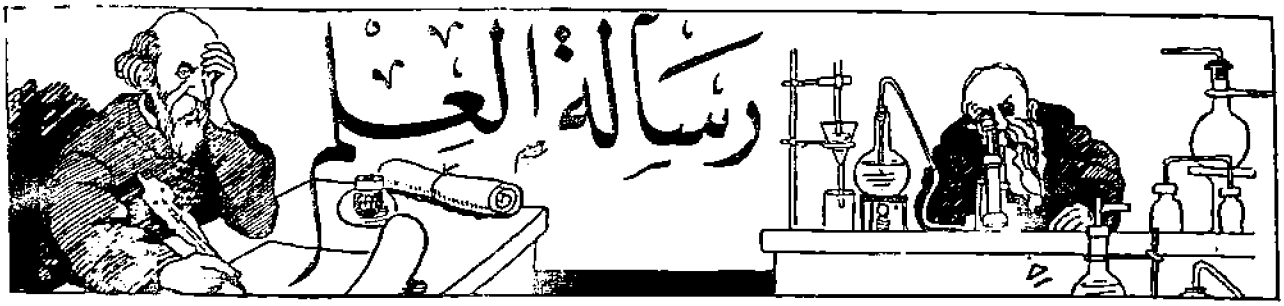

عمل أفوجادرو ونجاح ماندلييف

للدكتور محمد محمود غالى

بساطة النسب الثابتة فى التراكيب الذرية — كشف « جاى ليساك » — عدد « أفوجادرو » — معلومات عددية عن الذرة — دورية « ماندلييف » — عمل ماندلييف فى الكشف عن العناصر يشبه عمل : « لفيريه » « وكلايد تومباوج » فى الكشف عن الكواكب الجديدة .

كان لا بد لنا ونحن نذكر قصة العلوم والطفرة التى حدثت فى العالم فى المائة والخمسين سنة الأخيرة ، تلك الطفرة التى لا يمكن أن يتكهن أحد بمدى ما تبلغه من التقدم ، أن نورد تلك الخطوة الموفقة للعالم الإنجليزى الكبير «دالتون» صاحب الفرض الذرى ، ذلك الفرض الذى مهد له العالم الفرنسى « بروست » الذى لاحظ وجود نسب ثابتة بين العناصر عند اتحادها [1] . ومن العدل قبل أن نعطى القارئ صورة مما أفاده العلماء من هذه الحالة الجديدة أن نذكر أن « دالتون » لم يستفد من ملاحظات « بروست » فحسب ، بل أيضاً من تجارب فريق من العلماء ، تجارب كان لها أثر كبير فى تدعيم الفكرة الذرية عنده ، ولا مشاحة فى أن لتجارب فينسل Wenzel وريشتر Richter التى لا ندخل فى تفاصيلها ، أثراً عند « دالتون » للوصول إلى الفكرة الذرية التى كان من المحال بدونها أن نشهد هذا العهد من التقدم العلمى ، وأن نلحظ هذه الدعامة الكبرى التى قامت عليها العلوم الكيميائية ، فاتخذت فى جوهرها وتفاصيلها طريقاً يختلف منذ « دالتون » عن الطريق المعوج الذى انتحاه كيميائيو القرون الوسطى .

ومن الفائدة أن نذكر القارئ مرة أخرى بمنشأ الفكرة الذرية التى نشأت عندما أراد العلماء التفريق بين المزج الطبيعى والاتحاد الكيميائى . فى الأول تمتزج مادتان بأية نسبة نريدها ، وفى الثانى تتحد مادتان بنسبة محددة ، وقد سبق أن قدمنا أنه للحصول على الماء من الأوكسيجين والهيدروجين لا بد من مراعاة نسبة بينهما معينة ، فإنه لا يتحد إلا وزن معين من أحدهما مع وزن معين من الآخر . هذه الحوادث وأمثالها أدت بدالتون إلى كشف قانون النسب الثابتة الذى كان الأساس فى النظرية الذرية ، وفى التعرف على شخصية الذرة .

على أن أهم ما فى قانون النسب الثابتة لدالتون هو أن هذه النسب بسيطة وواقعة بين العددين ١ و ٤ على أكثر تقدير بمعنى أن العناصر تتحد بنسب بسيطة واقعة بين ١و١ إلى ١و٤ . ولا نزاع أنه كان من حسن الحظ إن كان الاتحاد الكيميائى وفق نسب محدودة لا تتجاوز أربعة أضعاف ، إذ لو كانت هذه النسب مرتفعة بأن تتحد مادتان بنسبة ١ إلى ٢٠٠ أو ١ إلى ١٠٠٠ . لاختلط الأمر على دالتون ، ولشق على هذا العالم أن يجد خلال هذا النوع من الأبحاث الفكرة الذرية .

