# الفصل السادس عشر

## التقدم العلمى ( * )

## ١٧١٥٠ — ٨٩

### ١ — البحث المتسع

كان العلم أيضاً يزود الناس بإلهام جديد . ونمو العلم — نمو طلبه ، وطرائقه ، وكشوفه ، وتنبؤاته ، وثمراته الناجحة ، وسلطانه ، ومكانته — هذا النمو هو الجانب الايجابى لذلك التطور الحديث الأساسى الذى كان جانبه السلبى هو اضمحلال الايمان بالخوارق . ونشب الصراع بين كهانتين : الأولى كرست نفسها لتشكيل الخلق بطريق الدين ، والثانية لتربية العقل بطريق العلم . والكهانة الأولى هى الغالبة فى عصور الفقر أو الكوارث ، حين يكون الناس شاكرين لفضل العزاء الروحى والنظام الخلقى ، والثانية هى الغالبة فى عصور الثروة المتصاعدة ، حين يميل الناس إلى قصر آمالهم على هذه الدنيا .

ومن المألوف اعتبار القرن الثامن عشر دون السابع عشر فى انجازاته العلمية ، ولا شك أنه يخلو من الفحول الشوامخ أمثال جاليليو أو نيوتن ، ومن المآثر التى يمكن أن تقاس بإتساع العالم المعروف ، أو الامتداد الكونى للجاذبية ، أو صياغة حساب التفاضل والتكامل ، أو كشف الدورة الدموية . ومع ذلك فأى كوكبة من النجوم يتألق بها المشهد العلمى فى القرن الثامن عشر ! ـ أويلر ولاجرانج فى الرياضة ، وهرشل ولابلاس فى الفلك ، ودالامبير وفرانكلن وجلفانى وفولتا فى الفيزياء ، وبريستلى ولافوازييه فى الكيمياء ، ولنابيوس فى النبات ، وبوفون ولامارك فى الأحياء ، وهاللر فى الفسيولوجيا ، وجون هنتر فى التشريح ، وكوندياك فى علم النفس ، وجنز بوبرها فى الطب ـ

---

* هذا الفصل مدين بصفة خاصة لكتاب ١ . ولف A. Wolf : History of science Technology and Philosophy in the 18th Century ( تاريخ العلم والتكنولوجيا والفلسفة في القرن ١٨ ) .

وقد خصصت الأكاديميات المتكاثرة المزيد من وقتها ومالها للبحث العلمى . وأدخلت الجامعات العلوم بازدياد فى برامجها ، فأنشأت كمبردج بين عامى ١٧٠٢ و ١٧٥٠ كراسى فى التشريح ، والفلك ، والنبات ، والكيمياء ، والجيولوجيا ، و « الفلسفة التجريبية » — أى الفيزياء . وأصبحت الطريقة العلمية تجريبية بصورة أدق .. وهبطت الخصومة الوطنية ، التى لوثت دولية الفكر بالجدل المحتدم بين نيوتن وليبنتز ، وتكاتفت الكهانة الجديدة عبر الحدود ، والحقائد اللاهوتية ، والحروب ، لترتاد المجهول المتعاظم . وجاء طلاب البحث من كل طبقة ، من بريستلى الرقيق الحال ودالامبير اللقيط ، إلى بوفون حامل لقب الشرف ولافوازييه المليونير . ودخل الملوك والأمراء ساحة البحث : فاشتغل جورج الثالث بالنبات ، وجون الخامس بالفلك ، ولويس السادس عشر بالفيزياء . وعكف الهواة أمثال مونتسكيو وفولتير ، والنساء أمثال مدام دشاتليه والممثلة الآنسة كلرون ، على العمل بجد فى المختبرات أو تلهوا بها ، وحاول العلماء اليسوعيون أمثال بوسكوفش الجمع بين الايمانين القديم والجديد .

ولم يتمتع العلم بمثل هذه الشعبية وهذا التشريف حتى جاء عصرنا الحاضر المتفجر . فقد رفع دوى كشوف نيوتن فى الرياضة والميكانيكا والفلك هامات العلماء فى كل بلد فى أوربا . صحيح إنهم لم يستطيعوا الارتقاء حتى يصل أحدهم — كما وصل نيوتن — إلى منصب مدير دار المسكوكات ، ولكنهم فى القارة ، بعد عام ١٧٥٠ ، وجدوا الترحيب فى المجتمع المعطر وغشوا المحافل جنباً إلى جنب مع اللوردات والأدواق . وفى باريس غصت قاعات المحاضرات العلمية بالمستمعين من الجنسين ومن جميع المراتب . كتب جولدسمث الذى زار باريس فى ١٧٥٥ يقول : « رأيت فى محاضرات روويل فى الكيمياء من نجوم الجمال المتألقة ما هو خليق بأن يزين بلاط الملك فى فرساى . » [1] وكانت نساء المجتمع العصريات يحتفظن بكتب العلوم على خزانات زينتهن ، وترسم لهن الصور — كما صورت مدام بومبادور — وعند أقدامهن ، المربعات والتلسكوبات . وفقد الناس الاهتمام باللاهوت ، ونفضوا عنهم العالم الآخر مع حرصهم على خرافاتهم . وغدا العلم الأسلوب والمزاج لعصر يتحرك فى نهر معقد من التغير المحموم إلى نهايته الوبيلة .

## ٢ — الرياضة

### ( أ ) أويلر

كان التغيير فى الرياضة الآن أبطأ لأن الكثير جداً قد أنجز فى ذلك الميدان طوال خمسة آلاف عام ، بحيث بدا أن نيوتن لم يترك زيادة لمستزيد . وبعد موته ( ١٧٢٧ ) حدث رد فعل ، بعض الوقت ، ضد فروض حساب التفاضل وأبهاماته . فهاجمها الأسقف باركلى ، فى مقال نقدى قوى ( المحلل ، ١٧٣٤ ) ، لأنها تعادل تماماً غوامض الميتافيزيقا واللاهوت ، ورمى أتباع العلم بـ « الخضوع للسلطان ، وقبول الأشياء بالتسليم ، والإيمان بنقاط لا يمكن تصورها » وهى بالضبط التهم التى اتهم بها من قبل أتباع الدين . وقد لقى الرياضيون وما زالوا يلقون من العنف فى الرد عليه فى هذه النقطة ما يلقاه الماديون فى تفنيد مثاليته .

على أن الرياضة بنت لها جسوراً ، واستمر البحث فى الأرقام . فطور أبراهام ديموافر ، ونيكولاس سوندرس ، وبروك تيلر فى انجلتره ، وكولن مكلورن فى اسكتلندة ، الشكل النيوتونى للتفاضل . ودفع ديموافر قدما رياضيات الصدفة ومعاشات مدى الحياة . وإذ كان فرنسى المولد ، انجليزى الموطن ، فقد اختارته جمعية لندن الملكية ( ١٧١٢ ) حكماً فى دعاوى نيوتن وليبنتز المتنافسة على أيهما سبق صاحبه إلى اختراع حساب التفاضل النهائى الصغر . أما سوندرسن فقد كف بصره فى عامه الأول ، فتعلم حل المسائل الحسابية الطويلة العويصة عقلياً ، وعين أستاذاً للرياضة فى كمبردج فى عامه الحادى والعشرين ( ١٧١١ ) ، وألف كتاباً فى « الجبر » حاز الاستحسان الدولى . وسنرى كيف استهوت سيرته ديدرو . وترك تلور اسمه على النظرية الأساسية فى حساب التفاضل ، وأثبت مكلورين أن الكتلة السائلة التى تدور حول محورها تتخذ شكل القطع الناقص .

وفى بازل واصلت أسرة بونوللى إنجاب العلماء المبرزين طوال أجيال ثلاثة . وكانت هذه الأسرة البروتستنتية المذهب قد فرت من أنتورب ( ١٥٨٣ ) اتقاء فظائع دوق ألفا . وينتمى اثنان من الرياضيين البرنوللين السبعة لعصر لويس الرابع عشر ، وكان الثالث وهو يوهان الأول ) ١٦٦٧ —

١٧٤٨ ( مخضرماً أدرك حكم ملكين ) لويس ١٤ و ١٥ ) وأصبح دانيال ( ١٧٠٠ — ٨٢ ) أستاذاً للرياضة فى سانت بطرسبورج وهو فى الخامسة والعشرين ، ولكنه عاد بعد ثمانية أعوام ليدرس التشريح ، والنبات والفيزياء ، وأخيراً الفلسفة ، فى جامعة بازل وترك مؤلفات فى حساب التفاضل والتكامل ، والصوتيات ، والفلك ، وأسس الفيزياء الرياضية تقريباً . وعلم أخوه يوهان الثانى ( ١٧١٠ — ٩٠ ) البلاغة والرياضة ، وترك بصمته على نظرية الحرارة والضوء . وقد نال دانيل جوائز من أكادمية العلوم عشر مرات ، ويوهان ثلاث مرات . وأصبح أحد أبناء يوهان ، وهو يوهان الثالث ( ١٧٤٤ — ١٨٠٧ ) ، فلكى الملك فى أكاديمية برلين ، وعلم ياكوب الثانى ( ١٧٥٨ ) — ٨٩ ) الفيزياء فى بازل ، والرياضة فى سانت بطرسبورج . لقد امتدت هذه الأسرة العجيبة عبر المنهج ، والقرن ، والقارة الأوربية .

ويتميز ليونارد أويلر ، تلميذ يوهان بونوللى الأول والمنافس الصديق لدانيال ، إماماً لرياضى عصره من حيث تعدد القدرات وغزارة الإنتاج . ولد فى بازل عام ١٧٠٧ ومات فى بطرسبورج عام ١٧٨٣ ، وبرز فى الرياضة ، والميكانيكا ، والبصريات ، والسمعيات ، والديناميكا المائية ، والفلك ، والكيمياء ، والطب ، وحفظ نصف الانيادة عن ظهر قلب ، فكان بهذا كله خير بيان لفوائد التنوع ومدى قدرات العقل البشرى . وفى ثلاث رسائل كبرى فى التفاضل والتكامل حرر هذا العلم الجديد من العقد الهندسية التى ولد بها ، وأرسى أسسه بوضعه تفاضلا جبرياً — « تحليلا » . وأضاف إلى هذه الرسائل الكبرى .مؤلفات فى الجبر ، والميكانيكا ، والفلك ، والموسيقى ؛ على أن مقاله عن « نظرية جديدة فى الموسيقى » ( ١٧١٩ ) » احتوى من الهندسة فوق يسيغه الموسيقيون ، ومن الموسيقى فوق ما يسيغه الهندسيون . » [٢] وقد احتفظ رغم تبحره فى العلم بإيمانه الدينى إلى النهاية .

وحين انتقل دانيال برنوللى إلى سانت بطرسبورج وعد ليونارد بأن يحصل له على وظيفة فى أكاديميتها . وذهب الشاب إليها وهو فى العشرين ، ولما غادر دانيال رو سيا ( ١٧٣٣ ) خلفه أويلر رئيساً لقسم الرياضة . وأدهش زملاءه الأكاديميين بأن حسب فى ثلاثة أيام جداول فلكية قدر أنها تحتاج إلى عدة شهور وعكف على هذا العمل وغيره عكوفاً شديداً ليل نهار

على ضوء ضعيف ، حتى فقد بصر عينه اليمنى فى ١٧٣٥ . ثم تزوج ، وشرع على الفور يجمع ويضرب ، بينما الموت يطرح ، فقد مات ثمانية من أبنائه الثلاثة عشر أطفالا. ولم يأمن على حياته فى عاصمة أنهكتها الدسائس والاغتيالات السياسية . وفى ١٧٤١ قبل دعوة من فردريك الأكبر للانضمام إلى أكاديمية برلين ، وهناك ، فى سنة ١٧٥٩ ، خلف موبرتوى فى الاضطلاع بالرياضة . وأحبته أم فردريك ، ولكنها وجدته صموتاً بشكل غريب . وسألته « لم لا تتحدث إلى ؟ » فأجاب « سيدتى ، إننى قادم من بلد يشنق المرء فيه إن تكلم[٣] » . على أن الروس كانوا قادرين على السلوك المهذب . فقد واصلوا صرف راتبه له بعد رحيله بزمن طويل ، وحين نهب جيش روسى مزرعة أويلر أثناء غزوه برندنبورج سخا القائد الروسى فى تعويضه عن خسارته ، وأضافت الإمبراطورة إليزابث بتروفنا إلى التعويض مبلغاً من عندها .

وتاريخ العلم يكرم أويلر أولا لما أنتجه فى حساب التفاضل ، لاسيما لتناوله النظامى لتفاضل التغيرات . وقد دفع الهندسة وحساب المثلثات إلى الأمام باعتبارهما فرعين من فروع التحليل . وكان أول من تصور فى وضوح فكرة الوظيفة الرياضية التى هى الآن قلب الرياضة . وفى الميكانيكا صاغ المعادلات العامة التى ما زالت تحمل اسمه . وفى البصريات كان أول من طبق حساب التفاضل على ذبذبات الضوء وصاغ منحنى التذبذب باعتباره متوقفاً على المرونة والكثافة . واستنبط قوانين الانكسار تحليلياً وقام بدراسات فى انتشار الضوء مهدت لصناعة العدسات الأكروماتية . وشارك فى مشروع دولى هدفه إيجاد خط الطول فى البحر برسم موقع الكواكب وأوجه القمر ، وأعان حله التقريبى جون هاريسون على وضع جداول قمرية موفقه للبحرية البريطانية .

وفى ١٧٦٦ طلبت كاترين الكبرى إلى أويلر أن يعود إلى سانت بطرسبورج. وقد عاد إليها ، فاحتفت به حفاوة بالغة . ولم يثبت بعد وصوله أن كف بصره تماماً ، ولكن ذاكرته بلغت من الدقة ، وسرعة حسابه بلغت من

العظمة مبلغاً أتاح له أن يواصل الإنتاج بنشاط يقرب من نشاطه السابق . وأملى الآن كتابه « مقدمة كاملة للجبر » على خياط شاب لم يكن حين بدأ عمله هذا يعرف شيئاً عن الرياضة أكثر من الحساب البسيط ، وقد أضفى هذا الكتاب على الجبر الشكل الذى احتفظ به إلى يومنا هذا . وفى ١٧٧١ دمرت نار بيت أويلر ، وأنقذ مواطن سويسرى من بازل يدعى بيتر جريم الرياضى الأعمى من النيران إذ حمله على كتفيه بعيداً عن الخطر . ومات أويلر عام ١٧٨٣ وقد بلغ السادسة والسبعين بنوبه فالج أصابته وهو يلعب مع أحد حفدته .

( ب ) لجرانج

ولم يفقه غير رجل واحد فى قرنه وعلمه ، وهو الفتى الذى بسط عليه رعايته — جوزف لوى لجرانج . وكان واحداً من أحد عشر طفلا ولدوا لزوجين فرنسيين يقيمان فى تورين ، ولم يتجاوز الطفولة من هؤلاء كلهم غيره . وقد تحول عن الدراسات الكلاسيكية إلى العلم عند قراءته مذكرة وجهها هالى إلى جمعية لندن الملكية ، فكرس نفسه للتو لدراسة الرياضة ، وسرعان ما برز فيها تبريزاً أوصله فى سن الثامنة عشرة إلى منصب أستاذ الهندسة فى أكاديمية المدفعية بتورين . وقد ألف من تلاميذه ، وكلهم تقريباً أكبر منه سناً ، جماعة بحث نمت حتى غدت أكاديمية تورين للعلوم . وفى التاسعة عشرة أرسل إلى أويلر طريقة جديدة لتناول حساب تفاضل التغيرات . ورد أويلر بأن الطريقة تذلل صعوبات لم يستطع هو نفسه تذليلها . وأجل السويسرى الكريم إذاعة النتائج التى وصل إليها ، حتى لا أحرمك من أى قسط من المجد الذى تستحقه . « وأذاع لجرانج طريقته فى المجلد الأول الذى أصدرته أكاديمية تورين ( ١٧٥٩ ) وشهد أويلر فى مذكرته عن حساب تفاضل التغيرات بكل الفضل للفتى . وفى ذلك العام ( ١٧٥٩ ) انتخب بنفوذه عضواً أجنبياً بأكاديمية برلين وهو لا يعدو الثالثة والعشرين . ولما غادر أويلر بروسيا زكى لجرانج خلفاً له فى الأكاديمية ، وأيد دالامبير هذا الاقتراح بحرارة ، وفى ١٧٦٦ انتقل لجرانج إلى برلين . وقد حيا

فردريك الأكبر باعتباره « أعظم ملك فى أوربا » ، ورحب به فردريك « أعظم الرياضيين فى أوربا »(٥) وكان هذا سابقاً لأوانه ، ولكنه صدق بعد قليل . والعلاقات الودية التى ربطت أئمة رياضيي القرن الثامن عشر — أويلر ، ولجرانج ، وكليرو ، ودالامبير ، ولجاندر — تؤلف فصلا مبهجاً فى تاريخ العلم .

وخلال العشرين السنة التى أقام فيها لجرانج ببرلين ألف تدريجياً أجزاء رائعته الكبرى « الميكانيكا التحليلية » . وعلى هامش هذا المشروع الأساسى نقب فى الفلك ، وقدم نظرية عن توابع المشترى وتعليلا لترجحات القمر ، أى التغيرات فى الأجزاء المنظورة منه . وفى ١٧٨٦ مات فردريك الأكبر ، وخلفه فردريك وليم الثانى ، الذى لم يكن يعبأ كثيراً بالعلم . فقبل لجرانج دعوة من لويس السادس عشر للانضمام إلى أكاديمية العلوم الباريسية وأعطى سكناً مريحاً فى اللوفر ، وأصبح أثيراً لدى مارى أنطوانيت التى بذلت ما وسعها لتخفف عنه نوبات الاكتئاب التى كثيراً ما انتابته وجلب معه مخطوط « الميكانيكا التحليلية » ، ولكنه لم يستطع العثور على ناشر يتصدى لمثل هذه المشكلة الطباعية العسيرة فى مدينة تغلى مراجلها بالثورة . وأخيراً أقنع صديقاه أدريان لجاندر وألابية مارى طابعاً بالاضطلاع بهـذه المهمة ، ولكنه لم يقتنع إلا بعد أن وعده ألابيه بأن يشترى جميع النسخ غير المباعة بعد تاريخ محدد . فلما وضع الكتاب الذى لخص جهد حياة لجرانج بين يديه ( ١٧٨٨ ) لم يكترث بالنظر إليه ، فقد كان فى إحدى نوبات اكتئابه الدورية التى أفقدته كل اهتمام بالرياضة ، بل بالحياة . وظل الكتاب مقفلا على مكتبه عامين كاملين .

وهناك إجماع على وضع « الميكانيكا التحليلية » فى قمة رياضة القرن الثامن عشر . فهذا الكتاب الذى لم يفقه غير « الأصول » فى الميدان الذى تناوله الكتابان ، تقدم على كتاب نيوتن هذا باستعماله « التحليل » — التفاضل الجبرى — بدلا من الهندسة فى إيجاد الحلول وعرضها ، وقد جاء فى المقدمة « ليس فى هذا الكتاب رسوم بيانية » وبهذه الطريقة اختزل لجرانج الميكانيكا إلى صيغ عامة — تفاضل التغيرات — يمكن أن تستخلص منها معادلات نوعية

لكل مسألة بعينها ، وما زالت هذه المعادلات العامة تسود الميكانيكا وتحمل اسمه . ووصفها إرنست ماخ بأنها من أعظم الإسهامات فى الاقتصاد فى الفكر (٦) وقد رفعت ألفرد نورث هوايتهيد إلى ذرى النشوة الدينية فقال « إن فى هذه المعادلات من الجمال ، ومن البساطة التى تكاد تبلغ مرتبة القداسة ، ما يجعل هذه الصيغ جديرة بأن تضارع تلك الرموز الغامضة التى آمن الناس فى القديم بأنها تدل مباشرة على الكائن الأعلى الذى يكمن وراء كل الأشياء (٧) .

فلما نشبت الثورة بسقوط الباستيل ( ١٤ يوليو ١٧٨٩ ) نصح لجرانج ، المقرب إلى الملكية ، بأن يعود إلى برلين ، ولكنه أبى . فلقد كان على الدوام متعاطفاً مع المظلومين ، ولكنه لم يؤمن بقدرة الثورة على النجاة من نتائج عدم المساواة الطبيعى بين البشر . وهالته مذابح سبتمبر ١٧٩٢ ، وإعدام صديقة لافوازييه ، ولكن صمته المكتئب أنقذ رأسه من الجيلوتين . فلما فتحت مدرسة المعلمين ( ١٧٩٥ ) نيط لجرانج بقسم الرياضة فيها ، وحين أقفلت وأسست مدرسة الفنون والصنائع ( ١٧٩٧ ) كان أول أساتذتها ، والأساس والاتجاه الرياضيان للتعليم الفرنسى هما بعض تأثير لجرانج الطويل الأمد .

وفى ١٧٩١ عينت لجنة لوضع نظام جديد للموازين والمقاييس . وكان لجرانج ، ولافوازييه ، ولابلاس ، من أوائل أعضائها . وبعد ثلاثة أشهر « طهر » ابثنان من هذا الثالوث ، وأصبح لجرانج العقل القائد فى وضع النظام المترى . واختارت اللجنة أساساً للطول ربع الكرة الأرضية — ربع الدائرة العظمى التى تمر حول الأرض على مستوى البحر بطريق القطبين ، وأخذ جزء على عشرة ملايين منه وحدة جديدة للطول وسمى متراً . واختارت لجنة فرعية الجرام وحدة جديدة للموازين : وهو وزن الماء المقطر فى درجة الصفر المئوية ، ويشغل مكعباً كل ضلع فيه سنتيمتر واحد — أى جزء على مائة من المتر . وبهذه الطريقة بنيت جميع الأطوال والأوزان على ثابت فيزيائى واحد ، وعلى العدد عشرة . وظل هناك مدافعون عن النظام الإثنى عشرى ، الذى اتخذ العدد اثنى عشر أساساً له ، كما هو متبع فى انجلتره ، وبوجه عام فى تقديرنا للزمن . ولكن لجرانج أصر على النظام العشرى ، وكان له ما أراد . فقررت الحكومة الفرنسية هذا النظام فى ٢٥ نوفمبر ١٧٩٢ ،

وما زال ، مع بعض التعديلات باقياً إلى يومنا هذا ، ولعله أبقى نتائج الثورة الفرنسية .

وأضاءت تجربة رومانسية كهولة لجرانج . ذلك أنه حين بلغ السادسة والخمسين أصهرت فتاة فى السابعة عشرة ، كانت ابنة صديقه الفلكى لمونييه ، على الزواج منه وتكريس نفسها للتخفيف من أوهامه ووساوسه . وأذعن لجرانج ، وبلغ من عرفانه بصنيع حبها أنه كان يصحبها إلى المراقص والحفلات الموسيقية . وكان قد تعلم أن يحب الموسيقى — التى هى لعبة تحتال بها الرياضة على الأذن — لأنها « تعزلنى . إننى أسمع الموازين الموسيقية الثلاثة الأولى ، وفى الرابعة لا أعود أعى شيئاً ، فأستسلم لأفكارى ، ولا شىء يقطعها على ، وبهذه الطريقة أحل أكثر من مسألة عويصة » (٨) .

فلما هبطت حمى الثورة ، هنأت فرنسا نفسها لأنها أعفت إمام رياضيي العصر من الجيلوتين . وفى ١٧٩٦ أوفد تاليران إلى تورين ليزور بصفة رسمية والد لجرانج ويقول له « إن ابنك الذى تفخر بيدمونت بأنها أنجبته ، وتفخر فرنسا بأنه مواطن فيها ، وقد شرف البشر أجمعين بعبقريته » (٩) . وكان نابليون يحب فيما بين حملاته أن يتحدث إلى الرياضى الذى تحول إلى الفلسفة .

واستعاد الشيخ اهتمامه بالرياضة حين نفخ ووسع « الميكانيكا التحليلية » ( ١٨١٠ — ١٣ ) لإعداد طبعة ثانية من الكتاب . ولكنه أسرف فى الجهد والسرعة كعادته ؛ وأضعفته نوبات من الدوار ، ومرة وجدته زوجته فاقد الوعى على أرض الحجرة ، وقد نزف رأسه من قطع سببه سقوطه على حرف المائدة . وأدرك أن قواه البدنية آخذة فى النضوب ، ولكنه تقبل هذا التحلل البطىء على أنه طبيعى ومعقول . وقال لمونج ولغيره من عواده :

« كنت مريضاً جداً أمس أيها الأصدقاء ، وأحسست أننى سأموت . وأصاب الضعف بدنى شيئاً فشيئاً ، وانطفأت قواى العقلية والبدنية دون وعى منى . ولاحظت « متوالية » تناقص عافيتى ، الحسنة التدرج ، ووصلت إلى النهاية دون أسف ، أو حسرات ، وفى هبوط غاية فى الرفق . يجب

ألا نخشى الموت ، وحين يأتى دون ألم ، فإنه يكون وظيفة أخيرة ليست بالكريهة ... إن الموت هو الراحة الكبرى للجسد (١٠) .

ومات فى ١٠ ابريل ١٨١٣ وقد بلغ الخامسة والسبعين غير باك على شىء إلا اضطراره لترك زوجته الوفية عرضة لمخاطر ذلك العهد ، حين بدا أن العالم كله قد امتشق الحسام لقتال فرنسا .

وحمل صديقاه جسبارمونج ، وأدريان لجاندر ، إلى القرن التاسع عشر تلك الأبحاث الرياضية التى كانت الأسس للتقدم الصناعى . وينتمى إنتاج لجاندر ( ١٧٥٢ — ١٨٣٣ ) إلى عصر ما بعد الثورة ، وحسبنا أن نقرئه التحية فى طريقنا . أما مونج فكان بابن بائع متجول وسنان سكاكين . ونحن نراجع فكرتنا عن الفقر الفرنسى حين نرى هذا العامل البسيط يوفر لثلاثة من أبنائه التعليم فى الكلية . ونال جسبار كل ما أتيح من جوائز فى فى المدرسة . وفى الرابعة عشرة صنع آلة لإطفاء الحريق ، وفى السادسة عشرة رفض دعوة معلميه اليسوعيين إياه أن ينضم إلى طريقتهم ، وبدلا من هذا أصبح أستاذ الفيزياء والرياضة فى المدرسة الحربية بميزيير . وهناك صاغ أصول هندسته الوصفية — وهى طريقة لعرض شكل ثلاثى الأبعاد على مستوى وصفى واحد . وتبين عظم فائدة هذه الطريقة فى تصميم الحصون وغيرها من المبانى ، حتى أن الجيش الفرنسى ظل خمسة عشر عاماً يحظر عليه البوح بسرها علناً ، ثم سمح له ( ١٧٩٤ ) بتدريسها فى مدرسة المعلمين بباريس . وقد أخذ لجرانج العجب وهو يستمع إلى محاضراته فيها ، شأن جوردان فى مسرحية فولتير « قبل أن أستمع إلى مونج لم أعرف أننى أعرف الهندسة الوصفية » (١١) . وقد أبلى مونج بلاء حسناً فى خدمة الجمهورية التى تعد نفسها للمعركة . وارتقى إلى منصب وزير البحرية . وعهد إليه نابليون بالكثير من المهام السرية . وبعد عودة البوربون إلى الملك عانى مونج من الفاقة والتعرض للخطر . فلما مات ( ١٨١٨ ) منع تلاميذه فى مدرسة الفنون والصنائع من السير فى مأتمه . وفى الغد ساروا إلى المدفن بهيئتهم الكاملة ، ووضعوا على قبره اكليلا من الزهر .

## ٣ - الفيزياء

### ( ١ ) المادة والحركة والحرارة والضوء

نمت الرياضة لأنها كانت الأساس والأداة التى لاغنى عنها للعلوم كلها ، إذ اختزلت الخبرة والتجربة إلى قوانين كمية أتاحت التنبؤ الدقيق والضبط العملى . وكانت الخطوة الأولى هى تطبيقها على المادة عموماً : بكشف الاطرادات ووضع « القوانين » للطاقة ، والحركة ، والصوت ، والضوء ، والمغنطيسية ، والكهرباء ، هنا كمن ما يكنى من الأسرار التى تتطلب الكشف عن خوافيها .

وقد ضحى بيير لوى مورو دموبرتوى بمستقبله فى الجيش الفرنسى ليكرس نفسه للعلم . وسبق فولتير فى تعريف فرنسا بنيوتن ، وفى تقدير مفاتن مدام دوشاتليه وتعليمها . وفى ١٧٣٦ ، كما سنرى ، رأس بعثة إلى لايلاند لقياس درجة طولية . وفى ١٧٤٠ قبل دعوة لزيارة فردريك الثانى ، وتبع فردريك إلى معركة مولفتز ( ١٧٤١ ) ، وأسره النمساويون ، ثم أطلقوا سراحه بعد قليل . وفى ١٧٤٥ انضم إلى أكاديمية برلين للعلوم ، وبعد عام أصبح عميداً لها . وشرح المبدأ الذى توصل إليه لأكاديمية باريس للعلوم فى ١٧٤٤ ، ولأكاديمية برلين فى ١٧٤٦ ، وهو المبدأ القائل بأقل حركة : « حين تحدث أى تغيير فى الطبيعة فإن كمية الحركة المستخدمة لهذا التغيير هى دائماً أقل ما يمكن . « وذهب إلى أن هذا يثبت وجود نظام منطقى فى الطبيعة ، وإذن وجود اله منطقى [١٢] . وطور أويلر ولجرانج هذا المبدأ ، وفى زماننا هذا لعب دوراً فى نظرية الكم . وفى « مقال فى علم الكون » ( ١٧٥٠ ) أحيا موبرتوى بدعة لا يمكن القضاء عليها : فهو مع تبينه قصداً فى الطبيعة ، إلا أنه اعترف بأنه يرى فيها أيضاً علامات الغباء أو الشر ، وكأن شيطاناً ينافس إليها خيراً فى تعريف شئون الكون [١٣] . ولعل موبرتوى كان يوافق خصمه اللدود فولتير على أن القديس أوغسطين كان ينبغى أن يظل مانويا .

وقد سبقت الإشارة إلى مولد دالامبير ، ثمرة غير مقصودة لصلة عابرة بين ضابط مدفعية وراهبة سابقة . عثرت عليه شرطة باريس على سلم كنيسة

سان جان لورون ولما تمض على مولده ساعات ( ١٧١٧ ) ، فعمـــدوه باسم جان بانيست لورون ، وأرســـلوه إلى مرضع فى الريف . وطالب به أبوه ، الشفالييه ديتوش ، وسماه دارامبير ( لأسباب نجهلها ) ، ودفع أجراً لمدام روسو ، وهى زوجة صانع زجاج ، لتتبنى الطفل . وتبين أنها رابة مثالية ، وأن جان غلام نابغة . فلما بلغ السابعة أراه أبوه فى فخر لأمه ، مدام دتانسان ، ولكنها قررت أن مستقبلها خليلة وصاحبة صالون سيضار بقبول الطفل ، ولم تسهم بشيء فى إعالته على قدر علمنا ، أما الشفالييه فقد ترك له قبل موته فى ١٧٢٦ معاشاً سنوياً قدره ألف ومائتا جنيه .

وتلقى جان تعليمه فى الكوليج دكاتر ناســـيون (كلية الأمم الأربع ) ، ثم فى جامعة باريس ، حيث نال درجة القانون . وهناك ، حوالى عام ١٧٣٨ ، غير اسمه من دارامبير إلى دالامبير . ثم اتجه إلى دراسة الطب بعد أن مل القانون ، ولكن ميلا عارضاً إلى الرياضة انقلب فيه غراماً مشبوباً . قال « كانت الرياضة لى أشبه بالخليلة للرجل » (١٤) . وواصل السكنى مع مدام روسو حتى بلغ الثامنة والأربعين وهو يعتبرها فى عرفانه بصنيعها أمه الوحيدة . وكان من رأيها أن مما يشين الرجل أن يسلم نفسه إلى حياة الدرس ولا يبدى أى شهوة للمال . فكانت تقول له فى أسى « إنك لن تعدو أن تكون فيلسوفاً . وما الفيلسوف ؟ مجنون يعذب نفسه طوال حياته ليتحدث الناس عنه بعد موته » (١٥) .

ولعل دوافعه الملهمة لم تكن الرغبة فى الشهرة بعد الموت ، بل المنافسة الأبية مع العلماء الراسخين ، وتلك الغريزة الشبيهة بغريزة القندس ، التى تبتهج بالبناء ، وتخلق النظام من فوضى المواد أو الأفكار . على أية حال فإنه فى الثامنة والعشرين بدأ يقدم أبحاثاً لأكاديمية العلوم : أحدها فى حساب التكامل ( ١٧٣٩ ) ، وآخر فى انكسار الضوء ( ١٧٤١ ) ؛ وفى بحث الضوء هذا أقدم تعليل لإنحناء أشعة الضوء وهى تنتقل من سائل إلى آخر أكبر كثافة ، ومكافأة له على هذا البحث قبلته الأكاديمية عضواً « ملحقاً » . وبعد عامين نشر أهم آثاره العلمية « رسالة فى الديناميكا » ، وقد حاول فيها أن يختزل كل مسائل المادة المتحركة إلى معادلات رياضية ، وسبقت الرسالة رسالة

لجرانج الأفضل منها « الميكانيكا التحليلة » باثنتين وأربعين سنة ، وهى تحتفظ بأهميتها التاريخية لأنها صاغت النظرية الأساسية المعروفة الآن باسم « مبدأ دالامبير » ، وهى أعسر تخصصاً مما يحتمله هضمنا العام ، ولكنها عون كبير على الحسابات الميكانيكية . وقد طبقها فى « رسالة فى توازن السوائل وحركتها » ( ١٧٤٤ ) ، وظفرت من الأكاديمية بإعجاب حملها على مكافأته بمعاش من خمسمائة جنيه ، لابد أنه هدأ من ثائرة مدام روسو .

ومن مبدئه هذا من ناحية ، ومن معادلة مبتكرة فى حساب التفاضل ، توصل دالامبير إلى صيغة لحركة الرياح . وأهدى كتابه « تأملات فى السبب العام للرياح » (١٧٤٧ ) إلى فردريك الأكبر ، الذى استجاب بدعوته للإقامة فى برلين ، ولكن دالامبير رفض ، فأبدى بذلك من الحكمة وهو فى الثلاثين أكثر مما سيبديه فولتير وهو فى السادسة والخمسين . وفى « مقال عن نظرية جديدة فى مقاومة السوائل » (١٧٥٢ ) : حاول أن يجد صيغاً ميكانيكية لمقاومة الماء لجسم يتحرك فوقه ، فأخفق ؛ ولكن فى ١٧٧٥ ، وبتكليف من طورجو ، أجرى هو وكوندورسيه والابيه بوسو تجارب أعانت على تقرير قوانين مقاومة السوائل للأجسام المتحركة على سطوحها . وفى أخريات عمره درس حركة الأوتار المتذبذبة ، وأصدر ( ١٧٧٩ ) « مبادىء الموسيقى النظرية والعملية » متبعاً ومعدلا طريقة رامو ؛ وقد ظفر هذا الكتاب بثناء عالم الموسيقى الشهير تشارلز بيرنى . ويمكن القول أن دالامبير أوتى فى مجموعه عقلا من أذكى وأرهب العقول فى هذا القرن .

وعرض فردريك الأكبر وظيفة عميد أكاديمية برلين على دالامبير حين استقال موبرتيوس . وكان الرياضى — الفيزيائى — الفلكى — الموسوعى رجلا رقيق الحال ولكنه رفض المنصب فى أدب ، ذلك أنه كان يعتز بحريته ، وبأصدقائه ، وبباريس . واحترم فردريك بواعثه ، وأرسل إليه معاشاً متواضعاً من ألف ومائتى جنيه بعد استئذان لويس الخامس عشر . وفى ١٧٦٢ دعته كاترين الكبرى إلى روسيا وأكاديمية سانت بطرسبورج ، فرفض الدعوة ، لأنه كان الآن عاشقاً . وأصرت كاترين ، ربما بعد علمها بهذا ، وطلبت إليه أن يحضر « ومعك كل أصدقائك » ، وعرضت عليه راتباً

من ١٠٠,٠٠٠ فرنك فى العام . وقبلت اعتذاراته فى سماحة ، وواصلت مراسلته ، وناقشت معه أسلوب حكمها ومشاكله . وفى ١٧٦٣ ناشده فردريك أن يزور بوتسدام على الأقل ، فذهب دالامبير ، وكان يتناول الطعام مع الملك شهرين . ورفض مرة أخرى عمادة أكاديمية برلين ، وبدلا من ذلك اقتنع فردريك بأن يرفع راتب أويلر رب الأسرة الكبيرة [١٦] . ونرجو أن نلتقى بدالامبير مرة أخرى .

