



## نشرة إعلامية فصلية تصدر عن قسم الوقاية والأمان في هيئة الطاقة الذرية السورية

في هذا العدد:

\* ضبط جودة أجهزة تصوير الثدي في سورية

\* المعايير الإشعاعية البيئية

\* دليل ثقافة الأمان من الإشعاع

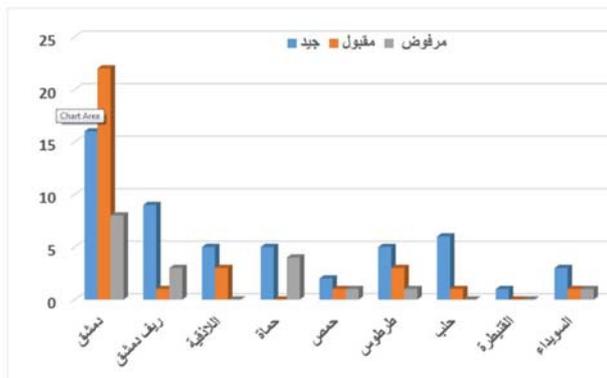
\* قياس الجرعات بأثر رجعي للتعرضات الإشعاعية الداخلية

\* أهمية تقييم مساهمة النيوترونات المتبعثرة في الحقل النيوتروني \* أنواع القرص كنباتات واقية من تأثير الأشعة المؤينة والسرطان

### ضبط جودة أجهزة تصوير الثدي في سورية

ولقد استخدم في إجراء الاختبارات أجهزة تحليل الحزمة الإشعاعية من نوع PTW NOMEX ومجموعة أدوات خاصة بضبط الجودة تتألف من أداة اختبار أبعاد البقعة المحرقة Precision Star X-Ray موديل 07-510 وفانتوم لاختبار جودة الصورة الإشعاعية موديل Gammex 1-800. جرى تصنيف أجهزة تصوير الثدي التي جرى اختبارها حسب جودة عملها إلى ثلاثة مستويات وهي:

- (1) جيدة: وهي الأجهزة التي تعمل وفق المعايير المعتمدة في الهيئة ويمكن باستخدامها الحصول على صورة إشعاعية ذات معلومات تشخيصية كافية وجيدة.
- (2) مقبولة: وهي الأجهزة التي يمكن باستخدامها الحصول على صورة إشعاعية بمعلومات تشخيصية مقبولة ولكن لا تتوافق معايير تشغيلها كلياً مع المعايير الوطنية في الهيئة ويمكن صيانتها وإصلاحها دون الحاجة إلى إيقافها عن العمل.
- (3) مرفوضة: وهي الأجهزة التي لم تتوافق بعض معايير تشغيلها مع المعايير المعتمدة في الهيئة وينتج عنها صورة إشعاعية رديئة لا تعطي المعلومات التشخيصية الكافية لكشف أمراض الثدي وخاصة في المراحل المبكرة، كما أنها تؤدي إلى جرعة إشعاعية غير مبررة للمريض والعاملين وأصحاب العلاقة وكلفة زائدة دون الفائدة المرجوة منها؛ ولهذا يجب إيقافها عن العمل حتى يتم إصلاحها وإجراء اختبارات ضبط الجودة لها للتأكد من دقة عملها. ولقد جرى إرسال كتب إلى أصحاب هذه الأجهزة لإيقافها عن العمل. بينت النتائج إن نسبة الأجهزة التي تعمل بمستوى جيد بلغت 51% والأجهزة بمستوى مقبول بلغت 31% والأجهزة المرفوضة بلغت 18% من العدد الكلي في كافة المحافظات.



يعد تطبيق برنامج ضبط الجودة لأقسام الأشعة التشخيصية في المؤسسات الطبية من الأمور بالغة الأهمية إذ تساعد نتائج ضبط جودة أجهزة التشخيص والتنظير الإشعاعي في معرفة أداء هذه التجهيزات والوقوف على أعطالها مما يؤدي إلى تشخيص دقيق دون الحاجة إلى تعريض المرضى إلى جرعة إشعاعية غير مبررة. ولهذا تطلب هيئة الطاقة الذرية من كافة الجهات الحكومية والخاصة إجراء ضبط جودة لكافة أجهزة التصوير الإشعاعي التي لديها وتقديم تقاريرها لمكتب التنظيم الإشعاعي والنووي تمهيداً للحصول على ترخيص ممارسة إشعاعية، وفقاً لمتطلبات الترخيص للممارسات الإشعاعية الصادرة في العام 2008.

بناءً على طلب اللجنة الوطنية للتحكم بالسرطان، بإجراء مسح شامل لكافة أجهزة تصوير الثدي المتوفرة في سورية للتحقق من أدائها وجودة الصور الناتجة عنها وقياس جرعة المريض وإمكانية استخدامها في المشروع الوطني للكشف المبكر على سرطان الثدي، فلقد جرى وضع خطة متكاملة للكشف على كافة أجهزة تصوير الثدي وإجراء ضبط جودة لها للوقوف على أدائها للتحقق من مدى جودة عملها ومطابقتها مع المعايير الوطنية المعتمدة في الهيئة (المعايير الصادرة عن إدارة هيئة الطاقة الذرية بالقرار رقم 11/6/2015 تاريخ

21/12/2015). ولهذا جرى تنفيذ برنامج ضبط الجودة لأجهزة تصوير الثدي في المحافظات السورية في الفترة (01/05/2020 - 30/09/2020) إذ بلغ عدد الأجهزة 102 جهازاً موزعة في المحافظات السورية على النحو التالي: 46 في دمشق، 13 في ريف دمشق، 8 في اللاذقية، 9 في حماة، 4 في حمص، 9 في طرطوس، 7 في حلب، 1 في القنيطرة، و5 أجهزة في السويداء.

