

قصة النظائر الاشعاعية

—:—

«... قصة الأسلحة العجيبة الباهرة التي وفرتها معامل القنبلة الذرية ، والتي قد تكشف لنا الستار عن سر عملية « التمثيل الضوئي » فيتوافر لسكان هذا الكوكب مورد دائم لا ينفذ من الطعام والوقود ... !!

«... قصة الآلات الكاشفة الهائلة التي ستكشف لنا عن أسرار عديد من أمراضنا ، والعمليات المتباينة التي تجري داخل أجسامنا ، وبذا يمكننا أن نعيش حياة أسعد وأصح ... !»

قصة النظائر الاشعاعية

إن موضوع النظائر الاشعاعية موضوع مثير مهم ، بالغ في إثارتة مفرط في أهميته ، لأنه يفتح أمام العلم آفاقاً جديدة ، ويلج برجال البحث والمتقصين عن المجهول أما كن لم يلجوها من قبل ، أو ولجها البعض ولكن لم يستكشفها كل الكشف ولم يفهمونها كل الفهم ولم يدروا ما خفي من أسرارها كل الدراية

ويتعلق موضوع تلك النظائر بموضوع القنبلة الذرية وبذلك المعامل الهائلة التي فلتت فيها ذرات اليورانيوم وأطلق فيها سراح جزء من طاقتها الكامنة ، أو قل أطلق فيها سراح مارد الذرة الجبار الذي ضجت الملايين لدى انطلاقه من قممها العتيق وظهوره على مسرح هذا الكوكب الذي تنعاقب عليه بين وقت وآخر وجوه جديدة ، وتمثل عليه بين حين وحين فصول لم يشهدوا النظارة من قبل قد تكون ذات طرافة يفهمها المشاهدون ، وقد تكون خطيرة تحمل في طياتها ما هو مخيف مثير فيحبس النظارة أنفاسهم وينتبهون أدوارها في اهتمام بالغ وهم صامتون أو يهمهمون بما لا يدرون ، في انتظار النهاية المحتومة .

ولا شك أن قصة القنبلة الذرية ومسرحية « فلق ذرات اليورانيوم » كانت فصولها من هذا النوع الأخير ، وقد شهد الجميع هذا الفصل الخفيف المروع منها والممتع في نفس الوقت الذي أقيمت فيه القنبلة الذرية على ميروشيا ونجازاكي ، كما رأى الجميع تلك الأشلاء العديدة التي لا حصر لها والتي كانت سبباً في استسلام اليابان وتنعيمها عن جبهة الصراع ، وتوحيج جبهة أمريكا أو قل جبهة رجال الذرة في أمريكا بأكاليل النصر .

إن الجميع قد شهدوا هذا الفصل ، ولكن المهم أن الأغلبية تعتقد أنها شاهدت الفصل الختامي وأن المسرحية قد انتهت ، والواقع المأسوس أن الرواية لم تَمْ فصولاً . إذ ما دام الانسان لا يمتلك القوة على منع وقوع مثل ذلك الصراع ، وما دمنا نتوقع حدوث الحرب سواء في المستقبل القريب أو البعيد ، فإن قصة القنبلة الذرية والأمثلة المتباينة عن

احتمالات الطاقة الجديدة ستظل تحتل المكان الأول ويهتم الانسان بقصولها أكبر اهتمام وأعظمه .

وهناك قصة أخرى لا تقل عن قصة القنبلة الذرية أهمية وإثارة ألا وهي قصة تطبيق الطاقة المنطلقة من فلق ذرات اليورانيوم في أغراض السلام وخير البشرية ، فتلك القصة لا يقل أثرها في النفوس عن الأثر الأول . ولكن ليس على القراء أن يستمعوا رؤية فصول هذه القصة الجديدة لأن المخرجين لم ينتهوا بعد من إعداد كل ما يلزمهم للنجاح وتجنب الفشل وتخطي الصعوبات .

وقد يتساءل البعض عن لديهم فضول المستطلعين عن طبيعة تلك الصعوبات فأخبرهم أن أحدها ولعله أهمها هو الاشعاع الذي يصحب دائماً الطاقة المنطلقة من فلق الذرة ، ذلك الاشعاع الذي يبلغ درجة فائقة حين تولد القوة على نطاق واسع ، حتى أن المخلوقات البشرية لا يمكن أن تكون قريبة من المادة المشعة إلا خلال دروع ثقيلة جداً صلبة .

ومن هذا يرى معي هؤلاء المتسائلون أن إعداد فصول الرواية الجديدة ليس بالهين وأن كل من يعمل وراء الستار وبين الكواليس من مخرجين ومساعد مخرجين ومصورين وعمال مناظر ومهندسين الى آخر تلك الحلقة من الممدين يجب أن يعدوا أنفسهم أولاً لتجنب خطر هذا الاشعاع المميت ، فإذا ما آتوا هذا الإعداد ووجدوا الوسيلة الى غايتهم ، بدأ الممثلون في حفظ أدوارهم وهم مطمئنون ثم يلي ذلك عرض البضاعة على النظارة .

ولكن ما علاقة كل هذا القمص بموضوع النظائر الاشعاعية ؟ إن له لعلاقة كبرى . فالطريف في الموضوع أن هذا الاشعاع الذي رأيناه مميتاً حين يوجد بكميات ضخمة ، لا يكون له أدنى ضرر بجسم الانسان ، بل تكون له فائدة الكهف والادراك حين يوجد بكميات جد ضئيلة ! ويتولد هذا النوع الأخير المفيد من الاشعاع من ذرات خاصة هي النظائر الاشعاعية تدابره في معظم صفاتها ذرات أخرى « غير مشعة » من نفس النوع وهم يطلقون عليها « القدرات الاشعاعية الكاشفة » لأنه يمكن استخدامها كنتيجة لنشاطها الاشعاعي في عديد من العمليات البيولوجية والكيميائية والصناعية ، إذ من السهل معرفتها والاحساس

بوجودها مما تطلقه من الاشعاع . فهي كالانوار الكاشفة توصل من داخلها في قارب الظلام ما يضيء ويبين ويكشف الامرار والامتار .

