الفصل الثامن عشر

البحث العلمى

١٦٤٨ ـ ١٧١٥

١ ـ دوليـــة العلم

كان مزاج أوربا يتغير فى بطء ـ سواء كان التغيير خيرا أو شرا ـ من الايمان بالخوارق الى النزعة العلمانية ، ومن اللاهوت ، ومن آمال الجنة ومخاوف الجحيم الى خطط توسيع المعرفة وتحسين حياة البشر · فأما الطبقات العليا التى واصلت أساليب حياتها الابيقورية فلم تعترض كثيرا على ايمان دينى كانت تراه مفيدا للجماهير الشقية التى حرمت فردوس الحسب والنسب ، ولكن كان هناك نفر ، حتى من بين هذه القلة المميزة ، ممن تلهوا بالعلم ، ووازنوا المعادلات ، وأحرقوا أصابعهم أو نشقوا بأنوفهم فى المختبرات ، أو تفرسوا بدهشة فى النجوم المتكاثرة · ففى باريس مثلا تزاحمت سيدات المجتمـع العصريات على محاضرات ليميرى فى الكيمياء ، وعلى شروح دوفرنيه فى التشريح ، ودعا كونديه ليميرى الى صالونه الخاص جدا ، وعين لويس الرابـع عشر دوفرنيه ليساعد فى تعليم الامير الوارث للعرش · وفى انجلترة كان لتشـــارلز الثانى « مختبر كيميائى » خاص به ، وحاول البارونات ، والاساقفة ، والمحامون القيام بالتجارب ، وأقبلت الخليلات الانيقات فى مركباتهن ليشهدن عجائب المغناطيسية ، وهوى ايفلين الفيزياء ، وأراد انشـــاء معهد للبحث العلمى ، ووجد بيبيس وقتا ـ وسط شغله بالمراكب والنساء ـ لاستعمال المكروسكوب ، ومضخة الهواء وسكين التشريح ، وأصـــبح رئيسا للجمعية الملكية ·

وتخلفت الجامعات عن الشعب فى هذا الاهتمام الجديد ، ولكن الأكاديميات الخاصة التقطته · ويلوح أن البادىء كان « أكاديمية أسرار الطبيعة » بنابلى (١٥٦٠) ، ثم أكاديمية « دى لنتشي » بروما (١٦٠٣) التى كان جاليليو ينتمى اليها ، ثم أكاديميـــة «ديل تشيمنتو» ، التى أنشأها تلميذاه تفيانى وتوريتشيللى فى فلورنســـة (١٦٥٧) · وقد

كرس هذا المعهد بحكم اسمه للتجارب ، واتخذ الشك الديكارتى منطلقا له ، فلا شيء يجب التسليم به بالايمان ، ولا بد من بحث كل مشكلة دون نظر الى أى ملة أو فلسفة موجودة (١) • ولم يعمر بعض هذه الأكاديميات طويلا ، ولكنها كانت تترك خلفاء لها بعد موتها • وأنشئت الاكاديميات فى شفينفورت (١٦٥٢) ، وألتدورف (١٦٧٢) ، وأوبسالا (١٧١٠)، وفى ١٧٠٠ ، وبعد ثلاثين سنة قضاها ليبنتز فى الالحاح، خرجت أكاديمية برلين الى النور ، كذلك يرجع الفضل الى ليبنتز فى انشاء أكاديمية سانت بطرسبورج (١٧٢٤) •

وتطورت « أكاديمية العلوم » فى فرنسا من اجتماعات (١٦٣١ ـ ٣٨) مرسين ، وروبرفال ، وديزارج ، وغيرهم من العلمـــاء فى بيت والد بسكال فى باريس ، أو فى صومعة مرسين • وقد صاغت برنامجـــا « للعمل على تحسين العلوم والآداب ، والبحث عموما عن كل ما يمكن أن يجلب المنفعة أو الراحة للنوع الانسانى » ، كذلك قررت أن « تحـــرر العالم من كل الأخطاء الشائعة التى انطلى زيفها على الناس منـــذ زمن طويل » ولكنها نصحت أعضـــاءها بأن يجتنبوا الخوض فى الدين أو السياسة (٢) • وفى ١٦٦٦ ظفرت الأكاديمية بمرسوم ملكى ، وبحجرة فى المكتبة الملكية ، وفى فرساى ترى الى اليوم لوحة كبيرة بريشة تيستيلان يقدم فيها لويس الرابع عشر هذا المرسوم لجماعة يرأســـها كرســـتيان هويجنز وكلود بيرو • وكان كل عضو من أعضـائها الواحـــد والعشرين يتلقى من الحكومة راتبا سنويا ، فضلا عن مبلغ يغطى النفقات ، وقـد أصبحت الأكاديمية من الناحية الفعلية مصلحة من مصالح الدولة • وكان لويس يخص الفلكيين بعطفه • فدعا كاسينى من ايطاليا ، ورويمـــر من الدنمرك ، وهويجنز من هولنده ، وشاد مرصدا فخمـــا • وحين التهمت النيران المكتبة الثمينة التى يقتنيها هيفيليوس الدانزجى ، والذى تفرد بدراساته للقمر ، نفحه الملك بعطاء سخى ليعوض خسارته (٣) • وقـد نسب لابلاس الفضل للأكاديمية فى معظم ما أحرزت فرنسا من تقدم علمى، ولكن اعتمادها على ملك وثيق التحالف مع الكنيسة كان ضارا بتقدم العلم الفرنسي (٤) ، بينما مضي الانجليز فى هذا الطريق قدما •

ومن سمات انجلترة أن أكاديمياتها العلمية كانت مؤسسات أهليـــة لا تدين للحكومة الا بفضل عارض ، يقول جون واليس انه حـــوالى عـــام

١٦٤٥ ، تعرف فى لندن الى « نفر من فضلاء القوم ، المحبين للاستطلاع فى الفلسفة الطبيعية وغيرها من فروع العلم الانسانى ، لا سيما ... الفلسفة التجريبية (٥) » . واتفقوا على الاجتماع مرة كل اسبوع لمناقشة الرياضة ، والفلك ، والمغنطيسية ، والملاحة ، والفيزياء ، والميكانيكا ، والكيمياء ، والدورة الدموية ، وغير ذلك من الموضوعات . وقد استوحت هذه « الكلية غير المنظورة » ـ كما كانت تسمى آنئذ ـ « بيت سليمان » الوارد فى كتاب بيكون « آطلانطيس الجديدة » فلما انتقل واليس الى اكسفورد أستاذا للرياضة ، انقسمت الجمعية قسمين ، يجتمع أحدهما فى مسكن روبرت بويل بالجامعة ، والآخر فى كلية جريشام بلندن ، وكان رن وايفلين من أول الاعضاء هناك . وقطع هذه الاجتماعات اللندنية ما وقع من اضطراب سياسي بين موت كرمويل وعودة الملكية ، ولكن سرعان ما استؤنفت عقب تولى تشارلز الثانى العرش ، وفى ١٥ يوليو ١٦٦٢ منح الملك « جمعية لندن الملكية لترقية المعرفة الطبيعية » براءة رسمية . وكان « الزملاء الأصليون » البالغ عددهم ثمانية وتسعين لا يشملون علماء من أمثال بويل وهوك فحسب ، بل شعراء كدرايدن ووالر ، ورن المعمارى ، وايفلين ، وأربعة عشر نبيلا ، وعدة أساقفة . وفيما بين عامي ١٦٦٣ و ١٦٨٦ ضم اليها نحو ثلاثمائة زميل اضافى . ولم يكن هناك فوارق طبقية تقسمهم ، فكان الادواق والعامة سواسية فى هذا المشروع ، وأعفى الاعضاء الفقراء من رسوم العضوية (٦) . وفى ١٦٧٣ صرح ليبنتز ، الذى سمح له بالعضوية ، بأن الجمعية الملكية أعظم الهيئات الفكرية احتراما فى أوربا . وفى تاريخ باكر (١٦٦٧) نشر توماس سبرات كتابه الممتاز « تاريخ الجمعية الملكية » وقد تأثر هو أيضا ، ، بالانسام البيكونيه التى كانت تهب على انجلتره ، وذلك برغم ترقيته أسقفا لروتشستر .

وشكا بعض اللاهوتيين من أن المعهد الجديد سيقوض الاحترام للجامعات والكنيسة الرسمية ، ولكن اعتدال الجمعية وحذرها لم يلبثا أن هدءا من معارضة رجال الكنيسة وروحت تجاربها الغريبة عن الحاشية والملك ، الذى ضحك حين سمع أنها تزن الهواء وتفكر فى الطيران الميكانيكى . وقد هجاها سويفت فى قصة « رحلات جليفرز » وسماها أكاديمية لاجادو العظمى ، وجعل أعضاءها يضعون الخطط لاستنباط

ضوء الشمس من الخيار ، ولبناء البيوت ابتداء من الاسقف فما دون ، وذكر صموئيل بطلر ، مؤلف « هوديبراس » كيف أن ناديا من العلماء هاج وماج لاكتشافه فيلا فى القمر ، ثم تبين أنه فأر فى تلسكوبهم (٨) . ولكن رعاية الجمعية الملكية هى صاحبة الفضل فى تحسين ايفلين للزراعة الانجليزية ، وارساء السر وليم بتى علم الاحصاء ، وتقدم العلم والطب الانجليزيين بخطى تجاوزت كل ما عرف فى فرنسا أو ألمانيا المعاصرتين ، وانشاء علم الكيمياء تقريبا ، واحداث راى ثورة فى علم النبات ، وودوارد فى الجيولوجيا ، ونيوتين فى الفلك . وأجرت الجمعية آلاف التجارب فى الكيمياء والفيزياء ، وكانت تتسلم جثث المجرمين الذين أعدموا وتشرحها وتدرسها ، وأصبحت مستودعا للتقارير الطبية تتلقاها من الاطباء فى جميع أرجاء البلاد ، وجمعت تقارير التطورات التكنولوجية ، وكانت على صلة بالبحث العلمى فى خارج انجلترة . وسفه تأكيدها على العمليات الطبيعية والناموس الطبيعى الخرافة واضطهاد السحر .

وفى عام ١٦٦٥ بدأ سكرتيرها هنرى أولدنبرج اصدار مجلة « الاعمال الفلسفية للجمعية الملكية » التى استمرت الى يومنا هذا . وقد طلبت وتلقت المقالات من خارج البلاد . وكانت من أوائل طابعى اكتشافات مالبيحى وليوفنهويك . أما أولدنبرج هذا فقد وفد على انجلترة فى ١٦٥٣ ليفاض فى ابرام معاهدة تجارية لوطنه بريمن ، فبقى بها ، وأصبح صديقا لملتن ، وهوبز ، ونيوتين ، وبويل ، وراسل بنشاط العلماء والفلاسفة فى جميع أنحاء العالم . وقال ان أعضاء الجمعية الملكية « يمتحنون الكون كله (٩) » ، وكتب لسبينوزا يقول :

« اننا على ثقة من أن أشكال الاشياء وصفاتها يمكن تعليلها أفضل تعليل بأصول الميكانيكا ، وأن كل آثار الطبيعة تحدثها الحركة والشكل ، والنسيج ، والارتباطات المختلفة لهذه كلها ، وأنه لا حاجة بنا لان نلجأ الى الاشكال التى لا تفسير لها أو الصفات السحرية ملاذا من الجهل (١٠) ».

وبفضل هذه « الأعمال الفلسفية » الانجليزية و « مجلة العلماء» الفرنسية ، و « الجورنالى دى لتيراتى » الايطالية ،

و « الأكتا ايروديتورم » الالمانية استطاع العلماء والدارسون الاوربيون أن يتغلبوا على الحدود القومية ، ويكونوا على اتصال بأعمال بعضهم البعض وكشوفهم ، ويؤلفوا جيشا متحدا يزحف فى مغامرة خلاقة هائلة . وكانوا وهم عاكفون بمنأى عن الانظار فى مكاتبهم ، ومختبراتهم ، وبعثاتهم ، متجاهلين أو منتصرين على جلبة السياسة ، وزحف الجيوش ، وطنين العقائد الدينية ، وضباب الخرافة ، وعملاء الرقابة المدنية أو الكنسية المتطفلين ـ كانوا وسط هذا كله يكبون على النصوص ، وأنابيب الاختبار ، والمكرسكوبات ، ويخلطون المواد الكيماوية فى فضول ، ويقيسون القوى والاحجام ، ويضعون المعادلات والرسوم البيانية ، ويتفحصون أسرار الخلية ، وينبشون طبقات الارض ، ويرسمون حركات النجوم ، حتى بدت حركات المادة وكأنها تنتظم فى قانون ، وبدت ضخامة الكون الهائلة وكأنها تمتثل للذهن البشرى المذهل . ففى فرنسا كان فيرما ، وبسكال ، وروبرفال ، وماريوت ، وبيرو ، وفروع بأكملها من آل كاسينى وفى سويسرة كان آل برنويى ، وفى ألمانيا كان جويريكى ، وليبنتز ، وتشرنهاوس ، وفارنهايت ، وفى هولندة كان هويجنز وليوفنهويك ، وفى ايطاليا كان فيفيانى وتورب تشيللى ، وفى الدنمرك كان ستينو ، وفى اسكتلنده كان جيمس وديفد جريجورى ، وفى انجلترة كان واليس ، ولستر ، وبويل ، وهوك ، وفلامستيد ، وهالى ، ونيوتن : هؤلاء كلهم وغيرهم كثيرون ، كانوا فى هذه الحقبة القصيرة من تاريخ أوربا من ١٦٤٨ الى ١٧١٥ ، يكدون فرادى وجماعات منعزلين ومتعاونين ، ليبنوا يوما فيوما ، وليلة فليلة ، صرح الرياضة ، والفلك ، والجيولوجيا ، والجغرافيا ، والفيزياء ، والكيمياء ، والاحياء ، والتشريح ، والفسيولوجيا ـ هذه العلوم التى قدر لها أن تحدث ثورة مصيرية فى النفس الحديثة . أما أولدنبرج ، الذى أحس دولية العلم هذه ، ولم يخطر بباله قط أن القومية قد تجعل العلم نفسه أداة حزبية ومدمرة ، فقد رأى فى هذا التعاون الملهم بشيرا بحياة أفضل . وكتب لهويجنز يقول « أرجو أن يأتى الوقت الذى تتعانق فيه كل الامم ، حتى المتخلفة فى الحضارة ، عناق الرفاق الاعزاء ، وأن تتضافر قواها الفكرية والمادية لاقصاء الجهل ، وتغليب الفلسفة الصحيحة النافعة(١١) » . ومازال هذا رجاء العالم الى اليوم .

٢ ـ الرياضيات

بدأت الدولية الجديدة بشحذ أدواتها . فطور بسكال وهوك وجويريكى البارومتر ، واستطلعت مضخة جويريكى الهوائية امكان احداث الفراغ ، وصنع جريجورى ونيوتن وغيرهما تلسكوبات أفضل من تلسكوبات كبلر وجليليو ، واخترع نيوتن آلة السدس ، وحسن هوك الميكروسكوب المركب ، الذى أحدث انقلابا فى دراسة الخلية ، وأصبح الترمومتر أوثق وأدق على يد جويريكى وأمونتونز ، وفى عام ١٧١٤ أعطاه فارنهايت شكله الانجليزى ـ الامريكى باستخدامه الزئبق بدلا من الكحول وسيطا متمددا ، وقسم مقياسه عند الصفر ، و ٣٢ درجة و ٩٦ درجة (التى افترض انها حرارة جسم الانسان الطبيعية) .

أما أعظم الادوات قاطبة فكانت الرياضيات ، لأنها أضفت على التجربة شكلا كميا ومعايرا ، ومكنتها بمئات الطرق من التنبؤ بالمستقبل بل السيطرة عليه . قال بويل « ان الطبيعة تلعب دور الرياضي » وأضاف ليبنتز « ان العلم الطبيعى ليس الا الرياضة التطبيقية (١٢) » . ويشيد مؤرخو الرياضيات بالقرن السابع عشر لأنه كان وافر الثمر فى ميدانهم على الاخص ، فهو قرن ديكارت ، ونابيير ، وكافالييرى ، وفيرما ، وبسكال ، ونيوتن ، وليبنتز ، وديزارج . وكانت السيدات المعطرات بالنبالة يختلفن الى محاضرات الرياضة ، وقالت « صحيفة العلماء » مازحة ان بعضهن جعلن تربيع الدائرة الجواز الوحيد لرضائهن (١٣) ، ولعل هذا أن يفسر جهود هوبز الملحة فى حل تلك المعضلة المحيرة .

وأنجب بيير دفيرما النظرية الحديثة للاعداد (دراسة أنواعها ، وخصائصها ، وعلاقاتها) وتخيل الهندسة التحليلية مستقلا عن ديكارت ـ وربما قبله ، واخترع حساب الاحتمالات مستقلا عن بسكال ، وسبق نيوتن وليبنتز الى حساب التفاضل . ومع ذلك عاش مغمورا بعض الشيء فى عضويته ببرلمان تولوز ، ولم يدل باسهاماته فى الرياضة الا فى خطابات لاصدقائه ـ لم تنشر الا سنة ١٦٧٩ ، بعد موته بأربعة عشر عاما . وفى أحد هذه الخطابات نستشف انتشاءه

بالرياضة . « لقد عثرت على عدد كبير جدا من النظريات الجميلة جدا (١٤) » وكان يطرب لكل حيلة جديدة أو انتظام مدهش فى الاعداد . وقد تحدى رياضي العالم « ان يقسموا المكعب الى مكعبين ، وربع القوة الى ربعى القوة » ، الخ ، وكتب يقول « لقد اكتشفت برهانا عجيبا حقا لما يعرف الآن بـ «آخر نظريات فيرما » ، ولكن لا برهانه ولا أى برهان قاطع عليها قد وجد الى الآن . وفى عام ١٩٠٨ أوصي استاذ ألمانى بمائة ألف مارك لأول شخص يبرهن على فرض فيرما ، ولم يطالب أحد الى الآن بالجائزة ، وربما ثبط همته هبوط قيمة المارك .

