الباب الأول

(1-1)المقدمة

يطلق إسم الإشعاعات المؤينة على جميع الإشعاعات النووية وهي شكل من أشكال الطاقة لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة لكي يمكن تجنب التعرض لها كما أنه لا يمكن للإنسان أن يحس بها كإحساسه بحرارة الشمس والنار مثلا فيمكنه الابتعاد عنه وإنما تتسلسل الإشعاعات المؤينة الخفية إلي الجسم وتنتقل طاقتها إليه والتي تؤدي إلي أضرار تتراوح بين عدة ساعات وعشرات السنوات علي حسب الجرعة التي يتعرض لها الجسم[1]

وإن المواد المشعة هي المواد المصاحبة للتقنية النووية التي استخدمت لخدمة الإنسان في مجالات عديدة مثل الصناعة النووية،الطب التشخيصي والعلاج وغيره والتي هي من أضخم المشاكل التي تعاني منها معظم الدول .

يقصد بالإشعاع المؤين تلك الأشعة التي لها القابلية لتفكك الذرات والجزئيات التي تتكون منها المادة ومن ضمنها أجسام الكائنات الحية . وتشمل أشعة قاما وجسيمات ألفا وبيتا والنيترونات .

والمقصود بتفكك الذرات والجزئيات هو تحرر الإلكترونات من مداراتها حول نوى الذرات والجزئيات مؤديا ذلك إلي تأينها (أي جعلها غير متعادلة كهربائيا).

يتعرض الإنسان للإشعاع المؤين من مصدرين أساسيين هما النظائر المشعة الطبيعية naturally occurring Radionuclide's والنظائر المشعة الصناعية Artificial Radionuclide إما المصادر الطبيعية فتوجد علي سطح الأرض وقد تتركز هذه النظائر من منطقة إلي أخرى بتركيز متفاوتة .فالعناصر المشعة الطبيعية موجودة أصلا في الصخور والتربة وبالتالي في كثير من مواد البناء.ويسهم الإشعاع الصادر عنها في خلفية إشعاع الأرض الكيميائي الذي يتعرض له الجسم البشري من خارجه.

تشكل الاستخدامات الواسعة للمواد المشعة الصناعية والطبيعية في مختلف الأنشطة النووية وفي المفاعلات النووية إضافة إلي التطبيقات الطبيعية والعلمية وكذلك تفجيرات الأسلحة النووية المصادر الأساسية للإشعاعات النووية التي مكن أن يتعرض لها الإنسان .

:

وأخطر ما ينشر المواد المشعة الصناعية في الوسط المحيط هي التفجيرات النووية فوق سطح الأرض كالتي فجرت فوق اليابان (هيروشيما وناجازاكي) في الحرب العالمية الثانية .

كذلك حوادث المفاعلات النووية التي يمكن أن تؤثر علي البشرية إلي حد بعيد نتيجة أخطاء أو أعطال في تشغيلها (حادثة تشرنوبيل 1986) وتضاف إليها التجاوزات اللا إنسانية المتمثلة في رمي النفايات النووية المختلفة مع إهمال اتخاذ تدابير الوقاية اللازمة لمنع انتشارها في البيئة.

(1-2) مشكلة البحث

عندما تتعرض المواد لأشعة مؤينة مثل أشعة قاما أو أشعة اكس أو جسيمات ألفا و بيتا فإنها تتأثر بها ويتوقف مدي التأثير علي نوع المادة وشدة الإشعاع ونوعه.

فإن خلايا الكائنات الحية يحدث لها تلفا إشعاعيا نتيجة لحدوث تأين بها ،وأن الجرعات العالية تحدث تلفا كبير لهذه الخلايا مما يؤدي إلي موتها بالإضافة إلي ذلك فإن الإشعاعات المؤينة تحدث تشوها في الجينات أو في الخلايا المسئولة عن التكاثر مما ينتج عنه ذرية مشوه لذلك يجب التعامل بحزر شديد مع الأشعة المؤينة كأشعة اكس وقاما والأشعة السينية المستخدمة في مجالات مختلفة .

لذلك كان لا بد من التعرف عن مصادر هذه الإشعاعات واستخدامها في المجالات المختلفة بالطرق التي تضمن السلامة الإنسانية والبيئة .

(1-3) فروض البحث

تركزت فروض الدراسة في النقاط الأساسية هي:-

1- التعرف على مصادر الأشعة المؤينة الطبيعية والصناعية يعتبر أمر في غاية الأهمية .

2- كيفية الاستخدام الأمثل للأشعة المؤينة بالطريقة التي تحفظ سلامة البيئة والإنسان .

3- التعرف على بعض النفايات المشعة الناتجة من الاستخدامات البشرية.

4- كيفية الوقاية من هذه الإشعاعات.

:

(1-4) أهداف البحث

تتمثل أهداف البحث في الآتي:-

1- التعرف على مصادر الأشعة المؤينة بأنواعها المختلفة الطبيعية والصناعية وكيفية استخدامها مع الاستخدام الأمثل لضمان حماية البيئة والإنسان.

2- التعرف على طرق التخلص الآمن من النفايات المشعة .

3- التعرف على الخطوات المتبعة في نظام عمليات التخلص من النفايات.

(1-5)المحتوى

يحتوي البحث على أربعة أبواب ،الباب الأول المقدمة والباب الثاني التأثيرات البيولوجية للإشعاعات المؤينة والباب الثالث استخدامات الإشعاعات المؤينة ونفايات الإشعاعات المؤينة والباب الرابع مصادر الأشعة المؤينة.

الباب الثاني

التأثيرات البيولوجية للإشعاعات المؤينة

(2-1)فسيولوجية الإنسان وكيفية دخول المواد المشعة

إن معرفة فسيولوجية الإنسان (أي وظائف أعضاء جسم الإنسان وأجهزته المختلفة) ضرورية لفهم طرق وصول المواد المشعة لجسم الإنسان وتوزيعها داخله.

وعموما يتكون جسم الإنسان من عدة أعضاء وأجهزة يقوم كل منها بوظيفة معينة .واهم الأجهزة اللازمة لفهم كيفية توزيع المواد المشعة في الجهاز التنفسي المسئول عن التزود بالأوكسجين والتخلص من الغازات مثل ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء،والجهاز الدوري المسئول عن ضخ الدم ،والجهاز الهضمي المسئول عن هضم وامتصاص الغذاء.

(2-1-1)الجهاز الدوري the circulatory system

هو عبارة عن دارة مغلقة من الأنابيب ينتقل خلالها الدم من القلب إلي جميع أجزاء الجسم ثم يعود من هذه الأجزاء إلي القلب ، الذي يدفع الدم المؤكسد إلي الرئتين حيث يتخلص من ثاني أكسيد الكربون ويتزود بالأكسجين ، ثم يعود الدم المزود بالأوكسجين إلي القلب مرة ثانية ليوزعه على كافة أجزاء وأعضاء الجسم .

والقلب عبارة عن مضختين تقوم المضخة اليسرى بدفع الدم المحمل بالأوكسجين والغذاء خلال الشرايين إلي جميع أجهزة أنسجة الجسم . وعند مرور الدم في الشعيرات الدموية تحدث عملية تبادل ينقل خلالها الأوكسجين والغذاء إلي الخلايا ، في حين تنتقل الفضلات وثاني أكسيد الكربون من الخلايا إلي الدم . ثم يعود الدم في الأوردة إلي القلب . وإما المضخة اليمنى من القلب فتضخ الدم خلال الشريان الرئوي إلي الرئتين حيث يطرد ثاني أكسيد الكربون ويتأكسد الدم ثم يعود من جديد خلال الأوردة الرئوية إلي القلب .

ويحتوي جسم الإنسان كامل النمو على حوالي 5 لترات من الدم وتدور هذه الكمية في الجسم مرة كل دقيقة.ويتلون الدم من ثلاثة أنواع مت الخلايا، وهي الخلايا الحمراء(erythrocytes)

والخلايا البيضاء(granulocytes) ،والصفائح الدموية (thrombocytes) ، وتقوم كل مجموعة من هذه الخلايا بوظيفة معينة ، فتقوم خلايا الدم الحمراء بنقل الأكسجين والغذاء اللذان

:

تحتاجهما خلايا الجسم إلي كافة الأعضاء والأنسجة ، وتقوم خلايا الدم البيضاء بمهاجمة الميكروبات ،لذلك فهي تعتبر بمثابة وسيلة للدفاع ضدها .وإما الصفائح الدموية فمهمتها تكوين الجلطة الدموية عند حدوث أي جروح لمنع حدوث النزيف.[2]

(2-1-2)الجهاز التنفسي the respiratory system

تتلخص عملية التنفس في التخلص من ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء والحصول على الأكسجين اللازم لحرق الغذاء،وتغذية الخلايا. وتحدث هذه العملية في الرئتين عند مرور الدم في شعيراتها فتتم عملية التبادل في الشعيرات القريبة من الحويصلات الهوائية ويحتاج الإنسان البالغ إلي حوالي 20مترا مكعبا من الهواء في اليوم يستهلك نصفها تقريبا خلال ساعات العمل الثمانية .

