، وذلك لأن ابن القفطي (المتوفى عام ١٢٤٨م) يذكر في كتابه «إخبار العلماء بأخبار الحكماء» عن الخوارزمي نفس ما ذكره ابن النديم. ومما يعزز رأي سوتر أن ابن النديم كان ولا شك يعلم أن الخوارزمي له كتاب في الجبر والمقابلة، إذ نجد في الفهرست ذكرًا لهذا الكتاب في ثلاثة مواضع مختلفة، وذلك عند الكلام عن سنان بن الفتح، وعبد الله بن الحسن السعدناني، وأبو الوفا البزجاني، فقد ورد أن كل واحد من هؤلاء قد شرح كتاب الخوارزمي في الجبر والمقابلة، وقد ذكر المسعودي (٨٨٥–٩٥٦م) في مروج الذهب محمد بن موسى من المؤرخين، كما أن البيروني (٩٨٣–١٠٤٨م) يشير إلى أزياج الخوارزمي

[1] انظر: Suter, H., Das Mathematiker–Verzeichniss im Fihrist Abhandlungen zur Geschichte der Mathematik مجلد ٦ (ليبزج ١٨٩٢م)، ص٢٣–٦٢.

ومؤلفاته الفلكية، وللبيروني ما لا يقل عن ثلاثة مؤلفات[٢] كلها شروح لكتب الخوارزمي. والبيروني أصله من خوارزم أو «خيوة» التي ينتسب إليها الخوارزمي.

وقد ذكر ابن خلدون (١٣٣٢–١٤٠٦م) في مقدمته أن أول من كتب في علم الجبر كان أبا عبد الله الخوارزمي، ثم جاء من بعده أبو كامل الخوجة ابن أسلم، كما ذكر زكريا بن محمد بن محمود القزويني المعاصر لابن القفطي أن الخوارزمي كان أول من ترجم علم الجبر للمسلمين. وأبو كامل الذي يشير إليه ابن خلدون عاش حوالي سنة ٩٢٥م وله مؤلف مشهور[٣] في الجبر اقتبس فيه الكثير من جبر الخوارزمي وأشار إليه كمرجع لعلمه. ومن الذين اقتبسوا من جبر الخوارزمي من علماء العصر الإسلامي عمر بن إبراهيم الخيام[٤] [١٠٤٥–١١٢٣م] المشهور برباعياته، وكذا محمد بن الحسين الكارخي[٥] المتوفى سنة ١٠٢٩م. وفي رسالة عن الخوارزمي ألَّفها الأستاذ نللينو الذي كان أستاذًا بالجامعة المصرية.[٦] تكلم المؤلف عن كتاب الخوارزمي في تقويم البلدان وشرحه لآراء بطليموس، وقال إن عمل الخوارزمي ليس مجرد تقليد للآراء الإغريقية، بل هو بحث جديد مستقل في علم الجغرافيا يمتاز امتيازًا ظاهرًا عن كتابات المؤلفين الأوروبيين في ذلك العصر. ويظن سوتر بناءً على تحقيقات جغرافية[٧] أن محمد بن موسى الخوارزمي كان أحد الذين كلَّفهم المأمون بقياس درجة من درجات محيط الكرة الأرضية. وقد ذكر بعض المتقدمين من مؤرخي العرب أن بني موسى قد اشتركوا في هذه المهمة، ولما كان محمد أكبرهم فأغلب الظن أنه هو محمد بن موسى الخوارزمي.

---

[٢] انظر: Luter, Der Verfasser des Buches Grunde der Tafelu des Chowärezmi في مجلة Bibliotheca Mathematica الجزء ٤، لسنة ١٩٠٣م، صفحة ١٢٧–١٢٩.

[٣] توجد نسخة فريدة لاتينية من ترجمة هذا الكتاب محفوظة بمكتبة باريس (Mss. Lat. 7377A)، ونسختان لترجمة عبرية بباريس وميونيخ.

[٤] انظر: L'algebre d'Omer Alkhayyami, F. Woepcke طبعة باريس، سنة ١٨٥١م.

[٥] انظر: A. Hoehheim أبو بكر محمد بن الحسين الكارخي معه Die Arithmetik des Abu Bekr Muhammed ben Alhusein Alkarkhi, Magdeburg (1378).

[٦] انظر: Nallino Al Huwarizmi e il sue rifracimento della Geografia di Memorie, Class Atti della R–accademla die Lincei في مجلة السلسلة الخامسة Tolomeo di Scienze morali Storali Storichi e filologiche المجلد٢ (سنة ١٨٩٦م)، ص١١–٥٣.

[٧] انظر: Suter. die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Abhandel. Z. Gesch. d. Math. Wissenschaften بمجلة werke, مجلد ١٠ (ليبزج)، ١٩٠٠م، ص٢٠.

ولعل فيما تقدم — وهو قليل من كثير — دليلًا كافيًا على مقدرة الخوارزمي العلمية وشهرته بين المسلمين في عصره وفي العصور التالية. أما عن شهرته عند الإفرنج فيكفي للتدليل عليها أن اسمه قد صار كلمة دخلت معاجم أغلب اللغات الأوروبية. ففي اللغة الإنجليزية مثلًا تستخدم كلمة «الجورذم» Algorithm التي هي ولا شك تحريف لاسم الخوارزمي للدلالة على الطريقة الوضعية في حل المسائل، كما أن الشاعر الإنجليزي تشوصر Chaucer الذي جاء قبل شيكسبير استخدم كلمة Augrim (أوجرم) للدلالة على الصفر، وذلك لأن طريقة الحساب الهندية بما في ذلك الصفر إنما وصلت إلى الغرب عن طريق كتاب الخوارزمي في الحساب. واسم علم الجبر في جميع اللغات الإفرنجية مشتق من الكلمة العربية «الجبر» التي استعملها الخوارزمي في تسمية كتابه، وكانت الأعداد من ١ إلى ٩ إلى أوائل القرن الثامن عشر تسمى باللاتينية Algorismus كما أن الكلمة الإسبانية التي معناها الأعداد أو الأرقام هي جوارزمو Quarismo. وقد تعلَّم الغربيون الحساب عن كتاب الخوارزمي في الحساب وعن كتب أخرى بنيت عليه. ومن سوء الحظ أنه لا توجد نسخة عربية معروفة لكتاب الحساب للخوارزمي، والنسخة الوحيدة التي وصلت إلى أيدينا هي ترجمة لاتينية محفوظة بجامعة كامبردج، وقد تُرْجِمَت هذه النسخة إلى اللغة الإيطالية الحديثة ونشرها الأمير بلدسارى بنكومباني عام ١٨٥٧م، ويحتوي كتاب الحساب على إشارات متعددة إلى كتاب الخوارزمي في الجبر. والكلمات الأوروبية التي أشرت إليها Algorithm, guarismo etc إنما نشأت عن فاتحة كتاب الحساب هذا باللغة اللاتينية، إذ يبدأ Dixit algoritmi أي «يقول الخوارزمي» ومن الكتب التي بُنِيَت على كتاب الحساب للخوارزمي كتاب Carmen do Algorismo[٨] الذي وضعه إسكندر دي فيلادي حوالي سنة ١٢٢٠ ميلادية، وهذا الكتاب منظوم على صورة أبيات من الشعر ويذكرنا بألفية ابن مالك. ومن هذه الكتب أيضًا كتاب Algoriemus valgaris[٩] تأليف يوحنا الهاليفا كسى المشهور باسم ساكرو بوسكو حوالي سنة ١٢٥٠م، وقد بقي هذان الكتابان يُسْتَعْمَلان في تلقين علم الحساب في المدارس والجامعات قرونًا متعاقبة، وتوجد

[٨] نشر هذا الكتاب J. O. Halliwell في مجموعة Rara Mathematica (لندن ١٨٣٩م).

[٩] توجد نسخ متعددة قديمة من هذا الكتاب، انظر: Curtze, Petri Philomeni de Dacia in Al-gorismum vulgarem valgarem Johhannis de Sacroboscc commentarius. كوبنهاجن، سنة ١٨٩٧م.

نسخ متعددة من أوَّلهما في مكتبات أوربا، ونسخ أكثر عددًا من الثاني، وحتى بعد انتشار الطباعة لقي كتاب ساكرو بوسكو من الكتب الشائعة في الجامعات حتى القرنين الخامس عشر والسادس عشر. من أول كتب الخوارزمي التي تُرْجِمَت إلى اللاتينية كتاب الزيج، وهو عبارة عن جداول رياضة، بل إن هذا الكتاب من أول الكتب التي نُقلت عن العربية، ترجمه أديلارد المنتمي لمدينة باث من أعمال بريطانيا العظمى عام ١١٢٦م. وقد قام عالم دانماركي اسمه بيُور نبُوب بدراسة هذه الجداول والتعليق عليها، ونشر عمله بمدينة كوبنهاجن عام ١٩٠٩م، وتدل هذه الدراسة على أن استعمال دالة الجيب في حساب المثلثات يرجع إلى عصر الخوارزمي أو ما قبله، ولا يتسع المقام لأكثر مما ذكرت عن أثر الخوارزمي في علم الحساب. وفي العلوم الأخرى.

ولكي نفهم أثر الخوارزمي في علم الجبر ونقدِّره حق قدره يجدر بنا أن نتعرَّف ما كان عليه الحال قبل الخوارزمي. فأقدم له كتاب مدرسي موجود اليوم هو بردي أحميس الذي يرجع إلى سنة ١٧٠٠ قبل الميلاد. وقد قام بنشر هذا البردي وترجمته إلى اللغة الألمانية أيْز نلُور[١٠] وطبع بلبيزج عام ١٨٧٧م. كما قام بنشر صور لهذا البردي ومقدمة له ولس بدج[١١] وطبع عمله بلندن عام ١٨٩٨م. وفي بردي أحميس نجد معادلة الدرجة الأولى ذات المجهول الواحد على الصورة أس = ب كما نجد للكمية المجهول رمزًا خاصًّا كالحال اليوم في علم الجبر، وكما نجد أيضًا ما يدل استخدام المعادلات الآنية الخطية. كل ذلك قبل الميلاد بنحو ألفي سنة، وبعد هذا التاريخ، ولكن قبل العصر الذهبي الإغريقي، نجد معادلات الدرجة الثانية في الآثار المصرية كما نجد مسائل تحتاج في حلها إلى معادلتين آنيتين إحداهما أو كلاهما من الدرجة الثانية، وفي المثال الآتي المأخوذ من مؤلِّف لتكانتور طبع[١٢] بليبزج سنة ١٩٠٧م نجد مسألة تحتاج في حلها إلى معادلات الدرجة الثانية.

مثال آخر لتقسيم مساحة معلومة إلى مربعات — إذا طُلِبَ منك أن تقسِّم ١٠٠ ذراع مربع بين مربعين بحيث يكون ضلع أحد المربعين ثلاثة أرباع ضلع المربع الآخر، فأوجد

---

[١٠] انظر: B. Eisenlohr. Eln mathematisches handbuch der alten egypter طبعة ليبزج، عام ١٨٨٧م.

[١١] انظر: E. A. Wallis Budge, Facsim ile of the Rhind Mathematical Payrus in the British Museum مع مقدمة لندن، ١٨٩٨م.

[١٢] انظر: M. Cantor, Vorlesnngen uber Geschichte der Mathematik المجلد الأول للطبعة الثانية (ليبزج ١٩٠٧م)، ص٩٢–٩٦.

كلًّا من المجهولين، ويلي ذلك حل للمسألة بافتراض أن ضلع أحد المربعين هو الوحدة وأن ضلع الآخر هو ٣ / ٤، وبذلك يكون مجموع المساحتين ٢٥ / ١٦ الذي جذره ٥ / ٤ وجذر المائة ١٠ فتكون نسبة ١٠ إلى طول الضلع المطلوب كنسبة ٥ / ٤ إلى ١ ومنه يكون طول ضلع أحد المربعين ٨ والآخر ٦. والمقابل الجبري لهذه المسألة الهندسية هو بداهة:

$$\begin{cases} س^{٢} + ص^{٢} = ١٠٠ \\ ص = \frac{٣}{٤} س \end{cases} \text{ ومنه ص} = ٦، \quad س = ٨$$

ومما يلاحظ أن علامة الجذر التربيعي استخدمت فعلًا في حل هذه المسألة وأمثالها. وتؤدي المسألة السابقة إلى العلاقة $٦^{٢} + ٨^{٢} = ١٠^{٢}$ التي تتصل اتصالًا مباشرًا بالعلاقة البسيطة $٣^{٢} + ٤^{٢} = ٥^{٢}$ وتظهر هذه العلاقة في حل مسائل أخرى من هذا النوع، ولا شك في أن المصريين القدماء كانوا يعلمون صحة النظرية المنسوبة إلى فيثاغورس، وهي أن المربع المنشأ على الوتر في المثلث القائم الزاوية يساوي مجموع المربعين المنشأين على الضلعين الآخرين. وأغلب الظن أن إثباتًا منطقيًّا لهذه النظرية كان معلومًا في العصر المصري وإن كنَّا لم نعثر عليه للآن. وقد طبقت نظرية فيثاغورس في الهند قبل عصر فيثاغورس، وذلك في بناء المعابد. وفي الابستمبا سلباسوترا[١٣] توجد قواعد لتطبيق هذه النظرية ومعها قوائم دقيقة التقريب للجذور التربيعية. بل ولعل فيها أيضًا كان بين ملهود[١٤] حلًّا تامًّا لمعادلة الدرجة الثانية $أ س^{٢} + ب س = ج$.

وقد وضع البابليون القدماء جداول للمربعات والمكعبات، ولا تزال بعض هذه الجداول محفوظة في صحف سنكرة المشهورة، وهي صحف معاصرة لبردي أحميس. ويقول كانتور[١٥] إن العبرانيين القدماء كانوا يعرفون العلاقة ٣ و٤ و٥ للمثلث القائم الزاوية كما أن رياضيي الصين كانت لهم دراية أيضًا بهذه العلاقة وبحل مسائل

---

[١٣] انظر: Burk. Des Apastamba-Sulba-Sutra, Zeitschen der deutschen Norgenlandischen Gesclchaft مجلد ٥٥ (١٩٠٠م)، ص٥٤٢–٥٩٣، وكذا مجلد ٥٦ (١٩٠٢م)، ص٣٢٧–٣٩١.

[١٤] انظر: G. Milhaud, la Geométrie d'Apaslatamba, pevue genérale des Sctences، مجلد ٢١ (١٩١٠م)، ص٥١٢–٥٢٠، وأيضًا: T. L. Eeath, The Thirteen Books of Euclid's Elements ٣ مجلدات، طبع كمبردج، سنة ١٩٠٨م، المجلد الأول، ص٣٥٢–٣٦٤.

[١٥] انظر: Cantor المشار إليه آنفًا (ص٤٩).

المربعات[١٦] ويعتبر في حكم المقرر الآن أن رياضيي الإغريق كانوا يعلمون الحل الهندسي لمعادلات الدرجة الثانية في عصر فيثاغورس، ففي مؤلفات بخراطيس — من القرن الخامس قبل الميلاد — نجد محاولات لتربيع الدائرة تئول إلى حل المعادلة:

$$\text{س}^{٢} + \sqrt{\frac{٣}{٢}}\ \text{أ س} = \text{أ}$$

وفي كتب أقليدس ذاته مسائل تئول إلى حلول هندسية لمعادلات الدرجة الثانية، فمن ذلك عملية قسمة مستقيم إلى جزأين بحيث تكون مساحة المستطيل المكون من المستقيم وأحد القسمين مساوية لمساحة المربع المنشأ على القسم الآخر:

$$\text{أ}(\text{أ} - \text{س}) = \text{س}^{٢} \quad \text{أو} \quad \text{س}^{٢} + \text{أ س} = \text{أ}^{٢}$$

ولعل أول حل تحليلي لمعادلة الدرجة الثانية نستطيع أن نجزم به يرجع إلى هيرون الذي عاش في الإسكندرية بعد مولد المسيح بقليل، ففي أحد مؤلفات هيرون المسمى متريكا[١٧] والمنشور في ليبزج عام ١٩٠٣م نجد نصًّا على أنه إذا عُلِمَ مجموع جزأَيْ مستقيم وحاصل ضربهما عُلِمَ كلٌّ من الجزأَيْنِ. إلَّا أن هيرون لا يكتفي بالتدليل الهندسي في حل هذه المسألة كما يفعل أقليدس بل يورد المثال العددي الآتي:

$$١٤٤\text{س}\,(١٤ - \text{س}) = ٦٧٢٠$$

دون أن يضع ذلك على صورة معادلة. ثم يعقب هيرون على ذلك بقوله إن الحل التقريبي[١٨] هو:

س = $٨\frac{١}{٢}$ مما يدل على استخدامه طريقة تحليلية لحل المسألة.

وفي كتاب آخر في الهندسة — بنسب في شيء من الشك إلى هيرون[١٩] هذا — نجد المسألة التحليلية منفصلة عن الفكرة الهندسية. والمسألة هي إيجاد قطر دائرة إذا عُلِمَ مجموع مساحته ومحيطها وقطرها.

---

[١٦] انظر: Cantor نفس المرجع، ص١٨١ و٦٧٩–٦٨٠.

[١٧] انظر: Heron Metrica ed. Schone (ليبزج ١٩٠٣م)، ص١٤٨–١٥١.

[١٨] الحل المضبوط س = ٧ ± $\sqrt{\frac{٧}{٣}}$

[١٩] انظر: Cantor, Heron, Geometria ed. Hultsch (برلين عام ١٨٦٤م)، ص١٣٣، وكذا Heronis opera ed. Heiberg Geometria مجلد ٤، ص٣٨١.

ونجد الحل على الصورة الآتية:

$$\text{س} = \frac{\sqrt{١٥٤ \times ٢١٢ + ٨٤١} - ٢٩}{١١}$$

مما يدل على أن المعادلة $\frac{١١}{٤}$ س^{٢} + $\frac{٣٩}{٧}$ س = ٢١٢

وضعت على الصورة ١١س^{٢} + ٥٨ س = ٢١٢ × ١٤

حيث س رمز على القطر والمجموع المعلوم للقطر والمساحة والمحيط هو ٢١٢ والنسبة التقريبية بين المحيط والقطر معتبرة $\frac{٢٢}{٧}$. ومما يستلفت النظر في هذه المسألة جمع المساحات والأطوال معًا، وهو إجراء نجده في المؤلفات الإغريقية بين عصر هيرون وعصر ديوفانتوس (إلى حوالي سنة ٢٥٠ ميلادية).

ولقد بحث ديوفانتوس[٢٠] الذي عاش في الإسكندرية في القرن الثالث الميلادي في كتابه السادس من الأرتماتيقا في مسائل المثلثات القائمة الزاوية التي أضلاعها أعداد صحيحة أو أعداد كسرية المعلوم فيها مجموع المساحة وأحد ضلعي القائمة أو باقي طرحهما، أو المعلوم فيها مجموع المساحة وضلعين (أو ضلع ووتر) ويدل حله لمثل هذه المسائل على علمه بالطريقة التحليلية لحل معادلات الدرجة الثانية، ويذكر ديوفانتوس صراحة بصدد حل المعادلات التي من النوع (أس^{م} = ب س^{ن}) أنه ينوي تخصيص مؤلَّف مستقل لبحث معادلات الدرجة الثانية، ولو أنه إلى حد علمنا لم يفِ بهذا الوعد.

وقد استنتج كوسالي في مؤلفه عن تاريخ علم الجبر[٢١] المنشور عام ١٧٩٧م أن الانتقال من الوضع الهندسي إلى الوضع التحليلي لحل معادلات الدرجة الثانية حدث في الفترة بين عصر أقليدس وعصر ديوفانتوس.

وقد ذكر ابن النديم في الفهرست أن الفلكي الإغريقي حيبار قوص الذي عاش في القرن الثاني قبل الميلاد وضع مؤلَّفًا في الجبر. إلا أن مؤلفًا من هذا النوع لم يصل إلينا ولم يشر إليه أحد غير ابن النديم إلى حد علمنا، ولذلك يعتقد سوتر مترجم الفهرست

---

[٢٠] انظر: ص٦٣، ٦٤ Heath Diophan.us.

[٢١] انظر: (١٧٩٧م Parma) Cossali, Origine transporto in ltalia primi progressi in essa dell'Algebra المجلد ١، ص٨٧–٩١.

إلى الألمانية (طبعة ليبزج عام ١٨٩٢م) أنه قد حدث خطأ في النص الوارد في كتاب ابن النديم في هذا المقام.

أما في الهند فقد ظهر بعد زمن ديوفانتوس بحوالي قرنين أريا بهاتا[٢٢] الرياضي الهندي الذي لا بدَّ قد عرف حل معادلات الدرجة الثانية عندما أوجد عدد حدود المتوالية الحسابية التي عُرِفَ منها الحد الأول والأساس ومجموع الحدود؛ إذ إن حل هذه المسألة يئول إلى حل معادلة من الدرجة الثانية.

ثم ظهر بعد أريا بهاتا العالم الرياضي برهما جوبتا[٢٣] في القرن السابع الميلادي ووضع القاعدة التالية لحل معادلة الدرجة الثانية:

«اجمع إلى الحد المطلق مضروبًا في معامل المربع مربع نصف معامل المجموع، ثم اطرح من الجذر التربيعي لهذا المجموع نصف معامل المجهول واقسم النتيجة على معامل المربع تحصل على قيمة المجهول.»

والمقابل التحليلي لذلك هو أن أحل المعادلة:

$$أ\ س^{٢} + ب\ س = جـ$$

$$هو\ س = \frac{\sqrt{(\frac{ب}{٢})^{٢} + أ\ جـ} - \frac{ب}{٢}}{أ}$$

وفي عصر الخوارزمي ذاته ظهر الرياضي الهندي ما هافيرا كاريا[٢٤] الذي وضع قواعد لحل معادلات الدرجة الثانية. ومما يلفت النظر في عمله أنه استعمل المجهول وجذره في المعادلات بدلًا من المجهول ومربعه كما هو الحال الآن. وقد استمر اهتمام رياضيي الهند بالجبر من زمن أريا بهاتا إلى ما بعد زمن الخوارزمي.

---

[٢٢] انظر: Rodet, Leeon de calcul d'Aryabhata, Journal Asiatique المجموعة السابعة، مجلد ١٣ (١٨٧٩م)، ص٣٩٣–٤٣٤.

[٢٣] انظر: Colebrook, Algebra with Arihmatic & Mensuratic from the Sanscrit of Brah-magupta and Bhascara طبعة لندن، سنة ١٨١٧م، ص٣٤٧.

[٢٤] انظر: M. Rangacarya, The Ganita-Sara-Sangraha of Mahaviracarya مطبعة مدارس الحكومية، سنة ١٩١٢م.

هذا ملخص للكيفية التي نشأ بها علم الجبر ونما في البلاد المختلفة من أول علمنا بالتاريخ حتى عصر الخوارزمي. ولا شك في أن كلًّا من هذه البلاد قد تأثر بما كان يجري في البلاد المجاورة. ومن الثابت أن الإغريق أخذوا علم الرياضة عن المصريين، وأن البابليين والإغريق كانوا على اتصال دائم، وحتى الهند والصين لم تكونا بمعزل عن تلك البلاد، فظهور جداول المربعات والمكعبات في بابل، والمتواليات الهندسية وقوى الأعداد في مصر، ونظرية فيثاغورس كما تسمى عادة في الهند والصين، والحل الهندسي لمعادلات الدرجة الثانية قبل زمن أقليدس في اليونان — كل هذه تُعْتَبر تطورات مؤدية إلى نشوء علم الجبر بمعناه الصحيح، كما أنها تدل على أن نشوء هذا العالم لم يكن مجهودًا مصطنعًا وتمرينًا عقليًّا منعزلًا، بل جاء نتيجة طبيعية لاهتمام القوم بمسائل الهندسة وخواص الأعداد.

هذا عن الجبر قبل الخوارزمي. أما عن كتاب الخوارزمي في الجبر والمقابلة فالنسخة العربية الوحيدة التي وصلت إلى أيدينا هي مخطوط محفوظ بأكسفورد بمكتبة Bodlean تحت رقم M. S. Hunt 214 وهذا المخطوط كُتِبَ في القاهرة (وفُرِغ من نساخته في يوم الأحد التاسع عشر من المحرم أحد شهور سنة ٧٤٣ هجرية) أي إن هذه النسخة كُتِبَت بعد موت الخوارزمي بنحو خمسمائة سنة. وفي هذا وحده دليل على عظم شأن هذا الكتاب. وقد نشر النص العربي فردريك روزن وترجمه إلى الإنجليزية وعلَّق عليه وطبع عمله بلندن عام ١٨٣١م. ونشر مار[٢٥] ترجمة للجزء من الكتاب الخاص بالمساحات والأحجام بانيًا عمله على ترجمة روزن. وقد تُرْجِمَ كتاب الخوارزمي إلى اللغة اللاتينية تراجم مختلفة، ربما كان أقدمها ترجمة روبرت أف تشستر حوالي سنة ١١٤٠م. وقد نشر الأستاذ كاربنسكي ترجمة إلى اللغة الإنجليزية لترجمة روبرت أوف تشستر هذه نُشِرَت بلندن عام ١٩١٥م. وإني مدين للأستاذ كاربنسكي بشيئين: أولهما أن وجوده بالقاهرة من بضع سنين وإرساله إليَّ نسخة من كتابه عن ترجمة مخطوط روبرت أف تشستر أثارا فيَّ كثيرًا من الاهتمام بأمر الخوارزمي، مما جعلني أستحضر نسخة فوتوغرافية للأصل العربي وأعمل بالتعاون مع الدكتور محمد مرسي أحمد الأستاذ بكلية العلوم على نشره. والشيء الثاني أن الجزء الأكبر من المعلومات التاريخية الواردة بهذا المقال، وكذا بمقدمة الكتاب الذي نشرناه قد اعتمدت فيه على أبحاث الأستاذ كاربنسكي وتحقيقاته. وقد ذكر

[٢٥] Marre Nouveelles Annales de Mathematiques المجلد ٥، (١٨٤٦م)، ص٥٥٧، وكذلك ٥٨١ Annalli di Matemat، المجلد ٧ (١٨٦٦م)، ص٢٦٨–٢٨٠.

الأستاذ كاربنسكي في مقدمته أن الخدمات التي أداها العرب للعلوم لم تكن مقدورة حق قدرها من المؤرخين، وأن الأبحاث الحديثة قد دلت على عظم دَيْنِنَا لعلماء المسلمين الذين نشروا نور العلم بينما كانت أوروبا في ظلمات القرون الوسطى، وأن العرب لم يقتصروا على نقل علوم الإغريق والهند، بل زادوا عليها وقاموا بإضافات هامة في ميادين مختلفة.

وفي المقدمة التي وضعتها بالاشتراك مع الدكتور مرسي لكتاب الخوارزمي (طبعة القاهرة سنة ١٩٣٧م) قد وضحنا أهمية العصر الإسلامي في تاريخ العلوم عامة والعلوم الرياضية خاصة.

وسأقتطف بعض فقرات من كتاب الخوارزمي لكي يقف القارئ منها على روح المؤلف ومبلغ علمه وطريقته. ففي أول الكتاب بعد أن حمد الله وأثنى عليه قال:

«ولم تزل العلماء في الأزمنة الخالية والأمم الماضية يكتبون الكتب مما يصنفون من صنوف العلم ووجوه الحكمة نظرًا لمن بعدهم واحتسابًا للأجر بقدر الطاقة ورجاء أن يلحقهم من أجر ذلك وذخره وذكره، ويبقى لهم من لسان الصدق ما يصغر في جنبه كثير مما كانوا يتكلفون من المئونة، ويحملونه على أنفسهم من المشقة في كشف أسرار العلم وغامضه، إما رجل سبق إلى ما لم يكن مستخرجًا قبله فورَّثه من بعده، وإما رجل شرح مما أبقى الأولون ما كان مستغلقًا فأوضح طريقه، وسهَّل مسلكه، وقرَّب مأخذه، وإما رجل وجد في بعض الكتب خللًا فلمَّ شعثه وأقام أوده، وأحسن الظن بصاحبه غير راد عليه ولا مفتخر بذلك من فعل نفسه.»

وإن المرء ليلمس في هذه العبارات روح العالم المدقق. وفي رأيي أنه يصعب أن نضع دستورًا للبحث العلمي والتأليف العلمي وأدب العلم خيرًا مما وضعه الخوارزمي في هذه العبارات السهلة الممتنعة.

ثم قال الخوارزمي:

«وإني لما نظرت فيما يحتاج إليه الناس من الحساب وجدت جميع ذلك عددًا، ووجدت جميع الأعداد إنما تركبت من الواحد، والواحد داخل في جميع الأعداد، ووجدت جميع ما يُلْفَظ به من الأعداد ما جاوز الواحد إلى العشرة يخرج مخرج الواحد، ثم تُثَنَّى العشرة وتُثَلَّث كما فُعِل بالواحد فتكون منها العشرون والثلاثون إلى تمام المائة. ثم تُثنى المائة وتُثلث كما فُعل بالواحد وبالعشرة إلى الألف، ثم كذلك تردد الألف عند كل عقد إلى غاية المُدْرَك من العدد. ووجدت الأعداد التي يُحْتاج إليها في حساب الجبر والمقابلة على ثلاثة ضروب: وهي جذور وأموال وعدد مفرد لا يُنْسَب إلى جذر ولا إلى مال. فالجذر منها

كل شيء مضروب في نفسه من الواحد وما فوقه من الأعداد وما دونه من الكسور، والمال كل ما اجتمع من الجذر المضروب في نفسه، والعدد المفرد كل ملفوظ به من العدد بلا نسبة إلى جذر ولا إلى مال. فمن هذه الضروب الثلاثة ما يعدل بعضها بعضًا وهو كقولك أموال تعدل جذورًا، وأموال تعدل عددًا. وجذور تعدل عددًا.»