وكان كرستيان هويجنز أبرز علماء هذا العصر ، باستثناء عالم واحد فقط ، فكان التالى مباشرة لنيوتن . وكان أبوه قسطنطين هويجنز من ألمع شعراء هولندة وساستها . ولد كرستيان فى ١٦٢٩ ، وبدأ فى الثانية والعشرين نشر الابحاث الرياضية . وما لبثت كشوفه فى الفلك والفيزياء أن أذاعت شهرته فى أوربا ، فانتخب زميلا للجمعية الملكية بلندن فى ١٦٦٣ ، وفى ١٦٦٥ دعاه كولبير للانضمام الى أكاديمية العلوم بباريس ، فانتقل الى العاصمة الفرنسية ، وتلقى معاشا سخيا ، ومكث بها حتى ١٦٨١ ، ثم عاد الى هولندة لضيقه بالحياة فى ظل ملك تحول مضطهدا للبروتستنت . وكان تراسله بست لغات مع ديكارت ، وروبرفال ، وميرسين ، وبسكال ، ونيوتن ، وبويل ، وكثير غيرهم ، دليلا على الوحدة المتزايدة التى تربط الأخوة العلمية . قال « ان العالم وطنى ، والنهوض بالعلم دينى (١٥) » . ومن عجائب زمانه عقله السليم فى جسمه السقيم ـ فقد كان جسمه عليلا أبدا ، وعقله خلاقا حتى موته فى السادسة والستين . وكان انتاجه فى الرياضة أقل جزء فى انجازاته ، ومع ذلك فان الهندسة ، واللوغاريتمات ، وحساب التفاضل والتكامل ـ كلها أفادت من جهوده . وفى ١٦٧٣ أثبت « قانون المربعات العكسية » (أى ان جذب الاجسام بعضها لبعض يتناسب تناسبا عكسيا مع مربع المسافة بينها) وهو القانون الذى أصبح بالغ الاهمية لفلك نيوتن .

وكان نيوتن الآن بالطبع أسطع نجم تكبد سماء العلم البريطانى ، وهو جدير بأن نفرد له فصلا خاصا ، ولكن كان لنجمه أقمار توابع .

ومنهم صديقه جون واليس ، القسيس الانجليكانى ، الذى أصبح استاذا « سافيليا » للهندسة فى اكسفورد عام ١٦٤٩ وهو فى الثالثة والثلاثين ، وشغل ذلك الكرسي أربعة وخمسين عاما • وقد صرف النحو والمنطق واللاهوت قلمه عن العلم ، ومع ذلك فانه كتب بحوثا ذات أثر فى الرياضة والميكانيكا ، والسمعيات والفلك ، والمد والجزر ، والنبات والفسيولوجيا ، والجيولوجيا ، والموسيقى ، ولم يعوزه سوى بعض الحب والحرب لتكتمل شخصيته • ورسالته « فى تاريخ الجبر وممارسته » (١٦٧٣) لم تسهم بأفكار أصيلة فى ذلك العلم فحسب ، بل كانت أول محاولة جدية فى انجلترة لكتابة تاريخ الرياضة • وقد ابتهج معاصروه بالجدل الطويل بينه وبين هوبز حول حساب تربيع الدائرة ، وانتصر واليس ، ولكن الفيلسوف العجوز واصل الكفاح الى نهاية سنيه الواحدة والتسعين • ويذكر التاريخ واليس على الاخص بكتابه « حساب اللانهائيات » (١٦٥٥) الذى طبق طريقة كافالييرى فى اللامنقسمات على حساب تربيع المنحنيات ، وبهذا مهد لحساب التفاضل المتناهى الصغر •

أما كلمة calculus فكانت تعنى أصلا حجرا صغيرا استعمله الرومان القدامى فى العد ، ولكن لا يستطيع تعريف حساب التفاضل على وجه الصحيح الآن غير الراسخين فيه× • وقد لمحه أرخميدس من بعيد ، واقترب منه كبلر ، واكتشفه فيرما ولكنه لم ينشر كشوفه ، وحمل كافالييرى وتوريتشيللى فى ايطاليا ، وبسكال وروبرفال فى فرنسا ، وجون واليس واسحاق بارو فى انجلترة ، وجيمس وديفد جريجورى فى

×أما بالنسبة لنا نحن غير الخبيرين به ، فيمكن وصفه بأنه حساب المقادير القابلة للتغير ، كمقادير الوزن ، أو المسافة ، أو الزمن ، فمنسوب الماء الذى يسكب بسرعة متماثلة فى مخروط مقلوب يرتفع بسرعة أقل فأقل ، وحساب التفاضيل يحدد مبلغ ارتفاع المنسوب فى أى وحدة زمنية معلومة • فالجسم الساقط فى « وسط خال من المقاومة » يزيد من سرعة سقوطه مع كل زيادة فى الزمن ، وحساب التفاضل يبين مدى سقوطه فى أى فترة معينة • وأشكال هذا الحساب الاكثر تعقيدا تتناول انشاء المماسات للمنحنيات ، والمساحات المحاطة بمنحنى ، وتقريب الخطوط المستقيمة المضاعفة لا نهائيا الى الدائرة • وحساب التفاضل المتناهى الصغر بحسب مقدارا قابلا للتغير باختزاله دون حد الى جزء دقيق جدا بحيث يمكن اهمال معدل التغير • وحساب التكامل يحسب مقدارا ما من واقع العلم بسرعة تغيره • وقد تبين أن جميع طرق الحساب هذه بالغة الفائدة للاعمال الهندسية ••

اسكتلندة ـ هؤلاء كلهم حملوا لبنات للبناء فى تعاون القـــارة المدهش هذا • وأوصل نيوتن وليبنتز العمل الى التمام •

واقترح لفظة calculus على ليبنتز رجل يدعى يوهان برنويى أحد أفراد أسرة تفردت بوراثة النبوغ الاجتماعية تفرد آل باخ ، وبروجل وكوبرين • وكان نيقولاوس برنويى (١٦٢٣ ـ ١٧٠٨) كأسلافه تاجرا • وارتقى الحساب التجارى عند ولده يعقوب برنويى الاول (١٦٥٤ ـ ١٧٠٥) الى أشكال أرقى من الحساب • واتخذ يعقوب هذا شـــعارا له القول المأثور « اننى أدرس النجوم مخالفا ارادة أبى » ، فهوى الفلك ، وأسهم فى الهندسة التحليلية ، وحسن حســـاب التغييرات ، وأصبح أستاذا للرياضيين فى جامعة بازل • وقد آتت دراســـاته للمنحنيـــات الكتينية (وهى المنحنيات التى ترسم بسلســـلة منتظمة معلقـــة بين نقطتين) ـ هذه الدراسات آتت أكلها فى فترة لاحقة فى تصميم الكبارى المعلقة وخطوط النقل العالية الفولت • واتخذ أخوه يوهان (١٦٦٧ ، ١٧٤٨) الطب مهنته ـ مخالفا خطط أبيه هو أيضا ـ ثم الرياضة ،وخلف يعقوب أستاذا فى بازل ، واسهم فى الفيزياء ، والبصريات ، والكيمياء والفلك ، ونظرية المد والجزر ، ورياضة القلوع ، وابتكر حساب التفاضل الأسي ، وأنشأ أول نظام لحساب التكامل ، وأدخـــل استعمال كلمـــة integral بهـذا المعنى • ونال أخ آخر لهمـــا يدعى نيقولاوس الاول (١٦٦٢ ـ ١٧١٦) درجة الدكتوراه فى الفلسفة وهو بعد فى السادسة عشرة ، وفى القانون وهو فى العشرين ، ودرس القانون فى برن والرياضة فىسانت بطرسبورج• وسنلتقى بستة رياضيين آخرين من آل برنويى فى القرن الثامن عشر ، وكان منهم اثنان آخران فى القرن التاسع عشر ، وهنا كفت البطاريات البرنوييه عن عملها •

ومن مآثر هذا العصر ارساء الاحصاء علما أو ما يشبه العلم • ذلك أن خردجيا يدعى جرونت كان يتسلى بجمع سجلات الدفن المحفـــوظة بأبرشيات لندن ودراستها • وكانت هذه السجلات تذكر عادة الســـبب المتناقل لموت الميت ، مثل « مات جـوعا فى الشارع » و « أعدم وعصر حتى الموت » و « داء الملك » (الخنازيرى) و « مات جوعـا عنـــد مرضعته» و « قتلوا أنفسهم (١٦) » وفى ١٦٦٢ نشر جرونت كتـابا سماه « ملاحظات طبيعية وسياسية ... على سجلات الوفيـــات » ،

والكتاب بداية علم الاحصـــاء الحديث ، وقد خلص من جداوله الى أن ستة وثلاثين فى المائة من الاطفال يموتون قبل بلوغهم السادسة ، وأربعة وعشرين فى المائة فى العشر السنوات التالية ، وخمسة عشر فى المائة فى العشر التالية ٠ الخ (١٧) ، وتبدو نسبة الوفيات فى الاطفال مغالى فيها كثيرا هنا ، ولكنها تومىء الى جهد الحب فى ملاحقة ملاك الموت ٠ قال جرونت « من الوفيات العديدة ما يحمل نسبة ثابتة الى جمـلة المدفونين ، وأعنى الوفـــاة بالامراض المزمنـــة ، والامراض التى يعظـــم تعـــرض المدينة لها ، كالسل ، والاستسقاء ، واليرقان ، الخ (١٨) » ، ومعنى هذا أن أمراضا معينة ، وظواهر اجتماعية أخرى ، وان تعذر التنبؤ بها فى الافراد ، الا انه يمكن حسابها مسبقا بدقة نسبية فى الجماعة الكبيرة وهذا المبدأ الذى صاغه جرونت هنا أصح أساسا للتنبؤ الاحصائى ٠ وقد لاحظ أن وقائع الدفن فى لندن فى سنوات كثيرة فاقت وقائع العماد ، وانتهى الى أن لندن تتميز بوفرة احتمالات الموت ، كالموت من همـــوم العمل ، و « الدخان ، والروائح العفنة ، والهواء الفاسد » و « الافراط فى الطعام » ولكن بما أن سكان لندن كانوا يتزايدون رغم هـذا ، فان جرونت عزا الزيادة الى وفود المهاجرين من الريف والمدن الصغيرة ـ وقدر سكان العاصمة فى عام ١٦٦٢ بنحو ٣٨٤ر٠٠٠ نسمة ٠

وطبق السر وليم بتى ، صديق جرونت ، الاحصاء على السياسة ٠ وهنا أيضا مثال آخر على تعدد فى القدرات يستحيل العثور عليه اليوم فى فرد واحد ، فان بتى بعد أن تلقى العلم فى كان ، وأوترخت ، وليدن وأمستردام ، وباريس ، درس التشريح فى أكسفورد ، والموســـيقى فى كلية جريشام بلندن ، وجمع ثروة ونال لقب الفروســية باشتغاله طبيبا للجيش الملكى بارلندة × ٠ وفى ١٦٧٦ ألف كتابا هو العمدةالثانى فىعلم الاحصاء الانجليزى ، وهو « الحساب السياسي » فالسياسة فى رأى بتى لا يمكن أن تصبح علما أو كالعلم الا اذا بنت استنتاجاتها على قياســات كمية ٠ لذلك طالب بتعداد دورى يسجل الميلاد ، والجنس ، والحــالة

× يقول أوبرى انه فى اكسفورد « كان يحتفظ بالجثة ٠٠ مخللة أو مملحة » وكانت أحدى الجثث التى جىء بها اليـــه لتشريحها جثـــة نان جـــرين ، التى قتلت ابنها غير الشرعى ، ووجدها بتى لا تزال تتنفس ، وردها الى الحيـــاة ثانية (١٩) ٠

الزوجية ، والالقاب ، والمهنة ، والدين ، الخ ٠ لكل شـــخص يسـكن انجلترة ٠ واعتمادا على قوائم الوفيات ، وعدد البيوت ، وزيادة المواليد على الوفيات سنويا ، قدر أن سكان لندن فى ١٦٨٢ يبلغون ٦٩٦ر٠٠٠ ، وسكان باريس ٤٨٨ر٠٠٠ ، وسكان أمستردام ١٨٧ر٠٠٠ ، وسكان روما ١٢٥ر٠٠٠ ٠ ورأى بتى ما رآه جوفـــانى بوتيرو فى ١٥٨٩ وتوماس مالثوس فى ١٧٩٨ ، وهو أن عدد السكان ينحو الى الزيادة بأسرع من موارد الرزق ، وأن هذا يفضي الى الحرب ، وأنه لن تحل سنة ٣٦٨٢ حتى تكتظ الارض الصالحة للسكنى بأهلها اكتظاظا خطرا ، اذ يعيش شخص فى كل فدانين (٢٠) ٠

وأفادت شركات التأمين من الاحصاء فحولت عملها فنـا وعلمـا أخذا فى حسابهما كل شيء الا التضخم ٠ ومن واقع تقارير الوفيات فى برسلاو أعد ادموند هالى (١٦٩٣) جدولا بالوفيات المتوقعة فى جميع الاعمار من عمر سنة الى أربع وثمانين ، وعلى أساس الجدول حسـب احتمالات وفاة الافراد فى سن معينة خلال السنة الشمسية ، واستخرج السعر المنطقى لبوليصة التأمين ٠ وانتفعت أولى شركات التـأمين على الحياة التى أسست بلندن فى القرن الثامن عشر بجداول هالى ، وأحالت الرياضة ذهبا ٠

٣ ـ الفـــلك

أخضعت النجوم للعلم فى عشرات الاقطار ٠ ففى ايطاليا اكتشف الفلكى اليسوعى ريتشولى (١٦٥٠) أول نجم مزدوج ـ أى نجم يبـــدو للعين المجردة واحدا ولكنه يرى بالتلسكوب نجمين واضح أنهما يدوران الواحد حول الآخر ٠ وفى دنزج بنى يوهان هيفيليوس مرصدا فى بيته ، وصنع آلاته الخاصة ، وصنف ١ر٥٦٤ نجما ، واكتشف أربعة مذنبات ، ورصد مرور المشترى ، ولاحظ ترجحات القمر (وهى التناوبات الدورية فى رؤية أجزائه) ، ورسم سطحه ، وسمى عددا من تضاريسه بأسماء مازالت تظهر على خرائط القمر الى يومنا هذا ٠ فلما أذاع على راصدى النجوم فى أوربا أن فى استطاعته تمييز مواقع النجـــوم باســـتعمال «ديوبتر» (رصد يستعمل عدسة واحدة أو منشورا واحدا) بنفس الدقةالتى يميز بها هذه المواقع باستعمال تلسكوب مركب ، تحدى روبرت هـــوك

دعواه هذه ، وسافر هالى من لندن الى دنزج ليحقق فى الأمر ، ثم قرر أن هيفيليوس صادق (٢١) ٠

ووفر لويس الرابع عشر المال لبناء وتجهيز مرصـــد فى باريس (١٦٦٧ ـ ٧٢) بعد أن تبين أهمية الفلك للملاحة ٠ ومن ذلك المركز قاد جان بيكار البعثات أو أرسلها لدراسة السماء من نقط مختلفـة على الأرض ٠ وذهب الى أورانيبورج ليلاحظ الموقع المضبوط الذى رسم منه تيكو براهى خريطته المشهورة للنجوم ، واستطاع بمختلف الرصود التى امتدت من باريس الى أميان أن يقيس درجة طوليـة بدقـــة عظيمـــة (لا تختلف الا بضع ياردات عن الرقم الحالى وهو ٦٩ر٥ ميلا) حتى أنه من المعتقد أن نيوتن استخدم نتائج بيكار ليقدر كتلة الارض ويتحقق من نظرية الجاذبية ٠ وبأرصاد مماثلة حسب بيكار القطر الاســـتوائى للأرض فكان ٧ر٨٠١ ميلا ـ وهو تقدير غير بعيد من تقديرنا الحالى وهو ٧ر٩١٣ ميلا (٢٢) ٠ وقد يسرت هذه الكشوف للمراكب فى عرض البحر أن تحدد مواقعها بدقة لم يسبق لها نظير ٠ وهكذا حفز توســـع أوربا التجارى وتطورها الصناعى الثورة العلمية وانتفعا بها ٠

