الموسوعة الصغيرة

سلسلة ثقافية نصف شهرية تتناول مختلف العلوم والفنون والآداب

تصدرها دار الجاحظ للنشر
بغداد - شارع الخلفاء
رئيس التحرير: موسى كريدي

الكتاب القادم

شعر الحرب في عصر الرسالة

تأليف

د. نوري حمودي القيسي

سعر ١٠٠ فلس
دار الحرية للطباعة - بغداد

الموسوعة الصغيرة

١١٤

الاشعاع في حياتنا

تأليف

عبد الرسول مهدي عبره

المؤلف في سطور

عبد الرسول مهدي عبرة

- ولد في مدينة النجف الاشرف عام ١٩٤٨.
- تخرج في كلية العلوم - قسم النبات - جامعة البصرة عام ١٩٧٠.
- له العديد من الكتب والمقالات منها:
  - النظائر المشعة في خدمتك.
  - قصة الخلق.
  - كيمياء المادة الحية (مترجم) بالاشتراك مع الاستاذ يحيى السلطاني.
  - نظرات في النشوء والارتقاء.

الاشعاع في حياتنا

تاليف

عبدالرسول مهدي عبرة

منشورات دار الجاحظ للنشر - بغداد

١٩٨٢ الجمهورية العراقية

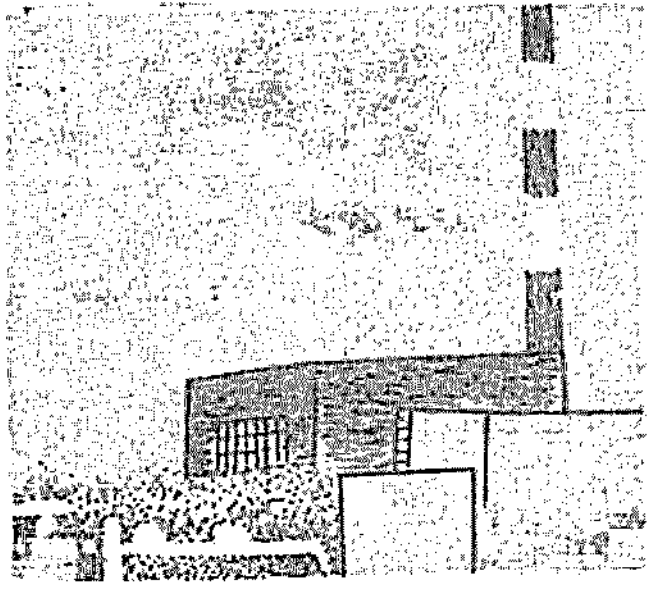
بسم الله الرحمن الرحيم

مـدخـــل :

لقد أثار اكتشاف الاشعة السينية عام ١٨٩٥م على يـد العلامة رونتجن اهتمام الاوسـاط العلمية في جميع أنحاء العالم أكثر من أي اكتشاف آخـر لمدة نصف قرن من الزمن ٠

وكان نتيجة لذلك ان تم اكتشاف البولونيوم عام ١٨٩٨ م على يد بيير ومدام كوري ، واكتشاف الراديوم عام ١٩٠٢ م على يد آل كوري ٠ وفي عام ١٩٣٤ م توصلت أيرين كوري بالاشتراك مع زوجها جوليو الى صنع عناصر مشعة من عناصر غير مشعة ، تطلق اشعاعات مختلفة ٠

هنا بدأت مرحلة جديدة في العالم الذري قوامهـــا مواد جديدة تعرف (بالنظائر) واصبحت هذه النظائـــر المشعة قبلة رجال العالم في مختلف نواحي الحياة لما كان لها من تطبيقات عديدة وخدمات جليلة آنست الناس ماحل بهيروشميا يوم اطلقت عليها اول قنبلة ذرية ٠



شكل (١) احد الافران الذرية التي تنتج المواد المشعة والمستخدمة في اغراض شتى

وفي الواقع ان أغلبنـا يسـمع الشـيء الـكثير عن استخدامات الطاقة الذرية في ميادين الحرب والخـــراب والتدمير : ولكن القليل منا من يعرف شيئا عن استخدام تلك الطاقة في الاغراض السلمية ٠ فلقد وضعت في خدمة البحث العلمي وفي مجال الزراعة والصناعة والطب حيث استخدمت للكشف عن شكل وتركيب وطريقة عمـــل الاعضاء سواء على صعيد الجسم البشري او الحيوانـــي او النباتي ،، وعلاوة على ذلك فقد امكن استخدام النظائر كمشخص للداء ، وداوء شـاف لامراض عدة عجـــزت العقاقير المعروفة عن شفائهـا ٠

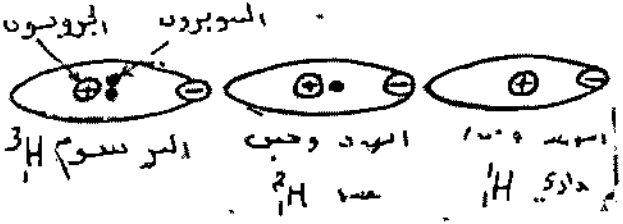
انها باب رحب جديد لمشاريع سلمية جبارة سيكتب لها أن تتوسع توسعا هائلا حتى تعم العالم كله في المستقبل القريب ان شاء الله ٠

الفصـــل الاول

النظائر والنشاط الاشعاعي

ماهو النظـــير ؟

النظير عادة ــ المشع منه او غير المشع ــ هو شكـــل غير اعتيادي للعنصر الكيميائي ، يشابهـــه في الخـــواص الكيميائية ولا يختلف عنه الا في عدد الكتلة ، ويأتي هذا الاختلاف نتيجة لتفاوت عدد النيوترونات في النواة • او بعبارة اخرى يمكن القول ان النظائر هي مواد ذراتها تمتلك نفس العدد من البروتونات لكنها تختلـــف في عدد النيوترونات ، لذا فهي تختلف في الكثير من الصفات الفيزيائية • مثال ذلك عنصر الهيدروجين الذي يمتلك ثلاثة نظائر هي : الهيدروجين العـــادي والديوتيريـــوم (الهيدروجين الثقيل) والتريتيوم ، التي أعداد كتلها على الترتيب هي ١ ، ٢ ، ٣ كما موضح في الشكل •



شكل (٢) نظائر الهيدروجين

فالنوع الاول لا تحتوي نواته نيوترونا ، والنوع الثاني تحتوي نواته نيوترونا واحـدا ، والنوع الثالث تحتوي نواته نيوترونين ٠

ومن الملاحظ ان اكثر العناصر غير المشعة في شكلها الطبيعي لها نظائر مشعة متعددة فمثلا اليود (١٢٧) العادي غير المشع له سبعة نظائر مشعة اعداد كتلها على الترتيب (١٢٤) ، (١٢٦) ، (١٢٨) ، (١٣٠) ، (١٣١) ، (١٣٣) ، (١٣٥) ٠

وفي الحقيقة ان كل العناصر تمتلك قدرة على الاشعاع بيد ان هذه القدرة تتراوح بين (٥٪) و (٩٥٪) وعليه فقد اصطلح على تسمية العناصر ذات الاشـعاع الضعيـف (غير مشعة) ، والعناصر ذات الاشعاع القوي (مشعة) ٠

ظاهرة النشاط الاشعاعي واكتشاف الراديوم

ان النشاط الاشعاعي الطبيعي هو الخامة الجوهرية لبعض المواد في انها تصدر من تلقاء ذاتها اشعاعات مختلفة يرافقها انحلال الذرات المشعة المؤلفة لهذه المادة ٠ وهذه الاشعاعات هي عبـارة عن جسيمات مشـحونة كهربائيا كالالـكترونات وجسـيمات (الفـا) او هي اشـعاعات كهرومغناطيسية كاشعة (كاما) ٠

وثمة معادن لها خاصة اشعاعية عامة ، وهي انها اذا عرضت لضوء الشمس ثم ادخلت في الظلام فانها تنشر ضياء ملحوظا ٠ والسبب في ذلك انها تمتص من الشمس الاشعة فوق البنفسجية غير المرئية بالعين ومن ثم تبثهـا خلال مدة وجيزة ٠

ولقد حاول (بيكرل) أن يعرف فيما اذا كانت هناك معادن يمكن للضوء الشمسي الغير المرئي ان يخترقها ، فصمم على القيام بتجربة يضع فيها بعض هذه المعـادن على لوحة تصوير في وعاء محكم ، ويعرضها لاشعة الشمس ليتبين تاثيرها على اللوحة ، ولدى تحضير التجربة ظل ينتظر ظهور الشمس في سماء باريس المتلبدة بالغيوم حتى فرغ صبره وأخذ لوحة التصوير واستعملها في اغراض اخرى ، ولدى تحميضها اخذته الدهشة حين وجد عليها آثارا تدل على ان المعدن الذي استخدمه يملك القدرة على الاشعاع الذاتي بدون تعريضه لاشعة الشمس وكان ذلك ايذانا لبزوغ فجر عصر الاشعاع الحديث ٠

وبتحريات أخرى تبين لهذا العالم ان من تلك المعادن التي تملك هذه الخاصة الاشعاعية (اليورانيوم) · وحصلت بعد ذلك تحريات اخرى من قبل (بيير كوري وزوجته) كان نصيبها النجاح ، وأيدت وجود معدن آخر يملك هذه الخاصة هو (الثوريوم) · وكان اكتشاف هذا المعدن مدعاة لاكتشاف معدن آخر يفوق سابقه في شدة الاشعاع هو (الراديوم) الذي احرز بيير ومدام كوري جائزة نوبل عام ١٩٠٣ مكافاة على اكتشافه · كما منحت مدام كوري جائزة نوبل للكيمياء عام ١٩١١ تقديرا لعملها المتواصل في ميدان النشاط الاشعاعي فكانت العالم الوحيد الذي يفوز بجائزة نوبل في مجال النشاط الاشعاعي مرتين

وعموما فان معظم ذرات العناصر التي تزيد أعدادها الذرية على (٨٤) لا تكون مستقرة اشعاعيا ، ولذلك تميل للانحلال الى أصناف نووية اخرى أكثر ثباتا ، وتعرف هذه الظاهرة بالنشاط الاشعاعي · ويتضمن النشاط الاشعاعي عادة تغيرا في تركيب وخصائص نوى الذوات ·

ان النشاط الاشعاعي لا يقتصر على ذرات العناصر الثقيلة فحسب ، بل من الممكن احداثه في أي عنصر ·

والنشاط الاشعاعي يختلف عن التفاعل الاعتيادي في أمرين هامين هما :ـ

١ ـ في النشاط الاشعاعي يحدث تغير في تركيب نوى الذرات ، بينما في التفاعل الكيمياوي يكون التغير مقتصرا على ترتيب الذرات والكترونات اغلفة تكافؤها ·

٢ ـ يصحب النشاط الاشعاعي طاقة أكبر من كمية الطاقة التي تصحب التفاعل الكيمياوي ·

شدة النشاط الاشعاعي :ـ

ان شدة النشاط الاشعاعي لمادة مشعة هي كمية الاشعاع الصادر عنها خلال ثانية من الزمن ، وهذه الشدة تتناقص مع مرور الزمن · ولقد اتفق العلماء على اتخاذ وحدة لقياس شدة النشاط الاشعاعي هي (الكيوري) وتعرف بانها شدة النشاط الاشعاعي لغرام واحد من الراديوم النقي الموجود في حالة متوازنة مع غاز الرادون ، وهي تعادل انحلال (٣٫٧ × ١٠١٠) ذرة من أي عنصر مشع ·

فترة عمر النصف للعنصر المشع :

تفقد العناصر المشعة عادة قدرتها الاشعاعية بمرور الزمن ، لكنها تختلف فيما بينها بطول هذه الفترة الزمنية، وفترة عمر النصف للعنصر المشع هي خاصة مميزة له ، وتعرف بانها : « الوقت اللازم لنقصان شدة اشعاع كمية معلومة من العنصر الى نصف قيمتها الاولى » أو الوقت

الذي يتم فيه انحلال نصف مجموع ذرات العنصر المشع التي كانت موجودة فعلا عند بدء عملية الانحلال • فمثلا اذا كانت فترة عمر النصف للعنصر المشع هي ساعة واحدة وبدأنا بغرام واحد من هذا العنصر فنجد ان نصف غرام ينحل بعد ساعة واحدة • وأما الجزء الباقي وقدره نصف غرام سيتحلل نصفه بعد ساعة اخرى تاركا ربع غرام ؛ وبمرور الزمن فان شدة النشاط الاشعاعي ستصبح في حكم العدم عند مقارنتها بقيمتها الاصلية •

وكما ذكرنا فان النظائر المشعة تختلف فيما بينها بالنسبة لطول فترة عمر النصف ؛ ففي حين يكون عمر نصف اليود (١٣٧) عدة ثوان نجد ان اليورانيوم (٢٣٥) يصل عمره النصفي الى ملايين السنين • والجدول التالي يبين أعمار انصاف بعض النظائر المشعة :ـ

النظير المشع	فترة عمر النصف
الكربون (١٤)	٥٥٠٠ سنة
الصوديوم (٢٤)	١٥ ساعة
الفسفور (٣٢)	١٤ يوماً
السكانديوم (٤٦)	٨٥ يوماً
الحديد (٥٩)	٤٦ يوماً
الكوبلت (٦٠)	٦ سنوات
السترونشيوم (٩٠)	٢٥ سنة