ومعنى هذا أن الخوارزمي يفترق بين الحدود الثلاثة التي تدخل في معادلات الدرجة الثانية، فالحد الذي يحتوي على س^{٢} يُسَمَّى المال، والحد الذي يحتوي على س يُسَمَّى الجذر، والحد الخالي من س يسمى العدد، ثم يبحث في حل كل من الأشكال البسيطة:

$$أ س^{٢} = ب س، \quad أ س^{٢} = جـ، \quad ب س = جـ$$

وبعد أن يذكر أمثلة عددية ويبين طريقة الحل في كل حالة من هذه الأحوال يقول: «ووجدت هذه الضروب الثلاثة التي هي الجذور والأموال والعدد تقترن، فيكون منها ثلاثة أجناس مقترنة وهي أموال وجذور تعدل عددًا، وأموال وعدد تعدل جذورًا، وجذور وعدد تعدل أموالًا.» وبذلك يقسم معادلات الدرجة الثانية إلى ثلاثة أنواع:

$$أ س^{٢} + ب س = جـ، \quad أ س^{٢} + جـ = ب س، \quad ب س + جـ = أ س^{٢}$$

ويلي ذلك حل كل نوع من هذه الأنواع شارحًا ذلك بأمثلة عددية بفرض أن أ، ب، جـ كلها موجبة، وليس معنى هذا أن الخوارزمي لم يكن يستخدم الأعداد السالبة، بل بالعكس إننا نجد في باب للضرب شرحًا لاستخدام الأعداد السالبة؛ إذ يقول:

«اعلم أنه لا بد لكل عدد يُضْرَب في عدد من أن يُضَاعَف أحد العددين بقدر ما في الآخر من آحاد، فإذا كانت عقود ومعها آحاد أو مستثنى منها آحاد فلا بد من ضربها أربع مرات: العقود في العقود، والعقود في الآحاد، والآحاد في العقود، والآحاد في الآحاد. فإذا كانت الآحاد التي مع العقود زائدة جميعًا فالضرب الرابع زائد، وإذا كانت ناقصة جميعًا فالضرب الرابع زائد أيضًا، وإذا كان أحدهما زائدًا والآخر ناقصًا فالضرب الرابع ناقص.» ثم يقول:

«وإن قال عشرة إلا شيئًا في عشرة إلا شيئًا قلت عشرة في عشرة بمائة وإلا شيئًا في عشرة عشرة أشياء ناقصة وإلا شيئًا في عشرة عشرة أشياء ناقصة، وإلا شيئًا في إلا شيئًا مال زائد فيكون ذلك مائة ومالًا إلا عشرين شيئًا»:

$$(١٠ - س)\ (١٠ - س) = ١٠٠ - ٢٠ س + س^{٢}$$

وإنما افترض الخوارزمي أن أ، ب، جـ في معادلات الدرجة الثانية كميات موجبة لكي يفرق بين أحوال الجمع وأحوال الطرح في كل صورة من الصور التي يبحث فيها، وعلى وجه الخصوص لكي تنطبق المعادلة على الأمثلة العملية التي يوردها في آخر الكتاب (باب الوصايا على الخصوص) تطبيقًا على حل هذه المعادلات.

ومما يجدر ذكره أن الخوارزمي تنبه في حالة الأموال والعدد التي تعدل الجذور نحو قولك مال وواحد وعشرون من العدد يعدل عشرة أجذار:

$$س^{٢} + ٢١ = ١٠ س$$

تنبَّه الخوارزمي إلى أن المسألة قد يكون لها حلان [والحل في نظر الخوارزمي هو دائمًا القيمة الموجبة لـ س التي تحقق المعادلة] فقال:

«فبابه أن تنصف الأجذار فتكون خمسة فاضربها في مثلها تكون خمسة وعشرين، فانقص منها الواحد والعشرين التي ذُكِرَ أنها مع المال فيبقى أربعة، فخذ جذرها وهو اثنان فانقصه من نصف الأجذار وهو خمسة فيبقى ثلاثة وهو جذر المال الذي تزيده، والمال تسعة، وإن شئت فزد الجذر على نصف الأجذار فتكون سبعة وهو جذر المال الذي تريده والمال تسعة وأربعون، فإذا وردت عليك مسألة تخرجك إلى هذا الباب فامتحن صوابها بالزيادة، فإن لم يكن فهي بالنقصان لا محالة، وهذا الباب يعمل بالزيادة والنقصان جميعًا، وليس ذلك في غيره من الأبواب الثلاثة التي يُحْتَاج فيها إلى تنصيف الأجذار.»

$$\left[س = \frac{١٠}{٢} \pm \sqrt{\left(\frac{١٠}{٢}\right)^{٢} - ٢١} = ٥ \pm ٢ = ٧ \text{ أو } ٣\right]$$

ثم إن الخوارزمي تَنبَّه إلى شيئين آخرين في هذا الباب فقال:

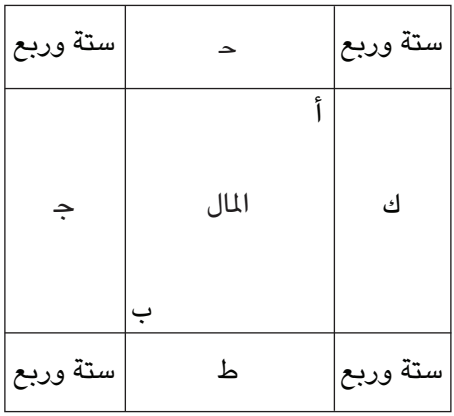
«واعلم أنك إذا نصفت الأجذار في هذا الباب وضربتها في مثلها فكان مبلغ ذلك أقل من الدراهم التي مع المال فالمسألة مستحيلة، وإن كان مثل الدراهم بعينها فجذر المال مثل نصف الأجذار سواء لا زيادة ولا نقصان.»

وأول هذين الشيئين استحالة حل المعادلة $س^{٢} + جـ = ب س$ إذا كان $\left(\frac{ب}{٢}\right)^{٢} < جـ$، وقد بقيت هذه الحالة تُعْرَف بالحالة المستحيلة كما سماها الخوارزمي إلى أواخر القرن الخامس عشر حين بدأ البحث في الكمبيالات التخيلية على أيدي كاسبار فسل وجان روبير أرجان، والأمر الثاني هو تساوي الجذرين إذا كانت $\left(\frac{ب}{٢}\right)^{٢} = جـ$.

ولم يكتفِ الخوارزمي بذكر القاعدة التي تُتَّبَع في كل نوع من أنواع المعادلات والتمثيل على ذلك بأمثلة عددية، بل بحث في ما سماه العلة في كل ضرب من ضروب المعادلات قال:

«فهذه الست ضروب التي ذكرتها في صدر كتابي هذا، وقد أتيت على تفسيرها وأخبرت أن منها ثلاثة ضروب لا تُنَصَّف فيها الأجذار فقد بينت قياسها واضطرابها. فأما ما يحتاج فيه إلى تنصيف الأجذار في الثلاثة الأبواب الباقية فقد وصفته بأبواب صحيحة وصيرت لكل منها صورة يُسْتَدَلُّ منها على العلة في التنصيف.

فأما علة مال وعشرة أجذار تعدل تسعة وثلاثين درهمًا، فصورة ذلك سطح مربع مجهول الأضلاع وهو المال الذي تريد أن تعرفه وتعرف جذره وهو سطح أ ب، وكل ضلع من أضلاعه فهو جذره، وكل ضلع من أضلاعه إذا ضربته في عدد من الأعداد فما بلغت الأعداد فهي أعداد جذور؛ كل جذر مثل جذر ذلك السطح، فلما قيل إن مع المال عشرة أجذاره أخذنا ربع العشرة وهو اثنان ونصف، وصيرنا كل ربع منها مع ضلع من أضلاع السطح، فصار مع السطح الأول الذي هو سطح أ ب أربعة سطوح متساوية طول كل سطح منها مثل جذر سطح أ ب وعرضه اثنان ونصف وهي سطوح حـ ك ط جـ فحدث سطح متساوي الأضلاع مجهول أيضًا ناقص في زواياه الأربع، في كل زاوية من النقصان اثنان ونصف في اثنين ونصف فصار الذي يحتاج إليه من الزيادة حتى يتربع السطح اثنان ونصف في مثله أربع مرات، ومبلغ ذلك جميعه خمسة وعشرون. وقد علمنا أن السطح الأول الذي هو سطح المال والأربعة السطوح التي حوله وهي عشرة أجذار هي تسعة وثلاثون من العدد، فإذا زدنا عليه الخمسة والعشرين التي هي المربعات الأربع التي هي على زوايا سطح أ ب ثم تربيع السطح الأعظم الذي هو سطح د هـ، وقد علمت أن ذلك كله أربعة وستون. وأحد أضلاعه جذره وهو ثمانية، فإذا نقصنا من الثمانية مثل ربع العشرة مرتين من طرفي ضلع السطح الأعظم الذي هو د هـ وهو خمسة بقي من ضلعه ثلاثة، وهو جذر ذلك المال. وإنما نصفنا العشرة الأجذار وضربناها في مثلها وزدناها على العدد الذي هو تسعة وثلاثون ليتم لنا بناء السطح الأعظم بما نقص من زواياه الأربع، لأن كل عدد يُضْرَب ربعه في مثله ثم في أربعة يكون مثل ضرب نصفه في مثله فاستغنينا بضرب نصف الأجذار في مثلها عن الربع في مثله ثم في أربعة وهذه صورته.»



وعدا حل معادلات الدرجة الثانية يحتوي كتاب الخوارزمي على باب الضرب، وباب الجمع والنقصان، وباب المسائل المختلفة، وباب المعاملات وباب المساحة، وكتاب الوصايا. وفي هذا الكتاب الأخير تطبيقات مختلفة على مسائل الوصايا تُسْتَخدم فيها المعادلات. ولا بد من الإشارة إلى معنى كلمتي الجبر والمقابلة اللذين يُسْتَدل عليهما من سياق كلام الخوارزمي، فالجبر هو سد النقص في طرف من طرفي المعادلة بإضافته إلى الطرف الآخر:

$$س - ٥ = جـ$$
$$\therefore س = جـ + ٥$$

والمقابلة هي حذف مقدارين متساويين من طرفي المعادلة أو إضافتهما:

$$س \pm جـ = ص \pm جـ$$
$$\therefore س = ص$$

هذا ملخص موجز لما احتوى عليه كتاب الجبر والمقابلة لمحمد بن موسى الخوارزمي «من لطيف الحساب وجليله لما يلزم الناس من الحاجة إليه في مواريثهم ووصاياهم وفي مقاسمتهم وأحكامهم وتجارتهم، وفي جميع ما يتعاملون به بينهم من مساحة الأرضين وكرى الأنهار والهندسة وغير ذلك من وجوهه وفنونه».

وقد سبق أن أشرت إلى ما كان لهذا الكتاب من أثر في نشر هذا العلم في الشرق والغرب، بحيث صار المرجع الأول الذي يُعْتَمَد عليه في دراسة هذا العلم، فهل يجوز لنا أن

نقول إن الخوارزمي هو واضع علم الجبر؟ لقد رأينا أن حل المعادلات الجبرية يرجع إلى ما قبل الميلاد بنحو ألفي سنة، كما ثبت لنا أن قاعدة حل معادلات الدرجة الثانية كانت معروفة عند الإغريق وعند الهنود. ولا شك في أن الخوارزمي كان عالمًا بما عند الهنود من علم رياضي؛ لأنه ألَّف في حساب الأرقام الهندية وبحث فيها. ولكن يجب ألَّا يغرب عن بالنا أنه رغم الأبحاث المستفيضة في تاريخ الرياضيات عند الإغريق وعند الهنود لم نعثر على كتاب واحد يشبه كتاب الخوارزمي. وإنني أميل إلى الظن بأنه لم يكن قبل الخوارزمي علم يُسَمَّى علم الجبر، وإذن فعبقرية الخوارزمي قد تجلت في خلق علم من معلومات مشتتة وغير متماسكة، وتذكرنا هذه العبقرية بعبقرية السير إيزاك نيوتن الذي وضع علم الديناميكا أي علم حركة الأجسام، فإن كثيرًا من المعلومات الواردة في كتاب Principia لنيوتن كان معروفًا لأهل زمانه بل وقبل أهل زمانه، ولكن أحدًا قبله لم يقم بتنظيم شتات هذه المعلومات وصوغها في صورة علم منسق ذي وحدة ظاهرة. وكذلك الحال — في رأيي — في الخوارزمي وعلم الجبر، لهذا أراني ميَّالًا إلى الإجابة عن السؤال: هل الخوارزمي هو واضع علم الجبر؟ بنعم. وإذا كان أحد لا يرتاح إلى هذه الإجابة فليقل لنا من هو واضع علم الجبر؟

ولعل اجتماع الهندسة الإغريقية والحساب الهندي كان ضروريًّا لكي ينشأ علم الجبر. فالطريقة الإغريقية في الحساب كانت عقيمة إلى أبعد حدود العقم بقدر ما كانت هندستهم خصبة إلى أبعد حدود الخصب. ويكفي أن يتصور القارئ أنهم كانوا يستخدمون تسعة من الحروف الأبجدية للدلالة على الأرقام من ١ إلى ٩ ثم تسعة أخرى للدلالة على العقود من ١٠ إلى ٩٠ ثم تسعة أخرى للدلالة على المئات، وبعد ذلك يستخدمون نفس الأحرف بإضافة حركة إليها تشبه الفتحة عندنا. ليتصور القارئ عملية من عمليات الضرب تُستخدم فيها هذه الطريقة! فلما انتقلت الأرقام الهندسية إلى العرب وامتزج الحساب الجديد بالهندسة الإغريقية صار من الممكن لعبقري من نوع الخوارزمي أن يضع علم الجبر الذي بناه على الجمع بين الفكرة الهندسية والفكرة العددية للكميات.

وليس الخوارزمي واضعًا لعلم الجبر فحسب، بل إنه يتضح مما قدمت أن انتشار هذا العلم في الشرق والغرب إنما يرجع الفضل فيه إلى كتاب الخوارزمي الذي صار المرجع الأول للمؤلفين والمترجمين من عرب وأعاجم؛ ولذلك يحق لنا أن نقول إن الخوارزمي هو واضع علم الجبر ومعلمه للناس أجمعين.

ابن الهيثم كعالم رياضي

المقصود من الرياضيات البحتة البحث في العلاقات المكانية والمقادير الكمية من ناحية كونها علاقات أو مقادير وبغير نظر إلى ما يمكن أن تدل عليه من موجودات. ولما كان البحث في العلوم الفلكية والعلوم الطبيعية يتطلب من الباحث دراية بالرياضيات البحتة لا غنى عنها في حل مسائل هذه العلوم، فإن ما قام به ابن الهيثم من البحوث في علم الضوء وفي علم الفلك يدل دلالة أكيدة على تضلعه في الرياضيات البحتة وعلو كعبه فيها. على أن ابن الهيثم قد وضع مؤلفات كثيرة في الرياضات البحتة ذاتها أذكر منها لا على سبيل الحصر ولكن على سبيل المثال:

(١) مصادرات أقليدس.
(٢) حل شكوك أقليدس.
(٣) مساحة الجسم المتكافئ.
(٤) العدد والمجسم.
(٥) قسمة الخط الذي استعمله أرشميدس في الكرة.
(٦) قول في حل مسألة عددية.
(٧) مقدمة ضلع المسبع.
(٨) تربيع الدائرة.
(٩) مسألة في المساحة.
(١٠) أعمدة المثلثات.
(١١) عمل المسبع في الدائرة.
(١٢) استخراج أضلع المكعب.

(١٣) علل الحساب الهندي.
(١٤) أوسع الأشكال المجمسة.
(١٥) مساحة الكرة.
(١٦) قول في مسألة هندسية.
(١٧) شرح قانون أقليدس.
(١٨) بركار الدوائر العظام.
(١٩) جمع الأجزاء.
(٢٠) قسمة المقدارين.
(٢١) التحليل والتركيب.
(٢٢) حساب الخطأين.
(٢٣) استخراج أربعة خطوط.
(٢٤) قول في المكان.
(٢٥) تعليق في الجبر.
(٢٦) قول في شكل لبني موسى.

ومن هذه القائمة يتضح أن ابن الهيثم قد تعرض بالبحث لجميع فروع الرياضيات البحتة التي كانت معروفة في زمانه، وهي الحساب والجبر وحساب المثلثات والهندسة الأقليدسية المستوية والمجسمة. وقد اطلعت على ستة من هذه المؤلفات وهي:

(١) حل شكوك أقليدس، اطلعت على نسختين مختلفتين منه، إحداهما مخطوط بمكتبة مدرسة خليل أغا والأخرى صورة فوتوستاتية لمخطوط بمكتبة دار الكتب.

(٢) قول في شكل لبني موسى صورة فوتوستاتية محفوظة بدار الكتب لمخطوط محفوظ في دار حكومة الهند[١] بلندن.

(٣) قول في المكان ترجمة ألمانيا لمخطوط محفوظ في دار حكومة الهند بلندن. والترجمة من عمل فيدمان منشورة في أعمال الجمعية الطبيعية الطبية بارلانجن.[٢]

[١] India Office.

[٢] Sitzungscerichte des Physikalisch Medizinisheen Societat in Eflangen (Band 41, 1609).

(٤) قول في حل مسألة عددية ترجمة ألمانيا لمخطوط محفوظ في دار حكومة الهند من عمل فيدمان منشورة في نفس العدد من أعمال المجلة السالفة الذكر.

(٥) مسألة في المساحة ترجمة ألمانيا من عمل فيدمان لمخطوط محفوظ في دار حكومة الهند منشورة مع ترجمة المقالتين السابقتين.

(٦) قول في مسألة هندسية صورة فوتوستانية لمخطوط محفوظ بمكتبة دار الكتب.

فأما عن كتاب حل شكوك أقليدس فهو مجلد في نحو ٣٤٠ صفحة، ذكر ابن الهيثم في أوله أن «التشكك واقع لأكثر الناس في المعاني الخفية، وأن كتاب أقليدس في الأصول هو الغاية التي يُشَار إليها في صحة البراهين والمقاييس.» «ومع ذلك لم يزل الناس قديمًا وحديثًا يتشككون في كثير من معاني هذا الكتاب وكثير من مقاييسه.» ثم قال: وقد أُلِّفَ في حل شكوك هذا الكتاب كتب ومقالات للمتقدمين والمتأخرين، إلا أننا ما وجدنا في هذا المعنى كتابًا مستوفيًا لجميع الشكوك. ثم ذكر ابن الهيثم أنه «عدا حل الشكوك يضيف في كثير من الأشكال التي تحتمل أن تعمل بوجهين أو بعدة وجوه كل وجه يمكن أن يعمل به ذلك الشكل فإن كثيرًا من الناس يظنون أن أشكال كتاب أقليدس لا يمكن أن تعمل إلا بالطريق التي ذكرها أقليدس.» ثم قال: «ونضيف إلى جميع ذلك العلل التعليمية في الأشكال العلمية، وإن كانت علل المعاني العلمية هي المقدمات التي تُسْتَعْمل في براهين أشكال فإن تلك العلل هي العلل القريبة، والذي نريده نحن في كل شكل هو العلة الأولى البعيدة. وهذا المعنى ما ذكره أحد من المتقدمين ولا المتأخرين. ونضيف إلى ذلك أيضًا أن نبين الأشكال التي بينها أقليدس ببراهين الخلف ببراهين مستقيمة ليصير مع كتابنا في شرح مصادرات كتاب أقليدس شرحًا تامًّا لجميع الكتاب.»

والمطلع على كتاب ابن الهيثم في حل شكوك أقليدس يلمس فيه دقة المؤلف في التفكير وتعمقه في البحث واستقلاله في الحكم، كما يتضح له صحة إدراك ابن الهيثم لمكان الهندسة الأقليديسية من العلوم الرياضية على أنها دراسة منظمة للعلاقات والمقادير المكانية من كونها علاقات ومقادير وبغير نظر إلى ما يمكن أن تدل عليه من موجودات. فابن الهيثم في هذا الكتاب رياضي بحت بأدق ما يدل عليه هذا الوصف من معنى وأبلغ ما يصل إليه من حدود، وإني لأرجو أن يُنْشَر هذا الكتاب بيننا قريبًا ليطلع عليه المشتغلون بالعلوم الرياضية في مصر والأقطار العربية.

وأما عن «قول في شكل لبني موسى» فرسالة صحح فيها ابن الهيثم خطأً وقع فيه بنو موسى «أو سهوًا لحقهم» كما يصفه هو تلطُّفًا في العبارة. قال في أول الرسالة: «إن أحد

الأشكال التي قدمها بنو موسى لبراهين كتاب المخروطات وهو الشكل الأخير من مقدماتهم هو على غير الصفة التي وصفوه بها، وذلك أنهم جعلوه كليًّا وهو جزئي، ومع ذلك فقد لحقهم سهو في البرهان عليه، ومن أجل هذا السهو ظنوا أنه كلي. وهو شكل يحتاج إليه في بعض براهين أشكال المخروطات. ومن أجل ذلك وجب أن نشرح صورته ونبيِّن أنه جزئي وأنه يصح على بعض الأوضاع ويبطل في بعض الأوضاع، وأن الذي يُسْتَعمل منه في براهين المخروطات من الأوضاع التي تصح، وأن الأوضاع التي تبطل ليس يستعمل شيء منها في كتاب المخروطات.» وهذا الشكل — النظرية في عرفنا الحديث — خاص بتشابه مثلثين بشروط معينة ظنها بنو موسى كافية وهي ليست كذلك.

وأما «قول في المكان» فرسالة ذكر ابن الهيثم في أولها ما معناه — نقلًا عن الترجمة الألمانية — أن الباحثين قد اختلفوا فيما إذا كان المكان هو السطح المحيط بالجسم أو هو الفضاء الذي نتصور وجوده، والذي يحل فيه الجسم. ثم يفند المؤلف الرأي الأول ويجده منطويًا على تناقض أو على شناعة بشعة كما يسميها، وبعد ذلك يدافع عن الرأي الثاني وينفي الاعتراضات المُوَجَّهة إليه. وهذه الرسالة وإن كانت تقع ضمن مباحث الرياضيات البحتة إلا أن طريقة البحث فيها مطبوعة بطابع فلسفي ظاهر.

وأما «قول في حل مسألة عددية» فالمسألة التي يتعرض لها ابن الهيثم هي إيجاد عدد يقبل القسمة على ٧ وإذا قسم على ٢ أو ٣ أو ٥ أو ٦ كان باقي القسمة واحدًا. وقد وجد ابن الهيثم أن للمسألة حلولًا مختلفة وضع لها قياسًا أو قانونًا برهن على صحته ثم عمم البحث بحيث ينطبق على أي عدد غير العدد ٧ ورسالة ابن الهيثم في هذا الموضوع تدل على أنه كان يعرف الشيء الكثير عن نظرية الأعداد.

وأما «مسألة في المساحة» فهي رسالة وضع فيها المؤلف القواعد العامة لإيجاد مساحات الأشكال الهندسية المستوية والمجسمة، وقد بيَّن فيها أن مساحة الأشكال المستوية المستقيمة الأضلاع تئول إلى مساحات المثلثات التي تتألَّف منها هذه الأشكال. وذكر أن مساحة المثلث هي الجذر التربيعي لحاصل ضرب نصف محيطه في الفروق الثلاثة بين نصف المحيط وبين الأضلاع، وهو القانون الذي نُعَلِّمُه الآن في حساب المثلثات في السنة النهائية من التعليم الثانوي. كما أعطى قوانين مضبوطة لمساحات الكرة والهرم والأسطوانة المائلة، وكذا مساحة القطاع الدائري والقطعة الدائرية، وقد زاد على ذلك أن وصف طريقة عملية لقياس ارتفاعات الأجسام المرتفعة.

وأما «قول في مسألة هندسية» فمقال قصير يقع في نحو صفحة واحدة وارد ضمن مقالات لمؤلفين مختلفين، وفيه يحل ابن الهيثم مسألة أو تمرينًا هندسيًّا منطوقه أنه

«إذا فرض على قطر دائرة نقطتان بعداهما عن المركز متساويان فإن كل خطين يخرجان من النقطتين ويلتقيان على محيط الدائرة، فإن مجموع مربعَيهما مساوٍ لمجموع مربعي قسمي القطر».

وقد رأيت أخيرًا مجموعة من بعض رسائل ابن الهيثم مطبوعة بمطبعة دائرة المعارف العثمانية ببلدة حيدر آباد الدكن بالهند، وجدت فيها رسالة «قول في المكان» «ومسألة في المساحة» اللتين أشرت إليهما فيما سبق، وقد ذكر في هذا الكتاب أن الذي استنسخه هو العالم المستشرق الدكتور سالم الكرنكوي مصحح دائرة المعارف.

هذه هي عجالة قصيرة في وصف القدر اليسير الذي وصلت إليه يدي من أعمال ابن الهيثم في الرياضيات البحتة، وإن صح لي أن أبني حكمًا على هذه المعلومات المحدودة فإنني أرى أن ابن الهيثم كان عالمًا متضلعًا في نواحي العلوم الرياضية عامة وفي ناحية الهندسة الأقليدسية خاصة.

العلم والصوفية

قد يظهر لأول وهلة أنه لا يمكن أن تكون هناك صلة بين العلم والصوفية، فالعلم يطلب المعرفة عن طريق الحواس ويستخدم التفكير الصحيح، والصوفية تُنْكِر حقيقة ما يصلنا عن طريق الحواس وتتطلب المعرفة في حالة نفسية لا تتفق مع التفكير الصحيح. العلم لا يقتنع إلا بما تثبته التجارب، والعالِم رجل عملي لا يصدق إلا ما يرى أو ما يستنتجه المنطق مما يرى. والحقيقة في رأيه هي هذا العالم المحسوس الذي يُلْمَس ويُسْمَع ويُنْظَر، أما الفيلسوف الصوفي فيدعي أن كل ما يُلْمَس ويُسْمَع ويُنْظَر إنما هي ظلال للحقيقة وأن وراء هذه الظلال توجد الحقيقة الأبدية التي لا تصل إلى الحس ولا تدركها العقول. وهنا سأوضح الموقف بأن أذكر محاورة وهمية بين عالِم وفيلسوف صوفي.

العالِم: أنت تدَّعي أن كل الحقائق التي نصل إليها عن طريق الحواس إن هي إلا أوهام.

الفيلسوف: نعم، أو بعبارة أخرى أصح هي ظلال للحقيقة.

العالِم: إذن فهذه المائدة وهذا المصباح وهذا الكرسي الذي أراه كلها أوهام؟

الفيلسوف: إن ما يصل إليك عن طريق الحواس من هذه المائدة وهذا المصباح وهذا الكرسي هي ظلال لحقائق هذه الأشياء. أما كنه هذه الأشياء فلا يمكن أن يصل إليك عن طريق الحواس، بل إن تفرقتك بين أجزاء الكون وتسمية كل جزء باسم خاص هو من عملك أنت. أما الحقيقة فوحدة متماسكة لا تتجزأ.

العالِم: وإذن فكيف تصل إلى معرفة هذه الحقيقة؟

الفيلسوف: عن الطريق الروحي، حيث تدرك وحدة الكون وتتجلَّى لك الحقيقة.

العالِم: ولكني أفهم أن معنى هذا أنك تضع نفسك في حالة نفسية خاصة لا يمكنني أن أصفها بأنها حالة طبيعية، بل هي أشبه بحالة الإغماء، فلا أستطيع أن أعتمد على خبرتك النفسية عندئذٍ.

الفيلسوف: إن ما تسميه أنت حالة إغماء هو ما أسميه أنا حالة «الإشراق» أو «التجلي»، وعندها تصفو الروح من مكدرات الحواس وتتصل النفس بالحق.

العالِم: اعذرني إذا أنا فضَّلت البقاء في حالة الوعي التام واعتمدت على نتائج المشاهدة والتفكير.

الفيلسوف: لك أن تفعل ذلك، ولكنك لن تصل بذلك إلى حقيقة شيء، بل ستعيش في عالم من الرموز والظلال. وهنا يفترق الرجلان، كلٌّ يظن أخاه واهمًا.

