العناصر المشعة وتركيب الذرة

لمحمد عاطف البرقوقي
مدرس الطبيعة في المدرسة السعيدية الثانوية

﴿ مندليف والجدول الدوري ﴾ قبل ان نحاول معرفة تركيب الذرة من الوجهة الحديثة يجب ان نلم بعض الالمام بالعناصر المختلفة او بالذرات المختلفة في الكيمياء . ولعلني لا اكون مبالغاً اذا قلت ان اساس اكتشاف العناصر الجديدة بل ومعرفة تركيب الذرة ذاك التركيب الحديث انما يرجع جُلُّ فضله الى العالم الروسي « مندليف »

ولد مندليف في فبراير سنة ١٨٣٤ وأصبح له شأن يذكر في علم الكيمياء حتى اختير استاذاً لعلم الكيمياء في احدى جامعات روسيا . وأهم عملٍ ينسب اليه هو اكتشافه « للجدول الدوري » عام ١٨٧٠ وقد صار لهذا الجدول اثر كبير في تحديد عدد العناصر التي يجب ان تكتشف . بل ومعرفة صفات هذه العناصر قبل كشفها . ولشد ما كانت دهشة العالم اذ رأى ان العناصر الجديدة التي اكتشفت بعد الجدول الدوري كانت تثبت التجارب ان صفاتها تتفق مع ما عرف عنها قبل كشفها

وكذلك لهذا الجدول فضل كبير في الابحاث الحديثة التي يجريها كثير من العلماء لمعرفة تركيب الذرة . والجدول الدوري هو نتيجة لمحاولات عدة وتركيبات مختلفة وحقائق جمعت عن جميع العناصر التي كانت معروفة في عهد مندليف — التي بلغت ٦٣ عنصراً في زمنه وأصبحت الآن ٩٢ عنصراً . وفي هذا الجدول نجد ان العنصر لا يشابه العنصر الذي يليه اذا رتبت العناصر بحسب اوزانها الذرية بل ان العنصر يشابه عناصر اخرى تقع في ترتيب دوري فالصوديوم لا يشابه المغنسيوم كيميائياً بل يشابه البوتاسيوم ولذلك نجد الصوديوم والبوتاسيوم والروبيديوم والكيزيوم كلها تقع في عمود رأسي واحد ولذا فهي تتشابه كيميائياً وتسمى Alkalis اي القلويات . وكذلك الهيليوم والنيون والارجون تقع في عمود رأسي آخر وهذه العناصر تتشابه كيميائياً وتسمى Inert gases اي الغازات غير الفعالة . ولاهمية هذا الجدول وترتيب العناصر بهذه الكيفية وجد ان تطلق كلمة العدد الذري Atomic Number على ذلك العدد الذي يدل على مكان العنصر في الجدول . والعدد الذري للايدروجين واحد وللهليوم ٢ وللثيوم ٣ وللكربون ٦ وللاكسجين ٨ وليورانيوم ٩٢ وسنعرف فيما بعد العلاقة المتينة بين العدد الذري وعدد الالكترونات في الذرة

﴿ تركيب الذرة ﴾ يرجع الفضل في معرفة تركيب الذرة الى كثير من الابحاث الحديثة

والتجارب الدقيقة في اشعة اكس فهذه الاشعة بجانب فضلها على الطب لها فضل كبير في اهدائنا الى معرفة تركيب الذرة . وكذلك دراسة (Radio - activity) او دراسة العناصر التي تخرج اشعة ، لها فضل كبير في ذلك الموضوع . ويشتغل بهذه الابحاث علماء قديرون مثل العالم الانجليزي رذرفورد Rutherford واعوانه في كمبردج والعالم الدانماركي Bohr ومنكن وكمتن وطمسن الصغير وشرويدنغر وغيرهم