وقد عرف الانسان هذه النظائر الاشعاعية من قبل ، من منذ أكثر من عشرين سنة فهو قد كوّنّها قبل أن تصنع القنبلة الذرية ، وقبل أن تطلق الطاقة من ذرات البورانيوم . ولكن الجديد في الامر أن معامل القنبلة الذرية ستوفر لنا العديد من هذه النظائر . وستضع بين أيدي الباحثين العامين عدداً ضخماً منها -- لا كما كان الحال من قبل ، كمية محدودة قليلة فادحة التكاليف -- وبهذا فستمكنهم من أن يسيروا وبحوثهم قدماً الى الامام لاستجلاء المجهول من أسرار الطبيعة في مجالي العلم المتباينة في الكيمياء والطب وعلوم الحياة وغيرها .

وأن أحد تلك النظائر هو الكربون - ١٤ فهو نظير اشعاعي لذرة الكربون العادية أو دكربون - ١٢ ، وفي أي مركب كيميائي تلتى سلوك هذا النظير الاشعاعي بمائلاً لسلوك أي ذرة كربون أخرى . ولكن للفرق الوحيد هو في الاشعاع الذي يتصف به ك - ١٤ والذي يمكن إدراكه إذا كانت لدينامنه كمية لا تتعدى جزءاً من الألف من المليجرام ولا يبلغ ذلك الاشعاع مبلغ الضرر إلا إذا زادت تلك الكمية آلاف المرات . . وبذلك يبقى هناك مدى واسع للتطبيق يأمن فيه الانسان الضرر الاشعاعي المميت .

• • •

ومن السهل أن ندرك أنه يمكن الحصول على معلومات فريدة في نوعها إذا نحن تتبعنا مسار عدد من تلك الذرات التي يكلفها إشعاعها ... وسأحاول أن أعطي القارئ هديداً من الأمثلة عن الكيفية التي استخدمت بها هذه الذرات في الماضي أو احتمالات استخدامها في المستقبل لكي يفهم طرائق بعض التفاعلات الكيميائية والعمليات الطبيعية وقد تساعد تلك الآلة الجديدة الدقيقة في إعطائنا معلومات أوفى من ذي قبل عن الكيفية التي تسير بها العمليات الحيوية المتباينة في المخلوقات الحية .

ولكن قبل أن نلج الباب إلى تلك التطبيقات علينا أن نعلم أكثر ما يمكن عن طبيعة تلك الذرات الاشعاعية .

﴿ ما هو كربون ٢١٤ ﴾ إن جميع نوايا القدرات تتكوّن من مجموعة من البروتونات والنيوترونات ^(١). وأعم نوع من نوايا الكربون يحوي ستة بروتونات وستة نيوترونات أو بتعبير آخر اثنتا عشرة من الدقائق الثقيلة ، ولذا فنحن نطلق على مثل هذا النوع كربون-١٢. وهناك نوايا كربون أخرى تحوي خمسة أو سبعة أو ثمانية نيوترونات الى جانب ستة بروتونات وهذه هي نوايا الكربون ١١ ، الكربون ١٣ ، الكربون - ١٤ . ويتميز كربون - ١٤ بأنه إشعاعي ، يرمي الى استبعاد الكترون من النواة (أو الاصح من نيوترون داخل النواة) وبذا يتحول هذا النيوترون المتعادل الى بروتون موجب التكهرب وتتحول الذرة كنتيجة لتلك العملية الى ذرة نيوتروجين لها سبعة نيوترونات وسبعة بروتونات وسبعة الكترونات تدور حولها . ويمكن إدراك الالكترن الذي أشع في العملية بطرائق متباينة .

ولا تحدث هذه العملية من عمليات التحويل من تلقاء نفسها في جميع ذرات الكربون الاشعاعي ، كما أنها لا تحدث فور تكوين كمية منه . فان عديداً من ذرات هذا الكربون تستمر حياتها آلافاً من السنين . فلو كانت لديك كمية منه فانك تلتقي نصف الكمية وقد تحوّل الى نيوتروجين بعد مرور ثلاثة آلاف سنة . وبعد مضي ثلاثة آلاف سنة أخرى يكون نصف ما بقي من الكربون قد تحوّل هو الآخر الى نيوتروجين . وهكذا .

وتسمى المدة الأولى باسم « نصف حياة النظير » . وللبعض النظائر الاشعاعية للعناصر أنصاف حياة أطول من تلك وللبعض الآخر أمد أقصر . وهناك من النظائر الاشعاعية ما نجد نصف حياته قصيرة الى مدى فائق حتى أنها لا تتيح لنا من الزمن ما يمكننا فيه إدراك وجود النظير .

ولنتقل الآن الى البحث في طرائق إنتاج تلك النظائر .

(١) البروتونات دقائق موجبة التكهرب ويساوي عددها عدد وحدات الشحنة الموجبة للنواة إذ أن كل بروتون يعطي وحدة شحنة موجبة في حين أن النيوترونات متعادلة كهربياً ووزن النيوترون يساوي تقريباً وزن البروتون . وبمجموع عدد النيوترونات والبروتونات يكون تقريباً الوزن الذري ولنظائر العنصر الواحد نوايا ذات شحنة متماثلة إذ أن شحنة النواة هي التي تقرر الصفات الكيميائية للعنصر ، ولكنها تختلف في الوزن الذري وبدا فان لنواياها نفس العدد من البروتونات ولكن عدد النيوترونات هو المختلف .