وكان لآل برنوللى المدهشين مساهمات عارضة فى الميكانيكا . فصاغ يوهان الأول ( ١٧١٧ ) مبدأ السرعات الافتراضية : « فى كل توازن للقوى أيا كانت ، وعلى أى صورة استخدمت ، وفى أى اتجاهات يؤثر بعضها فى بعض ، بطريق مباشر أو غير مباشر ، يكون مجموع الطاقات الموجبة معادلا لمجموع الطاقات السالبة إيجابياً » . وأعلن يوهان وابنه دانيال ( ١٧٣٥ ) أن مجموع « القوة الحية » فى العالم ثابت دائماً ؛ وقد أعيدت صياغة هذا المبدأ فى القرن التاسع عشر باسم عدم فناء الطاقة . وطبق دانيال الفكرة تطبيقاً مثمراً فى كتابة « الديناميكا المائية » ( ١٧٣٨ ) وهو من عيون الكتب الحديثة فى ميدان بالغ الصعوبة . وفى ذلك المجلد أرسى أساس النظرية الحركية للغازات ، فالغاز يتألف من ذرات ضئيلة تتحرك بسرعة كبيرة ، وتحدث ضغطاً على الإناء بالصدمات المتكررة ، والحرارة تزيد من سرعة الذرات ، ومن ثم من ضغط الغاز ، ونقص الحجم ( كما أثبت بويل من قبل ) يزيد الضغط بنسبة النقص .

أما فى فيزياء الحرارة فإن ألمع الأسماء فى القرن الثامن عشر هو اسم جوزيف بلاك . ولد فى بوردو لأب اسكتلندى مولود فى بلفاست ، ودرس الكيمياء فى جامعة جلاسجو ، وفى السادسة والعشرين ( ١٧٥٤ ) أجرى تجارب فيما نسميه الآن التأكسد أو التآكل . وقد بينت هذه التجارب مفعول غاز ميزه عن الهواء العادى ، وكشف عن هذا الغاز فى الميزان ، وسماه « الهواء الثابت » ( ونسميه الآن ثانى أوكسيد الكربون ) ، وكان قد أوشك على الكشف عن الأوكسجين قبل ذلك . وفى ١٧٥٦ ، حين كان محاضراً فى الكيمياء ، والتشريح ، والطب فى الجامعة ، بدأ ملاحظات هدته إلى نظريته

فى « الحرارة الكامنة » : فحين تكون مادة ما بسبيلها إلى التغير من الحالة الجامدة إلى حالة السيولة أو من السيولة إلى الغازية ، فإن المادة المتغيرة تمتص من الهواء كمية من الحرارة لا يمكن ملاحظتها كتغير فى درجة الحرارة ، وهذه الحرارة الكامنة ترد إلى الهواء حين يتحول غاز إلى سائل أو سائل إلى جامد . وقد طبق جيمس وات هذه النظرية فى تحسينه للآلة البخارية . وكان رأى بلاك فى الحرارة كرأى جميع أسلاف بريستلى ، أنها مادة تزداد أو تتناقص دفئاً ، وظلت هذه الفكرة سائدة حتى أثبت بنيامين طومسن ، كونت رمفورد ، فى ١٧٩٨ ، أن الحرارة ليست مادة بل شكلا من أشكال الحركة ، يفهم الآن على أنه حركة مكتسبة للأجزاء المكونة للجسم .

وفى هذه الأثناء توصل يوهان كارل فيلكى الاستوكهولمى إلى نظرية مماثلة فى الحرارة الكامنة ( ١٧٧٢ ) مستقلا عن بلاك . وفى سلسلة من التجارب رواها هذا العالم السويدى فى ١٧٧٧ أدخل اصطلاح « الحرارة المشعة » — أى الحرارة غير المنظورة التى تنبعث من المواد الساخنة ، وقد ميز بينها وبين الضوء ، ووصف خطوط حركتها وانعكاسها وتركيزها بواسطة المرايا ، ومهد للربط الذى ربطه فيما بعد بين الحرارة والضوء باعتبارهما شكلين متشابهين من أشكال الإشعاع . وحدد فيلكى ، وبلاك ، ولافوازييه ، ولابلاس ، وغيرهم من الباحثين ، القيمة التقريبية للصفر المطلق ( وهو أدنى درجة حرارة ممكنة من حيث المبدأ ) . أما البريطانيون فكانت وحدة الحرارة التى اتخذوها هى الكمية التى ترفع درجة حرارة رطل من الماء درجة فهرنهيتية ، أما الفرنسيون ، وشعوب القارة عموماً ، فقد فضلوا استعمال كمية الحرارة التى ترفع درجة حرارة كيلو جرام من الماء درجة مئوية واحدة .

أما نظرية الضوء فإن ما أحرزه القرن الثامن عشر من تقدم فيها كان ضئيلا ، لأن جميع الفيزيائيين تقريباً قبلوا « فرض الجسيمات » الذى قال به نيوتن — وهو أن الضوء انبعاث كريات من الجسم إلى العين . وكان أويلز يتزعم أقلية تدافع عن نظرية الموجات . فافترض — كما افترض هويجنز — أن الفضاء « الخالى » بين الأجرام السماوية ، وبين الأجسام المنظورة الأخرى ،

يملؤه « الأثير » ، وهو مادة أرق من أن تدركها حواسنا أو آلاتنا ، ولكن تلمع إليه إلماعاً شديداً ظواهر الجاذبية ، والمغنطيسية ، والكهرباء . والضوء فى رأى أويلر تموج فى الأثير ، كما أن الصوت تموج فى الهواء . وقد ميز بين الألوان على أنها ترجع إلى فترات مختلفة من التذبذب فى أمواج الضوء ، وكان سباقاً إلى نظريتنا التى تنسب اللون الأزرق إلى أقصر فترة تذبذب ، واللون الأحمر إلى أطولها . وقد أثبت بيير بوجيه بالتجربة ما سبق أن توصل إليه كيلر نظرياً ، وهو أن شدة الضوء تتناسب تناسباً عكسياً مع مربع بعده عن مصدره . وتوصل يوهان لامبرت إلى طرق لقياس شدة الضوء ، وقرر أن ضياء الشمس يبلغ ٢٧٧,٠٠٠ ضعف ضياء القمر ، وأن علينا أن نتقبل هذا بالإيمان كما تقبلنا اللاهوت الذى ألقى إلينا فى طفولتنا .

٢ — الكهرباء

حققت فيزياء القرن الثامن عشر أروع تقدم لها فى ميدان الكهرباء . لقد عرف الناس كهرباء الاحتكاك منذ زمن طويل . وكان طاليس المليطى ( ٦٠٠ ق . م ) على علم بما للعنبر ( الكهرمان ) ، والكهرمان الأسود ، وغيرهما من المواد إذا حكت من قدرة على جذب الأجسام الخفيفة كالريش أو القش . وقد سمى وليم جلبرت ، طبيب الملكة اليزابث ، هذه القوة الجاذبة « إلكترون » ( من كلمة Electron اليونانية بمعنى الكهرمان ) وباللاتينية vis electrica . وكانت الخطوة التالية هى إيجاد وسيلة لتوصيل هذه الكهرباء الساكنة واستخدامها . وقد بحث جويريكى وهاوكسبى عن مثل هذه الوسيلة فى القرن السابع عشر ، وبقى أن يظل الكشف الحاسم عليها سراً حتى يتم على يد ستيفن جراى ( ١٧٢٩ ) .

وكان جراى رجلا متقاعداً حاد الطبع ، نزيل ملجأ من ملاجىء لندن . وحين « كهرب » أنبوبة زجاجية ، مسدودة بفلينتين عند طرفيها ، بدعكها وجد أن الفلينتين وكذلك الأنبوبة تجذب ريشة طائر . فأدخل أحد طرفى قضيب خشبى فى إحدى الفلينتين ، والطرف الآخر فى كرة من العاج ، فلما دعك الأنبوبة ، جذبت الكرة الريشة كما جذبتها الأنبوبة والفلينتان ، وهكذا أمكن توصيل الكهرباء على طول القضيب . واستطاع باستعمال

الدوبارة أو خيط القنب المتين بدلا من القضيب أن يوصل الكهرباء لمسافة ٧٦٥ قدماً . فلما استخدم الشعر ، أو الحرير ، أو الراتنج ، أو الزجاج ، فى الربط انعدم التوصيل ؛ وهكذا لاحظ جراى الفرق بين الأجسام الموصلة وغير الموصلة ، واكتشف أن الأجسام غير الموصلة يمكن استعمالها لحفظ الشحنات الكهربائية أو تخزينها . فلما علق ٦٦٦ قدماً من الدوبارة الموصلة من سلسلة طويلة من الأعمدة الماثلة ، وأرسل « القوة أو الفضيلة » الكهربائية ( كما سماها ) خلال تلك المسافة ، كان فى الواقع سباقاً إلى ابتكار التلغراف .

وتبنت فرنسا البحث ، فواصل جان ديزاجولييه ( ١٧٣٦ ) تجارب جراى ، وقسم المواد إلى موصـــلة وغير موصلة ( سماها « كهربات قائمة بذاتها » ) ووجد أن هذه يمكن تغييرها إلى موصلات ببلها بالماء . وأجرى شارل روفيه أبحاثاً أنهاها إلى أكاديمية العلوم فى ١٧٣٣ — ٣٧ . وفى رسالة متواضعة إلى جمعية لندن الملكية (١٧٣٤) صاغ أهم استنتاجاته على النحو الآتى :

« لقد ألقت الصدفة فى طريقى بمبدأ آخر ... وهو أن هناك كهربائين متميزتين ، تختلفان الواحدة عن الأخرى اختلافاً كبيراً ، اسمى إحداهما « الكهرباء الزجاجية » والأخرى « الكهرباء الراتنجية » والأولى هى كهرباء الزجاج ، والبللور الصخرى ، والأحجار الكريمة ، وشعر الحيوان والصوف ، وأجسام كثيرة أخرى . والثانية كهرباء العنبر ، والكوبال ، والجملكة ، والحرير ، والخيط ، والورق ، وعدد هائل من المواد الأخرى . وطبيعة هاتين الكهربائين هى أن جسما من نوع الكهرباء الزجاجية .... يصد كل الأجسام التى من هذا النوع من الكهرباء ، وبالعكس يجذب كل الأجسام التى من نوع الكهرباء الراتنجية [١٧] .

إذن فإن جسمين مكهربين بالتماس مع نفس الجسم المكهرب يصد أحدهما الآخر وهو ما اكتشفه دوفيه ، ويستطيع كل تلميذ أن يتذكر دهشته حين رأى كرتى بلسان معلقتين بواسطة مادتين غير موصلتين من نفس النقطة وموضوعتين بحيث تمس الواحدة منهما الأخرى ، تنتفضان فجأة مبتعدتين الواحدة عن الأخرى حين يلمسهما نفس القضيب الزجاجى المكهرب . وأظهرت تجارب لاحقة أن الأجسام « الزجاجية » قد تكتسب كهرباء راتنجية » ، وأن الأجسام « الراتنجية » قد تكتسب كهرباء « زجاجية ».

ومن ثم غير فرانكلن مصطلحات دوفيه إلى « موجبة وسالبة » . وروح دوفيه عن معاصريه بتعليقه رجلا بحبال غير موصلة ، وشحنه بالكهرباء بتلامسه مع جسم مكهرب ، ثم بعث الشرر من جسم الرجل المعلق دون أن يصيبه أذى ( * ) .

وانتقل المشهد إلى ألمانيا . فسبق جورج بوزيه فى ناحية فرانكلن بإلماعه إلى أن ظاهرة الفجر الكاذب مصدرها كهربائى . وفى ١٧٤٤ أثبت كرستيان لودولف فى أكاديمية برلين أن فى استطاعة شرارة كهربية أن تشعل سائلا قابلا للالتهاب . وفجر بونيه البارود بهذه الطريقة ، فأفتتح بذلك عصر استعمال الكهرباء فى التفجير ، وإطلاق المدافع ، وعشرات الأغراض الأخرى . وفى نفس العام بدأ جوتليب كراتسنشتين استعمال الكهرباء فى علاج الأمراض . وفى أكتوبر ١٧٤٥ اكتشف قسيس بومرانى يدعى أ . ج كلايست أن فى الإمكان تخزين شحنة كهربية فى أنبوبة زجاجية يملئها بسائل أدخل فيه مسماراً متصلا بآلة تحدث كهرباء احتكاكية ، فلما قطعت الوصلة احتفظ السائل بشحنته عدة ساعات . وبعد بضعة شهور توصل إلى هذا الكشف ذاته أستاذ بجامعة ليدن يدعى بيتر فان موسشينبرويك ، دون أن يعلم شيئاً عن تجارب كلايست ، وتلقى من طاس مشحونة غير مفصولة صدمة بدا لحظة أنها قاضية عليه ، ولم يفق منها إلا بعد يومين . وأثبت المزيد من التجارب فى ليدن أن فى الإمكان تخزين شحنة أثقل فى قارورة فارغة إذا غلف سطحاها السفليان ، الداخلى والخارجى ، بورقة قصدير . وخطرت لدانيال جرالات فكرة ربط عدة « جرار ليدينية » معاً ، ووجد أن إفراغ شحنتها الكهربية يقتل صغار الحيوان .

---

* بدأ الآن قرن من الحيل الكهربية فدعا جورج بوزيه ، الأستاذ بجامعة ليبرج ، عدة أصدقاء للغذاء ثم عزل المائدة خفية ، ولكنه أوصل شتى الأجسام التى فوقها بآلة تحدث الكهرباء مخفاة فى الحجرة المجاورة . فلما أقبل الضيوف على الطعام أشار لمساعد له بأن يدير الآلة ، وتطاير الشرر من الأطباق ، والأطعمة ، والأزهار . ثم قدم للجماعة شابة جذابة عزلها حذاؤها عن أرض الحجرة ، ولكن جسمها كان قد شحن كهرباء ، ودعا الضيوف الى تقبيلها . فأصيب المقبلون بصدمات كادت « تخلع أسنانهم » على حد قول الأستاذ .

وعرض لوى جيوم فى باريس عام ١٧٤٦ ، ووليم واطسن فى لندن عام ١٧٤٧ ، ما بدأ واطسن بتسميته « دائرة » . فقد مد واطسن سلكاً طوله نحو ألف ومائتى قدم عبر كوبرى وستمنستر ، وعلى إحدى ضفتى التيمز أمسك رجل بطرف السلك ولمس الماء ؛ وعلى الضفة الأخرى أمسك آخر بالسلك وبجرة من الجرار الليدينية ، فلما لمس ثالث الجرة بيد وقبض بالأخرى على سلك امتد داخل الماء أقفلت « الدائرة » وأصيب الرجال الثلاثة بصدمة . وفى ١٧٤٧ لاحظ جرومبرت الدرسدنى أن فى الإمكان بعث الشرر مسافة ما خلال فراغ جزئى ، فينشأ عن ذلك ضوء غير قليل .

ويوصلنا هـــذا العام — عام ١٧٤٧ إلى بنيامين فرانكلن ، الذى بدأ آنئذ تجاربه الكهربية التى جعلت اسمه وصـــيته يتذبذبان بين العلم والسياسة . هنا ذهن وقلب من أعظم ما وعى التاريخ ، اتسعت رقعة فضوله الخـــلاق وتفاوتت من مقترحات كالتوقيت الموفر لنور النهار ، والكراسى الهزازة ، والنظارات المزدوجة البؤرة إلى مانعات الصواعق ونظرية السائل الواحد الكهربية . وقد اعترف عالم من أئمة علماء قرننا هذا ، هو السير جوزيف طومسن ، بأنه « دهش للتشابه بين بعض الآراء التى تهدينا إليها نتائج أحدث الأبحاث ، والآراء التى قال بها فرانكلن فى طفولة الموضوع [١٩] .

كان من أول كشوف فرانكلن تأثير الأجسام المدببة فى « جذب وقذف النار الكهربية » [٢٠] . فقد وجد أن إبرة طويلة رفيعة تستطيع جذب تيار من الكهرباء من كرة مكهربة على بعد ست بوصات أو ثمان ، فى حين أن جسما غير حاد اقتضى إحداث هذا الأثر فيه تقريبه إلى مسافة بوصة من الكرة . وكان فرانكلن يتحدث عن الكهرباء باعتبارها ناراً ، ولكنه ذهب إلى النار نتيجة خلل بين توازن السائلين الناريين « الموجب والسالب » ، اللذين ظن أنهما الكهرباء . فكل الأجسام عنده تحوى هذا السائل الكهربى : فالجسم « الزائد » المحتوى على أكثر من كميته العادية ، يكهرب إيجابياً ويميل إلى إفراغ فائضه فى جسم يحوى كمية عادية أو أقل من العادية ؛ والجسم « الناقص » المحتوى على أقل من كميته العادية ، يكهرب سلبياً ، ويجتذب

الكهرباء من جسم يحوى كمية عادية أو أكثر . وعلى هذا الأساس طور فرانكلن بطارية مكونة من إحدى عشرة لوحة زجاجية كبيرة مغطاة برقائق من الرصاص كهربت إلى درجة عالية ؛ فلما قرب هذا الجهاز ليلمس أجساماً أخف شحنة ، أطلق جانباً من شحنته بقوة قال عنها فرانكلن « أنها لا تعرف حدوداً « تفوق أحياناً » أشد ما نعرف من آثار البرق العادى » (٢١) .

وكان العديد من الباحثين — وول ، ونيوتن ، وهوكسبى ، وجراى ، وغيرهم — قد لاحظوا الشبه بين الشرر الكهربى والبرق ؛ فأثبت فرانكلن أنهما واحد . وفى ١٧٥٠ أرسل إلى جمعية لندن الملكية رسالة جاء فيها :

« ألا يجوز أن يفيدنا علمنا بقوة الأطراف المدببة هذه فى وقاية البيوت والكنائس والسفن الخ . من الصواعق ، وذلك بإرشادنا إلى أن نثبت فوق قمم المبانى قضباناً مستقيمة من الحديد ، يسن القضيب منها كالأبرة ويغشى بالذهب منعاً لصدئه ، ومن أسفل هذه القضبان بمد سلك من خارج البناء هابطاً إلى الأرض ، أو حول أحد حبال صارى المركب إلى جنبها حتى يصل إلى الماء ؟ ألا يحتمل أن تجذب هذه القضبان المدببة النار الكهربائية فى هدوء من السحابة قبل أن تقترب قرباً يتيح لها أن تصعق البناء ، وبهذا نأمن ذلك الشر الفجائى المستطير ؟ » (٢٢) .

ثم وصف تجربة يمكن أن تختبر بها هذه النظرية . أما الجمعية الملكية فقد رفضت الاقتراح لأنه من قبيل الخيال ، ورفضت أن تنشر رسالة فرانكلن . ولكن عالمين فرنسيين هما دلور وداليبار ، وضعا نظرية فرانكلن موضع الاختبار ، فأقاما فى حديقة بمارلى ( ١٧٥٢ ) قضيباً حديدياً مدبباً طوله خمسون قدماً ، ونبها على حارس بأن يلمس القضيب بسلك نحاسى معزول إن مرت فى غيابهما سحب رعدية فوق رأسه . وجاءت السحب ، ولمس الحارس القضيب لا بالسلك فقط بل بيده كذلك ؟ وتطاير الشرر وطقطق ، وصدم الحارس صدمة عنيفة . وأيد دلور وداليبار رواية الحارس بمزيد من الاختبارات ، وأبلغا أكاديمية العلوم الباريسية أن « فكرة فرانكلن لم تعد حدساً بل حقيقة » .

أما فرانكلن فلم يقنع بهذا ، فقد أراد أن يوضح وحدة البرق والكهرباء فى جلاء ، وذلك بأن « يستخلص » البرق بشىء يرسل صعدا إلى السحابة

المبرقة ذاتها . فى يونيو ١٧٥٢ حين بدأت عاصفة رعدية ، طير على خيط قنب متين طيارة من الحرير ( لأنه أصلح من الورق لحمل الريح والرطوبة ، دون أن يتمزق ) ؛ وبرز سلك شديد التدبب على نحو اثنتى عشرة بوصة من قمة الطيارة ، وعلى طرف الخيط الذى ينتهى عند المشاهد ربط مفتاح بشريط حريرى ؛ وبين فرانكلن نتائج التجربة فى رسالة إلى انجلتره ( ١٩ أكتوبر ) ضمنها توجيهات لتكرارها :

« إذا بلل المطر خيط الطيارة بحيث يستطيع توصيل النار الكهربية دون معوق ، ستجد أنها تنطلق بوفرة من المفتاح بمجرد أن تدنى منه مفصل اصبعك ، وبهذا المفتاح يمكن شحن قنينة ( أو جرة ليدينية ) ، ومن النار الكهربية التى يحصل عليها بهذه الطريقة يمكن إشعال المواد الكحولية وإجراء جميع التجارب الكهربية الأخرى التى تجرى عادة بالاستعانة بكرة أو أنبوبة زجاجية محكوكة ، وهكذا يتضح تماماً أن المادة الكهربية هى والبرق شىء واحد » (٢٣) .

وكررت التجربة فى فرنسا ( ١٧٥٣ ) بطيارة أكبر وحبل طوله ٧٨٠ قدماً ملفوف حول سلك حديدى ، ينتهى عند المشاهد بأنبوبة معدنية كانت فى التجربة تبعث شرراً طوله ثمانى بوصات . وقد قتلت الصدمة الكهربية ج. و. وتشمان الأستاذ بجامعة سانت بطرسبورج وهو يجرى تجربة مماثلة . فلما أرسلت مؤلفات فرانكلن إلى انجلتره فى ١٧٥١ — ٥٤ أكسبته الانتخاب عضواً فى الجمعية الملكية ، ومدالية كوبلى . وجاءته ترجمتها إلى الفرنسية بخطاب تهنئة من لويس الخامس عشر ، وثناء حار من ديدرو ، الذى وصفها بأنها نماذج فى تحرير التقارير العملية . وقد مهدت هذه الترجمات للاستقبال الودى الذى لقيه فرانكان حين قدم إلى فرنسا ملتمساً العون للمستعمرات الأمريكية إبان ثورتها فلما نجحت الثورة بمعونة فرنسا لخص دالامبير ( أوطورجو ) إنجاز فرانكلن فى بيت محكم خليق بقيرحل أو لوكريتيوس :

« إنه خطف البرق من السماء ، والصولجان من الطغاة » .

وعجت أوربا كلها بالنظريات والتجارب الكهربية بعد عام ١٧٥٠ . ففتح جون كانتون ( ١٧٥٣ ) وفيلكى العالم المتعدد القدرات ( ١٧٥٧ ) الطريق لدراسة التوصيل الكهربى الاستاتيكى ، الذى يتكهرب بواسطته موصل غير مشحون إذا وضع بقرب جسم مشحون . وبرهن فيلكى على أن فى الإمكان شحن معظم المواد بالكهرباء الموجبة ( أو السالبة ) إذا حكت بجسم مشحون بشحنة أقل منها ( أو أزيد ) . وأثبت أيبينوس ( فرانتز أولريش هوخ ) الذى كان يعمل مع فيلكى فى برلين أن لوحتين معدنيتين لا يفصلهما إلا طبقة من الهواء تعملان عمل الجرة الليدينية . وحاول جوزف بريستلى قياس قوة الشحنة الكهربية وأقصى اتساع تمر عبره شرارة شحنه معينة . وقد قرر أنه حين عبرت شرارة فجوة لا تتجاوز حتى بوصتين بين قضيبين معدنيين فى فراغ ظهر فى الفجوة « ضوء أزرق أو أرجوانى خفيف ». على أن أروع اسهام أسهم به بريستلى فى النظرية الكهربية هو إلماعه إلى أن قوانين الكهرباء قد تكون شبيهة بقوانين الجاذبية وأن القوة التى تؤثرها الواحدة على الأخرى بواسطة شحنات كهربية منفصلة تتناسب تناسباً عكسياً مع مربع المسافة بين مصدريهما . وقد جرب هنرى كافندش ( الذى يذكر كما يذكر بريستلى بفضل منجزاته فى الكيمياء على الأخص ) اقتراح بريستلى فى سلسلة من التجارب الصابرة ، وتوصل إلى تعديل طفيف ولكنه هام ، زاده جيمس كلارك ماكسويل صقلا فى ١٨٧٨ ، والقانون يقبل اليوم بوضعه هذا . وبعد أن قام شارل أوجستن وكولومب بأعمال قيمة فى ميدان توتر العوارض ومقاومة المعادن للالتواء ، قدم لأكاديمية العلوم الباريسية تقارير عن تجارب ( ١٧٨٥ — ٨٦ ) استخدمت الميزان الالتوائى ( إبرة تعتمد على شعرة رقيقة ) فى تقدير التأثيرات المغنطيسية والشحنات الكهربية ، وفى كلتا الحالتين أثبت مادياً قانون المربعات العكسية .

وقد ترك إيطاليان ، كما ترك كولومب ، على اسميهما مصطلحات الكهرباء. فلم يقتصر لويجى جلفانى أستاذ التشريح فى بولونيا على كشفه إمكان إحداث التقلصات العضلية فى الحيوان الميت بالتماس الكهربى المباشر ( وكان هذا معروفاً قبل ذلك بزمن طويل ) بل زاد بأن هذه التقلصيات تحدث إذا قربت ساق ضفدع ميت موصلة بالأرض من آلة تبعث شرارة كهربية . وأحدثت

تقلصات مماثلة فى سيقان الضفادع — الموصلة كذلك بالأرض والمربوطة بأسلاك حديدية طويلة — حين ومض البرق فى الحجرة . وأدهش جلفانى أن يكتشف أن فى إمكانه أن يقلص ساق ضفدع دون أى استعمال أو وجود لجهاز كهربى بمجرد تقريب عصب الضفدع وعضلته ليمسا معدنين مختلفين . وخلص من ذلك إلى أن فى جسم الحيوان كهرباء طبيعية .

وكرر هذه التجارب أليساندرو فولتا ، أستاذ الفيزياء فى بافيا ، ووافق أول الأمر على نظرية مواطنه فى الكهرباء الحيوانية ، ولكن المزيد من أبحاثه عدل آراءه . فبعد أن أعاد فولتا تجربة رواها ى . ج. زولتسر حوالى عام ١٧٥٠ وجد أنه إذا وضع قطعة من القصدير على طرف لسانه ، وقطعة من الفضة على ظهر لسانه شعر بطعم شديد الحموضة كلما وصل المعدنين بسلك . فلما وصل جبينه وسقف حلقه بهذين المعدنين المختلفين حصل على إحساس بالضوء . وفى ١٧٩٢ أذاع النتيجة التى خلص إليها ، وهى أن المعدنين ، لا النسيج الحيوانى ، أحدثا الكهرباء بمجرد تفاعل الواحد مع الآخر ولمسهما مادة رطبة يحسن أن تكون محلول ملح . وأثبت المزيد من التجارب أن تماس معدنين مختلفين يحدث بهما شحنة كهربية — الواحد إيجاباً والآخر سلباً — دون تدخل من أى مادة رطبة ، حيوانية كانت أو غير حيوانية . ولكن هذا التماس المباشر يحدث تفاعلا فى الشحنات فقط ، لا تدفقاً فى التيار . ولكى يحدث فولتا تياراً صنع « رصيفاً كهربائياً » ( فولطياً ) بوضع عدة طبقات بعضها فوق بعض ، يتألف كل منها من صفيحتين موصولتين من معدن مختلف ، وصفيحة من الورق أو الخشب المبلل . وهكذا كونت فى آخر سنة فى القرن الثامن عشر أول بطارية ذات تيار كهربى . وفتح الطريق أمام الكهرباء لتعيد صنع وجه الأرض وليلها .

## ٤ — الكيمياء

### ( أ ) البحث عن الأوكسجين

كتب إدوارد جيبون فى ١٧٦١ يقول « إن الفيزياء والرياضة تربعان الآن على العرش ، تريان أخواتهما ملقيات على الأرض أمامهما ، مغلولات إلى عربتهما ، أو على الأكثر يزين موكب انتصارهما . ولعل الزمن لن

يمهلهما كثيراً حتى يسقطهما عن عرشهما » .[٢٤] وكانت تلك نبؤة مشئومة ، فالفيزياء الآن ملكة العلوم ، والرياضة معينتها ، ولكن ما من أحد يستطيع التنبؤ بما قد يسفر عنه اتحادهما .

ومع ذلك ، ففى وسط جميع انتصارات رياضة القرن السابع عشر وفيزيائه وفلكه ، كان علم صغير قد انبعث من أقمطة الكيمياء . وأوشك خطأ مؤسف أن يخنقه وهو بعد فى المهد . ذلك أن جورج شتال أستاذ الطب والكيمياء فى هاللى ، عملا بنظرية اقترحها بوهان بيشر فى ١٦٦٩ ، علل الاختراق بأنه إطلاق « الفلوجستون » ( اللاهوب ) من المادة المحترقة إلى الهواء وكلمة Phlogiston هى المقابل اليونانى لكلمة inflammable أى قابل للاحتراق ؛ وكلمة phlox هى المقابل اليونانى لكلمة flame أى اللهب ، وتعنى اليوم نباتاً تتلون أزهاره أحياناً باللون الأحمر المشتعل ) . وما وافى عام ١٧٥٠ حتى قبل معظم الكيميائين فى غرب أوربا هذه النظرية التى تزعم أن الحرارة أو النار مادة منفصلة عن المادة المشتعلة . ولكن أحداً لم يستطع أن يفسر ، إذا كان الأمر كذلك فما السر فى أن المعادن تزن بعد احتراقها أكثر منها قبله .

وقد مهد لتعايلنا الراهن للاحتراق العمل الذى قام به هيلز ، وبلاك ، وشيليه فى كيمياء الهواء . أما ستيفن هيلز فقد عبد الطريق باختراعه « الحوض الغازى » وهو وعاء هوائى يمكن أن تجمع فيه الغازات فى إناء مقفل فوق الماء . وقرر أن الغازات ( وقد سماها « الأهوية » ) تحتويها جوامد كثيرة ، ووصف الهواء بأنه « سائل مطاط رقيق » له جزئيات ذات طبيعة مختلفة جداً تطفو فيه »[٢٥] .

وقد أنهى تحليل الهواء والماء إلى مواد منوعة الفكرة القديمة عن الهواء ، والماء ، والنار ، والتراب ، باعتبارها العناصر الرئيسية الأربعة . وفى الجيل التالى أثبتت تجارب جوزف بلاك ( ١٧٥٦ ) أن من مكونات الهواء ما سماه اقتداء بهيلز — « الهواء الثابت » أى الهواء المحتوى فى المواد الجامدة أو السائلة والقابل للازالة منها ، ونحن نسميه الآن ثانى أوكسيد الكربون أو غاز حامض الكربونيك » . وزاد بلاك بتمهيده الطريق للكشف عن الأوكسجين بإثباته

بالتجربة أن هذا الغاز يحتويه زفير الإنسان . ولكنه ظل يؤمن بالفلوجستون ، وظل الأوكسجين والهيدروجين والأزوت ( النيتروجين ) أسراراً غامضة .

وقد أسهمت السويد بعطاء سخى فى كيمياء القرن الثامن عشر فتوربرن أولوف بيرجمان ، الذى سنلتقى به ثانية رائداً فى الجغرافيا الطبيعية ، كان أولا وقبل كل شىء كيميائياً ، عرفه الناس وأحبوه أستاذاً لذلك العلم فى جامعة أوبسالا . وهو أول من حصل على النيكل فى حالة نقاء ، وأول من أثبت أهمية الكربون فى تحديد الخواص الطبيعية للمركبات الكربونية الحديدية . وقد درس فى حياته القصيرة نسبياً — والتى لم تتجاوز تسعة وأربعين عاماً — الائتلافات الكيميائية لتسع وخمسين مادة ، بعد أن أجرى عليها نيفاً وثلاثين ألف تجربة ، ونشر كشوفه فى كتابه « الاجتذابات الانتخابية » ( ١٧٧٥ ) ومات قبل أن يكمل هذا العمل ، ولكنه كان خلال ذلك قد أورث شيليه تفانيه فى البحوث الكيميائية .

ويسلم مؤرخو العلم الانجليز الآن فى شهامة بأن كيميائياً سويدياً — هو كارل فلهلم شيليه سبق ( ١٧٧٢ ) كشف بريستلى ( ١٧٧٤ ) لما سماه لافوزييه ( ١٧٧٩ ) لأول مرة بالأكسجين . وقد قضى شيليه أكثر عمره الذى لم يتجاوز الثلاثة والأربعين عاماً فقيراً معدماً . بدأ صبياً لصيدلى فى جوتبورج ، ولم يرق إلى أكثر من صيدلى فى مدينة كوبنج المتواضعة . وقد حصل له معلمه توربيرن بيرجمان — على معاش صغير من أكاديمية استوكهولم للعلوم ، فكان شيليه ينفق ثمانين فى المائة منه على التجارب الكيميائية ، يجرى أكثرها ليلا بعد الفراغ من عمل نهاره مستعيناً بأبسط الأجهزة المعملية . ومن هنا موته المبكر . ومع ذلك فقد غطى ميدان هذا العلم الجديد كله تقريباً ، وعرفه ببساطته المعهودة فقال « إن هدف الكيمياء ومهمتها الرئيسية هى أن تفصل المواد بمهارة ، وتردها إلى مكوناتها ، وأن تكشف خواصها ، وأن تركبها بطرق مختلفة »(٢٦) .

وفى ١٧٧٥ أرسل إلى المطبعة مخطوطة عنوانها « رسالة كيميائية فى الهواء والنار » ؛ وتأخر نشرها حتى ١٧٧٧ ، ولكن كل التجارب التى وصفتها تقريباً كانت قد أجريت قبل ١٧٧٣ . ومع أن شيليه ظل حتى مماته متمسكاً

بإيمانه باللاهوب ، فإنه أرسى قضية أساسية هى أن الهواء غير الملوث يتألف من غازين ، سمى أحـــدهما « هواء النار » وهو الأكسجين لأنه أهم عماد للنار وسمى الثانى « الهواء التالف » وهو الأزوت لأنه هواء فقـــد « هواء النار » . وقد حضر الأكسجين بطرق عديدة ، مزج فى إحداها حامض الكبريتيك المركز بالمنغنيز المطحون طحناً دقيقاً ، وسخن المزيج فى إنبيق ، وجمع الغاز الناتج فى كيس ضغط حتى خلا من الهواء تقريباً . ووجد أن الغاز الذى أنتج على هذا النحو إذا مرر على شمعة مشتعلة « بدأت تشتعل بلهيب أكبر ، وبعثت نوراً ساطعاً يبهر العين »[٢٧] . وخلص إلى أن « هواء النار » هو الغاز الذى تعتمد عليه النار . ولا شك أنه استخرج هذا الغاز قبل أن يستخرجه بريستلى بسنتين [٢٨] .

ولم يكن هذا سوى قسط يسير من منجزات شيليه . ولعل سجله مكتشفاً لمواد جديدة لا ضريب له بين المكتشفين [٢٩] فهو أول من عزل الكلورين ، والباريوم ، والمنغنيز ، ومركبات جديدة مثل النشادر ، والجلسرين ، وأحماض الهيدروفلوريك ، والتانيك ، والبنزويك ، والأوكساليك ، والماليك ، والطرطريك . وقد انتفع برتوليه فى فرنسا ، وجيمس وات فى انجلتره ، انتفاعاً تجارياً بكشفه لتبييض الكلورين للثياب ، والخضر ، والزهر . وفى أبحاث أخرى اكتشف شيليه حمض البوليك بتحليل حصاة المثانة ( ١٧٧٦ ) . وفى ١٧٧٧ حضر الهيدروجين المكبرت ، وفى ١٧٧٨ حمض المولبديك . وفى ١٧٨٠ أثبت أن حموضة اللبن الحامض سببها حمض اللبنيك ؛ وفى ١٧٨١ حصل على حمض التنجستيك من تنجستات الكلسيوم ( ويعرف الآن بالشيلى ) . وفى ١٧٨٣ اكتشف حمض البروسيك (الهيدروسيانيك) دون أن يدرك ما له من طبيعة سامة . كذلك استخرج غاز الأرسين ( وهو مركب قتال من الزرنيخ ( وصبغة الزرنيخ المعروفة الآن بأخضر شيليه [٣٠] .

وقد أعان على تيسير التصوير الفوتوغرافى بإثباته أن ضوء الشمس يحيل كلوريد الفضة إلى فضة . وأن الأشعة المنوعة التى يتألف منها الضوء الأبيض لها تأثيرات مختلفة على أملاح الفضة . وقد تبين أن الجهد الذى أنفق فى هذا العمر القصير ، وهو جهد مثمر إلى حد لا يصدق ، ذو أهمية بالغة فى التنميات الصناعية فى القرن التاسع عشر .

( ب ) بريستلى

ظل الفضل فى اكتشاف الأكسجين ينسب طويلا إلى جوزف بريستلى لا إلى شيليه ، لأنه اكتشفه مستقلا عن شيليه ، وأذاع اكتشافه هذا فى ١٧٧٥ قبل عامين من نشر شيليه المتأخر لكشفه . ومع ذلك فنحن نكرمه لأن أبحاثه أتاحت للافوازييه أن يضفى على الكيمياء شكلها الحديث ، ولأنه كان من الرواد فى الدراسة العلمية للكهرباء ، ولأنه أسهم بشجاعة فى الفكر البريطانى عن الدين والحكومة حتى أن جماعة متعصبة من الغوغاء أحرقت بيته فى برمنجهام وحملته على الالتجاء إلى أمريكا . وقد لمس تاريخ الحضارة فى نقط كثيرة ، وهو واحد من أعظم شخصياته إلهاماً .