أجريت اختبارات ضبط الجودة على كل من أنبوب الأشعة حيث شملت دقة عمل محطات الجهد العالي، ودقة عمل محطات الزمن، وثبوتية عمل جهاز الأشعة، وترشيح أنبوب الأشعة، وأبعاد البقعة المحرقة، والخرج الإشعاعي، وجودة الصورة الإشعاعية، بالإضافة إلى الاختبارات الفنية وسلامة التشغيل.

## المعايير الإشعاعية البيئية

فقط في مكونات البيئة والغذاء.

### العلاقات بين معدل الأخذ والتأثير الصحي وبين معدل الأخذ والاستجابة

لا بد لدى وضع الحدود المسموح بها من التمييز بين العلاقات التي تربط المعاملات فيما بينها، ولهذا لا بد من تعريف كل من علاقة معدل الأخذ والتأثير والذي يشير إلى العلاقة بين معدل أخذ النكليد المشع ومدى التأثير البيولوجي الكمي في شخص ما، أما العلاقة بين معدل الأخذ والاستجابة فهي تشير على العلاقة بين معدل أخذ النكليد المشع من قبل مجموعة من الأشخاص التي تتأثر بشكل كمي وتوضعها في أعضاء محددة. وعادة ما تمثل هذه العلاقات بمنحنيات محددة نذكر منها:

- ارتفاع مرض سرطان الرئة بارتفاع تركيز غاز الرادون في الهواء.

- ارتفاع سرطان العظام مع ارتفاع كمية أخذ السترونسيوم 90 أو الراديوم 226

أما المعلومات الواجب توفرها لوضع المستويات المسموح بها فهي:

**المتطلبات الدنيا:** تعد المعلومات التالية أهم المتطلبات الأساسية التي تستعمل في تطوير الحدود المسموح بها لعنصر سام معين أو مادة مشعة:

- الخواص الفيزيائية والكيميائية للعنصر بما في ذلك طبيعة وكمية المادة السامة.

- نتائج تجارب السمية الإشعاعية بما في ذلك الاختيارات الحادة.

- الاعتبارات المرتبطة بمعلومات حول الأشخاص والتي عادة ما تكون متغيرة.

**دراسات علمية أولية حول السمية:** تعرف السمية بأنها قدرة العنصر على الضرر بفعل عكسي للأثار البيولوجية. وتعد السمية أحد العوامل التي تحدد الخطر وعادة ما ترتبط السمية بالتأثيرات البيولوجية بعد أن يدخل العنصر إلى جسم الإنسان. أما الخطوة الأولى في هذه الدراسات فهي في معرفة هوية العنصر المشع الكيميائي لأن مستوى التعرض والنشاط البيولوجي للعنصر محددة بالتركيز الكيميائي ويؤدي تغيير الخواص الكيميائية أو الصيغة الكيميائية للعنصر المشع إلى تغيير في النشاط الكيميائي للعنصر والامتصاص والتوزع والتراكم أو التحولات الحيوية وربما إلى التخلص من العنصر بشكل كامل. وتجري الدراسات حول التحري عن السمية من خلال خواص محددة، هذا ولا بد من أجل التقدير الأولي حول السمية من جمع معلومات حول:

- الصيغة الكيميائية.

- الوزن الجزيئي.

- الانحلالية في الماء.

- أثر درجة الحرارة.

- حالة الأكسدة.

- الانحلال والتفكك الطبيعي أو بفعل العوامل الأخرى.

- حجم الجزيئات والعوالق (إذا كان الملوث من الهواء).

- حركية العنصر المشع.

- الرطوبة.

أما الخطوة الثانية فهو متعلق بالإنسان حيث لا بد من معرفة معلومات عديدة منها:

- عادات الشخص في الغذاء ومعدلات الاستهلاك.

- زمن تواجد وتعرض الشخص للنكليدات المشعة.

- الاستقلاب.

- كيفية تعرض الشخص (تنفس، تماس، غذاء، ...)

تسعى العديد من المنظمات العالمية والمؤسسات والهيئات الوطنية لوضع حدود للمواد والعناصر السامة في البيئة والغذاء بهدف تخفيض أو تفادي الضرر الناجم عن وجود هذه العناصر بما فيها العناصر المشعة في بيئة الإنسان، ولقد أثبتت عملية إدخال هذه الحدود في الاستعمال بشكل سليم ومناسب هذا الانخفاض.

يكمن الهدف الأساسي لتطبيق الحدود المسموح بها في الوصول إلى الحالة المثلى الفيزيائية والصحية والعقلية للإنسان والبيئة. ولقد عرف الحد المسموح في وثائق منظمة الصحة العالمية بأنه المعيار الكمي الصحي لمستوى العنصر السام أو المشع والذي يعد آمن ويعبر عنه بالتركيز مع زمن متوسط. هذا ولقد طورت هذه الحدود في السنوات الأخيرة في عدد من البلدان في العالم والمنظمات الدولية والمحلية وكان الهدف الأساسي هو حماية الناس والعاملين والبيئة.

يوجد العديد من الطرائق المستعملة في تقدير الحد الأعلى المسموح به من العناصر المشعة في المواد الغذائية والبيئية، وتعتمد معظم هذه الطرائق على تحليل طرق انتقال هذه النكليدات المشعة من البيئة إلى الإنسان وتوضعها فيه ومقدار تأثير هذه المادة. ولا يعد الأمر بسيطاً وسهلاً إذ ترتبط الحدود المسموح بها من المواد المشعة في البيئة والغذاء بعدة عوامل أساسية نذكر منها:

1. طرائق انتقال النكليد المشع في البيئة والعوامل المؤثرة على هذا الانتقال.

2. طرائق انتقال النكليد المشع إلى الإنسان من خلال سلسلة الغذاء.

3. زمن توضع النكليد المشع في جسم الإنسان (العمر البيولوجي).

4. المواصفات الفيزيائية للنكليد المشع (عمر النصف).

5. المواصفات الكيميائية للنكليد المشع.

6. التأثيرات الصحية والسمية للنكليد المشع على الإنسان.