﴿ انتاج النظائر الاشعاعية ﴾ إن أولى طرق ذلك الانتاج ، ولناخذ كمثال لنا ك - ١٤ ، هي أن تسلط على الكربون العادي نيوترونات . وأغلب ذرات الكربون العادي من النوع الذي وزن ١٢ ولكنه يحتوي على واحد في المائة من ك - ١٣ . هذا النوع الأخير إذا أمسكت نواته نيوتروناً فإنه يتحول الى ك - ١٤ .

وقد سهل التفاعل المتسلسل للقفلة الذرية الى مدى بعيد هذه الطريقة من طرق الانتاج نظراً الى العدد الهائل من النيوترونات الذي ينتج من ذلك التفاعل .

ولعل القارىء يتذكر من بحثنا الفأنت أن ذرة البورانيوم يمكن أن تطلق الى أزواج متباينة من العناصر ذات النوايا النشطة . فبين فتاج الفلق نحصل على نظائر ما يقرب من اثنين وعشرين عنصراً تحوي فيما بينها على سبيل المثال البرومين والبود والفضة والموليبدينم ﴿ إدراك الاشعاع ﴾ لقد قلنا أن الذرات الاشعاعية يمكن ادراكها بما تطلقه من

الاشعاع ومنقصر حدبثنا على إشعاع الالكترونات وهي التي أشرنا إليها من قبل . إن اشعاع الكترون قد يصحبه إشعاع آخر فغالباً ما يتبع انطلاق الالكترون بقاء النواة في حالة استتارة أو قل عصبية إن صح هذا التعبير . فهي تحوي زبداً من الطاقة ، فنجدتها تتخلص منها بأن تشع أمواجاً الكترومغناطيسية . هذه الموجات تماثل موجات الضوء المرئي ولكن لها تردداً أعلى بكثير من ترددها . وهي في الحقيقة أكثر مماثلة لأشعة اكس ولو أنها تفوقها أيضاً في ترددها وفي قوتها الاختراقية .

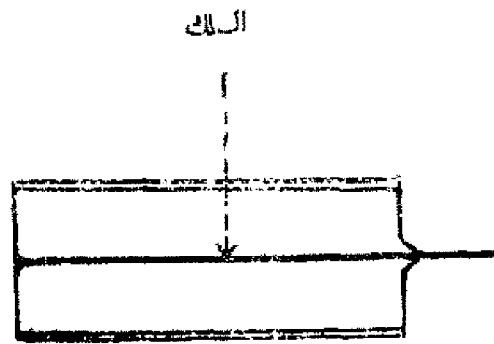
وتسمى الالكترونات التي تشعها المواد الاشعاعية باسم « أشعة بيتا » كما يطلق على الموجات الالكترومغناطيسية التي تصحبها اسم أشعة جاما . وقد سبق أن أشرنا إليهما من قبل . وهناك عدد من الأجهزة يمكن بواسطتها ليس فقط الاحساس بأن هناك أشعة جاما أو بيتا بل معرفة عدد الأشعة المستخدمة وأكثر تلك الأجهزة شيوعاً هو « عداد جيجر - مولر »^(١) ويتكوّن الجزء الحساس في ذلك الجهاز من أنبوبة ممتلئة بالغاز . فإذا دخل شعاع بيتا أعني الكترونات في ذلك الحجم... فإنه يبدأ في إعطاء جزء من طاقته لذرات الغاز أو جزيئاته بتصادمه معها . وطادة ما تكون كمية الطاقة التي يكتسبها جزيء الغاز من هذا

(1) geiger - müller counter

التصادم كافية لآل أنزع من الكون الخارجي لكل ذرة من ذراته الإلكترونية . وبذا تغدو الذرات موجبة التكهرب . وتسمى هذه العملية باسم « عملية التأين » كما نسمى الدقائق الموجبة والسالبة التي تنتج باسم الأيونات . وكلما زادت طاقة شعاع بيتا زادت عدد الأيونات التي يمكن له إنتاجها .

ولاشعة جاما أيضاً القدرة على تأيين الغاز ولكن بطريقة غير مباشرة ، وذلك بأن تصدم أول الأمر إلكترونات فتعطيه كمية كبيرة من طاقتها . ثم يسلك هذا الإلكترون ذو الطاقة المكتسبة مسلك شعاع بيتا .

وإذا نحن خفضنا عداد « جيجر-مولر » أفقيناه يتكوّن من أسطوانة من معدن جيد التوصيل يمتد في مركزها سلك طويل (أنظر الشكل) .



أنبوبة عداد « جيجر-مولر »

وتفرغ الأنبوبة أول الأمر ثم تملأ بالغاز في ضغط يبلغ حوالي خمس الضغط الجوي . أما ذلك الغاز فهو عبارة عن ٩٠ في المائة من الأرجون ، ١٠ في المائة من الكحول الإيثيلي . ويسلط جهد كهربى يبلغ حوالي الآلاف فولت بين الأسطوانة والسلك . مع جعل السلك موجب التكهرب . ويراعى أن يكون ذلك الجهد منخفضاً انخفاضاً كافياً لمنع مرور تيار كهربائى في غياب الأيونات .