والذرة هي الجزء الذي لا يتجزأ من العنصر او هي تشبه حرف الهجاء في لغة من اللغات وكما ان هناك ٢٨ حرفاً في اللغة العربية فكذلك يوجد حول ٩٢ عنصراً وكما تنتج الكلمات من اتحاد الحروف كذلك تنتج الجزيئات من اتحاد الذرات . فمثلا ذرتان من الايدروجين وذرة واحدة من الاكسجين تتحد كيميائيًا فتكوّن جزيء الماء . وقد كان يظن ان الذرة هي آخر ما يمكن ان نصل اليه من التجزيء ، ولكن لعلماء الطبيعة — لا لعلماء الكيمياء — الفضل كل الفضل في تكسير الذرّة ومعرفة ان الذرة ليست وحدة بل ان كل ذرة مركبة من الكترون او عدد من الالكترونات تدور[1] حول نواة بها بروتون Proton او عدد من البروتونات والالكترونات اي ان الذرة تتركب من وحدتين الالكترون والبروتون . فاذا رجعنا الى مثل الحروف الهجائية وجدنا ان تلك الحروف ليست هي الوحدات التي لا تتجزأ والتي تتكوّن منها اللغة بل ان تلك الحروف يمكن ان تتكوّن جميعاً من نقطة وشرطة — واظنني وفقت في هذا التشبيه — لان العلاقة بين الالكترون والبروتون من جهة الوزن كالعلاقة بين النقطة والشرطة . فكما ان النقطة صغيرة جدًّا بالقياس الى الشرطة فكذلك كتلة الالكترون يمكن اهمالها بجانب كتلة البروتون او بمعنى آخر ترجع كتلة الذرة الى مجموع كتل البروتونات التي فيها . ومن جهة اخرى الالكترون به شحنة كهربائية سالبة تعتبر اصغر شحنة يمكن ان توجد على حدتها والبروتون به شحنة كهربائية مساوية لشحنة الالكترون الاّ انها مضادة لها اي ان شحنة البروتون موجبة ولما كنا نعلم ان هناك قوة تجاذب بين الشحنات المتضادة فلو ان الالكترون بقي ساكناً بالقرب من البروتون لانجذب الاول الى الثاني. الاّ ان هذا لا يحصل في الذرة لان هناك قوة اخرى طاردة تضاد قوة التجاذب وهذه القوة الطاردة هي القوة الناشئة من دوران الالكترون في مدار دائري — او حول قطع ناقص — كما تدور الارض حول الشمس. فلولا دوران الارض حول الشمس لجذبت الارض منجذبة نحو الشمس. ولذلك يسمى هذا النظام في تركيب الذرة النظام الشمسي للذرة . فمثلاً ذرة الايدروجين وهو اخف العناصر تتركب من بروتون واحد وحوله يدور الكترون واحد في مدار دائري . وذرة الهليوم — ووزنه الذري اربعة — تتركب من اربعة بروتونات والكترونين في النواة وحول النواة الكترونان آخران . او باعتبار الشحنة النهائية (Net Charge) فان ذرة الهليوم تتركب من شحنتين

(١) . الكلام منصب في هذا المقال على ذرة رذرفورد وجور المشبهة بالنظام الشمسي

موجبتين في النواة وحولها شحنتان سالبتان . والالكترونات التي في نواة اي عنصر تزيد في تماسك الشحنات الموجبة

وكلما زاد وزن العنصر زاد معهُ عدد البروتونات في النواة وعدد الالكترونات المتحركة في المدارات . ومن غرائب الصدف ان العدد الذري — لا الوزن الذري — وهو العدد الدال على ترتيب العنصر في الجدول الدوري يبين عدد الالكترونات المتحركة حول النواة . فالايدروجين عدده الذري واحد وعدد الالكترونات المتحركة في ذرته واحد . والهيليوم عدده الذري اثنان والالكترونات المتحركة في ذرته اثنان . والليثيوم عدده الذري ثلاثة وعدد الالكترونات ثلاثة حتى نصل الى أثقل العناصر وهو اليورانيوم وترتيبه في الجدول الدوري ٩٢ فنجد عدد الالكترونات المتحركة حول نواته ٩٢ وكذلك ترى ان للعدد الذري شأناً كبيراً في تركيب الذرة

***

ومن دراسة الطيف لكل عنصر وجد انهُ من الضروري افتراض ان للالكترونات المتحركة عدة افلاك متغيرة لا فلك واحد كما للارض . فالالكترون المتحرك يصح ان يدور في فلك قريب من النواة او في فلك بعيد عنها . وليس ضرورياً ان تتحرك جميع الالكترونات في فلك واحد في الوقت الواحد بل هناك في الذرة الواحدة عدة افلاك وفي كل فلك يدور عدد من الالكترونات. ومن الغريب انهُ قد لوحظ ان الصفات الكيميائية للذرة لها علاقة وثيقة بعدد الالكترونات في الفلك الخارجي فاذا كان الفلك الخارجي في اي ذرة كامل العدد كان عنصر هذه الذرة لا يميل للاتحاد الكيميائي مع اي عنصر آخر . وهذا ما يحدث في جميع الغازات غير الفعّالة (Inert gases) مثل النيون والاوجون وغيرهما. اما الذرات التي فيها المدارات الخارجية ناقصة فتميل الى ان تكملها. فمثلاً ذرة البوتاسيوم تميل الى ان تتحد بذرة الكلور . وقد فسّر ذلك بان الالكترون من البوتاسيوم يمر الى المدار الخارجي في ذرة الكلور فيتممهُ وهذا سبب الالفة الكيميائية بين العنصرين. وبالاختصار فان جميع العناصر المتشابهة كيميائياً لها عدد واحد من الالكترونات في المدار الخارجي