ولد فى يوركشير فى ١٧٣٣ ، لمشاط من المنشقين على الكنيسة الرسمية . وأكب بنهم على دراسة العلم ، والفلسفة ، واللاهوت ، واللغات ؛ فتعلم اللاتينية ، واليونانية ، والفرنسية ، والألمانية ، والإيطالية ، والعربية ، وحتى طرفاً من السريانية والكلدية . واشتغل أول الأمر واعظاً منشقاً فى سافوك ، ولكن عقده فى لسانه انتقصت من تأثير بلاغته فى السامعين . فلما بلغ الخامسة والعشرين نظم مدرسة خاصة بعث الحياة فى منهاجها بتجارب فى الفيزياء والكيمياء . وفى الثامنة والعشرين أصبح معلماً فى أكاديمية للمنشقين فى وارنجتن ، وهناك علم خمس لغات ، ووجد رغم ذلك الوقت ليجرى أبحاثاً أكسبته زمالة فى الجمعية الملكية (١٧٧٦) . فى تلك السنة التى بفرانكلن فى لندن فشجعه على تأليف كتابه « تاريخ الكهرباء ووضعها الراهن » ( ١٧٧٦ ) وهو مسح جدير بالإعجاب للموضوع بأسره حتى جيله ؛ وفى ١٧٦٧ عين راعياً لكنيسة مل هل بليدز . وقد تذكر فى تاريخ لاحق من حياته ، إنه « نتيجة لسكناى حيناً بقرب مصنع عمومى للجعة أغريت بإجراء تجارب على الهواء الثابت [٣١] . لأن عجين مصنع الجعة انبعث منه غاز ثانى أكسيد الكربون . وقد أذابه فى الماء ، وأعجبته نكهته الفوارة ؛ وكان هذا أول « ماء صودا » .

وفى ١٧٧٢ أعفى من هموم الرزق بتعيينه أمين مكتبة للورد شلبيرن . وفى البيت الذى جهز له بكولن أجرى التجارب التى أكسبته شهرة دولية .

وقد حسن « وعاء هيلز الغازى » بأن جمع فوق الزئبق ، بدلا من الماء ، الغازات التى ولدها بأنواع مختلفة من المزج . ففى ١٧٧٢ عزل أكسيد النتريك ، وأكسيد النترى ( الغاز الضحاك ) وكلوريد الهيدروجين ؛ وفى ١٧٧٣ النشادر ( مستقلا عن شيليه ) ؛ وفى ١٧٧٤ ثانى أكسيد الكبريت ؛ وفى ١٧٧٦ بروكسيد الأزوت . وفى ١٥ مارس ١٧٧٥ أرسل إلى الجمعية الملكية خطاباً أذاع فيه كشفه للأكسجين . وقد وصف طريقته فى المجلد الثانى من كتابه تجارب ومشاهدات فى مختلف أنواع الهواء ( ١٧٧٥ ) فقال أنه باستعمال عدسة حارقة قوية : « شرعت ... بالاستعانة بها فى أن أفحص نوع الهواء الذى تطلقه أنواع كثيرة جداً من المواد ) حين تسخن بهذه الطريقة ( بوضعها فى ... أوان ... مملؤة بالزئبق ومقلوبة فى حوض الزئبق ... وبهذا الجهاز ... ، فى أول أغسطس ١٧٧٤ ، حاولت استخراج الهواء من الزئبق المكلس وحده ( أكسيد الزئبق ) وسرعان ما وجدت أن الهواء يطرد منه بسرعة باستعمال هذه العدسة ... والذى أدهشنى دهشة لا يمكننى التعبير عنها أن شمعة اشتعلت فى هذا الهواء بلهب قوى جداً [٣٢] .

فلما لاحظ — كما لاحظ شيليه — أن فى استطاعة فأر أن يعيش أطول فى هذا الهواء المنزوع اللاهوب أو الفلوجستون ( كما سمى الأكسجين ) مما يعيش فى الهواء العادى ، خطر له أن يجرب بنفسه الهواء الجديد .

« لن يعجب القارىء لأننى بعد أن أكد لى عظم صلاحية الهواء المنزوع اللاهوب من حياة الفيران فيه ، وبغير ذلك من التجارب التى سبق ذكرها ، تطلعت إلى تذوقه بنفسى . فأشبعت فضولى باستنشاقه وسحبه من زجاجة سيفون ؛ وبهذه الطريقة أحلت ابريقاً كبيراً مملوءاً به إلى مستوى الهواء العادى . ولم يكن إحساس رئتى به يختلف اختلافاً محسوساً عن إحساسهما بالهواء العادى ، ولكن خيل إلى أن صدرى ظل بعض الوقت بعدها يحس بأنه خفيف إلى درجة غريبة . ومن يدرى ، فلعل هذا الهواء النقى سيصبح يوماً ما أداة عصرية من أدوات الترف ؟ أما إلى اليوم فإن أحداً لم يستمتع باستنشاقه سواى أنا وفأرين [٣٣] ...

وقد تنبأ ببعض صور هذا الترف المستقبل :

لنا أن نحزر — من قوة لهيب الشمعة المضاءة فى هذا الهواء النقى وسطوعها الزائد — أنه قد يكون أصلح جداً للرئتين فى حالات مرضية معينة ، حين لا يكفى الهواء العادى لإزالة الزفر الفلوجستى الفاسد ( ثانى أكسيد الكربون ) بالسرعة الكافية . ولكن ربما استنتجنا أيضاً من هذه التجارب أنه وإن كان الهواء المنزوع اللاهوب ( الأكسجين ) مفيداً جداً كدواء ، فإنه قد لا يكون بمثل هذه الصلاحية لنا فى حالة الصحة العادية للبدن ، لأن الشمعة تشتعل فى الهواء المنزوع اللاهوب بأسرع مما تشتعل فى الهواء العادى . ومن ثم فقد نفنى حياتنا بأسرع مما ينبغى وتستهلك فينا القوة الحيوانية على عجل فى هذا النوع النقى من الهواء [٣٤] .

وقد تألقت تجارب بريستلى بالفروض المثمرة والإدراكات اليقظة ، ولكن تفسيراته النظرية كان أكثرها تقليدياً . فقد ظن كما ظن شتال وشيليه أنه فى الاحتراق يخرج الجسم المشتعل مادة هى الفلوجستون ( اللاهوب ) وذهب إلى أن هذه المادة تتحد مع أحد مكونات الهواء ليكونا « الهواء التالف » أو « الهواء ذات اللاهوب » ( وهو الأزوت ) أما المكون الآخر فسماه « الهواء المنزوع اللاهوب » وهو ما سيطلق عليه لافوازييه اسم الأكسجين . وبينما كان لافوازييه يقول بأن الجسم فى عملية الاحتراق يمتص الأكسجين من الهواء بدلا من أن يطرد الفلوجستون فيه ، ظل بريستلى إلى آخر حياته متمسكاً بالمفهوم القديم .

وفى ١٧٧٤ سافر مع اللورد شلبيرن إلى القارة ، وأخبره بتجارب الأكسجين . وفى ١٧٨٠ أحاله شلبيرن إلى التقاعد بمعاش سنوى قدره ١٥٠ جنيها . واستقر بريستلى فى برمنجهام قسيساً أصغر لجماعة كبيرة من المنشقين تدعى « المحفل الجديد » . وانضم إلى جيمس وات ، وجوسيا ودجوود ، وارزمس داروين ، وماثيوبولتن ، وغيرهم فى « جمعية قمرية » تناقش أحدث الأفكار فى العلم ، والتكنولوجيا ، والفلسفة . وكان محبوباً من جميع الطبقات تقريباً وموضع الإعجاب لوجهه البشوش ، وتواضعه ، وسماحته ، وطهارة حياته التى لا تشوبها شائبة [٣٥] . ولكن بعض جيرانه

ارتابوا فى مسيحيته . وفى كتابه « مقالات فى المادة والروح » ( ١٧٧٧ ) رد كل الأشياء ، حتى النفس ، إلى المادة وأصر على أن هذا الرأى شىء لا غبار عليه .

« فمعلوم جيداً لأهل العلم ... إن ما عناه القدماء بالكائن اللامادى إنما هو نوع مهذب مما ينبغى أن نسميه الآن مادة ، شىء كالهواء أو النفس ، زود الناس لأول مرة باسم للنفس ... ومن ثم لم يستبعد القدماء من العقل خاصية « الامتداد » والضغط المحلى . فقد كان له فى رأيهم بعض الخواص المشتركة بينه وبين المادة ، وكان فى استطاعته أن يتحد معها ، وأن يؤثر فيها ويتأثر بها ... وعليه فقد رؤى أن .... قوة الحس أو التفكير ... يمكن أن تنقل لأغلظ ضروب المادة ... وأن « النفس » « والجسم » لابد أن يموتا معاً لأنهما فى الواقع مادة واحدة [٣٦] .

وفى كتاب آخر نشره فى نفس العام اسمه « شرح عقيدة الضرورة الفلسفية » ، أنكر بريستلى بحماسه حرية الإرادة أسوة بهارتلى وهيوم . وفى كتابه « تاريخ تحريفات المسيحية » ( ١٧٨٢ ) رفض المعجزات وسقوط آدم ، وكفارة المسيح ، وعقيد الثالوث . وذهب إلى أن هذه العقائد كلها تحريفات أدخلت أثناء تطور المسيحية ؛ إذ لا وجود لها فى تعاليم المسيح والرسل الاثنى عشر . ولم يبق من المسيحية فى بريستلى غير الايمان بالله المبنى على شهادة للقصد الإلهى . ولم يكن راضياً تمام الرضى عن فكرة الخلود ، فألمع إلى أن الله فى يوم الحشر سيعيد خلق الأموات جميعاً . على أن رجاءه الحقيقى لم يكن معقوداً على سماء فى الآخرة بل على « بوتوبيا » تبنى على هـــذه الأرض بانتصار العلم على الخرافة والجهل . وندر أن عبر إنسان بحرارة كما عبر بريستلى عن دين القرن الثامن عشر ، وعن التقدم ، إذ يقول :

كل المعرفة ستقسم فروعاً وتوسع ، ولما كانت المعرفة قوة كما لاحظ اللورد بيكون ، فإن قوى البشر ستزداد فى الواقع . فالطبيعة — مواردها وقوانينها — ستكون فى متناولنا أكثر من ذى قبل ، وسيجعل الناس وضعهم فى هذا العالم أشد يسراً وراحة ، وأغلب الظن أنهم سيطيلون وجودهم فوقه ، وسيصبحون كل يوم أسعد حالا ، كل سعيد فى ذاته ، وأقدر

( وأكثر ميلا فى ظنى ) على توصيل السعادة لغيره . ومن ثم ، فأياً كانت بداية هذا العالم ، فإن نهايته ستكون أمجد وأسعد مما يستطيع خيالنا الآن أن يتصوره . . . [٣٧] وطوبى للذين يسهمون فى نشر النور النقى لهذا الإنجيل الخالد [٣٨]

وفى رؤيا بريستلى أن بعض هذا التقدم المجيد سيكون سياسياً ، وسيبنى على مبدأ إنسانى بسيط « فتحقيق الخير والسعادة .... لأغلبية الناس فى أى دولة ، هو المعيار العظيم الذى يجب أن يقرر به نهائياً كل شىء يمت إلى تلك الدولة[٣٩] . ويقول بنتام أنه وجد هنا مصدراً من مصادر فلسفة المنفعة التى بشر بها . وعند بريستلى أن الحكومة العادلة الوحيدة هى التى تستهدف إسعاد مواطنيها . ومما يتفق تماماً مع المسيحية أن يطيح الشعب بالحكومة التى يتضح له ظلمها . وقد أجاب عن تحذير القديس بولس الذى قال فيه « إن السلاطين الكائنة هى مرتبة من الله . » بقوله « للسبب نفسه ستكون سلاطين المستقبل مرتبة من الله أيضاً [٤٠] .

وكان طبيعياً أن يتعاطف ثائر كهذا مع المستعمرات فى احتجاجها على فرض الضرائب عليها دون أن يكون لها ممثلون فى البرلمان البريطانى . وقد وقد صفق للثورة الفرنسية بحرارة أشد حتى من حرارة تعاطفه مع المستعمرات . ولما ندد بها بيرك دافع عنها بريستلى . فدمغه بيرك فى البرلمان بالهرطقة . وكان بعض أصدقاء بريستلى يشاركونه آراءه المتطرفة . وفى ١٤ يوليو ١٧٩١ اجتمعت « جمعية برمنجهام الدستورية » فى الفندق الملكى للاحتفال بالذكرى السنوية لسقوط الباستيل . ولم يحضر بريستلى الاحتفال . واحتشد جمع أمام الفندق واستمعوا إلى اتهامات زعمائهم للمهرطقين والخونة ، ثم قذفوا نوافذ الفندق بالحجارة ، ففر أصحاب المأدبة . وانطلق الجمع إلى بيت بريستلى فأحرقوه مبتهجين وأتوا على مختبره وأدواته ومكتبته ومخطوطاته . ثم ظلوا ثلاثة أيام يجوبون أنحاء برمنجهام وهم يقسمون أن يقتلوا جميع « الفلاسفة » ؛ وراح المواطنون المروعون يخطون على زجاج نوافذهم عبارة « لايوجد هنا فلاسفة » . وفر بريستلى إلى ددلى ، ثم إلى لندن . ومنها وجه رسالة فى ١٩ يوليو إلى أهل برمنجهام قال فيها :

مواطنى وجيرانى الأسبقون .

بعد أن عشت معكم أحد عشر عاماً ، خبرتم كلكم على السواء خلاله ذلك المسلك المسالم الذى كنت أسلكه فى العكوف على الواجبات الهادئة لمهنتى وللفلسفة ، لم أتوقع قط تلك الاضرار التى أوقعتموها مؤخراً بى وبأصدقائى ... وعقول الإنجليز لحسن الحظ تستبشع « القتل » ؛ ومن ثم لم تفكروا فيه ( وهو ما أرجوه ) . ولكن ما قيمة الحياة إذا ارتكب كل شىء لجعلها شقية تعسة ؟ ..

لقد دمرتم أثمن وأنفع جهاز حقاً من أجهزة الأدوات الفلسفية ..... لقد دمرتم مكتبة .... لا يمكن لمال أن يشتريها من جديد إلا بعد زمن طويل ولكن ما يحز فى نفسى أكثر من هذا أنكم دمرتم مخطوطات هى ثمرة الدرس الكادح فى سنوات كثيرة ، ولن أستطيع أبداً إعادة تأليفها من جديد ؛ وقد فعلتم هذا بإنسان لم يؤذكم قط ولم يخطر له قط أن يؤذيكم .

وتخطئون إذا ظننتم أن مسلككم هذا قد يخدم قضيتكم أو يضر قضيتنا ... فلو أنكم قضيتم على كما قضيتم على بيتى ، ومكتبتى ، وأجهزتى ، فإن عشرة أشخاص آخرين لهم من الجرأة والكفاية ما يعادل مالى أو يفوقه سيظهرون على الفور . ولو قضى على هؤلاء العشرة لظهر بدلهم مائة ...

نحن فى هذا الأمر أشبه بالحملان وأنتم بالذئاب . وسنستمسك بخلقنا ، ونرجو أن تغيروا خلقكم . وأياً كان الأمر ، فإننا نرد على لعناتكم بالبركات ، ونرجو أن تثوبوا سريعاً إلى ما امتاز به أهل برمنجهام فيما مضى من جد واجتهاد وعادات رزينة .

وإنى المتمنى لخيركم ، المخلص .

ج . بريستلى [٤١]

ولكنه قاضى المدينة مطالباً بتعويض ، وقدر خسارته بمبلغ ٤,٥٠٠ جنيه . وأعان قضيته تشارلز جيمس فوكس ، ومنحته برمنجهام ٢,٥٠٢ جنيهاً . فحاول أن يستقر فى موطن جديد فى انجلتره ولكن رجال الكنيسة . وأنصـــار الملكية ، وزملاءه فى الجمعية الملكية ، تجنبوا صحبته [٤٢] .

وعرضت عليه الأكاديمية الفرنسية للعلوم عن طريق سكرتيرها كوندورسيه بيتاً ومختبراً فى فرنسا . وفى ٨ ابريل ١٧٩٤ هاجر إلى أمريكا ، وكان يومها فى الحادية والستين ، واختار بيته الجديد فى مدينة نورثمبرلاند ، فى بنسلفانيا وطن فرانكلن ، على ضفاف نهر سسكويهانا الجميل الذى سيحلم به بعد قليل كولردج وسوذى . ثم استأنف تجاربه واكتشف تركيب أول أكسيد الكربون . وقد احتفت به الجماعات العلمية وعرض عليه كرسى الكيمياء فى جامعة بنسلفانيا . وفى ١٧٩٦ ألقى على الجامعيين فى فيلادلفيا سلسلة من الأحاديث عن « الشواهد على المسيحية » وكان من بين جمهور المستمعين جون آدمز نائب رئيس الجمهورية وكثيرون من أعضاء الكونجرس . ومن هذه الاجتماعات انبعثت جمعية للموحدين . وبعد عامين اقترح تيموثى بيكرنج ، الوزير فى حكومة الرئيس آدمز ، ترحيل بريستلى بوصفه أجنبياً غير مرغوب فيه . ووضع انتخاب جفرسن ( ١٨٠٠ ) نهاية لقلق بريستلى ، فأتيحت له أربعة أعوام من السلام . وفى ١٨٠٣ كتب آخر أبحاثه العلمية التى ظل يدافع فيها عن الفلوجستون ومات فى نورتمبرلاند فى ٦ فبراير ١٨٠٤ . وفى ١٩٤٣ قررت الهيئة التشريعية البنسلفانية أن يكون بيته بيتاً تذكارياً قومياً .

وبينما اضطلع توماس بين بحملة بريستلى بوصفه مسيحياً متمرداً ، واصل هنرى كافندش أبحاثه فى كيمياء الغازات . وكان كافندش ابن لورد ، وابن أخى دوق ، وقد ورث فى الأربعين ثروة من أعظم الثروات فى انجلتره . كان خجولا متردداً فى حديثه ، مهملا فى لباسه . فعاش عيشة النساك فى مختبره بكلابهام كومن بلندن ، ولم يسع إلى الشهرة . وتميزت أبحاثه بالتدقيق الشديد فى قياس جميع المواد ووزنها قبل التجربة وبعدها ، وقد أعانت هذه المعايرات لافوازييه على أن يصوغ مبدأه القائل بأن كمية المادة تظل ثابته فى التغيرات الكيميائية .

وفى ١٧٦٦ أنهى كافندش إلى الجمعية الملكية تجاربه على « الهواء الصناعى » أى الغاز المشتق من الجوامد . فقد توصل بإزابة الزنك أو القصدير فى أحماض إلى استخراج ما سماه « الهواء القابل للاحتراق » ؛ وقال أن هذا

والفلوجستون شيء واحد ، ونحن نسميه الآن الهيدروجين . وكان كافندش أول من أدرك أنه عنصر متميز ، وعين وزنه النوعى . وفى ١٧٨٣ ، وجد — وهو يتابع تجربة أجراها بريستلى — أنه إذا مررت شرارة كهربية فى مزيج من الهواء العادى « والهواء القابل للاحتراق » تكاثف جزء من المزيج وتحول إلى ندى . واستنتج من هذا التحليل الكهربى أن الماء مركب من ٢,٠١٤ حجماً من « الهواء القابل للاحتراق » إلى حجم واحد من هواء برستلى المنزوع الفلوجستون ، أو كما نقول الآن ( يد ٢ ا ) . وكان هذا أول برهان قاطع على أن الماء مركب لا عنصر ( وقد ألمع جيمس وات ، مستقلا ، إلى نفس التركيب للماء فى نفس السنة ١٧٨٣ ) . وبعد أن مرر كافندش ثانية شرارة كهربية فى مزيج من الهيدروجين والهواء العادى حصـــل على حمض النتريك ، واستنتج أن الهواء النقى مركب من الأكسجين والنتروجين ( الأزوت ) . ( وكان دانيال رذرفورد الأدنبرى قد اكتشف النتروجين بوصـــفه عنصراً متميزاً فى ١٧٧٢ ) ، واعترف كافندش بوجود بقية صغيرة لم يســـتطع تعليلها ، ولكنه قدرها فبلغت ٠,٨٣ من الكمية الأصلية . وقد ظل هذا سراً غامضاً حتى ١٨٩٤ ، حين عزل رايلى ورامزى هذا الجزء الذى نسميه الآن الأرجون ، بوصفه عنصراً قائماً بذاته ، ووجدا أن وزنه ٠,٩٤ من الهواء العادى . وهكذا ثبتت دقة موازين كافندش .

( ج ) لافوازييه :

فى هذه الأثناء أتاحت مجموعة من الباحثين المتحمسين ، عبر القنال الانجليزى . لفرنسا مكان الريادة فى هذا العلم الجديد ، وأعطت الكيمياء الشكل الذى تبدو عليه اليوم فى جوهرها . وقام فى مكان المنبع منهم جيوم روويل ، الذى تميز بجهوده فى كيمياء الأملاح ، ولكنه اشتهر بدورات محاضراته التى علم الكيمياء فيها للأغنياء والفقراء ، ولذيدرو وروسو ، ولأعظم كيميائى فيهم أجمعين .

وقد كان لأنطوان لافوازييه ميزة أو معوق ، هى أنه ولد غنياً ( ١٧٤٣ ) . أتاح أبوه — وكان محامياً فى برلمان باريس — للصبى كل ما توفر من تعليم

فى ذلك الحين ، وورثه ٣٠٠,٠٠٠ جنيه وهو بعد فى الثالثة والعشرين . وثروة كهذه كان يمكن أن تجهض مستقبلا فى مهنة الأدب ، ولكنها كانت عوناً لعلم تطلب أجهزة غالية وسنوات طويلة من الإعداد . وقد فر أنطوان من مدرسة الحقوق التى أرسل إليها ، مؤثراً عليها دراسة الرياضة والفلك ، وحضر محاضرات روويل فى قاعة الجاردان دروا . ومع ذلك أتم دراساته القانونية ، ثم رافق جان جتار فى القيام برحلات ورسم خرائط تعدينية لفرنسا . وفى ١٧٦٨ انتخب عضواً فى أكاديمية العلوم ، وكانت يومها تضم بوفون ، وكزنيه ، وطورجو ، وكوندورسيه . وبعد عام انضم إلى هيئة الملتزمين العامة فى عملية بغيضة هى جمع ضرائب الإنتاج لاستعاضة ما أنفقوه فى إقراض الحكومة . فدفع ٥٢٠,٠٠٠ جنيه ثمناً لثلث نصيب فى أحد الأسهم الستين لهيئة الالتزام العامة ، وفى ١٧٧٠ رفعه إلى نصيب كامل . وفى ١٧٧١ تزوج مارى بولز ، ابنة ملتزم عام غنى ، وأنفق الآن بعض وقته فى رحلات للأقاليم ؛ وفى تحصيل إيراداته ، وجميع بيانات الضرائب ، والعينات الجيولوجية . وقد مولت ثروته مختبراً عظيما وتجارب غالية التكاليف(*) ، ولكنها قادته إلى الجيلوتين .

ثم شارك بدور إيجابى فى الشئون العامة . فلما عين ( ١٧٧٥ ) مأموراً للبارود ، زاد إنتاج تلك المادة المتفجرة وحسن نوعها ، فيسر بذلك تصديرها على نطاق واسع إلى المستعمرات الأمريكية ، وانتصارات جيوش الثورة الفرنسية .

وقال لافوازييه « لقد أصبح البارود الفرنسى خير بارود فى أوربا ... ويجوز لنا أن نقول أن أمريكا الشمالية تدين له بحريتها . »[٤٣] وقد خدم فى مختلف المجالس الرسمية ، قومية وبلدية ، وعالج بذكائه المتعدد النواحى شتى مشكلات نظام الضرائب ؛ والعملة ، والمصارف ؛ والزراعة العلمية ،

---

( * ) فى احدى تجاربه الأولى أحرق ماستين ليثبت أن الناتج الوحيد من احتراقهما هو ثانى أوكسيد الكربون وبما أن هذا الغاز كان كذلك الناتج الوحيد للفحم النباتى التام الاحتراق ، فقد برهن لا فوزاييه بهذه الطريقة على الوحدة الكيماوية للفحم النباتى والماس بوصفها شكلين من أشكال الكربون الخالص .

وأعمال البر العام . وحين كان عضواً فى الجمعية الإقليمية بأورليان ( ١٧٨٧ ) جاهد في سبيل تحسين الأحوال الاقتصادية والاجتماعية فى الأقاليم . وخلال نقص الطعام الخطير فى ١٧٨٨ أقرض ماله لكثير من المدن لتشترى به قمحاً . لقد كان رجلا أحب خير المجتمع ؛ وثابر على جمع المال .

على أنه فى هذه الأنشطة كلها لم يكف عن الاشتغال بالعلم . فغدا مختبره أعقد وأوسع المختبرات السابقة للقرن التاسع عشر : قوامه ٢٥٠ آلة ، وثلاثة عشر ألف مخبار ، وآلاف المستحضرات الكيمائية ، وثلاثة موازين دقيقة أعانت فيما بعد على تقدير الجرام وحدة للموازين فى النظام المترى . وكان الوزن والمعايرة نصف السر فى كشوف لافوازييه ، وبفضلهما غير الكيمياء من نظرية كيفية إلى علم كمى . وبالوزن الدقيق برهن على أن « فلوجسنون » شتال ليس إلا خرافة مربكة افترضت وجود مادة غامضة تترك الجسم المشتعل فى عملية الاحتراق وتدخل الهواء . ففى أول نوفمبر ١٧٧٢ قدم لافوازييه إلى أكاديمية العلوم مذكرة هذا نصها :

قبل ثمانية أيام اكتشفت أن الكبريت فى احتراقه لا يفقد الوزن بل يكسبه ، أى أننا قد نحصل من رطل الكبريت على أكثر من رطل من الحمض الكبريتى ، مع أخذ رطوبة الهواء فى حسابنا . وهذا ما يحدث أيضاً فى الفوسفور . وزيادة الوزن تأتى من كمية الهواء الكبيرة التى تثبت ( أى تمتصها المادة المحترقة ) أثناء الاحتراق وتتحد مع الأبخرة ( الكبريتية ) . وقد اقنعنى هذا الكشف ، الذى أثبته بتجارب أراها حاسمة ، أن ما يلاحظ فى احتراق الكبريت والفوسفور قد يحدث فى جميع الأجسام التى تكتسب وزناً عند الاحتراق أو التكلس (٤٤) . فالجسم المحترق لا يعطى الهواء شيئاً بل يأخذ منه شيئاً . فما هذا الشىء ؟

فى خريف ١٧٧٤ نشر لافوازييه وصفاً لمزيد من التجارب . فقد وضع كمية موزونة من القصدير فى قنينة موزونة تتسع لقدر كبير من الهواء . ثم ختم القنينة ، وسخن الكل حتى تأكسد القصدير تأكسداً جيداً . وبعد أن أتاح للجهاز وقتاً ليبرد ، وجد أن وزنه ظل دون تغيير . ولكنه حين كسر الختم

اندفع الهواء إلى القنينة ، مما دل على أن فراغاً جزئياً قد حدث فى القنينة .. فكيف حدث ؟ لم يجد لافوازييه تعليلا إلا أن القصدير المحترق قد امتص جزءاً من الهواء .. فما هذا الجزء ؟

وفى أكتوبر ١٧٧٤ التقى لافوازييه ببريستلى فى لندن . وأخبره برستلى بالتجارب التى أجراها فى أغسطس ، والتى ظل يفسرها بأنها دليل على أن الفلوجستون ينطلق من الجسم المحترق إلى الهواء . وفى ٢٦ ابريل ١٧٧٥ قرأ لافوازييه على الأكاديمية مذكرة روى فيها التجارب التى هدته إلى اعتبار الاحتراق امتصاص جسم محترق لعنصر غامض من الهواء ، أطلق عليه مؤقتاً اسم « الهواء الشديد النقاء » . لقد اكتشف الأكسجين كما اكتشفه بريستلى ، ولكنه اختلف عنه لأنه نبذ خرافة الفلوجستون . ولم ينحت لفظ « الأكسجين » للدلالة على العنصر القابل للاشتعال فى الهواء إلا عام ١٧٧٩ ، وقد اشتقه من كلمتين يونانيتين معناهما « موالد الحمض » لأنه ظن خطأ أن الأكسجين مكون لا غنى عنه فى جميع الأحماض .

ولاحظ لافوازييه كما لاحظ بريستلى أن نوع الهواء الذى تمتصه المعادن فى الاحتراق هو نفس النوع الذى يدعم الحياة الحيوانية . ففى ٣ مايو ١٧٧٧ قدم للأكاديمية بحثاً فى « تنفس الحيوان » قال فيه « إن خمسة أسداس الهواء الذى نستنشقه عاجزة عن دعم تنفس الحيوان ، أو الاشتعال والاحتراق ، ... فخمس حجم الهواء فقط هو الصالح للتنفس » . ثم أضاف « هناك شبه كبير بين الهواء الذى استعمل لدعم هذه الوظيفة الحيوية وقتاً ما ، والهواء الذى تكلست ( تأكسدت ) فيه المعادن ، والعلم بـ ( عملية ) واحدة يمكن بالطبع أن يطبق على الأخرى » . وعليه فقد أسس لافوازييه التحليل العضوى ، بوصف التنفس بأنه اتحاد الأكسجين بالمادة العضوية . وفى هذه العملية لاحظ انطلاق حرارة ، كما تنطلق فى الاحتراق ؛ ثم زاد تأكيد الشبه بين التنفس والاحتراق ، بإثباته أن ثانى أكسيد الكربون والماء ينطلقان ( كما فى التنفس ( من احتراق مواد عضوية مثل السكر والزيت والشمع . وحدثت الآن ثورة فى علم الفسيولوجا بفضل التفسير المتزايد للعمليات العضوية بلغة فيزيا ــ كيميائية .

واقتضى تكاثر التجارب ، ونمو المعرفة الكيميائية ، ونبذ نظرية الفلوجستون ، صياغة جديدة ، ووضع مصطلحات جديدة ، لهذا العلم المتفتح . وعينت أكاديمية العلوم لافوازييه ، وجيتون دمورفو ، وفوركروا ، وبرتوللیه ، لمحاولة إنجاز هذه المهمة . وفى ١٧٨٧ نشروا « طريقة لوضع المصطلحات الكيميائية » . فنبذت أسماء عتيقة مثل « مسحوق الألجاروت » ، و « زبد الزرنيخ » و « أزهار الزنك » ؛ وسمى الهواء المجرد من الفلوجستون « أوكسجينا » والهواء المحتوى على الفلوجستون « أزوتا » ، ثم نتروجينا ، والغاز القابل للاشتعال هيدروجينا ، والهواء الثابت غاز حامض الكربون ؛ والتلكس تأكسداً ، واشتقت أسماء المركبات من مكوناتها . وعدد جدول للمواد البسيطة اثنين وثلاثين عنصراً معروفة للافوازييه ، ويعدد الكيميائيون اليوم من هذه العناصر ثمانية وتسعين . ومعظم الأسماء التى تقررت فى كتاب « الطريقة » المذكور قياسية فى علم المصطلحات الكيميائية فى يومنا هذا . وقدم لافوازييه للمصطلحات الجديدة ولخص العلم الجديد ، فى « رسالة تمهيدية فى الكيمياء » ظهرت عام ١٧٨٩ ، وكانت علامة ثورة أخرى — هى نهاية فلوجستون شتال وعناصر أرسطو .

وكان لافوازييه نفسه ضحية من ضحايا الثورة الفرنسية . فلقد شارك فى الجهود المبذولة لتفاديها ، وفى الشرور التى أفضت إليها . وفى العقد الذى هيأ للثورة عمل بهمة فى لجان تدرس عيوب السجون والمستشفيات وتصلحها . وقدم إلى لوران دفيلدوى المراقب العام ( ١٧٨٧ ) مذكرة عدد فيها تسعة عوامل مسئولة عن استغلال طبقة الفلاحين . وكان فى كلامه ما يشرفه تشريفاً خاصاً ، لأنه صادر من مالك أرض من أصحاب الملايين . قال :

« فليكن لنا من الشجاعة ما يحملنا على أن نقرر أنه ... إلى أن ارتقى لويس السادس عشر العرش لم يكن للشعب أى وزن فى فرنسا ، ولم يكن هناك اعتبار لغير قوة الدولة ، وسلطانها ، وثروتها ، أما سعادة الشعب ، وأما حرية الفرد ورفاهيته ، فتلك الكلمات لم تقرع قط آذان حكامنا الأسبقين ، الذين لم يدركوا أن الهدف الحقيقى من الحكومة يجب أن يكون الاستكثار من أسباب الاستمتاع ، والسعادة ، والرفاهية ، لكل رعاياها . إن المزارع

المنكود الحظ يئن فى كوخه . لا يمثله أحد ولا يدافع عنه أحد ، ولا تعبأ بمصالحه أى إدارة من الإدارات الكبرى فى الحكومة القومية[٤٥] » .

وقد اختير لافوازييه لتمثيل الطبقة الثالثة العامة فى المجلس الإقليمى الذى اجتمع بأورليان فى ١٧٨٧ . وهناك تقدم بقانون لإلغاء السخرة ولصيانة الطرق ، لا بتشغيل الفلاحين إلزامياً بل بضرائب تفرض على جميع الطبقات، ولكن النبلاء والاكليروس هزموا هذا الاقتراح . ثم أوصى بنظام للتأمين الاجتماعى يساهم فيه من يريد من الفرنسيين تأمين شيخوختهم ، فهزم هذا أيضاً . وفى مذكرة وجهها إلى الحكومة عام ١٧٨٥ وضع المبدأ القائل بأن مجلس طبقات الأمة القادم يجب أن يحول إلى سلطة تشريعية كاملة ، فيكون الملك عامله المنفذ فقط ، وأنه يجب دعوته للانعقاد بانتظام ، وأن الضرائب يجب أن تفرض على الجميع ، وأن تطلق حرية الصحافة والطباعة[٤٦] . لقد كان لافوازييه من أكثر أفراد البورجوازية الفرنسية استنارة ما فى ذلك شك ، ولعل اقتراحاته عبرت عن جزء من استراتيجيتها السياسية .

كذلك كان من كبار الأعضاء فى هيئة الملتزمين العموميين ، التى كانت هدفاً للسخط من الجميع تقريباً ، وبين عامى ١٧٦٨ و ١٧٨٦ بلغ متوسط أرباحه من عملية الالتزام هذه ٦٦٦,٦٦٧ جنيهاً فى العام ، وهو ما يساوى نسبة مئوية قدرها ٨,٢٨ ٪ فى السنة ، وربما كان محقاً فى اعتباره هذا العائد معقولا نظراً لما تتطلبه العملية من جهد ومخاطرات . وعملا باقتراح منه بنى كبير الوزراء كولون ، فى ١٧٨٣ — ٨٧ ، سوراً حول باريس لمنع المهربين الذين يتهربون من أداء المكوس . وقد كلف السور والجمارك والبوابات الجديدة ثلاثين مليوناً من الجنيهات ، وأثار المشروع سخطاً عاماً ، وصرح الدوق دنيفرنوا بأن صاحب فكرته يجب أن يشنق .

وأيد لافوازييه الثورة فى ١٧٨٩ وهى ما تزال تحت سيطرة الطبقات الوسطى . وبعد عام شعر بأنها تنزع إلى التطرف ، والعنف ، والحرب ، فناشد القائمين بها الاعتدال وضبط النفس . وفى نوفمبر نشر بعض موظفى الالتزام العام نبذة اتهموا فيها الهيئة باختلاس صندوق معاشاتهم . وقالوا فيها

« ارتعدوا يا من مصصتم دم التعساء » [٤٧] . وفى ١٧٩١ بدأ مارا حملة شخصية ضد لافوزييه .. فقد كان « صديق الشعب » قد نشر فى ١٧٨٠ « أبحاثاً فيزيائية فى النار » زعم فيها أنه أظهر للعيان العنصر الخفى فى النار ، وأبى لافوازييه أن يأخذ هذا الزعم مأخذ الجد . ولم ينس مارا له فعلته هذه . ففى عدد ٢٧ يناير ١٧٩١ من مجلته « صديق الشعب » اتهم مارا الكيميائى — المالى بأنه دجال ضخم الموارد ، رجل « سنده الوحيد فى المطالبة بتقدير الشعب له أنه حبس باريس بمنعه الهواء النقى عنها بسور كلف الفقراء ٣٣ مليون جنيه . فليته شنق على عمود المصباح » [٤٨] . وفى ٢٠ مارس ١٧٩١ ألغت الجمعية التأسيسية هيئة الالتزام العام .

وجاء دور الهجوم الآن على أكاديمية العلوم ، لأن جميع المؤسسات التى تخلفت عن النظام القديم اشتبه فى تعاطفها مع أعداء الثورة . ودافع لافوازييه عن الأكاديمية ، فأصبح الهدف الأكبر للهجوم . وفى ٨ أغسطس صدر الأمر بأن تحل الأكاديمية نفسها . وفى آخر اجتماع لها وقع جدول الورديات فيمن وقع لاجرانج ، ولافوازييه ، ولالاند ، ولامارك ، وبرتولليه ، ومونج . وانصرف كل منهم إلى حال سبيله مؤملا ألا تعثر عليه الجيلوتين .

