

# اتفاقية روتردام

تطبيق إجراء الموافقة المسبقة عن علم على مواد كيميائية  
محظورة أو مقيدة بشدة

## وثيقة توجيه قرارات

الدوديكان الحلقي السداسي البروم

أمانة اتفاقية روتردام المتعلقة بتطبيق إجراء الموافقة المسبقة عن  
علم على مواد كيميائية ومبيدات آفات معينة خطرة متداولة في  
التجارة الدولية



منظمة  
الأغذية والزراعة  
للأمم المتحدة



تهدف اتفاقية روتردام إلى تشجيع المسؤولية المشتركة والجهود التعاونية فيما بين الأطراف في مجال التجارة الدولية بمواد كيميائية خطرة معينة، سعياً لحماية صحة الإنسان والبيئة من الأضرار المحتملة وللإسهام في استخدامها بصورة سليمة من الناحية البيئية عن طريق تيسير تبادل المعلومات عن خواصها والترتيب لعملية صنع القرار على المستوى الوطني بشأن استيراد هذه المواد وتصديرها، ومن خلال توزيع هذه المقررات على الأطراف. ويشترك في توفير خدمات الأمانة للاتفاقية برنامج الأمم المتحدة للبيئة ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة.

وتشمل المواد الكيميائية المرشحة<sup>(١)</sup> للإدراج في إجراء الموافقة المسبقة عن علم في إطار اتفاقية روتردام تلك المواد التي فرض حظر عليها أو قيدت بشدة بمقتضى الإجراءات التنظيمية الوطنية لدى طرفين أو أكثر<sup>(٢)</sup> في إقليمين مختلفين. ويستند إدراج أي مادة كيميائية في إجراء الموافقة المسبقة عن علم إلى الإجراءات التنظيمية التي تتخذها الأطراف التي تصدرت للأخطار المرتبطة بالمادة الكيميائية إما عن طريق حظرها أو تقييدها بشدة. وقد تتوفر سبل أخرى لدرء هذه المخاطر أو التقليل منها. غير أن الإدراج لا يعني أن جميع الأطراف في الاتفاقية قد فرضت حظراً على هذه المادة أو قيدت استعمالها بشدة. إذ يُطلب من الأطراف، بخصوص كل مادة كيميائية تُدرج في المرفق الثالث لاتفاقية روتردام، رهنا بإجراء الموافقة المسبقة عن علم، اتخاذ قرار مستنير بشأن ما إذا كانت توافق أم لا على استيراد هذه المادة مستقبلاً.

وقد وافق مؤتمر الأطراف في اجتماعه التاسع المعقود في جنيف في الفترة من ٢٩ نيسان/أبريل إلى ١٠ أيار/مايو ٢٠١٩ على إدراج الدوديكان الحلقي السداسي البروم في المرفق الثالث للاتفاقية، واعتمد وثيقة توجيه القرارات بما يستتبع أن تصبح هذه المادة الكيميائية خاضعة لإجراء الموافقة المسبقة عن علم.

وقد أرسلت وثيقة توجيه القرارات إلى السلطات الوطنية المعنية في ١٦ أيلول/سبتمبر ٢٠١٩، وفقاً للمادتين ٧ و ١٠ من اتفاقية روتردام.

## الغرض من وثيقة توجيه القرارات

أعد مؤتمر الأطراف، لكل مادة كيميائية مُدرجة في المرفق الثالث لاتفاقية روتردام، وثيقة لتوجيه القرارات. وترسل وثائق توجيه القرارات إلى جميع الأطراف ويُطلب منها أن تتخذ قراراً بشأن استيراد المادة الكيميائية المعنية في المستقبل.

وتتولى لجنة استعراض المواد الكيميائية إعداد وثيقة توجيه القرارات. واللجنة عبارة عن فريق من الخبراء الذين تسميهم الحكومات، وأنشئت تماشياً مع المادة ١٨ من الاتفاقية ومهمتها هي تقييم المواد الكيميائية المرشحة لإدراجها في المرفق الثالث للاتفاقية. وتعكس وثيقة توجيه القرارات المعلومات التي قدمها طرفان أو أكثر لدعم الإجراءات التنظيمية الوطنية بحظر المادة الكيميائية أو تقييدها بشدة. وليس المقصود بالوثيقة أن تكون المصدر الوحيد للمعلومات عن المادة الكيميائية، كما أنها لا تستكمل أو تنقح بعد اعتمادها من قبل مؤتمر الأطراف.

(١) وفقاً للاتفاقية، يعني مصطلح "مادة كيميائية" أي مادة كيميائية سواء كانت بمفردها أو في خليط أو مستحضر، وسواء كانت مصنعة أو تم الحصول عليها من الطبيعة، ولا يشمل ذلك الكائنات العضوية الحية. وهي تشمل الفئات التالية: مبيدات الآفات (بما في ذلك تركيبات مبيدات الآفات شديدة الخطورة) والتركيبات الصناعية.

(٢) وفقاً للاتفاقية، يعني مصطلح "الطرف" دولة أو منظمة إقليمية للتكامل الاقتصادي وافقت على التقيد بهذه الاتفاقية وتسري عليها أحكام الاتفاقية.

وقد تكون هناك أطراف أخرى اتخذت إجراءات تنظيمية لحظر المادة الكيميائية أو تقييدها بشدة، وأطراف أخرى لم تحظرها أو تقيدها بشدة. ويمكن الاطلاع علي ما تقدمه الأطراف من تقييمات المخاطر أو المعلومات عن التدابير البديلة لتخفيف المخاطر من الموقع الشبكي لاتفاقية روتردام (www.pic.int).

ويمكن للأطراف بموجب المادة ١٤ من الاتفاقية تبادل المعلومات العلمية والتقنية والاقتصادية والقانونية المتعلقة بالمواد الكيميائية في إطار الاتفاقية، بما في ذلك معلومات السُمِّية والسُمِّية البيئية والمعلومات المتعلقة بالسلامة. ويمكن تقديم هذه المعلومات مباشرة إلى الأطراف الأخرى أو عن طريق الأمانة. أما المعلومات التي تقدم إلى الأمانة فتُنشر في الموقع الشبكي لاتفاقية روتردام. ويمكن أن تتوافر معلومات عن المادة الكيميائية من مصادر أخرى.

### إخلاء مسؤولية

الغرض من استخدام الأسماء التجارية في هذه الوثيقة هو أساساً تيسير التحديد الصحيح للمادة الكيميائية. وليس المقصود منها استحسان أو عدم استحسان شركة بعينها. وإذ يتعذر إدراج جميع الأسماء التجارية المستخدمة حالياً، فلم يدرج في هذه الوثيقة سوى عدد من الأسماء التجارية المنشورة وشائعة الاستخدام.

وعلى الرغم من أن المعلومات المقدمة تُعتبر دقيقة طبقاً للبيانات المتوافرة وقت إعداد وثيقة توجيه القرارات هذه، فإن منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة يعلنان عدم مسؤوليتهما عن أي سهو أو أية نتائج قد تترتب عليه. ولا تتحمل منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة ولا برنامج الأمم المتحدة للبيئة أية مسؤولية عن أي أذى أو ضرر أو خسارة أو ضير من أي نوع يحدث نتيجة لاستيراد هذه المادة الكيميائية أو حظر استيرادها.

ولا تعني التسميات المستخدمة وطريقة عرض المادة في هذا المنشور التعبير عن أي رأي كان من جانب منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة أو برنامج الأمم المتحدة للبيئة بخصوص الوضع القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو سلطاتها، أو بخصوص تحديد تخومها أو حدودها.

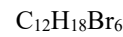
وثيقة توجيه قرارات بشأن مادة كيميائية محظورة أو مقيدة بشدة

تاريخ النشر: أيلول/سبتمبر ٢٠١٩

الدوديكان الحلقي السداسي البروم

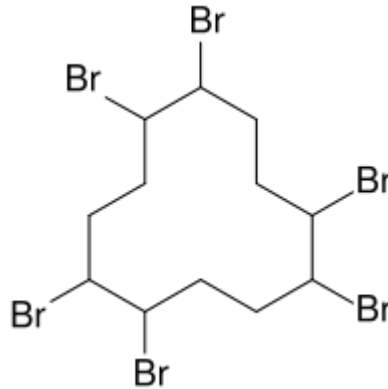
١- التعريف والاستخدامات (انظر المرفق ١ للاطلاع على مزيد من التفاصيل)

الاسم الشائع  
الاسم الكيميائي والأسماء  
الأخرى أو المترادفات  
الدوديكان الحلقي السداسي البروم  
الدوديكان الحلقي السداسي البروم  
١، ٢، ٥، ٦، ٩، ١٠ - الدوديكان الحلقي السداسي البروم



الصيغة الجزيئية

التركيب الكيميائي



الرقم/الأرقام في سجل  
دائرة المستخلصات  
الكيميائية  
٢٥٦٣٧-٩٩-٤: المادة التجارية للدوديكان الحلقي السداسي البروم (لا توضّح مواضع ذرات البروم)  
٣١٩٤-٥٥-٦: ١، ٢، ٥، ٦، ٩، ١٠ - الدوديكان الحلقي السداسي البروم  
١٣٤٢٣٧-٥٠-٦: الدوديكان الحلقي السداسي البروم-ألفا (آيسومر فراغي)  
١٣٤٢٣٧-٥١-٧: الدوديكان الحلقي السداسي البروم-بيتا (آيسومر فراغي)  
١٣٤٢٣٧-٥٢-٨: الدوديكان الحلقي السداسي البروم-غاما (آيسومر فراغي)

٢٩٠٣، ٨٩

الرمز الجمركي في النظام

المنسق

الرقم في قائمة الجماعة الأوروبية ٢٤٧-١٤٨-٤، الرقم في قائمة الجماعة الأوروبية  
٩-٦٩٥-٢٢١

أرقام أخرى

صناعية

الفئة

مادة كيميائية صناعية

الفئة التنظيمية

اليابان:

الاستخدام

مثبط لهب

(الاستخدامات) في الفئة

التنظيمية

## النرويج:

يستخدم الدوديكان الحلقي السداسي البروم لإنتاج البولسترين المشكّل بالتمديد والبولسترين المشكّل بالانثاق لتشييط اللهب، لاستخدامه فيما بعد في تطبيقات البناء في الخارج.

## الأسماء التجارية

الدوديكان الحلقي السداسي البروم HBCD; Bromkal 73-6CD; Nikkafainon CG 1; Pyroguard F 800; Pyroguard SR 103; Pyroguard SR 103A; Pyrovatex 3887; Great Lakes CD-75P™; Great Lakes CD-75; Great Lakes CD75XF; Great Lakes CD75PC (compacted); Dead Sea Bromine Group Ground FR 1206 I-LM; Dead Sea Bromine Group Standard FR 1206 I-LM; Dead Sea Bromine Group Compacted FR 1206 I-CM  
الوثيقة (UNEP/FAO/RC/CRC.13/8)، الفرع ١-٣ من الإخطار النرويجي - وكذلك الفرع ١-١ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة)  
هذه قائمة إرشادية. ولا يقصد منها أن تكون حصرية

أنواع المستحضر: لا محل لها

الاستخدامات في الفئات اليابان والنرويج:

لم يرد إبلاغ عن استخدامها كمبيد آفات الأخرى

الجهات المصنعة الرئيسية شركة باسف (BASF)

شركة ألبيرمارل (Albemarle)

شركة داو للمواد الكيميائية (Dow Chemical)

المصدر: شبكة بيانات السميات TOXNET (<https://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search2/f?/.temp/~jrwyMs:1>)

هذه قائمة إرشادية بجهات التصنيع الحالية والسابقة، ولا يقصد منها أن تكون حصرية

## ٢ - أسباب الإدراج في إجراء الموافقة المسبقة عن علم

يُدرج الدوديكان الحلقي السداسي البروم باعتباره مادة كيميائية صناعية. وأدرج في القائمة على أساس الإجراءات التنظيمية النهائية للذين أخطرت بهما اليابان والنرويج، حيث قامت اليابان بحظر استخدامه، وقيدت النرويج استخدامه تقييداً شديداً باعتباره مادة صناعية.

ولم ترد أي إخطارات بإجراءات تنظيمية نهائية تتعلق باستخدام الدوديكان الحلقي السداسي البروم كمبيد آفات.

## ١-٢ الإجراءات التنظيمية النهائي (انظر المرفق ٢ للاطلاع على مزيد من التفاصيل)

اليابان:

حددت هذه المادة الكيميائية على أنها من المواد الكيميائية المحددة في الفئة الأولى. ويُحظر صنع هذه المادة الكيميائية أو استيرادها. (UNEP/FAO/RC/CRC.13/8)، الفرعان ٢ و ٢-٢-١ من الإخطار الياباني).

السبب: صحة الإنسان

النرويج

وضع لوائح تنظيمية لتقييد إنتاج المنتجات الاستهلاكية التي تحتوي على الدوديكان الحلقي السداسي البروم بمقدار يزيد عن قيم بعض الحدود واستيرادها وبيعها.

ويخضع الدوديكان الحلقي السداسي البروم للتنظيم في الفصل ٤ من اللائحة المتعلقة بالتقييدات على تصنيع المواد الكيميائية وغيرها من المنتجات التي تُشكّل خطراً على صحة البشر والبيئة واستيرادها وطرحها في الأسواق، القانون رقم ٩٢٢ (لائحة تنظيم المنتجات) الصادر في حزيران/يونيه ٢٠٠٤. ويُمثل ذلك تنفيذ الترويج لللائحة المفوضية الأوروبية رقم ٨٥٠/٢٠٠٤ الصادرة عن البرلمان الأوروبي والمجلس المعني بالملوثات العضوية الثابتة، وتنفيذ تعديل المرفق الأول لللائحة المفوضية ٢٠١٦/٢٩٣ المؤرخة ١ آذار/مارس ٢٠١٦.

(UNEP/FAO/RC/CRC.13/8، الفرعان ٢-٢-٢ و ١-٢-٢-٢ من الإخطار النرويجي).

السبب: صحة الإنسان والبيئة

## ٢-٢ تقييم المخاطر (انظر المرفق ١ للاطلاع على مزيد من التفاصيل)

### اليابان:

يوضح الإخطار الوارد من اليابان أن الإجراء التنظيمي كان يستند إلى تقييم للمخاطر أو احتمالات وقوع الضرر، وهذا التقييم يستند إلى مختصر مركز بالإنكليزية ويشمل كذلك وثيقة موجز مخاطر الدوديكان الحلقي السداسي البروم بصيغتها التي أعدتها لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة التابعة لاتفاقية استكهولم.

وعندما تُدرج مادة في اتفاقية استكهولم، وتكون هذه المادة مطروحة في السوق في اليابان، فإن الحكومة اليابانية تُجري تقييماً للمخاطر بشأن تلك المادة ومخاطرها المحتملة من أجل إرشاد التدابير التنظيمية. وقدّمت اليابان هذا التقييم الداخلي للمخاطر، مقترناً بوثيقة موجز مخاطر الدوديكان الحلقي السداسي البروم، باعتبارها معلومات داعمة في الوثيقة UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2. وقُدِّم موجز مختصر بالإنكليزية لتقييم المخاطر إلى جانب قائمة محتويات تقييم الخطر.

واستند التقييم الداخلي للخطر إلى بيانات رصد تعود إلى الفترة من السنة المالية ٢٠٠٩ إلى السنة المالية ٢٠١٢ وتكشف عن عدد من المواقع التي ترتفع فيها المخاطر الإيكولوجية بينما لا توجد مواقع تتعرض فيها صحة البشر للخطر. وشمل تقييم المخاطر تقييماً لاحتمالات وقوع الضرر استناداً إلى بيانات الرصد وتقييماً للتعرض وتقديراً للمخاطر استناداً إلى التقديرات المستمدة من بيانات التصنيع بشأن تقديرات إطلاقات المادة في البيئة.

وتستشهد وثيقة موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة بدراسة يابانية توصلت إلى أن مستويات الدوديكان الحلقي السداسي البروم في اللبن البشري تبدو وكأنها تضاهي كميات الدوديكان الحلقي السداسي البروم المستهلكة في السوق. فقد كانت مستويات هذه المادة في لبن الأمهات اليابانيات (من سن ٢٥ إلى سن ٢٩ سنة) تقل عن حدود الكشف في جميع العينات التي جُمعت خلال فترة السنوات العشر من ١٩٧٣ إلى ١٩٨٣، ثم ارتفعت تلك المستويات ابتداءً من عام ١٩٨٨ فصاعداً.

ويعلن موجز المخاطر الذي أعدته لجنة استعراضات الملوثات العضوية الثابتة أن احتمالات السمية التطورية والعصبية التي ينطوي عليها الدوديكان الحلقي السداسي البروم والتي لوحظت أثناء الدراسات الحيوانية مثيرة للانشغال بالنظر إلى المخاطر على صحة البشر، ولا سيما بالنسبة للأجنة وصغار الأطفال. ويشير هذا الشاغل، إلى جانب دراسة رصد اللبن البشري ونتائج دراسات أخرى تتعلق بمصل الحبل السري في وثيقة موجز المخاطر إلى وجود مخاطر على الأجنة والأطفال الصغار في اليابان. وعلى الرغم من عدم وجود رابطة كمية بين المخاطر ومستويات التعرض المشار إليها، فإن الخطر وثيق الصلة بالموضوع نظراً لما لوحظ من التراكم الأحيائي والتضخيم الأحيائي للدوديكان الحلقي السداسي البروم.

## النرويج:

يُشير الإخطار الوارد من النرويج إلى أن الإجراء التنظيمي يستند إلى تقييم للمخاطر أو احتمالات وقوع الضرر، وأنه ذو صلة بكل من صحة البشر والبيئة. ويستشهد الإخطار تحديداً بتقييم المخاطر الذي وضعه الاتحاد الأوروبي بشأن الدوديكان الحلقي السداسي البروم. ويتضمن الإخطار الوارد من النرويج موجزاً للأدلة على تعرض المستهلكين لهذه المادة في النرويج، واكتشاف وجودها في البيئة (بما في ذلك الأجزاء النائية من المنطقة القطبية الشمالية)، وفي الكائنات الحية والأسماك والطحالب والأكياس الموحية للطيور الحديثة التفرخ. وتلاحظ بعض الاتجاهات الزمنية.

وتتضمن المعلومات الداعمة الواردة من النرويج بيان النقاط النهائية لاحتمالات الضرر والتي ترد أصلاً في تقرير وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة لعام ٢٠١٤ بعنوان *Flame Retardant Alternatives for Hexabromocyclododecane (HBCD)* (بدائل الدوديكان الحلقي السداسي البروم في مثبطات اللهب). ويلاحظ وجود مخاطر عالية أو عالية جداً على النمو وسمية مائية حادة، وسمية مائية مزمنة. ويتسم الدوديكان الحلقي السداسي البروم بدرجة عالية من الثبات والتراكم الأحيائي.

### ٣- التدابير الوقائية المطبقة فيما يخص المادة الكيميائية

#### ٣-١ التدابير التنظيمية للحد من التعرض

اليابان: يقضي الإجراء التنظيمي الذي أخطرت به اليابان بحظر صنع الدوديكان الحلقي السداسي البروم واستيراده واستخدامه. ولا توجد استخدامات معفاة من الحظر. ودخل الإجراء التنظيمي حيز التنفيذ يوم ١ أيار/مايو ٢٠١٤ (UNEP/FAO/RC/CRC.13/8)، الفرعان ٢-٢ و ٢-٣ من الإخطار الياباني).

النرويج: يقضي الإجراء التنظيمي الذي أخطرت به النرويج بتقييد شديد لإنتاج المنتجات الاستهلاكية التي تحتوي على الدوديكان الحلقي السداسي البروم بقيم تزيد عن حدود معينة واستيرادها وتصديرها وبيعها.

ويحظر صنع المواد التي تحتوي على ٠,٠١ في المائة أو أكثر من وزنها من الدوديكان الحلقي السداسي البروم واستيرادها وتصديرها وطرحها في الأسواق واستخدامها (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية ٢٥٦٣٧-٩٩-٤، ٣١٩٤-٥٥-٦، ٢٣٧-٤٢٣٧-١٣-٥٠-٦، ٢٣٧-٤٢٣٧-١٣-٥١-٧، ٢٣٧-٤٢٣٧-١٣-٥٢-٨).

ويحظر تصنيع منتجات مثبطات اللهب أو أجزاء منها إذا كانت تحتوي على ٠,٠١ في المائة أو أكثر من وزنها من الدوديكان الحلقي السداسي البروم (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية ٢٥٦٣٧-٩٩-٤، ٣١٩٤-٥٥-٦، ٢٣٧-٤٢٣٧-١٣-٥٠-٦، ٢٣٧-٤٢٣٧-١٣-٥١-٧، ٢٣٧-٤٢٣٧-١٣-٥٢-٨).

ويُسمح باستخدام الدوديكان الحلقي السداسي البروم، سواء بمحذاته أو في مستحضرات، لإنتاج أصناف البوليسترين المشكّل بالتمديد، وإنتاج الدوديكان الحلقي السداسي البروم وطرحه في الأسواق لاستخدامه في هذا الغرض، شريطة التصريح بهذا الاستخدام وفقاً للباب السابع من لائحة (المجلس الأوروبي) رقم ٢٠٠٦/١٩٠٧ الصادرة عن البرلمان الأوروبي والمجلس، أو يكون الاستخدام خاضعاً لتطبيق التصريح المقدم يوم ٢١ شباط/فبراير ٢٠١٤ الذي لم يتم بعد اتخاذ قرار بشأنه.

وطرح الدوديكان الحلقي السداسي البروم في الأسواق واستخدامه، سواءً بحد ذاته أو في أحد المستحضرات، سيكون مسموحاً به وفق هذه الفقرة حتى ٢٦ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠١٩ فقط، أو في تاريخ انقضاء فترة الاستعراض المحددة في قرار التصريح أو تاريخ سحب هذا التصريح عملاً بالباب السابع من لائحة (المجلس الأوروبي) رقم ١٩٠٧/٢٠٠٦، إذا كان أحد هذين التاريخين سابقاً لتاريخ ٢٦ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠١٩.

UNEP/FAO/RC/CRC.13/8 الفرعان ٢-٢ و ٣-٢ من الإخطار النرويجي)

### ٢-٣ تدابير أخرى للحد من التعرض

#### اتفاقية حماية البيئة البحرية لشمال شرق الأطلسي

يندرج الدوديكان الحلقي السداسي البروم باعتباره جزءاً من مجموعة مثبطات اللهب المبرومة في قائمة المواد التي تتطلب إجراءات على سبيل الأولوية التي وضعتها اتفاقية حماية البيئة البحرية لشمال شرق المحيط الأطلسي (اتفاقية أوسبار). وتضم هذه الاتفاقية ممثلي حكومات ١٥ طرفاً متعاقداً إضافة إلى الاتحاد الأوروبي.

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2 - الفرع ١-٤ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة)

#### اتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة

يندرج الدوديكان الحلقي السداسي البروم في المرفق ألف (الإزالة) لاتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة (المقرر ١ س - ١٣/٦). وتوجد إعفاءات محدّدة لإنتاج الدوديكان الحلقي السداسي البروم واستخدامه في البوليسترين المشكّل بالتمديد والانبثاق في المباني. وعملاً بالمادة ٤، توافق الأطراف في اتفاقية استكهولم التي تسجل أسماءها للإنتاج و/أو إعفاء الاستعمال على اتخاذ التدابير اللازمة لكفالة سهولة التعرف على البوليسترين المشكّل بالتمديد والمشكّل بالانبثاق واللذين يحتويان على الدوديكان الحلقي السداسي البروم عن طريق لصق لافتات أو غير ذلك من الوسائل طوال دورة المادة عند السماح بإنتاجها واستخدامها لإنتاج البوليسترين المشكّل بالتمديد والبوليسترين المشكّل بالانبثاق في المباني.

(القرار ١ س - ١٣/٦ إدراج الدوديكان الحلقي السداسي البروم. <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP->

[POPS-COP.6-SC-6-13.English.pdf](http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.6-SC-6-13.English.pdf)

### ٣-٣ البدائل

من الجوهري أن يكفل أي بلد قبل قيامه بإحلال بدائل أن يكون الاستخدام ملائماً لاحتياجاته الوطنية وللظروف المحلية المتوقعة للاستخدام. وينبغي أيضاً تقييم الضرر المحتمل للمواد البديلة والضوابط المطلوبة للاستخدام الآمن.