طبيعة الاشعاع وطاقته :ـ

لدراسة طبيعة اشعاع مادة ما ، تؤخذ عينة من تلك المادة (ولتكن الراديوم مثلا) وتوضع في انبوب ضيق من الرصاص مفتوح من احد طرفيه ، حيث يسمح للاشعاعات بالخروج لاجراء التجربات العلمية عليها • فاذا صورنا الاشعاعات الخارجة من طرف الانبوب على لوحة تصوير نرى انها تشكل بقعة مضيئة دالة على أن هذه الاشعاعات تسير بشكل مستقيم • ولمعرفة كنه هذه الاشعاعات نمرر حزمة الاشعاعات بين قطبي مغناطيس كهربائي نترى عند تطبيق الحقل المغناطيسي ان الحزمة تتفرق الى ثلاث حزم من الاشعاعات احداها تحافظ على مسير الحزمة الاصلي وتدعى اشعة (كاما) • والثانية تنحرف انحرافا بسيطا بتأثير الحقل المغناطيسي ، وهي اشعة (ألفا) • والثالثة تنحرف في الجهة الاخرى انحرافا ملحوظا ، وهي اشعة (بيتا) •

ان كافة هذه الاشعاعات تنبعث من الراديوم دائما وباستمرار ، من دون أن يكون لاي عامل خارجي كالضوء والحرارة والكهرباء ، تأثير على معدل انبعاث هذه الاشعاعات ، فهي ناتجة عن تولد كمية هائلة من الطاقة داخل ذرة الراديوم ، تدعى (الطاقة الذرية) • هذا وقد وجد ان الطاقة المتولدة من انحلال غرام واحد من الراديوم تعادل الطاقة المتولدة عن احتراق (٣٢٠) كغم من الفحم •

أنواع النشاط الاشعاعي ومميزاته :ـ

ان العنصر المشع يعاني عادة انحلالا نوويا (نشاطا اشعاعيا) نتيجة لعدم ثباته ، ويعزى عدم ثباته هذا الى ان نوى ذراته تمتلك مستوى عالياً من الطاقة لذا فهي تخسر جزءا من طاقتها وتهبط الى مستوى أوطا لكنه أكثر ثباتا ·

وتتكون نتيجة لهذا التفكك ذرات أكثر استقرارا مع انبعاث نوع أو أكثر من أنواع الاشعة التالية :ـ

١ ـ اشعة الفا α :

وتمتاز بطبيعتها الموجبة ، وتصدر من الراديوم بشكل طبيعي ، وهي عبارة عن نوى ذوات عنصر الهليوم (بروتونين ونيوترونين) · ويمكن صد هذه الاشعة بصفيحة رقيقة من الالمنيوم ·

٢ ـ اشعة بيتا β :

وتمتاز بطبيعتها السالبة ، وتصدر عن بعض النظائر مثل الكربون (١٤) والكبريت (٣٥) وما هذه الاشعة الا سيل من الالكترونات ذات السرعة المذهلة التي تبلغ حوالي (٩٠٪) من سرعة الضوء (١٨٦٠٠٠) ميل في الثانية · وهذه الاشعة أكثر نفاذا من اشعة الفا بحوالي مائة مرة ·

٣ ـ اشعة كاما γ :

وتمتاز بطبيعتها الكهرومغناطيسية ، وتصدر عن الكوبلت (٦٠) والسيزيوم (١٣٧) ، وهي عبارة عن أشعة شبيهة بالضوء ، وتكون مشابهة للاشعة السينية ولا تختلف عنها الا في قصر موجاتها وعليه فهي أكثر نفاذا في المادة ولها قوة اختراق عالية تعادل حوالي مائة مرة من القوة الاختراقية لاشعة بيتا ، فلها القدرة على اختراق عدة سنتيمترات من الرصاص ·

النظائر المشعة الطبيعية والاصطناعية :

كل العناصر المشعة التي عثر عليها في الطبيعة بشكل مشع نسميها بالنظائر المشعة الطبيعية ؛ ومن أشهر هذه العناصر الراديوم واليورانيوم والثوريوم ؛ أما العناصر التي لم يعثر عليها مشعة في الطبيعة بل أمكن الحصول عليها بالاصطناع فنسميها بالنظائر المشعة الاصطناعية · حيث تمكن العلماء من اصطناع نحو ألف نظير من النظائر المشعة المختلفة والتي كان الانسان السبب في جعلها مشعة ·

ان معظم العناصر يمكن أن تحول الى نظائرها المشعة بطريق قصف انويتها بواسطة نيوترونات بطيئة السرعة، وان امتصاص النواة لتلك النيوترونات يؤدي الى تحولها من نظير مستقر الى آخر غير مستقر ونشط اشعاعيا ·

ونظرا لوفرة النيوترونات في المفاعلات النووية ، فقد أمكن تحضير أعداد كبيرة من النظائر المشعة في تلك المفاعلات النووية ·

الاهمية العلمية للنظائر المشعة :ـ

ان الاستعمالات المتعددة الوجوه للنظائر المشعة تستند على الاشعة النافذة التي تشعها هذه النظائر ، حيث يمكن تتبع مساراتها داخل الاجسام بدقة ملحوظة ، فالنظائر المشعة تستعمل مبدئيا كمقتفيات ، اذ ان الاشعاعات الناتجة من انحلال نواة النظير المشع التي يمكن قياسها بواسطة عدادات تستعمل لتبين وجود ذرات النظائر المشعة في أجسام الكائنات الحية ، حتى ضمن التفاعلات الكيمياوية أو العمليات الصناعية · ومن خلال ذلك يمكن رصد حركة الهرمونات أو الاسمدة أو الغذاء خلال الانسجة الحية ·

ومن طريف ما يذكر عن استخدام النظائر المشعة ، هو ما قام به الفيزياوي النووي (جورج هيفزي) · وذلك انه شك مرة بأن المطعم الذي ياكل فيه يقدم للزبائن فضلات طعام زبائن اليوم السابق ، فوضع جزءا من مليون من الغرام من مادة اليود المشع الى قطعة من قطع اللحم التي تركها في صحنه عمدا بعد انتهاء طعامه · وفي اليوم التالي جاء الى المطعم مصطحبا معه عداد الاشعاع · وعندما قدم له صحن الحساء استطاع أن يلاحظ اشارة العداد

الى وجود مادة مشعة في الحساء ، مما جعله يجزم بدون شك بأن اللحم المقدم له يحوي بقايا من لحم اليوم السابق ·

كيفية الكشف عن الاشعاع :ـ

من الاهمية بمكان أن نذكر أن حواس الانسان لا تستطيع الشعور بالاشعاع ، فالاشعاع عدا انه لا يملك أي تاثير مغناطيسي فهو لا يسبب أي لمعان أو بريق في الظلام ·

لقد صمم العلماء أدوات مختلفة لتحري الاشعاع والعناصر المشعة ، والباحثون اليوم يستخدمون عدة أنواع من العدادات اشهرها عداد (كايكر ـ مولر) ·

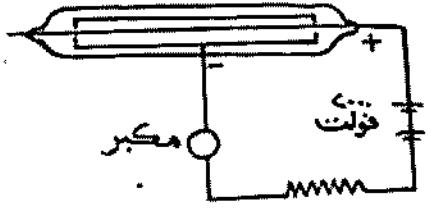
عداد كايكر ـ مولر :

يتالف هذا العداد من جزئين ؛ الجزء الاول هو انبوبة العداد والجزء الثاني هو جهاز التغذية ويتم بواسطته تطبيق الجهد المطلوب ، كما انه يقوم بتسجيل النبضات المارة في العداد لذا يدعى (المرقم) ·

تتالف انبوبة العداد من انبوب زجاجي اسطواني يحتوي بداخله على قطبين · فالقطب السالب هو عبارة عن اسطوانة من الالمنيوم تحيط بالسطح الداخلي للانبوب الزجاجي · أما القطب الموجب فهو سلك من التنكستن يقع

في مركز الاسطوانة وينفذ الى خارج الانبوبة بشكل معزول عن صفيحة الالمنيوم ·

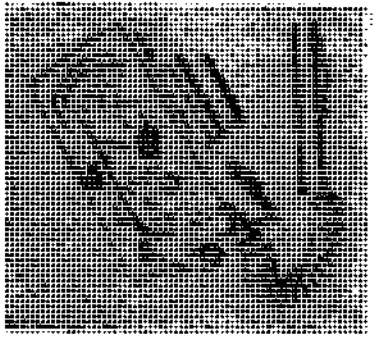
وتكون انبوبة العداد مملوءة بغاز سهل التاين مثل الاركون · فعندما تخترق اشعاعات كاما مثلا انبوبة العداد فان جسيمات الاشعاع (الفوتونات) تصدم بذرات غاز الاركون · فاذا اصطدم فوتون بذرة من ذرات الغاز فانه يقلع منه الكترونا · فهذا الالكترون المنفصل يشكل شاردة سالبة ، بينما يشكل الجزء الباقي ايونا موجبا ، وتنتقل الايونات الموجبة الى جدار اسطوانة الالمنيوم ، بينما تنتقل الالكترونات السالبة الى السلك ، ويؤدي مرور كمية من الالكترونات في السلك الى تشكل تيار ضعيف ، يمكن تضخيمه بامراره على مكبر ، فتصبح النبضة الكهربائية كبيرة بحيث يمكن قياسها بواسطة المرقم ·



شكل (٣)

تصميم عداد كايكر ـ مولر

هذا وان السريان في الشحنات الذي يسبب نبضة كهربائية ، يمكن ان يسجله العداد اما بصورة مسموعة او مرئية · فبعض العدادات تملك مكبرا يعطي ذبذبات يمكن سماعها مباشرة او بواسطة سماعات ، والبعض الاخر يملك ابرة تتحرك أمام قوس مدرج ، فلو قرب النوع الاول من ملابس الاطباء أو العلماء الذين يتعاملون مع المواد المشعة لاصدر صوتا يتزبقوة تتناسب وشدة الاشعاع المنبعث من تلك الملابس ·



شكل (٤) عداد كايكر ـ مولر

الفصل الثاني

النظائر المشعة في ميدان الطب

النظائر المشعة في ميدان التشخيص والعلاج :ـ

لما كان بالامكان اقتفاء أثر النظائر المشعة اينما تحركت داخل جسم الكائن الحي ، فهي تعتبر بذلك مصدرا هاما لتزويد العلماء بالمعلومات القيمة عنها • حيث تحقن هذه النظائر بطريق الاوردة وتذهب بدورها الى انحاء الجسم البشري ، وخلال ذلك تستلم الاشعاعات بواسطة العدادات (كعداد كايكر) • حيث يمكن من خلالها مراقبة ما يجري في جسم الانسان بصورة واضحة ودقيقة • ولكي نتمكن من مراقبة جزء واحد من أجزاء الكائن الحي فاننا نرسل العناصر المشعة مع مادة محببة لذلك الجزء • فاذا أردنا مثلا أن نكشف عن تركيب

وطريقة عمل الغدد الدرقية فاننا يجب أن نرسل النظائر مع ماة اليود لعلمنا ان تلك الغدة مغرمـــة بهذه المادة ، ومن خلال كمية اليـود التي تذهب الى هذه الغدة فاننـا يمكن أن نعرف عمل الغدة ان كان طبيعيا أو فوق أو دون معدله • حيث يعطى المصاب في غدته الدرقية مثلا ، زجاجة من الماء الحاوي على آثار من اليود المشع • فبعد ان يشرب المريض الشراب المشع ، يراقب الطبيب كمية اليود التي تتحرك باتجاه هذه الغدة عن طريق المعدات الحساسة •

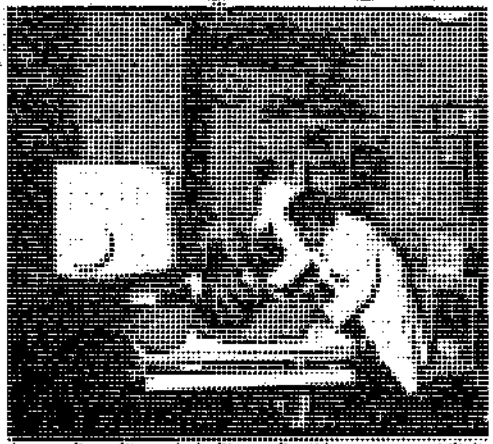
ففي حالة داء غويـتر «وهو عبارة عن انتفـاخ في الرقبة ناتج عن تضخم الغدة الدرقية نتيجة نشاطها الزائد» وجد ان الغدة المصابة بهذا المرض تمتص كمية من اليود أكبر بكثير من الحد الطبيعي ، بينما في حالة ضمور الغدة فانها تكون قاصرة عن امتصاص الكمية اللازمة من اليود •

لقد أصبحت هذه الطريقة اليود في متناول الاطباء في أكثر المستشفيات الكبرى ، وذلك لتشخيص المرض المستولي على الغدة الدرقية من جهـة وللقضاء على هذا المرض أيضا من جهة أخرى ، وذلك لان لليود المشع فعلا تخريبيا عليها • وقد أثبت تناول الشراب المشع بعض النجـاح في مجال التخلـص من السرطان الدرقـي لدى الاطفـــال •

لقد خرج هذا الفعل التخريبي لليود المشع على الغدة الدرقية بنتائج مشجعة ، ففي بعـض الامراض القلبيـة الناتجة عن ازدياد نشاط الجسم عن حده الطبيعي نتيجة

ازدياد نشاط الغدة الدرقية ، اذ يصبح القلب في هـذه الحالة خاضعا لضغط زائد نجد ان اليود المشع يستطيع هنا ان يخفض من نشاط الغدة الدرقية بتخريبها تخريبا جزئيا ، ممـا يؤدي الى التخفيض من شدة الضغط الواقع على القلب •

ولقد أنشىء في العراق عام ١٩٦٩ معهد الاشعـــاع والطب الذري ، ويهدف هذا المعهد الى فحص ومعالجة بعض الامراض من خلال استخدام الاشعاع ، حيث يجري الان معالجة بعض الاورام الخبيثـة ومنهـا السرطان وأمراض الغدة الدرقية وبعض أمراض الدم •