هذه المحاورة الوهمية ربما حدثت بين عالِم وفيلسوف صوفي في القرن الماضي. إلا أن العلم والفلسفة قد تطور كل منها في أوائل هذا القرن بحيث اقتربت وجهتا النظر وأصبح من الميسور أن يتفاهما. وربما استغرب البعض أن يسمع أن أول خطوة في سبيل هذا التفاهم خطاها السير إيزاك نيوتن العالم الفلكي الطبيعي منذ نحو قرنين ونصف قرن لما وضع قانون الجاذبية العامة. فكلكم قد سمع الحكاية التي تحكي عن أن نيوتن رأى تفاحة تسقط من شجرة، فأوحى إليه هذا الحادث أن الأرض تجذب التفاحة إليها وتدرج من ذلك إلى أن الأرض تجذب القمر والشمس تجذب الأرض ... إلخ. لنتأمل في رأي نيوتن هذا. أي جزء منه واقع تحت المشاهدة وأي جزء خارج عنها؟ إن التفاحة والأرض وحركة التفاحة كل هذه أشياء تمكن مشاهدتها. ولكن ما هي هذه القوة التي تجذب الأرض بها التفاحة؟ نحن نعلم أنه لا يوجد ارتباط مادي بين الأرض والتفاحة، فكيف إذن يمكن أن تشد الأرض التفاحة؟ ألا يرى القارئ أن نيوتن اضطر إلى افتراض وجود عامل خفي لا تتسنى مشاهدته لكي يفسر حركة التفاحة؟ هذا العامل الخفي — أو العفريت الاصطناعي — هو ما سماه الجاذبية الأرضية. حقيقة أن لفظ الجاذبية عليه شيء من الطلاء العلمي. ولكن يجب ألَّا نغتر بالأسماء، فالجاذبية كانت ولا تزال نوعًا من السحر العلمي، والقول بوجودها هو القول بوجود سر من الأسرار الخفية في نظام الكون أو طلسم من الطلاسم التي لا تصل إلى كنهها العقول. ومع هذا فقد ظل العلم أكثر من مائتي عام بعد نيوتن بعيدًا عن الفلسفة الصوفية. فالجاذبية وقوانينها إن هي إلا جزء يسير من العلوم الطبيعية — وإن كان جزءًا أساسيًّا فيها — وهناك المادة التي نشاهدها ونُجري تجاربنا عليها، كما أن هناك الحرارة والكهربائية والضوء وكلها أشياء محسوسة تكوِّن أساسًا مُقنِعًا مُشاهَدًا للعلم.

والخطوة الثانية التي قرَّبت العلم من الفلسفة الصوفية خطاها علماء الطبيعة في أواخر القرن الماضي حين افترضوا وجود الأثير. فالأثير الذي افترضوه هو شيء لا تمكن مشاهدته، ومع ذلك فقد كان في افتراضه تبسيط للحقائق الطبيعية ولمٌّ لشعثها بحيث يستطيع العقل البشري أن يفهمها ويؤلِّف بين أجزائها. وكما أن قوى الجاذبية موجودة في جميع أنحاء الفضاء فكذلك الأثير مالئ له، فكأنما العالم بحر هائل من الأثير، والمادة إن هي إلا أجزاء صغيرة فيه تختلف خواصها عن خواص ما حولها من الأثير. وكان العلماء في أوائل هذا القرن يتكلمون عن المادة كما لو كانت مجرد ظاهرة أي ظرف خاص من ظروف هذا الأثير. أليس هذا معناه أن الحقيقة الأصلية وهي الأثير شيء لا يقع تحت حِسِّنَا، وأن ما يقع تحت حِسِّنَا وهي المادة إن هي إلا ظرف خاص من ظروف الحقيقة أو هي ظل من الظلال الزائلة في عالم الحقيقة؟

ثم جاء إينشتين بنظريته المعروفة بالنسبية، وجاء دي برولي وشرويدنجر بأن المادة إن هي إلا أمواج في لا شيء لا سبيل إلى وصفها إلا باستعمال الرموز الرياضية المعقدة، فتلاشت الأسس المادية التي كان العلم يبني عليها صرحه، واستعضنا عنها بمعادلات رياضية هي في ماديتها أوهى من نسيج العنكبوت. ولكي أدل القارئ على موقف العلم إزاء الفلسفة الصوفية سأنقل له ترجمة من قول الأستاذ السير أرثر أدنجتن من أكبر العلماء الفلكيين والطبيعيين في هذا العصر من كتابه «كنه العالم الطبيعي» حيث يقول: «كلنا يعلم أن هناك أنحاء من النفس البشرية غير مقيدة بعالم الطبيعة. ففي المعنى الخفي للخليقة التي تحيط بنا وفي التعبير الفني وفي النزوع نحو الله — في كل هذه تطمح النفس إلى العلا وتجد تحقيقًا لشيء مودع في طبيعتها. وتبرير هذا الطموح داخلي فينا فهو محاولة من جانب إدراكنا أو هو نور داخلي ناشئ عن قوة أعظم من قوتنا. والعلم يكاد لا يُقْدِم على الشك في تبرير هذا الطموح؛ إذ إن الرغبة في العلم هي نفسها ناشئة عن وازع داخلي لا تقوى على ردعه. فسواء في الاستزادة الفكرية من العلم أو في سائر النزعات الروحية الخفية في كلتا هاتين أمامنا نور يجذبنا إليه ونحن نشعر بالرغبة في السعي نحو هذا النور. ألا يكفي أن نترك المسألة عند هذا الحد؟ وهل من الضروري أن نُصِرَّ على استخدام كلمة الحقيقة كما لو كانت لازمة لتشجيعنا في مجهودنا؟»

هكذا يكتب العالِم الطبيعي اليوم. ويرى القارئ أن المحمل العقلي الذي انطوت عليه هذه الكتابة يختلف كثيرًا عن المحمل العقلي الذي كان يُقرَن بالعلم حتى أوائل هذا القرن. فالعلم قد أدرك أن المعرفة البشرية متعددة النواحي وأن طريقة المشاهدة

والتحليل المنطقي التي بنى عليها عمله ليست بالطريقة الوحيدة التي يمكن أن يسلكها المرء في الوصول إلى المعرفة كما أن هذه الطريقة قد أدت بنا إلى نوع من التفكير الصوفي، بحيث صارت الشُّقَّة بيننا وبين الفلاسفة والعلماء الروحيين غير بعيدة. ومن يدري فلعل أبناء الجيل القادم يرون علماء الطبيعة وعلماء الدين والفلاسفة متصافحين متكاتفين على خدمة البشر في النواحي الثلاث الطبيعية والروحية والتفكيرية.

الإضافات الحديثة إلى العلوم الطبيعية وأثرها في تطور التفكير العلمي

إذا تتبعنا حياة فرد منَّا فإننا نجد أن محمله العقلي يتطور في أدوار حياته المختلفة بحيث تتغير وجهة نظره إلى الأمور والمعايير التي يقيس بها الأشياء. فهو في سن الصبا مثلًا لا ينظر إلى الأمور نظرته إليها وهو في سن الرجولة، كما أنه في سن الشيخوخة لا يزن الحوادث بالميزان الذي وزنها به وهو في مقتبل عمره. هذا التطور في تفكير الفرد وإن كان مرتبطًا ارتباطًا متينًا بطبيعة تركيبه وبالعوامل البيولوجية والفسيولوجية التي تعمل على نشوئه في أدوار الحياة المختلفة من ضعف إلى قوة إلى ضعف، إلا أنه راجع أيضًا إلى ما يكتسبه الفرد في حياته من الخبرة وما يستخلصه من المعرفة. فالرجل في سن الخمسين أوسع خبرة منه في سن العشرين وهذه الزيادة من الخبرة تؤثر في المحمل العقلي وفي وجهة النظر إلى الأمور.

وإذا كان هذا صحيحًا إذا قلناه عن تفكير الفرد فإنه أيضًا صحيح إذا قلناه عن تفكير المجتمع وعلى وجه الخصوص صحيح إذا طُبِّقَ على التفكير العلمي الذي إن هو إلا خلاصة تفكير المجتمع البشري تتمثل فيه خبرة بني الإنسان، فالتفكير العلمي إذن حي متطور تؤثر في تطوره الخبرة العلمية أو بعبارة أخرى الإضافات التي يضيفها العلماء إلى المعرفة البشرية. ونحن اليوم نعيش في عصر يشهد تطورًا عنيفًا في التفكير العلمي بل انقلابًا بليغ الأثر في محملنا العقلي فوجهة نظر العلم اليوم نحو ما يحيط بنا من الكائنات تختلف اختلافًا بيِّنًا عنها في أواخر القرن الماضي بل تكاد تناقضها مناقضة صريحة. هذا التطور الانقلابي نشأ عن إضافات هامة إلى العلوم الطبيعية في نحو ثلث قرن سأحاول وصفها لكي يقف القارئ على مبلغ أثرها في التفكير العلمي. ولكي يسهل علينا تتبع هذه

التطورات الحديثة يحسن بنا أن نلقي نظرة على موقف العلوم الطبيعية وحالة التفكير العلمي في أواخر القرن الماضي.

(١) السكون آلة

ماذا كان موقف العلوم الطبيعية إذن في أواخر القرن الماضي؟ تصور رجلًا ناجحًا في عمله شق لنفسه طريقًا في الحياة وكوَّن له فلسفة مقنعة طبقها في عمله فجاءت بنتائج باهرة عززت من مركزه وجعلته فخورًا بعمله راضيًا عن فلسفته مؤمنًا بنفسه وبقدرته. إن موقف هذا الرجل هو موقف العلوم الطبيعية في أواخر القرن الماضي. ففلسفة العلوم الطبيعية في أواخر القرن الماضي كانت ولا شك فلسفة مقنعة ناجحة تكاد تجمع صفات الكمال، فالكون مؤلَّف من المادة المحسوسة التي نراها ونلمسها وهذه المادة موزعة في الفضاء الذي يحيط بنا ونحكم بوجوده بالبداهة. ثم إن الأجسام المادية تتحرك في هذا الفضاء بناء على قوانين ثابتة كشف عنها نيوتن وطبقها الرياضيون وعلماء الفلك، فحصلوا على نتائج ضُرِبَ بها المثل في الدقة والضبط، فأصبح من الميسور معرفة حركات الكواكب في المجموعة الشمسية والتنبؤ بمواعيد الحوادث الفلكية تنبؤًا لا يختلف ثانية واحدة عما هو مشاهد.

حقيقة كانت هناك بضع حالات تحتاج إلى شيء من زيادة البحث كحرقة عطارد، إلا أن كل شيء كان يبعث على الأمل في تفسيرها تفسيرًا معقولًا منطبقًا على قوانين نيوتن. ثم إن المادة لها خواص كالمرونة والقابلية لتوصيل الحرارة والكهربائية، وهذه الخواص بحثها العلماء وعرفوا لها قوانين تنظمها كقانون هوك لمرونة الجوامد وقانون بويل لمرونة الغازات وقانون أوهم لتوصيل الكهرباء. كما أن المادة تقوم بها حالات كحالة الحرارة وحالة الإضاءة وحالة المغنطيسية، وقد قيست هذه الحالات تبعًا لشدتها وخفتها ووُجِدَ لها نظم وقوانين أخرى تُرتب من أمرها كما بُحِثَ في الارتباط بين الحالات المختلفة فوُجِدَ أن المغنطيسية والكهربائية مثلًا بينهما صلة وثيقة وهذه الصلة لها قوانينها أيضًا. وقد ترتب على اكتشاف هذه الصلة ومعرفة قوانينها نتائج هامة عملية غيرت من معالم معيشة البشر فاسْتُخْدِمَت المصابيح الكهربائية والتلغرافات وعربات الترام في منفعة الإنسان والزيادة من رفاهيته. وقد أدى البحث في العلاقات بين الحالات المختلفة التي تقوم بالمادة إلى الكشف عن ارتباط بينها جميعًا كان له أثر بَيِّن في تطور التفكير العلمي.

فإذا نحن أمررنا تيارًا كهربائيًّا في سلك رفيع كما يحدث في مصباح كهربائي فإن السلك تزداد حرارته. فالتيار الكهربائي يُسْتَهْلَك في رفع درجة حرارة السلك، فكأنما تتحول الحالة الكهربائية إلى حالة الحرارة، ويحدث هذا التحول بطريقة كمية مضبوطة بحيث تتعيَّن كمية الحرارة المتولدة إذا عرفنا الحالة الكهربائية التي تنشأ عنها. كذلك تتحوَّل الحرارة الميكانيكية إلى حرارة كما يحدث في قدح الزناد، أو إلى حالة كهربائية كما يحدث في الدينامو الذي منه نولد تياراتنا الكهربائية. وفي جميع هذه التحولات توجد مقابلة مضبوطة بين الكميات المتناظرة. لذلك قال علماء القرن التاسع عشر بأن الكهربائية والحرارة والحركة إن هي إلا مظاهر مختلفة لشيء واحد ألا وهو الطاقة. فالطاقة الحرارية تتحوَّل إلى طاقة ميكانيكية أو كهربائية وهكذا. والطاقة كالمادة في نظرهم شيء لا يقبل الخلق ولا الفناء وإنما يقبل التحول. وعلى هذا الأساس تحاسبنا شركة الكهرباء فالعداد الذي يضعونه في بيوتنا يُحْصِي عدد وحدات الطاقة التي نستخدمها، فسواء استخدمناها في الإنارة أم في التدفئة أم في الطهي فإن ما ندفعه للشركة هو ثمن وحدات الطاقة في كل حالة.

فالكون إذن في نظر علماء القرن التاسع عشر هو آلة هائلة تشتغل طبقًا لقوانين ثابتة. هذه الآلة مصنوعة من المادة التي لا تقبل الخلق ولا الفناء وتقوم بالمادة أو ترتبط بها حالات كالحرارة وما أشبه هي مظاهر لشيء واحد وهو الطاقة. والطاقة كالمادة لا تقبل الخلق ولا الفناء. ومهمة العلم هي معرفة القوانين التي تنظم سير الآلة والتي تربط الطاقة بالمادة. والعلماء جادون في هذا السبيل يضيفون القانون تلو القانون، والأعمال والحمد لله منتظمة على خير ما يرام فإذا استمرت الحال على هذا المنوال فلا شك في أن الإنسان سيصل إلى معرفة أسرار الكون فيهيمن عليه ويسيطر على أجزائه.

(٢) مواطن الضعف ... الضوء؟

قلت إن هذه فلسفة مقنعة ناجحة تكاد تجمع صفات الكمال. وأقول «تكاد» لأن علماء القرن التاسع عشر كانوا يرون فيها بعض نقط الضعف كالثوب الجميل المتين فيه عيب صغير في بعض أكمامه — عيب ثانوي طبعًا ولكنه مع ذلك عيب. ما مكان الضوء في هذه الفلسفة؟ إننا نعلم أن الإضاءة والاستضاءة حالتان تقومان بالمادة، وإذن فالضوء من نوع الحرارة والكهربائية. ومن المعلوم أن الحرارة قد تتحول إلى ضوء كما يحدث في المصابيح الكهربائية وإذن فالضوء هو مظهر من مظاهر الطاقة شأنه كشأن سائر

المظاهر الأخرى. إلا أن هناك أمرًا محيرًا وهو أن الضوء ينتقل في الفضاء العاري عن المادة. فالضوء إذن قائم بذاته مستقل عن المادة ولا يمكن أن يوصف بأنه حالة من حالات المادة كالحركة مثلًا.

وشأن الأشعة الضوئية في ذلك شأن الأشعة الحرارية ورهط عظيم من الأشعة الأخرى كلها تتنقل في الفضاء العاري عن المادة فلها استقلال ذاتي لا يتوقف على وجود المادة. هذا الاستقلال الذي اتصفت به الأشعة حير ألباب العلماء في أواخر القرن الماضي؛ إذ هو مناقضة صريحة لفلسفتهم. ولذلك التجئُوا إلى فرض وجود نوع مستحدث من المادة سموه الأثير لكي تقوم به هذه الأشعة. هذا الأثير ليس بالمادة التي نعرفها طبعًا، وإنما له خاصية أساسية من خواص المادة ألا وهي خاصية التكيف بحيث يصح أن تقوم به حالة كحالة الضوء أو حالة الحرارة.

فالموقف إذن في أواخر القرن الماضي يتخلص فيما يأتي:

هناك المادة وهي ذلك الجوهر الخالد الذي لا يقبل الخلق ولا الفناء. وهناك الطاقة التي هي عَرَضٌ يقوم بالمادة ولكن له صفة الخلود أيضًا. وهناك الأثير الذي اضْطُرِرْنَا إلى إدخاله في الصورة لكي نستطيع تفسير وجود الطاقة وحدها عارية عن المادة. وطبعًا هناك الزمان وهناك المكان ولكن الزمان والمكان شيئان بديهيان دائمًا نفترض وجودهما. فالمكان عبارة عن مسكن أو وعاء فيه المادة والزمان هو. والزمان ... هو الزمان طبعًا. ثم إن هناك فوق هذا كله القوانين الطبيعية وهي التي تنظم حركة المادة وما ينشأ عليها من التغيرات، كما أنها ترتب أمور الطاقة أيضًا وما يحدث للضوء وللكهرباء وللحرارة في ظروفها المختلفة. وأهم القوانين الطبيعية وأعمها قانون بقاء المادة أو عدم فنائها. فالمادة هي ذلك الطوب الأزلي الذي يبنى منه العالم. ويلي هذا القانون في خطورة الشأن قانون بقاء الطاقة ثم قوانين نيوتن في الجاذبية العامة ... إلخ.

وهنا أُصارِحُكم القول بأن وجهة نظر العلم اليوم إلى هذه الفلسفة تشبه وجهة نظر الرجل إلى فلسفة الطفل في حياته، ففلسفة الطفل في حياته إذا وصفناها كانت على النحو الآتي، هناك اللُّعَب التي ألعب بها وهي أهم شيء في الوجود طبعًا، ثم هناك المنزل والخادمة والطاهي والأطفال الذين يلعبون معي، وهناك قواعد اللعب التي يجب اتباعها، ثم إن هناك أبي وأمي طبعًا، فما هي الخبرة التي اكتسبناها والتي حوَّلت اتجاه نظرنا إلى الأمور عمَّا كان عليه في أوائل القرن؟

(٣) الحقائق الجديدة المقلقة

أولًا: زاد علمنا بتركيب المادة فقد وجدنا أن الجسيمات الصغيرة التي تتألَّف منها جميع المواد والتي تُسَمَّى بإلكترونات والبرتونات إن هي إلا كهرباء خالصة، بل إن خاصية القصور الذاتي التي هي من أهم خواص المادة أمكن تفسيرها كنتيجة للكهربائية ناشئة عنها. وبذلك انقلب الموقف وأصبحت المادة حالة تقوم بالكهرباء بدلًا من أن تكون الكهرباء حالة تقوم بالمادة، والأدهى من ذلك أن هذه الإلكترونات والبروتونات قد وُجِدَ أنها تتشتت إذا مرت في ثقوب ضيقة كما يتشتت الضوء بما يتفق مع أنها ذات خاصية موجية كما لو كانت مؤلفة من أمواج كأمواج الضوء. ولم تكن تُعْرَف هذه الظاهرة حتى سنة ١٩٢٦م حين تنبأ بها دي برولي العالِم الفرنسي وحقق وجودها عمليًّا تومسون وجرمر وغيرهما.

فالمادة إذن فقد فقدت جوهريتها وصارت في نظرنا كالضوء عَرَضًا يقوم بغيره لا جوهرًا مستقلًّا بذاته.

ثانيًا: زال اعتقادنا ببقاء المادة، فقانون بقاء المادة معناه أن الكتلة أو كمية المادة لا تخلق ولا تفنى، فإذا احترقت شمعة مثلًا كان مجموع كتل نتائج الاحتراق مساويًا تمامًا لوزن ما احترق مضافًا إليه وزن الأوكسجين الذي اتحد به، وكل جسم الكون له كتلة ثابتة لا تتغير إلا إذا أضفنا إلى مادته أو أنقصنا منها.

ولكن كاوفمان عام ١٩٠١م وبو شيرير عام ١٩٠٩م وجدا أن الجسيمات الصغيرة المنبعثة عن الراديوم والتي هي الإلكترونات تتغير كتلتها بحيث تزداد كلما ازدادت سرعتها. وشأنها في ذلك شأن البروتونات ولما كانت الأجسام مؤَلَّفة من إلكترونات وبرتونات، فجميع الأجسام إذن تتغير كتلتها بتغير سرعتها. فلنفرض إذن جماعة من الناس يسكنون كوكبًا آخر وأن هذا الكوكب يتحرك بالنسبة إلينا بسرعة تعادل نحو ٤ / ٥ سرعة الضوء. فإذا كان لدينا آلات لمشاهدة هؤلاء القوم وتقدير كتلهم فإننا نجد أن متوسط كتلة الرجل منهم تعادل نحو ١٥٠ كيلوجرامًا أو نحو ضعف متوسط كتلة الرجل منَّا فنحكم بأنهم قوم «أثاقل» فإذا نحن استطعنا التخاطب معهم (باللاسلكي مثلًا) وأخبرناهم بأن حضراتهم أثاقل فإننا ندهش عندما يجيبوننا بأن متوسط كتلة الرجل منهم هو ٧٥ كيلوجرامًا فقط وليس ١٥٠ كيلوجرامًا كما ظننا. وليس في ذلك كذب أو رغبة في الدفاع عن النفس فإن آلاتهم وموازينهم كلها مُجْمِعَة على ذلك ثم تصوروا دهشتنا عندما يقدرون هم كتلة الرجل منَّا ثم يخبروننا بأن المتوسط هو ١٥٠ كيلوجرامًا! إننا سنحكم ولا شك بأنهم

مخطئون. فالموقف كما يأتي. نحن نكبر من كتلهم وهم يكبرون من كتلنا فأينا المحق؟ لنفرض أننا وجدنا الحل الآتي: كل قوم محقون فيما يختص بكتلهم هم وواهمون في تقديرهم لكتل غيرهم. حسن إذن نحن واهمون في تقديرنا لكتلهم، وفي الواقع وفي نفس الأمر تبلغ كتلة الرجل منهم ٧٥ كيلوجرامًا هذا معناه أن الكتلة شيء لا يمكن تقديره على صحته إلا إذا كان الجسم ساكنًا. إذا كان الأمر كذلك فما معنى كتلة هذه المائدة. إنها مؤلَّفة من ملايين من الجزئيات التي هي في حركة مستمرة وسريعة فكيف أستطيع أن أقدر كتلة كل منها؟ إنه من المستحيل عليَّ أن أتصور نفسي متحركًا مع كل جزيء حركته الخاصة ولا بد من أن اتخذ موقفًا محايدًا. ولكن تقديري للكتلة في هذه الحالة — ويا للأسف — يجب أن يكون خاطئًا. ألا يرى القارئ أن منشأ متاعبنا هو افتراضنا أن الكتلة شيء مطلق الوجود لا يتوقف على الظروف المحيطة به؟ هذا ما نعبر عنه بقولنا إن الكتلة هي شيء نسبي. أي هي شيء منسوب إلى ظروف خاصة أهمها في هذه الحالة حركة الجسم بالنسبة إلى من يقدر كتلته. وإذا كانت الكتلة شيئًا نسبيًّا فما معنى قانون بقاء الكتلة؟ إن قانون بقاء الكتلة لا يمكن أن يكون قانونًا صحيحًا؛ لأنه لا معنى له وما لا معنى له لا نبحث في صحته. وما قيل عن قانون بقاء الكتلة يُقَال عن بقاء الطاقة، فالطاقة أيضًا كمية نسبية تتوقف على الظروف التي تقاس فيها.

ولم يقف الحد عن الكتلة والطاقة، بل تعداها إلى أشياء كنا نعتبرها أكثر أساسية وأقرب إلى بداهتنا، فالزمان والمكان قد أصبحا في نظر علماء الطبيعة اليوم ظلين زائلين لا إطلاق لحقيقة وجودهما. أنا أعلم أن هذه العبارة تظهر لأول وهلة كما لو كانت بعيدة عن كل معقول. فسأبادر بأن أقول إن الزمان الذي يشعر كل منَّا بمروره والمكان الذي يحل هو فيه هذان لم يمسهما أحد بسوء، إنما اعتراضنا على ما كان يفعله العلماء من افتراض امتداد زمانه الذي يشعر به بحيث يشمل العالم بأسره، وكذلك من افتراض أن المكان في خواصه وكنهه مهما بَعُدَ عنَّا مشابه للمكان الذي نحل فيه ويحيط بأجسامنا، على هذا نشأ الاعتراض ولا أظن أحدًا يختلف معي في أنه يحق للمرء أن يعترض على مثل هذا التعميم الذي لا مسوغ له. فبأي حق تفترض إنك إذا وضعت ساعة في أية ناحية من نواحي الفضاء مهما بعدت عنك فإنها ستكون مضبوطة كما لو كانت في جيبك، وبأي حق تظن أن الخواص الهندسية للعالم الذي يمتد إلى شاسع الأبعاد تشبه الخواص الهندسية للجزء من الفضاء الذي تحل أنت فيه؟

وتصور معي رجلًا عاش في بقعة صغيرة من الأرض، فإن هذا الرجل سيتكلم عن فوق وتحت وشرق وغرب وشمال وجنوب، وسيفرق دائمًا بين الاتجاه الرأسي والاتجاهين

الآخرين، فالاتجاه الرأسي اتجاه تسقط فيه الأشياء، وله صفات تميزه عن الاتجاهات الأفقية. هذا الرجل إذا قيل له إن في بقعة أخرى من بقاع الأرض ما يسميه هو فوق هو نفس ما يسمونه هم شمالًا فإن عقله ولا شك سيقصر عن تصديق ذلك إلا إذا فهم معنى تكوُّر الأرض بأن شبهت له بكرة من الكرات التي نصنعها أو انتقل فعلًا على سطحها من مكان إلى مكان ووضع نتائج التكور تحت خبرته.

كذلك نحن نرى أن ما نسميه الزمان يتميز تمامًا عن كل ما نسميه المكان، وقد طلب منَّا إينشتين أن نسلم بأن هذا التمييز وإن كان قائمًا وصحيحًا في كل بقعة من بقاع العالم على حدة، إلا أننا إذا انتقلنا من بقعة إلى أخرى فلا بد من أن يتحول اتجاه الزمان قليلًا بحيث يصبح مغايرًا لما كان عليه في البقعة الأخرى. ولسوء الحظ أن خبرتنا العملية في الحركة والانتقال لا تزال محدودة، فإن أعظم سرعة تحرك بها أحد أبناء البشر لم تزد عن ٤٠٠ ميل في الساعة في حين أن أقل سرعة تُحْدِثُ تأثيرًا محسوسًا في اختلاط الزمان بالمكان لا تقل عن ٢٠٠٠٠ ميل في الثانية الواحدة.

(٤) الحالة الآن

والآن وقد اختلط الزمان بالمكان وزالت معالم المادة واختلطت هي بالنور. ماذا يحدث للقوانين الطبيعية! إن الزمان والمكان لا يسمحان لي بشرح هذه النقطة الشرح الذي تستحقه، ولكني سأذكر وجهة النظر الحالية. إننا نقسِّم القوانين الطبيعية إلى قسمين: قسم نسميه القوانين الإحصائية، وهذه لا تعبر إلا عن قوانين الصدفة والاحتمال أمثال ذلك قانون بويل للغازات. فما هو إلا نتيجة وجود عدد كبير من جزيئات الغاز في اضطراب مستمر بحيث لا نظام إلا نظام الصدفة والاحتمال، والقسم الثاني: نسميه القوانين التطابقية، ومثال هذه القانون الذي اكتشف جحا في الحكاية المشهورة. فإن جحا كان يسوق عشرة حمير فوجد أنه إذا ركب واحدًا منها وساق الباقي ثم عد حميره فإن عددها يكون ٩، أما إذا نزل ومشى ثم عدها فإن عددها يكون ١٠ وهكذا اكتشف جحا قانونًا من القوانين لا يختلف في كنهه عن كثير من قوانين الطبيعة.

وربما كانت خير وسيلة لختام هذا المقال أن أنقل ترجمة العبارة التي ختم بها السر جيمس جينز كتابه «الكون الغامض» قال تعريبه: «لقد حاولنا أن نبحث فيما إذا كانت العلوم الحديثة عندها ما تقوله عن مسائل صعبة معينة ربما كانت إلى الأبد بعيدة عن منال العقل البشري. ولا نستطيع أن ندعي أننا لمحنا أكثر من بصيص ضعيف من النور.

وربما كنا واهمين تمامًا في لمح هذا البصيص فإننا ولا شك قد اضطررنا إلى أن نُجْهِد أعيننا إجهادًا عظيمًا قبل أن نظفر برؤية شيء ما. ولذا فليس مغزى كلامنا أن العلم عنده قول فصل يلقيه، بل بالعكس ربما كان خير ما نستطيع أن نقوله إن العلم قد عدل عن إلقاء الأقوال فإن نهر المعرفة قد تعرج في اتجاه سيره مرارًا وتكرارًا بما لا يسمح لنا بأن نحكم بالناحية التي فيها مصبه.»