واثنا عملية التنفس يستنشق الإنسان مواد غريبة كثيرة تكون في حالة غازية أو في شكل غبار عالق في الهواء . فإذا كانت هذه المواد في الحالة غازية فإنها تمر مع الهواء إلي الدم بنسب كبيرة أو صغيرة حسب سرعة ذوبانها في الدم.وإذا كانت هذه المواد في شكل غبار فانه يمكن أن يترسب جزء منها في الرئتين ، ويخرج الجزء الأخر مع هواء الزفير أو أن يعلق في الجزء العلوي من الجهاز التنفسي ، وبالتالي يتم بلعها مع الطعام. ويعتمد سلوك المواد المترسب في الرئتين على سرعة ذوبانها فإذا كانت سريعة الذوبان فإنها تمتص بسرعة (أي خلال ساعات محدودة)وتسري في الدم ، وإما إذا كانت بطيئة الذوبان فإنها تعلق في الرئتين لمدة طويلة قد تصل أي عدة شهور . وبذلك يتضح إن الجهاز التنفسي يعتبر احد المداخل الرئيسية لدخول المواد المشعة للجسم ثم انتقالها للدم ومنه إلي أعضاء الجسم المختلفة.

(2-1-3)الجهاز الهضمي the digestive system

يتكون الجهاز الهضمي من القناة الهضمية المكونة بدورها من البلعوم والمريء والمعدة والإثنى عشر والأمعاء الدقيقة والأمعاء الغليظة وملحقاتها. ويتحول الغذاء في هذا الجهاز بفل الإنزيمات الهاضمة إلي صورة بسيطة ومناسبة لامتصاصه إلي الدم ومنه إلي خلايا الجسم .

فتحصل بذلك على الطاقة اللازمة للاحتراق والغذاء اللازم للنمو وإعادة بناء الخلايا .وأما الغذاء الذي لم يمتص وكذلك البكتريا والخلايا الميتة التي تلفظها الأمعاء فتخرج جميعا في شكل فضلات صلبة (براز). وأما الفضلات السائلة وهي الفضلات والأملاح الذائبة في الماء التي تكون داخل الخلية فيتم إخراجها عن طريق الرئتين والمسالك البولية.

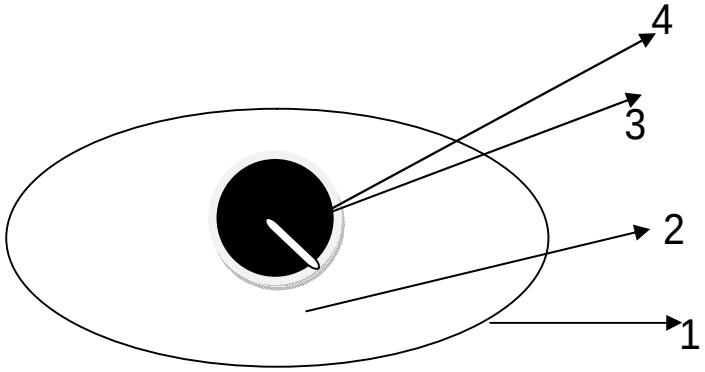
:

وعند بلع المواد المشعة تمر مع الطعام عبر القناة الهضمية . فإذا كانت هذه المواد من النوع الذي يذوب في الماء أو بفعل الإنزيمات المختلفة فإنها تمتص مع الغذاء وتصل إلي الدم ، الذي يوزعها على جميع أجزاء الجسم . ويمكن أن تتركز المواد المشعة في أعضاء معينة من الجسم . فعلى سبيل المثال يتركز السيزيوم 137المشع في الأنسجة الرخوة في حين يتركز الإسترانشيوم90 في العظام .وأما المواد غير القابلة للذوبان في الماء أو الأنزيمات فإنها تمر عبر الجهاز الهضمي كله وتقوم بتشيع (أي تعريضه الإشعاع) هذا الجهاز أثناء مرورها فيه وخاصة الأمعاء.[3]

(2-2)الخلية الحية the cell

تتكون جميع أعضاء الكائنات الحية من وحدات دقيقة تعرف كل وحدة منها بالخلية . واهم مكونات الخلية هي النواة والسائل المحيط بها المعروف باسم السيتوبلازم وجدار الخلية.

ويعتبر السيتوبلازم بمثابة المصنع للخلية في حين تحتوي النواة على جميع المعلومات اللازمة لقيام الخلية بوظيفتها وتكاثرها والمحافظة على خصائصها . فالسيتوبلازم يقوم بتحويل الغذاء الذي يصله إلي طاقة وجزئيات صغيرة . وتتحول هذه الجزئيات الصغيرة فيما بعد إلي جزئيات أكثر تعقيدا وهي التي تحتاجها الخلية لعمليات التجديد والانقسام. أما النواة فتحتوي على الكر وموسومات التي تعتبر تراكيب سلسلة طويلة من الجينات . وتحتوي خلية الإنسان على حوالي46 كروموسوم.



شكل(1-2-1) النواة

1- جدار الخلية 2- السيتوبلازم

3-جدار النواة 4- النواة

:

وتقوم الخلية بالتكاثر للمحافظة على النوع وتعويض ما يموت منها .ويتراوح عمر الخلية (معدل انقسامها أو تكاثرها في الإنسان)بين عدة ساعات وعدة سنوات على حسب نوع الخلية ويحث التكاثر عادة بطريقتين الأولى هي التكاثر اللاجنسي (mitosis)،والأخرى هي التكاثر الجنسي(meiosis).ويحدث التكاثر اللاجنسي في خلايا الجسم العادية حيث يتضاعف عدد الكر وموسومات طوليا ثم تنقسم الخلية الأصلية إلي خليتين متشابهتين نماما ومشابهتين للخلية الأصلية.

أما التكاثر الجنسي فهو نوع خاص يحدث بين نوع من الخلايا تعرف باسم خلايا التكاثر الجنسي وهي الحيوان المنوي في الذكر والبويضة في الأنثى .ويحدث هذا النوع من التكاثر مرة واحدة خلال دورة حياة الخلية. فعند تلاقي الحيوان المنوي مع البويضة يتحدان وتتجمع وتتكون بذلك البويضة المخصبة.

(2-2-1) تفاعل الإشعاعات المؤينة مع الخلية

عند سقوط الإشعاعات المؤينة على الخلية فإنها تودي إلي تأين بعض مكونتها وخصوصا جزيئات الماء، الذي يمثل الجزء الأكبر في أي خلية حية ، ويؤدي تأين الماء إلي حدوث تغيرات كيمائية قد تؤدي بدورها إلي إحداث تفجيرات في وظيفة الخلية. ويمكن إن تظهر نتائج هذه التغيرات في الإنسان في شكل أعراض إكلينيكية كالمرض الإشعاعي أو إعتام عدسة العين أو الإصابة بالسرطان على المدى الطويل.

تؤدي الإشعاعات المؤينة إلي إتلاف الخلية من خلال عدة مراحل مختلفة ومعقدة نوجزها فيما يلي:

(2-2-2)المرحلة الفيزيائية the physical stage

تتم هذه المرحلة خلال زمن قصير جدا من لحظة دخول الإشعاع أو الجسيم للخلية . وفي هذه المرحلة تنتقل الطاقة من النوع المعين من الإشعاعات إلي جزئيات الماء بالخلية ويحدث التأين طبقا للتفاعل التالي:

$$Photon + H_2O \rightarrow H_2O + e^-$$

حيث H_2O^+هو أيون الماء الموجب ، e^- هو الإلكترون السالب .