مجال العلاج الاشعاعي وهو يعالج أحد المرضى

النظائر المشعة ومرض السرطان :ـ

تلعب النظائر المشعة دورا هاما في مجال الابحاث السرطانية : فقد استخدمت للكشف عن الاورام السرطانية، حيث يمكن تشخيص هذه الاورام حتى في أولى مراحل تكوينها ، فقد لوحظ ان النظائر المشعة تتجمع بشكل غير اعتيادي في المناطق المسرطنة وتزداد نسبتها في تلك الاماكن • ومن جهة اخرى فقد أثبتت النظائر قدرا لا باس به من النجاح ازاء علاج الخلايا المصابة بالسرطان• وقد لوحظ ان لها القدرة على تخريب الانسجة الحيّة ، فاذا أمكن تسليط هذه النظائر على الانسجة الموبوءة بشكل دقيق كانت أحسن سلاح لاتلافها •

وقد استخدم الفسفور (٣٢) المشع في تشخيص الاورام الدماغية • ان هذا ممكن لان من خاصية الاورام الدماغية امتصاص الفسفور بكميات وافرة دون أن يكون لغيرها من الانسجة الدماغية السليمة مثل هذه الخاصة • ان خلايا الورم الدماغي لا تفرق في الامتصاص بين الفسفور العادي والفسفور المشع ، شأنها في ذلك شأن كافة الانسجة الحية التي تمتص العنصر المشع وغير المشع على حد سواء • فاذا تناول المصاب شراب الفسفور المشع أو حقن به ، فان كمية أكبر من هذا الفسفور ستجد طريقها الى الخلايا الورمية دون غيرها من المناطق الدماغية• وبهذه الطريقة يمكن للباحث الجراح كشف أمكنة الاورام الدماغية خلال أربع وعشرين ساعة من حقن المريض بذرات الفسفور المشع دون أن يجري أية عملية جراحية •

طريقة العلاج :ـ

ان طريقة معالجة الاورام الدماغية تكون احيانا خطرة جدا ، فقد يحتاج الجراح في بعض الاحيان الى ازالة الغدة النخامية الموجودة في قاعدة الدماغ • ومثل هذه العمليات من العبث اجراؤها بالمشرط ، لذلك فقد كان معدل الوفيات فيها في الماضي مرتفعا •

ومن حسن الحظ ان العلم اكتشف طريقة لازالة الغدة النخامية دون الاستعانه بالمشرط أو السكين • حيث يتم ذلك بغرس كميات يسيرة من (يتيريوم ٩٠) في الغدة بعد فتح الجمجمة • ان هذا النظير المشع ، الذي يصدر أشعة «بيتا» يعمل في نطاق ضيق على تخريب الغدة النخامية •

ان (يتيريوم ٩٠) فعال أيضا في معالجة أحد أنواع السرطان المسمى (غليوما) هذا الوباء الذي يعمل على أشاعة التعفن على نطاق واسع في خلايا الدماغ بصورة متشعبة ، مما يسبب عدم امكانية ازالتها جراحيا الا بازالة الخلايا السليمة أيضا • ولكن عند استعمال (يتيريوم ٩٠) نجد ان هذا النظير يتمركز بكل ثقله في الخلايا المصابة فقط • ان كل المعالجة لا تستغرق أكثر من خمس دقائق ، وهي تجنب المريض كل مخاطر الجراحة • ومن حسن الحظ ان هذا النظير من العناصر المشعة التي تفقد نشاطها الاشعاعي بسرعة ، اذ ان فترة عمر نصفه تساوي (٦٢) ساعة فقط •

ويفكر الان جماعة من العلماء باجراء عملية تفاعل نووي محدودة جدا داخل الخلايا المصابة بالسرطان . ففي حالة سرطان المخ مثلا ، يحقن المريض بعنصر البورون ، لان الخلايا المخية أميل الى عنصر البورون من غيرها من الخلايا ونتيجة لذلك تتجمع ذرات البورون في خلايا المخ ، وبعد ذلك تسلط نيوترونات ـ منطلقة من فتحة خاصة لمفاعل نووي ـ على خلايا المخ مما يؤدي الى تحول ذرات البورون من الحالة المستقرة الى الحالة المشعة وتبتدىء عملية التفاعل وتنطلق اشعة (الفا) التي تقضي بصفة خاصة على الخلايا ، السرطانية ، اما الخلايا المخية السليمة المجاورة فانها لاتتاثر الا بشكل طفيف ، وهذه نعمة ربانية تدل على كرم الخالق ولطفه سبحانه وتعالى .

وعلى صعيد اخر فقد استخدم اليود المشع في معالجة أنواع مختلفة من السرطانات التي تهاجم الكبد ، ولما كان ، الكبد هو العنصر الحيوي الوحيد الذي لايظهر باشعة اكس ، لذا فقد اصبحت النظائر هي المرشد الوحيد للكشف عن اسرار هذا العضو العجيب . اذ ان اليود المشع له القدرة على ان يكشف لنا فيما اذا كانت العلة ناتجة عن تشمع الصفراء ام لا . وان يعطينا كشفا سريعا عن خطر ذلك التشمع .

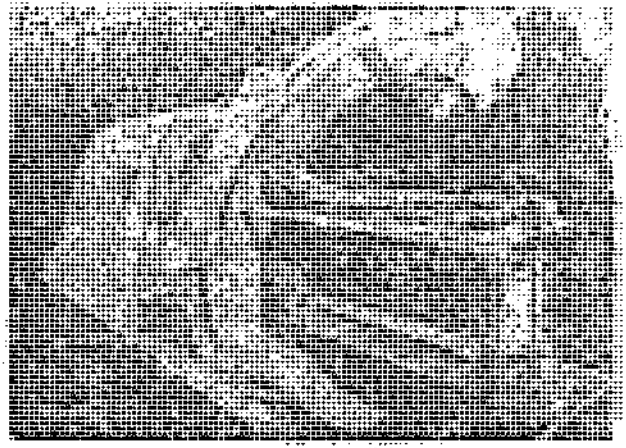
السرطان البنكرياسي

قد تصاب احيانا الخلايا البنكرياسية بالسرطان وان معالجة هذا النوع من السرطان عن طريق النظائر

المشعة تعتبر ايضا وسيلة فعالة وناجحة في القضاء على الخلايا المتسرطنة فلقد كان هذا المرض صعب المعالجة جدا ، حتى جاء الدكتور (باول عاربر) من جامعة شيكاغو ووصف عام ١٩٥٤ طريقة متطورة عن كيفية معالجة هذا المرض ، وذلك في المجمع الطبي السنوي لكلية الجراحة الامريكية . وتتلخص هذه الطريقة باجراء خياطة فنية بواسطة خيوط انبوبية مصنوعة من بلاستك البوليتلين ، حيث تتم العملية داخل الورم وحوله، ثم تملأ هذه الخيوط المجوفة باليود المشع ، فنكون بهذه الطريقة قد طبقنا الاشعاع الموضعي على العضو المصاب بسلامة تامة دون التعرض للاعضاء الاخرى .

النظائر المشعة والمعالجة الخارجية :

يستخدم الكوبلت المشع في المعالجة الخارجية لبعض الانسجة الموبوءة بالسرطان ، وذلك بتعريضها مباشرة لمنبع مشع خارجي ، وهو في ذلك اضحى ينافس الراديوم وأشعة اكس . وهنا يجب ان يكون المعالج على حذر كي لا يصل الاشعاع الى المناطق السليمة وغير الموبوءة . ولهذا الغرض بنى الكنديون أنبوبا رصاصيا يزن حوالي (٥ و ٣) طن ويحمل بداخله مادة الكوبلت المشع ، وقد تركوا فتحة صغيرة في احدى نهايتيه لتدع الاشعاع يخرج متجها صوب المنطقة الموبوءة من جسم المريض . هذا ويستدل على تلك الفتحة غطاء يحرك كهربائيا لتحديد حجم الحزمة الاشعاعية الصادرة وتوجيهها الى المنطقة المطلوبة .

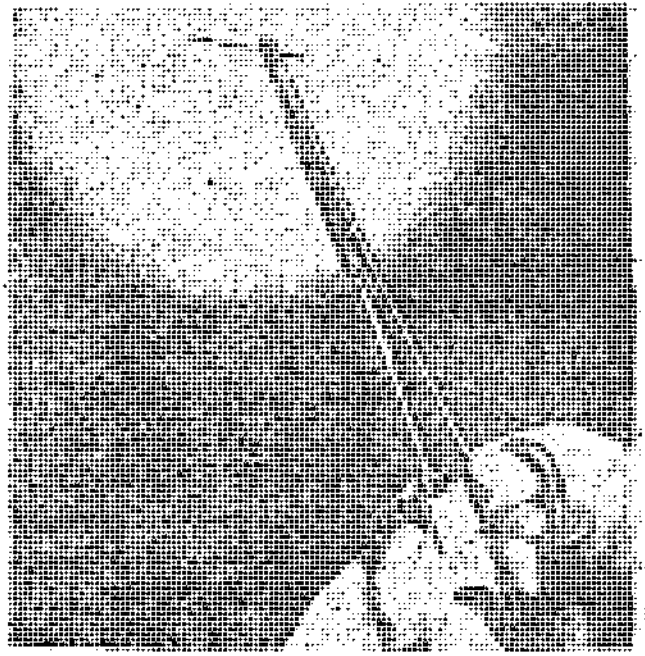


شكل رقم (٦)

النظائر المشعة والمعالجة بالغرز :

يستخدم الكوبلت المشع على نطاق واسع في العلاج الداخلي للسرطان . وهي الطريقة المعروفة تحت اسم «المعالجة بالغرز» .

ان الكوبلت (٦٠) يطلق جسيمات (بيتا) مقرونة باشعة (كاما) النفاذة ، وللتخلص من جسيمات بيتا الضارة تصنع ابر من الكوبلت المشع وتغطى بطبقة من معدن يمتص تلك الجسيمات ، وتستخدم اشعة كاما الناتجة في تخريب خلايا السرطان في الجسم . ويمكن استخدام ابر مشابهة من الكوبلت المشع ذات أشكال معينة لعلاج سرطان العنق بطريقة مماثلة ، حيث يصدر الكوبلت اشعاعات كاما وهو في تماس مع المنطقة الموبوءة .



شكل (٧) احدى المخترعات التي يمكن إنقاذ حياة المرضى ـ الابرة الاشعاعية ـ وتغرس في جسم المريض بالسرطان لتتمكن اشعاعاتها من إماتة الخلايا المصابة .

الفصل الثالث

النظائر المشعة في ميدان الزراعة

لقد أمدتنا النظائر المشعة باعظم الفوائد واجلها في ميادين متعددة ، وكان من ابرز هذه الميادين هو ميدان الزراعة ، حيث لعبت النظائر المشعة دورا هاما وعرضت خدماتها الجليلة بكل سخاء وبفضلها صار بالامكان انتاج سلالات حيوانية ونباتية جديدة تحمل صفات مرغوبة كمقاومتها للافات وزيادة انتاجها وسرعة نضجها وجودة نوعيتها .

انتاج سلالات نباتية جديدة :

من المعروف ان الكائنات الحية ـ نباتية كانت ام حيوانية ـ تنتج خلال دورات حياتها احياء مشابهة لها وتحمل نفس صفاتها ، لكنه قد يحدث بين آونة واخرى ان تنشأ صفات جديدة في الابناء لم تكن موجودة في الاباء وتعرف هذه الظاهرة (بالطفرات Mutntions) .

ان الطفرات الوراثية هي عبارة عن تغيير مفاجيء يطرأ على شكل الفرد (كأن يتحول لون شعره الاصفر الى الاسود) او تركيب احد اعضاء او طريقة عملها (كأن تتحول الحشرات الطويلة الجناح الى قصيرة الجناح) ويكون هذا التغيير قابلا للتوريث .

فمنذ عام ١٩٠٠ تقريبا بدأنا ندرك بفعل العمل الرائد الذي قام به عالم النبات الهولندي (جودي فريس) ان عملية توارث الصفات لاتجري في يسر دائما ، اذ تظهر أحيانا خصائص او صفات جديدة لاتشبه تلك التي تنتقل من الابوين وقد دعاها بالطفرة .

اما أسباب حدوث الطفرات فانها ترجع الى تغيرات تطرأ على شكل او تركيب الكروموسومات او الجينات* المحمولة عليها وقد تكون الطفرات نافعة او ضارة او عديمة النفع والضرر . وقد تكون مميته احيانا . وقد تحدث الطفرات طبيعيا او ذاتيا من تلقاء نفسها كما يمكن احداثها مختبريا .

وعموما يمكن تقسيم الطفرات حسب مصدرها الى نوعين : ـ

(*) الجينات هي جسيمات رقيقة مكونة من مركبات معقدة تدعى (الاحماض النووية) وتكون محمولة على تراكيب خيطية تدعى الكروموسومات داخل نواة الخلية .

أ ـ الطفرات الكروموسومية .

ب ـ الطفرات الجينية .

وبالنسبة للنوع الاول من الطفرات فقد وجد ان بعض الكروموسومات قد تتصل أحيانا بجزء من كروموسوم ثان او ان جزءا منها قد انقطع او انقلب قبل رجوعه الى موضعه ثانية ، ان جميع هذه التغيرات وغيرها التي تطرأ على الكروموسوم تؤدي الى تغيير في المظهر الخارجي للكائن الحي واحيانا في تركيب وفسلجة احد اعضائه ، وان هذه التغييرات قابلة للتوريث الى الاجيال اللاحقة ، وفي أغلب الاحيان تؤدي مثل هذه الطفرات الى خلق عاهات في جسم الفرد او في تفكيره ، فقد وجد ان الاطفال الذين يولدون مصابين بنوع من التخلف العقلي يعرف (بالمنغولية) تحتوي خلاياهم على (٤٧) كروموسوما بدلا من (٤٦) كروموسوما .