التطورات الحديثة في آرائنا عن تركيب المادة

لا حاجة بي إلى أن أنوِّه بأهمية البحث في تركيب المادة، سواء أكان ذلك من الناحية الأكاديمية والفلسفية البحتة أم من ناحية أثره في الرقي الصناعي وتقدم العمران. فإن ازدياد فهمنا لتركيب المواد التي تحيط بنا وكشفنا عن خبايا صنعها وما انطوت عليها من القوى الكامنة — إن هذا كله عدا ما له من اللذة الفكرية — يُمَكننا من استخدام هذه المواد وتلك القوى لمنفعة البشر ولرفاهية الأسرة الإنسانية. والقصة التي سأتلوها هي قصة العقل البشري وسعيه المتواصل وراء إرجاع ما هو معقد متشعب إلى ما هو بسيط محصور. وهو في سعيه هذا لا يألو جهدًا في تذليل ما يعترضه في طريقه من الصعاب والاستفادة مما يصادفه من حسن الحظ متوخيًا طلب الحقيقة لذاتها لا متمسكًا برأي قديم لقدمه ولا متعلقًا بمذهب جديد لجدته. وسأطلب إلى القارئ بادئ ذي بدء أن ينظر إلى ما حوله من مختلف المواد وكذلك أن تستعيد ذاكرته ما وقع عليه حسه من المادة في صورها المتباينة ومظاهرها المتعددة. فإذا عُلِمَ بعد هذا أننا نستطيع اليوم أن نثبت أنها كلها مؤلفة من نوعين اثنين[1] من الجواهر وأن ننبئ في كثير من الأحوال بعدد هذه الجواهر وكيفية ترتيبها في بناء المادة، وإذا راعينا أن الوصول إلى هذه المعرفة لم يستغرق أكثر من نيف ومائة سنة أدركنا مبلغ نجاح الطريقة العلمية في كشف أسرار الكون. ولكن أراني أبدأ بآخر قصتي فلأعد إلى البداية.

فعلمنا بتركيب المادة يرجع إلى النصف الأول من القرن الماضي حين وجد علماء الكيمياء في ذلك العصر وعلى رأسهم جون دُلْتون أن من الممكن تخصيص رقم معين

[1] كُتب هذا المقال عام ١٩٣٠م، وقد كُشف من ذلك الوقت عن جواهر أخرى موصوفة في المقال التالي.

لكل عنصر من العناصر الكيميائية بحيث إنه كلما دخل عنصر في مركب كيميائي دخل بنسبة الرقم المخصص له أو بنسبة أحد مضاعفات هذا الرقم. فمثلًا الرقم المخصص للأوكسجين هو ١٦ وللكربون هو ١٢، وإذن فكلما دخل الأوكسجين مع الكربون في مركب من المركبات دخلت ١٦ جرامًا من الأول مع ١٢ جرامًا من الثاني أو ٣٢ جرامًا من الأول مع ١٢ من الثاني وهكذا. هذا القانون يُعرف بقانون «النسب المضاعفة». ولما كان قانونًا عامًّا منطبقًا على جميع العناصر وعلى جميع المركبات بدقة عظيمة فقد كان من الطبيعي أن يفترض دُلْتون وأصحابه أن الرقم ١٦ يمثل وزن ذرة الأوكسجين والرقم ١٢ يمثل وزن ذرة الكربون، وأن عددًا من ذرات العنصر الأول يتحد مع عدد من ذرات العنصر الثاني فيتكوَّن بذلك جزيء من المركب الكيميائي. وقد كان الرأي في ذلك الوقت أن الذرة هي الجوهر الفرد الذي لا يقبل التجزئة ولذلك اُشْتُقَّ اسمها من الكلمة الإغريقية «أتوموس» التي معناها لا يقبل القطع أو الكسر، ويرى القارئ أن هذا «الفرض الذري» كما يُسَمَّى هو من نوع الفروض العلمية التي تعززها التجارب العملية، وقد نجح نجاحًا كبيرًا بحيث يصح أن يُعْتَبر بحق أساس علم الكيمياء.

وشرع الكيميائيون من القرن الماضي في حصر العناصر فعثروا على نحو السبعين عنصرًا. قاسوا أوزان ذراتها بنسبتها إلى أخفها وهي ذرة الإيدروجين كما أخذوا يحللون سائر المركبات الكيميائية وبذلك توصلوا إلى تعيين عدد الذرات المختلفة المؤلفة للجزيئات. فالمركبات الكيميائية في نظر علماء القرن التاسع عشر إذن مؤلفة من جزيئات وكل جزيء يتألَّف من ذرات كل ذرة منها تنتمي إلى عنصر من العناصر. ولما كانت جميع المواد التي يقع عليها حسنا هي إما عناصر أو مركبات أو مزيج من هؤلاء فيكون هناك نحو السبعين جوهرًا فردًا تتألف منها جميع المواد على اختلاف أجناسها. فالماء مثلًا (إذا افترضنا أنه نقي تمامًا) مؤلف من جزيئات متشابهة كل واحد منها هو جزيء الماء وكل جزيء مؤلف من ذرتين من ذرات الإيدروجين وذرة من ذرات الأوكسجين وهنا تنشأ ثلاث مسائل تَعِنُّ للفكر بداهة.

(الأولى) عن الجزيئات معتبرة كواحدات مستقلة هل هي ساكنة أم في حركة مستمرة؟ وكيف هي موزعة في الفضاء؟ ثم ما هي القوى التي تجمعها جميعًا وتمنعها من التفرق؟ و(الثانية) عن تركيب الجزيء الواحد، ما شكله وكيف ترتبط ذرتا الإيدروجين بذرة الأوكسجين؟ و(الثالثة) عن الذرة الواحدة ما الفرق بين ذرة وأخرى وممَّ تتألف الذرة؟

فأما عن المسألة الأولى: فقد فهمها علماء القرن التاسع عشر فهمًا صحيحًا ووصلوا في حلها إلى شأوٍ بعيد. ذلك أنهم افترضوا أن الجزيئات في حركة مستمرة متشعبة كأنها جماعة من النحل في اضطراب عظيم تعدو الواحدة منها حتى تصطدم بأخرى (أو بجدار الإناء) فترتد عن هذا الاصطدام إلى اصطدام آخر وهكذا. وهذا الاضطراب المستمر هو منشأ حرارة المادة فإذا زاد ازدادت درجة الحرارة وإذا نقص نقصت، كما أن اصطدام الجزيئات المتواصل بجدران الإناء هو سبب الضغط الواقع على هذه الجدران، وتُعْرَف هذه النظرية بالنظرية الكينيتيكية للمادة نسبة للكينيتيكة أي الحركة، ويرجع الفضل الأكبر فيها إلى كلارك مكسول العالم الاسكتلندي الذي ربما كان أعظم من أنجبه القرن الماضي من الباحثين.

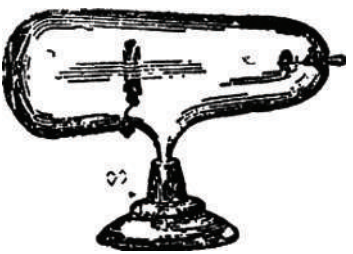
وقد نجحت هذه النظرية نجاحًا عظيمًا في تفسير القوانين الطبيعية للأجسام بحيث أصبحت اليوم من النظريات المجمع عليها من العلماء. ولكي تتكون عند القارئ فكرة عن هذه الجزيئات وعن حركاتها أذكر أن في كل سنتيمتر مكعب من الماء يوجد نحو ٣٠ ألف مليون مليون مليون جزيء، وأن متوسط سرعة الجزيء الواحد نحو ٣٠ كيلومترًا في الدقيقة الواحدة، وأن وزن الجزيء لا يتعدى ثلاثة أجزاء من مائة ألف مليون مليون مليون جزء من الجرام.

وأما عن المسألة الثانية وهي الخاصة بتركيب الجزيء فهذه من أعوص المسائل التي لم نكد نعرف عنها شيئًا إلى اليوم.

وأما عن المسألة الثالثة وهي الخاصة بتركيب الذرة، فهذه ما سأخصص لها ما تبقى من هذا المقال.

وسأبدأ بأن أطلب من القارئ أن يتأمل قليلًا في مصباح كهربائي، هو يتركب من زجاجة منتفخة داخلها سلك دقيق متوهج. ولكن ما السبب في توهج السلك؟ سيقال «مرور التيار الكهربائي فيه». إذن فالسلك يسمح بمرور التيار الكهربائي، لنفرض أننا أتينا بزجاجة منتفخة مثل هذه ولحمنا بها طرفي سلكين ثخينين من نوع هذه الأسلاك الكهربائية التي لا تتوهج لثخانتها وكانت الزجاجة تحتوي على هواء ثم وصلنا السلكين بقطبي آلة مولدة للكهرباء، فهل يمر التيار في الهواء كما يمر في هذا السلك؟ وهل يتوهج الهواء؟ نحن نعلم أن الهواء موصل رديء للكهرباء، فإذن لا يُنْتَظَر أن يمر فيه التيار والواقع أن التيار لا يمر ما دام ضغط الهواء كبيرًا من نوع ضغط الهواء الجوي، ولكن إذا أنقصنا الضغط تدريجًا فإن مقاومة الهواء للتيار تقل تدريجًا إلى أن تصل إلى حالة فيها يمر التيار داخل الزجاجة خلال الهواء كما يمر خلال السلك المعدني وعندها يتوهج

الهواء بشكل جذَّاب ومسترعٍ للنظر، هذه الظاهرة في حالتها العامة هي ما يُعْرَف «بمرور الكهرباء في الغازات» عُني بدراستها علماء الطبيعة في العقد الأخير من القرن الماضي وفي أوائل القرن الحالي فكانت مفتاح عصر جديد أدى بنا إلى تركيب الذرة.



جهاز أشعة المهبط.

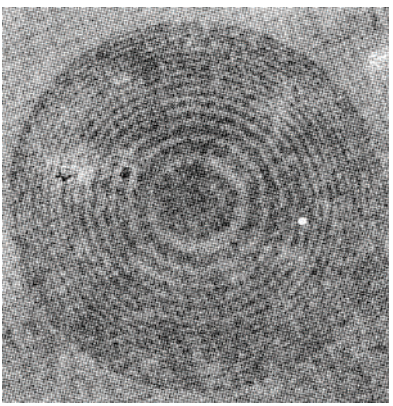
ففي هذه الصورة التي بالأعلى يرى القارئ أنبوبة من الزجاج تحتوي على غاز متخلخل أي قليل الكثافة يمر فيه تيار كهربائي وترى أشعة تنبعث عن القطب السالب. هذه الأشعة هي ما يُسَمَّى بأشعة المهبط، والمهبط اسم آخر للقطب السالب، كما أن المصعد اسم للقطب الموجب، وإذا وضعنا حائلًا في سبيل هذه الأشعة فإنه يتكوَّن له ظل مما يدل على أن الأشعة تتحرك في خطوط مستقيمة، هل هذه الأشعة هي من نوع أشعة الضوء؟ الجواب عن هذا بالسلب، فإن الضوء لا يتحرك عن سبيله بتأثير قوة مغنطيسية وأما هذه فتنحرف. وقد ثبت أن هذه الأشعة تتألف من جسيمات صغيرة مشحونة شحنة سالبة ومتحركة بسرعات تختلف باختلاف أحوال الجهاز. هذه النتائج قد وُصِلَ إليها من أبحاث هيتورف وبلوكر وبران وكروكس ولنارد والسر جوزف طمسن، وإذا وقعت أشعة المهبط على حائل في طريقها صدر عن هذا الحائل أشعة خفيفة لها مقدرة على اختراق المواد الجامدة المعتمة والتأثير في الألواح الحساسة الفوتوغرافية، وأول من شاهد ذلك الأستاذ رنتجن عام ١٨٩٥م ولهذه الأشعة شأن خاص اليوم في عالم الطب والجراحة كما هو معلوم، وأشعة رنتجن لا تنحرف بتأثير المغنطيس وقد دلت التجارب على أنها من نوع الأشعة الضوئية أي أنها تموجات متنقلة في الفضاء. وترجع قدرتها على اختراق المواد المعتمة إلى قصر موجاتها مما يسمح لها بالمرور بين جسيمات المادة. ويبلغ طول موجاتها نحو جزء من مائة مليون جزء من السنتيمتر الواحد أو نحو جزء من عشرة آلاف جزء من طول موجات الأشعة المرئية.

سأنتقل الآن إلى مصدر آخر ذي شأن عظيم من مصادر علمنا بتركيب الذرة، وأقصد ظاهرة النشاط الإشعاعي التي تتجلى بأجلى مظاهرها في عنصر الراديوم، ويرجع تاريخ هذه الظاهرة إلى سنة ١٨٩٦م حين وجد العالم الفرنسي بكرل أن الكبريتات المزدوجة لليورانيوم والبوتاسيوم تؤثر في لوح فوتوغرافي حساس إذا كانت مجاورة له في الظلام، ووجد بكرل أن هذا التأثير ناشئ عن صدور أشعة خفيفة عن هذه المادة تشبه أشعة رنتجن، وسُمِّيَت هذه الأشعة بأشعة بكرل، ثم وجد أنها تصدر عن بعض المواد الأخرى كعنصر الثوريوم ومركباته. وقد اتجهت الأنظار إلى هذه الظاهرة الخفية التي سُمِّيَت بظاهرة النشاط الإشعاعي، وبينما كانت مدام كوري تمتحن معادن مختلفة بغرض العثور على عناصر لها هذا النشاط الخاص وُفِّقَت هي وزوجها المسيو كوري إلى اكتشاف عنصر الراديوم الذي هو أنشط العناصر التي نعرفها إشعاعًا. وينبعث عن عنصر الراديوم ثلاثة أنواع رئيسية من الأشعة وهي أشعة ألفا وأشعة بيتا وأشعة غما. ودلت التجارب على أن أشعة ألفا مؤلفة من جسيمات صغيرة مشحونة شحنة إيجابية ويبلغ وزن الواحدة منها وزن ذرة الهيليوم أي نحو أربعة أضعاف وزن ذرة الأيدروجين، أما أشعة بيتا فلا تختلف عن أشعة المهبط التي ذكرتها في شيء ما فهي جسيمات صغيرة مشحونة شحنة سالبة ومتحركة بسرعات متفاوتة، وأما أشعة غما فهي من نوع أشعة س، وهي أحدُّ قليلًا من أشعة س المستعملة عادة أي أقصر منها موجة.

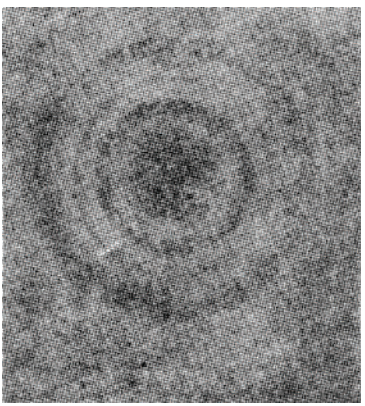
لو أنني كتبت هذا المقال منذ أربع سنوات[٢] لوقفت عند هذا الحد (ولعل بعض القراء يود لو أن الأمر كان كذلك) إلا أنني أكون مقصِّرًا في واجبي إذا لم أُطْلِع القارئ باختصار على تطور هام حدث في آرائنا عن تركيب المادة في خلال السنوات الأربع الماضية. إن الضوء قد فُسِّرَ بأنه أمواج في الفضاء، ومن أهم الأدلة على ذلك أن الضوء إذا مر في ثقب دقيق أو اعتراضه حائل معتم صغير نشأ عن ذلك ما يسمَّى بالتداخل أو الاشتباك بين الأمواج فبدلًا من أن يسير الضوء في خطوط مستقيمة تشتبك أجزاؤه. ولما كانت أشعة س من نوع الأشعة الضوئية فإنها تُنْتِج مثل هذه الظاهرة إذا أمررناها في معدن متبلور أو في صفائح فلزية رقيقة، وفي هذه الحال تقوم ذرات المعدن أو الفلز مقام الحوائل في حالة الضوء المرئي.

[٢] انظر [فصل: التطورات الحديثة فى آرائنا – هامش رقم ١].

وفي عام ١٩٢٦م جاء العالم الفرنسي لوي ده برولي بنظرية مؤداها أن الإلكترونات هي عبارة عن أمواج كهربائية متجمعة في حيز صغير. وقام بعض علماء الطبيعة بامتحان هذه النظرية منهم دافنسن وجرمر وطمسن (الابن) بأن أمرُّوا إلكترونات متحركة خلال معادن متبلورة وصفائح فلزية.



حيود الأشعة.



حيود الإلكترونات.

ويُرَى في الصورة نتيجة تجربة طمْسُن منها يتضح أن الإلكترونات المتحركة هي كما لو كانت أمواجًا من نوع أشعة س أي من نوع النور المرئي. هذا التطور كان له أثر عظيم في فلسفتنا عن تركيب المادة وعن الفرق بين المادة والنور. فالإلكترونات التي تتألَّف منها جميع المواد يظهر أنها لا تختلف في كنهها عن النور الصادر عن مصباح، وإذن فالمادة يظهر أنها لا تختلف في كنهها عن النور.

وقد أتيح لي أخيرًا أن أضيف إضافة يسيرة إلى الأبحاث في هذه النقطة إلا أن الأمر لا يزال غامضًا وفي حاجة إلى كثير من النور.

ومن قديم الزمن كان النور رمزًا على المعرفة واليوم نرى المعرفة قد اتصلت بالنور واتصلت بالمادة حتى كادت جميعًا تستحيل الواحدة إلى الأخرى أو تستحيل إلى شيء واحد. ومن يدري ما يخبئه لنا الزمان فلعله هو أيضًا بعد أن اختلط بالمكان في النظرية النسبية يختلط بالنور وبالمادة وبالمعرفة بحيث لا يبقى إلا شيء واحد أترك للأجيال القادمة أن تجد له اسمًا.

الجسيمات التي كُشِفت حديثًا في علم الطبيعيات

في المقال السابق الذي كُتِبَ في شهر مارس من سنة ١٩٣٠م، تكلمت عن تركيب المادة.

وقد أشرت إلى الرأي الذي كان سائدًا بين العلماء في ذلك الوقت من أن المادة ربما كانت مؤلَّفة من جوهرين اثنين أوليين؛ الإلكترون والبروتون. فقد كان من المُسَلَّم به أن هذين الجوهرين الرئيسين كافيان لبناء سائر العناصر الكيميائية. فالإلكترون وهو الذي يحمل شحنة كهربائية سالبة، كان بمثابة أحد الجنسية المكونين للمجموعة المادية، والبروتون — الذي يحمل الشحنة الموجبة — كان بمثابة الجنس الآخر.

والآن، ولَّما يمضِ من الزمن إلا فترة يسيرة،[١] أرى من الضروري أن أصحح الفكرة التي صورتها في مقالي السالف، وفي ذلك دليل واضح على سرعة تقدم العلوم الطبيعية في العصر الحاضر. ويرجع السبب في تعديل آرائنا في هذا الموضوع إلى الكشف عن جسيمات أساسية غير الإلكترون والبروتون، عُثِرَ عليها في خلال السنوات الخمس الماضية. وهذه الجسيمات هي:

(١) النيوترون أو البروتون عديم الشحنة.
(٢) البوزيترون أو الإلكترون الموجب.
(٣) الديبلون أو نواة الأيدروجين الثقيل.

[١] كُتب هذا المقال عام ١٩٣٥م، ومنذ ذلك الوقت قد عثر على جسم جديد آخر أطلق عليه الاسم «الميزون».

وسألخص الطريقة التي عُثِرَ بها على كل جسيم من هذه الجسيمات، وأذكر شيئًا عن خواصه الرئيسية.

(١) النيوترون

يرجع الكشف عن النيوترون إلى البحوث التي قام بها بوث وبكر[٢] عام ١٩٣٠م، وكانا يجريان تجاربهما على أشعة «ألفا» الصادرة عن عنصر البولونيوم، وأشعة ألفا هي عبارة عن جسيمات صغيرة متحركة بسرعات عظيمة، كل جسيم منها يزن نحو أربعة أمثال ذرة الإيدروجين، ويحمل شحنة موجبة تعادل ضعف ما يحمله البروتون. هذه الجسيمات أو هذه الأشعة كما تُسَمَّى مجازًا، كان يسلطها الباحثان المشار إليهما على عناصر مختلفة لمعرفة نتائج اصطدامها مع ذرات هذه العناصر. وقد وجدا أن بعض العناصر، لا سيما الليثيوم والبورون والفلورين، يصدر عنها في هذه الظروف أشعة، تمر من خلال سنتيمترين من النحاس، وأن عنصر البريليوم على وجه خاص غني بمثل هذه الأشعة. ولما كانت هذه الأشعة عديمة الشحنة، فقد افترض بوث وبكر، بدون مناقشة، أنها أشعة جمًّا، أي أنها أشعة من نوع أشعة الضوء وليست جسيمات متحركة. وتابع جوليو وزوجه إيرين كوري جوليو[٣] (مدام كوري سابقًا) هذه الأبحاث مستخدمين مصدرًا أقوى من البولونيوم، فوجدا أن الأشعة المشار إليها تخترق عدة سنتيمترات من الرصاص، كما وجدا أن هذه الأشعة تطرد البروتونات عن شمع البارافين، إلا أن مدى هذه البروتونات لا يتفق مطلقًا وافتراض أن هذه الأشعة هي أشعة جما. وفي ظرف يوم أو يومين من ظهور بحث جوليو وزوجه بيَّن تشادوك[٤] أن كل الصعوبات القائمة في سبيل تفسير هذه الأشعة تنمحي إذا افترضنا أنها مؤلفة من جسيمات عديمة الشحنة أي من نيوترونات. ومنذ ذلك الحين قد اسْتُحْدِثَت النيوترونات بطرق مختلفة أخرى أهمها طريقة استخدام بروتونات تُزَاد سرعتها بواسطة مجال كهربائي. وقد وُجِدَ أن كتلة النيوترون تعادل كتلة البروتون وقدر لها تشادوك ١,٠٠٦٦ من كتلة البروتون.

---

[٢] Bothe and Becker.

[٣] Joliot et Jiène Curie Joliot.

[٤] Chadwick نشر بحثه في مجلة Nature، في أوائل سنة ١٩٣٢م.

(٢) البوزيترون أو الإلكترون الموجب

ويرجع الكشف عنه إلى بحوث أندرسن[٥] من بايزينا بأمريكا. وكان يشتغل في البحث عن الجسيمات التي تفصلها الأشعة الكونية عن جزيئات الغازات، وكان أندرسن يستخدم مجالًا مغنطيسيًّا يعادل نحو ١٥٠٠ جاوس، لمعرفة مقدار طاقة الجسيمات. وقد عثر أندرسن على جسيمات يمكن أن تخترق لوحًا من الرصاص سمكه ٦ مليمترات، وبمقارنة انحناء مسار الجسيم في ناحيتي اللوح، يمكن معرفة اتجاه حركة الجسيم، وقد وجد أن الجسيم يحمل شحنة موجبة وأن كتلته أقل بكثير من كتلة البروتون. وفي نفس الوقت كان بلاكيت وأوتشياليني[٦] يجريان مثل تجارب أندرسن بجهاز يمتاز عن جهاز أندرسن بأن التمدد في الغاز لا يحدث إلا عند مرور الأشعة الكونية، وقد أثبت هذان الأخيران أن الشحنة موجبة. وقد أمكن إحداث الإلكترون الموجب بطرق أخرى أهمها: (أ) أن الأشعة الصادرة عن عنصر البريليوم والناشئة عن وقوع أشعة من عنصر البولونيوم عليه، والتي تتألف من أشعة ألفا ونيوترونات إذا وقعت على عنصر الرصاص صدر عن هذا العنصر إلكترونات موجبة. وقد وجد هذا كل من تشادوك وبلاكيت وأوتشياليني وغيرهم. (ب) أن أشعة جما الصادرة عن الثوريوم C (أو الراسب الفعَّال للثوريوم) إذا وقعت على الرصاص صدر عن هذا الأخير إلكترونات موجبة. وقد اكتشف ذلك المذكورون وأندرسن.

(٣) الديبلون

كان الكشف عن هذا الجسم ناشئًا عن الدقة الشديدة في قياس الفروق الصغيرة وملاحظتها كما حدث في الكشف عن عنصر الأرجون في الهواء الذي قام به لورد رايلي: فكثافة غاز الإيدروجين يمكن قياسها بالطرق الكيميائية ويمكن مقارنتها بكثافة غاز الأوكسجين. كما أنه من الممكن أيضًا قياس هاتين الكثافتين ومقارنتهما بطريقة حركة البروتونات في جهاز ولسن وقد لاحظ بيرج ومندل[٧] أن بين الطريقتين فرقًا يعادل نحو ١ / ٥٠٠٠ ووجدا أن هذا الفرق أكثر من الخطأ المحتمل وقوعه، وقد فرضنا أن العلة في هذا الفرق ربما كانت راجعة إلى وجود إيدروجين ذرته أثقل من ذرة الإيدروجين العادي.

---

[٥] C. D. Anderson.

[٦] Blackett and Occhialini.

[٧] Birg and Mendee.

وقد حقق صحة هذا الزعم كل من يوري، وبركودل، وميرفي[٨] بطريقة التحليل الطيفي بمشاهدة خط خافت في طيف الأيدروجين. وقد وجد يوري وواشبرن أن التحليل الكهربائي يزيد عن نسبة الأيدروجين الثقيل في الماء وحصلا على ماء ثقيل مركز بواسطة التحليل الكهربائي المتكرر.

ويوجد نحو سنتيمتر مكعب واحد من الماء الثقيل في كل ٦ لترات من الماء العادي. وأول من حضَّر الماء الثقيل خالصًا تقريبًا هو ج. ن. لويس[٩] من كاليفورنيا. وأرسل عينات منه لمعامل أوروبا وأمريكا لدراسة خواصه.

وقد سمى الإيدروجين الثقيل باسم ديبلوجين؛ وتتألف ذرته من ديبلون وإلكترون كما تتألف ذرة الإيدروجين الخفيف من بروتون وإلكترون.

والديبلون جسيم شحنته تساوي شحنة البروتون، ولكن كتلته تساوي ضعف كتلة البروتون.

وقد تمكن لويس أخيرًا من تحويل الديبلون إلى ٢ بروتون وإلكترون واحد. وإذا كان الأمر كذلك فإن الديبلون لا يخرج عن أنه ذرة مركبة، شأنه شأن نوى العناصر الأخرى.

ولا أريد أن أخوض في الأهمية النظرية والعلمية لهذه الاستكشافات، فليس الغرض من هذا المقال، إلا شرح طريقة الكشف عنها والبيان عن خواصها الرئيسية.

---

[٨] Urey. Birkweddle and Murphy.

[٩] G. N. Lewis.

علاقة المادة بالإشعاع

قبل أن أتكلم عن علاقة المادة بالإشعاع، سأوجز شيئًا عن كل منهما على انفراد. فالمادة كانت ولا تزال موضع درس العلماء، وكانت دراسات المادة حتى أواخر القرن الماضي تنقسم قسمينِ رئيسين: الدراسات الطبيعية التي كانت ترمي إلى تعرف أحوال المادة المختلفة الجامدة والسائلة والغازية، وتأثرها بالمؤثرات الطبيعية المختلفة كالحرارة والقوى الميكانيكية، وخصائصها الطبيعية كالمرونة والتوتر السطحي. والدراسات الكيميائية التي كانت تبحث في التفاعلات الكيميائية بين المواد المختلفة وتكوين المركبات من العناصر وتحليلها إلى هذه العناصر؛ وكيف أن هذه العناصر يمكن أن تتحد بطرق مختلفة لتكوين مركبات مختلفة بعضها غير عضوي وبعضها عضوي. وقد أدت كل من الدراسات الطبيعية والدراسات الكيميائية للمادة إلى النتيجة الهامة الآتية وهي: أن المواد على اختلاف أنواعها وصورها مؤلفة من عدد محدود من العناصر (هذا العدد هو إلى حد علمنا الآن نحو ٩٢ عنصرًا) كما أدت إلى أن العناصر المختلفة مؤلفة من ذرات مختلفة وبذلك تكون المواد جميعًا مؤلفة من نحو ٩٢ نوعًا مختلفًا من الذرات.

وفي أواخر القرن الماضي بدأت طائفة من المباحث الجديدة، قوامها البحث عن تركيب الذرة ذاتها، فوجد أن هناك جسيمات أصغر من الذرة وداخلة في تركيبها، ووسائل هذا البحث من الناحية التجريبية كانت في أول الأمر تكاد تكون محصورة في دراسة ما يحدث عندما نمرر تيارًا كهربائيًّا في غاز قليل الضغط، والقارئ خبير بالمظهر الخارجي لمرور الكهرباء في الغازات. فالإعلانات المختلفة التي كنا نراها قبل الحرب تتوهج بألوان مختلفة والتي تسمى في العرف التجاري «أنابيب النيون»، هذه العلامات المنيرة، كانت في أواخر القرن الماضي وأوائل القرن الحالي لا تكاد تُرَى إلا في معامل الطبيعة بالجامعات؛ وقد كانت ولا تزال وسيلة من أهم وسائل الكشف عن تركيب الذرة، وقد وجد أنه أيًّا كان

الغاز الذي تحتويه هذه الأنابيب، فإن القطب السالب الكهربائي المثبت داخل الأنبوبة، تنبعث عنه جسيمات صغيرة تتحرك بسرعات تُقَدَّر بعشرات الألوف من الكيلومترات في الثانية الواحدة، وأن كل جسيم من هذه الجسيمات يحمل شحنة كهربائية سالبة ذات قدر معلوم، كما أن الجسيمات كلها متساوية الوزن ويساوي وزن كلٍّ منها نحو ١ / ١٨٥٠ من وزن أخف ذرة نعرفها وهي ذرة الإيدروجين، وسُمِّيَت هذه الجسيمات بالإلكترونات، ويرجع الفضل في الكشف عن الإلكترونات إلى ج. ج طومسون بإنجلترا ور. أ. مليكان بأمريكا وغيرهما. وحوالي نفس الوقت في أواخر القرن الماضي اكْتُشِفَت ظاهرة النشاط الإشعاعي الذاتي في عنصر اليورانيوم وعنصر الراديوم وبعض العناصر الأخرى، ووُجِدَ أن هذه العناصر لها خاصية قوامها أن ذراتها تتكسر أو تتجزأ فتنبعث منها جسيمات صغيرة بعضها إلكترونات والبعض نوع آخر من الجسيمات يبلغ وزن كلٍّ منها نحو أربعة أمثال وزن ذرة الإيدروجين، وتحمل كلٌّ منها شحنة موجبة تعادل من حيث المقدار ضعف شحنة الإلكترون. هذه الجسيمات التي سُمِّيَت جسيمات ألفا وُجِدَت أنها عبارة عن ذرة من ذرات غاز الهليوم مجردة من الإلكترونين اللذين تحملهما. وعُثِرَ أيضًا على جسيمات أخرى سُمِّيَت برتونات وهي عبارة عن ذرات إيدروجين مجردة من إلكتروناتها. وفي المقال السابق ذكرت الجسيمات التي اكْتُشِفَت منذ سنة ١٩٣٠م وهي:

- اليوزيترون ... ... أو الإلكترون الموجب.
- النيوترون ... ... أو البروتون المتعادل.
- الديبلون ... ... أو البروتون الثقيل.