:

(2-2-3)المرحلة الفيزيوكيميائية the physic-chemical stage

وتتم هذه المرحلة خلال زمن قصير بعد حدوث التأين ، ويحدث خلالها تفاعل الايونات الموجبة والسالبة مع جزئيات الماء الأخرى فينتج عن هذا التفاعل عدة مركبات جديدة فعلى سبيل المثال يمكن أن يتحلل ايون الماء الموجب مكونا ايون هيدروجين موجب وايون هيدروكسيد OH طبقا للمعادلة التالية :

$$H_2O \rightarrow OH + H^+$$

أما الالكترونات السالب فيمكن إن يتحد مع جزئ ماء متعادل مكونا بذلك ايون ماء سالب ،أي إن:

$$e^- + H_2O \rightarrow H_2O$$

ثم يتحلل هذا الايون الأخير مكونا الهيدروجين وايون الهيدروكسيد السالب أي:

$$H_2O \rightarrow H + OH$$

وهكذا تؤدي هذه التفاعلات إلي تكوين كل من أيون الهيدروجين الموجب H^-،وأيون الهيدروكسيد السالب OH^- وذرة الهيدروجين المتعادلة وجزي الهيدروكسيد المتعادلOH ،وأيونات الهيدروجين والهيدروكسيد موجودة دائما في الماء ولا تشترك في إحداث التفاعلات .أما بالنسبة للنواتج الأخرى وهي الهيدروجين والهيدروكسيد المتعادلة فهي معروفة بنشاطها الكيميائي الشديد كذلك يمكن أن يتكون ناتج أخر هو فوق أكسيد الهيدروجين الذي يعتبر عاملا مؤكسدا قويا وذلك طبقا للتفاعل التالي :

$$OH + OH \rightarrow H_2O_2$$

(2-2-4)المرحلةالكيميائية the chemical stage

تستغرق هذه المرحلة عدة ثوان بعد المرحلة السابقة ،ويتم خلالها تفاعل نواتج المرحلة السابقة

وهي ذرة الهيدروجين وجزئ الهيدروكسيد وفوق أكسيد الهيدروجين مع الجزيئات العضوية المختلفة في الخلية . فمثلا يمكن إن تتفاعل هذه النواتج مع الجزئيات المعقدة التي تتكون منها

:

الكر وموسومات فتتحد معها أو تؤدي إلي تكسير تراكيبها المتسلسلة الطويلة ويمكن أن تحدث بالتالي،بعض التغيرات في الجينات .

(2-2-5) المرحلة البيولوجية The biological stage

يتراوح زمن هذه المرحلة بين عدة دقائق وعدة عشرات السنوات . وتبدأ في هذه المرحلة ظهور تأثيرات التغيرات الكيميائية التي حدثت في الخلية . وبعض هذه التأثيرات هي :

i. موت الخلية.
ii. منع أو تأخير انقسام الخلية .
iii. زيادة معدل انقسامها .
iv. حدوث تغيرات مستديمة في الخلية تنتقل وراثيا إلي الخلايا الوليدة.

وهكذا ،فان تأثيرات الإشعاع على الإنسان والكائنات الحية ناتجة عن إتلاف الخلية ويمكن إن تتجلى هذه التأثيرات في نفس الشخص المتعرض للإشعاع نتيجة إتلاف الخلايا العادية لجسمه . وتعرف هذه التأثيرات عندئذ بالذاتية كذلك يمكن إن تنتقل التأثيرات إلي الأبناء أو الأجيال التالية للشخص المتعرض ، وتعرف هذه التأثيرات عندئذ بالوراثية . وتنتج هذه التأثيرات الوراثية عن إتلاف خلايا الأعضاء التناسلية للشخص المتعرض للإشعاعات المؤينة.

(2-3)التأثيرات الحتمية والعشوائية للإشعاعات المؤينة The deterministic and stochastic effects

(2-3 -1)التأثيرات الحتمية لإشعاعات

يتم في معظم أجزاء الجسم وأنسجة الجسم البشري تجدد الخلايا الحية ، حيث تموت البعض الخلايا ويتم استعواضها بتكوين خلايا جديدة حتى يستطيع النسيج أو العضو أن يقوم بوظائفه الحيوية .

وعند تعرض الأنسجة والأعضاء لجرعات عالية من الإشعاع يموت عدد كبير من خلاياه ولا تستطيع عملية إعادة بناء الخلايا استعواض العدد الكبير المفقود من خلاياه ، وبالتالي يحدث نقص كبير في خلايا العضو أو النسيج ، الأمر الذي يؤدي إلي فقد العضو أو النسيج لوظائفه .

:

فإذا كان النسيج أو العضو من الأجزاء الحيوية لاستمرار حياة الكائن يكون الموت هو النتيجة الحتمية لهذا الكائن .[4]

وعموما تنتج التأثيرات الحتمية للإشعاع نتيجة استنزاف عدد كبير من خلايا الأعضاء أو الأنسجة .ويكون احتمال حدوث هذه التأثيرات معدوما عند الجرعات المنخفضة ، ألا إنها تحدث حتما عندما تصل جرعة التعرض إلي حد معين .ويمكن القول أ، التأثيرات الحتمية لا تحدث إلا بعد تجاوز الحد المحدد لكل تأثير ،ولا يحدث ذلك إلا عند جرعات عالية جدا . وتؤدي الجرعات الإشعاعية في هذه المنطقة إلي استنزاف وحشي لخلايا الجدار المبطن للأمعاء ، حيث يحدث فيه تلف شامل فتهاجمه البكتريا بوحشية . لذلك تعرف هذه المنطقة من الجرعات بمنطقة الوفاة الناتجة عن الالتهابات المعوية،ومن أمثلة التأثيرات الحتمية المرض المعروف باسم المرض الإشعاعي ،وإعتام عدسة العين وهو المر ض المعروف باسم المياه البيضاء،الإريثيما أو احمرار الجلد وغيرها.

(2 -3- 2) تلف الجهاز المركزي العصبي(CNS)

عموما لا توجد بيانات كافية عن الإنسان حول حد الجرعة التي يبدأ عندها تلف الجهاز العصبي المركزي ، إلا أن النتائج التجريبية على الحيوانات اثبت ظهور أعراض تدل على حدوث بعض التلف في الجهاز العصبي المركزي ، وذلك عند جرعات عالية جدا (عشرات من الغراي).لذلك تسمى هذه المنطقة من الجرعات (التي تزيد على حوالي 30 غراي) بمنطقة الجهاز العصبي المركزي . ومع ذلك فقد ثبت أن الوفاة لا تتم عن هذه الجرعات في الحال ،حتى بالنسبة للحيوانات التي تعرضت لما يزيد على 500غراي.

(2-3-3)الإريثيما (Erytheme)

هنالك تأثير أخر يظهر بمجرد التعرض للجرعات العالية نسبيا ويعرف هذا التأثير باسم الإريثيما وهو عبارة عن احمرار الجلد . والجلد معرض للتعرض للإشعاعات أكثر من أي نسيج أخر في الجسم خصوصا بالنسبة للإشعاعات السينية ذات الطاقة المنخفضة وللإلكترونات (لأن قدرتها على الاختراق صغيرة)لذلك ، فإن التعرض لجرعة مقدارها حوالي3غراي من الأشعة السينية ذات الطاقة المنخفضة يؤدي إلي إحداث مرض الإريثيما. وعند زيادة الجرعة يمكن أن تظهر أعراض أخرى كالحروق وغيرها .

:

وتجدر الإشارة إلي أن المناسيب الإشعاعية الناتجة عن محطات الطاقة النووية أو عن وسائل التطبيقات الصناعية أو الطبية للإشعاعات التي يتعرض لها العاملون في الظروف العادية وليس في ظروف الحوادث تكون عادة أقل بكثير من تلك المناسيب الإشعاعية الخطرة طالما تم الالتزام بمتطلبات الوقاية من الإشعاع. ولكن يمكن الحصول على الجرعة الخطرة نتيجة وقوع حادث إشعاعي أو نووي(نتيجة سفور المصدر المشع مثلا خارج درعه أو دخول صالة مفاعل مثلا بينما تكون إحدى قنواته مفتوحة وغير ذلك كثير).ومع ذلك فإن الجرعات الصغيرة التي يحصل عليها العاملون أثناء عمليات التشغيل العادي يمكن أن تؤدي إلي تأثيرات ضارة ،ولكن على المدى البعيد ، وهذا ما يعرف بالـتأثيرات المتأخرة.

(4-3-2)التأثيرات المتأخرة The late effects

أصبح الآن من المعلوم أن فنيي الأشعة أو المرضى الذين تم علاجهم او تشخيص أمراضهم بجرعات إشعاعية عالية نسبيا معرضون للإصابة ببعض أنواع السرطان ،أكثر من غيرهم ممن لم يتعرض للإشعاعات.

ولقد أدت الدراسات الحديثة على المجوعات البشرية التي تعرضت للإشعاعات الناتجة عن القنابل الذرية أو عن الحوادث النووية ،مثل حادث تشر نوبل أو المرضى الذين تم علاجهم بالإشعاعات المؤينة كأجهزة الأشعة السينية والمعجلات ،إلي تأكيد قدرة الإشعاعات على تكوين السرطانات المتنوعة.