وعملا باقتراح من بيكار دعا لويس الرابع عشر الى فرنسا الفلكى الايطالى جوفانى دومنيكو كاسينى ، الذى ذاع صيته فى أوربا بفضل اكتشافه شكل المشترى الكروانى ، ودوران المشترى والمريخ الدورى ٠ فلما وصل الى باريس (١٦٦٩) استقبله الملك كأنه أمير من أمـــراء العلم (٢٣) ٠ وفى ١٦٧٢ أوفد ، هو وبيكار ، جان ريشيه الى كايين بأمريكا الجنوبية ليرصد المريخ فى أقصي « مواجهة » له مع الشـــمس وقرب من الارض ، ورصد كاسينى نفس المواجهة من باريس ٠ وقد أعطت المقارنة بين هذين الرصدين الآتيين من نقطتين منفصلتين قيما جديدة وأكثر دقة لاختلاف منظر المريخ والشمس وبعدهما عن الأرض ، وكشفت عن أبعاد فى المجموعة الشمسية أعظم مما قدر من قبـــل ٠ وبمـــا أن الفلكيين تبينوا أن بندولا فى كايين يبطىء عن نظيره فى باريس ، فقد انتهوا الى أن الجاذبية قرب الاستواء أخف منها فى العروض العليا ، وأوحى هذا بأن الارض ليست دائرة كاملة ، ورأى كاسينى أنها تفرطحت عند خط الاستواء ، ورأى نيوتن أنها تفرطحت عنـــد القطبين ، وأيد المزيد من البحث رأى نيوتن ، واكتشف كاسينى أثناء ذلك أربعة أقمار

جديدة لزحل (ساتورن) ، وانقسام حلقة زحل الى قسمين (وهـــو الانقسام الذى يطلق عليه اسم كاسينى الآن) • وبعد مـــوته عام ١٧١٢ خلفه فى مرصد باريس ابنه جاك ، الذى قاس قوس الزوال من دنكرك الى بربنيان ، ونشر أول جداول لأقمار زحل •

وقد أسهم كرستيان هويجنز فى لهاى اسهامات هامة فى الفلك قبل أن ينضم الى فريق العلماء العالمى فى باريس • فوفـق هـــو وأخـوه قسطنطين الى طريقة جديدة لشحذ العدسات وصقلها ، واستعان بها فى تركيب تلسكوبات أقوى وأصفى من أى تلسكوبات عرفت من قبـــل ، وبفضلها اكتشف (١٦٥٥) القمر السادس لزحل ، وحلقة هذا الكوكب الغامضة • وبعد عام قام بأول تحديد للمنطقة اللامعة (التى تحمـــل اسمه الآن) (فى سديم أوريون وكشـــف عن الطابع المتعـــدد لنجمـــه النووى •

أما أعظم منافس لفلكيى باريس فهو الفريق الممتاز تجمـــع أكثره حول هالى ونيوتن فى انجلترة • وقد قدم جيمس جريجـــورى الأدنبرى المعونة من بعيد بتصميمه أول تلسكوب عاكس (١٦٦٣) ـ أى التلسكوب الذى تركز فيه أشعة الضوء المنبعثة من الجسم بوساطة مرآة منحنية بدلا من العدسة ، وقد حســـنه نيوتن فى ١٦٦٨ • وفى ١٦٧٥ وجه جول فلامستيد وآخرون الى تشارلز الثانى مذكرة يلتمسون فيهـا تمويل بناء مرصد قومى ، حتى تهتدى السفن الانجليزية التى تمخـــر عباب البحر بطرق أفضل لحساب خطوط الطول • ودبر الملك المـــال للبنـــاء ، الذى شيد فى بلدة جرينيتش قـــرب القســـم الجنـــوبى الشرقى من لندن ، واستعمل هذا نقطة لطول الصفر والزمن القياسي • وقدم تشارلز لفلامستيد راتبا صغيرا على عمله مديرا ، ولكنه لم يقدم مالا تدفع منه رواتب مساعديه أو ثمن الآلات • أما فلامستيد ، الهزيل العليل ، فقد بذل حياته لذلك المرصد • فقبل تلاميذ يعلمهم ، واشترى الآلات من جيبه الخاص ، وتلقى المال هدية من أصـدقائه ، وعكف فى صبر على رسم الخرائط للسماء كما ترى من جرينيتش • وقبل أن يموت (١٧١٩) كان قد أتم أوسع وأدق قائمة نجوم عرفت من قبل ، وقـــد أدخلت تحسينات كثيرة على القائمة التى تركها تيكوبراهى لكبـــلر فى ١٦٠١ • وكان فلامستيد يشقى بالافتقار الى المساعدين ، ويضطر للقيام

بنفسه باعداد الاوراق التى تترك عادة للمساعدين ، فأغضب هالى ونيوتن بتعطيله حساب نتائجه واذاعتها ، وأخيرا نشرها هالى دون أذن من فلامستيد ، فثار الفلكى العليل ثورة عارمة هزت النجوم فى أفلاكها .

ومع ذلك فان ادموند هالى كان أعظم أفراد الفريق تهذيبا . كان تلميذا متحمسا لدراسة السماء ، فنشر فى العشرين بحثا عن أفلاك الكواكب ، وفى تلك السنة (١٦٧٦) خرج فى رحلة ليتبين كيف تبدو السماء من نصف الكرة الجنوبى . ومن جزيرة القديسة هيلانة رسم خرائط تبين مسلك ٣٤١ نجما . وعشية عيد ميلاده الحادى والعشرين قام بأول رصد كامل لعبور عطارد . فلما عاد الى انجلترة انتخب زميلا بالكلية الملكية وهو لم يجاوز الثانية والعشرين . وقد تبين عبقرية نيوتن ، وممول الطبعة الاولى من كتابه « المبادىء » الغالى النفقة ، وقدم له بتقريظ فى شعر لاتينى رائع اخره بيت يقول « غير مسموح لأى بشر فان بأن يقترب من الآلهه » (٢٤) . وحقق هالى النص اليونانى لكتاب أبللونيوس البرجاوى « المخاريط » ، وتعلم العربية ليترجم الأبحاث اليونانية المخطوطة فى العربية دون سواها .

وقد سجل اسمه فى قبة السماء بنبوءة من أنجح النبوءات فى التاريخ. وكان بوريللى قد مهد لها الطريق باكتشافه الشكل القطعى المكافىء لمسالك المذنبات (١٦٦٥) . فلما ظهر مذنب فى ١٦٨٢ وجد هالى فى مسلكه نظائر مع مذنبات سجلت فى ١٤٥٦ ، و ١٥٣١ ، و ١٦٠٧ ، وقد لاحظ أن هذا الظهور حدث فى فترات من نحو خمسة وسبعين عاما ، وتنبأ بظهور آخر فى ١٧٥٨ . ولم يفسح له فى الأجل ليرى تحقيق نبوءته ، ولكن حين عاد المذنب الى الظهور أطلق عليه اسمه ، وأضاف الى مكانة العلم المتزايدة . وكان الرأى فى المذنبات حتى أخريات القرن السابع عشر أنها من فعل الله مباشرة ، وانذار للنوع الانسانى بالويل والثبور وعظائم الامور ، ولكن مقالات بيل وفونتنيل، ونبوءة هالى ، قضت على هذه الخرافة . وطابق هالى بين مذنب آخر شوهد فى ١٦٨٠ ومذنب شوهد فى السنة التى مات فيها المسيح ، وتتبع تكرار ظهوره كل ٥٧٥ سنة ، ومن هذا الانتظام الدورى حسب

فلكه وسرعته حول الشمس • وتعقيبا على هذه الحسابات ، خلص نيوتن الى أن « أجسام المذنبات صلبة ، متماسكة ، ثابتة ، متينة ، كأجسام الكواكب » وأنها ليست « أبخرة ، أو دخانا من الارض ، والشمس ، والكواكب ، وغيرها (٢٥) » • ×

وفى ١٦٩١ حيل بين هالى والكرسي الساقيلى للفلك بأكسفورد للظن بأنه مادى النزعة (٢٦) • وفى ١٦٩٨ ، بتكليف من وليم الثالث ، أبحر موغلا فى الاطلنطى الجنوبى ، ودرس اختلافات البوصلة ، ورسم خرائط للنجوم كما ترى فى القارة القطبية الجنوبية (قال فولتير : ان رحلة ملاحى سفينة جاسون (الأرجونوت ، الباحثين عن الفروة الذهبية) اذا قيست بهذه الرحلة لم تكن أكثر من عبور مركب من ضفة نهر الى أخرى) (٢٧) • وفى ١٧١٨ قرر هالى أن عدة نجوم من المفروض أنها « ثابتة » قد غيرت مواقعها منذ أيام اليونان ، وأن نجما منها وهو الشعرى اليمانية Sirius ، قد تغير منذ أيام براهى ، وبعد أن أخذ أخطاء الرصد فى حسابه ، خلص الى أن النجوم تغير مواقعها بالنسبة لبعضها البعض فى فترات كبرى ، وهذه « الحركات الخاصة » تقبل الآن على أنها حقيقية • وفى ١٧٢١ عين خلفا لفلامستيد فى منصب فلكى الملك ، ولكن فلامستيد كان قد مات فى فقر مدقع ، فاستولى دائنوه على آلات رصده ، ووجد هالى أن عمله يعطله نقص الأجهزة وتناقص نشاطه ، ومع ذلك بدأ وهو فى الرابعة والستين يرصد ويسجل ظواهر القمر خلال دورته الكاملة ذات الثمانية عشر عاما • ومات فى ١٧٤٢ وقد بلغ السادسة والثمانين ، بعد أن شرب بحكمة قدحا من النبيذ مخالفا أوامر طبيبه • فالحياة ، كالنبيذ سواء بسواء ، يجب ألا يسرف فى تعاطيها •

× قبيل ذلك كان درايدن فى قصته الشعرية « أبشالوم وأخيتوفل » (١٦٨١) قد وصف المذنبات بانها « تنبعث من الابخرة الارضية قبل أن تسطع فى السماوات » •

٤ — الأرض

كان هالى فى ولعه بالعلم قد غامر بالخوض فى مجاهل الارصاد لجوية بمقال (١٦٩٧) فى الرياح التجارية ، وخريطة رسمت لأول مرة حركات الهواء • وقد عزا هذه الحركات لفروق فى درجات حرارة الجو وضغطه ، فالشمس فى حركتها الظاهرية الى الغـــرب تحمـــل الحرارة معها ، لا سيما على طول مناطق العالم الاستوائية ، والهواء الذى تخلخل بفعل هذه الحرارة يجتذب هواء أقل تخلخلا من الشرق ويحدث الرياح الاستوائية السائدة التى اعتمد عليها كولمبس فى ابحاره من الشرق الى الغرب • وكان فرانسس بيكون قد أومأ الى تفسير شبيه بهذا • وسيطوره جورج هالى فى ١٧٣٥ باضافة هذا الرأى وهـــو أن السرعة الاكبر لدوران الارض الى الشرق عند خط الاستواء تحدث تدفقا عكسيا للهواء نحو الغرب •

وقد جعل تطور البارومتر والترمومتر من الارصاد الجوية علما • فبارومتر جويريكى تنبأ تنبؤا صحيحا بعاصفة شـديدة فى ١٦٦٠ • واخترعت « مراطيب » مختلفة فى القرن الســـادس عشر لقيـــاس الرطوبة • واستعملت « الاكاديميا ديل تشيمنتو » اناء مدرجـــا يتلقى الرطوبة المتساقطة من خارج مخروط معدنى مملوء بالثلج • ووصـــل هوك فرشاة حبوب ، أو « لحية » — تنتفخ وتنحنى مع زيادة الرطوبة فى الهواء — بأبرة مؤشرة تتحرك عند انتفاخ الفرشاة • كذلك اخترع هوك مقياسا للريح ، وبارومترا ذا عجلة ، وساعة جوية • وهذه الساعة التى صممها بناء على تكليف من الجمعية الملكية (١٦٧٨) كانت تقيس وتسجل سرعة الريح واتجاهه ، وضغط الجو ورطوبته ، ودرجة حرارة الهواء ، وكمية المطر ، وتبين الوقت فوق ذلك • وشرعت المحطـــات فى مختلف المدن ، بعد أن سلحت بالآلات المحسنة ، تسجل وتقـــارن بين أرصادها الآنية ، كما حدث بين باريس واستكهولم فى ١٦٤٩ • وأرسل الدوق الاكبر فرديناند الثانى أمير توسكانيا ، وراعى أكاديمية التشيمنتو ، البارومترات ، والترمومترات ، والمراطيب ، الى راصدين مختارين فى باريس ، ووارسو ، وانزبروك ، وغيرها ، ومعها تعليمات بتسجيل البيانات الرصدية يوميا ، وارسال نسخة منها الى فلورنســـة

للمقارنة • وأقنع ليبنتز المحطات الجوية فى هانوفر وكيل بأن تحتفظ بسجلات يومية من ١٦٧٩ الى ١٧١٤ •

أما هوك ، الذكى الذى لم يحسم عملا ، فقد فتـــح عشرات من مسالك البحث المبشرة بالنجاح ، ولكن افتقاره الى المال والصبر أعجزه عن المضي فيها الى نهايات مشهورة • فنحن نجـــده فى كل مكان فى تاريخ العلم البريطانى فى النصف الثانى من القرن السابع عشر • كان ابن وزير « مات بتعليق نفسه (٢٨) » ، وأرهص بتنوع مواهبه ذلك التنوع المتذبذب ، فرسم الصور ، وعزف على الأرغن ، وابتكر ثلاثين طريقة مختلفة للطيران • وفى أكسفورد انصرف لدراسة الكيميـــاء ، وعمل مساعدا لروبرت بويل • وفى ١٦٦٢ عين « أمينا للتجارب » فى الجمعية الملكية ، وفى ١٦٦٥ كان أستاذا للهندسة بكلية جريشام ، وفى ١٦٦٦ ، بعد حريق لندن الكبير ، اشتغل بالعمارة وصمم عدة مبـــان كبيرة ـ كبيت مونتاجيو ، وكلية الاطباء ، ومســتشفى بيت لحـــم (« بدلام ») • وبعد طول اكباب على الميكروسكوبات ، نشر رائعته «ميكروجرافيا» (١٦٦٥) الذى احتوى على عدد من الافكار الموحية فى علم الاحياء • وعرض نظرية فى الامواج الضوئية ، وساعد نيوتن فى البصريات ، وكان سباقا الى قانون المربعات العكسية ونظرية الجاذبية • وكشف النجم الخامس فى أوريون ، وقام بأول المحاولات ليحدد بالتلسكوب اختلاف منظر نجم ثابت • ثم عرض نظرية حركية للغازات فى ١٦٧٨ ، ووصف نظاما للتلغراف فى ١٦٨٤ • وكان من أوائل من استعملوا الزنبرك فى ضبط الساعات ، وأرسي مبدأ آلة السدس لقياس الأبعاد الزاوية ، وصنع اثنتى عشرة آلة علمية • وأغلب الظن أنه كان أعظم العقول أصالة فى كوكبة العباقرة التى جعلت من الجمعية الملكية حينا محدد الخطـــوة للعلم الاوربى ، ولكن طبيعته المكتئبة العصبية حالت بينه وبين ما كان جديرا به من ثناء ومديح •

وقد كان له حتى فى الجيولوجيا لحظة صدق • فقـــد زعـــم أن المتحفرات تدل على قدم الارض والحياة قدما يتعارض تماما مع سفر التكوين ، وتنبأ بأن تاريخ الحياة على الارض سيحسب يوما ما على أساس المتحفرات المختلفة فى الطبقات المتعاقبة • وكان أكثر كتـــاب القرن السابع عشر لا يزالون يقبلون قصة الخلق الكتابيـــة ، وكافـــح

بعضهم للتوفيق بين سفر التكوين وكشوف الجيولوجيا المتفرقة • وفى مقال « نحو تاريخ طبيعى للارض » (١٦٩٥) ، أعاد جون وودوارد، بعد دراسة طويلة لمجموعته الكبيرة من المتحفرات ، تفسير ليوناردو دافتشي لها بأنها بقايا نباتات أو حيوانات عاشت يوما ما على الارض، ولكنه هو أيضا ذهب الى أن توزيع المتحفرات نتيجة لطوفان نوح • ثم اقترح قسيس أنجليكانى يدعى توماس بيرنيت (١٦٨٠) التوفيق بين سفر التكوين والجيولوجيا بمده « أيام » أسطورة الخليفة كما وردت فى سفر التكوين الى حقب ، وتقبل الناس هذه الحيلة ، ولكن حين استجمع توماس أطراف شجاعته وراح يفسر قصة آدم على أنها رمز ، وجد نفسه محروما من الترقية للمناصب الكنسية •

وكان أثناسيوس كيرشر يسوعيا تقيا وعالما فذا ، وسنراه يلمع فى ميادين عديدة • وقد رسم كتابه ، عالم ما تحت الأرض « (١٦٦٥) خرائط لتيارات المحيط ، ورأى أن المجارى الباطنية يغذيها البحر ، وعزا ثوران البراكين والعيون الساخنة لنيران باطنية ، وبدا هذا تأكيدا للاعتقاد الشائع بأن الجحيم فى مركز الأرض • أما بيير بيرو (١٦٧٤) فقد رفض الفكرة القائلة بأن العيون والانهار لها منابع باطنية ، وقال بالرأى المقبول الآن ، وهو أنها نتاج الامطار والثلوج • وعلل مارتن لستر ثوران البراكين بأنه نتيجة سخونة الكبريت فى كبريتور الحديد والانفجار المترتب على السخونة ، وأظهرت التجربة أن خليطا من برادة الحديد ، والكبريت ، والماء ، مدفونا فى الارض ، أصبح ساخنا وشقق الارض من فوقه ، ثم تفجر لهيبا •