#### اليابان

لم تُقدّم اليابان أي معلومات عن بدائل الدوديكان الحلقي السداسي البروم (UNEP/FAO/RC/CRC.13/8)، الفرع ٢-٣-٥-٢ من الإخطار الياباني)

#### النرويج

ترد إشارة إلى الوثيقة الصادرة عن وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة عن بدائل الدوديكان الحلقي السداسي البروم في مثبطات اللهب. وصدر التقرير الأخير في حزيران/يونيه ٢٠٠٤ (UNEP/FAO/RC/CRC.13/8)، الفرعان ٢-٣-٥ من الإخطار النرويجي). ويقدم التقرير معلومات عن الدوديكان الحلقي السداسي البروم المستخدم كمثبط للهب في عزل المباني بمادة



البوليسترين، والبدايل المحتملة، والمواد البديلة. وقامت وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة بتطوير تقريرها بإضافة مدخلات واردة من شراكة من أصحاب المصلحة من دوائر الأعمال والحكومة والدوائر الأكاديمية، والمنظمات البيئية. ووفقاً للخبراء التقنيين في هذه الشراكة، كانت هناك في الفترة بين ٢٠١١ و ٢٠١٤ ثلاثة بدائل مجدية فقط عن الدوديكان الحلقي السداسي البروم لمثبطات اللهب لاستخدامها للعزل برغوة البوليسترين المشكّل بالتمديد والمشكّل بالانبثاق في إطار عمليات التصنيع الجارية. وتتوفر مواد بديلة أيضاً لتحل محل العزل الذي يحتوي على الدوديكان الحلقي السداسي البروم. وهذه البدائل قد تتطلب مثبطات لهب إضافية أو معاملات أخرى للوفاء بمقتضيات السلامة من النيران. ويرد أدناه الفرع الخاص بالنتائج في هذه الوثيقة الداعمة:

### النتائج

حدّد أعضاء الشراكة مواد كيميائية كثيرة كبدايل محتملة؛ ولكن تم تعيين ثلاث مواد كيميائية فقط كبدايل مجدية للدوديكان الحلقي السداسي البروم في رغوة البوليسترين المشكّل بالتمديد والمشكّل بالانبثاق: بوليمر مشترك مبروم من البيوتادين والاسترين (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية ١١٩٥٩٧٨-٩٣-٨) ومشتق إيثري مبروم ثنائي من البيسفينول ألف الرباعي البروم (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية ٩٧٤١٦-٨٤-٧)، والبيسفينول ألف الرباعي البروم -ثاني (٢، ٣) إثير ثاني بروميد البروبيل (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية ٢١٨٥٠-٤٤-٢). وتم تعيين ثلاثة بدائل فقط للتقييم في هذا التقرير لأن مثبطات اللهب برغوة البوليسترين المشكّل بالتمديد والمشكّل بالانبثاق يجب أن تكفل امتثال المادة لمدونات السلامة من الحرائق مع عدم الانتقاص من أداء الرغوة. وهذه البدائل الثلاثة مبرومة. وليس من المعروف إن كانت هناك أي مثبطات لهب غير مبرومة تتوافق مع اختبارات تصنيع البوليسترين واختبارات الحريق المصاحبة لها. وتلخص الأرقام في الشكل م.ت-١ معلومات عن الأخطار المحتملة للدوديكان الحلقي السداسي البروم والبدائل الثلاثة موضع التقييم. (الأرقام م.ت-١ -توضح ما إن كانت النقاط النهائية قد أُسندت على أساس بيانات التجربة العملية أو باستخدام قيم من نماذج تنبؤية و/أو حكم فني. والاستثناءات المذكورة في الشكل م. ت. ١ - يجب أيضاً أن تؤخذ في الاعتبار عند تفسير المعلومات الواردة في الجدول). ولم يتوفر الكثير من بيانات التجارب المختبرية المقيسة لمشتق الإيثير المبروم لرباعي البروم ثنائي الفينول ألف - مضاعف؛ ولذلك فإن تسميات المخاطر تحدّدت باستخدام البيسفينول ألف الرباعي البروم -ثاني (٢، ٣) إثير ثاني بروميد البروبيل (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية ٢١٨٥٠-٤٤-٢) كمركب مناظر.

## م.ت. ١- موجز الأخطار الناشئة عن الدوديكان الحلقي السداسي البروم وبدائله

**VL** = خطر منخفض جداً، **L** = خطر منخفض، **M** = خطر معتدل، **H** = خطر مرتفع، **VH** = خطر مرتفع جداً - أُسندت نقاط النهاية الملونة (**VL**، **L**، **M**، **H**، و **VH**) على أساس بيانات تجارب عملية وأسندت نقاط النهاية المكتوبة بالخط المائل الأسود (**VL**، **L**، **M**، **H**، و **VH**) وباستخدام قيم مستمدة من نماذج تنبؤية و/أو حكم مهني متخصص. ويتضمن الجدول معلومات عن أخطار كل مادة كيميائية؛ ويراعي تقييم المخاطر كلا الأخطار والتعرض. وتناقش تباينات المنتجات الثانوية الناتجة عن عمليات نهاية العمر أو التحلل والاشتعال في التقرير ولكن لا ترد معالجتها بصورة مباشرة في موجز الأخطار. والاستثناءات المذكورة أدناه يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند تفسير المعلومات الواردة في الجدول.

*d* وُصف هذا الخطر بأنه معتدل لوجود احتمال إرهاب الرئة إذا كان  $< 5\%$  من الذرات في نطاق التنفس نتيجة عمليات تكون الغبار.

ي قياساً على بيانات تجارب عملية لمركب مشابه من الناحية الهيكلية.

☞ السمية المائية: تستند معايير وكالة حماية البيئة/التصميم من أجل البيئة في جانب كبير منها إلى تعرض عمود الماء الذي قد لا يكون كافياً للمواد التي لا تذوب بسهولة مثل كثير من مثبطات اللهب التي قد تنقسم إلى رواسب وجسيمات.

المصير البيئي		السمية المائية		الآثار على صحة الإنسان										الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية	المادة الكيميائية للاطلاع على الاسم الكيميائي الكامل والأسماء التجارية ذات الصلة انظر موجز المخاطر في الفرع ٨-٤	
التراكم البيولوجي	الثبات	مزمّنة	حادّة	التهيج الجلدي	فُحُيج العين	الحساسية التنفسية <sup>١</sup>	الحساسية الجلدية	الجرعة المتكررة	السمية العصبية	السمية التطورية	السمية الإنجابية	السمية الجينية	السرطنة			السمية المائية
VH	H	VH	VH	VL	VL		L	M	M	H	M	L	M	L	٩٩-٢٥٦٣٧ ٤٤ ٥٥٦-٣١٩٤	الدوديكان الحلقي السداسي البروم 
L	VH	L	L	L	M		L	L <sup>d</sup>	L	L	L	L	L	L	١١٩٥٩٧٨ ٨-٩٣	البوليمر المشترك المبروم من البيوتاديين والاستيرين <sup>٢</sup> 

H	H	L	L	L	L		L <sup>§</sup>	M <sup>§</sup>	L	M <sup>§</sup>	M <sup>§</sup>	M <sup>§</sup>	M <sup>§</sup>	L <sup>§</sup>	٧-٨٤-٩٧٤١٦	المشتق الإيثري المبروم الثنائي من البيسفينول ألف الرباعي البروم <sup>‡</sup>
H	VH	L	L	L	L		L	M	L	M	M	M	M	L	٢-٤٤-٢١٨٥٠	البيسفينول ألف الرباعي البروم - ثاني (٢، ٣) إيثير ثاني بروميد البروبيل <sup>‡</sup>

<sup>١</sup> في هذا الوقت، لا توجد أساليب اختبار قياسية للحساسية التنفسية ولا توجد بيانات اختبارات؛ ونتيجة لذلك لا يوجد تصنيف خطر لهذه النقطة النهائية.

ونقاط النهاية لصحة الإنسان، المقيّمة في تقييّمات البدائل التي وضعتها هيئة التصميم من أجل البيئة، تشمل السمية الحادة، والسرطنة والسمية الجينية والسمية الإنجابية والسمية التطورية والسمية العصبية وسمية الجرعة المتكررة، والحساسية الجلدية، والحساسية التنفسية، وتهيج العينين، والتهيج الجلدي. وأسندت للدوديكان الحلقي السداسي البروم صفة خطر "مرتفع" بالنسبة للسمية العصبية التطورية، وخطر "معتدل" بالنسبة للسمية الإنجابية وسمية الجرعة المتكررة، وخطر "معتدل" على أساس تقديري في حالة السرطنة والسمية العصبية؛ أمّا نقاط النهاية الصحية الأخرى، فقد أسندت لها صفات "منخفض" أو "منخفض جداً". ويأخذ البوليمر المشترك لمادة البيوتاديين والاستيرين صفة "منخفض" (سواء كان الخطر مقيساً أو تقديرياً) في أغلب نقاط نهاية صحة الإنسان بسبب ارتفاع وزنه الجزيئي ومحدودية إمكانية الامتصاص، وأسندت صفة "معتدل" لخطر واحد بالنسبة لنقطة نهاية تهيج العينين على أساس بيانات تجريبية مختبرية. ويُصنّف المشتق الإيثري المبروم الثنائي من البيسفينول ألف الرباعي البروم والبيسفينول ألف الرباعي البروم - ثاني (٢، ٣ إيثير ثاني بروميد البروبيل) في فئة "معتدل" من ناحية خطر السرطنة، والمولدات الإطفار، والسمية الإنجابية، والسمية التطورية، وسمية الجرعة المتكررة وذلك على أساس خصائص الأكلّة المحتملة. وأسندت صفة خطر "منخفض" لتلك المواد المشابهة بالنسبة للسمية الحادة والسمية العصبية والحساسية الجلدية والتهيج الجلدي.

وتشمل نقاط النهاية للسمية البيئية التي قام برنامج التصميم من أجل البيئة بتقييمها السمية المائية الحادة والمزمنة، ويوصف الدوديكان الحلقي السداسي البروم بالسمية بالنسبة للبيئة المائية ويأخذ صفة خطر "مرتفع جداً" لكلا السمية المائية الحادة والمزمنة. وأسندت صفة "منخفض" للسمية المائية للبدائل الثلاثة، وذلك بسبب افتقارها إلى إمكانية الذوبان في الماء بصورة واضحة مما يعني "عدم وجود آثار عند التشبع". وكانت بيانات السمية الإيكولوجية لأنواع الأرضية محدودة، ولهذا لم يكن من الواضح مدى إمكان ظهور آثار على المستوى الغذائي المرتفع والحياة البرية الأرضية بسبب الدوديكان الحلقي السداسي البروم وبدائله أو نواتج التحلل المصاحبة.

ويوصف المصير البيئي للدوديكان الحلقي السداسي البروم والبدائل الثلاثة أساساً من ناحية إمكانات الثبات والتراكم البيولوجي. ويوصف ثبات المواد الكيميائية الثلاثة بأنه "مرتفع" أو "مرتفع جداً"، وهي صفة تتسم بها معظم مثبطات اللهب. والمصير الطويل الأجل للبدائل الثلاثة في البيئة ليس مفهوماً بصورة كاملة. ويوصف إمكان البوليمر المشترك المبروم لمادة البوتاديين والاستيرين على التراكم البيولوجي بأنه "منخفض" بسبب حجمه (متوسط الوزن الجزيئي  $1000 <$  وحدات كتل ذرية (دالتون)) وعدم وجود عناصر الوزن الجزيئي المنخفض، في حين أن الدوديكان الحلقي السداسي البروم والمشتق الإيثري المبروم الثنائي من البيسفينول ألف الرباعي البروم والبيسفينول ألف الرباعي البروم - ثاني (٢، ٣ إيثير ثاني بروميد البروبيل) تأخذ وصف "مرتفع جداً" و "مرتفع" و "مرتفع"، على التوالي، من ناحية إمكانية التراكم البيولوجي.

وفي ظل الظروف التي يحدث فيها حريق أو ترميد، فإن أي مادة مهلجنة يمكن أن تساهم في تكوين الديوكسين الثنائي البنزين والفيوران الثنائي البنزين، وتزيد من توليد الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات، وتؤثر على بارامترات النيران مثل الدخان وأول أكسيد الكربون (سيدهو ومورغان وآخرون، ٢٠١٣) ومع ذلك، فإن تفاعلات الاشتعال معقدة ومتباينة وتجعل إدراج النواتج الثانوية للاشتعال في تقييم المخاطر تحدياً. وقد ينتج عن مثبطات اللهب المهلجنة وغير المهلجنة معاً نواتج ثانوية سامة أخرى تحتاج إلى المقارنة، دون أن تقتصر النواتج على الديوكسينات والفيورانات المهلجنة. ولهذه الأسباب لا يتضمن هذا التقرير تقييماً لمنتجات التحول بالتحلل الحراري.

وبالإضافة إلى تقييم الأخطار الكيميائية للدوديكان الحلقي السداسي البروم وبدائله، يضم الفصل ٥ من التقرير معلومات عامة عن مواد العزل البديلة. وتشمل هذه التكنولوجيات بدائل الألواح الصلبة (مثل الألواح المشابهة للبوليسترين المشكّل بالتمديد أو البوليسترين المشكّل بالانثاق)، والبدائل اللازمة لبعض الاستخدامات الحرفية (مثل صفائح العزل ورغوات العزل في الموقع) ومواد البدائل المتخصصة والناشئة (مثل الهلاميات الهوائية والرغوات الكربونية). ولا يتضمن التقرير تقييماً لهذه المواد ولا يقارنها

بالبوليسترين المشكّل بالتمديد أو البوليسترين المشكّل بالانثاق، ولا يتضمن تقييماً لاحتياجات تثبيط اللهب من كل مادة من هذه المواد.

(UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/18)

عام:

اضطلعت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة التابعة لاتفاقية استكهولم بتقييم لبدائل الدوديكان الحلقي السداسي البروم في مرحلة المرفق واو (تقييم إدارة المخاطر) من استعراضها لمادة الدوديكان الحلقي السداسي البروم باعتبارها مرشحة للإدراج للاستعراض في الملوثات العضوية الثابتة. ويمكن الاطلاع على المعلومات ذات الصلة في الوثيقة المعنونة "المعلومات الإضافية بشأن البدائل للدوديكان الحلقي السداسي البروم واستخدامها في البوليسترين المطّرق والبوليسترين المبثوق" (UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.3) ويمكن الاطلاع عليها في الموقع: <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.8-16-Add.3.English.pdf>.

### ٣-٤ الآثار الاجتماعية الاقتصادية

اليابان:

لم تُقدّم اليابان أي معلومات عن الآثار الاجتماعية الاقتصادية لهذا الإجراء التنظيمي (UNEP/FAO/RC/CRC.13/8)، الفرع ٢-٥-٣-١ من الإخطار الياباني).

النرويج:

ظل الدوديكان الحلقي السداسي البروم يستخدم تقليدياً في البوليسترين المشكّل بالتمديد أو المشكّل بالانثاق في أعمال التشييد/البناء في النرويج. ولما كانت هذه هي الاستخدامات الرئيسية لهذه المادة فإن الدوديكان الحلقي السداسي البروم لذا كان من المتوقع أن تكون الآثار الاجتماعية الاقتصادية لهذا الإجراء التنظيمي قليلة. (UNEP/FAO/RC/CRC.13/8)، الفرع ٢-٥-٣-١ من الإخطار النرويجي).

٤- احتمالات وقوع الضرر والمخاطر على صحة الإنسان والبيئة	
٤-١ تصنيف احتمالات وقوع الضرر	
لا يوجد	منظمة الصحة العالمية/البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية
لا يوجد	الوكالة الدولية لبحوث السرطان
التصنيف في الاتحاد الأوروبي وفقاً للائحة (المجلس الأوروبي) رقم ١٢٧٢/٢٠٠٨ بشأن تصنيف المواد والخلائط ووسمها وتغليفها: Repr. 2, H361 (يُشبهته في إضراره بالخصوبة أو الأجنة) Lact., H362 (قد يُسبب ضرراً للأطفال الرضع رضاعة طبيعية) (UNEP/FAO/RC/CRC.13/8)، الفرع ٣-١ من الإخطار النرويجي)	الاتحاد الأوروبي
لا يوجد	وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة

لا توجد دراسات تُحدّد المقدار اليومي الممكن تحمله.

توجد عدة دراسات بشأن الآثار الإنجابية الناشئة عن الدوديكان الحلقي السداسي البروم. وقام ساينغوسا وآخرون (٢٠٠٩) بإجراء دراسة للسمية التطورية في جيل واحد من الجرذان تم فيها تعرض الأمهات لجرعات قدرها صفر و ١٠٠ و ١٠٠٠ و ١٠٠٠٠ جزء من المليون من الدوديكان الحلقي السداسي البروم بداية من اليوم العاشر للحمل وحتى فطام المواليد. وفي هذه الدراسة كان أدنى مستوى تأثير ضار ملاحظ هو ١٠٠٠ جزء من المليون من المادة (٨١-٢١٣ ملغم/كغم/اليوم) وكان المستوى الذي ليس له تأثير ضار ملاحظ هو ١٠٠ جزء من المليون (٨-٢١ ملغم/كغم/اليوم). وتُشير الدراسة التي أجراها فان دير فين وآخرون (٢٠٠٩) عن التعرض الطويل والمستمر إلى أن أعضاء التكاثر الذكورية حساسة على وجه الخصوص للدوديكان الحلقي السداسي البروم، حيث لوحظ انخفاض في وزن الخصيتين عند مستوى ٥٢ ميكروغم/غم من وزن الجسم كحد أدنى للجرعة القياسية في ذكور الجيل الأول. ولوحظ أيضاً انخفاض في وزن الأعضاء الأخرى في الذكور: البروستاتا والغدة الكظرية والقلب والدماغ، وكذلك الانخفاض في الوزن الكلي لذكور الجيل الأول. والفقدان الملاحظ في وزن الجسم يجعل من المستحيل القول إن كان أي من هذه التأثيرات الحادثة على وزن الأعضاء مسؤولاً بحد ذاته أو مسؤولاً بصورة ثانوية، عن الفقدان العام في وزن الجسم. أما في الإناث فقد أظهر نشاط إنزيم السيستوكروم P450 19، استناداً إلى المتوسطات بين المجموعة، ارتباطاً بالتركيز الداخل من الأيسومر غاما للدوديكان الحلقي السداسي البروم (معامل ارتباط خطي قدره ٠,٩). ويجوّل إنزيم السيستوكروم P450 19 هرمونات أندروجين إلى استروجينات (نورس ٢٠٠٦). وهو إنزيم ضروري لتمايز ونمو الأعضاء الجنسية والدماغ في الفقاريات العليا والحفاظ على الأنسجة التناسلية، والسلوك الجنسي (كونلي وهنشلود، ٢٠٠١، سمبسون وآخرون، ٢٠٠٢). وفي الإناث، تأخر وقت انفتاح المهبل أيضاً، ولكن هذا حدث عند استخدام الجرعة القصوى فقط (حد أدنى للجرعة القياسية قدره ٨٢,٢ ميكروغم/غم من وزن الجسم عند تأثير قياسي حرج قدره ١٠ في المائة).

الفرع ٢-٤-٤ من موجز المخاطر الذي وضعته لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة). UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2، الفرع ٢-٤-٤ من موجز المخاطر الذي وضعته لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

#### ٤-٣ التعبئة ووضع البطاقات التعريفية

تُصنّف لجنة الأمم المتحدة للخبراء المعنية بنقل السلع الخطرة هذه المادة الكيميائية في:

فئة الخطر ومجموعة التعبئة	رقم الأمم المتحدة: ٣٠٧٧
اسم الشحن الصحيح والوصف: الدوديكان الحلقي السداسي البروم. مادة خطرة بيئياً، صلبة، غ. م. أ.	
الاسم الكيميائي: الدوديكان الحلقي السداسي البروم	
الفئة: ٩	
رمز التصنيف: M7	
مجموعة التعبئة: الثالثة	
علامات الهوية: ٩	
ملاحظات: تعيين احتمال الضرر رقم: ٩٠	
(إرشادات الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية بشأن الاستخدام الآمن - الدوديكان الحلقي السداسي البروم)	

<p>رمز المدونة البحرية الدولية للسلع الخطرة</p> <p>رقم الأمم المتحدة: ٣٠٧٧</p> <p>اسم الشحن الصحيح والوصف: الدوديكان الحلقي السداسي البروم. مادة خطرة بيئياً، صلبة، غ. م. أ.</p> <p>الاسم الكيميائي: الدوديكان الحلقي السداسي البروم</p> <p>الفئة: ٩</p> <p>مجموعة التغليف: الثالثة</p> <p>رقم الرد في حالة الطوارئ ١ : F-A</p> <p>رقم الرد في حالة الطوارئ ٢ : S-F</p> <p>بطاقات التعريف: ٩</p> <p>ملوث بحري: نعم (م ث)</p> <p>(إرشادات الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية بشأن الاستخدام الآمن - الدوديكان الحلقي السداسي البروم)</p>	
<p>بطاقة النقل في حالة الطوارئ</p> <p>لا يوجد</p>	

#### ٤-٤ الإسعاف الأولي

ملاحظة: تستند النصائح التالية إلى المعلومات التي أتاحتها منظمة الصحة العالمية والبلدان مقدما الإخطارين. وهي معلومات صحيحة في وقت نشرها. وتقدم هذه النصائح للعلم فقط وليس المقصود بها أن تلغي أي بروتوكولات وطنية للإسعافات الأولية.

عام: عليك التماس المشورة الطبية إذا شعرت بتوسع (قدّم هذه المعلومات أو بطاقة غلاف الشحنة إذا أمكن). لا تُعطي أي شيء عن طريق الفم إلى شخص فاقد الوعي.

الاستنشاق: النقل إلى مكان جيد التهوية. التماس الرعاية الطبية فوراً.

الجلد: تُنزع أي ملابس ملوثة، غسل الملابس تماماً للتأكد من عدم بقاء أي تلوث قبل استخدام الملابس مرة أخرى. يُغسل الجلد جيداً بالصابون والماء لمدة ١٥ دقيقة على الأقل. إذا حدث تهيج جلدي يلزم التماس الرعاية الطبية فوراً.

العين: فتح الجفنين وغمر العينين بكمية كبيرة من الماء لمدة ١٥ دقيقة على الأقل. أُطلب رعاية طبية.

الابتلاع: إذا كان المريض في وعيه يتم شطف الفم بالماء، وإعطاء الشخص المصاب كوباً أو كوبين من الماء، أُطلب الرعاية الطبية فوراً.

(إرشادات الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية للاستخدام الآمن - الدوديكان الحلقي السداسي البروم)

الإسعاف الأولي	الوقاية	
الهواء الطلق، الراحة	استخدم التهوية. استخدم مروحة	الاستنشاق
	تصريف العادم المحلي	
غسل الجلد بكمية كبيرة من الماء أو الاغتسال.	القفزات الوقائية، الملابس الواقية	الجلد
أولاً شطف العينين بكمية كبيرة من الماء لعدة دقائق (تزال العدسات اللاصقة إذا كان ذلك ممكناً بسهولة)، الإحالة بعد ذلك إلى الرعاية الطبية.	ارتداء نظارة أمان	العينان
شطف الفم	لا تأكل، أو تشرب أو تُدخّن أثناء العمل. اغسل اليدين قبل تناول الطعام	الابتلاع

البرنامج الدولي لسلامة المواد الكيميائية (٢٠٠١): بطاقة السلامة الكيميائية الدولية (ICSC) ١٤١٣

#### ٤-٥ إدارة النفايات

مبادئ توجيهية تقنية بشأن الإدارة السليمة بيئياً للنفايات التي تتألف من الدوديكان الحلقي السداسي البروم:

- [Best practice for the End-of-Life management of Polystyrene Foams in Building & Construction \(European Chemical Industry Council\)](#) (أفضل الممارسات لإدارة رغوة البوليسترين في نهاية دورة حياتها في المباني والإنشاءات) (المجلس الأوروبي للصناعات الكيميائية (CEFIC) وبلاستيكس يوروب، ٢٠١٤؛
- [End-of-life treatment of HBCD-containing polystyrene insulation foams: Large-scale demonstration of the treatment of Expanded Polystyrene Foam \(EPS\) and Extruded Polystyrene Foam \(XPS\) containing Hexabromocyclododecane \(HBCD\) as a flame-retardant by co-incineration in the Würzburg Municipal Solid](#)



[Waste Incinerator. Technical Summary report](#) (معالجة رغوات العزل بالبولىسترين المحتوية على الدوديكان الحلقي السداسي البروم في نهاية دورته: تجربة واسعة النطاق لمعالجة رغوة البولىسترين المشكّل بالتمديد ورغوة البولىسترين المشكّل بالانثاق التي تحتوي على الدوديكان الحلقي السداسي البروم كمشبط للهيب، من خلال الترميد المشترك في مرفق بلدية فيرزبرغ لترديد النفايات الصلبة. تقرير موجز تقني) (بلاستيكس يوروب، ٢٠١٥)؛

• [HB CD Hexabromocyclododecane in Polystyrene Foams Product Safety Assessment](#) (الدوديكان الحلقي

السداسي البروم ورغوات البولىسترين، تقييم سلامة المنتج) - طبعة ٢٠١٦

المصدر: اتفاقية بازل، نفايات الملوثات العضوية الثابتة. موارد إضافية

التخلص: يتم التخلص باعتبارها نفاية خطرة امتثالاً للوائح المحلية والإقليمية والوطنية. ويكون التخلص من النفايات في مرفق معتمد للتخلص من النفايات.