فى هذا الشهر قدم لافوازييه إلى المؤتمر مشروع نظام قومى للمدارس أوحت به إليه أفكار كوندورسيه ، ويقضى بأن يكون التعليم الابتدائى مجاناً للجنسين « لأن هذا واجب مفروض على المجتمع نحو الطفل . » أما التعليم الثانوى ، المباح هو أيضاً للجنسين ، فيوسع بتأسيس الكليات الصناعية فى جميع أرجاء فرنسا . وبعد شهر فتش عمال الحكومة مسكنه ، وكان بين الخطابات التى وجدت به من أصدقاء لافوازييه خطابات نددت بالثورة ، وتحدثت فى أمل عن الجيوش الأجنبية التى ستطيح بها سريعاً ، وأظهرت خطابات أخرى أن لافوازييه وزوجته يخططان للهروب إلى اسكتلنده [٤٩] . وفى ٢٤ نوفمبر ١٧٩٣ قبض على اثنين وثلاثين من الملتزمين العموميين السابقين ، ومن بينهم لافوازييه . وقد حركت زوجته كل نفوذ ليفرج عنه ، ففشلت ، ولكن سمح لها بزيارته . وفى السجن واصل عمله فى شرحه للكيمياء الجديدة . واتهم الماليون بأنهم تقاضوا ربا فاحشاً وغشوا التبغ بالماء ، وابتزوا ١٣٠ مليون جنيه فى أرباح غير مشروعه .

وفى ٥ مايو ١٧٩٤ استدعوا للمثول أمام محكمة الثورة . وبرىء ثمانية منهم ، وحكم على أربعة وعشرين بالاعدام ، ومنهم لافوازييه . فلما طلب إلى القاضي الذى رأس المحكمة أن يخفف الحكم على أساس أن لافوازييه وبعض الآخرين علماء ذوو قيمة للدولة ، كان رده فيما روى « ليس بالجمهورية حاجة إلى علماء » ولكن الرواية لا تستند إلى دليل مقنع (٥٠) . وأعدم لافوازييه بالجيلوتين فى اليوم الذى صدر فيه الحكم ، ٨ مايو ١٧٩٤ ، فى المكان الذى يقوم فيه اليوم ميدان الكونكورد . ويقال أن لاجرانج علق على إعدامه بهذه العبارة « إن قطع رأسه لم يستغرق أكثر من لحظة ، وقد لا تكفى مائة عام لنوهب رأساً نظيره » (٥١) .

وصودرت كل أموال لافوازييه وأرملته لتساعد فى الوفاء للجمهورية بمبلغ ١٣٠ مليوناً من الجنيهات ادعى أن الملتزمين العموميين مدينون به للدولة . أما مدام لافوازييه ، المملقة ، فقد عالها خادم قديم للأسرة . وفى ١٧٩٥ استنكرت الحكومة الفرنسية إدانة لافوازييه ، وردت إلى ارملته ثروتها ، وقد عمرت حتى عام ١٨٣٦ . وفى أكتوبر ١٧٩٥ أقامت ليسيه الآداب والفنون جنازاً لذكرى لافوازييه ، وألقى فيه لاجرانج تأبيناً . وأزيح الستار عن تمثال نصفى يحمل هذه العبارة : « إن ضحية الطغيان ، وصديق الآداب والفنون المبجل ، لم يمت ، ولم يزل يخدم الإنسانية بعبقريته (٥٢) .

٥ — الفلك :

( ا ) مقدمة فى الأدوات الفلكية :

إلى أى حد أثارت كشوف الرياضة والفيزياء والكيمياء قبة السماء ؟ إن أجرأ ما اقتحم العلم من مغامرات محاولته أن يقذف بأدوات قياسيه حول النجوم ويتجسس بالليل على أولئك الحسان المتألقات فى كبد السماء ، ويحلل مكوناتهن عبر بليون من الأميال ، ويحدد حركاتهن بمنطق البشر وقوانينهم . إن العقل والسماوات هما قطبا دهشتنا ودراستنا ، والعجب العجاب أن يشرع العقل القوانين للقبة الزرقاء .

كانت الأدوات المقربة للأبعاد قد اخترعت ، والاكتشافات الكبرى قد تمت ؛ فاضطلع القرن الثامن عشر بتحسين هذه الأدوات ( جراهام ، وهادلى ، ودولاند ) ، وبالتوسع فى تلك الكشوف ( يرادلى وهرشل )

وبتطبيق أحدث الرياضيات على النجوم ( دالامبير وكليرو ) . وبترتيب النتائج فى نسق جديد من الديناميكا الكونية ( لابلاس ) .

وقد حسن التلسكوب وزيد حجمه . وصنعت « التلسكوبات الاستوائية » التى تدور حول محورين — أحدهما مواز لمستوى محور الأرض ، والآخر عمودى عليه ، واختيار هذين المحورين مكن الراصد من أن يبقى الجرم السماوى تحت بصره زمناً يكفى للدراسة المفصلة والقياس المكرومترى . وقد ثنى نيوتن عن استعمال التلسكوب الانكسارى اعتقاده بأن الضوء إذ تكسره العدسات لابد أن يتحلل ألواناً فيشوش الرصد ، ويئس من مشكلة إيجاد انكسار خال من الألوان ، واتجه إلى التلسكوب العاكس . وفى ١٧٣٣ قام هاو يدعى السيد تشستر مور هول بحل المشكلة ، إذ جمع عدسات ذات وسائط عاكسة مختلفة تبطل بذلك تنوع اللون . ولم ينشر كشفه ، وكان على جون دولاند أن يتوصل بجهده الخاص إلى مبادىء التلسكوب الاكروماتى وتركيبه ، وقد أعلن عن كشفه هذا فى « الأعمال الفلسفية لجمعية لندن الملكية » فى ١٧٥٨ .

وفى ١٧٢٥ صنع جورج جراهام ، الساعاتى الكويكرى ، لأدموند هالى فى مرصد جرينتش آلة ربع جدارية — هى عبارة عن ربع دائرة ميكانيكى مقسم إلى درجات ودقائق ومثبت على جدار ليلتقط مرور نجم عبر الزوال . وصنع جراهام لهالى ، وجيمس برادلى ، وبيير لمونيه ، أدوات لتسجيل هذا المرور تجمع بين التلسكوب ، والمحور ، والساعة ، والكرونوجراف ، لتسجيل هذا المرور بدقة أعظم من ذى قبل . وفى ١٧٣٠ ، وصف توماس جودفرى ، عضو جماعة فرانكلن الفكرية فى فيلادولفيا ، لأصدقائه آلة لقياس الزوايا والارتفاعات بالانعكاس المزدوج خلال مرايا متقابلة ترى فى تلسكوب ، ولكنه لم ينشر عن هذه الآلة حتى عام ١٧٣٤ . وفى ١٧٣٠ صنع جون هادلى آلة مشابهة لها ، وهى آلة الثمن — أى قوس مدرج من ثمن دائرة . وفى ١٧٥٧ وسعت إلى السدس . وقد أتاحت « آلة السدس » هذه التى صنعها هادلى قياساً أضبط للزاوية التى تفصل بين جسمين ، لأنها مكنت الملاح من أن يرى فى وقت واحد ، فى التلسكوب

العاكس ، كلا من الأفق والشمس ( أو النجم ) . ويفضل هذه الآلة ، مضافاً إليها كرونومتر هاريسون البحرى ، أصبحت الملاحة علماً أقرب ما يكون إلى العلوم الدقيقة .

وكان على الملاح أن يحدد خطى الطول والعرض إن أراد تحديد موقع سفينته فى البحر . ولكى يعين خط الطول كان عليه أن يعين زمنه فى المكان واللحظة بالرصد الفلكى ، ويقارن بين هذا الزمن المحلى وبين ساعة ضبطت لتحتفظ بزمن قياسى ( جرينيتش ) أينما كانت الساعة . وكانت المشكلة هى صنع كرونومتر لا يتأثر بتغيرات درجة الحرارة أو حركات السفينة . وفى ١٧١٤ أعلنت الحكومة البريطانية عن جائزة قدرها عشرون ألف جنيه لمن يبتكر طريقة لايجاد خط الطول فى حدود نصف درجة . وعرض ساعاتى من يوركشير يدعى جون هاريسون على جورج جراهام ( ١٧٢٨ ) تصميمات لكرونومتر بحرى ، وأقرضه جراهام المال لصنعه ، وقد اكتمل صنعه فى ١٧٣٥ ، واستعمل مزانين ضخمين متقابلين بدلا من البندول ، وعادلت حركة السفينة أربعة زنبركات موازين ، تتحرك ضد بعضها البعض ؛ وأمكن إبطال مفعول التغيرات فى درجة الحرارة بعدة قضبان مصنوعة من النحاس والصلب ، تتمدد بالحرارة وتنكمش بالبرودة ، وموصلة بالزنبركات . وأوفد « مجلس خطوط الطول » هاريسون بكرونومتره فى رحلة إلى لشبونه لاختباره ، وشجعت النتائج المجلس على توفير المال لتحسين ثان ، وثالث ، ورابع . وقد جرب هذا الكونومتر الرابع ، الذى لم يزد عرضه على خمس بوصات ، فى رحلة إلى جزر الهند الغربية ( ١٧٥٩ ) ؛ ولم تؤخر الساعة فى تلك الرحلة أكثر من خمس ثوان بالإضافة إلى تأخيرها العادى المحسوب سلفاً ( حين تكون ثابتة على البر ) ومقداره ثمانون ثانية فى كل ثلاثين يوماً . وبعد نزاعات حصل هاريسون على جائزة العشرين ألف جنيه كاملة . وبفضل هذه الآلة وغيرها من الآلات البحرية تهيأت البحرية البريطانية الآن ( فى ذروة حرب السنين السبع ١٧٥٦ — ٦٣ ) للسيطرة على البحار .

( ب ) النظرية الفلكية :

تبارى البريطانيون والفرنسيون مباراة حامية فى دراسة الفلك ، ولم يكن

الفلك بالعلم البعيد أو « البحت » بالنسبة لهم ، فقد دخل فى الصراع على سيادة البحار ، ومن ثم على كل عالم المستعمرات والتجارة . وأسهمت فى المباراة ألمانيا وروسيا بفضل أويلر ، وإيطاليا بفضل بوسكوفش دون أن تحظيا بنصيب فى المغانم .

وأعان أويلر ، وكليرو ، ودالامبير ، الملاحة بدراساتهم للقمر ، وجدولوا تغيرات موقعه واوجهه بالنسبة للشمس والأرض ، وتأثيره على المد والجزر . ومن سجلات أويلر وضع يوهان طوبياس ماير فى جامعة جوتنجن جداول قمرية أتته بمنحة من مجلس خطوط الطول البريطانى . وفى ١٧٣٨ أعلنت أكاديمية باريس للعلوم عن جائزة لمن يتوصل إلى نظرية فى المد والجزر . ومنحت جوائز لأربعة مؤلفين : دانيال برتوللى ، وأويلر ، وكولن ماكلورن ، وأ . كافاللىرى . وقد بنوا جميعهم — إلا الأخير — تعليلاتهم على تعليل نيوتن ، وأضافوا دوران الأرض إلى جاذبية الشمس والقمر عاملا فى إحداث المد والجزر . ودعت الأكاديمية فى مناسبات عديدة المؤلفين لتقديم مقالات عن حركات الكواكب — عن انحرافاتها الحقيقية أو الظاهرية عن الأفلاك البيضية ، وظفر مقال كليرو بالجائزة فى ١٧٤٧ ، ومقال أويلر فى ١٧٥٦ .

وشرف روجيرو جوزيبى بوسكوفش طائفته اليسوعية بكشوف منيرة فى الفلك والفيزياء . وقد ولد فى راجوزا ، وتتلمذ للرهبنة بروما وهو فى الرابعة عشرة ، وأدهش معلميه فى « الكلية الرومانية » بنبوغه المبكر فى العلم ، وعين أستاذاً لكرسى الرياضة هناك فى التاسعة والعشرين . ومن ذلك التاريخ أصدر ستة وستين مؤلفاً ، وشارك فى تحديد المدار العام للمذنبات وقدم أول حل هندسى لايجاد مدار الكوكب واستوائه . وفى رسالة عن « انقسام المادة » ( ١٧٤٨ ) شرح رأيه فى المادة ، وهو أنها مكونة من نقط أو مجالات قوة ، كل منها مركز يتبادل عليه الصد والجذب — وهى نظرية تذكرنا بمونادات ليبنتز وتسبق إلى تصوير نظريات عصرنا الذرية . ونظم اليسوعى المتعدد المواهب مشروعات عملية — كمسح الولايات البابوية وعمل خرائط لها ، وبناء سدود على البحيرات التى هددت بإغراق لوكا ، ووضع

خطط لصرف المستنقعات البونتية ، والمساعدة فى تصميم مرصد بريرا فى ميلان . وبفضل إلحاحه ألغى البابا بندكت الرابع عشر فى ١٧٥٧ الأمر الذى أصدرته لجنة الفهرس ( للتحريمات ) على النظام الكوبرنيقى . وقد أختير عضواً فى أكاديمية باريس للعلوم وجمعية لندن الملكية . وفى ١٧٦١ — ٦٢ استقبل بمظاهر التكريم فى فرنسا ، وانجلتره ، وبولنده ، وتركيا . وفى ١٧٧٢ قبل وظيفة مدير البصريات فى البحرية الفرنسية التى عينه فيها لويس الخامس عشر . ثم عاد إلى إيطاليا فى ١٧٨٣ ، ومات بميلان فى ١٧٨٧ وهو فى السادسة والسبعين ، وخلف عدة مجلدات من الشعر .

أما ألمع نجم بين الفلكيين البريطانيين فى النصف الأول من القرن الثامن عشر فهو جيمس برادلى . وكان خاله ، جيمس باوند ، القسيس بوانستد فى إسكس ، فلكياً هاوياً يملك مرصداً خاصاً ، تعلم فيه الصبى أن للنجوم علماً كما أن لها فلسفة جمالية . وبعد أن نال برادلى درجة الأستاذية من أكسفورد عجل بالعودة إلى وانستد ، وقام بأرصاد مبتكرة ، وأبلغها إلى الجمعية الملكية ، وانتخب عضواً بها وهو فى السادسة والعشرين ( ١٧١٨ ) وبعد ثلاث سنوات أصبح أستاذاً « سافيليا » للفلك فى أكسفورد . فلما مات هالى العظيم فى ١٧٤٢ ، عين برادلى خلفاً له فى جرينتش فلكياً للملك . وظل يشغل هذه الوظيفة حتى مماته ( ١٧٦٢ ) .

وكان أول مشروعاته الكبرى تحديد « اختلاف المرأى » السنوى للنجم — أى الفرق فى اتجاهه الظاهرى كما يرى (١) من نقطة على سطح الأرض ، و (٢) من نقطة وهمية فى مركز الشمس . فإذا كانت الأرض تدور فى فلكها حول الشمس كما افترض كوبرينق ، فلابد من وجود هذا الفرق ، ولكن أحداً لم يبرهن على وجود أى فرق ، فلو أمكن البرهنة عليه لعزز ذلك نظرية كوبرينق . وكان روبرت هوك ، المغامر فى كل ميدان ، قد حاول ( ١٦٦٩ ) أن يبين هذا الاختلاف فى مرأى النجم جما دراكونيس ، ولكنه أخفق . واستأنف المحاولة هاو ثرى يدعى صموئيل مولينو عام ١٧٢٥ فى كيو ، وانضم إليه برادلى هناك ، وأسفرت النتائج التى تمخضت عنها محاولتهما عن تأييد جزئى فقط لنظرية كوبرنيق . وعاد برادلى إلى وانستد ،

وكلف جورج جراهام بأن يصنع له تلسكوب « قطاع أوج » يمكنه من رصد مائتى نجم ، لانجم واحد ، فى عبورها الزوال . وبعد أن أنفق برادلى ثلاثة عشر شهراً فى الرصد والحساب ، تمكن من أن يبرهن على دورة سنوية من الانحرافات المتجهة بالتناوب للجنوب والشمال فى الموقع الظاهرى للنجم ، وفسر هذا التناوب بأنه راجع إلى حركة الأرض فى مدارها . وفسر كشف « انحراف الضوء » ( ١٧٢٩ ) مئات من المشاهدات والانحرافات التى كانت محيرة إلى ذلك الحين ، وقد فرقت تفريقاً ثورياً بين الموقع المرصود والموقع « الحقيقى » أو المحسوب لأى نجم . واتفقت اتفاقاً حسناً مع كوبرنيق ، لأنها اعتمدت على دوران الأرض حول الشمس . وبلغ من تأثيرها المنير على الفلك أن فلكياً — مؤرخاً فرنسياً يدعى جوزف دلامبر ، اقترح أن يسلك برادلى فى صف كيلر ، لا بل فى صف هيبارخوس ذاته (٥٣) .

وانتقل برادلى إلى كشفه الكبير الثانى — وهو ميل mutation ومعناها الحرفى إيماء — محور دوران الأرض كتذبذب النحلة المحورى . فالنجوم التى وصفت حركاتها الظاهرية بأنها تقوم بدورة سنوية نظراً إلى دوران الأرض حول الشمس ، لا تعود — فى مشاهدات برادلى — بعد سنة إلى نفس المواقع الظاهرية السابقة . وخطر له أن الفرق ربما نشأ عن ميل محور الأرض بسبب تغيرات دورية فى العلاقة بين مدار القمر حول الأرض ومدار الأرض حول الشمس . فدرس هذه التغيرات طوال تسعة عشر عاماً ( ١٧٢٨ — ٤٧ ) ، وفى نهاية العام التاسع عشر وجد أن النجوم عادت بالضبط إلى نفس المواقع الظاهرية التى كانت لها عند بدء العام الأول « وتأكد الآن أن ميل محور الأرض ناشىء عن الحركة الفلكية للقمر ، وتأثيره على الأجزاء الاستوائية من الأرض . وكان تقريره عن هذه الكشوف حدثاً مثيراً فى أعمال الجمعية الملكية لعام ١٧٤٨ . أن للصبر — كما للحرب — أبطاله .

وخلال اشتغال برادلى فلكياً للملك ، استسلمت بريطانيا لجراحة مؤلمة : فبعد ١٧٠ عاماً من المقاومة قبلت التقويم الجريجورى ، ولكنها سمته فى عناد التقويم المصلح وأمر قانون برلمانى ( ١٧٥٠ ) ، بأن تحذف الأحد عشر

يوماً التالية لليوم الثانى من سبتمبر ١٧٥٢ من « نظام التقويم الجديد » وأن يسمى يوم ٣ سبتمبر يوم ١٤ سبتمبر ، وألا تبدأ السنة القضائية بعد ذلك فى ٢٥ مارس بل فى أول يناير . وقد سبب هذا تعقيدات فى المعاملات التجارية والعطلات الكنسية ، وأثار هذا احتجاجات كثيرة ، وتصايح البريطانيون الغاضبون قائلين « ردوا إلينا أيامنا الأحد عشر ! » (٥٤) ـ ولكن العلم انتصر فى النهاية على مسك الدفاتر وعلى اللاهوت .

( ج ) هرشل

بلغ الفلك الإنجليزى قمته حين أضاف وليم هرشل الكوكب أورانوس إلى قائمة الكواكب وهجر عمله موسيقياً . وكان أبوه(*) موسيقياً فى الجيش الهانوفرى ، واتخذ الصبي المولود فى ١٧٣٨ ، والذى سمى فريدرش فلهلم ، مهنة أبيه ، وعمل موسيقياً فى أول حملة فى حرب السنين السبع ، ولكن صحته كانت رقيقة هشة فسرحه الجيش ( ومع ذلك عمر إلى الرابعة والثمانين ) . وفى ١٧٥٧ أرسل إلى انجلتره ليلتمس رزقه فى الموسيقى . وفى باث التى نافست آنذاك لندن مركزاً للمجتمع الراقى ، ارتقى من عازف على الأوبرا ، إلى قائد فرقة ، إلى عازف على الأرغن فى « الكنيسة المثمنه » . وكان يؤلف الموسيقى ، ويعلمها ، ويعطى أحياناً خمسة وثلاثين درساً فى الأسبوع . وفى الليل يروح عن نفسه بدراسة حساب التفاضل ، ومنه انتقل إلى البصريات ، وأخيراً إلى الفلك . واستقدم من ألمانيا أخاه ياكوب ، وفى ١٧٧٢ أخته كارولين ، التى أدارت بيتهما ، وتعلمت أن تمسك السجلات الفلكية ، وأخيراً أصبحت فلكية بجهدها هى دون اعتماد على أحد .

---

(*) أن اسم هرشل اسم يهودى نموذجى ، وقد ظنّ أول مترجم للفلكى ا. س. هولدن ، أن الأب ، واسمه اسحاق ، كان يهوديا . ولكن الدليل على هذا غير قاطع . وقد عمد الصبى فى المسيحية فى تاريخ مبكر . أنظر
The Jewish Encyclopedia VI 362 and Cecil Roth, The jewish Contribution to Civilization, 189.

وكان هرشل يضطرم شوقاً إلى وضع الخرائط للسماء ، فصنع تلسكوبه الخاص بمعاونة أخيه . وشحذ العدسات وصقلها بنفسه ، وذات مرة واصل هذه العملية بلا انقطاع ست عشرة ساعة ، وكارولين تطعمه وهو يشتغل ، أو تخفف من سأمه بأن تقرأ له من سرفانتس ، أو فيلدنج ، أو ستيرن . وكان هذا الأول فى عدة تلسكوبات صنعها هرشل بيده أو تحت إشرافه . وفى ١٧٧٤ ، حين بلغ السادسة والثلاثين ، أجرى أول أرصاده ، ولكنه ظل سنين كثيرة لا يستطيع أن يعطى الفلك من وقته إلا ما يسمح به عمله موسيقياً . وقد درس كل جزء من أجزاء السماء أربع مرات . وفى الجولة الثانية من هذه الجولات ، فى ١٤ مارس ١٧٨١ ، كشف كشفه الخطير الذى بخس قدره بخساً شديداً . قال :

رأيت وأنا أفحص النجوم الصغيرة القريبة من ه . جمينورم أ نجما ظهر بوضوح أنه أكبر من غيره . وإذ أدهشنى مظهره غير العادى ، فقد قارنت بينه وبين ه جمينورم والنجم الصغير الذى فى الزاوية القائمة بين أوريجا وجمينى ، وإذ وجدته أكبر كثيراً من كل منهما ، فقد اشتبهت فى كونه مذنباً » (٥٥) .

ولم يكن النجم مذنباً ؛ وقد أظهر الفحص المتصل أنه يدور حول الشمس فى فلك يكاد يكون دائرياً ، يكبر تسع عشرة مرة عن فلك الأرض ، ومرتين عن فلك زحل ، لقد كان كوكباً جديداً ، وأول الكواكب التى ميزت على هذا النحو فى سجلات الفلك المدونة . وهلل العالم المثقف بأسره للكشف الذى صاعف قطر المجموعة الشمسية عما عرف من قبل . وكافأت الجمعية الملكية هرشل بزمالتها وبمدالية كويلى ، وأقنعه جورج الثالث بأن يترك عمله موسيقياً ويصبح فلكياً للملك . وأطلق هرشل على الكوكب الجديد اسم جورجيوم سيدس ( نجم الجورجيين ) ، ولكن الفلكيين اتفقوا بعد ذلك على تسميته « أورانوس » ، فانتزعوه بذلك من الملوك الهانوفرين وأسلموه لألهة الوثنيين كما فعلوا بكل أخوته تقريباً .

وفى ١٧٨١ انتقل وليم وكارولين إلى سلاو ، وهى مدينة لطيفة على الطريق من لندن إلى وندسور . ولم يكف راتبه المتواضع البالغ مائتى جنيه

فى السنة حاجاته هو وأخته وأدواته ، فأكمله بصنع التلسكوبات وبيعها . وزاد من حجم ما صنعه منها لنفسه ، حتى بلغ طول أحدها الذى صنعه فى ١٧٨٥ أربعين قدماً ، بمرآة قطرها أربعة أقدام وقد كتبت فانى بيرنى ، ابنة الموسيقى المؤرخ التى نقلنا عنها كثيراً ، فى يوميتها بتاريخ ٣٠ ديسمبر ١٧٨٦ :

هذا الصباح حملنى أبى ( بمعنى أركبها عربته ، فقد كانت إذ ذاك فى السادسة والثلاثين ) إلى الدكتور هرشل واستقبلنا هـــذا الرجل العظيم الغريب الأطوار جداً بحفاوة بالغة ... وبدعوة من المستر هرشل قمت بجولة .. داخل تلسكوبه ! وقد احتوانى هذا التلسكوب مستقيمة العود دون أدنى مضايقة ؛ وكذلك كان يحتوينى لو كنت ألبس ريشتى وطوقى — فمحيطه كبير إلى هذا الحد (٥٦) .

وفى ١٧٨٧ اكتشف هرشل قمرين لأورانوس سماهما أوبرون وتيتانيا ؛ وفى ١٧٨٩ وجد قمرى زحل ( ساتورن ) السادس والسابع . وفى ١٧٨٨ تزوج بأرملة غنية ؛ فلم يعد هناك ما يقلقه من جهة المال ، ولكنه واصل أبحاثه بحماسة لم تفتر ، وألف أن يعمل طوال الليالى التى تطلع فيها النجوم ولا يحجب ضوءها قرزاه . وكان يجرى أكثر أرصاده فى الهواء الطلق من رصيف يصل إليه بسلم متنقل ارتفاعه خمسون قدماً . وكان البرد يشتد أحياناً حتى يتجمد الحبر فى الزجاجة التى تأخذها كارولين معها لتسجل كشوفه .

وبعد أن واصل هرشل بأسلوب أكثر نظاماً وتيلسكوبات أفضل صنعاً عمل شارل مسييه ونيكولا دلاساى فى تحديد مواقع السدم وعناقيد النجوم وعمل قوائم لها ، قدم إلى الجمعية الملكية ( ١٧٨٢ — ١٨٠٢ ) قوائم حوت ٢,٥٠٠ سديم وعنقود ، و ٨٤٨ نجماً مزدوجاً . ومن هذه النجوم الأخيرة كان هو نفسه قد اكتشف ٢٢٧ نجماً . وألمع إلى أنها قد تكون ازدوجت فى جذب ودوران متبادلين — وهذا تطبيق منير لنظرية نيوتن على العلاقات بين النجوم . وفى كثير من الحالات تبين أن ما بدا كأنه نجم واحد إنما هو فى الحقيقة عنقود من نجوم منفردة ، وتبين أن بعض هذه العناقيد — حين رؤيت فى التلسكوبات الكبيرة — هى نجوم قائمة بذاتها على مسافات من

الأرض مختلفة أشد الاختلاف . وتحول « درب التبانه » فى التكبير الجديد من سحابة من المادة المتأججة ، إلى تجمع وتتابع هائلين من نجوم نيرة مفردة . وتبددت السماء الآن مكتظة بالنجـــوم اكتظاظ قطرات الماء فى المطر ، بعد أن كانت تبدو مرصعة بها فقط . وبينما لم تر العين المجردة إلا نجوماً من الدرجة الأولى إلى السادسة فى كبر الحجم ، كشفت تلسكوبات هرشل عن مزيد من النجوم أضعف ضوءاً ١,٣٤٢ مرة من ألمعها . لقد بسط هرشل كما بسط جاليليو من قبل رقعة الكون المعروفة بسطاً هائلا . وإذا كان بسكال قد غشيته الرعدة أمام « لانهائية » السماوات المعروفة فى زمانه ، فماذا يكون شعوره أمام أعماق وراء أعماق لا آخر لها من نجوم لا تحصى ، قدر هرشل بعد بعضها عن الأرض بنحو ١١,٧٥٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ ٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ ميل ؟ (٥٧) وكان كثير من النجوم شموساً لها كواكب تدور حولها . أما شمسنا وما يدور حولها من كواكب وأقمار ، فقد هبطت بجملتها إلى مقام الذرة فى عالم من الضوء .

وكان من أذكى إلماعات هرشل ما اتصل بحركة مجموعتنا الشمسية فى الفضاء ، فقد دلت المشاهدات السابقة على أن بعض النجوم المتصلة قد زادت أو أنقصت ، فى الزمن المدون ، من تباعدها عن بعضها البعض . فتساءل هرشل : ألا يجوز أن يكون مرجع هذا الاختلاف تحرك المجموعة الشمسية بعيداً عن النجوم الملتقية — أو صوب النجوم المفترقة ، كما يبدو مصباحان على جانبين متقابلين من الطريق ملتقيين أو مفترقين حين نبتعد أو تقترب منهما ؟ وقد خلص إلى أن المجموعة الشمسية ، بجملتها ، تتحرك مبتعدة عن بعض النجوم ، مقتربة من نجم فى برج هرقول . ونشر فرضه هذا فى ١٧٨٣ ، وبعد شهور أذاع بيير بريفوست نظرية مشابهة . وكان فريقا الفلكيين الأنجليز والفرنسيين يعملان فى تنافس غيور وتوافق وثيق .

وصف معاصر هرشل فى عامه الثانى والثمانين فقال « شـــيخ جليل ، بسيط ، طيب ، وبساطته ، ولطفه ، ونوادره ، واستعداده لشرح مفاهيمه الرفيعة للكون ، كلها جذابة إلى حد لا يوصف . (٥٨) وفى جهوده كلها شاركت كارولين فى إخلاص رائع روعته فى أى رواية خيالية . فلم تكتف

بتسجيل أرصاده بدقة وإجراء الحسابات الرياضية المعقدة لترشده ، بل اكتشفت بنفسها ثلاثة سدم وثمانية مذنبات . وبعد موت وليم ( ١٨٢٢ ) عادت لتعيش مع أقربائها فى هانوفر ؛ وهناك واصلت دراساتها وأعدت مزيداً من القوائم بكشوف أخيها . وفى ١٨٢٨ نالت المدالية الذهبية للجمعية الفلكية ؛ وفى ١٨٤٦ نالت مدالية من ملك بروسيا . وماتت عام ١٨٤٨ وقد بلغت الثامنة والتسعين .

( د ) بعض الفلكيين الفرنسيين

تجمعت حول مرصد باريس ( الذى اكتمل بناؤه عام ١٦٧١ ) كوكبة من الراصدين ، ألفت فيهم أسرة كاسينى ، خلال أجيال أربعة ، برجاً من الأنجم التى يتلو بعضها بعضاً . فكان جوفانى دومنيكو كاسينى مديراً للمرصد من ١٦٧١ إلى ١٧١٢ . وبعد موته خلفه فى إدارة المرصد ابنه جاك ، الذى خلفه ( ١٧٥٦ ) ابنه سيزار فرنسوا كاسينى دتورى ، الذى خلفه هو الآخر ( ١٧٨٤ ) ابنه جاك دومنيك ، الذى مات بلقب كونت كاسينى فى ١٨٤٥ بعد أن عمر إلى السابعة والثمانين . هنا أسرة جديرة بأن يقرن اسمها باسمى أسرتى برنوللى وباخ .

أما جان لورون دالامبير فكان بغير أسرة ، لا قبل مولده ولا بعده ، ولكنه جمع العلوم من حوله كما يجمع الإنسان أطفاله . وقد طبق رياضته على الفلك ، فقنن نظرية نيوتن فى « استقبال » الاعتدالين ، وفرض برادلى فى الميل المحورى للأرض : يقول لايلاس « إن اكتشاف هذه النتائج كان فى زمن نيوتن ممتنعاً على التحليل والميكانيكا ... وقد أرجىء شرف القيام بهذه المهمة دالامبير . فبعد عام ونصف من المؤلف الذى قدم فيه برادلى كشفه ، قدم لدالامبير رسالته « أبحاث فى استقبال الاعتدالين ( ١٧٤٩ )، وهى عمل رائع فى تاريخ ميكانيكا وديناميكا الأجرام السماوية ، روعة عمل برادلى فى حوليات الفلك [٥٩] » .

وقد لوثت سجل دالامبير لطخة ، هى أنه لم يغتبط بما أدركه منافسوه من نجاح — ومن منا قد سما به خلقه إلى هذا الابتهاج المقدس ؟ واشتدت

خماسته فى نقد عمل ألكسيس كليرو . والكسيس هذا عرف حساب التفاضل المتناهى الصغر . وهو بعد فى العاشرة ؛ وحين بلغ الثانية عشرة قدم أول أبحاثه لأكاديمية العلوم : وفى الثامنة عشرة نشر كتاباً حوى من الاضافات الهامة للهندسة ما حمل الأكاديمية على اختياره عضواً ملحقاً بها ( ١٧٣١ ) فى سن يصغر ست سنوات عما يبلغه دالامبير عند نيله هذا الشرف ذاته عام ١٧٤١ . وكان كليرو واحداً من العلماء الذين اختيروا لمرافقة موبرتوى فى البعثة الموفدة إلى لابلاند ( ١٧٣٦ ) لقياس قوس من أقواس الزوال . فلما عاد قدم إلى الأكاديمية مذكرات فى الهندسة ، والجبر ، والقطاعات المخروطية ، وحساب التفاضل . وفى ١٧٤٣ نشر نظرية فى شكل الأرض حسبت بمقتضى « نظرية كليرو » ، وبأدق مما حسب نيوتن وماكلورن ، ذلك الشكل الذى يتخذه ميكانيكياً جسم دائر على محوره من الجاذبية الطبيعية لأجزائه . وقد اتصل بمدام دشاتليه بفضل اهتمامه بنيوتن ، فأعانها على ترجمتها لأصول نيوتن ، وشارك فولتير شرف تحويل العلماء الفرنسيين من دوامات ديكارت إلى جاذبية نيوتن .

وفى ١٧٣٦ — ٤٩ عكف أويلر ، وكليرو ، ودالامبير ، مستقلين بعضهم عن البعض على إيجاد أوج القمر ، أى أقصى حد فى البعد بينه وبين الأرض بطرق التفاضل الجديدة — ونشر أويلر وكليرو نفس النتائج تقريباً ، وتلاهما دالامبير بحساب أدق حتى من حسابهما . وفاز كليرو بجائزة قدمتها أكاديمية سانت بطرسبورج لتصوير حركة القمر ، وكان قد نشر النتائج التى خلص إليها فى كتابه « نظرية القمر » ( ١٧٥٢ ) ثم طبق رياضته على حركات الأرض الناشئة عن الزهرة والقمر ؛ ومن هذه الاختلافات قدر أن كتلة الزهرة ٦٦,٧٪ ، وكتلة القمر ١,٤٩٪ من كتلة الأرض ، وتقديراتنا الحالية هى ٨١,٥ ٪ و ١,٨٢ ٪ .

وفى ١٧٥٧ بدأ فلكيو أوربا فى ترقب عودة المذنب التى تنبأ بها هالى ولكى يرشد كليرو أرصادهم اضطلع بحساب التقلبات التى كانت تطرأ على المذنب فى مروره بزحل والمشترى . فحسب أن هذه التقلبات وغيرها عطلته ٦١٨ يوماً ، وأشار على أكاديمية العلوم بأن المذنب سيكون فى الحضيض

( أقرب نقطة للشمس ) حوالى ١٣ أبريل ١٧٥٩ . وتبينه راصد هاو فى عيد الميلاد ١٧٥٨ ، ومر بالحضيض فى ١٢ مارس ١٧٥٩ ، قبل الموعد الذى حسبه كليرو باثنين وثلاثين يوماً . ولكن حتى مع هذا الفارق فإن الحدث كان انتصاراً للعلم ولطمة عابرة للخرافة(*) وقدم كليرو دراسته عن الموضوع فى « نظرية حركة المذنبات » ( ١٧٦٠ ) وقد جعلته انتصاراته وعظم جاذبيته الشخصية ، مطمحاً تتنافس عليه الصالونات . وكان كثير الاختلاف إليها ، ومات فى الثانية والخمسين ( ١٧٦٥ ) « ولم يستحق عالم فرنسى فى هذا العهد صيتاً أبعد من صيته » (٦٠) .

وكان غير هؤلاء كثيرون ممن يجدر بالتاريخ أن يخلدهم ، وإن كان سردهم جميعاً يفسد قصتنا . نذكر منهم جوزف دليل ، الذى درس بقع الشمس وهالتها ، وأنشأ مرصد سانت بطرسبورج ؛ ... ونيكولا دوسيل ، الذى ذهب إلى رأس الرجاء الصالح موفداً من أكاديمية العلوم ، وأنفق عشر سنين ( ١٧٥٠ — ٦٠ ) يرسم الخرائط للأجواء الجنوبية ، وقد مات فى التاسعة والأربعين ، وبيير لونييه ، الذى صاحب موبرتوى إلى لابلاند وهو فى الحادية والعشرين ، وأجرى دراسات على القمر طوال خمسين عاماً ، وحلل حركات المشترى وزحل ، ورصد وسجل أورانوس ( ١٧٦٨ — ٦٩ ) قبل أن يكشف هرشل أنه كوكب بسنين طويلة ( ١٧٨١ ) ، وجوزف دلالاند ، الذى مسح كتابه « رسالة فى الفلك » كل فرع من فروع هذا العلم ، والذى قام بتدريسه فى الكوليج دفرانس ستة وأربعين عاماً ، وأنشأ فى ١٨٠٢ جائزة لالاند ، التى ما زالت تمنح سنوياً لأفضل بحث فى الفلك ، وجان باتيست دلامبر ، الذى عين مدار أورانوس ، وخلف لالاند فى « الكوليج » ، وأضاف إلى عرض لالاند العالمى تاريخاً للفلك فى ست مجلدات بذل فيها كل جهد وعناية ( ١٨١٧ — ٢٧ ) .