ومنذ سنة ١٩٣٦م حدث تقدم كبير في استخدام النيوترونات لإحداث ما يسمى بالنشاط الإشعاعي الاصطناعي أو المكتسب، فقد وُجِدَ أن العناصر التي ليس لها نشاط إشعاعي ذاتي يمكن تحويلها إلى عناصر ذات نشاط إشعاعي مكتسب بتعريضها للنوترونات المتحركة ولا بأس من الإشارة هنا إلى ما حدث أخيرًا من التوصل إلى قسمة أو فلق ذرة اليورانيوم بتعريضها لنوترونات بطيئة فقد تمكن هاهن وشتراسمان في برلين من الحصول على عنصر الباريوم ووزنه الذري ١٣٧ من عنصر اليورانيوم الذي وزنه الذري ٢٣٨ وحدث مثل ذلك لعنصر الثوريوم (٢٣٢).

وخلاصة ما تقدم أن المادة مؤلفة من جسيمات. وأن أمامنا اليوم قائمة من هذه الجسيمات بعضها مشحون كهربائيًّا وبعضها عديم الشحنة، وأننا في طريقنا إلى الحصول على الجسيمات الخفيفة من الجسيمات الثقيلة، وغاية ما يمكن أن نطمع فيه في هذا الدور

من تطور العلم أن نُرْجِع الجسيمات جميعًا إلى نوع واحد رئيسي أو نوعين من الجواهر الابتدائية؛ هذا عن المادة.

أما الإشعاع فكان فلاسفة الإغريق مختلفين في هل كانت رؤية الأشياء تنشأ عن خروج شعاعة من العين تصل إلى المرئي أو وصول شعاعة من المرئي إلى العين. وكان الرأي الغالب (قال به أقليدس وغيره) أن الرؤية تحدث بخروج شعاعة من العين إلى الجسم المرئي. ويرجع الفضل في وضع علم الضوء إلى العرب كما يثبت من الاطلاع على مؤلفات ابن الهيثم. وقد قال ابن الهيثم في أول رسالته في الضوء ما يأتي: «الكلام في ماهية الضوء من العلوم الطبيعية والكلام في كيفية إشراق الضوء محتاج إلى العلوم التعليمية من أجل الخطوط التي تمتد عليها الأضواء، وكذلك الكلام في ماهية الشعاع هو من العلوم الطبيعية، والكلام في شكله وهيئته هو من العلوم التعليمية، وكذلك الأجسام المشعة التى تنفذ الأضواء فيها، والكلام في ماهية شفيفها هو من العلوم الطبيعية، والكلام في كيفية امتداد الضوء فيها هو من العلوم التعليمية، فالكلام في الضوء وفي الشعاع وفي الشفيف، يحب أن يكون مركبًا من العلوم الطبيعية والعلوم التعليمية.» وقد دل ابن الهيثم بذلك على إدراكه الفرق بين ما نسميه اليوم علم البصريات الطبيعية وعلم البصريات الهندسية، وقد عُرِفَ عن البصريات الهندسية الشيء الكثير في العصر العربي وفي العصور الحديثة الأولى. أما البصريات الطبيعية فلم تتقدَّم تقدُّمًا محسوسًا حتى أواخر القرن السابع عشر. ويقترن هذا التقدم بأسماء رومر الذي قاس سرعة الضوء سنة ١٦٧٥م فوجدها ما يقرب من ٣٠٠٠٠٠ كيلومتر في الثانية الواحدة، وحققها بعد ذلك فيزو سنة ١٨٤٩م وفوكو سنة ١٨٦٢م وهويجنز الذي أسس النظرية الموجية للضوء عام ١٦٧٨م وينج وفرينل وأراجو وغيرهم. والنظرية الموجية للضوء هي بلا شك نظرية هامة أمكن بواسطتها تفسير معظم الخواص الطبيعية للضوء. وهذه النظرية تفرض أن الضوء حركة اهتزازية تنتقل من الجسم المضيء إلى ما حوله. وقد أمكن تفسير قوانين الانعكاس والانكسار بناءً على هذه النظرية، كما أمكن على وجه الخصوص تفسير ظواهر التدخل في الأمواج وقد وُجِدَ أنه عندما يمر الضوء في ثقب صغير، فإننا نحصل على مناطق مضيئة فمناطق مظلمة فمضيئة وهكذا مما يعزز النظرية الموجية. وبواسطة النظرية الموجية صار في الوسع أن يُفَسَّر الاختلاف في الألوان على أنه اختلاف في الطول الموجي، كما أنه عممت فكرة الضوء بحيث شملت جميع الأشعة المرئية منها وغير المرئية. فأشعة اللاسلكي التي تبلغ طول الموجة فيها مئات الأمتار والأشعة الحرارية والأشعة المرئية والأشعة التي بعد البنفسجية

والتي تقل طول الموجة فيها عن ١ / ١٠٠٠ من السنتيمتر، وكذلك الأشعة السينية وأشعة غما والأشعة الكونية. جميع هذه تؤلف سلسلة تكاد تكون متصلة الحلقات من الأشعة تُطْلَق عليها جميعًا اسم الأشعة أو الأشعاع. وخلاصة القول إذن أن الأشعاع هو تموجات تنتقل بسرعة ٣٠٠٠٠٠ كيلومتر في الثانية الواحدة وتختلف في أطوال أمواجها.

وإذا كانت المادة عبارة عن جسيمات والأشعة عبارة عن تموجات، فإنه ربما ظهر لأول وهلة أن العلاقة بينهما تكاد تكون منعدمة. ولكن هناك أوجهًا للشبه بين المادة والأشعاع ألخصها فيما يلي:

أولًا: إن الأشعة المختلفة إذا وقعت على سطح ينشأ عن وقوعها ضغط كما يحدث في حالة المادة. فالشعاع من الضوء الساقط على ورقة يضغط على سطح الورقة كما لو كان الشعاع مصنوعًا من المادة. وقد عُرِفَت هذه الظاهرة منذ القرن الثامن عشر، وسُمِّيَت بظاهرة ضغط الضوء أو ضغط الأشعاع. وهذا الضغط صغير جدًّا في الأحوال العادية؛ إذ لا يزيد ضغط أشعة الشمس على ميل مربع من سطح الأرض عن وزن ثلاثة أرطال. أما إذا ازدادت شدة الأشعة وقصرت موجتها فقد يزداد الضغط إلى أضعاف هذا المقدار.

ثانيًا: إن الأشعة لها خاصة الجسيمات أو الحبيبات كما لو كانت الأشعة مؤلفة من ذرات ضوئية. وقد سُمِّيَت هذه الذرات الضوئية بالفوتونات. وتظهر هذه الخاصة الذرية بصفة واضحة في بعض الظواهر مثل ظاهرة الكهربائية الضوئية التي تُسْتَخْدَم في بعض الأجهزة الكهربائية الحديثة كجهاز السينما الناطق. وتتلخص هذه الظاهرة في أن وقوع ضوء على بعض المواد كعنصر السيلنيوم مثلًا ينشأ عنه تيارات كهربائية. وقد عُرِفَت هذه الظاهرة منذ أوائل القرن الحالي وجاءت دراستها مؤيدة لمذهب الذرية الضوئية.

ثالثًا: إن المادة لها خواص موجية تشبه الخواص الموجية للضوء، ولم تكن هذه الخاصية الموجية للمادة معروفة حتى سنة ١٩٢٧م أي منذ نحو ١٢ سنة فقط. ويرجع الفضل في الكشف التجريبي عنها إلى طمسن وريد بإنجلترا ودافيسون وجرمر بأمريكا.

ويتضح من أوجه الشبه التي ذكرتها أن كلًّا من المادة والأشعاع يمكن اعتباره مؤلَّفًا من جسيمات، كما أن كلًّا منهما يمكن اعتباره مؤلَّفًا من أمواج، والفرق الرئيسي بين المادة والأشعاع هو السرعة، فالفوتونات التي تتألَّف منها الأشعة تكون دائمًا متحركة بسرعة ٣٠٠٠٠٠ كيلومتر في الثانية الواحدة في حين أن الإلكترونات والبروتونات وما إليها

من جسيمات المادة هي إما ساكنة وإما متحركة بسرعات تكون عادة صغيرة بالنسبة إلى سرعة الفوتونات.

وقد تقدمت أخيرًا ببعض آراء يُقْصَدُ منها التوفيق بين وجهتي النظر إلى كل من المادة والأشعاع. ولما كانت هذه الآراء قد عُلِّق عليها تعليقات مختلفة من بعض العلماء فلا بأس هنا بالإشارة إليها.

من المعلوم أن القوانين الكهربائية المغنطيسية تُصَاغ عادة في الصيغة التي تنسب إلى مكسويل، وفي هذه القوانين نستعمل عادة لغتين مختلفتين: إحداهما للتعبير عن المادة، والأخرى للتعبير عن الأشعاع، فهل من الممكن استخدام قانون أكثر أساسية من قانون مكسويل، أي أن نوحد بين اللغتين، بحيث تنطبق العبارة الواحدة على كل من المادة والأشعاع؟ هذا هو السؤال الذي وضعته لنفسي وحاولت الإجابة عنه.

وقد وجدت أنه للإجابة على هذا السؤال يكون من المفيد أن نحول المعادلات بحيث تعبر عن وجهة نظر شخص متحرك بسرعة الضوء لكي يمكن مقابلة وجهة نظر هذا الشخص بوجهة نظرنا العادية. وإنني أخشى أن هذا التحويل الذي هو تحويل عادي جدًّا من الوجهة الرياضية، قد استرعى انتباهًا أكثر مما يجب. فمثلًا قارن السر أولفر لودج في أحد مؤلفاته بيني وبين سويفت واضع كتاب رحلات جلفر المشهور ... ولكنني لا أعتقد أن هناك مسوغًا كبيرًا لهذه المقارنة. فإن كبلر عندما حول حركات الكواكب السيارة إلى ما تظهر عليه إذا نظر إليها من وجهة نظر شخص على الشمس، لم يكن يتطلب منَّا أن ننتقل إلى الشمس نصطلي بسعيرها لكي ننظر إلى العالم وكذلك إذا أمكن تحويل معادلات مكسويل أو غيرها من القوانين بنسبتها إلى محاور متحركة بسرعة الضوء، فليس معنى هذا أن علينا أن نكون ملائكة مصنوعين من النور لكي يمكن لنا فهمها. كذلك قرأت للأستاذ هولدين مؤلفًا أشار فيه إلى آرائي هذه في علاقة المادة بالأشعاع على أنها تنطوي على مبدأ فلسفي جديد. ولكنني أفضل أن ينظر إليها النظرة التي نظرها إليها السير جيمس جينز[1] أي على أنها محاولة للتوحيد بين لغتين وقانونين مختلفين: أحدهما يصلح للمادة، والآخر للإشعاع، وأن نجعل منها لغة واحدة وقانونًا واحدًا يصلح لكل من المادة والإشعاع.

[1] راجع كتاب «الكون الغامض» الذي نشرت وزارة المعارف ترجمته إلى اللغة العربية، طبعة القاهرة، عام ١٩٤٢م.

أين يسير بنا العلم؛ إلى العمران أم إلى الدمار؟

عنوان هذا المقال وإن كان مفهومًا في ذاته كسائر العبارات التي نكتبها ونفهمها — أو نظن أننا نفهمها — إلا أن ألفاظه إذا نحن دقَّقنا فيها وجدناها تنطوي على شيء من المغالطة التي يمتاز بها الأسلوب الأدبي الجذاب على الأسلوب العلمي الواضح. هذا العنوان يُشَبِّه لنا العلم بقائد أو بزعيم يسير بنا تحت لوائه في الطريق الذي يرسمه هو لنا ويختاره، وكأنما نحن جنده وأتباعه نأتمر بأمره وننقاد لزعامته، ثم يتساءل أو نتساءل نحن إلى أين يسير بنا ذلك القائد وإلامَ تجرنا سياسته: إلى العمران أم إلى الخراب؟ فهذا التصوير ينطوي كما ذكرت على مغالطة بابتعاده عن حقيقة الواقع، إذ من الواضح أن العلم إن هو إلا أثر من آثارنا نحن وشيء من صنعنا. فوضعه موضع القيادة وتسليمه دفة السفينة البشرية قلب لأوضاع الأمور؛ إذ السفينة سفينتنا ونحن وحدنا المسئولون عن قيادتها. على أن هذا التشبيه إنما تنعكس فيه صفة قديمة من صفات الإنسان وغريزة من غرائزه. فقديمًا صنع الناس تماثيل وأصنامًا ثم عزوا إليها قوة التحكم في مصيرهم، وأسندوا إليها القدرة على تكييف شئونهم، وما زالوا يخدعون أنفسهم في أمرها حتى عكفوا على عبادتها وخروا لها سُجَّدًا، وتاريخ العقائد البشرية حافل بالأمثلة على ذلك.

من أجل هذه الظاهرة البعيدة عن كل منطق، من أجل هذه النزعة المتأصلة في نفوسنا والتي ورثناها عن أجدادنا الأُوَل، كان موضوع هذا المقال موضوعًا له أهميته وله خطره في تطور الجنس البشري، فلا يكفي أن نجيب عن السؤال المطروح علينا بأن العلم لا يسير بنا إلى شيء ما، وإنما نحن الذين نسير بأنفسنا، فهذا الجواب وإن انطبق على المنطق الصحيح إلَّا أنه يتحاشى الهدف المقصود ويحيد بنا عن جادة الطريق، فيتركنا حيث نحن ولم نتقدَّم خطوة إلى الأمام.

لا شك أن ازدياد المعرفة البشرية ولا سيما في العصور الحديثة قد أدى إلى تغير عظيم في حياتنا المدنية والاجتماعية. ولا حاجة بي إلى أن أبين المظاهر المختلفة لهذا التغيير، فما على المرء إلا أن ينظر حوله لكي يدرك مدى هذا الانقلاب الذي أصبح رمزًا على المدينة الحالية. فمن طائرات إلى غائصات إلى إذاعة لا سلكية إلى ناطحات للسحاب إلى ألف جديد وجديد مما كان أجدادنا يحسبونه في عداد المعجزات، كل هذا شائع معروف للخاص والعام كما أن من المعروف للخاص والعام أيضًا أن هذه المستحدثات إنما هي ثمرة العلم الحديث ونتيجة من نتائجه، فالعلم قدرة تمكننا من استخدام القوى الكامنة في الطبيعة وتسخيرها لأغراضنا المختلفة.

على أنه لا بد من التمييز بين العلم وبين نتائج تطبيقه، بين العالم الأكاديمي وبين المهندس أو المخترع، فالعالم أو الباحث الأكاديمي إنما يطلب المعرفة لذاتها فهو يريد أن يستطلع حقيقة ما هو كائن ويقف على سر تركيبه، هذه الرغبة في المعرفة غريزة من غرائز البشر، وقديمًا كانت شجرة المعرفة مغرية للإنسان بحيث لا يقوى على مقاومة استهوائها لنفسه، أما المهندس أو المخترع فيستخدم العلم كوسيلة لتحقيق غرض يرمي إليه ويسعى وراءه؛ فمكسويل وهرتز ولودج إنما كانوا يطلبون تفهُّم حقيقة الإشعاع اللاسلكي ودراسة أسبابه وكيفية حدوثه وارتباطه بسائر الظواهر الكهربائية والضوئية والمغنطيسية التي تتصل به، أما ماركوني فكان يرمي إلى استخدام هذا الإشعاع — بعد أن كشف عنه غيره — في نقل رسالات البشر وأصواتهم؛ كذلك فرداي ولنتز وأوهم وجول وأمبير إنما كانوا يدرسون خواص التيارات الكهربائية وأثرها الحراري والمغنطيسي من الناحية الطبيعية والفلسفية، أما جراهام بيل وأديسون فكانا يستعينان بعلم هؤلاء وغيرهم على استحداث التليفون والإنارة الكهربائية. أردت أن أميِّز بين العلم البحت والاختراع أو تطبيق العلم لأننا إزاء تحديد للمسئولية، فالعلم لا يمكن أن تقوم ضده جريمة التخريب أو التدمير، لأن ركن النية أو القصد الجنائي غير متوافر، والعلم كما بيَّنا بعيد عن كل ريبة فيما يختص بالغاية التي يرمي إليها، وأية غاية أشرف أو أنبل من الرغبة في إحلال نور العرفان مكان ظلام الجهالة؟

لعل بعض القراء يظن أنني إنما أحاول بشيء من المهارة أن أتخلص من موقف محرج بدلًا من مواجهة الحقائق ومجابهة الموضوع، لعل هذا البعض يظن أن التفرقة بين العلم البحت والعلم التطبيقي إن هي إلا تفرقة طفيفة، وهي على أية حال تفرقة لا تهم الشخص المثقف العادي الذي ينظر إلى طائفة العلماء والمخترعين ومن إليهم

كأسرة واحدة بعضهم لبعض ظهير، فكما أن المخترع يستخدم نتائج عمل المستكشف في تنميق مخترعاته كذلك المستكشف يستخدم آلات المخترع وعدده في زيادة الكشف والبحث العلمي، فهم شركاء وأعوان، ما يصدق على الفرد منهم يصدق على الجماعة، إلى هذا البعض من القراء أقول إنني أقبل هذا الموقف الذي يريدني أن أقفه، فالعلم سواء أكان بحتًا أم تطبيقًا هو العلم. وشجرة المعرفة بأصولها وفروعها وثمارها وحدة لا تتجزأ، وهي إما شجرة طيبة تؤتي أُكُلها ويمتد فيؤها فتكون خليقة بأن تنمو وتترعرع، أو هي شجرة خبيثة وإذن يتعين أن تُجتثَّ من جذورها.

فلنناقش الموضوع إذن على هذا الأساس، إلامَ يُنْتَظَرُ أن يؤدي بنا تقدُّم العلم والاختراع؟

أظن أن من المعقول أن نسأل أولًا إلامَ أدَّى بنا فعلًا هذا التقدم، هل العالم اليوم أكثر عمارًا أم أكثر خرابًا ودمارًا مما كان عليه منذ خمسمائة سنة مثلًا؟ لا أظن هذا السؤال مما يختلف فيه اثنان وما على المكابر إلا أن يبتعد عن مرافق الحياة الحديثة ويكتفي بعيشة أهل القرون الوسطى فيضيء منزله بمصباح الزيت ويسافر على ظهور الخيل والبغال والحمير، ويمتنع عن قراءة الكتب المطبوعة والجرائد اليومية، ويرسل خطاباته إلى أصدقائه مع رسول يقطع الفيافي والقفار على متن دابة، ويكتفي بطرق العلاج التي كانت معروفة في القرون الوسطى. فهذا كله ميسور لمن يريده، ولكن لا أظنني مخطئًا إذا قلت إنه لا يوجد واحد في الألف ممن يتمتعون بتمام قواهم العقلية يريد حقيقة أن يعيش على ذلك النمط.

من الجلي إذن أنَّ تقدُّم العلم والاختراع قد أدَّى بنا فعلًا إلى حالة من العمران تفضل في نظرنا ما كانت عليه حالة العمران من قبل … وكما أن الحكم على الرجل إنما يكون بأعماله، فإن كان ماضيه مقترنًا بخدمة المجتمع والإخلاص له جاز لنا أن ننتظر منه خدمة المجتمع والإخلاص له في مستقبله كذلك، يجوز لنا أن نحكم من ماضي العلم على مستقبله فننتظر منه الاستمرار في توفير سبل الرفاهية للأسرة البشرية ومحاربة المرض والفقر والجهالة التي هي ألد أعداء البشر وأقوى أسباب آلامهم وبؤسهم.

وهنا إخالني أسمع همسًا عن أهوال الحروب الحديثة، عن الغارات الخانقة والطائرات المدمِّرة وما إلى ذلك من المخترعات التي يستخدمها الإنسان في محاربة أخيه الإنسان. ولا شك أنه من الممكن أن ننظر إلى هذه الناحية من نواحي تقدم العلم بعين التشاؤم. ولكن هذا التشاؤم إنما يكون معناه الحكم على الأسرة البشرية بالجنون الوراثي. فالأسرة

البشرية يمكن تشبيهها بصبي قد بدأ يقوى ويشتد ساعده كما بدأت مداركه تتسع فيزداد علمًا بأسرار القوى الطبيعية التي تحيط به. فهو يستخدمها لأغراضه المختلفة. وهو ولا شك واجد يومًا ما طريقة أو أكثر من طرق الانتحار. وأصدقاؤنا المتشائمون يريدوننا على أن نعتقد أن طلب الهلاك غريزة من غرائز هذا الصبى أو نزعة في تركيبه الجنوني، فهو بمجرد أن يعثر على طريقة مُثْلَى للانتحار سيبادر إلى استخدامها لإنهاء حياته التعسة. وكل ما أستطيع أن أقول لهؤلاء أنه إذا كان الأمر كما يزعمون فالأولى بهم أن ينتحروا من الآن اختصارًا للوقت والمجهود. أما إذا تغلبت غريزة حب البقاء فيهم فكرهوا مشورتي فليسمحوا لي أن أعتقد أن هذه الغريزة ذاتها — وهي من أقوى الغرائز في الجنس البشري — إذا أضيف إليها التعقل والحصافة اللذان سينشآن حتمًا عن زيادة المعرفة البشرية، فمن شأنها أن تخول لنا النظر إلى مصيرنا بعين المتفائل المطمئن.

اللغة العربية كأداة علمية

تجتاز اللغة العربية في عصرنا الحالي مرحلة من مراحل تطورها سيكون لها أثر واضح في مستقبلها. فاللغة التي كان عرب البادية يتكلمونها بسليقتهم فيصفون بها حياتهم ويعبرون بها عن مشاعرهم في صحرائهم وبين إبلهم وآرامهم والتي صارت بعد ذلك لغة الكتاب والفلاسفة في عصور المدنية الإسلامية؛ يتناولون بها سائر المعاني الأدبية والفلسفية. تلك اللغة قد كُتِبَ عليها أن يصيبها الخمول فتبقى مئات السنين بعيدة عن مجهودات البشر الأدبية والفلسفية والعلمية، ثم ها نحن نراها اليوم وقد بُعِثَت من مرقدها في ثوب جديد فصارت لغة الكتابة والتأليف؛ لغة الخطابة والتعليم في عصر انتشرت فيه مدنية جديدة وعمته حضارة مستحدثة؛ تختلف في مظهرها الخارجي وفي المحمل العقلي المرتبط بها اختلافًا بيِّنًا عن حضارات القرون الوسطى. فاللغة العربية تُبْعَث اليوم كما بُعِثَ الفتية بعد أن ضُرِبَ على آذانهم في الكهف سنين عددًا، فتجد نفسها في عالم جديد موحش لا تأنس إليه ولا يأنس إليها وهو لعمري موقف نادر تقفه لغتنا لعله فريد في بابه. لذلك كان لزامًا على الأدباء والمفكرين من أهل اللغة العربية في عصرنا الحالي أن يحوطوها بعنايتهم وأن يهيئوا لها أسباب الحياة الطيبة في بيئتها الجديدة حتى تتكيف بالبيئة وتجنح إليها كما تتوثر لها البيئة وتحتويها، فاللغة كالكائن الحي في تفاعل مستمر مع البيئة التي تحيط به فإما تلاءَما فاشتد الكائن وتكاثر ونما، وإما تنافرا فاضمحل وتضاءل وهلك.

وإذا نحن قارنا البيئة الفكرية الحديثة بما كانت عليه في أيام ازدهار الحضارة العربية، فلعل أول ما يسترعي نظرنا من الفوارق تغلُّب الروح العلمية على تفكيرنا الحديث. فالمدنية الحالية كما يُدَلُّ تاريخيًّا مدنية علمية، مدنية كشف واختراع، مدنية استنباط وتحليل، ولذا كان مظهرها الخارجي غاصًّا بالآلات والعدد تكتنف الناظر إليها

عن اليمين وعن الشمال. فلا عجب أن تشعر لغة العيس والسهام بوحشة بين الطيارات والمدافع الرشاشة. ومما لا شك فيه أن التقدم الذي حدث بمصر وفي سائر البلاد العربية في العصر الحالي قد كان من شأنه العمل على المقاربة بين اللغة العربية الحديثة وبين بيئتها. فمن ناحية قد تطورت اللغة بأن دخلت عليها كلمات وعبارات مستحدثة نشأت الحاجة إليها، كما تغيرت معاني الألفاظ ومدلولات التراكيب بما يتفق والتفكير الحديث، وهُجِرَت الألفاظ الغريبة علينا أو التي لا لزوم لها، فنشأ عن ذلك تهذيب في اللغة قربها إلى عقولنا وساعد على حسن استخدامها. ومن ناحية أخرى بانتشار التعليم بين طبقات الأمة وبزيادة تبحر متعلميها في مختلف العلوم والفنون قد انتشرت الألفاظ والتراكيب العربية وشاع استعمالها في طول البلاد وعرضها، كما تكوَّنت طوائف من العلماء والمفكرين بيننا يكتبون ويخطبون ويؤلفون في سائر العلوم والفنون، فنشأت ثروة من الأدب العلمي والأدب الفني الحديثين يصح أن تُتَّخذ مرجعًا لعلماء اللغة في دراستهم للغة العربية الحديثة. إلا أننا مع ذلك لا نستطيع أن نزعم أن الشُّقَّة بين اللغة وبيئتها قد تلاشت تمامًا. فلا تزال هناك مدلولات عديدة لم تتسع اللغة للتعبير عنها بحيث يشعر المتعلم منَّا بنقص في لغته عندما يحاول الكلام في كثير من المواضيع العلمية والفنية. كما أنه من ناحية أخرى يوجد نقص كبير في عدد المتعلمين الذين يحسنون الكتابة أو الخطابة بلغة متفق على صحتها.

وبعبارة أخرى كل ما يمكن أن يقال أن اللغة العربية الحديثة لا تزال في دور التكوين.

لو أتيح لنا أن ننظر إلى مستقبل اللغة العربية فتُرَى ماذا نجد؟ هل نجد لغة واحدة يكتبها ويتكلمها المتعلمون من أهل مصر وأهل العراق وأهل الشام وغيرهم من الأمم العربية بفروق ضئيلة؛ لا تزيد على الفروق بين لغة أهل أستراليا ولغة أهل إنجلترا. وهل تكون هذه اللغة قريبة من اللغة العربية التي أكتبها الآن قرب لغة الإنجليزي المتعلم الآن من لغة شكسبير؟ أم هل نجد لغات مختلفة، لغة في مصر وأخرى في العراق وأخرى في لبنان، مثلها كمثل اللغة الألمانية واللغة السويدية واللغة الهولندية في تقاربها وتباعدها، كل لغة متأقلمة بلهجة أهلها ولا صلة بين أيها وبين لغة هذا المقال إلا كالصلة بين اللغة الألمانية واللغة اللاتينية. وبعبارة أخرى هل ستحيا اللغة العربية وتنتشر أو ستموت وتندثر وتحل محلها لغات أخرى! إن مآل اللغة العربية في مستقبلها متوقف علينا نحن اليوم. فاللغة كما قَدَّمْتُ في دور التكوين ولذا ففي يدنا قتلها وفي يدنا إحياؤها. أما قتلها

فيكون بالجمود بها عن تطورها الطبيعي كما يكون بعدم التعاون بين الأمم المختلفة من أهلها على توحيدها والمحافظة على وحدتها. وأما إحياؤها فيكون بالتبصُّر والحكمة وحسن الرعاية والتمشي بها في السبيل الطبيعي لرقيها كلغة حية واحدة ومن حسن الحظ أن لدينا اليوم من الوسائل ما نستطيع به المحافظة على لغتنا في مصر وفي سائر البلاد العربية، فانتشار المطبوعات وسهولة الانتقال من بلد إلى أخرى والإذاعة اللاسلكية كل هذه عوامل قوية على توحيد اللغة وتعميمها إذا نحن أَحْسَنَّا استخدامها وتنظيمها.