المصدر: المصدر: إرشادات الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية للاستخدام الآمن - الدوديكان الحلقي السداسي البروم

#### المرفقات

- المرفق ١ - معلومات إضافية عن هذه المادة
- المرفق ٢ - تفاصيل الإجراء التنظيمي النهائي المبلّغ عنه
- المرفق ٣ - عناوين السلطات الوطنية المعيّنة
- المرفق ٤ - المراجع

### نص تمهيدي للمرفق ١

المعلومات المقدمة في هذا المرفق توضح استنتاجات الطرفين صاحبي الإخطارين، وهما اليابان والنرويج. وعُرضت المعلومات التي قدمها هذان الطرفان بشأن احتمالات وقوع الضرر معاً، كلما أمكن، كما عرضت بصورة منفصلة تقييمات المخاطر، التي تخص الظروف السائدة لدى الطرفين. وهذه المعلومات أُخذت من الوثائق المدرجة في مراجع الإخطارين كوثائق داعمه للإجراء التنظيمي النهائي الذي اتخذته كل طرف في صدد الدوديكان الحلقي السداسي البروم.

وتم التبليغ عن الإخطارين من اليابان والنرويج للمرة الأولى في المنشور الدوري الرابع والأربعين للموافقة المسبقة عن علم المؤرخ ٢٠١٦/١٢/١٢.

١ - الهوية والخصائص الفيزيائية - الكيميائية	
١-١	الهوية
الدوديكان الحلقي السداسي البروم و ١، ٢، ٥، ٦، ٩، ١٠ - الدوديكان الحلقي السداسي البروم (UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2)، موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة)	
٢-١	الصيغة
$C_{12}H_{18}Br_6$	
(UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2)، موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة)	
٣-١	اللون والقوام
أبيض، عديم الرائحة، صلبة	
(UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2)، موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة)	
٤-١	درجة حرارة التحلل
يتحلل عند درجة < ١٩٠ درجة مئوية	
(UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2)، موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة)	
٦-١	الكثافة (غ/سم <sup>٣</sup> )
٢,٣٨ شركة البيرومارل (١٩٩٤)	
٢,٢٤ شركة البحيرات الكبرى للمواد الكيميائية (١٩٩٤)	
(UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2)، موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة)	
٧-١	مقاومة الأحماض
المعلومات غير متوفرة	
٨-١	مقاومة القلويات
المعلومات غير متوفرة	
٩-١	مقاومة الشد (٣١٠ كلف/سم <sup>٢</sup> )
المعلومات غير متوفرة	
٢	الخصائص السمية
١-٢	عام
١-١-٢	طريقة العمل
تُشير الدراسات الأخيرة التي تستخدم نماذج الأسماك إلى أن الدوديكان الحلقي السداسي البروم قد يؤدي إلى إجهاد تأكسدي وموت منظم للخلايا	
(UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2)، الفرع ٢-٤-١ من موجز المخاطر الصادر من لجنة الملوثات العضوية الثابتة)	
٣-١-٢	الامتصاص، والتوزيع
الامتصاص:	

لا توجد معلومات كثيرة عن مدى امتصاص الدوديكان الحلقي السداسي البروم عبر الفم في الإنسان (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية ٢٠٠٨)، وتُشير التقديرات إلى أن أخذ هذه المادة عن هذا الطريق للتعرض يتراوح بين ٥٠ - ١٠٠ في المائة (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية ٢٠٠٨، الاتحاد الأوروبي، ٢٠٠٨). ووفقاً للحسابات الواردة في تقييم المخاطر الصادر عن الاتحاد الأوروبي (الاتحاد الأوروبي ٢٠٠٨) كانت الكمية المتناولة عن طريق حليب الأم هي ١,٥ نانوغم/كغم من وزن الجسم/اليوم للأطفال الذين تتراوح أعمارهم من صفر إلى ٣ أشهر، و ٥,٦ نانوغم/كغم من وزن الجسم/اليوم للأطفال الذين يتراوح عمرهم من ٣ إلى ١٢ شهراً. ولكن اعتماداً على المستويات التي اكتشفت في حليب الأم في بعض المواقع في شمال إسبانيا (أكورونيا)، توصل الجارات وآخرون (٢٠٠٨) إلى حساب الكمية المتناولة بمقدار ١٧٥ نانوغم/كغم من وزن الجسم/اليوم في المواليد من عمر شهر واحد. ويزيد هذا المقدار ١٢ ضعفاً عن الكمية اليومية التقديرية المتناولة للمواليد من عمر صفر إلى ٣ أشهر، حسب التحديد الوارد في تقييم المخاطر الصادر عن الاتحاد الأوروبي (الاتحاد الأوروبي ٢٠٠٨) وتزيد بمقدار ٢٥ إلى ١٤٥٨ ضعفاً عن الكمية اليومية التقديرية للبالغين في السويد وهولندا والمملكة المتحدة والنرويج (الوكالة السويدية للمواد الكيميائية، ٢٠٠٩، الجارات وآخرون، ٢٠٠٩، روزنز وآخرون، ٢٠١٠). وتشير دراسة فلمنكية عن التعرض الغذائي إلى أن الفئة العمرية الواقعة بين ٣ و ٦ سنوات هي على ما يبدو الأعلى تعرضاً، حيث تبلغ الكمية اليومية التقديرية المتناولة من مجموع أيزومرات الدوديكان الحلقي السداسي البروم ٧ نانوغم/كغم من وزن الجسم/اليوم. وكان المواليد الجدد والبالغون أقل تعرضاً حيث بلغت الكمية التقديرية اليومية المتناولة ٣ و ١ نانوغم/كغم من وزن الجسم/اليوم، على التوالي (روزنز وآخرون، ٢٠١٠). ويبدو مع ذلك أن الأطفال كانوا في كل الحالات أكثر تعرضاً عن البالغين.

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2، الفرع ٢-٣-٢ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة)

#### التوزيع:

يمكن امتصاص الدوديكان الحلقي السداسي البروم عن طريق القناة المعوية وبعد ذلك تبلغ التركيزات أعلى مستوى لها في الأنسجة الدهنية والعضلات ثم الكبد، وتصل أدنى مستويات النشاط في الرئة والكلية والدم والدماغ والغدد التناسلية

(UNEP/FAO/RC/CRC.13/8، الفرع ٢-٣-٢ من الإخطار النرويجي)

وفي القوارض، يكون امتصاص الدوديكان الحلقي السداسي البروم من خلال القناة المعوية وتكون أعلى التركيزات في الأنسجة الدهنية والعضلات، ويعقبها الكبد؛ واكتُشف وجوده بتركيزات أقل كثيراً في الرئتين والكليتين والدم والدماغ. (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠٠٨؛ ويرد الإبلاغ في مصدر ثانوي بتفاصيل محدودة عن الدراسة).

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/18، وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة Flame Retardant Alternatives for Hexabromocyclododecane (HBCD) (بدائل الدوديكان الحلقي السداسي البروم في مثبطات اللهب)

#### التراكم البيولوجي والأبيض:

أكدت دراسات عديدة أجريت في المختبر وفي الشبكات الغذائية المحلية والنظم الإيكولوجية المحلية أن الدوديكان الحلقي السداسي البروم ينطوي على إمكانية التراكم والتضخم بيولوجياً.

وقد أظهرت الدراسات الميدانية زيادة عامة في تركزاته في الكائنات الحية مع زيادة المستوى الغذائي في الشبكات الغذائية المائية والشبكات الغذائية في القطب الشمالي. وليست هناك دراسات ميدانية معروفة أجريت في البيئة البرية ولكن هناك دراسات مختبرية أظهرت أن لهذه المادة قدرة على التراكم بيولوجياً في الثدييات البرية.

وقد فحصت دراسات في المختبر تراكم الدوديكان الحلقي السداسي البروم في الثدييات (مختبرات ويل للبحوث ٢٠٠١؛ فلسيكل للمواد الكيميائية ١٩٨٠). فعند إعطاء جرعات متكررة (من الدوديكان الحلقي السداسي البروم التقني، (١٠٠٠ ملغم/كغم من وزن الجسم/اليوم) لمدة ٩٠ يوماً ضمن دراسة للسمية في الجرذان، وجدت مختبرات ويل للبحوث (٢٠٠١) أن تركيزات الأيزومر ألفا أعلى بكثير من تركيزات الأيزومرين بيتا وغاما في كل النقاط الزمنية لأخذ العينات. وكانت النسب المئوية للأيزومرات المقيسة في الجرذان (ألفا: ٦٥-٧٠ في المائة؛ بيتا: ٩-١٥ في المائة؛ غاما: ١٤-٢٠ في المائة) مختلفة بشكل واضح عن النسب في صيغة الدوديكان الحلقي السداسي البروم المستخدمة (ألفا: ٨,٩ في المائة؛ بيتا: ٦,٦ في المائة؛ غاما: ٨٤,٥ في المائة). ودرست شركة فلسيكل للمواد الكيميائية (١٩٨٠) الحركة الدوائية للدوديكان الحلقي السداسي البروم الموسوم إشعاعياً (نظير الكربون ١٤C، بنسبة نقاء تزيد عن ٩٨ في المائة) الذي أعطى للجرذان في شكل جرعة واحدة عن طريق الفم. ووجد المؤلفون أن مادة الاختبار توزعت في جميع أجزاء الجسم ولكن أكبر الكميات المقيسة كانت في الأنسجة الدهنية ثم في الكبد والكليتين والرئتين والغدد التناسلية. وحدث نشاط أيضي سريع حول المادة إلى مركبات قطبية في الدم والعضلات والكبد والكلية إلا أنه لم يطرأ تغير يذكر على تركيز المادة في الأنسجة الدهنية. وخلصت الدراسة إلى أن الدوديكان الحلقي السداسي البروم تراكم في الأنسجة الدهنية بعد التعرض المتكرر.

وتم اكتشاف بعض النتائج المماثلة في المنطقة القطبية الشمالية بالنرويج. فقد قام سورمو وآخرون (٢٠٠٦) بتحليل أنواع تمثيلية من مختلف المستويات الغذائية ضمن السلسلة الغذائية للدب القطبي، مستخدمين عينات جمعت في الفترة من ٢٠٠٢ إلى ٢٠٠٣ من منطقة سفالبارد في المنطقة القطبية الشمالية بالنرويج. وكانت كمية الدوديكان الحلقي السداسي البروم أقل من حد الكشف (الحد الأدنى ٠,٠١٢ نانوغم/غم من الوزن الحى) في القشريات البرمائية (*Gammarus wilkitzkii*). وقد تضخمت هذه المادة بيولوجياً بشدة من سمك القد القطبي (*Boreogadus saida*) إلى الفقمة ذات الحلقات (عامل تضخم بيولوجي قدره ٣٦,٤ استناداً إلى التركيزات في الوزن الرطب لكامل الجسم)، إلا أنها لم تتضخم بيولوجياً من الفقمة ذات الحلقات إلى الدب القطبي (عامل تضخم بيولوجي قدره ٠,٦). واعتبر وجود مستويات أقل في عينات الدب القطبي دليلاً على احتمال تمتع الدبة بقدرات أيضية مُعززة. وفي شرق غرينلاند فحص ليتشر وآخرون (٢٠٠٩) التراكم البيولوجي و/أو التحول البيولوجي و/أو التضخم البيولوجي المقارن للدوديكان الحلقي السداسي البروم ومخلفات الملوثات العضوية الثابتة من دهن الفقمة ذات الحلقات التي تعيش في شرق غرينلاند (*Pusa hispida*) إلى أنسجة الدب القطبي (*Ursus maritimus*) (الدهن والكبد والدماغ)، وتبين أن الأيزومر ألفا لا يتراكم بيولوجياً إلا في النسيج الدهني للدب القطبي، وكان عامل التضخم البيولوجي لإجمالي الأيزومر ألفا، المتراكم من الطبقة الدهنية للفقمة ذات الحلقات إلى النسيج الدهني للدب القطبي، أكبر من واحد. وخلص المؤلفون إلى أنه حتى لو كان استقلاب الدوديكان الحلقي السداسي البروم في الدب القطبي أفضل بالمقارنة مع الأنواع الأخرى فإن التعرض الشديد لهذه المادة يكفل التضخم البيولوجي.

وأبلغ موريس وآخرون (٢٠٠٤) عن التضخم البيولوجي للدوديكان الحلقي السداسي البروم في الشبكة الغذائية ببحر الشمال. ورغم عدم الإبلاغ عن قيم فردية لعوامل التضخم البيولوجي، فقد أشار المؤلفون إلى أن وجود تركيزات أعلى من هذه المادة في الأنواع التي تقع في قمة السلسلة الغذائية يعني ضمناً أن المادة تتضخم بيولوجياً. فعلى سبيل المثال كانت تركيزات الدوديكان الحلقي السداسي البروم في المفترسات العليا، مثل فقمة الساحل (*Phoca vitulina*) وخنزير البحر (*Phocoena phocoena*)، أكثر بعدة مراتب عن تلك التي وجدت في اللافقاريات المائية الدقيقة مثل نجم البحر والحلزون البحري العادي. وبالمثل، كانت تركيزات هذا المركب عالية في عينات الكبد المأخوذة من طائر الغاق، وهو أحد الأنواع المفترسة من الطيور، وفي بيض طائر خطاف البحر العادي، ولكن مستوياته كانت أقل في فرائس هذه المفترسات وفي سمك القد وسمك الأنغليس الأصفر (*Anguilla Anguilla*).

ودرس تومي وآخرون (٢٠٠٨) تراكم أيزومرات بعينها من الدوديكان الحلقي السداسي البروم على عدة مستويات غذائية في الشبكة الغذائية البحرية في المنطقة القطبية الشمالية بشرق كندا. وكانت هناك علاقة إيجابية واضحة بين الأيزومر ألفا والمستوى الغذائي حيث بلغ عامل التضخم الغذائي ٧,٤ (معامل احتمال الصدفة  $> 0,01$ ) وهو ما يشير إلى حدوث تضخم بيولوجي عبر الشبكة الغذائية، بينما لوحظ وجود علاقة سلبية واضحة بين تركيزات الأيزومر غاما والمستوى الغذائي (أي التخفيف الغذائي)، وساهم الأيزومر ألفا بأكثر من ٧٠ في المائة من مجموع الدوديكان الحلقي السداسي البروم في الروبيان (*Pandalus borealis*, *Hymenodora glacialis*) والسمك الأحمر (*Sebastes mentella*) وسمك القد القطبي الشمالي (*Boreogadus saida*) وحوث الناروال (*Monodon monoceros*) وحوث البيلوغا (*Delphinapterus leucas*)، بينما زادت نسبة الأيزومر غاما عن ٦٠ في المائة من مجموع الدوديكان الحلقي السداسي البروم في (خليط) الحيوانات البلانكتونية والمحار (*Mya truncata*, *Serripes groenlandica*) وحيوان الفظ البحري (*Odobenus rosmarus*). وتعزى الفروق الملحوظة في شيوخ الأيزومرات الفراغية غير المرآوية بشكل جزئي إلى اختلاف المصير البيئي واختلاف سلوك الأيزومرات، كان من الأرجح أن الأيزومر غاما، وهو أقل قابلية للذوبان في الماء، ينتشر بشكل سلبى من عمود الماء إلى داخل الحيوانات البلانكتونية التي تتسم بمستوى مرتفع نسبياً من الليبدات. وبالمثل، كان المحار، يتجه بدرجة أكبر إلى امتصاص نسبة أعلى من الأيزومر غاما من الرواسب، نظراً لكونه من الكائنات التي تتغذى بترشيح الكائنات التي تعيش في قاع البحر. وقد يشير وجود نسب أعلى من الأيزومر ألفا، كما هو الحال في حوث البيلوغا والناروال، إلى وجود قدرات أيضية مُعززة استناداً إلى وجود دلائل على تحول الأيزومر الفراغي غاما بيولوجياً إلى الشكل ألفا، وهو تحول خاص بالأيزومرات (زغرز وآخرون ٢٠٠٥، لو وآخرون ٢٠٠٦). وهذه النتائج تناظر أيضاً النتائج التي توصل إليها تومي وآخرون (٢٠٠٩) حيث شكل الأيزومر ألفا ما يزيد على ٩٥ في المائة من الكمية المحمولة الشاملة من الدوديكان الحلقي السداسي البروم في حوث البيلوغا، بينما ساد الأيزومر غاما (أكثر من ٧٧ في المائة) في سمك القد القطبي الشمالي، وهو الفريسة الأساسية لحوث البيلوغا ضمن الشبكة الغذائية البحرية في المنطقة القطبية الشمالية الكندية. وخلص المؤلفون إلى أن هذا يشكل دليلاً آخر على قدرة حوث البيلوغا على تحويل الأيزومر غاما بيولوجياً إلى الأيزومر ألفا.

وتشير دراسات الكائنات الحية التي أجريت على الجرذان إلى أن الدوديكان الحلقي السداسي البروم يختزل أيضاً إلى دوديسين حلقي خماسي البروم ودوديسين حلقي رباعي البروم. وباستخدام مطياف أل سي كيو (LCQ) والاستشراب الغازي المقرون بكشف الإلكترونات

المحتجزة وجد أن هناك خمسة أنواع مختلفة من مستقبلات الدوديكان الحلقي السداسي البروم المحتوية على شق الهيدروكسيل، وهي الدوديكان الحلقي السداسي البروم الأحادي الهيدروكسيل والدوديكان الحلقي السداسي البروم الثنائي الهيدروكسيل والدوديسين الحلقي الخماسي البروم الأحادي الهيدروكسيل والدوديسين الحلقي الخماسي البروم الثنائي الهيدروكسيل والدوديسين الحلقي الرباعي البروم الأحادي الهيدروكسيل (براندزما وآخرون ٢٠٠٩).

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2 الفرع ٢-٢-٢ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة)

#### الإخراج:

يُخرج الدوديكان الحلقي السداسي البروم أساساً عن طريق البراز مع إزالته بدرجة أقل عن طريق البول، وتم اكتشاف ثلاثة مستقبلات قطبية وكذلك نشاط إشعاعي غير قابل للاستخلاص. ويبدو أن الإزالة من دهون الجسم كانت أقل بصورة ملحوظة عن الإزالة من الأنسجة الأخرى، مع وقوع نصف عمر الإزالة للآيسومرات الفراغية غير المرآوية في حدود تتراوح من أسابيع إلى أشهر.

(UNEP/FAO/RC/CRC.13/8، الفرع ٢-٢-٣ من الإخطار الترويجي)

وأعطيت الجرذان (اثنان من الذكور؛ و٨ إناث) جرعة فموية وحيدة تبلغ ١,٩٣ ملغم من الدوديكان الحلقي السداسي البروم الموسوم بنظائر مشعة قد تخلصت من ٨٦ في المائة من الجرعة في غضون ٧٢ ساعة (٧٠ في البراز و١٦ في المائة في البول). (وكالة حماية البيئة، ٢٠٠٥؛ البرنامج الوطني للإخطار بشأن المواد الكيميائية الصناعية وتقييمها، ٢٠١٢؛ ويرد الإبلاغ في مصدر ثانوي. ويعلن المؤلفون أنه يُصحح بتوخى الحذر عند تفسير البيانات بسبب حجم العينة الصغير وطابع الإيجاز في التقرير النهائي).

وأعطيت أربعة جرذان ذكور من نوع ويستار ٥٠٠ ملغم/كغم - يومياً - من الدوديكان الحلقي السداسي البروم في زيت الزيتون لمدة خمسة أيام. وكان متوسط الإخراج اليومي في البراز هو ٣٧-٣٩ في المائة من الجرعة؛ وكان الإخراج التراكمي ثابتاً عند نسبة ٣٢-٣٥ في المائة؛ ولم يلاحظ أي إخراج في البول؛ ولم تظهر أية مستقبلات في البول أو البراز؛ واكتُشف الدوديكان الحلقي السداسي البروم فقط في الخلايا الدهنية (٠,٣-٠,٧ ملغم/كغم من الدهون). (وكالة حماية البيئة، ٢٠٠٥؛ البرنامج الوطني للإخطار بشأن المواد الكيميائية وتقييمها، ٢٠١٢، ويرد الإبلاغ في مصدر ثانوي).

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/18، وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة: بدائل الدوديكان الحلقي السداسي البروم في مثبطات اللهب).

٢-٢ دراسات السمية

١-٢-٢ السمية الحادة عن طريق الفم:

الجرذان: الجرعة المميتة المتوسطة < ١٠.٠٠٠ ملغم/كغم (وكالة حماية البيئة، ٢٠٠٥؛ البرنامج الوطني للإخطار بشأن المواد الكيميائية وتقييمها، ٢٠١٢؛ ويرد الإبلاغ في مصدر ثانوي بتفاصيل محدودة عن الدراسة).

الجرذان، الجرعة المميتة المتوسطة < ٤٠٠ ٦ ملغم/كغم (القائمة الأوروبية للمواد الكيميائية التجارية المتداولة، ٢٠٠٨؛ ويرد الإبلاغ في مصدر ثانوي. دراسة لا تستند إلى المبادئ التوجيهية. ولا يرد إبلاغ عن الجرعة وحجم الجسيمات؛ فترة الملاحظة: ٧ أيام) عن طريق الجلد:

الأرناب: متوسط الجرعة المميتة < ٨٠٠٠ ملغم/كغم (وكالة حماية البيئة، ٢٠٠٥؛ البرنامج الوطني للإخطار بشأن المواد الكيميائية وتقييمها، ٢٠١٢؛ ويرد الإبلاغ في مصدر ثانوي بتفاصيل محدودة عن الدراسة)

الأرناب: متوسط الجرعة المميتة < ٢٠٠٠٠ ملغم/كغم (القائمة الأوروبية للمواد الكيميائية التجارية المتداولة، ٢٠٠٨؛ البرنامج الوطني للإخطار بشأن المواد الكيميائية وتقييمها، ٢٠١٢؛ دراسة لا تستند إلى المبادئ التوجيهية. استُخدم عدد من الحيوانات أقل من المطلوب: لم يرد إبلاغ عن الأعراض السريرية).

عن طريق الاستنشاق:

الجرذان: متوسط التركيز المميت < ٢٠٠ ملغم/ل (وكالة حماية البيئة، ٢٠٠٥؛ البرنامج الوطني للإخطار بشأن المواد الكيميائية وتقييمها، ٢٠١٢؛ ويرد الإبلاغ عنها في مصدر ثانوي بتفاصيل محدودة عن الدراسة)

(UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/18، الولايات المتحدة الأمريكية - وكالة حماية البيئة: بدائل الدوديكان الحلقي السداسي البروم في مثبطات اللهب).

المعلومات غير متوفرة عن الثدييات/الفقاريات

٢-٢-٢ السمية القصيرة الأجل

الطفرات الجينية في التجارب المختبرية:

٣-٢-٢ السمية الجينية (بما

نتائج سلبية في السالمونيلا التيفية (*Salmonella typhimurium*) (لم توضح السلالة) في حالة وجود التنشيط الأيضي وعدم وجوده. (وكالة حماية البيئة، ٢٠٠٥؛ البرنامج الوطني للإخطار بشأن المواد الكيميائية وتقييمها، ٢٠١٢؛ ويرد الإبلاغ في مصدر ثانوي بتفاصيل محدودة عن الدراسة).

في ذلك الاستطفا

الشدوذ الكروموزومي في التجارب المختبرية:

سليبي، اختبار الشدوذ الكروموزومي في الثدييات على الخلايا اللمفاوية الدموية للبشر في حالة وجود التنشيط الأيضي وعدم وجوده.

• الجرعات: ١٠ و ١٩ و ٣٨ و ٧٥ و ١٥٠ و ٣٠٠ و ٦٠٠ ميكروغم/مل.

وكالة حماية البيئة، ٢٠٠٥؛ البرنامج الوطني للإخطار بشأن المواد الكيميائية وتقييمها، ٢٠١٢؛ دراسة تستند إلى المبادئ التوجيهية. أُجريت وفقاً للمبادئ التوجيهية والممارسات المختبرية الجيدة الجارية، الصادرة عن وكالة حماية البيئة ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي).

اختبارات أخرى مختبرية:



إيجابية، اختبار التراكيب الجينية الجديدة في الخطوط الخلوية Sp5/V79 و SPD8 لجرذان الهامستر؛ واستزرع مؤلفو الدراسة هذه الخطوط الخلوية.

- الجرعات: ٢-٢٠ ميكروغرام/مل.

(وكالة حماية البيئة، ٢٠٠٥؛ البرنامج الوطني للإخطار بشأن المواد الكيميائية وتقييمها، ٢٠١٢؛ ويرد الإبلاغ عنها في مصدر ثانوي. دراسة لا تستند إلى المبادئ التوجيهية. وهو اختبار غير قياسي استخدمته الوكالات التنظيمية لتقييم السمية الجينية. وليس من المعروف مدى إمكانية الثقة والقدرة على التنبؤ).

سلبية، اختبار النواة الصغرى في الفئران

- الجرعات: صفر أو ٥٠٠ أو ١٠٠٠ أو ٢٠٠٠ ملغم/كغم في ثاني ميثيل أكسيد السولفين.

(وكالة حماية البيئة، ٢٠٠٥؛ ويرد الإبلاغ في مصدر ثانوي. دراسة تستند إلى المبادئ التوجيهية. أُجريت وفقاً للمبادئ التوجيهية والممارسات المختبرية الجيدة الجارية الصادرة عن وكالة حماية البيئة ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي).

(UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/18)، وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة: بدائل الدوديكان الحلقي السداسي البروم في مثبطات اللهب).

