جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بابل
كلية التربية للعلوم الصرفة
قسم الفيزياء

التأثير البيولوجي للأشعة المؤينة

مشروع بحث مقدم الى مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة – قسم الفيزياء كجزء من متطلبات نيل درجة بكالوريوس في الفيزياء

من قبل الطالب

حسين كاظم ساهي

أشراف

ا. م. د. سلار حسين ابراهيم

شوال ١٤٤٤هـ ايار ٢٠٢٣م

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَاذْكُرِ اسْمَ رَبِّكَ وَتَبَتَّلْ إِلَيْهِ تَبْتِيلًا

صدق الله العلي العظيم

من سورة المزمل الاية ٨

الاهداء

الى صاحب السيرة العطرة والفكر المستنير الذي كان له الفضل الأول في بلوغي التعليم العالي (والدي الحبيب) أطال الله في عمره.

إلى من وضعتني على طريق الحياة وجعلتني رابط الجأش وراعتني حتى صرت كبيرا(أمي الغالية) طيب الله ثراها .إلى إخوتي من كان لهم بالغ الأثر في كثير من العقبات والصعاب.

الى جميع أساتذتي الكرام ممن لم يتوانوا في مد يد العون لي أهدي اليكم بحثي في (التأثير البيولوجي للأشعة المؤينة)

حسين

الشكر والتقدير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين سيدنا محمَّد وعلى آله وصحبه ومن تبعهم بإحسان إلى يوم الدين، وبعد..
فإني أشكر الله تعالى على فضله حيث أتاح لي إنجاز هذا العمل بفضله، فله الحمد أولاً وآخرًا، ثم أشكر أولئك الأخيار الذين مدوا لي يدَ المساعدة، خلال هذه الفترة، وفي مقدمتهم أستاذتي المشرفة على البحث الأستاذة الدكتورة (سلار حسين ابراهيم) التي لم تدخر جهدًا في مساعدتي فلها من الله الأجر ومني كل الاحترام حفظها الله ومتّعها بالصحة والعافية.

حسين

الخلاصة

للأشعة السينية والمواد المشعة الأخرى آثار جسيمة البيولوجية، فقد لاحظ الكثيرون أن المساحات من الجلد التي تتعرض للأشعة السينية يحمر لونها وإذا زادت الجرعة فإنها تتقرح وقد تؤدي مع زيادة الجرعة التراكمية إلى ظهور أعراض سرطان الجلد بمرور الزمن، وقد يمتد ذلك إلى ما تحت الجلد كما يحدث في حالة التعّرض المباشر لمواد مشعة لفترات زمنية.
الآثار البيولوجية للإشعاع نوعان اثنان، جسدي ووراثي، الآثار الجسدية تؤثر على الأفراد مباشرة مثل فقدان الشعر، واحمرار الجلد وتقرحه، وهذه تعتمد على كمية الإشعاع والجزء المشع من الجسم وعمر

المريض حيث يكون الأثر الجسدي كبيراً، كان المريض صغيراً، وأخطر الأيام التي يحدث فيها الأثر الجسدي هي أيام ما قبل الولادة، حيث يؤدي أثر الإشعاع إلى تشّوه الأجنة في بعض فترات الحمل.
أما الآثار الوراثية فقد تكون على الخلايا الوراثية التي تؤثر في أجيال قادمة وذلك عندما يسقط الإشعاع في عملية التشعيع على الخلايا الوراثية ولذلك ينصح باستخدام أقنعة واقية للغدة التناسلية عند إجراء التشعيع كلما أمكن، كما أن مفهوم الجرعة الوراثية الإنجابية يكون ضّيقا جداً وهذه الجرعة توضح متى يكون الشخص أباً لأجيال تالية، فمثلاً السيدات فوق ٥٠ عاماً فرصتهم في الإنجاب قليلة وبالتالي فإن مساهمتهن في الزيادة السكانية قليلة وعلى العكس من ذلك في حالة الأطفال وصغار السن.
أثناء العلاج بالإشعاع تظهر آثار جانبية معظمها يكون جسدياً منها: احمرار الجلد، وتساقط الشعر، والتقّرح، وتلّيف الرئة، وتخّرم الأنسجة، ونقصان كريات الدم البيضاء، وحدوث قتامة في عدسة العين. وأسوأ ما يمكن أن يحدث من الآثار الجسدية البيولوجية هو وضع بذور السرطان في الجسم من أثر الإشعاع.
وقد وجد أن أنواعاً كثيرة من السرطانات تحدث وليس فقط سرطان الجلد، فعلاج الغدة الدرقية غير الآمن يصيبها بالسرطان، والإشعاع الموجه إلى مواد النمو في الدم يسبب سرطان الدم، وعلاج الأطفال بالأشعة السينية الذين تضخمت عندهم الغدة الصماء وجد أن بعضهم عند بلوغهم سن الشباب يكون مصاباً بسرطان الغدة الدرقية المجاورة للغدة الصماء في أسفل الرقبة، وقد وجد أنه تم اكتشاف ١٧٧ حالة سرطان دم من آثار
الانفجار النووي في هيروشيما وناجازاكي، وسرطان الثدي يمكن أن تسببه الأشعة المؤينة أيضاً

قائمة المحتويات

رقم الفقرة	العنوان	رقم الصفحة
	الاية القرآنية	I
	الاهداء	II
	الشكر والتقدير	III
	الخلاصة	IV
	قائمة المحتويات	V
الفصل الأول مقدمة عامة		
١.١	المقدمة	١
٢.١	النشاط الإشعاعي	٢
٣.١	انواع الاشعاع	٢
٤.١	قياس النشاط الإشعاعي	٢
٥.١	مصادر الاشعاع	٤
٦.١	الاثار الصحية للإشعاع المؤين	٥
٧.١	هدف البحث	٧
الفصل الثاني		
١.٢	الذرات والاشعاع	٨

٢.٢	تأثير الأشعة المؤينة على الخلية	٩
٣.٢	تطبيقات الاشعاع	١٧
٤.٢	التعرض الإشعاعي في حالات الطوارئ النووية	١٨
	الفصل الثالث-	
١.٣	التأثير البيولوجي للأشعة المؤينة	١٩
٢.٣	المرحلة الفيزيوكيميائية	٢٠
٣.٣	مرحلة التأثير البيولوجي على الخلايا والانسجه	٢١
	الفصل الرابع- المناقشة والتوصيات	
١.٤	المناقشة	٢٢
٢.٤	التوصيات	٢٤
--	المصادر	٢٥

الفصل الأول

مقدمة عامة

١.١. المقدمة

يتعرض الإنسان خلال حياته إلى الأشعة المؤينة من مصادر طبيعية Natural Sources ومصادر من صنع الإنسان made sources-man عن طريق التعرض الخارجي والداخلي . يعتبر التعرض خارجي عندما يتعرض الجسم للأشعة المؤينة المنبعثة من مصدر خارج الجسم ويتم امتصاص الطاقة الإشعاعية في الجسم من الخارج إلى الداخل.

أما التعرض الداخلي فيحدث عندما تصل المادة المشعة إلى داخل الجسم عن طريق البلع أو الاستنشاق أو من خلال الجلد. وفي هذه الحالة تتعرض أنسجة الجسم ويتم امتصاص الطاقة الإشعاعية المنبعثة من المادة المشعة داخل الجسم في كافة الاتجاهات وتقدر الآثار المترتبة علي هذا التعرض بحساب الجرعة الإشعاعية الممتصة في الجسم من مجموع جرعة التعرض الخارجي والداخلي.ومما ال يدركه البعض أننا قد نتعرض لإشعاع خصوصاً المؤين منه Radiation Ionizing من بيئتنا التي نعيش فيها وذلك عن طريق الهواء الذي نستنشقه أو الماء الذي نشربه والطعام الذي نأكله. حيث توجد بعض من العناصر المشعة مثل البوتاسيوم)Potassium(K و الرادون)Radon(Rn والراديوم) Ra Radium) وغيرها من المصادر التي ربما كان الإنسان سبباً في وجودها.

