البحث
٤

تراكم العلوم الطبيعية المعاصرة
بين التقدم والحرية

اعداد

د / عبد الفتاح مصطفى غنيمة

استاذ مساعد فلسفة العلوم وتاريخها

كلية الآداب – جامعة المنوفية

تراكم العلوم الطبيعية المعاصرة بين التقدم والحرية

إن تعريف العلم بمفهومه الواسع يشمل العلوم الطبيعية البحتة والتطبيقية والعلوم الإنسانية والاجتماعية . وتستقيم الحياة بارتباط الكل ارتباطاً عضوياً، لأن الهدف خدمة الإنسان ، ومحور هذه العلوم مواجهة احتياجاته وحل مشكلاته . وتستخدم كلمة العلوم الطبيعية Natural Sciences المعاصرة في استعمالها العام للدلالة على مجموعة منظمة مترابطة متواصلة من المعارف والحقائق والخبرات تعنى أساساً بالمادة ، وتنقسم إلى قسمين علوم طبيعية ، أساسية كالفلك والرياضة والفيزياء والكيمياء والبيولوجيا والجيولوجيا وتطبيقية كالهندسة بفروعها المختلفة ، والعلوم الطبيعية هى نتاج الملاحظة والتجريب ، وأنها تثمر الجديد من النتائج من تكرار الملاحظة والتجريب . وتعتمد شخصية العلم على استمرارية التفكير والتجريب والأبحاث ، فلا نتائج فى العلم من فراغ . فالعلم مغامرة رائدها الشك والتشكك ، وصحة الفكرة الجديدة التى تنشأ فى العلم ، وقيمة الحقيقة التى تكشف عنها التجربة .. محكها أن تلد الفكرة الفكرة ، وأن تؤدى التجربة إلى تجارب ، فالعلم على هذا التصور ليس مطلباً يبحث عن اليقين غاية ، ولكنه على الأصح مطلب نجاحه يتوقف على درجة استمراره واطراده وتراكمه واتصاله ، والعالم المكتشف يستند دوماً إلى التراكم العلمى السابق له . (١)

وهناك نظرتان ينظرهما الناظر إلى العلم ، الأولى نظرة ترى العلم شيئاً ثابتاً جامداً ، يزخر بالفيض العظيم مما كشفه العلماء من نظم وحقائق ، وهو وسيلة غايتها تفسير غوامض هذا الكون الذى نعيش فيه ، والنظرة الثانية ترى العلم متحركاً ونشطاً ومتصلاً ، ويستطيع الباحث أن يصل إلى حقائق أخرى تختلف عن كل ما سبق جمعه ، وحقائق العلم وقوانينه ونظرياته لا معنى لها إلا بالتحقيق وإعادة التحقيق للوصول إلى الحقيقة ، ونقطة الحقيقة هنا تعنى نتائج خرجت من تجربة ، وأن أى تجربة على نفس النسق والشروط لابد أن تؤدى نفس النتائج . وأن لا سبيل إلى إنكار أن التقدم السريع الذى وقع فى الفلك والفيزياء والكيمياء والأحياء هذه الحقول الأربعة، وما تلى ذلك من تطبيق هذه المعارف المستحدثة فى شتى شئون الحياة ... هو الذى أعطى لتلك العلوم مكانتها فى هذه المدنية المعاصرة . على أن اصطلاح العلوم المعاصرة إذا استخدم بمفرده ، يقصد به فى أغلب الأحيان الدلالة على العلوم الطبيعية ، ذلك اللون من المعرفة الذى يتضمن فكرة التجربة والمشاهدة والاختبار فى أدق صورها ، والذى يعرف بالعلوم الطبيعية الأساسية . (٢)

---

(١) The Encyclopedia Americana . International Edition . Copyright * In Canada By Grolier Limited 1980 . p . 790 .

(٢) The Happer Encyclopedia of Science Edited by Newman . New York . 1963 vol N . p.1047 .

العلوم الطبيعية أنشطة منظمة تتراكم :

من أول سمات العلم التراكم المقـــرون بـــالتطور والتقـــدم ، فـــالتطور والتراكم نتاج جهد بشرى استمر مئات السنين ، فلا يتيسر كشف علمـــى إلا بكشوف أخرى من أجيال سابقة ، وفى مجالات أخـــرى ، فاكتشـــاف مـــدام كورى لم يكن ممكنا إلا بعد اكتشـــاف بيكـــرل Becquerel (١٨٥٢-١٩٠٨) للنشاط الإشعاعى لليورانيوم ، فلكل كشف بمفرده شجرة نسب ، ولا مكـــان فى العلم للتولد التلقائى . بل إن العلم كما يقول سارتون Sarton هـــو النمـــو الوحيد فى الخبرة الإنسانية ، وتاريخ العلم بتراكماته ميدان واسع ليـــس مـــن المستطاع شرحه فى مائة محاضرة أو ألف ، وهو يسير عبر مراحل زمنيـــة هائلة قطعها حتى بلغ هذه القمة الكبرى التى يشرف فيها على العالم اليـــوم ، إن سمة العلم هى طبيعته التراكمية ، فهو حصيلـــة ضخمـــة مـــن معـــارف الأسبقين وخبراتهم . وقد لا تكون هذه الخبرات صحيحة تماما ، إلا أن فيـــها من الصحة ما يكفى العلماء استخراج نقاط انطلاق إلـــى عمـــل المســـتقبل ، فالعلم كيان دائم النمو من المعارف المبنية على تتابع التصورات والأفكـــار ، بل تعاقب خبرات وتصورات سيل عظيم من المفكرين . فلكى يستحق المـــرء لقب عالم يجب أن يضيف شيئا من عنده إلى الذخيرة العامة ، والعلم فـــى أى زمان هو محصلة معطيات العلم حتى هذا الزمان .. إلا أن هـــذه المحصلـــة ليست جامدة (٣)

ويتألف العلم الطبيعى من مجموعة عظيمة من الحقائق مصنفة ومبوبـــة يشتبك بعضها ببعض نتيجة تراكم الزمان ، وقد لا يهم بـــالضرورة الحقـــائق التى سبق أن اكتشفتها العقول والمعامل والتجارب ، بل المتوقع والـــذى لـــم تكتشفه القرائح والمعامل ، . إن كانت سائرة فى سبيل الإنجاز أســـبوعا بعـــد أسبوع وشهرا بعد شهر ، وعاما بعد عام ... والناس قد يجهلون أن أنشـــطة العلم موزعة بين آلاف المراكز البحثية ، كل منها يعمل ويكتشـــف ويخطـــو خطوات جديدة لكى ينشر حقائق تتضمن الجديد ، لكى تـــأخذ ســـبيلها إلـــى اطلاع العلماء لكى يقوموها فى كل بقـــاع الأرض ، أو أن يعالجوها بمزيـــد من البحث والنقد ... ولن تفلت من أيدى العلماء الحقائق التى تثير الفكـــر أو التى تجذب الأذهان والأنظار ، ولا يقف الحال بالحقائق المكتشفة حتى يعـــاد تجربتها وحسابها ... حيث سيترتب على إعـــادة التجربـــة نتـــائج أخـــرى ، وتستخرج منها معان إضافية سواء فى نفس الحقل أو فى الحقول المجـــاورة ، وسيتتبع العلماء النتائج المترتبة والمعانى الجديد ليحققوها ، فـــإن هـــى لـــم تتحقق حكموا عليها بأنها مزعومة وأحلام كاذبة ، وينتشـــر الحكـــم والنقـــد وينكشف الخطأ ويرسخ الصحيح ، ويستطيع مؤرخ العلم فى هذا المجـــال أن

---

(٣) **جورج سارتون** : تاريخ العلم .. ترجمة إبراهيم بيومى مدكور وآخـــرون . دار المعـــارف ١٩٧٨ من مقدمة هذا الكتاب ...

يكتب مجلدات كبيرة من أخطاء التجارب فى العلوم الطبيعيـــة ، وأن يكتـب أيضاً عن التجارب المثمرة ، والحقيقة الخطيرة التى يخرج بها البـاحث فـى تاريخ العلم الحديث أن هناك رابطة بين أفراد الباحثين تحقق التواصل وتولـد الكشوف وبها تتولد الأفكار فى رؤوس العلماء لكى تنتج أفكار جديدة . ذلـك أن العلوم الطبيعية تعنى عرض مقدرة الإنسان على دراسة الطبيعة واسـتكناه ظواهرها وقوانينها ومغالبتها . (٤)

وخير مثال للعلوم التراكمية هى المعرفة التى نسـميها عـادة بـالعلوم الطبيعية فقد أخذت الأفكار فى علوم الفلك والفيزياء مثلاً تـتراكم منـذ بـدأ الإنسان يهتم بهذه العلوم وحيث لا يوجد من حيث الطريقة تمييز بين الفلـك والفيزياء لأن الفلك يعتبر علم ملاحظة وتعتبر الفيزياء علم تجريب ... وفـى غضون آلاف السنين أخذت تتكون الصورة الحالية لتلك العلوم .. ولا تـزال بعض النظريات التى ظهرت منذ البداية صادقة حتى اليـوم ، مثـل نظريـة أرشميدس فى الكثافة النوعية ، وكثير من النظريات أضيفت إلـى الرصيـد القديم ، ونبذ العلماء والعامة الكثير من هذا القديم ، لما فيها مـن أخطـاء ، وكانت النتيجة المعرفة المتراكمة الآخذة فى الاتساع .. ولابد لمؤرخ الفكـر من دراسة تطور المعرفة التراكمية والمعرفة اللاتراكمية على حد السوء فـى مجال الإنسانيات ، وأن يدرس أثر كل منهما فى الحضارة والتقدم الإنسـانى ، ومن أجل ذلك فإن هذا البحث المتواضع يحاول درس التراكمية فـى العلـوم الطبيعية ، وكيف تواصل طريق التقدم .

العلوم الطبيعية ثورية وتقدم :

والسمة الثانية التى تميز العلم هى ثوريته وتقدميتـه ، وقـد اعتبرهـا البعض مثل دارلنجتون Darlington جوهر العلم ، ، فالكشف العلمى لديه شـئ جديد من المعرفة يضاف إلى ما تراكم من معارف سابقة ، وهنـاك بعـض الكشوف العلمية تعمل على تعويض المعرفة القديمة ، فنظرية التولد الحيـوى Biogenesis قضت قضاء مبرماً على نظرية التولد التلقائى Autogenesis بفضـل ثورية الفكرة التى اكتشفها الطبيب الإيطالى فرانشيسكو ريدى Francesco Redi وخلاصتها أن الكائنات العضوية الحية لا تتوالد إلا من كائنات مماثلة سـابقة عليها . (٥)

وحكم العادة فى نظر العلماء هو الذى يعوق طريق الكشف ، ويعرقـل عمل الباحث النشيط ، فالعلم الحقيقى هو ما يتحقق فيه الثبات وعـدم التغـير وما يمكن إدراكه بالعقل ، وأن أعظم المجددين فى العلم هم الذين يخالجـهم

---

(٤) **James B . C .**; Science and Common Sense . Copyright by Yale University press 1951 . p . 227

(٥) **Paul de Kruif .**; Microbe Hunters . Harcourt Brace and Company . NY . p . 28 .
وأيضا **Jame B . C .**; op . cit . p . 228 .

الشك فى كشوفهم نفسها ، حتى يكون هناك تصحيح وتقويم لمبادئ الأسلس . فسمة العلم هى التقدم ، وهو يسير بخطى متلاحقة إلى الأمام ، فتتراكم معارفه حتى يصل إلى الدرجة التى يخرج وينبثق منها وقائع جديدة تعيد النظر فى القديم لكى يرتفع البناء ، ويظل الأمر يراود الباحثين والعلماء فى مواصلة التقدم ، ولابد أن تتكاتف جهود العلماء من أجل السبق إلى الكشف واستخلاص النتائج العلمية . النتائج التى تجئ بعد إجراء التجارب فى المعامل مرات ومرات ، فالمستقبل مجهول تماماً بالنسبة للعلم . والباحث لابد وأن يستند إلى الأبحاث السابقة ، لأن التفكير هنا يرتبط لاستكمال ما قبله ، ثم يقوم العالم بدراساته وتجاربه حتى يصل إلى نتائج محددة .. ومن بعده تجئ الأجيال التالية وتبنى على الأسس السابقة . (٦)

ونستطيع أن نقرر فى غير تحفظ قليل أو كثير ، أن العلوم الطبيعية ، كانت دائماً وراء تقدم الإنسان ورفاهيته ، وذلك منذ عرف الإنسان كيف يمارس التجربة ، ويخطئ ثم يصيب ، فعرف الطريق إلى المعرفة العلمية ، أو العلم . وهو ما اصطلح على أنه يتضمن التجربة والمشاهدة والاختبار ، وهو الذى يشمل العلوم الطبيعية الأساسية وتطبيقاتها فى الطب والزراعة والهندسة والصيدلة والبيطرة وما إليها ، وحيث خاصية العلوم الطبيعية هى الحاجة أو الدافع إلى السيطرة على الطبيعة خارج الإنسان وداخله ، ولقد قدر للعلوم الطبيعية أن تواصل انطلاقها بأسرع مما صنعته العلوم الإنسانية لسهولة انفصالها واستقلالها عن مختلف مجالات النشاط الإنسانى والاجتماعى والروحى ، ولأن موضوعاتها محايدة لا تتميز بالوعى والإرادة، وحين تقدمت العلوم الطبيعية تيسر لها أن تتفرع ويتميز محتواها المعرفى عن طريق التطبيق . إلا أن تقدم العلوم الطبيعية لم يكن تقدماً منتظماً فى الزمان والمكان للشعوب القديمة فى مصر والهند وبابل ، رغم أنها جميعاً كانت بؤراً للعلم القديم ، حيث أن اليونان كانت الوريث المشترك لها كلها ، فقد وضعت للمرة الأولى القاعدة العقلانية للتفكير العلمى المنطقى (٧)

العصر القديم :

يؤرخ البعض للمعرفة العلمية ، منذ العصر الحجرى ، عندما صنع إنسان ذلك العصر ، أدوات وأسلحة ، ذات أشكال معينة ، وكان ذلك منذ أربعمائة ألف من السنين ، مما يدل على أن تفكيراً فى شكلها قد سبق صناعتها ، وعلى أن صانعها قد فكر فى الهدف الذى كان يطلبه ، ولا شك أنه حاول وأخفق مرة ومرات ، فهى صورة بدائية من التجريب والخطأ

---

(٦) **Tuge H**.; Historical Development of Science and Technology . Thomas & Hudson L.T.D London 1968 . p . 81 .

(٧) **جون برنال :** العلم فى التاريخ . ترجمة على على ناصف وآخرون . المؤسسة العربية للدراسات والنشر ١٩٨٢ مقدمة هذا الكتاب .

والصواب . وعندما عرف الإنسان كيف يجرب ويخطئ ثم يصيب ، فإنه عرف الطريق إلى حل مشاكله . وبالتالى عرف الطريق إلى بدايات العلم ، ومنذ نحو ثلاثين ألف عام عرف الإنسان كيف يساير الحياة فقد عرف الزراعة ، ومنذ خمسة عشر ألف عام تحول من جامع غذاء يلتقطه إلى منتج غذاء يفيض عن حاجته ، ومع الزمن عرف الأوقات الملائمة للزراعة ، وتلك التى تلائم الحصاد ، وربط بين أوقات العمل والراحة وبين الليل والنهار ، وبزوغ القمر وغروبه ، وربط بين أوقات الزراعة ، فصول السنة، وحركات الشمس والقمر ، وقد كانت الزراعة كما يقول هوايتهد Whithead (١٨٦١-١٩٤٧) الخطوة الأولى نحو المدنية الحديثة ، القائمة على العلم . لأنها كانت تتطلب المعرفة بمسار الحوادث والتنبؤ بمجرى الطبيعة خلال الزمان ، ولذلك ارتبطت الزراعة بمعرفة الفصول التى تستوجب إلماماً بالفلك ومعرفة الأحوال الجوية ، مما ساعد على عمل التقاويم . (٨)

وقد اقترنت الزراعة بخاصيتين أساسيتين النظام والاتحاد ، لأن الزراعة تعتمد على حياة الجماعة ، ومع ازدياد الأرض المنزرعة ظهرت نظم الرى والتخطيط ، وصارت الحاجة لتحديد الأوقات ومعرفة الأيام . وانتقل الإنسان من عصر الحجر إلى عصر استخدام المعدن ، وعرفت مصر أصول الزراعة ومسح الأرض وحساب فيضان النيل الذى يبعث الحياة فى الأرض ويمدها بالخصوبة ، وازدهرت التجارة ، وظهرت الحاجة إلى معرفة الأعداد والموازين والمكاييل ونظام المقايضة والاستبدال ، وقيام نظم الوزن والقياس وطرق التسجيل ، فقد سمح أسلوب الإنتاج الزراعى بوجود فائض من الطعام صالح للحفظ والنقل والمقايضة عليه ، لكى يعيش عليه من البشر الذين لا ينتجون طعامهم بأنفسهم ، وكانت صناعة السفن والتجارة هى بداية العلاقات التى ربطت مصر بجيرانها ، وظهرت أعظم الحضارات على ضفاف الأنهار فى وادى النيل عند المصريين ، وفيما بين النهرين عند الآشوريين والبابليين والسومريين ، وما وراء النهر عند الصينيين والهنود ، وازدهرت هنا وهناك علوم الفلك والتعدين والحساب وهندسة البناء والطب والتحنيط . وأهدى التراكم العلمى إلى الإنسانية فى هذا العصر القديم كثيراً من مظاهر الحضارة والترف والرفاهية مثل الأدب والقصص الهادف إلى سمو الأخلاق، ولم يكن للإنسانية بها عهد فى فجر تاريخها ، وسكن الإنسان القصور وبنى المعابد والأهرام والهياكل ، وازدادت معرفته بهندسة البناء والتشييد ، ومارس الطب ، وإن خلطه بالسحر أحياناً ، وتحتفظ متاحف العالم بالبرديات الطبية التى تناولت الأغراض المرضية ووصف العلاج للعيون والجلد والعظام ، وصنع المصرى الورق والزجاج ، والأصباغ ، ونسج الملابس من الكتان والجلود ، وصنع أجمل الحلى من الذهب للزينة ، وعرف الروائح

(٨) **Whithead A . N .**; Adventures of Ideas . Cambridge University press 1947. P.139.