والسرطان هو عبارة عن تضاعف (تكاثر)الخلايا في العضو المعين بمعدل فوق الطبيعي. ويعتقد البعض انه ناتج عن تلف جهاز التحكم في الخلية ،مما يؤدي إلى انقسامها بمعدل أسرع من المعدل من المعدل الطبيعي.

وتحمل الخلايا الوليدة الصفة نفسها فتنقسم بدورها بالمعدل المعين السريع نفسه، مما يؤدي إلى تكوين نسيج سرطاني يضر بالأنسجة العادية في العضو.

وتقدير الفترة اللازمة لظهور الإصابة بالسرطان ،بسبب التعرض للإشعاعات ، عملية معقدة للغاية نظرا لعدم إمكانية فصل السرطان الناتج عن الإشعاعات المؤينة عن مثيله الناتج ذاتيا أو عن أسباب أخرى كالتعرض للمواد المسرطنة، على سبيل المثال . ولكن أظهرت بعض الإحصائيات أن السرطانات المختلفة قد تظهر خلال مدة تتراوح بين 3-5 سنة من وقت التعرض للإشعاعات . ونظرا للصعوبات المختلفة بمدى الإصابة وزمن ظهورها فقد اتفق

:

عالميا من وجهة نظر الوقاية الإشعاعية على أن أي جرعة من الإشعاعات مهما قلت تحمل معها احتمالا بالإصابة بالسرطان.

ولقد أمكن تقدير الإصابة بالمرض بالنسبة للمناسيب الإشعاعية العالية نسبيا.فقد تم عمل دراسات إحصائية دقيقة على المجموعة البشرية التي تتعرض لجرعات عالية من الإشعاعات كالأطباء وفنيي الأشعة وعمال مناجم اليورانيوم .إلا أن الدراسة الأكثر دقة هي تلك الدراسة التي أجريت على ضحايا التفجيرين النوويين على كل من هيروشيما وناجازاكي في اليابان عام 1945م.

(2-4)معامل المخاطر The risk factor

لتقويم احتمال الإصابة بالتأثيرات العشوائية استخدم العلماء مصطلح معامل المخاطر .ويقصد بهذا المعامل احتمال الإصابة بالمرض العشوائي عند التعرض لجرعة إشعاعية محددة .بالنسبة للأمراض السرطانية ،مثلا،فإن معامل المخاطر هو احتمال إصابة الفرد بالسرطان عند تعرضه لجرعة مقدارها 1سيفرت (100رم)لذلك يقاس معامل المخاطر بوحدة1/سيفرت.

وعند تغير مقدار الجرعة الفعالة التي يتعرض لها الفرد يتناسب معامل المخاطر تناسبا طرديا مع هذه الجرعة ،حيث يتناسب احتمال إصابته بالسرطان مع مقدار الجرعة الفعالة تناسبا طرديا .فإذا كان احتمال الإصابة بالسرطان عند جرعة مقدارها 1سيفرت هو0.06 (أي6 %) يصبح هذا الاحتمال عند جرعة مقدارها 2 سيفرت 0.12 (أي 12 %)وعندما تتعرض مجموعة بشرية عدد أفرادها n لجرعة فعالة متساوية مقدارها E لكل فرد، تصبح قيمة الجرعة الفعالة الجماعية هي :

ولإيجاد احتمال الإصابة بالسرطان بين هذه المجموعة (أي عدد الإصابات السرطانية بين المجموعة)تستخدم العلاقة التالية :

عدد حالات الإصابة =متوسط الجرعة الفعالة للمتعرضين *عدد المتعرضين *معامل المخاطر.

:

(2-5) التأثيرات الوراثية للإشعاعات The hereditary effects of radiation

سبق الإشارة إلي أن التأثيرات الوراثية للإشعاعات تنتج عن تلف الخلايا التناسلية .ويؤدي هذا التلف ألي مجموعة تغيرات تعرف باسم التغيرات الوراثية في المادة الوراثية للخلية

.

وقد سبقت الإشارة إلي تكاثر يحدث نتيجة إخصاب البويضة بالحيوان المنوي ، وبالتالي تحصل البويضة المخصبة على مجموعة متكاملة من المواد الوراثية من كلا الوالدين . وبذلك يحصل الطفل على مجموعتين متناميتين من الجينات بواقع مجموعة من كل والد. وقد وجد أن أحد الجينات يكون هو الغالب (أو السائد)في حين يكون الآخر منحسرا. والجينات الغالبة هي التي تحدد الصفات الوراثية الشخصية .

أما الجينات المنحسرة فلا تقوم بدور في تحديد الصفات ، إلا عندما يجتمع اثنان من الجينات المنحسرة ، لذلك فهي لا تكشف عن نفسها إلا عندما يكون للوالدين نفس هذه الجينات المنحسرة وتجدر الإشارة إلى أن التغيرات الوراثية الذاتية (أي بدون تأثير الإشعاع) هي المسئولة عن الجزء الأعظم من الخمسمائة مرض التي يعاني منها العالم .

:

الباب الثالث

استخدامات الإشعاعات المؤينة ونفايات الإشعاعات المؤينة

(3-1)استخدامات الإشعاعات المؤينة

من اكتشاف ظاهرة النشاط الإشعاعي وحتى اليوم تستخدم مصادر الإشعاعات المؤينة في مجالات عديدة تتزايد يوم بعد يوم وسوف نتعرض هنا إلي ذكر الاستخدامات السلمية في مجالات الطب ،الزراعة ،حفظ الأغذية والصناعة.

(3-1-1) المجالات الطبية

تستخدم الإشعاعات المؤينة والنظائر المشعة في الحقن ويتم ذلك بحقن الشخصة المراد فحصه بمادة كيميائية تحتوي على احد النظائر المشعة التي لها عمر نصف قصير جدا،بحيث تتحلل في ساعات قليلة ولا يحصل الشخص المراد فحصه على جرعة إشعاعية عالية وبعد الحقن يتم متابعة المادة المشعة أثناء انتشارها مع الدم أو السوائل الأخرى في الجسم عن طريق حساسة خاصة لتسجل الإشعاع الصادر من المادة المشعة المحقونة في الجسم بصورة متتابعة وبتحلل الصورة المأخوذة يتم التشخيص في نفس الوقت يمكن معرفة حركة الضوء على الفترة التي تؤخذ فيها الصورة .فمثلا يمكن معرفة تقلصات المعدة أثناء الهضم أو كيفية انقباض عضلة القلب وانبساطها واكتشاف أي خلل فيها.كذلك يمكن إدخال المادة المشعة للجسم عن طريق البلع وأكثر النظائر استخدام في هذا المجال التاكتنيوم 99 حيث انه يتحلل إلي نظير غير مشع في عدة ساعات .

ومن أهم النظائر المستخدمة في المجالات الطبية اليود131الذي يستخدم لتشخيص وعلاج الغدة الدرقية .والفسفور32والذي يستخدم في علاج سرطان الدم والكالسيوم45 الذي يستخدم لدراسة أمراض العظام.

أما في العلاج فأستخدم أشعة قاما في علاج الأورام السرطانية شائع جدا وذو فائدة كبيرة إذا تم اكتشاف المرض مبكرا وعادة ما يستخدم الكوبالت 60 في هذا الغرض كما تستخدم المعجلات الإلكترونية .ومصادر النيترونات ومصادر الجسيمات الثقيلة مثل البروتونات و الميزونات .وكذلك تستخدم الإشعاعات في تعقيم المعدات الجراحية والأدوات الطبية الأخرى لفعالية الطرق الأخرى .

:

(3-1-2)تطبيقات الأشعة المؤينة في الصناعة

(3-1-2-1)في مجال الاختبارات اللا إتلافية

تتعاقد المصانع عادة ومنها الشركات المنتجة للنفط مع جهات متخصصة لإجراء التصوير الإشعاعي الصناعي يعد نوعا من الاختبارات اللا إتلافية (NPT) بقصد ضمان جودة المنتجات والمشاريع الهندسية المختلفة بما في ذلك الأنابيب والتجهيزات في إنتاج النفط .ويتم التصوير الإشعاعي غالبا بأشعة قاما وعلى نطاق ضيق باستخدام أشعة اكس .وتعد إجراءات التصور ضرورية لكافة التجهيزات .