ولست أتعرَّض في هذا المقال للغة الأدبية بل أترك ذلك لأبنائنا وكُتَّابنا وإنما أريد أن أشير إلى بعض الصعوبات التي تصادف لغتنا اليوم كأداة للتعبير العلمي. فمن جهة لا تزال كمية التأليف العلمي في مصر وفي الأقطار العربية ضئيلة بحيث لا يمكن بحال ما أن تُعْتَبَر ممثلة لحالة العلم في العالم اليوم، ومن ناحية أخرى يعوز المؤلفات العلمية الموجودة التهذيب كما يعوزها التجانس في المصطلحات، فكثير من المدلولات العلمية لا توجد الصيغ اللفظية لها، وبعض المدلولات توجد لها صيغ إما ضعيفة أو غير صالحة، كما أنه توجد في بعض الأحايين صيغ متعددة للمدلول الواحد مما يؤدي إلى نوع من الفوضى في أدبنا العلمي يجب علينا تلافيها. والطريقة المُثلى للتقدم تكون بتأليف لجان من الإخصائيين لمراجعة المؤلفات الموجودة وتهذيبها والعمل على تجانسها كما تكون بتكليف القادرين منَّا وتشجيعهم فرادى ومجتمعين على وضع المؤلفات في مختلف الفروع العلمية حتى تتألَّف لنا ثروة من الأدب العلمي يصح أن يعتمد عليها علماء اللغة في استخلاص المصطلحات والعبارات العلمية في لغتنا الحديثة وتحديد معانيها ومدلولاتها بمعاونة العلماء الإخصائيين في ذلك. ويجب أن أذكر بهذه المناسبة أن من العبث أن يحاول علماء اللغة وضع المصطلحات العلمية وضعًا قبل ورودها في المؤلفات العلمية وشيوع استعمالها فإن ذلك يكون من باب التسرع وقلب النظام الطبيعي لتطور اللغة وهو في الغالب مجهود أكثره ضائع إذ لا يمكن التنبؤ بما إذا كان مصطلح من المصطلحات سيبقى ويدخل في صلب اللغة أو سيموت ويحل غيره محله.

بقيت نقطة أريد أن أتعرَّض لها وهي العلاقة بين المصطلحات العربية ومصطلحات اللغات الحية الأخرى. ففي رأيي أنه من الجائز استعمال مصطلح أجنبي في لغتنا — بعد تحويره ليتفق مع ذوق اللغة وأوزانها — بشرط أن يكون هذا اللفظ مستعملًا في جميع اللغات العلمية الأخرى أو في معظمها. ومثل هذه الألفاظ تكون في الغالب مشتقة من أصل إغريقي أو لاتيني لا جناح علينا نحن إذا اشتققنا منه كما اشتق غيرنا. أما الألفاظ

الأجنبية المقصورة على لغة واحدة أو لغتين فرأيي أن يكون لها عندنا لفظ عربي مرتبط بأدبنا وتفكيرنا.

ولا يتسع المجال لزيادة التفصيل، فليس المراد من هذا المقال أن أُدْخِلَ القارئ في مسائل فنية هو في غنًى عن بحثها وإنما أرجو أن أكون أثرت من نفسه الاهتمام بهذا الموضوع الذي هو من أهم المواضيع المرتبطة بحياتنا وتقدُّمنا.

العلم والشباب

أذكر أنه عندما أُنشئت كلية العلوم في أكتوبر سنة ١٩٢٥م تقدَّم إليها بالضبط طالب واحد! وسعينا في ذلك الوقت إلى اجتذاب الطلاب من المدارس العليا إلينا بوسائل الترغيب، فنزح إلينا بضعة عشر طالبا. واليوم قد صار عدد المتقدمين لدخول الكلية يُعَدُّ بالمئات ولم يعد البناء يتسع لهم. كذلك الحال في التعليم الثانوي. فعدد طلبة العلوم في المدارس أضعاف ما كان عليه منذ عشر سنين. وإذن فالشباب متجه إلى العلم تدفعه غريزة صادقة لعلها غريزة المجتمع لوقاية نفسه والمحافظة على حياته. فنحن نعيش اليوم في عالم من المخترعات، عالم من الآلات والأجهزة كلها أساسها العلم. ودفاع المجتمع عن حياته بل إن حياته ذاتها قد صارت متوقفة على درجة اتقانه استخدام هذه المستحدثات. ومصر في هذا المضمار لا تزال في مؤخرة الأمم رغم ما قطعته من شوط بعيد في تقدمها الحديث. وشباب مصر هو أملها ورجاؤها، ولذلك كان اتجاهه إلى دراسة العلوم فألًا حسنًا وبشير نصر وخير.

على أن دراسة العلوم ليست مجرد شيء مادي قوامه الحديد والنار والغاز والكهرباء بل إن لطالب العلم والمشتغل به صفات روحية هي أساس نجاحه بل هي سر وجوده. فطالب العلم طالب حقيقة، ومن طلب الحقيقة أحب الحق ومن أحب الحق صدق ومن صدق اتصف بالأمانة، ومن كان أمينًا كان نزيهًا، ومن كان نزيهًا كان شجاعًا ومن كان شجاعًا كان ذا مروءة.

هذه سلسلة من الصفات كلها أساسية في طالب العلم والمشتغل به أردت أن أذكرها في هذا المجال مخافة أن يلتبس أمر العلم على الشباب فيظن أنه مجرد أجهزة وآلات وفنون ومخترعات وليذكر الشباب — بل ولنذكر جميعًا — أن على فهم هذا الأساس الروحي للعلم يتوقف مصير مصر بل ومصير الأسرة البشرية بأسرها.

الحياة العلمية في مصر

أبدأ بتحديد معنى العلم إذ إن هذا اللفظ يُسْتَخْدَم في بعض الأحايين للدلالة على معانٍ غير المعنى الذي اصْطُلِحَ عليه في الأوساط الأكاديمية وهو المعنى المقصود في هذا المقال.

فالعلم مجموعة من الدراسات لها غرض ثابت ومنهاج واضح ودائرة محددة. فأما عن الغرض فهو الوصول إلى المعرفة. وأما عن المنهاج فإن العلم يستخدم في بحثه نتائج الخبرة المباشرة عن طريق الحواس كما يستخدم التفكير المنطقي المنظم. وأما عن دائرة العلم فهذه هي الطبيعة أو هي كل ما يمكن أن يُشَاهدَ بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، هذه الأمور الثلاثة على بساطتها كثيرًا ما تغرب عن بال من يتعرضون للكلام عن العلم والعلماء، وتنقسم العلوم إلى أقسام مختلفة تبعًا لموضوعاتها، فعلم الفلك مثلًا موضوعه الأجرام السماوية وحركاتها في الفضاء وصفاتها الطبيعية، وعلم الكيمياء موضوعه المركبات والعناصر وطرائق تألُّفها وتفرقها، وعلم النبات موضوعه النبات، وعلم الحيوان موضوعه الحيوان، وهكذا. على أن تقسيم العلوم إنما هو أمر اعتباري، فالطبيعة متصلة الأجراء، ولذلك فالعلم متصل الأجزاء، والعلم بالمعنى الذي وضَّحته يُسَمَّى في بعض الأحايين بالعلم البحت تمييزًا له عن العلم التطبيقي أو التكنولوجيا، والعلاقة بين العلم البحت والعلم التطبيقي تشبه العلاقة بين العلم والعمل؛ فالكيمياء مثلًا أحد العلوم البحتة فهي دراسات يُقْصَد بها معرفة تفاعلات العناصر والمركبات معرفة موضوعية، والعلم الكيميائي إنما يفي بالوصول إلى هذه المعرفة، والكشوف الكيميائية إنما هي الزيادة في هذه المعرفة. أما الكيمياء الصناعية فعلم تطبيق يُقْصَد به تطبيق الكيمياء على الصناعة واستخدام نتائج العلم البحت في خدمة الصناعات البشرية، فالعلوم التطبيقية إذن ليست علومًا بالمعنى الصحيح وإنما هي صناعات أو فنون أو هي كما يسميها

الإفرنج تكنولوجيا، ومن أبسط الأمثلة على ذلك العلاقة بين هندسة أقليدس وبين فن المساحة أو صناعة المسَّاحين، فأقليدس كما درسناه في المدارس الثانوية مجموعة فن القضايا مستنتجة من تعاريف وبديهيات أولية تعنى بدراسة الفضاء الذي نعيش فيه وبخواص هذا الفضاء الذاتية. فهي علم بحت بل لقد قيل إنها تفكير بحت، أما صناعة المساحين فأمر آخر يُقْصَد به تجزئة الأراضي بنسب معلومة بين ملاكها أو رسم خرائط يُرْجَع إليها في خدمة المصالح البشرية.

ونحن إذا رجعنا إلى تاريخ العلوم وجدنا أن اشتغال الناس بالعلوم البحتة وطلب المعرفة لذاتها قديم كقدم المدنية البشرية، فالمصريون والبابليون والإغريق والعرب بحثوا عن الحقيقة الموضوعية شغفًا بها ورغبة فيها، وليس هذا بغريب إذ إن الطفل في حداثته شغوف بطلب المعرفة وَلُوعٌ بمعرفة ما لم يكن يعرف. هذا التعطُّش إلى إدراك الحقيقة جزء لا يتجزأ من النفس البشرية يلازم الإنسان من مهده إلى لحده، وهو قوة يستخدمها المربون في تعليم النشء وتثقيفه كما أنه عامل أساسي في تطور العمران، على أنه إذا كان حب المعرفة متأصِّلًا في نفوس الناس جميعًا فإن التفرغ للعلم والعناية به وقدره حق قدره من مميزات الخاصة دون العامة من الناس، فمن لم يتذوق حلاوة العلم في صغره شب جاهلًا، بل إن الكثيرين ممن تعلموا ووصلوا إلى درجة لا بأس بها من المعرفة قلما يجدون في العلم متعة أو لذة فكرية، ومن أصعب الأمور على العالِم أن يقنع الجاهل بقيمة العلم. كما أن من أصعب الأمور على قواد الفكر في أمة جاهلة أن يقودوا الرأي العام فيها نحو الاهتمام بالعلم وهم يلجئون في الغالب إلى نوع من التحايل البريء ليصلوا إلى أهدافهم، فالجاهل لكي يقتنع يطلب شيئًا ماديًّا يقتنع به وإذن وجب لإقناعه بمزايا العلم أن تُتَرْجَم هذه المزايا إلى أشياء مادية ملموسة يفهمها أصحاب المتخيلات الضيقة.

وفي العصور الماضية من تاريخنا وعلى وجه الخصوص في العصر الإسلامي كان الحكَّام والأمراء يقرِّبون العلماء ويعترفون بفضلهم وييسرون لهم عيشهم لكي يتمكنوا من القيام بواجبهم السامي في خدمة العلم، ولولا ذلك لما ازدهرت العلوم في العصر الأموي والعصر العباسي، ولما خلد العرب لأنفسهم ما خلدوه من فضل على العلوم. وكانت الحياة العلمية في الأمة ناضجة قوية، ولو أنها كانت محصورة في دائرة من خاصة الناس فكانوا يغشون مجالس العلماء ويختلفون إليها، وكان ذلك كله مظهرًا من مظاهر الحياة العلمية في الأمة.

ولما انتقلت معارف العرب إلى الإفرنج في أوروبا نهجوا نهج العرب وقام أمراؤهم وملوكهم باحتضان الحركة العلمية وتشجيعها فأُسِّسَت الجامعات في القرون الوسطى

وخاصة في القرنين الثاني عشر والثالث عشر، ثم تلا ذلك النهضة الفكرية في أواخر القرن الخامس عشر وأوائل السادس عشر فأُنْشِئَت المجامع العلمية في القرن السابع عشر، وازدادت الحياة العلمية والفكرية نشاطًا وحركة بين الأوروبيين حتى وصلت إلى ما هي عليه في عصرنا الحالي.

ونحن في مصر ماذا كان حظنا من هذا كله؟ من المُسَلَّم به أننا قمنا بنصيب حسن واشتركنا اشتراكًا جديًّا في تقدم العلم في عصور الحضارة المختلفة الماضية، بل إن من المؤرخين من يجعل للمصريين القدماء فضل السبق في استنباط العلوم ووضع أسس الحضارة البشرية، وسواء أصح هذا الرأي أم لم يصح، فلا شك في أننا قمنا بدور هام في تاريخ العلوم منذ فجر التاريخ حتى نهاية العصر الإسلامي، أي إلى نحو القرن العاشر أو الحادي عشر الميلادي. كما أنه مما لا شك فيه أيضًا أنه قد أتى علينا حين من الدهر لم يكن عملنا العلمي فيه شيئًا مذكورًا، وهذا الحين يمتد ما يقرب من ألف سنة من القرن العاشر إلى القرن العشرين على وجه التقريب، فكأنما ضُرِب على آذاننا سنين عددًا. ولا أحاول اليوم أن أبحث في أسباب هذه الغفلة الطويلة وإنما أكتفي بالإشارة إليها كأمر واقع. على أنه لا بد لي في هذا الصدد من الإشارة إلى ما بُذِلَ من جهود صادقة في النصف الأول من القرن الماضي لبعث الحياة العلمية في مصر في عصر المغفور له محمد علي الكبير، فمن المعلوم أنه قام بمجهود جبار لإحياء العلوم بيننا، وأنه أرسل البعوث العلمية إلى أوروبا، وأنه نجح فعلًا في تخريج نفر غير قليل من العلماء المصريين. ولو أن هذه الحركة اتسعت وانتشرت لكان حاضرنا العلمي خيرًا مما هو الآن بكثير، ولكان في استطاعتي أن أتحدث عن مستقبلنا العلمي حديثًا آخر يرتكز إلى حاضر مجيد، ولكن الظروف قد شاءت أن تخبو النار التي أُوقِدَت وأن يُوَارَى أوارها، فكانت الحياة العلمية في مصر في أول القرن العشرين هي في أول القرن التاسع عشر، وكأنما أضيف قرن آخر إلى مرحلة سباتنا العلمي أو على الأصح كأنما تحركنا فرجعنا إلى حيث بدأنا.

وإن من واجب كل مشتغل بالحركة الفكرية في مصر اليوم أن يوجِّه عناية خاصة إلى دراسة هذه التجربة الفاشلة في حياتنا العلمية في القرن الماضي، وليس يكفي أن ننسبها إلى ضعف سياسي أو اضمحلال خلقي، ولو أن هذين العاملين لهما ولا شك أثر بليغ فيما حدث، بل يجب أن ندرس الوسائل التي اسْتُخْدِمَت والجهود التي بُذِلَت، وأن نعرف حقيقة أهدافها، ثم علينا بعد ذلك أن نستنبط الأسباب المباشرة لاضمحلال الحركة وعقمها؛ ليكون لنا من تاريخنا الحديث نبراس نستضيء به في توجيه جهودنا الحالية.

وفي الحق أن إنشاء حركة علمية وتغذيتها وإنماءها لكي تقوم وتشتد، وأن غرس شجرة المعرفة في أمة لكي تكون شجرة طيبة أصلها ثابت تؤتي أُكُلها، أن هذا كله ما كان يومًا ما من الهنات الهينات وليس يكفي أن يقال إننا أنشأنا كيت وكيت من المعاهد العلمية أو شيَّدنا هذا وذاك من دور العلم والتعليم أو أرسلنا البعوث أو اعتمدنا الميزانيات، كل هذا وإن كان لازمًا إلا أنه غير كافٍ فمن السهل التغرير بالأمة في هذه الشئون كما هو من السهل التغرير بها في شئونها الأخرى، وخاصة إذا كانت الأغلبية الساحقة من هذه الأمة لا تزال على فطرتها البريئة. فسياسة المظاهر شيء وسياسة البناء الثابت شيء آخر، ولست أزعم أن فشلنا العلمي في القرن الماضي يرجع إلى سبب بالذات فهو في الغالب وليد ظروف متعددة أترك للمؤرخين تقديرها إلا أن من المحقق أن التجربة قد أخفقت، كما أن من المحقق أيضًا أن لنا في إخفاقها عظة بالغة.

ذكرت في أول حديثي أن للعلم هدفًا واحدًا هو المعرفة والأمم المتحضرة اليوم تتسابق في ميدان المعرفة وتتنافس تنافُسًا شديدًا، فالجامعات والمجامع العلمية في أنحاء المعمورة في جد متواصل تبحث وتنقب وتتبارى في مضمار البحث العلمي، والمجلات والنشرات التي تُخَصَّصُ لهذه البحوث تُعَدُّ بالألوف كل عام. هذه المجلات يطلع عليها العلماء والباحثون ويسجلون فيها نتائج تجاربهم وآراءهم العلمية، لا فرق في ذلك بين أمريكي وياباني أو بين إنجليزي وفرنسي فهي بمثابة مؤتمر دائم للعلوم يوحد بين وجهات النظر ويمحص الآراء ويعمل على تقدُّم العلم. وإنما تقاس الجهود العلمية لأمة بمقدار ما تنتجه في هذا الميدان فهو عنوان حياتها العلمية ومعيار رقيها الفكري. هذه المجلات التي تحوي خلاصة التفكير العلمي لا يقرؤها الرجل العادي ولا يعلم بوجودها، وإن هو قرأها فإنه لا يكاد يفقهها لاحتوائها على رموز ومصطلحات ليس لها مفهوم في ذهنه. ويحدث في بعض الأحايين أن تنشر الجرائد اليومية خبر منح جائزة نوبل إلى فلان من العلماء، فإذا قرأنا مثل هذا الخبر فإن معناه أن أعمال هذا العالم المنشورة في هذه المجلات قد وصلت إلى الحد الذي يجعل صاحبها في مصافِّ المبرزين من العلماء، ويحدث كذلك أن نسمع باسم عالم أو باحث مقترنًا برأي يُنْسَب إليه كأن نسمع باسم إينشتين مثلًا مقترنًا بالنظرية النسبية، فإذا حدث ذلك فإن معناه أن الأبحاث التي نشرها هذا العالم في هذه المجلات والآراء التي أدلى بها قد وصلت إلى الحد الذي يجعل صاحبها قائدًا من قواد التفكير العلمي وأن الرأي المنسوب إليه قد صار رأيًا يُعْتَد به بين العلماء. ولعل هذين المثالين هما مبلغ ما يصل إليه علم الرجل العادي عن حركة التقدم العلمي، وليس معنى هذا أن نهر المعرفة يجري

في الظلام أو أن العلم قد أصبح نوعًا من السحر أو الطلاسم الخفية بل بالعكس أن من أميز مميزات البحث العلمي إباحته لكل فرد قادر ونشر نتائجه نشرًا حرًّا دون أية رقابة ودون أن يكون للناشر أو المؤلف أي حق من حقوق النشر أو التأليف فهو عمل يُقْصَد به وجه العلم ولا تُرْجَى من ورائه أية فائدة إلا التنافس المشروع بين العلماء. من هذا الوصف الموجَز يتضح للقارئ أن المقاييس التي يقاس بها تقدم العلم اليوم بعيدة كل البعد عن أن تكون محلية، فالعالم لا يتحدد مركزه العلمي بنسبته إلى أمة من الأمم بل بنسبته إلى مستوى عالمي لا يختلف في الصين عنه في الهند ولا في أمريكا عنه في إنجلترا. ونحن إذا أردنا لحركتنا العلمية نموًا واطرادًا وجب علينا أن نتخذ هذه المقاييس العالمية أساسًا لنا، فليس يكفي أن يكون فلان من الناس قد اشْتُهِرَ بين قومه بعلمه الواسع، وليس يكفي أن يكون شاغلًا لمنصب سامٍ، وليس يكفي أن يكون حائزًا للقب عالٍ، فإن الشهرة المحلية واللقب والمنصب بعيدة كل البعد عن أن تكون مقياسًا للعلم والعلماء، وقد كنَّا إلى عهد قريب نغتر بالمظاهر فلا نكاد نفرق بين كبر العمامة واتساع العلم. والادعاء في العلم كالادعاء في غير العلم ظاهرة معروفة يزداد خطرها بازدياد الجهل في الأمة وتفشي الأمية فيها. فعلينا إذن أن نحوط حياتنا العلمية بسياج منيع يحميها من الدخلاء والمفسدين. وإذا كان من الجائز أن يدخل التصنع والادعاء في حياتنا السياسية دون أن يفسدها تمامًا أو إذا جاز أن يحدث ذلك بقدر محدود بين الأدب والأدباء فإن حدوثه في الميدان العلمي فيه القضاء التام على كل أمل في مستقبل العلم في مصر، فالعلم أساسه الحقيقة والباطل لا يأتلفان. وفي البلاد المتحضرة توجد مجامع علمية تشرف على حركة تقدم العلم بين أبنائها وتقدر كل مجهود لإنماء العلم قدرًا حقيقيًّا منزهًا عن كل شهوة، وهي التي يرجع إليها في تقدير أعمال العلماء، كما أنها بعيدة عن كل مؤثر من شأنه أن يفسد عليها حكمها. وفي رأيي أن أول ما يجب أن يحتوي عليه برنامجنا العلمي هو إنشاء مجمع علمي على هذا النمط، بل يجب أن يحدث ذلك على الفور ودون أي تريث حفظًا لكيان العلم بيننا وصيانة لمستقبله. هذا المجمع يجب أن لا يدخله إلا من وصل إلى المرتبة العلمية الرفيعة التي تخول له الانضمام إلى مجامع البلاد المتحضرة. والمعايير التي نستخدمها في ذلك يجب أن تكون عالمية لا محلية، كما أن نظام المجمع يجب أن يكون بحيث يمكنه من أداء مهمته في هدوء واستقرار بعيد عمَّا يكتنف حياتنا اليوم من عوامل الاضطراب، ولذلك يجب أن يتمتع المجمع باستقلال تام لا يخضع في عمله لرقيب إلا الضمير العلمي الحي الذي يجب أن يتحلى به كل عضو من أعضائه،

وإذا رجعنا إلى تاريخ الحركة الفكرية في أوروبا فإننا نجد أن إنشاء المجامع العلمية قد اقترن بالحياة الفكرية الحديثة منذ نشأتها، فالمجمع العلمي في إنجلترا وهو الذي يُسَمَّى «الجمعية الملكية» بدأ حياته منذ سنة ١٦٤٥م وأسس بصفة رسمية عام ١٦٦٠م حين أصدر الملك شارل الثاني ملك إنجلترا مرسومًا ملكيًّا بإنشائه، وأنشئ المجمع الفرنسي قبل ذلك بقليل، وأنشئت المجامع في برلين وفينا وروما وغيرها من عواصم أوروبا حوالي نفس الوقت، ولولا إنشاء هذه الهيئات لما وصل العلم إلى ما وصل إليه اليوم من تقدم وقوة، بل إنني لا أغالي إذا قلت إنه لولا إنشاء هذه المجامع العلمية لما تقدم العلم تقدمًا يُذْكَر.

سأنتقل بالقارئ إلى ناحية أخرى من نواحي حياتنا العلمية وهي الجامعات. والجامعات أقدم من المجامع العلمية، يرجع عصر إنشائها في أوروبا كما قدمت إلى القرنين الثاني عشر والثالث عشر، فهي معاهد تنتمي إلى القرون الوسطى وترتبط ارتباطًا وثيقًا بعصر الحضارة الإسلامية. وقد اعتاد مؤرخو الإفرنج أن ينسبوا نشأة الحركة الفكرية في أوروبا نسبة جزئية إلى سقوط القسطنطينية وخروج الكتب منها إلى أنحاء القارة الأوروبية إلا أن المنصفين منهم قد بدءُوا يعيدون النظر في هذا الرأي المبني على شيء كثير من التحيز فالقسطنطينية سقطت عام ١٤٥٣م والاتصال الفكري بين الشرق والغرب سبق هذا التاريخ بأكثر من خمسة قرون، فمن الثابت أنه في النصف الأول من القرن التاسع أرسل قيصر الروم في القسطنطينية إلى الخليفة المأمون في بغداد مجموعة كبيرة من المخطوطات الإغريقية فقام العرب بترجمة هذه الكتب ثم نُقِلَت هذه التراجم العربية إلى اللغة اللاتينية واسْتُخْدِمَت في التدريس في معاهد العلم الأوربية في القرنين العاشر والحادي عشر وما بعدهما. وقد أُنْشِئَت جامعة باريس حوالي عام ١١٦٠م وأكسفورد حوالي عام ١١٧٠م وتولوز عام ١٢٣٣م ومونبلييه عام ١٢٨٩م وفينا عام ١٣٦٤م وهايدلبرج عام ١٣٨٥م، وتلا ذلك إنشاء جامعات أخرى، على أن بعض الجامعات الأوروبية يرجع تاريخه إلى ما قبل ذلك بكثير، فجامعة سليرنو بإيطاليا يرجع تاريخها إلى القرن التاسع، وبولونيا إلى أواخر القرن العاشر، أما جامعتنا الأزهرية فيرجع تاريخها كما هو معلوم إلى أوائل القرن العاشر الميلادي. واللفظ اللاتيني Universitas كان في الأصل يستخدم للدلالة على جماعة أو هيئة، فإذا أُرِيدَ به الجامعة أضيفت إليه عبارة نحو Megistrorum et Scholarium للدلالة على معنى العلم والتدريس، ثم تطور الحال حتى صارت الكلمة تدل بذاتها في أواخر القرن الرابع عشر على الجامعة بالمعنى الذي نفهمه اليوم.

وكانت الجامعات تُعْرَف على أنها مدارس عامة Studium Generale وكانت مبانيها على نمط يُقْصَد من ورائه حماية الطلبة والأساتذة باجتماعهم في صعيد واحد مع المحافظة على الأغراب منهم الذين كانوا يأتون من بلاد بعيدة لتلقي العلم على النحو المألوف عندنا في الأزهر الشريف. وقد استقر أمر الجامعات واستتبت نظمها في القرون الوسطى ومنحها الملوك والبابوات حمايتهم ورعايتهم وأصدروا المراسيم بإنشائها وتنظيمها. فالجامعات إذن في أوروبا ليست وليدة النهضة العلمية بل سابقة لها ومؤدية إليها، وهي لم تقم على الثورة الفكرية بل على شيء آخر هو أقرب ما يكون إلى الرزانة التي يتميز بها رجال الدين وإلى الثبات والتؤدة والسير على وتيرة واحدة، وكانت الروح المتغلبة هي روح التقوى وروح الطاعة وروح النظام. كما أن نظمها كانت تنطوي على نفس هذه الروح فتجعل الأساتذة طبقات أو درجات، منها الكبير ومنها الصغير، وتوجِّب على ذي الدرجة الصغيرة احترام ذي الدرجة الكبيرة، فالحاصل على الدكتوراه مميز على غيره يرتدي أردية خاصة حمراء اللون تشبه أردية الأساقفة ويحضر مجالس خاصة لا يحضرها غيره.

هذه الأرستقراطية العلمية كانت ولا تزال من أظهر صفات الجامعات وألزمها لكيانها، ففي أكسفورد وكمبردج مثلًا نجد روح المحافظة على التقاليد ظاهرة في الحياة الجامعية حتى يومنا هذا، والحاصل على درجة جامعة مميز على غيره له حقوق ليست لهم، وهو يشعر بهذا الامتياز على غيره، كما أنهم يشعرون بامتيازه عليهم، وما الأردية الجامعية إلا رمز على هذا التميز. والنظام الجامعي الحديث نظام دقيق يجمع أعضاء الجامعة في أسرة واحدة، ويجعل على كلٍّ واجبات نحو هذه الأسرة، ويعاقب من يخرج على النظم الموضوعة أو يثور عليها. إلى جانب هذا يوجد احترام متبادل بين أفراد الأسرة الجامعية صغيرهم وكبيرهم، وتوجد حرية صحيحة قوامها هذا الاحترام المتبادل وليس لأحدٍ أن يتعرض لحرية غيره في القول أو في العمل ما دام النظام محفوظًا. وحرية القول أو حرية الفكر أمر مقدس في نظر الجميع كما أن لكلٍّ حرية مكفولة في العمل على إقناع غيره برأيه ما دامت وسائل الإقناع متمشية مع النظام الجامعي، وفي معظم البلاد المتحضرة تكفل الدولة هذه الحرية الجامعية وتعمل على صيانتها. فالجامعات الحديثة إذن تجمع بين صفتين متكاملتين: النظام الدقيق والحرية. أقول متكاملتين لأنه لا غنى لإحداهما عن الأخرى، بل لا خير في إحداهما بغير الأخرى، فحيث لا يوجد النظام تكون الحرية فوضى وحيث لا توجد الحرية يكون النظام استعبادًا.

ونحن في مصر قد قمنا بتشييد جامعة على النمط الأوروبي الحديث فعلينا أن نحتفظ لها بحريتها وأن نكفل لها نظامها ومن الصعب بل لعله من المستحيل على من لم يتعلم

تعليمًا جامعيًّا أن يتفهم حقيقة النظم الجامعية فالنظام الجامعي كأي نظام آخر لا يعرفه إلا من خبره.

وتقوم الجامعات بنصيب وافر في تقدم العلم، فالأستاذ في الجامعة يشعر أن أول واجب عليه متابعة البحث العلمي ويضع هذا الواجب فوق واجباته الأخرى كإلقاء الدروس وتنظيم الدراسات وما إليها، وجميع أساتذة الجامعات أعضاء في المجامع والجمعيات العلمية المختلفة كل في دائرة تخصصه، ولا يقتصر الأستاذ على متابعة أبحاثه الخاصة بل عليه أن يكون ملهمًا لغيره ممن هم دونه في المرتبة العلمية ومشرفًا على بحوثهم ومرشدًا لهم، ولذلك لا يصل الأستاذ إلى كرسي الأستاذية إلا بعد أن يثبت قدرته على البحث العلمي المبتكر وعلى إرشاد غيره فيه.