على أن النسب المرتفعة لم تُكْشف إلا بعد مدة كبيرة عندما اكتُشِفت فى المركبات العضوية فى زمن كانت الذرية قد تدعمت وأصبحت من الحقائق العلمية المسطورة التى يتناقلها العلماء ويتعمق فى تطبيقها الباحثون .

* * *

لم يقف التقدم العلمى الخاص بالذرة على اكتشاف «دالتون» (١٨٠٧) . فقد كشف العالمان جاى ليساك Gay-Lussac سنة ١٨٠٥ واسكندر دى هامبولت Alexandre de Humboldt

(١) مقالنا بالرسالة العدد ٣١٤ فى ١٠/٧/١٩٣٩ ص ١٣٦٧ — ١٣٧٠

أن هذه النسب البسيطة الموجودة عند اتحاد العناصر بعضها ببعض لا تخص الأوزان فحسب ، بل إن ثمة نسباً ثابتة موجودة فى الغازات بين أحجامها أيضاً بمعنى أن غازين مختلفين لا يتحدان فقط بنسب ثابتة فى الوزن ، بل بنسب ثابتة فى الحجم — هذا القانون لجاى ليساك صادف حرباً عواناً من جانب العالم دالتون ولكنه أدى إلى كشف حقيقة جديدة إذ قرر أفوجادرو أن فى الأحجام المتساوية تحوى الغازات عدداً واحداً من الجزيئات ، حقيقة أود أن يتأملها القارئ قليلاً ويتأمل بساطتها وعظمة ما تحمله فى طياتها من أعجب ما نعرفه من حقائق الكون

هذا الكشف حدد عدد الذرات المتحدة بعضها مع بعض ، إذ عند ما ذكرنا أن جرامين من الهيدروجين يتحدان مع ١٦ جراماً من الأكسيجين ليتكون منهما الماء ، أدرك بروست وفيتزل وريشتر ودالتون وغيرهم أن ثمة عدداً معيناً من ذرات الهيدروجين اتحدت مع عدد معين من ذرات الأكسيجين ، ولكن هذه النسبة الثابتة فى الأوزان لا تكشف هل اتحدت ذرة واحدة من الأكسيجين مع ذرة واحدة من الهيدورجين أو اتحدت ذرة واحدة من الأكسيجين مع ذرتين من الهيدروجين . ولكن عند ما نعرف ما كشفه أفوجادرو من أن فى الحجم الواحد يوجد العدد ذاته من الجزيئات ، وعند ما نعرف وزنى حجمين متساويين من الغازين المتقدمين ، يمكننا أن نعرف أمراً مؤكداً اليوم وهو أن ذرتين اثنتين من الهيدروجين اتحدتا مع ذرة واحدة من الأوكسجين ليكونا ذرة من الماء . هذا التحديد الذي كان لجاى ليساك وأفوجادرو الفضل الأكبر فيه كان الخطوة الثانية بعد عمل دالتون العظيم . بعد ذلك حسب العلماء بدقة الوزن الذرى لكل العناصر معتبرين وزن ذرة الهيدروجين كوحدة ونسبوا إليها ذرات العناصر الأخرى

هنا تنوع الفن التجريبي وأبدع العلماء فى مختبراتهم بما رفع الكيمياء على حد قول ريشنباخ إلى مصاف العلوم الصحيحة ، وبهذا التنوع فى التجارب وما أحدثته الذرية من تقدم وما أحدثته معها السينيتيكية من تصحيح فى معارفنا أمكن للعلماء الحصول على معلومات عددية عن الذرات غاية فى الدقة وعظيمة الدلالة، هذه الذرات ، هذه الشموس التى كشفوها فى المادة يبلغ قطر الواحدة منها خوالى واحد على عشرة ملايين من المليمتر، ولكى نتصورها يجب أن نتصور كرة من الصلب يبلغ قطرها ٣٫٥ من السنتيمتر من تلك الكرات[1] التى يدور عليها عجل السيارات ، والتى تبلغ كرويتها فى المعتاد درجة عظيمة من الدقة ، وعلى القارىء أن يتصور بعد ذلك أن النسبة بين حجم هذه الكرة الصغيرة من الصلب وبين حجم الذرة كالنسبة بين حجم الكرة الأرضية وحجم هذه الكرة من الصلب ، وبعبارة أخرى إن الأرض وما عليها من قارات ومحيطات تكبر هذه الكرة الصغيرة بقدر ما تكبر هذه الكرة الذرة[2]