(3-1-2-2)المقاييس الثابتة

تتألف مجموعات المقاييس الثابتة من منبع مشع وكاشف أو عدة كواشف إشعاعية تثبت مجموعة القياس على جانبي معدات الصناعة النفطية أو غيرها ويسود عادة استخدام منابع مشعة من السيزيوم 137 بنشاط إشعاعي قد يصل إلي 100 قيقا بركل ويعتمد ذلك على الأبعاد الفيزيائية للشئ المراد قياسه في المنبع أو المحطة والغاية من القياس .

وتستمر مجموعة القياس عادة بطريقة تضمن بقاء المنبع داخل درعه وخلف الفتحة التحكمية للدرع الذي تصل سماكته إلي 30سم من مادة مناسبة بحيث يثبت المنبع وهو في درعه على طرف خزان أو أنبوب لنقل النفط .وتثبت كواشف الإشعاع في الطرف الأخر المقابل للمنبع بحيث يتوسطهما الخزان أو أنبوب النفط ومن المفهوم أن شدة الإشعاع التي تصل إلي الكاشف تعتمد على كثافة محتويات الخزان أو الأنبوب وعلى وجودها أو عدمه.

وتوضع المقاييس الثابتة لمراقبة أو ضبط كثافة السوائل المتدفقة عبر الأنابيب .وتستعمل لهذه الغاية معدات خاصة تدعى المفاتيح الفوتونية كما أنها تستخدم لمراقبة وضبط مستويات السوائل ذات الكثافات المختلفة مثل فواصل الماء والنفط والغاز في خزانات الفصل . وتكون حاويات المنابع المشعة ملونة ومعلمة بشكل واضح بعلامات تخزينية خاصة وظاهره للعيان . كما أنها تكون مثبته بحيث يمر الإشعاع بين المنبع والكاشف دون تعرض العاملين .

:

(3-1-2-3) حفظ الأغذية

إن الحفظ السليم للمنتجات الغذائية مع المحافظة على صلاحيتها للاستعمال لا يقل أهمية عن زيادة إنتاجها وربما يكون عاملا أكثر اقتصاديه منه . وقد بينت الأبحاث التي أجريت على مدى يمتد عدة عقود،أن تشيع الأغذية يقلل الفاقد ما بعد الحصاد وينتج عنه غذاء آمن صحيا .

مميزات تشيع الأغذية:

i. الاقتصاد في الطاقة اللازمة للتبريد
ii. عملية التشيع نظيفة لا تلوث البيئة
iii. معتمد فنيا
iv. تحتاج لمساحة تشغيل محدودة
v. خفض استعمال الإضافات الحافظة والاستغناء عن التبخير .

والأساس في هذه التقنية هو تعرض الغذاء للأشعة المؤينة مثل أشعة قاما من مصدر الكوبالت 60 أو السيزيوم 137 أو أشعة أكس التي تولدها آلات وذلك عند مستوى الطاقة 5Mev أو حزم أكس التي تولدها الآلات أيضا بمستوى طاقة يساوي أو يقل عن 10Mev أما المطلوب من الجرعة الممتصة فيرتبط أساسا بالغرض من التشيع .وحيث أن عملية التشيع لا ترفع درجة حرارة المواد التي تتعرض لهذه الأنواع من الأشعة . فإن هذه المواد تحافظ على كونها طازجة (الفاكهة والخضروات)كما يحافظ الغذاء على وضعه الفيزيائي (مجمدا ،جافا).

يؤدي التشيع إلي التخلص من عوامل الفساد في الغذاء المغلف وإذا كانت المواد التغليف غير منفذة لهذه العوامل بحيث لا يكون هنالك مجال لإعادة التلوث في الغذاء يحفظ لمدة طويلة .

وتمتاز هذه الطريقة برفع السلامة الصحية للغذاء تبين أن جرعة 5KGY كافية لقتل أشكال عديدة من البكتريا وغيرها من مسببات الأمراض التي تنقل المرض عن طريق الغذاء كما أن هذه الجرعة تخفض عدد البكتريا المكونة للأبواغ والمقاومة للحرارة توجد بكثرة في البهارات وتمثل مشكلة في حفظ اللحوم المصنعة .

:

(3-1-3)المجالات الزراعية

أدى استخدام الإنسان للمبيدات الكيميائية على الآفات الزراعية إلى مخاطر جسمية تهدد الإنسان والبيئة . هذا بالإضافة قضاء المبيدات على إعداد كبيرة من الحشرات النافعة ،وظهور سلالات جديدة من الآفات المقاومة لهذه المبيدات ولقد حدا ذلك بالعلماء المتخصصين إلي استخدام الإشعاعات للقضاء على هذه الآفات وذلك بتربية أعداد كبيرة من ذكور الحشرات ثم تعرضها إلي جرعات محددة من إشعاعات قاما لجعلها عقيمة ثم إطلاقها إلي المناطق المحددة مسبقا للتنافس مع الذكور غير العقيمة على إناث الحشرات .

فتقلل بذلك فرص تخصيب بيض إناث الحشرات وبالتالي يقل عدد الحشرات الناتجة فلو تم مثلا إطلاق عدد من الذكور العقيمة يبلغ عشرة أضعاف الذكور العادية في منطقة ما نسبة التخصيب ستكون 10% فقط.

أما إذا تكررت العملية عدة مرات فيتم القضاء على هذه الحشرة دون التأثير على الحشرات الأخرى النافعة .وقد بدأ ذلك في مصر للقضاء على ذبابة الفاكهة التي تتسبب في خسارة فادحة كل عام كما تستخدم الإشعاعات أيضا في مقاومة ذبابة التسي تسي التي تسبب مرض النوم في أفريقيا.

(3-2) النفايات المشعة

(3-2-1)تصنيف النفايات المشعة

ليس هنالك تصنيف دولي موحد للنفايات حيث أن ذلك يعتمد إلى حد كبير على أنظمة كل دولة على المعايير التي استخدمت كأساس لتعريف النفايات المشعة ، كما يعتمد ذلك على مدى تطور الصناعة النووية في تلك الدولة وحجم الأشعة ونوعها ومن العوامل التي تدخل في تصنيف النفايات المشعة ما يلي:-

1 - نوع النوى المشعة وتركيزها في النفايات

2-العمر النصفي للنوى المشعة

3-الحالة الفيزيائية من حيث السيولة والصلابة الغازية

:

مثلا يعتمد القانون الأمريكي في تصنيفه للنفايات المشعة على الحد الأقصى المسموح به لتركيز النظير المشع في الهواء أو الماء، وتبعا لذلك تصنف النفايات المشعة إلى ما يلي:-

1- نفايات ذات مستوى إشعاعي عالي وهي:

النفايات المشعة الناتجة عن الوقود النووي المعالج أو(المستنزف) تتميز بأنها ذات أعمار نصفية طويلة وينبغي حفظها في مطامير دائمة .

2-نفايات ذات مستوى إشعاعي متوسط:

تنتج عن عمليات إنتاج أو استخدام بعض النظائر المشعة في حين أنه يمكن تصنيف النفايات السائلة ذات المستوى الإشعاعي المتوسط اعتمادا على الأنشطة الإشعاعية للنفايات وطرق معالجتها. ألا أن الأمر أكثر تعقيدا في حالة النفايات المشعة الصلبة حيث يجب الأخذ في الحسبان إلى جانب العوامل السابقة نوع الإشعاع الصادر والعمر النصفي للمادة وتسميتها الإشعاعية.

3-نفايات ذات مستوى إشعاعي منخفض:

تشمل جميع النفايات التي لا تدخل ضمن الصفتين السابقتين، وتشكل الجزء الأكبر من النفايات المشعة ،حيث تصل في بعض الأحيان إلي ما يزيد عن 70%من إجمالي النفايات وتنتج بشكل أساسي من استخدام النظائر والمصادر المشعة في الطب والبحث العلمي والتطبيقات الصناعية .

أما النفايات المشعة الغازية فإنها يتم تصنيفها حسب مستوى النشاط الإشعاعي الكلي لكل وحدة كجم .

(3-2-2) طرق التخلص من النفايات المشعة الناتجة عن تشغيل المحطات النووية

ينتج عن تشغيل المحطات النووية نفايات مشعة صلبة وسائلة وغازية ويتراوح مستوى إشعاعها بين المنخفضة والمتوسطة والعالية والمحطة النووية مزودة بأنظمة التعامل مع تلك النفايات حسب نوعية كلا منها فالنفايات الصلبة ذات المستوى الإشعاعي العالي والمتوسط المنخفض تجمع وتضغط وتثبت في مكعبات خراسانية وتخزن في مواقع خاصة بالمحطة . أما النفايات السائلة فتجمع وتعالج بطرق مختلفة كالتبخر والترشيح والترسيب ثم تثبت نواتج المعالجة في مكعبات خراسانية أو إسفلتية وتخزن في مواقع النفايات الصلبة . أما النفايات الغازية فتتم معالجتها خلال مرشحات خاصة وهذه المرشحات يتم التخلص منها عن طريق خاطها بالاسمنت

:

وتثبيتها وتخزينها. وبالنسبة للنفايات عالية الإشعاع والمتمثلة في الوقود النووي المحترق فهذه يتم حفظها تحت الماء في موقع المحطة لمدة طويلة حتى يضمحل مستوى إشعاعها ثم تنقل إلى أمكان تخزين نهائية.