وعلى هذا فيمكننا تقسيم الإشعاع المؤين إلى قسمين، إشعاعات طبيعية lRadioactive Natura ،وإشعاعات صناعية Radioactive Artificial .وقد أصبح لهذه الإشعاعات)النووية والذرية(تطبيقات واسعة في مجالات عديدة منها الصناعي كصناعة الأسلحة وحفظ الأغذية، ومنها الطبي بفرعيه التشخيصي والعلاجي، ومنها الزراعي حيث تحسين المحاصيل الزراعية. وجميع هذه التطبيقات تعتمد على تفاعلات الأشعة المؤينه التي تحدث في المادة.. تم اكتشاف النشاط الإشعاعي الطبيعي على يد بيكرل Becquerel وذلك عن طريق فحص sources المستحلب الفوتوغرافي Photographic Emulsion الذي اسود نتيجة قربه من مركب يورانيوم Uranium طبيعي وكانت تلك بداية اكتشاف الإشعاع. اجتهد الإنسان في تطور العلوم بفروعه المختلفة بما فيها الفيزياء إلى أن تم التوصل إلى اكتشاف الإشعاع الصناعي وذلك باكتشاف الأشعة السينية ray-X عام ١٨٩٥م على يد وليام كونراد رونتجن W. C. Roentgen. وتوالت بعد ذلك الاجتهادات والاكتشافات الفيزيائية والإشعاعية من قِبل كل من رذرفورد Rutherford والسيدة ماري كوري Marie Curie وزوجها بيير كوري Pierre Curie إلى أن أصبح الإشعاع من أهم الظواهر التي يتحدث عنها الناس ومن الأمور التي لا غنى عنها في حياتنا المعاصرة وأصبحت الحاجة إليه تزداد بصورة تصاعدية. وقد أكدوا فيها جميعاً أن بعض الأنوية ليست مستقرة تماماً مما يجعلها تقوم بإصدار إشعاعات نووية لتصل إلى وضع الاستقرار.

٢.١. النشاط الإشعاعي (Radioactivity)

هي عملية فيزيائية تحدث للمواد المشعة والتي تشتمل على التحلل الذاتي لنواة ذرة المادة المشعة وهذا التحلل يختلف من مادة لأخرى ليعطي نوعيات مختلفة من الإشعاعات مثل إشعاع بيتا أو إشعاع جاما. الإشعاع هو طاقة في حالة حركة تنتقل عبر موجات أو أشعة غير مرئية. يتعرض الإنسان للإشعاع يوميًا. وفي الحقيقة، لطالما كان الإشعاع جزءًا من الحياة اليومية على كوكب الأرض

٣.١ انواع الاشعاع

الإشعاع غير المُؤيّن (ذو تردد عالٍ) والإشعاع المُؤيّن (ذو تردد منخفض)، ويعتبر النوعان ضارّين عند التعرض لهما بكميات كبيرة. ولكن العلماء والمهندسون النوويون والأطباء تمكنوا من فهم ماهية الإشعاع ومعرفة كيفية تسخير فوائده وحمايتنا من مخاطره.

الإشعاع غير المؤين يبعث طاقة كافية لتحريك الذرات. فمثلًا، يعمل الميكروويف الأشعة غير المؤينة لطهي الطعام عن طريق ذبذبة المياه داخل الطعام، مما ينتج الحرارة التي تنضّج الطعام.

الإشعاع المؤين يبعث طاقة كافية لتغيير تركيبة الذرة والتي يمكنها أن تدمر الخلايا الحيوية، وتعد الحروق من أشعة الشمس مثالًا على ذلك.

٤.١ قياس النشاط الإشعاعي

يمكن قياس ظاهرة النشاط الإشعاعي لعينة ما من خلال حساب عدد الذرات التي تنبعث بشكل تلقائي منها في كل ثانية، ويمكن القيام بذلك باستخدام أدوات مصممة لاكتشاف نوع معين من الإشعاع المنبعث من كل الاضمحلال، ويمكن أن يكون عدد الذرات المنبعث في الثانية الواحدة كبير جداً، وقد اتفق العلماء على عدد من الوحدات المشتركة للتعبير عن هذا العدد، منها الكوري "Ci"، والذي سُمي على اسم بيار كوري، وماري كوري، وهما مكتشفا الراديوم ومن أشهر الإشعاعات المؤينة:

أشعة غاما: تعتبر أشعة غاما إشعاع كهرومغناطيسي مشابه للأشعة السينية و الضوء وموجات الراديو، وهي تستطيع المرور عبر جسم الإنسان، ولكن يمكن لطريق جدران سميكة من الخرسانة أو الرصاص إيقافها. و عند اطلاق النواة اشعة غاما خلال الاضمحلال الإشعاعي فإن النواة لا تتغير ولكن الذي يحدث داخل النواة هو إعادة ترتيب النيوترونات والبروتونات لتصبح مرتبة في مستويات كمية منخفضة أو أكثر استقراراً من قبل.

إشعاع بيتا: يتكون إشعاع بيتا من الإلكترونات، وهي تتغلغل في الأجسام المختلفة بشكل أكبر من جسيمات ألفا، حيث تستطيع اختراق ١-٢ سنتيمتر من الماء، ويمكن إيقافها باستخدام صفائح الألمنيوم بسماك بضع مليمترات. و يمكن للنواة الاضمحلال عن طريق إشعاع جسيمات بيتا بنوعيها:

بيتا السالب :

هو عملية تفكك أحد نيوترونات النواة لينتج بسبب هذا التفكك إلكترون وبروتون و نيوترينو-مضاد ، فتفكك النيوترون فلو تفكك فإن النواة ستزداد فيها بروتوناً واحداً ويقل فيها نيترونا واحداً.

بيتا الموجب :

هو عملية تفكك أحد بروتونات النواة لينتج بسبب هذا التفكك إلكترون موجب أو ما يسمى بالبوزيترون ونيوترون و نيوترينو ، فتفكك البروتون

النيوترونات: هي جسيمات غير مشحونة ولا تنتج التأين مباشرة، ولكن يمكن أن يؤدي تفاعلها مع ذرات المادة إلى إنتاج ألفا، أو بيتا، أو جاما، أو أشعة سينية التي تنتج عن التأين، وتتغلغل النيوترونات ويمكن إيقافها فقط بواسطة كتل سميكة من الخرسانة، أو الماء، أو البارافين

إشعاع ألفا: يتكون إشعاع ألفا من جسيمات ثقيلة ذات شحنة موجبة، وتنبعث من ذرات عناصر كاليورانيوم والراديوم، ويمكن إيقاف إشعاع ألفا بشكل كلي باستخدام ورقة، أو طبقة سطح رقيقة من الجلد، ولكن في حال دخلت المواد التي ينبعث منها إشعاع ألفا إلى الجسم عن طريق التنفس أو الأكل أو الشرب، فإنها يمكن أن تعرّض الأنسجة الداخلية للخطر بشكل مباشر، مما قد يسبب أضراراً بيولوجية.الأشعة السينية X-Ray

تشبه أشعة غاما ولكن هناك فرق أساسي بينهما، من حيث المنشأ، وهو مصدر كٍل الأشعة السينية Ray-X منهما

حيث أن أشعة غاما تصدر عن التغيرات الحادثة في النواة في حين أن أشعة-X تَصدر من خارج النواة بسبب تفاعلات الإلكترونات في الذرة وتنقالتها الداخلية. هذه التفاعلات إما أن تكون:

ذاتية أي أن يهبط أحد إلكترونات المدارات العليا ليملئ فجوة تركها أحد إلكترونات المدارات الداخلية إثر تفاعله مع فوتون أو إلكترون خارجي. وفي هذه الحالة تسمى الأشعة السينية المميزة X -ray Characteristic وذلك ألنها من المدار وتميز الذرة المصدرة لهذا الإشعاع. أو تكون ناتجة بسبب كبح الالكترونات السريعة القادمة من خارج الذرة وتفاعلها مع المجال النووي مما يؤدي إلى فقدانها السريع للطاقة بسبب التغير المفاجئ لمسارها وهذا هو الأسلوب المتبع في إنتاج الأشعة السينية في عدة مجالات ومنها المجالات الطبية. وهذا النوع من أشعة-X يطلق عليه اسم أشعة الكبح الأشعة أو White Radiation البيضاء الأشعة أو المستمرة Bremsstrahlung Radiation (Braking Radiation

Continuous Radiation.