ومن ذلك ترى ان الذرة تبنى من الالكترون والبروتون[1] بنظام خاص بحيث يكون هناك نواة بها عدد من الالكترونات والبروتونات وحول النواة افلاك تدور فيها الالكترونات . فاذا كان الامر كذلك فلماذا لا يمكن تكسير الذرة الى وحدتيها الاساسيتين — الالكترون والبروتون؟ هذا ما فكر فيه العالم الانجليزي رذرفرد — تسلّمت لي مقابلته في حفلة افتتاح احدث بناء لدراسة الطبيعة في جامعة برستل عام ١٩٢٧ — وقد افلح رذرفورد هذا في تكسير ذرة النتروجين وعدده الذري ١٧ الى دقائق كل دقيقة عبارة عن نواة الايدروجين . وكسر كذلك غيره من الذرات . وقد لاحظ رذرفورد أن العناصر التي يمكن تكسير ذراتها هي العناصر التي عددها الذري هو عدد فردي كالعدد ١٧ و١٩

(١) الباحث الحديثة تثبت دخول الپوزيترون والنيوترون في بناء نوى بعض الذرات ولها بحث آخر

وان العنصر الذي عدده الذري زوجي لا يمكن تكسيره بل لاحظ ايضاً وجود نواة الهليوم تخرج او تقذف من بعض العناصر مما يدل على ان نواة الهليوم متماسكة جداً ولا يمكن تفتيتها

وهنا يجدر بي ان اقدم للقارىء بحثاً من الابحاث التي افادت كثيراً في تنوير الاذهان في موضوعنا هذا — تركيب الذرة — وهو هذه الابحاث هو بحث العناصر المشعة

﴿ العناصر المشعة ﴾ اكتشف هذه الظاهرة العالم الفرنسي بكرل Antoine Henri Becquerel عام ١٨٩٦ بعد ان اكتشفت اشعة اكس X-Rays عام ١٨٩٥ وقامت بقسط وافر في اقام البحث مدام كوري . وهذه الظاهرة خاصة ببعض العناصر ذات الوزن الذري الكبير مثل اليورانيوم والثوريوم والراديوم . وهذه العناصر لها القدرة على الاشعاع او اخراج مقذوفات والاشعة التي تخرج منها لها صفات كثيرة منها انها تؤثر في اللوحة الفوتوغرافية وهذه الصفة هي السبب في اكتشافها اولاً . ذلك ان بكرل كان قد وضع في درج مظلم لوحة فوتوغرافية وقطعة يورانيوم فوجد ان اللوحة صورت قطعة اليورانيوم رغم الظلام ولذلك لم يجد هذا العالم بدًّا من تعليل هذه الظاهرة بان اليورانيوم يصدر اشعة لها هذا الاثر في اللوحات الفوتوغرافية . اما مدام كوري فقد وجدت ان حجارة البتشبلند التي يستخرج منهُ اليورانيوم اقوى في الاشعاع من اليورانيوم نفسه وعزت ذلك الى وجود عنصر آخر اقوى في الاشعاع من اليورانيوم وبذلك اكتشفت العنصر المسمى الراديوم وهو ذلك العنصر الثمين الذي يستعمل في الطب الحديث . والراديوم اقوى في الاشعاع من اليورانيوم مليون مرة وجرام الراديوم يقدر ثمنهُ بعشرات الالوف من الجنيهات ولذلك تجد الحكومات تساعد المستشفيات الكبيرة في شراء جرام الراديوم او جزء منهُ لما لهُ من الفائدة الكبيرة في الطب . واذكر ان الامة الاميركية اهدت الى مدام كوري جراماً واحداً من الراديوم بواسطة الرئيس هاردنج تقديراً لخدماتها في هذا المضمار عند زيارتها لاميركا سنة ١٩٢١

والاشعة التي تخرج من العناصر المشعة مثل الراديوم واليورانيوم وغيرهما على ثلاثة انواع سميت بالحروف الاولى من الحروف الهجائية اليونانية فسميت اشعة الفا ، وبيتا ، وجاما ويمكننا في الواقع ان نسميها او نصطلح على تسميتها باشعة الف واشعة باء واشعة جيم على الترتيب . واشعة الف واشعة باء قد أمكن البرهنة على أنها دقائق لها كتلة وشحنة الاَّ ان اشعة باء هي في الواقع الكترونات تخرج من الجسم بسرعة تقرب من سرعة الضوء وعلى ذلك تكون كتلتها مثل كتلة الالكترون اي صغيرة جداً وهي تساوي $\frac{1}{1800}$ من كتلة ذرة الايدروجين . اما اشعة الف فشحنتها موجبة وكتلتها اكبر كثيراً من كتلة اشعة باء بل ان كتلتها تساوي ٧٤٠٠ مرة كتلة الالكترون أو تبلغ اربعة امثال كتلة الايدروجين . اما اشعة جيم فليس لها كتلة ولا يصحبها شحنة بل هي في الواقع مثل اشعة اكس أي انها موجات مستعرضة الاَّ ان طول موجتها اقصر من طول موجة اشعة اكس