يلاحظ بأنه لا بد من تأمين معلومات علمية كثيرة لوضع الحدود المسموح بها، حيث يساهم في تجميعها عدد كبير من العلماء والعاملين في كثير من المجالات العلمية كالطب، والزراعة والإحصاء والفيزياء والكيمياء والبيولوجية والطب إضافة إلى الأمور القانونية والقوانين المحلية والوطنية والدولية. هذا وتصدر عادة الحدود بعد إجراء مثل هذه الدراسات ولكن يتطلب أحياناً إصدار حدود بشكل مفاعى لحل أو لمراقبة خطر كبير وتعد هذه الحدود مؤقتة على الرغم من أنها تعتمد أيضاً على المعلومات العلمية المتوفرة. ونذكر هنا أن يتوجب على أي شخص فهم طرائق البحث المتنوعة ومعالجة النتائج لوضع الحدود المسموح بها ومن ثم تطبيق هذه الحدود ويفضل أن يقوم كل بلد بتطوير ووضع الحدود المناسبة لحماية الإنسان والبيئة والعاملين في مجال الإشعاع.

### علاقة الأخذ (Uptake) والتجاوب (Response)

يعبر كما ذكر سابقاً عن الحدود المسموح بها في البيئة (الهواء، الماء، النبات، التربة) أو الغذاء إلى تراكيز المواد المشعة فيها والعلاقة الزمنية. لا ترتبط التأثيرات الصحية فقط بتراكيز المواد المشعة في مكونات البيئة وإنما هو مقدار النكليد المشع المنتقل بوحدة الزمن وخلال فترة زمنية محددة ويعبر أحياناً عن هذا المقدار "بالجرعة". ويعتمد مقدار الجرعة على عدة عوامل: كحجم جسم الإنسان والعمليات الفيزيولوجية ومعدلات التنفس ومدة التعرض وطبيعة التغذية وغيرها،... ويلاحظ بأن هذه العوامل تعتمد بشكل رئيسي على مواصفات الإنسان أو مواصفات مجموعة من الناس. ولهذا فإن قياس مقدار الأخذ أو الانتقال يعطي قيماً أفضل للأخطار الصحية من قياس التراكيز

## دليل ثقافة الأمان من الإشعاع: كتيب محادثات السمات

أطلقت الوكالة الدولية للطاقة الذرية مؤخراً دليل ثقافة الأمان من الإشعاع: كتيب محادثات السمات، **Radiation Safety Culture: Trait Talks Handbook**، والذي يقدم توصيات عملية للمهنيين الطبيين لتعزيز أنماط السلوك والمواقف الجيدة التي تسهم في بيئة آمنة. تعد إجراءات الإشعاع الطبي، مثل الأشعة السينية والعلاج الإشعاعي، مفيدة في تشخيص المرض وتدمير السرطان، ولكن طالما أن البشر يشاركون في هذه الإجراءات، يجب عليهم أيضاً اتخاذ الاحتياطات اللازمة لحماية مرضاهم وزملائهم وأنفسهم من الآثار الضارة للإشعاع. وإن إحدى الطرق للقيام بذلك هي بناء ثقافة أمان قوية لديهم.

كما يعد أخصائيو الأشعة وأخصائيو علاج الأورام بالإشعاع وأطباء القلب التداخلي من أفضل العلماء في العالم، ولكن عندما يتعلق الأمر بضمان سلامة المرضى، فإن المعرفة التقنية ليست العامل المهم الوحيد ولا بد من الأخذ بعين الاعتبار سلوكيات الموظفين الطبيين ومواقفهم وكيفية بناء العلاقات مع زملائهم والمرضى لإعداد أسس ثقافة السلامة من الإشعاع.

إن سمات السلامة من الإشعاع، والتي يمكن أن تكون على المستوى الشخصي أو المؤسسي، هي أنماط من التفكير والشعور والتصرف التي تعطي الأولوية للسلامة. وفي الدليل المذكور تم تحديد عشر سمات بحيث تشجع كل واحدة منها نمطاً معيناً من التفكير الذي يعطي الأولوية للسلامة. وبحيث يمكن أن تؤدي مراجعة السمات بشكل جماعي إلى تسهيل المحادثة وبناء الثقة بين الطاقم الطبي والممارسين، وهو أمر ضروري في الإجراءات الإشعاعية. تعمل فرق التصوير والعلاج الطبية التي تجسد قيماً قوية لثقافة السلامة على تقييم فعالية الوقاية من الإشعاع وتدابير سلامة المرضى باستمرار. يتم تحديد السمات التي تعزز الحماية من الإشعاع وسلامة المرضى في تفاعلهم اليومي مع بعضهم البعض ومع مرضاهم ويتم الترويج لها في هذا الكتيب.

يتم شرح كل سمة في سياق السيناريوهات في العلاج الإشعاعي أو الأشعة أو التنظير أو الطب النووي لتشجيع المناقشة والتفكير بين المهنيين الطبيين حول كيفية تأثير وجود كل سمة على أساليب العمل والنتائج. يمكن للأفراد من خلال التفكير في السمات الموجودة في المؤسسات والسمات التي تحتاج إلى مزيد من التحسين كفريق واحد، لعب دور نشط في تعزيز ثقافة السلامة في مؤسستهم الطبية. إن جميع السمات العشرة موضحة بالتمارين المصاحبة لها في الكتيب وهي مدرجة في صفحة الوكالة الدولية للطاقة الذرية على الشابكة حول ثقافة السلامة من الإشعاع في الطب.

وتعمل الوكالة على تعزيز ثقافة السلامة في الطب نظراً لأن ثقافة السلامة في المنشآت النووية معترف بها منذ فترة طويلة أما ثقافة الأمان الإشعاعي في الطب فلا تحظى دائماً بالاهتمام الذي تستحقه. يتوفر دليل ثقافة السلامة من الإشعاع: كتيب محادثات السمات للتحميل المجاني من الرابط التالي

<https://www.iaea.org/sites/default/files/21/01/radiation-safety-culture-trait-talks.pdf>



## المعايير الإشعاعية البيئية-تنمة

ومما سبق نلاحظ أن هناك كمية كبيرة من المعلومات التي لا بد جمعها لتقدير سمية أي عنصر مشع.

