



نشرة الوقاية الإشعاعية وأمان المصادر المشعة

العدد الثامن عشر - الربع الثالث 2016



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

في هذا العدد:

* الضمانات النووية

* النفايات في مراكز الطب النووي

* مسؤول الوقاية الإشعاعية

* التقدير طويل الأمد لسوية الأشعة فوق البنفسجية الشمسية عند سطح الأرض

* بوسترات الوكالة لدعم صانعي القرار في الوقاية الإشعاعية

الضمانات النووية

النووي، في تصنيع الأسلحة النووية. وذلك باستخلاص وتنقية البلوتونيوم من الوقود المستهلك المشع، أو بناء مفاعلات خاصة لإنتاج البلوتونيوم، وهذا كله يحتاج إلى قدرات تقنية عالية، يصعب إخفاءها.

فوضت الأمم المتحدة الوكالة الدولية للطاقة الذرية بترويج الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية ووضع نظام ضمانات دولي يهدف إلى وقف انتشار الأسلحة النووية وتبني نزع السلاح. ولهذا جرى إحداث لجنة في الوكالة في العام 1970 سُميت بلجنة الضمانات النووية بهدف صياغة توجيهات يسترشد بها مدير عام الوكالة لدى إبرام اتفاقيات الضمانات التي نصت عليها المادة الثالثة من معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووي. وركز نظام في بداياته على قبول الضمانات من الدول التي تتلقى المواد أو المعدات النووية من دول أخرى بهدف تنفيذ مشاريع معينة.

تقدم الوكالة بموجب معاهدة عدم الانتشار، بأدوار محددة كونها مفوضية التفتيش الدولية للضمانات وقناة متعددة الأطراف لنقل التطبيقات السلمية للتكنولوجيا النووية، حيث بينت المادة الثالثة من معاهدة عدم الانتشار، بأن الوكالة تدير نظام ضمانات دولية بقصد التأكد من تنفيذ الدول الأطراف في المعاهدة، غير الحائزة للأسلحة النووية تعهداتها في مجال عدم الانتشار ومنع تحريف المواد النووية عن الاستخدامات السلمية إلى أسلحة نووية أو أية أجهزة نووية متفجرة أخرى. في حين فوضت المادة الرابعة من معاهدة عدم الانتشار، الوكالة بتوفير قناة للمساعي الرامية إلى تطوير تطبيقات الطاقة النووية للأغراض السلمية، ولا سيما في أراضي الدول الأطراف في المعاهدة غير الحائزة على الأسلحة النووية آخذة في الحسبان حاجات المناطق النائية

يُعرف نظام الضمانات النووية بأنه مجموعة متكاملة، متوافق عليها عالمياً، من الإجراءات التقنية والقانونية مطبقة من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية للتحقق من التعهدات السياسية بأن الدول لن تستخدم المواد النووية في تصنيع الأسلحة النووية، وهو وسيلة للحد من تصنيع واستخدام الأسلحة النووية، ويرمي نظام الضمانات إلى كشف تحريف أنواع المواد النووية التي يُحتمل أن يُساء استخدامها لأغراض التسليح النووي. وتتضمن هذه المواد اليورانيوم المخضب والبلوتونيوم واليورانيوم 233، وثمة أنواع أخرى من المواد النووية الخاضعة للضمانات تشمل اليورانيوم الطبيعي واليورانيوم المستنفذ، حيث يشجع استخدام الأخير، على سبيل المثال، لتدريع المصادر المشعة المستخدمة في المستشفيات وقطاعي الصناعة والزراعة، ولهذا جرى إدخال مفهوم الضمانات النووية بسبب المخاوف التي ظهرت بعد التأثيرات المدمرة للقنابل التي أسقطت على هيروشيما وناكازاكي في اليابان أثناء الحرب العالمية الثانية في آب 1945.