والآن لنفكر أن شعاع بيتا دخل إلى الأسطوانة . هذا الشعاع سيبدأ في تأيين الغاز ثم تذهب الأيونات الموجبة إلى جدار الأسطوانة (القطب السالب) .. وتتحرك الإلكترونات وهي الأيونات السالبة إلى السلك (القطب الموجب) . هذه الإلكترونات ينشطها ويزيد من سرعتها الجهد الكهربى فتأين دقائق أخرى من الغاز .. وبهذه الطريقة ينتج سيل من الإلكترونات .. ويعدل الجهد الكهربى بحيث أن الإلكترونات واحداً يكون كافياً لأن ينتج سيلاً من الإلكترونات له من القوة ما يكفي للاحساس به ولكنه يتوقف لدى وصول جميع الإلكترونات إلى القطب الموجب .

إلى ذلك عملية وصول الأيونات الموجبة النقية الأبطأ في حركتها إلى القطب السالب وهو الجدار الخارجي . وبعدئذ تغزو الأيونات على استعداد لأن تستمد شعاع بيتا آخر يفتحهم أسوارها .

وتستغرق كل تلك العملية جزءاً من عشرة آلاف جزء من الثانية ويغذى التيار الناتج من تأين الغاز في جهاز إلكتروني لتقويته (كما تقوى إشارات الراديو) ثم إلى مسجل ميكانيكي أو إلكتروني .

ونظراً لاختلاف طبيعة أشعة بيتا وجاما فإن إدراكها والاحساس بها مصحوب ببعض مشكلات .. فأشعة جاما يمكنها بسهولة أن تخترق جدار العداد ولكنها ما أن تفتحهم ذلك الجدار حتى تمنح طاقتها لجزيئات الغاز في بطء ليس بالقليل وبذا فإن واحداً ليس إلا من كل مائة شعاع من أشعة جاما يسجله الجهاز .

أما أشعة بيتا فهي تأين الغاز داخل العداد بسرعة عظيمة ويمكننا أن نقول على وجه تقريبي إن كل شعاع يدخل الجهاز يسجل وبعد .. ولكن الصعوبة التي تواجهنا هي أنه من الصعب على الشعاع اختراق جدار الاسطوانة ... وبذا فإن عدادات بيتا تصمم بنافذة رقيقة (عادة من الألمنيوم أو الميكا) ذات سمك يبلغ جزءاً من آلاف من البوصة ... وفي بعض الحالات حين يكون الاشعاع مقتصرأ على أشعة بيتا وتكون الطاقة التي تصحب تلك الأشعة منخفضة فليس من المستطاع تكوين أية نافذة مناسبة تسمح بمرور الاشعاع إلى داخل الجهاز ... وفي تلك الحالات .. كما هو الحال في كربون - ١٤ فإن مركباً من العنصر المشع يدخل مادة إلى داخل الجهاز نفسه .

﴿ الاستخدامات ﴾ : إن الذرات الاشعاعية الكاشفة قد استخدمت في تجارب مهمة عديدة ، ولكن تلك التجارب كانت قبيل الحرب جد محدودة نظراً لندرة هذه الكاشفات ولثمنها الباهظ . إذ كان يحصل عليها بكميات ضئيلة بأن تسلط على مواد مختلفة دقائق مكهربة ذات حامل عالية مولدة في أجهزة معقدة كالسيكترون ومولد فان دي جراف .

وحين وفرت مراكز التفاعل المتسلسل (مصانع الفنبلة الذرية) هذه المواد الاشعاعية في كميات كبيرة فإن مزية الحرب ونفت حائلاً في طريق توزيع ذلك النجاج الثمين على معاهد

البحاث . ولكن اليوم بعد انتهاء الحرب وزوال تلك المبرية جزئياً على الأقل فانا نتوقع أن هذه الآلات الدقيقة للكشف ستحصل وتجول في مبادئ البحث المتباينة وستساعد في غزو عديد من جهات العلم التي ما زلنا غير قادرين على اقتحام أسوارها .

وسأذكر في الصفحات التالية بعضاً من تلك التجارب التي أجريت فعلاً بمساعدة هذه الكاشفات . كما سأحاول أن أعرض لبعض التطبيقات المحتملة في المستقبل وقد يبدو بعضها خيالياً وقد يبدو الآخر عديم القيمة . وقد يظهر للقارئ أن البعض مستحيل ولكني آمل في أن أظهر اتساع ميدان البحث وأهميته .

وأحد تلك التطبيقات هو تمييز كتل الهواء . فالميتالورجيا الحديثة تتوقف على تتبع مسار كتل الهواء والتغيرات التي تحدث لها أثناء حركتها وقد أتاح ذلك لعلماء الميتالورجيا القدرة على التنبؤ بحالة الجو . ولتمييز تلك الكتل يعتمدون على عدة خواص قد تتغير مثل الرطوبة ويؤدي ذلك التغير في بعض الأحيان إلى أن يختلط عليهم الأمر فيخطئوا في التقدير . كما أنه ليس من الممكن تتبع مسار كتلة من الهواء ما لم تكن مختلفة عن الكتل التي تجاورها اختلافاً يقرب من التمام في أحد خواصها .

وسيساعدنا استخدام الذرات الكاشفة في الملاحظة الدقيقة لانتقال تلك الكتل الهوائية وتمازجها . وما علينا إلا أن ندخل الكاشف في شكل تراب دقيق أو في صورة غاز داخل كتلة الهواء التي نريد أن ننتبهها . وباستخدام عدادات جيجر — مولر ووضعها في البالونات الصاعدة العادية فانه يمكننا أن نعين مكان كتلة الهواء وبقياس كمية الاشعاع الذري فانها تعطينا فكرة عن مدى امتزاج كتل الهواء المتتبعه بالهواء غير المتصاعى في الكتل المجاورة ... والاعتراض الواضح الذي يمكن توجيهه لهذا النوع من التطبيق هو الكمية الكبيرة من المادة المشعة التي نلزم لتمييز الهواء .