فأعضاء هيئة التدريس في كل فرع من فروع العلم يؤلِّفون أسرة رئيسها الأستاذ صاحب الكرسي تعمل كوحدة متماسكة في ميدان البحث العلمي يسترشد صغيرها بكبيرها، ويتعاون الجميع على البحث والابتكار.

وميدان التنافس بين الجامعات هو ميدان البحث. والتفاضل بين الجامعات إنما يكون على أساس تبريز كل منها في هذا الميدان. فليست الجامعة باتساع مبانيها ولا بوفرة عدد أساتذتها ولا بكثرة طلابها، بل برفعة شأنها العلمي بين نظيراتها. وإذن فعلينا أن نحتفظ لجامعتنا بمركزها العلمي وأن نعمل على رفع شأنها في ميدان البحث والابتكار وألا نسمح لمستوى أساتذتها العلمي بأن ينخفض قيد أنملة عمَّا يجب أن يكون عليه.

على أن الجامعة وإن أمكن تصورها كمجموعة من الأساتذة والباحثين، إلا أن لها ناحية أخرى، لعلها أبرز في نظر الجمهور وأكثر ارتباطًا بالحياة اليومية، وهي ناحية كونها مدرسة لتثقيف النشء وإعداده. فالنشء يطلب العلم وهو يطلبه كغاية كما يطلبه كوسيلة وعلينا أن نجيبه إلى طلبه، والجامعات الحديثة تنظم الدراسات المختلفة وتنوعها وتلحظ في عملها هذا إعداد النشء لنواحي الحياة وضروبها، وليس في مقدور أمة اليوم أن تحتفظ بمقامها بين الأمم إذا هي لم تعمل على إعداد نشئها إعدادًا علميًّا صحيحًا، ومن الخطأ كل الخطأ أن نصرف الشباب عن العلم أيًّا كانت حجتنا في ذلك، فالعلم خير محض وهو إلى هذا كما يقول الإنجليز قدرة تمكن صاحبها من تذليل الصعاب ومقابلة الأحداث. والتعليم العالي لا يجوز قصره على غرض واحد هو التبحر في العلم والابتكار فيه فإن هذا إنما يُتَاح للأقلية الضئيلة ممن يتعلمون تعليمًا عاليًا، أما الأغلبية الساحقة فيجب أن تنوع لها الدراسات التي تمكنها من العمل المنتج في سائر المرافق فالزارع والتاجر

والصانع والطبيب والمهندس في حاجة إلى العلم ليتمكنوا من القيام بواجبهم. وإذا لم يتسع التعليم الجامعي لكل هؤلاء، فالواجب إنشاء مدارس عليا تقوم بتثقيف النشء في هذه السبل المختلفة، وكثير من الجامعات الأوروبية الحديثة نشأ كمدارس عاليًا تخدم أغراضًا خاصة، فجامعة ردنج نشأت كمدرسة عالية للزراعة ثم تطورت وارتفع شأنها حتى صارت جامعة تمنح درجات وتتنافس مع غيرها في ميدان البحث العالمي. وفي النظام المتبع في القارة الأوروبية تقوم مدارس فنية عاليًا تسمى Technische hochschule «تكنشه هوخ شوله» بإعداد النشء لجميع الأعمال الفنية والهندسية وفي لندن توجد الكلية الإمبراطورية للعلوم والتكنولوجيا، وهي من أضخم معاهد لندن وأغناها، وهذه يُعَد فيها الطلبة في الهندسة الكهربائية والبناء والتعدين والكيمياء الصناعية وعدد آخر وفير من الصناعات ويمنحون شهادات بإتمام دراستهم دون أن يحصلوا على درجة جامعية. وفي هذه الكلية الإمبراطورية نجد الطالب الذي يقوم بهذه الدراسات الفنية جنبًا إلى جنب مع الطالب الذي يدرس للحصول على درجة جامعية. وسواء اتبعنا في مصر هذا النظام المشترك الموجود في لندن أم اتبعنا نظام القارة الأوروبية في الفصل بين الجامعات والمدارس العليا الفنية فلا شك في أن علينا أن نسلك هذا السبيل، وأن نحل هذه العقدة التي صارت مشكلة من مشاكلنا القومية. ورأيي أن إنشاء مدارس عليا مستقلة مع احتمال تطور بعضها أو كلها في المستقبل لتكون كليات جامعية هو الحل الذي يناسب ظروفنا الخاصة؛ إذ إننا نستطيع بهذه الطريقة المحافظة على مستوى عالٍ في البحث والابتكار العلمي للجامعة دون أن نصد الشباب عن التعليم العالي.

وهذا الموضوع ينقلنا بطريقة طبيعية إلى ناحية أخرى من نواحي مستقبل الحياة العلمية. ذكرت في أول هذا المقال أن الغرض من العلم واضح وهو المعرفة وأن العلم يطلب الحقيقة لذاتها، ولكن الحياة العلمية في كل أمة تصل إلى أبعد من هذا، قديمًا قيل علم بلا عمل كشجرة بلا ثمر. والتبحُّر في العلم والابتكار فيه كما قدمت إنما يُتَاح للأقلية الضئيلة. أما الأغلبية الساحقة فتطلب العلم كوسيلة لا كغاية وليس في هذا خفض من شأن العلم ولا مساس بمقامه، فالعلم منشأ لذة فكرية في ذاته وهو أيضًا قوة لحل المشكلات البشرية فلذته وقيمته مضاعفتان. والحياة العلمية بيننا يجب أن تشمل هذه الناحية التطبيقية للعلوم. كما أنه من الخطأ أن يقتصر تفكيرنا العلمي على الناحية المادية، فكذلك من الخطأ أن يقتصر على الناحية الأكاديمية، بل إني لا أعدو الحقيقة إذا قلت أن مستقبل مصر في الجيل القادم وما بعده سيُبْنَى على مقدار نجاحنا في إنشاء الروابط المتينة الحية بين العلوم البحتة والعلوم التطبيقية أو بين العلم والعمل، ولهذا يجب إنشاء هيئة أو

أكثر من هيئة لإيجاد هذه الروابط وتنميتها فمن ناحية نجد الصناعات في مصر في حاجة قصوى إلى الفنيين لحل مشكلاتها الخاصة، ومن ناحية أخرى نجد الشباب في مرحلة التعليم العالي يطالب المجتمع بعمل مفيد يؤديه، وقد كنَّا إلى عهد قريب نستقدم خبراء أجانب كلما أردنا حل مشكلة من مشاكلنا الصناعية، فدبغ الجلود في حاجة إلى خبير أجنبي، وصناعة الزجاج في حاجة إلى خبير أجنبي، والصناعات الأخرى كلها كذلك، وهذا الخبير الأجنبي كيف نشأ وكيف أُعِدَّ؟ سنجد أنه في جميع الأحوال قد تعلم تعليمًا عاليًا ثم طبَّق علمه على ناحية من نواحي الصناعة. ونحن نواقَّون إلى إنشاء صناعات متعددة بين ظهرانينا وفي كل صناعة من هذه الصناعات مشكلة أو عدة مشاكل تتطلَّب كلها الحل والشباب يتعلم العلم، فالمنطق يقضي بالجمع بين هذين الطرفين. وقد صدر مرسوم منذ أمد قريب بإنشاء معهد لهذا الغرض يُطْلَق عليه اسم المغفور له الملك فؤاد، ومنذ صدور هذا المرسوم لم يحدث شيء جدي إلى حد علمي لتحقيق الغرض المنشود منه. والمسألة في ذاتها ليست معضلة من المعضلات فهي لا تعدو الجمع بين العلم والصناعة، وفي كل أمة متحضرة نجد إلى جانب البحث العلمي البحت بحثًا من نوع آخر يُسَمَّى البحث العلمي الصناعي أو التطبيق، فكل مصنع من المصانع الكبرى به قسم خاص لبحث مشكلات الصناعة التي يزاولها، وبه معامل وعلماء متخصصون يتفرغون لحل المسائل التي تنشأ في هذه الصناعة. فكما أن تقدم العلم أساسه البحث، كذلك تقدم الصناعة أساسه البحث أيضًا. ومن الخطأ كل الخطأ أن يُظَنَّ أن في استطاعتنا الاعتماد على غيرنا في حل مسائلنا الفنية الصناعية. صحيح أننا نستطيع أن ننقل عن غيرنا الكثير من أصول الفن والصناعة ولكن المسائل الصناعية التي تنشأ لنا والتي تتطلب الحل لا مفر من الاعتماد فيها على عملنا نحن، فالظروف تتغير من بلد إلى آخر ونتائج البحث الصناعي ليست كنتائج البحث العلمي منشورة للجميع، بل إنها تحاط بسياج من التكتم فإذا نجحت وصار لها قيمة اقتصادية أُحِيطَت بسياج من الحقوق القانونية. وكثير من مشاكلنا الصناعية خاص بنا كاستخراج الثروة المعدنية الذي يرتبط بجيولوجية أرضنا، وكصناعاتنا الزراعية التي ترتبط بأنواع محاصيلنا وبظروفنا الاقتصادية.

وفي رأيي أنه يمكن البدء في تحقيق هذا الغرض بدءًا متواضعًا بتخصيص مبلغ غير كبير من المال للبحث الصناعي، فالشباب بعد أن يتم تعليمه العالي الأكاديمي يُوَجَّه نحو البحث الصناعي في معمل خاص أو في معاملنا الحالية يرشده في ذلك أساتذة متخصصون وإذا نجحت هذه التجربة واقتنع أرباب الصناعات في مصر بفائدة هذه البحوث أمكن

تخصيص مبالغ أكبر لهذا الغرض، وفي أوروبا يخصص أرباب الصناعات مبالغ طائلة للبحوث الصناعية لاقتناعهم بفائدتها، بل إن بعضهم ليخصص أمواله للبحوث العلمية البحتة لاقتناعهم بأن تقدم العلوم البحتة هو أساس التقدم الصناعي. فمثلًا نجد «السير ألفرد يارو» وهو قطب من أقطاب الصناعات في إنجلترا يمنح المجمع البريطاني في لندن مبلغ مائة ألف جنيه ليُصْرَف ريعه في البحث العلمي البحت وتُقَدَّر الأموال التي يخصصها أرباب الصناعات في إنجلترا وأمريكا للبحث العلمي بمئات الملايين من الجنيهات.

ولا بد من الإشارة إلى ناحية أخرى من نواحي حياتنا العلمية يجب علينا أن نتعهدها بالعناية في السنين القادمة هي ناحية التأليف العلمي، وأقصد بالتأليف العلمي تدوين العلوم باللغة العربية بحيث تصبح لغتنا غنية بمؤلفاتها في مختلف العلوم، ولا شك في أننا في أشد الحاجة إلى كتب عربية في كل فرع من فروع العلم، ففي حين يجد كل لغة من اللغات الحية غنية بكتبها ومؤلفاتها العلمية تنفرد اللغة العربية بفقرها المدقع في المؤلفات العلمية. ولا أظنني أعدو الحقيقة إذا قلت إنه لا يكاد يوجد كتاب واحد في أي فرع من فروع العلم يمكن اعتباره مرجعًا أو حجة. والكتب التي تظهر يكون مستواها عادة منخفضًا لا يزيد على مستوى التعليم الثانوي أو المرحلة الأولى من التعليم العالي، وهذا الأمر جد خطير، فإننا إذا لم ننقل العلوم إلى لغتنا ولم ندونها بقينا عالة على غيرنا من الأمم، وبقيت دائرة العلم في مصر محصورة في النفر القليل الذين يستطيعون قراءة الكتب الأجنبية العلمية وفهمها. وحالنا اليوم تشبه ما كانت عليه حال العرب في القرنين الثامن والتاسع، أو ما كان عليه حال أوروبا في القرون الوسطى. فالعرب تنبهوا إلى ضرورة نقل علوم الإغريق إلى اللغة العربية، فقام الخلفاء والأمراء بتشجيع العلماء على الانقطاع إلى النقل والتأليف. ولعل القارئ يذكر المكتبة الكبرى في أيام الخليفة المأمون التي كانت تُعْرَف بخزينة الحكمة وأن كثيرًا من علماء ذلك العصر كانوا منقطعين إليها يشجعهم على ذلك ما تحلَّى به المأمون من الرغبة في العلم وتقريب أهله وإدنائهم وبسط كنفه لهم ومعونته إياهم، وقد كان من نتيجة هذا كله أن صارت اللغة العربية لغة العلم والتأليف وبقيت محتفظة بسيادتها العلمية على لغات الأرض جميعًا عدة قرون. ونحن إذا شئنا أن نعيد إلى لغتنا مجدها العلمي فعلينا أن نعنى بتشجيع التأليف والتدوين والنقل وعلى الدولة ألا تضن بالمال الواجب إنفاقه في هذا السبيل ومن الممكن البدء في هذا العمل فورًا بميزانية سنوية لا تتجاوز بضعة ألوف من الجنيهات، وهو لعمري مبلغ صغير إذا قيس بالنتائج الهامة التي تنجم عن صرفه، والطريقة المثلى لذلك هي أن تعهد

الدولة للقادرين من العلماء في كل فرع من فروع العلم بنقل الكتب العلمية وتأليفها وأن تقوم الدولة بطبع هذه الكتب ونشرها ولا يجوز أن يُتْرَك الأمر للمجهود الفردي، بل لا بد من تضافر العلماء وتعاونهم في هذا السبيل، فكل كتاب يُنْقَل أو يُؤَلَّف يجب أن تقوم عليه لجنة تجمع خيرة من تخصصوا في موضوع الكتاب، ولا يخفى ما في هذا العمل من مشقة وما له من ارتباط بتطور اللغة العربية العلمية ومصطلحاتها. والتأليف العلمي هو الوسيلة الطبيعية لإيجاد هذه المصطلحات في لغتنا، فكل لغة حية إنما تنمو عن طريق التأليف والكتابة، واللغة العلمية وليدة التفكير العلمي. والمصطلحات العلمية في اللغات الأوروبية إنما نشأت بهذه الطريقة ونتجت عن نمو العلم والتأليف، ومن العبث أن يقوم مجمع بفرض المصطلحات على المؤلفين فرضًا، وإنما تأتي مهمة المجامع بعد مهمة المؤلفين لا قبلها، فالمجمع اللغوي يجمع ما ورد في الكتب العلمية من مصطلحات ويدوِّنها ويفسِّرها. على أنه لما كان الأمر مرتبطًا كما قدمت بتطور لغتنا ونموها فإن من الواجب أن يكون في كل لجنة من اللجان التي يعهد إليها بالتأليف عضو متضلع في اللغة العربية وأساليبها حتى تخرج اللغة العربية سليمة، وحتى ترتبط لغة التأليف العلمي بلغة الأدب ارتباطًا طبيعيًّا مثمرًا ولكي يستدل القارئ على مبلغ ما وصلت إليه اللغة العلمية في العصر العربي من جمال في الأسلوب وسلاسة في العبارة أشير عليه بالرجوع إلى العبارات التي اقتطفتها في مقال سابق[1] من مقدمة محمد بن موسى الخوارزمي لكتابه في الجبر والمقابلة فإنه سيجدها قد جمعت بين منطق العلم وروعة الأدب.

لهذا أرى أن يُخْتَار المؤلفون على قدر الإمكان ممن يحسنون صناعة اللغة، فإذا تعذر ذلك اشترك معهم من يعاونهم في ذلك.

وموضوع التأليف العلمي وارتباطه بحياتنا الفكرية إنما هو جزء من موضوع أوسع وأعم، ألا وهو العلاقة بين حياتنا العلمية الماضية والمستقبلة، وهو موضوع الأسس التي يجب أن نبني عليها صرح مجهودنا العلمي، فالحياة العلمية في كل أمة عنصر هام من عناصر ثقافتها العامة، وكما أن الأمة المتحضرة تكون لها ثقافة أدبية ترتبط بتاريخها وتتجسم في لغتها ويكون عنوانًا عليها ذلك التراث الخالد من شعر شعرائها ونثر كتابها، وكما أن الأمة المتحضرة أيضًا تكون لها ثقة فنية تتمثل فيما أبدعته أيدي فنانيها في مختلف عصور تطورها من تلك الرموز الملموسة على المشاعر الخفية تلك

[1] انظر [فصل: محمد بن موسى الخوارزمي].

الرسالات الملهمة التي تنبعث عن قلب الفرد فتصل إلى قلب الأمة، وربما تعدته إلى قلب الإنسانية ذاتها، أقول كما أن الأمة المتحضرة تكون لها هذه الثقافة الأدبية وتلك الثقافة الفنية وغيرها من ثقافة خلقية ودينية وسياسية وما إليها، كذلك تكون للأمة المتحضرة ثقافة علمية ترتبط بتاريخ التفكير العلمي فيها وتحتوي ما ابتكره عقول أبنائها من الآراء والنظريات العلمية وما وصلت إليه من الكشوف في سائر ميادين البحث العلمي وما نقلته وهذبته واستساغته من آراء غيرها مما دخل في صلب المعرفة البشرية على مر العصور والأجيال. وحياتنا العلمية في حاجة إلى أن تتصل بماضينا فتكسب بذلك قوة وحياة وإلهامًا. ونحن في مصر اليوم ننقل المعرفة عن غيرنا ثم نتركها عائمة لا تمت بصلة إلى ماضينا ولا تتصل بتربتنا فهي بضاعة أجنبية عليها مسحة الغرابة، غرابة في اللفظ وغرابة في المعنى إذا ذُكِرَت النظريات قُرِنَت بأسماء أعجمية لا يكاد المرء منا يتبين معالمها، وإذا عُبِّرَ عن المعاني فبألفاظ مخيفة يفر منا الفكر وترتبك أمامها المتخيلة، ومن الواجب أن نعمل على تغيير هذا الحال، فأولًا يجب أن ننشر الكتب العلمية التي وضعها العرب ونقل عنها الإفرنج ككتب الخوارزمي وأبي كامل في الجبر والحساب وكتب ابن الهيثم في الطبيعة وكتب البوزجاني والبيروني والبتاني، وغيرهم كثيرون من قادة التفكير العلمي وعظماء الباحثين المدققين. هذه الكتب موجودة الآن ولكن أين؟ إنها محفوظة في مكتبات ومتاحف في مشارق الأرض ومغاربها يعرف عنها الإفرنج أكثر مما نعرف ويقومون بترجمتها وشرحها والتعليق عليها وينشرون هذا كله بلغات أجنبية في مجلاتهم العلمية، وما أجدرنا بأن نكون نحن القائمين على ذلك. وثانيًا يجب أن نعنى بتمجيد السلف من علمائنا وباحثينا فيكون لنا في ذلك حافز للاقتداء بهم وتتبع خطاهم، وقد بُذِلَت بعض الجهود في هذا السبيل في السنين الأخيرة فأُقِيمَ حفل لتخليد ذكرى ابن الهيثم ونُشِرَ كتاب الخوارزمي في الجبر والمقابلة. وعلينا في السنين الآتية أن نزيد في هذه الحركة وأن ننظمها. فالتأليف العلمي وإحياء كتب العرب وتمجيد علمائهم أمور ثلاثة يجب أن تُدْرَج في جدول أعمال حياتنا الفكرية في المستقبل القريب.

كيف ينبغي أن يُوَجَّه العلم والعلماء لتحقيق تعاون عالمي؟

لن أخوض في أمر التعاون بين الأمم من ناحية إمكانيته أو استحالته، وإنما أفترض افتراضًا أن النية قد عُقِدَت على هذا التعاون. فالمقصود من هذا المقال إنما هو الوصول إلى معرفة ما ينبغي أن يكون. ومعرفة ما ينبغي أن يكون خطوة لازمة وسابقة بالضرورة لتكييف ما هو كائن.

كيف ينبغي أن يُوَجَّه العلم والعلماء لتحقيق تعاون عالمي؟ إن التعاون العالمي بين العلماء قائم منذ سنين. فالعلماء في مشارق الأرض ومغاربها يكوِّنون أسرة واحدة تربطهم روابط لا انفصام لها. فالعالم الأمريكي في معمله يتم بحثًا ونشره في مجلة أمريكية باللغة الإنجليزية وبعد مدة وجيزة تكون هذه المجلة في أيدي علماء أوروبا وآسيا وأفريقيا وأستراليا، فإذا هم عاكفون على دراسة هذا البحث، ثم هم بعد ذلك معقبون عليه أو ممحصون له. وقد يحدث أن يثير هذا البحث اهتمام عالم في آسيا، فيقوم بتجربة متممة لتجربة العالم الأمريكي وينشر نتائجها في مجلة يابانية بلغة أخرى كاللغة الألمانية، ثم يتلقف الكرة بعد ذلك عالم نرويجي ينشر بحثه باللغة السويدية، وهكذا. بل إن الذي يحدث في كثير من الأحايين هو أن يشتغل العلماء في قارات البسيطة المختلفة في بحث مسألة واحدة، فتتكون فرق من العلماء في فروع العلم تجمعهم الروابط العلمية وإن تفرقوا على سطح المعمورة.

هذا التعاون العلمي قائم بين العلماء منذ سنين وقد نشأ عن تنظيمه والعناية به في أواخر القرن الماضي، وفي القرن الحالي ازدياد عظيم في تقدم العلم ووفرة في الإنتاج العلمي. وعدا تبادل المجلات العلمية بين الأمم المختلفة توجد وسائل أخرى لتحقيق تعاون

العلماء كعقد المؤتمرات وتبادل الأساتذة بين الجامعات وإرسال البعثات العلمية وانتخاب أعضاء أجانب ومراسلين في المجامع العلمية وغير ذلك من وسائل التعاضد والتساند. وقد نشأ عن هذا كله أن صار العلماء في مشارق الأرض ومغاربها ينظرون إلى أنفسهم كأسرة واحدة يعين كبيرُها صغيرَها ويعطف عليه، ويجل صغيرُها كبيرَها ويسترشد به، وللجميع غاية مشتركة هي رعاية شجرة المعرفة وإنماؤها وإحلال نور العلم محل ظلام الجهالة. وفي وسط هذا كله يوجد التنافس السليم المشروع بين العلماء جميعًا، تنافس لا يشوبه حقد أو أثرة حتى إذا ما وصل عالم إلى الكشف عن حقيقة جديدة ووُفِّقَ في الوصول إلى ما لم يُوَفَّقْ إليه غيره، أَكْبَرَ العلماء نبوغه وعبقريته وجِدَّه وإخلاصه وأحلوه المكان اللائق به بينهم. ولا شك في أن حجر الزاوية في بناء هذا المجهود التعاوني إنما هو حب العلماء للحق وشغفهم به وإخلاصهم في طلبه فهذا هو الذي يلهمهم أعمالهم ويهديهم سبلهم.

ومما تجب ملاحظته أن هذا التعاون بين علماء الأمم المختلفة لم يكن ليتحقق لو لم يسبقه تنظيم التعاون بين علماء الأمة الواحدة، وهذه حقيقة أرجو أن نوليها ما تستحقه من عناية. لأنها تنطبق لا على التعاون العلمي وحده، ولكن على كل تعاون منتج بين الأمم. فقبل أن توجد الجمعيات التي تنظم المؤتمرات التي تشترك فيها الدول المختلفة وُجِدَت الجمعيات التي يربط كل منها بين علماء الدولة الواحدة. وبعبارة أخرى قد كان من الضروري أن ينشأ المجمع العلمي في باريس والجمعية الملكية في لندن والمجامع العلمية في وشنطن وطوكيو قبل إنشاء الجمعيات الدولية الدائمة في جنيف وبروكسل.

وخلاصة ما تقدَّم أن التعاون بين العلماء حقيقة واقعة، وأن أساليب هذا التعاون قد دُرِسَت ونُظِّمَت بحيث لا ينقصها إلا التطور الطبيعي دون مساس بالأسس التي بُنِيَت عليه. إلا أن هذا التعاون محدود المدى فهو لا يخرج عن دائرة العلوم الأكاديمية، وهي دائرة تكاد لا تمس حياتنا اليومية، فالعلماء يشتغلون في معاملهم ومكتباتهم وجامعاتهم ويحضرون اجتماعات جمعياتهم العلمية ويطالعون نتائج أبحاث زملائهم من العلماء، ثم هم يحضرون المؤتمرات الدولية ويتعاونون جميعًا على غرضهم المشترك، وهو الوصول إلى المعرفة. وهم في هذا كله بعيدون عن مشاكل السياسة والحرب والاجتماع لا يعنون بأمرها إلا بقدر ما يعني الفرد العادي أو دون ذلك. لا شك في أن موقف العلماء هذا من المجتمع موقف تقليدي قد تحدد في القرون الوسطى، بل إنه قد تحدد منذ العصر الإغريقي والعصر الإسلامي، فمن ذلك الحكاية التي تُرْوَى عن أقليدس؛ إذ دخل عليه رجل فوجده يرسم دوائر ومثلثات، وينعم النظم في أشكالها الهندسية، فسأله ما الفائدة

من هذا كله. فكان رد أقليدس أن صفق بيديه فحضر خادمه فقال أقليدس للخادم أعطِ هذا الرجل دينارًا.

ومغزى هذه الحكاية أن العالم إنما يطلب العلم لذاته شغفًا به وحبًّا فيه، فمَن كان يريد الفائدة المادية فيطلبها عن طريقها وليترك العلماء منهمكين في بحوثهم مقبلين عليها ناعمين بها. هذا هو الموقف التقليدي للعلم إزاء المجتمع، وهو موقف سليم في حد ذاته أو أنه كذلك من وجهة نظر العلم، إذ لا شك في أن النفس البشرية توَّاقة إلى المعرفة، وحب الاستطلاع غريزة لا تقل في أهميتها أو في عمقها النفسي عن غيرها من الغرائز البشرية، وليس لإنسان أن يعطي لأي عمل من أعمال البشر قيمة أعظم من قيمة الاشتغال بالعلم. ولكن أَمِن الممكن أن يبقى العلماء في صوامعهم متجاهلين ما بين عملهم وبين المجهودات البشرية الأخرى من صلة تزداد بمرور الزمن؟ كلنا يعلم أن الصلة بين نتائج البحوث العلمية وبين حياتنا اليومية إذا أمكن إهمالها أو التغاضي عنها في القرون الوسطى لضآلتها في ذلك العهد، أقول إذا أمكن ذلك في القرون الوسطى فقد صار غير ممكن في عصرنا الحالي، فكل ما يحيط بنا في حياتنا الحديثة أو جله مرتبط بالعلم بل وناتج عنه، والعلماء إذا استطاعوا أن يعيشوا في بروجهم العاجية في القرن السادس عشر دون أن تزعجهم ضوضاء الحياة المحيطة بهم فإنهم لن يستطيعوا ذلك اليوم وقد ارتفعت جلبة حياة الأمم والأفراد بحيث لم تعد تقي العلماء منها بروجهم ولا صوامعهم — والغريب في هذا الأمر أن هذه الجلبة التي أصبحت تقلق راحة العلماء إنما هي نتيجة لما فعلته أيديهم. فهم مع حرصهم الشديد على عيشتهم الهادئة ليتفرغوا للعلم والبحث العلمي قد أعطوا المجتمع نتائج بحوثهم، فلم يلبث أن استخدم هذه النتائج في إحداث تلك الجلبة التي تعكر على العلماء صفوهم وتكدِّر هدوءهم. والأدهى من ذلك أن هؤلاء الذين يحدثون الجلبة بطياراتهم وسياراتهم ويعكرون صفو الحياة بدباباتهم ومدافعهم قد بدءُوا يُحدثون نوعًا جديدًا من الصخب في أقوالهم، فهم يزعمون أن هؤلاء العلماء الوادعين الهادئين هم المسئولون عن هذه الآلات المستحدثة التي تضج بها الأرض والسماء، وهم يلقون التبعة على العلم والعلماء فيما استحدثوه من آلات مُهْلِكَة وأدوات مُفْزِعَة. ولهذا لم يعد من الممكن للعلم أن يحتفظ بموقفه التقليدي إزاء المجتمع وأن يبقى العلماء قابعين في صوامعهم وبروجهم العاجية، بل صار عليهم أن يتبصروا ما حولهم وأن يعيدوا النظر في موقفهم إن لم يكن لسبب آخر غير الاحتفاظ بهدوءهم وراحة بالهم. على العلم إذن أن ينظم العلاقة بينه وبين المجتمع، وعلى العلماء أن يدرسوا هذه العلاقة وأن يحددوا ما

ينبغي أن يكون عليه الحال بين العلم والمجتمع، وأن يوجهوا مجهوداتهم في هذا السبيل توجيهًا صحيحًا يكفل للعلم النماء ويؤدي بالبشر إلى الرخاء.

ويظهر لي أن أول نقطة جديرة بالبحث في هذا الصدد إنما هي المسئولية الأخلاقية التي تقع على عاتق العلم والعلماء أو يُظَنُّ أنها تقع على عاتقهم إزاء تلك الآلات والمخترعات الجهنمية التي ترمي إلى إهلاك البشر وتعذيبهم. وهنا يجدر بالمفكر أن يفرق بين العلم البحت الذي يرمي إلى المعرفة لذاتها وإلى نوع آخر من المجهود البشري له صلة بالعلم وإن لم يكن منه في شيء وأقصد به الاختراع أو العلم التطبيقي كما يُسَمَّى. ويتميز العلم التطبيقي عن العلم الصحيح أو العلم البحت بالغرض الذي ينشده والهدف الذي يسعى إليه. فالاختراع أو العلم التطبيقي لا ينشد الحقيقة ولا المعرفة وإنما يطلب شيئًا آخر هو استحداث آلة أو وسيلة تمكن صاحبها من فعل معين كالطيران في الجو أو الغوص في الماء أو تدمير هدف أو تسميم نفر من الناس أو غير ذلك من الأغراض التي يسعى إليها الساعون.