يؤقر تقييم الاتحاد الأوروبي لمخاطر الدوديكان الحلقي السداسي البروم المستكمل في عام ٢٠٠٨ التقييم الأكثر شمولاً للآثار السمية والمخاطر الناجمة عن تعريض الدوديكان الحلقي السداسي البروم لصحة الإنسان ورفاهه (الاتحاد الأوروبي، ٢٠٠٨). ويخلص هذا التقييم إلى أن الدوديكان الحلقي السداسي البروم قد يسبب سمية إيجابية وسمية طويلة الأجل، حيث لا يوجد أي قلق من ناحية السمية الحادة والتهيج والحساسية والاستطفار والسرطنة.

(UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2)، الفرع ٢-٤-٥ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

وأدّت دراسات الجرعة المتكررة مع التعرض عن طريق الفم في الفئران والجرذان إلى زيادة وزن الكبد وإلى آثار على الغدة النخامية وبارامترات وزن الغدة النخامية وهرمون الغدة الدرقية. ويقترح أن يكون أدنى مستوى ذي تأثير ضار ملاحظ هو ٢٢,٥ ملغم/كغم للجرعة المتكررة.

(UNEP/FAO/RC/CRC.13/8)، الفرع ٢-٢-٣ من الإخطار النرويجي).

أُجريت دراسات عديدة عن تأثيرات الدوديكان الحلقي السداسي البروم على الإنجاب. وقد أجرى سايفوسا وآخرون (٢٠٠٩) دراسة للسمية التطورية على جيل واحد من الجرذان حيث تعرّضت الأمهات لجرعات قدرها صفر و ١٠٠٠ و ١٠٠٠٠ جزء من المليون من الدوديكان الحلقي السداسي البروم عن طريق الطعام بداية من اليوم العاشر للحمل وحتى فطام المواليد. ولوحظ في هذه الدراسة حدوث تأثيرات على الغدة الدرقية

٤-٢-٢ السمية الطويلة الأجل والسرطنة

٥-٢-٢ الآثار على الإنجاب

سواء في الأمهات (زيادة وزن الغدة الدرقية وتضخم خلايا الحويصلات عند ١٠.٠٠٠ جزء من المليون) أو في المواليد (زيادة وزن الغدة الدرقية وانخفاض مستوى الهرمون T3 في مصل الدم وزيادة مستوى الهرمون المنشط للغدة الدرقية في مصل الدم عند ١.٠٠٠ و ١٠.٠٠٠ جزء من المليون) وكانت التأثيرات على الغدة الدرقية وضعف نمو الخلايا الدرقية القليلة الفروع في قشرة الدماغ (وهو تأثير كبير إحصائياً عند الجرعة العالية (-٢٤٪) مدعوماً باتجاه يعتمد على كمية الجرعة المتناولة في المجموعة التي أعطيت جرعة متوسطة (-١٢٪) والتي أعطيت جرعة منخفضة (-٨٪)، وكذلك انخفاض وزن جسم الإناث (٩٪) في المجموعة التي أعطيت جرعة عالية)، وهو ما يمكن أن يكون مؤشراً على قصور الغدة الدرقية التطوري. وكان أدنى مستوى ذي تأثير ضار ملاحظ في هذه الدراسة هو ١.٠٠٠ جزء من المليون (٨١-٢١٣ ملغم/كغم/اليوم) بينما كان المستوى الذي له تأثير ضار ملاحظ هو ١٠٠ جزء من المليون (٨-٢١ ملغم/كغم/اليوم). وتُشير الدراسة التي أجراها فان دير فين وآخرون (٢٠٠٩)، بشأن التعرض المستمر والطويل الأجل إلى أن أعضاء التكاثر الذكرية حساسة بصورة خاصة للتعرض لهذه المادة حيث لوحظ حدوث انخفاض في وزن الخصيتين عند مستوى حد جرعة قياسية قدره ٥٢ ميكروغم/غم من وزن الجسم في ذكور الجيل الأول. كذلك لوحظ انخفاض في الوزن في أعضاء الذكور الأخرى والبروستاتا والغدة الكظرية والقلب والدماغ وكذلك انخفاض الوزن الكلي لذكور الجيل الأول. وكان فقدان الملاحظ في وزن الجسم يجعل من المستحيل القول إن كانت هذه التأثيرات على وزن الأعضاء هي نتائج محدّدة أو نتائج ثانوية لفقد وزن الجسم عموماً. أما في الإناث فقد أظهر نشاط إنزيم السيبتوكروم (P450 19)، استناداً إلى متوسطات مأخوذة من المجموعة، ارتباطاً بالتركيز الداخلي للأيزومر غاما (معامل ارتباط خطي قدره ٠,٩). ويحوّل هذا الإنزيم هرمونات الأندروجين الذكرية إلى استروجينات (نورس ٢٠٠٦)، وهو إنزيم جوهري لتمايز وتطور الغدد الجنسية والدماغ في الفقاريات العليا والحفاظ على الأنسجة التكاثرية والسلوك الجنسي (كونلي وهنشلوود، ٢٠٠١، سمبسون وآخرون ٢٠٠٢). وفي الإناث، تأخر وقت انفتاح المهبل ولكن هذا حدث عند الجرعة القصوى فقط (حد جرعة قياسية قدره ٨٢,٢ ميكروغم/غم من وزن الجسم عند تأثير قياسي خرج قدره ١٠ في المائة).

وعلى غرار الدراسات التي أجراها فان دير فين وآخرون (٢٠٠٩) وسايغوسا وآخرون (٢٠٠٩) قامت إيما وآخرون (٢٠٠٨) بتوثيق حدوث الآثار الإنجابية والتطورية (نقص استمرار الصغار على قيد الحياة وقلة عدد الحويصلات الأساسية) وكذلك التغيرات في أوزان الأعضاء (مثل الكبد والغدة الدرقية) وفي مستويات هرمونات الغدة الدرقية. وانتقلت تأثيرات عديدة عبر الأجيال وأثرت على الآباء وعلى أفراد الجيل الأول وآباء الجيل الثاني والنسل. ومن وجه النظر السمية الإنجابية، كانت التأثيرات الأكثر حدة هي الانخفاض العام في بقاء صغار الجيل الثاني على قيد الحياة في اليومين الرابع والحادي والعشرين بعد الولادة عند جرعات قدرها ١.٥٠٠ و ١٥.٠٠٠ جزء من المليون ونقصان الحويصلات الأساسية في إناث الجيل الأول عند التعرض لجرعات من المادة قدرها ١.٥٠٠ و ١٥.٠٠٠ جزء من المليون. ويُشير نقصان عدد الحويصلات الأساسية إلى احتمال حدوث نقص في القدرة

الإنجابية للإناث، ويعتبر بشكل عام من العلامات البيولوجية الحساسة على حدوث تأثيرات ضارة بالإنجاب (باركر وآخرون ٢٠٠٦). ولكن ينبغي أن يلاحظ أن أعلى جرعة استخدمتها إما وآخرون قد تعتبر عالية جداً. ولكن إعطاء الجرعات في هذه الدراسة كان يتم عن طريق مزج جسيمات الدوديكان الحلقي السداسي البروم في كمية ملائمة من غذاء أساسي مسحوق للحصول على كل تركيز من التركيزات في الطعام. وتعتمد حركة امتصاص الدوديكان الحلقي السداسي البروم على الأرجح على كلا حجم الجسيمات والكمية المتناولة منها، وكان من المتوقع أن يكون الامتصاص أقل بالمقارنة بالدوديكان الحلقي السداسي البروم المذاب. ولذلك يفترض أن تكون الجرعات الفعلية في الأنسجة في هذه الدراسة أقل مما تُشير إليه الجرعة الأصلية، ويمكن أيضاً أن نفترض من استنتاجات دراسات مشابهة، مثل دراسة مختبرات ويل ٢٠٠١ التي لاحظت فقط حدوث تأثيرات قابلة للانعكاس عند جرعات تصل إلى ١٠٠٠ مغ/كغ من وزن الجسم/اليوم، في الدراسة التي استمرت ٩٠ يوماً وكان التعرض فيها عن طريق الفم.

(UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2، الفرع ٢-٤-٤ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

وفي دراسة عن السمية الإنجابية في جيلين من الفئران تم استخلاص المستوى الذي ليس له تأثير ضار ملاحظ وهو ١٠ ملغم/كغ من وزن الجسم/اليوم. ويستند هذا المستوى إلى انخفاض الرقم القياسي للخصوبة حسب الجرعة وانخفاض عدد الحويصلات الأساسية. ولوحظت آثار أخرى هي الأثر على الكبد وعلى وزن الغدة الدرقية وهرمون تحفيز الغدة الدرقية، وزيادة الوفيات أثناء فترة الرضاعة.

وقد يؤدي تعرض المواليد للدوديكان الحلقي السداسي البروم إلى تسمم عصبي تطوري كما يتضح من التغيرات الهامة إحصائياً في السلوك التلقائي، والتعلم وعيوب الذاكرة. واختُبرت الفئران الذكور التي تعرضت لجرعة واحدة يومياً عن طريق الفم بعد عشرة أيام من الولادة (فترة النمو السريع في المخ في الفئران) لاكتشاف آثار السلوك في عمر ٣ أشهر. وشوهت آثار واضحة على جميع البارامترات التي تم اختبارها على البعض الآخر بجرعة ١٣,٥ مغ/كغ وعلى البعض الآخر بجرعة ٠,٩ ملغم/كغ، ونتج عن ذلك قيمة إرشادية لأدنى مستوى ذي تأثير ضار ملاحظ بمقدار ٠,٩ ملغم/كغ، في اليوم من هذه الدراسة (إريكسن وآخرون، ٢٠٠٦ على النحو الموضح في تقييم مخاطر الدوديكان الحلقي السداسي البروم الصادر عن الاتحاد الأوروبي، ٢٠٠٨). وكبح الدوديكان الحلقي السداسي البروم الامتصاص التآلفي المرتفع للناقلات العصبية (دوبامين وغلومات) في الشبكات العصبية عند مستويات تركيز مشابهة للمستويات الموضحة في حالة ثنائيات الفينيل المتعددة الكلور (ماريوسين وفونم، ٢٠٠٣، على النحو الموصوف في موجز مخاطر الدوديكان الحلقي السداسي البروم الصادر عن الاتحاد الأوروبي، ٢٠٠٨).

(UNEP/FAO/RC/CRC.13/8، الفرع ٣-٢-٢ من الإخطار النرويجي).

هرمونات الغدة الدرقية ضرورية للتطور الطبيعي للجهاز العصبي، مثلها مثل الستيرويدات (فورست وآخرون ٢٠٠٢، مادن ٢٠٠٧) ولذلك فإن أي اضطرابات في هذه النظم قد تؤدي إلى تأثيرات سمية عصبية طويلة الأجل في النسل. وبالنسبة للدوديكان الحلقي السداسي البروم، سبقت الإشارة إلى إمكانية السمية العصبية في كلا تجارب الجسم الحي والأنابيب على نماذج القوارض (ريستاد وآخرون ٢٠٠٦، ماريوسن وفورم ٢٠٠٣، دنغمانز وآخرون ٢٠٠٩، إريكسون وآخرون ٢٠٠٦، ليلينثال وآخرون ٢٠٠٩). وفي الدراسة التي أجراها إريكسون وآخرون (٢٠٠٦) داخل الجسم الحي، أدى تعريض الصغار حديثي الولادة لجرعة واحدة مباشرة عن طريق الفم من الدوديكان الحلقي السداسي البروم (٠,٩ ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم العاشر بعد الولادة) إلى تغييرات في السلوك التلقائي مع انخفاض أولي في النشاط، أعقبه ضعف في عملية التعود في الفئران البالغة. وأبلغت هذه الدراسة أيضاً عن آثار على التعلم المكاني وعلى الذاكرة حسب التقييم من خلال متاهة موريس المائية على فئران تم تعريضها. وفي المقابل، توصلت إيما وآخرون (٢٠٠٨) في دراسة شملت جيلين من الجرذان تم فيها تعريض الصغار للمادة بصورة غير مباشرة عن طريق حليب الأم البشرية، إلى ملاحظة حدوث تغييرات عابرة فقط على أداء ذكور الجيل الأول في اختبار المتاهة الثائية المملوءة بالماء عند مستوى تعرض قدره ١٥٠٠ جزء من المليون وأكثر من ذلك، بينما لم تكن هناك تأثيرات على البارامترات الأخرى (النشاط الحركي). وتقول إيما وآخرون، (٢٠٠٨) إن التضارب بين النتائج التي توصلوا إليها والنتائج التي تم الحصول عليها في دراسات سابقة قد يمكن تفسيره بالاختلافات في أنظمة التعريض و/أو الاختلافات في حساسية الأنواع. وتُشير نتائج الدراسات المخبرية إلى أن الدوديكان الحلقي السداسي البروم قد يكون ساماً للخلايا العصبية ويحتفل أن يتداخل أيضاً في أحداث تكوين الإشارات في الخلايا العصبية مثل امتصاص الكاتيون  $Ca^{2+}$  والنقل العصبي (ريستاد وآخرون ٢٠٠٦، وماريوسن وفورم ٢٠٠٣، ودنغمانز وآخرون ٢٠٠٩).

ودرس ليلينثال وآخرون (٢٠٠٩) أيضاً قدرة الدوديكان الحلقي السداسي البروم على إحداث تأثيرات سمية عصبية في اختبارات على الجسم الحي. وفي دراسة للتكاثر شملت جيلاً واحداً تم تعريض أفراد الدوديكان الحلقي السداسي البروم عن طريق الطعام، أوضح المؤلفون أن فقدان وظيفة السمع نتيجة هذا التعرض صاحبه تغييرات في السلوك المعتمد على الدوبامين (ليلينثال وآخرون ٢٠٠٩). ويُعزى فقدان وظيفة السمع إلى تأثير هذه المادة على القوقعة السمعية الذي نتج عنه زيادة في العتبات واستطالة معتدلة في فترات تأخر حدوث الذبذبات الصوتية عند ترددات أقل تتراوح بين ٠,٥ إلى ٢ كيلو هرتز وبعد النقر. واعتمد كلا التأثيرين الملاحظين على كمية الجرعة المتناولة وتراوحت القيم الدنيا لمستوى الجرعات القياسية بين  $1 \geq$  و ١٠ مغ/كغم من وزن الجسم. ومن جانب آخر اكتشف سايجوسا وآخرون (٢٠٠٩) حدوث قصور طفيف في هرمونات الغدة الدرقية مع زيادة وزن هذه الغدة وتضخم خلايا حويصلات الغدة الدرقية وزيادة تركيزات الهرمون المنشط للغدة الدرقية في مصل الدم وكذلك انخفاض في مستويات الهرمون T3 في مصل الدم في نسل الجرذان التي عُرضت لتركيز قدره ١٠٠٠ جزء من المليون من الدوديكان الحلقي السداسي البروم في طعام خالي من فول الصويا، وذلك بداية من اليوم العاشر بعد الحمل إلى اليوم العشرين بعد الولادة. وكانت التغييرات في مستويات هرمونات الغدة الدرقية مصحوبة

بانخفاض في كثافة إنزيم سينباز - الموجب الذي تنتجه الخلايا الدبقية التفرع في الدماغ وهذا يُشير إلى ضعف تطور هذه الخلايا. كما لوحظ حدوث زيادة في وزن الغدة الدرقية وانخفاض تركيزات الهرمون T3 في مصل الدم في مرحلة البلوغ ابتداءً من جرعه قدرها ١٠٠٠ جزء من المليون. ورغم أن البيانات الواردة أعلاه تدل على أن الاضطرابات الناشئة عن الدوديكان الحلقي السداسي البروم في إشارات هرمونات الغدة الدرقية ترتبط بالتأثيرات على الجهاز العصبي في القوارض، فإن التغييرات في السلوك والإدراك قد تتأثر أيضاً بانخفاض مستوى الريتينويدات غير القطبية، كما لوحظ في كبد إناث الجرذان بعد تعرضها للدوديكان الحلقي السداسي البروم (فان دير فين وآخرون ٢٠٠٦، فان دير فين وآخرون ٢٠٠٩). وبالإضافة إلى ذلك يجب عدم إغفال تداخل الدوديكان الحلقي السداسي البروم مع الهرمونات الاستيرويدية المرتبطة بالجنس ومع مستقبلاتها نظراً لأن هذه الهرمونات لها أيضاً تأثيرات غير وراثية على وظائف الدماغ مثل التعلم والذاكرة والتحكم في حركة العضلات الصغيرة وإدراك الألم والمزاج (بولوير وميرملشتاين، ٢٠٠٥ شاكراپورتى وآخرون ٢٠٠٧؛ وميني وآخرون، ١٩٨٣، وشانتز ودهولم ٢٠٠١).

(UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2، الفرع ٢-٤-٤ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

ينتج عن الدوديكان الحلقي السداسي البروم تأثيرات إنجابية وتطورية وسمية عصبية في الثدييات حيث يبلغ التركيز الذي ليس له تأثير ملاحظ/المستوى الذي ليس له تأثير ضار ملاحظ ١ ملغم/كغم/اليوم وتشمل بيانات التجارب على الجسم الحي ما يلي:

- انخفاض معدل بقاء الصغار وانخفاض عدد الحويصلات الأساسية في الجرذان عند التعرض لجرعة ١٠٠ ميكروغم/كغم/اليوم. والمستوى الذي ليس له تأثير ضار ملاحظ هو ١٠ ملغم/كغم/اليوم (إيما وآخرون ٢٠٠٨).
- انخفاض وزن الصغار ونقصان وزن الخصية وغدة البروستاتا، ضعف السمع، وانخفاض الكثافة المعدنية في عظام إناث نسل الفئران عند التعرض عند ٣٠-١٠٠ مغ/كغم/اليوم (فان دير فين وآخرون ٢٠٠٩، ليليانثال وآخرون ٢٠٠٩).
- اختلال هرمونات الغدة الدرقية وضعف نمو الخلايا الدبقية القليلة الفروع في قشرة الدماغ في نسل الفئران عند التعرض لجرعة ١٠٠٠ جزء من المليون (٨١-٢١٣ ميكروغم/كغم/اليوم)، وكان المستوى الذي ليس له تأثير ضار ملاحظ هو ٨-٢١ ملغم/كغم/اليوم (سايفوسا وآخرون ٢٠٠٩).
- تأثيرات على السلوك في الجرذان عند تعرضها لجرعة ١٣,٥ ميكروغم/كغم/اليوم في اليوم العاشر، وكان المستوى الذي ليس له تأثير ضار ملاحظ هو ٠,٩ ملغم/كغم/اليوم (إريكسون وآخرون ٢٠٠٦).

(UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2، الفرع ٣ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

٧-٢-٢ موجز السمية لدى الثدييات والتقييم الكلي

يوجد الدوديكان الحلقي السداسي البروم في دم الإنسان وفي البلازما والنسيج الدهني. ومصادر التعرض الرئيسية المعروفة حالياً هي الطعام والغبار الملوثان. أما في حالة الأطفال الرضع، فإن مسار التعرض الرئيسي هو حليب الأم، ولكن التعرض للدوديكان الحلقي السداسي البروم يحدث أيضاً في مراحل مبكرة من النمو نظراً لأنه ينتقل عبر المشيمة إلى الجنين. وتظهر بيانات حليب الثدي في الإنسان المأخوذة في الفترة من السبعينيات حتى عام ٢٠٠٠ أن مستويات هذه المادة قد ازدادت نظراً لأنها كانت تُطرح تجارياً باعتبارها مثبط لهب مبروم في الثمانينيات من القرن الماضي. ورغم أنه لا تتوفر معلومات كثيرة عن السمية الناتجة عن تعرض البشر لهذا المركب ورغم أن التركيزات التي وجدت في أنسجة البشر قليلة على ما يبدو، فإن الأجنة والرضع فئتان معرضتان ويمكن أن تكونا في خطر، خصوصاً بسبب سمية الدوديكان الحلقي السداسي البروم للأعصاب والغدد الصماء والنمو.

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2 الملخص التنفيذي لموجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة)

تتفاوت مستويات تعرض البشر عن طريق الطعام المُبلَّغ عنها عالمياً وإقليمياً (شي وآخرون ٢٠٠٩، روزنز وآخرون ٢٠٠٩). وتظهر الدراسات الاستقصائية التي جرت في أوروبا والولايات المتحدة أن مستويات التعرض للدوديكان الحلقي السداسي البروم عن طريق الطعام تقع في نطاق  $0.01 - 5$  نانوغم/غم/وزن (انظر روزنز وآخرون، ٢٠٠٩ للاطلاع على عرض عام). ويرجح أن تكون الأغذية الدهنية ذات الأصل الحيواني مثل اللحوم والأسماك هي المصدر الرئيسي لتعرض الإنسان لهذه المادة عن طريق الطعام، وتتوقف حالة التعرض بصورة وثيقة على استهلاك السكان لهذه المنتجات (على سبيل المثال، شي وآخرون ٢٠٠٩، رمبيرغر وآخرون، ٢٠٠٤، ليند وآخرون، دريفيلد وآخرون ٢٠٠٨). ومن بين كل العينات الغذائية كانت أعلى تركيزات الدوديكان الحلقي السداسي البروم المُبلَّغ عنها (ما يصل إلى ٤,٩ نانوغم/غم/وزن) في الأسماك (نوتسين وآخرون، ٢٠٠٨، رمبيرغر وآخرون ٢٠٠٤، ألتشين وموريس ٢٠٠٣). وبناءً على ذلك، تبين أن هناك ارتباط وثيق بين تناول الأسماك في النرويج، حيث تُشكّل الأسماك جانباً هاماً من بنود الغذاء هناك، ومستويات الدوديكان الحلقي السداسي البروم في مصل الدم (طومسون وآخرون، ٢٠٠٨؛ نوتسين وآخرون، ٢٠٠٨). ويُشكّل البيض مصدراً آخر من المصادر المحتملة لتعرض الإنسان لهذه المادة (هيل وآخرون ٢٠٠٧، كوفاتشي وآخرون ٢٠٠٩). وأظهرت دراسة استقصائية على عينات من بيض دجاج منزلي بالقرب من المواقع الملوثة في البلدان النامية أن البيض يحتوي على  $3.0 - 160$  نانوغم/غم من وزن الدهون (الشبكة الدولية للقضاء على الملوثات العضوية الثابتة، ٢٠٠٥). وكانت مستويات الدوديكان الحلقي السداسي البروم مرتفعة في البيض في المكسيك (٩١ نانوغم/غم من الدهون) وأوروغواي (٨٩ نانوغم/غم من الدهون)، وسلوفاكيا (٨٩ نانوغم/غم من الدهون) ومرتفعة نسبياً في تركيا (٤٣ نانوغم/غم من الدهون) ومرتفعة للغاية في كينيا (١٦٠ نانوغم/غم من الدهون). وأوضح دريفيلد وآخرون (٢٠٠٨)، بعد تقييم ١٩ مجموعة غذائية مختلفة تمثل الغذاء في المملكة

المتحدة في عام ٢٠٠٤ لتحديد مثبطات التهاب المبرومة، أن الخضروات يمكن أن تحتوي على تركيزات الدوديكان الحلقي السداسي البروم بمقادير تماثل التركيزات المبلغ عنها في اللحوم والأسماك. ووجود الدوديكان الحلقي السداسي البروم في الخضروات والزيوت النباتية والدهون ينشأ عن وجود هذه المادة في حمأة المجارير التي تستخدم لاحقاً كسماد للمحاصيل (كوير وآخرون، ٢٠٠٨، براندلي وآخرون، ٢٠٠٧) وتدل أنماط الأيزومرات الفراغية في العينات الغذائية عن وجود تباين عالمي وإقليمي وكذلك اختلافات أيزومرية فراغية حسب نوع الغذاء (روزنز وآخرون ٢٠٠٩؛ وشي وآخرون ٢٠٠٩).

(UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2)، الفرع ٢-٣-٢ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة)

توصلت دراسة قام بها عبد الله وآخرون (٢٠٠٩) إلى وجود الدوديكان الحلقي السداسي البروم في هواء المنزل (تركيز متوسط ١٨٠ بيكوغم/م<sup>٣</sup>) وفي الغبار المنزلي (تركيز متوسط ١٣٠٠ نانوغم/غم) وفي المكاتب (تركيز متوسط ٧٦٠ نانوغم/غم) والسيارات (تركيز متوسط ١٣٠٠٠ نانوغم/غم).

(UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2)، الفرع ٢-٣-٢ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة)

البيانات غير متوفرة

الماء

٣-٣

يندرج التعرض الجلدي المباشر واستنشاق الهباء الدقيق للدوديكان الحلقي السداسي البروم أو جسيماته بين الأمور المثيرة للقلق على نحو خاص في بيئة العمل. وفي دراسة أجراها طومسون وآخرون (٢٠٠٧) تبين وجود مستويات مرتفعة من هذه المادة في دماء عمال المصانع المنتجة للبوليسترين المشكّل بالتمديد الذي يحتوي على الدوديكان الحلقي السداسي البروم (٦-٨٥٦ نانوغم/الوزن الحي في مصل الدم). وتقل هذه المستويات نمطياً إلى حد كبير في أمصال/دماء الأفراد غير المعرضين مهنيّاً (أي ٠,٠٠٥ - ٦٠٩ نانوغم/غم من الوزن الحي) رغم أن هذه البيانات تُشير إلى احتمال وجود مصادر مهمة للتعرض (انظر تقرير الوكالة السويدية للمواد الكيميائية، ٢٠٠٨، للاطلاع على عرض عام).

(UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2)، الفرع ٢-٣-٢ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة)

بيانات غير متوفرة

البيانات الطبية

٥-٣

التي أسهمت في

القرار التنظيمي

مصدر القلق الرئيسي فيما يتعلق بالأشخاص غير المعرضين مهنيّاً هو التعرض غير المباشر عن طريق البيئة أو المنتجات، سواء كان ذلك عبر الفم أو عبر البشرة أو الاستنشاق. وفي الدراسة التي أجراها ستابلتون وآخرون (٢٠٠٨) تراوحت مستويات الدوديكان الحلقي السداسي البروم في عينات الغبار المأخوذة من داخل المباني من أقل من ٤,٥ نانوغم/غم إلى ٢٠٠ ١٣٠ نانوغم/غم كحد أقصى، وبلغت القيمة المتوسطة ٢٣٠ نانوغم/غم.

تعرض

الجمهور

٦-٣

ونتيجة للتعرض المستمر داخل البيوت والمكاتب والسيارات يوجد الدوديكان الحلقي السداسي البروم في الأنسجة الدهنية للإنسان (بلكرابوفا وآخرون، ٢٠٠٩، جونسون - رستريو وآخرون، ٢٠٠٨؛ أنتينيك وآخرون، ٢٠٠٨؛ عبد الله وهاراد، ٢٠٠٩) وفي الدم، (وايس وآخرون ٢٠٠٤؛ وايس وآخرون، ٢٠٠٦؛ لوبيز وآخرون، ٢٠٠٤؛ براندزما وآخرون، ٢٠٠٩؛ تومسون وآخرون، ٢٠٠٧؛ ميجير وآخرون ٢٠٠٨؛ روزنز وآخرون، ٢٠٠٩). ويحدث التعرض في مرحلة مبكرة من النمو نظراً لأن الدوديكان الحلقي السداسي البروم ينتقل عبر المشيمة إلى الجنين (ميجير وآخرون ٢٠٠٨) كما ينتقل أيضاً من الأم إلى الطفل عن طريق حليب الثدي. وأمكن اكتشاف الدوديكان الحلقي السداسي البروم في حليب الثدي في أوروبا (كوفاتشي وآخرون، ٢٠٠٦؛ ليغيل وآخرون، ٢٠٠٩؛ الجارات وآخرون ٢٠٠٩، كولز وآخرون، ٢٠٠٨؛ بولدر وآخرون، ٢٠٠٨؛ بولدر وآخرون، ٢٠٠٨؛ فانغستروم وآخرون، ٢٠٠٨؛ أنتينيك وآخرون، ٢٠٠٨)، وفي آسيا (كاكيموتو وآخرون، ٢٠٠٨؛ شي وآخرون، ٢٠٠٩؛ مالارفانان وآخرون ٢٠٠٩؛ تيو وآخرون، ٢٠١٠) وفي روسيا (بولدر وآخرون، ٢٠٠٨) والمكسيك (لوبيز وآخرون) والولايات المتحدة الأمريكية (شكتر وآخرون، ٢٠٠٨). وعليه فإن التعرض لهذه المادة يحدث في مراحل حرجية من نمو الإنسان، سواء خلال فترة الحمل أو عن طريق حليب الثدي بعد الولادة. وتتراوح تركيزات المادة المبلغ عنها في حليب الثدي من تركيزات تقل عن حدود الكشف لتصل إلى ١٨٨ نانوغم من هذه المادة/غم من الوزن الحي (انظر تقرير الاتحاد الأوروبي، ٢٠٠٨ للاطلاع على عرض عام). ووفقاً لتقرير الفريق الأوروبي لصناعة مثبطات اللهب المبرومة، ٢٠٠٩، يبدو أن إجمالي تركيزات هذه المادة في حليب الثدي لدى السكان الذين يعيشون في المناطق الصناعية كان يتراوح نمطياً من  $1 >$  إلى ٥ نانوغم/غم من الوزن الحي. وجغرافياً اكتشفت أعلى تركيزات للدوديكان الحلقي السداسي البروم في حليب الأم في منطقتين في شمال إسبانيا (كتالونيا وغاليسيا). فقد تراوحت المادة المبلغ عنها في هاتين الدراستين من ٣ إلى ١٨٨ نانوغم/غم من الوزن الحي؛ ومن ٨ إلى ١٨٨ نانوغم/غم من الوزن الحي، وبلغت القيم المتوسطة ٢٧ و ٢٦ نانوغم/غم من الوزن الحي على التوالي (الجارات وآخرون، ٢٠٠٩؛ غويرا وآخرون، ٢٠٠٨).

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2، الفرع ٢-٣-٢ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة)

يُقدّم تقييم مخاطر الدوديكان الحلقي السداسي البروم الصادر عن الاتحاد الأوروبي والمستكمل في عام ٢٠٠٨ أكثر التقييمات شمولاً للآثار السمية لهذه المادة ومخاطر التعرض لها على صحة الإنسان ورفاهه (الاتحاد الأوروبي، ٢٠٠٨). وقد خلص هذا التقييم إلى أن الدوديكان الحلقي السداسي البروم قد يسبب سمية إنجابية وسمية طويلة الأجل بينما لا يوجد قلق فيما يتعلق بالسمية الحادة والتهيج واستثارة الحساسية والاستطفار والسرطنة. وبالإضافة إلى ذلك يذكر هذا التقييم أن الدوديكان الحلقي السداسي البروم لا يُشكّل خطراً على المستهلكين البالغين أو على العاملين في حالة تطبيق التدابير الصحية الصناعية المعيارية (الممارسة الجارية في الاتحاد الأوروبي). وقد استندت هذه الاستنتاجات إلى قائمة متوسعة بدراسات السمية وإلى اختبار شامل بين تقييمات التعرض والمخاطر التي لا تقف عند حد مراعاة العمال والبالغين من المستهلكين، ولكنها تراعي أيضاً تعرّض البشر لهذه المادة بصورة غير مباشرة عن طريق البيئة (الاتحاد الأوروبي، ٢٠٠٨). وأثبت تقييم المخاطر الصادر عن الاتحاد الأوروبي أن تركيزات هذه المادة في أنسجة السكان (البشر) عموماً في الوقت الحاضر

الموجز -  
التقييم العام  
للمخاطر

٧-٣



هي أقل بكثير عن التركيزات التي تم التبليغ عن تسببها في تأثيرات ضارة في الثدييات الأخرى (الاتحاد الأوروبي، ٢٠٠٨).

ويُشبَّه أن تُسبب هذه المادة إتلاف الخصوبة أو الأجنة داخل الرحم (الجيل ٢: H361) وقد تسبب الضرر للأطفال الرضع (الألبان: H362) (الوكالة السويدية للمواد الكيميائية، ٢٠٠٩).

وأُبلغ عن مستويات عالية من الدوديكان الحلقي السداسي البروم في حليب الأم البشرية والتعرض له عبر الطعام وبالقرب من المصادر المحلية. وفي البشر، تتمثل المخاطر الرئيسية في احتمال حدوث اضطرابات في نظام الغدد الصماء والأعصاب واضطرابات تطويرية نتيجة للتعرض خلال المراحل الأولى لنمو الطفل.

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2، الفرع ٢-٤-٥ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

وفي البشر، تتمثل المخاطر الرئيسية نتيجة التعرض للدوديكان الحلقي السداسي البروم في احتمال حدوث اضطرابات في نظام الغدد الصماء والأعصاب واضطرابات تطويرية نتيجة للتعرض خلال المراحل الأولى لنمو الطفل.

وبالإضافة إلى الاستنتاجات المتجمعة عن الدراسات الحيوانية على الكائنات الحية، هناك عدد كبير من الدراسات المختبرية التي توثق كيف يمكن أن يؤثر الدوديكان الحلقي السداسي البروم في حالة امتصاصه على العمليات البيولوجية مثل الاستقرار الداخلي للخلايا وترميم البروتينات والأبيض ونظام الإشارات داخل الخلايا وعمليات الغدد الصماء والجهاز العصبي، وربما يتداخل مع هذه العمليات البيولوجية. وتُعزز هذه الدراسات الفكرة المتمثلة في أن التعرض لهذه المادة يحدث تأثيرات عديدة على صحة الإنسان والبيئة، وينبغي أن يؤخذ ذلك في الاعتبار عند النظر في سمية الدوديكان الحلقي السداسي البروم.

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2، الفرع ٣ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

#### ٤ المصير البيئي والآثار

##### ١-٤ المصير

##### ١-١-٤ التربة

معدل تحلل الدوديكان الحلقي السداسي البروم يكون أبطأ في وجود الأكسجين. وأبلغ دافيس وآخرون (٢٠٠٥) عن التحلل البيولوجي للدوديكان الحلقي السداسي البروم التقني في رواسب المياه العذبة والتربة. وبتطبيق المبدأين التوجيهيين ٣٠٧ و ٣٠٨ الصادرين عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي بشأن الاختبارات، أثبت المؤلفون أن معدل فقدان الدوديكان الحلقي السداسي البروم عند درجة حرارة ٢٠ مئوية كان أسرع بشكل ملحوظ في ظل ظروف نقص الأكسجين في كلا الوسيطين. ومقارنة بالتجارب الحاكمة المعقمة بيولوجياً كان التحول البيولوجي للدوديكان الحلقي السداسي البروم أسرع في وجود الكائنات الحية الدقيقة وتراوح قيم زمن التحلل المتوسط من ١١ إلى ٣٢ يوماً (في ظروف هوائية) ومن ١,١ إلى ١,٥ من الأيام (في ظروف لاهوائية) في الرواسب. أما في التربة فقد كانت أنصاف الأعمار في ظروف هوائية ولا هوائية ٦٣ يوماً في الظروف الهوائية و٦,٩ من الأيام في الظروف اللاهوائية. ولكن هذه الدراسة اقتصر على قياس تحلل الأيسومر غاما

فقط نظراً لأن التركيز المستخدم في الاختبار كان منخفضاً بدرجة لا تسمح بوجود الآيسومر ألفا أو الآيسومر بيتا. وقد تعذر أيضاً الكشف عن نواتج التحول.

وفي تقييم المخاطر الذي أجراه الاتحاد الأوروبي تم حساب أنصاف الأعمار عند التحلل في الرواسب الهوائية عند درجة ٢٠ مئوية وتبين أنها ١١٣ يوماً و ٦٨ يوماً و ١٠٤ أيام للآيسومرات ألفا وبيتا وغاما على التوالي عند درجة حرارة ٢٠ مئوية (الاتحاد الأوروبي، ٢٠٠٨). وفي الرواسب، لوحظ أن الدوديكان الحلقي السداسي البروم التقني يمر بتحلل أولي ويصل نصف العمر إلى ٦٦ يوماً في الرواسب الهوائية و ١٠١ يوم في الرواسب اللاهوائية في درجة حرارة ٢٠ مئوية. ويلاحظ في تقييم المخاطر الصادر عن الاتحاد الأوروبي أن الدراسة جرت عند تركيزات تزيد كثيراً (غم/كغ) عن التركيزات التي استخدمها دافيس وآخرون (٢٠٠٥) (ميكروغم/كغم) ولذلك فإن حركة التحلل ربما كانت محدودة بسبب انتقال المادة الكيميائية بكمية كبيرة إلى الميكروبات. وقد كان ناتج التحول الرئيسي هو ١،٥،٩- من الدوديكاناترايين الحلقي الذي تكوّن عن طريق اختزال الهالوجين تدريجياً من الدوديكان الحلقي السداسي البروم. ولم يظهر وجود ثاني أكسيد الكربون أثناء هذه الدراسة. ومع ذلك، جرت دراسة أخرى وفقاً للمبدأ التوجيهي ٣١٠ واو الصادر عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (دافيس وآخرون، ٢٠٠٦ ب) تبين منها أن مفروق، مفروق، مفروق - الدوديكاناترايين الحلقي يمكن أن يتحلل إلى ثاني أكسيد الكربون.

وتم الإبلاغ أيضاً عن ثوابت معدل تحلل الدوديكان الحلقي السداسي البروم في ظروف لا هوائية في حمأة مياه المجاري (غريك وآخرون، ٢٠٠٦). وأجريت تجارب عن طريق إضافة فرادى المركبات أو الخلائط المستهدفة إلى حمأة المجاري المتحللة المجموعة حديثاً. وتم تعديل الحمأة بإضافة الخميرة والنشا. وأظهرت التجارب التي أجريت عند درجة حرارة ٣٧ مئوية باستخدام خلائط راسمية من أحاد الآيسومرات الفراغية غير المرآوية أن تحلل الآيسومر بيتا (+/-) والأيزومر غاما (+/-) كانا أسرع تحللاً عن الآيسومر ألفا (+/-) بمعامل تقديري قدره ١،٦ للآيسومر بيتا و ١،٨ للآيسومر غاما. واستناداً إلى التحقيقات التي قام بها دافيس وآخرون (٢٠٠٦ أ) وغريك وآخرون (٢٠٠٦) كان الآيسومر ألفا موضعاً لتحلل أبطأ فيما يبدو عن تحلل الآيسومر بيتا والآيسومر غاما.

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2، الفرع ٢-٢-١ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

لا تتوفر بيانات تجريبية عملية موثوقة عن حركة تحلل الدوديكان الحلقي السداسي البروم في الماء. ولم يخضع تميؤ الدوديكان الحلقي السداسي البروم للدراسة. ولكن ينبغي ألا يعتبر اعتبار التميؤ مساراً هاماً من مسارات التحلل البيئي لهذه المادة بسبب انخفاض قابلية ذوبانها في الماء ومعدل تفرقها العالي في الكربون العضوي، وانعدام الزمر الوظيفية القابلة للتميؤ (منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ٢٠٠٧). ووفقاً للحسابات الواردة في تقرير البرنامج الأوروبي للرصد والتقييم عن الدوديكان الحلقي السداسي البروم فإن الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمزيج التقني والأيزومر الفراغي غاما تُشير إلى أن نصف العمر في الماء هو خمس سنوات تقريباً (البرنامج الأوروبي للرصد والتقييم، ٢٠٠٩).

ووفقاً لتقديرات الفريق الأوروبي لصناعة مثبتات اللهب المبرومة (٢٠٠٩ ب) فإن نصف العمر في الماء والتربة الذي تم التوصل إليه بعد مقارنة مختلف نماذج وضع التقديرات يتراوح من ٨،٥ أيام إلى ٨٥٠ يوماً، بمتوسط قدره ٨٥ يوماً وعامل ثقة بمقدار ١٠. أما نصف العمر في المياه

٢-١-٤ الماء

العذبة وفي الرواسب البحرية فيتراوح من ٦ أيام إلى ٢١٠ أيام بمتوسط قدره ٣٥ يوماً وعامل ثقة قدره ٦. ولكن تقديرات الفريق الأوروبي (٢٠٠٩ب) لا تميز بين المياه العذبة والرواسب البحرية.

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2، الفرع ٢-٢-١ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

#### ٣-١-٤ الهواء

لم يتم إجراء تجارب لقياس نصف عمر الدوديكان الحلقي السداسي البروم بعد تحلله في الجو عن طريق تفاعله في الطور الغازي مع شقوق الهيدروكسيل، ولكن يمكن استخدام نماذج تُعطي نصف عمر تقديري يصل إلى ٧٦,٨ ساعة (٣,٢ أيام) (برنامج أوبون لقياس القابلية للتأكسد في الجو، النسخة ١-٩١) وقد أمكن التوصل إلى هذه القيمة التقديرية بافتراض أن التركيز يصل إلى  $١٠ \times ٥$  من جزيئات الهيدروكسيل في الستيمتر المكعب، وأن التفاعل يستغرق ٢٤ ساعة في اليوم (هذه هي القيم المستخدمة في تقييمات المخاطر الصادرة عن الاتحاد الأوروبي). ويُشار إلى أن هذا النموذج حساس للتركيز موضع الاختبار من الهيدروكسيل (المجلس الوزاري الإسكندنافي، ٢٠٠٨).

وقد توصل بام وخلييل (٢٠٠٤) إلى متوسط تركيز سنوي عالمي من شقوق الهيدروكسيل خلال ٢٤ ساعة بمقدار  $١٠ \times ٩,٢$  جزيء/سم<sup>٣</sup> حيث يبلغ هذا التركيز  $١٠ \times ٩,٨$  جزيء/سم<sup>٣</sup> في نصف الكرة الشمالي و  $١٠ \times ٨,٥$  جزيء/سم<sup>٣</sup> في نصف الكرة الجنوبي. وتتفق هذه القيم مع القيم التي توصل إليها برين وآخرون (١٩٩٥) ومونتزا وآخرون (٢٠٠٠) الذين استنتجوا تركيزات شقوق الهيدروكسيل من قياسات مستوى كلورفور الميثيل في الجو وأبلغوا عن قيم متوسطة عالمية خلال فترة ٢٤ ساعة قدرها  $٩,٧ (\pm ٠,٦) \times ١٠$  جزيء/سم<sup>٣</sup> في نصف الكرة الشمالي و  $١٠,١ (\pm ٠,٢) \times ١٠$  جزيء/سم<sup>٣</sup> في نصف الكرة الجنوبي. ومع مراعاة عدم اليقين في تقديرات هذا النموذج لتركيزات شقوق الهيدروكسيل، فإن نصف العمر عند التحلل الكيميائي الضوئي للدوديكان الحلقي السداسي البروم يتراوح بين ٠,٤ إلى ٤ أيام و ٠,٦ إلى ٥,٤ أيام في نصفي الكرة الشمالي والجنوبي على التوالي (الفريق الأوروبي لصناعة مثبطات اللهب المبرومة ٢٠٠٩ب).

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2، الفرع ٢-٢-٣ من تقييم المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

#### ٤-١-٤ التركيز البيولوجي

أسفر إجراء تجريبتين متواصلتين على الأسماك عن التركيز البيولوجي عن اختيار عامل تركيز بيولوجي يبلغ ١٨ ١٠٠ في سمك المنوة الكبير الرأس كقيمة تمثيلية في تقييم المخاطر الذي جرى في الاتحاد الأوروبي وتبين أن مستويات الدوديكان الحلقي السداسي البروم قد ارتفعت مع المستويات الغذائية في نظام من المياه العذبة. وأبلغ فييلد (٢٠٠٦أ) عن مستويات للدوديكان الحلقي السداسي البروم في سمك سميلت الأوروبي (*Osmerus eperlanus*) وسمك فينداس (*coregonus albula*) وسمك التروته البني (*Salmo trutta trutta*) من بحيرة ميوسا في النرويج. ويعتبر سمك سميلت الأوروبي وسمك فينداس فريسة سمكية مهمة لأسماك التروته. وكانت مستويات الدوديكان الحلقي السداسي البروم المكتشفة في عام ٢٠٠٥ هي ٤٦٦ ميكروغم/كغم من الوزن السائل (٨,٨ ميكروغم/كغم من الوزن الرطب) و ٣٧٤ ميكروغم/كغم من الوزن السائل (١٠,٧ ميكروغم/كغم من الوزن الرطب) و ٧٢٩

ميكروغم/كغم من الوزن السائل (١٨ ميكروغم/كغم من الوزن الرطب) لدى سميلت الأوروبي وفينداس والتروته البني على التوالي. وظهر الدوديكان الحلقي السداسي البروم أيضاً في كائنات أخرى في مرتبة عالية من السلسلة الغذائية مثل الطيور والفقمات والأسماك البحرية والدلافين وخنازير المرافئ البحرية والدببة القطبية.

(UNEP/FAO/RC/CRC.13/8، الفرع ٣-٢-٣ من الإخطار النرويجي).

#### ٥-١-٤ مقاومة التحلل

لم يلاحظ تحلل كبير أو لم يلاحظ أي تحلل في الماء والتربة والرواسب. وبالإضافة إلى ذلك يمتص الدوديكان الحلقي السداسي البروم الجزيئات التي تبطئ عملية التحلل.

الهواء: نصف الوقت - ٥١,٢ ساعة (وانيا ٢٠٠٣، كما أشير إليها في: الاتحاد الأوروبي، ٢٠٠٨).

الماء: نصف الوقت - ١١٤٠ ساعة (وانيا، ٢٠٠٣، كما أشير إليها في: الاتحاد الأوروبي، ٢٠٠٨).

التربة: نصف الوقت - ١١٢-١١٩ يوماً (١٢ درجة مئوية) بالنسبة للدوديكان الحلقي السداسي البروم بالآيسومر الفراغي المرآوي غاما.

التربة الهوائية: نصف الوقت - ١٩٧ يوماً (أعيد حساب نصف الوقت على أساس ١٢ درجة مئوية) بالنسبة للدوديكان الحلقي السداسي البروم بأيزومر غاما في دراسة محاكاة.

(UNEP/FAO/RC/CRC.13/8، الفرع ٣-٢-٣ من الإخطار النرويجي).

ولتقييم ثبات الدوديكان الحلقي السداسي البروم تم القيام بتجميع للبيانات عن أنصاف الأعمار التي تم قياسها من خلال التجارب في مختلف الأقسام البيئية وكذلك بيانات تتعلق بأنصاف الأعمار المأخوذة من النماذج إضافة إلى البيانات الميدانية. وتدل نتائج نموذج التقدير، وهو نموذج بيوي (النسخة ٤-١٠، إي بي أي سويت النسخة ٤). الذي يُقدَّر احتمالات التحلل البيولوجي الهوائي في وجود تجمعات مختلطة من الكائنات البيئية الدقيقة، على أن الدوديكان الحلقي السداسي البروم لا يتحلل بيولوجياً بسهولة وأن الزمن المتوقع للتحلل الأولي يبلغ عدة أسابيع. وبالإضافة إلى ذلك، تبين من دراسة سابقة للتحلل البيولوجي، باستخدام أنظمة اختبار الزجاجة المغلقة وأُجريت وفقاً للمبدأ التوجيهي ٣٠١ دال الصادر عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، أن الدوديكان الحلقي السداسي البروم لم يتحلل بيولوجياً خلال فترة الدراسة التي استغرقت ٢٨ يوماً (وايلد لايف أنترناشيونال، ١٩٩٦) وينبغي أن يلاحظ أنه بينما جرت هذه الدراسات باستخدام المبادئ التوجيهية المقبولة لإجراء الاختبارات، كانت التركيزات موضع الاختبار أعلى بثلاث رُتب عشرية تقريباً مقارنة بإمكانية ذوبان الدوديكان الحلقي السداسي البروم في الماء (٧,٧ مغ/ل مقابل ٦٦ ميكروغم/ل).

وأجرت السلطات اليابانية دراسة للتحلل البيولوجي على ١، ٢، ٥، ٦، ٩، ١٠- الدوديكان الحلقي السداسي البروم استمرت ٢٨ يوماً على أساس المبدأ التوجيهي ٣٠١ جيم الصادر عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي بشأن إجراء الاختبارات. وقُيِّم تحلل المادة المختبرة، وهي مزيج يحتوي على مختلف الآيسومرات الفراغية، عن طريق الاستشراب السائلي العالي الأداء، فتبين أن نسبة تحلل شكلين آيسومرين (ألف وباء) هي ٥ في المائة و ٦ في المائة على التوالي. (معهد فحص المواد الكيميائية واختبارها، ١٩٩٠).

وأظهرت عدة دراسات استُخدمت فيها عينات من مركز الرواسب أن مجانسات الدوديكان الحلقي السداسي البروم المترسبة في الرواسب البحرية في آسيا وأوروبا في بداية سبعينيات/ثمانينيات القرن الماضي لا تزال موجودة بكميات كبيرة (مينه وآخرون ٢٠٠٧، تابات، ٢٠٠٨؛ كوهلر وآخرون، ٢٠٠٨، بوغدال وآخرون ٢٠٠٨) وهو ما يُشير إلى مقاومة أعلى للتحلل في الرواسب مقارنة بالقيم المستقاة من الدراسات التجريبية في المختبر.

