

Distr.: General
28 August 2007

Arabic
Original: English

برنامج الأمم المتحدة للبيئة



لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة التابعة
لاتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة
الاجتماع الثالث

جنيف، ١٩ - ٢٣ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٠٧
البند ٩ (هـ) من جدول الأعمال المؤقت*

النظر في مشروعات الدراسات الإجمالية: بيتا سداسي كلور حلقي الهكسان

مشروع بيان مخاطر: بيتا سداسي كلور حلقي الهكسان

مذكرة الأمانة

١ - اعتمدت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة في اجتماعها الثاني المقرر لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة - ٢/١٠ بشأن بيتا سداسي كلور حلقي الهكسان.^(١) وبالفقرة ٢ من المقرر، قررت اللجنة إنشاء فريق عامل مخصص لمواصلة استعراض المقترح الرامي إلى إدراج بيتا سداسي كلور حلقي الهكسان في المرفقات ألف، وباء و/أو جيم للاتفاقية (أنظر الوثيقتين) UNEP/POPS/POPRC.2/16 و UNEP/POPS/POPRC.2/INF/8 ووضع بيان مخاطر طبقاً للمرفق هاء من الاتفاقية.

٢ - ترد أسماء أعضاء الفريق العامل المخصص المعني ببيتا سداسي كلور حلقي الهكسان ومراقبيه في المرفق الخامس للوثيقة UNEP/POPS/POPRC.2/17.

٣ - اعتمدت اللجنة في اجتماعها الثاني خطة عمل معيارية لإعداد مشروع بيان مخاطر.^(٢)

* UNEP/POPS/POPRC.3/1/Rev.1.

(١) UNEP/POPS/POPRC.2/17، المرفق الأول.

(٢) نفس المرجع الفقرة ٣٦ والمرفق الثاني - ألف.

وطبقاً لمقرر لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة - ٢/١٠ وخطة العمل المعيارية التي اعتمدها اللجنة قام الفريق العامل المخصص المعني بيتا سداسي كلور حلقي الهكسان بإعداد بيان مخاطر ترد في المرفق لهذه المذكرة. ولم يتم تحرير مشروع بيان المخاطر بصورة رسمية حتى الآن. وترد المراجع للمرفق في الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.3/INF/28.

الإجراءات التي يجتمل أن تتخذها اللجنة

٤ - قد ترغب اللجنة في:

(أ) أن تعتمد، مع إدخال أي تعديلات تراها مناسبة، مشروع بيان المخاطر الوارد في المرفق بهذه المذكرة؛

(ب) أن تقرر، طبقاً للفقرة ٧ من المادة ٨ من الاتفاقية، وعلى أساس بيان المخاطر، إذا كان من المحتمل، نتيجة لانتقال هذه المادة الكيماوية بعيد المدى أن تؤدي إلى أضرار كبيرة على صحة البشر و/أو البيئة بحيث يبرر ذلك اتخاذ إجراء عالمي، وأن يمضي نحو هذا المقترح قدماً؛

(ج) الموافقة، رهناً بالمقرر الذي يتخذ بموجب (ب) عاليه:

١٤ ' دعوة جميع الأطراف والمراقبين إلى تقديم المعلومات بموجب المرفق واو من الاتفاقية، لإنشاء فريق عامل مخصص لوضع مشروع تقييم إدارة مخاطر والاتفاق على خطة عمل لاستكمال هذا المشروع، أو

٢٤ ' إتاحة بيان مخاطر لجميع الأطراف والمراقبين ثم وضعه جانباً.