تحتاج الدول إمكانيات كبيرة لتطوير الأسلحة النووية، ولعل أكثرها صعوبة هو الحصول على المواد الانشطارية، إذ تعتمد المتفجرات النووية إما على اليورانيوم المخضب أو البلوتونيوم، فعملية التخضب عملية تقنية مكلفة وصعبة، إذ لا يمكن تحقيق الانفجار النووي إلا إذا كانت نسبة التخضب أعلى من 20%، ومن أجل سلاح نووي فعال، يجب أن تكون نسبة التخضب أعلى بكثير قد تصل إلى 95%. هذا واستخدمت الدول الحائزة على الأسلحة النووية (الولايات المتحدة الأمريكية، فرنسا، روسيا، الصين وغيرها) البلوتونيوم، الذي ينجم عن تشعيع اليورانيوم 238 في المفاعل

الضمانات النووية – تمة

انتشار الأسلحة النووية، ولكن لا يزال العالم بعيد عن تحقيق هدفه في أن يكون خال من الأسلحة النووية. إذ تطالب معظم الدول غير النووية الدول غير الخاضعة لمعاهدة عدم الانتشار تفكيك الأسلحة النووية التي بحوزتها. هذا ويعتبر آخرون، كإسرائيل، بأن نظام الضمانات الحالي والمعاهدات المذكورة غير كافية لتأمين الأمن الوطني على أية حال، أسهم نظام الضمانات الدولي بشكل واضح في بناء أثر إيجابي على المفاوضات لمعاهدات الحد من الأسلحة النووية وإعلان مناطق خالية من الأسلحة النووية مثل منطقة القطب الجنوبي (1961) ومنطقة أمريكا الجنوبية (1986) ومنطقة المحيط الهادئ (1986)، منطقة آسيا (1995) ومنطقة أفريقيا (1996).

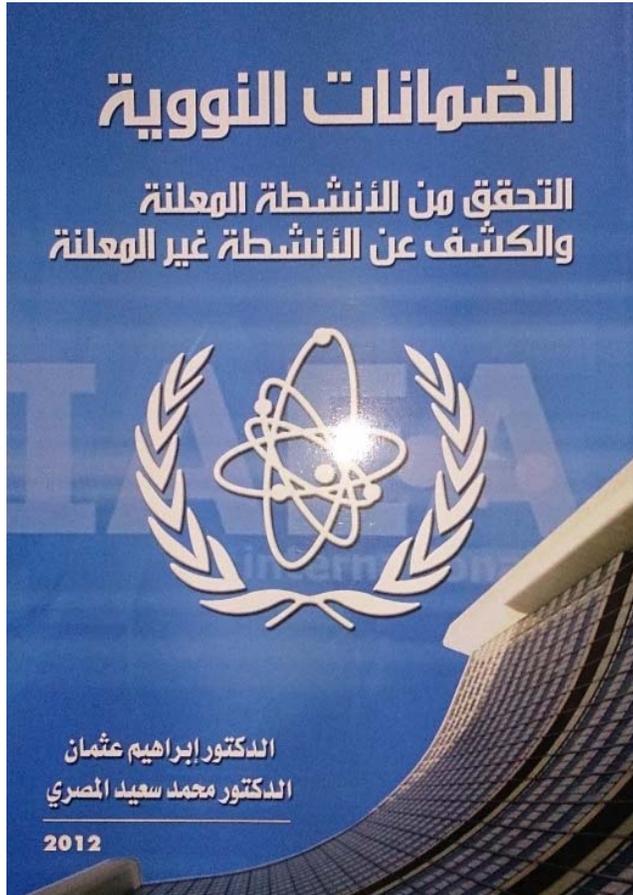
لمزيد من المعلومات يمكن العودة إلى كتاب "الضمانات النووية" للدكتورين إبراهيم عثمان ومحمد سعيد المصري – منشورات هيئة الطاقة الذرية السورية لعام 2012.