أما عن وزن الذرة فإذا اتخذنا الهيدروجين مثالاً ليصور لنا الحالة علمنا أن وزن ذرة الهيدروجين حوالى $\frac{1}{10^{24}}$ من الجرام أى واحد على مليون مليون مليون المليون من الجرام ، وإذا علمنا أن وزن الأرض يزيد قليلاً عن 5×10^{27} جراماً فإن النسبة بين وزن الكوب الفارغ إلى وزن الأرض أكبر بكثير من النسبة بين وزن ذرة الهيدروجين ووزن هذا الكوب . وإذا كان يعيش فى هذا الزمن على سطح الكرة الأرضية حوالى ألفى مليون من

(١) يمكن الحصول على هذه الكرات مستديرة بدرجة عظيمة ، بحيث لا يفترق طول قطر الواحدة منها من جهة فيها إلى أخرى بأكثر من ميكرون واحد وأحياناً بأكثر من نصف الميكرون (الميكرون $\frac{1}{1000}$ من المليمتر)

(٢) الذين يريدون أن يلهوا قليلا بالعمليات الحسابية ويريدون أن يجدوا النسبة التى تحدث عنها تذكر أن حجم كرة نصف قطرها ر هو $\frac{4}{3} \times$ ٣٫١٤ $\times$ ر^3 حيث ٣٫١٤ هو النسبة التقريبية ، وعلى هذا فإن حجم كرة الصلب السابقة الذكر هو حوالى ٢٣٫٨ س م^3 ، وإذا لاحظنا أن محيط الأرض هو ٤٠ ألف كيلو متر وقطر الذرة $\frac{1}{100}$ من المليون من السنتيمتر فإن القارئ يجد أن حجم الأرض ١٫٠٨ $\times 10^{27}$ س م^3 وحجم الذرة ٠٫٠٢٣٥ $\times \frac{1}{10^{24}}$ س م^3 كما يجد بعد ذلك أن النسبة بين حجم كرة الصلب المتقدمة وحجم الذرة كالنسبة بين حجم الأرض وحجم هذه الكرة وهى نسبة كبيرة تبلغ حوالى 4×10^{25} أى أربعين مرة مليون المليون المليون

البشر فإنه يوجد فى الـ س م٣ من الهواء ٢٧ كانتيليون من الجزيئات أى ما يربو على ملايين المرات عدد ما يدب على الأرض من إنسان وحيوان ، ومع ذلك فإن الفراغ الذى يوجد حولها يزيد بكثير عن الفراغ الذى يوجد حول إنسان فى مسكنه ، فإن المسافة بين جزيئين متجاورين (فى الحرارة والضغط العادى) تساوى مائة مرة قدر قطر الجزىء ، وبهذا يجوب الجزىء عالمه بسرعة عجيبة تبلغ فى الهيدروجين حوالى ١٫٧ كيلو متر فى الثانية الواحدة أى أنها تقطع المسافة بين مصر والإسكندرية فى دقيقتين فى الوقت الذي يقطعها فيه أسرع قطاراتنا الحديدية فى ساعتين

هذه الأرقام صحيحة . ولا يسع المجال هنا لنذكر الطرق العديدة والمختلفة التى اتبعها العلماء توصلاً إلى النتائج ذاتها بطرق مختلفة

هذا موجز ما نعرفه عن الذرة التى تفترق عن الجزىء فى أنه بينما نستطيع بالطرق الكيميائية أن نجزئ الأخير إلى ذرات ، فإننا لا نستطيع بهذه الطرق أن نجزىء الذرة إلى جسيمات أصغر منها ، ولم يتصور العلماء حتى عهد قريب أيا من العمليات العديدة التى لا تمت للكيمياء فى شىء ، والتى يمكن بها اليوم القيام بهذه العملية الأخيرة من تجزىء الذرة .