( هـ ) لابلاس :

ولد ( ١٧٤٩ ) باسم بيير سيمون لابلاس ، لأسرة من الطبقة الوسطى فى نورماندیا ، ثم أصبح المركيز بيير سيمون دلابلاس ، وحقق أول فوز له

---

( * ) ينتظر مذنب هالى مرة أخرى ١٩٨٦ .

بمقالاته اللاهوتية الورعة فى المدرسة ، وغدا أشد الملحدين إمعاناً فى الحادهم فى فرنسا النابوليونية . أوفد إلى باريس فى الثامنة عشرة من عمره ومعه خطاب تعريف إلى دالامبير . ورفض دالامبير لقاءه ، فقد كان يتلقى الكثير من أمثال هذا الخطاب ولا يعبأ بما حوت من مديح ، ولكن لابلاس الذى لم تفل عزيمته أرسل إليه خطاباً فى المبادىء العامة للمكانيكا . ورد عليه دلامبير قائلا « سيدى ، أنت ترى أننى لم أعبأ كثيراً بالتوصيات . ولكنه لا حاجة لك بتوصية . فقد عرفتنى بنفسك تعريفاً أفضل ، وهذا يكفينى . ومن حقك أن أساعدك » (٦١) . وما لبث لابلاس ، بفضل نفوذ دالامبير ، أن عين مدرساً للرياضة فى المدرسة الحربية . وقد حلل حبه المشبوب للرياضة فى خطاب وجهه بعد ذلك إلى دالامبير ، قال :

لقد عكفت على الرياضة مدفوعاً دائماً بميلى لا بالرغبة فى شهرة باطلة . وأعظم تسلية لى أن أدرس موكب المخترعين ، وأرى عبقريتهم تصارع العقبات التى صادفوها وذللوها . ثم أضع نفسى مكانهم وأسائلها كيف كنت فاعلا للتغلب على هذه العقبات ذاتها ؛ ومع أن هذا البدل كان فى الكثير الأغلب من الحالات مذلا لأنانيتى ، فإن لذة الابتهاج بنجاحهم عوضتنى عوضاً وافراً عن هذا الإذلال القليل . وإذا أتيح لى من الحظ ما أضيف به شيئاً لأعمالهم ، فإننى أعزو كل الفضل لجهودهم الأولى » (٦٢) .

ونحن نلمس شيئاً من الكبرياء فى هذا التواضع الواعى . على أية حال كان طموح لابلاس أبعد الأشياء عن التواضع ، لأنه اضطلع باختزال الكون كله إلى نسق رياضى واحد ، بتطبيق نظرية الجاذبية النيوتينية على جميع الأجرام والظواهر السماوية . لقد ترك نيوتن الكون فى وضع قلق ؛ فظن أنه عرضة لشذوذات تتصاعد أحياناً ، بحيث يلزم أن يتدخل الله من حين إلى حين ليقومه من جديد . ولم يقتنع كثير من العلماء — مثل أويلر — بأن العالم جهاز آلى ، ولكن لابلاس أراد أن يثبت هذا ميكانيكياً .

وبدأ ( ١٧٧٣ ) بمقال بين أن الاختلافات فى متوسط أبعاد كل كوكب من الشمس تخضع لصياغة رياضية مضبوطة ، تقريباً ، فهى إذن دورية

وميكانيكية ، واختارته أكاديمية العلوم بفضل هذا المقال عضواً ملحقاً بها وهو بعد فى الرابعة والعشرين . ومن ذلك التاريخ كرس لابلاس حياته ، بوحدة وتوجيه وإصرار فى الهدف ، لاختزال عمليات الكون واحدة تلو الأخرى إلى معادلات رياضية . كتب يقول « إن كل تأثيرات الطبيعة ليست سوى نتائج رياضية لعدد قليل من القوانين الثابتة » (٦٣) .

ومع أن أعماله الكبرى لم تنشر إلا بعد الثورة ، فإن إعداده لها بدأ قبل ذلك بكثير . وكان كتابه « عرض لنظام العالم » . ( ١٧٩٦ ) مقدمة مبسطة غير ميكانيكية لآرائه ، تتسم بأسلوبها الصافى المتدفق ، وتجسد نظريته الشهيرة ( التى سبقه إليها كافط فى ١٧٥٥ ) عن أصل المجموعة الشمسية . وكان هدف لابلاس أن يفسر دوران الكواكب حول محاورها وحول الشمس ، ودوران أقمارها ، بافتراض وجود سديم أزلى من الغازات الحارة ، أو غيرها من الذرات الدقيقة ، يغلف الشمس ويمتد إلى آخر أطراف المجموعة الشمسية . وقد برد هذا السديم الدائر مع الشمس شيئاً فشيئاً ، وانكمش مكوناً حلقات ربما كانت شبيهة بالحلقات التى ترى الآن حول زحل . فلما ازدادت البرودة والانكماش تكاثفت هذه الحلقات فكونت كواكب ، وبمثل هذه الطريقة كونت الكواكب أقمارها ؛ ولعل تكاثفاً شبيهاً بهذا فى السدم كون النجوم . وافترض لابلاس أن جميع الكواكب والأقمار تدور فى نفس الاتجاه ، وفى نفس المستوى عملياً ، ولم يعرف وقتها أن أقمار أورانوس تتحرك فى اتجاه مضاد . وهذه « النظرية السديمية » مرفوضة الآن كتفسير للمجموعة الشمسية ، ولكنها مقبولة على نطاق واسع كتفسير لتكاثف النجوم من السدم . على أن لابلاس لم يعرضها إلا فى كتابه الشعبى هذا ، ولم يغل فى أخذها مأخذ الجد : « هذه التكهنات حول تكون النجوم والمجموعة الشمسية ... أعرضها بكل التشكك الذى يجب أن توحى به جميع الأشياء التى ليست تنتجه للمشاهدة أو للحساب » (٦٤) .

وقد لخص لابلاس مشاهداته ، ومعادلاته ، ونظرياته — وتقريباً كل علم الفلك المعروف فى زمانه — فى الأسفار الخمسة الجليلة التى يتألف منها كتابه « ميكانيكا الأجرام السماوية ( ١٧٩٩ — ١٨٢٥ ) ، والذى سماه جان باتيست

فوريبه « مجسطى » الفلك الحديث . وقد ذكر هدفه فيه ببساطة رائعة فقال « بناء على أجرام المجموعة الشمسية الثمانية عشر المعروفة ، وعلى مواقعها وحركاتها فى أى وقت ، أريد استنباط مواقعها وحركاتها فى أى وقت آخر ، من جاذبيتها المتبادلة .... بالحساب الرياضى ، والبرهنة على أن هذه تتفق مع تلك التى شوهدت فعلا . « وتحقيقاً لهذه الخطة كان على لابلاس أن يدرس التقلبات التى تحدثها التأثيرات المتعارضة لأعضاء المجموعة — الشمس ، والكواكب ، والأقمار — ويختزلها إلى انتظام دورى يمكن التنبؤ به . وقد آمن بأن هذه التقلبات كلها يمكن أن تفسر برياضيات الجاذبية . وفى هذه المحاولة لإثبات ما تتمتع به المجموعة الشمسية وسائر الكون من ثبات واكتفاء ذاتى ، اتخذ لابلاس رأياً يدين بالميكانيكية البحتة ، وعبر عن الفلسفة الحتمية تعبيراً مشهوراً فقال :

« ينبغى أن ننظر إلى حالة الكون الراهنة على أنها نتيجة لحالته الماضية ، وسبب لحالته المستقبلة . وإن ذكاء يحيط بجميع القوى العاملة فى الطبيعة فى لحظة معلومة ، كما يحيط بالمواقع الوقتية لجميع الأشياء فى الكون ، فى استطاعته أن يدرك فى صيغة واحدة حركات أكبر الأجرام وأخف الذرات فى الكون ، شريطة أن يكون عقله من القوة بحيث يخضع جميع المعطيات للتحليل ، فلا شىء يغم على فهمه ، وسيبصر المستقبل كما يبصر الماضى ، ( قارن مفهوم الفلاسفة السكولاستيين عن الله ) . والكمال الذى استطاع العقل البشرى أن يوصل إليه علم الفلك يعطينا صورة عامة ضعيفة لهذا الذكاء . وقد أتاحت كشوف الميكانيكا والهندسة ، مشفوعة بكشوف الجاذبية الكونية ، للعقل أن يدرك فى نفس الصيغ التحليلة الحالة الماضية والمستقبلة لنظام الكون . وكل جهود العقل بحثاً عن الحقيقة تنحو إلى القرب من الذكاء الذى تصورناه ، وإن بقى إلى الأبد بعيداً عن هذا الذكاء بعداً سحيقاً » (٦٥) .

حين سأل نابليون لابلاس لم لم يرد ذكر الله فى كتابه « ميكانيكا الأجرام السماوية » قيل إنه أجاب « لم يكن بى حاجة إلى ذلك الفوضى » (٦٦) على أن

لابلاس كانت له لحظاته المتواضعة . فى كتابه « نظرية تحليلية للاحتمالات » ، ( ١٨١٢ ) — وهى الأساس لكل ما جد بعد ذلك من عمل فى هذا الميدان — جرد العلم من كل يقينية فقال :

إذا توخينا الدقة فى التعبير قلنا إن معرفتنا كلها تقريباً غير يقينية ؛ وفى الأشياء التى نستطيع معرفتها يقيناً ، حتى فى العلوم الرياضية ذاتها ، يقوم الاستنباط والقياس على الاحتمالات ، وهما أهم السبل للكشف عن الحقيقة (٦٧) (*) وكان للابلاس إسهامات نوعية ، بالإضافة إلى صياغته الخطيرة الأثر للكشوف والفروض الفلكية المعروفة إلى وقته . فقد أنار كل فرع تقريباً من فروع الفيزياء بـ « معادلات لابلاس » عن « الجهد » التى يسرت التأكد من شدة الطاقة ، أو سرعة الحركة ، فى أى نقطة فى ميدان خطوط القوة . وحسب البيضية الديناميكية للأرض من تقلبات القمر التى كانت تعزى لشكل الكرة المفرطح ، ووضع نظرية تحليلية للمد والجزر ، واستنبط كتلة القمر من ظواهرهما . وابتكر طريقة محسنة لتحديد مدار المذنبات ؛ واكتشف العلاقات العددية بين حركات أقمار المشترى . وحسب بدقته المعهودة السرعة « القرنية » المتوسطة حركة القمر . وأرست دراساته للقمر الأساس للجداول المحسنة لحركات القمر ، التى وضعها تلميذه جان شارل بوركهارت عام ١٨١٢ . وأخيراً ارتفع من العلم إلى الفلسفة — من المعرفة إلى الحكمة — فى فيض من البلاغة جدير ببوفون :

« إن الفلك بحكم جلال موضوعه وكمال نظرياته ، هو أبدع صرح من صروح الروح البشرية ، وأنبل شهادة على الذكاء البشرى . فالأنسان الذى أضلته أنانيته وأوهام حواسه ظل طويلا يعتبر نفسه المركز فى حركات النجوم ، وقد لقى غروره الكاذب عقاباً من الأهوال التى أوحت بها هذه النجوم .

---

* ان برهان لابلاس ، حتى فى الميكانيكا القديمة ( النيوتنية ) عن ثبات المجموعة الشمسية ، لم يعد حاسما ... فهو لم يعط جوابا دقيقا . فلوريان كاجورى عن كتاب نيوتن .

Mathematical Principles of Natural Philosophy, p. 678.

ثم ألقى بنفسه فوق كوكب لا يكاد يدرك حجمه فى المجموعة الشمسية ، وامتداده الشاسع ليس إلا نقطة تافهة فى اتساع الفضاء . والنتائج السامية التى قاده إليها هذا الكشف خليقة بأن تعزيه عن المرتبة التى وضعت فيها الأرض ، لأنها تبصره بعظمته فى كل ضآلة القاعدة التى يقيس منها النجوم . فعليه أن يصون بعناية نتائج هذه العلوم السامية التى هى بهجة للكائنات المفكرة ، وأن يوسع رقعتها . وقد أدت تلك العلوم خدمات جلية للملاحة والجغرافيا ، ولكن بركتها الكبرى هى تبديد المخاوف التى سببتها الظواهر الفلكية والقضاء على الأخطاء المنبعثة من الجهل بعلاقتنا الصحيحة بالطبيعة — وتلك أخطاء ومخاوف ستنبعث من جديد إذا قدر لمشعل العلم يوماً ما أن ينطفىء » (٦٨) .

وقد وجد لابلاس أن تكييف حياته وفق اضطرابات السياسة الفرنسية أيسر له من تكييف رياضياته لشذوذات النجوم . فلما أقبلت الثورة قوى عليها بكونه أعظم قيمة حياً منه ميتا ، فاستخدمته مع لاجرانج لصنع ملح البارود للبارود ، وحساب مسارات قذائف المدافع . وعين عضواً فى لجنة الموازين والمقاييس التى وضعت النظام المترى . وفى ١٧٨٥ كان قد امتحن وأجاز طالباً متقدماً لسلاح المدفعية ، هو بونابرت الذى كان فى السادسة عشرة من عمره ؛ وفى ١٧٩٨ أخذه الجنرال بونابرت إلى مصر ليدرس النجوم من الأهرام . وفى ١٧٩٩ عينه القنصل الأول وزيراً للداخلية وبعد سبعة أسابيع عزله لأن « لابلاس يبحث عن الرقائق والدقائق فى كل مكان . . وينقل إلى الإدارة روح اللانهائى الصغر » . (٦٩) ولكى يطيب بونابرت خاطره عينه فى مجلس الشيوخ الجديد ، وخلع عليه لقب الكونت . ورسم له الان جاك أندريه نيجون صورة فى ذهب رتبته الجديدة وزينتها : وجه مليح شريف ، وعينان محزونتان كأنهما شاعرتان بأن الموت يهزأ بكل عظمة وجلال ، وبأن الفلك ما هو إلا تحسس فى الظلام ، وأن العلم ليس إلا نقطة ضوء فى بحر من الليل البهيم . وعندما حضرته المنية ( ١٨٢٧ ) فارقه كل غرور ، وكانت كلماته الأخيرة تقريباً هى « إننا لا نعلم إلا القليل ، أما الذى نجهله فلا حدود له » (٧٠) .

٦ — فى الأرض :

درست أربعة علوم الأرض : فعلم الظواهر الجوية ( المتيورولوجيا ) ارتاد غلافها الجوى ، وعلم المساحة التطبيقية ( الجيوديسيا ) قدر حجمها ، وشكلها ، وكثافتها ، والمسافات التى تشمل انحناء سطحها ؛ والجيولجيا نقبت فى تكوينها ، وأعماقها ، وتاريخها ، والجغرافيا رسمت الخرائط ليابسها ومائها .

( أ ) المتيورولوجيا :

استعمل علم الجو أربع آلات للقياس بالإضافة إلى المقياس البسيط للمطر : الترمومتر لدرجة الحرارة ، والبارومتر للضغط الجوى ، والانيمومتر للرياح ، والهيجرومتر لرطوبة الهواء .

فى عام ١٧٢١ أو قبله ، وفق جابرييل دانييل فارنهايت ، وهو صانع آلات ألمانى فى أمستردام ، فى تطوير الترمومتر الذى كان جاليليو قد اخترعه فى ١٦٠٣ ، واستعمل فارنهايت الزئبق بدلا من الماء سائلا متمدداً منكمشاً . وقسم المقياس إلى درجات مبنية على نقطة تجمد الماء ( ٣٢° ) ودرجة حرارة الفم لجسم الإنسان العادى ( ٩٨,٦° ) . وفى ١٧٣٠ أنهى رينيه دريامور إلى أكاديمية العلوم « قواعد لبناء الترمومترات بتدرجات قابلة للمقارنة » ، واتخذ درجة تجمد الماء صفراً ، ودرجة غليانه ٨٠° ، ودرج المقياس بحيث يجعل الدرجات تتفق والزيادات المعادلة فى صعود أو هبوط السائل الترمومترى الذى استعمل له الكحول . وحوالى عام ١٧٤٢ أدخل أنديرس كلسيوس الأوبسالى تحسينات على ترمومتر دريامور بالعودة إلى استعمال الزئبق وتقسيم المقياس إلى مائة درجة « سنتجرادية أى مئوية » بين نقطتى تجمد الماء وغليانه . واستطاع جان أندريه دلوك الجنيفى فى ١٧٧٢ أن يعطى الترمومترين المتنافسين شكلهما الحالى : الشكل الفهرنهايتى للشعوب الناطقة بالانجليزية ، والشكل المئوى لغيرها من الشعوب .

أما البارومتر فكان قد اخترعه توريتشيللى فى ١٧٤٣ ، ولكن قراءاته للضغط الجوى كانت تتأثر دقتها بعوامل لم يحسب لها حساب ، كنوعية الزئبق ،

واتساع الأنبوبة ، ودرجة حرارة الهواء . على أن شتى الأبحاث التى بلغت ذروتها فى تجارب دلوك وحساباته ( ١٧١٧ — ١٨١٧ ) عالجت هذه العيوب ، وأوصلت البارومتر الزئبقى إلى شكله الراهن .

وصنعت أنيمومترات بدائية متنوعة فى القرن السابع عشر . من ذلك أن بيير أوويه أسقف أفرانش العالم ، ترك عند موته فى ١٧٢١ تصميما لانيمومتر ( والكلمة من ابتكاره فيما يبدو ) يقيس قوة الريح بتمريره فى أنبوبة يرفع ضغطه فيها عموداً من الزئبق . ودخل على هذا الأنيمومتر تحسين بـ « مقياس الريح » ( ١٧٧٥ ) الذى ابتكره الطبيب الاسكتلندى جيمس لند . وابتكر جون سميتن ( حوالى ١٧٥٠ ) جهازاً لقياس سرعة الريح . وأفضل آلات قياس الرطوبة فى القرن الثامن عشر هى هيجرومتر أوراس دسوسير ( ١٧٨٣ ) الجنيفى المتعدد القدرات ، وقد بناه على تمدد وانكماش شعرة إنسان بفعل التغيرات فى الرطوبة . وأرسى وليم كولن الأساس لنوع آخر من الهيجوومتر بملاحظة ما للسوائل من تأثير مبرد على البخر .

بهذه الأدوات وغيرها ، كالأبرة المغنطيسية ، حاول العلم أن يكشف عن الانتظامات فى تقلبات الجو . وكان أول ما يستلزمه هذا الكشف وجود السجلات الموثوق بها ، وقد احتفظت ببعض هذه السجلات لفرنسا أكاديمية العلوم منذ ١٦٨٨ . ومن ١٧١٧ إلى ١٧٢٧ احتفظ طبيب برزلاوى بسجلات يومية للتقارير الجوية التى كان يطلبها من أنحاء كثيرة فى ألمانيا ؛ وفى ١٧٢٤ بدأت جمعية لندن الملكية فى جمع التقارير المتيورولوجية ، لا من بريطانيا وحدها بل من القارة الأوربية ، والهند ، وأمريكا الشمالية . ثم نظم ج . ج . هيمر فى مانهايم ، عام ١٧٨٠ ، تنسيقاً أوسع وأنظم من هذا كله للتقارير اليومية تحت رعاية شارل تيودور أمير بالاتين الناخب ، ولكنه توقف ( ١٧٩٢ ) خلال حروب الثورة الفرنسية .

ومن الظواهر المتيورولوجية التى أطلقت الكثير من التكهنات ظاهرة الفجر الكاذب . وقد درس ادموند هالى بعناية تفجرات هذه « الأضواء الشمالية » فى ١٦ — ١٧ مارس ١٧١٦ ، وعزاها إلى تأثيرات

مغنطيسية منبعثة من الأرض . وفى ١٧٤١ لاحظ هيورتر وغيره من المشاهدين السكندناويين أن اختلافات غير منتظمة فى إبرة البوصلة تحدث فى وقت ظهور الأضواء . وفى ١٧٩٣ قرر جون دولتين الكيميائى أن ألسنة الضوء موازية لإبرة الانحراف المغنطيسى ، وأن سمتها ، أو نقطة إلتقائها ، تقع فى الزوال المغنطيسى . إذن فقد أدرك القرن الثامن عشر الطبعة الكهربية لهذه الظاهرة التى تعلل الآن بأنها تفريغ شحنة كهربى فى جو الأرض ، سببه التأين الناشىء عن جزيئات تطلق من الشمس .

وبدأت مؤلفات القرن الثامن عشر فى المتيورولوجيا بكتاب كرستيان فولف فى « مقاييس الجو الأساسية » ( ١٧٠٩ ) ، الذى لخص المعلومات المعروفة إلى عهده واقترح أدوات جديدة . وقد حاول دالامبير وضع صيغة رياضية لحركات الرياح فى كتابه « تأملات فى السبب العام للرياح » الذى نال جائزة قدمتها أكاديمية برلين فى ١٧٤٧ . أما أبرز بحث فى هذه الفترة فهو كتاب ضخم يسمى « رسالة فى المتيورولوجيا » (١٧٧٤) بقلم لوى كوت ، أحد قساوسة مونمورنسى . وقد جمع كوت نتائج مشاهداته وغيرها وجدولها ، ووصف الآلات ، وطبق كشوفه على الزراعة ، وعين وقت الأزهار والنضج لمختلف المحاصيل ، والتواريخ التى تفد فيها عصافير الجنة وترحل ، ومتى يتوقع أن يشدو البلبل بغنائه ، واعتبر الرياح أهم أسباب التغيرات فى الجو ، وأخيراً اقترح صيغاً اجتهادية للتنبؤات الجوية ، أما كتاب جان دالوك « أبحاث فى تغيرات الجو » ( ١٧٧٢ ) فقد وسع تجارب بسكال ( ١٦٤٨ ) وهالى ( ١٦٨٦ ) فى العلاقات بين الارتفاع والضغط الجوى ، ووضع صيغة القانون الذى ينص على أنه « فى درجة حرارة معينة تعطى الفروق بين لوغاريتمات ارتفاعات الزئبق ( فى البارومتر ) فوراً ، فى أجزاء من القامة — الفرق فى ارتفاعات الأماكن التى رصد فيها البارومتر »[٧١] . واستطاع دلوك بإلحاق ميزان ماء ببارومتره ، أن يقدر بارومترياً ارتفاع مختلف الشواخص ، فقدر أن « المون بلان » يعلو ١٤,٣٤٦ قدماً عن سطح البحر . أما أوراس دسوسير ، فبعد أن ارتقى الجبل وسجل قراءات عند قمته ( ١٧٨٧ ) ، خلص من قياسه إلى أنه يعلو ١٥,٧٠٠ قدم .

( ب ) الجيوديسيا :

كان المعنى الحرفى للجيوديسيا هو « تقسيم الأرض » . وللقيام بهذه المهمة بدقة كان من الضرورى معرفة شكل الكرة الأرضية . وكان هناك اتفاق عام فى ١٧٠٠ على أن الأرض ليست تامة التكور بل لها شكل القطع الناقص — فهى مفرطحة بعض الشىء فى نهايتيها . وذهب نيوتن إلى أنها مفرطحة عند القطبين ، أما العلماء من آل كاسينى فذهبوا إلى أنها مفرطحة عند خط الاستواء . وللفصل فى هذا الخلاف الدولى أوفدت أكاديمية علوم باريس بعثتين ، ذهبت الأولى فى ١٧٣٥ وعلى رأسها شارل دلاكوندامين ، وبيير بوجيه ، ولوى جودان ، إلى ماكان بيرو يومها ( وهو الآن اكوادور ) لقياس درجة عرض فلكية على منحنى من الزوال قرب الاستواء . (*) وقد وجدو أن البعد بين درجة عرض فلكية والدرجة التى تليها ، على الزوال المار فوق مكان رصدهما ، هو ٣٦٢,٨٠٠ قدم . وفى ١٧٣٦ أوفدت بعثة كهذه إلى لابلاند وعلى رأسها نوبرنياس وكليرو ، لقياس درجة عرض فلكية على منحنى من الزوال عند مكان أقرب ما أمكن للدائرة القطبية . وقد قررت أن طول الدرجةهناك ٣٧٦,١٠٠قدم — أى أكثر قليلا من تسعة وستين ميلا . ودلت هذه الكشوف على أن طول درجة العرض الفلكية ، يزداد زيادة طفيفة كلما تحرك الراصد من الاستواء إلى القطب ؛ وقد فسرت الزيادة بأنها راجعة لتفرطح الأرض عند القطبين . وسلمت أكاديمية العلوم بأن نيوتن كان على حق . واتخذت المقاييس التى حصلت عليها البعثتان بعد ذلك أساساً لتحديد المتر ، والنظام المترى ، والزمن الفلكى المضبوط لمختلف الأماكن على سطح الأرض .

وقد عزا بوجيه انحرافات ميزان الاستقامة التى لاحظها فى أرصاد بعثة بيرو إلى القوة الجاذبية لجبل شيمبورازو القريب . وبقياس الانحراف قدر كثافة الجبل ، وعلى هذا الأساس حاول حساب كثافة الأرض . وواصل

---

* العرض الفلكى هو البعد الزاوى بين الاستواء واتجاه ميزان للجاذبية فى مكان معين . وزاول المكان هو الدائرة الكبرى التى تمر فوقه رأسا من القطب الى القطب .

هذا البحث نفيل ماسكلين ، فلكى الملك وجورج الثالث ( ١٧٧٤ — ٧٨ ) ، بإسقاطه ميزان الاستقامة تارة على جانب جبل جرانيتى فى اسكتاندة وتارة على الجانب الآخر . وفى كلتا الحالتين انحرف الميزان نحو اثنتى عشرة ثانية زاوية نحو الجبل . واستنتج ماسكلين أن نسبة كثافة الأرض إلى كثافة الجبل هى نفس النسبة بين قوة جاذبية الأرض وانحراف الاثنتى عشرة ثانية ، وعلى هذا الأساس قدر تشارلز هتن أن كثافة الأرض تقرب من ٤,٥ مرة من كثافة الماء — وهو رقم مقبول الآن عموماً ، وقد توصل إليه نيوتن بما عهد فيه من حدس ذكى قبل قرن من الزمان .

( جـ ) الجيولوجيا :

ظلت ضروب التحريم اللاهوتية تعرقل دراسة أصل الأرض ، وعمرها ، وتركيبها ، والبحث فى قشرتها وما دونها ، وفى زلازلها ، وبراكينها ، وفوهاتها ، وأحافيرها . وكانت الأحافير تفسر عموماً بأنها مخلفات كائنات بحرية تركتها على الأرض مياه انحسرت عقب طوفان نوح . الذى كان الاعتقاد أنه غطى الكرة الأرضية . وفى ١٧٢١ قرر أنطونيو فاللزنيرى فى كتابه عن الأجسام البحرية . . . أن فيضاناً مؤقتاً لا يمكن أن يعلل راسباً من التكونيات البحرية بهـذا الانتشار الواسع . ورأى أنطون مورو فى كتـابه « البندقيـة » ، ( ١٧٤٠ ) أن الأحافير قذفت بها ثورانات بركانية من البحر . فالأرض كانت فى الأصل مغطاة بالماء ، فدفعت النيران الباطنية اليابس الذى تحت الماء إلى فوق البحر الهابط ، وكونت الجبال والقارات .

وقد خلف بنوا دماييه عند موته ( ١٧٣٨ ) مخطوطة طبعت عام ١٧٤٨ باسم « تياميد ، أو لقاءات بين فيلسوف هندى ومراسل فرنسى » وقد ساق آراءه على لسان حكيم هندى ، ولكن سرعان ما تبين أن « تياميد » ليس إلا « دمامية » مقلوباً ، ولعل الزوبعة التى أثارها الكتاب قد صالحت بين مؤلفه وبين موته الذى أدركه فى أوانه . ونظريته تزعم أن الأرض والجبال والأحافير لم تكونها الثورانات البركانية — بل الانحسار التدريجى للمياه التى غطت وجه الأرض فيما مضى من الزمان ، وألمح ماييه إلى أن كل

النباتات والحيوانات تطورت من كائنات بحرية مقابلة ، لابل الرجال والنساء تطوروا من أناسى البحر وعرائسه الذين فقدوا ذيولهم كما فقد الضفدع ذيله . وقد نشأ انحسار الماء عن البحر الذى هبط بمستوى البحر نحو ثلاثين قدماً كل ألف عام . وأنذر مايبه بأن المحيطات ستجف تماماً فى النهاية ، وستصعد النيران الباطنية إلى السطح وتفنى كل شىء حى .

وبعد « تياميد » بعام أصدر جورج لوى دبوفون أول مجلديه الرئيسيين اللذين أسهم بهما فى علم وليد لم يزل مقمطاً فى تكهنات لا سبيل إلى التثبت من صحتها . وقد ألف « نظرية الأرض » ( ١٧٤٩ ) وهو فى الثانية والأربعين ، « وحقب الطبيعة » ( ١٧٧٩ ) وهو فى الحادية والسبعين . وبدأ باحتياط على طريقة ديكارت ، فسلم بدفعة أولى دفع الله بها العالم ، وبعدها قدمت « النظرية » تفسيراً طبيعياً خالصاً للأحداث الكونية . وقد استبق آخر نظريات تكوين العالم بقرنين ، إذ ذهب إلى أن الكواكب نشأت كشظايا انفصلت عن الشمس إثر صدمة مذنب قوى أو بفعل جذبه ، فكل الكواكب إذن كانت فى البداية كتلا منصهرة مضيئة كالشمس الآن ، ولكنها بالتدريج بردت وأظلمت فى برد الفضاء . أما « الأيام » التى استغرقتها الخليقة فى سفر التكوين فلابد من تفسيرها على أنها حقب ، قد نتبين منها سبعاً :

١ — اتخذت الأرض شكلها الكروى نتيجة لدورانها ، ثم برد سطحها ببطء ( ٣,٠٠٠ سنة ) .
٢ — تجمدت الأرض فأصبحت جسما جامداً ( ٣٢,٠٠٠ سنة ) .
٣ — تكاثفت الأبخرة التى غلفتها وكونت محيطاً عالمياً ( ٢٥,٠٠٠ سنة ).
٤ — هبطت مياه هذا المحيط باختفائها فى شقوق فى قشرة الأرض ، تاركة نباتاً على السطح ، وأحافير على ارتفاعات شتى على اليابس (١٠,٠٠٠ سنة ) .
٥ — ظهرت الحيوانات البرية ( ٥,٠٠٠ سنة ) .
٦ — فصل هبوط المحيط نصف الكرة الغربى عن نصفها الشرقى ، وجرينلند عن أوربا ، ونيوفوندلند عن أسبانيا ، وترك الكثير من الجزر تبدو كأنها طالعة من البحر ( ٥,٠٠٠ سنة ) .

٧ — تطور الإنسان ( ٥,٠٠٠ سنة ) .

ولاحظ بوفون بجمع هذه الحقب معاً أن حاصلها ٥٨,٠٠٠ سنة . ولعله كان يعجب لخيال الجيولوجيين الفائق فى يومنا هذا ، فهم يمدون عمر الأرض إلى أربعة بلايين سنة .

وقد أسس بوفون علم الأحافير ( البليونتولوجى ) بدراسته العظام المتحفرة واستنباطه الحقب المتعاقبة للحياة العضوية منها . ويتبين منظوره وأسلوبه من الأسطر الأولى التى استهل بها « حقب الطبيعة » إذ يقول :

« كما أننا فى التاريخ المدنى نرجع إلى ألقاب الناس ، وندرس العملات والمداليات ، ونفك رموز الكتابات القديمة ، لنحدد عصور الثورات الإنسانية وتواريخ الأحداث فى تاريخ المجتمع ، فكذلك يجب علينا فى التاريخ الطبيعى أن ننقب فى محفوظات الدنيا ، ونخرج من أحشاء الأرض الآثار القديمة ، ونجمع بقاياها ، ونحشد فى مجموعة من الأدلة كل الإشارات على التغيرات الفيزيائية التى تتيح لنا الرجوع إلى مختلف عصور الطبيعة . وهذا سبيلنا الأوحد إلى تحديد بعض النقط فى الفضاء الشاسع ، ووضع عدد من الشواخص على الطريق الأبدى للزمن . وما أشبه الماضى بالمسافات فبصرنا به كان يتناقص بل يتلاشى لولا أن التاريخ والترتيب وضعا المعالم والمشاعل فى أشد نقطه ظلاماً » (٧٢) .

ثم لأنه لم يتوصل إلى علم الأحافير إلا فى شيخوخته كتب يقول :

« إننى أترك أسفاً هذه الأشياء الخلابة ، هذه الآثار الثمينة التى خلفتها لنا الطبيعة القديمة ، والتى لاتمهلنى شيخوختى لفحصها فحصاً يكفى لأن أستخلص منها النتائج التى أتصورها ، والتى ينبغى ألا تجد لها مكاناً فى الكتاب لأنها لاتقوم إلا على الافتراض ، فى حين أننى جريت فيه على سنة ، هى ألا أعرض فيه غير الحقائق المبنية على الواقع . وسيأتى من بعدى آخرون (٧٣) .

وكتابه « حقب الطبيعة » كان من أهم كتب القرن الثامن عشر . وقد أغدق عليه بوفون كل ما يملك من صنعة فى الأسلوب ، حتى أنه كتب بعض أجزائه

من جديد سبع عشرة مرة ( إذا صدقناه ) [٧٤] . وسكب فيه كل قوة خياله حتى لقد بدا أنه يصف ، عبر فجوة من ستين ألف عام ، تصورات فكره وكأنها أحداث تنبسط أمام عينيه(*) . وقد أشاد جريم بالكتاب لأنه « من أروع القصائد التى جرؤت الفلسفة على أن توحى بها » وقال كوفييه فى حكمه عليه إنه « أذيع أعمال بوفون قاطبة ، مكتوب بأسلوب رفيع حقاً » [٧٦] .

وفى هذه الأثناء حاول نفر من الدارسين أكثر تواضعاً أن يرسموا خرائط لتوزيع المعادن فى التربة . وقد ظفر جان جتار بثناء أكاديمية باريس للعلوم على كتابه « مذكرة وخريطة فى علم المعادن » ( ١٧٤٦ ) وبينما كان يبذل هذه المحاولة الأولى للقيام بمسح جيولوجى ، اكتشف براكين خامدة فى فرنسا ، وعلل الرواسب المحيطة بها بأنها حمم متجمدة ، والينابيع الحارة بأنها آخر مراحل هذه القوى البركانية . وحفز زلزال لشبونه جون متشل إلى إعداد « مقال فى أسباب الزلازل وظواهرها » (١٧٦٠) ، وقد ذهب إلى أنها راجعة إلى الالتحام الفجائى بين النار والماء الباطنيين ، مما أحدث بخراً متمدداً ، وقد وجد هذا البخر منفذاً خلال البراكين والفوهات ، ولكن إذا تعذرت هذه المخارج أحدثت اهتزازات فى سطح الأرض . وهذه الأمواج الأرضية يمكن فى رأى متشل رسمها لإيجاد بؤرة الزلزال . وهكذا تمخض علم الجيولوجيا الذى كان حدثاً بعد عن علم الزلازل .

كذلك أصبح علم طبقات الأرض فرعاً متخصصاً . فقد حار الناس فى أصل طبقات القشرة الأرضية وتركيبها وتعاقبها . وأتاحت مناجم الفحم مفتاحاً لهذه الدراسات ؛ ومن ثم قدم جون ستراتشى للجمعية الملكية (١٧٠٩) « وصفاً غريباً للطبقات الأرضية لوحظ فى مناجم فحم منديب بسمرستشير . » وفى ١٧٦٢ أصدر جيورج كرستيان فوشزل أول خريطة جيولوجية مفصلة ، ووصف « التكوينات » التسعة فى تربة تورنجيا ، وأرسى مفهوم « التكوين » باعتباره تعاقباً لطبقات تمثل فى مجموعها حقبة جيولوجية .

---

* عبر سانت ـ بوف ـ عن هذا أروع تعبير : « قال الله لأيوب أين كنت حين أرسلت أساسات الأرض ؟ » وكأنى بمسيو ديوفون يقول لنا فى غير انفعال « كنت هناك » . [٧٥]

وتنازعت النظريات المتنافسة على أسباب هذه التكوينات . من ذلك أن أبراهام فرنر ، الذى ظل اثنين وأربعين عاماً ( ١٧٧٥ — ١٨١٧ ) يعلم فى مدرسة المناجم بفرايبورج ، جعل كرسى أستاذيته المقر الشعبي للرأى « النبتيونى » ، وهو القائل بأن القارات ، والجبال ، والصخور ، والطبقات قد نشأت كلها من فعل المياه ، من هبوط محيط كان يوماً يغطى العالم — وهو هبوط بطىء أحياناً ، مباغت أحياناً أخرى ؛ فالصخور هى ترسب معادن تركها البحر المنحسر جافة ، والطبقات هى فترات هذا الانحسار وراوسبه .