أما ألمع العلماء فى جيولوجية ذلك العصر فقد عرفته الدنمرك باسم نيلز ستينسن ، وعرفته دولية العلم باسم نيقولاوس ستينو • ولد فى كوبنهاجن ، ودرس الطب فيها وفى ليدن ، حيث سلك سبينوزا فى زمرة أصدقائه (٢٩) • ثم هاجر الى ايطاليا ، واعتنق الكاثوليكية وأصبح طبيب البلاط لفرديناند الثانى فى فلورنسة • وفى ١٦٦٩ نشر مجلدا صغيرا اسمه De solido intra solidum naturaliter contento عده أحد الطلبة « أهم وثيقة جيولوجية فى ذلك القرن (٣٠) » وكان هدفه تاكيد الرأى الجديد فى المتحفرات ، ولكن على سبيل التمهيد له

وضع ستينو لأول مرة أسسا تشرح تطور القشرة الارضية · وقد وجد بدراسة جيولوجية توسكانيا ست طبقات متعاقبة · وحلل تركيبها ومحتوياتها ، وتكوين الجبال والاودية ، وأسباب البراكين والزلازل ، وشواهد المتحفرات على مستويات الانهار والبحار التى كانت أعلى فيما سبق من الأزمنة · وكان فى الشهرة التى حظى بها الكتاب ، وفى الدراسات التشريحية التى قام بها ستينو ، ما حمل الملك كرستيان الرابع على أن يعرض عليه كرسي التشريح فى جامعة كوبنهاجن · فقبله ، ولكن كاثوليكيته الغيور أحدثت شيئا من الاحتكاك ، فعاد الى فلورنسة ، وانتقل من العلم الى الدين ، واختتم حياته أسقفا لتيتوبوليس ونائبا رسوليا لشمالى أوربا ·

وكانت الجغرافيا خلال ذلك تنمو ، عادة بوصفها نتاجا جانبيا للمشروعات التبشيرية أو العسكرية أو التجارية ، وقد أخلص اليسوعيون للعلم اخلاصهم للدين أو السياسة تقريبا ، وكان كثير منهم ينتمون الى جماعات علمية رحبت بتقاريرهم الجغرافية والأثنوغرافية · وقد تغلغلوا فى بعثاتهم الدينية فى كندا والمكسيك والبرازيل والتبت ومنغوليا والصين وجمعوا وأرسلوا الكثير من المعارف العلمية ، ورسموا أفضل الخرائط للمناطق التى زاروها · وفى ١٦٥١ نشر مارتينو مارتينى « الاطلس الصينى » وهو أرقى وصف جغرافى للصين طبع الى ذلك التاريخ ، وفى ١٦٦٧ أصدر أثناسيوس كيرشر كتابه الرائع « الصين المصورة » · وأوفد لويس الرابع عشر علماء يسوعيين مزودين بأحدث الآلات لرسم خريطة الصين ثانية ، وفى ١٧١٨ أصدروا خريطة هائلة فى ١٢٠ فرخا تغطى الصين ومنشوريا ومنغوليا والتبت ، وقد ظلت مدى قرنين الاساس لكل ما تلاها من خرائط لتلك المناطق · أما أعجوبة العصر الخرائطية فهى الخريطة التى بلغ قطرها أربعة وعشرين قدما ، والتى رسمها جوفانى كاسينى ومساعدوه بالجير على أرضية مرصد باريس (حوالى ١٦٩٠) ، وبينوا عليها بالضبط مواقع جميع الاماكن الهامة على الكرة الارضية بخطوط العرض والطول (٣١) ·

وينتمى لهذه الفترة بعض مشاهير الرحالة · وقد ألمنا من قبل

بكتاب تافرنييه « ست رحلات من أوربا لآسيا » (١٦٧٠) وكتاب شاردان « رحلات فى فارس » (١٦٨٦) . كتب تافرنييه يقول « فى رحلاتى الست ، وأثناء سفرى بطرق مختلفة ، أتيح لى من الفراغ والفرص ما مكننى من مشاهدة تركيا كلها ، وفارس كلها ، والهند كلها ... وفى المرات الثلاث الاخيرة جاوزت نهر الجنج الى جزيرة جاوة ، وهكذا قطعت فى أربعين عاما اكثر من ستين ألف فرسخ بالبر (٣٢) » . أما شاردان فقد سبق بعبارة واحدة « روح قوانين » مونتسكيو . قال : « ان مناخ كل جنس ... هو دائما السبب فى ميول شعبه وعاداته (٣٣) » . وفى ١٦٧٠ ـ ٧١٠ نشر فرانسوا برنييه وصفا لرحلاته ودراساته فى الهند ، وقد اتهم بأنه نفض عنه مسيحيته فى الطريق (٣٤) . وغامر وليم دامبييه بالرحلة فى عشرات الاقطار والبحار ، وكتب « رحلة جديدة حول العالم » (١٦٩٧) وأعطى اشارة البدء لديفو حين روى كيف قاد فى احدى رحلاته الاخيرة السفينة التى انقذت الكسندر سيلكرك من جزيرة لايسكنها غيره (١٧٠٩) .

ولعبت الجغرافيا دورها فى الغض من اللاهوت المسيحى . فكلما تجمعت الاخبار عن القارات الاخرى لم تملك الطبقات الأوربية المتعلمة الا العجب من اختلاف الاديان على ظهر الأرض ، والتشابه بين الخرافات الدينية ، ووثوق كل دين من صدق عقيدته ، والمستوى الخلقى للمجتمعات الاسلامية أو البوذية ، ذلك المستوى الذى أخزى من بعض الوجوه تلك الحروب الدامية وذلك التعصب القتال الذى يشين شعوبا وهبت الايمان المسيحى . وروى البارون دلاهونتان أنه فى رحلته فى كندا عام ١٦٨٣ لقى عنتا من جراء نقد الوطنيين الهنود للمسيحية (٣٥) ، واستشهد بيل المرة بعد المرة بعادات الصينيين أو اليابانيين وأفكارهم فى نقده المعتقدات وأساليب العيش الأوربية . وأصبحت نسبية الأخلاق من البديهيات فى فلسفة القرن الثامن عشر ، ووصف أحد الظرفاء أسفار « جاك سيدان » الخنثى ، الذى ابتهج حين وجد بلدا كل أهله لوطيون ، ينظرون الى الأوربيين الذين يشتهون الجنس الآخر نظرتهم الى هولات فاسقة مقززة .

٥ ـ الفيزيـــاء

كان اصطدام الفيزياء والكيمياء بالعقيدة القديمة أقل ظهورا من اصطدام الجغرافيا والاحياء بها ، لأنهما تتناولان الجوامد والسـوائل والغازات التى تبدو انها لا علاقة لها باللاهوت ، ولكن تقدم العلم ـ حتى فى ذلك المضمار المادى ـ كان ينشر حكم القانون ويضعف الايمان بالمعجزات • واعتمدت دراســة الفيزياء على الحاجات التجــارية والصناعية لا على الاهتمامات الفلسفية •

وبعد أن أقنع الملاحون الفلكيين برسم خرائط للسماء بدقة أكثر ، عرضوا الآن المكافآت على من يضع ساعة تعين على ايجاد خط الطول رغم اضطرابات البحر • وكان فى الامكان تحديد خط الطول فى البحر بمقارنة لحظة شروق الشمس أو الزوال بالزمن الذى تظهره فى تلك اللحظة ساعة ضبطت على وقت جرينتش أو باريس ، ولكن ما لم تكن الساعة دقيقة فان الحساب يخطىء خطأ خطرا • وفى ١٦٥٧ توصـل هويجنز الى صنع ساعة يعتمد عليها بوصـل بندول بترس شـــاكوش مسنن، ولكن ساعة كهذه عديمة النفع فى مركب يعلو ويهبط× • وبعد محاولات كثيرة ، ركب هويجنز ساعة بحرية ناجحة باحلاله محـــل البندول ترس توازن يديره زنبركان • وكانت الفكرة من بين الاقتراحات المنيرة التى فصلها فى كتاب من عيون العلم الحديث « ساعة البندول » ، وقد نشره فى باريس عام ١٦٧٣ • وبعد ثلاث سنوات اخترع هوك شاكوش الساعات الكبيرة المثبت ، واستعمل الزنبرك اللولبى على ترس توازن الساعات ، وشرح حركة الزنبرك على أساس مبدأ « كما يكون الشـــد تكون القوة » ومازال هذا يسمى قانون هوك • وأمكن الآن أن تصـنع ساعات الجيب صناعة أكفأ وأرخص من ذى قبل •

وقد درس هويجنز فى كتاب « ساعة البندول Horologium

× رسم ليوناردو دافتشي حوالى عام ١٥٠٠ رسوما لبندول وشاكوش، ساعة ووضع جاليليو بعض قوانين البندول ، وتصور فكرة ساعة البندول فى ١٦٤١ ، ولكنه مات قبل أن يطبق الفكرة عمليا • وفى ١٦٥٦ صنع كامبرينى ساعة صغيرة ببندول قبل هويجنز ببضعة شهور قط •

وفى كتيب خاص قانون القوة المركزية الطاردة ـ ومؤداه أن كل جزىء فى جسم دائر لا يقع فى محور الدوران معرض لقوة طرد مركزية تزداد مع بعده عن المحور ومع سرعة الدوران • وصنع كرة من طفـــل تدور بسرعة ، ووجد أنها تتخذ شكلا كروانيا مفرطحا عند طرفى المحور • وعلى مبدأ الطرد المركزى هذا فسر فرطحة المشترى عند قطبيه ، وقياسا على ذلك استنتج أن الأرض أيضا لابد أن تكون مفرطحة فرطحة طفيفة عند القطبين •

وواصل كتاب **هويجنز** Tractatus de Motu Corporum ex Percussione (١٧٠٣) الذى نشر بعد موته بثمانى سنوات ، الدراسات التى قام بها جاليليو ، وديكارت ، ووالييس فى مشكلات التصادم (impact) التى تناولت أسرارا مثيرة للفضول ، من لعب البليـارد الى تصـــادم النجوم • فكيف تنتقل القوة من جسم متحرك الى جسم يضربه ، ولم يحل هويجنز اللغز ،ولكنه قرر مبادىء أساسية :

١ — اذا كان هناك جسم ساكن وصدمه جسم مساو له ، فان هذا ينتهى الى السكون بعد الصدمة ، فى حين يكتسب الجسم الذى كان فى البدء ساكنا سرعة الجسم الذى صدمه •

٢ — اذا اصطدم جسمان متساويان بسرعتين مختلفتين ، فانهما يتحركان بعد الصدمة بسرعتين متبادلتين •

١١ — اذا تصادم جسمان فان مجموع حاصل ضرب الكتلتين فى مربعى سرعتيهما واحد قبل الصدمة وبعدها •

وقد عبرت هذه القضايا التى صـاغها هويجنز فى ١٦٦٩ تعبير جزئيا عن أشمل أساس من أسس الفيزياء الحديثة ، وهو عدم فنـــاء الطاقة • على أنها كانت صادقة من الناحية المثالية أو النظرية فقط ، لأنها أفترضت المرونة التامة فى الاجسام • ولمـــا لم يكن فى الطبيعة جسم مرن مرونة كاملة ، فان السرعة النسبية للاجسام الصادمة تتناقص حسب المادة التى تتألف منها • وقد حدد نيوتين معدل التناقص هـذا فى الخشب ، والفلين ، والصلب ، والزجاج ، فى التعليق التمهيدى للجزء الاول من كتابه « المبادىء » (١٦٨٧) •

وتدفق نهر آخر من أنهار البحث العلمى من التجارب التى اجراها توريتشللى وبسكال على الضغط الجوى ، فقد أعلن بسكال فى ١٦٤٧ أن « أى اناء مهما كان كبره ، يمكن افراغه من كل مادة معـــروفة فى الطبيعة ومدركة بالحواس (٣٧) » وقد ظلت الفلسفة الأوربية مئـــات السنين تعلن أن « الطبيعة تكره الفراغ » ، وحتى الآن أخبر أســـتاذ باريسي بسكال أن الملائكة ذاتها لا تستطيع أن تحدث فراغـــا ، وقال ديكارت بازدراء ان الفراغ الوحيد الموجود هو فى رأس بسكال ٠ ولكن حدث حوالى عام ١٦٥٠ أن أوتو فون جويريكى ركب فى مجـــدبورج مضخة هوائية أحدثت فراغا كاملا تقريبا ، حتى لقـــد أدهش كبـــار مواطنيه وأقطاب العلم بتجربة شهيرة اسمها « نصفا كرة مجدبورج » (١٦٥٤) ٠ ففى حضرة الامبراطـــور فردينـــاند الثـــالث والديت الامبراطورى فى راتزيون قرب محارتين نصـــف كرويتين من البرونز الواحدة من الاخرى بحيث أحكم ختمهما دون أن يوصلا آليا عند حافتيهما وضخ كل الهواء تقريبا من داخليهما الملتصقين ، ثم أرى الحاضرين أن القوة المجتمعة لستة عشر حصانا ـ ثمانية منها تشد فى اتجاه ، وثمانية فى اتجاه مضاد ـ لا تستطيع فصل نصفى الكرة ، ولكن حين فتح محبس فى أحد النصفين فأدخل الهواء ، أمكن فصل المحارتين باليد ٠

وكان جويريكى شغوفا بتبسيط الفيزياء للأباطرة ٠ فاســـتطاع بتفريغ كرة نحاسية من الماء والهواء أن يجعلها تسقط بفرقعة عاليـــة مفزعة ، وبهذه الطريقـــة أوضـــح ضغط الهواء ٠ ووازن بين كرتين متساويتين ، وأسقط احداهما بتفريغه الهواء من الاخـــرى ، وهكذا أثبت أن للهواء وزنا ، واعترف بأن كل الفراغات ناقصة ، ولكنه أثبت أن فى فراغاته الناقصة تلك تنطفىء الشعلة ، وتختنق الحيـــوانات ، وتسكت الساعة الدقاقة ، وهكذا مهد للكشف عن الاوكسجين ، وبين أن الهواء ناقل الصوت ٠ واستعمل امتصاص الفـــراغ لضخ الماء ورفـــع الاثقال ، وأسهم فى التمهيد للآلة البخارية ٠ فلمـــا أصـــبح عمـــدة مجدبورج آخر نشر كشوفه حتى عام ١٦٧٢ ، ولكنه أبلغها لكاسبار شوت أستاذ الفيزياء اليسوعى بفورتزبورج ، الذى طبع وصـــفا لهـــا فى ١٦٥٧ ٠ وهذا المطبوع هو الذى حفز بويل الى بحوثه التى أفضت الى قانون الضغط الجوى ٠

أما روبرت بويل فكان عاملا هاما فى ازدهار العلم الانجليزى فى النصف الثانى من القرن السابع عشر . كان أبوه رتشرد بويل ، ايرل كورك ، قد اقتنى ضيعة كبيرة فى ارلنده ، ورث روبرت معظمها وهو فى السابعة عشرة (١٦٤٤) ، وفى زياراته المتكررة للندن تعرف الى واليس ، وهوك ، ورن ، وغيرهم من أعضاء « الكلية غير المنظورة»، فلما افتتن بجهودهم وتطلعاتهم انتقل الى اكسفورد وبنى بها مختبرا (١٦٥٤) . وكان رجلا ذا حماسات حارة وورع لا قبل لعلم من العلوم بتدميره . فقد رفض أن يمضي فى الاتصال بسبينوزا (عن طريق أولدنبورج) حين علم أن الفيلسوف يعبد « الجوهر » باعتباره الله ، ولكنه وضع قدرا كبيرا من ثروته فى خدمة العلم وأعان الكثيرين من أصحابه . كان طويلا ، نحيلا ، هزيلا معتلا أكثر الوقت ، ولكنه أوقف الموت على مبعدة منه بالحمية والتقشف الصارمين ، وقد وجد فى مختبره « ماء نهر النسيان ، ذلك الماء الذى ينسينى كل شيء الا بهجة اجراء التجارب (٣٨) » .

وبعد أن سمع بويل بمضخة جويريكى الهوائية ، صمم بمساعدة هوك (١٦٥٧) « آلة هوائية » لدراسة خواص الغلاف الغازى . وبهذه الآلة وما تلاها من مضخات أثبت أن عمود الزئبق فى البارومتر يسنده الضغط الجوى ، وقاس بالتقريب كثافة الهواء . وزاد على تجربة جاليليو المزعومة فى بيزا بأثباته أن حزمة الريش تسقط بنفس سرعة سقوط الحجر ، حتى فى فراغ غير كامل . وبرهن على أن الضوء لا يتاثر بالفراغ ، واذن فهو لا يستعمل الهواء كما يستعمله الصوت وسيطا لانتقاله ، وأيد برهان جويريكى على أن الهواء لا غنى عنه للحياة (فحين أغمى على فأر فى الحجرة المفرغة ، أوقف التجربة وأنعشه بادخال الهواء) . ونحن نرى دولية العلم فى تحركها حين نعلم أن جويريكى حفزته جهود بويل ليصمم مضخة هوائية أفضل ويستأنف دراساته العلمية ، وأن هويجنز ، بعد زيارته لبويل عام ١٦٦١ ، أغرى بصنع آلات شبيهة والقيام باختبارات مماثلة .