وتداول نقل وتخزين النفايات المشعة يتم وفقآ لمعايير صارمة تحددها لوائح وتنظيمات تهدف لحماية الإنسان والبيئة من تسرب الإشعاعات الصادرة عن النفايات النووية.[4]

(3-2-3)مشاكل وحلول النفايات النووية

أصبحت مشكلة النفايات النووية من القضايا البيئية في العالم وبدأ التزايد في حجم النفايات بصورة ملحوظة نتيجة للزيادة السكانية من ناحية وزيادة معدل الاستهلاك من ناحية أخرى.

تلجأ الدول إلى التخلص من نفاياتها بطرق كثيرة منها :

1- طرق ردم (دفن)النفايات

هذه الطريقة وإن كانت تخلصنا من هذه النفايات إلا أنها تتسبب في كثير من الأخطار البيئية والصحية مما يقلل من أهميتها كوسيلة آمنة للتخلص من النفايات ومن هذه المخاطر

i. تلوث المياه الجوفية
ii. انبعاث إشعاعات نووية سامة

2- طريقة تدوير المخلفات

أي إعادة الاستفادة من النفايات بعد تصنيعها مرة أخرى.

- إيجابيات تدوير النفايات

i. التقليل من تلوث البيئة
ii. المحافظة على المصادر الطبيعية
iii. تقليل الاعتماد على استيراد المصادر الأولية
iv. توفير فرص صناعية جديدة وفرص عماله مع توفير الطاقة

:

3- طرق الحد من النفايات ما يلي:

i. التحول من مصادر الطاقة الملوثة إلى المصادر الطبيعية
ii. ضرورة معالجة المخلفات المشعة قبل رميها
iii. تنظيم برامج توعية وأعلام إلى كافة قطاعات المجتمع
iv. سن قوانين وتشريعات تطالب أصحاب الصناعات من إيقاف أو تخفيض نسبة النفايات الخطرة من خلال فرض الضرائب عليها.

:

النتائج:-

نوع النفايات المشعة	طرق المعالجة
النفايات الصلبة	تضغط في مكعبات خراسانية وتخزن في مواقع خاصة بالمحطة
النفايات السائلة	تجمع وتعالج بطرق (التبخير،الترسيب ،الترشيح)ثم تثبت في مكعبات خراسانية وتخزن في مواقع النفايات الصلبة
النفايات الغازية	عن طريق مرشحات خاصة ويتم لتخلص منها عن طرق خلطها بالاسمنت وتثبيتها وتخزينها
النفايات عالية الإشعاع (الوقود النووي)	حفظها تحت الماء في موقع المحطة لمدة طويلة حتى يضمحل مستوى إشعاعها ثم تنقل إلي أماكن تخزين نهائية

جدل رقم (1-3)

:

الباب الرابع

مصادر الإشعاعات المؤينة

هناك العديد من مصادر الإشعاع المختلفة التي يمكن يتعرض لها الإنسان، ويمكن إجمال هذه المصادر تحت الأقسام التالية:

(1- 4)مصادر الإشعاعات الطبيعية في البيئة

يتعرض الإنسان،منذ نشأته،إلي جرعة إشعاعية معينة صادرة من البيئة التي يعيش فيها ومن الغذاء الذي يتناوله،والهواء الذي يتنفسه.

وتعرف هذه الجرعات بالجرعات الإشعاعية البيئية الطبيعية. ولا تشكل هذه الجرعات الطبيعية خطورة ملحوظة حيث أن كمياتها تكون عادة ضمن حدود غير عالية،ويعيش الإنسان فيها منذ بدء الخليقة. وتعتبر كل من الأشعة الكونية والإشعاعات المحلية الصادرة عن التربة، وكذلك المواد المشعة الموجودة ضمن تكوين أجسام الكائنات الحية من أهم مصادر الجرعات الإشعاعية الطبيعية.

(4-1-1) الأشعة الكونية (The cosmic rays)

تصل كميات كبيرة من الأشعة الكونية المؤينة إلي الغلاف الجوي المحيط بالأرض قادمة من الفضاء الخارجي ومن الشمس.

وتحتوي هذه الأشعة على أنواع مختلفة من الجسيمات النووية بطاقات عالية كالبروتونات والنيوترونات وغيرها، وتعرف باسم الأشعة الكونية الأولية. وعند دخول هذه الجسيمات إلي الغلاف الجوي للأرض فإنها تتفاعل مع المواد التي يتكون منها هذا الغلاف،فتتغير بذلك مكوناتها وتضعف كمياتها التي تصل إلى سطح الأرض.وتعتمد الجرعة الإشعاعية التي يتعرض لها الإنسان من الأشعة الكونية على عدة عوامل هي خط العرض بالنسبة للكرة الأرضية، والارتفاع عن سطح البحر،فضلا عن النشاط الشمسي والضغط الجوي.

فالمركبة المشحونة من الأشعة الكونية (كالبروتونات) تتأثر عند اقترابها من سطح الأرض بالمجال المغناطيسي للأرض الذي يحرفها بعيدا عن خط الاستواء في اتجاه القطبين،مما يؤدي إلي زيادة كثافتها كلما اقتربنا من القطبين بالمقارنة بخط الاستواء عند نفس الارتفاع عن سطح

:

البحر.أما النيوترونات فإنها لا تتأثر بالمجال المغناطيسي، ولذلك تتساوى الجرعات الناتجة عن النيوترونات عند خطوط العرض المختلفة.[5]

ويلعب الارتفاع عن سطح البحر دورا هائلا في تغيير مقدار الجرعة الناتجة عن الأشعة الكونية. ويختلف الدور باختلاف نوع هذه الأشعة.

وبالإضافة إلي التأثير المباشر للأشعة الكونية على الكائنات الحية فإنها تؤدي إلى إنتاج بعض المواد المشعة في الغلاف الجوي نتيجة تفاعلها مع مكونات هذا الغلاف.

(4-1-2) الإشعاعات الصادرة من التربة

تحتوي القشرة الأرضية على كميات ضئيلة من النويدات المشعة طويلة العمر مثل اليورانيوم 338،واليورانيوم235، والثوريوم232،ونويداتهم الوليدة.

كما تحتوي هذه القشرة على كميات قليلة من نظير البوتاسيوم 40 المشع،والروبيديوم87،وتتفكك هذه النويدات مصدرة جسيمات ألفا أو بيتا،وقد يتبع ذلك إصدار إشعاعات قاما. ولا تمثل جسيمات ألفا أية مخاطر إشعاعية على البشر الذين يعيشون فوق الأرض نظرا لقصر مداها.كذلك لا تمثل جسيمات بيتا مخاطر ملموسة.أما بالنسبة لإشعاعات قاما ذات القدرة الإختراقية العالية فإنها تمثل الإسهام الرئيس في الجرعة الإشعاعية الصادرة عن التربة.

(4-1-3)المواد المشعة الموجودة داخل جسم الكائن الحي

يحتوي جسم الكائن الحي على كميات ضئيلة من النظائر المشعة كالكربون 14 والبوتاسيوم 40 .كما يوجد هناك إشعاع داخلي ينتج عن مواد مشعة يأخذها الإنسان كجزء من العلاج أو التشخيص الطبي باستخدام المواد المشعة.

لا يختلف تأثير المادة المشعة على جسم الإنسان سواء ا" كانت هذه المادة داخل الجسم أو خارجه، إلا من خلال الاختلاف في توزيع الجرعات الإشعاعية. وتنتج هذه الاختلافات عن عاملين رئيسيين:

i. ميل بعض العناصر الكيميائية إلى التمركز في أنواع معينة من الخلايا أو الأنسجة .
ii. توهين الإشعاع الخارجي عند اختراقه للأعماق المختلفة في جسم الإنسان.

:

وعندما تدخل المادة المشعة إلى جسم الإنسان فإن الإشعاع الناتج سيحدث أضرارا للأنسجة أكبر من تلك التي ينتجها الإشعاع الناتج من مصدر خارجي.