ومن الطريف أن نذكر أن انفجار القنبليتين الذريتين في هيروشيا ونجازاكي قد تبعه أن حملت كتل الهواء في مكان الانفجار بالدقائق المشعة . وقد أمكن تمييز الاشعاع الناتج منها على ارتفاع كبير بعد مرور شهر على الانفجار حين أنعت الكتل دورتهاً فوق الأرض . ولنهبط الآن من علياننا إلى سطح كوكبنا لنرى أن الاشعاع الذري يمكن استخدامه

لملاحظة الحركة والنّأكل السطحي الأجزاء الداخلية من الآلات . فعنصر الحديد له نظير إشعاعي أطلق أشعة جاما ، وتبلغ نصف حياته ٤٣ يوماً . فيمكن خلط هذا النظير بالصلب فتصاح منه سطوح تلك الأجزاء . وقد يبدو للبعض أنه من الأسهل طلاء السطح بلون متميز أو تغطيته بطبقة من مادة أخرى ولكن يجب علينا في تلك الحالة أن تفك أجزاء الآلة حتى نلاحظ تلك السطوح ، بينما يمكن قياس نشاط جاما خلال جدران الآلة . وبهذا يمكننا أن نلاحظ إذا كان أي سطح من الداخل قد تآكل أو إذا كان جزء من الآلة لا يتحرك كما يجب .

﴿ النظائر الإشعاعية والكيميائية ﴾ ويمكن أن تستخدم النظائر الإشعاعية لتسهيل عمل الكيميائي ، فهذا الباحث العلمي سواء أكان اهتمامه منهجياً على الكيمياء الطبيعية أو البيولوجية أو غيرها ، فإنه يحاول أن يفهم ويعين تركيب المادة وتكوينها . ولا يمكن له بالطبع أن يرى الذرات . ولذلك فإن عليه أن يجمع منها ما يكفي لاستخدامه في تجربته وتحليله ولو كان لديه من الموازين أكثرها حساسية فإن أقل عدد من الذرات يمكن له وزنه واستخدامه في عملية هو مليون بليون ذرة !! قارن هذا بحالة القنفور المشع والذي يحتاج منه الباحث إلى عشرة ملايين من الذرات ليس إلاً يمكنه أن يزنها بكل سهولة بأجهزة الكترونية خاصة صممت لهذا الغرض . . . فنحن نرى من هذه المقارنة أن كمية المادة التي يمكن للباحث قياسها تناقصت مائة مليون مرة . وبمعنى آخر أن قدرتنا على الاحساس فيما يتعلق بذلك العنصر قد زادت مائة مليون مرة . . . ١١

وهناك إلى جانب عامل الحساسية فوائد متباينة أخرى . . . غفائية النفاذ في المسادة التي يختص بها إشعاع تلك النظائر والتي يمكن بها إدراكه عن مسافة ما لتتيح لنا خدمة ليست بالهينة . . لأنها تهيء لنا الوسيلة ونتمكننا من إجراء التجارب التي لا يمكن أدائها بأي وسيلة أخرى .

فلنفرض أننا بصدد تفاعل ما . . . ففي كثير من الحالات يكون من المستحيل أخذ عينة من إحدى مواد التفاعل لتحليلها إما لعدم الامكانية ، أو لأن فصل تلك العينة قد يؤثر في سير التفاعل الذي نود دراسته . فبإدماج عنصر مهم في تركيب تلك المادة عوضاً عن نظير غير مهم بها فإنه يمكن عن طريق ما يطلقه هذا الكهف من الإشعاع أن ندري ما يحدث

لمادتنا التي نود تحليلها ، وكذلك يتأتى لنا تتبع سير التفاعل باستمرار بكل سهولة وبساطة .
وهناك وجه آخر من وجوه التطبيق يجده الكيميائي بين يديه كوسيلة لاستجلاء
المجهول والفهم الدقيق لكنه الأمرار سأحاول أن أبينه فيما يلي :

تواجه الكيميائي الحيوي في بعض تجاربه صعوبة ليست بالهينة . إذ يجد مقدار
المادة التي يمكن له أن يستخدمها في تجاربه محدوداً غير كافٍ . ففي دراسته لما يحدث للمعادن
الثقيلة أو الأدوية من تغيرات داخل الخلايا في حيوانات التجربة ، فإن الكمية التي عليه أن
يعطيها للحيوان في تجربته ليرى أثرها على نسيج خاص والتي تكون كافية لتمكنه من إدراكها
بطرقه الكيميائية ، قد تتسبب في تغيير أساسي في فسيولوجيا الحيوان أو غالباً ما تؤدي
إلى موته . وبذا لا تتوافر له القدرة على الإزاحة الشامة أو حتى الجزئية لستر المجهول . ولا
يتأتى له كشف الحقيقة بيّنة واضحة .

ففي مثل تلك الحالات يمكنه استخدام مواد إشعاعية تشابه في حالتها الكيميائية
والطبيعية أيونات المعدن أو الدواء ويعطيها للحيوان ثم يختبر الأنسجة الخاصة التي يود
اختبارها عن طريق الإشعاع بأحد الأجهزة المعدة لذلك والتي ذكرت منها آتقاً عداد
جيجر - مولر . وهو هنا لا يحتاج إلا لكميات غاية في الضآلة من المواد . وبذلك يتجنب
الأثر السام الذي يقف حائلاً في حبل استجلائه التام للمجهول .