اما في حالة نقص عدد الكروموسومات فان المرأة التي تمتلك (٤٥) كروموسوما فقط تختلف عن المرأة الطبيعية في انها تكون قصيرة وذات رقبة قصيرة ايضا ، كما ان عملية النضج الجنسي تكون بطيئة لديها ، وتختفي الدورة الشهرية وتنعدم القدرة على الانتاج الجنسي ويسمى هذا المرض (شير يشمنسكي ـ تيرنر) .

واما النوع الاخر من الطفرات (الطفرات الجينية) فانها تحدث نتيجة لتغير يطرأ على تركيب الجين (الموجود على الكروموسوم) دون ان يتأثر الكروموسوم . وفي هذه

الحالة تحدث عدة تغيرات في التركيب الكيمياوي للجين وقد اصبح من المعروف الان ان الكروموسوم او الجين يتالف من مادة الحامض النووي ـ DNA ـ وعليه فان اي تغير يحدث في تركيب هذه المادة يؤدي الى حدوث الطفرة ·

ان الطفرات تحدث بالطبيعة باستمرار ، ولكن حظ الفرد منها يكون قليلا (وبنسبة حوالي واحد بالمليون) وغالبا ماتكون هذه الطفرات ليست في صالح الفرد ، فقد تنتج أجيالا هزيلة وغيرمقاومة للمرض، ولكن البعض القليل من هذه الطفرات يكون مفيدا ·

ولقد امكن في الوقت الحاضر استحداث هذه الطفرات بشكل اصطناعي في المختبرات فلقد ثبت ان الاشعة النووية يمكن ان تسبب انواعا عديدة من الطفرات ، وان ترفع معدل حدوثها الى مائة ضعف تقريبا ، وبهذه الطريقة امكن الحصول على انواع عديدة من النباتات وبمواصفات مختلفة وخلال فترات زمنية قصيرة بدل ان يوكل أمر تغييرها الى الطبيعة ·

وقد اجريت العديد من هذه البحوث الخاصة بتاثير الطاقة النووية على النباتات في معامل عديدة من العالم ومنها معامل (بروكهافن) الوطنية ، حيث خصصت مزرعة لذلك اطلق عليها مزرعة (كاما) وتتعرض فيها النباتات لرذاذ من الاشعاع النووي · واحيطت هذه المزرعة باسلاك تحمل علامات الخطر على مسافات متقاربة ولايسمح بالدخول فيها الا عن طريق بوابة ذات مفاتيح

معقدة مزدوجة وسبب كل هذه الاحتياطات هو وجود مصدر كوبلت في وسط المزرعة ، وهذا المصدر يحتوي على قطعة كوبلت مشعة لدرجة انها قد تقتل رجلا ان اقترب منها ·

وحول الانبوبة التي يتدلى منها الكوبلت تزرع انواع عديدة من النباتات في حلقات ، وقد تشمل هذه على نباتات البطاطة والبطاطة والعنب واشجار الصنوبر وغيرها من النباتات المختلفة · ان النباتات القريبة من الكوبلت ستموت بفعل اشعة (كاما) النفاذة التي يطلقها الكوبلت ، اما التي ابعد من ذلك قليلا فتكون مشوهة وهزيلة لدرجة كبيرة ولو انها حية ، وكلما بعدت المسافة من مصدر الكوبلت خفت من أضرار الاشعة

ولا يمكن للعمال والفلاحين دخول هذه المزرعة بشكل اعتباطي وكيفما يشاؤون بل لابد من ايقاف سيل الاشعة قبل الدخول ويتم ذلك بانزال قطعة الكوبلت الى حفرة من الرصاص تحت سطح الارض بواسطة مجموعة من الكابلات تدار بصورة الية من البوابة ·

وتفحص النباتات في مزرعة (كاما) بانتظام لمعرفة علامات التحول التي طرأت على هذه النباتات المشعة كتكوين ورقة ذات حجم او لون جديد او زهرة ذات تكوين غير عادي ، او ثمرة بدرجة غير اعتيادية او نمو مبكر ، ثم تؤخذ البذور من النباتات المحولة وتزرع في مكان آخر لفحص قدرتها على الانبات ·

ان مزرعة (كاما) تعتبر وسيلة مريحة ومتطورة لمعاملة النباتات المختلفة باشعاع (كاما) القوي ، ولكن هذه

الطريقة ليست هي الوحيدة بل هنالك طرق اخرى لانتقل كفاءة عن مزرعة كاما • فمثلا تؤخذ البذور المراد تحويل نوعها وتوضع داخل أوعية شفافة تسمح لنفاذ الاشعة ، ثم تعرض بعد ذلك الاشعاع عن طريق وضعها في مفاعل نووي، حيث تأخذ هذه الاوعية الشفافة طريقها الى داخل المفاعل عن طريق فتحات المفاعل، مما يؤدي الى تعرض البذور وهي بداخل اوعيتها الشفافة الى سيل من النيوترونات البطيئة السرعة ثم تزرع البذور بعد التعريض مباشرة او في مدة قصيرة من انتهاء التعريض •

ويمكن استعمال مصادر اشعاعية متنقلة لمعالجة النباتات في الحقول العادية • وقد جربت وحدة صغيرة في (بروكيافن) وهي تحمل نظيرا مشعا يوضع على براعم النباتات لفترة معينة •

كما صممت وحدة اشعاعية كبيرة من نوع (كاما) تحمل على سيارة خاصة يمكن تسييرها في الحقول او في اي مكان آخر •

ان هذه الطرق وغيرها تستخدم في العديد من بلدان العالم حيث نحصل على انواع من الطفرات ولكنها ليست جميعا مفيدة بل ان قليلة منها تكون مفيدة • ولكن يكفي لعالم الوراثة ان يحصل على نسبة (١٠٪) من هذه الطفرات الجيدة ثم ينقل هذه الصفات الحسنة من جيل الى اجيال متعددة ، وبذلك يمكن انتاج انواع نباتية كالذرة والشعير والفول ٠٠٠٠ ذات قدرات انتاجية عالية

وبمواصفات غذائية افضل ، قد يظهر هذا التاثير سريعا في الجيل الاول ويسمى «بالتاثير الخضري» اي انه يمكن رؤيته في اول نبات مزروع وقبل زرع محصوله مرة ثانية ، وقد لايظهر التاثير الا في الاجيال المتعاقبة ويسمى بذلك «التاثير الوراثي» ويتوارثه جيل بعد جيل وتلك هي تاثيرات متاخرة •

ان التاثير الوراثي لايرى في النبات بالعين المجردة لكنه يكمن في كرموسومات الخلية فيغير تركيبها الشكلي او تنظيمها أو محتوياتها الكيماوية ، ويمكن لدارسي علم الاجنة او الوراثة ان يتتبع هذه الخطوات بدراسة قطاعات متتابعة في اي جزء من اجزاء النبات ، ومثل هذه البحوث تحتاج الى وقت طويل الا انها ذات قيمة علمية وتطبيقية مفيدة • وقد اجريت تجارب عديدة استخدمت فيها أشعة رونتجين واشعة كاما المنبعثة من الكوبلت والنيوترونات وجسيمات بيتا وجسيمات الفا ، حيث وجهت هذه الاشعاعات على نباتات مختلفة مثل الشعير والقمح والشوفان والسمسم والكتان والرز والذرة والفول السوداني واللوز والتفاح وجوز الهند ، وقد تم انتاج انواع من ثمار هذه النباتات وبذورها بمواصفات جديدة فمنها مقاوم للامراض كصدأ القمح والشعير والذرة والبياض الزغبي وتلف الجذور ومنها ما اثبت عدم تاثره بالحشرات ومنها ماتم نضجه باسرع من الوقت العادي المقرر . وقد ظهر ذلك جليا في نباتات القمح والشعير والشوفان والفول •

لقد وفرت الاشعاعات الكثير من الاموال لاقتصاديات الاقطار التي تستخدمها بسبب المقاومة العالية للنباتات والمحاصيل الجيدة كما ونوعا ، منها محاصيل السمسم والقمح والشعير تعطي بذورا جيدة وذات قيمة غذائيـــة عالية كما ازداد انتاجها بمعدل يتراوح بين (٥ ــ ٥٠٪)

هذا ولاتزال دراسات كثيرة وتجارب متعددة تجرى في كثير من أقطار العالم ، ونتائج معظمها مشجعة للصدور وتشير الى زيادة ملحوظة في كمية ونوعية الانتاج مما يدفع شبح المجاعة عن البشرية التي راح عددها يتزايد بشكل مخيـــف .

انتاج سلالات حيوانية جديدة :

وفي هذا المضمار تم استخدام الاشعة بنجاح في انتاج سلالات جيدة من الحيوان كما هو الحال بالنسبة للنبات .

تبدأ هذه العملية بتعريض حيوان التجربة ــ كالفئران او الارانب مثلا ــ الى جرعات اشعاعية صغيرة ، ثم تترك هذه الحيوانات للتزاوج لتنتج جيلا جديدا يحمل بعض صفات الجيل الاول لكنه الى جانب ذلك يكتسب صفات اخرى جديدة ، وهذا النوع يمكن تهجينه واستحداث لالات جديدة منه .

ان هذه الظاهرة يمكن تطبيقها ايضا على الحيوانات المنوية الخاصة بالحيوانات المراد تحسين نوعيتها او انتاج

سلالات جديدة منها ، حيث توضع الحيوانات المنوية لهذه الحيوانات في مفاعل نووي ، ثم تؤخذ بعد ذلك لتستخدم في التلقيح الاصطناعي ، وبذلك يمكن ان نحصل عـــلى سلالات حيوانية جيدة ، فمثلا يمكن ان نحصل على ماشية ذات لحم وافر او صوف أنعم او اكثر مقاومة للامراض .

وعلى صعيد اخر فانه يمكن أقلمة حيوانات مختلفة تعيش في المناطق الباردة لتربى في مناطق حارة وتتكاثر ، وذلك بان تعرض لجرعات من الاشعاع تبدأ قليلة ثم تزداد تدريجيا ، على ان تتزاوج هذه الحيوانات من فصائلها التي تعيش في المناطق الحارة ، وبذلك تنتج انواعا جديدة تحمل صفات مشتركة ويمكن لها المعيشة في المناطق الحارة وتحتمل جوها .

على انه قبل اجراء التجارب على الحيوانات الكبيرة لابد من اجراء تجارب على الحيوانات الصغيرة لانها زهيدة الثمن وتكاليفها اقل وفي الحالتين تكون النتائج متطابقـــة تقريبـــا لان التغيرات الكيماوية والحيوية تتم في كلتـــا الحالتين داخل الخلية ، وهي وحدة بناء الانسجة والاعضاء في الاحياء المختلفة ، ودراستها اساس في فهم أي تغير يطرأ على جسم الكائن الحي ، اذن فالخلية هي موضع الدراسة في جميع الحالات ومتابعة التغيرات في كروموسومات الخلية هو متابعة اي تغير ظاهري وعلى اساس التغيرات التي تتم في الخلايا ينشأ التغير في المظهر الخارجي والوظائـــف البيولوجية للحيوان .

ان بحوث العلماء تجري جميعها اولا في مختبرات صغيرة وعلى نطاق ضيق ثم تنقل بعد ذلك الى الحقل ويجرى تطبيقها بشكل موسع على مراحل حتى تصبح في يد المزارع او المربي بعد ان يستقر المقام لها وتوضع اسسها موضع التنفيذ ٠

النظائر وابحاث خصوبة التربة :

لقد أسدت النظائر المشعة خدمات لا حصر لها في ميدان بحوث التربة ومشاكل الاسمدة والتسميد ، حيث استخدم بنجاح كبير نظير الفسفور المشع لتتبع سير عنصر الفسفور داخل النبات ومعرفة مراكز تجمعه في الاعضاء المختلفة وفي فترات زمنية مختلفة ، مما سهل معرفة الفترات التي يكون فيها النبات في أشد الحاجة للسماد ، وتحديد الكمية اللازمة ، وفيما اذا كان من الافضل اضافتها دفعة واحدة أم على دفعات، وكذلك معرفة أفضل مركب تضاف به ٠ كما يمكن تعيين نسبة الفسفور في النبات الذي مصدره التربة ونسبة الفسفور الذي مصدره السماد كما ويمكن أيضا دراسة نسبة الفسفور الذائب والقابل للامتصاص من قبل النبات الى نسبة الفسفور غير الذائب وغير القابل للامتصاص ومدى ارتباط هذه النسبة بالعوامل المختلفة المؤثرة فيها ٠

لقد استخدمت النظائر المشعة في ابحاث املاح الاراضي ، فباستخدام ملح الطعام الغني بعنصر الصوديوم

المشع يمكن الاهتداء الى أنسب الطرق وأفضلها لغسل الاراضي البور من الاملاح وخفض نسبتها الى الحد الذي يمكن عنده استغلال هذه الاراضي للزراعة ٠ وكذلك باستخدام كبريتات الكالسيوم الغنية بعنصر الكالسيوم المشع يمكن معرفة كميات الجبس الواجب اضافتها لاملاح الاراضي القلوية ٠

وعلى صعيد آخر فقد كان علماء الزراعة يعتقدون ان النباتات تأخذ غذاءها من جذورها فقط ، كما كانوا يعتقدون ان الساق والاوراق مغلفة بطبقة غير مسامية لا يمكن أن تمتص خلالها الغذاء على الاطلاق ٠

واثبت استعمال النظائر عكس ذلك وان الورقة اداة طيبة للامتصاص ، فلقد رشت نباتات من أنواع مختلفة كأشجار الفاكهة والبطاطة والطماطة ، بمحاليل تحتوي على عناصر يحتاج اليها النبات ٠ وكانت هذه العناصر المخصبة مطعمة بالنظائر ، وأمكن باستعمال العدادات الحساسة معرفة ان امتص بسرعة فائقة ٠

وعلى سبيل المثال ، فان سطح أوراق شجرة تفاح عمرها (١٢) سنة تعطي مساحة قدرها (١/١٠) فدان ، في حين أن الشجرة نفسها لا تشغل سوى (١/١٠٠) من مساحة الفدان ٠ لذا فان رش الاوراق بالمخصب يعطي زيادة في مساحة الامتصاص قدرها عشرة أضعاف الطريقة القديمة في تخصيب الارض ٠

والواقع ان الزيادة في قوة التخصيب أكثر من ذلك بمراحل . وهنا ننقل كلمة الدكتور (هـ. ب. توكي) رئيس قسم بلامة البساتين بجامعة متشيجان : « ان هذه أعظم وأكفأ وسيلة لاستخدام المخصب في النباتات اكتشفت حتى الان ، فاذا أعطينا هذه المواد للاوراق على شكل محلول مذاب ، فان (٩٥٪) من هذه المواد يستعملها النبات . في حين اننا لو وضعنا نفس هذه الكمية في التربة لما استعمل منها سوى (١٠٪) » .