ومضي بويل فى أبحاثه الخلاقة فى الانكسار ، والبللورات ، والاوزان النوعية ، والهيدروستاتيكا ، والحرارة . وتوج اسهاماته فى الفيزياء بصياغته القانون الذى يحمل اسمه : وهو أن ضغط الهواء أو

أى غاز يتناسب تناسبا عكسيا مع حجمه ـ أو أن ضغط الغاز مضروبا فى حجمه يكون ثابتا عند درجة حرارة ثابتة • وقد أذاع هذا المبـــدأ أول مرة فى ١٦٦٢ ، وفى سماحة وكرم نسب الفضل فيه الى تلميذه وتشرد تاونلى • وكان هوك قد توصل الى الصيغة ذاتهـــا فى ١٦٦٠ بتجارب مستقلة ، ولكنه لم يذعها الا فى ١٦٦٥ • وتوصل قس فرنسي يدعى ادمى ماريوت فى نحو الوقت الذى توصل فيه بويل الى نتيجة مماثلة ، وهى « ان الهواء ينضغط حسب الثقل الواقع عليه » ، ونشر هذا فى ١٦٧٦ ، واسمه لا اسم بويل هو المرتبط فى القارة بقـــانون الضغط الجوى • وأيا كان صاحب الفضل فى القانون ، فانه كان من أسلاف الآلة البخارية والثورة الصناعية •

وتابع بويل وهوك رأى بيكون فى ان « الحرارة حركة تمـــدد لا فى الجسم كله بشكل منتظم ، بل فى أجزائه الصغرى (٣٩) » • وقد وصف هوك الحرارة بأنها « خاصية تنشأ فى جسم ما من حـــركة أجزائه أو هيجانها » ، وميز بينها وبين النار واللهب ، اللذين نسبهما الى فعل الهواء فى الاجسام المحماة • قال « كل الاجسام لها درجـــة ما من الحرارة فيها » وذلك لأن « أجزاء جميع الاجسام وان لم تكن شديدة الصلابة الا أنها تتذبذب قطعـــا (٤٠) » ، أما البرودة فليست الا مفهوما سلبيا • وسلى ماريوت أصحابه حين أراهم أن « البرودة » يمكن أن تحترق ، فبلوح مقعر من الثلج ركز ضوء الشمس على البارود فانفجر • وقد أذاب الكونت ايرنفريد فالتر فون تشيرنهاوس ، صديق سبينوزا ، الخزف الصينى والريالات الفضية بتركيزه ضـــوء الشـــمس عليهـــا •

وفى فيزياء الصوت برهن انجليزيان ـ هما وليم نوبل وتوماس بيجوت ـ كل على حدة (نحو ١٦٧٣) على أن أجـزاء مختلفة من الوتر ، لا الوتر كله فحسب ، قد تتذبذب بنغمات توافقية ، تجاوبا مع وتر قريب ومتصل ، ينقر أو يضرب أو يثنى • وقد اقترح ديكارت هذا على ميوسين ، وعملا بهذه الفكرة توصل جوزف سوفير ، مستقلا الى نتائج شبيهة بما توصل اليه الانجليزيان (١٧٠٠) ، ويجدر بنا أن نشير هنا الى أن سوفير ، الذى كان أول من استعمل كلمة acoustics « السمعيات » ، كان أصم أبكم منذ ولادته (٤١) • وفى ١٧١١ اخترع

جون شور الشوكة الرنانة . وقام بوريللى ، وفيفيانى ، وبيكار ، وكاسينى ، وهويجنز ، وفلامستيد ، وبويل ، وهالى ، ونيوتن ، بمحاولات فى هذه الفترة لايجاد سرعة الصوت . وكان أقرب تقدير لتقديرنا الحالى هو تقدير بويل ، الذى قرر أنها تبلغ ١ر١٢٦ قدما فى الثانية . وقرر وليم ديرام (١٧٠٨) أن هذه المعرفة يمكن الانتفاع بها فى حساب بعد العاصفة بملاحظة الفترة بين وميض البرق والصاعقة .

ولعل النصف الثانى من القرن السابع عشر أزهى فترة فى تاريخ فيزياء الضوء ، فأولا ، ما هذا الضوء ؟ لقد غامر هوك ، وهو المستعد دائما للتنقيب عن الصعوبات ، برأى يزعم أن الضوء « ليس الا حركة خاصة لأجزاء الجسم المضيء (٤٢) » - أى أن الضوء لا يختلف عن الحرارة الا فى الحركة الاسرع التى تتحركها الجزيئات× المكونة للجسم . ثانيا ، ما مدى سرعة تحركه ؟ لقد افترض العلماء الى ذلك الحين أن سرعة الضوء غير محدودة ، وحتى هوك المغامر قال انها على أية حال أكبر من أن تقاس . وفى ١٦٧٥ برهن فلكى دنمركى يدعى أولاوس رويمر ، استقدمه بيكار الى باريس ، على سرعة الضوء المحدودة، اذ لاحظ أن فترة خسوف أقرب التوابع الى قلب المشترى تتفاوت حسب اقتراب الارض أو ابتعادها من ذلك الكوكب . وقد أثبت بحسابات مبنية على زمن دورة التابع وقطر فلك الارض ، أن التفاوت فى زمن الخسوف الملحوظ راجع الى الزمن الذى يستغرقه الضوء من التابع ليقطع فلك الارض ، وعلى هذا الاساس الهزيل حسب سرعة الضوء بنحو ١٢٠ر٠٠٠ ميل فى الثانية (وتقديرنا الحالى يبلغ ١٨٦ر٠٠٠ ميل) .

ولكن كيف ينتقل الضوء ؟ أيتحرك فى خطوط مستقيمة ، اذا كان الأمر كذلك فكيف يدور حول الزوايا ؟ لقد اكتشف فرانشسكو جريمالدى ، الاستاذ اليسوعى ببولونيا ، (١٦٦٥) ظاهرة الانحراف

× قارن المفهوم الحالى للضوء ، وهو أنه طاقة مشعة مرئية . فكل الاجسام يفترض أنها ترسل باستمرار طاقة مشعة . والاشعاع من أجسام أدفأ من جسم الانسان يحس بها الجلد حرارة ، ولكن اذا زيدت درجة حرارة الجسم زيادة كافية أصبح مضيئا - أى أن بعض اشعاعه المنبعث تحسه العين ضوءا .

وسماها ـ وهي أن أشعة الضوء المارة من ثقب صغير الى حجرة مظلمة تنتشر على الحائط المواجه باتساع أكبر مما تتيجه الخطوط المستقيمة من المصدر الى الحائط ، وأن أشعة الضوء تنحرف انحرافا طفيفا عن الخط المستقيم حين تمر بأطراف جسم معتم ، وقد أفضت هذه الكشوف وغيرها بجريمالدى الى قبول الرأى الذى ألمع اليه ليوناردو دافنشي ؛ وهو أن الضوء يتحرك فى موجات متسعة . ووافق هوك ، ولكن هويجنز هو الذى أثبت نظرية الموجات التى مازالت شائعة بين الفيزيائيين . وفى كتاب آخر من عيون العلم الحديثة يدعى « رسالة فى الضوء » (١٦٩٠) أورد هويجنز النتائج التى توصل اليها من دراسات بدأت قبل اثنتى عشرة سنة : وهى أن الضوء تنقله مادة افتراضية سماها « الأثير » (عن المرادف اليونانى للسماء) ، وتصور أنها تتألف من أجسام صغيرة ، قاسية ، مرنة ، تنقل الضوء فى موجات دائرية متعاقبة تنتشر خارجة من المصدر المضيء . وعلى هذه النظرية أسس قوانين الانعكاس ، والانكسار المزدوج ، وعزا للحركة المغلفة للأمواج قدرة الضوء على الحركة حول الاركان والاجسام المعتمة ، وفسر الشفافية بأن افترض أن جزيئات الاثير من الدقة بحيث تستطيع أن تسافر حول الجزيئات التى تؤلف السوائل والجوامد الشفافة وبينها . ولكنه اعترف بعجزه عن تعليل الاستقطاب ، وهذا من أسباب رفض نيوتن لفرض الموجات وتفضيله نظرية الجريئات الضوئية .

ولم يحرز القرن السابع عشر غير تقدم متواضع فى دراسة الكهرباء بعد العمل الذى قام به جلبرت وكيرشر فى ميدان المنغنطيسية ، وكابيو فى التنافر الكهربى . وقد درس هالى تأثير المغنطيسية الارضية فى ابر البوصلة ، وكان أول من تبين الصلة بين مغنطيسية الأرض والفجر الكاذب aurora borealis (١٦٩٢) . ووصف جويريكى فى ١٦٧٢ بعض تجاربه فى كهرباء الاحتكاك . فالكرة من الكبريت ، بعد أن أديرت على يده ، جذبت الورق ، والريش ، وغيرهما من الاجسام الخفيفة ، وحملتها معها فى دورانها ، وقد ربط بين هذا وبين حركة الارض اذ تحمل معها الاجسام التى على سطحها أو بقربه . وتحقق من التنافر الكهربى اذ أثبتت أن الريشة اذا وضعت بين الكرة المكهربة وأرضية الحجرة تقفز الى أعلى وأسفل من الواحدة الى الأخرى . وكان رائدا فى دراسة التوصيل ، اذ برهن على أن الشحنة الكهربية تستطيع

أن تسافر على خيط من الكتان ، وان الأجسام يمكن أن تتكهرب بتقريبها من الكرة المكهربة . وقد ابتكر فرانسس هوكسبى ، عضو الجمعية الملكية (١٧٠٥ - ٩) طريقة أفضل لتوليد الكهرباء بادارته كرة زجاجية مفرغة دورانا سريعا ، ثم وضعها على يده ، وقد انبعث من الاحتكاكات شرر طوله بوصة أحدث ضوءا يكفى للقراءة . وشبه انجليزى آخر يدعى وول ، صوت وضوء شرر مماثل أحدثه ، بالرعد والبرق (١٧٠٨) . وعقد نيوتن نفس المقارنة فى ١٧١٦ ، وأكد فرانكلن العلاقة فى ١٧٤٩ . وهكذا نرى الكون الهائل المستغلق ، سنة بعد سنة ، وعقلا بعد عقل ، يفضي بنتفه مغرية من سره المكنون .

٦ - الكيمياء

شهد هذا القرن الرائع علم الكيمياء يتطور من تجارب الخيمياء وأوهامها . وكانت الصناعة منذ زمن تجمع المعرفة الكيميائية عن طريق عمليات صهر الحديد ، ودبغ الجلود ، ومزج الاصباغ ، وتخمير العجة ، ولكن فحص المواد فى تركيبها ، واتحادها ، وتحولها ، كان فى أغلبه متروكا للمشتغلين بالخيمياء الباحثين عن الذهب ، أو للصيادلة المجهزين للعقاقير . أو للفلاسفة - من ديموقريطس الى ديكارت - الحائرين فى تركيب المادة . وقد حاول اندرياس ليبافيوس فى ١٥٩٧ ، وجان فان هيلمونت فى ١٦٤٠ ، الدخول الى علم الكيمياء ، ولكن كلا الرجلين شارك الخيميائيين أملهم فى تحويل المعادن « الخسيسة » ذهبا . وقام بويل نفسه بتجارب بهذا الهدف . ففى ١٦٨٩ حصل على الغاء لقانون انجليزى قديم ضد «تكثير الذهب والفضة (٤٣) » ، وعند وفاته (١٦٩١) خلف لمنفذى وصيته كمية من التراب الاحمر وتعليمات بمحاولة تحويلها الى ذهب (٤٤) . والآن وقد أصبح تحويل المعادن « كلشيها » للكيمياء ، فان فى وسعنا أن نشيد بالعلم الذى انطوت عليه الخيمياء بينما ندين اللهفة على الذهب ونخفيها .

وكانت أعظم لطمة وجهت الى الخيمياء هى نشر كتاب بويل « الكيميائى الشكاك » (١٦٦١) وهو أول كتاب من عيون تاريخ

الكيمياء . وقد اعتذر فيه عن « السماح » لبحثه هذا « بأن يذاع وهو مبتور ناقص على هذا النحو (٤٥) » . ولكنه ـ وهو يعانى من علل كثيرة ـ عديم الثقة فى أنه سيعمر طويلا . على أن مما يعـــزيه « أن يلحظ أن الكيمياء بدأت أخيرا تحظى بما هى جديرة به حقا من رعاية العلماء الذين كانوا من قبل يحتقرونها (٤٦) » . ووصف كيمياءه بأنها شكاكة لأن من رأيه رفض جميع التفسيرات الغيبية والخصائص السحرية لأنها « محراب الجهل » وهو مصمم على الاعتماد على « التجـارب لا الأقيسة المنطقية (٤٧) » . وقد هجر ذلك التقسيم التقليدى للمادة الى العناصر الاربعة ، الهواء ، والنار ، والماء ، والتراب : وقال ان هذه مركبات لا عناصر ، أما العنـــاصر الحقيقية فهى على الأصـــح « أجسام معينة بدائية وبسيطة ، أو غير مختلطة اطلاقا ، ولأنها ليست مؤلفة من أى أجسام أخرى أو من بعضـــها البعض » فهى المكونات لجميع المركبات ، ويمكن ن تحلل اليهاكل المركبات . ولم يقصـد أن العناصر هى المكونات النهائية للمادة ، فهـــذه العناصر الطبيعيـة المتناهية الصغر هى فى رأيه جزيئات دقيقة لا ترى بالعين المجردة ، مختلفة شكلا وحجما ، كذرات لوكيبوس . ومن تنوع هذه الجزيئات وتحركها ، ومن اتحادها فى « كريات » ، تنشأ كل الاجسام ، وكل صفاتها وأحوالها ، كاللون ، والمغنطيسية ، والحـــرارة ، والنار ، وذلك بطرق وقوانين ميكانيكية خالصة .

وقد استهوت النار العلماء استهواءها للحالمين عند المدافىء . فما الذى يجعل المادة تحترق ؟ وما تفسير هذه الالسنة الدائمة التغير من اللهب الجميل ، العاتى ، الرهيب ؟ فى سنة ١٦٦٩ رد كيميائى ألمانى يدعى يوهان بيشير كل « العنـــاصر » الى عنصرين ـ المـــاء والتراب ، وسمى شكلا من أشكال التراب ، « التراب الزيتى »، الذى اعتقد بوجوده فى جميع الاجسام القابلة للاشتعال ، وهـــذا هو الذى يحترق . وفى القرن الثامن عشر سنرى جيورج شتال ـ الذى اتبـــع هذا الرأى الخاطىء ـ ينحرف بالكيمياء عشرات السنين بنظـــرية مماثلة هى نظرية اللاهوب phlogiston . على أن بويل سـلك مسلكا آخر . فقد لاحظ أن مواد محترقة مختلفة تكف عن الاحتراق فى الفراغ ، فاستنتج أن « فى الهواء جوهرا حيويا صغيرا ... يعين

على انعاش حيويتنا واسترجاعها (٤٨) » • وتقدم معاصره الاصـــغر جون مايوو ، وكان هو أيضا ينتمى للجمعية الملكية ، (١٥٤٧) صوب نظريتنا الحالية عن النار بأن افترض أن من بين مكونات الهواء مادة تتحد بالمعادن حين تتكلس (تتأكسد) ، واعتقد ان مادة مماثلة تدخل أجسامنا فتغير الدم الوريدى الى دم شريانى • وكان لابد أن تنقضي مائة عام قبل أن يكتشف شيل وبريستلى الأوكسجين نهائيا •

وحوالى عام ١٦٧٠ اكتشف كيميائى ألمانى يدعى هينيج براند أن فى استطاعته أن يحصل من بول الانسان على مادة كيميائية تتوهج فى الظلام دون تعريض تمهيدى للضوء • وعرض كيميـائى من درســدن يدعى كرافت هذا النتاج الجديد أمام تشارلز الثانى بلندن فى ١٦٧٧ • ولم يستطع بويل أن يستخلص من كرافت المتكتم الا الاعتراف بأن المادة المضيئة « شيء ينتمى الى جسم الانسان (٤٩) » • وكان فى الاشـــارة ما يكفى ، فسرعان ما حصل بويل على كميته من الفوســـفور ، وأثبت بسلسلة من التجارب كل ما نعرفه الى الآن عن توهج ذلك العنصر • وكان النتاج الجديد يكلف المشترين ست جنيهات (٣١٥ دولارا ؟) للأوقيـة رغم وفرة مصدره •

٧ ـ التكنولوجيـــا

كانت الصناعة ـ الى القرن التاسع عشر ـ تحفز العلم أكثر ممـــا يحفز العلم الصناعة ، وكانت المخترعات الى القرن العشرين تخترع فى المختبر أقل مما تخترع فى المتجر أو الحقل • ولعل العمليتين سـارتا جنبا الى جنب فى أهم الحالات جميعا ، وهى تطوير الآلة البخارية •

وقد صنع هيرو الاسكندرى ، فى القرن الثالث الميلادى أو قبله ، عدة آلات بخارية ، ولكنها على قدر علمنا كانت تستعمل لعبا أو عجائب تسلى الجماهير أكثر منها أجهزة تحل محل الطاقة البشرية • وفى أوائل القرن السادس عشر وصف ليوناردو دافنتشي بندقية تســتطيع بضغط البخار أن تدفع مسمارا جديديا مســافة ألف ومائتى ياردة ، ولـــكن مخطوطاته العلمية لم تنشر الا عام ١٨٨٠ • وقد ترجمت بعض كتـابات هيرو اليونانية الى اللاتينية فى ١٥٧٥ ، والى الايطالية فى ١٥٨٩ •