وزاد هتن نار الجدل اشتعالا بتعليله تغيرات الأرض وتقلباتها . وقد أصبح هذا الرجل الذى ولد بأدنبرة فى ١٧٢٦ ، واحداً من ذلك الفريق الممتاز الذى ألف حركة التنوير الاسكتلندى — هيوم ، وجون هوم ، واللورد كيمس ، وآدم سمت ، وروبرتسن ، وهتشسن ، وماسكلين ، ومكلورين ، وجون بلايفير ، وجوزف بلاك . تنقل من الطب إلى الكيمياء إلى الجيولوجيا ، وما لبث أن خلص إلى أن تاريخ كرتنا الأرضية استغرق أضعاف أضعاف الآلاف الستة من السنين التى قال بها اللاهوتيون . ولاحظ أن الريح والمياه ينحران الجبال فى بطء ويرسبانها على السهول ، وأن آلاف النهيرات تحمل المواد إلى الأنهار ، التى تحملها بعد ذلك إلى البحر ، ولواستمرت هذه العملية إلى ما شاء الله لابتلعت المحيطات النهمة الثائرة قارات برمتها . ولعل جميع التكوينات الجيولوجية نجمت عن هذه العمليات الطبعية البطيئة كما نشهد اليوم فى أى مزرعة تتعرى تربتها أو أى بحر يجور على اليابس ، أو أى نهر يحفر قاعه فى إصرار صابر ، تاركاً سجل مستوياته الهابطة على طبقات الصخور والتربة . وقد ذهب هتن إلى أن هذه التغيرات التدريجية هى الأسباب الأساسية لما يطرأ على أرضنا من تحول . وعنده أننا « فى تفسيرنا للطبيعة ، يجب ألا نستخدم قوى ليست من طبيعة الكرة الأرضية ، وإلا نسلم بأى عمل إلا الأعمال التى نعرف مبدأها ، وألا ندعى أى أحداث خارقة لنعلل بها ظاهرة شائعة » (٧٧) .

ولكن إذا سلمنا بأن هذا التحات ظل آلاف الآلاف من السنين ، فلم لا تزال هناك قارات على ظهر الأرض ؛ ويرد هتن بأن السبب هو أن

المواد التى أزالها التحات وتجمعت فى قاع البحر تتعرض للضغط والحرارة ، فهى تنصهر ، وتتجمع ، وتتمدد وتتصاعد ، وتطلع من المياه لتكون الجزر والجبال ، والقارات . إما أن هناك حرارة باطنية فالدليل عليه ثوران البراكين . فالتاريخ الجيولوجى إذن عملية دائرة ، انقباض وانبساط شاسعان لا يفتآن يصبان القارات فى البحار ويرفعان القارات الجديدة فى قلب تلك البحار . وقد أطلق الدارسون الذين جاءوا بعد هتن على نظريته اسم « الفلكانية » ، ( نسبة لفلكان إله النار ) لقيامها على تأثيرات الحرارة ، أو « البلوتونية » نسبة إلى بلوتو الإله القديم للعالم السفلى .

وقد تردد هتن نفسه فى نشر آرائه لأنه عرف أنها ستلقى المعارضة لا من المؤمنين بالعصمة الحرفية للكتاب المقـــدس فحسب ، بل من « النبتيونيين » على نحو لا يقل حدة . وقد وجد هؤلاء مدافعاً متحمساً فى روبرت جيمسن أستاذ الفلسفة الطبيعية فى جامعة أدنبرة . وقد اقتصر هتن أول الأمر على شرح نظريته لنفر من أصدقائه ، فلما ألحوا عليه قرأ بحثين فى موضوعها على جمعية أدنبرة الملكية ، الحديثة التشكيل ، فى ١٧٨٥ . وكان النقد الذى وجه إليها مهذباً حتى عام ١٧٩٣ ، حين هاجمه عالم معادن دبلنى بعبارات أثارت حنقه ، فرد بنشره كتاباً من عيون الجيولوجيا عنوانه « نظرية الأرض » ( ١٧٩٥ ) . ومات بعد ذلك بسنتين . وبفضل كتاب جون بلايفير الواضح الأسلوب « إيضاحات لنظرية هتن » ( ١٨٠٢ ) ، انتقل مفهوم التغيرات العظمى الناجمة عن العمليات البطيئة إلى علوم أخرى غير الجيولوجيا ، وأعد أوربا لتطبيق داروين لهذا المفهوم على أصل الأنواع وتسلسل الإنسان .

( د ) الجغرافيا :

ولكن وجه الأرض أكثر استهواء للدارسين من أحشائها . ولقد كان العرض المتصاعد لاختلافات البشر فى العرق ، والأنظمة ، والأخلاق ، والعقائد ، عاملا قوياً فى توسيع آفاق الذهن الحديث . ومضى ارتياد المجهول برغبة فى الاستطلاع وحب للتملك أكثر من أى عهد سبق ،

لا حبا فى سواد عيون العلم ، بل سعياً إلى المواد الخام ، والذهب ، والفضة ، والأحجار الكريمة ، والطعام ، والأسواق ، والمستعمرات ، وإلى رسم خرائط للبحار تضمن مزيداً من السلامة للملاحة فى السلم والحرب . لا بل إن رحلة السفينة المتمردة « باونتى » ( ١٧٨٩ ) كان هدفها الأصلى شتل شجرة فاكهة الخبز من بحار الجنوب إلى جزر الهند الغربية واشتد التنافس فى هذه اللعبة بين الفرنسيين والهولنديين والإنجليز ، وهم يعلمون أن السيادة على العالم رهن بنتيجة هذا التنافس .

وقد انبعثت من ذهن بطرس الأكبر رحلة من أجرأ رحلات الارتياد ، إذ أنه قبل موته فى ١٧٢٥ كلف فينوس بيرنج ، وكان قبطاناً دنمركياً فى البحرية الروسية ، بارتياد الساحل الشمالى الشرقى لسيبيريا . وعينت أكاديمية سانت بطرسبورج فلكياً وطبيعياً ومؤرخاً لمرافقة البعثة وبعد أن سافر بيرنج إلى كمشاسكا براً ، أبحر (١٧٢٨ ) إلى خط عرض ٦٧° شمالا ، واكتشف المضيق الذى يحمل اسمه ، ثم عاد إلى سانت بطرسبورج . وفى رحلة ثانية بنى أسطولا فى أوخوتسك وأبحر شرقاً حتى لمح أمريكا الشمالية ( ١٧٤١ ) ؛ وهكذا اكتشف دنمركى تلك القارة من الغرب كما اكتشفها لايف إريكسن السكندنافى من الشرق . وفى رحلة العودة ضلت سفينة بيربج طريقها وسط ضباب كثيف ، وأنفق الملاحون ستة أشهر على جزيرة لم يسبق أن سكنها أحد قرب كمشاسكا . وعلى هذه الجزيرة ، التى تحمل هى أيضاً اسمه ، مات الدنمركى العظيم من الاسكربوط ( ١٧٤١ ) وهو فى الستين . واكتشفت سفينته أخرى من سفن البعثة جزائر الوشيان . واستولت روسيا على ألسكا ، وبعث المرسلون لتعريف الاسكيمو باللاهوت المسيحى . .

وحفز تقدم روسيا داخل أمريكا أمماً أخرى لارتياد المحيط الهادى فجردت انجلتره فى حربها مع أسبانيا (١٧٤٠ ) أسطولا تحت امرة جورج آنسن ليضيق الخناق على المستوطنات الاسبانية فى أمريكا الجنوبية . وقد اهلك الاسكربوط أكثر ملاحيه ، وحطمت الزوابع بعض مراكبه ، ولكنه شق طريقه إلى المحيط الهادى الجنوبى ، ووقف عند جزائر خوان فرنانديز ،

ووجد الدليل على أن الكسندر سلكرك ( وهو روبنصن كروزو فى رواية ديفو ) كان هناك من قبل ( ١٧٠٤ — ٩ ) . ثم عبر المحيط الهادى واستولى على غليون أسبانى قرب الفلبين ، وأخذ كنز الذهب والفضة الذى يحمله ( ١,٥٠٠,٠٠٠ دولار ) وعبر المحيط الهندى ودار حول رأس الرجاء الصالح ، وأفلت من الأسطولين الاسبانى والفرنسى اللذين حاولا اعتراضه . ثم وصل إلى انجلتره فى ١٥ يونيو ١٧٤٤ بعد رحلة ثلاثة سنوات وتسعة أشهر . ونقلت غنيمة السبائك من سبتهيد إلى لندن فى اثنتين وثلاثين عربة تصاحبها الموسيقى العسكرية . وصفقت انجلتره كلها لآنسن ونفدت أربع طبعات من قصته فى سنة واحدة .

وفى ١٧٦٣ أوفدت الحكومة الفرنسية بعثة مماثلة على رأسها لوى أنطوان دبوجانفيل ، تحمل تعليمات بإقامة مستوطنة فرنسية فى جزر فوكلند ؛ وقد أتاح لها موقعها على ثلاثمائة ميل شرقى مضيق مجللان قيمة حربية ، لأنها تشرف على المعبر من الأطلنطى إلى الهادى . وقد أنجز مهمته وعاد إلى فرنسا . وفى ١٧٦٥ أبحر ثانية ، وعبر المضيق إلى المحيط الهادى ووصل إلى تاهيتى ( ١٧٦٨ ) . التى كان صموئيل واليس قد اكتشفها قبل ذلك بسنة — واستولى عليها لفرنسا ، واكتشف مجموعة جزر ساموا وهبريد الجديدة ، ودار حول رأس الرجاء الصالح ، ووصل إلى فرنسا فى ١٧٦٩ ، وجلب معه من أقاليم الباسفيك المدارية نبات البوجانفليا المتعرش ( الجهنمية ) . وقد ركزت روايته لرحلته على مناخ تاهيتى اللطيف ، وما يتمتع به الأهالى من صحة سابغة ، وطبيعة خيرة ، وخلق أنيس : وسنلتقى بديدرو معقباً فى حسد على هذا التقرير فى كتابه « ملحق لرحلة بوجانفيل » .

وفى ١٧٦٤ كلفت الحكومة البريطانية الكابتن جون بايرون أن يضع يده على أرض تفيدها فى البحار الجنوبية . فرسا على فورت إجمونت فى جزر فوكلند ، واستولى على الجزر الإنجليزية وهو لا يدرى أن الفرنسيين كانوا هناك فعلا . وادعت أسبانيا أن لها حقاً أسبق فى تملك الجزر ، فأذعنت لها فرنسا ، ثم أذعنت اسبانيا لإنجلترة ( ١٧٧١ ) وتطالب بها الأرجنتين اليوم .

وواصل بايرون رحلته حول الكرة الأرضية ، ولكنه لم يترك على التاريخ أكثر من هذه البصمة . وكان فى رحلة سابقة ، أثناء عمله ضابط صف تحت إمرة آنسن قد تحطمت به السفينة على ساحل شيلى ( ١٧٤١ ) ، وقد استخدم حفيده اللورد بايرون روايته لهذا الحادث فى قصيدته « دون جوان »

أما أبرز رائد فى رواد القرن الثامن عشر فى نظر الشعوب الناطقة بالانجليزية فهو الكابتن جيمس كوك . كان ابن فلاح فى مزرعة ، ألحق وهو فى الثانية عشرة ببائع خردوات ، فلما لم يجد فى بيع الملابس الداخلية ما يشبع شوقه للمغامرة التحق بالبحرية ، وعمل « ملاحظاً بحرياً » على طول سواحل نيوفوندلند ، وذاعت شهرته رياضياً ، وفلكياً ، وملاحاً ، وفى ١٧٦٨ ، حين بلغ الخمسين ، اختير لرآسة بعثة تسجل مرور كوكب الزهرة ، وتقوم بأبحاث جغرافية فى المحيط الهادى الجنوبى . فأبحر فى ٢٥ أغسطس على السفينة « إندفر » بصحبة عدة علماء ، جهز أحدهم وهو السر جوزف بانكس السفينة من ماله الخاص(*) . وشوهد مرور الزهرة فى تاهيتى فى ٣ يونيو ١٧٦٩ . ومنها أبحر كوك باحثاً عن قارة كبرى ( تيرا أوستراليس ) زعم بعض الجغرافيين أنها تختبىء فى بحار الجنوب . فلم يجد شيئاً ، ولكنه ارتاد جزر سوسايتى وسواحل نيوزيلندة ، ورسم لها خرائط بعناية : ثم واصل رحلته إلى استراليا ( التى عرفت يومها بهولندة الجديدة ) ، واستولى على ساحلها الشرقى لبريطانيا العظمى ، وأبحر حول أفريقيا ، ووصل إلى انجلتره فى ١٢ يونيو ١٧٧١ .

وفى ١٣ يوليو ١٧٧٢ ، ركب البحر من جديد ، ومعه السفينتان رزوليوشن وإندفر ، بحثاً عن القارة الجنوبية المزعومة . وقد حرث البحر شرقاً وجنوباً بين رأس الرجاء الصالح ونيوزيلندة ، وعبر الدائرة القطبية الجنوبية إلى خط عرض ٧١ دون أن يشهد أرضاً ، ثم أكرهه الخطر المتزايد من قطع الجليد الطافية على العودة . وزار جزيرة إيستر وكتب وصفاً

---

(*) عمل رئيسا لجمعية لندن الملكية من ١٧٧٨ إلى ١٨٢٠ ، وأوصى بمكتبته ومجموعاته للمتحف البريطانى .

لتماثيلها العملاقة . ورسم خرائط لجزر ماركيزا وتونجا ، وسمى هذه « فرندلى » أى الجزيرة الصديقة لما خبر فى أهلها من لطف ودماثة خلق . واكتشف كلدونيا الجديدة ، وجزيرة نورفوك ، وجزيرة بانز ( كونى ) . وعبر المحيط الهادى الجنوبى شرقاً إلى رأس هورن ، وواصل الرحلة عبر الأطلنطى الجنوبى إلى رأس الرجاء الصالح ، ثم أبحر شمالا إلى انجلتره ، فرسا على برها فى ٢٥ يوليو ١٧٧٥ بعد رحلة قطع فيها نيفاً وستين ألف ميل و ١,١٠٧ يوماً .

أما بعثته الثالثة فقد التمست طريقاً مائياً من ألسكا عبر أمريكا الشمالية إلى الأطلنطى . وقد أقلع من بليموث فى ١٢ يوليو ، ومعه السفينتان رزوليوشن وسكفرى ، وطاف حول رأس الرجاء الصالح ، ووصل بر تاهيتى ثانية ، ومضى شمالا بشرق ، ووقع على أعظم كشوفه ، وهى جزر هاواى ( فبراير ١٧٧٨ ) التى كان الملاح الاسبانى خوان جيتانو قد رآها فى ١٥٥٥ ، ولكن أوربا نسيتها أكثر من قرنين . وبعد أن واصل كوك الرحلة إلى الشمال الشرقى وصل إلى ما نسميه الآن بولاية أوريجون ، ومسح ساحل أمريكا الشمالية إلى مضيق بيرنج ووراءه حتى الحدود الشمالية لألسكا . وعند عرض ٧٠,٤١° شمالا عاق تقدمه جدار من الجليد يرتفع اثنى عشر قدماً فوق البحر ويمتد إلى آخر ما يصل إليه بصر الرقيب . وعاد كوك إلى هاواى بعد أن أخفق فى بحثه عن ممر شمالى شرقى عبر أمريكا . وهناك لقى مصرعه حيث لقى من قبل ترحيباً ودياً . ذلك أن الأهالى كانوا لطفاء ولكنهم يميلون إلى السرقة ، فسرقوا قارباً من قوارب السفينة « دسكفرى » ، وقاد كوك نفراً من رجاله ليسترده ، فنجحوا فى استرداد القارب ، ولكن الأهالى الحانقين أحاطوا بكوك الذى أصر على أن يكون آخر من يبرح الساحل . فأوسعوه ضرباً حتى مات ( ١٤ فبراير ١٧٧٩ ) ، وكان فى الحادية والخمسين من عمره . وتكرمه انجلتره بوصفه أعظم روادها البحرين وأنبلهم ، وباعتباره عالماً مهذباً ، وقبطاناً شجاعاً محبوباً من جميع ملاحيه .

ولا تكاد تقل عن هذه البعثات بسالة تلك البعثة التى قادها جان فرانسوا دجالوب ، كونت لابيروز ، الذى كلفته الحكومات الفرنسية بأن يتابع

كشف كوك . فأبحر فى ١٧٨٥ حول أمريكا الجنوبية ثم مصعدا إلى ألسكا وعبر إلى آسيا، وكان أول أوربى يمر بالمضيق ( الذى كان يحمل اسمه إلى عهد قريب ) الواقع بين سخالين الروسية وهوكايدو اليابانية . ثم اتجه إلى الجنوب وارتاد ساحل استراليا وبلغ جزر سانتا كروز . ويبدو أن سفينته تحطمت هناك ( ١٧٨٨ ) لأن أحداً لم يسمع بخبره قط .

وكان ارتياد اليابس هو أيضاً تحدياً لشهوة المغامرة والكسب . ففى ١٧١٦ وصل مراسل يسوعى إلى لحاسا — مدينة التبت « المحرمة » وارتاد كارستن بيبور ووصف جزيرة العرب ، وفلسطين ، وسوريا ، وآسيا الصغرى ، وفارس ( ١٧٦١ ) . وجاب جيمس بروس شرق أفريقيا واكتشف من جديد منبع النيل الأزرق ( ١٧٦٨ ) . وفى أمريكا الشمالية أسس الرواد الفرنسيون نيو أورليان ( ١٧١٨ ) وتحركوا شمالا على طول المسسبى إلى المسورى . وفى كندا كافحوا ليصلوا إلى المحيط الهادى ، ولكن جبال روكى كانت عقبة كؤودا . وفى هذه الأثناء تقدم المستعمرون الإنجليز فى الداخل إلى نهر أوهايو ، وفتح الرهبان الأسبان الطريق لمن بعدهم من المكسيك عبر كاليفورينا إلى مونتريه ، وصعدوا فى حوض نهر كلورادو إلى يوتاه ، ولن تلبث أمريكا الشمالية أن تصبح إحدى المغانم التى يصطرع عليها المقاتلون فى حرب السنين السبع . وفى أمريكا الجنوبية قاد لاكوندامين بعثة من منابع الأمازون قرب كيتو إلى مصبه عند الأطلنطى ، على بعد أربعة آلاف ميل بعد أن قاس درجة عرضية عند خط الاستواء .

وعجز رسامو الخرائط الجغرافية عن اللحاق بالرواد . فخلال نصف قرن ( ١٧٤٤ — ٩٣ ) أصدر سيزار فرنسوا كاسينى وابنه حاك دومنيك فى ١٨٤ فرخ متوال خريطة لفرنسا طولها ٣٦ قدماً وعرضها ٣٦ قدماً ، تبين فى تفصيل لم يسبق له نظير ، جميع الطرق ، والأنهار ، والأديار ، والمزارع ، والمصانع ، وحتى ما وضع على جانب الطرق من صلبان ومشانق . وفى ١٧٦٦ نشر توربيرن ألوف بيرجمان ، الذى لم يقنع بكونه واحداً من أعظم كيميائيي القرن الثامن عشر ، « وصفاً للعالم » لخص فيه المتيورولوجيا ، والجيولوجيا ، والجغرافيا الطبيعية فى عصره . وذهب إلى أن كثيراً من الجزر هى قمم

لسلاسل جبلية غمر أكثرها فى الماء ، فجزر الهند الغربية قد تكون مخلفات سلسلة ربطت يوماً ما فلوريدا بأمريكا الجنوبية . أما أوراس دسوسير ، فبعد أن قضى أربعة وعشرين عاماً أستاذاً للفلسفة فى جامعة جنيف ، ارتقى جبل مون بلان ( ١٧٨٧ ) وجبل كلاين ماترهورن ( ١٧٩٢ ) ارتقاءين مشهورين ، وكتب دراسات ضخمة لجبال سويسرة من حيث أحوالها الجوية ، وتكويناتها ، وطبقاتها ، وأحافيرها ، ونباتاتها ، فجمع بذلك جمعاً رائعاً بين المتيورولوجيا ، والجيولوجيا ، والجغرافيا ، والنبات . فلنتذكر حين يقال لنا أن التاريخ هو « تقويم نيوجيت » للأمم ، أنه كذلك سجل لمئات من ضروب البطولة والشرف .

٧ — النبات :

( أ ) لينيوس :

وهكذا نصل فى قصتنا إلى الحياة ! فبعد أن طور المكرسكوب المركب أصبح فى الإمكان فحص تكوين النباتات فحصاً أدق ، يصل إلى خفايا جنسها . وشب علم النبات عن الطوق فلم يعد تابعاً للطب ، ورسم لينيوس عالم الحياة المكتظ بعناية راهب العلم وتفانيه .

وكان أبوه نيلز لينيه ، راعياً لشعب لوثرى فى شتنبروهولت بالسويد . ومن العسير جداً على ابن قسيس أن يحتفظ بتقواه ، ولكن كارل استطاع ذلك ، ووجد فى عالم النبات على الأخص أسباباً لا حصر لها تدعوه لشكر الخالق . والحق إن هناك لحظات تبدو فيها الحياة رائعة الجمال بحيث لا يمكن أن يكفر بالله غير إنسان جحود .

وكان نيلز بستانياً متحمساً ، أحب اقتناء الأشجار المنتقاة والأزهار النادرة وغرسها فى التربة من حول مسكنه كأنها تسبيحة حية . وكانت هذه لعب كارل وأصفيائه فى صباه ، فشب ( كما يروى لنا ) وفى قلبه « حب للنبات لا يرتوى » [٧٨] . وما أكثر ما « زوغ » من المدرسة ليجمع عينات فى الغابات والحقول . وكان أبوه تواقاً لجعل ولده قسيساً ، لأن الصبى كان

آية فى الطيبة ، وقد تعلم بالقدوة خيراً مما يعلم بالعقيدة ، ولكن كارل مال إلى الطب لأنه رأى فيه المهنة الوحيدة التى يستطيع فيها الجمع بين الاشتغال بالنبات وكسب قوته . وعليه فنى ١٧٢٧ ، حين كان فى العشرين من عمره ، قيد طالب طب فى جامعة لوند . وبعد عام أرسل إلى أوبسالا حاملا توصيات حارة من معلميه . ولم يستطيع أن يتلقى الكثير من العون المادى من أبويه لأنه كان واحداً من خمسة أبناء لهما . وإذ أعجزه الفقر عن ترقيع حذائه فقد فرشه بالورق ليغطى ثقوبه ويتقى بعض البرد . أما وقد تهيأت له حوافز الدرس فإنه تقدم حثيثاً فى دراسة النبات والطب . وفى ١٧٣١ عين محاضراً مساعداً فى النبات ومدرساً خاصاً فى بيت الأستاذ رودبيك ، الذى كان أباً لأربعة وعشرين طفلا، فكتب يقول « إننى الآن بفضل الله أملك دخلا » (٧٩) .

فلما قررت جمعية أوبسالا العلمية إيفاد بعثة لدراسة نباتات لابلاند ، أختير لينيوس لرآستها . وبدأ هو ومساعدوه الشبان الرحلة فى ١٢ مايو ١٧٣٢ . وقد وصف رحيلهم بأسلوبه الزاهى بطبيعته فقال :

كان الجو مشرقاً لطيفاً ، وأضفى نسيم عليل هب من الغرب على الهواء برودة منعشة ... وكانت براعم أشجار البتولا قد بدأت تتفتح ، والأوراق على معظم الشجر متوافرة ، ولم يبق عارياً غير الدردار والبلوط . وكانت القبرة تصدح فى العلا . وبعد أن قطعنا ميلا أو نحوه جئنا إلى مدخل غابة ، وهناك فارقتنا القبرة ، ولكن على قمة شجرة الصنوبر راح الشحرور يتدفق بأغنية حبه » (٨٠) .

وهذا الوصف ينبىء بطبع لينيوس ؛ فقد كان يقظاً أبداً بكل جوارحه لمشاهد الطبيعة ، وأصواتها ، وعبيرها ؛ ولم يسلم قط بأى فرق بين علم النبات والشعر . وقد قاد جماعته فوق ١,٤٤٠ ميلا من لابلاند ، خلال عشرات المخاطر والمشاق ، ثم عاد بهم سالمين إلى أوبسالا فى ١٠ سبتمبر .

وإذ كان لا يزال رقيق الحال ، فقد حاول أن يكسب قوته بالتدريس فى الجامعة ، ولكن غريماً له أفلح فى حظر محاضراته بدعوى أن لينيوس لم يكمل بعد دراسته الطبية أو ينال درجته الجامعية . وكان كارل فى هذه

الأثناء قد وقع فى غرام « ليزا » — وهى ساره إليزابث مورايا ، ابنة طبيب محلى . فقدمت له مدخراتها ، وأضاف إليها مدخراته ، وإذ تهيأ له المال على هذا النحو فقد انطلق ميمماً هولنده ( ١٧٣٥ ) . وفى جامعة هاردرفيك فاز فى امتحاناته ونال درجته الطبية . وبعد عام التقى فى لندن بيوبرهانى العظيم ، وكاد ينسى ليزا . وأصدر لينيوس كتاباً من أمهات كتب النبات بإلهام وعون من ذلك النبيل العالم ، وهو « نظام الطبيعة . » وقد طبع اثنتى عشرة مرة فى حياته ، وكان يتألف فى الطبعة الأولى من أربعة عشر فرخاً فقط من القطع الكبير ، أما فى الطبعة الثانية عشرة فقد ازداد إلى ٢,٣٠٠ صفحة ، فى ثلاثة مجلدات من قطع الثمن ، وعلى مقربة من أمستردام تزود بما نقصه من مال بإعادة تنظيم المجموعة النباتية التى يملكها جورج كليفورت وعمل قوائم بها ، وكان كليفورت هذا مديراً لشركة الهند الشرقية . فأخرج فى ١٧٣٦ ، بهمة قعساء ، « مكتبة النبات » . وفى ١٧٣٧ « أجناس النبات » . وفى ١٧٣٨ قصد باريس ليدرس الجاردان دووا . وهناك ، دون أن يقدم نفسه ، انضم إلى مجموعة من الطلاب كان برنار دجوسيو يحاضرهم باللاتينية فى نباتات دخيلة : وقد حير الأستاذ نبات منها ، واجترأ لينيوس على إبداء رأى فقال أن لهذا النبات مظهراً أمريكياً : ونظر إليه دجوسيو ، وقال وهو يحزر هويته « أنت لينيوس » ؛ واعترف كارل ، وبأخوة العلم الرائعة رحب به دجوسيو ترحيباً حاراً (٨١) . وعرض على لينيوس منصب الأستاذية فى باريس ، ولندن ، وجوتنجن ، ولكنه رأى أن قد آن الأوان ليعود إلى ليزا ( ١٧٣٩ ) . ولم تكن مثل هذه الخطبات الطويلة بالأمر الشاذ فى تلك الأيام ولعلها عاونت فى كثير من الحالات على استقرار الخلق ونضج الشخصية . وتزوجا ، واستقر كارل فى استوكهولم طبيباً .

وظل حيناً يترقب عبثاً مجىء المرضى كما يفعل أى طبيب ناشىء . وذات يوم سمع وهو فى حانة شاباً يشكو من أن أحداً لم يستطع شفاءه من السيلان . وشفاه لينيوس ، ومالبث غيره من الشبان الذين اشتد بهم الشوق لإثبات رجولتهم أن جاءوه ملتمسين الشفاء . وامتدت خبرة الطبيب إلى أمراض الرئتين وتعرف إليه الكونت كارل جوستاف تسين ، رئيس مجلس النبلاء

فى الركزداج ، وحصل له على وظيفة طبيب للبحرية ( ١٧٣٩ ) . فى ذلك العام ساعد لينيوس فى إنشاء أكاديمية العلوم الملكية ، وأصبح أول عميد لها . وفى خريف ١٧٤١ اختير أستاذاً للتشريح فى أوبسالا . وسرعان ما استبدل بكرسيه كرسى النبات ، والمواد الطبية ، والتاريخ الطبيعى ( الجيولوجيا والاحياء ) ، وهكذا وضع الرجل المناسب فى المكان المناسب أخيراً . وقد بث فى تلاميذه تحمسه للنبات ، وكان يعمل معهم فى صداقة لا تكلف فيها ، وأسعد أوقاته حين يأخذهم فى جولة من جولات التاريخ الطبيعى . يقول :

كنا نقوم برحلات كثيرة بحثاً عن النباتات ، والحشرات ، والطيور ، ففى الأربعاء والسبت من كل أسبوع نجمع الأعشاب من الفجر إلى العشية ثم يعود التلاميذ إلى الميدان واضعين الأزهار على قبعاتهم ، ويصحبون أستاذهم إلى حديقته ، يتقدمهم موسيقيون بسطاء . ذلك منتهى الروعة فى علمنا اللذيذ » (٨٢) .

وقد أوفد بعض طلابه إلى شتى بقاع الأرض ليأتوه بالنباتات الغريبة ، وحصل لهؤلاء الرواد الصغار ( الذين ضحى بعضهم بحياته فى بحثهم هذا ) على الاعفاء من أجرة الرحلة على سفن شركة الهند الشرقية الهولندية . وحفزهم بالأمل فى إضافة أسمائهم للنباتات فى نظام التسمية الكبير الذى كان بصدد إعداده . وقد لاحظوا أنه أطلق اسم « كاميليا » على الشجيرة المزهرة التى عثر عليها اليسوعى جورج كاميل فى الفلبين .

وقد أقام بجهده المتصل تصنيفه الضخم للنبات فى كتبه « نظام الطبيعة » و « أجناس النبات » و « زيت النبات » ( ١٧٣٨ ) ، و « فلسفة النبات » ( ١٧٥١ ) و « أنواع النبات » ( ١٧٥٣ ) وقد سبقه نفر من علماء النبات إلى هذه المهمة ، نخص بالذكر منهم بوهن وتورنفور ، وكان ريفينوس قد اقترح ( ١٦٩٠ ) طريقة ثنائية لتسمية النباتات . ولكن رغم هذه الجهود وجد لينيوس مجموعات عصره فى حالة من الخلل عطلت الدراسة العلمية للنباتات تعطيلا خطراً . فقد اكتشفت مئات الأنواع الجديدة التى

أطلق عليها علماء النبات أسماء متضاربة . وأخذ لينيوس على عاتقه تصنيف جميع النباتات المعروفة أولا حسب طائفتها ، وفى طائفتها حسب رتبتها ، وفى رتبتها حسب جنسها ، وفى جنسها حسب نوعها ؛ وهكذا توصل إلى اسم لاتينى مقبول دولياً . واتخذ أساساً لتصنيفه وجود وطبيعة الأعضاء التناسلية الواضحة أو عدم وجودها ، فقسم النباتات إلى « نباتات زهرية » وهى التى لها أعضاء تناسل ظاهرة ( أزهارها ) و « نباتات لا زهرية » ليس لها أزهار تخرج بزوراً وهياكلها التناسلية مخفاة أو غير واضحة ( كما فى الطحلب والسرخس ) .

وقد اعترضت بعض النفوس الخجولة على هذا التركيز على الجنس لأنه سيؤثر تأثيراً خطراً على خيال الشباب [٨٣] . ولكن نقاداً أصلب وأجرأ بينوا خلال الأعوام المائة التالية عيوباً أهم فى تصنيف لينيوس ، فقالوا إنه غلا فى الاهتمام بإيجاد أركان وأسماء للنباتات غلواً جعله يحول علم النبات حيناً عن دراسة وظائف النباتات وأشكالها . ولما كان تغير الأنواع سيشوش النظام الذى وضعه ، فضلا عن تناقضه مع سفر التكوين ، لذلك وضع مبدأ مؤداه أن جميع الأنواع خلقها الله مباشرة وظلت دون تغيير طوال تاريخها . وقد عدل من هذا الموقف التقليدى فى تاريخ لاحق ( ١٧٦٢ ) بإلماعه إلى أن أنواعاً جديدة قد تظهر نتيجة لتهجين الأنواع المتقاربة . ومع أنه تناول الإنسان ( الذى سماه فى ثقة واطمئنان « هومو سابينز » أى الإنسان العاقل ) بوصفه جزءاً من مملكة الحيوان ، وصنفه نوعاً فى رتبة الحيوانات العليا ، جنباً إلى جنب مع القرد ، فإن نظامه عطل نمو الأفكار التطورية .

وقد انتقد بوفون تصنيف لينيوس ، على أساس أن الأجناس والأنواع ليست أشياء موضوعية ، إنما هى مجرد أسماء لتقسيمات عقلية مريحة لواقع معقد ، تذوب فيه جميع الرتب ، عند أطرافها ، بعضها فى البعض ، فلا شىء يوجد خارج الذهن ، إلا الأفراد ؛ هنا نجد جدل العصور الوسطى القديم بين الواقعية والإسمية . أما لينيوس فرد ( مثبتاً أنه بشر ) بأن بلاغة بوفون يجب ألا يسمح لها بأن تخدع العالم ، ورفض أن يأكل فى قاعة علقت فيها صورة بوفون مع صورته [٨٥] . على أنه سلم فى لحظة أكثر سماحة أن

ترتيبه ناقص ، وأن تصنيف النباتات حسب الجهاز التناسلى ترك أطرافاً كثيرة غير محكمة ؛ وفى كتابه « فلسفة علم النبات » اقترح نظاماً طبيعياً مبنياً على شكل أعضاء النبات وتطورها . وقد تبين أن نظام التسمية الذى وضعه لا التصنيف ، مريح جداً ، سواء فى علمى النبات والحيوان ، وما زال سائداً مع بعض تعديلات أدخلت عليه .

وكرمت أوربا كلها لينيوس فى شيخوخته أميراً لعلماء النبات . ففى ١٧٦١ خلع عليه الملك لقب الفروسية ، فأصبح اسمه كارل فون لينيه . وبعد عشر سنوات تلقى خطاب حب من ثانى أشهر مؤلف فى القرن وهو جان جاك روسو ، الذى ترجم « فلسفة علم النبات » ، ووجد فى الاشتغال بالنبات دواء للفلسفة . قال « تقبل أيها السيد الكريم ولاء تلميذ من تلاميذك ، جاهل جداً ، متحمس جداً ، يدين ديناً كبيراً للتأمل فى كتاباتك فى السكينة التى ينعم بها ... إننى أكرمك ، وأحبك من كل قلبى (٨٦) .

ومات لينيوس ، كروسو وفولتير ، عام ١٧٧٨ . وباعت أرملته مكتبته ومجموعاته إلى جيمس ادوارد سمث ، الذى اشترك مع آخرين ( ١٧٨٨ ) فى تأسيس « جمعية لينيوس اللندنية » للعناية بتراث لينيوس ومن ذلك المركز أذاعت سلسلة طويلة من المطبوعات جهود عالم النبات فى جميع أرجاء أوربا وأمريكا وقد قرر جوته أن أعظم التأثيرات فى حياته العقلية كان الفضل فيها لشكسبير ، وسبينوزا ولينيوس (٨٧) .

( ب ) فى الكرمة

واصل مئات من الدارسين المخلصين البحث فى علم النبات . ففى فرنسا مثلا نجد أسرة من أسر الفحول التى يربط أعضاءها تكريس مشترك للحياة عبر القرون . وقد ارتقى رب هذه الأسرة ، انطوان دجوسيو ، الذى وفد على باريس من ليون ، ليصبح مديراً للجاردان دوروا فى ١٧٠٨ . وكان أخوه الأصغر برنار محاضراً و « معيداً » هناك ؛ وقد رأيناه يرحب بلينيوس . وذهب أخ آخر يدعى جوزف إلى أمريكا الجنوبية فى صحبة لاكوندامين ، وأرسل نوعاً من عباد الشمس يسمى Heliotropium peruvianum

نشره فى أوربا . وفى ١٧٨٩ نشر ابن أخ له يدعى أنطوان لوران دى جوسيو كتاباً بدأ يحل محل النظام الذى وضعه لينيوس واسمه Genera

plantarum secundum ordines naturales disposita

وقد صنف النباتات مورفولوجياً ( أى حسب أشكالها ) بناء على وجود أوراق البزار أو عدم وجودها ، أو عددها ؛ فما ليس له أوراق عديم الفلقة ، وما له ورقة واحدة سماه « وحيد الفلقة » وما له ورقتان « ثنائى الفلقة » وواصل ابنه أدريان عملهم فى القرن التاسع عشر . وفى ١٨٢٤ وضع أوجستن وكاندول خطوط التصنيف الذى يتقبله علماء النبات اليوم بعد أن أقامه على جهود أسرة جوسيو .

وقد اكتشف نحميا جرو جنسانية النباتات عام ١٦٨٢ أو قبل ذلك ، وأيد كامبراريوس هذا الكشف فى ١٦٩١ . وأنهى كوطن ماذر من بوسطن إلى جمعية لندن الملكية ( ١٧١٦ ) تجربة تهجين بطريق التلقيح بالريح .

زرع جارى خطاً من الكومات فى حقل ذرة ، وكان لون الحب أحمر وأزرق ، أما باقى الحقل فزرعه ذرة من اللون الأعم وهو الأصفر . فعدى هذا الصف فى الجانب الذى يواجه الريح أكثر من غيره ، أربعة من الصفوف المجاورة ... ليلونها بلونيه ( الأحمر والأزرق ) اللذين ظهرا عليه . أما على الجانب المتجه مع الريح ، فقد تلون بهذين اللونين مالا يقل عن سبعة خطوط أو ثمانية ، وتأثرت الخطوط الأبعد تأثيراً أقل » (٨٨) .