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2، الفرع ٢-٢-١ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

#### ٢-٤ الأثر على الكائنات غير المستهدفة

##### ١-٢-٤ الفقاريات البرية

تُشير دراسة حديثة استخدمت فيها طيور العاسوق الأمريكية التي أعطيت مزيجاً تقنياً من الدوديكان الحلقي السداسي البروم عن طريق الغذاء أنه تم امتصاصه بسرعة وتوزيعه على الأعضاء الداخلية (مثبطات اللهب المبرومة، ٢٠٠٩ أ وجمعية السموم البيئية والكيمياء ٢٠٠٩) وكان الآيسومر الفراغي الرئيسي من الدوديكان الحلقي السداسي البروم الذي اكتشف في الكبد والدهون والبيض هو الآيسومر ألفا يليه الآيسومر غاما ثم الآيسومر بيتا. ووفقاً لهذه الملاحظات فإن الدوديكان الحلقي السداسي البروم يتم تخزينه تفضيلاً في الدهون وينتقل إلى البيض أثناء النمو. وعليه فقد كانت التركيزات في الأنسجة على هذا النحو: الدهون << البيض < الكبد < البلازما (جمعية السموم البيئية والكيمياء، ٢٠٠٩). وفي هذه الدراسة تم إعطاء ٨٠٠ نانوغم من المزيج التقني/غم من الوزن الرطب في زيت القرطم لمدة ٢١ يوماً وتبع ذلك فترة تطهير لمدة ٢٥ يوماً ونجم عن ذلك جرعات داخلية تتصل بالبيئة، أي ٩٣٤,٨ نانوغم من مجموع آيسومرات الدوديكان الحلقي السداسي البروم/غم من الوزن الحي (٢٠ نانوغم/غم من الوزن الرطب) في الكبد و٢١٦,٢ ٤ نانوغم/غم من الوزن الحي (١٨١,٥ نانوغم/غم من الوزن الرطب) في البيض ووصل مستوى آيسومر ألفا إلى ١٦٤ نانوغم من الوزن الرطب (الفريق الأوروبي لصناعة مثبطات اللهب المبرومة، ٢٠٠٩ ب). وفي دراسة موازية، تم تقييم الآثار الإنجابية للدوديكان الحلقي السداسي البروم على طيور العاسوق الأمريكية (*Falco sparverius*) (الفريق الأوروبي لصناعة مثبطات اللهب المبرومة، ٢٠٠٩ ب، ديوكسين، ٢٠١٠ ب). وهنا أيضاً عُرِضت هذه الطيور لجرعة يومية قدرها ٨٠٠ نانوغم/غم من الوزن الرطب من مزيج تقني من الدوديكان الحلقي السداسي البروم في زيت القرطم بداية من ثلاثة أسابيع قبل التزاوج وحتى يومين قبل التفقيس. وكان الآيسومر ألفا هو السائد في البيض حيث وجد بتركيز ١٦٤ نانوغم/غم من الوزن الرطب بعد التعرض. وفي حين أن حجم القابض (عدد البيض لكل أنثى) كان أعلى في حالة طيور العاسوق المعالجة فإن أعداد بيض التفريخ كانت متطابقة مع التجارب الحاكمة (ديكوسين، ٢٠١٠ ب). وكانت صغار طيور العاسوق المعالجة أقل وزناً وكان معدل نموها أبطأ مقارنة بالتجارب الحاكمة على أساس الوزن الشامل للجسم. وأثر التعرض للدوديكان الحلقي السداسي البروم أيضاً على بارامترات السلوك المرتبطة بالعناية الأبوية (مثبطات اللهب المبرومة، ٢٠٠٩ ب وديكوسين، ٢٠١٠ ج).

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2، الفرع ٢-٤-٣ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

تنطوي اختبارات السمية الإيكولوجية للدوديكان الحلقي السداسي البروم في الوسط المائي على تعقيدات سببها قابليته المنخفضة للغاية للدوبان في الماء وقدرته العالية على الامتصاص (الفريق الأوروبي لصناعة مثبطات اللهب المبرومة ٢٠٠٩ ب، المجلس الوزاري الاسكندنافي ٢٠٠٨). ويتسم هذا المركب بسمية حادة منخفضة للأحياء المائية، ويعود هذا في جزء منه إلى قابليته المحدودة للدوبان في الوسط المائي (للاطلاع على عرض عام، انظر وايلدلايف انترناشيونال ١٩٩٧، ولش وآخرون ١٩٨٧، قانون حماية البيئة الكندي ٢٠٠٧، الفريق المعنى بصناعة مثبطات اللهب المبرومة التابع للمجلس الأمريكي للكيمياء ٢٠٠١). وفيما يتعلق بالسمية الطويلة الأجل للدوديكان الحلقي السداسي البروم، خلص تقييم المخاطر الصادر عن الاتحاد الأوروبي إلى أنه سام جداً للكائنات المائية (الاتحاد الأوروبي ٢٠٠٨). واستند هذا الاستنتاج إلى اختبار السمية الإيكولوجية الطويلة الأجل في برغوث الماء (*Daphnia magna*) (تركيز ليس له تأثير ملاحظ قدره ٣,١ ميكروغم/ل لمدة ٢٨ يوماً، وايلدلايف انترناشيونال ١٩٩٨) وعلى اختبار تثبيط النمو في الطحالب (*Skeletonema costatum*) (تركيز مؤثر متوسط قدره ٥٢ ميكروغم/ل لمدة ٧٢ ساعة، وايلدلايف انترناشيونال ٢٠٠٥). وفي كلا الاختبارين كانت قيم التركيز الذي ليس له تأثير ملاحظ والتركيز المؤثر المتوسط أدنى من قابلية المزيغ التقني للدوبان في الماء (٦٦ ميكروغم/ل). واستناداً إلى تأثيرات الدوديكان الحلقي السداسي البروم في اختبارات السمية الطويلة الأجل في الديدان السوداء (*Lumbriculus variegates*) فقد أصبح معروفاً أنه يؤثر تأثيراً ضاراً على كائنات الرواسب المائية عند مستويات تعرض ذات صلة بهذه البيئة (معهد الأحياء المائية ٢٠٠١).

وتشير دراسات تغذية الأسماك إلى تأثيرات على العمليات البيولوجية الرئيسية. فعلى سبيل المثال، أبلغ عن تداخل الدوديكان الحلقي السداسي البروم مع المحور الهايپوثلامى النخامى الدرقي وإنزيمات التحول البيولوجي في كبد أسماك التروته الفزحية التي عرضت لفرادى الأيزومرات الفراغية اللامرآوية عن طريق الطعام لمدة ٥٦ يوماً تبعثها فترة تطهير مدتها ١١٢ يوماً وعندها تم إعطاء الأسماك وجبة قياسية (بالاس وآخرون ٢٠٠٨). وكانت تركيزات الأيزومرات ألفا وبيتا وغاما المعالجة في اللبيدات بالطعام هي  $29,14 \pm 1,95$  و  $11,84 \pm 4,62$  و  $22,84 \pm 2,26$  نانوغم/غم على التوالي (المتوسطات  $\pm$  الخطأ المعياري للقياس). وثبتت جميع الأيزومرات الفراغية للدوديكان الحلقي السداسي البروم عمليات إزالة السموم في الكبد (نشاط الإنزيم P450 CYP1A) بعد ٧ أيام من إعطاء الجرعات، وكذلك بعد ٥٦ يوماً من إعطاء الجرعات ولكن كان ذلك فقط في حالة الأسماك التي عُرضت للأيزومرين ألفا وبيتا. وكانت ارتفاعات الخلايا الظهارية في حويصلات الغدة الدرقي أكبر كثيراً في الأسماك التي عرضت للأيزومر غاما في اليوم الخامس والستين من مرحلة الامتصاص، وكذلك في أسماك المجموعة التي عرضت للأيزومرين ألفا وغاما في اليوم الرابع عشر من مرحلة التطهير. وتفيد دراسات أحدث بأن الدوديكان الحلقي السداسي البروم قد يتداخل مع نظام عمل الغدة الدرقي في الأسماك (بالاس وآخرون ٢٠١٠). وتم أيضاً فحص الصلة بين الاضطرابات التي يحدثها هذا المركب في المحور الهايپوثلامى النخامى الدرقي وأهمية مثل هذه التأثيرات على عملية تغيير اللون إلى الفضي في أسماك السلمون الأطلسية (لوور ومور ٢٠٠٧). ولتقييم هذه الصلة عرض لوور ومور (٢٠٠٧) أسماك السلمون اليافعة لجرعة قدرها ١١ نانوغم/ل من مزيغ الدوديكان الحلقي السداسي البروم لمدة ٣٠ يوماً أثناء فترة الذروة في عملية التحول إلى اللون الفضي في المياه العذبة. وبعد ذلك نقلت الأسماك إلى مياه بحرية نظيفة لمدة ٢٠ يوماً. وطوال فترتي التعرض لجرعات الدوديكان الحلقي السداسي البروم وللمياه المالحة أخذت عينات من

٥-٨ سمكات كل ٧ أيام جمعت فيها أنسجة من الخياشيم والدم. وإضافةً إلى ذلك، تم تسجيل مخططات حاسة الشم الكهربائية في خمس أسماك إضافية كل ١٠ أيام باستخدام بول أسماك سالمون من نفس المجرى بوصفه عاملاً مؤثراً على الإنزيمات (ويعتبر علامة تنبيه للأسماك السالمون الصغيرة الفضية اللون العائدة). ولم يكن للتعرض للدوديكان الحلقي السداسي البروم تأثير ملاحظ على التكيف مع المياه المالحة رغم حدوث تحول في إفراز الكمية القصوى من إنزيم الثيروكسين، حيث حدث ذلك قبل أسبوع من أوانه في الأسماك التي عرضت للدوديكان الحلقي السداسي البروم مقارنةً بالأسماك في التجارب الحاكمة. ولوحظ كذلك حدوث انخفاض في وظيفة الشم بدا واضحاً من خلال ضعف الاستجابة الشمية خلال مرحلة مبكرة من مراحل التحول في المياه العذبة. وهذا التأثير الأخير مهم لأن من شأنه التأثير على نجاح عملية العودة إلى الموطن الأصلي، ومن ثم التأثير في نهاية المطاف على القدرة الإنجابية في أسماك السالمون البالغة. وعلى النقيض من النتائج السابقة جرت دراسة ثالثة، قُيّمت فيها تأثيرات هرمونات الغدة الدرقية في الأسماك المفلطحة الأوروبية (*Platichthys flesus*)، ولكنها لم تتضمن التبليغ عن أي تأثيرات سواء على قدرة الكبد على التحويل البيولوجي أو على مستويات هرمونات الغدة الدرقية رغم أن الدوديكان الحلقي السداسي البروم تراكم اعتماداً على الجرعة المتناولة (كويبر وآخرون ٢٠٠٧). وفي هذه الحالة، عُرضت الأسماك للدوديكان الحلقي السداسي البروم عن طريق الطعام (ميكروغم/غم من اللييدات) وعن طريق الرواسب (ميكروغم/غم من الكربون العضوي الكلي) بالتركيبات التالية: صفر+صفر (المجموعة الحاكمة)، ٣، ٠، ٠، ٨+٠، ٣؛ ٣، ٠، ٨+٣؛ ٣٠، ٨+٣؛ ٣٠٠، ٨+٣؛ ٨٠٠+٣٠٠؛ صفر+٨٠٠ لمدة ٧٨ يوماً. وأخيراً، يمكن أن يتداخل الدوديكان الحلقي السداسي البروم أيضاً مع تحول البرمائيات، وهي عملية تنظمها هرمونات الغدة الدرقية بدقة. وكما ظهر في التجارب المخبرية، أدى وجود هذه المادة بتركيزات قدرها ١٠ و ١٠٠ و ١٠٠٠ نانومولار إلى تراجع طول ذيل الشراغف الذي يحفزه هرمون الغدة الدرقية ( $T_3$ )، واعتمد ذلك على تركيز الدوديكان الحلقي السداسي البروم (شريكس وآخرون ٢٠٠٦). وهذه التأثيرات داخل الجسم الحى للبرمائيات يمكن أن ينتج عنها تحول مبكر.

وتشير الدراسات الحديثة التي استخدمت فيها النماذج السمكية إلى أن الدوديكان الحلقي السداسي البروم قد يحدث الإجهاد التأكسدي والموت المنظم للخلايا. وقد فحص دينغ وآخرون (٢٠٠٩) مسار الإجهاد التأكسدي والموت المنظم للخلايا في أربعة أجنة لأسماك الزرد (*Danio rerio*) بعد أربع ساعات من الإخصاب، وذلك من خلال تعريضها للدوديكان الحلقي السداسي البروم المحمول بالماء بتركيزات قدرها صفر و ٠،٠٥ و ٠،١ و ٠،٥ و ١،٠ ملغم/ل لمدة ٩٢ ساعة. وقد انخفض معدل البقاء في الجرعات الثلاث الوسطى انخفاضاً متعادلاً ولكنه كان مرتفعاً في الجرعة القصوى (١ ملغم/ل). أما معدل الفقس فقد تأثر فقط عند الجرعة القصوى (١ ملغم/ل) حيث حدث انخفاض بنسبة ١٠ في المائة مقارنةً بالأسماك في المجموعة الحاكمة. وزادت معدلات التشوهات (بما في ذلك تشوهات النمو التحلقي والحويلة الحية والاستسقاء التاموري وتشوهات الذيل والقلب وتقوسات العمود الفقري والانتفاخ غير المناسب للمثانة الهوائية) اعتماداً على الجرعة المتناولة. كما أن معدل ضربات القلب وطول الجسم انخفض أيضاً عند التعرض لهذه المادة. وزادت مستويات الجذور الحرة اعتماداً على الجرعة في الأسماك التي عرضت للدوديكان الحلقي السداسي البروم بتركيزات تزيد عن ٠،٠٥ ملغم/ل. وفيما يتعلق بعملية الموت المنظم للخلايا، زاد الدوديكان الحلقي السداسي البروم من ظهور تأثيرات الجينات الداعمة لهذه العملية (وهي الجينات بي ٥٣، وبكس،

ويوما، وأباف-١، وكسباس-٩، وكسباس-٣)، وتم التحقق من استجابة الجينين الأخيرين على مستوى الأنزيم. أما الجينان (أم دي أم-٢ وبي سي إل-٢) المضادان لعملية الموت المنظم للخلايا فقد انخفض تأثيرهما بشكل كبير عند التعرض لأعلى تركيزات. وتظهر النتائج الكلية أن الدوديكان الحلقي السداسي البروم المحمول بالماء قد يسبب الإجهاد التأكسدي في أجنة أسماك الزرد ويخفض معدلات البقاء عند جرعات تقل عن قابلية الميزج التقني للذوبان في الماء. والتأثير الأخير مهم نظراً لتوثيق انتقاله من الأم إلى النسل في الحيوانات البويضة وكذلك في الأسماك (نيهولم وآخرون ٢٠٠٨؛ جاسيرز وآخرون ٢٠٠٥؛ لندستد - إنكل وآخرون ٢٠٠٦). وأوضح هوه وآخرون (٢٠٠٩) أيضاً قدرة هذه المادة على إحداث الاجهاد التأكسدي في أجنة أسماك الزرد. وكان الاجهاد التأكسدي الذي تم تقييمه على أساس تلف أغشية الليبيدات (تحدث الآثار عند جرعات ٠,٥ و ٢,٥ و ١٠ ملغم/ل) مصحوباً أيضاً بتأخر في عملية التفقيس ( $\geq 0.5$  ملغم من الدوديكان الحلقي السداسي البروم/مل) وتغيرات لا تعتمد على الجرعة المتناولة، في نشاط الأنزيم الفائق الأكسدة المثبط للموتاز (أعلى عند ٠,١ وأقل عند ٢,٥ و ١٠ ملغم/ل) وزيادة نشاط بروتينيات الصدمة الحرارية (Hsp70) (عند  $\leq 0.1$  ملغم/ل). ويشير التأثير الأخير على الأرجح إلى زيادة في نشاط إصلاح البروتينيات. وبالإضافة إلى ذلك لاحظ جانغ وآخرون (٢٠٠٨) في دراسة لأسماك المنوة الصينية النادرة (*Gobiocypris rarus*) زيادة ثابتة في الإجهاد التأكسدي وفي الجزيئات الخلوية الكبيرة في الدماغ (الجذور الحرة، وتكون الكربونيل، والمواد المتفاعلة مع حمض الثيوباريتوريك) وكريات الدم الحمراء (الحمض النووي الريبي) عن طريق الدوديكان الحلقي السداسي البروم المحمول بالماء بتركيز في نطاق ١٠٠ - ٥٠٠ ميكروغم/ل (لمدة ٤٢ يوماً). وتعطل عمل الغلوتاثيون الإنزيمي الواقى (الإنزيم الواقى الفائق الأكسدة المثبط للموتاز) والغلوتاثيون اللاإنزيمي المضاد للأكسدة عند تركيزات منخفضة حتى ١٠ و ١٠ ميكروغم/ل على التوالي. ونتج عن التعرض لمدة أقصر قدرها ٢٨ يوماً تركيزات ذات تأثيرات أعلى نوعاً ما. لكن نظراً لأن معظم التركيزات المستخدمة في هذه الاختبارات كانت أعلى من ذوبانية هذه المادة في الماء فإن هذه الدراسات قد لا تكون ملائمة لاستخلاص علاقات بين الاستجابة والجرعات المتناولة أو لوضع عتبات للسمية.

وفي الأسماك، تتمثل الآليات الجديدة المقترحة لسمية الدوديكان الحلقي السداسي البروم في انخفاض أيض البروتين وحدوث تغييرات في ديناميكية هيكل الخلايا وآليات الدفاع الخلوية (كلينغ وفورلين ٢٠٠٩). وحديثاً، ظهر أن لهذه المادة قدرة على إحداث سمية جينية وزيادة موت الخلايا في محار القاع (*Macoma balthica*) (سمولارز وبيزرغز ٢٠٠٩).

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2، الفرع ٢-٤-١ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

تبيّن من اختبار متواصل أن الدوديكان الحلقي السداسي البروم سام للكائنات المائية مثل برغوث الماء (*Daphnia magna*) عند التعرض لتركيز ليس له تأثير ملاحظ، بمقدار ٣,١ ميكروغم/ل لمدة ٢١ يوماً.

لا يتسم الدوديكان الحلقي السداسي البروم بسمية حادة للأسماك: ففي أسماك التروته القزحية، لم تلاحظ وفيات أو آثار أخرى في اختبار سمية استمر لمدة أربعة أسابيع في تركيز بقرابة ٦,٨ ميكروغم/ل (التركيز المتوسط المقاس ٢,٥ ميكروغم/ل).

UNEP/FAO/RC/CRC.13/8، الفرع ٣-٢-٣ من الإخطار النرويجي).



السماك - التركيز المميت المتوسط

أسماك التروتة القزحية (*Oncorhynchus mykiss*) - ٩٦ ساعة، التركيز المميت المتوسط  $< ٠,٠٠٦٨$  ملغم/ل (قيمة اسمية أو  $< ٠,٠٠٢٥$  ملغم/ل (تركيز متوسط مقيس)).

وكالة حماية البيئة، ٢٠٠٥؛ البرنامج الوطني للإخطار بشأن المواد الكيميائية وتقييمها، ٢٠١٢؛ ويرد الإبلاغ عنها في مصدر ثانوي. دراسة تستند إلى المبادئ التوجيهية. أُجريت وفقاً للمبادئ التوجيهية والممارسات المختبرية الجيدة الجارية الصادرة عن وكالة حماية البيئة ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. لا توجد سمية عند حد قابلية الدوديكان الحلقي السداسي البروم للذوبان في الماء).

الأسماك ذات الخياشيم الزرقاء (*Lepomis macrochirus*)، ٩٦ ساعة، التركيز المميت المتوسط  $< ١٠٠$  ملغم/ل (قيمة اسمية).

وكالة حماية البيئة، ٢٠٠٥؛ ويرد الإبلاغ عنها في مصدر ثانوي بتفاصيل محدودة عن الدراسة. وتزيد القيمة عن حد قابلية الذوبان في الماء).

سمك الأيد (*Leuciscus idus*)، ٩٦ ساعة، التركيز المميت المتوسط  $< ١٠٠٠٠$  ملغم/ل (قيمة اسمية).

(وكالة حماية البيئة، ٢٠٠٥، ويرد الإبلاغ عنها في مصدر ثانوي بتفاصيل محدودة عن الدراسة. وتزيد القيمة عن قابلية الذوبان في الماء).

برنامج العلاقات الإيكولوجية بين التركيب والنشاط (إيكوسار)، النسخة ١-١٠؛ لا توجد آثار عند التشبع: ولوغاريتم معامل التفرق، وهو ٥,٦ لهذه المادة الكيميائية، يزيد عن حدود لوغاريتم معامل التفرق في نموذج العلاقة بين التركيب والنشاط الذي يبلغ ٥,٠؛ وعدم وجود آثار عند التشبع متوقع لهذه النقاط النهائية. وترد فئات التخطر (مواد عضوية محايدة) لأغراض المقارنة؛ وسوف يستخدم برنامج التصميم من أجل البيئة في منهجيته للتقييم أقل قيمة تقديرية محسوبة من فئات إيكوسار التي تشمل أسلوب عمل أكثر تحديداً إزاء التخطر.

سمك الزرد (*Brachydanio rerio*) تم تعريضه لجرعات تصل إلى صفر و ٠,٠٥ و ٠,١ و ٠,٥ و ١ ملغم/ل لمدة تصل إلى ٩٦ ساعة.

- الموت المنظم للخلايا، حث الجذور الحرة عند جرعات ٠,١، و ٠,٥ و ١,٠ ملغم/ل.
- يؤدي التعرض للدوديكان الحلقي السداسي البروم إلى جهد تأكسدي وقد يحث على الموت المنظم بسبب إشراك إنزيمات كاسباس
- التركيز الذي ليس له تأثير ضار ملاحظ = ٠,٥ ملغم/ل
- أدنى تركيز ذي تأثير ملاحظ = ٠,١ ملغم/ل

(دينغ وآخرون، ٢٠٠٩؛ دراسة تستند إلى المبادئ التوجيهية. أُخذت تفاصيل الدراسة من خلاصة لها. وهذه الدراسة تتعلق بنقاط نهائية غير تقليدية للتصنيف في فئات الخطر. وبالإضافة إلى ذلك، فإن القيم الخاصة بالتركيز الذي ليس له تأثير ملاحظ وأدنى تركيز ذي تأثير ملاحظ تزيد عن حد قابلية الذوبان في الماء ولم تستخدم للتصنيف في فئات الخطر. ومن المتوقع ألا توجد تأثيرات عند التشبع).

## براغيث الماء - التركيز المسميت المتوسط/التركيز الفعال المتوسط

براغيث الماء (*Daphnia magna*) - ٤٨ ساعة في التركيز الفعال المتوسط < ٠,٠٠٦٨ ملغم/ل (قيمة اسمية) أو < ٠,٠٠٣٢ ملغم/ل (المتوسط المقاس)

وكالة حماية البيئة، ٢٠٠٥؛ البرنامج الوطني للإخطار بشأن المواد الكيميائية وتقييمها، ٢٠١٢؛ ويرد الإبلاغ في مصدر ثانوي. دراسة تستند إلى المبادئ التوجيهية أُجريت وفقاً للمبادئ التوجيهية والممارسات المختبرية الجيدة الجارية الصادرة عن وكالة حماية البيئة ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. ولا توجد سمية عند حد ذوبان الدوديكان الحلقي السداسي البروم في الماء؛ لا توجد آثار عند التشبّع

برغوث الماء (*D. magna*)، ٤٨ ساعة، التركيز الفعال المتوسط = ١٤٦ ملغم/ل (قيمة اسمية)

- كانت تركيزات الاختبار الاسمية ٠,٠١ - ١٠٠٠ ملغم/ل (وأحدهما أقل والآخر أعلى من قابلية الذوبان في الماء)

القائمة الأوروبية للمواد الكيميائية في التجارة المتداولة، ٢٠٠٨؛ ويرد الإبلاغ في مصدر ثانوي. دراسة تستند إلى المبادئ التوجيهية أُجريت وفقاً للمبادئ التوجيهية والممارسات المختبرية الجيدة الجارية الصادرة عن وكالة حماية البيئة ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. وتزيد القيمة عن قابلية الذوبان في الماء).

براغيث الماء (*Daphnia*) ٤٨ ساعة التركيز المسميت المتوسط = ٠,٢٣ ملغم/ل (قيمة تقديرية)

برنامج إيكوسار (النسخة ١,١٠؛ لا توجد آثار عند التشبّع: لوغاريتم معامل التفرق، وهو ٥,٦ لهذه المادة الكيميائية، يزيد عن لوغاريتم معامل التفرق في نموذج العلاقة بين التركيب والنشاط الذي يصل إلى ٥,٠؛ وعدم وجود آثار عند التشبّع متوقع لهذه النقاط النهائية. وترد فئات التخدر (مواد عضوية محايدة) لأغراض المقارنة؛ وسوف يستخدم برنامج التصميم من أجل البيئة في منهجيته للتقييم أقل قيمة تقديرية محسوبة من فئات إيكوسار التي تشمل أسلوب عمل أكثر تحديداً إزاء التخدر.

## الطحالب الخضراء: التركيز الفعال المتوسط

الطحالب البحرية (*Skeletonema costatum*)، ٧٢ ساعة للتركيز الذي ليس له تأثير ملاحظ < ٠,٠١ ملغم/ل (< ١٠ ميكروغم من الدوديكان الحلقي السداسي البروم)

- التركيز الفعال المتوسط = ٠,٠٢٧ ملغم/ل (الكتلة الأحيائية)
- التركيز الفعال المتوسط = ٠,٠٥٢ ملغم/ل (معدل النمو)

(ديجاردان وآخرون، ٢٠٠٥؛ الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية؛ ٢٠٠٨؛ ويرد الإبلاغ في مصدر ثانوي بتفاصيل محدودة عن الدراسة).

الطحالب الدقيقة (*Pseudokirchneriella subcapitata*)، ٩٦ ساعة في التركيز الفعال المتوسط < ٠,٠٠٦٨ ملغم/ل (قيمة اسمية) أو < ٠,٠٠٣٧ ملغم/ل (التركيز المتوسط المقاس).