٥.١ مصادر الإشعاع

يتعرض الناس للإشعاع الطبيعي يومياً. ويأتي الإشعاع الطبيعي من مصادر عديدة بما فيها أكثر من ٦٠ مادة مشعة طبيعية المنشأ وموجودة في التربة والماء والهواء. والرادون غاز طبيعي المنشأ ينطلق من الصخور والتربة، وهو المصدر الرئيسي للإشعاع الطبيعي. ويتعرض الناس كل يوم للنويدات المشعة

عن طريق استنشاقه أو ابتلاعه من الهواء والغذاء والماء. وهناك أيضاً مصادر بشرية الصنع للإشعاع تتراوح في تنوعها من محطات توليد الطاقة النووية إلى الاستخدامات الطبية للإشعاع في تشخيص الأمراض أو عالج المرضى. ونجد أن مصادر الإشعاع المؤين البشرية الصنع الاكثر شيوعاً اليوم هي أجهزة الأشعة السينية وغيرها من الأجهزة الطبية. ويتعرض الناس للإشعاع الطبيعي أيضاً عن طريق الأشعة الكونية، وخاصة في الارتفاعات الشاهقة. إذ تأتي ٨٠ %من

جرعة إشعاع الخلفية التي يتلقاها الإنسان سنوياً – في المتوسط – من الأشعة الأرضية والكونية التي تنشأ طبيعياً. الاختلافات الجيولوجية. فقد يصل مستوى التعرض في بعض المناطق وتختلف مستويات التعرض لإشعاع الخلفية نتيجةً إلى أكثر من ٢٠٠ مرة أعلى من المتوسط العالمي.

٦.١ الآثار الصحية للإشعاع المؤين

يعتمد نوع الضرر الذي يلحقه الإشعاع بأنسجة أو أعضاء جسم الإنسان على الجرعة الإشعاعية التي يتعرض

لها، أو على الجرعة الممتَصة والتي تقاس بوحدة تسمى الغراي)Gy(.)ويعتمد نوع الضرر الذي يُحتمل أن ينتج عن

الجرعة الممتَصة على نوع الإشعاع وعلى درجة حساسية الأنسجة أو الأعضاء المختلفة.

والسيفرت)Sv( )هو وحدة لقياس جرعة الإشعاع الموزونة والتي تُعَرف أيضاً بالجرعة المؤثرة. وهو وسيلة لقياس

الإشعاع المؤين من حيث مستوى الضرر الذي يلحقه بمن يتعرض له. ويأخذ السيرفرات في الحسبان نوع الإشعاع ودرجة

حساسية الأنسجة والأعضاء. ونظراً لضخامة وحدة السيرفرات يكون من الأجدى استخدام وحدات أصغر مثل المِلّي سيفرت

)mSv( )أو الميكروسيفرت)Svμ .)ويحتوي الملي سيفرت الواحد على ألف ميكروسيفرت، والسيفرت الواحد على ألف

ملي سيفرت. وبالإضافة إلى أهمية قياس كمية الإشعاع)الجرعة(يكون من المفيد في أغلب الأحيان قياس معدل تعرض

الشخص لهذه الجرعة)معدل الجرعة(، مثل ميكروسيفرت/ الساعة أو الملي سيفرت/ السنة ويمكن للإشعاع إذا تَعَدى حدوداً معينة أن يُضعف وظائف الأنسجة و/ أو الأعضاء وأن يؤدي إلى آثار حادة مثل احمرار الجلد وفقدان الشعر والحروق الإشعاعية متلازمة الإشعاع الحادة. وكلما زادت كمية الجرعات وارتفع معدل الجرعات زادت حدة الآثار على سبيل المثال فإن الجرعة الحدية متلازمة الإشعاع الحادة هي حوالي ١ سيفرت)١٠٠٠ ميللي سيفرت(. أو تعرضه لها على مدى فترة زمنية طويلة)انخفاض معدل الجرعة(. ولكن هناك احتمال أن تحدث آثار طويلة الأجل أيضاً إذا كانت

هناك أخطاء في عملية إصلاح الخلايا التالفة، فتحولت تلك الخلايا إلى خلايا مشعة التزال قادرة على الانقسام. وقد يؤدي هذا التحول إلى إصابة الإنسان بالسرطان بعد مرور سنوات أو حتى عقود. وليس بالضرورة أن تحدث هذه التأثيرات، على الرغم من أن احتمال حدوثها يتناسب طردياً مع الجرعة الإشعاعية. ويشكل الأطفال والمراهقون الفئةالاكثر عرضة للخطر لأنهم أكثر حساسية للتعرض الاشعاعي بكثير من البالغين.وقد يسبب تعرض الألم قبل الوالدة للإشعاع المؤين تلفاً في مخ الجنين، وذلك عقب تعرضها لجرعة حادة تتجاوز ١٠٠ ملي سيفرت في الفترة ما بين الأسبوع الثامن والخامس عشر من الحمل و ٢٠٠ ملي سيفرت في على الإنسان أي احتمال للتأثير الأسبوع السادس عشر والخامس والعشرين من الحمل. ولم تُظهر دراسات التعرض الإشعاعي على نمو مخ الجنين في الفترة السابقة للأسبوع الثامن أو التالية للأسبوع الخامس والعشرين من الحمل. وتشير الدراسات الوبائية إلى أن مخاطر الإصابة بالسرطان بعد تعرض الجنين للإشعاع التختلف عن المخاطر الناجمة عن التعرض للإشعاع في مرحلة الطفولة المبكرة

٧.١. هدف البحث

ان الهدف من هذا البحث هو التعرف على الأشعة بصورة عامة ومصادرها والتعرف على الاشعة المؤينة بصورة خاصة واضرارها وعلاج التأثيرات الضارة الناتجة عنها كذلك التعرف على التأثير البيولوجي للأشعة المؤينة من خلال التعرض لها واهم العوامل المسببة لهذا التأثير واخيرا معرفة الاجراءات الصحية للوقاية من الإشعاع في حالات الطوارئ.