وإن موضوع التحليل بالإشعاع هو موضوع طريف غاية في الطرافة والابداع .
وسأعرض هنا لمثال يفصل بعض ما قدمه هذا النوع الجديد من التحليل من الفائدة للعلم .
لقد ظلّ العلماء يحاولون بدون جدوى معرفة السرعة التي يأخذ بها النسيج الدرقي في
الإنسان عنصر اليود . أو بعبارة أخرى معرفة العلاقة بين الزمن وبين كمية اليود الموجودة
في ذلك النسيج . ويرجع ذلك الإخفاق إلى عدد من الصعوبات . فأحداها أنه لا يتأتى
للكيميائي الحيوي أخذ عينة من النسيج الدرقي للإنسان بنفس السهولة التي يأخذها به من
كلب مثلاً . وثانياً أن كمية اليود في قطعة من ذلك النسيج قد تكون غاية في الضآلة حتى أنه
يصعب على الباحث استخلاصها وقياس مقدارها بطرقه الكيميائية .

وأخيراً إن أخذ غدة درقية أو جزء منها - ولو حتى من حيوان هادي وليس إنساناً - معناه

عملية جراحية وتدخل في وظائف أعضاء الجسم وانتهاء لعمر ذلك النسيج كوحدة هامة قائمة بذاتها... أو في كلمات أخرى إن تحليلها واحداً ليس إلا هو المتاح للباحث لإجراؤه فلن يتأتى له إذن تتبع ما تحويه الغدة من اليود وعلاقة تلك الكمية بالزمن .

وإذا نحن نظرنا إلى اليود المشع أفينا أنه حساس ، وأن إشعاعه يخرق الجسم ويمكن إدراكه بأجهزة توضع في المكان الملائم من الجسم (وفي حالتنا هذه — حالة دراسة الغدة الدرقية — توضع الأجهزة في الجزء الأمامي من العنق) . كما أن السرعة التي يدخل بها اليود المشع إلى الغدة الدرقية ويخرج منها يمكن تتبعها باستمرار لأننا لن نحري أية عملية جراحية لنحلل أو نقيس . بل سنرى ما يقيد الجهاز من الإشعاع ليس إلا .

ولقد ظلت هذه المسألة خافية من خلفا العلم حتى أمكن صنع اليود المشع وعندئذ توصل العلماء إلى ما يبعثون وعرفوا السرعة التي تتناول بها الغدة الدرقية عنصر اليود . وكان لتلك المعرفة أثرها في استخدام هذا اليود المشع (بكميات كبيرة) كعامل في شفاء المرضى بأحد حالات مرض الجويتر ، إلى جانب استخدام كميات صغيرة منه في تشخيص آلام الغدة الدرقية ﴿ الكربون وتوفر الطعام والوقود للعالم ﴾ : نتحدث الآن عن عنصر فائق الأهمية في حياتنا وهو عنصر الكربون .

إن هذا العنصر ليحتل مكاناً بارزاً فريداً نظراً للعدد الهائل من المركبات التي يدخل في تكوينها . وإن كل الأحياء الحيوانية تأخذ ما تحتاجه من الطاقة ، وكذلك جميع النباتات العاملة والمكونة لأنسجتها — عدا العظم — من مركبات الكربون التي تنتجها النباتات وهذه الأحياء الأخيرة ، بدورها ، في استطاعتها أخذ ثاني أكسيد الكربون الذي ينفثه الحيوان في عمليات استهلاك الطاقة ، ثم تولف منه بمساعدة ضوء الشمس المركبات حاملة الطاقة ، التي تتوفر مرة أخرى لاستهلاك الحيوان . وبذا فإن الطاقة التي تحتاجها النباتات في عملية التكوين أو التآليف ، والتي تستهلكها الأحياء الحيوانية مستمدة من ضوء الشمس . وتسمى عملية التآليف تلك باسم عملية « التمثيل الضوئي »

وما الإنسان إلا أحد الأحياء الحيوانية فهو من بينها يستمد جل طاقته من الشمس خلال عملية تآلفية يستخدم فيها الكربون . وعلى هذا فانه لا مفر فائق الأهمية أن نتفهم كيف يقوم

النبات بتلك العملية ، عملية التمثيل الضوئي ، فيكون من ثاني أكسيد الكربون والماء في وجود الكلوروفيل (وهو المادة التي تعطي النبات اللون الأخضر) وبمساعدة ضوء الشمس ، السكر ، ثم غيره من مائيات الكربون .

وإن هجرم الانسان على هذه الجبهة ، وعلى ضدها وهو استفادة الحيوان من مائيات الكربون ، قد بدأ فعلاً بسلاح الكربون الاشعاعي . أما هل سيتمكن الانسان أن يكشف الستار عن طريقة تلك العملية فيقوم بأدائها كما يريد في معمله ، أو يفشل ، فذلك ما أترك التنبؤ به هنا . وأكتفي بالقول بأن هذا الكاشف سيكون حلقة اتصال أساسية بينه وبين التقدم .

لقد أتم الانسان من سنين عديدة انتاج ك — ١٤ وهو نظير اشعاعي لأول مرة في جهاز السيكلترون ، ولكن ذلك الجهاز المعقد لا يتيح للبحث العلمي مقداراً كافياً من تلك الثروات الكاشفة . أما اليوم فإن التفاعل المتسلسل للقنبلة الذرية قد أتاح وسيتيح للباحثين كميات وفيرة مستمرة منه . ويمكنني أن أقول إن الأبحاث العملية بهذا النوع من الكربون قد تؤدي الى اكتشافات لا تقل في أهميتها عن اكتشاف تفاعل الفلق نفسه .