النظائر وابادة الحشائش والطفيليات الضارة :ـ

لا تزال عملية استخدام المبيدات كمركبات الـ د.د.ت (D.D.T) المختلفة ، هي العلاج المقدم في معركتنا مع الحشائش والطفيليات الضارة والتي تنزل أفدح الخسائر في اقتصادياتنا .

ان استخدام هذه المبيدات يعتبر سلاحاً ذا حدين ، ففي الوقت الذي يقضي فيه المبيد على نسبة لا بأس بها من الطفيليات ، فان آثاره السيئة قد تبقى على النبات نفسه أو قد يضر الحيوانات التي تتغذى على هذا النبات .

لذا فان العلماء بدأوا يفكرون في طريقة تقضي على الحشائش الضارة والطفيليات دون أن تؤثر على النبات نفسه أو على الحيوان ، ولهذا الغرض استخدمت النظائر المشعة في اختبار المبيدات التي تتركز في الحشائش الضارة

فقط دون أن تمتصها النباتات المجاورة أو لا تتأثر بها . وفي هذا الميدان أيضا استخدمت النظائر المشعة ولكن بشكل آخر . حيث تمت عملية تشعيع النباتات بحركات اشعاعية أمكن خلالها وقف عملية نمو الحشائش الضارة والطفيليات دون أن تؤذي النبات نفسه ، وقد استخدم الكوبلت المشع فكانت استجابة الفطريات وحساسيتها للاشعاع عالية ، وبذلك توقف نموها تماما ، في حين لم يترك التشعيع آثارا ضارة مثلما تفعل المبيدات الكيمياوية .

النظائر وابادة الحشرات الضارة :ـ

لقد اثبتت التجارب العلمية والمختبرية ان استخدام المبيدات الكيمياوية ضد الحشرات يعتبر سلاحاً غير فعال نسبيا ، فلقد وجد ان العديد من أنواع الحشرات اكتسبت مناعة ضد الكثير من المبيدات الكيمياوية ، فاصبح استخدامها غير مجد الى حد ما . وصار لابد من البحث عن طريقة جديدة أكثر كفاءة من المبيدات ، وقد اتجهت الانظار صوب النظائر ..

فعندما تعرض حشرة ما الى اشعة كاما أو اشعة اكس فان خلاياها تمتص هذه الاشعة وان قسما من الطاقة يتحول الى شحنة كهربائية سالبة تسبب تغيرات كيميائية في الجزيئات ونتيجة لذلك تحدث تغيرات طبيعية وكيمائية مباشرة في الكروموسومات والجينات بتاثير الاشعاع .

وبالاضافة الى هذه التغيرات الانية فان هناك تغيرات ما بعد الاشعاع لا تظهر الا بعد ساعات من التعريض نتيجة لظهور مواد غير ثابتة وجديدة في السايتوبلازم وتحدث طفرات كيمياوية ثانوية • كذلك فان فعاليات الانزيمات داخل الخلية تتوقف وهذا يؤدي بدوره الى تغير في الفلسجة العادية لانقسام الخلية •

والخلايا تختلف عادة في قدرتها على مقاومة الاشعاع ، فالخلية الجسمية (غير الجنسية) تتمتع بقدرة أكبر على مقاومة الاشعاع ، أما الخلية الجرثومية (الحيمن أو البيضة) فانها تتاثر سريعا بالاشعاع • فقد تحدث جرعة واطئة من الاشعاع تغيرات وطفرات وراثية ، ولكن مثل هذه الجرعات قد لا تنتج حشرات عقيمة • ولكن زيادة الجرعات الاشعاعية التي تعامل بها الحشرات الناضجة نوا (والتي تكون أعضاؤها التناسلية قد اكتملت) تؤدي الى تعقيمها تماما •

ولقد نجحت هذه الطريقة في القضاء على ذباب الديدان اللولبية ، اذ ان هذا الذباب يضع بيوضه عادة في الخدوش والجروح التي تصاب بها المواشي ؛ وعندما تفقس البيوض تقتات الحشرات الدودية من لحم المواشي مسببة لها قروحا قد تنتهي بموتها • وهذا الذباب يسبب خسارة اقتصادية فادحة كل عام في العديد من دول العالم • وقد استخدم الاشعاع كسلاح فعال في مقاومته • فتم تعقيم ذكور الذباب بتعريضها للكوبلت المشع بحيث

لاتعطي نسلا عند لقاحها • ولما كان التناسل بين ذكور الذباب واناثها لا يتم الا مرة واحدة ، فان الاناث التي لقحتها الذكور العقيمة تضع بيضا لا ينمو •

ويامل العلماء في تخفيض عدد الذباب باطلاق أعداد كبيرة من الذكور العقيمة •

ان طريقة التعقيم بواسطة الاشعاع لا تقتصر على هذا النوع من الحشرات فهنالك العديد من الابحاث التي يجري فيها تطبيق هذه الطريقة على العديد من أنواع الحشرات الاخرى ،كبعوض الكيوكلس وبعوض الانوفلس، وجميع النتائج تبشر بنجاح ساحق للاشعاع • وبهذه الطريقة يمكن رفع الانتاجية في كل من الحيوان والنبات على حد سواء •

النظائر في مجال حفظ الاطعمة والخضروات :-

من المعروف لدى الجميع أن الفواكه والخضروات لا تعيش على مدار السنة ناضجة طازجة ، بل تبقى لفترة محددة يعتريها بعد ذلك الذبول والتلف ، وكثيرا ما يتمناها المرء في غير اوقاتها ، كان يشتاق الى فاكهة الصيف شتاء أو يشتاق الى فاكهة الشتاء صيفا •

ولقد لجا الانسان الى شتى السبل من أجل ذلك ، فظهرت طرق الحفظ بالتبريد والتجميد وأحيانا بالتمليح أو التجفيف ، واخرى بالغلي أو التسخين ، وذلك بهدف

قتل أو ايقاف نمو الميكروبات المفسدة للاطعمة ومنعها من التكاثر ضمن الوسط الغذائي . ولهذه الطرق عدة مثالب فهي في الوقت الذي تحفظ فيه الغذاء من التلف الميكروبي فانها في الوقت ذاته تسبب تلف معظم الفيتامينات التي تتاثر بالحرارة ، اضافة الى انها قد تتلف أنسجة المادة الغذائية وتحللها مسببة تغيرا في مذاقها .

ومن هنا كان لابد من طريقة أكثر كفاءة وفائدة من الطرق التقليدية السابقة ، واتجهت الانظار مرة أخرى صوب النظائر ، وبالفعل فقد اختير الكوبلت لاداء هذا الدور الحيوي الهام ، فقد استخدمت اشعاعات الكوبلت النفاذة للقضاء على الميكروبات الضارة والتي تسبب فساد الاطعمة وتلفها ، ولقد أحرزت هذه الطريقة درجة عالية من النجاح ، وان الدراسات المختبرية المتعددة أثبتت انه يمكن بهذه الطريقة حفظ الفواكه طازجة أو مطهوة دون تغيير في طعمها أو فساد مكوناتها ، وذلك لان استخدام الاشعاع هو استخدام ظاهري لا يؤثر على المستهلك عند تناول هذه الاطعمة ، وبهذه الطريقة تحفظ الان ملايين الاطنان من البطاطة من الانبات ـ أثناء فترة تخزينها ـ وذلك باستخدام الكوبلت (٦٠) بتعريضها لجرعات تتراوح بين (٨٠٠ ـ ١٨٠٠٠) رونتجن عند درجات الحرارة المنخفضة بين (٥ـ٢٥°م) ورطوبة (٩٠٪) حيث أمكن حفظ البطاطة لمدة عام دون الحاجة الى وضعها في ثلاجات ودون أن يظهر عليها أي تزريع . وتستخدم

هذه الطريقة في البلاد الباردة وخصوصا في البلدان الاوربية والتي تستخدم البطاطا كغذاء أساسي على مدار السنة .

وقد استخدمت تجارب مماثلة في مجال حفظ حبوب القمح والشعير من التلف حيث كللت هذه التجارب بالنجاح .

ومن الاغذية التي نالها نصيب من الاشعاع هو البيض ، فقد اجريت العديد من التجارب عليه من أجل حفظه من الفساد خصوصا في فصل الصيف ، وذلك بتعريضه للاشعاعات الصادرة من الكوبلت في وحدات اشعاعية خارجية ، وثمة صعوبات تعيق سير التجارب في هذا المضمار ، ومنها كمية الجرعة الاشعاعية الكافية لمنع فساد البيض دون تاثير على طعمه ، اذ ان زلال البيض مكون من بروتينات حساسة تتاثر بالاشعاع .

ان ما ينطبق على البطاطا والحبوب والبيض يمكن تطبيقه بنجاح أيضا في مجال الفاكهة ، فقد أجريت التجارب على التفاح وأمكن حفظه طازجا لفترة طويلة على الرغم من أن هذه الفاكهة تتعفن بعد قطفها بمدة قصيرة ان لم تعبأ في صناديق قبل اكتمال نضجها .

ان عملية استخدام النظائر المشعة في مجال الاغذية سيؤدي الى استمرار تواجد المادة الغذائية على اختلاف انواعها ومواقيت نضجها على مدار السنة ، وباسعار

معتدلة ان لم تكن منخفضة بسبب توفر المادة الغذائية على الدوام ويتيح لذوي الدخل المحدود الفرصة لاقتناء كل نوع من الفاكهة أيا كان صنفها بدلا من أن يحرموا من تناولها ·

وعلى صعيد آخر فان عملية تصدير الفواكه والخضروات ستكون أكثر نشاطا من السابق ، فالاغذية الطازجة أكثر رواجا من الاغذية المخزونة أو المعلبة ، وعلى هذا الاساس يمكن دعم الاقتصاد الوطني بمصدر جديد من الصادرات الطازجة مما يوفر للدولة عملات صعبة يمكن استغلالها في تطوير العملية الزراعية ·

الفصل الرابع

النظائر المشعة في ميدان الصناعة

ان أبرز سمات عصرنا الحاضر هي سمة استخدام الطاقة الذرية في معظم مجالات الحياة ؛ وتشكل هذه الطاقة اليوم الركن الاساسي في الصناعة · ففي أقل من خمسة عشر عاما بعد استخدامها تجاريا دلت الاحصائيات على نتائج مذهلة ·

وتستخدم الصناعة النظائر ككشافات ، وكاجهزة للقياس وكمصدر سهل للطاقة · وتكاد تكون كل الاعمال التي تقوم بها النظائر متشابهة ، فهي تقوم بعمل أشياء لا يمكن عملها بسهولة باية طرق أخرى ، أو التي لم يكن من الممكن القيام بها قبل ذلك ·

ان النظائر تستخدم في مجالات الصناعة لابد وان تتمتع بقدرة اشعاعية نافذة تمكنها من اختراق الاجسام ، ولو ان هذه القدرة تتناسب عكسيا مع سمك الجسم ، فكلما كان الجسم أكثر سمكا كلما قلت كمية الاشعاع النافذ ، كما وان هذه الاشعة النافذة يمكن اقتناء اثرها مهما كانت يسيرة ٠

ومن اهم المجالات التي تستخدم فيها النظائر في ميدان الصناعة المجالات التالية : ــ

النظائر المشعة وصناعة السيارات : ــ

في هذا الميدان لعبت النظائر دورا متميزا ، فبواسطتها امكن التعرف على افضل السبائك من حيث قدرة تحملها لصنع جدران الاسطوانات ، ومعرفة اي الاطارات تعيش مدة أطول٠ فتحضرالسبائك بحيث يكونالحديد محتويا على كمية ضئيلة من الحديد المشع ، ثم تصنع آلالات من السبائك وتشغل الالات لفترة معينة ، ثم يقاس النشاط الاشعاعي للزيوت المستعملة في آلالة التي توجد تحت الاختبار ، ومن ذلك يعرف كم من الحديد المشع انتقل بسبب التآكل والاحتكاك من جدران الاسطوانات الى الزيوت المستعملة ، حيث يمكن التقدير بكل دقةرغم ضالة كمية الحديد في هذه العملية ، وهي ادق طريقة على الاطلاق ، فقد كانت اختبارات المتانة والقدرة على التحمل في السابق مرتبطة بتقدير نقصان وزن الجز المحتك خلال مدة طويلة من الزمن ، وهي عدا