في العالم، ونود أن نشير هنا إلى أن الوكالة ليست طرفاً في المعاهدة ولكنها مكلفة بأدوار ومسؤوليات رئيسية بموجب هذه المعاهدة بوشر بالتوقيع على معاهدة عدم الانتشار في العام 1968 بلغ عدد الدول الموقعة لهذه الاتفاقية في العام 2010 أكثر من 180 بلداً غير حائز على الأسلحة النووية، شاملة بالفعل كافة الأنشطة النووية كاملة. تتطلب هذه المعاهدة من كافة الموقعين عليها بأن يتخلوا عن الأسلحة النووية ويضعوا كافة المواد النووية تحت مراقبة الوكالة الدولية للطاقة الذرية. ويستثنى من ذلك الدول الحائزة على السلاح النووي أثناء توقيع المعاهدة وهي الصين، فرنسا، الاتحاد السوفيتي سابقاً، المملكة المتحدة، الولايات المتحدة الأمريكية).

مع انتهاء حرب الخليج أوائل 1991، اكتشف مفتشو الوكالة الدولية للطاقة الذرية برنامج شامل للأسلحة النووية لم يعلن عنه العراق وفقاً لالتزاماته كموقع لمعاهدة عدم الانتشار، مما دعى الوكالة إلى وضع إجراءات ل ضمانات إضافية توفر إطاراً جديداً لكشف المواد والأنشطة النووية غير المعلنة. صادق مجلس محافظي الوكالة الدولية للطاقة الذرية على ما يسمى بالبروتوكول الإضافي في العام 1997 وبلغ عدد الدول الموقعة على البروتوكول الإضافي 136 دولة بالإضافة إلى المجموعة الأوروبية للطاقة الذرية (EURATOM) في العام 2009، يمنح البروتوكول الإضافي صلاحيات واسعة للمفتشين، لإجراء التفتيش في كافة المواقع التي تعالج فيها المادة النووية أو يشك بوجودها بالإضافة إلى الحصول على معلومات مفصلة عن الأنشطة النووية للبلد المعني. يستنتج من المعلومات نتيجة تطبيق أنشطة البروتوكول الإضافي فيما لو كان البرنامج النووي لأي دولة لأغراض سلمية. وجرى الإعلان عنه ولا توجد أية أنشطة غير معلنة، ووفقاً لهذا البروتوكول، يمكن للوكالة استخلاص الأدلة من نتائج التفتيش ومعلومات التصميم وتقدير المصدر المفتوح بما في ذلك شبكات السوق السوداء النووية وصور الأقمار الصناعية والمراقبة البيئية.

وفقاً لبيان الضمانات للعام 2008، الصادر عن الوكالة أنه جرى تطبيق الضمانات في 163 دولة موقعة لاتفاقيات ضمانات شاملة وبروتوكولات إضافية سارية المفعول على حد سواء ولقد أجرت الأمانة 1690 تفتيشاً و473 عملية تحقق من المعلومات الخاصة مستخدمة حوالي 11359 يوماً تقويمياً في الميدان لأغراض التحقق في هذه الدول.