وحضر العقاقير ، وفضلاً عن ذلك كله ، فقد عرف الكتابة كأقدم حدث في تاريخ تطور البشرية ، وكأعظم الإنجازات الإنسانية الفكرية والتشكيلية عبر العصور ، فهى مفتاح كل الآثار وكل التاريخ ، حيث لها الفضل في حفظ تراث الأمم بالتدوين ، ولذلك فإن المصرى القديم أحب الوجود ، وقدس الحياة ورفعته العقائد إلى درجة عالية من الروحانية ، فقام بتسجيلها على جدران المعابد وعلى لفائف البردى ، وأصبح الفن أكثر ارتباطاً بالحياة والطبيعة ومباهجها ، ولا شك أن زخرفة زهرة اللوتس المصرية انتقلت إلى كثير من الشعوب . وكان العلم المصرى تطبيقياً بالدرجة الأولى وارتبط بالكهنة والدين والخاصة من الناس ، ودار حول وحدة الكون ولتنظيم الحياة الاجتماعية ، واهتم المصريون بالفلك فقد جعلوا السنة ٣٦٠ يوماً وأضافوا إليها خمسة أيام سموها الأيام المقدسة وجعلوها أعياداً . (٩)

العصر اليونانى :

انتقلت هذه المعارف العلمية إلى اليونان ولا سيما الروحانية الشرقية ، واستفاد الإغريق من معارف الشرق القديم ، ولكنهم استطاعوا أن يخلصوها من طقوس الكهنة ، وبدأت المعرفة اليونانية بتأكيد قيمة ودور العقل ، على غير مثال ، وسطعت هذه المعرفة فى بلاد اليونان منذ القرن السابع قبل الميلاد ، وظهر من العلماء الإغريق من فلسف العلم ووضع النظريات والفروض أمثال طاليس Thales(٦٢٤-٥٤٦ق.م) واناكسمندريس Anaximander (٦١٠-٥٤٧ق.م) وأناكسمينيس Anaxaminenes (٥٨٨-٥٢٤ق.م) ، وأبقراط Hipocartes (ولد عام ٤٦٠ق.م) ، وفيثاغورس Pythagoras (٥٧٢-٤٧٩ق.م) وديموقريطس Democritas (٤٢٧-٣٤٧ق.م) ، وأرسطو Aristotle (٣٨٤-٣٢٢ق.م) ولا تزال تلك الأسماء ترن فى أذهان الدهر . وأهدى تراكم الفكر العلمى إلى الإنسانية فى العصر الإغريقى ، ما لم يعرف أنه أهدى إليها من قبل من فلسفات وعلوم ونظريات وفروض ، ويمكن اعتبار ما ابتكره الإغريق من التعميم النظرى اختراعاً مماثلاً للكتابة عند قدماء المصريين ، وأسسوا المنهج العلمى القائم على الاستنتاج المنطقى الرياضى والموضوعية والأمانة العلمية ، وعرفت الإنسانية نظريات العناصر ، وآراء كل من ديموقرطيس Democitus (٤٧٠-٣٦١ق.م) فى الذرة ، وفيثاغورس Phthagoras (٥٧٢-٤٦٧ق.م) فى الرياضيات والموسيقى والفلك وأفلاطون فى الهندسة ، وظفرت الإنسانية بمعلمها الأول " أرسطو " فى مؤلفاته عن الحيوان والنباتات والمعادن . والذى قدم إلى المعرفة أعظم تراكم علمى قدمه فرد . وساد العلم اليونانى ، واشتهرت أثينا فى العالم بأكاديمية أفلاطون ، وليسيوم أرسطو Lyceum فقد كرس شطراً كبيراً من

---

(٩) د . نازلى إسماعيل حسين : فلسفة الحضارة . مصر عبر العصور . القاهرة ١٩٨٣ صفحات ١٠٨/١١٣/١٢٩/١٣٣/١٣٢/١٦٢/١٦٣/١٦٧/١٨١/١٨٢/١٨٩/١٩١/١٩٢/٢٠١/٢٠٥ .

حياته للبحوث البيولوجية عن الحيوان وأجزاءه وتحركاته وتكوينه وتوالده ، وتتضمن مؤلفاته جميع ما عرف فى هذا الزمان عن حياة الحيوان ، وتوصل إلى علم الأجنة Empryology وظاهرة التجديد Regeneration والجغرافيا البيئية Geographical Ecology وزين كتبه بالرسوم العلمية التوضيحية . (١٠)

سيطرت الحضارة اليونانية على ما جاورها من بلاد كانت ذات حضارة يوما ما ، ولم تقو على الصمود أمام تيار تلك المعارف ، مما جعل الكثير من المؤرخين يؤرخ بالعصر اليونانى بداية للمعرفة العلمية الحقيقية ، وإن تبين أن العلم اليونانى لا يمكن أن يظهر فجأة بهذا السمو ، وأنه استفاد على التحقيق مما سبقه من علوم وحضارات ، وأنه كانت هناك صلات واتصالات بين فلاسفة اليونان وبين علماء المصريين القدماء ، على ضفاف النيل ، وبين علماء البابليين فيما بين النهرين . والذى لاشك فيه ، أن الفكر العلمى قد قفز فى العصر اليونانى قفزة هائلة ، وأهدى إلى الإنسانية ترفاً عقلياً إلى جانب الحضارة المادية . إلا أن هذا العصر الذهبى للحضارة العلمية اليونانية قد انتهى مع الأسف بموت الإسكندر وموت أرسطو من بعده بعام واحد سنة ٣٢٢ق.م . ووقع اضطهاد على العلماء اليونانيين نتيجة الخلاف بين خلفاء الإسكندر ، فاضطر العلماء إلى الهجرة من البلاد . (١١)

وقد اعتاد مؤرخو الفلسفة عند الحديث عن تاريخ العلم الطبيعى ونشأته الرجوع إلى آراء المدرسة الأيونية ، وهم لم يكونوا يفهمون من الفلسفة إلا أنها تبحث عن العناصر الأولى للكشف عن أصل الكون وتفسير الطبيعة ورد الكثرة إلى الوحدة ، وتبوأ " طاليس " المحاولة الأولى لإرجاع الظواهر الكونية إلى أصل واحد على أساس منطقى خلاصته : أن الماء هو المادة الأولى والجوهر الذى تتكون منه الأشياء وإليه تعود ، ويعتبر الكثير من العلماء أن المادية عند طاليس تتميز بالحياة . والقول بأن الماء والحياة صنوان لا يفترقان . قول تؤيده البراهين والأدلة العلمية الحديثة ، فالماء ضرورياً لإمكان قيام الحياة واستمرارها ، وما من كائن إلا وكان الماء عاملاً أساسيا لحياته وسببا لوجوده . ويذهب " أناكسمندريس " إلى أن المادة الأولى هى الأبيرون Apeiron وهى مادة لا شكل لها ولا نهاية ولا حدود . وهى فكرة عقلية تفسر الظواهر المتغيرة بالانفصال والانضمام . أما "أناكسيمانس " فقد رأى أن المبدأ الأول هو الهواء كمادة متجانسة ومحسوسة تشيع فى كل أنحاء الوجود . واختلافه فى الموجودات يكون بفعل التكاثف والتخلخل . فعندما يتخلخل ويتمدد يصبح ناراً ، وعندما يتكاثف يصبح رماداً، وعندما يتبلد يصبح سحباً ، وإذا ازداد التكاثف أصبح صخراً . وإذن

---

(١٠) يمكن الرجوع إلى تلك المؤلفات فىLoeb Classical Library أو فىOxford English Aristotle ومجلدات لوب تشتمل على الأصل اليونانى فى صفحات مقابلة للترجمة .

(١١) **كراوذر** : صلة العلم بالمجتمع . ترجمة حسن خطاب . دار النهضة . القاهرة . ص ٢٤ .

فالتغيرات التى تطرأ على المبدأ الأول هى تغيرات كمية ، ونلاحظ أن الثلاثة رفضوا الطريقة الأسطورية لتفسير ظواهر الكون والتى كانت ترصد إليها خاصاً لكل ظاهرة من ظواهره [١٢] ، بينما أثر هيراقليطس Heraclitus (٥٤٠-٤٧٥ق.م) أن تكون النار أصل الأشياء ، فهى وحدها فى نظره التى تحقق التغير فى الكون ، ففى اشتعالها يظهر التغير وهى تتحول دخاناً ، وأرجع ثبات المظاهر المادية إلى ائتلاف الأضداد ، وأنه لا يمكن فهم المادة بالحواس لأن العيون والآذان شهود سيئة للإنسان ، وإنما تفهم بالعقل . وكان فيثاغورس Phthagoras (٥٧٢-٤٩٧ق.م) أول من استخدم لغة الأعداد والكم، والعدد عنده دليل الفكر الإنسانى وسيده ، وقد تمكنت المدرسة الذرية عند لوقيبوس Leucippus وديموقريطس Democritus (٤٧٠-٣٦١ق.م) من القول بأن العالم مكون من ذرات لا نهاية لها فى العدد . تملأ الخلاء وتتصف بأن لها شكلاً ووضعاً وتركيباً ، وهى متماثلة فى ترتيبها ، ولا تقبل القسمة لأنها أصغر الأشياء ، ولا يصف ديموقريطس الذرة إلا بصفتين هما الحجم والشكل وتتحد الذرات من تلقاء ذاتها . ويحدث عن حركاتها تصادم ، ومن هذا تنشأ الأشياء والكائنات والأكوان بغير نهاية ... [١٣]

العصر الإسكندرى

هاجر جمع كبير من علماء الإغريق وراء البطالمة إلى الإسكندرية وقد اشتهر البطالمة بحب ورعاية العلماء ، ولذلك لم يكن غريباً أن تنتقل الكثرة الغالبة من علماء أثينا إلى الإسكندرية ، ليؤسسوا حضارة علمية ينتقل إليها مركز الثقل العلمى ، حيث أنشئت مكتبة الإسكندرية فى القرن الثالث قبل الميلاد ، أنشأها بطليموس ، واستدعى " ستراتو " Strato رئيساً لها ، وظل على رأسها اثنتى عشر سنة (٢٨٧-٢٦٩ق.م) ، استدعاه مرة أخرى ليعود إلى أثينا ويرأس الليسيوم ثمانية عشر عاماً ولكى يخلفه فى الإسكندرية تلميذه ثيوفراستوس Theophrastus (٣٧٢-٢٨٨ق.م) ، ولم تكن مكتبة الإسكندرية معهداً علمياً فحسب ، يحوى مئات الألوف من المجلدات ، وإنما متحفاً يضم آلاف العينات والنماذج من نبات وحيوان ومعادن ، ولقد وفد إلى الإسكندرية الكثير من أطباء اليونان وعلمائها ليستفيدوا من مدرسة الطب بها ويطلعوا على أحدث الكتب فى مكتباتها ، فقد كانت مكاناً صالحاً للتوفيق بين علوم الشرق وعلوم اليونان ، تمتزج فيها الأفكار اليونانية والمصرية والبابلية من غير قيود ، لأن الناس من مختلف الأجناس والعقائد كلن بمقدورهم الالتقاء فيها . [١٤]

---

(١٢) يرى برنت Burnet أن طاليس كان أول عالم كونى وأنه أول مفكر نستطيع أن نطلق عليه كلمة عالم لأنه استخدم المعرفة العلمية بطريقة وبأسلوب يتسم بالدقة

(١٣) راجع **Burnet** .; Early Greek Philosophy Form Thales to Plato. London . 1943. P. 51.
د . على سامى النشار وآخرون : هيراقليطس فيلسوف التغير. دار المعارف ١٩٦٩ ص٤٩
وأيضاً **B . Rusell** .; History of Western Philosophy George Allen London . 1961 p.83.

(١٤) **بنيامين فارنتن** : العلم الإغريقى . ترجمة أحمد شكرى سالم . الألف كتاب . ج٢ ص ٣ .

وقد حملت الإسكندرية مشعل الحضارة العلمية ، وغدت منارة العلم عدة قرون ، وأهدى تراكم الفكر العلمى إلى الإنسانية حضارة لم تبلغها من قبل ، وذلك على أيدى نفر من العلماء الأفذاذ من أمثال بطليموس Patolemy وأشهر كتبه المجسطى Almagast الذى حوى كل المعارف الفلكية وحدد فيه نظام المجموعة الشمسية باعتبار الأرض مركزاً لها ، وأرشميدس Achimedes الذى استنتج مساحة وحجم الكرة وكان لنظريته فى الروافع قيمة علمية كبرى. كما دفعته الرغبة فى معرفة مقدار الذهب الخالص فى تاج ملك سراقوسة إلى اهتمامه بعلم توازن السوائل ، كما أفادت مخترعاته فى حروب مدينته مع الرومان ، غير أن هيرو Heron وصف الكثير من الآلات وأول من استخدم النار فى توليد الطاقة وصنع طاحونة هوائية ظلت أساساً لتطور الطواحين الهوائية .. ذكر ذلك فى كتابه " الخواص الميكانيكية " وكان الفلاسفة أى العلماء هم الذين يقومون بتلك الاختراعات سراً وينسبونها للعبيد ليخفوا معرفتهم بالأعمال اليدوية المزرية ، أما اقليدس وجالينوس ، وديسقوريدوس ، وأوريباسوس ، وبركليس ، وثاون ، وابنته هوباتيا فقد ترك هؤلاء العلماء من المؤلفات العلمية الشئ الكثير ، ويكفى أن نذكر لإقليدس كتابه " الأصول الهندسية Elements " وهو الكتاب الذى ظل مرجعاً لأكثر من ٢٠٠٠عام ، ، وظل المثل الكامل للنظرية التى نصل إلى نتائجها عن طريق الافتراضات الموضوعية بطريقة نظامية ، وهو ما نسميه بالنظرة الاستنتاجية، فمن الافتراضات الأساسية ومن التعاريف الدقيقة والتفكير المنطقى توصل اقليدس إلى استخلاص عدد كبير من النظريات المحكمة التنسيق . ولجالينوس Galen (١٣١-٢٠١م) كتابه فى الطب ، فقد تعلم الطب ومارس مهمة جراح المصارعين ، وتعلم التشريح ونبغ فيه ، وتنقل بين البلاد بدءاً بأزمير حيث تلقى العلم على يد طبيب مشهور يدعونه بيلوبس Pelops ثم توجه بعدها إلى بلاد اليونان ، ومن ثم انتقل إلى أفريقيا وفينيقيا وقسطنطين وجزيرة كريت وقبرص حتى انتهى إلى الإسكندرية التى مكث بها خمس سنوات ثم عاد إلى اليونان ، وعلى أى حال فقد تبنى جالينوس نظرية الأخلاط الأربعة التى ورثها عن أبقراط ، ثم نلقها عنه أطباء العرب والمسلمين وكل أطباء القرون الوسطى . وهى نظرية تنادى بأن الإنسان مكون من أربعة عناصر هى الماء والهواء والتراب والنار ، وعليه فالناس ينقسمون إلى أربعة أمزجة هى السوداوى والبلغمى والدموى والصفروای ... وتنشأ الأمراض من اختلاف الأخلاط وغلبة أحدها على الآخر . ولاوريباسوس كتابه الجامع فى الطب ، ولديسقوريدس كتابه فى النباتات والأعشاب الطبية ، ولثاون كتابه فى الرياضيات .. إلى غير ذلك من كتب ومؤلفات ليس إلى حصرها من سبيل ، ويكفى أنها ظلت مراجع يترجمها ويحررها وينقدها العلماء عدة قرون طوال العصر الوسيط . (١٥)

وكانت الإسكندرية مركزاً لهذا النشاط العلمى العظيم ، فقد أضاف علماؤها إلى المعارف العلمية إضافات تراكمية بالغة الأهمية . ومن أسف أن

---

(١٥) د. جورج شحاته قنواتى : تاريخ الصيدلة والعقاقير فى العهد القديم والعصر الوسيط . دار المعارف بمصر ١٩٥٨ ص ص ١١٢-١١٨ .