وكالة حماية البيئة، ٢٠٠٥؛ البرنامج الوطني للإخطار بشأن المواد الكيميائية وتقييمها، ٢٠١٢؛ ويرد الإبلاغ عنها في مصدر ثانوي. دراسة تستند إلى المبادئ التوجيهية جرت وفقاً للمبادئ التوجيهية والممارسات المختبرية الجيدة الجارية الصادرة عن وكالة حماية البيئة ومنظمة

التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. ولا توجد شُمية عند حد ذوبان الدوديكان الحلقي السداسي البروم في الماء. ولا توجد آثار عند التشبع)

الطحالب الخضراء (*Chlorella sp*) ٩٦ ساعة، التركيز الفعال المتوسط < ١,٥ ملغم/ل

وكالة حماية البيئة، ٢٠٠٥، والبرنامج الوطني للإخطار بشأن المواد الكيميائية وتقييمها، ٢٠١٢؛ ويرد الإبلاغ عنها في مصدر ثانوي. بتفاصيل محدودة عن الدراسة. ولا توجد سمية عند حد ذوبان الدوديكان الحلقي السداسي البروم في الماء. ولا توجد آثار عند التشبع)

الطحالب البحرية (*S. costatum*) ٧٢ ساعة التركيز الفعال المتوسط < ٠,٠٩٣-٠,١٢ ملغم/ل (٤٠,٦ ميكروغم/ل)

وكالة حماية البيئة، ٢٠٠٥، والبرنامج الوطني للإخطار بشأن المواد الكيميائية وتقييمها، ٢٠١٢؛ ويرد الإبلاغ عنها في مصدر ثانوي. بتفاصيل محدودة عن الدراسة. ولا توجد سمية عند حد ذوبان الدوديكان الحلقي السداسي البروم في الماء. ولا توجد آثار عند التشبع).

الطحالب البحرية (*S. costatum*) ٩٦ ساعة التركيز الفعال المتوسط < ٠,٠٢٥ ملغم/ل

(الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠٠٨؛ ويرد الإبلاغ عنها في مصدر ثانوي بتفاصيل محدودة عن الدراسة. وتكوّنت مادة الاختبار من مركب من عينات الدوديكان الحلقي السداسي البروم من ثلاثة مصانع وتحتوي على آيسومرات فراغية غير مرآوية بنسبة ٦,٠ في المائة من آيسومر ألفا و ٨,٥ في المائة من الآيسومر بيتا و ٧٩,١ في المائة من الآيسومر غاما؛ وكان مجموع الدوديكان الحلقي السداسي البروم ٩٣,٦ في المائة من مادة الاختبار. ولم تظهر آثار عند أعلى تركيز تم اختباره)

الطحالب البحرية (*S. costatum*) ٧٢ ساعة، التركيز المتوسط الفعال < ٠,٠٤٠٦ ملغم/ل (٤٠,٦ ميكروغم/ل)

• التركيز الذي ليس له تأثير ملاحظ < ٠,٠٤٠٦ ملغم/ل (التركيز الوحيد الذي تم اختباره)

• أدنى تركيز ذي تأثير ملاحظ = لم يتم تعريفه

(ديجاردان وآخرون، ٢٠٠٤) (كما تم الاستشهاد به في: الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠٠٨؛ والبرنامج الوطني للإخطار بشأن المواد الكيميائية وتقييمها، ٢٠١٢)؛

ويرد الإبلاغ عنه في مصدر ثانوي بتفاصيل محدودة عن الدراسة: ولم يتم التعرف على أدنى تركيزات ذات تأثير ملاحظ. وتم اختبار تركيز واحد عند حد الذوبان في الماء؛ لا توجد آثار عند التشبع)

الطحالب (*Thalassiosira pseudonana*) ٧٢ ساعة، التركيز الفعال المتوسط < ٠,٠٥-٠,٣٧ ملغم/ل

(وولش وآخرون، ١٩٨٧) (كما تم الاستشهاد به في وكالة حماية البيئة، ٢٠٠٥)؛ البرنامج الوطني للإخطار بشأن المواد الكيميائية وتقييمها، ٢٠١٢؛ ويرد الإبلاغ عنه في مصدر ثانوي بتفاصيل محدودة عن الدراسة. ولا توجد سمية عند حد ذوبان الدوديكان الحلقي السداسي البروم في الماء).

الطحالب الخضراء (*Scenedesmus subspicatus*) ٩٦ ساعة، التركيز الفعال المتوسط < ٥٠٠ ملغم/ل

• لا توجد آثار على كبح النمو

(سبيل - ساور وبياس ١٩٨٧، كما استشهد به في القائمة الأوروبية للمواد الكيميائية التجارية المتداولة، ٢٠٠٨)؛ ويرد الإبلاغ عنه في مصدر ثانوي. دراسة تستند إلى المبادئ التوجيهية جرت وفقاً للمبادئ التوجيهية والممارسات المختبرية الجيدة الجارية الصادرة عن وكالة حماية البيئة ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. وتزيد القيمة عن قابلية الذوبان في الماء).

الطحالب الخضراء ٩٦ في ساعة التركيز الفعال المتوسط = ٠,٢٩ ملغم/ل (قيمة تقديرية)

(برنامج إيكوسار، النسخة ١,١٠؛ يزيد التأثير التقديري عن قابلية الذوبان في الماء التي تبلغ ٠,٦٦ ملغم/ل، ولكن ليس بمقدار عشرة أضعاف وفق ما يتطلبه برنامج إيكوسار ليتمكن اعتباره بدون آثار عند التشبع.

وترد فئات التخدر (مواد عضوية محايدة) لأغراض المقارنة؛ وسوف يستخدم برنامج التصميم من أجل البيئة في منهجيته للتقييم أقل قيمة تقديرية محسوبة من فئات إيكوسار التي تشمل أسلوب عمل أكثر تحديداً لإزاء التخدر).

السمية المائية المزمدة

الأسماك - القيم المزمدة

أسماك التروية القزحية (*Oncorhynchus mykiss*) ٨٨ يوماً التركيز الذي ليس له تأثير ملاحظ < ٠,٠٣٧ مغ/ل (آيسومر غاما للدوديكان الحلقي السداسي البروم) فترة التفقيس: ٢٧ يوماً.

• بعد ٦١ يوماً من الفقس لم تظهر أية آثار على نجاح عملية التفقيس، والوقت حتى القدرة على الطفو، وبقاء اليرقات، وبقاء أو نمو صغار السمك

(دروتر وآخرون، ٢٠٠١؛ وكالة حماية البيئة، ٢٠٠٥؛ يرد الإبلاغ في مصدر ثانوي. دراسة تستند إلى المبادئ التوجيهية جرت وفقاً للمبادئ التوجيهية والممارسات المختبرية الجيدة الجارية الصادرة عن وكالة حماية البيئة ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي؛ ولم يمكن تحديد أدنى تركيز ذي تأثير ملاحظ وأقصى تركيز سام مقبول بسبب عدم وجود سمية، ولكن تم اعتبارهما < ٠,٠٣٧ أو ٠,٠٠٦٨ مغ/ل (أكثر من ضعف قابلية ذوبان الدوديكان الحلقي السداسي البروم بآيسومر غاما في الماء). ولم يكن الدوديكان الحلقي السداسي البروم ساماً بصورة مزمدة لأسماك التروية القزحية في تركيز عند أو فوق حدود قابليته للذوبان).

الأسماك - القيمة المزمدة = ٠,٠٤٣ ملغم/ل (تقديرية)

برنامج إيكوسار، النسخة ١-١٠؛ وترد فئات التخدر (مواد عضوية محايدة) لأغراض المقارنة؛ وسوف يستخدم برنامج التصميم من أجل البيئة في منهجيته للتقييم أقل قيمة تقديرية محسوبة من فئات إيكوسار التي تشمل أسلوب عمل أكثر تحديداً لإزاء التخدر.

سمك المنوة الصيني النادر ١٤-، ٢٨- و ٤٢- يوماً للتعرض للدوديكان الحلقي السداسي البروم المحلول في الماء بمقدار ٠,١-٠,٥ ملغم/ل

- إنزيمات الكبد المستحثة (مقيسة بالعلامتين البيولوجيتين إيثوكسي ريزورفين ديثيليز (EROD) وبنثوكسي ريزورفين ديثيليز (PROD))
- الإجهاد التأكسدي المستحث في مخ السمك (حسب قياسه بالجذور الحرة (ROS) والمواد المتفاعلة مع حامض الثيوباربتوريك (TBARS)).
- ٢٨ يوماً التركيز الذي ليس له تأثير ملاحظ = ٠,٥ ملغم/ل
- ٤٢ يوماً أدنى تأثير تركيز ذي تأثير ملاحظ = ٠,١ ملغم/ل

(جانغ وآخرون، ٢٠٠٨)؛ وترد تفاصيل الدراسة في خلاصة. وتزيد القيم عن قابلية الذوبان في الماء. وهذه الدراسة تتعلق بنقاط نهائية غير تقليدية للتصنيف في فئات الخطر. وبالإضافة إلى ذلك، فإن قيم أدنى تركيز ذي تأثير ملاحظ تزيد عن حد قابلية الذوبان في الماء ولن تستخدم للتصنيف في فئات الخطر. ولم يتم التعرف على التركيز الذي ليس له تأثير ملاحظ).

#### براغيث الماء - القيمة المزمدة

براغيث الماء (*D. magna*) ٢١ يوماً اختبار سمية دورة الحياة. كانت تركيزات الاختبار الاسمية ٠,٨٥، ١,٧، ٣,٤ و ١٣,٦ ميكروغم/ل؛ وكانت تركيزات الاختبار المقاسة هي ٠,٨٧، ١,٦، ٣,١ و ١١,٥ ميكروغم/ل.

- أدنى تركيز ذي تأثير ملاحظ = ٠,٠٥٦ ملغم/ل (٠,٠٠٤٢ ملغم/ل متوسط هندسي؛ أطوال متوسطة أقل)
- التركيز الذي ليس له تأثير ملاحظ = ٠,٠٣١ ملغم/ل (تم قياس الدوديكان الحلقي السداسي البروم بآيسومر فراغي غاما)

(دروتر وكروغر، ١٩٩٨) كما استشهد به في القائمة الأوروبية للمواد الكيميائية التجارية المتداولة، ٢٠٠٨؛ وكالة حماية البيئة، ٢٠٠٥؛ والبرنامج الوطني للإخطار بشأن المواد الكيميائية وتقييمها، ٢٠١٢؛ ويرد الإبلاغ في مصدر ثانوي. دراسة تستند إلى المبادئ التوجيهية جرت وفقاً للمبادئ التوجيهية والممارسات المختبرية الجيدة الجارية الصادرة عن وكالة حماية البيئة ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. في نطاق قابلية الذوبان في الماء. تألفت مادة الاختبار من مركب من عينات الدوديكان الحلقي السداسي البروم من ثلاثة مصانع وتحتوي على آيسومرات فراغية غير مرآوية بنسبة ٦ في المائة آيسومر ألفا و ٨,٥ في المائة آيسومر بيتا و ٧٩,١ في المائة آيسومر غاما. وكان مجموع الدوديكان الحلقي السداسي البروم ٩٣,٦ في المائة من مادة الاختبار. أطوال أقل، الوزن الجاف وأعداد أقل لوحظت في حالة البراغيث المعرضة لجرعة ٠,١١ ملغم/ل).

براغيث الماء القيمة المزمدة = ٠,٠٥٩ ملغم/ل (تقديرية)

(برنامج إيكوسار، النسخة ١-١٠؛ وترد فئات التخطر (مواد عضوية محايدة) لأغراض المقارنة؛ وسوف يستخدم برنامج التصميم من أجل البيئة في منهجيته للتقييم أقل قيمة تقديرية محسوبة من فئات إيكوسار التي تشمل أسلوب عمل أكثر تحديداً إزاء التخطر.

#### الطحالب الخضراء - القيمة المزمدة

الطحالب الخضراء - القيمة المزمدة = ٠,٣٨ مغ/ل (تقديرية)

(برنامج إيكوسار، النسخة ١-١٠؛ يزيد مستوى التأثير عن قابلية الذوبان في الماء التي تبلغ ٠,٦٦ ملغم/ل، ولكن ليس بمقدار عشرة أضعاف وفق ما يتطلبه برنامج إيكوسار ليتمكن اعتباره بدون آثار عند التشبع.

وترد فئات التخطر (مواد عضوية محايدة) لأغراض المقارنة؛ وسوف يستخدم برنامج التصميم من أجل البيئة في منهجيته للتقييم أقل قيمة تقديرية محسوبة من فئات إيكوسار التي تشمل أسلوب عمل أكثر تحديداً إزاء التخطر.

#### دود الأرض - السمية شبه المزمنة

الديدان السوداء (*Lumbriculus variegates*) ٢٨ يوماً في اختبار بيولوجي على الرواسب (رواسب مطعنة وقديمة) التي تحتوي على الدوديكان الحلقي السداسي البروم عند مستويات ٠,٠٥ و ٠,٥ و ٥ و ٥٠ و ٥٠٠ ملغم/كغم من الوزن الجاف (قيمة إسمية)

- أدنى تركيز ذي تأثير ملاحظ = ٢٨,٧ ملغم/كغم (معدل الظهور)
- التركيز الذي ليس له تأثير ملاحظ = ٣,٢ ملغم/كغم من الوزن الجاف
- متوسط عدد البيض في الجيل الأول نقص كثيراً عند أعلى تركيز (١٥٩ ملغم/كغم من الوزن الجاف).

(القائمة الأوروبية للمواد الكيميائية التجارية المتداولة، ٢٠٠٨؛ أوتكن وآخرون، ٢٠٠١؛ وجرّت هذه الدراسة بعكس مشروع المبدأ التوجيهي ٢١٨ الصادر عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، وكان الترسيب الصناعي بحجم الحبوب الخشنة (١٠٠-٢٠٠٠ ميكروغم) ومصادر كربونية أخرى (القراص الشائك وأوراق شجر الحور) (وجاء في القائمة الأوروبية للمواد الكيميائية التجارية المتداولة أن النتائج الخاصة بمجموع الظهور ومعدل الظهور لم تعتبر صحيحة لغرض تقييم المخاطر بسبب التباينات الكبيرة في العينة المرجعية من المذيبات).

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/18، وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة: بدائل الدوديكان الحلقي السداسي البروم في مثبطات اللهب

معلومات غير متوفرة

٣-٢-٤ نخل العسل

وغیره من

مفصلیات

الأرجل

٤-٢-٤ ديدان الأرض

قامت مختبرات ABC (٢٠٠٣) بتقييم سمية الدوديكان الحلقي السداسي البروم على المدى الطويل في ديدان الأرض حيث قيس معدل البقاء والتكاثر في ديدان الكليتلالات البالغة (*Eisenia fetida*) بعد ٥٦ يوماً من التعرض للمزيج التقني. وقد مُزج للدوديكان الحلقي السداسي البروم جافاً في وسط يتألف من تربة صناعية بتركيزات قدرها ٧٨,٥ إلى ٥٠٠ ملغم/كغم من وزن التربة الجافة. وفي هذه الدراسة كان التركيز الذي ليس له تأثير ملاحظ على البقاء والتكاثر هو ١٩٠ و ١٢٨ ملغم/كغم من التربة الجافة على التوالي. وأعيد حساب التركيز الذي ليس له تأثير ملاحظ على التكاثر فيما بعد فوجد أنه ٥٩ ملغم/كغم من التربة الجافة نظراً لأن التربة التي استخدمت في البداية كانت تحتوي على كمية أكبر من المواد العضوية مقارنة بالتربة القياسية (المجلس الوزاري الإسكندنافي، ٢٠٠٨)

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2، الفرع ٢-٤-٢ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

٥-٢-٤ الكائنات الدقيقة في التربة أبلغت الدراسة الوحيدة التي أجريت عن آثار الدوديكان الحلقي السداسي البروم على الكائنات الدقيقة في التربة عن تركيز ليس له تأثير ملاحظ يبلغ < ٧٥٠ ملغم/كغم من الوزن الجاف باستعمال إنتاج النترات كنقطة نهائية للتقييم (إي سي تي، ٢٠٠٧).

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2، الفرع ٢-٤-٢ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

٦-٢-٤ النباتات الأرضية البيانات غير متوفرة

## ٥ التعرض البيئي/تقييم المخاطر

١-٥ الفقرات الأرضية تشير نتائج الدراسات مجتمعة إلى أن هناك أسباب تدعو إلى القلق بشأن الآثار الإنجابية والتطورية على الطيور البرية، لأن الجرعة ٨٠٠ نانوغم/غم من الوزن الرطب التي أحدثت تأثيرات كما جاءت الدراسات التي أجراها مارتنسون وفيري (انظر: الفريق الأوروبي لصناعة مثبطات اللهب المبرومة، ٢٠٠٩، للاطلاع على عرض عام) وهي تأثيرات تشبه ما سبق ملاحظته في الطيور البرية في وسط أوروبا والمنطقة القطبية النرويجية، أي (كبد) طائر الغاق: ١٣٨-٣٢٠ نانوغرام من الوزن الحي، و(بيض) طائر خطاف البحر: ٣٣٠-١٠٠ نانوغم/غم من الوزن الحي (موريس وآخرون، ٢٠٠٤)؛ و(كبد) طيور النورس الجلوكية: ١٩٥-٢٧ نانوغم/غم من الوزن الحي و(كبد) طيور النورس السوداء الظهر الكبيرة: ١٨٨١-٣٦٩٩ نانوغم/غم على غم من الوزن الحي (وكالة المناخ والتلوث النرويجية، ٢٠٠٧)؛ و(كبد) طيور النورس الجلوكية: ٧٥,٦ نانوغم/غم من الوزن الرطب (فيرو وآخرون، ٢٠٠٧).

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2، الفرع ٢-٤-٣ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

تنطوي البيانات الأولية الحديثة المتعلقة بطيور العاسوق المحبوسة على دلالات أخرى مثيرة للقلق وتشير إلى خطر وجود آثار إنجابية وتطورية في مناطق المصدر. وتوحي الاستنتاجات المأخوذة من مارتنسون وآخرين (ديوكسين، ٢٠١٠ ج) وفيري وآخرين (ديوكسين ٢٠١٠ ب) بأن هناك ما يدعو إلى القلق بشأن حدوث آثار إنجابية وتطورية على الطيور البرية، ليس فقط بسبب ما تتعرض له الطيور البرية من تغيرات موسمية في مخزونات الدهون ويسبب انتقالها الملاحظ إلى البيض، ولكن أيضاً لأن التأثيرات التي أحدثتها جرعة ٨٠٠ نانوغم/غم من الوزن الرطب وما أعقبها من تركيزات الدوديكان الحلقي السداسي البروم في البيض التي قيست في هذه الدراسة، تُماثل التأثيرات التي سبق ملاحظتها في الطيور البرية في أوروبا الوسطى، أي كبد طيور الغاق، ١٣٨-٣٢٠ نانوغم من الوزن الحي، وبيض طيور خطاف البحر، ٣٣٠-١٠٠ نانوغم من الوزن الحي (موريس وآخرون، ٢٠٠٤). وفي هذه الدراسة، أدى إعطاء ٨٠٠ نانوغم/غم من الوزن الرطب من تركيبة الدوديكان الحلقي السداسي البروم التقني في زيت القرطم لمدة ٢١ يوم تليها فترة تطهير لمدة ٢٥ يوماً إلى جرعات داخلية ذات صلة بالبيئة، أي مجموع آيسومرات الدوديكان الحلقي السداسي البروم الذي بلغ ٩٣٤,٨ نانوغم/غم من الوزن الحي (٢٠ نانوغم/غم من الوزن الرطب) في الكبد و٢١٦,٢ نانوغم/غم من الوزن الحي (١٨١,٥ نانوغم/غم من الوزن الرطب) في البيض (حيث بلغ مستوى الدوديكان الحلقي السداسي البروم بأيزومر ألفا ١٦٤ نانوغم/غم من

الوزن الرطب في البيض) (الفريق الأوروبي لصناعة مثبطات اللهب المبرومة، ٢٠٠٩ ب، جمعية السمية البيئية والكيمياء، ٢٠٠٩).

ويمكن أن تنشأ تأثيرات معطلة لعمل الغدد الصماء نتيجة التعرض لجرعة منخفضة وتتوقف إلى حد كبير على توقيت التعرض (منظمة الصحة العالمية والبرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، ٢٠٠٢). وتُشير دراسة طيور العاسوق الأمريكية (الفريق الأوروبي لصناعة مثبطات اللهب المبرومة ٢٠٠٩ ب، ديوكسين ٢٠١٠ ج) أيضاً إلى خطر حدوث آثار إنجابية وتطورية في الطيور البرية بالمناطق النائية حيث كانت الجرعات الداخلية (١٦٤ نانوغم/غم من الوزن الرطب للأيزومر ألفا) التي أدت إلى تأثيرات كما يرد في الدراسات التي أجراها مارتينسون وفيري (الفريق الأوروبي لصناعة مثبطات اللهب المبرومة، ٢٠٠٩ ب) أقل من الجرعات الداخلية التي لوحظت في الطيور البرية في المنطقة القطبية النرويجية والتي بلغت ١٩٥-١٥٠ نانوغم/غم من الوزن الحي في (كبد) النورس الجالوكي؛ و ١٨١-٦٩٩ نانوغم/غم من الوزن الحي في (كبد) طيور النورس السوداء الظهر الكبيرة (وكالة المناخ والتلوث النرويجية، ٢٠٠٧)؛ بينما بلغت ٧٥,٦ نانوغم/غم من الوزن الرطب في (كبد) النورس الجالوكي (فيرو وآخرون، ٢٠٠٧). وقد كشف موير وآخرون (٢٠٠٤) عن تركيزات أيزومرات الدوديكان الحلقي السداسي البروم في الطبقة الدهنية لحوت بيلوغا (*Delphinapterus leucas*) في المنطقة القطبية الكندية في عام ٢٠٠١، وهي من الأنواع المحمية بموجب اتفاقية الأنواع المهاجرة، وتبيّن أنها تتراوح بين ٩,٨-١٨ نانوغم/غم من الوزن الحي. واكتشف موير وآخرون (٢٠٠٦) مستويات من الدوديكان الحلقي السداسي البروم في الأنسجة الدهنية للدببة القطبية (*Ursus maritimus*) في عدة تجمعات في المنطقة القطبية الشمالية في عام ٢٠٠٢. ووجدوا أعلى المستويات في إناث الدببة في منطقة سفالبارد (١٠٩ نانوغم/غم من الوزن الحي) ولم تبحث هذه الدراسات الآثار على الدببة القطبية والتدنيات البحرية الأخرى.

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2، الفرع ٢-٤-٦ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراضات الملوثات العضوية الثابتة)

## ٢-٥ الأنواع المائية

تُظهر مقارنة للتركيزات المقيسة في أنسجة وأعضاء المفترسات (السمكية)، التي يؤدي التركيز غير المؤثر المتوقع فيها إلى حدوث تسمم ثانوي فيها من الدوديكان الحلقي السداسي البروم أن التركيزات في الأسماك تتجاوز التركيز غير المؤثر المتوقع البالغ ٥ مغ/كغم من غذاء المفترسات (التدنيات والطيور) سواء كانت قريبة من المصادر الثابتة المحلية أو مناطق المصدر. وفي المناطق القريبة من المصادر الثابتة مثل نهر سكيرن بالمملكة المتحدة وحوض نهر الشيلت في بلجيكا، تم قياس تركيزات من الدوديكان الحلقي السداسي البروم تزيد عن ٥ ملغم/كغم من الوزن الرطب في الأسماك (الأنقليس والتوتة البني). كما تم قياس تركيزات أعلى من التركيز غير المؤثر المتوقع في التدنيات البحرية وكان أعلاها ٦,٤ ملغم/كغم من الوزن الرطب لكل الجسم في خنازير المرافئ من المملكة المتحدة (الاتحاد الأوروبي، ٢٠٠٨). وهناك تأكيد آخر لاحتمال خطر الدوديكان الحلقي السداسي البروم على الحياة البرية بالقرب من النقاط الثابتة المحلية ومناطق المصدر، ويتمثل ذلك في ترسبات الجسم/الأنسجة على أساس تقييمات الخطر التي وضعها الفريق الأوروبي لصناعة مثبطات اللهب المبرومة ٢٠٠٩ ب). والجدير بالملاحظة أن الشريحة العلوية الثالثة من بيانات الرصد المستخدمة في التقييم تتجاوز التركيز غير المؤثر المتوقع المستند إلى مخلفات هذه المادة والمسبب للسمية في أسماك المياه العذبة والتدنيات، كما أن الحد العلوي من بيانات الرصد الخاصة بالطيور يدخل أيضاً في هذا النطاق.



وقد اكتُشف الدوديكان الحلقي السداسي البروم في كثير من الأنواع القطبية (الفقاريات والطيور الأسماك والثدييات الأرضية والبحرية). وأُبلغ عن أن المستويات في سمك القد القطبي من سفالبارد (بالمنطقة القطبية الشمالية النرويجية) بلغت ١,٣٨ - ٢,٨٧ نانوغم/غم من وزن المواد الدهنية (انظر جداول المستويات والآثار في الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.6/INF/25). وتُشير نتائج اختبارات الدوديكان الحلقي السداسي البروم في الأسماك في المناطق النائية إلى أن هذه المادة تنطوي على إمكانية إحداث تأثيرات على الغدد الصماء بالنظر إلى أن الدراسات المخبرية التي أجراها لوور ومورك (٢٠٠٧) وبالاس وآخرون (٢٠٠٨ و ٢٠١٠) تُظهر حدوث تأثير على محور الغدة الدرقية بأسماك السالمويد.

UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2، الفرع ٢-٤-٦ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

٣-٥	عسل النحل	البيانات غير متوفرة
٤-٥	ديدان الأرض	البيانات غير متوفرة
٥-٥	الكائنات الدقيقة في التربة	البيانات غير متوفرة
٦-٥	موجز - تقييم المخاطر الشامل	<p>يقاوم الدوديكان الحلقي السداسي البروم التحلل في البيئة وله قدرة عالية على التراكم والتضخم بيولوجياً في السلاسل الغذائية. ويبدو أن الأيزومر ألفا أكثر ثباتاً من بين أيزومرات الدوديكان الحلقي السداسي البروم ويتضخم بيولوجياً بدرجة أكبر مقارنة بالأيزومرين بيتا وغاما. وينتشر الدوديكان الحلقي السداسي البروم على نطاق واسع في البيئة العالمية وفي الكائنات الحية، وتوجد مستويات عالية منه في المفترسات العليا وأنواع مهددة أخرى بالقطب الشمالي. وتزايد الكمية الكلية المتسربة من هذه المادة في كل المناطق التي شملها البحث. ولكن الكتل الثابتة المتزايدة من مواد الإنشاء قد تكون مصادر طويلة الأجل لهذه المادة في البيئة كما أن هذه الكتل تطلق كميات أكبر من هذا المركب عند تدميرها أو ترميمها في المستقبل. ويمكن أن تكون الكميات المتسربة أثناء عملية إعادة تدوير مواد الإنشاء والأجهزة الإلكترونية ذات أهمية، ويرجح أن تزداد هذه الكميات في المستقبل. ويبدو أن الاتجاه العام هو وجود الأيزومر ألفا بصورة غالبية في المستويات الغذائية العليا، في حين يبدو الأيزومر غاما هو الأيزومر الرئيسي في المستويات الغذائية الدنيا. ويبدو أن الأيزومر ألفا هو السائد في الأنسجة البشرية في عموم المجتمعات السكانية. وتركز معظم الدراسات المتعلقة بسمية الدوديكان الحلقي السداسي البروم على خلائطها، والبيانات المتاحة عن السمية المحددة للأيزومرات الفراغية محدودة للغاية.</p>

ويعتبر الدوديكان الحلقي السداسي البروم ساماً جداً للأحياء المائية، وهناك خطر من حدوث تأثيرات ضارة في الثدييات البحرية والأسماك في المناطق المجاورة للمصادر الثابتة والمناطق التي يوجد فيها مستويات أساسية عالية من هذه المادة. وتتجاوز مستويات التركيز المقيسة في الكائنات الحية التركيز غير المؤثر المتوقع الخاص بالآثار الثانوية وقدره ٥ مغ/كغ من الوزن الرطب كما ورد في تقييم المخاطر الصادر عن الاتحاد الأوروبي بخصوص هذه المادة (الاتحاد الأوروبي ٢٠٠٨). وقد تم التوصل إلى استنتاج أن المستويات في الطيور بالمناطق الأوروبية، التي بها مستويات أساسية مرتفعة، أو بالقرب من المصادر الثابتة المحلية، هي مستويات تقترب من مستويات عتبة الآثار الضارة. وبخصوص أنواع الطيور، تفيد البيانات الأولية

المأخوذة من دراسات حديثة بحدوث تأثيرات منها انخفاض سُكّ قشرة البيض وانخفاض معدل النمو والبقاء. وهناك إشارات أخرى مثيرة للقلق وتنطوي البيانات الأولية الحديثة المتعلقة بطيور العاسوق المحبوسة على إشارات أخرى مثيرة للقلق وتتعلق بخطر وجود آثار إنجابية وتطورية على الطيور البرية. وتشير المؤلفات المتاحة القديمة منها والحديثة إلى أن الدوديكان الحلقي السداسي البروم يمكن أن يحدث تأثيرات في الثدييات وأن التعرض له سواء كان مزمناً أم متكرراً، بجرعات عالية أو منخفضة، قد تسبب تأثيرات واسعة النطاق وربما حادة، خصوصاً على نظام الغدد الصماء والأعصاب وعلى النسل خلال المراحل الأولى من النمو. ولهذه المادة قدرة على التداخل مع محور هرمونات الهايپوثالامس والغدتين النخامية والدرقية مسببة تأثيرات إنجابية وتطورية. وكثير من هذه التأثيرات ينتقل عبر الأجيال ويؤثر على الآباء والنسل معاً. وينتقل هذا المركب من الأم إلى أطفال سواء في البشر أم في الحيوانات البرية.

وبالإضافة إلى نتائج الدراسات التي أجريت على الحيوانات الحية، هناك عدد كبير من الدراسات المخبرية التي تبين كيف يمكن لهذا المركب عند امتصاصه أن يؤثر على العمليات البيولوجية مثل الاستقرار الداخلي للخلايا وترميم البروتينات والأبيض ونظام الإشارات داخل الخلايا وعمليات الغدد الصماء والأعصاب. وتعزز هذه الدراسات الفهم السائد بأن التعرض لهذه المادة يحدث تأثيرات عديدة على صحة الإنسان والبيئة، وينبغي أن يؤخذ هذا الأمر بعين الاعتبار أيضاً عند النظر في سمية الدوديكان الحلقي السداسي البروم.

(UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2، الفرع ٣ من موجز المخاطر الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

١	التاريخ الفعلي (أو) ١ أيار/مايو	١
٢	التواريخ الفعلية) لدخول الإجراءات حيز التنفيذ	٢
٣	الإحالة إلى الوثيقة	٣
٤	قانون الرقابة على المواد الكيميائية والأمر التنفيذي للقانون التنظيمية	٤
١-٤	تفاصيل موجزة عن الإجراءات التنظيمي النهائي (الإجراءات التنظيمية النهائية)	١-٤
٢	تستند الإجراءات التنفيذي إلى القلق المتعلق بصحة الإنسان.	٢
٣	أخذ الإجراءات التنظيمي لحماية صحة الإنسان. ويستند الإجراءات التنظيمي إلى تقييم مخاطر أخذ في الاعتبار الظروف السائدة في اليابان.	٣
٤	هذه المادة الكيميائية مادة ثابتة وتتسم بدرجة عالية من التراكم البيولوجي، وتنطوي على سمية طويلة الأجل للبشر (UNEP/FAO/RC/CRC.13/8)، الفرع ٢-٤-٢ من الإخطار الياباني).	٤
١-٤	وعندما تُدرج مادة في اتفاقية استكهولم وهي مطروحة في السوق في اليابان، تقوم الحكومة اليابانية بتقييم مخاطر تلك المادة ومخاطرها المحتملة من أجل إرشاد التدابير التنظيمية. وقدّمت اليابان هذا التقييم الداخلي للمخاطر مقترناً بوثيقة موجز مخاطر الدوديكان الحلقي السداسي البروم، بوصفها معلومات داعمة، في الوثيقة UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2. ويرد موجز مختصر بالإنكليزية لذلك التقييم المحلي للمخاطر إلى جانب جدول بمحتويات تقييم المخاطر.	١-٤
١-٤	واستند التقييم الداخلي للمخاطر إلى بيانات رصد تعود إلى الفترة الممتدة من السنة المالية ٢٠٠٩ إلى السنة المالية ٢٠١٢، ويُظهر عدداً من المواقع التي ترتفع فيها المخاطر الإيكولوجية، بينما لا توجد مواقع تتعرض فيها صحة البشر للخطر. وقد شمل تقييم المخاطر تقييماً لاحتمالات وقوع الضرر استناداً إلى بيانات الرصد، وتقييماً للتعرض وتقديراً للمخاطر استناداً إلى تقديرات إطلاق المادة في البيئة، المستمدة من بيانات التصنيع.	١-٤
١-٤	ويُشير الإخطار الوارد من اليابان إلى أن الإجراءات التنظيمي أُخذ على أساس تقييم للمخاطر أو احتمالات وقوع الضرر ويستشهد بالتحديد بوثيقة موجز المخاطر بشأن الدوديكان	١-٤

الحلقي السداسي البروم التي أعدتها لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة (UNEP/FAO/RC/CRC.13/8)، الفرع ٢-٤-١ من الإخطار الياباني). وتستشهد وثيقة لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة بدراسة يابانية (كاكيموتو وآخرون، ٢٠٠٨) توصلت إلى أن مستويات الدوديكان الحلقي السداسي البروم في اللبن البشري تبدو وكأنها مرآة تعكس استهلاك تلك المادة في السوق. فقد كانت مستويات الدوديكان الحلقي السداسي البروم في لبن الأمهات اليابانيات (من عمر ٢٥ - ٢٩ سنة) أقل من حدود الكشف في جميع العينات التي جُمعت خلال فترة العشر سنوات الممتدة من عام ١٩٧٣ إلى عام ١٩٨٣، ثم ارتفعت تلك المستويات ابتداءً من عام ١٩٨٨. وفي الفترة ١٩٨٨-٢٠٠٦ أكتُشف الأيسومر ألفا للدوديكان الحلقي السداسي البروم في جميع العينات الإحدى عشرة المجمعة بمستويات تتراوح من ٠,٤-١,٩ نانوغم/غم من الوزن السائل. وكان متوسط مجموع تركيزات الدوديكان الحلقي السداسي البروم في الفترة ٢٠٠٠-٢٠٠٦ يتراوح من ١ إلى ٤ نانوغم/غم من الوزن السائل.

(UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2)، الفرع ٢-٣-٢ من وثيقة موجز المخاطر).

وتذكر وثيقة موجز المخاطر أن احتمالات السمية التطورية والعصبية للدوديكان الحلقي السداسي البروم التي لوحظت أثناء الدراسات على الحيوانات تدعو إلى القلق عند النظر في المخاطر على صحة البشر، وخاصة بالنسبة للأجنة والأطفال الصغار (UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/17/Rev.2)، الفرع ٢-٤-٦ من وثيقة موجز المخاطر)

٢-٤	المعايير المستخدمة	المخاطر على صحة الإنسان
		الصلة بالدول والأقاليم الأخرى
٥	صلتها بالدول والأقاليم الأخرى	لم يُقدّم الطرف صاحب الإخطار معلومات عن الصلة بالدول والأقاليم الأخرى
٥	البدائل	لم يُقدّم الطرف صاحب الإخطار معلومات عن بدائل الدوديكان الحلقي السداسي البروم
٦	إدارة النفايات	لم يُقدّم الطرف صاحب الإخطار معلومات عن إدارة نفايات الدوديكان الحلقي السداسي البروم أو المواد التي تحتوي عليه.
٧	غير ذلك	لا يوجد

- ١ التاريخ الفعلي (التواريخ الفعلية) لدخول الإجراءات حيز التنفيذ الإحالة إلى الوثيقة التنظيمية
 

٩ تموز/يوليه ٢٠١٦

يرد تنظيم الدوديكان الحلقي السداسي البروم في الفصل ٤ من اللائحة المتعلقة بالتقييدات على تصنيع المواد الكيميائية وغيرها من المنتجات التي تُشكّل خطراً على صحة البشر والبيئة واستيرادها وطرحها في الأسواق، قانون (لائحة تنظيم المنتجات) رقم ٩٢٢ الصادر في حزيران/يونيه ٢٠٠٤، والذي يُمثّل تنفيذ النرويج لللائحة المفوضية الأوروبية رقم ٢٠٠٤/٨٥٠ الصادرة عن البرلمان الأوروبي والمجلس المعني بالملوثات العضوية الثابتة، وتنفيذ تعديل المرفق الأول لللائحة المفوضية (الاتحاد الأوروبي) ٢٠١٦/٢٩٣ المؤرخة ١ آذار/مارس ٢٠١٦.
- ٢ تفاصيل موجزة عن الإجراءات التنظيمي النهائي (الإجراءات التنظيمية النهائية)
 

لائحة تقييد إنتاج المنتجات الاستهلاكية التي تحتوي على الدوديكان الحلقي السداسي البروم بقيم تزيد عن حد معين واستيرادها وتصديرها وبيعها.
- ٣ مسوغات هذا الإجراء
 

استند الإجراء التنفيذي إلى القلق المتصل بصحة الإنسان والمتصل بالبيئة
- ٤ أساس الإدراج في المرفق الثالث
 

اتُخذ الإجراء التنفيذي النهائي لحماية صحة الإنسان والبيئة. ويستند الإجراء التنفيذي إلى تقييم للمخاطر يأخذ في الاعتبار الظروف السائدة في النرويج.
- ١-٤ تقييم المخاطر
 

يُشير الإخطار الوارد من النرويج إلى أن الإجراء التنظيمي يستند إلى تقييم للمخاطر أو احتمالات وقوع الضرر وأنه يتصل بكلا صحة الإنسان والبيئة. ويستشهد الإخطار بالتحديد بتقييم مخاطر الدوديكان الحلقي السداسي البروم الصادر عن الاتحاد الأوروبي (UNEP/FAO/RC/CRC.13/8)، الفرع ٢-٤ من الإخطار النرويجي). ويتضمن متن الإخطار الوارد من النرويج موجزاً للأدلة على تعرض المستهلكين لهذه المادة في النرويج، والكشف عنها في البيئة (بما في ذلك الأجزاء النائية من المنطقة القطبية الشمالية)، وفي الكائنات الحية والأسماك والطحالب والأكياس الحية للطيور الحديثة التفريخ. وتلاحظ بعض الاتجاهات الزمنية مثل زيادة مستويات الدوديكان الحلقي السداسي البروم في بيض طيور البفن الأطلسية وكبد أسماك القد الأطلسية.

وتؤكد خلاصات المقالات العلمية المقدّمة في المعلومات الداعمة الواردة من النرويج (UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/18) حدوث الدوديكان الحلقي السداسي البروم في البيئة والكائنات الحية في النرويج وفي المناطق المحيطة بها، وبعض حالات زيادة التركيزات مع مرور الوقت.

وتتضمن المعلومات الداعمة الواردة من النرويج أيضاً بيان النقاط النهائية للمخاطر التي حددها وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة في تقريرها في عام ٢٠١٤،

Flame Retardant Alternatives for Hexabromocyclododecane (الدوديكان الحلقي السداسي البروم في مثبطات اللهب). ويلاحظ وجود مخاطر شديدة أو شديدة جداً للآثار التطورية وسمية مائية حادة وسمية مائية مزمنة. ويتسم الدوديكان الحلقي السداسي البروم بدرجة عالية جداً من الثبات والتراكم الأحيائي (UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/18).

الخطر على صحة الإنسان والبيئة

وافقت أطراف اتفاقية استكهولم على إدراج الدوديكان الحلقي السداسي البروم في المرفق ألف (الخطر) مع السماح بإعفاءات لإنتاجه واستعماله في البوليسترين المشكّل بالتمديد والبوليسترين المشكّل بالانبثاق في المباني. وبدأ الخطر العالمي يوم ٢٦ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠١٤.

قدّم الطرف صاحب الإخطار وثيقة وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة بدائل الدوديكان الحلقي السداسي البروم في مثبطات اللهب (United States Environmental Protection Agency: Flame Retardant Alternatives for Hexabromocyclododecane (HBCD)) التقرير النهائي، حزيران/يونيه ٢٠١٤.

لم يُقدّم الطرف صاحب الإخطار معلومات عن إدارة نفايات الدوديكان الحلقي السداسي البروم أو البنود التي تحتويه.

لا يوجد

٢-٤ المعايير المستخدمة

الصلة بالدول والمناطق الأخرى

٥ البدائل

٦ إدارة النفايات

٧ غير ذلك

المرفق ٣ - عناوين السلطات الوطنية المعنية

اليابان

المواد الكيميائية الصناعية

From PIC Website (20 November 2017):

Name: Mr. Kentaro Mizuuchi

Job title: Deputy Director

Department: Global Environment Division /  
International Cooperation Bureau

Institution: Ministry of Foreign Affairs

Postal address: 2-2-1 Kasumigaseki, Chiyoda-ku  
100-8919 Tokyo

Japan

Phone: +81 3 5501 8245

Fax: +81 3 5501 8244

Email: kentaro.mizuuchi@mofa.go.jp

النرويج

مبيدات الآفات والمواد الكيميائية الصناعية

From PIC Website (20 November 2017):

Name: Ms. Christel Moræus Olsen

Job title: Senior Advisor, Rotterdam Convention  
Designated National Authority for Industrial  
Chemicals and Biocides

Institution: Norwegian Environment Agency

Postal address: Grensesvingen 7  
0661 Oslo

Norway

Phone: +47 735 80 500

Fax: +47 735 80 501

Email: christel.moraeus.olsen@miljodir.no;  
pic@miljodir.no

## Regulatory actions

### Japan

The Chemical Substances Control Law (CSCL) and its Enforcement Order.

### Norway

Hexabromocyclododecane is regulated by Chapter 4 of the Regulation related to restrictions on the manufacture, import and placing on the market of chemicals and other products hazardous to human health and the environment (Product Regulation) act no. 922 of June 2004. This is the Norwegian implementation of Regulation (EC) No 850/2004 of the European Parliament and of the Council on persistent organic pollutants and the implementation of the amendment to its Annex I, Commission Regulation (EU) 2016/293 of 1 March 2016.

### Supporting documentation provided by Japan

- POPRC (2010). Risk profile on hexabromocyclododecane. UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2
- Environmental risk evaluation of hexabromocyclododecane, Ministry of Environment, Japan, October 2013. (The report is in Japanese. An informal English summary and a translation of the table of contents of the report are provided)

### Supporting documentation provided by Norway

- European Union: Risk assessment hexabromocyclododecane, CAS-No.: 25637-99-4, EINECS No.: 247-148-4, Final Report May 2008. 492 pp.
- US EPA, United States Environmental Protection Agency: Flame Retardant Alternatives for Hexabromocyclododecane (HBCD). Final report June 2014.
- Heeb NV, Schweizer WB, Kohler M and Gerecke AC. Structure elucidation of hexabromocyclododecanes - a class of compounds with a complex stereochemistry. Chemosphere 2005; 61: 65-73.
- Bytingsvik J, Gaustad H, Pettersvik-Salmer M, Soermo EG, Baek K, Föreid S, Ruus A, Skaare JU and Jenssen BM. Spatial and temporal trends of BFRs in Atlantic cod and Polar cod in the North-East Atlantic. Organohalogen Compounds 2004; 66: 3869-3873.
- Christensen GN, Evenset A, Zaborska A, Berger U and Carroll J. Datering av sediment og historisk utvikling av miljøgifter i Ellasjøen, Bjørnøya. Akvaplan-niva rapport. 2004; APN-514.2934, pp 35 pp. Akvaplan-niva, Tromsø, Norge. <http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/overvaking/2041/ta2041.pdf> Note: The above article is in Norwegian language with a Summary in English in page 5 of the article.
- Fjeld E, Rognerud S, Enge E, Borgen A and Dye C. Miljøgifter i sedimenter fra Mjosa, 2005-2006. Norsk institutt for vannforskning Statlig program for forurensningsovervåkning TA-2210/2006 2006b; <http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/2210/ta2210.pdf> Note: The above article is in Norwegian language with an Extended Abstract in English in page 4 of the article.
- Fjeld E, Schlabach M, Berge JA, Green N, Eggen T, Snilsberg P, Källberg G, Rognerud S, Enge EK, Borgen A and Gundersen H. Screening of selected new organic contaminants - brominated flame retardants, chlorinated paraffins, bisphenol A and triclosan. 2004; 4809-2004, pp 117 pp. NIVA, Norge. (Only Section 2: "Extended abstract" is included in this compilation). <http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/kjemikalier/2006/ta2006.pdf>
- Fjeld E, Schlabach M, Berge JA, Green N, Eggen T, Snilsberg P, Vogelsang C, Rognerud S, Kjellberg G, Enge EK, Dye C and Gundersen H. Bromerte flammehemmere, perfluoralkylstoffer, irgarol, diuron, BHT og dicofol. Kartlegging av utvalgte nye organiske miljøgifter 2004. 2005; 927, pp 105 pp. NIVA, Norge. <http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/overvaking/2096/ta2096.pdf> Note: The above article is in Norwegian language with an Extended Abstract in English in page 17 of the article.
- Fjeld E, Schlabach M, Rognerud S, Källberg G, NIVA, NILU. Miljøgifter i sedimenter og fisk i Mjøsa, Drammensvassdraget og Drammensfjorden, Oppfølgende undersøkelser i 2004. 2006; pp 7. Norsk institutt for vannforskning, Norge. <http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/overvaking/2051/ta2051.pdf> Note: The above article is in Norwegian language with a Summary in English in page 6 of the article.



- Gabrielsen GW, Knudsen LB, Verreault J, Push K, Muir DDC and Letcher RJ. Halogenated organic contaminants and metabolites in blood and adipose tissues of polar bears (*Ursus maritimus*) from Svalbard. SPFO-Report. 2004; 915/2004, pp 32pp. Norwegian Polar Institute, Tromsø, Norway. <http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/overvaking/2058/ta2058.pdf>
- Jenssen BM, Sørmo EG, Salmer MP, Bæk K and Skaare JU. Brominated flame retardants (BFRs) in the Arctic marine food chain. In The Third International Workshop on Brominated Flame Retardants - BFR 2004. Book of abstracts. Edited by Alae M and et al. 2004; pp 207-208.
- Knudsen LB, Gabrielsen GW, Verreault J, Barrett R, Skåre JU, Polder A and Lie E. Temporal trends of brominated flame retardants, cyclodeca-1,5,9-triene and mercury in eggs of four seabird species from Northern Norway and Svalbard. SPFO-Report. 2005; 942/2005, pp 43 pp. Norwegian Polar Institute, Tromsø, Norway. <http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/overvaking/2134/ta2134.pdf>
- Murvoll KM, Skaare JU, Anderssen E and Jenssen BM. Exposure and effects of persistent organic pollutants in European shag (*Phalacrocorax aristotelis*) hatchlings from the coast of Norway. Environ Toxicol Chem 2006; 25 (1): 190-198. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1897/04-333R.1/epdf>
- Odland JØ, Heimstad ES and Sandanger TM. Kartlegging av miljøgifter i humane blodprøver fra Taimyr, Russland og Bodø, Norge - en pilotstudie av "nye" miljøgifter. Assessment of "new" contaminants in human blood samples from Taimyr, Russia and Bodø, Norway – a pilot study. 2005; SPFO-rapport: 930/2005, Statens forurensningstilsyn, Oslo, Norway. <http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/overvaking/2103/2103.pdf> Note: The above article is in Norwegian language with a Summary in English in page 29 of the article.
- Schlabach M, Fjeld E and Borgen AR. Brominated flame retardants in Drammens river and the Drammensfjord, Norway. In The Third International Workshop on Brominated Flame Retardants - BFR 2004. Book of abstracts. Edited by Alae M and et al. 2004; pp 147-150.
- Schlabach M, Mariussen E, Borgen A, Dye C, Enge E-K, Steinnes E, Green N and Mohn H. Kartlegging av bromerte flammehemmere og klorerte parafiner. 2002; 866/02, pp pp 69. SFT - Statlig program for forurensningsovervåking, NILU - Norsk institutt for luftforskning, Oslo, Kjeller, Norway. <http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/overvaking/1924/ta1924.pdf> Note: The above article is in Norwegian language with an Abstract in English in page 70 of the article.
- Sørmo EG, Salmer MP, Jenssen BM, Hop H, Bæk K, Kovacs KM, Lydersen C, Falk-Petersen S, Gabrielsen GW, Lie E, Skaare JU. Biomagnification of polybrominated diphenyl ether and hexabromocyclododecane flame retardants in the polar bear food chain in Svalbard, Norway. Environ Toxicol Chem 2006; 25(9): 2502-2511. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1897/05-591R.1/abstract>
- Thomsen C, Frøshaug M, Leknes H and Becher G. Brominated flame retardants in breast milk from Norway. Organohalogen compounds 2003; 64: <http://www.dioxin20xx.org/pdfs/2003/03-527.pdf>
- US EPA, United States Environmental Protection Agency: Flame Retardant Alternatives for Hexabromocyclododecane (HBCD). Final report June 2014. [https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-06/documents/hbcd\\_report.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-06/documents/hbcd_report.pdf)

### Other Documents

POPRC (2011). Risk management evaluation on hexabromocyclododecane. UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1.

POPRC (2012). Addendum to the risk management evaluation on hexabromocyclododecane.

UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.3.

### Relevant guidelines and reference documents

IPCS (2001): Hexabromocyclododecane (mixture of isomers). International Chemical Safety Card (ICSC) 1413.

Available at: <http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics1413.htm>

United Nations (2013): UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods - Model Regulations, Eighteenth revised edition. Available at: [http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev18/18files\\_e.html](http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev18/18files_e.html)

IMO (2016): International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code). Available at:

<http://www.imo.org/en/Publications/IMDGCode/Pages/Default.aspx>

OSPAR Commission (2009). OSPAR Background Document on certain brominated flame retardants. Available at:

<https://www.ospar.org/documents?d=7202>