والآن فلنتكلم عن اشعة الف واشعة باء اللتين أفادتا في فهم تركيب الذرة . وقد برهن رذرفورد على أن الدقيقة من اشعة الف هي نواة ذرة الهليوم وقد اثبت ذلك بتجارب كثيرة . وهذه النواة كما ذكرنا من قبل كتلتها اربعة امثال كتلة ذرة الايدروجين وبها اربعة بروتونات والكترونان اي ان عليها وحدتين من الشحنات الموجبة وقد وجد انها تخرج من العنصر بسرعة تقرب من $\frac{1}{10}$ سرعة الضوء واذا ما خرجت من الذرة فان الذرة يقل وزنها طبعاً وبذلك تصبح ذرة عنصر جديد وله مكان جديد في الجدول الدوري . وقد وجد أن هذا المكان يبعد عن المكان الاصلي خانتين في الاتجاه المتناقص . اي ان الذرة اذا فقدت شحنتين موجبتين — ولا يكون هذا الا من النواة — فان العنصر يتزحزح خانتين اي يتخذ مكان عنصر آخر اي يتحول اليه

اما اذا فقدت النواة دقيقة من اشعة باء فان عدد الشحنات السالبة في النواة ينقص . ومعنى هذا ان الشحنات الموجبة في النواة يزيد ثمنها بمقدار الوحدة فتتغير الصفات الكيميائية للعنصر مع عدم تغير كتلة الذرة ويحتل العنصر مكاناً جديداً في الجدول الدوري . ولكن في هذه المرة في الاتجاه المتزايد . اي ان الذرة اذا فقدت دقيقة من اشعة الف فان الذرة تنقص خانتين في الجدول الدوري . واذا فقدت دقيقتين من اشعة باء فان الذرة تزيد الخانتين ثانية اي ترجع الى مكانها الاصلي في الجدول الدوري وبهذا يصبح عندنا في الجدول الدوري عنصران يحتلان مكاناً واحداً في الجدول الدوري وهذان العنصران يختلفان في الوزن ويتفقان في الصفات الكيميائية . ومثل هذين العنصرين يسميان نظائر Isotopes وهذا الموضوع — وهو موضوع دراسة النظائر — قد اهتم به العالم الانكليزي استون Aston وبرهن على ان جميع العناصر لابد ان يكون وزنها الذري عدداً صحيحاً فان لم يكن كذلك فلابد ان يتكون من مزيج من نظائر اي ان الكيميائيين لا يستطيعون فصل هذه النظائر كيميائياً ولكن يمكن فصلها طبيعياً . فمثلاً إذا كان الوزن الذري للكلور — وهو الغاز السام — ٣٥٫٥ فقد برهن استون على انهُ يتركب من نظيرين وزنهما الذري ٣٥ و ٣٧ بنسبة خاصة على الترتيب . وكذلك برهن على ان النيكل Nickel ووزنهُ الذري ٥٨٫٧ يتركب من نظيرين وزنهما الذري ٥٨ و ٦٠ على الترتيب . وقد يتساءل البعض وكيف يمكننا فصل هذه النظائر بعضها عن بعض . والجواب انهُ يمكن فصلها بطريقة القوة الطاردة Centrifugal Force كما تفصل القشدة عن اللبن او كما تفصل الحجارة الكبيرة عن الاخرى الصغيرة بتحريكها حركة دحوية

وقد حاول قدماء الكيميائيين تحويل مادة الى اخرى فلم يفلحوا ولكن قد افلح علماء الطبيعة الحديثون بفضل مباحثهم في العناصر المشعة وتركيب الذرة . ولكن بدلاً من ان يحولوا العناصر البخسة الى الذهب — وهو بغية قدماء الكيميائيين — اقول بدلاً من ذلك اكتشفوا انهُ يمكن أن يتحول الراديوم وهو أغلى بكثير من الذهب الى نوع من الرصاص . ولكن اذا لم اخفقوا في الحصول على الذهب من العناصر البخسة فقد فازوا بتوسيع نطاق المعرفة وهو اهم