وذكر جيروم كاردان (١٥٥٠) وجامباتستا ديللا بورتا (١٦٠١) أن فى الامكان احداث فراغ بتكثيف البخار ، ووصف بورتا آلة لاستخدام ضغط البخار لرفع عمود من الماء • ومثل هذه الاستخدامات للبخـــار المتمدد اقترحها سالومون دكاوس بباريس فى ١٦١٥ وبرانكا بروما فى ١٦٣٠ • وحصل ديفد رامسي من تشارلز الاول ملك انجلترة على براءة بآلات « لرفع الماء من الحفر المنخفضة بالنار ••• وتشغيل أى نوع من المصانع على المياه الساكنة بالحركة المستمرة ، دون مساعدة من الرياح أو الأثقال أو الخيل (٥٠) » • وفى ١٦٦٣ حصل ادوارد سومرست ، مركيز ورستر ، من البرلمان على احتكار مدته تسـعة وتســعون عاما لـ « أعجب عمل فى العالم كله » ـ وهو « آلة تتحكم فى الماء » ترفع الماء لارتفاع أربعين قدما (٥١) ، وبهذه الآلة أراد أن يشغل المصـــانع المائية لجزء كبير من لندن ، ولكنه مات قبل أن ينفذ خطته • وحوالى ١٦٧٥ اخترع صموئيل مورلاند ، كبير ميكانيكية تشارلز الثانى ، المضخة الكابسة ، وفى ١٦٨٥ نشر أول وصف دقيق لقوة تمدد البخـــار • وفى ١٦٨٠ صنع هوبجنز أول آلة غازية باســطوانة ومكبس تدار بالقـــوة المددة للبارود المتفجر •

وذهب دنى بابان ، المســاعد الفرنسي لهويجنز ، الى انجـلترة واشتغل مع بويل ، ونشر عام ١٦٨١ وصفا لـ « مهتضمة digester " ـ وهى حلة ضغط لتطرية العظم بماء يغلى فى اناء مقفل • ولكى يمنع انفجار الاناء وصل بقمته انبوبة يمكن ان تفتح اذا بلغ الضغط نقطـــة معينة ، وقد لعب « صمام الأمن » الأول هذا دورا منقـــذا فى تطوير الآلة البخارية • وزاد بابان على ذلك بأن أثبت أن قوة البخـــار يمكن نقلها غازيا بأنبوبة من مكان لآخر • ولما انتقل الى ماربورج بالمانيـــا عرض (١٦٩٠) أول آلة استعمل فيها تكثيف البخار ، الذى يحـــدث فراغا ، لدفع مكبس • وقد ألمع الى قدرات هذه الآلة على قذف القنابل ، ورفع المياه من المناجم ، ودفع المراكب بعجلات تغديف ، وفى ١٧٠٧ (أى قبل قرن بالضبط من ابحار سفينة فولتون « كليرمون » مصـعدة على نهر هدسون) استخدم آلته البخـارية فى تســيير زورق بدولاب تغديف على نهر فولدا بكاسل (٥٢) • ولكن الزورق تحطـــم ، وثبط الحكام الالمان تطوير القوة المكنيـة لاطمئنانهم الى الاوضاع الراهنـــة آنئذ ، وربما لخوفهم من انتشار البطالة .

وعرض توماس سافوى على مجلس البحرية بانجلترة جهازا مماثلا حوالى ١٧٠٠ ، ولكن الجهاز رفض بهذا التعليق ـ فيما روى ـ « أى شأن للمتطفلين الذين لا صلة لهم بنـــا بتصميم أو اخـــتراع أشـــياء لنا ؟ (٥٤) » وقدم سافوى عرضا لاختراعه على نهر التيمـــز ، ولكن البحرية رفضته ثانية . وفى ١٦٩٨ سجل أول آلة بخارية استعملت فعـلا فى ضخ الماء من المناجم . وفى ١٦٩٩ منح براءة خولت له لمدة أربعـة عشر عاما « احتكار استعمال اختراع جديد ... لرفع المـاء واحـداث الحركة بقوة النار الضاغطة ، سيكون ذا فائدة كبرى فى نزح المناجم ، وتوفير المياه للمدن ، وتشغيل المضانع بجميع أنواعها (٥٥) » على أنه تبين أن آلات سافوى غالية وخطرة . فقد كان لها صنابير للقياس ولكن لم يكن لها صمامات أمن ، وكانت عرضة لانفجارات الغلايات ، ومع أنها استخدمت فى بعض المناجم لنزح الماء منها ، الا أن أصحاب المناجـم عادوا سريعا الى استخدام الخيل فى هذه المهمة .

عند هذه النقطة من القصة نلتقى مرة أخرى بروبرت هـــوك . ويروى معاصر موثوق بروايته أنه حوالى ١٧٠٢ كان يتبادل الرســائل مع تاجر حديد وحداد يدعى توماس نيوكومن حول امكان استخدام مبدأ المضخة الهوائية فى احداث القوة المكنية . كتب يقول « اذا استطعت أن تحدث فراغا سريعا تحت اسطوانتك الثانية انتهى عملك (٥٦) » ويلوح أن نيوكومن كان يجرى تجارب على آلة بخارية ، هنا اتصـــل العلم والصناعة اتصالا مرئيا . ولكن هوك كان شكاكا ، فتخلى عن التجربة ، وفاتته فرصة مرة أخرى . وانضم نيوكومن الى سمكرى يدعى جون كولى فى صنع آلة بخارية (١٧١٢) ـ بذراع متذبذب ، ومكبس ، وصـمام أمن ـ يمكن الركون اليها فى القيام بعمل شاق دون خطر الانفجـار ، وبقدرة كاملة على التحكم الذاتى . واستمر نيوكومن حتى وفاته (١٧٢٩) فى تحسين آلته ، ولكن فى وسعنا أن نؤرخ ـ من براءة ســافوى فى ١٦٩٩ ، وآلة نيوكومن فى ١٧١٢ ـ ، بداية الثورة الصـــناعية التى ستغير فى القرنين التاليين وجه الدنيا وهواءها .

٨ ـ الاحيـــاء

مدث جماعة الباحثين الممتازة التى صنعت مجد الجمعية الملكية

أبحاثها الى علوم الحياة • فأوضح هوك بالتجربة ما قرره من قبـــل السر كينيلم ديجبى ـ ذلك « المشعوذ الكبير » كما دعاه ايفلين(٥٢) : وهو أن النباتات تحتاج الى الهواء لتحيـــا • فعرض بذرة خس فى التربة فى العراء ، وفى نفس الوقت بذرة مماثلة فى تربة مماثلة فى حجرة مفرغة ، ونمت البذرة الاولى بوصة ونصفا فى ثمانيـة أيام ، أما الثانية فلم تنم على الاطلاق • ووحد هوك بين جزء الهواء المستعمل فى الاحتراق وبين الجزء المستعمل فى تنفس النبات والحيوان ، ووصف هذا الجزء المستهلك بأنه نترى الطبيعـة (١٦٦٥) • وأوضـــح أن الحيوانات التى توقف تنفسها يمكن الابقاء على حياتها بنفخ الهواء فى رئاتها بمنفاخ • واكتشف البناء الخلوى للنسيج الحى ، وأخترع لفظ « الخلية cell » لدلالة على مركباته العضـوية • ورأى أعضـاء الجمعية من خلال مكروسكوبه فى ابتهاج خلايا الفلين الذى قدر هوك أن البوصة المكعبة منـه تحـوى ١ر٢٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ خليـة • ودرس هستولوجيا (علم الانسجة) الحشرات والنبـاتات ، وعرض رسـوما طريفة لها فى كتابه « ميكروجرافيا » • لقد وقف هـوك دائمـا قاب قوسين أو أدنى من جاليليو ونيوتن •

وأسهم عضو آخر فى الجمعية هو جون راى فى اضفاء الشـكل الحديث على علم النبات • وكان ابن حداد ، ولكنه شق طريقـه الى كمبردج ؛ وأصبح زميلا لكلية ترنتى ، ورسم قسا انجليكانيا • وقـد أخلص للدين والعلم على السواء ، شأنه فى ذلك شأن بويل • واستقال من زمالته لأنه أبى التوقيع على « قانون التوافق » (١٦٦٢) الذى يتعهد موقعه بعدم مقاومة تشارلز الثانى ، وانطلق مع تلميذه فرانسس ويلاجبى فى رحلة يجوبان فيها أوربا لجمع البيانات اللازمة لوصـف منظم لملكتى الحيوان والنبات • واضطلع ويلاجبى بعلم الحيوان ، ولكنه مات بعد أن أكمل الفصول الخاصة بالطيور والأسـماك • وفى ١٦٧٠ أصدر راى " Catalogus Plantarum Angliae " قائمة بنبـات انجلترة » أصبحت اطار علم النبات الانجليزى • واقترح راى « طريقة جديدة لتقسيم النبات » ـ مستعينا فى ذلك بما وضعه يواقيم يونجيوس فى ١٦٧٨ من مصطلحات محسنة وتصنيف منقح ، فقسم كل الزهـريات الى ثنائية الفلقة dicotyledons وآحادية الفلقة monocotyledons

حسب ورقتيها أو ورقتها الجنبية المرافقة للبذور . وأكمل مهمته الكبرى فى رائعة من روائع العلم الحديث ، هى كتابة الضـــخم ذو المجلدات الثلاثة « Historia Generalis Plantarum تاريخ النبات العـام » (١٦٨٢ ـ ١٧٠٤) ، الذى وصف ١٨ر٦٢٥ نوعا من أنواع النبـــات . وكان راى أول من اســتعمل كلمـــة « نوع species » بمعنـــاها البيولوجى ، وهو مجموعة من الكائنات الحية مشتقة من والدين مماثلين وقادرة على توليد نوعها . وهذا التعريف ، مضـــافا اليـه ما أتى به لينايوس بعد ذلك من تصنيف (١٧٥١) ، هيأ للجدل حـول أصـــل الأنواع وقابليتها للتغير ، وفى غضون ذلك نشر وحقق مخطـــوطات ويلاجبى عن علم الأسماك ichthyology وعلم الطيور ornithology وأضاف موجزا منهجيا عن ذوات الاربع (١٦٩٣) فأتاح لعلم الحيوان الحديث أول تصنيف علمى حقيقى للحيوان (٥٨) . لقد كان النظـام أول القوانين عند راى .

وقد تبين علماء النبات ، حتى فى العصور القديمـة ، أن بعض النباتات يجوز أن توصف بأنها مؤنثة لأنها تحمل ثمرا ، وبعضها مذكرة لأنها لا تثمر ، ولاحظ تيوفراستوس فى القرن الثالث قبـــل المسيح أن نخلة البلح لا تثمر الا اذا هز فوقها طلع الذكر ، ولكن هذه الافكار كانت قد نسيت تقريبا . وفى ١٦٨٢ أضاف نحميا جرو عضو الجمعية الملكيـة سحرا جديدا للزهور بتأكيد جنسانية النباتات تأكيدا قاطعا . ذلك أنه فى دراسته نسيج النبات تحت المكروسكوب ، لاحظ المســـام التى فى السطح الاعلى للاوراق ، وألمح الى أن الاوراق أعضاء التنفس . ووصف الازهار بأنها أعضاء التناسل ، فالمدفة pistil مؤنثة ، والســـداة stamen مذكر ، واللقاح pollen بزرة . وافترض خطأ أن جميع النباتات خنثوية hermaphrodites ، تجمع بنيتى الذكر والانثى فى كائن حى واحد . وفى ١٦٩١ أثبت رودلف كاميراريوس ، أســتاذ النبات فى توبنجن ، بشكل قاطع جنسانية النبـــاتات (sexuality) اذ أثبت أنها لا تثمر بعد ازالة المئبر anther وهو جزء السداه المحتوى على اللقاح .

وفى نفس اليوم (٧ ديسمبر ١٦٧١) الذى تلقت فيـه الجمعية الملكية اللندنية أول مقالات جرو « بداية تشريح الخضر » ، تلقت أيضا

مخطوطا من مارتشيللو ملبيجى البولونى ، نشرته (١٦٧٥) باسم لاتينى Anatomes Plantarum Idea ، وكان استعمال اللاتينية مازال ييسر دولية العلم • وقد اقتسم مالبيجى مع جرو شرف ارساء دعائم هستولوجيا النبات ، ولكن اسهامه الكبير كان فى علم الحيوان • وفى ١٦٧٦ أثبت ماريوت ـ بتحليله الكيميائى لمخلفات النباتات والتربة التى نمت فيها ـ أنها تتشرب العناصر الغذائية فى الماء الذى تمتصه من التربة • ولم يتبين ماريوت ، ولا جرو ، ولا مالبيجى ، قدرة النباتات على أن تأخذ غذاءها من الهواء ، ولكن عمليتى التغذية والتناسل اللتين اكتشفتا الآن كانتا تقدما هائلا على تعليل أرسطو الغامض لنمو النباتات بما لـ « النفس النباتية » من تطلعات الى التمدد •

وفى عام ١٦٦٨ أصيبت فكرة قديمة شائعة بأول صدمة من صدمات عديدة ، حين نشر فرانشسكو ريدى الاريتسوى كتابه « تجارب فى توالد الحشرات » ـ وهى تجارب تنحو الى نفى التولد الذاتى abiogenesis وهو التولد التلقائى للكائنات الحية من المادة غير الحية • فالى النصف الثانى من القرن السابع عشر كانت الفكرة التى آمن بها الجميع تقريبا (فيما عدا استثناء بارزا هو وليم هارفى) هى أن فى الامكان توالد الحيوانات والنباتات الدقيقة فى القذر أو الوحل ، لا سيما فى اللحم المتحلل ، وهذه الفكرة تكمن وراء عبارة شكسبير « الشمس التى تولد الدود فى الكلاب الميتة (٥٩) » • وقد أثبت ريدى أن الدود لا يتكون على اللحم المحمى من الحشرات ، بل على اللحم المكشوف • وقد صاغ النتيجة التى خلص اليها فى عبارته " Omne vivum ex ovo " كل حى يخرج من بيضة أو بزرة » • ولما اكتشفت الاوليات (البرزويات Protozoa) ، انبعثت حجج القائلين بالتولد التلقائى من جديد ، وقد رد عليهم سباللانزانى فى ١٧٦٧ ، ثم باستير فى ١٨٦١ •

كان الكشف عن تلك الكائنات ذات الخلية الواحدة التى سميت فيما بعد بالبروتوزوا أهم اسهام أسهم به هذا العصر فى علم الحيوان • وكان انطون فان ليوفينهويك هولنديا من ديلفت ، ولكنه أنهى ـ عن طريق الجمعية الملكية بلندن ـ النتائج العلمية التى توصل اليها خلال أربعين سنة من سنى عمره الواحدة والتسعين • كان سليل أسرة من صناع الجعة الاثرياء ، فاستطاع أن يقنع بوظائف أتاحت له من الفراغ

أكثر مما أعطته من راتب ، وانقطع لدراسة عالم الحياة الجديد كما كشف عنه المكروسكوب ، باصرار من افتتن بهذا العـــلم . وكان يملك ٢٤٧ مكروسكوبا ، صنع معظمها بنفسه ، وكان مختبره يتألق بعدسات بلغت ٤١٩ ، ربما شحذ بعضها سبينوزا ، الذى ولد فى نفس ســـنة مولده (١٦٣٢) وفى نفس وطنه . وقد حرص بطرس الاكبر وهو بديلفت فى ١٦٩٨ على أن يحدق فى الكائنات خلال مكروسكوبات ليوفينهويك. فلما وجه هذا العالم (١٦٧٥) أحدها لدراسة بعض ماء المطر الذى سقط فى قدر قبل أيام ، راعه أن يرى « حيـــوانات صـــغيرة بدت لى أصغر عشرة آلاف مرة من تلك التى وصفها المسيو سوامردام والتى سماها براغيث الماء أو قمل المـــاء ، والتى يمكن أن ترى فى المـــاء بالعين المجردة (٦٠) » ، ثم وصف كائنا نعرفه الآن باسم الجيبون الناقوسي (Vorticella) bell animalecule . ويلوح أن هذا كان أول وصـــفه للبروتوزون . وفى ١٦٨٣ اكتشف ليوفينهويك كائنات أصـغر حتى من تلك ــ وهى البكتريا . وجدها أولا على أسنانه ، وقال مستدركا « مع أننى أحافظ عادة على نظافة أسنانى التامة » ، وأذهل بعض جيرانه حين فحص بصاقهم وأراهم تحت المكروســـكوب « عددا عظيمـــا من المخلوقات الحية » فيه (٦١) . وفى ١٦٧٧ اكتشف البزيرات المنـوية فى ماء الذكر : وتعجب من اسراف الطبيعة فى جهاز الانسال : فقـــد قدر أن هناك ألف بزيرة فى كمية صغيرة من منى الرجـــل ، وحسب أن هناك ١٥٠ بليونا من البزيرات فى لقح سمكة واحـــدة من ســـمك الكود ــ وهو ما يزيد عشرة أضعاف على عدد السكان الذين يحتـــويهم العالم لو كانت كل أقاليمه غاصة بالسكان كالأراضي المنخفضة .

