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 ... ! »

obeikandl.com

قصة النظائر الاشعاعية

إن موضوع النظائر الاشعاعية موضوع مثير مهم ، بالغ في إثارته مفرط في أهميته، لأنه يفتح أمام العلم آفاقاً جديدة ، ويلج برجال البحث والمتقصين عن المجهول أماكن لم يلجوها من قبل ، أو ولجها البعض ولكنه لم يستكشفها كل الكشف ولم يتفهم كنهها كل الفهم ولم يدر ما خفي من أسرارها كل الدراية

ويتعلق موضوع تلك النظائر بموضوع القنبلة الذرية وبتلك المعامل الهائلة التي فلقت فيها ذرات اليورانيوم وأطلق فيها سراح جزء من طاقتها الكامنة ، أو قل أطلق فيها سراح مارد الذرّة الجبار الذي ضجت الملايين لدى انطلاقه من قمقمه العتيق وظهوره على مسرح هذا الكوكب الذي تتعاقب عليه بين وقت وآخر وجوه جديدة ، وتمثل عليه بين حين وحين فصول لم يشهدها النظارة من قبل قد تكون ذات طرافة يقهقه لها المشاهدون ، وقد تكون خطيرة تحمل في طيها ما هو مخيف مثير فيحبس النظارة أنفاسهم ويتتبعون 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 المخيف المروع منها والممتع في نفس الوقت الذي ألقيت فيه القنبلتان الذريتان على هيروشيما ونجازاكي ، كما رأى الجميع تلك الأهلاء العديدة التي لا حصر لها والتي كانت سبباً في استسلام اليابان وتنحيها عن جبهة الصراع ، وتتويج 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 الملموس أن الرواية لم تتم 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 ، فان قصة القنبلة الذرية والأسئلة المتباينة عن

احتمالات الطاقة الجديدة ستظل تحتل المكان الأول ويهتم الانسان بفصولها 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 يستعجلوا رؤية فصول هذه القصة الجديدة لأن المخرجين لم ينتهوا بعد من إعداد كل ما يلزمهم للنجاح وتجنب الفشل وتخطي الصعوبات .

وقد يتساءل البعض ممن 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 جد سميكة .

ومن هذا يرى معي هؤلاء المتسائلون أن إعداد فصول الرواية الجديدة ليس بالهين وأن كل من يعمل وراء الستار وبين الكواليس من مخرجين ومساعدي مخرجين ومصورين وعمال مناظر ومهندسين الى آخر تلك الحلقة من المعدين يجب أن يعدوا أنفسهم أولاً لتجنب خطر هذا الاشعاع المميت ، فاذا ما أتموا 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 القصص 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 الكشف والادراك حين يوجد بكميات جد ضئيلة ! ويتولد هذا النوع الأخير المفيد من الاشعاع من ذرات خاصة هي النظائر الاشعاعية تشابه في معظم صفاتها ذرات أخرى « غير مشعة » من نفس النوع وهم يطلقون عليها « الذرات 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 كالأنوار الكاشفة ترسل من داخلها في قلب الظلام ما يضيء ويبين ويكشف الأسرار والأستار .

وقد عرف الانسان هذه النظائر الاشعاعية من قبل ، من منذ أكثر من عشرين سنة فهو قد كوّنها قبل أن تصنع القنبلة الذرية ، وقبل أن تطلق الطاقة من ذرات اليورانيوم . ولكن الجديد في الأمر أن معامل القنبلة الذرية ستوفر لنا العديد من هذه النظائر . وستضع بين أيدي الباحثين العلميين عدداً ضخماً منها — لا كما كان الحال من قبل ، كمية محدودة قليلة فادحة التكاليف — وبذا فستمكنهم من أن يسيروا ببحوثهم قدماً الى الأمام 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 « كربون — ١٢ » وفي أي مركب كيميائي تلقى سلوك هذا النظير الاشعاعي مماثلاً لسلوك أي ذرة كربون أخرى . ولكن الفرق الوحيد هو في الاشعاع الذي يتصف به ك — ١٤ والذي يمكن إدراكه إذا كانت لديناً منه كمية لا تتعدى جزءاً من الألف من المليجرام ولا يبلغ ذلك الاشعاع مبلغ الضرر إلاّ 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 يكشفها إشعاعها ... وسأحاول أن أعطي القارىء عديداً 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 قبيل أن نلج الباب إلى تلك التطبيقات علينا أن نعلم أكثر ما يمكن عن طبيعة تلك الذرات الاشعاعية .