من هنا حدد العلماء تعريف العنصر الكيميائى أنه مادة أولية لا يمكن بالطرق الكيميائية تقسيمها إلى عناصر أخرى ، ومن ثم اتضح أن معظم المواد التى تصادفنا فى الطبيعة هى مركبات كيميائية تتطلب عملية خاصة لتحليلها إلى عناصرها الأولى. فالماء وهو أكثر المواد شيوعاً على الأرض مركب من الأوكسيجين والهيدروجين ، والهواء من الأوكسجين والأزوت ، وهكذا أضمحلت فكرة القدماء الذين اكتفوا بتقسيم الكون إلى ماء ونار وأرض وهواء ، وانتهى عصر الكيمياء القديمة وبدأ عهد جديد يرجعون فيه المواد مهما تعددت إلى عناصر معروفة ، حتى المواد العضوية المكونة للأحياء ترجع إلى مركبات كيميائية معروفة يغلب فيها عنصر الكاربون حيث يعظم فعله ، وكما قدمنا[1] يعزو فريق من العلماء الحياة نفسها إلى أن مركبات هذا العنصر الأخير تتحد مع غيره من العناصر بما يجعل الجزيئات الجديدة كثيرة الذرات كثرة من الصعب إحداثها بالطرق العادية ، ورجح هؤلاء أن هذا هو الفارق بين المادة الحية والمادة عادمة الحياة، ورجحنا من ناحيتنا أنه لا بد أن تكون ثمة أسباب أخرى تجعلها تحمل فارقاً بين النوعين فى التكوين

* * *

هذه المجموعة من العناصر الكيميائية ، المبتدئة بالهيدروجين والمنتهية بالأورانيوم ذلك العنصر المشع الذى نبه على خواصه الإشعاعية بكارل فى آخر القرن الماضى، لا تكون مجموعة منتظمة ، بل مجموعة تحمل نظاماً مستتراً، ففى سنة ١٨٦٠ بين الباحثان الروسى ماندلييف Mandelejeff والألمانى لوتر ماير Lothar Mayer أن العناصر مرتبة وفق نظام دائرى Systeme Periodique

والواقع أننا لو رتبنا العناصر وعددها واحد وتسعون عنصراً وفق وزنها الذرى مبتدئين بالعناصر ذات الوزن الذرى الخفيف ومنتهين بالعناصر ذات الوزن الثقيل ، فإن هناك حالة دورية Periodicité تظهر فى تتابع خواصها الكيميائية ، بحيث يتخذ الهيدروجين أول مكان فى هذه العناصر فيكون مجموعة بمفرده يليه غاز الهيليوم مكونا طرف الدورة يتبعه الليثيوم ، والكاربون والأزوت ، والأكسيجين حتى غاز الفلور Fluor . أما الهيليوم فهو غاز ليس له أى أثر كيميائى فهو غير فعال بينما لليثيوم خواص قلوية واضحة كما أنه فعال من الناحية الكيميائية ، أما العناصر الوسطى من هذه المجموعة فلها خواص بين القلويات والحوامض؛ فإذا وصلنا للفلور آخر المجموعة وجدناه يكون فى الواقع حامضاً شديداً ؛ أما الدورة الثانية فتبدأ بغاز النيون يتلوه الصوديوم كأول عنصر قلوى ذى أثر ويتلو هذا وذاك المعادن الخفيفة كالماجنيزيوم والألمونيوم حتى السيليسيوم، وبعيداً فى نفس العائلة نجد الكبريت والكلور حيث العناصر الحامضية الشديدة . ونجد التتابع ذاته فى المجموعات العليا التى تتلو ذلك بحيث تبدأ دائماً كل مجموعة بأجسام قلوية تتلوها أجسام بين القلوية والحامضية ثم أجسام حامضية ، ولقد كان

(١) راجع المقالين بالرسالة «الحياة» العدد ٢٩٣ فى ١٩٣٩/٢/١٣ ص ٣١٤ — ٣١٦ والنظام الشمسى العادة العدد ٢٩٤ فى ١٩٣٩/٢/٢٠ ص ٣٦٩ — ٣٧١

التدرج حتمياً والدورات منتظمة للحد الذى تنبأ فيه «ماندلييف» بضرورة وجود عناصر أخرى فى المجموعة الواحدة ، عناصر غير معروف وجودها للعلماء فى ذلك الوقت ، عناصر أصر على وجودها فى الكون « ماندلييف » لا لشىء سوى انسجام مجموعة معينة من المواد ، وهذه العناصر وجدها الباحثون فيما بعد . ورأينا فى تاريخ العلم المجيد « ماندلييف » يعلن مثلاً عن عنصر يمت بعلاقة للسيليسيوم حيث يحدد هذا الباحث بدقة خواصه الكيميائية ووزنه الذرى ، وثقة منه فى وجوده ، يسميه أكاسيليسيوم ويكتشفه العلماء بعد ذلك بثلاث عشرة سنة ويسمونه جرمانيوم