الفصل الثاني

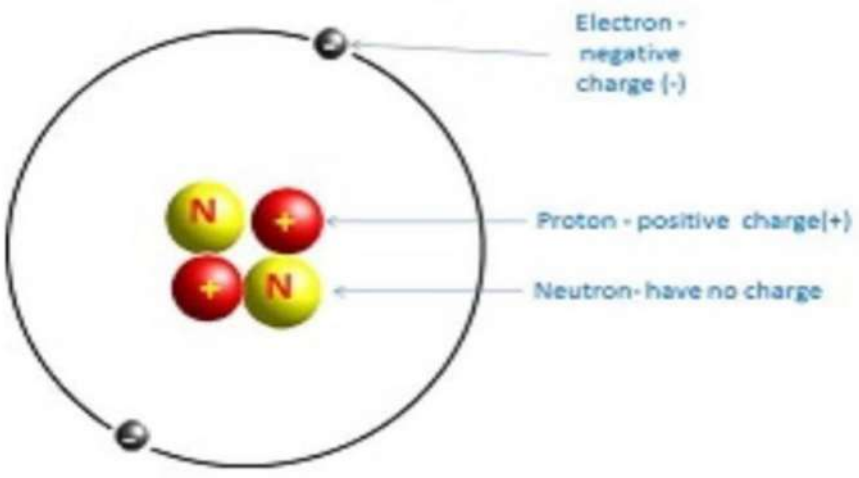
الذرات و الإشعاع

٢-١ الذرات والإشعاع

تتألف جميع المواد من ذرات. وتتركز كل كتلة الذرة تقريباً في النواة، التي تتألف من بروتونات ذات شحنة كهربية

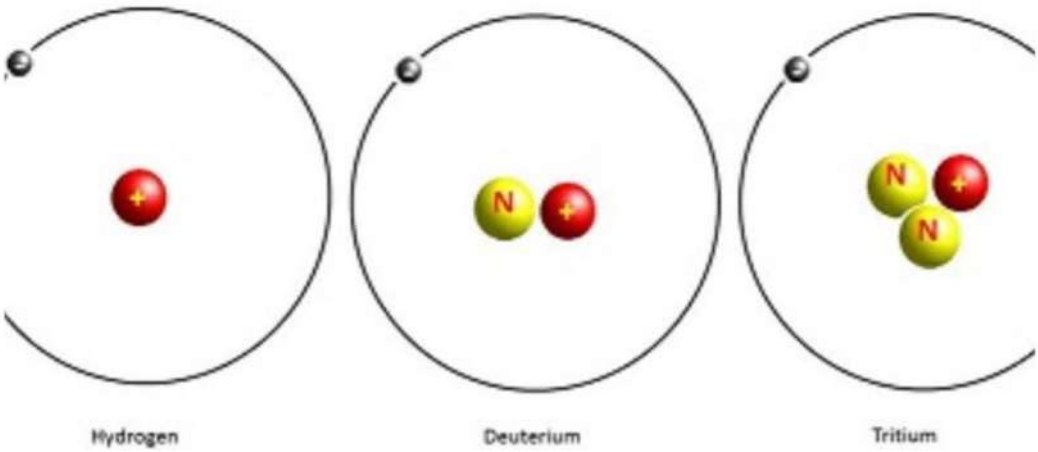
موجبة ونيوترونات متعادلة الشحنة الكهربائية. وتدور حول النواة جزيئات ذات شحنة كهربائية سالبة، تسمى

الإلكترونات. يوضح الشكل ١ مثالاً على تركيب ذرة الهيليوم. للذرات عدد متساو من البروتونات والإلكتروناتوشحنتها الكهربائية متعادلة. ويشكل إجمالي عدد البروتونات والنيوترونات كتلة الذرة، والتي تسمى عدد الكتلة



الشكل١: ذرة الهيليوم

بما أن عدد البروتونات مميز في كل عنصر، فإن العنصر وعدد الكتلة يحددان كل نويدة. تتشكل النظائر المشعة للعنصر بواسطة نويدات العنصر (أي ذرات تحمل نفس عدد بروتونات) وأعداد مختلفة من النيوترونات. ربما تكون هناك نظائر مشعة متعددة للعنصر. فالهيدروجين، على سبيل المثال، يحتوي على ثلاثة نظائر مشعة: الهيدروجين -١ (الهيدروجينالشائع)، الهيدروجين-٢ (الديتوريوم)، الهيدروجين-٣ (تريتيوم)، حسب ما موضح في الشكل ٢.



شكل

٢:نظائر الهيدروجين

٢-٢ تأثير الأشعة المؤينة على الخلية

إن امتصاص الخلايا لطاقة الأشعة المؤينة الساقطة عليها يؤدي إلى توزيع هذه الطاقة خلال الخلايا، الأمر الذي يؤدي إلى ظهور أنشطة مختلفة داخلها. فهناك تأثير على الخلية يُوصَفْ بأنه مميت للخلية وهي تلك التي تؤثر على الأجزاء الحساسة من الخلية، وآخر يوصف بأنه غير مميت وهي التي تؤثر على الأجزاء غير الحساسة من الخلية مثل الجدار الخلوي. فمنذ بداية القرن التاسع عشر الميلادي تم تسجيل ملاحظات حول تأثير الأشعة المؤينة على العاملين وذلك مثل تساقط الشعر واحمرار الجلد المتعرض للأشعة المؤينة. وإذا كان التعرض أكبر، ربما يصل الأمر إلى تقرحات في الجلد وربما إلى أعراض أخرى سرطانية Cancerous Symptoms بل ربما أدى إلى الموت.

أولاً: تأثيرات الإشعاع على الخلايا الحية

بصفة عامة عند تعرض أحد أعضاء الجسم الخارجية كاليد للأشعة السينية "مثلاً" ذات الطاقة المنخفضة، فإن هذا سيؤدي إلى احمرار وتقرحات في الجلد وبزيادة الجرعة تزداد الآثار وتتعمق ولكن لن تتأثر بقية

أعضاء الجسم (ما تحت الجلد) بهذه الجرعات. وبطبيعة الحال عندما يحصل دمار كُلي للجلد سوف يكون هناك مضاعفات تؤدي إلى إيقاف الإخراجية للجلد. ولكن بنظرة خاصة ودقيقة يمكن تقسيم التأثيرات الحيوية الناتجة بسبب الأشعة المؤينة إلى:

١-تأثيرات مباشرة Direct Actions وهي (إما جسدية Somatic أو وراثية Genetic)

٢-تأثيرات غير مباشرة Indirect Actions

أولاً: التأثيرات المباشرة Direct Actions

يؤدي هذا النوع من التفاعلات إلى تلف بعض أجزاء مكونات الخلية، وذلك بفعل اصطدام الجسيمات (أو الفوتونات) بها. ربما يكون التلف عاماً الأمر الذي يؤدي إلى إحباط عمل الخلية. أو يكون جزئياً مما يؤدي إلى فقد أحد وظائف الخلية مثل الانقسام. هناك نظرية تشرح إتلاف هدفاً معيناً من الخلية وتسمى نظرية الهدف Target Theory.

بإمكان نظرية الهدف وصف التأثيرات المباشرة على الخلية كمياً Quantitatively والتي تفترض أن تغيرات ضارة تحدث بسبب ترسب الطاقة خلال الحيز أو الهدف الحساس من الخلية. وسنعبّر عن التأينات خلال الهدف بالضربة Hit. وهذه الضربات لا تعتمد على بعضها ولكنها تتبع توزيعاً إحصائياً مثل توزيع بواسون Poisson Distribution. فعندما يتلقى الهدف كفايته من الضربات يحدث الموت الخلوي أو العقم الإنتاجي Reproductive Sterility. ويمكن التعبير عن ذلك بمصطلح "جزء المعيشة" Surviving Fraction والذي تصفه بالمعادلة التالية:

$$S = \frac{N}{N0} = e^{-KD} \qquad ********** \quad ١$$

حيث N هو عدد الخلايا المتبقية على قيد الحياة(الحية) بعد امتصاصها للجرعة D.

N. العدد الأصلي للخلايا.

K ثابت متعلق بالحساسية الإشعاعية النسبية للخلية.

تعرف الجرعة المثبطة Inactivation Dose بجرعة ٣٧% ويرمز لها بالرمز ٠D أو ٣٧D وتعرّف على أنها الجرعة المطلوبة "نظرياً" لإحداث ضربة واحدة فقط في كل هدف بطاقة كافية لإماتة الخلية. فمن هذا التعريف يتضح لنا أنها تنجح في إبقاء ٣٧% من المجموع الكلي من الخلايا الحية بينما أي هدف آخر ربما أكثر من ضربة في الوقت الذي لا يضرب البعض الآخر على الإطلاق.