(4-1-4)غاز الرادون The radon

يعتبر غاز الرادون هو المساهم الأكبر في تعرض الإنسان لمصادر الإشعاع الطبيعية. ويوجد في الطبيعة للرادون ثلاثة نظائر مشعة هي الرادون 222 وينتج عن سلسلة اليورانيوم 238 بعد تفكك الراديوم 226،والرادون 220 الذي ينتج عن تفكك سلسلة الثوريوم بعد تفكك الراديوم 224،ثم الرادون 219 الذي ينتج عن تفكك سلسلة اليورانيوم 235 بعد تفكك الراديوم 223.

ولا يمثل الرادون 219 مخاطر بشرية محسوسة نظرا لقلة نسبة اليورانيوم 235 في الطبيعة ، وانخفاض العمر النصفي للرادون 219.

ويمثل الرادون 220 مخاطر محدودة تزيد في المناطق الغنية بالثوريوم 232. أما نظير الرادون 222 فيمثل أكبر المخاطر على الإطلاق نظرا لأنه يتميز بعمر نصفي طويل نسبيا (3.82يوم).

ويزيد تركيز الرادون داخل المباني بالمقارنة بتركيزه في الهواء الطلق. ويعتمد تركيز الرادون داخل المباني على نوع التربة ونوع الجدران وأسلوب التهوية

ويدخل الرادون جسم الإنسان مع هواء التنفس ويمكن أن ينتقل إلي الدم أو يؤثر مباشرة على الرئتين. وتتمثل مخاطر الرادون في أنه مصدر لجسيمات ألفا فضلا عن النويدات الوليدة المشعة التي تنتج عن تفككه.

ومن هذا يتضح أن غاز الرادون يشكل الإسهام الأكبر في الجرعة الفعالة التي يتعرض لها الإنسان من المصادر المشعة الطبيعية.

(4-2) المصادر الإشعاعية الاصطناعية

منذ عشرات السنين ظهرت عدة مصادر إشعاعية مصنعة،ساهمت في الجرعة الفعالة الجماعية لعموم البشر. وأهم هذه المصادر ما يلي:

:

(4-2-1) الأشعة التشخيصية The diagnostic radiology

يتعرض الإنسان لجرعات إشعاعية معينة عند عمل صور تشخيصية بالأشعة السينية أو النووية مهما قل زمن التعرض. وتختلف قيمة الجرعة باختلاف العضو ونوع الصورة المطلوبة ونوع جهاز الأشعة والفيلم الحساس المستخدم للتصوير وغيرها. وتؤكد اللجنة العلمية للأمم المتحدة ، في تقاريرها الدورية ، أن الأشعة التشخيصية هي المساهم الأعظم في الجرعة الفعالة الجماعية التي تكبدها البشرية في العالم من المصادر التي صنعها البشر.[6]

(4-2-2) الأشعة العلاجية Therapeutic radiology

تتوقف قيمة الجرعة المكافئة على العضو الذي يتم علاجه والتعرض المطلوب له ونوع العلاج. وقد تزيد الجرعة الفعالة الناتجة عن العلاج الإشعاعي كثيرا بالمقارنة بجرعة التشخيص. ويوجد الآن في العالم حوالي 18000 جهاز أشعة أو معجل نووي تستخدم للعلاج الإشعاعي لمرضى السرطان.

(4-2-3)الطاقة النووية وصناعتها The nuclear Energy and industries

اتسع السنوات الأخيرة استخدام الطاقة النووية لتوليد الكهرباء وفي تحريك السفن وحاملات الطائرات والغواصات العملاقة. ويوجد الآن في العالم أكثر من 450 مفاعلا نوويا لتوليد الطاقة الكهربائية. وتنشر هذه المنشآت كميات من المواد المشعة في البيئة ضمن ظروف التشغيل الطبيعية أو نتيجة للحوادث النووية. وفضلا عن ذلك، تبث مناجم اليورانيوم ومصانع معالجة الوقود النووي وإعادة معالجته بعد استهلاكه في المفاعلات كميات من المواد المشعة التي ساهمت في تعرض البشرية للإشعاع المؤين. إلا أنه نتيجة للالتزام الجيد بقواعد الأمان النووي فغن إسهام الصناعة النووية في التعرض الإشعاعي على المستوى العالمي مازال محدودا.

(4-2-4) النفايات المشعة The radioactive waste

هي تلك النفايات المتخلفة عن المفاعلات النووية أو المتبقية بعد استخدام المواد المشعة وتدخل الجرعة الفعالة الجماعية الناجمة عنها ضمن الجرعة الفعالة الجماعية للصناعات والطاقة النووية.

:

(4-2- 5)الغبار الذري The radioactive dust

خلال النصف الثاني من القرن الماضي نفذت عشرات بل مئات التفجيرات النووية في الجو. ونتيجة لهذه التجارب تساقطت على سطح الأرض ،وخاصة في نصف الكرة الشمالي، كميات كبيرة من الغبار الذري الذي يتضمن مخلفات التفجيرات ونواتج الانشطار المشعة طويلة العمر.

(4-3)أخطار الإشعاع والوقاية منها

لقد تبين بعيد اكتشاف أشعة -X والنشاط الإشعاعي الطبيعي للراديوم والثوريوم وحتى نهاية القرن التاسع عشر أن الإشعاع النووي قد يسبب أضرارا للكائنات الحية. وقد سجلت حالات مرضية تتراوح بين أضرار بسيطة لحقت بالجلد وأورام سرطانية نشأت في العظام لأولئك النفر العاملين في مناجم الفحم وكذلك للفيزيائيين الذين كانوا يعملون في حقول الإشعاع حيث تعرضوا إلى جرعات عالية من الإشعاع.

لقد نشأت هذه الأخطار أما بسبب الجهل (في ذلك الحين بحقيقة الإشعاع) أو بسبب الحوادث العارضة. لقد بذلت جهود منظمة بعد ذلك في أوائل عام 1920 لوضع إجراءات سلامة آمنة للتعامل مع أشعة X وأملاح الراديوم. وبعد عشر سنوات بعد ذلك تم تحديد أقصى جرعات للإشعاع يسمح للتعرض لها ومن ثم ساهم ذلك في تقليل الإصابات الإشعاعية.

عند بناء مفاعل نووي أو معجل نووي ينبغي أخذ الاحتياطات اللازمة والصارمة لحماية العاملين في هذه الصناعات. ومن ثم نشأت الحاجة إلى اتساع حقول الفيزياء الصحية لتشمل في الأساس الطرق المختلفة للحماية من الإشعاع. وقد أثمرت هذه الجهود في جعل الحوادث النووية نادرة الحدوث بالرغم من اتساع استخدامات المفاعلات النووية للحصول على الطاقة وعمليات تصنيع وإعادة معالجة الوقود النووي.[7]

(4-3-1)الخصائص العامة للأضرار الإشعاعية

تتفاوت التأثيرات الناتجة عن التعرض لجرعات إشعاعية عالية وتعتمد هذه التأثيرات على حيثيات كثيرة وفي بعض الحالات على الحساسية الشخصية . وهناك الكثير من العوامل التي تؤثر على النتائج المختلفة منها: كمية الإشعاع والتوزيع الزمني له والتوزيع الهندسي للجسم ونوع الإشعاع وعمر الشخص المعرض للإشعاع. ومن خلال دراسة طويلة وخبرة في هذا الميدان منذ اكتشاف أشعة X وحتى نهاية القرن التاسع عشر اتضح أن تعرض البالغين

:

للإشعاع المزمن بجرعات تزيد مائة مرة عن تعرضهم لإشعاع الوسط المحيط (الأشعة الكونية والمعادن المشعة) سوف يؤدي إلى إصابات تلتئم بعد عدة سنوات بدون أن يكون هناك تأثيرات مشاهدة صحيا. بينما ينتج عن التعرض لجرعات تزيد الآلاف المرات عن الإشعاع الطبيعي أضرار بالغة وذلك إذا استمر هذا التعرض لفترة طويلة.

وتتلخص هذه الأعراض فيما يلي:

1) الليوكيميا Leukemia .

2) فقر الدم Anemia.

3) تغيرات ضارة في تركيب الأنسجة.

4) نقص في كريات الدم البيضاء Leucopenia.

5) أورام مستعصية.

6) المياه البيضاء في العين.

7) زيادة في معدل الطفرات الوراثية.

أما التعرض الحاد للجسم بكاملة للإشعاع فقد ينتج عنه أعطابا كامنة تؤدي إلي ظهور نوع أو أكثر من الأعراض السابقة. فإذا ما كانت الجرعة الساقطة كبيرة جدا، فإنه ستظهر أعراض مثل :الدوار المبكر والقيء ونقص في محتوى الدم المعدني والصلع وفقدان الشهية والضعف العام والإسهال والإرهاق .