**تجارب على الحيوانات:** تعد تجارب الحيوانات الخطوة الأساسية في البحث لأنها تزودنا بالفرصة ل:

- تقدير المعاملات الأساسية لمراقبة وضبط التعرض وذلك بإبقاء معدل التعرض وفترة بما يتوافق مع الشروط البيئية أو شروط المعيشة.

- تخمين الأخطار الصحية الحادة (السرطان مثلاً) التي تظهر لدى إدخال مواد جديدة أو عوامل أخرى لم تدرس وباتياً.

ومن جانب آخر، تعد نتائج تجارب الحيوانات أحياناً أكثر تحفظاً للأسباب التالية:

- الصعوبات في التفسير الناتجة عن الاختلافات في حساسية العناصر تبعاً للعمر والجنس وأنواع الحيوانات.

- اختلاف دورة الحياة بين الإنسان والحيوان.

- اختلاف مقدار التجاوب البيولوجي بين الإنسان والحيوان.

- الصعوبة في الحصول على معلومات حول التجاوبات الحسية.

ولهذا يعد تصميم التجارب على الحيوانات أمراً هاماً لتقليل الاختلافات بين الإنسان وحيوان التجارب.

ويمكن أن نقسم تجارب الحيوانات حسب الجرعة إلى:

- تجارب السمية الحادة.

- تجارب سمية قصيرة المدى.

- تجارب السمية المزمنة.

**الملاحظات والتجارب على الإنسان:** تعد تجارب الحيوانات أساسية ولكنها ليست مرحلة نهائية في وصف العلاقة أخذ/تجاوب. وتعد مشاهدات آثار المواد المشعة والعناصر السامة ذات الأهمية الكبيرة في وضع الحدود المسموح بها. وتعد عملية جمع المعلومات حول الإنسان ذات أهمية لدعم نتائج تجارب الحيوانات، ويمكن استعمال الخطوط العريضة التالية بغية الاستفادة من المشاهدات حول الإنسان في تقدير الحدود المسموح بها.

- دراسات حول تاريخ الإنسان حيث تجمع معلومات حول الوفاة وعدد الحالات وغيرها.

- معلومات حول نتائج المراقبة الفردية للعاملين والقياسات البيئية والغذائية الناجمة عن البرامج الوطنية.

- معلومات ناتجة عن استبيان يوزع على عموم الجمهور والعاملين حول الحالة الصحية.

- معلومات ناتجة عن مسوحات طبية وبيولوجية.

يجري معالجة المعلومات بعد أن جرى جمعها لوضع الحدود المسموح بها. فإذا كان هناك بعض الشكوك حول الطرائق أو النتائج فلا بد من إجراء دراسات جديدة تعطي نتائج موثوقة. تستعمل حالياً نماذج رياضية لاشتقاق الحدود المسموح بها حيث تربط كافة المتحولات وقيم القياسات والخطر وأثر السمية مع بعضها. تحسب من ذلك الحدود المسموح بها في شروط ثانية ويجري اختبارها بشكل دقيق. وتوضع هذه الشروط على شكل توصيات تصدر عن لجان مختصة يساهم في وضع القرار للأخذ في هذه التوصيات الحكومات أو المنظمات المحلية أو العالمية.

## قياس الجرعات بأثر رجعي للتعرضات الإشعاعية الداخلية

الاندخال (الاستنشاق، الابتلاع، الحقن، الجلد السليم أو من خلال الجرح)، الخصائص الفيزيائية والبيولوجية والكيميائية للنكليدات المشعة التي جرى اندخالها إلى الجسم مثل (نوع المركب الجزيئي، حجم الجسيمات وقابليتها للذوبان) والحركية الحيوية داخل الجسم.

تترسب النكليدات المشعة المدججة عادة بشكل غير متجانس في الجسم وتستمر في العمل كمصادر للإشعاع حتى يتم تفككها الفيزيائي أو اطرأها من الجسم. وبالتالي تتبع معدلات الجرعة الداخلية أنماطاً معقدة تعتمد على الخصائص الفيزيائية للنكليدات المشعة المدججة (عمر النصف الإشعاعي ونوع وطاقة الإشعاع المنبعث)، على خصائصها الكيميائية والاستقلابية (التوزيع بين الأعضاء وعمر نصف الاحتفاظ البيولوجي) وعلى الخصائص التشريحية للشخص الذي تعرض للإشعاع.

يمكن قياس الجرعات الإشعاعية الداخلية من تحديد الجرعة الإشعاعية الماضية والحالية الناجمة عن حادثة التلوث الإشعاعي، ويُستخدم للتأكد من اتخاذ وتطبيق إجراءات الوقاية والأمان في مكان العمل ولاتخاذ قرار تطبيق العلاج لتعزيز إزالة النكليدات المشعة من الجسم بسرعة كبيرة بعد التلوث الإشعاعي.

تستعمل الجرعة الإشعاعية الداخلية للتقدير الأولي للمخاطر الصحية الناجمة عن التأثيرات العشوائية للتعرض الإشعاعي الداخلي ولمعرفة مدى حجم هذا الخطر ولكنها ليست كافية لتقييم المخاطر الصحية بدقة. وتؤكد اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع ICRP على أن الجرعات الفعالة توفر مقياساً للضرر الإشعاعي لأغراض الوقاية فقط، وهي لا توفر جرعة نوعية للفرد كما لا يمكن استخدامها في التقييمات الوبائية.