أحرقت مكتبة الإسكندرية مرة بعد أخرى ، أحرقها قيصر عند هروبه ، أو أحرقها الغوغاء ليضطروه إلى الهرب ، ولكن مارك أنطونيو أراد أن يعوض كليوباترا عن هذه الخسارة الفادحة فأهداها مائتى ألف كتاب من مكتبة برجاموم بآسيا الصغرى . وأصابها الحريق بعد ذلك مرات ، وكانت قد تدهورت آخر الأمر ووقع الاضطهاد مرة أخرى على العلماء نتيجة خلاف وقع بين الوثنيين والمسيحيين ، واضطر العلماء إلى الهجرة مرة أخرى ، وكانت هجرتهم هذه المرة نحو الشرق ، فلبسوا حينا فى الرها ، ثم أمعنوا مشرقين نحو الضوء الذى سطع كالشهاب فى المشرق العربى ، نحو بغداد حاضرة العباسيين ، واستمرت الإسكندرية فى ازدهار طوال الحكم اليونانى حتى أخر حكم الملكة كليوباترا سنة ٣٠ قبل الميلاد ، وبعدها انتقل الحكم إلى الرومان . وظلت الإسكندرية عاصمة لمصر ذات المركز المرموق والوضع المفضل ، واستمرت مدرسة الطب بها ومكتبتها فى نشر العلم والمعرفة بالرغم من عدم تشجيع الدولة الرومانية للعلم والعلماء ، فإن العديد من علماء اليونان هاجروا وبعضهم ظل يعمل إلى نهاية الحكم الرومانى الذى انتهى فى القرن السابع الميلادى على يد الفاتحين العرب . ومضت الإنسانية قدماً وراء تراكم الفكر العلمى ، فإنه يمدها بالرفاهية والحضارة . (١٦)

العصر الإسلامى

ليس من شك أن ظهور الدين الإسلامى كان دفعة قوية للفكر العلمى ، لكى يتفتح وينتشر ويزيد فى تراكم معارف الإنسانية ، أليست معجزته الخالدة، هو القرآن الكريم وأول آيته " اقرأ " !! ألا تدعو كثير من آياته إلى التفكير فى ملكوت السموات والأرض ، والكون والكائنات ، وكيف ومم خلق؟ ألا تفرق الآيات بين الذين أوتوا العلم والذين لم يؤتوه ؟ ألم يفضل الرسل مجلس العلم على مجلس الذكر ؟ ألم يكن العقل هو الدعامة الأساسية التى قام عليها الدين الجديد بعيداً عن الخرافات والأباطيل ، وألم تكن الحقيقة التى يدعو إليها الإسلام هى الحقيقية المطلقة .. هى أن الله واحد لا شريك له وهو خالق الوجود ؟ ألم يدع إلى طلب العلم من المهد إلى اللحد وإلى طلب العلم ولو فى الصين ؟ ألم يوازن بين مداد العلماء ودماء الشهداء ؟ ألم يقل غدوة فى سبيل العلم خير من مائة غزوة ..؟ إلى أخر ما لا يكاد يقع تحت حصر من آيات وأحاديث كلها حض عنيف على طلب العلم ... (١٧)

ولذلك ما استقرت الدولة الإسلامية ، وامتد سلطانها من مشارف الصين شرقاً ، وإلى مشارف فرنسا غرباً ، حتى أخذ المسلمون ينهلون من اليونان والرومان والفرس والهنود وينقلون إلى اللغة العربية ، ولا ريب أن حركة

---

(١٦) د . مصطفى العبادى : مكتبة الإسكندرية القديمة. مكتبة الأنجلو المصرية . القاهرة ١٩٧٧.
(١٧) د . نازلى إسماعيل حسين : فلسفة الحضارة . مرجع سابق . ص ٣١٥ .

الترجمة اتخذت طابعاً طموحاً ، شارك فيه مئات النقلة المترجمين والمطلع على كتاب عيون الأنباء فى طبقات الأطباء لابن أبى صيبعة يعجب من كثرة أسماء الأطباء ، لأن أغلب أعمال أصحابها قد بادت ، ولأن كتابات المؤرخين قد تجاهلتها ، منهم حنين ابن إسحاق (ت٨٧٧م) وإسحاق ابن حنين (ت٩١٠م) وحبيش ابن الاعسم (ت٩١٣م) وقسط ابن لوقا البعلبكى (ت٩١) واصطفن ابن بسيل (ت٨١٦م) ويوحنا ابن مساويه (ت٨٥٧) وثابت ابن قرة (٨٣٦-٩٠١م) وأبو بكر الرازى (٨٩٣-٩٤٧م) وابن الطبرى (٧٧٠-٨٥٠م) وغيرهم مئات . وكانت الترجمة همزة الوصل بين الثقافات ، والجسر الواصل بين الحضارات والمنافذ المفتوحة على تاريخ الشعوب ، لا سيما العلوم الطبيعية والفلك والكيمياء والطب والجغرافيا والفلسفة كأم للعلوم جميعاً ... وانتقلت ألوف الكتب من المكتبات القديمة ، وأقيمت دور الكتب والمكتبات ، وفتح الخلفاء والأمراء قصورهم ، وتنافسوا فى رعاية العلم والإنفاق فى سخاء على العلماء ، وقبل الرشيد الجزية كتباً ، كما دفع المأمون وزن ما يترجم ذهباً ، وقبل إنشاء المدارس كانت قصور الخلفاء ومنازل العلماء ودور الكتب والمساجد بمثابة جامعات يحج إليها طلاب العلم من كل أرجاء الأرض ، وجاء وقت كان كل طالب علم يجد معهداً يتعلم فيه ، ومعلماً يقوم على تعليمه وراتباً يقوم بأوده ، وكان الجامع المنصور فى بغداد، والجامع الأموى فى دمشق ، والجامع الأزهر فى القاهرة ، وجامع القيروان بتونس ، وجامع القرويين فى فاس ، وجامع قرطبة بالأندلس ، والجامع الكبير بصنعاء ، إلى جانب بيت الحكمة فى بغداد ودار العلم فى الموصل ، ومكتبة ابن سوار بالبصرة ، ومكتبة البن الشاطر بالشام ، ودار الحكمة بالقاهرة ، كانت جميعاً بمثابة معاهد للعلم فى أرقى صورها ، وكانت فى رعاية الخلفاء والحكام الذين يوضعون على القمة فى قيادة الحركة العلمية وريادتها وهم أمثال المأمون (٨١٣-٨٣٣) ونظام الملك ونور الدين زنكى (ت٥٦٩هـ) والحاكم بأمر الله (ت٩٩٦م) وصلاح الدين الأيوبى يوضعون على القمة من حيث رعاية العلم والعلماء ، فالأول أنشأ بيت الحكمة والثانى أسس المدرسة النظامية ، والثالث كان راعيا للعلوم فى سوريا، والرابع أنشأ دار الحكمة فى القاهرة وجلب العلماء والمخطوطات من كافة الأرجاء وأنشأ المراصد .. والخامس حمى التراث العلمى من غوغاء التتار ، وفى هذه البيئة العلمية الصالحة ، وفى هذا الجو العلمى العارم ، نشأ عدد من العلماء يقرنون إلى أعاظم العلماء فى كل عصر ، وكانت العربية لغة للعلم ، يكتب بها العلماء ليقرأها الناس في أى بقعة من الوطن العربى الكبير بعد أن ازدهرت حركة الترجمة وأقبل العلماء على التأليف والكتابة فى مختلف فروع المعرفة العلمية ، نقلوا علوماً، وابتكروا أخرى وأضافوا الكثير من الآراء والنظريات التى نسبت إلى غيرهم . (١٨)

---

(١٨) **الدوميللى** : علم العرب ودوره فى تطور العلم فى العالم . مطبعة لندن ١٩٦٦ ص ٤١ وما بعدها وللمزيد من المعرفة راجع

نللينو : علم الفلك . تاريخه عند العرب في القرون الوسطى . روما ١٩١١ .

مصطفى نظيف : الحسن بن الهيثم . القاهرة ١٩٤٣ .

قدرى طوقان : العلوم عند العرب دار الشرق. القاهرة ١٩٦٠ .

سعيد عاشور : فضل العرب على الحضارة الأوروبية . القاهرة ١٩٥٧ .

تكلموا فى التطور البيولوجى ، وقد كتب فيه ابن مسكويه (٣٣٠-٤٢١) وإخوان الصفا وابن خلدون (١٣٣٢-١٤٠٥م) ، وقد جاء فى مقدمته شرح لتسلسل الكائنات بعضها من بعض وارتقاء بعضها عن بعض ، وأن الرقى فى الكائنات رقى فى المرتبة ، وكان ذلك قبل داروين بقرون ، وتحدثوا فى الجاذبية والربط بين السرعة والثقل والمسافة ، وقد ثبت أن الخازن وغيره كتبوا فى ذلك قبل نيوتن بمئات السنين . وتحدثوا فى أثر البيئة على الأحياء قبل لامارك Lamarck (١٧٤٤-١٨٢٩) ، كما جاء فى مقدمة ابن خلدون وشرح ابن النفيس (٦٠٧-٦٩٦ هـ) الدورة الدموية الصغرى قبل وليم هارفى W.Harvey (١٥٧٨-١٦٥٧) ببضعة قرون ، واستطاع ثلاثة من العلماء المعاصرين هم محى الدين التطاوى وبول غليونجى ومساير هوف كشف الحقيقة ونسبوا الفضل لصاحبه ابن النفيس العالم العربى المصرى[١٩]

كذلك الحال فى طبيعة الضوء وسرعة انكساره الذى كتب فيه ابن الهيثم (٩٦٥-١٠٣٨) قبل أبطاله من علماء أوروبا ، ولم يخضع بن الهيثم لآراء بطليموس وأرسطو ، وإنما اعتمد على إجراء التجارب ، ولم يعتمد على نتائج السابقين ، فلقد توصل إلى حساب دقيق لزوايا انعكاس وانكسار الضوء، كذلك استطاع علماء العرب قياس محيط الأرض وسجلوا مبادرة الاعتدالين ، وقدروا حجم الكواكب وما بينها من مسافات ، قبل جاليليو وكبلر وكوبرنيق ، وأضافوا إلى المعارف الفلكية الشئ الكثير ، أضافها البتانى (٨٥٤-٩٢٩م) والكندى (٨٦٤-٩٢٥م) والبيرونى (٩٦١-١٠٤٨) وغيرهم. كما اهتم العرب بدراسة الصوت وأقاموا على الموسيقى دراسة الصوتيات ، ومن أشهر العلماء فى هذا المجال الفارابى (٨٧٢-٩٥٠م) وابن سينا (٩٨٠-١٠٣٦م) وكان هؤلاء العلماء يتبعون المنهج العلمى التجريبى وتفوقوا فيه على علماء اليونان [٢٠]

وابتدع الخوارزمى (توفى ٨٤٦م) استعمال الأرقام فى الحساب بدلاً من حساب الجمل الذى كان سائداً ، واختار سلسلتين من الأرقام : الأولى تعرف بالأرقام الهندية ٠,١,٢,٣,٠٠٠ والثانية تعرف بالأرقام الغبارية أو العربية (1,2,3,...) وتستعمل الأولى فى البلاد العربية والثانية فى بلاد المغرب العربى وفى أوروبا ، وكذلك أنشأ الخوارزمى البدايات الأولى من معلومات مشتتة الحساب والجبر ، ومن أعظم مؤلفاته المختصر فى حساب الجبر والمقابلة . وقد ألف العلماء العرب فى الرياضيات أمثال أبو الوفا البوزجانى (٩٥٠-١٠٠٧م) والحاسب الكرخى (ت١٠٢٠م) وعمر الخيام (١٠٤٠-١١٢٣م) والسموأل (ت١١٧٥م) ونصير الدين الطوسى (١٢٠١-١٢٧٧م) وعلى ابن

---

(١٩) **بول غليونجى** : حركة القلب والدم فى الحيوان . لوليم هارفى . تراث الإنسانية المجلد الثالث ص ٣٤٨ .

(٢٠) **د . نازلى إسماعيل حسين** : فلسفة الحضارة . مرجع سابق صفحات ٣٤٥/٣٤٦ .

الشاطر (١٣٠٤-١٣٧٥م) وبهاء الدين العاملى (١٥٤٧-١٦٢٢م) وغيرهم ، وممن أسهموا فى علوم الطبيعة غير ابن الهيثم والخازن (ق١٢م)، أما إسهامات العرب فى الفلك فإنها كثيرة فقد ارتبطت بإنشاء المراصد ومن صفوة الرواد ثابت بن قرة (٨٣٦-٩٠١م) والبتانى ، وعبد الرحمن الصوفى (٩٠٣-٩٨٦م) وابن يونس مخترع البندول (ت١٠٠٩م) والبيرونى ، ويظهر بوضوح المنحى الجيولوجى التعدينى فى التراث العربى الإسلامى فى كتابات جابر بن حيان (٧٣٧-٨٢٦م) والكندى ، وابن حوقل (ت٩٧٦م) وجماعة إخوان الصفا (ق١٠م) وابن سينا ، ومن علماء الأحجار الكريمة التيفاشى (١١٨٤-١٢٥٣م) والقزوينى (١٢٠٨-١٢٨٣م) وابن الأكفانى (ت١٣٤٨م) . [٢١]

وإذا انتقلنا إلى إسهامات العرب فى الطب فإنها كثيرة ، فقد انبثقت العلوم الطبية فى العواصم العربية ، وتطورت الجراحة لا سيما العظام وطب العيون ، واهتمم العلماء بالآداب الطبية ، وانتقاء العقاقير ، وتجربتها والكشف عن مفعولها ، واهتموا بتنظيم مهنة الصيدلة ، ومن الرواد فى هذه المجالات على ابن سهل الطبرى (ت٨٥٠) وأبو القاسم الزهروى (٩٣٦-١٠١٣م) أعظم أطباء العرب قاطبة ، وابن العباس (ت٩٩٤هـ) وابن سينا أمير الأطباء ، صاحب كتاب القانون فى الطب ، الذى ترجم إلى ١٧ لغة ودرسته جامعات فرنسا وأسبانيا وإيطاليا وإنجلترا وألمانيا وغيرهم من البلدان ، فهو أول من قدم فى تاريخ الطب تشخيصاً كاملاً للالتهاب السحائى والأمراض المشابهة له ، وأشار إلى دور الجهاز العصبى فى نشوء مرض الربو ، ووصف أعراض وأسباب داء الكلب ، وأول من فصل مرض الجدرى عن السحاء كمرض مستقل ، واستأصل الأورام ، وميز مرحلة سرطان الكبد ، وكانت أساليبه لعلاج كسور العظام واللوحين والأضلاع والعمود الفقرى وعظام الفخذ والجمجمة والفكين والترقوة وميكانيزم الخلوع تفوق أساليب القدامى ، ووصف الألياف العضلية الطولية والعرضية فى الأمعاء ونسب إليها الحركة الدودية فى الهضم والحركة العاصرة ، وأول من أشار إلى الجغرافيا الطبية ، ووضع أسس طب الأمراض العقلية ، وكشف عن مرض الإنكلستوما قبل أوروبا ب٩٠٠عام ، وابتكر أدوية لا تزال تستعمل حتى الآن مثل الكافور والرواند والمسك والزرنيخ ، أما ابن سيده المرسى وابن زهر (١٠٧٢-١١٦٢م) الطبيب الأندلسى فقد تميزا باقتصارهما على دراسة الطب ، وكلاهما ساهم فى تراكم المصطلحات العلمية للأدوية المفردة والمركبة ، وهذا يدل على أن أطباء العرب أفادوا من طب الأمم الأخرى فى التواصل الحضارى ولم يكونوا مجرد نقلة ، ولا يسعنا المجال إلا أن نذكر ابن الميمون (١١٤٣-١٢٠٤) وابن النفيس (١٢٠١-١٢٩٨) وابن قيم الجوزية الانطاكى (ق١٦م) . فقد ظلت مؤلفات هؤلاء العلماء المراجع فى جامعات أوروبا حتى القرن السابع عشر . واعترف عدد كبير من مؤرخى العلم بفضلهم على العلم والإنسانية واتفق

---

[٢١] المرجع السابق ص ٣٤٧ .

أغلبهم : أنه لولا أعمال العلماء العرب ، لاضطر علماء النهضة الأوروبية أن يبدءوا من حيث بدأ هؤلاء ، ولتأخر سير المدنية لعدة قرون (٢٢)

يقول جورج سارتون : إن كثيراً من الآراء والنظريات العلمية حسبناها من صنعنا ، وإذ بالعرب سبقونا إليها . فقد ظلت الشعوب العربية حاملة لواء النهضة عدة قرون ، فى وقت كانت أوروبا ما تزال غارقة فى الظلام ، وأن ما أتت به الحضارة العربية فى باب العلم ، ولا سيما العلوم الطبيعية وتطبيقاتها أعظم بكثير مما أتت به فى هذا السبيل الدولة البيزنطية . إذ أن الحضارة البيزنطية لم تأت بفكر جديد ، ويقول جوستاف لوبون " صاحب كتاب قصة الحضارة " عند المقارنة بين أسبانيا العربية وسائر أرجاء أوروبا: " تمتعت أسبانيا بحضارة سامية بفضل العرب ، بينما كانت بقية أوروبا غارقة فى ظلام وتأخر ، ولو سار الغرب تحت راية العرب لتسامت منزلته " . ويعترف المؤرخ " رينو " فى كتابه تاريخ غزوات العرب بفضل العرب على أوروبا يقول : إن النهضة الحقيقية فى أوروبا لم تبدأ إلا منذ القرن الثانى عشر بفضل العرب ، حيث أفاق الفرنسيون والإنجليز والألمان من رقدتهم ، ونفضوا عنهم تراب الخمول ، ووجدوا ضرورة الاشتراك فى الحضارة العربية ، فأخذ المسيحيون فى فرنسا وإيطاليا وما جوارهما يتجهون إلى الأندلس لترجمة الكتب العربية وكان العرب آنذاك يمثلون الشجاعة والشهامة وعزة النفس ومكارم الأخلاق ، وأشاد المؤرخان لافيس ورامبو فى كتابهما " التاريخ العام للحضارة العربية وأثارها " فقالا : إذ وجب أن يذكر لكل واحد قسطه من العمل ، لا يسع المنصف أن يذكر أن قسط العرب كان أعظم من قسط غيرهم ، فلم يكونوا واسطة نقل معارف الشرق الأدنى والأقصى وصناعاته إلى أوروبا وآسيا .. وإنما كانوا مما أحسنوا استخدام معارفهم ، وأنهم أبدعوا حضارة حية مطبوعة بطابع قرائحهم وعقولهم .. وأن هذه الحضارة ذات طابع خاص وسمات قائمة ، وقد دخلت إلى أوروبا عن طريق الأندلس وصقلية وإيطاليا . (٢٣)

وأهدى تراكم المعارف فى العلوم الطبيعية عند العرب إلى الإنسانية كثيراً من مظاهر الترف والحضارة والرفاهية ، كما أهداها معلميها الثانى والثالث ، الفاربى وابن سينا ، ولو قدر لهذه النهضة العلمية العارمة أن تستمر فى عنفوانها وانتشارها ، لكانت هذه النهضة التى تتيه بها أوروبا فى العصر الحاضر من نصيب العرب ، ولتقدمت على تاريخها الحالى عدة

---

(٢٢) Browen E .; Arabian Medicine Pitsburg Chairman & Hall . sec . ed . Cambridge . 1955.p.21.

(٢٣) **جورج سارتون** : العلم القديم والمدنية الحديثة . ترجمة عبد الحميد صبرة ، مكتبة النهضة ١٩٥٩ . وأيضا

جوستاف لوبون : حضارة العرب . ترجمة عادل زعيتر . الفجالة بدون. وأيضا

رالف لنستون : شجرة الحضارة . ترجمة أحمد فخرى .

قرون ، إلا أن بغداد وقعت تحت سنابك غزاة من المغول والتتار وسقطت الأندلس فى يد الفرنجة فى الغرب ، وتداعت دويلات المشرق والمغرب العربى واحدة بعد الأخرى ، وتحت وطأة الاستعمار التركى ثم الغربى اندثرت الحضارة العربية .. وصحت أوروبا .

عصر النهضة الأوروبية

وفى الوقت الذى أخذت فيه شمس الحضارة العلمية العربية ، فى العصر الإسلامى ، تميل إلى الغروب ، وبدأ مدها العالى فى الانحسار ، كانت أوروبا تفيق من سباتها الطويل لتصحوا فتتلقى إشراقة الحضارة العربية ، ويغمرها فيض العلم العربى ، فقد شعر الأوروبيون بتخلفهم عن العرب ، وحاجتهم إلى الاغتراف من هذا المعين الجديد ، فترجموا الكتب العربية إلى اللاتينية ، بدأ ذلك فى القرن الثالث عشر ، ونشأت فى الوقت نفسه جامعات فى أوروبا ، جامعة باريس ١٦١٠م أولاً ثم اكسفورد ١١٦٧م وكمبردج ١٢٠٩م ، ثم جامعات إيطاليا وغيرها من بلاد أوروبا ، وظهر عدد من العلماء كان لهم أثرهم فى تراكم الفكر العلمى الأوروبى من أمثال روبرت جروسيتست R . Grosseteste (١١٦٨-١٢٥٣) وألبرت العظيم AIlbert Magnus (١٢٨٠م) وكانوا من أساتذة الجامعات . (٢٤)

وبدأ عصر الأسفار والرحلات العلمية فى القرن الرابع عشر والقرن الخامس عشر ، ونظمت رحلات استكشافية على نطاق واسع مثل رحلة فاسكو دى جاما إلى جزر الهند الشرقية وكان ربانه فيها ابن ماجد الملاح العربى ، ورحلة كريستوفر كولمبس إلى جزر الهند الغربية وتجمعت المعلومات عن غرائب الكائنات والموجودات وبدا الاهتمام بالحضارات القديمة والعلوم اليونانية إلى جانب الاهتمام بالحضارة العلمية العربية . وكان اختراع جوتنبرج للطباعة فى منتصف القرن الخامس عشر عام ١٤٥٤م نقطة تحول فى دفع عجلة النهضة الأوروبية ونشر المعارف العربية واليونانية لتأخذ مكانها فى التعليم والجامعات الأوروبية ، ولا شك أن اختراع جوتنبرج يعتبر نقطة تحول واضحة فى تقدم المعرفة فى حياة الجنس البشرى، ولا تزال طبعة الكتاب المقدس التى أنتجها هى أثمن ما طبع من ملايين الكتب إلى أخرجتها المطابع منذ ظهرت الطباعة . (٢٥)

وسطع فى سماء النهضة العلمية الأوروبية أفذاذ من أمثال كوبرنيق Copernicus (١٤٧٣-١٥٤٣) وفرانسيس بيكون (١٥٦١-١٦٢٦) ، ورينيه ديكارت Rene Decartes (١٥٩٦-١٦٥٠) واسحاق نيوتن Newton (١٦٤٣-

---

(٢٤) **جون برنال** : العلم فى التاريخ . بزوغ العلم المجلد الأول . المؤسسة العربية للدراسات والنشر بيروت ١٩٨١ ص ٣٣٣ .

(٢٥) **Boas M.**; The Scientific Renaissance . Clarendon press , Oxford , London 1963 p . 26.

١٧٢٧) وكبلر Kepler (١٦٣٠-١٧٥١) ، وجاليليو Galilio (١٥٦٤-١٦٤٢)، ولافوازييه Lavoisier (١٧٤٣-١٧٩٤) ، وباستير Pasterr (١٨٢٢-١٨٩٥) وكوخ Koch (١٨٤٣-١٩١٠) ، ولينيس Linnaeus (١٧٠٧-١٧٧٨)، ثم لامارك Lamarek (١٧٤٤-١٨٢٩) ، وكوفييه Cavier (١٧٦٩-١٨٣٢) ودالتن Dalton (١٧٦٦-١٨٤٤) وداروين Darwin (١٨٠٩-١٨٨٢) ، وغيرهم ممن كانوا لهم أثر فى تقدم المعارف العلمية ، ولا ننسى ذلك المارد الجبار الذى قفز بالعلوم الجيولوجية أوسع قفزة وهو المجهر The Microscope بعدساته المختلفة ، وقوة تكبيره للكائنات الدقيقة ، ما يسر الدراسات البيولوجية ، وكذلك انتشرت الجمعيات العلمية كالجمعية الملكية بلندن (١٦٦٠) Royal Society of London وأكاديمية العلوم الفرنسية Academic des Sciences (١٦٦٦) ويسمونها الكليات غير المنظورة ، وانتشرت المجلات العلمية المتخصصة . وخطورة الجمعية الملكية وأكاديمية العلوم كانت فى أن هاتين الهيئتين الرسميتين بدأ منهما تكوين الهيئات الكثيرة غير الرسمية التى اشتغلت بالعلوم ، وأصبحتا مكاناً دائماً ومعروفا لتراكم المعرفة العلمية لكل أوروبا .. وتعتبر الجمعية الملكية بلندن أقدم جمعية علمية فى بريطانيا وأوروبا ، غرضها دراسة العلوم الطبيعية والتشجيع عليها ، بدأت كنادى يضم هواة العلم ، وفى عام ١٦٦٠ نشأت الجمعية بمرسوم عندما اعتلى شارل الثانى العرش ، وأدت الجمعية فى ثلاثة قرون أكبر الخدمات ، وسجلاتها هى أكبر سجلات تاريخ تراكم العلم ، وهى إلى اليوم مستشار الحكومة البريطانية فى شئون العلم ، ومن رؤساء هذه الجمعيات نيوتن ودافى Davey وهكسلى Huxley (ولد ١٨٧٧) وكلفن Kelvin (١٨٢٤-١٩٠٧) ورالى Rayleigh (١٨٤٢-١٩١٩) (٢٦)

أما أكاديمية العلوم بباريس فقد أنشأها لويس الرابع عشر بناء على نصيحة وزير المالية كلبير Calbert (١٦١٩-١٦٨٣) الذى نظم الصناعة والضرائب والتجارة وأصلح الاختلال المالى .. وكانت قد تأسست فى فلورنسا بإيطاليا عام ١٦٥٧ أكاديمية شيمنتو Cimento فى رعاية رجلين أخوين من أسرة مديشتى هما ليوناردو وفردنياند ، وكان هدفهما التجريب ثم النظر والفكر من بعد ذلك ، وفى خلال عشر سنوات فقط إزدهرت بحوث الهواء وضغط الهواء والأيدروستاتيكا ، وكان من أمهر أعضائها تورشيلى Toricelli (١٦٠٨-١٦٤٧) وقد قامت هذه الجمعيات العلمية بنشر مجلات تطبع بانتظام ويزودها الأعضاء بما يعن لهم من أفكار ، وما يخرج فى تجاربهم من نتائج وإبداع ، وقد أتاحت هذه المجلات وسهلت منذ بدء القرن الثامن عشر تفرع العلوم ، وأخذت الفروع بدورها تتقسم ، وبدأت الكيمياء

---

(٢٦) **Boas M.**; op . cit . pp .26-27 .

وأيضا **Andrade E.**; A Brief History of The Royal Society . Gerald Duckworth . London 1960 p .13

الحديثة تتخلص من ربقة الكيمياء العتيقة ، كيمياء الاكسير وحجر الفلاسفة فكل التجارب أصبحت منشورة بكل تفاصيلها ، وملاحظاتها . (٢٧)

واتسعت آفاق المعارف العلمية وازدات فروع العلوم الطبيعية ، وغدا من المستحيل على العالم أن يكون موسوعياً كما كانت الحال من قبل ، ولكن حسبه أن يقف على رافد واحد من روافد المعرفة وينهل منه ويضيف إليه ما استطاع إلى ذلك سبيلاً ، وابتكر العلم من الأجهزة والأدوات ووسائل النشر والإعلام ما يسر له التراكم والتقدم ، وجعله يعدو نحو مشارف العصر الحديث ، عصر الذرة والصاروخ ، وكان العلم أهم الوسائل التى ساعدت على نقل الأفكار العقلية فى جميع أرجاء العالم . ولا نستطيع الإجابة ببساطة لماذا ازدهرت العلوم الطبيعية فى هذه النقطة المعينة من الزمان والمكان ؟ وغنى عن القول أن العلوم اليوم هى صناعة غربية ، صحيح أن جذورها عربية وفرعونية وإغريقية وهندية وبابلية ولكن جذوعها وفروعها وأغصانها وأوراقها وثمارها كلها غربية . وهى متطورة آخذة فى العلو والنماء ، ومفاتيح تطورها بيد الغرب ، وهى كلما ازدادت تطوراً زادت بعداً عن جذورها ، هناك بالتأكيد عوامل متعددة أدت إلى ذلك ... أن رجال الأعمال فى أوروبا كانوا شغفهم التجديد ، ويريدون تعضيد العلم بالمال ، العلم الذى لا تقيده أهواء ، والعلم الذى لا تعوقه أسباب سوء المعاملة وعدم التقدير ، كما أن الثروة والتنظيم المتزايد ، ساعد على ازدهار العلوم ، إلا أن الحرية كانت أهم العوامل الأساسية لنهضة العلم . ألم يكن من الضرورة للعالم أن يظفر بتحرره من كل صنوف القيود التى عرفتها العصور الوسطى ، وخير أمثلتها ما حدث لجاليليو ، والواقع أن العلم الطبيعى بعدما أثبت شيئاً فشيئاً أنه نافع فى تعزيز تسلط الإنسان على البيئة المادية ، اقتنعت الطبقات المالكة بقيمة العلم ، وكان يسعد هذه الطبقات الحاكمة أن تهب العلماء المال والحماية. (٢٨)

والواقع أنه ليس من السهل وضع حد فاصل بين عصر النهضة الأوروبية والعصر الحديث . ومن الناس من يرى أن العصر الحديث ما هو إلا امتداد لعصر النهضة الأوروبية ، ولكن الواقع أيضاً أن الفكر العلمى يتقدم بالإنسان بسرعة فائقة نتيجة للتراكم المتزايد ، لأنه يعمل بمصلحة قوى العصور السابقة جميعاً ، ولذا فقد قفز الإنسان من عصر البخار إلى عصر الكهرباء ثم إلى عصر الذرة والطاقة والصاروخ ، والأقمار الصناعية ، وسفن الفضاء فى خطى أشبه بالوثبات الجبارة . (٢٩)

---

(٢٧) Boas M.; op cit. p. 28.

(٢٨) Whitman W. D.; Science and The Renaissance. 2Vol. Kegan Paul. Edinburg. 1962. p.34

(٢٩) Ibid. p. 35.

فها نحن نتحدث فى ثقة واطمئنان عن تركيب الذرات وعن الفيروس والبكتريا بفضل المهجر الإلكترونى Electronic Microscope الذى يكبر الأشياء مئات الألوف من المرات ، ثم تكبر مرة أخرى بطريقة إبصارية ليبلغ تكبيرها ملايين المرات ، وغدونا نرسل الصواريخ المتعددة تنطلق نحو هذه الكواكب أو ذاك القمر بسرعة تزيد على سبعة عشر ألف كيلو متر فى الساعة ، وما يزال العلم يطمع فى زيادة سرعة الإنسان باستعمال الوقود النووى حتى لنعتقد أن الرحلة إلى القمر لن تستغرق سوى بضع ساعات ، وكان كشف الأجهزة المطيافية مما ساعد على معرفة ما بالأجرام السماوية من عناصر ، كذلك كان كشف البنسلين ومشتقاته وأمثاله نقلة هائلة فى علاج كثير من الأمراض، وعرفت المضادات الحيوية Antibiotics وكان لها أثر فى تقدم علوم الطب ، ومن قبله كان كشف مركبات السلفا Sulpha Compounds التى كان لها شأن فى تقدم نواح كثيرة من العلوم الطبيعية . وحيث يستحيل على المرء أن يذكر فى بحث متواضع مدى التراكم العلمى الحديث والمعاصر فقد أثرت أن أشير إلى قليل من كثير عن التراكم المعرفى فى مجالات ثلاثة تترابط وإن بدت للبعض أنها متباعدة هى الفلك والكيمياء والبيولوجيا . (٣٠)

تراكم المعرفة الفلكية :

لم يكن جاليليو الوحيد الذى وجه تلسكوبا نحو الأجرام السماوية ، وشاهد خلاله أشياء جديدة ، فقد شاهد سيمون ماريو أقمار المشترى عام ١٦٠٩ ، وطور كبلر التلسكوب الفلكى عام ١٦١١ لكى يتسع مجال الرؤيا ، ولكن للتلسكوب الجديد مكانة فى حياة هيجنز Hugens (١٦٢٩-١٦٩٥) حيث صنع أول تلسكوب مع شقيقه مجلخ العدسات وبلغ طوله ١٤ قدماً واكتشف به نظام الكوكب زحل عام ١٦٥٩ ،وضع هيجنز فى السنين التالية تلسكوبات أخرى ذات أبعاد بؤرية متزايدة وصلت إلى ١٢٠قدماً وأكثر ، وكان الغوض من ذلك هو الإقلال من الزيغ الكرى على قدر الإمكان ، وأتاح استخدام التلسكوب قياس المسافات والأبعاد الصغيرة فى السماء مثل القطر الظاهرى لكوكب . (٣١)

وبدأت موجة جديدة فى تاريخ الفلك عندما شيدت كل من الحكومتين الفرنسية والإنجليزية مرصداً ، مرصد باريس الذى أمر لويس الرابع عشر بإنشائه عام ١٦٦٧-١٦٧٢ والمرصد البريطانى الملكى الذى أنشئ عام ١٦٧٥ بأمر الملك شارل الثانى ، وعين الإيطالى جيوفانى دومينكو مديراً للأول ، وقاد القس جون فلامستيد المرصد ا لثانى ، وكانت احتياجات

---

(٣٠) **Tuge H .**; Historical Development of Science and Technology . Thomas & Hudson . L.t.D. London 1968 . p . 92 .

(٣١) **Taylor S .**; Galileo and the Freedom of thought . G.Bell & Sons London 1959 pp . 11-12 .