عندما كشف «بكارل» أثر الأورانيوم على اللوح الفوتوغرافى وأعلن للعالم أنه مادة مشعة لم يكن الكشف عن الراديوم بعد ذلك أمراً محتوماً فقد كان عمل مدام كيرى الذى كشفته عملاً تجريبيا مضنياً يذكرنا بعمل وليم هرشل William Herchel التجريبى عندما كشف فى سنة ١٧٨١ الكوكب إرانوس وهو الكوكب السادس فى البعد عن الشمس فى مجموعتنا الشمسية ، ولكن عند ما كشف « ماندلييف » عنصراً جديداً كالجرمانيوم كان ذلك عملاً حسابيًّا يحتمه انسجام ضرورى تراءى لهذا الباحث فى قوانين الكون

تذكرنا هذه الحوادث العلمية بعمل ليفرييه Urbain. J. J. Leverrier العالم الفرنسى وعضو المجمع العلمى عند ما استأنف فى سنة ١٨٤٦ دراسة الحركة غير المنتظمة وغير المفهومة للكوكب إرانوس المتقدم الذكر فحتم وجود الكوكب نبتون الذى يعادل حجمه ٧٨ مرة قدر حجم الأرض ، بل وتذكرنا هذه الحوادث بعمل « كلايد تومباوج Cylde Tombaugh » فى سنة ١٩٣٠ عند ما حتم وجود كوكب تاسع يدور فى مجموعتنا الشمسية أسماه العلماء بعده بليتون . أذكر أن العالم الفلكى الذى حتم وجوده مات قبل أن يراه العلماء ببضعة شهور

وهكذا كان « ماندلييف » يبحث فى المادة عن شموس إذا غابت عنا شمس حتم وجودها وكان « ليفرييه » يبحث فى الكون عن كواكب إذا لم ير كوكباً حتم وجوده، واستند كلاهما على انسجام القوانين الطبيعية ، بحيث كنا أمام احتمالين: إما أن يكون مصدر الحساب عند « ماندلييف » و « ليفرييه » مشكوكاً فيه، أو يكون الحساب عندهما صحيحاً ؛ ولقد دلت الأيام أن حسابهما صحيح وأن العناصر كانت موجودة منذ وجود الأرض وقبل ذلك وأن الكواكب الجديدة على معارفنا كانت تدور فى أفلاكها حول الشمس منذ دارت الدار التى نسكنها ...

* * *

وهكذا مع دالتون وبروست وفينزل وريتشر وباى لبساك ، وافوجادرو وماندليف ولوترماير ، كشف الإنسان عالماً هو الذرة فكشف بذلك من بادىء الأمر عن شموس طنى أثرها على كل ماعداها

ولكن كان لابد أن يكون لهذه الشموس سيارات وتوابع كالقمر تتبع الأرض ، وهذه والمريخ يتبعان الشمس . وسنرى مع القارىء أن مع مليكان الأمريكى ، وتومسون الإنجليزى ، وبيران الفرنسى كشف الإنسان أمر هذه التوابع ودخل الذرة وعرف ما فيها .

محمد محمود غالى
دكتوراه الدولة فى العلوم الطبيعية من السوربون
ليسانس العلوم التعليمية . ليسانس العلوم الحرة . دبلوم الهندسخانة

ليس السن دلالة على الشيخوخة

لايفهم قيمة الثوم وفعله العجيب فى إطالة العمر وسن الشباب إلا من ابتدأت الشيخوخة تلعب دورها في حياته . أما ظواهر الشيخوخة فليست الشعر الأبيض ولا السن ولا ارتخاء الجلد بل اختلال الدورة الدموية . وهذه ينتج عنها تصلب الشرايين وضغط الدم العالى والروماتزم والانتفاخات الشرايينية والعروق وانحلال القوى الجنسية وغيرها . ولا حاجة لنا كيد بان جميع الذين تعالجوا بحبوب اكس آى — روح الثوم الطبيعى — بلا رائحة ولا طعم ، دهشتهم النتائج السريعة والفوائد العظيمة فوجدوا أن قواهم وشبابهم تجددت إلى درجة محسوسة وأصبحوا قادرين على إتمام واجباتهم الزوجية وسعادتهم البيتية كما لو كانوا فى سن العشرين.

ان اكس آى ينظم عمل الجسم وانسجام وظائف اعضاءه . وينشطها ويولد الحيوية فيها . حبوب اكس آى هذه سهلة التعاطى زهيدة الثمن وهى المحرك الكهربائى الطبيعى لجسم الانسانى وعلاوة على أنها تطهر الدم وتنقيه فانها تشد العصب وتحيي النشاط والحيوية فى جميع الأعضاء لاسيما الجنسية . جميع الهيئات الطبية في العالم مجمعة على منافع حبوب اكس آى وتصفها بلا استثناء وطبيبك الخاص لا يستطيع إلا المصادقة عليها . تباع فى الأجزخانات ومخازن الأدوية