التأثيرات الجسدية Somatic Effects

يعتمد هذا النوع من التأثيرات الجسدية على عدد من العوامل، أهمها كمية الإشعاع ونوعه، الجزء المشعع من الجسم، وعمر المريض. حيث يزداد الخطر على المريض إذا كان صغيراً عنه إذا ما كان كبيراً، فهناك علاقة عكسية بين عمر المريض والخطر الناتج عن التعرض للأشعة فكلما زاد عمر المريض كلما قل الخطر الناتج إلا في مراحل العمر المتأخرة فإن الخطر الناتج يزداد. وأخطر مراحل التعرض للإشعاع من حياة الإنسان هي المرحلة الجنينية أي ما قبل الولادة حيث تكون الأجنة في هذه الحالة أكثر حساسية للإشعاع، مما يؤدي إلى التشوهات الجينية.

ومن التأثيرات الجسدية ما يصيب جهاز المناعة ومنها ما يصيب الأنسجة الحية والتي تنقسم فيها التأثيرات إلى تأثيرات فورية Prompt وتأثيرات متأخرة Delayed .

التأثيرات الفورية ffectsPrompt E

وتنقسم إلى تأثيرات موضعية وعامة

بسبب الجرعة الموضعية مثل الجرعة العلاجية Therapeutic أو التشخيصية Diagnostic المسلطة على جزء من الجسم كالصدر. أو بسبب تركيز الجرعة مثل تجمع اليود المشع ١٣١I في الغدة الدرقية Thyroid Gland أثناء العلاج الإشعاعي. أو بسبب حساسية خاصة مثل الأعضاء الحساسة أو الحرجة Critical Organs.

اما العامة،بسبب تشعيع كامل الجسم Body Irradiation-Whole فتزداد الأعراض خطورة مع ازدياد الجرعة الممتصة بل ربما يكون الموت المحتم بعد التعرض لجرعة معينة.

*التأثيرات المتأخرة Delayed Effects

ومن أشهر هذه التأثيرات هو عتمة عدسة العين والتي تعرف بالماء الأبيض Cataract وهو ليس خطراً على الحياة ولكنه غير مريح للمريض حيث أنه يسبب له آلاماً وعدم وضوح في الرؤية. وعادةً يبدأ في الظهور بعد مضي عدة سنوات من التعرض للأشعة.

*أما بالنسبة للتاثيرات المناعية Immunological Effects

حيث تكمن أهمية الجهاز المناعي في مهاجمته للأجسام الغريبة التي تدخل الجسم. فقد لوحظ أن للإشعاع تأثيراً على الجهاز المناعي فهو يثبط عمل هذا الجهاز ويقلل من استجابته، مما يؤدي إلى ضعف المصاب أمام أبسط الأمراض مثل البرد والزكام. ولقد وجد أن المرضى الذين فقدوا مناعتهم بسبب التعرض للجرعات الإشعاعية يستعيدونها فيما بعد.

*التأثيرات الوراثية Genetic Effects

وهي التي تؤثر على الخلايا التناسلية Reproductive Cells التي بدورها تؤدي إلى شذوذ في النشئ. يعمل الأشعاع على إحداث تشوهات في الكروموسومات (المسؤولة عن انتقال الصفات الوراثية بشكل رئيسي من خلية إلى خلية ومن جيل إلى جيل). التي بدورها تؤدي إلى تشوهات جسمانية أو عقلية لدى الأطفال منذ الولادة ناتجة عن تعرض أحد الوالدين أو كلاهما للإشعاع المؤين (ربما أثناء الحمل بالنسبة للأم). وفي بعض الحالات لا تظهر هذه التشوهات الوراثية إلا بعد عدة أجيال من التعرض للإشعاع مما يؤدي إلى صعوبة متابعتها لدى الإنسان. ويصعب الأمر إذا علمنا أن بعضاً من التشوهات الوراثية يمكن أن تنتج بسبب العقاقير الكيميائية، حيث يجب التفرقة بينها وبين تلك الناتجة عن الإشعاع وهنا تكمن الصعوبة. ويزداد احتمال حدوثها لدى الرجال عنها عند النساء. حيث أن مهاجمة المراكز المسؤولة عن نقل الصفات الوراثية في الخلايا وهي DNA و RNA يؤدي إلى تدميرها، مما يؤدي إلى محو الصفات الموجودة في الجزء المدمر من شريط DNA و RNA .

إذاً كيف يحدث التلف في هذه المراكز الوراثية؟

هناك أربعة أنواع من التلف يمكن حدوثة في DNA و RNA كما يلي:

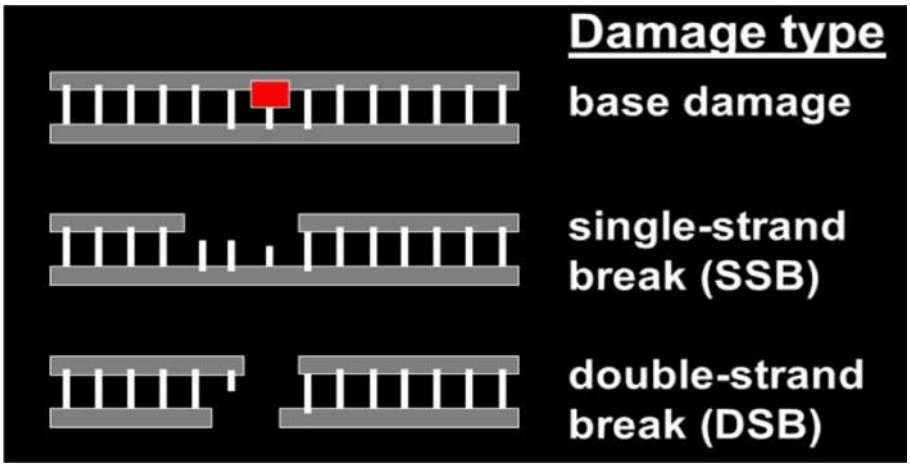
-تلف قاعدي Base Damage. يحدث في القواعد النووية لهذه الأشرطة. يؤدي في الغالب إلى ظهور التشوهات، وفي بعض الحالات يؤدي إلى وفاة الخلية.

-كسر أحادي السلسلة and BreakStr-Single.

-كسر ثنائي السلسلة Strand Break-Double.

-ربط ما بين كروموسومين Cross Linkage.

الشكل ٣ يوضح أنواع الكسر الذي يحصل في DNA:



شكل ٣ : انواع الكسر الذي يحصل في DNA

بعض التفاعلات التي تحدث في الخلية تؤدي إلى إحباط لبعض وظائفها، ومن أهمها فقد الخلية مقدرتها على الانقسام. علاج التلف الخلوي يعتمد على حساسية الخلية للإشعاع، وكذلك تجزئة الجرعة الإشعاعية إلى عدة أجزاء يساعد الخلايا على إصلاح ما أتلفه الجزء السابق من الإشعاع بنسبة عالية قبل بداية الجزء الذي يليه من التشعيع مما يساعد على بقاء الخلية، وهذا ما يسمى بتجزئة الجرعات الإشعاعية Dose Fractionation الذي يستخدم مع السرطان أثناء إعطائهم الجرعات الإشعاعية Radiotherapy.