وأخيراً، يمكن أن ننوه بأن نظام الضمانات العالمي قد ساهم في الحد من



مسؤول الوقاية الإشعاعية

5. يمكن لمسؤول الوقاية الإشعاعية عند الحاجة الاستعانة بأشخاص مدربين أو أن يكون تحت إشرافه بنية تنظيمية للقيام بمهامه.
- أما المادة 34 فحددت المعايير الواجب توافرها في مسؤول الوقاية الإشعاعية على النحو التالي:
1. أن تكون لديه المؤهلات والخبرة الكافيتين في الممارسة وفقاً للتعليمات الصادرة عن الهيئة.
 2. أن تكون لديه المعرفة والخبرة في الوقاية الإشعاعية وأمان المصادر وأمنها بالقدر الذي تتطلبه طبيعة عمله، وكذلك معرفته بالإطار القانوني لتنظيم ذلك في سورية بما فيها القواعد والتعليمات بالقدر الذي تتطلبه طبيعة عمله مثبتة بموجب امتحان وفقاً للتعليمات التي تصدرها الهيئة.
 3. أن يتمتع باللياقة الصحية اللازمة لقيامه بعمله، مثبتة بموجب فحص طبي مناسب.
 4. أن يكون مخولاً بالصلاحيات الكافية من قبل المستثمر للقيام بعمله كمسؤول وقاية إشعاعية. وعلى الأخص يجب أن تكون له صلاحية إيقاف العمل إذا تبين له وجود خلل يتعلق بالوقاية الإشعاعية وأمان المصادر يستدعي ذلك.
- حددت القواعد التنظيمية العامة للوقاية الإشعاعية وأمان المصادر المشعة وأمنها الصادرة بالقرار رقم 134 تاريخ 17/1/2007 من رئاسة مجلس الوزراء مسؤوليات مسؤول الوقاية الإشعاعية والمعايير الواجب توافرها فيه ، إذ نصت المادة 33 :
1. على المستثمر تسمية مسؤول وقاية إشعاعية يفني بالمعايير المذكورة في المادة 34 عند التعامل بمصادر الأشعة المؤينة في جميع الممارسات عدا الممارسات التي يكتفى بالإبلاغ عنها وفق الفقرة (ب) من المادة 8.
 2. على المستثمر تحديد مهام مسؤول الوقاية الإشعاعية وصلاحياته خطياً.
 3. يتحمل مسؤول الوقاية الإشعاعية المسؤولية عن تنفيذ المهام الموكلة إليه أمام المستثمر دون الإخلال بمسؤولية المستثمر الأساسية عن كل ما يتعلق بالوقاية الإشعاعية وأمان المصادر الموجودة بحوزته وأمنها.
 4. يجب أن يكون بمقدور مسؤول الوقاية الإشعاعية الاستجابة السريعة والفعالة في كل ما يتعلق بالوقاية الإشعاعية والتعامل بالأشعة المؤينة في كل مكان من المواقع التي يجري فيها التعامل بمصادر الأشعة المؤينة الواقعة بحوزة المستثمر، ولكن لا يشترط فيه الوجود المستمر والدائم في هذه الأماكن.

بوسترات الوكالة لدعم صانعي القرار في الوقاية الإشعاعية

أصدرت الوكالة الدولية للطاقة الذرية مؤخراً عدداً من البوسترات الإرشادية الموجهة لدعم صانعي القرار بهدف تسليط الضوء على النسخة الأخيرة من معايير الأمان الأساسية الدولية ودورها في الوقاية الإشعاعية ضمن مجالات العمل المختلفة.

تضمنت هذه البوسترات العناوين التالية:

https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/AdditionalResources/Information_material/bss-factsheets.htm



1. الوقاية الإشعاعية في الطب.
 2. تبرير التعرضات في التعرض الطبي.
 3. الوقاية الإشعاعية في التشخيص الإشعاعي الطبي.
 4. الوقاية الإشعاعية في الطب النووي.
 5. الوقاية الإشعاعية في الإجراءات التدخلية بواسطة الصور الشعاعية.
 6. الوقاية الإشعاعية في المعالجة الإشعاعية.
- ويحتوي كل بوستر على عدد من الفقرات هي: المقدمة، ما يجب معرفته عن

النفائيات في مراكز الطب النووي

تشمل نفائيات الرعاية الصحية-وفق تعريف دليل منظمة الصحة العالمية "الإدارة الآمنة لنفائيات أنشطة الرعاية الصحية"- جميع النفائيات الناتجة عن مؤسسات الرعاية الصحية، ومراكز البحث، والمختبرات. وتشمل أيضاً النفائيات الناشئة عن المصادر الثانوية كالتى تنتج عن الرعاية الصحية للأشخاص في المنزل (عمليات غسل الكلى وحقن الإنسولين... إلخ). من جهة أخرى، تعدُّ نسبة 75% إلى 90% من النفائيات الناتجة عن الرعاية الصحية نفائيات غير خطيرة أو نفائيات عامة كالنفائيات المنزلية، في حين تتراوح نفائيات الرعاية الصحية الخطرة بين 10% إلى 25%. وقد صنفت منظمة الصحة العالمية النفائيات الخطرة كما هو موضح في الجدول التالي:

فئة النفائيات	الوصف والأمثلة
النفائيات المعدية	النفائيات التي يشبهه في أمتها تحتوي على جراثيم ممرضة مثل مستنبتات المختبر، نفائيات أجنحة العزل، والمناديل، والمواد التي لامست المرضى المصابين، وإفرازات الجسم.
النفائيات الممرضة (الباثولوجية)	الأنسجة أو السوائل البشرية؛ مثل: أجزاء الجسم، والدم وسوائل الجسم الأخرى، والأجنة.
الأدوات الحادة	نفائيات الأدوات الحادة؛ مثل: الإبر، إبر الغرس المثبتة، والمشارط والسكاكين والشفرات والزجاج المكسور.
النفائيات الصيدلانية	النفائيات المحتوية على مواد صيدلانية؛ مثل: المواد الصيدلانية منتهية الصلاحية أو التي لم تعد هناك حاجة إليها، والمواد الملوثة بالمواد الصيدلانية أو المحتوية لها.
النفائيات السامة للجينات	مثل النفائيات التي تحتوي على عقاقير تؤثر على نشاط الخلايا والكيمويات السامة جينياً.
النفائيات الكيميائية	النفائيات التي تحتوي على مواد كيميائية؛ مثل العوامل الكيميائية المخبرية، ومظهر الأفلام، والمطهرات التي انتهت صلاحيتها أو التي لم تعد هناك حاجة إليها، والمذيبات.
النفائيات ذات المحتوى العالي من المعادن الثقيلة	البطاريات، وموازين الحرارة المكسورة، وأجهزة قياس ضغط الدم... إلخ.
العبوات المضغوطة	اسطوانات الغاز، وخرطيش الغاز، وعلب الأيروسول.
النفائيات المشعة	النفائيات المحتوية على مواد مشعة؛ مثل: السوائل غير المستعملة من العلاج بالإشعاع أو بحوث المختبرات، والزجاجيات والعبوات أو الأوراق الماصة الملوثة، والبول من المرضى المعالجين أو الذين جرى فحصهم باستخدام نظائر مشعة من مصدر مفتوح، والمصادر المشعة المغلفة.

- الإستغناء عنها والمستخدمة في التشخيص أو العلاج.
 - السوائل غير القابلة للإمتزاج مع الماء.
 - النفايات الناتجة عن الانسكابات وعن تطهير المواد المشعة المنسكبة.
 - إفرازات المرضى المعالجين، على سبيل المثال: المرضى المعالجين بالنظير ^{131}I .
 - نفايات سائلة ذات مستوى منخفض، على سبيل المثال: الناتجة عن جهاز الغسيل.
 - الغازات والعوادم الناتجة من المخازن ومن خزائن الأبخرة.
- تمثل الإدارة السليمة النموذجية للنفايات المشعة بوجود استراتيجية وطنية ملائمة ضمن بنية تحتية تشمل التشريعات المناسبة، ومؤسسات تشريعية وتنفيذية مؤهلة وموظفين مدربين على نحو كافٍ. ويجب أن تحدد الاستراتيجية الوطنية أيضا فيما إذا ستكون هناك إدارة مركزية للنفايات أو أنه سيتم إدارتها بالكامل عند المركز. ويعتمد هذا القرار على الكمية ومستويات النشاط للنفايات الناجمة وعلى نتائج عملية تحليل علاقة الكلفة بالفائدة. ويجب على كل مستشفى أو مختبر يستخدم مصادر مشعة غير مغلقة لأغراض تشخيصية أو علاجية أو لأغراض البحث أن يعين مسؤول إشعاع مدرّب يكون مسؤولاً عن الاستعمال الآمن للمواد المشعة وإدارة وحفظ السجلات. ويجب توفير وسائل القياس المعايرة لمراقبة الجرعات الإشعاعية وتحديد معدلات التلوث. ويجب تأسيس وإدامة والاستمرار بتحديث نظام توثيق مناسب يضمن تتبع و انتقال النفايات المشعة أو إجراءات التخلص المحلي في جميع الأوقات.