وكان جان سوامردام أصغر من ليوفينهويك بخمس ســـنوات ، ولكنه سبقه الى القبر بثلاث وأربعين سنة . كان رجلا ذا جرأة ، ورغبات مشبوبة ، وعلل ، وأهداف متقلبة ، كف عن جهـــوده العلميـــة فى السادسة والثلاثين ، وأفنى عمره وهو فى الثالثة والاربعين (١٦٨٠). نذر خادما للدين ، ولكنه هجر اللاهوت الى الطب . فلما نال درجة الطب انقطع للتشريح . وقد أولع بالنحل ، لا سيما بأمعائه ، وكان ينفق نهاره فى تشريحه ، وليله فى كتابة التقارير ورسم الرســـوم عن كشوفه . فلما فرغ من بحثه القيم فى النحل (١٦٧٣) انهار بدنيا ،

وما لبث أن طلق العلم لأنه مطلب مسرف فى الدنيـــوية ، وعاد الى الدين • وبعد موته بسبع وخمسين سنة جمعت مخطوطاته ونشرت باسم Biblia Naturae (كتاب الطبيعة المقدس) • وقد احتـــوى الكتاب فى تفصيل دقيق غاية الدقة على وصف لحيـــاة اثنتى عشرة حشرة نموذجية ، منها ذبابة مايو ونحلة العسل ، ودراسات مكروسكوبية للحبار squid والحلزون ، والبطلينوس clam والضفدعة • كذلك وردت فى الكتاب أوصاف للتجارب التى أثبت بها سوامردام أن العضلات فى الأنسجة المقطوعة من جسم حيوان يمكن جعلها تتقلص بأثارة العصب الرابط • وقد رفض نظرية التولد التلقائى كما رفضها ريدى ، وزاد بأن بين أن اللحم المتحلل لا يحدث الكائنات الدقيقة ، بل ان هذه الكائنات هى التى تحدث التحلل فى المادة العضوية • وقد أسس سوامردام فى حياته القصيرة علم الحشرات الحديث ، وأرسي لنفسه مكانة رجـل من أدق الملاحظين فى تاريخ العلم • ورجوعه من العلم الى الدين تشخيص لتردد الانسان الحديث بين بحث عن الحقيقة يسخر من الأمل ، وانتكاس الى الآمال التى تجفل من الحقيقة •

٩ ـ التشريح والفسيولوجيا

أسلم جسم الانسان بعد اخضاعه للمكروسكوب بعض أسراره الدفينة لجيش العلم الزاحف • ففى عام ١٦٥١ تتبع جان باكيه سير الأوعيـــة اللبنية ، وفى ١٦٥٣ كشف أولوف روربيك ، وموطنه أوبسالا ، الجهاز اللنفاوى ، ووصف هذا الجهاز توماس مارتولين ، وموطنه كوبنهاجن ، وفى ١٦٦٤ اكتشف سوامردام الصمامات اللنفاوية وفى ذلك العام أوضح صديقه رينيه دجراف وظيفة البنكرياس والصفراء وعملهما • وفى ١٦٦١ اكتشف صديق آخر هو نيقولاوس ستينو قناة (لا تزال تحمل اســمه) هى قناة الغدة النكفية ، وبعد سنة القنوات الدمعية للعـــين ، وخص جراف بدراسته تشريح الخصيتين والمبايض ، وفى ١٦٧٢ وصــف لأول مرة تلك الأكياس حاملة البيض التى أطلق عليها هالر تكريما له حويصلات جراف • وترك بارتولين بطاقته على جسمين بيضـــاويين ملاصــقين للمهبل ، واكتشف وليم كوبر (الطبيب لا الشاعر) فى ١٧٠٢ الغـــدد التى تفرغ افرازها فى مجرى البول وأطلق عليها اسمه • كذلك ترك فرانشسكوس سيلفيوس توقيعه على شق فى المخ (١٦٦٣) (وكان المعلم

المحبوب لجراف ، وسوامردام ، وستينو ، وويليس فى ليدن) • ونشر توماس ويليس ، أحد مؤسسي الجمعية الملكية ، فى عام ١٦٦٤ كتـــابه " Cerebri Anatome تشريح المخ » الذى كان أكمل وصف للجهاز العصبى الى ذلك التاريخ ، ولا تزال تحمل اســمه « دائرة ويليس » ، وهى شبكة سداسية من الشرايين فى قاع المخ •

أما ألمع مشرحى العصر فهو مارتشيللو مالبيجى ، الذى ولد قرب بولونيا فى ١٦٢٨ ونال درجته الطبية منها ، وبعد أن عمل استاذا عدة سنوات فى بيزا ومسينا عاد الى بولونيا ، ودرس الطب فى جامعتهـــا خمسة وعشرين عاما • وبعد أن اشتغل بالتشريح المكروسكوبى للنبات ، ركز عدساته على دودة القز ، وسجل كشوفه فى دراسة ممتازة • وفى هذا البحث أوشك أن يفقد بصره ، ومع ذلك كتب يقول « خلال قيامى بهذه البحوث تكشف أمام عينى الكثير جدا من معجزات الطبيعة حتى استشعرت لذة باطنية لا قدرة لقلمى على وصفها (٦٢) » • ولا بــد أن قد خالجه ما خالج الشاعر الانجليزى كيتس وهو يطـــالع لأول وهلة ترجمة تشابمن لهوميروس ، حين رأى (١٦٦١) فى رئتى الضفدعة كيف ينتقل الدم من الشرايين الى الأوردة فى أوعية سماها « الشعيرات » لدقتها المتناهية ، وقد وجد شبكة من هذه الشعيرات حيثما تحول الدم الشريانى الى دم وريدى ، وهكذا وضح الجهـــاز الدورى لأول مــرة أثناء دورته •

على أن هذا لم يكن ســوى جـــزء من اســـهامات مالبيجى فى التشريح ، وان كان أهم أجزائها • فقد كان أول من أثبت أن حلمات اللسان أعضاء للتذوق ، وأول من ميز الكرات الحمراء فى الدم (ولكنه ظنها خطأ كريات من الشحم) ، وأول من وصف بدقة الدورتين العصبية والدموية فى الجنين ، وأول من وصف هستولوجيا قشرة المخ والحبل الشوكى ، وأول من أتاح الوصول الى نظرية عملية للتنفس بوصفه الدقيق للبناء الحويصلى للرئتين • واسمه منتشر بحق على أجسادنا فى « الحزم المالبيجية » أو حلقات من الشـــعريات ، فى الكلى ، وفى « الكريات المالبيجية » فى الطحال ، وفى « الطبقة المالبيجية » فى الجلد • وكثير من كشوفه وتفسيراته تحداه معاصروه ، ولكنه دافع عن نفسه بقوة ، وانتصر فى معاركه وان كلف هذا النصر أعصابه عنتا • وقد أرســـل

الى الجمعية الملكية بلندن تقريرا عن جهوده ، وكشوفه ، وجدلياته ، وكأنه كان يعرض هذه كلها على محكمة العلم العليا فى جيله ، ونشرت الجمعية هذا التقرير سيرة ذاتية بقلمه • وفى ١٦٩١ عين طبيبا خاصا للبابا انوسنت الثانى عشر ، ولكنه توفى عام ١٦٩٤ من اصابة بالفالج • وكشفه للشعيرات من المعالم فى تاريخ التشريح ، وعمله فى جملته أرسي دعائم علم الهستولوجيا •

واذ تقدم البحث فى التشريح أماط اللثام عن أوجه شبه كثيرة جدا بين أعضاء الانسان والحيوان ، حتى لقد اقترب بعض الطلاب من نظرية التطور • ففى عام ١٦٩٩ نشر ادوارد تيزون (الذى اطلق اسمه على الغدد الدهنية للبشرة) كتابا عن « الأورنج ـ أوتانج ، انسان الغابات » • وقد قارن بين تشريح الانسان وتشريح النسناس ، ورأى أن الشمبانزى وسط بينهما • ولم يمنع علم الاحياء من أن يسبق داروين فى القرن السابع عشر غير الخوف من احداث زلزال لاهوتى •

وانتقلت الأبحاث من التشريح والبنية الى الفسيولوجيا والوظيفة• وكان التنفس الى عام ١٦٦٠ يفسر بأنه عملية تبريد ، أما الآن فقد شبهه أصحاب التجارب العلمية بالاحتراق • فبرهن هوك على أن سر التنفس هو تعرض الدم الوريدى للهواء النظيف فى الرئتين • وأثبت عضو آخر فى الجمعية الملكية هو رتشرد لوور (١٦٦٩) أن الدم الوريدى يمكن تحويله الى دم شريانى بالتهوية ، وان الدم الشريانى يتحول وريديا اذا منع باستمرار من الاتصال بالهواء • ورأى ان أهم عامل فى التهوية هو « روح نترى » فى الهواء • وجريا على هذه المبادرات وصف جون مايو ، صديق لوور هذا العامل النشيط بأنه « جزيئات نترية ـ هوائية » وفى التنفس تمتص الجزيئات النترية ـ فى رأيه ـ من الهواء فى الدم ، ومن هنا كان الهواء فى الزفير أخف وزنا وأقل حجما منه فى الشهيق • والحرارة الحيوانية سببها اتحاد الجزيئات النترية بالعناصر القابلة للاحتراق فى الدم ، والحرارة المتزايدة عقب الرياضة تنشأ من فائض الممتص من الجزيئات النترية بسبب التنفس الزائد • يقول مايو ان هذه الجزيئات النترية تلعب دورا رئيسيا فى حياة الحيوان والنبات •

وقد أفضي تفسير العمليات الحيوية الى جدل من أبقى ما وعاه تاريخ العلم الحديث • ذلك أنه كلما أوغلت الفسيولوجيا بمزيد من

الفضول فى تشريح الانسان ، بدا أن الوظيفة تلو الوظيفة من وظائف الجسم تخضع لتفسير آلى بلغة الفيزياء والكيمياء • فلاح أن التنفس اتحاد بين التمدد ، والتهوية ، والانقباض ، وأن وظائف اللعاب ، والصفراء ، والعصارة البنكرياسية ، كيميائية لاخفاء فيها ، وأن جان ألفونسو بوريللى قد استكمل (١٦٧٩) التحليل الآلى للحركة العضلية • واعتنق ستينو، الكاثوليكى الغيور ، الرأى الآلى فى العمليات الفسيولوجية ، ورفض عبارات جالينوس الغامضة من أمثال « الأرواح الحيوانية » لأنهـــا « مجرد ألفاظ لا تعنى شيئا » • وبدا الآن مفهوم ديكارت للجسم على أنه آلة مبررا كل التبرير •

ومع ذلك أحس معظم العلماء أن تلك الأجهزة البدنيـــة ما هى الا أدوات لمبدأ حيوى يتجاوز التحليل بلغة الكيمياء والفسيولوجيا • فعزا فرانسس جليسون ، أحد مؤسسي الجمعية الملكية ، للمادة الحية كلها « تهيجية » تتميز بها ــ وهى استهداف للاثارة ــ قال انها لا توجد فى المادة غير الحية • وكما أن نيوتن ، بعد أن رد الكون الى الآلية ، عزا الى الله الدفع المبدئى لآلة العـــالم ، فكذلك افترض بوريللى فى جسم الانسان نفسا هى المصدر لكل حركة حيوانية ، وذلك بعد أن فسر العمليات العضلية تفسيرا آليا (٦٣) • ورأى كلود بيرو ، المعمـــارى والطبيب ، (١٦٨٠) أن الأفعال الفسيولوجية التى تبدو الآن آليـة كانت من قبل ارادية ، تهتدى بارشاد نفس ، ولكنها أصبحت آلية بفعل التكرار الكثير ، وذلك أشبه بتكون العادات ، بل ربما كان القلب ذاته خاضعا لتحكم الارادة فيما مضي (٦٤) • وزعم جيورج شتال (١٧٠٢) أن التغيرات الكيميائية فى النسيج الحى تختلف عن تلك التى ترى فى المختبرات ، لأن التغيرات الكيميائية ــ فى زعمـــه ــ التى تعـــرو الحيوانات الحية تحكمها « حساسية حيوانية anima sensitiva " تنتشر فى جميع أجزاء الجسم • والنفس كما يقول شـــتال تدير كل وظيفة فسيولوجية ، حتى الهضم والتنفس ، وهى تبنى كل عضـــو ، بل الجسم كله ، بوصفه أداة للرغبة (٦٥) • وخيل له أن الأمـــراض طرق تحاول بها النفس التخلص من عائق يعوق عملياتها ، وســـبق نظرية « سيكوسوماتية » (أى جسدية نفسية) من نظريات القـــرن

العشرين بالقول بأن اضطرابات « النفس الحساسة » قد تحدث عللا بدنية (٦٦) ٠

وظلت المفاهيم الحيوية ، بشكل أو آخر ، تحتل مكان الصدارة فى العلم حتى النصف الثانى من القرن التاســـع عشر ٠ ثم استسلمت فترة أمام المكانة الصاعدة للفيزياء الميكانيكية ، ثم بعثت من جديد ،فى ثوب أدبى فتان ، فى كتاب برجسون « التطور الخلاق » (١٩٠٦) ٠ وسيمضي الجدل الى ما شاء الله حتى يقيض للجزء أن يفهم الكل ٠

١٠ ـ الطـــب

جاء أقوى دافع لعلوم الأحياء من حاجات الطب ٠ لقد كان علم النبات ، قبل راى ، أداة الصيدلة ٠ وكانت الصحة « الخير الأعظم » ، وتوسل الرجال والنساء والاطفال اليها بالصلوات ، والنجوم، والملوك، والضفادع ، والعلم ٠ يقول أوبرى (٦٧) ان أحد الاطباء كان قبل أن يصف الدواء للمريض يمضي الى مخـدعه ليصـــلى حتى « تقرنت ركبتاه » فى النهاية من كثرة الصلوات وكان التنجيم لا يزال يتدخـل فى الطب ٠ فقد نصح الجـراح القـــائم على علاج لويس الرابع عشر بألا يحجـم الملك الا فى ربعى القمـــر الأول والأخير « حتى تكون الأمزجة قد تراجعت فى هذا الوقت الى مركز الجسم » (٦٨) ٠ وفى رأى ديفو أن المال الذى انفق على المشعوذين كان كفيلا بالوفاء بالدين القومى (٦٩) ٠ وقد سافر فلامستيد ، فلكى الملك ، أميالا لكى يربت ظهره المشعوذ المشهور فالنتين جريتراكس ، الذى زعم بكل بساطة أنه يشفى من الداء الخنازيرى ، وربما كان فلامستيد واحدا من ١٠٠ر٠٠٠ لمسهم تشارلز الثانى ليشفيهم من هذا الداء الخنازيرى (scrofula) المسمى « داء الملك King's evil » (وهو سل الغدد اللنفاوية وبخاصة فى العنق) ٠ وفى سنة واحدة (١٦٨٢) لمس هذا الحـاكم اللطيف ٨ر٥٠٠ مريض مصاب بهذا المرض ، وفى ١٦٨٤ بلغ التزاحم للوصول اليه حدا ديس معه ستة من المرضي تحت الأقدام حتى ماتوا ٠ ورفض

وليم الثالث أن يواصل التمثيلية • وقال حين حاصر جمع قصره « انها خرافة غبية ، فأعطوا هؤلاء المساكين بعض النقود واصرفوهم » • وفى مناسبة أخرى حين كثر الالحاح عليه ليضع يده على مريض أذعن قائلا « وهبك الله صحة أفضل وعقـــلا أرجح » • وقد اتهمـــه الشـــعب بالكفر (٧٠) •

وتضافرت عيوب عناية الأفراد بصحتهم ونقائص النظافة الصحية العامة مع ذكاء المرض القادر على التكيف • ونشر البغاء الزهرى فى المدن والمعسكرات • وقد استشرى بصفة خاصة بين الممثلين والممثلات ، كما نستنتج من قصة مستورة فى مدام دسفنييه عن « ممثـــل اعتزم الزواج برغم أنه يعانى من مرض خطير معين ، فقال له أحد أصحابه : ويحك ألا تستطيع الانتظار حتى تشفى ؟ انك ستجر البلاء علينـــا جميعا (٧١) » ، وقد مثل القائد الفرنسي فاندوم فى البـــلاط الملكى بغير أنف ، لأنه أعطاها قربانا لبكتريا الزهرى (٧٢) • وكان السرطان يمضي فى طريقه قدما ، وتصف لنا مدام دموتفيل سرطان الثدى (٧٣) وقد وصفت الحمى الصفراء أول مرة عام ١٦٩٤ • وانتشر الجدرى على الأخص انتشارا واسعا فى انجلترة ، ولم يكن هناك علاج معروف له ، وقد ماتت به الملكة مارى ، وابن ملبره • وابتليت أقطـــار بأسرهـــا بالأوبئة لا سيما وباء الملاريا • وذكر توماس ويليس أن انجلترة كلهـــا تقريبا كانت فى ١٦٥٧ أشبه بمستشفى يعالج حمى المـــلاريا (٧٤) • واجتاح الطاعون لندن فى ١٦٦٥ (٧٥) • وقتل فى فيينا سنة ١٦٧٩ ١٠٠ر٠٠٠ ألـــف و ٨٣ر٠٠٠ فى بـــراغ ســـنة ١٦٨١ • وازدادت الامراض المهنية بانتشار الصـــناعة ، وفى ١٧٠٠ أصـــدر برناردينو راماتزينى ، أستاذ الطب فى جامعـــة بادوا ، رســـالة ممتـــازة ، De morbis artificum عن الضرر الذى يصيب النقاشـــين من المواد الكيميائية فى طلائهم ، والعاملين فى الزجاج المعشق من الانتيمون ، والبنائين وعمال المناجم من السل ، والخزافين من الدوار ، والطباعين من أمراض العيون ، والاطباء من الزئبق الذى يستعملونه •