يستعمل القياس البيولوجي للجرعات الإشعاعية بالفحص الوراثي الخلوي لتقييم المخاطر الصحية الناجمة عن تفاعل الأشعة مع جسم الإنسان وذلك عن طريق استعمال أي تغيير بيولوجي يمكن قياسه بشكل كافٍ في شخص تعرض للإشعاع للإشارة



إلى جرعة الإشعاعية، وبالتالي فإن القياس البيولوجي للجرعة ليس قراءة مباشرة في الوقت الحقيقي للجرعة ولا يتم تسجيل الجرعة نفسها ولكن يتم التحقق من آثار الجرعة على المستوى الخلوي، كما يأخذ قياس الجرعات البيولوجية في الاعتبار أمور الاختلافات الفردية في حساسية الإشعاع عند تقييم آثار الإشعاع على البشر.

يُعد القياس البيولوجي للجرعات طريقة معتمدة دولياً لقياس التعرض الإشعاعي وإجراء تقييم للجرعة بعد التعرض المفرط للإشعاع، وهو أداة تستعمل لتقدير احتمالية الإصابة بمتلازمة الإشعاع الحاد وشدتها السريرية.

يُعد قياس كل من الجرعات الإشعاعية الداخلية والجرعات البيولوجية من أساسيات الاستجابة السريعة الموصى بها في حالات التعرض الإشعاعي. ولكن هناك فرق كبير بين ميزات وخصائص قياس الجرعات الداخلية والقياس البيولوجي للجرعات في تقييم التعرض الداخلي للإشعاع.

يتناول قياس الجرعات الداخلية تحديد الجرعات الإشعاعية المؤينة الناتجة عن اندخال المواد المشعة إلى الجسم عن طريق الاستنشاق أو الابتلاع أو الامتصاص من خلال الجلد السليم أو عن طريق الجروح. يمكن تحديد الجرعات الداخلية لأعضاء أو أنسجة معينة في الجسم، أو استعمال مفهوم الجرعة الفعالة المودعة لكامل الجسم. تُعد التعرضات الإشعاعية الداخلية بشكل عام أكثر تعقيداً في إدارتها من التعرضات الإشعاعية الخارجية. تقدم الانبعاثات الإشعاعية الداخلية بالفعل جوانب غريبة تميزها عن حالة التعرض الخارجي للإشعاع. بادئ ذي بدء، لا يمكن تحديد جرعات الأفراد الناتجة عن التعرض الداخلي بشكل مباشر ولكن من الممكن قياس أو تقدير النشاط الإشعاعي للنكليدات المشعة في الجسم. تعتمد طرق المراقبة الفردية للتلوث الداخلي الإشعاعي على القياس المباشر أو غير المباشر لكمية النكليدات المشعة في الجسم، تعتمد تقنيات المراقبة الإشعاعية الداخلية في المختبر على تحديد تراكيز النشاط الإشعاعي في الفضلات أو في المواد البيولوجية الأخرى التي جرى اطرأها من الجسم. عادةً ما تتضمن برامج مراقبة اطرأحات تحليل البول، وذلك نظراً لسهولة تنفيذ هذه التقنية. يوصى بإجراء تحليل البراز للنكليدات المشعة



والمركبات التي جرى اطرأها بشكل أساسي من خلال الجهاز الهضمي وفقاً لشكلها الفيزيائي الكيميائي والحركية الحيوية الناتجة. يمكن استعمال تحليل الأنف أو مسحة الأنف بعد وقوع حادث مشتبه به لتحديد اندخال النكليدات المشعة من خلال الاستنشاق. يجري تحديد التلوث الإشعاعي لانبعاثات ألفا وبيتا النقية في المختبر الحيوي، حيث لا يمكن الكشف عن هذه الإشعاعات

من خارج الجسم. تُعد مطيافية ألفا وغاما، وقياس الطيف الكتلي (أي ICP-MS)، أكثر التقنيات المستخدمة شيوعاً. يجب في كثير من الحالات إجراء التهضيم والفصل الكيميائي الإشعاعي للعينات واستخدام تقنيات التحليل الأخرى لتسهيل قياساتها. يجري بعد ذلك تقييم الاندخال الإشعاعي والجرعات الداخلية الناتجة بأثر رجعي باستخدام نتائج هذه القياسات.

يتطلب تفسير بيانات المراقبة هذه من حيث الاندخال والعمر الافتراضي للجرعة الفعالة (التي جرى تلقيها على مدى 50 عامًا) - E(50) ميلي سيفرت، معرفة أو وضع افتراضات حول عدد من البارامترات: زمن التعرض، نوع التعرض (الحاد، المزمن)، طريق

## قياس الجرعات بأثر رجعي للتعرضات الإشعاعية الداخلية-تتمه

أجري عدد قليل من الدراسات حتى الآن لربط قياس الجرعات الداخلية الناجمة عن اندخال النكليدات المشعة مع طرق قياس الجرعات البيولوجية. يُعتبر قياس الجرعات البيولوجية راسخ وموثق بشكل جيد لتوفير تقديرات الجرعات عقب التعرض للإشعاع الخارجي. يمثل في المقابل تفسير بيانات قياس الجرعات البيولوجية في حالات التعرض الداخلي للإشعاع تحديًا.

أظهرت أنواع مختلفة من المؤشرات الحيوية المقدرة على التنبؤ بالجرع الإشعاعية والمخاطر والتي منها الأضرار الكروموسومية (مثل الانحرافات الكروموسومية والنويات الصغيرة). يعتمد الضرر الذي يلحق بالحمض النووي الناجم عن الإشعاع المؤين على الجرعة الممتصة والوقت الذي جرى فيه امتصاص الجرعة ونوع الإشعاع.

تستعمل انحرافات كروموسومات الخلايا للمفاوية في تقييم الجرعات الممتصة في الأشخاص الذين يتعرضون لإشعاعات زائدة. وتفسر الانحرافات الكروموسومية في الخلايا للمفاوية على أساس الجرعة الممتصة بالإشارة إلى منحنى معايرة الاستجابة والجرعة. وينشأ هذا المنحنى عن طريق تعريض الدم في الجسم الحي لجرعات إشعاعية ملائمة من حيث نوعيتها. وينبغي أن تكون الجرعات في العينات قابلة للمقارنة مع معيار أولي أو ثانوي باستخدام وسيلة مادية مثل غرف التأيين.