﴿ما هو كربون ١٤ ؟﴾ إن جميع نوايا الذرات تتكوّن من مجموعة من البروتونات والنيترونات [١]. وأعم نوع من نوايا الكربون يحوي ستة بروتونات وستة نيترونات 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 نيترونات 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 الأصح من نيترون داخل النواة) وبذا يتحول هذا النيترون المتعادل الى بروتون موجب التكهرب وتتحول الذرة كنتيجة لتلك العملية إلى ذرة نيتروجين لها سبعة نيترونات وسبعة بروتونات وسبعة ألكترونات تدور حولها. ويمكن إدراك الالكترون 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 ذرّات هذا الكربون تستمر حياتها آلافاً من السنين. فلو كانت لديك كمية منه فانك تلفي نصف الكمية وقد تحوّل الى نيتروجين بعد مرور ثلاثة آلاف سنة. وبعد مضي ثلاثة آلاف سنة أخرى يكون نصف ما بقي من الكربون قد تحوّل هو الآخر الى نيتروجين. وهكذا.

وتسمى المدة الأولى باسم « نصف حياة النظير ». ولبعض النظائر الاشعاعية للعناصر أنصاف حياة أطول من تلك وللبعض الآخر آماد 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.

ولننتقل 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 النيترونات متعادلة كهربياً ووزن النيترون يساوي تقريباً وزن البروتون. ومجموع عدد النيترونات 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... وبذا فان لنوايا ما نفس العدد من البروتونات ولكن عدد النيترونات هو المختلف.

﴿ انتاج النظائر الاشعاعية ﴾ إن أولى طرق ذلك الانتاج ، ولنأخذ كمثال لنا ك — ١٤ ، هي أن نسلط على الكربون العادي نيترونات . وأغلب ذرات الكربون العادي من النوع الذي يزن ١٢ ولكنه يحتوي على واحد في المائة من ك - ١٣ . هذا النوع الأخير إذا أمسكت نواته نيتروناً فانه يتحوّل الى ك - ١٤ .

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

ولعلّ القارىء يتذكر من بحثنا الفائت أن ذرة اليورانيوم يمكن أن تنفلق الى أزواج متباينة من العناصر ذات النوايا النشطة . فبين نتاج الفلق نحصل على نظائر ما يقرب من اثنين وعشرين عنصراً تحوي فيما بينها على سبيل المثال البروميز والبود والفضة والموليبدنيم

﴿ إدراك الاشعاع ﴾ لقد قلنا أن الذرات الاشعاعية يمكن ادراكها بما تطلقه من الاشعاع وسنقصر حديثنا 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 استثارة أو قل عصبية إن صحّ هذا التعبير . فهي تحوي زيداً من الطاقة ، فنجدها تتخلص منها بأن تشعّ أمواجاً الكترومغناطيسية . هذه الموجات تماثل موجات الضوء المرئي ولكن لها تردداً أعلى بكثير من ترددها . وهي في الحقيقة أكثر مماثلة لاشعة اكس ولو أنها تفوقها أيضاً في ترددها وفي قوتها الاختراقية .

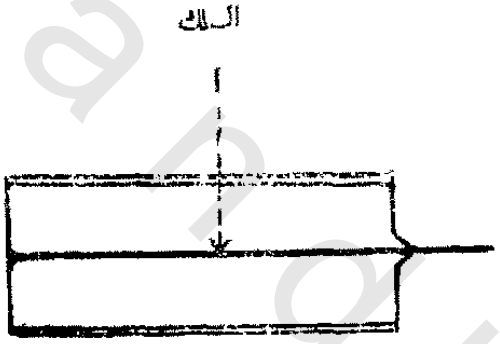
وتسمى الالكترونات التي تشعها المواد الاشعاعية باسم « أشعة بيتا » كما يطلق على الموجات الالكترومغناطيسية التي تصحبها اسم أشعة جاما . وقد سبق أن أشرنا إليهما من قبل . وهناك عدد من الأجهزة يمكن بواسطتها ليس فقط الاحساس بأن هناك أشعة جاما أو بيتا بل معرفة عدد الأشعة المستخدمة وأكثر تلك الأجهزة شيوعاً هو « عداد جيجر — مولرها »[1] ويتكوّن الجزء الحساس في ذلك الجهاز من أنبوبة ممتلئة بالغاز . فاذا دخل شعاع بيتا أعني الكتروناً في ذلك الحجم ... فإنه يبدأ في إعطاء جزء من طاقته لذرات الغاز أو جزيئاته بتصادمه معها . وعادة ما تكون كمية الطاقة التي يكتسبها جزيء الغاز من هذا

(1) geiger — müller counter

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

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

وإذا نحن فحصنا عداد « جيجر-مولر » ألفيناه يتكون 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 الارجون ، ١٠ في المائة من الكحول الايثيلي .