ثانياً: التأثيرات غير المباشرة

كما هو معروف بأن الإشعاع المؤين خلال الخلية يؤدي إلى حدوث إثارة وتأين في ذرات الجزيئات. هذه الحوادث تتم في غضون فترة زمنية وجيزة (١٠-١٦ ثانية) يتبعها عدد من الحوادث الكيميائية والفيزيائية في وقت سريع و متتابع. وبما أن أكثر مكونات الخلية عبارة عن ماء (حوالي٧٥%) فإن نسبة كبيرة من هذه الطاقة الإشعاعية ستمتصها جزيئات الماء مؤدية إلى حدوث تفاعلات كيميائية كما يلي:

$$-O^{++}e^{2}H \rightarrow -O^{++}e^{2}H \rightarrow O^{2}H) \quad (1$$

$$H^{++}OH \rightarrow +O^{2}H) \quad (2$$

$$H^{*}+OH^{*} \rightarrow {}^{*}O^{2}H \rightarrow O^{2}H) \quad (3$$

فعند تعرض جزيء الماء للأشعة المؤينة فإنه سوف يتأين كما في معادلة رقم (١) معطياً $O^{++}e^{2}H$. الإلكترون سيغادر الجزيء الأم و تصطاده جزيئات الماء التي تميل إلى تغيير وضعها الذي فيه ذرات الهيدروجين المشحونة مواجهة للإلكترون وذرات الأكسجين السالبة الشحنة بعيدة عن الإلكترون. هذه التوزيعات من الإلكترون المصطاد خلال جزيء الماء تسمى الإلكترون المذاب Solved Electron أو الإلكترون المائي s ElectronAqueou ويمثل بالرمز eq-e. أما مصير جزيء الماء المؤين $O^{2}H^{+}$ فهو موضح بالمعادلة (٢). وينقسم إلى أيون هيدروجين H+ الذي هو بروتون وجذر هيدروكسيل (*OH Hydroxyle Radical)، والنقطة في أعلى O تدل على نقص إلكترون واحد في ذرة الأكسجين. وأخيراً فإن الماء يمكن إثارته بالإشعاع المؤين ليعطي جزيء ماء مثار $O^{2}H^{*}$ كما في المعادلة رقم (٣).

هذا النوع من التفاعلات يؤدي إلى إنتاج الجذور الحرة H* و*OH، هذه الجذور الناتجة من المعادلات (١)، (٢)، (٣) هي التي تهاجم DNA و RNA. ولهذه الجذور دور كبير في إحداث تفاعلات مع مكونات الخلية وبالتالي إحداث خلل لوظائفها. من وجهة نظر الدمار الحيوي ليس هناك فرق على الإطلاق فيما إذا دمرت الخلية أو مكوناتها عن طريق التأثيرات المباشرة أو غير المباشرة. لكن الظاهر لدينا أن معظم الدمار الحيوي يحدث عن طريق التفاعلات غير المباشرة وذلك لتواجد الماء بكميات كبيرة في الخلايا والأنسجة.

العوامل المؤثرة على الاستجابة الإشعاعية Factors Influencing the Effects of Irradiation

يمكن تقسيم هذه العوامل إلى نوعين:

أولاً: عوامل حيوية Biological Factors

منها ما يلي:

-وضع الخلية The state of the Cell. من حيث كونها في حالة انقسام أو سكون. حيث وجد أن الخلايا التي

تعرضت للإشعاع وهي في حالة الانقسام كانت استجابتها للإشعاع أكبر بحوالي ١٠٠٠ مرة من تلك التي لم تكن في حال الانقسام.

-العمرAge. حيث أن الحساسية تكون أعلى ما يمكن عند طرفي العمر عنها من مرحلة النضوج.

-الظروف الفسيولوجية Physiological Condition. وجد أن إزالة الماء من الخلية يقلل من استجابتها للإشعاع.

ثانياً: عوامل فيزيائية-كيميائية Chemical Factors-Physical

من هذه العوامل ما يلي:

نوع الإشعاع Radiation Type. حيث لكل نوع من الأشعة المؤينة كفاءته وتأثيره على الخلية المتفاعل معها وذلك تبعاً لمعامل وزن الاشعاع.

-الجرعة المعطاة Delivered Dose والتوزيع الزمني للجرعات (التجزئة) Fractionation Dose. من البديهي أن نذكر أنه كلما ازدادت الجرعة المعطاة كلما كان الدمار الناتج أكبر. وما يهمنا هنا هو أن الدمار يكون أقل إذا أعطيت الجرعة على عدة دفعات حيث بإمكان الخلية في كثير من الأحيان إعادة إصلاح ما أتلفته الجرعة السابقة.

-تركيز الدم Blood Concentration. وهذا ناشئ عن وجود الأكسجين الذي بدوره يزيد من استجابة الخلايا للإشعاع.

٢-٣ تطبيقات الإشعاع

يستخدم الإشعاع في مختلف أنواع الأنشطة الطبية والتجارية والصناعية. ففي التطبيقات الطبية يتم استخدام الإشعاع في التصوير وقياس وظائف الأيض وعلاج السرطان. وتتضمن الاستخدامات الصناعية التصوير الإشعاعي لأغراض فحص اللحام والأنابيب والمواد المصنّعة الأخرى ومقاييس الكثافة لمراقبة

عمليات التصنيع ومقاييس مستوى السوائل لقياس التدفق وفي أنظمة التحليل لقياس المكونات. اما التطبيقات التجارية فتشتمل على أجهزة التعقيم لقتل البكتيريا و ُمسبِّبات الأمراض، ومقاييس كثافة التربة

لإنشاء الطرق السريعة، ومحطات الطاقة النووية لتوليد الطاقة الكهربائية وكواشف الدخان يُضاف إلى ما سبق، فإن المواد المشعة الطبيعية المنشأ قد ترتبط بعمليات معالجة مواد التعدين، بما في

ذلك صناعة مخ ّصبات الفوسفات وإنتاج واستخدام صلصال الكاولين وإنتاج واستخدام الوقود الأحفوري

٢-٤ التعرض الإشعاعي في حالات الطوارئ النووية

قد يسفر حدوث حالة طوارئ في محطة من محطات الطاقة النووية (NPP) عن تسرب مواد مشعة إلى

البيئة. واليود والسيزيوم هما النويدتان المشعتان الأكثر إثارة للمخاوف الصحة.

أما حالات تعرض أعضاء فرق الإنقاذ وأول المستجيبين والعاملين في محطات الطاقة النووية للإشعاع، سواء كان هذا التعرض داخلياً أم خارجياً، فغالباً ما تحدث خلال استجابتهم لحالة الطوارئ. وقد يؤدي ذلك إلى تعرضهم لجرعات إشعاعية عالية بما يكفي لإحداث آثار حادة مثل احتراق الجلد أو الإصابه

بمتلازمة الإشعاع الحادة. ويمكن للأشخاص الذين يعيشون في المناطق الأقرب إلى محطات الطاقة النووية أن يتعرضوا خارجياً للنويدات المشعة الموجودة في إحدى السحب المشعة أو المترسبة على الأرض. ويمكن أن يصابوا أيضاً

بتلوث خارجي من الجسيمات المشعة التي تترسب على الجلد أو الملابس، وبتلوث داخلي عند استنشاق النويدات المشعة أو بلعها أو دخولها إلى مجرى الدم من خلال جرح مفتوح. ومن المستبعَد أن يتعرض عامة السكان لجرعات عالية بما يكفي لإحداث آثار حادة لكنهم قد يتعرضون

لجرعات منخفضة يمكن أن تؤدي إلى زيادة خطر تعرضهم لآثار طويلة الأجل كالإصابة بالسرطان . ويضاف تناول أغذية و/ أو مياه ملوثة بالإشعاع إلى مجمل مسببات التعرض الإشعاعي. ويتركز اليود

المشع في حالة تسربه إلى البيئة ودخوله جسم الإنسان عن طريق الاستنشاق أو البلع في الغدةالدرقية مايزيد من خطر إصابته بسرطان الغدة الدرقية.وقد ُوجدأنالأطفالأكثرعرضةلخطر

الإصابة بسرطان الغدة الدرقية من البالغين، ولاسيما الأطفال الذين تقل أعمارهم عن الخمس سنوات

والأطفال الذين لا يحتوي غذاؤهم على كمية كافية من اليود

الفصل الثالث

التأثير البيولوجي للأشعة المؤينة

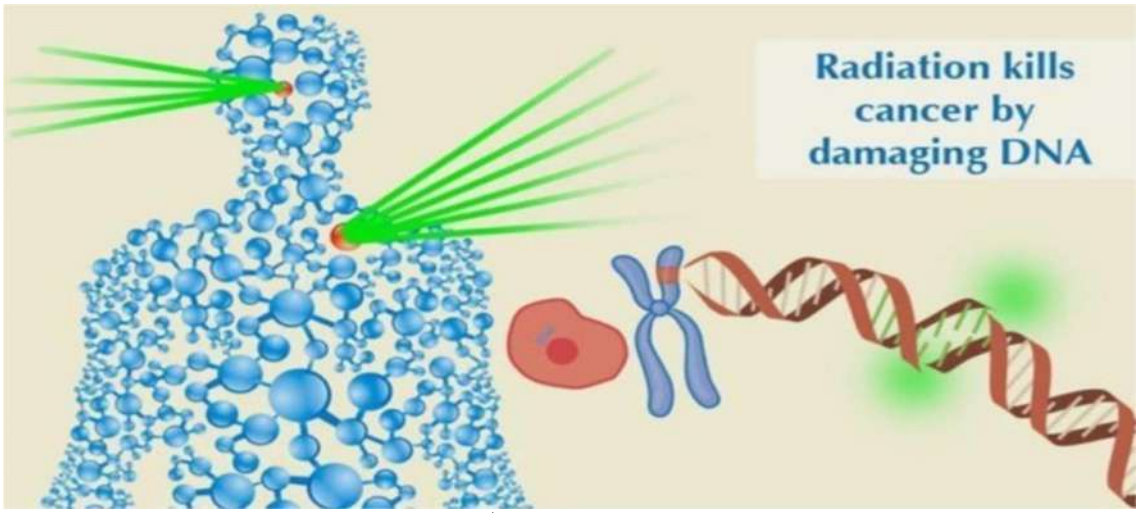
١.٣. التأثير البيولوجي للأشعة المؤينة

صنع الإنسان made sources-man عن طريق التعرض الخارجي والداخلي . يعتبر التعرض خارجي عندما يتعرض الجسم للأشعة المؤينة المنبعثة من مصدر خارج الجسم ويتم امتصاص الطاقة الإشعاعية في الجسم من الخارج إلى الداخل.

أما التعرض الداخلي فيحدث عندما تصل المادة المشعة إلى داخل الجسم عن طريق البلع أو الاستنشاق أو من خلال الجلد. وفي هذه الحالة تتعرض أنسجة الجسم ويتم امتصاص الطاقة الإشعاعية المنبعثة من

المادة المشعة داخل الجسم في كافة الاتجاهات وتقدر الآثار المترتبة على هذا التعرض بحساب الجرعة

الإشعاعية الممتصة في الجسم من مجموع جرعة التعرض الخارجي والداخلي.



٣-١ تعرض الإنسان للإشعاع

عند دخول المواد المشعة داخل الجسم عن أي طريق يتم امتصاصها ودخولها في العمليات البيوكيميائية الأساسية

ووصول هذه النويدات إلى الدورة الدموية وسوائل الجسم ويتم توزيعها إلى جميع أنسجة الجسم طبقا للصفات والخصائص الكيميائية للعناصر والمركبات التي تكون هذه المواد المشعة. وتتحكم في الآثار الناجمة عن التعرض

الإشعاعي الداخلي عوامل كثيرة من أهمها بطئ تطور و ظهور الأثر، وعدم تجانس امتصاص الجرعة الإشعاعية في الأنسجة إلى جانب الفترة الزمنية اللازمة للتحلل الإشعاعي للمادة المشعة لتعطي جرعة متراكمة على مدى الوقت، وكذلك درجة السمية الكيميائية للمادة المشعة ذاتها

و من أهم العوامل المتحكمة في أثار التعرض الإشعاعي ما يلي:

أ-الخواص الفيزيائية للمادة المشعة وتتضمن عمر النصف، نوع وطاقة الأشعة المنبعثة، الانتقال الخطى للطاقة، الطاقة الممتصة من النسيج الحاوي للمصدر إلى النسيج المستقبل للأشعة. ب- العوامل البيولوجية للمادة المشعة وانتقال المادة داخل الجسم من عضو إلى أخر، إلى جانب استبقاء المادة المشعة في نسيج معين، والفترة الزمنية لتواجد المادة المشعة داخل الجسم ثم طرق خروج المادة المشعة من الجسم وكذلك

عمر النصف البيولوجي إلى جانب عوامل أخرى مثل السن والجنس والأمراض المختلفة ويتوقف انتقال المادة المشعة على الدورة الدموية وسوائل الجسم وكذلك الجهاز التنفسي والجهاز الهضمي والتي تحدد آليات ميكانيكية انتقال المادة المشعة من نسيج إلى أخر.

– ومن الآثار الصحية للتعرض الإشعاعي هي التحول السرطاني لبعض الأنسجة التي تتواجد فيها المواد المشعة –

– لفترات طويلة نسبيا ويمر التأثير الإشعاعي بمرحلتين أساسيتين هما

٣-٣ المرحلة الفيزيوكيميائية

وهذه المرحلة في تطور الإصابة الإشعاعية تخص امتصاص الطاقة الإشعاعية داخل روابط الجزيئات الكيميائية في الخلايا وينتج عن ذلك حدوث توتر أو تأين لهذه الروابط الفيزيوكيمائية في الجزئيات

الموجودة في الحيز البيولوجي الذي تعرض والذي حدثت فيه عمليات امتصاص للطاقة. وينتج عن ذلك

حدوث تغيرات في أداء وظيفة الجزئيات الكيمائية التي حدث توتر وتأين لروابطها وتسمي تغيرات في الجزئيات.

وتعتبر هذه المرحلة الأساس الذي سوف يترتب عليه تطور وظهور ونوعية الإصابة الناتجة من التعرض الإشعاعي. وهذه المرحلة مهمة فيما يخص حدوث عمليات إصلاح في الجزئيات الكيمائية التي تأثرت بالتعرض الإشعاعي وامتصاص الطاقة الإشعاعية وكذلك تطور الإصابة الإشعاعية ومداها والذي يحدد

مقدار وحجم الأثر المتبقي بعد الإصلاح الذي يتم في الجزئيات

مرحلة التأثير البيولوجي على الخلايا والأنسجة

التغيرات الكيميائية التي تحدث للجزيئات تشكل الأساس الذي يترتب عليه تطور وظهور الآثار الإشعاعية في الخلايا والأنسجة وأهمها تحول الجزيئات لإنتاج شق حرfree radicals الذي يتميز بنشاط كيميائي

كبير مما يؤثر على تركيب الخلايا وبالتالي على وظائفها. ويتوقف حجم ونوعيه وشدة هذه الآثار على

عوامل كثيرة تخص النظام البيولوجي المتعرض للإشعاع وتخص أيضا النظام الفيزيائي للأشعة الساقطة

بكل جوانبه وجميع مراحل تطور الإصابة مرتبط بعوامل كيمائية فسيولوجية ووظيفية ومناعية كثيرة ومرتبطة بالأجهزة الكليه المسيطرة على كافة النظم البيولوجية في الجسم. وعلى رأس العوامل المسيطرة على تطوير الإصابة الإشعاعية وظهورها هو مقدار الجرعة الإشعاعية الذي تعرض لها الجسم وحجم الحيز المتعرض من الجسم. وقد توصل بعض العلماء حديثاً إلى تركيب كيميائي لدواء يسمى بـ مضاد الإشعاع ( )radiation-Anti من أهم خواصه تقوية الجهاز المناعي للجسم المصاب بالإشعاع.

الفصل الرابع

المناقشة والتوصيات

١.٤. المناقشة

الإشعاع المؤين هو نوع من الطاقة تُطْلِقه ذرات معينة في شكل موجات أو جسيمات كهرومغناطيسية ويتعرض الناس للمصادر الطبيعية للإشعاع المؤين، ومنها ما يوجد في التربة والماء والنبات، ولمصادر أخرى من صنع الإنسان مثل أجهزة الأشعة السينية والأجهزة الطبية. و للإشعاع المؤين العديد من التطبيقات المفيدة، حيث يُستخدَم في مجالات مثل الطب والصناعة والزراعة والبحوث.

ومع زيادة استخدام الإشعاع المؤين يزداد احتمال وقوع مخاطر صحية في حالة عدم استخدامه أو احتوائه بشكل صحيح.

يمكن أن تحدث تأثيرات صحية حادة مثل احتراق الجلد أو الإصابة بمتلازمة الإشعاع الحادة عندما تتجاوز جرعات الإشعاع مستويات معينة. ويمكن أن يزيد التعرض لجرعات منخفضة من الإشعاع المؤين من خطر حدوث تأثيرات طويلة الأجل مثل الإصابة بالسرطان.

ان الإشعاع المؤين هو نوع من الطاقة تُطْلِقه ذرات معينة وينتقل على هيئة موجات كهرومغناطيسية (أشعة غاما أو الأشعة السينية) أو على هيئة جسيمات (نيترونات بيتا أو ألفا). ويسمى هذا التفكك التلقائي للذرات النشاط الإشعاعي، وتُعتبر الطاقة الزائدة المنبعثة أثناء هذا التفكك شكلاً من أشكال الإشعاع المؤين. ويُطلَق على العناصر غير المستقرة التي تتفكك وتنبعث منها الإشعاعات المؤينة اسم النويدات المُشِعَّة. وتُحدَّد الصفات الفريدة لجميع النويدات المُشِعَّة حسب نوع الإشعاعات المنبعثة منها وطاقة تلك الإشعاعات وعمرها النصفي. ويقاس هذا النشاط - الذي يُستخدم كمقياس لكمية النويدات المشعة الموجودة - بوحدة تسمى البيكريل (Bq). ويعادل البيكيرل الواحد عملية تفكك واحدة في الثانية. والعمر النصفي هو الزمن اللازم لكي يتراجع نشاط النويدات المشعة بفعل الانحلال الإشعاعي إلى نصف قيمتها الأولية. والعمر النصفي لأي عنصر مشع هو الزمن الذي يحتاجه العنصر لكي يتفكك نصف عدد ذراته، ويتراوح

من مجرد جزء من الثانية إلى ملايين السنين (حيث يبلغ العمر النصفي لليود-١٣١ مثلاً ٨ أيام في حين أن العمر النصفي للكربون-١٤ هو ٥٧٣٠ سنة).

٢.٤.التوصيات

يمكن اتخاذ بعض الإجراءات الوقائية للصحة العمومية أثناء حالات الطوارئ النووية للحد من إمكانية التعرض الإشعاعي وما يصاحبه من مخاطر صحية. وينبغي تطبيق إجراءات وقائية عاجلة في المراحل الأولى من حالات الطوارئ (خلال الساعات أو الأيام القليلة الأولى) لحماية الناس من التعرض للإشعاع، مع الوضع في الاعتبار الجرعات التي يُحتمل أن يكونوا قد تعرضوا لها على المدى القصير (مثل الجرعة المؤثرة خلال يومين إلى سبعة أيام، والجرعة المسببة لاعتلالات الغدة الدرقية خلال أسبوع). وتستند القرارات التي تُتخذ في هذا الصدد إلى ظروف محطة الطاقة النووية وكمية النشاط الإشعاعي التي تُطلَق بالفعل أو يُحتمل أن تُطلَق في الغلاف الجوي والأحوال الجوية السائدة (مثل سرعة الرياح واتجاهها ومعدل هطول الأمطار) وغير ذلك من العوامل. وقد تعلن السلطات المحلية عن إجراءات عاجلة تشمل الإجلاء والالتزام بالبقاء في الأماكن الداخلية وتناول اليود غير المشع. وتزداد فعالية الإجلاء كإجراء وقائي عند تنفيذه قبل أن ينطلق الإشعاع في الهواء. كما أن الالتزام بالبقاء في الأماكن الداخلية(كالمنازل والمدارس والمباني الإدارية) يقلل إلى حد كبير من التعرض للمواد المشعة التي تُطلق وتنتشر في الهواء. ومع توفر كمية أكبر من البيانات المتعلقة بالرصد البيئي والبشري يمكن أن تُتخذ إجراءات وقائية أخرى، منها نقل الناس إلى مساكن مؤقتة أو في بعض الحالات إعادة توطينهم في مواقع جديدة بصفة دائمة. وتُطبَّق هذه الإجراءات الوقائية مع الوضع في الاعتبار الجرعات الإشعاعية

التي قد تتعرض لها المجموعة السكانية المعنية على المدى الطويل (مثل الجرعة المؤثرة خلال سنة واحدة).وينبغي إنشاء برامج لرصد الأغذية والمياه لتوفير المعلومات اللازمة لاتخاذ القرارات بعيدة

المدى بشأن فرض قيود على الأغذية واستهلاك المياه مراقبة المواد الغذائية المتداولة في التجارة الدولية وقد تستمر مرحلة التعافي لفترة طويلة. وينبغي أن يكون قرار وقف التدابير الوقائية مرتبطاً

بالرصد البيئي والغذائي والصحي ومستنداً إلى تحليل للمخاطر والفوائد. وينبغي إنشاء برامج مناسبة

على المدى الطويل لتقييم الآثار الواقعة على الصحة العمومية ومدى الحاجة إلى اتخاذ أي إجراءات لاحق.

المصادر

١-J.R.Cameron and J. G. Skoforonick. "Medical Physics" ,New York, John Wiley and sons inc.١٩٧٦

٢- -محمد فاروق أحمد وأحمد محمد السريع(مبادئ الإشعاعات النووية والوقاية منها) ١٩٨٧ ٣- -شذى سلمان الدركزلي، الكشف عن الأشعة النووية، مطبعة التعليم العالي والبحث العلمي ،بغداد

١٩٨٧ ٤- -منيب عادل خليل(الفيزياء النووية) جامعة الموصل ١٩٩٤ ٥- أسعد جلال صالح، مقدمة في الفيزياء النووية -مطبعة العالمية الحديثة ١٩٨٧ ٦- محمد باقر البديري. (ترجمة ومقدمة في الوقاية من الإشعاع الن مارتن وصموئيل هاريسون

،وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، بيت الحكمة ١٩٩٧ ٧- أسماعيل مؤيد عيسى(كتاب الإشعاع والعلاج الإشعاعي)١٩٨٠

٨-r Brodrick, J.; Hepburn, D.J.; Ackland, G.J. (February). "Mechanism fo .radiation damage resistance in yttrium oxide dispersion strengthened

.٩٧–٢٩١ :(٣–١) ٤٤٥steels". Journal of Nuclear Materials. . ٢٠١٤

٩-Grain boundary " .(٢٠١٣)J.journal=Journal of Nuclear Materials

.٦٦٦–. .٦٦١ :(٣–١) ٤٤١tors". engineering for structure materials of nuclear reac .٢٠١٩ ٢٠١٣.٠٣.٠٥٠j.jnucmat./١٠.١٠١٦T. doi:٦٦١..٤٤١JnuM..٢٠١٣Bibcode:

١٠ -F.A.; Packen, Nicholas H. (). Radiation Induced Changes in ،- th International Symposium. ASTM١٣Microstructure: صفحة ١٦١. سنة ١٩٩٧