تُعد التقنيات الوراثية الخلوية الأكثر شيوعًا هي: قياس الكروموسومات ثنائيات القسم المركزي (DC)، ومقاييس النويات (CBMN)، وقياس التهجين في الموقع (FISH). تعتمد الاختبارات الثلاثة على تواتر الضرر الكروموسومي في الخلايا للمفاوية في الدم المحيطي تمثل قيمة الجرعة التي يتم الحصول عليها عن طريق إحالة ناتج قياس الانحرافات، مثل ثنائيات القسم المركزي، إلى منحنى معايرة متوسط الجرعة الممتصة في الخلايا للمفاوية. ويقترَب ذلك من متوسط جرعة الجسم بكامله لأن الخلايا للمفاوية تتوزع على مسافات واسعة في الجسم وتكون متنقلة.

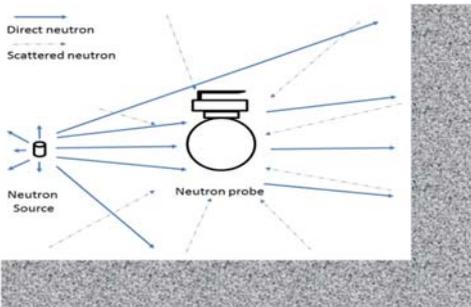
قياس الجرعات البيولوجية Biodosimetry	قياس الجرعات الداخلية Internal dosimetry	
فحص الخلايا للمفاوية في الدم المحيطي	قياس النشاط الإشعاعي بتكثيف غير مباشر في العينات البيولوجية (بول، بولز) قياس النشاط الإشعاعي بشكل مباشر لكامل الجسم أو لعضو محدد من الجسم	طريقة القياس
تستخدم نتائج تحليل كروموسومات الخلايا للمفاوية في تقدير الجرعة الإشعاعية الممتصة. ويقترَب ذلك من متوسط جرعة الجسم بكامله لأن الخلايا للمفاوية تتوزع على مسافات واسعة من الجسم وتكون متنقلة.	تُستخدم نتائج قياس النشاط الإشعاعي لتقدير الجرعة الإشعاعية لكامل الجسم أو لعضو محدد من الجسم	طريقة تقييم الجرعة
الجرعة الإشعاعية الممتصة (Absorbed Dose) وواحدتها الغري Gy	الجرعة المكافئة (Equivalent Dose) الجرعة الفعالة المودعة (CED: Committed Effective Dose) وواحدتها سيفرت Sv	ماهية الجرعة المقدرتها
تُحدد جرعة الإشعاع الماضية من حادث التعرض	يمكن تحديد الجرعة الإشعاعية الماضية والحالية والمستقبلية الناجمة عن حادث التلوث	تحديد الجرعة الإشعاعية وفقاً لآثار التعرض الإشعاعي
تُستخدم لاتخاذ قرار علاج التعرض الإشعاعي الحاد وليس إزالة النكليدات المشعة من الجسم	تُستخدم للتأكد من اتخاذ وتطبيق إجراءات الرقابة والأمان في مكان العمل واتخاذ قرار تطبيق العلاج لتعزيز إزالة النكليدات المشعة من الجسم بسرعة كبيرة بعد التلوث الإشعاعي	العلاجات

## أهمية تقييم مساهمة النترونات المتبعثرة في الحقل النتروني

لتطبيق هذه الطرق بسهولة. من ناحية أخرى، فإن الطريقة المباشرة لتحديد مساهمة النترونات المتبعثرة في الحقل النتروني هي طرح استجابة الكاشف في حالة عدم وجود نترونات متبعثرة في نقطة ما من تلك عند وجود نترونات متبعثرة في نفس النقطة. إنَّ الحالة الوحيدة التي يتحقق فيها عدم وجود نترونات متبعثرة هي عدم وجود مواد، في فضاء منشأة التشعيع، يمكن أن تتفاعل مع حزمة النترونات المباشرة من المصدر وتؤدي لاحقاً إلى تبعثرها. يستحيل تطبيق هذا الشرط في الواقع بأي طريقة عملية. لذلك، تظهر فائدة المحاكاة الحاسوبية هنا كطريقة مباشرة يمكنها حل هذا النوع من المشكلات. فباستخدام الحاسوب، يمكن محاكاة منشأة معايرة النترونات بحيث تكون من الفراغ، أي بدون مواد فيزيائية، وبالتالي فإن النترونات الوحيدة التي سيتم العثور عليها في الحقل النتروني هي الحزمة المباشرة فقط مع عدم وجود نترونات متبعثرة. بشكل عام، توفر الأساليب الحاسوبية القائمة على المحاكاة القدرة على تطبيق ظروف مادية يصعب، إن لم يكن من المستحيل، الحصول عليها في الواقع. بالإضافة إلى ذلك، فقد أثبتت الطرق الحاسوبية في هذا المجال أنها تستطيع تقديم معلومات قيمة عند استخدامها في دراسات مختلفة.