عن كونها طويلة الامد فانها ليست حساسة ، بينما نجد ان النظائر اليوم تختزل الفترة الزمنية الطويلة الى دقائق او ساعات معدودة وبدقة اكبر ٠

وفي مجال اطارات السيارات يمكن استخدام النظائر ايضا في الكشف عن متانة المطاط المستعمل في صنعها ٠ وذلك عن طريق طلي الطبقة السطحية للاطار بطبقة رقيقة من الفسفور (٣٢) المشع ٠ وبعد ان تقطع السيارة بضعة كيلو مترات يمكننا كشف مقدار النقصان في مادة الفسفور المشع باستخدام جهاز حساس للاشعاع كعداد كايكر مثلا وبالتالي يمكن الكشف عن متانة ومقاومة المطاط للتآكل ٠

النظائر في مجال البترول : ــ

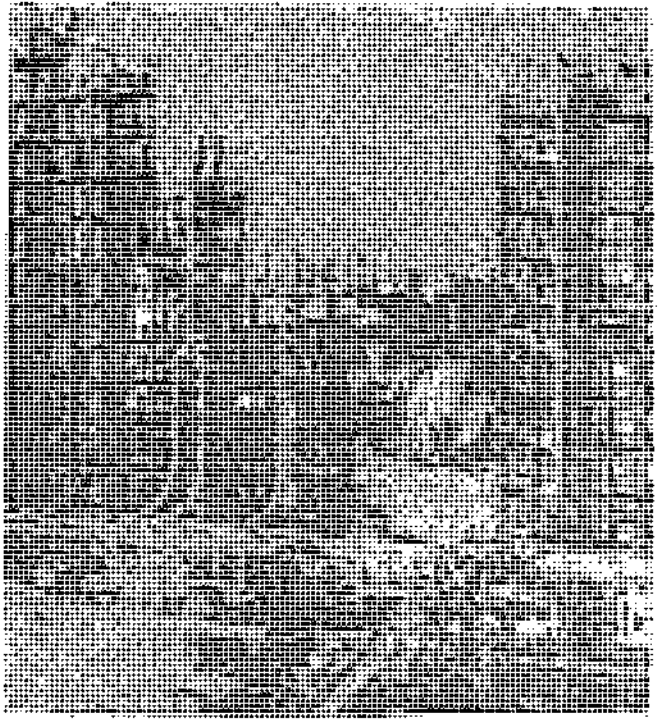
لقد ساهمت النظائر المشعة في هذا المضمار مساهمة اقتصادية فعالة ، فلقد صار بالامكان اليوم وبفضل النظائر ان نستخدم انبوباً واحدا فقط لضخ انواع متعددة من مشتقات البترول ، حيث تضخ هذه المشتقات (كالكازولين والكيروسين وزيت الوقود ٠٠٠) بالتتابع ، ويوضع في الحد الفاصل بين كل نوعين كمية يسيرة من عنصر مشع ، وباستخدام (عداد كايكر) ، حيث يوضع حول انبوب الضخ فيمكن معرفة اللحظة التي ينتهي فيها ضخ أحد الانواع وبدء النوع التالي ، دون الحاجة الى اخذ عينات واجراء الفحص عليها ٠

وبطريقة مماثلة يمكن استخدام مادة مشعة لقياس مستوى السوائل في الصهاريج ، اذ يمكن لعداد كايكر – اذا وضع جسم طاف في الصهريج – تحديد موضع هذا الجسم الطافي وبالتالي تحديد مستوى السائل في الصهريج وبدقة متناهية ·

وعلى صعيد اخر امكن استخدام النظائر بنجاح في مجال تحضير البنزين ، فالمعروف ان عملية تحطيم البترول الى عدد من النواتج الخفيفة ، والتي اهمها البنزين تحتاج الى درجات حرارية عالية ، وتحت ضغوط مرتفعة ، وهذا يتطلب اجهزة ذات جدران سميكة ومتينة · ولمراقبة عملية تحطيم البترول كان لابد من ثقب هذه الجدران لتثبيت اجهزة المراقبة وادارة العمليات ، مما كان يسبب نقاط ضعف فيالاجهزة اما اليوم فلقد صار بامكان الخبراء مراقبة كل ما يجري داخل الاواني مراقبة دقيقة وسريعة دون الحاجة لثقب هذه الجدران وتركيب الاجهزة فيها ، وذلك باستخدام النظائر المشعة والتي يمكن مراقبتها ورصد حركتها بواسطة عداد كايكر عن كثب ·

النظائر وصناعة اللدائن : –

تستخدم في مجال صناعة اللدائن الاشعاعات المؤينة حيث تعرض اللدائن المختلفة للاشعاعات وذلك من اجل الحصول على انواع مختلفة الالوان حيث يؤثر الاشعاع في تلوين هذه اللدائن في اكثر من طريق باعادة ترتيب اجزائها · وقد يسبب التشعيع الى



شكل (٨) توفر النظائر المشعة للبدان الصناعية ملايين الدولارات سنوياً وتعطي صناعة البترول نموذجاً لذلك ، اذ تستخدم النظائر المشعة في طرق الكشف عن البترول وفي عمليات تكريره ·

جانب التلوين تليين اللدائن الصلبة او زيادة صلابتها . وبهذه الطريقة يمكن ادخال مواصفات جديدة على اللدائن ولقد صار بالامكان تصنيع اللدائن واشراكها في مجالات الحياة المختلفة . فهي تستخدم في صناعة الاثاث المنزلية ومواد البناء وادوات المعامل واجهزة الطب وانابيب المياه واجهزة الراديو والتلفزيون ، ولايكاد مرفق من مرافق الحياة يخلو من اجهزة كونت جميعها او اجزاء منها من اللدائن الرخوة أو الصلبة .

تصنع اللدائن عادة من مواد كيماوية تستخلص من فضلات صناعة البترول والفحم ، وتختلف صناعتها باختلاف ترتيب الجزيئات المكونة لها ، ويستطيع الاشعاع ان يؤثر في الخواص الفيزياوية والكيماوية للدائن فينعكس ذلك على الشكل الظاهري والخواص الطبيعية للمادة المشعة .

النظائر وفحص الاجهزة : ـ

تساعد النظائر المشعة على معرفة الثقوب التي قد تحدث في انابيب مدفونة،فاذا حدث تسرب مامن جهاز معقد منأجهزة الانابيب الموجودة داخل ارضية منأسست مسلح، كما يحدث احيانا في انابيب اجهزة التدفئة المركزية ، فتنزع كل تلك الارضية لمعرفة موضع التسرب ، اما الان فلا تحتاج الا الى وضع كمية يسيرة من النظائر المشعة في الانابيب فتتركز القدرة الاشعاعية حيث يحدث التسرب ، وعندئذ

يمكننا تحديد المكانبالضبط بواسطة عداد حساس، فتحفر حفرة صغيرة في هذا الجزء حيث توجد الانبوبة التي يحدث منها التسرب .

وبنفس الطريقة يمكن الكشف عن اجزاء الآلات التي تعرضت الى التلف او التآكل والتي لايمكن رؤيتها بالعين المجردة او الطرق العادية . ويتم التصوير الاشعاعي في هذه الالات باستخدام النظير المشع حيث يوضع في جانب الالة المراد كشف تلفها او تآكلها او اماكن تصدعها او التوائها ويوضع في الجانب الاخر فيلم حساس ، وفي اقل من دقيقة يتم تصوير الفيلم حيث تظهر مناطق الكسر او الالتواء اكثر شفافية او اسودادا حسب نوع الفيلم .

ان التاثير الاشعاعي يشبه تاثير الضوء على الفيلم ، وبذلك يكشف الخلل في الماكنة او الالة كما تستخدم الاشعة السينية في كشف كسور العظام او رضوضها .

النظائر وعملية التصفيح : ـ

استنادا الىالحقيقة القائلة بانه كلما كانتالمادة الخاضعة للفحص اكثر سمكا فان الاشعاعات النافذة تكون اقل كمية اي انه كلما كانت الصفائح اكثر رقة فان كمية الاشعاع التي تخترقها تكون اكبر ، وبالعكس فان الصفائح السميكة لايخترقها الا جزء يسير من الاشعاع .

وبتطبيق هذه الحقيقة فانه يمكن التحكم اوتوماتيكيا بسمك صفائح العلب والورق والزجاج واللدائن وغيرها بسرعة فائقة وبدقة متناهية • فاذا وضعنا نظيرا مشعا فوق المادة المراد معرفة سمكها وعداداً تحتها ، فان العداد يمكنه معرفة التغيرات في شدة الاشعاع ويعطي بدوره مقاييس مستمرة للسمك حتى ولو كانت تلك الصفائح متحركة •

فاذا كانت الصفائح متجانسة السمك فان العداد يسجل قراءات ثابتة ، وتحيد هذه القراءات كلما اختلف السمك •

ان هذه الطريقة كثيرا ماتستخدم في معامل صناعة العلب الحافظة ، وتستعمل ايضا في صناعة الدخان للتاكد من سلامة عبوة علب السجائر •

النظائر في رصد الشوائب : ـ

يمكن استخدام النظائر في جميع الحالات التي تتطلب الكشف عن نقاوة الاجسام من مادة معينة • فاذا خلطنا كمية من الوسخ بمادة مشعة • ولوثنا بها قطعة قماش ثم غسلناها بالمنظفات ، امكننا بواسطة (عداد كايكر) كشف كمية المادة المشعة التي ظلت عالقة بالقماش بعد تنظيفه مهما كانت تلك الكمية ضئيلة •

هذا وقد ساعدت قدرة النظائر على كشف وجود اية كمية من الشوائب بهذه الدقة الكبيرة على تقدير نقاوة

الاطعمة والادوية والمعلبات وعلى رفع درجة نقاوتها • كما استعملت في تخليص خيوط النسيج من الكبريت الذي يضاف اليها عند بداية صنعها •

ان خيط النسيج الصوفي او القطني يجب ان يتخلص كليا من الكبريت المضاف اليه ، وكان هذا يشكل في الماضي معضلة شاقة وصعبة ومكلفة • اما اليوم فقد اصبح من السهولة بمكان بفضل (عداد كايكر) الذي يبين وجود اية مادة مشعة وكشف أثار الكبريت العالقة بالخيوط اذا كان الكبريت المستعمل قد مزج سابقا بمادة مشعة •

النظائر مصدرا للضوء والكهرباء : ـ

تعتبر بعض النظائر مصدرا للضوء ويرجح ان تكون هذه اقدم فائدة عرفت عن النشاط الاشعاعي فكلنا شاهد الساعات المضيئة بمادة الراديوم في ميناء الساعة ، ويطبق هذا الاستعمال الان في كثير من المواد فقد تم صنع اشارات مضيئة ضخمة تبهر الابصار بكل الالوان المطلوبة •

والعنصر المستعمل لهذا الغرض هو (سترونثيوم ٩٠) وهو احد العناصر التي توجد ضمن رماد الافران الذرية ، وهو يعطي اشعة بيتا (الكترونات) غير منظورة ، ولكنها عندما تصدم بالمواد الكيماوية تشع اضواء •

والعلامات المشعة الحديثة تحتوي على العنصر المذكور مغطى بطبقة فسفورية • ويتوقف لون الضوء

على نوع الفسفور المستعمل ، حيث توجد الوان بيضاء وحمراء وزرقاء وبرتقالية وقرمزية وغيرها ٠

ان الاشعة الالكترونية المنبعثة من النظائر المشعة اساس الكهرباء ، فليس التيار الكهربائي سوى مجرى الكتروني يجري في سلك ، فاذن لماذا لانلتقط الاشعة الالكترونية وتغذي بها السلك ونشغل الماكينات ؟ لقد امكن عمل ذلك بالفعل ، اذ امكن تشغيل النظائر في بطاريات ذرية ٠ ومن الممكن صنع بطاريات ذرية اقوى باستغلال الحرارة المنبعثة من المواد المشعة ، وتحول الحرارة مباشرة الى كهرباء بواسطة أزرار صغيرة زجاجية تسمى خلايا حرارية ــ كهربائية ويسير التيار في هذه الازرار الزجاجية اذا سخن أحد الجوانب بينما يبرد الجانب الاخر ٠

الفصل الخامس

النظائر المشعة والبحث العلمي

ان معين النظائر المشعة لاينضب ، وعطاءها لاينتهي ، فكل ماقدمته في ميادين الطب والزراعة والصناعة من خدمات جليلة لايعدو عن كونه الا جزء يسيرا من احتياطي هائل من الخير والعطاء اودعه الله سبحانه وتعالى في هذه العناصر السحرية والتي نسميها اليوم بالنظائر المشعة ٠

فها هي تمديد العون والمساعدةالى كل العلوم وتلعب دورا هاما في حل العديد من المعضلات التي لم يجد العلماء لها حلا وبقيت لغزا مستعصيا الى عهد قريب ٠

ففي مجال البايولوجيا ساعدت النظائر على فهم العديد من القضايا العلمية الهامة ومنها ٠

(١) دراسة عملية التركيب الضوئي :ـ

التركيب الضوئي هو تلك العملية الحيوية التي بواسطتها تستطيع النباتات الخضراء ان تقوم بصنع غذائها بنفسها ، معتمدة على مواد اولية بسيطة كالماء وثاني اوكسيد الكاربون ، وبمساعدة اشعة الشمس تتحول هذه المواد البسيطة الى مركبات غذائية معقدة يستفيد منها النبات والحيوان والانسان على حد سواء