ويسلط جهد كهربي يبلغ حوالي الالف فولت بين الأسطوانة والسلك . مع جعل السلك موجب التكهرب . ويراعى أن يكون ذلك الجهد منخفضاً انخفاضاً كافياً لمنع مرور تيار كهربائي في غياب الأيونات .

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

يلي ذلك عملية وصول الأيونات الموجبة النقية الأبطأ في حركتها الى القطب السالب وهو الجدار الخارجي . وبعدئذ تعود الأيونية على استعداد لأن تَعُدَّ شعاع بيتا آخر يقتحم أسوارها .

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

ونظراً لاختلاف طبيعة أشعة بيتا وجاما فان إدراكها والاحساس بها مصحوب ببعض مشكلات .. فأشعة جاما يمكنها بسهولة أن تخترق جدار العداد ولكنها ما أن تقتحم ذلك الجدار حتى تمنح طاقتها لجزيئات الغاز في بطء ليس بالقليل وبذا فان واحداً ليس إلاَّ 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 ويعد .. ولكن الصعوبة التي تواجهنا هي أنه من الصعب على الشعاع اختراق جدار الاسطوانة ... وبذا فإن عدادات بيتا تصمم بنافذة رفيعة (عادة من الالمنيوم أو الميكا) ذات سمك يبلغ جزءًا من الألف من البوصة ... وفي بعض الحالات حين يكون الاشعاع مقتصراً على أشعة بيتا وتكون الطاقة التي تصحب تلك الأشعة منخفضة فليس من المستطاع تكوين أية نافذة مناسبة تسمح بمرور الاشعاع الى داخل الجهاز ... وفي تلك الحالات .. كما هو الحال في كربون ـ ١٤ فان مركباً من العنصر المشع يدخل مادةً 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 تسلَّط على مواد مختلفة دقائق مكهربة ذات طاقة عالية مولدة في أجهزة معقدة كالسيكلترون ومولد فان دي جراف .

وحين وفرت مراكز التفاعل المتسلسل (مصانع القنبلة الذرية) هذه المواد الاشعاعية في كميات كبيرة فان مرية الحرب وقفت حائلاً في طريق توزيع ذلك النتاج الثمين على معاهد

الأبحاث . ولكن اليوم بعد انتهاء الحرب وزوال تلك السرية جزئيًا على الأقل فاننا نتوقع أن هذه الآلات الدقيقة للكشف ستصول وتجول في ميادين البحث المتباينة وستساعد في غزو عديد من جبهات العلم التي ما زلنا غير قديرين 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 خياليًا وقد يبدو الآخر عديم القيمة . وقد يظهر للقارىء 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 . وتمييز تلك الكتل يعتمدون على عدة خواص قد تتغير مثل الرطوبة ويؤدي ذلك التغيير في بعض الأحايين الى 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 إلاّ أن ندخل الكاشف في شكل تراب دقيق أو في صورة غاز داخل كتلة الهواء التي نريد أن نتتبعها . 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 المتتبعة بالهواء غير الاشعاعي في الكتل المجاورة ... والاعتراض الواضح الذي يمكن توجيهه لهذا النوع من التطبيق هو الكمية الكبيرة من المادة المشعة التي تلزم لتمييز الهواء .

ومن الطريف أن نذكر أن انفجار القنبلتين الذريتين في هيروشيما 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 أتمت الكتل دورتها حول الأرض .

ولنهبط الآن من عليائنا الى سطح كوكبنا لنرى أن الاشعاع الذري يمكن استخدامه

لملاحظة الحركة والتآكل السطحي الأجزاء الداخلية من الآلات . فعنصر الحديد له نظير إشعاعي يطلق أشعة جاما ، وتبلغ نصف حياته ٤٣ يوماً . فيمكن خلط هذا النظير بالصلب لتصنع 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 نفك أجزاء الآلة حتى نلاحظ تلك السطوح ، بينما يمكن قياس نشاط جاما خلال جدران الآلة . وبهذا يمكننا أن نلاحظ اذا كان أي سطح من الداخل قد تآكل أو إذا كان جزء من الآلة لا يتحرك كما يجب .