ولكل نوع من هذه النفايات الخطرة طرائق خاصة لمعالجتها أو التخلص منها أو إعادة تدويرها وسنركز في هذه المقالة على النفايات المشعة فقط. تُستعمل المواد المشعة المفتوحة (بدون أي تدريع) في مراكز الطب النووي لأهداف تشخيصية أو علاجية لبعض الأمراض. ويُعدُّ نظير التكنيسيوم $^{99\text{m}}\text{Tc}$ الأكثر استعمالاً" بنسبة تصل إلى 90% من التطبيقات التشخيصية وهو يمتاز بعمر نصف قصير (يتفكك إلى النصف خلال 6 ساعات) وطاقته غاما متوسطة الطاقة؛ ويُستعمل منه كميات قد تصل إلى 800 ميغابكرل. من جهة ثانية، تُستعمل نظائر مشعة أخرى لأهداف علاجية ولكن تكون حينها الكميات المستعملة كبيرة نسبياً؛ ومن هذه المواد نذكر نظير اليود ^{131}I وهو ذو عمر نصف حوالي 8 أيام ويصدر عنه إشعاعات غاما عالية الطاقة؛ وحسب الحالة العلاجية المطلوبة فقد يصل النشاط الإشعاعي المستعمل لمرضى واحد إلى 10 جيغا بكرل كما في حالة معالجة سرطان الغدة الدرقية. وبالتالي، تكون نفايات الإجراءات التشخيصية في العادة ذات مستوى إشعاعي منخفض، في حين تكون نفايات الاستخدامات العلاجية ذات مستوى عالٍ نسبياً.

يمكن تصنيف النفايات الناتجة عن مركز للطب النووي كما يلي:

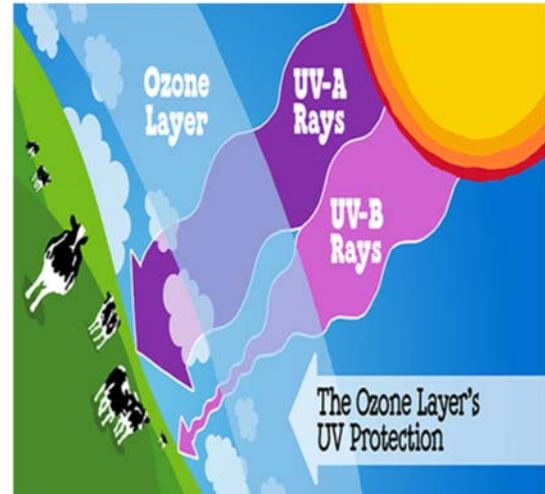
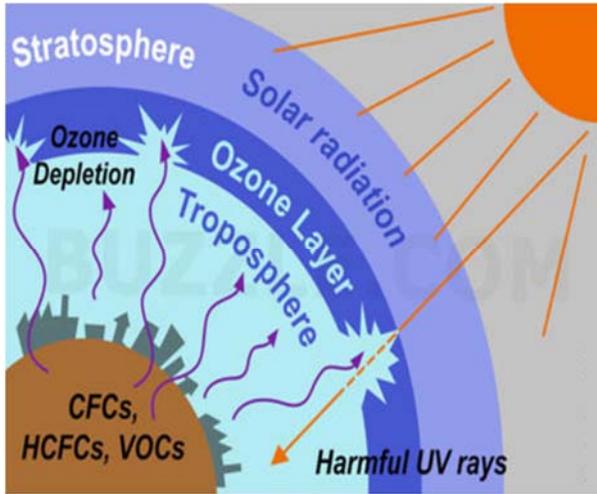
- مولدات النظائر المشعة المستنفذة، على سبيل المثال: المولد $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$.
- النفايات الصلبة ذات المستوى المنخفض، على سبيل المثال: الأوراق الماصة والمسحات، والأواني الزجاجية، والمحاقن، والقوارير...
- المتبقيات من شحنات المادة المشعة ومحاليل النظائر المشعة التي تم