هذه العملية السحرية والتي تلعب فيها النباتات دور أضخم واعجب معمل في الطبيعة ، حيث يقوم بانتاج مليارات الاطنان من الاغذية سنويا ، وبطريقة مدهشة ظلت سرا من اسرار الطبيعة الى وقت قريب ٠

ترى ماهي المراحل التي تمر بها هذه العملية ؟ وكيف تستطيع هذه النباتات ان تقوم بصنع هذه المواد الغذائية على اختلاف اشكالها والوانها من مواد اولية بسيطة لاتتجاوز الماء والاملاح والهواء ؟

لقد استطاع العلماء بفضل النظائر المشعة ان يكشفوا اسرار عدة جوانب من هذه العملية العملاقة والتي تبين عظمة الخالق سبحانه جلت قدرته ٠ فقد استخدم لهذا الغرض الكربون المشع (١٤) لتتبع مراحل تكوين جزيئة السكر ، والاوكسجين المشع (١٨) لمعرفة مصدر الاوكسجين المتحرر من هذه العملية ، فقد ثبت ان مصدر هذا الغاز هو الماء وليس غاز ثاني اوكسيد الكربون ٠

وهكذا امكن التعرف على بعض مراحل هذه العملية وفك بعض من رموز شفرتها الغريبة ٠

(٢) دراسة بعض العمليات الحيوية في جسم الانسان والحيوان : ـ

لقد فتحت النظائر المشعة آفاقا جديدة في ميدان الفسيولوجيا البشرية ، فلقد امكن دراسة ظروف تكون وخزن وهدم كريات الدم الحمراء في الجسم باستخدام الحديد المشع وذلك بان يعطى ضمن المواد الغذائية التي يتناولها الانسان ، ثم تقدر المدة اللازمة لظهور اشعاعاته في الدم وفي الاعضاء المختلفة ، كما يمكن معرفة تركيزه في بعض الانسجة والاعضاء كالنخاع والطحال والكبد ، باخذ عينات منها وتقدير كمية الاشعاع فيها بالنسبة للاشعاع الصادر من الحديد المشع الذي تناوله الانسان في غذائه ٠

وقد استخدمت النظائر المشعة أيضا لتعيين حجم الدم ومقدار دفع القلب للدم ، ولتحديد موقع الضيق في شرايين الانسان ، وذلك بان يحقن المريض بسائل لنظير مشع كالصوديوم ويقاس النشاط الاشعاعي المنبعث من شرايين الجسم في نقط متتالية ويكتشف مكان الضيق بمعرفة النقطة التي تنخفض عندها الاشعاعات المسجلة على العداد ٠

وعلى صعيد البحوث العلمية الاخرى فقد لعب الكربون المشع (١٤) دورا رئيسيا ومتميزا عن النظائر المشعة الاخرى وذلك لكون عنصر الكربون يدخل في تركيب جميع المواد

العضوية . فباستخدام الكربون المشع (١٤) يمكن دراسة افراز اللبن في الابقار ونمو الصوف في الاغنام وانتاج البيض في الداوجن .

وعلى سبيل المثال فان العلماء افترضوا منذ امد بعيد ان الكبريت مالم يدخل في مركب غذائي عضوي فان معظم الحيوانات لايمكنها الاستفادة منه ، ولكن هذه الفرضية ادحضت على يد النظائر المشعة ، فلقد اطعمت فراخ الدجاج بنظائر الكبريت في مركب غير عضوي ، فوجد ان هذا الكبريت استخدم من قبل هذه الفراخ في بناء البروتين .

(٣) دراسة تكوين بيض الدجاج : ـ

بتطبيق الطريقة السابقة والتي تعتمد على الكربون المشع (١٤) وجد ان البروتينات التي تتناولها الدجاجة حديثا لاتساهم في تركيب البيضة المتولدة فالذي يساهم في تركيب الصفار ان هو الا البروتينات المختزنة قديما في الدجاجة . في حين وجد ان القشرة الخارجية للبيضة تتشكل من المواد الكلسية الحديثة التي تتناولها في نفس اليوم ، فاذا لم تتناول الدجاجة القدر الكافي من المواد الكلسية فانها تبيض بيضة عديمة القشرة .

هذا وتجرى تجارب متشابهة على الحيوان لزيادة انتاجه ففي مختبر (أوك ردج) مثلا استعمل أحد العلماء النظائر المشعة ليدرس كيف يضع الدجاج البيض . وقد ظهر

الطعام المشع في البيض الذي باضه الدجاج بعد أربعين يوما من تناوله . ان البيضة تتكون في الدجاجة خلال نحو ثمانية ايام . ولكن تبين من هذه التجربة انها قد تحتوي على بعض الطعام الذي أكلته الدجاجة قبل اكثر من شهر . وبهذه الوسائل يأمل العلماء في زيادة انتاج البيض . فقد اجريت تجارب اشعاعية على نوع جديد من مادة لتسمين الفراخ واعطيت هذه المادة لها لكي تبطيء وظيفة الغدة الدرقية فتنمو الحيوانات بصورة اسرع ويزيد وزنها دون زيادة علفها .

(٤) تقدير عمر المتحجرات : ـ

يستطيع العلماء اليوم تقدير عمر المتحجرات العضوية عن طريق استخدام الكربون المشع (١٤) بفضل طريقة ابتكرها البروفسور (ويلاردليبي) من جامعة شيكاغو .

فمن المعروف ان النباتات الخضراء عند قيامها بعملية صنع غذائها عن طريق التركيب الضوئي فانها تأخذ الماء وثاني اوكسيد الكاربون الذي يحتوي عادة على كمية ضئيلة من الكربون المشع ، وبالنتيجة فان الغذاء المتكون بهذه الطريقة سيحتوي على الكربون المشع والذي يجد طريقه الى انسجة النباتات المختلفة . وعلى ذلك فانه يجب ان نتوقع ان كل النباتات تحتوي على بعض من الكربون المشع وهذا مايحدث فعلا ق حيث تتواجد منه كميات في اخشاب الاشجار واوراق الاعشاب ، وفي الفاكهة وفي وفي كل شيء تام .

وحينما يتغذى الانسان والحيوان على النبات فاننا يجب ان نتوقع ايضا ان جزءا من الكربون المشع انتقل من انسجة النبات الى انسجة الانسان والحيوان ، وهـذا مايحدث فعلا .

وعند موت الانسان او الحيوان او النبات فـان عملية اخذ الكربون المشع (١٤) تتوقف بطبيعة الحال ، ويبدأ هذا الكربون المشع بالانحلال الاشعاعي تدريجيـا وبمعدل منتظم .

لقد وجد العلماء ان الكربون المشع (١٤) ينحل ببطء وانه يفقد نصف نشاطه الاشعاعي بعد حوالي (٥٥٠٠) عام وهذا يعني انه بعد مضي (٥٥٠٠) عام يكون قد استهلك نصف كمية الكربون المشع التي كانت موجودة اصلا ، وبعد مرور (١١٠٠٠) عام سوف تبقى ربع الكمية الاصلية وهكذا ..

فلو كانت لدينا قطعة من الخشب تحتوي عـلى (١٠٠٠٠) ذرة من الكربون المشع (١٤) عند قطع الشجرة التي اخذت منها هذه القطعة ، ولا يمكنها ان تأخذ المزيد من هذا الكربون المشع لانها قطعة ميتة ولكنها فقـدت بانتظام ذرات الكربون المشع نظرا لانحلالها الاشعاعي ، فعندما يكون عمر هذه القطعة ٥٠٠/٥ عام فان عدد ذرات الكربون المشع سيكون (٥٠٠٠) ذرة فقط من هذا الكربون واذا قيست شدة النشاط الاشعاعي لهذه القطعة الخشبية

فان العداد سيسجل نصف النشاط الاشعاعي لقطعة خشبية مأخوذة حديثا ، وعندما يكون عمر القطعة (١١٠٠٠) عام فان عدد الذرات سيصبح (٢٥٠٠) ذرة كربون مشع فقط وان العداد لايسجل سوى ربع النشاط الاشعاعي لقطعة خشبية جديدة .

هذا وقد ساعدت قوانين الانحلال الاشعاعي على تقدير عمر التكوينات الجيولوجية . ولقد بنى التقدير الحديث لعمر الارض بخمسة آلاف مليون سنة على أساس الانحلال الاشعاعي لعنصر اليورانيوم . الا ان بعض العلماء يذهب الى التشكيك في صحة هذا التقدير على فرض ان اليورانيوم نفسه ناتج من الانحلال الاشعاعي لعنصر اخر اثقل منه كان موجودا على الارض قبل هذه الفترة الزمنية وربمـا لايزال موجودا في اجرام سماوية اخرى .

لقد استطاع البروفسور (ليبي) مكتشف هذه الطريقة ان يقدر زمن العصر الذي كان يعيش فيه الملك الفرعوني (سيزوستريس الثالث) كي يتحقق من نجاح هذه الطريقة وذلك بمعاينة نموذج خشبي لقارب صغير وجد في قبر ذلك الملك . وبعد الدراسة وجد انه كان يعيش حوالي عـام (١٨٥٠) قبل الميلاد . وقد قارن هذه النتيجة مع الحقائق التاريخية فوجد انها مطابقة لها تماما .

ومن اهم ماقام به التقويم (بالكاربون ١٤) من اعمال هو اثبات عمر وثائق البحر الميت ، فلقد اكتشفت اجزاء

من الكتاب المقدس في مغارات كبيرة مهجورة بالارض المقدسة وقد اثارت جدلا كبيرا بين الخبراء ، فقد قال بعضهم انها قديمة جدا يرجع عهدها الى عهد المسيح (ع) ، بينما ادعى اخرون انها مجرد نسخ كتبت منذ العصور الوسطى • وقد ثبت من تحليل الكربون المشع للقائف التي كانت تحيط بالوثائق مايقطع بان عمرها حوالي (٢٠٠٠) عام ، اي انها وثائق تاريخية وقيمة للغاية •

الفصـــل السادس

حذار من الاشـــعاع

استعرضنا في الفصول السابقة الفوائد العظيمـــة والخدمات التي قدمها الاشعاع والنظائر المشعة في جميـــع ميادين الحياة • كان ذلك هو الوجه المشرق للاشعاع ، ولكن ليس هذا هو كل شيء ، فللاشعاع وجه اخر • ان الاشعاع سلاح ذو حدين ، وعلينا ان نحسن استخدامه والا صار وبالا علينا • وانقلب خيره شرا •

فان كان للاشعاع دورا في علاج السرطان ، فـان للاشعاع ايضا يدا في تسبب امراض السرطان ، وقد اثبت ذلك ماخلفته القذائف النووية من اناس معتوهين ومرضى مشوهين باورام سرطانية مختلفة •

شكل (٩) الانفجار الذري فوق ناكازاكي

وتشير الدلائل بوضوح ان اكثر اجهزة الجسم حساسية على الاطلاق لتاثيرات الاشعاع هو جهاز الوراثة، اي الخلايا التناسلية التي تحمل المواد الوراثية ، في الغدد التناسلية ، اي في مبيضي الانثى وخصيتي الذكر ، فاي اشعاع يصل الى الخلايا التناسلية يمكن ان يحدث فيها طفرات وهذه الطفرات تنتقل الى الاجيال التالية • وان اكثر من (٩٩٪) من هذه الطفرات ضارة (راجع الفصل الثالث) • وهكذا فان اية زيادة في كمية الاشعاع الذي يتلقاه بنو البشر عادة من المصادر الطبيعية تعرض الكمال البشري للخطر وان اي تغير في جسم الانسان ليس في صالحه (لقد خلقنا الانسان في احسن تقويم) سورة التين (٤) • لذا فان تزايد عدد وانواع الطفرات لن يؤدي الا الى اختلال خطير في التوازن البيولوجي الذي يتمتع به بنو البشر •

ان الاشعاعات بجميع اشكالها سواء كانت منبعثة من ذرات مشعة طبيعيا او حفزت اصطناعيا يمكن ان تؤدي الى احداث الطفرات ، اضافة الى ذلك فان هنالك مصدر طبيعي للاشعاع ، ذلك هو الفضاء الخارجي ، والذي تنهمر منه على الارض جسيمات عالية الطاقة تعرف باسم (الاشعة الكونية) ويعتقد ان هذه الاشعة الكونية هي السبب الرئيسي للطفرات في جميع الكائنات الحية •

ومن مصادر الاخرى للاشعاع الذي نلتقطه في بيئتنا المواد المضاءة التي تطلى بها الارقام والمؤشرات في ساعات

اليد ، والساعات الكبيرة ، ولوحات اجهزة القياس في السيارات ، واشعة اكس التي نتعرض لها اثناء الفحوص الطبية وفحوص الاسنان والفلور سكوبات (اجهزة الاستشعاع) وما شابه ذلك من مصادر الاشعاع المؤين المنبعث بالطرق الاصطناعية .

«والارجح ان التلف الذي اصاب الاجهزة الوراثية لالاف الناس نتيجة سوء استخدام اشعة اكس في الفحوص الطبية وفحوص الاسنان يزيد كثيرا ـ حتى الان ـ عن التلف الذي اصاب هذه الاجهزة نتيجة الاشعاعات الذرية المتخلفة عن الانفجارات النووية » على حد تعبير (اشلي مونتاجيو) احد ابرز علماء الانثروبيولوجيا .

ويستطرد هذا العالم فيقول في كتابه (الوراثة البشرية) ان الادوات العادية التي نأخذها على انها قضية مسلمة ، تنطوي على خطورة كامنة اكبر من الخطورة التي تنطوي عليها اشعة اكس ذاتها . فقد اثبت مثلا «هايبرتل» في انجلترة منذ وقت قريب ، ان اشعاع (كاما) المنطلق من المواد المضاءة التي تطلى بها كثير من ساعات اليد العادية لايفوق في تاثيره على الغدد التناسلية الا الاشعاع المنطلق اثناء فحوص الاشعة التي تجري لاعراض تشخيصيه .