في منشآت المعايرة النترونية، يمكن أن تبعثر النترونات عن الأرضية والسقف والجدران والدعامات (نترونات متبعثرة عن الغرفة) والهواء (نترونات متبعثرة عن الهواء داخلياً inscatter وخارجياً outscatter) وعن أي جسم آخر موجود في الغرفة المعايرة. ينتج عن هذا الأمر مساهمة كبيرة للنترونات المتبعثرة في الحقل النتروني، وتعتبر هذه المساهمة مشكلة يجب أخذها بعين الاعتبار عند إجراء القياسات النترونية. يجب أن تكون استجابة الأداة المعايرة مرتبطة فقط بنوع الأداة وخصائص مجال الإشعاع، ولكن ليس بحجم أو شكل أو هيكل منشأة المعايرة، ولا بالتقنيات التجريبية المستخدمة. ومع ذلك، فإن مواصفات منشأة المعايرة تؤثر على خصائص الحقل الإشعاعي من خلال النترونات المتبعثرة في الغرفة. هذا يجعل استجابة الجهاز في الحقل المرجعي في منشأة المعايرة مختلفة عن تلك الموجودة في مكان العمل، حيث يتم استعمال الكواشف للمراقبة، وذلك بسبب النترونات المتبعثرة. لذلك، يجب أن يكون إجراء المعايرة مرتبطاً بحقل إشعاعي حر لا يتضمن أي مساهمة من النترونات المتبعثرة سواء عن الغرفة أو عن الهواء. نظراً لصعوبة تحقيق هذا الشرط بشكل مباشر، يجب أن يضمن إجراء المعايرة تصحيح قراءات أدوات قياس النترونات لمساهمة النترونات المتبعثرة.

أوصت المنظمة الدولية للمعايير (ISO) بأربع طرق مختلفة لتقييم مساهمة النترونات المتبعثرة في حقل الإشعاع: طريقة مخروط الظل The shadow cone method، طريقة الملاءمة التجريبية The semi-empirical method، طريقة الملاءمة المختصرة The generalized fit method، وكل واحدة من هذه الطرق لها شروطها وقبورها ومزاياها وعيوبها. إلا أنه ليس من المتوفر دائماً تلبية جميع المتطلبات والشروط اللازمة



## أنواع القراص كنباتات واقية من تأثير الأشعة المؤينة والسرطان

**الجزء المستعمل:** الأوراق (وكامل النبات) والجذور.  
**المكونات الفعالة:**

يُعتقد أن المواد الفعالة في القراص هي المواد عديدة السكر Polysaccharides واللكتينات Lectins ( وهي جزيئات بروتين - سكرية كبيرة - large protein-sugar molecules) (Obertreis et al. 1996)، كما يحتوي على الهستامين Histamine وحمض الفورمك Formic acid وأستيل كولين وAcetylcholine وجليكوكوينونز glucoquinones وكويرستين وفلافونويدات، وتحتوي الأوراق أيضاً على الفلافونويدات ومواد عصبية وحموض عضوية والهستامين والفيولاكسانتين Violaxantine والسيستوستيرين وفيتامينات C و B<sub>1</sub> و B<sub>2</sub> و B<sub>3</sub> و K والكاروتين وجليكوزيد اروتيسين Urticine والكالسيوم والبوتاسيوم والحديد وغيرها.

### الاستعمال:

تستعمل الأوراق والفروع الفتية في الغذاء، وذلك لقيمته الغذائية التي تعادل القيمة الغذائية للبقوليات، ويستعمل منقوع القراص طبياً لوقف الأنزفة الرحمية، وأنزفة البواسير ويرفع عدد الكريات الحمراء والهيموغلوبين في الدم ويقوي جدر الأوعية الدموية وينشط عمل الجملة القلبية الوعائية ويفيد في حالة فقرالدم والسكري والسرطانات وبخاصة سرطان البروستات.

### استعمال أنواع القراص للوقاية من السرطان وكواقيات إشعاعية

يستعمل كامل نبات القراص (وبخاصة القراص الحارق *Urtica urens*) بما فيه الجذور، للوقاية من تأثيرات الأشعة المؤينة والسرطان ومن التأثيرات الجانبية للمعالجة الإشعاعية والكيميائية للسرطان. بينت المسوحات التي جرت في تركيا أن نحو 60% من مرضى السرطان يستعملون القراص - وبخاصة القراص الحارق *Urtica urens* - في الوقاية الإشعاعية ولتخفيف التأثيرات الجانبية للمعالجة الإشعاعية والكيميائية للسرطان، وذلك بتناول الخلاصة المائية قبل المعالجة. هذا ويذكر ابن سينا، في كتاب القانون في الطب، أن بذور القراص عالية الفعالية في علاج السرطان والوقاية منه.

بينت الدراسات أن القراص الحارق *Urtica dioica* يمتلك فعالية عالية كمثبط لتكاثر الخلايا السرطانية للبروستات، ويُعتقد أنه من النباتات الواقية التي يمكن أن تُشكل علاجاً ناجحاً لسرطان البروستات. كما أن الخلاصة المائية ذات فعالية عالية كمضادة للسرطانات مختلفة المنشأ، وتحول دون انتشارها وبخاصة سرطان الثدي والرثين، ويعتقد أن خلاصة كامل نبات القراص هي عقار واعد كمضاد للسرطان وواق من التأثيرات الجانبية للمعالجة الإشعاعية والكيميائية، وذلك لأنه يزيد موت الخلايا السرطانية ويحمي الخلايا السليمة من التأثيرات الجانبية للأشعة المؤينة.

بينت التجارب أن القراص عالي الفعالية في الوقاية من تأثير الأشعة المؤينة وفي علاج سرطان البروستات ويثبط نشاط أنزيم أدينوزيندياميناز Adenosine deaminase في أنسجة البروستات، كما أبدت الخلاصة المائية للقراص تأثيراً مثبطاً للخلايا السرطانية، وعززت تأثير الأدوية الكيميائية للسرطان، وبخاصة سرطان البروستات والثدي، ويعتقد أن أنواع القراص يمكن أن تكون واعدة في علاج السرطانات.

ترافق الاستعمال السلمي المتزايد للطاقة النووية باهتمام متزايد في البحث عن مركبات يمكن أن تقي من التأثيرات الضارة للأشعة المؤينة، وخفض الأذيات الإشعاعية وبخاصة الناتجة من المعالجة الإشعاعية والوقاية الإشعاعية في حالات التلوث الإشعاعي والحوادث الإشعاعية.