التقدير طويل الأمد لسوية الأشعة فوق البنفسجية الشمسية عند سطح الأرض

بتقدير طويل الأمد لتغيرات سوية الأشعة UVB الشمسية الواردة إلى سطح الأرض. غير أنه، في الربع الأخير من القرن الماضي، لم تفلح التوقعات طويلة الأمد في تحديد دور الغيوم حيث كانت النتائج مخالفة بشكل كبير لما بينته القياسات الطيفية عند سطح الأرض والتي أجريت عند ارتفاعات متدرجة في عدة مناطق من النصف الشمالي من الكرة الأرضية. بالتالي، كان لا بد من مراجعة نتائج تحاليل الأقمار الصناعية وأخذ عوامل تلوث الهواء بعين الاعتبار. كما بينت الدراسات العلمية ضرورة وجود انتشار أوسع لمحطات المراقبة الأرضية لسوية الأشعة UVB الشمسية حول العالم من أجل الحصول على بيانات شاملة ومتراصة. وبينت نتائج الأبحاث المختلفة أن التوقع طويل الأمد لسويات الأشعة UVB الشمسية عند سطح الأرض صعب ومعقد وغير مؤكد في هذه المرحلة، إضافة إلى أن العلماء يتوقعون حدوث ترميم في طبقة الأوزون الجوي خلال النصف الأول من القرن الحالي. ومها يكن، لقد أوضحت التقارير العلمية أن مشكلة تدهور طبقة الأوزون مشكلة عامة ولن تحل خلال العقود القادمة من الزمن لا ذاتياً من خلال التغيرات المناخية، ولا من خلال تدخل الإنسان، وأن هذه المشكلة ستستمر إلى ما بعد نهاية القرن الحادي والعشرين.

يسبب التدهور المستمر في طبقة الأوزون الغلاف الجوي فوق مناطق عديدة حول العالم تزايداً مستمراً في سوية الأشعة فوق البنفسجية المسببة للحروق الشمسية UVB الواردة إلى سطح الأرض. فلقد بينت الدراسات العلمية وجود علاقة بين التخريب الحاصل في طبقة الأوزون الجوي وبين ارتفاع سوية الأشعة فوق البنفسجية UVB الشمسية عند سطح الأرض. عملياً، تتأثر سوية الأشعة فوق البنفسجية UVB الشمسية الواردة إلى سطح الأرض بشكل أساسي بالغيوم والغبار وتلوث الهواء والظواهر الضوئية كالانعكاس مثلاً؛ فهذه المعاملات تؤخذ في الحسبان عند قياس الإضاءة الضوئية الطاقية للأشعة فوق البنفسجية عند سطح الأرض. بينت الدراسات وجود صعوبات كبيرة في قياس تغيرات سوية الأشعة UVB الشمسية عند الارتفاعات المنخفضة والمتوسطة عن سطح البحر، حيث يعتمد العلماء في المقارنة وتحليل النتائج على ما يتوفر لديهم من قياسات معتمدة تم الحصول عليها في مرحلة سبقت بدء تدهور طبقة أوزون الغلاف الجوي. وحالياً، يعتمد العلماء على المراقبة بالأقمار الصناعية لأوزون الغلاف الجوي وطبقات الغيوم بالإضافة إلى نماذج حاسوبية للشفافية الضوئية للغلاف الجوي من أجل الحصول على معلومات شاملة تسمح



للمراسلة:

هيئة الطاقة الذرية السورية - قسم الوقاية والأمان

دمشق - سوريا - ص.ب 6091

هاتف: 00963112132580 - فاكس: 00963116112289

بريد إلكتروني: 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. عصام أبو قاسم

الإخراج الفني: زهير شعيب