الملاحة البحرية الدافع لإنشاء هذين المرصدين ، وكان الفلاسفة الطبيعيون مقتنعين بأن المعرفة الدقيقة لمكان الأجرام السماوية شرط لابد منه للتحديد الدقيق لمكان سفينة فى البحر ، ولذا انشغلوا بمشكلة تحديد خط الطول ، شجعهم على ذلك الحكام والأثرياء ، وتمت فى هذين المرصدين أعمال فلكية تفوق بكثير أعمال الملاحة ، وأنجز فلامستيد عددا كبيرا من المشاهدات الملفتة فى وقتها فى ظروف بالغة المشقة ، ويعزى إليه تحسين أساليب قياس المشاهدة الفلكية ، حيث نشرت نتائج أعماله عام ١٧٢٥ بمعرفة مساعديه ، وخلفه فى المرصد الملكى عالم الرياضيات أدموند هالل ، وكان اسمه قد ذاع بنشر خريطة فلكية لنصف الكرة الجنوبى منصبة على مشاهدات قام بها فى جزيرة سانت هيلانة عام ١٦٧٦ وخلص عام ١٦٨٢ بتطبيق طريقة أوردها نيوتن لتحرير مدار المذنبات . ومن الشخصيات الهامة فى الفلك الدانمركى رومر Roemer (١٦٢٤-١٧١٠) مدير مرصد كوبنهاجن ، ويحسب له أنه قام بأعمال هامة لتحسين أسلوب إجراء المشاهدات الفلكية عن طريق الاستخدام الكامل لكل إمكانيات التلسكوب والمجهر والساعة ذات البندول ، وتميز النشاط الفلكى فى هذه الفترة بالبعثات التى أوفدت لإجراء المشاهدات فى البلاد النائية ، وكان هدفها الأساسى قياس طول الدرجة على دائرة خط الزوال لاستخدام هذه النتائج فى تحديد الشكل والأبعاد الصحيحة للأرض ، إلا أن هذا كشف عن حقائق أخرى كثيرة تراكمت ، وسار تطور الفلك العلمى خلال القرن الثامن عشر فى نفس الاتجاه ، فقد قدم الفلكى الإنجليزى جيمس برادلى إسهامات هامة خاصة بقياس ميل النجم فى كوكب الحوت ، وتحققت بهذا طريقة جديدة لحساب سرعة انتشار الضوء بالإضافة إلى تصحيح جديد يجب تطبيقه على مواضع النجوم المقيسة . وقام برادلى بمجموعة كبيرة من المشاهدات بين عامى ١٧٥٠-١٧٦٢ مستخدما أجهزة جديدة ، وأخذ فى الاعتبار جميع الأخطاء التى يمكن أن تحدث نتيجة لعيوب الأجهزة ، ونشرت أبحاثه فى عام ١٨٠٥ بعد وفاته ، ولم تظهر المعالجة العلمية لهذه المعلومات إلا عام ١٨١٨ على يد الفلكى الألمانى فريدريش فيلهلم بيسيل تحت عنوان أصول الفلك طبقا لمشاهدات برادلى . (٣٢)

وكان جون هاريسون أول من نجح فى جعل حركة الكرونومتر لا تتأثر بدرجة الحرارة ، وقصر ماسكلين قياساته للنجوم على ٣٦ نجما أساسيا وقام بتحديد دقيق لمواضع الشمس والقمر والكواكب ، وقام بتأليف التقويم البحرى، وكانت فرنسا فى القرن الثامن عشر بلد الفلك الحسابى ، كما كانت إنجلترا بلد الفلك القياسى ، وكان اهتمام الرياضيين الفرنسيين منصب على الميكانيكا السماوية التى أقامها نيوتن ووصل بها إلى حد ما من الإتقان. (٣٣)

---

(٣٢) **Armitage A .**; History of Modern Astronomy . Allen and Unwin London . 1969 p .105.

(٣٣) **Ibid** . p . 106 .

ومارس جون هيرشيل John Herschel (١٧٩٢-١٨٧١) الفلك ، وكان والده الفلكي قد بدأ بتجليخ المرايا الجوفاء عام ١٧٧٣ وصنع تلسكوباته بنفسه، واستمر يفعل هذا على نطاق كبير لفترة طويلة من الزمن ، وكن أكثر اهتمامه بالفلك الوصفى ، وبالاختلاف فى طبيعة الأجسام السماوية ، وقام بإعداد قوائم لمشاهداته فى السماء ، وحاول أن يكون فكرة عن شكل السماء بأكملها ، ودرس السطوح الخارجية للقمر والكواكب ، وتعتبر مشاهداته للمريخ بداية البحوث الطبيعية الفلكية الحديثة ، واكتشف تابعين للمريخ ، واستطاع هيرشيل أن ينشر قوائم ٨٠٠ نجم وبضعة آلاف من السدم وحشود النجوم ، وأعطى أول تخطيط للتركيب المحتمل لدرب التبانة على أساس عمليات حصر منهجية لعدد النجوم فى الاتجاهات المختلفة ... ومن اكتشافاته الشهيرة تحديده لنقطة قبلة الشمس ، وهى نقطة فى السماء حددها عند كوكبة هرقل تتحرك الشمس نحوها . (٣٤)

وكانت العقود الأولى من القرن التاسع عشر فترة تعميق وتهذيب للأعمال النظرية والفنية أكثر منها فترة لتجديد المبادئ العلمية ، وبرزت أساليب الدقة الألمانية إلى جانب البريطانية فى صنع الأجهزة نذكر منها دائرة خط الزوال والهليومتر ، وأدت إمكانيات الأجهزة الحديثة إلى محاولات جديدة للكشف عن مواضع النجوم ، وتحقيق تقدم فى المجال النظرى على يد الطبيب الألمانى هاينريش فيلهلم أولباز الذى ابتدع عام ١٧٩٧ طريقة لحساب مذنب أبسط طريقة من طريقة لابلاس ونيوتن باستخدام عدد قليل من المشاهدات ، وبالذات على يد العالم الرياضى كارل فريدريش جاوس Karl Gauss (١٧٧٧-١٨٥٥) الذى استنتج فى كتابه " نظرية حركة الأجسام السماوية التى تدور حول الشمس فى قطاعات مخروطية " طريقة تحديد مدار كوكب أو مذنب من ثلاث مشاهدات ، وحقق الفلك الرياضى نجاحاً عظيماً عندما نجح جون كاوتش آدامز فى كمبردج وأوربان جان لوفرييه فى باريس، فى تفسير الاختلال الذى ظهر فى حركة أورانوس ، وأثبت يوهان جوتفريد فى برلين وجوده عام ١٨٤٦ بالقرب من الموضع الذى تنبأ به لوفرييه . (٣٥)

وكان لاكتشاف الكوكب الجديد نبتيون وقع كبير على الفلكيين وعلى عامة الناس ، وتبين أنه يتحرك فى مدار يختلف عن المحسوب نظرياً ، وأنجزت أعمال أخرى فى مجال الفلك الرياضى منها إعداد جداول فى حركات القمر ، ونشرتها البحرية البريطانية عام ١٨٥٧ وظلت تستعمل أكثر من نصف قرن كأساس لكل الأرقام الخاصة بالقمر ، ومن السمات المميزة للفلك فى القرن التاسع عشر القوائم لكل النجوم والتى تتعاون فى إعداد

---

(٣٤) Armitage A.; op . cit . pp. 109-110 .

(٣٥) Ibid . p . 112 .

مصور منظم لها ثلاثة عشر مرصدا عام ١٨٧١ . وأصبح التصوير الضوئى بمجرد دخوله عالم الفلك عاملا مساعدا فى مشروعات أضخم ، ونبعت من هذا فكرة خريطة السماء التى اهتم بها ١٢ مرصدا ، كما استخدم التصوير استخداما بالغ الكفاءة فى قائمة نجوم رأس الرجاء الصالح الذى نظمه ديفيد جيل وياكوبوس كابيتين ، ونتج عنه مصور به ٤٥٠,٠٠٠ نجم ، وبلغت دراسة سطح القمر ذروة جديدة عندما أصبحت تلوسكوبات معهد ميونخ معدة للعمل ، وأخذت أول صورة جيدة للقمر عام ١٨٥٠ بواسطة وليم بون مدير مرصد كلية هارفارد ، وتقدمت دراسة الشمس بفضل مشاهدات تلسكوبية نظامية دامت أربعين عاما للبقع الشمسية ، وفى ميدان دراسة الكواكب أعدت أول خريطة لسطح المريخ عام ١٨٣٠ كانت هى الأساس لمزيد من الدراسات لهذا الكوكب فيما بعد ، واكتشف وليم لاسيل قمرا جديدا لزحل هو ثامن أقماره ، وأصبحت الكويكبات فرعا جديدا فى البحث ، ولم ينشط الاهتمام بالشهب خلال فترة الانتقال بين القرنين التاسع عشر والعشرين (٣٦)

ومع بداية النصف الثانى من القرن التاسع عشر بدأ العلماء تطبيق التحليل الطيفى على دراسة الأجرام السماوية ، ولقد تأثرت أجهزة دراسة الطيف الفلكية باختراع جوزيف نورمان لوكيار لآلة التصوير المنشورية ، إذ شوهدت بها أطياف الهالة والنتوءات ، وتكررت المشاهدة فى ضوء النهار واكتشف عنصر جديد فى الشمس هو الهيليوم .. (٣٧)

ومع بداية القرن العشرين ونتيجة للتطور الصناعى فى اللدائن والكهرباء والمعادن . كان الترانزستور الذى مهد لدخول الإلكترونيات كافة ميادين النشاط البشرى . وفى عام ١٩٤٠ تمكن العلماء فى الولايات المتحدة الأمريكية من صنع تلسكوب بالومار الضخم ، التلسكوب البصرى العملاق ، وبواسطة هذا الجهاز للرصد الفلكى وبالاستعانة بجهاز التلسكوب اللاسلكى . تمكن علماء الفلك من سير أغوار الكون الفسيح ورؤية الأجرام السماوية التى تبعد عن الأرض ١٠,٠٠٠ مليون سنة ضوئية ، ويقدر ما أمكن كشفه من النجوم بواسطة هذا المنظار المقرب بأكثر من ١٥٠٠ مليون نجم ، وانحصر عمل علماء الفلك فى الإجابة على تساؤلات كثيرة منها ما يتعلق بمكونات هذا الكون ؟ ومنها ما يتعلق بتركيبه والمواد التى يتكون منها هذا الكون ؟ وأكثر هذه المواد انتشارا والنسب التى توجد بها ؟ ، وما هى الصورة التى كان عليها الكون فى العصور السابقة ؟ والصور التى سيوجد عليها فى العصور الآتية ؟ وهل هناك حدود لهذا الكون الفسيح أم هو ممتد إلى ما لا نهاية ؟ (٣٨)

---

(٣٦) **Hoyle F.**; The Nature of The Universe . Oxford press London 1960 . pp . 22- 24 .

(٣٧) **Ibid** . p . 24 .

(٣٨) **Armitage A.**; op . cit . p . 115 .

وفى الأربعينات من هذا القرن ظهر علم الفلك اللاسلكى أى الإشعاعى وهو العلم الذى يستخدم الموجات الإذاعية فى دراسته للكون ، وقد وصل العلماء إلى نتائج عديدة وغير متوقعة وساهم فى إقامة هذا العلم علماء كثيرون منهم جانسكى Ganski وجروت ديبر Groat Deber وواطسون واط W . Watt الذى تمكن من إنشاء شبكة الرادار Radar خلال الحرب العالمية الثانية مما أنقذ بريطانيا من الهزيمة أمام سلاح الجو الألمانى النازى. (٣٩)

وفى عام ١٩٤٦ بنى أول كمبيوتر فى جامعة بنسلفانيا الأمريكية واستطاع الإنسان أن يطير بسرعة تفوق سرعة الصوت عام ١٩٤٧ ، وصنعت إنجلترا عام ١٩٤٨ الطائرة النفاثة الكوميت وفى عام ١٩٥٠ تم ربط تلسكوب بالومار بجهاز كمبيوتر لحساب حركة الكواكب السيارة فى النظام الشمسى ، وفى غضون سنوات قليلة بدأ علماء الفلك يستخدمون الخلايا الضوئية من أجل تحسين صور الأجرام السماوية ، وتبع ذلك ما يسمى بمقومات الصور التى زادت كثيرا من القدرة على رصد الأجرام والمجرات التى تبعد عن الأرض ملايين من السنوات الضوئية . (٤٠)

وفى الخمسينات بدأ عصر الفضاء حيث أطلقت أول مخلوقات حية ، وأصبحت بيولوجيا الفضاء ميدانا واسعا للبحوث التجريبية ، والواقع أن تاريخ هذه المحاولات العلمية يعد من أجرأ وأنفع الفصول فى قصة تطور العقل البشرى . ولعل إطلاق الحيوانات فى الفضاء كان هو أكبر البحوث الممهدة لارتياد الإنسان الفضاء . والواقع أن الرحلات الحيوانية للفضاء ساعدت كثيرا على إيضاح المشكلات الرئيسية التى سيصادفها الإنسان فى الفضاء مثل مشكلة انعدام الوزن . وفى عام ١٩٥٧ أطلق سبوتنيك واحد Sputink I أول قمر من صنع الإنسان يدور حول الأرض ، واشتدت حدة المنافسة بين أمريكا وروسيا فى سباق الفضاء ، وفى عام ١٩٦١ توجه جاجارين يدور حول الأرض دورة واحدة ويعود إلى موطنه سالما . وفى عام ١٩٦٣ كانت هناك أول امرأة فى الفضاء وهى الرائدة فالنتينا والتى دارت حول الأرض لمدة ٣ أيام وفى عام ١٩٦٥ مشى أول رجل فى الفضاء هو ليونوف وذلك قبل الرائد الأمريكى وايت بخمسة أيام . (٤١)

فى يوليو عام ١٩٦٨ رحلة أبوللو برجال الفضاء الأمريكيين ارمسترونج وأولدرين وكولنز ، وهبطت بهم بعد أربعة أيام على سطح القمر

---

(٣٩) **فرد هويل** : مشارف علم الفلك . ترجمة إسماعيل حقى . مراجعة عبد الحميد سماحة . دار الكرنك الألف كتاب ١٩٦٣ ص ٣١٦ وما بعدها .

(٤٠) **Artandis S.**; An Introduction to Computers in Information Science. 2nd ed . Metachen . London 1972 p . 14 .

(٤١) **جيمس هانزان ودافيد يوشينيل** : بيولوجيا الفضاء . ترجمة زكريا فهمى . مؤسسة فرانكلين ١٩٦٤ ص ١٩٣ .

ووطئت قدم الإنسان جرماً سماوياً آخر لأول مرة . وبدأت الركبات الفضائية الأمريكية والروسية تطلق إلى الفضاء لتكشف عن أسرار النظام الشمسى واكتشف العلماء ما أسموه بالثقوب السوداء ، وهى عبارة عن كميات هائلة من المادة إلى درجة أن العقل البشرى لا يمكنه أن يتصورها .. وربما تتألف من عدة مئات من آلاف النجوم المتراصة المضغوطة على بعضها فى نقطة ما من الفضاء بحيث أن مجال جاذبيتها يوصف بأنه لا متناهى ... وعليه فإن أى كوكب أو نجم يقع فى المجال يصبح أسيراً للثقب الذى يجتذبه بسرعة وبقوة عنيفة ، ولا مجال للإفلات ، وها هى بحوث الفضاء تدور حول كوكب المريخ استعداداً لاقتحامه بعد أن يصل العلماء إلى المعارف والمعلومات التى تمكنهم من خير الأداء لما يخططون .. (٤٢)

تراكم الكيمياء

كانت الظاهرة الرئيسية لتراكم المعارف الكيميائية هى تأسيس علم الكيمياء لكى يصبح علماً منطقياً عملياً ، فقد انتظر حتى تجمعت الكثير من التجارب لمعرفة خواص المواد ونتيجة التفاعلات بينها ، وكذلك صورها المختلفة التى لم تكن متاحة إبان عصر النهضة ، وكان ضرورياً لكى ينظر الإنسان إلى الكيمياء بعين المنطق أن تزال من الأذهان المعتقدات القديمة المتوارثة من القرون الوسطى وما قبلها والتى كانت تسيطر على عقول الكيماويين .

كانت أول المحاولات جهود بويل Boyle (١٦٢٧-١٦٩١) ... حيث اقتربت هذه المحاولات كثيراً من أبواب النجاح ... وكان التقدم فى الكيمياء فى القرن ١٨ نتيجة تطبيق الفكر والمنطق ، وحيث أمكن تطبيق القياس والإحصاء ، والتقدم فى التركيز فى عمليات الاحتراق ، فقد كانت المشكلة المطروحة هى : ماذا يحدث للمواد المشتعلة عندما تحترق فى الهواء . كانت النتيجة الفورية هى اختفاؤها فى اللهيب والدخان وتركها الرماد . وهذه الصور وضحت فى الخشب والزيت ولم تكن سهلة على المعادن التى كانت تصدأ فى الهواء ... وكان بيشر Becher (١٦٣٥-١٦٨٢) وتلميذه ستال Stahl (١٦٦٠-١٧٣٤) قد أطلقا على عملية الاحتراق فكرة الفلوجستون Phlogiston وهو أساس النار ، فالأجسام التى تحتوى على كثير من الفلوجستون تشتعل جيداً، أما الأجسام غير القالبة للاشتعال فلا تحتوى على فلوجستون ، والجسم الغنى بالفلوجستون كالفحم يمكن أن يعطيه لجسم آخر فقده كالحديد ، وبذلك يمكن أن يتحول إلى حديد متوهج . ولا شك أن نظرية الاحتراق أو الأكسدة هدمت فكرة الفلوجستون رغم أن هذه الفكرة أتاحت ظهور الكثير من الظواهر فى علم الكيمياء ، كما أتاحت الفرص لكثير من علماء الكيمياء فى

(٤٢) د . فاروق الباز : الفضاء ومستقبل الإنسان . دار المعارف . القاهرة ١٩٨٦ ص ١٣ .