ويبين نقص عدد صفائح الدم في الإنسان مدي التعرض المفرط (Overexposure) للإشعاع. ولسوء الحظ فإن هذه المشاهدة لا تظهر إلا بعد مرور بعض الوقت علي التعرض المفرط للإشعاع أما الأول الأعراض السريرية المشاهدة بصوره عامة فيتمثل في الدوار والقي الذي قد يتطور خلال 30 دقيقه أو اقل في الحالات التي يتعرض فيها الإنسان لجرعات عالية جدا أو يتطور في مد ه تتراوح بين 2-3 ساعات في حالات الجرعات الأقل

:

(4-4)الوقاية من الإشعاع

تتطلب حماية الأشخاص والعاملين في الإشعاع تصميم دروع مناسبة لمصادره المختلفة كالمفاعلات والمعجلات. والأجهزة المتصلة بهما كالأنابيب والأوعية والمضخات...إلخ التي تتعرض للمواد المشعة. كما ويجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة للوقاية من الإشعاع الناتج من عناصر الوقود بعد إزالتها من المفاعل.

هناك العديد من الوسائل المتاحة لحماية العاملين من الإشعاع نوجزها فيما يلي:

1-تقليل التعرض الخارجي للإشعاع:

ويتم ذلك بأخذ احتياطات بسيطة منها استغلال امتصاص الهواء أو الأوساط الأخرى للإشعاع، وبالتالي البعد عن مصدر الإشعاع ما أمكن، فمن المعروف أن شدة الإشعاع تتناسب عكسيا مع مربع المسافة عنه.

2-استخدام الدروع المناسبة:

تستخدم الدروع لإنقاص الجرعة الإشعاعية إلى أقل من أقصى جرعة مسموح التعرض لها حسب تعليمات (RPG).

3-استخدام الملابس الواقية:

عندما لا يكون هناك خيارا إلا الدخول إلى منطقة ملوثة، فإن على العاملين ارتداء ملابس خاصة وقفازات وغطاءات للأحذية أو أحذية خاصة،حيث تترك هذه الملابس عند باب الخروج من هذه المناطق. ومن ثم يمكن تنقيتها من التلوث الإشعاعي أو التخلص منها.

4- المراقبة المستمرة:

قبل أن يغادر العاملون المناطق الملوثة يجب أن يتم قياس جرعة الإشعاع التي تعرضو لها وإخضاعهم للمراقبة الدقيقة.

5- أخذ الاحتياطات اللازمة لمنع تسرب المادة المشعة إلى جسم الإنسان:

:

وهذه ضرورية بصفة خاصة عند التعرض للبلوتونيوم. كما ويشمل ذلك الاهتمام الصارم بالصحة العامة عند التواجد في المناطق وعدم الأكل أو الشرب أو التدخين فيها.كما ويجب تصميم أنظمة التهوية في المفاعل والأبنية الأخرى الخاصة به بحيث يتحرك الهواء من المناطق ذات الإشعاع المنخفض إلى المناطق ذات الإشعاع المرتفع وليس العكس. أما الغبار فيجب السيطرة عليه باستخدام أنظمة التفريغ إذا أمكن ذلك. فإذا كانت هناك بعض المناطق التي تحتوي على غبار لا يمكن التخلص منه فإن على العاملين ارتداء أقنعة واقية مناسبة.

يمكن أن يبتلع الإنسان موادا مشعة نتيجة للعمليات الكيميائية أو نتيجة لاستخدام مصادر مشعة لم تلصق جيدا مع الصفائح المقوية لها أو أغطيتها.

6- استخدام أجهزة التخدير (المراقبة) Monitoring Instruments:

حيث أن الإشعاع لا يمكن الإحساس به عن طريق الشعور الآدمي، فمن الضروري إذن استخدام أجهزة للكشف عنه باستمرار لتسجيل معدل الجرعات.

وفي واقع الأمر تنقسم أجهزة الإنذار التي تستخدم لحماية العاملين من الإشعاع إلى ثلاثة أقسام رئيسية وهي:

1-أجهزة التحذير الخاصة بالهواء والماء ومناطق التلوث بصورة عامة.

2-أجهزة المسح الدقيق لمناطق العمل والأجهزة المستخدمة.

3-أجهزة المراقبة التشخيصية للعاملين وللملابس.

تستخدم في هذه الأجهزة جميعا الكاشفات الإشعاعية ولكن يتم تعديل بعض هذه

الكاشفات للكشف عن الإشعاع بسهولة وسرعة ويسر وبحيث تعلن هذه الأجهزة عن وجود الإشعاع بالرنين أو بأرقام تظهر على الشاشة الجهاز أو مباشرة عن طريق مؤشر يعطي قيمة معينة على تدريج سبق معايرته.

وغالبا ما يتم تصميم هذه الأجهزة بحيث تكون قابلة للحمل بواسطة الأشخاص أو المعدات كالطائرات وغيرها، حسب الحاجة.

:

الخاتمة:

أن المواد المشعة هي المواد المصاحبة للتقنية النووية التي استخدمت لخدمة الإنسان في مجالات عديدة مثل الصناعة النووية،الطب التشخيصي والعلاج وغيره والتي هي من أضخم المشاكل التي تعاني منها معظم الدول .

يتعرض الإنسان لجرعات إشعاعية معينة عند عمل صور تشخيصية بالأشعة السينية أو النووية مهما قل زمن التعرض. وتختلف قيمة الجرعة باختلاف العضو ونوع الصورة المطلوبة ونوع جهاز الأشعة والفيلم الحساس المستخدم للتصوير وغيرها. وتؤكد اللجنة العلمية للأمم المتحدة ، في تقاريرها الدورية ، أن الأشعة التشخيصية هي المساهم الأعظم في الجرعة الفعالة الجماعية التي تكبدها البشرية في العالم من المصادر التي صنعها البشر.

وبهذا الجهد المتواضع وما فيه من صواب وتوفيق من الله وأرادته له الحمد على ذلك وصلى الله على الحبيب المصطفى.

:

التوصيات:

1-عندما تتعرض المواد لأشعة مؤينة مثل أشعة قاما أو أشعة اكس أو جسيمات ألفا و بيتا فإنها تتأثر بها ويتوقف مدي التأثير علي نوع المادة وشدة الإشعاع ونوعه.يجب أخذ الحذر عند التعامل مع الأشعة حسب نوعها وشدة إشعاعها.

2-أصبحت مشكلة النفايات النووية من القضايا البيئية في العالم وبدأ التزايد في حجم النفايات بصورة ملحوظة نتيجة للزيادة السكانية من ناحية وزيادة معدل الاستهلاك من ناحية أخرى.

3-قبل أن يغادر العاملون المناطق الملوثة يجب أن يتم قياس جرعة الإشعاع التي تعرضوا لها وإخضاعهم للمراقبة الدقيقة.

4- أصبح الآن من المعلوم أن فنيي الأشعة أو المرضى الذين تم علاجهم او تشخيص أمراضهم بجرعات إشعاعية عالية نسبيا معرضون للإصابة ببعض أنواع السرطان ،أكثر من غيرهم ممن لم يتعرض للإشعاعات.

5-الإشعاع لا يمكن الإحساس به عن طريق الشعور الآدمي، فمن الضروري إذن استخدام أجهزة للكشف عنه باستمرار لتسجيل معدل الجرعات.

:

المراجع

(1) محمد محمود عمار ، الفيزياء الحديثة ،فيزياء القرن العشرين دار النشر والتوزيع مصر 1999م.

(2) آرثر بايزر، مفاهيم في الفيزياء الحديثة، جامعة الموصل العراق، 1984م.

(3)أمين ذكي ،محاضرات حول تطبيقات المصادر الصناعية والنظائر المشعة، الهيئة العربية للطاقة الذرية ، 1993م.

(4)الرادون وسلاسل النشاط الإشعاعي الطبيعي،وقائع الدورة التدريبية حول الرادون والتلوث البيئي،العتبة العربية للطاقة الذرية تونس، 1994م .

(5) النفايات المشعة،أصلها وإصدارتها، وقائع الدورة التدريبية حول تداول ومعالجة النفايات المشعة،العتبة العربية للطاقة،القاهرة، 1993م.

(6) محمد فاروق،أحمد السريع،أسس الفيزياء الإشعاعية ،جامعة الملك سعود .

(7) أحمد السريع ،مصادر التلوث بالمواد المشعة، الدار العالمية للنشر والتوزيع مصدر،2001م.

: