الإشعاع النووي

وتأثيراته الصحية ألضارة

أ. د فخري حسن

أستاذ الفيزياء بجامعة الخليل – فلسطين

مقدمة : يمكن تصنيف جميع الموجودات في الكون على كثرتها من ناحية الخواص الفيزيائية الى صنفين أساسيين هما : مادة وإشعاع . نعرف جميعا المادة التي تكون أجسامنا وتحيط بنا من كل جانب ، أما الإشعاع فهو شكل من أشكال الطاقة وهو أنواع كثيرة, فمنه الإشعاع ألجسيمي الذي يميز بصورة أساسية من خلال كتلته مثل الالكترونات والبروتونات وجسيمات الفا وغير ذلك , ومنه ألإشعاع الموجي الذي يميز بصورة أساسية بطاقته أو تردده مثل الضوء والأشعة تحت الحمراء وغيرها .أما من حيث تأثيره على المادة وخاصة الخلايا الحية فيقسم الإشعاع الى إشعاع مؤين واشعاع غير مؤين .تكون طاقة الإشعاع المؤين كبيرة نسبيا وكافية لتأين ذرة الهيدروجين وهي ابسط الذرات وتتكون من الكترون وبروتون ، وتعني كلمة تأين ذرة الهيدروجين فصل إلكترونها عن البروتون .أما إذا كانت طاقة الإشعاع غير كافية لفصل الإلكترون عن البروتون فإن الإشعاع يكون غير مؤينا مثل الضوء وأشعة الميكروويف وغيرها .

الإشعاع المؤين :

يقسم الإشعاع المؤين الى إشعاع موجي واشعاع جسيمي

ألإشعاع الموجي : وهو عدة أنواع :

(1) الأشعة فوق البنفسجية (UV) وتعتبر الشمس مصدر طبيعي للأشعة فوق البنفسجية وتعود أهمية طبقة الأوزون لامتصاص هذه الاشعة الضارة قبل وصولها للأرض .

2) الأشعة السينية : وتنتج هذه الأشعة عند تصادم أو تفاعل الالكترونات السريعة مع المادة حيث يتحول جزء من طاقتها لأشعة سينية . تستخدم الاشعة السينية بصورة واسعة في المجال الطبي والبحث العلمي والصناعة .

(3) اشعة جاما تصدر من نواة الذرة وتستخدم بصورة واسعة في التشخيص وخاصة التصوير الاشعاعي والعلاج في الطب الحديث مثل علاج أورام السرطان .

الإشعاع ألجسيمي : وهو أيضا عدة أنواع :

(1) جسيمات (أو اشعة) الفا : وهي عبارة عن نواة ذرة الهيليوم التي تتكون من بروتونين ونيوترونين وتصدر من نوى الذرات الثقيلة مثل اليورانيوم

(2) جسيمات (أو اشعة) بيتا وهي الكترونات سريعة تصدر من نوى بعض العناصر غير المستقرة

(3) بروتونات ونيوترونات وغيرهما من الجسيمات النووية .

الجينات والفيروسات والسرطان :

يعتقد العلماء بأن معظم أمراض السرطان التي تصيب الانسان ليس لها علاقة مباشرة بالفيروسات . ومع ذلك فإن بعض الفيروسات التي تصيب الانسان تعمل على نسخ جينات بشرية من الخلية التي تصيبها وتحدث بها تغييرات او طفرات تجعلها تسلك سلوك الخلية السرطانية . تسمى هذه الجينات بالجينات الفيروسية(viral or virus genes) وقد اكتشف العالم الأمريكي روس (P. Rous 1879 - 1972) اول جين فيروسي عام(1911) وحصل على جائزة نوبل في الطب عام(1966). يعمل الفيروس على إحداث طفرات في الخلية من خلال إحداث تغيرات في الجين أو من خلال زراعته في مكان غير مناسب في الكروموسوم في الخلية مما يعيق عملية الاتصال والسيطرة على الخلية التي تصبح خلية سرطانية .يعرف ألجين الذي يعمل على تحويل الخلية العادية الى خلية سرطانية بالجين المسرطن(ongogene) وهو عبارة عن نسخة من جين بشري أصابتها طفرة او تعديل معين .

ويوجد في الخلايا أيضا جينات كابحة للسرطان (cancer suppressing genes) تعمل على منع تكون الخلايا السرطانية أو القضاء على الخلايا التي تتكون بصورة شبه مستمرة في الجسم ، ويعتقد بأن السرطان يصيب الخلية عند ضعف او توقف عمل او موت هذه الجينات الهامة .

أضرار الإشعاع المؤين :

يعتقد العلماء بأن عملية التأين التي تنتج من تفاعل الإشعاع مع الخلايا هي السبب الأساسي لمعظم إضراره .قد تحدث عملية التأين في جزي ماء أوجزي بروتين أو في (DNA) يتبعها تفاعلات كيميائية معقدة . تحدث هذه العمليات بصورة مستمرة في الجسم وتقوم الخلايا بإصلاح الخلل دون أضرار تذكر. قد تفشل الخلايا في بغض الأحيان لأسباب غير معروفة في إصلاح الخلل مما يؤدي لظهور المرض أو الإصابة بالسرطان .

يمكن تقسيم الأضرار التي تنتج عن الإشعاع المؤين الى نوعين أساسيين هما : ألأضرار اليقينية أو القطعية (deterministic) والأضرار العشوائية (stochastic) .

ألأضرار اليقينية :

تسود هذه ألأضرار في حالة الجرعات العالية نسبيا وتصيب عدد كبير جدا من الخلايا ولها جرعة عتبة(threshold dose) حيث تبدأ ألأضرار بالظهور عندما تكون الجرعة الاشعاعية اكبر من هذه الجرعة ، أما إذا كانت الجرعة التي يتعرض لها الشخص اقل من ذلك فإن الأضرار لا تظهر . ومن أهم الأضرار اليقينية للإشعاع ما يلي :

(1) مرض الإشعاع : تعتمد شدة مرض الإشعاع (radiation sickness)على مقدار الجرعة الإشعاعية ومن أهم إعراضه الغثيان والصداع وفقدان الشهية للطعام . إذا كانت الجرعة عالية جدا(100 جري وأكثر) فإنها تسبب تلفا للجهاز العصبي المركزي وقد تحدث الوفاة خلال ساعات .وقد حدث ذلك عند انفجار مفاعل تشرنوبيل عام 1986 في الاتحاد السوفيت سابقا . أما في حالة الجرعات المتوسطة (أكثر من 20 جري واقل من 100 جري) فإن الغشاء المخاطي الداخلي للقناة الهضمية يصاب بالتلف وتحدث الوفاة خلال ايام . وتصاب خلايا النخاع العظمي المصنعة للدم بالتلف في حالة الجرعات الصغيرة نسبيا (2-5 جري) وتحدث الوفاة خلال أسابيع أو اشهر .

إن الجري أو الغري (Gray , Gy) هو وحدة قياس الجرعة الممتصة في النظام الدولي ، ويقال أن الجسم امتص جرعة مقدارها 1 جري اذا امتص كل كيلوغرام من الجسم طاقة مقدارها جول واحد ، أي أن (1 Gy = J/kg). وتستخدم وحدة اخرى قديمة هي راد(rad) حيث يساوي الجري (100) راد .

(2) حروق الجلد : تسبب اشعاعات بيتا عند ملامستها للجلد حروقا تعرف باسم حروق بيتا (beta burns) وقد شوهدت الحروق بكثرة بعد انفجار مفاعل تشرنوبيل .

(3) تساقط الشعر : يحدث تساقط الشعر بعد التعرض لجرعات صغيرة (1 جري) وقد يتماثل المريض للشفاء اذا لم يتعرض لجرعات جديدة . لقد تم ملاحظة تساقط الشعر على الذين تم معالجتهم بالإشعاع أو الذين تعرضوا لجرعات متكررة أوعالية أثناء التصوير الطبي بالأشعة

(4) إعتام عدسة العين : يؤثر الإشعاع بصورة واضحة على عدسة العين وقد يفقدها شفافيتها . إن جرعة مقدارها نصف جري قد تصيب العدسة بالإعتام (cataract) .

(5) العقم : تسبب الجرعات الإشعاعية الصغيرة نقصا في عدد الحيوانات المنوية عند الرجال. وإذا زادت الجرعة عن 3.5 جري فإن الرجل قد يصاب بالعقم الدائم . أما في حالة السيدات فإن جرعة (1-2) جري قد تسبب العقم المؤقت وضعف هذه الجرعة قد يسبب العقم الدائم .

الأضرار العشوائية :

يعتبر السرطان اخطر التأثيرات أو الإضرار العشوائية للإشعاع المؤين ويحدث في حالة الجرعات المنخفضة نسبيا. وقد تنحصر الإصابة في حالة التأثيرات العشوائية وعلى عكس التأثيرات اليقينية بعدد صغير من الخلايا وقد تحدث الإصابة في خلية واحدة فقط .

يعتقد العلماء بان بعض حالات السرطان لا علاقة لها بالإشعاع أو حتى المواد المسرطنة وتعرف هذه الحالات القليلة بالحالات الطبيعية. ويحاول العلماء تقدير حالات السرطان التي تزيد عن الحالات الطبيعة بعد التعرض لجرعات معينة من الإشعاع . يعرف الخط البياني الذي يربط بين الجرعات الاشعاعية التي يتعرض لها الناس وعدد الإصابات المحتملة بالسرطان بمنحنى الجرعة – الاستجابة (dose – response curve).ويمكن عند رسم هذا المنحنى حساب أو تقدير عدد الإصابات المحتملة عند تعرض مجموعة من الناس لجرعة معينة . ولرسم منحنى الجرعة – الاستجابة المستخدم في الوقت الحاضر في حالة الإشعاعات الخفيفة (اشعة جاما واشعة بيتا) فقد تم دراسة ومتابعة ثلاثة مجموعات من الذين أصابهم السرطان بعد أن تعرضوا للإشعاع :

(1) الذين تعرضوا لإشعاعات القنابل الذرية التي ألقيت على مدينتي هيروشيما وناجازاكي في اليابان.

(2) المرضى الذين تم علاجهم بالإشعاع لفترات زمنية طويلة أدت لإصابتهم بالسرطان .

(3) عمال مناجم اليورانيوم في كندا والولايات المتحدة وبعض الدول الاخرى .

لقد تم الحصول بعد دراسة ومتابعة الحالات السابقة على ما يعرف بالنموذج الخطي الموضح في الشكل المرافق ويبين المنحنى تناسبا طرديا بين الجرعات الإشعاعية وعدد الإصابات المحتملة . ويلاحظ من الشكل انعدام الإصابات في حالة غياب الإشعاع .

وقد أجريت تجارب في المختبر تم خلالها تعريض الخلايا الحية لجرعات إشعاعية وتبين ان النموذج السابق لا ينطبق على هذه الحالات وهي بحاجة لنموذج مختلف يعرف بالنموذج الخطي – التربيعي . وفي الحقيقة فإن النموذج الأخير لا يستخدم عند تقدير إصابات السرطان في حالة الانسان لأن ظهور السرطان في الانسان أكثر تعقيدا من حالة الخلايا الحية المفردة في المختبر .

أما في حالة الإشعاعات الثقيلة كبيرة الكتلة(مثل اشعة الفا) فإن حالات السرطان وبعد جرعة معينة تبدأ بالتناقص وذلك بسبب موت الخلايا عند هذه الجرعات العالية نسبيا .

يعبر عن خطر أو احتمال الإصابة بالسرطان بصورة عامة بنسبة مئوية مثل (8%) لكل جري .يبين معامل الخطر السابق انه إذا تعرض (100) شخص لجرعة مقدارها 1 جري فإن(8) منهم قد يصابوا بالسرطان ، وإذا تضاعفت الجرعة الى (2) جري فإن العدد يتضاعف أيضا ويحتمل إصابة (16) شخصا بالسرطان وهكذا ..

تأثير الإشعاع على الأطفال:

يكون ضرر الإشعاع اشد واخطر عند تعرض الأطفال الصغار او المرأة الحامل له. بينت دراسات كثيرة ان تعرض الأطفال للإشعاع يؤدي لإعاقة في النمو . وتم تأكيد ذلك بعد متابعة ألأطفال في مدينتي هيروشيما وناكازاكي الذين تعرضوا لإشعاع القنابل النووية .وبينت دراسات اخرى ان الضرر يكون اشد عند تعرض الحامل للإشعاع خلال الأسابيع (2 -7) الأولى للحمل. أما إذا تعرضت للإشعاع خلال الأسابيع (8 – 15) من الحمل فإن الضرر يطول خلايا دماغ الطفل التي تبدأ بالتكون خلال هذه الفترة ، وقد يؤدي ذلك لإصابة المولود بإعاقة عقلية او على الأقل نسبة متدنية من الذكاء .تتناسب شدة الإعاقة طرديا مع الجرعة الاشعاعية . ولذلك فإنه يمنع تعرض الحامل للإشعاع وكذلك فإن معظم الدول تضع قيود معينة على تصوير الأطفال الصغار بالإشعاع المؤين .

إجراءات السلامة العامة :

عند التعرض لحوادث نووية فإن القرارات تكون صعبة جدا ويجب الموازنة بين الأضرار التي قد تلحق بالناس بسبب التعرض للإشعاعات وبين المشاكل والحوادث التي قد تنجم عن قرارات صعبة مثل إخلاء الناس على عجل. وقد أقرت الهيئة الدولية للحماية من الإشعاع