في عام ١٩٥٩ عرض صانع ساعات سويسري في الاسواق ساعات يد ذات ميناءات مضيئة مطلية بمركب يباع في الاسواق تحت اسم تجاري (لوموشتابيل) . وبعد

عدة اسابيع من ارتداء هذه الساعات ، عولج عدد من الاشخاص من حروق مقابلة لدائرة الارقام المضيئة ، وقد تبين ان اللوموشتابيل التي كانت تباع دون اي تحذير من نشاطها الاشعاعي ، تحتوي على كمية كبيرة من «السترونتيوم ٩٠» لذا فان هذا النوع من الساعات قد اوقف بيعه .

ان الطفرات الناتجة بسبب الاشعاع تتفاوت في تاثيراتها بين احداث الموت والعقم او عيوب رئيسية اخرى خطيرة . هذه التاثيرات يمكن ملاحظتها عادة خلال الجيل الاول . اما التاثيرات الضارة البسيطة فلا يمكن ملاحظتها بنفس السهولة ، اذ انها تظل مستترة في التكوين الوراثي للاجيال المتعاقبة وفي بعض الافراد يظهر الضرر الوراثي على الفور .

لقد بات من الواضح الان ان الضرر الوراثي الناجم عن الاشعاع يتناسب ـ على وجه التقريب ـ مع معدل الطفرات ويتناسب معدل الطفرات مع جرعة الاشعاع التي يتلقاها الشخص . فاذا زدنا الاشعاع بنسبة (٥٪) فان الطفرات الناتجة عن الاشعاع تزداد ايضا بنسبة (٥٪) . واذا اضفنا بعد ذلك زيادة مقدارها (٧٪) من الاشعاع الى الـ (٥٪) السابقة ، يكون لدينا جرعة اشعاعية مقدارها (١٢٪) ، وزيادة اجمالية في الطفرات مقدارها (١٢٪) . والضرر الوراثي الناتج يكون تراكميا ، سواء انتشر على فترة قصيرة او طويلة من الزمن

والجرعات الكبيرة من الاشعاع تحدث عددا اكبر من الطفرات غير ان هذه الطفرات لاتكون اشد ضررا بدرجة ملموسة ٠

من الواضح اذن انه مادامت جميع انواع الاشعاع قادرة على احداث طفرات في الخلايا الجرثومية (التناسلية) فلا يمكن ان يكون هناك مايسمى بمعدل الطفرات المأمونة لان جميع الطفرات تقريبا ضارة من الناحية الوراثية ٠ والشيء الهام الذي ينبغي ان نضعه في اعتبارنا هو الضرر الوراثي الذي يصيب الخلايا التناسلية للشخص ، نتيجة جرعة الاشعاع الكلية المتراكمة التي تتلقاها هذه الخلايا منذ الحمل فيه حتى الحمل في طفله ٠

وقد قدرت الجرعة الاجمالية المتراكمة التي يتلقاها الشخص ، في المتوسط ، خلال السنوات الثلاثين الاولى من عمره على النحو التالي مقاسة بالرونتجن (ر)(*) :ـ

١ ـ الاشعاع البيئي الطبيعي (الاشعة الكونية)	
المواد المشعة الموجودة طبيعيا	٠ر٣٤
٢ ـ أشعة اكس الطبيعية	٠ر٣٠
٣ ـ الاشعاعات الذرية المنطلقة من التجارب الذرية	٠ر٠١
	٠ر٧٤

(*) نسبة الى كونراد رونيتجن الفيزيائي الالماني الذي اكتشف اشعة اكس عام ١٨٩٥ وهو الكشف الذي منح من اجله جائزة نوبل في الفيزياء عام (١٩٠١) ٠

ان هذه التقديرات لاتضع في اعتبارها مصادر الاشعاع الاضافية ، مثل الطبقات المشعة التي تطلى بها الساعات ولومات أجهزة القياس في السيارات ، وغيرها من أجهزة القياس والنظائر المشعة المستخدمة في البحوث ، وطرق تقدير الكربون (١٤) ومحطات الاذاعة والتلفزيون ذات الطاقة العالية ، وماشابهها ، ناهيك ماقال به البعض في الاونة الاخيرة من تأثيرات الطفرات الناجمة عن ارتفاع درجة حرارة الخصى في الذكور نتيجة ارتداء السراويل الضيقة !!

ولقد قدر الدكتور «جيمس ف ٠ كرو» عالم الوراثة في جامعة وسكنسن ، ان تعرض سكان العالم لكمية من اشعاع مقدارها (١ر٠) يؤدي على الاقل الى ولادة (٨٠٠٠) طفل في الجيل الاول مصابين بعيوب بدنية او عقلية جسيمة او مجموع قدره (٨٠ر٠٠٠) في الاجيال المقبلة «على فرض ان اطفال العالم عددهم (٣) بليون» ٠ كما تصل وفيات الحوامل والاطفال الى (٢٠ر٠٠٠) في الجيل الاول و (٣٠٠ر٠٠٠) في مجموع الاجيال المقبلة ٠ ووفيات الاجنة وحديثي الولادة الى (٤٠ر٠٠٠) ، بمجموع اجمالي قدره (٧٠ر٠٠٠) ٠ ويعتقد الدكتور «كرو» ان هذه الارقام اقل من القيمة الحقيقية على الارجح ٠ وقد يوجد بالاضافة الى ذلك ، عدد اكبر ولكنه غير معروف ٠ من التأثيرات البسيطة او غير المحسوسة ٠

لقد اوضحت الاحصائات انه من (٤ ـ ٥٪) من جميع الاطفال الاحياء المولودين في الولايات المتحدة يعانون عيوبا

مثل النقص العقلي ، او الصرع او التشوهات الخلقية ، او الامراض العصبية ـ العضلية ، او امراض الدم والغدد او امراض الجلد والجهاز الهيكلي ، او عيوب الجهاز الهضمي او التناسلي البولي ، ويرجع نصف هذه العيوب تقريبا ، اي حوالي (٢٪) من الغدد الاجمالية الولادات الحية ـ بمجموع قدرة (٢) مليون ـ الى اصل وراثي ، وهي تظهر قبل النضج الجنسي ٠

ولقد ذكر عالمان سوفيتان هما (م ٠ ن ٠ ليفانوي M.N. Livanoy ٠ و ٠د ٠ P ٠ بيريكسوف D.A. Biryukov ٠ امام المؤتمر الدولي الثاني للامم المتحدة والمنعقد في جنيف في سبتمبر عام (١٩٥٨) لبحث استخدام الطاقة الذرية في الاغراض السلمية ، ان الاشعاعات المؤينة تحدث تاثيرات عميقة في المخ والجهاز العصبي المركزي ولما كان الاطفال اشد حساسية للاشعاعات المؤينة من البالغين فان تادية الجهاز العصبي والذكاء لوضيفتهما تتاثر في نسبة كبيرة من الصغار ، بحيث ان من لم يتاثر منهم وراثيا بالاشعاع قد ينحدر الى مستوى الذين تاثروا ٠ ولايخفى ان الاشعاعات المؤينة التي تؤثر في الجهاز العصبي والذكاء تضر ايضا عددا كبيرا من البالغين في جميع الاعمار ٠

ومن سوء الحظ ان التغيرات الوراثية التي تؤثر في الذكاء وعمل الجهاز العصبي على نحو ضار ، تكون على الارجح من النوع الذي لايمكن كشفه في صورة تاثيرات

جنينية تسهل رؤيتها ٠ ومن ثم لايمكن كشفها الا في متورة زيادات واضحة في معدل حدوث هذه الاضطرابات والتعرض لجرعات صغيرة مستمرة من الاشعاع يحدث تاثيرات صغيرة مقابلة في اغلب الافراد ، وتاثيرات كبيرة في عدد قليل نسبيا منهم ٠ هذا النوع من الضرر المستتر صعب كثيرا في عزله ومعالجته ٠ ومن هنا كان من الضروري اجراء قدر اكبر من البحوث ، وخاصة من الطراز الذي يوصلنا الى كشف هذا النوع من الضرر الوراثي المستتر ٠

ويقول عالم الانتروبولوجيا «اشلي مونتاجيو» في كتابه الوروثة البشرية :ـ

«انه حينما تتخذ التحوطات المناسبة ، فان الاشعاع التشخيصي والعلاجي يمكن ان يستخدم بامان لمنفعة البشر وهذه التحوطات ينبغي ان تفرض لابحكم اللوائح او القوانين فقط ، بل الاهم من ذلك ان تفرض بقوة المبادىء الاخلاقية المتصلة بهذا الموضوع فليس من حق احد ان يجعل الديون الوراثية تتراكم ، ثم يترك امر سدادها لاولاده واحفاده ، ونحن لانملك ان نسحب هذه السندات الطويلة الاجل على حساب مستقبل البشرية » ٠

المصـــادر

١ـ الاشعاع والطفرات ـ عن كتاب قضية الخلق ـ عبد الرسول مهدي عبرة

٢ ـ النظائر المشعة في خدمتك ـ عن مجلة المعلم الجديد عبدالرسول مهدي عبرة

٣ ـ الكيماء الحيوية تاليف P.H. Jillmek ٠ ترجمة عبد الرسول مهدي عبرة ويحيى السلطاني ٠

٤ ـ الكيماء في الكون والحياة ٠ د ٠ عبد الملك ابو عوف ٠

٥ ـ الكيماء اللاعضوية ٠ د ٠ عبد المجيد مرزوق العجان

٦ ـ الكيماء د٠ فهد علي ، د٠ جلال محمد ٠

٧ ـ مختارات علمية في الفيزياء النووية ـ لبيب بيضوني

٨ ـ الذرة ومنافعها السلمية ـ مارتين مان ٠

٩ ـ القنبلة النافعة ـ د ٠ محمد فتحي عبد الوهاب ٠

١٠ ـ الغبار الذري ٠ د ٠ محمد جمال الدين العتدي

١١ ـ الطاقة الذرية ـ غبريال وهبة ٠

١٢ ـ قصة النيوترون ٠ دونالدهيوز ٠ ترجمة د ٠ رمزي ميشو ، د ٠ راشد الراشد

١٣ ـ الوراثة البشرية ٠ اشلي مونتاجيو ترجمة زكريا فهمي ٠

١٤ ـ الوراثة وطبيعة الانسان ٠ ث ٠ دوبجانسكي ترجمة زكريا فهمي ٠

١٥ ـ الوراثة ٠ د ٠ عزيز فاضل الخشن ٠

١٦ ـ كل شيء عن الوراثة ٠ جوريث راندال ٠ ترجمة حسين فهمي فراج

١٧ ـ ماذا تعرف عن علم الوراثة ٠ د ٠ عبد العظيم طنطاوي

١٨ ـ الخلايا المتوحشة ـ السرطان ـ د ٠ عبد الباسط الاعصر ، د ٠ شريف عمر د ٠ محمود الوزباني ٠

١٩ ـ معجزات العلم ٠ فرانك روص ٠ ترجمة ٠ سعد زغلول محمد ٠

٢٠ ـ اسرار الحياة ٠ اناتولي شفارتز ٠ ترجمة زكريا فهمي ٠

٢١ ـ الانسان ٠ جان روستان ٠ ترجمة د ٠ عزيز التكريتي ٠

٢٢ ـ هل لك في الكون نقيض ؟ د ٠ عبد المحسن صالح ٠

٢٣ ـ مجلة العلم والحياة ٠ عدد (٣٩ ـ ٤٠) مديرية الرعاية العلمية العامة ٠

٢٤ ـ اعداد من الملحق العلمي لجريدة الجمهورية ٠

٢٥ ـ التحقيق المصور الذي نشرته صحيفة الثورة بتاريخ ١٠ ـ ٢ ـ ١٩٧٥ تحقيق واع ٠

صدر من الموسوعة الصغيرة

١٠١ ـ الصراع الفكري عند الجاحظ تاليف د . الياس فرح

١٠٢ ـ القنبلة النيوترونية تاليف محمد عبداللطيف مطلب

١٠٣ ـ لمحات من البطولة العربية في شعر الحرب تاليف غانم جواد رضا

١٠٤ ـ التحول وجسم الانسان تاليف د. امرة عبدالستار البروني

١٠٥ ـ العربية تواجه العصر تاليف د . ابراهيم السامرائي

١٠٦ ـ الوقود النووي تاليف د . نعمان النعيمي

١٠٧ ـ افلام الرسوم المتحركة والدمى تاليف رضا الطيار

١٠٨ ـ مدينة بغداد تاليف د . خالص الاشعث

١٠٩ ـ مبيدات الحشرات تاليف د . جليل ابو الحب

١١٠ ـ الجاحظ تاليف د . وديعة طه النجم

١١١ ـ الجزري رائد الميكانيك التطبيقي العربي تاليف ماجد عبدالله الشمس

١١٢ ـ حروف الاضافة في الاساليب العربية تاليف يوسف نمر ذباب

١١٣ ـ الغذاء والتطور العلمي للتغذية تاليف محمد عبد السعدي وحميد مجيد العبيدي

Little Encyclopedia

A Fortnightly Cultural Series dealing with various branches of Science, Art, and Literature

Issued by Dar — Al-Jahidh
Al-Khulafä Street — Baghdad

Editor-in-Chief
Musa Kraidi

توزيع الدار الوطنية للتوزيع والاعلان

رقم الايداع في المكتبة الوطنية ـ بغـداد
(١٣١٩) لسـنة ١٩٨٢

دار الحرية للطباعـة ـ بغـداد
١٤٠٢ هـ ـ ١٩٨٢ م