منتصف القرن الثامن عشر للبحث وراء الحقيقة ، ومنهم جوزيف بريستلى Joseph Briestly (١٧٣٣-١٨٠٤) الذى وضعت أبحاثه خاتمة ونهاية هذه النظرية ... (٤٣)

كان لابد لتقدم علم الكيمياء ، أن يكون الميزان هو الحكم ، فقد كان رفض فكرة الفلوجستون ليس عدم قبولها منطقياً ، ولكن لتضاربها مع الحقائق المادية ، فكانت فى حاجة إلى أن تقلب رأساً على عقب ، وأصبح وجود الفلوجستون معناه عدم الاكسدة ، وغياب الفلوجستون معناه الأكسدة ، وكان الطريق للكيمياء الحديثة هو دراسة الغازات ، فقد بين ستيفن هيلز Stephen Hales (١٦٧٧-١٧٦١) كيف تجمع الغازات فوق الماء وتقاس حجومها واستطاع بريستلى وكافندش Cavendish (١٧٣١-١٨١١) جمعها بدقة أكثر فوق الزئبق ، وأن هذه الغازات لها صفات كثيرة كيفية تفرق بينها، واستطاع جوزيف بلاك Joseph Black عام ١٧٥٤ أن يميز ويزن الغاز الناتج من تسخين الكربونات ، ككربونات الكالسيوم ، وسماه الهواء الثابت لأنه استطاع أن يمتصه بواسطة ماء الجير ، ويستعيد الكربونات الأصلية بنفس الوزن الذى بدأه ، وبهذه الطريقة بين أن الغاز يمكن أن يكون من مكونات الجسم الصلب ، أى أنه مادة بمعنى الكلمة وليس هناك سر غامض حوله . (٤٤)

جاءت الخطوة التالية لتطور تراكم علم الكيمياء على يدى بريستلى فقد اختار الغاز الذى ينطلق بتسخين أكسيد الزئبق وسماه الهواء المحرر من الفلوجستون حيث أن له جاذبية كبيرة أكثر بكثير من الهواء العادى ، أى أن الأشياء يزداد اشتعالها فيه أكثر من احتراقها فى الهواء العادى ، هذا الغاز هو الذى نسميه اليوم الأكسجين وكان اكتشافه عام ١٧٧٤ ، وفى السويد حضر سشيل Scheele الأوكسجين فى نفس الوقت ، فقد أوضح بريستلى أنه أثناء الاحتراق أو التنفس يستهلك الهواء الذى لا يحوى الفلوجستون وأوضح أيضاً أن النباتات الخضراء فى ضوء الشمس تخرج الأوكسجين من الهواء الثابت أو ثانى أوكسيد الكربون الذى تمتصه ، وبهذا حل مشكلة دورة الكربون من الهواء الجوى إلى النباتات والحيوانات ، ومن تلك إلى الهواء الجوى مرة أخرى . وبالرغم من ذلك لم يستطع أن يدرك بريستلى أهمية هذا الكشف وترك ذلك للافوازييه Lavoiser (١٧٤٣-١٧٩٤) بعقله المرتب وقوة إدراكه. (٤٥)

حصر لافوازييه اهتمامه فى كشف كنه عملية الاحتراق فى الهواء ، كانت أعماله كلها دقيقة مرتبة ذكية على طول الخط . فعندما استمع للكشف

---

(٤٣) **Clow A .**; The Chemical Revolution . Hunchinson University Library . London 1952 p.39

(٤٤) **Jaffe B .**; The Story of Chemistry . Published by Simon and Schuster Inc . 1956 pp . 64-67 .

(٤٥) **Ibid** . p . 70 .

الذى توصل إليه بريستلى وهو الأوكسجين ، استطاع لأول وهلة أن يدرك أهميته وأنه وحده المسئول عن الاحتراق ، كما أن الاحتراق يعنى الاتحاد الكيميائى بين الأوكسجين والمادة المشتعلة ، وسماه بصانع الأحماض ، وأنكر ما أسماه العلماء السابقين الفلوجستون وهاجم هذه الفكرة . وبين أن الماء ليس عنصرا وإنما مركبا كيميائيا من الأوكسجين والأيدروجين ، وكذلك الهواء والنتروجين ، وقسم المركبات الكيميائية إلى ثلاث مجموعات الأولى تلك التى تحتوى على الأوكسجين مع اللامعادن ، وهى الأحماض ، والثانية الأكسجين مع المعادن وهى القلويات ، والثالثة التى تجمع الأحماض مع القلويات وهى الأملاح ... ولذا يعتبر لافوازييه فى تاريخ العلم .. العالم المسئول عن جعل علم الكيمياء علما دقيقا وذلك بإجرائه تفاعلات كيميائية على درجة كبيرة من الدقة والوضوح ، فقد تخلص من كل الأسماء القديمة للمواد الكيميائية والتى كانت تعتمد على طرق تحضير مبهمة واستبدلها بالأسماء التى نستخدمها اليوم ككربونات الصوديوم وخلات الرصاص ، وتشير هذه الخطوة إلى وحدة العلم فى استخدام الأسماء العلمية الصحيحة فى الكيمياء ، كما استخدمت فى الفيزياء فى القرن السابع عشر ، وكما استخدمها شارل لينيس Linnaeas (١٧٠٧-١٧٧٨) فى تصنيف النباتات . [٤٦]

بعد ذلك استخدم لافوازييه النتائج التى بدأت تتراكم حول موضوع أوزان المواد التى تتفاعل مع بعضها وطبق ذلك على الغازات ، وبفضل قانونه حفظ المادة حصر الكيمياء فى عدد قليل من العناصر ، وبفكرة واحدة حول الكيمياء من مجموعة متفرقة من الوصفات إلى نظرية عامة أمكن بواسطتها تفسير الظواهر ، وأمكن التنبؤ بنتائج جديدة بطريقة كمية . ولذا يعد لافوازييه مشرعا ومقننا فى علم الكيمياء وأكثر منه مصنفا للعناصر [٤٧]

وترك لبرثوليت Berthollet (١٧٨٤-١٨٢٠) ورشتر Rechter (١٧٦٢-١٨٠٧) دراسة موضوع طبيعة التفاعلات الكيميائية والنسب التى تتفاعل بها المواد الكيميائية المختلفة ، وانعكس الاهتمام فى الكيمياء على الصناعة ، وأدت الدراسات إلى اكتشاف ماء الكلور عام ١٧٧٤ واستخدم بكميات كبيرة فى تبييض ألياف الكتان ، ونجحت صناعة حامض الكبريتيك والصودا الكاوية مما أدى إلى الإنتاج المتزايد من المنسوجات . وكانت إنجازات لافوازييه الأخرى هى تفسير عملية التمثيل ، فقد أمكنه إدراك أن جسم الكائن الحى يحرق المواد الغذائية وتنطلق الطاقة التى يستخدمها الإنسان فى العمل والحركة ، وكشف حقيقة التوازن الكيميائى للأجسام الحية والمعنى الحقيقى

---

(٤٦) Ibid . p . 70 .

(٤٧) **أحمد سعيد الدمرداش** : أنطوان لافوزييه. العلم للجميع. الهيئة المصرية العامة للكتاب. المقدمة.

لعملية التنفس والدورة الدموية التى كان هارفى قد تكلم عنها قبل ذلك بمائتى عام . (٤٨)

وكانت الخطوة التالية فى تراكم المعارف الكيميائية تلك التى اتخذها جون دالتون Jon Dalton (١٧٦٦-١٨٤٤) الفيزيائى الفلكى ، فقد اهتم بدراسة الغازات كسوائل مرنة ، وحاول شرح طبيعتها على أساس قوانين نيوتن وأدى ذلك إلى معرفة الأوزان النوعية لمختلف الذرات ، ولذلك شرح قوانين الاتحاد بين العناصر فى أوزان ثابتة ، وعلى أساس النظرية الذرية لدالتون أمكن شرح ما يحدث فى عملية التبلور ، وبعد ذلك وجد ميتشرلك Mitcherlick (١٧٩٤-١٨٦٣) أن المركبات المتشابهة لها بلورات متشابهة ، وبذلك أصبح علم البلورات الجديدة أداة جديدة نافعة لعلم الكيمياء . (٤٩)

وفى عام ١٨٠٧ استطاع همفرى دافى Humphry Davy (١٧٧٨-١٨٢٩) أن يحضر العناصر الجديدة مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم من القلويات بالتحليل الكهربائى ، وبذلك وصل لافوازييه فى تقسيم العناصر إلى فلزات ولا فلزات ، فذرات الفلزات موجبة الشحنة ، أما اللافلزات فسالبة الشحنة ، ووجد فراداى Faraday (١٧٩١-١٨٦٧) أن سرعة مرور الذرات فى المحاليل تتوقف على أوزانها ، ومهد ذلك لاكتشاف الإلكترون بعد سبعين سنة أخرى ، حيث كان التحيز شديداً ضد تطبيق الذرية على المحاليل . ومهد التحليل الكهربائى الطريق إلى إدراك كيفية تكوين الأملاح بتعادل الشحنات الموجبة والسالبة وبذلك استطاع الكيماوى السويدى برزيلوس Berzelius (١٧٧٩-١٨٤٨) أن يعيد تركيب معظم المركبات غير العضوية وكذلك المعادن ، وكان ذلك فى النصف الأول من القرن التاسع عشر.. (٥٠)

وكانت عمليات استخلاص وتنقية معظم المواد العضوية البسيطة مثل الزيوت والسكريات والأحماض النباتية سهلة ، وكذلك تحليلها إلى عناصرها الأصلية وهى الكربون والأوكسجين والأيدروجين والنتروجين ... كان هذا من عمل بعض الكيماويين الفرنسيين أمثال جاى لوساك Gay Lussac (١٧٧٨-١٨٥٠) ولورنت Laurent (١٨٠٨-١٨٥٣) وجيرهاردت Gerherdt (١٨١٦-١٨٥٦) ودوماس Dumas (١٨٠٠-١٨٨٤) وجاء بعدهم كيماويون ألمان أمثال فون ليبيج Von Liebig وموهلر Mohler (١٨٠٠-١٨٨٢) ومن دراسة ليبيج على المواد البسيطة كالدهون والأحماض الدهنية والكحولات نبتت فكرة تركيبها ، وكان هناك اعتقاد بأن المواد التى تكون داخل أجسام الكائنات الحية لا يمكن تحضيرها فى المعمل . ويدخل التراكم فى مجال

---

(٤٨) **Bernal J . D .**; Science and Industry in the Nineteenth Century . Allen and Unwin , London p . 18 .

(٤٩) **Jaffe B .**; The Story of Chemistry . op . cit . p . 142 .

(٥٠) **Bernal J . D .**; op . cit . p. 23 .

الكيمياء الفيزيائية إلى حدثين هامين **أولهما** هو قانون أفوجادرو Avogadro (١٧٧٦-١٨٥٦) والذى وضعه عام ١٨١١ وأعاد صياغته كانيزارو Canizzaro (١٨٢٦-١٩١٠) عام ١٨٦٠وينص هذا القانون على أن الأجسام المتساوية لجميع الغازات تحت ضغط وحرارة ثابتين تحوى عدداً متساوياً من الجزيئات ، وبذلك أمكن معرفة العدد الصحيح لكل نوع من الذرات فى الجزئ . **وثانيهما** هو فصل حامض الراسيميك إلى مكوناته ، وقام بهذا البحث لويس باستير (١٨٢٢-١٨٩٥) فقد بين أن الجزيئات فى المادة التى تصنع فى المعمل لا تستطيع أن تحدث انحرافاً فى الضوء المستقطب بينما المادة الطبيعية تحدث هذا الانحراف . وسبب ذلك أن المادة الأولى تتركب من نوعين من الجزيئات لكل منهما تشكيل مضاد مثل اليد اليمنى واليسرى ، بينما الثانية تتكون من نوع واحد من الجزيئات ، وتبين أن الأجسام الحية تحوى مواداً يمينية الاتجاه وليست يسارية . وبذلك أصبح باستير مؤسس الكيمياء الحيوية .. وقد طرأت فكرة تكوين الجزئ من ذرات مرتبة ترتيباً خاصاً على فكر الكيميائى الألمانى كيكولى Kekule (١٨٢٩-١٨٩٦) وهو جالس فى مقعده فى أوتوبيس لندن ، وهو الذى تصور جزئ البنزين يتركب من حلقة سداسية الذرات للكربون . وفى نفس المساء دون رؤياه ، فلقد رأى كيكولى بعين البصيرة تلك الذرات الكربونية مرتبة فى شكل سداسى الأضلاع ، وكان الكيميائيون فى ذلك الوقت يجاهدون لتفسير الصفات المميزة لمركبات قطران الفحم العطرية التى تختلف اختلافاً بينا عن المركبات الزيتية . وقد أصبحت حلقة البنزين عام ١٨٦٥ رمز الانتصار لصناعة أصباغ قطران الفحم . ومنذ أن تصور كيكولى جزئ البنزين أصبح هذا التخيل الهندسى أو القانون التركيبى هو الفكرة العلمية التى بزغت ونمت، ومضت فترة ١٢ سنة أيقن بعدها فان هوف Vant Hoff (١٨٥٢-١٩١١) ولى بل Le Bel (١٨٤٧-١٩٣٠) أن الأربع مكافئات للكربون لا يمكن أن تقع فى مستوى واحد ولكنها متماسكة فى الفراغ . ومنذ ذلك الوقت أصبحت الكيمياء العضوية Organic Chemistry فرعاً من الكيمياء وأصبح من الممكن تحليل وتصنيع المركبات المعقدة . (٥١)

وبطريق الصدفة اكتشف بركن Perkin (١٨٣٨-١٩٠٧) أول صبغة أنيلين مصنعة ، وكانت صناعة الكيماويات آنذاك فى إنجلترا تتباهى بأنها صناعة عملية ، والتقط الألمان الفكرة وتوسعوا فى صناعة الأصباغ التى سادت العالم ودرت عليهم الأرباح . وازداد إنتاج حامض النيتريك الذى كان يستعمل فى صناعة المفرقعات ، والتى كانت عصب الحربين العالميتين الأولى والثانية . بعد ذلك بدأ الاهتمام يتجه من مجرد تركيب الأجسام إلى طرق التفاعل بينها إلى تأثير الحرارة والذوبان والتبلور والتحليل الكهربى ،

---

(٥١) Ibid . pp . 35-39 .

ومن هذه الاهتمامات ظهر فرع جديد من الكيمياء هو الكيمياء الفيزيائية Physical Chem. وازدادت المحاولات لاستغلال الرواسب الجديدة لأملاح المعادن فى الصناعة وكانت الكهرباء الأساس الذى بنيت عليه الصناعات الكيماوية الجديدة لصناعة الصودا الكاوية والنوشادر وحامض الكبريتيك(٥٢)

وفى عام ١٩٤٠ تم إنتاج أول ألياف صناعية تركيبية أطلق عليها اسم النايلون ، لها مقاومة للشد وتكتسب شفافية ودرجة عالية من اللمعان ، وقد استخدم النايلون فى صناعة مظلات الهبوط وفى أنواع كثيرة من المنسوجات وفى صنع فرش الأسنان ، وفى أثناء الحرب العالمية الثانية استطاع الكيميائيون فى بريطانيا وأمريكا ابتكار طريقة لإنتاج مبيد حشرى باسم د.د.ت وهذا المركب يبيد الحشرات الناقلة للملاريا والحمى الصفراء ومرض ذبابة النوم والتيفوس (القمل) والطاعون (البراغيث) وقد ابتكرت بعد ذلك مبيدات حشرية منها الجامكسين Gammaxene والألدرين Alderin . كذلك تم إنتاج عدد من المبيدات لوقاية المحاصيل الزراعية وأشجار الفاكهة والغابات بصفة خاصة . (٥٣)

ولعل أبرز حدث علمى فى السنوات القليلة التى سبقت الحرب العالمية الثانية تمثل فى إنتاج عالمين كيمائيين هما أوتوهان Otto Hahn وستراسمان Strssmann فى ألمانيا . فقد أفلح هذان العالمان فى تحطيم ذرات اليورانيوم لإنتاج ذرات البريليوم والكربتون مع انطلاق مقدار هائل من الطاقة . وشاركت ليز Lise الفيزيائية الرياضية مع ابن أختها أوتوهان فى صياغة النظرية الكاملة للتفاعل المتسلسل . وأدركا أن القنبلة ممكنة من الناحية النظرية . (٥٤)

وفى عام ١٩٤١ دخلت الكيمياء عهد المضادات الحيوية Antibiotics وكان البنسلين أول المضادات ، وكان إلكسندر فلمنج Alexander F. (١٨٨١-١٩٥٥) هو الذى اكتشفه قبل ذلك بثلاثة عشر سنة . ولا شك أن استخدام البنسلين فى الطب كان نصراً فى حد ذاته . تبعه تحضير الستربتوماسين الذى وفر العلاج الشافى لداء السل والكلورامفينيكول لعلاج التيفود. (٥٥)

وفى إنجلترا حقق عالمان كيميائيان اكتشاف لا يقل أهمية عن النايلون . فقد انتج ونيفيلد وديكسون أول ألياف صناعية من البوليستر أو التيريلين ، وكانت المصانع وقتها تنتج مادة البوليثيلين على نطاق واسع من أجل

---

(٥٢) **Jaffe B.**; The Story of Chemistry . op . cit . p . 145 .

(٥٣) **Findlay A.**; Chemistry in the Survice of man . Copyright by Van Nostrand Co , Inc New York 1958 . p . 361 .

(٥٤) **Jaffe B.**; op . cit . p . 336 .

(٥٥) د إبراهيم فهيم : علم الأدوية . مكتبة النهضة . القاهرة ١٩٧٢ . ص ٢٤٣ .

المجهود الحربى ، لكى تستخدم فى صناعة الكابلات اللازمة لشبكات الرادار. وبعد الحرب قدر لمادة البوليثيلين أن تصبح أكثر المواد البلاستيكية استعمالا لكافة الأغراض من الأوانى المنزلية إلى المعدات الطبية .