﴿ النظائر الاشعاعية والكيميائي ﴾ ويمكن أن تستخدم النظائر الاشعاعية لتسهل عمل الكيميائي ، فهذا الباحث العلمي سواء أكان اهتمامه منصبًّا على الكيمياء الطبيعية أو البيولوجية أو غيرها . فانه يحاول أن يفهم ويعين تركيب المادة وتكوينها . ولا يمكن له بالطبع أن يرى الذرات . ولذلك فان عليه أن يجمع منها ما يكفي لاستخدامه في تجربته وتحليله ولو كان لديه من الموازين أكثرها حساسية فان أقل عدد من الذرات يمكن له وزنه واستخدامه في عمليته هو مليون بليون ذرة !! قارن هذا بحالة الفسفور المشع والذي يحتاج منه الباحث الى عشرة ملايين من الذرات ليس إلاَّ 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 .. !!

وهناك الى جانب عامل الحساسية فوائد متباينة أخرى ... فخاصية النفاذ في المادة التي يختص بها إشعاع تلك النظائر والتي يمكن بها ادراكه عن مسافة ما لتتيح لنا خدمة ليست بالهينة .. لأنها تهيء لنا الوسيلة وتمكننا من اجراء التجارب التي لا يمكن أداؤها 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 مشع في تركيب تلك المادة عوضاً عن نظير غير مشع بها فانه يمكن عن طريق ما يطلقه هذا الكاشف من الاشعاع أن ندري ما يحدث

لمادتنا التي نود تحليلها ، وكذلك يتأتى لنا تتبع سير التفاعل باستمرار بكل سهولة وبساطة.

وهنـاك وجه آخر من وجوه التطبيق يجده الكيميائي بين يديه كوسيلة لاستجلاء المجهول والتفهم الدقيق لكنـه الأسرار 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 الخلايات في حيوانات التجربة ، فان الكمية التي عليه أن يعطيها للحيوان في تجربته ليرى أثرها على نسيج خاص والتي تكون كافية لتمكنه من إدراكها بطرقه الكيميائيـة ، قد تتسبب في تغيير أساسي في فسيولوجيا الحيوان أو غالباً ما تؤدي الى موته . وبذا لا تتوافر له القدرة على الإزاحة التامة أو حتى الجزئية لستر المجهول . ولا يتأتى له كشف الحقيقة بينة واضحة .

في مثل تلك الحالات يمكنه استخدام مواد إشعاعية تشابه في حالتهـا الكيميائية والطبيعية أيونات المعدن أو الدواء ويعطيهـا للحيوان ثم يختبر الأنسجة الخاصة التي يود اختبارها عن طريق الإشعاع بأحد الأجهزة المعـدة لذلك والتي ذكرت منها آنفاً عداد جيجر — مولر . وهو هنا لا يحتاج إلاّ لكميات غاية في الضآلة من المواد . وبذلك يتجنب الأثر السام الذي يقف حائلاً في سبيل استجلائه التام للمجهول .

وإن موضوع التحليل بالاشـعاع لهو 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 الانسان عنصر اليود . أو بعبارة أخرى معرفة العلاقة بين الزمن وبين كمية اليود الموجودة في ذلك النسيج . ويرجع ذلك الإخفاق الى عدد من الصعوبات . فإحداها 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 غدّة درقية أو جزء منها ـ ولو حتى من حيوان عادي وليس انساناً ـ معناه

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

واذا نحن نظرنا الى اليود المشع ألفينا أنه حساس ، وأن إشعاعه يخترق الجسم ويمكن إدراكه بأجهزة توضع في المكان الملائم من الجسم (وفي حالتنا هذه — حالة دراسة الغدة الدرقية — توضع الاجهزة في الجزء الامامي من العنق) . كما أن السرعة التي يدخل بها اليود المشع الى الغدة الدرقية ويخرج منها يمكن تتبعها باستمرار لاننا لن نجري أية عملية جراحية لنحلل أو نقيس . بل سنرى ما يقيده الجهاز من الاشعاع ليس إلاّ .

ولقد ظلت هذه المسألة خافية من خفايا العلم حتى أمكن صنع اليود المشعّ وعندئذ توصل العلماء إلى ما يبغون 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 وتوفير الطعام والوقود للعالم ﴾ : لنتحدث الآن عن عنصر فائق الاهمية في حياتنا وهو عنصر الكربون .