تعد المركبات الواقية هي التي تحول دون التأثيرات غير المباشرة، وترمم الأضرار المباشرة وغير المباشرة التي تصيب الخلايا بعد تعرضها للأشعة المؤينة، وذلك من خلال تثبيط تشكل المركبات التفاعلية Reactive compound وإزالة أنواع السموم المحرصة بالإشعاع Detoxify radiation - induced species وتعزيز عمليات الترميم Repair والبراء (الشفاء) recover، ويمكن أن تؤثر كمعدلات مناعية immunomodulators أي تحفز الخلايا الجذعية المكونة للدم hemopoietic والمكونة للمناعة immunopoietic.

تتميز عديد من الأنواع النباتية أو المركبات المعزولة منها بأنها فعالة كواقيات اشعاعية، كما تتميز بأنها آمنة ورخيصة وبدعم ضررها للإنسان وغير سامة، ويجري تناولها عن طريق الفم عادة.

تعد سورية من المناطق الغنية بالتنوع الحيوي النباتي وتضم أكثر من 3 آلاف نوع، كما يوجد فيها أكثر من 300 نوع نباتي طبي، وكثير من هذه الأنواع غنية بالمركبات الواقية إشعاعياً (البوليفينولات Polyphenols والفلافونويدات flavonoids ومضادات الأكسدة وغيرها).

تعد أنواع القراص (القريص) من أهم الأنواع النباتية التي تتميز بخصائص واقية من تأثير الأشعة المؤينة والسرطانات.

### أنواع القراص (لقريص) *Urtica L.* كواقيات اشعاعياً

أنواع القراص نباتات عشبية حولية أو معمرة، تكسوها أشعار حارقة. السوق مضلعة أو رباعية الزوايا. الأوراق متقابلة، مسننة إلى مشرطة - مفصصة. يوجد في سورية عدد من أنواع القراص لها الخصائص الطبية نفسها وتجمع وتستعمل تحت اسم القراص وأهمها:

- القراص الكبير *Urtica dioica L.* .....

- القراص الحبابي *Urtica pilulifera L.* .....

- القراص الحارق *Urtica urens L.* .....



القراص الحارق *Urtica urens*



القراص الحبابي *Urtica pilulifera*

## أنواع القراص كنباتات واقية من تأثير الأشعة المؤينة والسرطان-تتمة

الأوراق الرطبة المسحوقة، يضاف إليهما 200 مل ماء بدرجة الغليان، وتنقع لمدة 15 دقيقة وتعصر وتصفى، يؤخذ المنقوع بمعدل 100 مل ثلاث مرات يومياً قبل الطعام. الصبغة الكحولية، وتحضر من 200 غ من العشب الطازج يضاف إليه نصف لتر كحول 70%، يترك في اليوم الأول في الغرفة، أما في الأيام الباقية (8 أيام) فيوضع في مكان مظلم، وبعدها يصفى ويعصر، وتحفظ الصبغة في مكان مظلم. تستعمل الصبغة بمعدل ملعقة شاي (مع الماء) ثلاث مرات في اليوم قبل الطعام بنصف ساعة، وذلك قبل المعالجة الإشعاعية والكيميائية، ويفضل تناول مستخلصات القراص أيضاً قبل المعالجة الإشعاعية مباشرة وفي الأيام اللاحقة أيضاً.

### الحاذير:

تحتوي الشعيرات على مركبات حارقة أهمها أستيل كولين Acetylcholine والمستامين Hestamine، وهيدروكسي تريبتامين Hydroxytryptamine، تتميز الشعيرات الحارقة بأنها تُغرز في الجلد بسهولة وتفرغ محتوياتها فيه، مؤدية إلى ألم يتبعها احمرار الجلد وانتفاخه، ويؤدي التلامس البسيط مع النبات إلى ألم يدوم وقتاً قصيراً، ولكن تكرار التلامس يؤدي إلى ألم شديد يدوم طويلاً.

وبالخلاصة بينت الدراسات أن معظم أنواع القراص ذات خصائص واقية من تأثير الأشعة المؤينة ومن السرطانات كما أنها فعالة في الوقاية من التأثيرات الجانبية للمعالجة الإشعاعية والكيميائية للسرطان، وبينت التجارب أن الخلاصة المائية للقراص الحارق *Urtica dioica* تمتلك فعالية عالية في معالجة سرطان البروستات، وقد استعملت كدواء معزز بل وبدليل للأدوية الكيميائية المستعملة في معالجة مرضى السرطان، كما أبدت الخلاصة المائية للمجموع الخضري للقراص *Urtica pilulifera* سمية عالية لخلايا سرطان الثدي، إذ أدت - بتركيز  $500 \mu\text{g/ml}$  - إلى موت نحو 85% من خلايا سرطان الثدي، وقد عزى هذا التأثير إلى المركبات الفينولية phenolic compounds، كما بينت التجارب أيضاً أن الخلاصة المائية لجذور القراص الحارق *Urtica urins* مشبطة لسرطان الدم النقوي myelogenous leukemia. ويُعتقد أن أنواع القراص من أهم النباتات التي تقي من السرطانات كما أنها فعالة في الوقاية من التأثيرات الجانبية للمعالجة الإشعاعية والكيميائية للسرطان، ويمكن أن تشكل مصدراً لأدوية عديدة السرطانات والأمراض الشائعة.

### المستحضرات والجرعة

المنقوع، يحضر منقوع الأزهار أو كامل العشب من ملعقتي طعام من الأوراق الجافة أو من



### للمراسلة:

هيئة الطاقة الذرية السورية - قسم الوقاية والأمان  
دمشق - سوريا - ص.ب 6091  
هاتف: 00963116112289 - فاكس: 00963112132580  
بريد الكتروني: protection@aec.org.sy  
الموقع الإلكتروني: www.aec.org.sy

### شارك في هذا العدد:

د. محمد سعيد المصري د.م. يحيى لحفي  
د. عبد القادر بيطار د. محمد حسن عبيد  
د. محمد العودات ك. ميسون المغربي  
الإخراج الفني: زهير شعيب