وفى عام ١٩٤٢ أنشأ أنريكو فرمى Enrico Fermi أول مفاعل نووى لإنتاج البلوتونيوم للقنبلة الذرية التى ألقيت على اليابان عام ١٩٤٥ . وكانت هذه القنبلة أول إسهام للكيمياء من أجل الشر والخير فى آن واحد . (٥٦)

تراكم المعرفة البيولوجية

يعد وليم هارفى William Harvey (١٥٧٨-١٦٥٧) بداية علم الأحياء الحديث ، ويعزى إليه كشف الدورة الدموية ، وكان هارفى معاصرا لجاليليو وكبلر وبيكون وديكارت وفترة عصر النهضة ، وأحد دعاة العلم الحديث ، وكان من الذين استخدموا الأساليب الكمية ولجأ إلى الوزن والقياس والعد ، حتى يصل إلى الحقيقة . وأوضح العلاقة بين دورة الدم فى الشرايين والأوردة وربط بين ذلك وبين مرور الدم فى الرئتين ، وبعد ٣٣ سنة كشف مالبيجى Malbeagi عن وجود الشعيرات الدموية وأهميتها كطريق للبيوكيمياء فى الدم . (٥٧)

وكانت المسألة التى تشغل بال فرانشيسكو ريدى Francesco Redi (١٦٢٦-١٦٨٩) هى أن اللحم إذا فسد ظهرت فيه أحياء من نوع ما ، فكيف تولدت هذه الأحياء ، ومن أى شئ تولدت ذاتيا أو هكذا زعم الزاعمون ، ولذا كانت أول خطواته التجريبية أن وضع اللحم تحت حاجز يحول بينه وبين الذباب ، وقد استطاع بالملاحظة الدقيقة أن يضع فرضه القائل : أن كل الديدان جاءت مما أسقط الذباب على اللحم . ولإثبات رأيه وضع قطعا من اللحم فى قبابات من زجاج وختمها حتى لا يدخل إليها الذباب ، وبعد مضى أيام لم يرى دودا قد تولد فيه، وقد أجرى تجربة أخرى مقارنة ضابطة Control experiment غطى فيها القبابات بحرير موسلين يأذن للهواء أن يدخل ، ومع هذا لم يجدد دودا قد تكون وبهذا قضى ريدى على نظرية التولد الذاتى ، وقصته هنا تمثل انتصار العقل على الاعتقاد السائد ونتيجة الملاحظة والتجريب . وبحلول منتصف القرن الثامن عشر أصبح من الثابت أن الكائنات العضوية الحية لا تتأتى إلا من كائنات عضوية مماثلة سابقة عليها ، وأصبحت هذه الظاهرة تعرف بيولوجيا باسم التولد الحيوى Biogenesis (٥٨)

أما أنتونى ليفنهوك Antony Leeuwenhaok (١٦٣٢-١٧٢٣) فقد أماط اللثام عن تلك الكائنات الحية غير المرئية والتى يعيش بعضها على التهام

---

(٥٦) **Jaffe B .**; op . cit . p . 339 .

(٥٧) **Shapely H .**; A Treasure of Science. Copyright by Samuel Rapport . N . Y . 1958 p . 541-544 .

(٥٨) **Marstone B .**; The Nature of Natural History ed by Marsh . London 1927 . p . 517 .

البعض الآخر وكان يقول : حياة تعيش على حياة . لذلك يعتبر ليفنهوك فـــى تاريخ العلم أول من اكتشف الميكروبات وترك لمن بعده من العلمـــاء أمثـــال باستير تصنيف تلك الميكروبات . (٥٩)

وشارل لينيس Charl Linnaeaus (١٧٠٧-١٧٧٨) هو مؤســـس طريقـــة التصنيف الحديثة فى علم الأحياء . أدخـــل إلـــى علـــم البيولوجيـــا أربعـــة مصطلحات هى الطائفة Class والرتبة Order والجنس Jenus والنـــوع Species وهى ما يستعملها علماء البيولوجيا اليوم بنفس المعانى التى وضعها لينيـــس ، وكانت داسة النباتات والحيوانات حتى القرن ١٦ تعتمد على الوصف وكـــانت الحقائق المتراكمة عن تراكيب الحيوان وسلوكه تكاد تكون عديمة الفائدة كليـــة لعدم بذل جهد كاف لربط حقيقة بأخرى . ومن هنا كان علم التصنيـــف علـــم وظيفى Functional ويسترشد هذا العلم فى طرقه ووسائله وأبعـــاده بالأســـس المستخلصة من المعلومات التى يحصل عليها الباحثون مـــن أبحاثـــهم عـــن النباتات والحيوانات . (٦٠)

وفى أوائل القرن الثامن عشر ظهر بيفـــون Buffon (١٧٠٧-١٧٨٨) شيخ فكرة التطور فى العصر الحديث ، وهو أول من عالج هذه الفكرة عـــن وجهة النظر العلمية وإن لم يدعمها بالبرهان ، وكان من رأيه أن عدداً كبـــيراً من الأنواع ترتقى وتتحسن وتتحول عن طبيعتها ، والبعض ينحـــط ويندثـــر بتأثير التغيرات الجوية . ومن بعده جاء لامـــارك Lamarek (١٧٤٤-١٨٢٩) وبينما هو يقوم بتشريح الحيوانات ويقارنها ببعضها . وجد تدرجاً عجيباً فـــى الصفات والتراكيب ، وارتقاءً بديعاً متصل الحلقات من أبسط الكائنات إلـــى أرقاها ، فوضع نظرية جديدة عرفت بالسلم التقسيمى ، وفى عام ١٨٠٩ قـــدم لامارك نظرية عن توارث الصفات وكيف يعمل التطور ، وكيف أن البيئـــة هى الدافع الأساسى للتطور ، كما كان يعتقد بوجود قوة كامنـــة فـــى الكـــائن الحى هى المسئولة بجانب البيئة عن تطور الأعضاء ، وتوصل العلماء فيمـــا بعد أن لب نظرية لامارك التطورية خاطئ تماماً لا ســـيما جـــورج كوفييـــه George Cuvier (١٧٦٩-١٨٣٢) حيث سخر من لامارك وسفه آرائه بصفتـــه أحد علماء التشريح المقارن والحفريات . واستحوذ تشارلز داروين Charles Darwin (١٨٠٩-١٨٨٢) على المجد والشهرة بسبب كتاب أصـــل الأنـــواع The Original of Species وعاش داروين ليسمع كلمة التطوريـــة Evolutionism تنتشر وتذيع فى الأوساط العلمية وتتخذ طابع المذهب العام ، ولكـــى تصبـــح أخطر نظرية بيولوجية طرحت فى القرن التاسع عشر أقامت الدنيـــا وحيـــث تشعبت عنها آراء واتجاهات عديدة فى السياسة والاقتصاد والأخلاق ، وكـــان

---

(٥٩) **Paul de Kruif** .; Microbe Hunters. Copyright by Harcourt Brace and Co. 1946 p . 174.

(٦٠) **Rendle B** .; The Classification of Flowering Plants . New Education Library . London sec ed . 1958 . p . 17 .

داروين قد تقدم بهذه النظرية للربط بين أشتات المملكة الحيوانية فى سلسلة ارتقائية واحدة ، واقترح التفسير بمبدأه الشهير البقاء للأصلح Survival of The Fittest ، وأن الإنسان تطور من نوع سابق له من الكائنات ، وتقوم دعائم هذا الرأى على براهين مستمدة من علوم التشريح المقارن والأجنة والحفريات وقد أصل داروين العوامل التى ساعدت على تطور الإنسان فى أربع نقاط هى : الانتقاء الطبيعى ، والاستعمال وعدم الاستعمال ، والانتقاء الجنسى والتغيرات التلقائية التى عرفت بالطفرة . (٦١)

وبدأ لويس باستير Louis Pasteur (١٨٢٢-١٨٩٥) دراسة عملية التخمر الكحولى حيث تتحول المواد السكرية إلى كحول وثانى أكسيد الكربون . وكان الرأى السائد آنذاك أن الكحول يتكون نتيجة لتحلل الخلايا الميتة للخميرة ، وهذا رأى الكيميائى الألمانى ليبيج Liebig (١٨٠٣-١٨٧٣) واختلف باستير مع ليبيج وقال : أن سبب تحول السكر إلى كحول دفين فى حياة الخميرة نفسها ، وبعد مزيد من التجارب توصل باستير أن التخمر مرجعه إلى أحياء دقيقة لا تراها العين ، وأن تلك الأحياء الدقيقة تتخلق من آباء . وأن هذه الميكروبات على ضآلتها قد تدخل جسم الثور أو جسم الفيل فتميته ، ولم يكن يجد فى هذا الرأى غرابة ... وكان يعجب كيف لا يدخل الناس على العلم من باب التجربة ... (٦٢)

وفى عام ١٨٦٥ اكتشف الراهب النمسوى جريجورمندل Gregor Mendel (١٨٢٢-١٨٨٤) أسس علم الوراثة وكان ذلك حدثاً لم يسبق له مثيل فى تاريخ البيولوجيا . فقد استخدم الحساب والإحصائيات لأول مرة فى أبحاث نباتية على غير المألوف لكى يدرس الصفات السائدة والصفات المتنحية Dominant & Recessive Character وتوفى مندل عام ١٨٨٤ وأعماله مطوية عن العالم ١٦عاماً إلى أن ألقى عالم النبات الهولندى هوجودى فريز Hugo De Vries عام ١٩٠٠ بحثاً أمام الجمعية النباتية الألمانية من توارث الصفات أشاد فيه ببحوث مندل الوراثية المنسية . (٦٣)

وقد اقترن اسم مندل بعالم آخر هو توماس مورجان T . Morgan الأمريكى صاحب نظرية الجين Gene أو حامل الصفة الوراثية ، وفى هذه النظرية افترض مورجان أن الصفات تنتقل من جيل إلى جيل بواسطة جزيئات أو دقائق سماها الجينات ولها وضع معلوم على الكروموسومات التى فى نواة الخلية ، وذلك بميكانيكية خاصة أثناء انقسام النواة فى عملية تكوين الأمشاج فى الذكر والأنثى ، والجينات هى المسئولة عن إظهار

---

(٦١) **Huxley J .**; Evolution in Action . A pelican Book . Penguin Books . Indiana University 1951 pp . 42-45 .

(٦٢) **Vallery R .**; The Life of Pasteur . Prentice Hall Inc . New Jersy . 1943 .

(٦٣) **Stanley D .**; Heredity . Foundation of Modern Biology Series . London 1964 . p. 40 .

الصفات الوراثية والتحكم فيها ، وتحتفظ الجينات بشخصيتها أثناء انقسام الخلية ولكن قد يحدث أحياناً من وقت لآخر ما يسمى بالطفرة فى الجين ، وينجم عن ذلك تغير فى الصفة التى يحكمها هذا الجين ، والطفرات نادرة الحدوث فى الكائنات الحية عموماً . (٦٤)

ويعد العالم البيولوجى وندل ستانلى W Stanley أول من أثبت أن الفيروسات هى أحد أشكال المادة التى تقع بين الحياة واللاحياة ، والفيروس لا يمكن رؤيته بالعين المجردة أو بالميكروسكوب العادى حيث أنه أصغر وأدق من جميع الميكروبات المعروفة ، ولذا فإن أغلب العلماء يعرفونه بأنه جسم دقيق يتطفل إجبارياً عل خلايا خاصة فيدخلها ويتكاثر بداخلها ، ويحدث إذ ذاك بعض الاضطراب فى النشاط الطبيعى للخلية . وقد ساعد اكتشاف المجهر الإلكترونى Electronic Microscope على معرفة تركيب الخلية والتوصل إلى تركيبها وغائية هذا التركيب بالتكوينات الأخرى المشابهة وغير المشابهة وتسهل هذه المعرفة الدراسات التى تجرى حول وظائف التكوين وكيفية أدائها ... وخلال الخمسين سنة الأخيرة خطت العلوم البيولوجية خاصة فرع البيولوجيا الجزيئية Molecular Biology خطى واسعة نتيجة للتقدم الباهر فى الكيمياء العضوية والحيوية وفى الفيزياء الحيوية بوجه خاص ، وتمكن العلماء من معرفة الخلية وبيان تركيبها الدقيق ، ومن الأجهزة التى كان لها أكبر الأثر فى كشف أسرار الخلية الحية أجهزة التحليل الكهربائى Electrophoresis وجهاز الترسيب بالقوة الطاردة المركزية Ultracentrifuge وجهاز الكشف الحيوى بالأشعة السينية X Ray Diffraction Patterns وأجهزة المطياف الضوئى Spectrophotometry واستخدم النظائر المشعة Uses of Radioactivityisotops . (٦٥)

وعلى ضوء هذه الوسائل الجديدة اتجه العلماء لبحث التفاعلات التى تحدث فى الخلايا الحية لتفسير بعض الظواهر مثل قدرة الخلايا على القيام بالتفاعلات الكيميائية الحيوية والقدرة على التكاثر ، وارتباط كل ظاهرة من ظواهر الحياة بتفاعلات كيميائية عديدة . ومن هنا توصل العلم بتراكماته إلى معرفة الإنزيمات Enzymes ودورة التغذية والفيتامينات والهرمونات Hormones فى حفظ الحياة وأنها رابطة موحدة بين كل أشكال الحياة .

حربان عالميتان وراء التراكم :

فى القرن العشرين ، وقعت حربان عالميتان ، كان لهما أثر بالغ على العلوم الطبيعية ، واتجاه البحوث العلمية ، لأنهما كانتا تشحذان عقول العلماء لتنتصر فيها الدول المتفوقة تكنولوجياً ، فقد نشطت إلى جانب الصناعات

---

(٦٤) **Ibid** . p . 42 .

(٦٥) **Loewy A** .; Cell Structure and Function. Modern Biology Series . London 1976 .p . 92 .

الحربية صناعة المواد البديلة ، فعرفنا صناعة السكر والمطاط الصناعى والبتروكيماويات والألياف والمنظفات الصناعية . وفى الحرب العالمية الثانية كان المعسكران عاكفين على كشف أسرار القوى النووية ، وأطلق الحلفاء ذلك المارد الجبار من عقاله . ومنذئذ والصناعات الذرية تتقدم بخطى ثابتة وغدونا نسمع عن المفاعلات الذرية ، التى تتيح العناصر المشعة التى تستعمل فى علاج كثير من الأمراض ، كالذهب والكوبالت واليود والفسفور والاسترنشيوم ، كما نسمع عن مفاعلات للقوى ، تنتج طاقة تستعمل فى إنتاج الكهرباء أو فى تحلية ماء البحر للزراعة ، لحل مشاكل إطعام السكان الذين يتزايد عددهم ، مما يهدد بخطر انفجار سكانى . كما ابتكر الفكر العلمى فى العصر الحديث الأصباغ الصناعية التى تحضر كيميائياً فيوفر الأرض التى كانت تزرع بنباتات الأصباغ لتزرع محاصيل غذائية ، وكذلك ابتكر الإنسان الألياف الصناعية ، والمطاط الصناعى فيوفر الأرض التى كانت تزرع بنباتات المطاط ، وابتكر الفكر العلمى فى العصر الحديث كثيراً من الكيماويات البترولية التى تزيد رفاهية الإنسان . (٦٦)

التراكم والحرية :

تساؤل يتردد بين العامة والخاصة كيف يؤثر المجتمع فى وجهة نظر يتخذها العلم اليوم أو فى المستقبل ؟ . وهلى العلم عمل قائم بذاته منفصل عن حرية الإنسان ؟؟ يقول العلماء المعاصرون أن تراكم العلم وتقدمه فى جبهته الواسعة يتوقف على ما ينتج من نفع وسد حاجات المجتمع . ولذا يستشعر العامة وجوب طرح المشاكل أمام العلم والعلماء .. رغم أن العلم لن يتقدم إلا بمقدار ما يستطيع الإجابة على المشاكل والتساؤلات ، وما يستطيع من حلول وبالتالى ستتقلص حرية العلم والعلماء فى اختيار الاتجاهات البحثية ، وستصبح حرية المشتغل بالعلم مرهونة بنقاش مسائل سياسية واقتصادية واجتماعية ودينية متغلغلة فى نفوس الناس وتحتل الصدارة عند العامة . وتقول فئة أصحاب المصالح ومتخذى القرار أن سمة العصر فى ميدان العلوم الطبيعية هى البحث وفق برنامج مخطط ومرسوم وملزم ، فقد انتهى عهد البحث الطليق ، وانتهى زمن الباحث الهاوى الحر والذى لم يكن له ما يحده ، ومن الأنفع للعلماء البحث عن العوامل التى تدفع بالبحوث إلى أن تكون ذات برنامج تخضع له ، إن الذين يعملون اليوم فى العلوم الطبيعية يقررون أن البحث يتطلب ميزانيات ضخمة ، ولابد له من فرق الرجال Team Work تقوم بأعبائه ، لأن المال لن يعطى من أى جهة إلا مقروناً بأهداف معينة للعمل وبالتالى يصبح الباحث مقيداً ، وبحثه يصبح بحثاً ذا برنامج ، وقد انتهى عهد العلماء الذين لا يطلبون جزاءاً عن مجهودهم ، وقل عددهم حتى لا يكاد يعد منهم اليوم إلا القليل (٦٧)

---

(٦٦) **Tuge H .**; Historical Development of Science . op . cit . p . 212 .