وفى ١٧١٧ برهن رتشرد برادلى على ضرورة الإخصاب بتجربة أجراها على أزهار الطوليب ( الخزامى ) . فقد نزع كل اللقاح من اثنتى عشرة زهرة منها « مكتملة الصحة » ؛ فلم تحمل هذه أى بزر طوال الصيف ... فى حين أن كل زهرة من الأربعمائة التى تركها وشأنها أخرجت بزراً » (٨٩) وقد درس التلقيح المختلط وتنبأ بنتائج خلابة له « فقد نستطيع بهذه المعرفة أن نغير خاصية أى فاكهة ومذاقها بتلقيح فاكهة بلقاح أخرى من نفس الرتبة ولكن من نوع مختلف » . يضاف إلى هذا أنه فى قدرة شخص محب للاستطلاع أن يستعين بهذه المعرفة على إنتاج أنواع نادرة من النبات لم يسمع

بها إلى الآن . وروى كيف أن توماس فيرتشايلد أنبت نوعاً جديداً « من حبة قرنفل لقحت بلقاح زهرة القرنفل الملتحى "Sweet William" وقد وجد أن هذه المهجنات من الأنواع عقيمة ، وشبهها بالبغال .

وفى ١٧٢١ روى فليب ملر أول وصف معروف لتلقيح النحل للنبات . فقد نزع « قمم » بعض الأزهار قبل أن تسطيع أن « تنفض غبارها » ، ومع ذلك فإن بزرة هذه الأزهار العنينة فى الظاهر نضجت نضجاً سوياً . وقد تشكك الأصدقاء فى روايته فكرر التجربة ذاتها بمزيد من العناية ، فحصل على النتيجة ذاتها . قال :

بعد يومين ، وبينما كنت جالساً فى حديقتى ، شاهدت فى حوض طوليب قريب منى بعض النحل تنشط نشاطاً شديداً وسط الأزهار ؛ ورأيتها وأنا ألحظها تخرج وأرجلها وبطونها محملة بالغبار ، وطار ذكر فيها إلى طوليبه كنت قد خصبتها ، وعلى الفور تناولت مجهرى وفحصت الطوليبة التى طار إليها ، فوجدت أنه ترك من الغبار ما يكفى لتلقيح الطوليبة . فلما أخبرت أصدقائى بما حدث .... عادوا للاطمئنان إلى روايتى ... فما لم يتخذ احتياط لمنع الحشرات من الدخول إلى النباتات ، فإن هذه النباتات تقبل التلقيح من حشرات أصغر كثيراً من النحل » (٩٠) .

وقد أجرى كولرويتر ، أستاذ التاريخ الطبيعى فى كارلسروهى ، دراسة خاصة ( ١٧٦٠ وما بعدها ) للاخصاب المختلط وفيزيوكيميائية التلقيح ، وكان لتجاربه الخمس والستين أثر هائل على الزراعة فى عدة قارات . فقد انتهى إلى أن الهجين لا يثمر إلا فى النباتات الوثيقة التقارب ؛ ولكنه إذا نجح نمت المهجنات بسرعة أكبر ، وأزهرت أسرع ، وعاشت أطول ، وأخرجت براعم صغيرة أوفر من الأنواع الأصلية ، ولا يضعفها إنماء الحب . وأثبت كونراد شبرنجل ( ١٧٩٣ ) أن الإخصاب المختلط — بواسطة الحشرات عادة ، وأقل من ذلك بواسطة الريح — يعم داخل النوع ، وزعم فى اقتناع غائى حار أن شكل الأجزاء فى كثير من الأزهار وترتيب هذه الأجزاء مقصود به منع الإخصاب الذاتى . وفتح يوهان هدفج ميداناً جديداً للبحث

بدراسة عملية الإنسال فى النباتات اللازهرية ( ١٧٨٢ ) وفيما بين عامى ١٧٨٨ ، ١٧٩١ أصدر يوزف جيرتز الأستاذ بجامعة فورتمبرج ، على دفعتين ، مسحه الموسوعى لفاكهة النباتات وبزارها ، وقد أصبح هذا المسح أساساً لعلم النبات فى القرن التاسع عشر .

وفى ١٧٥٩ أعلن كسبار فريدرش فولف فى كتابه « نظرية الأجيال » نظرية فى تطور النبات تعزى عادة إلى جوته .

« عندما أنظر إلى النبات بجملته ، الذى نعجب لأجزائه لأنها تبدو لأول وهلة شديدة التنوع ، لا أرى فيه وأميز نهائياً غير الأوراق والساق ، لأن الجذر يمكن اعتباره ساقاً ... وكل أجزاء النبات ، باستثناء الساق ، أوراق معدلة » (٩١) .

وخلال ذلك ارتاد خفايا تغذية النبات أحد أساطين العلم فى القرن الثامن عشر ، وهو ستيفن هيلز . وكان واحداً من أولئك القساوسة الإنجليكان الكثيرين الذين لم يجدوا فى لاهوتهم الطيع ما يعوقهم عن الاشتغال بالعلم أو الدراسات القديمة . ومع أنه تقبل عقيدة القصد الإلهى ، فإنه لم يستخدمها فى تحقيقاته العلمية وفى ١٧٢٧ نشر النتائج التى خلص إليها فى كتاب من أمهات كتب النبات « استاتيكا النبات . . . . نحو تاريخ طبيعى للنبات » . وقد شرحت المقدمة هدفه :

« قبل عشرين عاماً أجريت عدة تجارب شريانية على الكلاب ، وبعد ستة أعوام كررت التجارب ذاتها على الخيل وغيرها من الحيوانات لكى أجد قوة الدم فى الشرايين ( وهو ما نعركفه بضغط الدم الانقباضى ( ... وتمنيت وقتها لو استطعت إجراء تجارب مماثلة لاكتشاف قوة العصارة فى الخضروات ، ولكنى يئست من إمكان إجرائها إطلاقاً ، إلى أن وقعت عليها مصادفة قبل سبع سنوات بينما كنت أحاول بشتى الطرق أن أقف نزف ساق كرمة قديمة (٩٢) » .

وكان كشف هارفى للدورة الدموية فى الحيوان قد أدى بعلماء النبات إلى افتراض حركة دورية مماثلة للسوائل فى النبات . وقد نقض هيلز هذا الفرض

بتجارب بينت شجرة تمتص الماء فى أطراف أغصانها كما تمتصه بجذورها ؛ وقد تحرك الماء إلى الداخل من الأغصان إلى الجذع كما تحرك من الجذع إلى الأغصان ؛ واستطاع قياس الامتصاص . على أن العصارة تحركت إلى أعلى من الجذور إلى الأوراق بفضل ضغط العصارة المنتشر فى الجذور . وامتصت الأوراق غذاءها من الهواء .

عند هذه النقطة أثار بريستلى الذكى المشكلة بكشف من ألمع كشوف القرن — هو تمثيل ثانى أكسيد الكربون الذى تخرجه الحيوانات فى زفيرها ، تمثيلا غذائياً ، بواسطة كلورفيل النباتات فى ضوء الشمس . وقد وصف هذا الشطر من عمله فى المجلد الأول ( ١٧٧٤ ) من كتابه « تجارب ومشاهدات » قال :

« أخذت كمية من الهواء فسدت فساداً تاماً نتيجة لتنفس الفيران وموتها فيها ، وقسمتها قسمين ، وضعت أحدهما فى قنينة مغمورة فى الماء ، ووضعت فى الآخر فرعاً من النعناع ، وكان هذا القسم محتوى « فى أبريق زجاجى قائم فى الماء . كان هذا فى بواكير أغسطس ١٧٧١ ، وبعد مضى ثمانية أيام أو تسعة وجدت أن فأراً يحيا فى تمام الصحة فى قسم الهواء الذى نما فيه فرع النعناع ، ولكنه مات لحظة أن وضعته فى القسم الآخر من نفس كمية الهواء الأصلية ، والذى حفظته فى نفس الوضع المكشوف ولكن دون أن ينمو فيه أى نبات » .

وبعد عدة تجارب مشابهة خلص بريستلى إلى أن :

« الضرر الذى يلحق بالهواء باستمرار تنفس هذا العدد الكبير من الحيوانات ، وتعفن هذه الكتل الكبيرة من المادة النباتية والحيوانية ، تصلحه — جزئياً على الأقل — الكائنات النباتية . ورغم ضخامة كمية الهواء الذى يفسد يومياً من جراء الأسباب السالفة الذكر ، فإننا إذا أخذنا فى حسابنا المقدار الهائل من النباتات النامية على وجه الأرض .... لم يخامرنا شك فى أنه هذا موازن كاف لذاك ، وأن الدواء شاف من الداء » (٩٣) .

وفى ١٧٦٤ تعرف بان إنجنهوز إلى بريستلى ، وكان عالم أحياء هولندياً يسكن لندن . وقد أعجبته نظرية تنقية النباتات للهواء بتمثيلها ثانى أكسيد الكربون الذى تخرجه الحيوانات وترعرعها عليه . ولكن انجنهوز وجد أن النباتات لا تؤدى هذه الوظيفة فى الظلام . وقد بين فى كتابه « تجارب على النبات » ( ١٧٧٩ ) أن النباتات كالحيوانات تخرج ثانى أكسند الكربون ، وأن أوراقها وبراعمها الخضر تمتص هذا الغاز ، وتخرج الأكسجين فى رائعة النهار فقط . ولهذا السبب تخرج الأزهار من غرف المستشفيات ليلا .

« إن ضوء الشمس ، لا الدفء ، هو السبب الأهم ، إن لم يكن السبب الأوحد ، الذى يجعل النباتات تخرج هواءها المجرد من الفلوجستين ( أى الأكسجين ( ..... فالنبات ... الذى لا يستطيع ... البحث عن طعامه يجب أن يجد داخل ... الحيز الذى يشغله كل شىء يلزمه .... والأشجار تنشر فى الهواء تلك المراوح الكثيرة وتوزعها ... بطريقة تقلل قدر الإمكان من تزاحمها على أن تمتص من الهواء المحيط بها كل ما تستطيع امتصاصه وأن تقدم ... هذه المادة ... إلى أشعة الشمس المباشرة ، لكى تنال الحر الذى يستطع هذا النجم العظيم أن يهبها إياه » (٩٤) .

ولم يكن هذا بالطبع إلا صورة جزئية لتغذية النبات . وقد أوضح راعى كنيسة فى جنيف يدعى جان سنيبيه (١٨٠٠) أن الأجزاء الخضر فقط من النباتات هى التى تستطيع تحليل ثانى أكسيد الكربون الذى فى الهواء إلى كربون وأكسجين . وفى ١٨٠٤ درس نيكولا تيورور دسوسور ، ابن الرائد الألبى ، الدور الذى تسهم به التربة ، والمـــاء والأملاح ، فى تغذية النبات . وكان لهذه الدراسات جميعها نتائج حيوية فى التطوير الخطير لخصوبة التربة والإنتاج الزراعى فى القرنين التاسع عشر والعشرين . هنا أثرت بصيرة العلماء وصبرهم مائدة كل أسرة تقريباً فى العالم المسيحى :

٨ — علم الحيوان :

( أ ) بوفون :

ولد أعظم عالم طبيعى من علماء القرن الثامن عشر تمونبار فى برجنديه ( ١٧٠٧ ) لمستشار فى برلمان ديجون . وكانت ديجون آنذاك مركزاً مستقلا

من مراكز الثقافة الفرنسية . والذى فتح منفذاً لثورة روسو على الحضارة وفولتير هو مسابقة اقترحتها أكاديمية ديجون . وقد درس جورج لوى لكليرك دبوفون فى الكلية اليسوعية بديجون ، وهناك تعلق بشاب انجليزى يدعى اللورد كنجزتن ، سافر معه عقب التخرج فى رحلة إلى إيطاليا وانجلتره . وفى ١٧٣٢ ورث تركة كبيرة أتته بدخل سنوى قدره ٣٠٠,٠٠٠ جنيه ، فأصبح الآن حراً فى هجر القانون الذى كان أبوه يعده للاشتغال به ، وإشباع غرامه بالعلم ، وبنى على تل فى نهاية حديقته بمونبار ، وعلى مائتى ياردة من منزله ، حجرة للدراسة فى برج قديم يسمى برج القديس بولس ، هنا كان يعتكف من الساعة السادسة صباح كل يوم ، وهنا ألف معظم كتبه . وقد انفعل بقصة أرخميدس الذى أحرق أسطول الأعداء فى ميناء سيراكيوز بسلسلة من المرايا الحارقة ، فأجرى ثمانى تجارب ، جمعت فى النهاية ١٥٤ مرآة ، أشعل بها النار فى ألواح من الخشب على بعد ١٥٠ قدماً [٩٩] . وتردد حيناً بين التاريخ الطبيعى والفلك ؛ وفى ١٧٣٥ ترجم كتاب هيلز « استاتيكا النبات » وأسس نفسه فى علم النبات ؛ ولكن فى ١٧٤٠ ترجم كتاب نيوتن فى « التدفقات » وأحس بإغراء الرياضة وانضم بذلك إقليدس إلى أرخميدس فى مجمع أربابه .

وفى ١٧٣٩ عين مديراً ( ناظراً ) للجاردان دوروا ، فانتقل إلى باريس . عندها فقط جعل علم الأحياء شغله الشاغل . فتحت إشرافه أغنت مئات النباتات الجديدة المجلوبة من كل أصقاع الدنيا هذه الحديقة النباتية الملكية . وسمح بوفون لجميع الدارسين المهتمين بالنبات بدخول الحديقة فجعل منها مدرسة للنبات . وبعد حين عاد إلى مونبار وبرج القديس لويس بعد أن ترك الحديقة فى أيد أمينة ، وشرع فى تنظيم مشاهداته ليؤلف منها أشهر كتب القرن العلمية .

ونشرت المجلدات الثلاثة الأولى من كتابه هذا « التاريخ الطبيعى ، العام والخاص » فى ١٧٤٩ . وكانت باريس فى مزاج يهيئها لدراسة العلم ،

وإذ وجدت الآن الجيولوجيا واليولوجيا مقدمتين لها فى نثر صاف رصين ، موضحتين بلوحات مغرية ، فقد أقبلت على هذه المجلدات إقبالا يقرب من إقبالها على كتاب مونتسكيو « روح القوانين » الذى صدر قبل ذلك بعام فقط . ومضى بوفون — بمساعدة الأخوين أنطوان وبرنار دجوسيو له فى النبات ، ولوى دوينتون وجينو دمونبليار وغيرهما له فى الحيوان ، يضيف المجلد تلو المجلد إلى رائعته الكبرى ، فصدر اثنا عشر مجلداً جديداً قبيل ١٧٦٧ ، وتسعة مجلدات أخرى عن الطيور فى ١٧٧٠ — ٨٣ ؛ وخمسة عن المعادن فى ١٧٨٣ — ٨٨ ، وسبعة عن موضوعات أخرى فى ١٧٧٤ — ٨٩ . وبعد موته ( ١٧٨٨ ) أشرف إتيين دلاسيبيد على نشر مخطوطاته التى لم تنشر وأصدرها فى ثمانية مجلدات ( ١٧٨٨ — ١٨٠٤ ) . وبلغت جملة المجلدات الصادرة من كتاب « التاريخ الطبيعى » فى النهاية أربعة وأربعين مجلداً استهلك إعدادها أكثر من حياة ، واستغرق نشرها أكثر من نصف قرن . ودأب بوفون على أن ، يستيقظ مبكراً ويمضى إلى برجه ، ويقترب من هدفه خطوة فخطوة . ويبدو أنه — بعد أن اجتاز بسلام بعض الفلتات الجنسية فى شبابه أقصى النساء عن حياته حتى عام ١٧٥٢ حين تزوج مارى دسان — بيلون وهو فى الخامسة والأربعين . ورغم أنه لم يدع الوفاء لرباط الزوجية [٩٦] ؛ فقد تعلم أن يحب زوجته ، كما يفعل الكثير من الفرنسيين بعد حياة الزنا ، وقد أظلم موتها فى ١٧٦٩ سنى عمره الباقية .

وقد أخذ « التاريخ الطبيعى » على عاتقه وصف السماوات ، والأرض ، وكل المعروف من عالم النبات والحيوان ، بما فيه الإنسان . وحاول بوفون أن يرد كل هذه المتاهة من الحقائق إلى نظام وقانون عن طريق أفكار الاستمرارية والضرورة الشاملتين . وقد مرت بنا نظريته التى تذهب إلى أن الكواكب شظايا تحطمت عن الشمس إثر اصطدامها بمذنب ، ونظريته فى « حقب الطبيعة » التى رآها مراحل فى تطور الكرة الأرضية . أما فى عالم النبات فقد رفض تصنيف لينيوس للنباتات حسب أعضائها الجنسية لأنه شديد التعسف والنقص والصلابة . وقد قبل طريقة لينيوس فى المصطلحات على مضض ، واشترط أن توضع الأسماء على جنب فى أسفل البطاقات الملحقة

بالنباتات فى حديقة الجاردان [٩٧] . وكان تصنيفه للحيوانات غير معقول ، ولكنه اعترف بأنه مؤقت ؛ فقد رتبها حسب نفعها للإنسان ، ومن ثم بدأ بالحصان . وفى تاريخ لاحق ، وبعد إلحاح من دوبنتون ، وضع تصنيفاً جديداً لها حسب خصائصها المميزة . وضحك نقاده المتخصصون على تصنيفاته وتشككوا فى تعميماته ، ولكن قراءه طربوا لأوصافه الحية ولاتساع نظراته العظيم .

وقد ساعد على إرساء دعائم الأنثروبولوجيا ( علم الأجناس البشرية ) بدراسة اختلافات النوع الإنسانى تحت تأثير المناخ ، والتربة ، والأنظمة ، والمعتقدات ؛ ورأى أن هذه القوى قد نوعت لون الأجناس وملامحها ، وولدت خلافاً فى العادات ، والأذواق ، والأفكار . ومن أجرأ فروضه قوله بأنه ليس فى الطبيعة أنواع ثابتة لا تقبل التغير ، وأن النوع منها يذوب فى النوع التالى ، وأن فى استطاعة العلم إذا نضج أن يصعد خطوة فخطوة من المعادن المفروض أنها ميتة ، إلى الإنسان نفسه . ولم ير إلا فرقاً فى الدرجة بين غير العضوى والعضوى .

وقد لاحظ أن صوراً جديدة من الحيوان تكونت بالانتخاب الطبيعى ، وزعم أن فى الإمكان إحداث نتائج مماثلة فى الطبيعة بالهجرة والعزل الجغرافيين . وسبق مالثوس بملاحظته أن خصوبة أنواع النبات والحيوان التى لا رابط لها تلقى باستمرار عبئاً باهظاً على خصوبة التربة ، مما قد يؤدى بالكثير من الأفراد والأنواع فى الصراع على البقاء :

« لقد اختفت ، أو ستختفى ، أنواع أقل كما لا ، وأضعف ، وأثقل ؛ وأقل نشاطاً ، وأردأ تسليحاً . [٩٨] . . . وهذبت أنواع كثيرة ، أو انحطت ، نتيجة لتغيرات كبيرة فى اليابس أو الماء ، ولرضى أو سخطها عليها ، وللطعام ، ولتأثيرات المناخ الطويلة الأمد ، المعاكسة أو المواتية ... فلم تعد اليوم كما كانت بالأمس » [٩٩] .

ومع أنه سلم بوجود نفس للإنسان ، فقد تبين فى جسم الإنسان أعضاء الحس والأعصاب ، والعضلات ، والعظام ، ذاتها التى فى الحيوانات العليا .

و من ثم فقد رد « الحب الرومانسى » إلى ذات الأساس الفسيولوجى الذى فى جاذبية الحيوان الجنسية . لا بل أنه احتفظ بشعر الحب لأوصافه البليغة لتزاوج الطيور ورعايتها لصغارها . وتساءل « لم يسعد الحب جميع الكائنات الأخرى ويشقى الإنسان هذا الشقاء الكثير ؟ لأن الجزء البدنى من هذه العاطفة هو وحده الحسن ، أما العناصر الأخلاقية فيها فلا قيمة لها » (١٠٠) . ( وقد وبخته مدام دبومبادور على هذه الفقرة ولكن فى لطف كثير ) (١٠١) وخلص بوفون إلى أن الإنسان حيوان فى كل نقطة « مادية » (١٠٢) .

« ومتى سلمنا بأن هناك عائلات من النبات والحيوان ، أى أن الحمار قد ينتمى لعائلة الحصان ، وأن الواحد منها لا يختلف عن الآخر إلا فى تسلسله المنحط من نفس الجد ... فقد نضطر إلى التسليم بأن القرد ينتمى لعائلة الإنسان ، وأنه ليس إلا إنساناً منحطاً ، وأنه هو والإنسان كان لهما جد واحد . وإذا تبين أنه كان بين الحيوانات والنباتات ... ولو نوع واحد أنتج خلال التسلسل المباشر من نوع آخر ... إذن فليس هناك حدود يمكن أن تقيد قوة الطبيعة ، ولن نخطىء إن افترضنا أنه لو ترك لها الوقت الكافى لاستطاعت أن تطور جميع الأشكال العضوية الأخرى من نوع أصلى واحد » .

ثم أضاف بوفون هذه العبارة بعد أن تذكر فجأة سفر التكوين وجامعة السوربون « ولكن لا . فالثابت من الوحى الإلهى أن جميع الحيوانات قد وهبت بالتساوى نعمة خلقها خلقاً مباشراً ، وأن أول زوج من كل نوع خرج مكتمل الصورة من يدى الخالق » (١٠٣) .

ولكن مدير السوربون ، أو كلية اللاهوت فى جامعة باريس ، نبه بوفون رغم ذلك ( ١٥ يونيو ١٧٥١ ) إلى أن أجزاء من « تاريخه الطبيعى » تناقض تعاليم الدين ، ويجب أن تسحب — لا سيما آراؤه عن عمر الأرض الطويل ، وانبعاث الكواكب من الشمس ، وتأكيده بأن الحقيقة لا تستقى إلا من العلم . واعتذر المؤلف مبتسما :

« أقرر أنه لم يكن لدى أى نية فى مناقضة نص الكتاب المقدس ، وإننى أومن أوطد الإيمان بكل ما حواه الكتاب خاصاً بالخليقة ، سواء من حيث ترتيب الزمن أو الحقائق المتضمنة . وإنى أعدل عن كل ما ورد فى

كتابى عن تكوين الأرض ، وبصفة عامة عن كل ما قد يناقض رواية موسى » (١٠٤) .

ولعل بوفون ، الرجل الأرستقراطى ، أحس أن من سوء الأدب أن يختلف جهراً مع إيمان الشعب ، وأن « سوربونا » لم تهدأ تأثرتها قد تفسد عليه خطته الكبرى ؛ وعلى أية حال ، فإن كتابه إذا اكتمل سيكون تعقيباً منبراً على اعتذاره . وقد تبينت الطبقات المتعلمة الابتسامة فى سحب آراءه ، ولاحظت أن مجلدات الكتاب التالية واصلت هرطقاته . ولكن بوفون أبى أن ينضم إلى فولتير وديدور فى هجومهما على المسيحية . وقد رفض دعوى لامترى وغيره من الماديين باختزال الحياة والفكر إلى مادة فى حركة ميكانيكية . أن النظام ، والحياة ، والنفس ، هى وجودنا الحقيقى الصحيح ؛ وما المادة إلا غلاف غريب لا نعرف صلته بالنفس ، ووجوده عقبة (١٠٩) .

ومع ذلك رحب به « الفلاسفة » حليفاً قوياً . ولاحظوا أن حماسته ونداءاته موجهة إلى طبيعة لا شخصية ، خلاقة ، خصبة ، لا إلى إله شخصى . فالله عند بوفون كما هو عند فولتير بذر بذور الحياة ثم ترك للأسباب الطبيعية القيام بالباقى كله . وقد رفض بوفون فكرة القصد فى الطبيعة ، ومال إلى وحدة وجود اسبينوزية ورأى الحقيقة الواقعة كما رآها تورجنيف ، مختبراً كونياً شاسعاً تتناول فيه الطبيعة بالتجربة ، على مدى دهور طويلة ، الشكل أو العضو أو النوع ، الواحد تلو الآخر ، وفى هذه الرؤية انتهى إلى نتيجة تبدو متناقضة مع نقده للينيوس : فالفرد هو الذى بدا الآن غير حقيقى ، والنوع هو الحقيقة الباقية نسبياً . ولكن التناقض يمكن حله : فالنوع والجنس والعائلة والرتبة ، لم تزل أفكاراً لا غير ، يركبها الذهن ليعطى نظاماً ميسراً لخبرتنا بالوفرة المحيرة فى الكائنات العضوية ، والأفراد هم الحقائق الحية الوحيدة ، ولكن أجلهم قصير قصراً يجعل الفيلسوف لا يرى فيهم غير بصمات عابرة بتركها شكل أكبر وأطول بقاء . وبهذا المعنى كان أفلاطون محقاً : فالإنسان « حقيقى » ، أما « الناس » فلحظات عابرة فى خيال ظل الحياة .

واستمتع قراء بوفون بهذه الرؤى التى تدير الرءوس ، ولكن نقاده

أخذوا عليه إنه ضيع نفسه بتهور شديد فى التعميمات ، مضحياً أحياناً بدقة التفاصيل . وضحك فولتير على تقبله فكرة التوالد الذاتى ، واحتقر لينيوس مؤلفه فى النباتات ، ولم يحترم ريامور دراسته للنحل ، واستخف علماء الحيوان بتصنيفه الحيوانات نفعها للإنسان . ولكن الناس جميعاً صفقوا لأسلوبه .

ذلك أن بوفون ينتمى للأدب كما ينتمى للعلم ، ولا يستطيع إنصافه إلا التاريخ المتكامل . فندر من العلماء من أفصح عن نفسه بمثل هذه البلاغة الرائعة . وقد قال فيه روسو ، وهو أحد أساتذة الأساليب ، « إننى لا أعرف له ضريباً فى عالم الكتابة . فقلمه أول قلم فى قرنه » (١٠٦) . وفى هذا اتفق جريم الحكيم مع روسو رغم عدائه له . « يحق للمرء أن يدهش لقراءة أحاديث قد يبلغ الحديث منها مائة صفحة ، كتبت دائماً من أول سطر إلى آخره ، بأسلوب رفيع واحد وحرارة مضطردة واحدة ، وزينت بأروع تلوين وأكثره طبيعية (١٠٧) . ولقد كتب بوفون كما يكتب رجل تحرر من أغلال العوز ووهب متسعاً من الوقت ، فلم يكن فى إنتاجه ما كتب على عجل كما نجد ذلك كثيراً فى فولتير ، وكان يعنى بألفاظه عنايته بعيناته . وإذ تبين فى الأشياء قانون استمرارية لاينتسيا » ، فقد أرسى نظرية فى الأسلوب ، فصقل كل الانتقالات ، ورتب كل الأفكار فى تسلسل جعل لغته تتدفق كأنها نهر عريض عميق . وبينما كان السر فى أسلوب فولتير هو التعبير السريع الواضح عن الفكر الثاقب ، كانت طريقة بوفون هى الترتيب المتأنى لأفكار عريضة تنبض بالوجدان فلقد أحس بجلال الطبيعة وجعل من علمه أنشودة تسبيح .

وكان على وعى تام بنزعته الأدبية ، يبهجه أن يقرأ لزواره فقرات عذبة من كتبه ؛ وحين انتخب عضواً فى الأكاديمية الفرنسية لم يتخذ موضوعاً له يوم استقباله ( ٢٥ أغسطس ١٧٥٣ ) عجيبة من أعاجيب العلم ، بل تحليلا للأسلوب . وحوى هذا الخطاب المشهور ، كما قال كوفييه ، « المبدأ والمثال جميعاً » (١٠٨) ، لأنه هو نفسه كان درة من درر الأسلوب . وهو مخفى عن عين جميع الناس — إلا الفرنسيين — تحت أكداس مؤلفاته ، ولم نكد نعرف منه غير حكمه الشهير ، الجامع ، الحنى المغزى ، « الأسلوب هو الإنسان .

فلنبسطه هنا إذن ، ونتأمله على مهل . والترجمة تذهب ببعض روائه ، ولكنه مع ذلك ، ورغم ما تضطرنا إليه العجلة القبيحة من بتر لبعضه ، فإنه خليق بأن تزدان به الصحائف أياً كانت » . قال بعد أن قدم لخطابه بتحية لجمهور ضم الكثيرين من أصحاب الأساليب :

« إن الناس لم يتقنوا الكتابة والحديث إلا فى العصور المستنيرة . فالبلاغة الصادقة ... تختلف تماماً عن سهولة الحديث الطبيعية ... التى وهبت لكل صاحب عاطفة قوية ... وخيال سريع ... أما القلة من الناس الذين وهبوا الفكر المتزن ، والذوق الرفيع ، والحس المرهف — والذين لا يعبأون كثيراً ، شأنكم أيها السادة ، بنبر الكلمات ، وإيماءاتها ، ورنينها الأجوف — هؤلاء يتطلبون المضمون ، والفكر ، والتميز ، يتطلبون فن تقديم كل أولئك وتحديدها ، وترتيبها ، فلا يكفى قرع الآذان واسترعاء العيون ، فلا بد للمرء أن يؤثر فى النفس ويلمس القلب وهو يتحدث إلى الذهن ... وكلما ازدادت المادة والقوة اللتان نضفيهما على فكرنا بالتأمل ، سهل بلوغهما فى التعبير .

كل هذا ليس الأسلوب بعد ، بل أساسه ، أنه يدعم الأسلوب ويوجهه ، وينظم حركته ، ويخضعه للقوانين . فبدونه يضل خير الكتاب ، ويتوه قلمه دون مرشد ، ويقذف كيفما اتفق بالخطوط المبهمة والأشكال المتنافرة . ومهما كان بريق الألوان التى يستعملها ، وأياً كانت المحسنات التى ينثرها فى التفاضيل ، فسيختنق بكثرة أفكاره ، ولن يبعث فينا وجداناً ، ولن يكون لكتابته هيكل أو بنيان ... ومن ثم يسىء الكتابة من يكتبون كما يتحدثون ، مهما أجادوا الحديث ، والذين يستسلمون لأول الهام حار من خيالهم يتخذون نبرة لا يستطيعون الإبقاء عليها ...

ما السر فى كمال أعمال الطبيعة ؟ هو أن أى عمل من هذه الأعمال كل متكامل : لأن الطبيعة تعمل وفق خطة سرمدية لا تنساها أبداً ، فهى تعد فى صمت بذور إنتاجها ، وترسم بخطة فرشاة واحدة الشكل البدائى لكل شىء حى ، ثم تطوره وتصقله بحركة متصلة وفى زمن مقرر ... وذهن الإنسان لا يستطيع أن يخلق شيئاً ، أو ينتج شيئاً ، إلا بعد أن تثريه التجربة

والتأمل ، وتجاربه هى بذار منتجاته . ولكن لو أن الإنسان حاكى الطبيعة فى طريقته وفى جهوده ، ولو أنه ارتقى بالتأمل إلى أسمى الحقائق ، ولو أنه وحد بينها من جديد وربط بينها فى سلسلة ، وألف منها كلا واحداً ، ونسقاً محسوباً ، لو أنه فعل هذا كله لأقام على أسس راسخة صروحاً خالدة على الزمن.

وبسبب افتقار الكاتب إلى مخطط ، وعدم تفكيره فى هدفه تفكيراً كافياً ، يجد نفسه حائراً — حتى إذا كان من رجال الفكر — لا يعرف من أين يبدأ الكتابة ؛ فهو يرى فى وقت واحد عدداً كبيراً من الأفكار ، ولأنه لم يوازن بينها ، ولم يرتبها ترتيباً منظماً ، فما من شىء يدعوه لتفضيل بعضها على بعض ، ومن ثم يظل فى حيرته . أما إذا وضع له مخططاً ، وإذا جمع ورتب جميع الأفكار الأساسية فى موضوعه ، فسيرى للتو ، وفى يسر ، فى أى نقطة يجدر به أن يتناول قلمه ، وسيحس بأفكاره تنضج فى ذهنه ، وسيبادر إلى إخراجها للنور ، وسيستشعر لذة فى الكتابة ، وستتلو أفكاره بعضها بعضاً فى غير عناء ، وسيكون أسلوبه طبيعياً وسهلا ، وسينبعث من هذه اللذة ضرب من الدفء ينبسط على عمله ، ويضفى الحرارة على عبارته ؛ وسيزداد النبض فى كتابته ويعلو النبر ، وتتخذ الأشياء لها لوناً ، ويزداد الشعور وينتشر بعد التحامه بالنور ، وينتقل من ذلك الذى نقوله إلى ذلك الذى نوشك أن نقوله ؛ وسيصبح الأسلوب ممتعاً مشرقاً ...

ولن تنحدر إلى الأجيال القادمة غير الأعمال التى أجيدت كتابتها . ولن يكون ما حوت من غزارة فى المعرفة ، أو غرابة فى الوقائع ، أو حتى طرافة فى الكشوف ، ضماناً أكيداً للخلود . فلو أن الأعمال التى تحوى هذا كله اهتمت بموضوعات تافهة ، أو كتبت دون تميز أو سمو ... لكان مآلها إلى الزوال ، ذلك أن المعرفة ، والوقائع والكشوف ، يسهل نقلها وسلبها ، بل إنها تكون أوفر حظاً لو وضعت فى أيد أقدر وأكفأ . فتلك الأشياء خارجة عن الإنسان ، أما الأسلوب فهو الإنسان ذاته Le style est l'homme même ، إن الأسلوب لا يمكن سرقته ، ولا حمله ، ولا تغييره وتبديله ، وإذا كان أسلوباً رفيعاً ، نبيلا ، سامياً ، كان صاحبه موضع الإعجاب فى جميع العصور على السواء ؛ ذلك أن الحقيقة وحدها هى الباقية الخالدة » (١٠٩) .

يقول فيلمان « أن هذا الخطاب الذى أثار الإعجاب الشديد فى ذلك الحين يبدو أسمى من كل ما خطر على الأفكار قبله فى هذا الموضوع ، ونحن نستشهد به حتى فى يومنا هذا بوصفه قاعدة عامة جامعة . » وربما وجبت بعض الاستثناءات من هذا الحكم . فوصف بوفون هذا يصدق على النثر خيراً مما يصدق على الشعر ، وهو ينصف الأسلوب « الكلاسيكى » أكثر مما ينصف الأسلوب « الرومانسى » ، وهو يتبع تقليد بوالو ، ويرفع بحق من شأن العقل ؛ ولكنه لا يترك متسعاً يذكر لفحول النثر الفرنسى من أمثال روسو ، وشاتوبريان ، وهوجو ، ولا لفوضى رابليه ومونتينى اللذيذة ، ولا لبساطة العهد الجديد المؤثرة البريئة من التكلف . ومن العسير عليه أن يدلنا على السر فى أن « اعترافات » روسو ، الشديدة الفقر فى الفكر ، الوافرة الغنى فى الوجدان ، ما زالت من أروع كتب القرن الثامن عشر . فالحقيقة قد تكون واقع وجدان كما تكون بنيان فكر أو كمال صورة .

ولقد كان أسلوب بوفون هو الرجل ، رداء وقوراً لنفس أرستقراطية . فهو لم ينس أنه سيد اقطاعى كما كان عالماً وكاتباً إلا فى دراساته . ولم تغير خطوه أسباب التشريف المتكاثرة التى توجت شيخوخته . فقد خلع عليه لويس الخامس عشر لقب الكونت دبوفون فى ١٧٧١ ودعاه إلى فونتنبلو . ومنحته أكاديميات أوربا وأمريكا العلمية عضويتها الشرفية . وقد تفرس فى هدوء واطمئنان فى التمثال الذى أقامه له ابنه فى الجاردان دوروا وغدا يرجه فى مونبار أبان حياته قبلة يحج إليها الزائرون كما يحجون إلى بيت فولتير فى فرنيه ، وفد عليه روسو ، وركع على عتبته ، وقبل الأرض [١١١] . وزاره هنرى أمير بروسيا ، ومع أن كاترين الكبرى لم تستطع زيارته ، إلا أنها أرسلت له كلمة تقول إنها تضعه فى أعلى المراتب بعد نيوتن .

ولقد كان مهيب المظهر مليح الصورة حتى فى شيخوخته — « له جسم رياضى » كما قال فولتير « وروح حكيم » [١١٢] وكان فى رأى هيوم لا يبدو رجل أدب بل قائداً من قواد فرنسا الحربيين [١١٣] . أما أهل مونبار فكانوا يعبدونه . وكان بوفون على وعى تام بهذا كله ، يفخر بلياقته البدنية وبمظهره ، ويرجل له شعره ويبدر مرتين فى اليوم [١١٤] . وقد نعم

بصحة سابغه حتى بلغ الثانية والسبعين . ثم بدأ يشكو الحصى ، ولكنه واصل العمل ، وأبى أن تجرى له جراحة . وأفسح له فى الأجل تسع سنين أخر ، ومات فى ١٧٨٨ . ومشى فى جنازته عشرون ألفاً . ولكن لم تكد تمضى سنة على موته حتى نبشت رفاته وذريت فى الريح ، وسوى تمثاله بالتراب ، بأيدى الثوار الذين لم يستطيعوا أن يغفروا له أنه كان نبيلا ، أما ابنه فقد أعدم بالجيلوتين (١١٥) .