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

وما الانسان إلاّ أحد الاحياء الحيوانية فهو من بينها يستمد جل طاقته من الشمس خلال عملية تأليفية يستخدم فيها الكربون . وعلى هذا فانه لامر فائق الاهمية أن نتفهم كيف يقوم

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

وإن هجوم الانسان على هذه الجبهة ، وعلى ضدها وهو استفادة الحيوان من مائيات الـكربون ، قد بدأ فعلاً بسلاح الكربون الاشعاعي . أما هل سيمكن للانسـان 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 الـكاشف سيكون حلقة اتصال أساسية بينه وبين التقدم .

لقد أتمّ 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 الذرات الـكاشفة . أما اليوم فان 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 نتصوّر حالة البشر وقد توصل عالم الـكيمياء الى إجراء عملية « التمثيل الضوئي » في معمله فيكون السكر من ثاني اكسيد الـكربون والماء وضوء الشمس في وجود الـكلوروفيل . 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 ما دامت هناك شمس تسطع وترسل أشعتها الذهبية اليه

وإن أقوى آلة في يد الـكيميائي للمعرفة والاستجلاء في هذا الميـدان هي الـكربون الاشعاعي . فاذا أمكن كنتيجة لإنتاجنا الزائد من هذا النظير المتصف بالاشعاع أن نتفهم خافية «التمثيل الضوئي» وندرك سره فان ذلك الكشف ، وليس اختراع القنبلة الذرية سيقف على قدميه ليعلن انه أعظم ما أتاحته قوة الذرة للجنس البشري .

ولـكن كيف يمكن استخدام ك — ١٤ في المعمل لاستجلاء هذا السر ؟ 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 للطاقة . ولو أنه من المعتقد أن التفاعل الكيميائي الذي ينتجه يتم في وجود المادة التي تعطي النبات اللون الأخضر ... هذه المادة الملونة : الكلوروفيل ، هي مركب يحوي ذرات من الكربون .

فاذا نحن أنمينا نباتات خضر في بيوت من الزجاج حيث الجو مشحون بثاني اوكسيد كربون إشعاعي ، فسيمكن للعالم إنتاج كلوروفيل يحوي ذرات من ك — ١٤

ومن ذلك يتمكن الباحث أن يكشف بالتمام ما يحدث للكلوروفيل خلال عملية التمثيل الضوئي . هل الشمس تكسر جزيئه لتنتج السكريات ومائيات الكربون ؟ فاذا كانت الحال كذلك فان الطعام الذي ينتجه النبات سيحوي نفس الذرات النشطة التي كانت أصلاً في الكلوروفيل .

وحيث أن ك ـ ١٤ نقط فيما يقذفه من الالكترونات فهو سيكشف وجوده ، في أي كان للأجهزة الحساسة التي يجرب بها العالم .

والاهتمام عظيم في معامل البحث بهذه الموضوعات حتى أنه يمكننا أن نقول متنبئين بأن ك ـ 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 تمّ في سنة ١٩٣٤ كنتيجة لمجهودات مدام كوري وزوجها جوليو. وفي خلال تلك السنين بذل العلماء مجهودات عديدة لاستخدام النظائر الاشعاعية المكونة صناعيًّا في معالجة المرض . وقد ثبت أن هناك عنصرين لهما فائدة طبية فعّالة ، وهما الفسفور — ٣٢ الذي تبلغ نصف حياته ١٤٫٣ يوماً واليود — ١٣٠ واليود — ١٣١ اللذان تبلغ نصف حياتهما ١٢٫٦ 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 ، النيترونات الناتجة من التفاعل المتسلسل . أما اليود — ١٣١ فلو أنه من الصعب الحصول عليه بتسليط النيترونات على

عنصر التليوريم الاّ انه ينتج في مقادير كبيرة كأحد نتائج فلق ذرة اليورانيوم نفسها.

ومن قبل أمكن توفير كميات جد محدودة من هذين النظيرين للبحث العلمي ، باستخدام قذائف النيترونات المولدة في جهاز السيكلترون ، تلك العمليـة التي تحتـاج الى زمن وثمن باهظ . أما الآن فان مراكز التفاعل المتسلسل ستمدنا بتلك النظـائر في كميات جد وافرة لحاجات الطب .