وقد يكون من الطريف أن نتصور حالة البشر وقد توصل عالم الكيمياء الى إجراء عملية « التمثيل الضوئي » في معمله فيكون السكر من ثاني أكسيد الكربون والماء وضوء الشمس في وجود الكلوروفيل . إن الخطوة التالية ستكون إجراء العملية نفسها على نطاق صناعي واسع ، فيتوافر لسكان هذا الكوكب من الطعام والوقود كميات هائلة مضاعفة ويضمن العالم هذا المورد مادامت هناك شمس تسطع وترسل أشعتها الذهبية اليه .

وإن أقوى آلة في يد الكيميائي للمعرفة والاستجلاء في هذا الميدان هي الكربون الاشعاعي . فإذا أمكن كنتيجة لإنتاجنا الزائد من هذا النظير المنتصف بالاشعاع أن نتفهم خافية « التمثيل الضوئي » وندرك مره فإن ذلك الكشف ، وليس اختراع القنبلة الذرية سيقف على قدميه ليعلم أن أعظم ما أتاحته قوة الذرة للجنس البشري .

ولكن كيف يمكن استخدام ك — ١٤ في المعمل لاستجلاء هذا المر ؟ دعنا نتفهم الأمر ... إن العلماء ، كما قلت من قبل يعرفون أن النباتات الخضر لها القدرة على تحويل طاقة

الضوء المستمدة من الشمس الى طعام . ولكنهم لا يعلمون الكيفية التي يتم بها هذا التحويل لطاقة . ولو أنه من المعتقد أن التفاعل الكيميائي الذي ينتج عنه يتم في وجود المادة التي تعطي النبات اللون الاخضر ... هذه المادة الملونة : الكلوروفيل ، هي مركب يحوي ذرات من الكربون .

فإذا نحن أنعمنا نباتات خضر في بيوت من الزجاج حيث الجو مشعور بنائي اوكسيد كربون إشعاعي ، فسيمكن للعالم إنتاج كلوروفيل يحوي ذرات من ك - ١٤ ومن ذلك يتمكن الباحث أن يكشف بالتام ما يحدث للكلوروفيل خلال عملية التمثيل الضوئي . هل الشمس تكسر جزيئته لتنتج السكريات ومائيات الكربون ؟ فإذا كانت الحال كذلك فإن الطعام الذي ينتجها النبات سيحوي نفس القدرات المشعة التي كانت أصلاً في الكلوروفيل .

وحيث أن ك - ١٤ فقط فيما يقذفه من الالكترونات فهو سيكشف وجوده ، في أي كان للأجهزة الحساسة التي يحرب بها العالم .

والاهتمام عظيم في معامل البحث بهذه الموضوعات حتى أنه يمكننا أن نقول متنبئين بأن ك - ١٤ قد بدأ طوراً جديداً من أطوار عصر الكيمياء هو طور الكيمياء الاشعاعية .

﴿ النظائر الاشعاعية والطب ﴾ لقد مرت اثنتا عشرة سنة على كشف النشاط الاشعاعي الصناعي الذي تم في سنة ١٩٣٤ كنتيجة لجهودات مدام كوري وزوجها جوليوس . وفي خلال تلك السنين بذل العلماء جهودات عديدة لاستخدام النظائر الاشعاعية المكونة صناعياً في معالجة المرض . وقد ثبت أن هناك عنصرين لها فائدة طبية فعالة ، وهما الفسفور - ٣٢ الذي تبلغ نصف حياته ١٤ و ٣ يوماً واليود - ١٣٠ واليود - ١٣١ اللذان تبلغ نصف حياتهما ١٢ و ٦ ساعة ، ثمانية أيام على التعاقب

ويمكن اليوم إنتاج النظائر الاشعاعية لليود والفسفور في مصانع الطاقة الذرية فالفسفور - ٣٢ يمكن تكوينه بأن نسلط على عنصر الكبريت ، النيوترونات الناتجة من التفاعل المتسلسل . أما اليود - ١٣١ فلأنه من الصعب الحصول عليه بتسليط النيوترونات على

عنصر الثوريوم إلا أنه ينتج في مقادير كبيرة كأحد نتائج فلق ذرة اليورانيوم نفسها .
ومن قبل أمكن توفير كميات جد محدودة من هذين النظيرين للبحث العلمي ، باستخدام
قذائف النيوترونات المولدة في جهاز السيكلترون ، تلك العملية التي تحتاج الى زمن وتعب
باهظ . أما الآن فإن مراكر التفاعل المتسلسل ستمدنا بتلك النظائر في كميات جد وافرة
لحاجات الطب .

❖ اليود المشع ❖ ولنذهب الآن لنرى فائدة اليود المشع في العلاج . لقد ثبت من
تجارب الأطباء والباحثين ان هذا النظير فائق الأهمية في علاج مرض «النشاط الزائد
للغدة الدرقية» . . . ويحسن بنا في هذا المقام أن نبين للقارئ طبيعة هذا المرض ومعناه .
فنذكر له أولاً أن الغدة الدرقية توجد في العنق وأن لها وظيفة فائقة الأهمية في حياة
الإنسان ، وهي التقاط اليود من مجرى الدم وتحويله الى مركب يسمى الثيروكسين يساعد في
حفظ السرعة التي تتأكسد بها أنسجة الجسم عند درجة خاصة . فإذا زادت كمية الثيروكسين
التي تكونها الغدة الدرقية فان سرعة عمليات الأكسدة تزداد الى درجة خطيرة تظهر لديها
أعراض نسم على المريض قد تؤدي به الى الموت

ويمكن التحكم في هذا المرض بأن نزيل منبع السم ، فنخلص المريض من غدته الدرقية
أو من جزء كبير منها . ولكن تلك العملية ليست بالسهلة فان لها خطورتها ، وقد تبلغ تلك
الخطورة مبلغاً بعيداً . ولذلك فان أي وسيلة يمكننا بها التحكم في النشاط الزائد للغدة الدرقية
بغير إجراء عملية جراحية لتعتبر ذات أهمية كبرى للطب .