( ب ) نحو التطور :

بدأ علم الأحياء الذى تزعمه هذا الأستاذ الفذ فى نظرته ، وصبره ، ونثره ، فى إغراء المزيد من الطلاب وتحويلهم عن الرياضة والفيزياء اللتين استأثرتا بمعظم العلماء فى القرن السابع عشر . وقد أحسن ديدرو ببعض هذا التغير ، وهو الذى تأثر بجميع تيارات عصره ، فكتب فى ١٧٥٤ يقول « فى هذه اللحظة نصل إلى ثورة كبرى فى العلوم . وأنى إذ ألحظ الميل الذى تستشعره أفضل العقول لدراسة الفلسفة الأخلاقية ، والأدب ، والتاريخ الطبيعى ، والفيزياء التجريبية ، أجرؤ على التنبؤ بأنه قبل أن تنقضى مائة سنة أخرى لن يكون لدينا ثلاثة رياضيين كبار فى أوربا » (١١٦) . وقد شهد عام ١٧٥٩ ذروة البيولوجيا الحديثة .

وقد فت فى عضد هذا العلم الجديد ( الأحياء ) معضلته الأولى — وهى أصل الحياة . وبذلت المحاولات الكثيرة لإثبات إمكان توليد الحياة ذاتياً من المادة غير الحية . ودبت الحياة من جديد فى نظرية التولد الطبيعى أو الذاتى abiogenesis القديمة نظراً إلى كثرة ما وجد بالمجهر من كائنات دقيقة فى قطرة ماء ، وذلك برغم ما وضح من تفنيد ريدى لهذه النظرية فى ١٦٦٨ . ففى ١٧٤٨ أحيا النظرية جون نيدام ، وكان قسيساً كاثوليكياً إنجليزياً يسكن القارة ، بإعادته تجارب ريدى وحصوله على نتائج مختلفة عن نتائجه . فقد غلى بعض مرق الضأن فى قوارير سدها فوراً بفلين وختم عليها . فلما فتح القوارير بعد أيام وجدها تعج بالكائنات الحية . ولما كان الغلى — فى رأى نيدام — كفيلا بقتل أى جراثيم حية فى المرق ، ولما كانت القوارير قد أحكم ختمها بالصمغ ، فقد استنتج أن كائنات جديدة تولدت

تلقائياً فى السائل . وأعجبت الحجة بوفون ، ولكن فى ١٧٦٥ كرر أستاذ فى جامعة مودينا يدعى سباللانزانى تجارب نيذام وخرج منها بنتيجة عكسية . فقد وجد أن غلى شراب دقيقتين لم يقضى على كل الجراثيم ، أما غليه خمساً وخمسين دقيقة قد قضى عليها ، وفى هذه الحالة لم تظهر أى كائنات حية . ومضى الجدل حتى بدا أن شفان وباستير قد أنهياه فى القرن التاسع عشر .

كذلك أحاطت بعمليات التناسل أسرار لا تقل عن هذا السر إثارة للحيرة . فقد حار جيمس لوجان ، وشارل بونيه ، وكاسبار فولف ، فى دورى عنصرى الذكر والأنثى فى التناسل ، وتساءلوا كيف يمكن أن يحتوى العنصران المتحدان فى ذاتيهما — كما يبدو أنهما يفعلان — التحديد المحتوم لجميع الأجزاء والهياكل فى الكائن الناضج . واقترح بونيه نظرية مغرقة فى الخيال سماها embôitement ( التكييس ) ، فالأنثى تحوى جراثيم أطفالها جميعاً ، وهذه الجراثيم تحوى جراثيم الحفدة ، وهكذا دواليك حتى يتمرد الخيال . ولا عجب فالعلم هو أيضاً يستطيع الانحراف إلى الخرافة . أما فولف ، الذى يزين اسمه القنوات الفولفية ، فقد دافع عن نظرية هارفى فى التوالد الخارجى epigenesis : فكل جنين يخلق من جديد بواسطة العناصر الأبوية . وسبق فولف نظرية تكوين الأعضاء التى قال بها فون باير فى واضع الجراثيم ، بكتابة « فى تكوين الأحشاء » . ( ١٧٦٨ ) ، الذى وصفه فون بابر بأنه « أعظم ما نملك من روائع الملاحظة العملية » (١١٧) .

وهل تجدد النسيج نوع من التناسل ؟ لقد أدهش العالم الجنينى إبراهام ترمبلى المجتمع العلمى فى ١٧٤٤ بتجارب كشفت عن أصرار « كثير الأرجل Polyp » الذى يعيش فى الماء العذب على التجدد ، فقد قطع واحداً منها إلى شطائر طولية أربعة ، نما كل منها إلى كائن سوى كامل . وتردد هل يسمى كثير الأرجل هذا نباتاً أم حيواناً ؛ فقد بدا أن له جذوراً كالنبات ، ولكنه ينهش الطعام ويهضمه كما يفعل الحيوان ؛ وهلل المتكهنون له باعتباره همزة الوصل بين عالمى النبات والحيوان فى « سلسلة الوجود العظمى » (١١٨) أما ترمبلى فقد انتهى إلى أنه حيوان ، وهو رأى البيولوجيين فيه اليوم . وقد أطلق عليه ريامور لفظ « Polyp » أو كثير الأرجل بسبب قرون

استشعاره المترعصة المتحسسة . ونحن نعرفه أيضاً باسم الهيدرا hydra نسبة إلى الوحش الخرافى ( الافعوان ) ذى الرءوس التسعة ( الذى كلما قطع هرقل رأساً منها نبت اثنان فى مكانه . وقد استعمل « الهيدرا » فى دنيا الأدب تشبيهاً له مائة ألف حياة .

ورينيه أنطوان دريامور هذا كان علما لا يبزه فى بيولوجيا العصر الذى نحن بصدده غير بوفون ، وكان يفوق بوفون كثيراً فى دقة الملاحظة . هيىء لمهنة الطب ، ولكنه هجرها حالما تحقق له الاستقلال المالى ، وكرس نفسه للبحث العلمى . خبر إثنى عشر ميدان . ففى ١٧١٠ كلف بأن يمسح ويصف صناعات فرنسا وفنونها الصناعية ، فقام بالمهمة بما عهد فيه من اتقان وقدم توصيات أفضت إلى إنشاء صناعات جديدة وإحياء أخرى أصابها الاضمحلال وابتكر طريقة لتصفيح الحديد ما زالت مستعملة . وبحث فى الفروق الكيميائية بين الحديد والصلب . وأتته هذه الاسهامات وغيرها فى علم المعادن بمعاش قدره اثنا عشر ألف جنيه من الحكومة ، فأعطى المال لأكاديمية العلوم . وقد مر بنا بحثه فى الترمومتر .

وفى غضون هذا راح يثرى البيولوجيا . ففى ١٧١٢ أثبت أن فى استطاعة جراد البحر ( اللوبستر ) أن يجدد طرفاً مبتوراً من أطرافه . وفى ١٧١٥ وصف الصدمة الكهربائية التى يحدثها السمك الرعاد — وصفاً صحيحاً . وفيما بين عامى ١٧٣٤ و ١٧٤٢ نشر رائعته « مذكرات ينتفع بها فى تاريخ الحشرات » — — وهى ستة مجلدات موضحة برسوم دقيقة ، ومكتوبة بأسلوب ساحر ينبض بالحياة ، جعل الحشرات قريبة فى طرافتها من العشاق فى روايات كريبيون ( الابن ) الغرامية . ولقد استهواه كما استهوى قابر فى أيامنا هذه :

« كل ما يمت إلى أخلاق الكثير من الحيوانات الصغيرة — إن جاز هذا التعبير — وعاداتها ومعيشتها . فلقد لاحظت طرق عيشتها المختلفة ، وكيف تحصل على قوتها ، والحيل التى يصطنعها بعضها للقبض على فريسته ، وأسباب الحيطة التى يتخذها غيرها اتقاء للاعداء ... — وانتقاء الأماكن التى تضع فيه بيضها حتى تجد صغارها حين تفقس طعاماً صالحاً لها لحظة خروجها للحياة » (١١٩) .

وقد وافق ريامور فولتير على أن فى الإمكان تفسير سلوك الكائنات الحية وبنيانها دون افتراض قوة قصد فى الطبيعة ، وكانت مجلداته ذخيرة استعان بها أولئك الذين قاوموا تيار الإلحاد الذى تدفق بعد حين فى فرنسا . واحتقره ديدرو لانفاقه الوقت الكثير على دراسة البق [١٢٠] ، ولكن أمثال هذا العمل المدقق هى التى أرست الأسس الواقعية للبيولوجيا الحديثة .

ترى ماذا قال ديدرو بالضرورة حين سمع أن شارل بونيه ، صديق ريامور ، قد برهن على الولادة العذرية parthenogenesis فى مملكة الحيوان ؟ فلقد وجد بعزل منّ حديث الولادة aphids( وهو قمل الشجر الذى يعشق أشجار البرتقال ) إن أنثى هذا النوع تستطيع إنسال ذرية مخصبة دون أن تضطر إلى تلقى العنصر الذكر المطلوب فى الإخصاب عادة ؟ إذن فهدف الجنس فيما يبدو ليس مجرد التناسل ، بل إثراء الذرية بشتى الصفات التى يسهم بها أبوان مختلفا المواهب . وقد وصفت هذه التجارب التى أبلغت لأكاديمية العلوم فى ١٧٤٠ فى كتاب بونيه « رسالة فى علم الحشرات » ( ١٧٤٥ ) وأشار بونيه فى كتابة « أبحاث .... فى النباتات » ( ١٧٥٤ ) إلى أن لبعض النباتات قوى للحس ، بل للتمييز والانتقاء ، وإذن فقدرة على الحكم — وهذا سر الذكاء .

وبونيه هذا — الذى ولد بجنيف — أول من طبق اصطلاح « التطور » envolution على البيولوجيا فيما يبدو [١٢١] ، وعنى به سلسلة الكائنات من الذرات إلى الإنسان . وفكرة التطور ، بمعنى النمو الطبيعى لأنواع جديدة من أخرى قديمة ، ظهرت مراراً فى علم القرن الثامن عشر وفلسفته . ومن ذلك أن بنوا دماييه ألمع فى كتابة « تياميد » الذى صدر بعد موته ( ١٧٤٨ ) إلى أن جميع الحيوانات البرية تطورت من كائنات بحرية قريبة منها بطريق تغير النوع بتغير البيئة ؛ وهكذا تولدت الطيور من السمك الطائر ، والسباع من سباع البحر ، والإنسان من أناسى البحر . وبعد ثلاث سنوات لم يكتف كتاب موبرتوى « نظام الطبيعة » بتصنيف القردة مع البشر نوعين متقاربين ، بل سبق [١٢٢] — فى خطوط عريضة — نظرية داروين فى تطور الأنواع

الجديدة بطريق الانتقاء البيئى لأشكال عارضة صالحة للبقاء . قال العالم المنكود الحظ الذى كتب عليه أن يقع بعد قليل فوق قلم فولتير السليط :

« أن كل جزىء من الجزيئات البدائية التى تؤلف الجنين مشتق من البيان الأبوى المقابل له ؛ ويحتفظ بضرب من الذكرى لشكله الأسبق . ومن ثم نستطيع أن نعلل فى غير عناء تكون الأنواع الجديدة ... إذا افترضنا أن الجزيئات البدائية قد لا تحتفظ دائماً بالترتيب الذى تكون عليه فى الأبوين ، بل تولد بالصدفة فروقاً تسفر بتكاثرها وتراكمها عن الأنواع التى لا حصر لها ، والتى نشهدها اليوم » (١٢٣) .

وهكذا يستطيع نموذج أصلى واحد إذا ترك له الوقت الكافى ، أن يولد جميع الأنواع الحية ( فى رأى موبرتوى ) — وهى قضية قبلها بوفون من قبيل الاجتهاد ، ولقيت الاستحسان الحار من ديدرو .

وعاد جان باتيست روبينيه ، فى كتابه « عن الطبيعة » ( ١٧٦١ ) إلى فكرة أقدم عن التطور تقول بأنه « سلم من الكائنات » : فالطبيعة كلها سلسلة من المحاولات لإنتاج كائنات أكثر وأكثر رقياً ، وكل الكائنات — طبقاً لقانون لايبنتس فى الاستمرارية ( الذى لم يعترف بأى انفصام بين أحط الكائنات وأرقاها ) ، حتى الأحجار ، ما هى إلا تجارب تشق بها الطبيعة طريقها صعدا خلال المعادن ، والنباتات ، والحيوانات ، إلى الإنسان . وما الإنسان إلا مرحلة فى هذه المغامرة الكبرى ، سوف تحل محله يوماً ما كائنات أرقى منه » (١٢٤) .

أما القاضى الاسكتلندى جيمس بيرنت ، لورد مونبودو ، فقد كان داروينياً قبل داروين بزهاء قرن . فى كتابة « أصل اللغة وتقدمها » (١٧٧٣ — ٩٢ ) صور إنسان ما قبل التاريخ كائناً بغير لغة وبغير نظام اجتماعى ، لا يتميز إطلاقاً عن القردة من حيث مدركاته العقلية أو طرقه المعيشية . فالإنسان والأورانجوتان ( كما قال ادورد تايزن فى ١٦٩٩ ) ينتميان لجنس واحد ، والأورانجوتان ( يقصد به مونبودو الغوريلا أو الشمبانزى ) إنسان فشل فى أن يتطور . ولم يتطور إنسان ما قبل التاريخ ليصبح الإنسان البدائى

إلا بفضل اللغة والنظام الاجتماعى . فتاريخ البشر ليس هبوطاً من حالة الكمال الأصلية ، كما جاء فى سفر التكوين ، بل صعود بطىء أليم [١٢٠] »

وقد لمس الشاعر جيته تاريخ العلم فى نقاط عديدة . ففى ١٧٨٦ اكتشف العظم البينفكى ، وفى ١٧٩٠ ألمع إلى أن الجمجمة مؤلفة من فقار معدلة . وتوصل — دون اعتماد على كاسبار فولف — إلى النظرية القائلة بأن جميع أجزاء النبات تعديلات فى الأوراق ، وذهب إلى أن جميع النباتات انحدرت بالتطور العام من مثال أصلى واحد سماه Urpfanze .

وآخر العلماء فى شجرة داروينى القرن الثامن عشر هو جد داروين العظيم . وأرزمس دارووين هذا شخصية طريفة تشارلز حفيده . ولد فى ١٧٣١ ، وتلقى علومه فى كمبردج وأدنبره ، وشرع فى ممارسة الطب فى تونتجهام ، ثم فى لتشفيلد ، ثم فى داربى ، حيث توفى عام ١٨٠٢ . وكان يركب بانتظام من لتشفيلد إلى برمنجهام ( خمسة عشر ميلا ) ليحضر حفلات عشاء « الجمعية القمرية » التى كان روحها المحرك ، التى أصبح بريستلى أشهر أعضائها . ومن الرسالة التالية التى بعث بها داروين الجد إلى ماثيو بولتن معتذراً عن غيابه عن اجتماع للجمعية تشرق شخصة ألمعية محببة للنفس ، قال :

« يؤسفنى أن منعتنى الشياطين التى تصيب البشر بالأمراض ... من مشاهدة جميع رجالكم العظام فى سوهو ( برمنجهام ) اليوم . ليت شعرى أى ابداعات ، وأى ذكاء ، وأى بلاغة — ميتافيزيقية ، وميكانيكية ، وصاروخية — ستحلق فى جو اجتماعكم ، يتقاذفها كالمكوك لفيف فلاسفتكم ؟— بينما يقضى على أنا المسكين ، حبيس مركبة البريد ، بأن تخضنى هذه المركبة ، وترجنى ، وتهزنى ، وترضنى ، على طريق الملك ، لكى أخوض حرباً مع وجع فى معدة إنسان ، أو حمى فى جسده [١٢٦] » .

ووسط هذه الحياة الحافلة بالشواغل كتب كتاباً قيما سماه زونوميا ( فسيولوجيا الحيوان ) ( ١٧٩٤ — ٩٦ ) مزج فيه الطب بالفلسفة ، وعدة مجلدات من شعر العلم : « الحديقة النباتية » ( ١٧٨٨ ) ، و « غراميات

النباتات » ( ١٧٨٨ ) و « هيكل الطبيعة » ( ١٨٠٢ ) . وقد أعرب هذا الكتاب الأخير عن أفكاره التطورية . فبدأ بتأكيده أن التوالد الذاتى هو أكثر النظريات احتمالا فى أصل الحياة . قال شعراً :

« إذن بغير أبوين ، وبالتوالد التلقائى ، ظهرت أول ذرات الأرض النابضة بالحياة ... وولدت الحياة العضوية تحت الأمواج الطاغية وعذبت فى كهوف المحيط اللؤلؤية ؛ أولا تتحرك كائنات دقيقة لا ترى بالمجهر على الوحل ، أو تخترق اليم ؛ وبعد أن تتفتح منها أجيال متعاقبة ، تكتسب قدرات جديدة ، وتتخذ لها أطرافاً أكبر ، ومن ثم تظهر مجاميع لا حصر لها من النبات ، وممالك حية تتنفس من ذوات الزعانف والأرجل والأجنحة[١٢٧] » .

وهكذا تطورت الحياة من الكائنات البحرية إلى البرمائية فى الطين ، ثم إلى الأنواع التى لا تحصى فى البحر والبر والجو . ونقل الشاعر عن بوفون وهلفتيوس آراءهما فى خصائص تشريح الإنسان دليلا على أن الإنسان مشى فى الماضى على أربع ، وأنه لم يكمل بعد تكيفه لوضعه المنتصب . وقد ارتقى نوع من القردة باستعماله قوائمه الأمامية أيادى ، وتطويره الإبهام قوة موازنة مفيدة للأصابع . وفى كل مراحل التطور صراع بين الحيوانات على الطعام والأزواج ، وبين النباتات على التربة ، والرطوبة ، والضوء ، والهواء . وفى هذا الصراع ( فى رأى إرزمس داروين ) حدث الارتقاء بتطور الأعضاء نتيجة محاولات لتلبية الحاجات الجديدة ( لا بالانتقاء الطبيعى لتغيرات مصادفة تساعد على البقاء كما سيقول تشارلز داروين ) ؛ والنباتات تنمو بجهودها للحصول على الهواء والضياء . وقد سبق هذا الطبيب فى كتابة « زونوميا » لامارك بقوله : « من أن كل الحيوانات تمر بتغييرات تحدث جزئياً بجهودها الخاصة ، استجابة للذة والألم ، وكثير من هذه الأشكال أو الميول المكتسبة تتحد إلى ذراريها [١٢٨] » . فخطم الخنزير طور للرعى ، وخرطوم الفيل للهبوط إلى الطعام ، ولسان الماشية الخشن لشد أوراق العشب ، ومنقار الطائر لالتقاط الحب . وأضاف الطبيب إلى هذا كله نظرية التلوين الوقائى : « هناك أعضاء طورت لأغراض وقائية ، تغير شكل الجسم ولونه للاستخفاء أو القتال » [١٢٩] . ثم اختتم كلامه بلمحة جليلة اشتملت دهوراً طويلة .

« فإذا تأملنا الحقب الصغيرة من الأزمنة التى حدث فيها الكثير من التغيرات سالفة الذكر ، أيكون من الجرأة المسرفة أن نتصور — فى الزمن السحيق الذى انقضى منذ بدأت الأرض ، ربما قبل بدء تاريخ الإنسان بملايين السنين — أن جميع الحيوانات ذوات الدم الحار نشأت من لقاح خييط حى واحد ، وهبته العلة العظمى الأولى منزة الحيوانية ، والقدرة على اكتساب أعضاء جديدة ، تلازمها ميول جديدة ، وتوجهها الانفعالات ، والأحاسيس والإرادات ، والارتباطات ، فتملك بذلك قوة مواصلة التحسن بنشاطها الفطرى الخاص ، وتوريث تلك التحسينات لذراريها إلى آخر الدهر » (١٣٠) ؟

كتب تشارلز داروين يقول « عجيب كيف سبق جدى ... نظرات لامارك والأسس الخاطئة لآرائه ، فى كتابة زونوميا » (١٣١) . ولعل الجد لا يرضى بالتسليم بأنه كان سائراً على الطريق الخطأ . وهو على أية حال بسط نظرية لم تمت بعد ، وبطريقته اللطيفة أسهم بضربة فى الدفاع عن فكرة التطور .

— علم النفس :

ومضى البحث العلمى قدماً من المعادن إلى النباتات إلى الحيوانات إلى الإنسان . وراحت رابطة متزايدة من الدارسين تتفحص جسم الإنسان وقد تسلحت بالمجهر وحفزتها حاجات الأطباء ، فوجدت أعضاءه ووظائفه شبيهة شبهاً لا خلاف عليه بأعضاء الحيوانات الراقية ووظائفها . ولكن بدا أنه لا يزال هناك انفصال فى سلسلة الكائنات . وأجمع الناس كلهم تقريباً على أن ذهن الإنسان يختلف عن ذهن الحيوان فى النوع وفى الدرجة معاً .

وفى ١٧٤٩ اقتحم قسيس انجليزى ، تحول إلى احتراف الطب ، يدعى ديفد هارتلى ، هذه الفجوة بتأسيسه علم النفس الفسيولوجى . وكان يجمع النباتات طوال ستة عشر عاماً ( ١٧٣٠ — ٤٦ ) ثم نشر فى ١٧٤٩ كتابه « ملاحظات حول الإنسان » : ولما كان يطمع فى إيجاد مبدأ يحكم العلاقات بين الأفكار كما اقترح نيوتن مبدأ يحكم العلاقات بين الأجسام ، فقد طبق ترابط الأفكار على تفسير العاطفة ، والعقل ، والحركة ، والحس الخلقى ،

لا على تفسير الخيال والذاكرة فحسب كما فعل هوبز ولوك من قبل فصور الإحساس على أنه فى بدايته تموج فى جزيئات عصب يثيره جسم خارجى ، ثم على أنه انتقال هذا التموج على هذا العصب إلى المخ ، على نحو « انتشار الأصوات الطليق على صفحة الماء » (١٣٢) . وقال إن المخ كتلة من الخويطات العصبية تموجاتها هى متلازمات الذكريات ، يثير خويط أو أكثر منها تموج وافد مرتبط به فى الخبرة الماضية ؛ وهذا التموج هو الملازم الفسيولوجى للفكرة . فلكل حالة عقلية ملازم بدنى ، ولكل عملية بدنية مرافق عقلى أو عصبى ؛ وترابط الأفكار هو الجانب العقلى لترابط التموجات العصبية الذى يحدثه تجاورها أو تعاقبها فى خبرة ماضية . على أن الصورة الفسيولوجية التى رسمها هارتلى كانت بالطبع شديدة التبسيط ، ولم تمس قط لغز الوعى ، ولكنها شاركت فى إقناع أقلية صغيرة من الانجليز بفكرة فناء عقولهم .

وتناول قسيس آخر يدعى إتيين بونو دكوندياك مشكلات الذهن من جانب سيكولوجى خاص . وقد ولد فى جريوبل ( ١٧١٤ ) ، وتعلم فى مدرسة لاهوتية لليسوعيين بباريس ، ورسم قسيساً . فلما سمح له بالاختلاف إلى صالونى مدام دتانسان ومدام جيوفران ، التقى بروسو وديدرو ، وفقد حماسته الدينية ، وهجر كل وظائفه الكهنوتية ، وكرس نفسه للعبة الأفكار . فدرس المذاهب التاريخية للفلسفة ورفضها فى كتابه « رسالة فى المذاهب » ( ١٧٤٩ ) الذى نطق بروح « الفلاسفة » فقال إن كل هذه الصروح المتعالية من أنصاف الحقيقة إنما هى تفرعات كثيرة كلها أوهام انتشرت من معرفتنا المبتورة للكون ؛ وفحص جزء من التجربة بالاستقراء خير من التدليل على الكل بالاستنباط .

وقد حذا كوندياك فى كتابه « مقال فى أصل المعارف البشرية » (١٧٤٦) حذو لوك فى تحليله للعمليات العقلية ، ولكنه فى أنجح كتبه « مقال فى الأحاسيس قبل رأياً أكثر تطرفاً — وهو أن « التأمل » الذى تبين فيه لوك مصدراً ثانياً للأفكار ، هو مجموعة أحاسيس ، هى المصدر الوحيد لكل الحالات العقلية . إن هناك عالماً خارجياً ، لأن أهم حواسنا وهى اللمس تلقى مقاومة ؛ ومع ذلك فإن كل ما تعرفه هو أحاسيسنا والأفكار التى تولدها .

وقد وضح كوندياك هذه الدعوى بمقارنة مشهورة ربما نقلها عن بوفون ، ولكنه نسب الفضل فيها إلى « مصدر وحيه » المتوفاة ، وهى الآنسة فيران التى أوصت له بميراث طوقت به عنقه . فصور لنا تمثالا من الرخام » نظم باطنه على غرارنا ، ولكن يحركه عقل تجرد من جميع الأفكار »[١٣٣] . وهو لا يملك غير حاسة واحدة هى حاسة الشم ، وفى استطاعته التمييز بين اللذة والألم . ثم عمد إلى أن يبين كيف يمكن أن تستقى جميع ألوان التفكير من أحاسيس هذا التمثال . فالحكم ، والتأمل ، والرغبات ، والانفعالات ، الخ ليست غير أحاسيس تغيرت على أشكاله مختلفه[١٣٤] . فالانتباه يولد مع الإحساس الأول ، ويأتى الحكم مع الثانى ، مما يولد المقارنة مع الأول . والتذكر إحساس ماض أحياه إحساس حاضر أو تذكر آخر . والخيال ذكرى تتصور أو تربط . والرغبة فى الشىء أو النفور منه هى التذكر النشيط لإحساس لذيذ أو كريه . والتأمل هو تناوب الذكريات والرغبات . والإرادة رغبة قوية يرافقها فرض بأن الهدف ممكن بلوغه . والشخصية ، أو الأنا ، أو النفس ، لا وجود لها أول الأمر ؛ فهى تتخذ لها شكلا بوصفها جماع ذكريات الفرد ورغباته[١٣٥] . وهكذا ، من حاسة الشم وحدها — أو من أى حاسة أخرى غيرها — يمكن أن تستنبط جميع عمليات الذهن تقريباً . فإذا أضفنا أربع حواس أخرى ، كون التمثال له ذهناً معقداً .

كل هذا كان جهداً ضخماً طريفاً ، أثار ضجة كبرى بين رجال الفكر فى باريس . ولكن النقاد لم يعسر عليهم أن يثبتوا أن طريقة كوندياك كان فيها من الاستنباط والفروض ما فى غيرها من مذاهب الفلسفة ، وأنه تجاهل مشكلة الوعى تجاهلا تاماً ؛ وأنه لم يبين لنا كيف نشأت الحساسية الأصلية . فالتمثال الحساس وإن اقتصرت حواسه على الشم ، ليس بتمثال ، إلا أن يكون ذلك الوجيه الذى قال ترجنيف فى وصفه إنه يقف فى كبرياء كأنه أثر لذكراه أقيم بالاكتتاب العام .

وفى ١٧٦٧ عين كوندياك مدرساً خاصاً للطفل الذى أصبح فيما بعد دوق بارما . فأنفق السنين التسع التالية فى إيطاليا وألف لتلميذه سبعة عشر مجلداً نشرت فى ١٧٦٩ — ٧٣ باسم « خطط دراسية » . وهى رفيعة المستوى ،

ولكن المجلدين اللذين تناولا التاريخ جديران بتحية خاصة لأنهما اشتملا على تاريخ الأفكار والعادات ، والمذاهب الاقتصادية ، والأخلاق ، والفنون ، والعلوم ، والملاهى ، والطرق — وهذا فى مجموعه يؤلف سجلا للحضارة أوفى مما سجله فولتير فى كتابه « مقالة عن الأعراف » . وفى ١٧٨٠ ، بناء على طلب الأمير أجناسى بوتوكى ، وضع كتاباً فى « المنطق » لمدارس لتوانيا . وكان هذا أيضاً كتاباً فذاً فى بابه . وفى تلك السنة مات مؤلفه .

ودام تأثير كوندياك قرناً . فتجلى عام ١٨٧٠ فى كتاب تين « فى الذكاء » وكانت سيكولوجية كوندياك أساساً فى النظام التعليمى الذى وضعه المؤتمر الوطنى الذى حكم فرنسا من ١٧٩٢ إلى ١٧٩٥ . وقد اعترف له بفضل السبق مشرحون مثل فيك — دازير ، وكيميائيون مثل لافوازييه ، وفلكيون مثل لابلاس . وأحيائيون مثل لامارك ، وأطباء عقليون مثل بينيل ، وسيكولوجيون مثل بونيه وكابانى . وقد وصف بيير جان جورج كابانى الدماغ فى ١٧٩٦ بأنه « عضو خاص وظيفته الهامة أن ينتج الفكر كما أن للمعدة والأمعاء وظيفة خاصة هى مواصلة عملية الهضم ، والكبد وظيفته هى ترشيح الصفراء »[١٣٦] . وقد تجاهل « الفلاسفة » الذين أحاطوا بكوندياك تصريحاته بالايمان بالله ، وحرية الإرادة ، والروح الخالدة غير المادية . وزعموا أن فلسفة طبيعية ، نصف مادية ، مؤمنة بمذهب اللذة ، كانت النتيجة المنطقية لرده المعرفة كلها إلى الإحساس ، والبواعث كلها إلى اللذة والألم . وقد خلص روسو وهلفتيوس إلى أنه ما دام ذهن الإنسان عند مولده عبارة عن قدرة على الاستقبال لا أكثر ، إذن فنى استطاعة التعليم أن يصوغ الذكاء والخلق دون كبير نظر إلى الفروق الوراثية فى القدرة العقلية . هذا كان الأساس السيكولوجى لكثير من الفلسفات السياسية المتطرفة .

ولم يأت الانتقاض على السيكولوجية المادية فى فرنسا إلا بعد أن قلم نابليون أظافر الثورة ووقع اتفاقية ١٨٠١ مع الكنيسة ( الكونكوردا ) . وقد بكر هذا الانتقاض فى ألمانيا ، حيث كان التقليد المضاد للمذهب الحسى ( وهو التقليد الموروث عن لايبنتس ) لا يزال قوياً وهاجم رجال كيوهان نيكولاوس تيتنز الأستاذ بجامعة روستوك ، مدرسة كوندياك زاعماً أن

أتباعها مجرد منظرين لا علماء . فكل هذا الحديث عن « التموجات » و « السائل العصبي » إنما هو محض افتراض ؛ فهل رأى أحد هذه الأشياء ؟ وزعم تيتنز أن السيكولوجية العلمية تستهدف الملاحظة المباشرة للعمليات الفعلية ، وتجعل الاستبطان أداتها الرئيسية . فتبنى بذلك سيكولوجية على أساس استقرائى بحق . وستجد بعد قليل أن « قوانين الترابط » التى صاغها هوبز ، ولوك ، وهارتلى ، لا تتفق وخبرتنا الفعلية ؛ وأن الخيال كثيراً ما يحيى أو يربط الأفكار فى ترتيب يختلف تمام الاختلاف عن الترتيب الذى أعطاه إياها الإحساس ، وأن حلقات فى سلسلة الترابط تسقط أحياناً على نحو غريب جداً . ويبدو أن الرغبة هى الحقيقة المحايثة ( الباطنة ) للكائن الحى ، وأنها لا تتفق غالباً مع القوانين الميكانيكية . والذهن قوة نشيطة مشكلة ، لا « صفحة بيضاء » ، يخط الإحساس عليها إرادته .

وهكذا هيىء المسرح لإيمانويل كانط .

١٠ — تأثير العلم على الحضارة :

إذا كان هذا الفصل قد طال أكثر من العادة رغم ما يشوبه من نقص فليس السبب أننا اعتبرنا العلماء وعلمهم منتمين إلى التاريخ فحسب ، بل إن تطور الأفكار أيضاً هو موضع اهتمامنا الأساسى ، وأن الأفكار لعبت دوراً فى القرن الثامن عشر لا يفوقه أهمية غير طبيعية الإنسان نفسه . وإذا كانت منجزات العلم فى تلك الحقبة الثورية لا تبلغ فى إدهاشها مبلغ نظائرها فى القرن الذى سبقها من جاليليو إلى ديكارت إلى نيوتن وليبنتس ، فإنها تغلغلت تغللا أقوى فى كل منحى تقريباً من مناحى التاريخ الأوربى . فبفضل فولتير وعشرات المفسرين الأقل منه شأناً نشرت نتائج البحث فى الطبقتين الوسطى والعليا ، وشاركت العلوم الجديدة — علوم الكيمياء ، والجيولوجيا ، والحيوان — فى التأثير البطىء ، العميق رغم بطئه ، الذى أثرت به المعرفة المتسعة على الذهن المثقف ، وكانت النتائج بغير نهاية .

والعجيب أن تأثير العلم كان أقله ، وآخره ، على التكنولوجيا . ذلك أن طرائق البشر فى الزرع والحصاد ، وفى التعدين والصناعة ، وفى البناء والنقل ،

كلها تكونت خلال قرون من التجربة والخطأ ، ولم تتقبل التقاليد والجمود التحسينات التى اقترحتها التجارب المعملية إلا على مضض . ولم يفلح العلم فى التعجيل بالثورة الصناعية إلا فى نهاية هذا العصر . وحتى مع هذا البطء فإن المراحل الأولى لتلك الثورة دانت ديناً كبيراً للأبحاث الكيميائية على الأصباغ ؛ فقد أرسى برتولليه ( ١٧٨٨ ) استعمال الكلورين فى تبييض المنسوجات ، وأدخل جيمس هتن ونيكولا ليلان تصنيع الصودا وملح النشادر . وشاركت دراسة بوبل وماريوت للغازات ، ودراسة بلاك للحرارة ، فى تطوير الآلة البخارية — الذى كان أكبر الفضل فيه على أية حال للميكانيكيين المهتمين بالأمر آنئذ . وبتقدم القرن نمت علاقة أوثق بين الرجال العمليين الذين ينشدون الإنتاج ، والعلماء الذين ينشدون الحقيقة . وأوفدت أكاديمية باريس للعلوم باحثين إلى الحقول ، والمصانع ، والورش ، وأصدرت عشرين مجلداً فى « أوصاف الفنون والصنائع » ( ١٧٦١ — ٨١ ) . ولقاء هذا بدأت الصناعات الوليدة تلجأ إلى العلم طلباً للمعلومات والتجارب ؛ وهكذا اختزل كولومب جهد العوارض إلى صيغ يعتمد عليها ، وحفزت مشكلات الآلة البخارية العلم إلى أبحاث جديدة فى العلاقة بين القوة والحرارة . وقد قدر لهذه العلاقات فى القرن التاسع عشر أن تغير العالم الاقتصادى والفزيائى .

أما الأثر الأكبر للعلم فكان بالطبع على الفلسفة ، ذلك أن الفلسفة ، وهى البحث عن الحكمة ، لابد أن تقوم على العلم ، وهو البحث عن المعرفة . وقد بدا فى كل خطوة أن العلم يزيد العالم تعقيداً واتساعاً ، وكان لابد من تكوين منظورات جديدة . ولم يكن بالتكيف اليسير ذلك الذى كان على العقل البشرى أن يتكيفه بعد أن اكتشف أن الإنسان ليس مركز الكون ، بل ذرة ولحظة فى اتساعات الفضاء والزمان غير المحدودة والمحيرة ؛ ولم يتم ذلك التكيف إلى الآن . وباستجابة متعالية ، قديمة قدم كوبرنيف ، كاد الإنسان يغلبه الغرور بعظمة كشفه عن ضآلته ، وحجبت خيلاء العلم تواضع الفلسفة ؛ وتخيل الناس عوالم مثالية جديدة بلغة العلم ، وقدمت فكرة التقدم ديناً جديداً للنفس الحديثة .

وبدا أن تأثير العلم على الدين — أو على الأصح على المسيحية — مميت . إن الناس كانوا سيمضون ولا ريب فى تكوين ، أو تحبيذ ، مفاهيم عن العالم تمنح الأمل والعزاء ، والمغزى والكرامة ، للنفوس المعذبة القصيرة الأجل ؛ ولكن كيف تستطيع ملحمة المسيحية عن الخليقة ، والخطيئة ، والفداء الإلهى ، أن تثبت فى منظور اختزل هذه الأرض إلى ذرة وسط مليون من النجوم ؟ وما هو الإنسان حتى يذكره إله كون كهذا ويعنى به ؟ وكيف يستطيع شعر سفر التكوين أن يثبت لكشوف الجيولوجيا ؟ وما الرأى فى الأديان العشرة أو تزيد ، التى تدين بها أقطار كشفت عنها الجغرافيا ؟ — أهى منحطة انحطاطاً لاريب فيه عن المسيحية من حيث عقائدها ونواميسها ونتائجها الأخلاقية ؟ وكيف يمكن التوفيق بين معجزات المسيح ، فضلا عن المعجزات التى ينسبها الكثيرون للقديسين والشيطان ، وبين ما يبدو من سيادة ناموس الكون ؟ وكيف يمكن أن تكون نفس الإنسان ، أو عقله ، خالداً إذا كان معتمداً هذا الاعتماد على الأعصاب وغيرها من الأنسجة الواضح أن مصيرها الفناء ؟ وما الذى لا مناص من حدوثه للدين الذى يتحداه على هذا النحو علم ينمو يوماً بعد يوم فى رقعته ومنجزاته ومكانته ؟ وما الذى لا مناص من حدوثه لحضارة قائمة على ناموس أخلاقى قائم على ذلك الدين ؟

* * *