وكان تقدم علم الطب بطيئا فى جو الجهل والفقر • وعطل المهنة شره الأطباء للمال ، فكان بعض الاطباء الذين قاموا بعلاجات ناجحة يرفضون الكشف لغيرهم من الأطباء عن العلاج الذى استخدموه (٧٦)• على أن الأطباء من أعضاء الجمعية الملكية ارتفعوا فوق هذا الشره ، وأشركوا زملاءهم بحماسة فى كشوفهم • وكان هناك الآن مدارس طبية جيدة وفى مقدمتها مدارس ليدن ، وبولونيا ، ومونبلييه ، وعلى العموم كان الحصول على درجة من معهد معترف به شرطا لممارسة الطب قانونيا فى غربى أوربا • واستمر مدرسو الطب على انقسامهم الى مدرستين من مدارس العلاج • فدافع بوريللى عن طريقة العلاج الطبى (iartophysical) ورأى تناول الامراض على أنها اضطرابات فى آلية الجسم • أما سيلفيوس ، الذى طور حجج باراسيلسوس وهيلمونت فقد دافع عن الطريقة الكيميائية (iatrochemical) - وهى طريقة استعمال العقاقير لمقاومة الاضطرابات فى « أمزجة » الجسم ، ومعظمها فى رأيه راجع لزيادة فى الحموضة • وكان أنفع من هذه النظريات العامة تلك الكشوف فى أسباب أمراض معينة ، فوصف سبلفيوس مثلا لأول مرة الدرينات فى الرئتين ، وعزا هذه الاورام المرضية الى السل •

ومن أهم كشوف هذا العصر الجهد الذى قام به ذلك اليسوعى الممتاز ، أثناسيوس كيرشر الفولداوى ، وكان رياضيا ، وفيزيائيا ، ومستشرقا ، وموسيقيا ، وطبيبا ، ويبدو أنه أول من استخدم المكروسكوب فى فحص المرض (٧٧) • وبهذه الوسيلة وجد أن دم ضحايا الطاعون يحتوى على « ديدان » لا حصر لها لا ترى بالعين المجردة • ورأى حييونات مماثلة فى المادة المتعفنة ، وعزا التعفن وكثيرا من الامراض لنشاطها • وكتب تقريرا عن كشوفه فى « البحث فى الأمراض الوبائية Scrutinium Pestis " (روما ١٦٥٨) بين بعبارات صريحة واضحة لأول مرة ما لم يذكره فراكاستورو الا تلميحا فى ١٥٤٦ - وهو النظرية القائلة بأن انتقال الكائنات الحية الضارة من شخص أو حيوان الى آخر هو سبب المرض المعدى (٧٨) •

وتخلف العلاج الطبى عن البحث الطبى ، لأن الذين نبغـوا فى البحث جنحوا الى تأليف طبقـــة متميزة عن ممارسي الطب ، وكان الاتصال بين الفريقين ناقصا • وكانت بعض علاجات العصور الوسطى مازالت توصف للمرضي • وقد سجل أوبرى نجاحا جاء فى غير محله• قال « ان امرأة حاولت أن تسمم زوجها (وكان مريضـا بالاستسقاء) بسلق ضفدعة فى حسائه ، الامر الذى شفاه من مرضه ، وكان هذا هو الظرف الذى عثر فيـــه على الدواء (٧٩) » ودخلت بعض العقاقير الجديدة الفارماكوبيا فى النصف الثانى من القرن السابع عشر : عـرق الذهب ipecacuanha والكسكارة ، والنعناع ••• ووصف الأطـباء الهونديون الشـــاى دواء لكل الأدواء تقريبـــا ترويجـا للتجـــارة الهولندية(٨٠) •

وكان اثنان من الهولنديين أعظم معلمى الطب فى هذا العصر ، وهما سيلفيوس وبويرهافى ، وكلاهما فى ليدن • وقـــد علم هيرمان بويرهافى الكيمياء ، والفيزياء ، والنبات أيضا ، وأقبل عليه الطلاب من شمالى أوربا كلها ، وقد رفع مقـــام الطـب الاكلينيكى باصطحابه تلاميذه الأكثر نضجا فى جولاته اليومية على أسرة المستشفى ، وتعليمهم بالملاحظة المباشرة والعلاج النوعى لكل حالة بمفـردها • وقد ترجمت مؤلفاته الى كل اللغات الاوربية الكبرى ، وحتى الى التركية ، وطبقت شهرته الآفاق حتى بلغت الصين ذاتها •

ووجد الطب الاكلينيكى فى انجلترة أبرع ممثـــل له فى توماس سيدنهام • قضي فى أكسفورد فترتين تفصلهما فترات خدمة فى الجيش، ثم استقر فى لندن ممارسا عاما • وانتهى بالقليل من النظريات والكثير من الخبرة الى فلسفته فى المرض ، الذى عرفه بأنه « جهد من الطبيعة التى تكافح بكل قوتها لترد الى المريض عافيته بالتخلص من المـادة المرضية (٨١) » • وميز بين الأعراض « الجوهرية » التى تحدثها المادة الدخيلة ، والأعراض « العرضية » التى تحدثها مقاومة الجسم لهـــا ، فالحمى مثلا ليست مرضا بل حيلة يتوسل بها الـكائن الحى للدفـــاع عن نفسه • ومشكلة الطبيب أن يعين عملية الدفاع هذه • ومن ثم فقـد امتدح سيدنهام أبقراط لأن « أبا الطب » :

« لم يتطلب من فن الطب أكثر من معاونة الطبيعة اذا وهنت ، وكبحها اذا ازداد عنف جهودها ... ذلك ن هذا المراقب الحكيم وجد أن الطبيعة وحدها هى التى تنهى اختلال الصحة ، وتعمل على الشفاء مستعينة بعقاقير بسيطة ، وأحيانا دون عقاقير على الاطلاق (٨٢) » .

وبراعة سيدنهام فى أنه تبين أن لكل مرض كبير صورا مختلفة ، وكان يدرس كل حالة بتاريخها الاكلينيكى ليشخص نوع المرض الذى تنطوى عليه ، ويوائم بين العلاج والاختلافات النوعية للمرض . ولهذا نراه يميز الحمى القرمزية عن الحصبة ويعطيها اسمها الحالى . وكان معروفا بين الاطباء بلقب « أبقراط الانجليزى » لأنه أخضع النظرية للملاحظة ، والأفكار العامة للحالات الخاصة ، والعقاقير للعلاجات الطبيعية . وقد ظل كتابه Processus Integri طوال قرن من الزمان المرشد للممارس الانجليزى فى العلاج .

وواصلت الجراحة نضالها لتحظى بالاعتراف بها علما محترما . ووجد أكفأ ممثليها أنفسهم بين نارين ، عداء الاطباء وحسد الحلاقين ـ الذين ما زالوا يجرون بعض الجراحات الصغيرة ، ومنها جراحة الأسنان . ولم يستطع جى باتان ، عميد كلية الطب بجامعة باريس ، أن يغتفر للجراحين اتخاذهم زى الأطباء ومسلكهم ، ورمى الجراحين جميعا بأنهم « سلالة من الحمقى ، والمغرورين ، اللئام ، المسرفين ، الذين يطلقون شواربهم ويلوحون بأمواسهم (٨٣) » . ولكن فى عام ١٦٨٦ أجرى الجراح فيلكس جراحة ناجحة على ناسور لويس الرابع عشر ، وسر الملك سرورا عظيما فنفح فيلكس بخمسة عشر ألف جنيه ذهبى ، وخلع عليه ضيعة فى الريف ولقب النبالة . ورفعت هذه الترقية من مكانة الجراحين الاجتماعية فى فرنسا . وفى ١٦٩٩ صدر قانون جعل الجراحة فنا من الفنون الحرة ، وبدأ ممثلوها يحتلون مكانا مرموقا فى المجتمع الفرنسي . وقد وصف فولتير الجراحة بأنها « أنفع الفنون قاطبة » وأنها « الفن الذى بز فيه الفرنسيون سائر أمم الأرض (٨٤) » .

على أن الجراحة الانجليزية كان لها فى هذا العصر مفخرتان على الأقل . ففى ١٦٦٢ قام ج. د. ميجر بحقن الانسان أول حقنة وريدية ناجحة ، وفى ١٦٦٥ ـ ٦٧ نجح رتشرد لوور فى نقل الدم من

حيوان الى أوردة حيوان آخر • وقد سجل بيبيس هذا فى يوميته (٨٥)• ويستفاد من جريدة القيل والقال تلك أن الجراحات كانت تجرى عادة بمخدر ضعيف أو دون مخدر ، فلما أجريت لبيبيس جراحـــة لأزالة حصاة فى مثانته لم يعط كلوروفورما ولا مطهرات ، واكتفى باعطائه « جرعة مهدئة (٨٦) » •

واستمر الناس يهجون الطبيب كما يهجونه فى كل جيـل • فقـــد ساءهم منه أتعابه ، وفخامة مظهره فى عباءته وشعره المستعار وقبعته المخروطية ، وغرور حديثه ، وأخطاؤه القتالة أحيانا • وروى بويل أن كثيرين كانوا يخشون الطبيب أكثر مما يخشـون المرض (٨٧) • وكانت سخريات موليير بالمهنة العظيمة فى أكثرها مزاحا لطيفا من رجل كان حريصا رغم ذلك على الاحتفاظ بعلاقات طيبة مع طبيبه • وبقى ـ بعد أن رشقت السهام كلها ـ أن القرن السابع عشر شهد تقدما مشـــكورا فى علم الطب بفضـــل عشرات الكشـــوف فى التشريح ، والفسيولوجيا ، والكيمياء ، وأن التبادل الدولى للمعرفة الطبية كان فى ازدياد ، وأن كبار الاساتذة كانوا يبعثون تلاميذهم الاكفـــاء الى جميع أرجاء أوربا الغربية ، وأن الجراحة كانت تحسن طرقها وترفع مكانتها ، وأن الاخصائيين كانوا يزدادون معرفة ومهارة ، وأن مزيدا من التدابير كان يتخذ للنهوض بالصحة العامة • وشرعت الحكومات البلدية القوانين التى تكفل النظافة الصحية • وفى ١٦٥٦ ، حين ظهر الطاعون فى روما ، حتم المونسنيور جاستالدى ، المامـور البـــابوى للصحة ، تنظيف الشوارع والمجارى ، وتفتيش السقايات بانتظام ، وتوفير الامكانات العامة لتطهير الملابس ، وتقديم الشهادات الصحية من جميع الاشخاص الذين يدخلون المدينة (٨٨) ، وبازدياد الثروة بنى الناس بيوتا أمتن تستطيع أن تبعد الفيران الى مسافة محترمة فتقلل من انتشار الطاعون • وقد يسرت امدادات أفضل من الميـــاه ـ وهى أول ضرورات الحضارة ـ النظافة للاجسام الراغبة فيها • وأخذ التحضر يصبح ـ بدنيا ـ فى متناول مزيد من الناس •

١١ ـ النتـــائج

كان القرن السابع عشر فى جملته احدى القمم فى تاريخ العلم •

أنظر اليه فى سلمه الصاعد ، ابتداء من بيكون يدعو الناس للكفاح فى سبيل ترقية المعرفة ، وديكارت يزاوج بين الجبر والهندسة ، مرورا بتحسين التلسكوبات ، والمكروسكوبات ، والبارومترات ، والترمومترات والمضخات الهوائية والعلوم الرياضية ، وبقوانين كبلر الكوكبية ، وقبة جاليليو السماوية المتعاظمة ، ورسم هارفى لخريطة الدم ، ونصفى كرة جيوريكى المحكمتين ، وكيمياء بويل الشكاكة ، وفيزياء هويجنز المتعددة الصور ، ومحاولات هوك الكثيرة الاشكال ، وتنبؤات هالى الكونية ، ثم انتهاء بحساب ليبنتز التفاضلى التنويتى ونسق نيوتن الكونى ، انظر الى كل أولئك واسأل : أى قرن سابق أنجز مآثر هذا القرن ؟ يقول ألفريد فورت هوايتهيد ان الذهن الحديث « يعيش الى اليوم على ذخيرة الافكار المتجمعة التى وفرتها له عبقرية القرن السابع عشر « فى العلم ، والأدب ، والفلسفة (٨٩) » .

وانتشر تأثير العلم فى أقواس متسعة . أثر فى الصناعة بتوفيره الفيزياء والكيمياء اللتين كفلتا المغامرات الجديدة فى التكنولوجيا . وفى التعليم ألزم بتخفيف التركيز على العلوم الانسانية ـ على الأدب ، والتاريخ ، والفلسفة ، لأن تطوير الصناعة والتجارة والملاحة تطلب المعرفة والأذهان العملية . وأحس الأدب ذاته التأثير الجديد : فسعى العالم وراء النظام والدقة والوضوح أوحى بفضائل مماثلة فى الشعر والنثر ، وانسجم مع الاسلوب الكلاسيكى الذى يمثله موليير وبوالو وراسين ، كما يمثله أديسون وسويفت وبوب . واشترطت الجمعية الملكية ـ كما يقول مؤرخها ـ على أعضائها ، أسلوبا فى الحديث طبيعيا عاديا ، محكما . يقرب كل الاشياء قدر الامكان من الوضوح الرياضي (٩٠) » .

وتأثرت الفلسفة والدين بانتصارات الرياضة والفيزياء ، التى حددت للمذنبات ميقاتا ووضعت للنجوم قوانين . وتقبل ديكارت وسبينوزا الهندسة مثلا أعلى للفلسفة والعرض . ولم يعد بعد ذلك من حاجة لأن يفترض فى الكون شيء غير المادة والحركة.. ورأى ديكارت العالم كله آلة ، باستثناء العقل البشرى والالهى ، وتحدى هوبز هذا الاستثناء ، وصاغ مادية يكون حتى الدين فيها أداة للدولة تستعين بها على تسيير الآلات البشرية . ولاح أن علوم الفيزياء والكيمياء والفلك

الجديدة « تكشف عن كون يعمل طبقا لقوانين لا تتغير ، وهـــو كون لا يسمح بمعجزات ، واذن فلا يستجيب لصلوات ، واذن فلا يحتـــاج لاله • وربما جاز الابقاء عليه ليعطى آلة العالم دفعة مبدئية ، ولكنـــه يعد هذا له أن ينسحب ليكون ربا أبيقوريا ـ لوكريتيا ، لا يعبأ بالعالم ولا بالناس • روى ن هالى أكد لصديق لباركلى أن « عقائد المسيحية » أصبحت الآن « لا يمكن تصـــورها (٩١) » • على أن بويل رأى فى كشوف العلم دليلا جديدا على وجود الله • وكتب يقول « ان العالم يسلك وكأن الكون يشيع فيه كله كائن ذكى » • وأضاف فى عبارة تعيد بسكال الى الذاكرة « ان نفس الانسان كائن أنبل وأثمن من العـــالم المـــادى بأسره (٩٢) » • ولما مات خلف مالا ينفق منه على محاضرات تظهـــر صدق المسيحية ازاء « مشهورى الكفار ، وهم الملحـــدون ، والقائلون بوجود آلهة ، والوثنيون واليهود ، والمسلمون » وأضاف شرطا هو أن المحاضرات يجب ألا تخوض فى المجادلات الناشبة بين المسيحيين(٩٣)•

ووافق علماء كثيرون على رأى بويل ، وشارك كثير من المسيحيين المؤمنين فى الاشادة بالعلم • كتب درايدن فى ختام القرن يقول « فى هذه السنين المائة الاخيرة كشف لنا القناع عن طبيعة جديدة تقريبا ـ اخطاء أكثر من كشفت ، وأجرى من التجارب المفيدة ، وأميط اللثام عن أسرارا رفيعة فى البصريات ، والطب ، والتشريح ، والفلك ـ أكثر مما حدث فى جميع تلك العصور الخرفة الساذجة ، ابتداء من أرسطو الى يومنا هذا (٩٤) » ، وتلك مبالغة مفرطة ولكنهـــا ذات دلالة ، تكشف لنا عن اقتناع « المحدثين » بأنهم كسبوا معركة الكتب ضد « القدامى » على أية حال لم يملك الناس الا أن يروا أن العلوم تزيد المعرفة الانسانية، بينما الاديان تصطرع والساسة يقتتلون • وسما العلم الآن الى مقـــام جديد من الشرف بين مغامرات الانسان ، لا بل ان هذا العهد لم يؤذن بالنهاية الا والناس يرحبون بالعـــلم بشيرا بمجىء المجتمـــع المثـــالى ومخلصا للنوع الانسانى • كتب فونتنيل فى ١٧٠٢ يقول « ان تطبيق العلم على الطبيعة سينمو باطراد فى مداه وقوته ، وسنمضي قدما من عجيبة الى عجيبة • وسوف يأتى اليوم الذى يستطيع فيه الانسان أن يطير بأجنحة تحفظه فى الهواء ، وسينمو هذا الفن ••• حتى نستطيع يوما أن نظيرا الء القمر (٩٥) » • لقد كان كل شيء يتقدم ، الا الانسان•