﴿ اليود المشع ﴾ ولنذهب الآن لنرى فائدة اليود المشع في العلاج . لقد ثبت من تجارب الأطبـاء والبـاحثين ان هذا النظير فائق الأهميـة في علاج مرض «النشـاط الزائد للغدة الدرقية » . ويحسن بنا في هذا المقام أن نبين للقارىء طبيعة هذا المرض ومعنـاه . فنذكر له أولاً أن الغدة الدرقية توجد في العنق وأن لها وظيفة فائقة الأهمية في حيـاة الانسان ، وهي التقاط اليود من مجرى الدم وتحويله الى مركب يسمى الثيروكسين يساعد في حفظ السرعة التي تتأكسد بها أنسجة الجسم عند درجة خاصة . فاذا زادت كمية الثيروكسين التي تكوّنها الغدة الدرقية فان سرعة عمليات الأكسدة تزداد الى درجة خطرة تظهر لديها أعراض تسمم على المريض قد تؤدي به الى الموت

ويمكن التحكم في هذا المرض بأن نزيل منبع السم ، فنخلص المريض من غدته الدرقيـة أو من جزء كبير منها . ولكن تلك العملية ليست بالسهلة فان لها خطورتهـا ، 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 ميلليكوري [1] داخل ١ ملليجرام من اليود العادي . فتلتقط الغدة الدرقية هذا اليود من الدم . وهناك يبدأ النظير الاشعاعي في قذف أشعة بيتا التي يكون لهـا أثر فعال في العلاج .

وقد كتب الدكتور إيرل م . شابمان وهو طبيب بالمستشفى العامة بماساكيوست تقريراً

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

الى الجمعية الطبية الأميركية يقول فيه : ان المرضى 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 .

ويبين 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 المرضى ثلاث جرعات ، وفي ثلاث حالات لاغير استمرّ نشاط الغدة الزائد رغم تناول اليود المشع . وهذه النتيجة تعتبر بلا شك 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 إلاّ 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 المريض تكون قد انفصلت عنه قبيل إجراء العملية وحملها مجرى الدم الى أجزاء أخرى من الجسم ولا يشعر لانسان بوجودها إلاّ حين تؤثر في أعضاء أخرى وتصيبها بالمرض .

* * *

فاذا أمكن كشف تلك الدقائق السائبة الحرة من النسيج السرطاني قبيل استفحال 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 » .. فاليود المشع كاليود العادي تلتقطه الغدة الدرقية وحتى القطع المنفصلة من النسيج الدرقي المصاب بالسرطان في أجزاء الجسم الأخرى يمكنها التقاط اليود ، ولذلك فان تلك المراكز الخطرة من النسيج الدرقي الشاذ المبعثرة في أنحاء الجسم يمكن معرفة مكانها وكشف موضعها وتعيينه بأن نحرّك عداد جيجر — مولر على سطح الجسم فيكشفها اشعاع اليود الذي التقطته .

﴿ الفسفور المشع ﴾ : واذا نحن انتقلنا الى الفسفور المشع ألفينا أنه من الوسائل التي تفضي الى تحسن الحالة في مرض اللوكيميا ، وهو نموّ زائد طاغٍ لكريات الدم البيض وتصنع هذه الكريات في العظام ، وحيث أن العظام تتكوّن الى حدٍّ كبير من الكالسيوم والفسفور فانها تمتص الفسفور المشع بسهولة . وعلى ذلك اذا نحن أعطينا المريض جرعة من الفسفور ذي النشاط الإشعاعي فان جزءًا كبيراً منه يتركز بعد تناوله داخل العظام . وهنالك يبدأ في إطلاق أشعته المميتة على كريات الدم البيض الجديدة فيقف نمو المرض .

وليس هذا علاجاً ناجعاً لمرض اللوكيميا ولكنه كما ذكرت آنفاً أحد الوسائل التي تفضي الى تحسين 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 الاشعاع الذي يظهر في الأسنان . !!

وبعد إنه بزيادة الدراسة والتقصي والبحث يمكن للانسان أن يتفهم حقيقة العمليات الكيميائية المتباينة التي تلزم الحياة الصحية الطبيعية الخالية من الشذوذ . وحينئذٍ . وحينئذٍ فقط سيغدو الطب علماً مكتملاً خالياً من عمل الحدس والتخمين يمكنه أن يعالج الحالات الشاذة التي تتمثل في الأمراض والشيخوخة والموت . !!!