(٦٧) **Davidson H .**; Society for Freedom in Science . Allen and Unwin . London 1979 p . 141

والعامة لا تلتفت اليوم لمن يبذلون أعمارهم لتقديم نتائج العلم دون هدف علمى ، ولعل خير برهان على ذلك هجرة العقول العلمية من بلدان الدول النامية إلى الدول المتقدمة والتى تنفق بسخاء على البحث العلمى فى أطر مخططة ومرسومة ، تنفق المال بسخاء لأن برامجها مقيدة بخط سير معين ، ومفروض على الباحثين تقديم النتائج التى يصلون إليها مرحلياً ، ولا شك أن إدارات البحث الرشيدة تبحث بصفة دائمة عن أحسن العلماء والباحثين لكى تضعهم فى مواضع المسئولية والمنافسة، وبالتالى فإن الأموال هى التى تجئ إلى خبرة العلماء قبل أن تكون مرصودة للبرامج المخططة ، ولعنا نستشهد بالنموذج الألمانى فى عهده الذهبى من ١٨٥٠-١٩٤٥م ، فهناك كانت المنافسة بين أكثر الجامعات والمراكز البحثية لكى تكون فيها الزعامة العلمية بين الأمم والحقيقة أن لم يكن فى الأجواء العلمية ما يضارع أجواء المعرفة والبحث فى ألمانيا . وأنه لم يكن مصادفة أن أكثر من نالوا جوائز نوبل فى الكيمياء والفيزياء والبيولوجيا من الألمان ، وسجل التاريخ واضح، إلا أن الأمم والشعوب التى تنفق وتبذل المال للبحث، هى الشعوب التى سبقت دول العالم فى الأفكار والكشوف الجديدة، وامتزجت نتائج البحوث بالاختراعات التى اهتمت بالصناعة والطب والزراعة والدفاع. (٦٨)

والواقع أنه حيثما اتجه الإنسان ببصره ، يجد بصمة تراكم العلوم الطبيعية على كل أسباب التقدم والرفاهية والحرية التى ينعم بها الإنسان فى العصر الحاضر ، ففى مجال الزراعة تقدم فى وسائلها ، واستنباط سلالاتها وعلاج آفاتها بالهندسة الوراثية Genetic Engineering ، وفى مجال المواصلات ينتقل الإنسان اليوم بطائرات تفوق سرعتها سرعة الصوت فضلاً عن الراديو والتليفزيون مما يتيح الرؤيا والاستماع على بعد ألوف الأميال ، وفى مجال الطب نسمع كل يوم عن جديد يخفف من آلام الإنسان ويطبب دوائه ، وكذلك فى مجالات الصناعة والحرب والسلم مما لا سبيل إلى حصره . (٦٩)

وكذلك يقدم تراكم الفكر العلمى كل ما من شأنه أن يوفر أسباب الرخاء والرفاهية والحرية للجنس البشرى ، فضلاً عن توفير الاحتياجات الضرورية من مأكل ، ومشرب ، وملبس ، وفى الوقت نفسه تخترع الصواريخ كى يحلق الإنسان فى الفضاء العريض ، يريد أن يغزوه ، ولعله يأمل فى الوقت نفسه فى الوصول كما وصل من قبل إلى القمر . وإن تراكم العلم فى العلوم الطبيعية ليبتكر كل يوم الجديد فى ميادين المعرفة العلمية حتى ليستحيل على المتخصص متابعة التقدم الهائل فى كل نواحى التراكم العلمى . وقد قفز التراكم العلمى بالإنسان من عصر الحجر إلى عصر المعدن ، ومن عصر الدابة إلى عصر البخار ، ثم إلى عصر الكهرباء ، فعصر الذرة والفضاء ،

---

(٦٨) Ibid p. 142.

(٦٩) Ibid p. 213.

فى حقبة لا تزيد على واحد فى المائة من حياة الإنسان على الأرض ، ومن يدرى إلى أى مدى يتقدم الإنسان بتراكم العلوم الطبيعية فى المستقبل القريب ... ؟؟ (٧٠)

فهل نحن على أبواب إنسان جديد ، متجرد من ارتباطات الزمان والمكان جميعاً ؟ وهل ينجح العلم فى الوصول إلى هذا الإنسان ؟ ولماذا يتعب العلماء أنفسهم ؟ ألم يتغلبوا بالعلم على نزعات التعصب للزمن والأرض ؟ فيعم العالم سلام دائم وشامل وعادل ؟ إن التجربة العلمية هى فى ذاتها ، شئ مطلوب ، فنحن لم نصل إلى ما وصلنا إليه إلا بجهد العلماء ، وتراكم الفكر العلمى ، وتسخير المعارف العلمية فى تحقيق الرفاهية والحرية لإنسان العصر . والحقيقة العلمية ، أن تجارب العلماء فى كل عصر ومكان، ترتبط باللحظة التى ولدت فيها ، فقد مر المجتمع طوال التاريخ ، بعقبات مختلفة ، مثلاً كان الحصول على الماء ، فى زمن قديم ولى ، هى مشكلة الإنسان ، وكان على العلم أن يتدخل لحلها . وعندما نقارن ماذا كان الناس يعملون ، ليحصلوا على الماء للشرب أو الرى ، سنجد أن المجتمع القديم ، وكان مجتمعاً يبيح الرق واستعباد الضعفاء من الناس .. قد استخدم السخرة ليحصل على الماء فى أوعية ، تصل إلى البيوت والمزارع ، لكن كم من العبيد ، كانت مهمته ، أن ينقل أوعية يملؤها الماء ، من حيث يتوفر فى الأنهار ، ويحملها مسافات ، قد تبعد عشرات الأميال ، لينعم بالماء السادة من الإقطاعيين ، وكانوا يملكون الأرض ، وما عليها من دابة ، ومن عليها من بشر . (٧١)

وكان استعباداً غير مبرر ، إلا بأن طبيعة المرحلة قد كانت تبيحها ! لكن العلماء قابلوا تحدياً من نوع خاص ، فخاضوا التجربة ، بأمل الواثق من قدراته . ولما وصل الماء بيسر ، ارتوت أجسام السادة ، وارتوت معها أرض خصبة يمكن أن تستزرع . وهنا لم يكن أحد من كبراء القوم حريصاً على أن يمتلك أعداداً من العبيد لتعفيه من عناء الحاجة .

وكان طبيعياً أن يتحرر الإنسان من تلك السخرة ، لا من خلال الإيمان بالحرية ، ولكن من أجل توفير حجم الإنفاق ، وكان على السادة الإقطاعيين أن يتحملوا تكلفته ، وصار العلم بتراكماته واحداً من طرق التحرير ، فخفت أعداد الأرقاء لتناسب حاجة العمل لهم . وتذكر لنا قصة هذا التحرير ، أن عبيد الأرض ، قد استقبلوا تحرير العلم لهم ، بمثل ما يستقبله اليوم عمال فى مزرعة أو مصنع ، حين يفقدون الرزق والعمل ، وهم على غير استعداد لتحمل ما يحتاجون إليه ! (٧٢)

---

(٧٠) **Tuge H**.; op . cit . p . 220 .

(٧١) **Davidson H**.; Society for Freedom in Science . op . cit . 143

(٧٢) **Ibid** . p . 144 .

إن عبيد الأرض قد استقبلوا الحرية بدموع تتحدر من أعينهم ، ورجاء السادة أصحابهم ! " أن يستبقوهم ليعيشوا !!! " لكن الأمر الواقع بل والحقيقة التاريخية كذلك - تأبيان أن يعود التاريخ إلى الخلف لتتافى ذلك وطبائع الأشياء . ومع الأيام أدرك العبيد ممن يشتريهم كبار رجال الإقطاع ، أن الرق قد صار إدانة لعصر الرق نفسه ... ومع نزول الأديان السماوية ، تأكد للناس أن الرق ليس مهانة فحسب ، لكنه كذلك حرام ، لا يقبله الله ، ولا يرضى عنه العقل البشرى ومع ذلك فقد استمرت حروب الرسل وخلفائهم ، لتحريم الرق ، تملأ صفحات نضال مسطور بالدم ، ناطق باللعنات على من يقبل شراء البشر ، بعد أن حررهم الخالق ، بل وسوى بينهم وبين السادة أنفسهم . (٧٣)

ومضى العلم فى طريق طويل لم يقف بعد عند حد ، يمكن أن يوصف بأنه نهاية هذا الطريق الطويل الشاق الشائك ، وظل العلم يتقدم ويتراكم بين العقبات ، وظلت قلة الرجعيين تشن الحرب على العلم ، بلا فائدة تذكر ! وهنا تصبح أمامنا ، مجموعة من تحديات العصر ، نسأل عما تنتظره من مصير . إن العلم حينما ينتهى إلى أدق أساليب علاج الأمراض ، فإن كل شعوب الدنيا تذكر فضله ، فإن نجح العلم فى الوصول إلى تحسين الصناعة مثلاً ، ثم استمر ذلك لمصلحة الإنسان . فجميع الناس تحيى العلماء .

لكن التعرض للإنسان بصور مختلفة ، يحتاج إلى وقفة ، لنتأمل ماذا يحدث ! تراكم العلم يتغلب على العقم بأطفال الأنابيب ، وهنا تحتم الضرورة أن نتساءل ما هو مصير الأمومة ؟؟ ماذا يحدث له ؟؟ بل ماذا سيحدث لصورة الأنثى فى كل مجتمعات الجنس البشرى . إن الأمومة تشبع حاجة من أهم الحاجات الخلاقة ، ولذا تزدهى النساء بقدرة الحمل والإنجاب ، وهذا معناه هدم فكرة الأمومة ، وستنشأ مشاكل ... من تكون الوالدة عندما تحمل المرأة فى رحمها جنينا أخصب فى رحم امرأة أخرى ؟ فأيهما تكون أمه ؟ ، وتراكم العلم ينقل قلب صحيح مات إلى مريض يحتاج إلى قلب جديد ليحيا. وتراكم العلم ينقل كلية ، على نفس النسق الذى اتبعه مع مرضى القلب وآراء فقهاء الدين تؤيد وتعارض فى وقت واحد . فهل يمكن أن نتصور أن ينجح تراكم العلم فى حل هذه النوعية من المشاكل كما نجح فى تصنيف الأطفال أثناء الحمل ؟؟ . إن تحديد الجنس لم يبد عسيراً على العلماء ، فهم يستطيعون اليوم أن يحددوا جنس المولود ذكراً أم أنثى . لكن هل ينجح تراكم العلم ، فى تحقيق أمانى الوالد مثلاً ، فى توجيه الجنين ، وهو بعد لم يولد فيغرز فيه العلم بذور الدور المناسب له ؟؟ (٧٤)

---

(٧٣) **Ibid** . pp . 144-145 .

(٧٤) **Ibid** . p . 146 .

وهل يستطيع تراكم العلم ، أن يغير من مواهب الأجنة قبل أن تولد ، فلا ينزل الطفل من بطن أمه ، إلا وهو مسلح بموهبة يتمناها الآباء والأمهات، فيمن ينجبون من الأطفال . فإذا أراد الوالدان ، أن يتوجه الأولاد، إلى الفن مثلاً فهل يستطيع تراكم العلم أن يحقق هذا ، وعلى العكس الموهبة الفنية ، فإن الموهبة العلمية ، تخضع لجهد العلماء ، فلا يهبط إلى الدنيا مولود إلا ومعه هويته الخاصة به ؟ فهل هذا ممكن ؟ أن التجارب لا تزال تحاول أن يصل العلم إلى هذا ، ليصبح مصير الإنسان ، خاضعاً للتجربة العلمية فلا يحتاج الطفل لجهد أكبر ، فيما لو اختلفت مواهبه الطبيعية، مع الدراسات التى يتلقاها ، وبمعنى آخر هل يتدخل تراكم العلم فى تحديد مصير الإنسان وهو لا يزال سراً فى ضمير الغيب ؟ وهل يتدخل فى هذه القواعد وضع الخطة القومية للإنتاج . واحتياجاتها من التخصصات الأخرى خاصة إذا كان المجتمع يحوى علميين أكثر من حاجة المجتمع إليهم ، وقد تشتد الحاجة إلى متخصصين فى الدراسات الإنسانية ، ولا يجد واضعو الخطة كفايتهم منهم . فهل يحل تراكم العلم مشكلة المستقبل ، فيتحكم فى المنبع والأفراد أجنة ؟. فإن نجح تراكم العلم فى هذا ، فهل يمكن أن يؤدى هذا النجاح إلى وضع خطوط المستقبل وتوفير العناصر اللازمة لتنفيذ خطط أى دولة ، فلا يولد أحد إلا وهو مهيأ لتلقى وما يتفق وموهبته ، من المعارف المختلفة ، والتخصصات المطلوبة ، إن ذلك يبدو حتى الآن حلماً ، لكن ليس مستحيلاً أن يتحقق .. وعلى العكس فقد يتجه المجتمع اتجاهاً آخر ، ويحققه بالعلم ! ومن يدرى ماذا سيسفر عنه الغد !! هلى يمضى العالم بالعلم لنصل إلى إنسان ، يمكن أن نطلق عليه " الإنسان العالمى " ؟! هذا الإنسان يحتاج أن يتجرد من ارتباطه العميق بالأوطان أو الزمان ، فلا تبدو عليه نزعات وطنية ، أو حتى قومية . ومن ذا يقدر على حكم العالم ، لو تحقق ما يحلم به العلماء ؟ (٧٥)

على أننا نرحب بالتجربة العلمية فى ذاتها ، فهى كسب للإنسان ، بصرف النظر عن مخاطرها ، أو أضرارها ، أو وثبها المخيف إلى المجهول! إن تجربة غزو الفضاء ، قد أفادت أهل الأرض فيما أسفرت عنه تجارب الفضاء هذه من أجهزة يمكن أن تستعمل لتحقيق التقدم ، أو لينتصر بها الإنسان ... على مجتمعه ، بل وعلى نفسه !!

---

(٧٥) Ibid . pp . 146-147 .

أهم المراجع العربية والأجنبية

أحمد سعيد الدمرداش : أنطوان لافوازييه. العلم للجميع الهيئة المصرية العامة للكتـــاب . القاهرة . بدون

الدوميللى : علم العرب ودوره فى تطور العلم فى العالم. مطبعة ليدن ١٩٦٦

جورج سارتون : العلم والمدنية الحديثة . ترجمة عبد الحميد صبرة . مكتبـــة النهضـــة . القاهرة . ١٩٥٩

" " : تاريخ العلم . ترجمة ابراهيم بيومى مدكور وآخرون. دار المعـــارف. القاهرة . ١٩٧٨

جوستاف لوبون : حضارة العرب . ترجمة عادل زعيتر . الفجالة . بدون

جون برنال : العلم فى التاريخ . ترجمة على على ناصف وآخرون . المؤسسة العربيـــة للدراسات والنشر . بيروت . ١٩٨٢

" " : العلم فى التاريخ المجلد الأول بزوغ العلم . المؤسسة العربية الدراســـات والنشر . بيروت . ١٩٨١

جيمس هانزان ودافيد بوشنيل : بيولوجيا الفضاء . ترجمة زكريا فهمى مؤسسة فرانكلين القاهرة . ١٩٦٤

د . فاروق الباز : الفضاء ومستقبل الإنسان دار المعارف القاهرة . ١٩٨٦

فرد هويل : مشارف علم الفلك . ترجمة إسماعيل حقى . مراجعة عبد الحميد سماحـة دار الكرنك . القاهرة . ١٩٦٣

مصطفى العبادى: مكتبة الإسكندرية القديمة . مكتبة الأنجلو المصرية القاهرة . ١٩٧٧

د . نازلى اسماعيل حسين : فلسفة الحضارة . مصر عبر العصور . القاهرة . ١٩٨٣

Armitage A .; History of Modern Astronomy. Allen and Unwin. London. 1969

Artandis S .; An Introduction to Computers in Information Science. 2nd ed . Matachen .London 1972

Andrade E .; A Brief History of The Royal Society. Greald Duckworth . London 1960

B Russell .; History of Western Philosophy . George Allen. And Unwin London. 1961

Bernal J . D .; Science and Industry in the Ninteenth Century . Allen and Unwin London 1953

Boas M .; The Scientific Renaissance . Clarendon press . Oxford . London 1963

Browen E .; Arabian Medicine . Pitsburg Chairman & Hall . Cambridge 1955

Burnet J .; Early Greek Philosophy From Thales to Plato Blackwell London 1943

Clow A .; The Chemical Revolution . Huchinson University Library . London 1952

Davidson H .; Society for Freedom in Science Allen and Unwin . London 1978

Findlay A .; Chemistry in the Survice of man. Copyright by Van Nostrand Co , Inc . New York 1958

Hoyle F .; The Nature of the Universe . Oxford press. London 1960

Huxley J .; Evolution in Action . A pelican Book . Penguin Books . Indiana University 1951

Jaffe B .; The Story of Chemistry . Published by Simon and Schuster Inc . 1956

James B . C .; Science and Common Sense . Copyright by Yale University press . New York 1951

Lowy A .; Cell Structure and Function . Modern Biology series. London 1976

Paul de Kraif .; Microbe Hunters . Harcourt Brace and Company New York

Rendle B .; The Classification of Flowering Plants . New Education Library . London 1958

Stanly D .; Heredity . Foundation of Modern Biology series. London 1964

Taylor S .; Galileo and The Freedom of thought. G.Bell & Sons . London 1959

Tuge H .; Historical Development of Science and Technology . Thomas & Hudson . L.T.D. London 1968

Vallery R .; The Life of Pasteur . Prentice Hall Inc. New Jersy 1943

Whitead A . N .; A dvertures of Ideas . Cambridge University press . London 1947

Whitman W .D .; Science and the Renaissance . 2vol Kegan Paul . Edinburg 1962

البحث
٥

الأوضاع المتغيرة لظاهرة عمالة أطفال الشوارع فى التسعينيات

دراسة ميدانية للحالة المصرية

اعداد

د / ثريا عبدالجواد

كلية الآداب – جامعة المنوفية