وقد أتاح لنا اليود المشع هذه الوسيلة . فيعطى المريض جرعة من هذه المادة تتراوح
من ٥ الى ٢٥ ميلليكورى ^(١) داخل ١ ملليجرام من اليود العادي . فتلتقط الغدة الدرقية
هذا اليود من الدم . وهناك يبدأ النظير الاشعاعي في قذف أشعة بيتا التي يكون لها أثر
فعال في العلاج .

وقد كتب الدكتور إيرل م . هابمان وهو طبيب بالمستشفى العامة بمساكيوست تقريراً

(١) المليكورى وحدة من وحدات الاشعاع تعادل في قوتها جزءاً من الالف من الجرام من الراديوم

الى الجمعية الطبية الأميركية يقول فيه : ان المرضي بنوع واحد من الجويتر وهو من مضاعفات النشاط الزائد للغدة الدرقية والذي من أعراضه جحوظ العينين والخفق السريع للقلب وعدم القدرة على التحكم في الاعصاب ، يمكن شفاؤهم بتناول جرعة من اليود المشع يبلغ ثمنها حوالي ستين قرشاً عوضاً عن اجراء عملية جراحية كما كان متبعاً من قبل .

وبين لنا تقريره أن من بين ستة وأربعين مريضاً عولجوا باليود المشع بين مايو سنة ١٩٤٣ ومايو سنة ١٩٤٦ شفي خمسة وثلاثون مريضاً بتناول جرعة واحدة . وفي خمس حالات تناول المرضي ثلاث جرعات ، وفي ثلاث حالات لاغير استمر نفاط الغدة الزائدة رغم تناول اليود المشع . وهذه النتيجة تعتبر بلاشك نجاحاً باهراً لهذا العلاج الجديد .

وإلى جانب ما ذكرت فان لليود الاشعاعي بعض الفائدة في حالات السرطان التي تصيب الغدة الدرقية . والسرطان عامة ما هو إلا نمو شاذ للخلايا العادية . وكل ما يمكن للطبيب عمله في أغلب حالات هذا المرض هو إزالة الأنسجة المصابة بعملية جراحية . وأحد أسباب فشل مثل تلك العمليات هو أن أجزاء صغيرة من النسيج المرضي تكون قد انفصلت عنه قبيل إجراء العملية وحملها مجرى الدم الى أجزاء أخرى من الجسم ولا يشعر الانسان بوجودها إلا حين تؤثر في أعضاء أخرى وتصيبها بالمرض .



فاذا أمكن كشف تلك الدقائق السائبة الحرة من النسيج السرطاني قبيل امتصاصه حال الأمر فان ذلك يساعد في علاج السرطان مساعدة فعالة . وهناك بعض الأمل في أن اليود المشع قد يتيح لنا تلك المساعدة في حالة خاصة من حالات السرطان وهي « سرطان الغدة الدرقية » .. فالليود المشع كالليود العادي يلتقطه الغدة الدرقية وحتى القاطع المنفصلة من النسيج الدرقي المصاب بالسرطان في أجزاء الجسم الأخرى فيكنها النقاط اليود ، ولذلك فان تلك المراكز الخطرة من النسيج الدرقي الغاذ المبعثرة في أنحاء الجسم يمكن معرفة مكانها وكشف موضعها وتعيينه بأن نحرّك عداد جيجر — مولر على سطح الجسم فيكشفها اشعاع اليود الكاشف الذي التقطته .

﴿ الفسفور المشع ﴾ : وإذا نحن انتقلنا الى الفسفور المشع ألقينا أنه من الوسائل التي تقضي الى تحسن الحالة في مرض اللوكيميا ، وهو نمو زائد طاع لسكريات الدم البيض وتصنع هذه السكريات في العظام ، وحيث أن العظام تتكوّن الى حدّ كبير من الكالسيوم والفسفور فإنها تمتص الفسفور المشع بسهولة . وعلى ذلك اذا نحن أعطينا للمريض جرعة من الفسفور ذي النشاط الإشعاعي فإن جزءاً كبيراً منه يتركز بعد تناوله داخل العظام . وهناك يبدأ في إطلاق أشعته المميّنة على كريات الدم البيض الجديدة فيقف نمو المرض .

وليس هذا علاجاً ناجحاً لمرض اللوكيميا ولكنه كما ذكرت آنفاً أحد الوسائل التي تقضي الى تحسّن حالة المريض .

ومن الطريف أن نذكر أن البعض يعتقد أن تسويس الأسنان يتعلق بسرعة ترسيب الفسفور بها . ومن الصعوبة بمكان أن ندرك حقيقة تلك العلاقة والعوامل التي تتحكم في ترسيب الفسفور .

ولكن ما أسهل ما توافينا الاجابة على تساؤلاتنا والكشف عن هذه الغوامض إذا أدمج في الطعام فسفور مشع ثم قيس مقدار الاضمار الذي يظهر في الأسنان . ١١
وبعد إنه بزيادة الدراسة والتقصي والبحث يمكن للانسان أن يتفهم حقيقة العمليات الكيميائية المتباينة التي تلزم الحياة الصحية الطبيعية الخالية من الشذوذ . وحينئذٍ فقط سيفقدو الطب علماً مكتملاً خالياً من ممل الحذر والتخمين يمكنه أن يعالج الحالات الشاذة التي تتمثل في الأمراض والشيخوخة والموت . ١١١