والنقطة الجوهرية في هذا الموضوع أنه لولا المعرفة التي يصل إليها العلماء لما تمكن المخترع من استحداث آلته. فإذا كانت الآلة ضارة أو مهلكة جُعِلَ العلم مسئولًا عنها بطريق غير مباشر. ولا شك في أن المسئولية الحقيقية في استخدام مثل هذه الآلات إنما تقع على الذين يقومون على وضعها وعلى استخدامها في التدمير والتعذيب. فكل علم يمكن أن يُسْتَخْدَم في الخير كما يمكن أن يُسْتَخْدَم في الشر، وكل ما يمكن أن نطلبه إلى العلماء أن يبينوا الأخطار التي تنجم عن تطبيق علمهم في اختراع مثل هذه الآلات. وعلى القائمين على تنظيم التعاون العالمي أن يسنوا القوانين لدرء هذه الأخطار، وأن يعاملوا من تحدثه نفسه باستخدام نتائج العلم في التدمير والتخريب معاملة المجرم سواء بسواء، وأن يكون لديهم من سلطة التنفيذ ما يمكنهم من معاقبة المجرمين والقضاء عليهم وقطع دابرهم. والنظام القائم الآن في الأمم المختلفة يسمح لكل مخترع باختراع ما يشاء من آلات كما يسمح له بتسجيل اختراعه بحيث يصبح له الحق في الحصول على الفائدة المالية التي تنشأ عن اختراعه، ولا تفرق القوانين الحالية بين المخترعات المختلفة ضارها ونافعها. وأكثر من ذلك تقوم كل حكومة بتشجيع المخترعين على استحداث وسائل التدمير والتخريب وترصد لذلك الأموال في ميزانياتها ويتسابق الجميع في هذا الميدان تسابقًا عنيفًا. ولا شك في أن هذا النظام فاسد يجب تغييره إذا كانت الأمم جادة في طلب التعاون العالمي، كما يجب أن يحل محله نظام آخر مبني على تفرقة واضحة بين ما هو مشروع وما ليس

بمشروع في الاختراعات والوسائل المستحدثة، فإذا وُضِعَ نظام كهذا وتعاونت الأمم على تنفيذه بإخلاص وكانت لديها الوسائل الناجعة لضمان تطبيقه. أقول إذا حدث كل هذا فإن المخترعين سيتجهون باختراعاتهم في النواحي المشروعة، ونكون بذلك قد وجهناهم توجيهًا صحيحًا نحو فائدة البشرية. ويجب أن تُعَامَل الحكومات في هذا معاملة الأفراد سواء بسواء. فالحكومة التي تشجع المخترعات الضارة تُعْتَبَر حكومة مجرمة ويحال بينها وبين غرضها الدنيء بما يكون لدى القائمين على تنفيذ هذا النظام من وسائل السلطة المشروعة. ولست أزعم أن هذا النظام كفيل بمنع كل اختراع ضار بالبشرية، فالقانون والعقوبة لا يمنعان من ارتكاب الجريمة على وجه الإطلاق، ولا شك في أن بعض الحكومات أو بعض الأفراد ستحدثهم نفوسهم الشريرة بالخروج على القانون وارتكاب جريمة الاختراع المهلك إلا أن هؤلاء سيكونون أقلية يستهجنها الرأي العام بين الأمم ويوقع بها العقاب المنصوص في مواد القوانين. ولعل البعض يظنني مستغرقًا في الخيال حين أتكلم عن معاقبة الحكومات، إلا أنني كما ذكرت لا أتعرض لموضوع التعاون بين الأمم من ناحية إمكانيته أو استحالته، بل أتكلم عما ينبغي أن يكون، وإذن فلا يمكن أن يقوم اعتراض على قولي مبني على افتراض عدم احتمال التعاون. وإذن فالعلم إنما يرمي إلى المعرفة ولا يمكن أن يهتم بالتخريب. والمخترعون ومن يقوم على تمويلهم وتشجيعهم هم الذين تقع عليهم التبعة الأولى، وهؤلاء إذا نُظِّمَت أمورهم ووُضِعَ لهم قانون نافذ ترتضيه الأمم وتسهر عليه استقام الحال. هذه هي الخلاصة. ولكن أليس معنى هذا أن العلماء إنما يتملصون بذلك من كل تبعة ويلقونها على غيرهم خطأً أم صوابًا، ثم يتركون الأمور والتنظيم لغيرهم ويعودون إلى صوامعهم وإلى موقفهم التقليدي إزاء المجتمع؟ وإذا كان الأمر كذلك، وأخشى أنه كذلك، فما هو الدور الإيجابي الذي يريد العلماء أن يقوموا به في التعاون العالمي؟

أذكر أنني حضرت مؤتمرًا عُقِدَ في لندن حوالي عام ١٩٣٠م سُمِّيَ المؤتمر الأول لتاريخ العلوم وقد حضر هذا المؤتمر نفر غير قليل من العلماء قادمين من أمم متعددة. في هذا المؤتمر سمعت الخطباء يضربون على نغمة واحدة، ألا وهي أن تاريخ العلوم يجب أن يُعْنَى به العناية كلها؛ لأن التقدم العلمي أهم بكثير للبشرية من الحروب التي يسجلها التاريخ، وقد كان الغرض لأول من عقد هذا المؤتمر إثارة اهتمام الناس بتاريخ العلوم وتوجيه الجامعات والمدارس نحو العناية بهذه الناحية من نواحي التاريخ. وقد ذكر الخطباء وكرروا أن العلم هو الذي أعطى المجتمع البشري جل ما يملك من وسائل

الحضارة والرفاهية، وعابوا على المجتمع أن ينكر جميل العلم والعلماء فلا يحفل بأمر تاريخ العلوم في حين أنه يُعنى العناية كلها بتاريخ الملوك والأمراء وما حدث بينهم من حروب ومعاهدات وأشياء أخرى كثيرة هي في الواقع ونفس الأمر قليلة الأهمية تكاد تكون تافهة في تاريخ تطور البشرية إذا قيست بتاريخ العلم والاختراع. وقد تساءل بعض المتكلمين أيهما كان أكبر أثرًا في تطور البشرية حروب نابليون أم اختراع جيمس وات للآلة البخارية، ولماذا نعنى بتلقين أطفالنا ما حدث لنابليون في حياته العامة من أحداث حربية وسياسية، بل إننا لنزيد على ذلك ما حدث له في حياته الخاصة من أمور عادية، لماذا نفعل كل ذلك ولا نلقن النشء كلمة واحدة عن تاريخ اختراع الآلة البخارية وعن حياة ذلك المخترع العظيم جيمس وات وما بذله من مجهود مُضْنٍ في عمله المجيد. رجل يُقتِّل الناس ويرمل النساء ويتيم الأطفال نعده بطلًا ونعنى بشأنه العناية كلها، وآخر يرفه عن الناس ويجلب لهم الخير والحرية والسعادة فلا نكاد نذكره أو نتحدث عنه. ولا شك أن هذا التساؤل ينطوي على منطق قوي وإدراك صحيح لقيم الأشياء، إلا أنني لاحظت أن هؤلاء الخطباء في ذلك المؤتمر بالرغم من قوة منطقهم وصحة تفكيرهم لم يصلوا إلى شيء يُذْكَر من وراء عقد مؤتمرهم. فالمؤتمر نُظِرَ إليه كاجتماع عادي لطائفة من العلماء تنازل أحد وزراء الدولة بافتتاحه ثم أُلْقِيَت الخطب وانتهى الاجتماع على ما تنتهي عليه أمثاله من اجتماعات العلماء، وبقيت مناهج الدراسة والامتحانات العامة في سائر الأمم تعنى بأمر نابليون وتهمل أمر جيمس وات. وقد دار بيني وبين بعض المؤتمِرين في ذلك الحين حديث قوامه هذا الإعراض من جانب المجتمع عن أمر العلم والعلماء وهذا الاعتكاف عن المجتمع من جانب العلماء أنفسهم. ثم تساءلنا إذا كان العلم يمنح المجتمع كل أسباب الرفاهية، فلماذا لا يكون هو صاحب السلطان في تنظيم هذه الرفاهية التي هو أصلها ومنبع معينها، ولماذا يعطي العلم للمجتمع النور الكهربائي والقدرة الكهربائية كهبة خالصة لوجه الله تعالى، هذه الهبة التي يُقَدَّر ريعها السنوي بمئات الملايين من الجنيهات، ثم هو بعد ذلك يعود فيستجدي المجتمع بضعة قروش أو جنيهات ليصرفها في البحث العلمي. ألم يكن أولى به ألا يهب شيئًا وأن يحتفظ لنفسه بكل شيء، أو على الأقل أن يحتفظ لنفسه من الهبة بقدر حاجته؟ هذه هي الأسئلة التي عنَّت لنا ولا تزال تعنُّ للمفكِّر كلما أمعن النظر في العلاقة التي ينبغي أن تتكون بين العلم والمجتمع. فلما أعلنت الحرب الحالية نشأ إلى جانب هذه الأسئلة سؤال آخر هام هو الآتي. أيستطيع العلم والعلماء أن يقفوا منعزلين عما هو حادث في العالم اليوم من

تخريب وتدمير، خصوصًا إذا لاحظنا أن ما وهبوه للمجتمع من العلم هو السبب الأول الذي لولاه لما أمكن هذا التدمير. وأليس من واجبهم وهم قوم قد جُبِلُوا على حب الخير والحق أن يبذلوا قصارى جهدهم كي لا تتكرر المأساة الحالية، وهي إن تكررت كانت في الغالب أدهى وأمر؟ لنفرض أن رجال السياسة ورجال الأعمال في هذه الحرب لم يفلحوا في أن يحققوا التعاون العالمي المنشود بين الأمم أليس العلماء في مركز يسمح لهم بإنقاذ البشرية من سوء هذه العاقبة؛ قبل أن أحاول الإجابة على هذه الأسئلة سأبين الكيفية التي يتبعها العلماء في منح ثمرات عقولهم إلى المجتمع، والطريقة التي يسير عليها المجتمع في الاستفادة من هذه الثمرات. إن الأديب أو الشاعر أو المؤلف الموسيقي إذا أَلَّف كتابًا أو رواية مسرحية أو قطعة موسيقية فإن القوانين الوضعية في معظم البلاد المتحضرة تجعل لهم حقوقًا مصونة، ولو إلى حين بحيث لا يستطيع ناشر أو مخرج أو عازف أن يستفيد من هذا الإنتاج العقلي استفادة مادية بغير رضاء المؤلف. هذا هو الحال في الأدب والموسيقى. أما في الإنتاج العلمي البحت فالأمر على عكس ذلك. لنفرض أن عالمًا كشف عن قانون من قوانين الطبيعة أو عن ظاهرة من الظواهر التي لم تكن تُعْرَف من قبل. إذا حدث ذلك، وهو حادث في كل يوم، فإن هذا العالم يرسل عمله إلى إحدى الجمعيات أو المجلات العلمية فتنشره على الملأ، ويكتفي العالم من عمله باللذة الفكرية التي تعود عليه وبالفخر والتكريم الذي يناله بين مصافِّ العلماء، وقد تمنحه إحدى الهيئات لقبًا أو مدالية، أو إحدى الحكومات وسامًا أو رتبة، وإن كان من الطراز الأول بين العلماء فربما مُنِحَ جائزة نوبل وهي جائزة مالية لا تتعدى قيمتها بضعة ألوف من الجنيهات. هذا هو كل ما يعود عليه من فائدة أدبية أو مادية. ولنفرض أن مخترعًا اطلع على عمل هذا العالم المنشور في المجلة العلمية، واستخدم هذا العلم الجديد في اختراع آلة لها خطرها وأثرها في حياة المجتمع. إن القوانين والتقاليد الحالية لا تعطي للعالم صاحب الكشف الأول ولا للجمعية العلمية التي نشرت بحثه ولا للجامعة التي ينتسب إليها أي حق من الحقوق المدنية إزاء هذا المخترع الذي استفاد من مجهوداتهم جميعًا. وقد حدث هذا مرارًا وتكرارًا، بل هو حادث في كل يوم ومن الأمثلة الظاهرة عليه الراديو أو التخاطب اللاسلكي فصاحب الفضل الأول في هذا الاختراع إنما هو العالم الأسكتلندي كلارك ماكسويل الذي قال لأول مرة بوجود أمواج كهربائية تنتقل في الفضاء بسرعة الضوء، ثم تبعه هاينزخ هيرتز العالم الألماني، وهو الذي أثبت وجود هذه الأمواج كحقيقة واقعة ودرس خواصها ومالها من صفات. وقد قنع كل من ماكسويل وهيرتز من عملهما باللذة الفكرية والفخر

العلمي، ثم جاء ماركوني وغيره من المخترعين فاستغلوا نتائج أبحاثهما وأبحاث غيرهما من العلماء استغلالًا ماديًّا عاد عليهم وعلى غيرهم بالربح الوفير. أردت أن أشرح هذه النقطة لما لها من ارتباط وثيق بالموضوع الذي نحن بصدده.

وبعدُ، فهل نغير قوانيننا ونظمنا بعد الحرب بما يجعل لكل عالم ملكية ما يصل إليه من كشف بحوثه، أم هل نحول مجامعنا وجمعياتنا العلمية إلى شركات مساهمة تفرض ضريبة على كل من يستخدم نتائج البحث العلمي لغرض من الأغراض المادية؟

في مصر القديمة كان العلم وقفًا على نفر قليل من رجال الدين وزعماء الدولة، ففي ذلك العصر البعيد المحوط بكثير من الشك كان رجال الدين ورجال الدولة يعلمون ما للعلم من قوة وسلطان وينظرون إليه كسلاح يستعينون به على الحكم ويُخْضِعون به الناس للكنيسة وللدولة. هكذا كانت حالهم في ذلك العهد ولا شك في أننا اليوم وإن أُعْجِبنا بدهاء هؤلاء الزعماء ومقدرتهم إلا أننا بعيدون كل البعد عن أن ننظر إلى العلم هذه النظرة الشاذة البغيضة. بل نحن على النقيض من ذلك ننظر إلى العلم نظرتنا إلى الهواء أو إلى النور، ونجعله حقًا طبيعيًّا لكل إنسان ونرى في انتشاره بين الناس تعميمًا للخير وقضاء على شر من أعظم الشرور وأفتكها بالبشرية وهو الجهل. فالعلم إذن نور يجب أن يشع، وخير يجب أن يعم، وأول واجب على العلماء إنما هو حمل شعلة العرفان ونشر ضيائها وتبديد غياهب الجهالة. وليس يُعْقَل أن نرجع في تفكيرنا إلى عصر المصريين القدماء أكثر من أن نرجع إلى عهد السحر والتنجيم. ومع هذا فإننا نشعر جميعًا أن القدرة الناشئة عن العلم يجب أَلَّا تكون في متناول كل سفيه يعبث بها كيف شاء، بل يجب أن تحاط بسياج يعصمها ويعصم الناس من كل عبث بها وبالناس، ومن كل محاولة لاستخدامها في الضار دون النافع، فالشخص الذي يمنح القوة والسلطة يجب في الوقت ذاته أن يؤتى الحكمة وأن يكون له مُثُل عُليا تعصمه من البطش وتقي الناس شر طغيانه، وإلا فسدت الأرض وعمَّ الخراب.

هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى نعلم أن العلم والحكمة مقترنان من قديم الزمان حتى ليكادان يترادفان والفلسفة مرادف ثالث لهما، وقد نشأ العلم الحديث كفرع من فروع الحكمة أو الفلسفة سُمِّيَ الفلسفة الطبيعية، ولا تزال الجامعات إلى اليوم تستخدم لفظ الفلسفة بمعنى العلم حين تمنح درجات الدكتوراه في الفلسفة فقد كان العلماء ولا يزالون يتحلون بصفات نفسية وخلقية تُعْتَبَر ملازمة لصفتهم كعلماء، فالعلم والفضل والخلق القويم، كل هذه توائم لا انفصال لها. وإذن فلا يكفي أن يعطي العلماء علمهم

إلى المجتمع مجردًا بل عليهم أن يعطوا إلى جانبه تلك الصفات الخلقية السامية التي هي جديرة بالعلم وقرينه بل متممة له، وليس هذا المعنى جديدًا بل هو شائع ومعروف، فمدارسنا وجامعاتنا وإن كانت دورًا للعلم إلا أنها في الوقت ذاته دور للأخلاق. وتلقين المعرفة منذ الصغر يقترن بالتربية التي هي التقويم أو تكوين الخلق كما يقول المربون، ويظهر لي أن في هذا المعنى البسيط مفتاح المشكلة التي نحن بصددها. فالمأساة التي نشاهدها حولنا اليوم والفتك الذريع بالبشرية والآلات المهلكة التي تُنْسَبُ إلى العلم كل أولئك مرتبط ارتباطًا جوهريًّا بوجوب اقتران العلم بالقانون الخلقي. أو بعبارة أخرى أن هذا التدمير وهذه الفظائع هي نتيجة فصل العلم عن القانون الخلقي. والعلماء لم يعد لهم أن ينظروا إلى أنفسهم كطلاب للمعرفة فحسب، بل عليهم أن يذكروا واجبًا آخر هو الدفاع عن المبادئ الخلقية القويمة، وكما أن على العالم أن ينشر علمه بين الناس وأن يحميه ويدافع عنه، بل ويضحي من أجله، كذلك عليه في الوقت ذاته أن ينشر المبادئ الخلقية القويمة وأن يدافع عنها ويضحي من أجلها، وإذا ذكرت الأخلاق والمبادئ الخلقية فإنما أقصدها بأوسع معانيها، فالقانون الخلقي ينظم سلوك الأفراد كما ينظم سلوك الجماعات، وهو ينظم سلوك الأمم المختلفة فيما بينها، ولا شك في أننا في حاجة اليوم إلى تطبيق المبادئ الخلقية في مدى أوسع. ففي الماضي كانت الحياة تختلف اختلافًا بيِّنًا عمَّا هي عليه الآن، وكان سلوك الفرد مع أخيه أو جاره محدودًا بظروف الحياة في تلك العصور، وكان سلوك مجتمع نحو آخر أكثر تحديدًا. أما اليوم فقد اتصل الأفراد في المجتمع الواحد اتصالًا وثيقًا كما اتصلت الأمم في أنحاء المعمورة، وسهلت وسائل الانتقال، وأصبح من اليسير التراسل والتخاطب بين القارات، كل هذا قد وسع مدى تطبيق المبادئ الخلقية وأنشأ مشاكل جديدة لم تكن لتخطر في الماضي على بال. وقد تُرِكَ تنظيم هذه الأمور إما للصدفة التامة أو للأمم فيما بينهما تحكم فيه القوة، أو لرجال السياسة والمشرعين يعقدون المؤتمرات عساهم يصلون إلى حل عملي يُرضي القوى ويسلم به الضعيف، وقد نشأ عن ذلك مجموعة من القوانين الدولية الخاصة والعامة ربما كانت خير مثال على مقدرة الإنسان اللانهائية على أن يناقض نفسه. لا أقول هذا لأقلل من شأن المجهود الذي بُذِلَ بل بالعكس إنني أعلم أن هذا المجهود قد بُذِلَ في ظروف مضنية، كما أن الذين قاموا به لا يمكن أن يُوَجَّه إليهم أي لوم لأنهم قاموا بواجبهم على قدر الاستطاعة، وإنما يُوَجَّه اللوم إن كان هناك لوم إلى شخص معنوي مجهول لأنه لم يخرج لنا كتابًا يبين فيه حكم القانون الخلقي القويم في هذه الأمور، ولا يمكن الاعتماد على المؤتمرات

الدولية لتسوية هذه الأمور دون قانون خلقي مُسَلَّمٍ به من الجميع؛ لأن هذه المؤتمرات كثيرًا ما تصل إلى نتائج لا تتفق وقانون العدالة البشرية، كما أنها في بعض الأحايين تخفق في مهمتها إخفاقًا تامًّا مثال ذلك مؤتمر المواصلات السلكية واللاسلكية الذي عُقِدَ بالقاهرة عام ١٩٣٨م والذي أخفق في تحقيق الغرض المنشود منه. فمِن المسائل التي كان يطلب إلى هذا المؤتمر تنظيمها مسألة الإذاعة اللاسلكية ومنع الاختلاط والتشويش بين محطات الإذاعة في أنحاء المعمورة، وهي مسألة لو تُرِكَت إلى علماء منزهين عن الغرض لما عجزوا عن حلها على أساس قانون العدالة بين الأمم.

وقبيل هذه الحرب نشأت حركة بين العلماء في إنجلترا وفي بعض البلاد الأخرى ترمي إلى إبراز ما هو كامن في نفوس الجميع من قواعد أخلاقية ثابتة أساسها حب الحق وحب العدل وحب الإنسانية، وقد نشرت مجلة Nature الإنجليزية، وهي مجلة لها مقامها في العالم العلمي، نشرت هذه المجلة مبادئ اقْتُرِحَت لتكون نوعًا من الدستور بين العلماء، ولم يكن في هذه المبادئ شيء جديد، بل جاءت كما قلت مُبرِزَة لما هو كامن في النفوس ولما هو مفترض عادة بين رجال العلم بل وبين رجال الفضل ورجال الأخلاق والمروءة في الأمم جميعًا. وهذه المبادئ الكامنة في النفوس دعت الحالة إلى إبرازها وتدوينها ونصها نصًّا صريحًا صيانة لها من العبث ولتكون أساسًا واضحًا يعمل به كل عالم ويدعو إليه. ولا تكاد هذه المبادئ كما قدمت تخرج عما هو مسلم به من الجميع كمبدأ حرية الفكر، ومبدأ حرية العمل بما لا يتعارض ومصلحة الغير، ومبدأ تحكيم العقل والمنطق فيما يشكل من الأمور، ومبدأ تطلب العدالة والإنصاف في المعاملة بين الناس، ومبدأ عدم الإضرار بالغير، وأمثالها من القواعد العامة التي يُسَلِّم بها كل عاقل منصف. هذه الحركة الخلقية كما يصح أن نسميها نشأت بين العلماء لأنهم شعروا بأن عليهم مسئولية لم يعد من الممكن التغاضي عنها هي مسئولية الدعوة إلى الخير والحق والدفاع عنهما، وبعد نشر هذه المبادئ في مجلة Nature وردت خطابات ورسائل متعددة من جميع أنحاء العالم نُشِرَ بعضها في نفس المجلة وكلها معضِّدة للفكرة ومحبذة لها. ثم جاءت الحرب، فاتجه العلماء في بلادهم المختلفة نحو مساعدة أممهم على كسبها وبذل قصارى ما يستطيعون من جهد عقلي وجثماني في خدمة البلاد التي ينتمون إليها، ولعل من أميز مميزات هذه الحرب كثرة عدد العلماء في فروع العلم المختلفة الذين يقومون بالخدمة الفعلية في ميادين القتال أو في القيادات العامة أو في الأسلحة الفنية المختلفة للجيوش البرية والأساطيل البحرية والجوية. فأساتذة الجامعات اليوم والباحثون في العلم والمتخصصون الفنيون

في الطبيعة وفي الكيمياء وفي الجيولوجيا، بل والشباب المتخرج حديثًا من الجامعات، كلٌّ يشتغل في دائرة اختصاصه ويستخدم مواهبه في خدمة أمته. وقد قابلت أخيرًا أكثر من واحد من أساتذة الجامعات البريطانية في مصر، فوجدتهم يرتدون ملابسهم العسكرية ويقومون بأعمال فنية تتناسب ومقدرتهم الفكرية، فالعالم الرياضي يستخدم علمه في حل المسائل الرياضية الكثيرة التي تنشأ عن الحرب، والعالم الجيولوجي يضع خبرته الفنية تحت تصرف بلده، والكيميائي كذلك، وهم جميعًا يشعرون بأن هذه الحرب تتوقف نتيجتها إلى حد بعيد على المقدرة الفنية والعلمية للأمم المتحاربة.

فالعلماء إذن قد خرجوا من صوامعهم مختارين أو مرغمين واختلطوا بتيار المجتمع في أعنف صوره وأشدها اتصالًا بمعترك الحياة، وإذا وضعت الحرب أوزارها فهل يُعْقَل أو يُنْتَظَر أن يعود كل واحد من هؤلاء إلى عمله وينسى ما رآه وما سمعه وما خبره بنفسه في هذه الحرب الطاحنة كأن لم يكن شيء من ذلك، أو كأنه حلم مفزع قد انقضى أم أن الذي ننتظره هو العكس؟ فالعلماء وهم قوم ذوو بصائر لن تسمح لهم ضمائرهم ولا عقولهم بأن يتركوا العالم يتعرض مرة أخرى لمثل هذه الفاجعة دون أن يحرِّكوا ساكنًا، وعلى الخصوص لأنهم يعلمون أن العلم والاختراع مسئولان إلى حد كبير عن كثير من الفتك والتدمير، والمنتظر أن تعود الحركة التي بدأت قبيل الحرب، والتي أشرت إليها إلى الظهور بشكل أوسع وأن يكون لها أثرها الفعال في تنظيم التعاون بين الأمم، ولا شك في أن العلماء إذا هم تساندوا في أقطار الأرض وتعاونوا فإنهم قادرون على أن يَحُولُوا بين ذوي المطامع والشهوات من رجال السياسة والمال وبين الفتك بالمجتمع. أقول إذا تساندوا؛ لأن هذا شرط أساسي لنجاحهم، فالعلم يملك السلاح الذي يستطيع به أن يدافع عن قضية الحق والعدل والفضيلة. ولا شك عندي في أنه في آخر الأمر منتصر على قوى الظلم والجهالة والاستعباد. ولا أستطيع أن أتنبأ بالشكل الذي سيتخذه تيار الحوادث في هذا الصدد، ولكن من المتصور على سبيل المثال أن تصر الهيئات العلمية في العالم على منع كل عابث من استخدام نتائج العلم للإضرار بالبشر. فإذا اتخذت هذه الهيئات موقفًا حازمًا إزاء هذا الموضوع الخطير فإنها ولا شك تستطيع أن تضع الأمور في نصابها؛ إذ إن الرأي العام في العالم كله سيكون في جانبها، كذلك تستطيع هذه الهيئات أن تحرم على كل مشتغل بالعلم أن يقوم لحسابه الخاص أو لحساب شركة أو حكومة بالاشتراك في أي عمل أو اختراع يرمي إلى التدمير والتخريب، ويكون شأن العالِم في ذلك شأن الطبيب الذي لا تسمح له الهيئات الطبية باستخدام علمه وفنه في الإضرار بالناس. وعندي أن هذه

الخطوة ربما كانت أول خطوة ينبغي اتخاذها بعد هذه الحرب لتوجيه العلم والعلماء نحو التعاون العالمي.

سبق أن أشرت إلى أن التعاون على مقياس دولي أساسه التعاون داخل كل أمة فيما بين أهلها، ويحسن بنا في مصر أن نذكر هذه الحقيقة إذا كنا نريد حقًّا أن نقوم بنصيبنا في المجهود الدولي، فالكلام الذي قدمته عن التعاون بين علماء الأمم يقتضي أن يكون في كل أمة هيئات علمية تمثل التعاون بين علماء هذه الأمة، كما يجب أن تتعاون الهيئات داخل الأمة الواحدة، وأن يكون لها نظام مشترك يوحد بين مجهوداتها ويحدد أهدافها ووسائل تعاونها، وفي مصر هيئات علمية نشأت أو أُنْشِئَت من حين لآخر، وهي تقوم بمجهودات مختلفة في ميادين العلم المتعددة، إلا أن هذه الجهود لا تزال في حاجة إلى تنسيق وتوجيه وتنظيم. فنحن في حاجة إلى مجمع علمي تتمثل فيه مجهوداتنا المبتكرة وأبحاثنا في ميادين العلم المختلفة. نحن في حاجة إلى هذا المجتمع؛ إذ بدونه لا يمكن أن يُقَال إن لنا حياة علمية قومية، وقد شرحت هذه النقطة في مقالي السابق عن الحياة العلمية في مصر. ونحن في حاجة أيضًا كما ذكرت من قبل إلى هيئة تنظم العلاقة بين العلم والبحث أو الأكاديمية وبين العلم التطبيقي في ميادين الزراعة والصناعة والتجارة وغيرها. كل ذلك قد شرحته في المقال المذكور فلا حاجة بي إلى أن أكرر القول. فتنظيم المجهود الداخلي أساس كل تعاون خارجي، وكما أن الرجل الذي يعيش في بيت غير منظم لا يستطيع أن يكون منتظمًا في علاقته مع الناس، كذلك الأمة التي لا تنظم بيتها لا يُنْتَظَر منها أن تتعاون تعاونًا منتجًا في نظام عالمي. أما إذا نظمنا أمورنا العلمية على النحو الذي أشرت إليه فإننا نستطيع أن نوجِّه العلم والعلماء بيننا في الاتجاهات التي بيننا وعندئذٍ يتعاون علماؤنا وعلماء غيرنا من الأمم لتحقيق تعاون عالمي والسلام.

هنـــداوي