سداسي كلور حلقي الهكسان - بيتا

مشروع بيان مخاطر

مشروع أعده الفريق العامل المخصص المعني بسداسي حلقي الهكسان - بيتا
تحت إشراف لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة
التابعة لاتفاقية استكهولم

آب/أغسطس ٢٠٠٧

جدول المحتويات

الصفحة	
٥	موجز واف
٧	١- المقدمة
٧	١-١ الهوية الكيميائية
٨	١-١-١ الخواص الفيزيائية - الكيميائية
	٢-١ النتيجة التي توصلت إليها لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة بشأن
٩	معلومات المرفق دال
٩	٣-١ مصادر البيانات
١٠	٤-١ حالة هذه المادة الكيميائية في إطار الاتفاقيات الدولية
١١	٢- موجز المعلومات المهمة لبيان المخاطر
١١	١-٢ المصادر
١١	١-١-٢ الإنتاج
١١	٢-١-٢ التجارة والمخزونات
١١	٣-١-٢ الاستخدامات
١٢	٤-١-٢ الإطلاقات في البيئة
١٢	٢-٢ المآل البيئي
١٢	١-٢-٢ الثبات
١٤	٢-٢-٢ التراكم الأحيائي
١٦	٣-٢-٢ الانتقال البيئي طويل المدى
١٧	٣-٢ التعرض
١٧	١-٣-٢ بيانات الرصد البيئي من المناطق المحلية
١٩	٢-٣-٢ التعرض نتيجة للانتقال البيئي بعيد المدى
٢١	٣-٣-٢ الغذاء
٢٢	٤-٣-٢ التركيزات في الجسم
٢٣	٥-٣-٢ تعرض الأطفال
٢٥	٦-٣-٢ معلومات عن التوافر الأحيائي
٢٥	٤-٢ تقييم المخاطر للنقاط الطرفية محل الاهتمام
٢٥	١-٤-٢ صحة الإنسان
٣١	٢-٤-٢ البيئة
٣١	٣ تركيب المعلومات
٣٣	٤ بيان ختامي

موجز واف

اقترحت المكسيك، بصفتها عضواً في اتفاقية استكهولم إدراج اللندين وكذلك ألفا وبيتا سداسي كلور حلقي الهكسان في المرفق ألف أو باء أو جيم لاتفاقية استكهولم. فبعد الموافقة على بيان المخاطر الخاص باللندين أثناء الاجتماع الأخير للجنة استعراض المواد الكيميائية المنعقد في تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٠٦، خلصت اللجنة إلى أن بيتا سداسي كلور حلقي الهكسان (HCH) يمثل هو الآخر لمعايير الفرز التي يشترطها المرفق دال من الاتفاقية، وضرورة القيام بمواصلة صياغة المقترح وإعداد مشروع بيان المخاطر.

وبعد مرور ما يقرب من الأربعين عاماً من الاستخدام الموسع في جميع أنحاء العالم، حدث إحلال مادة اللندين (غاما - HCH) محل سداسي كلور حلقي الهكسان (HCH) التقني بصورة تدريجية. ولم يُبلغ بعد عام ٢٠٠٠ عن استخدامات ذات بال لسداسي كلور حلقي الهكسان التقني. ومع ذلك فإن الاطلاقات في البيئة قد تحدث من إنتاج اللندين، وكذلك من مواقع النفايات الخطرة، ومواقع طمر النفايات، والمواقع الملوثة. وبالنظر إلى خاصيته الخطرة وتوافره بصورة واسعة، فإن HCH (بما في ذلك بيتا - HCH) يخضع لأنظمة وطنية ودولية ولتنظيمات دولية وللحظر.

ولا تلعب عمليات التفسخ اللاهوائية دوراً مهماً في مآل بيتا HCH في البيئة. ومن ثم فإن التحلل الضوئي والتحلل المائي ليسا مهمين. ففي الظروف المناسبة تكون بيتا سداسي كلور حلقي الهكسان HCH حساسة للتفسخ الإحيائي. ومع ذلك فإذا قورنت بغام - ألفا HCH تكون هي المتجازئ (الأيسومر) الأكثر مقاومة. وتشير البيانات المخبرية والميدانية بما في ذلك دراسة التربة في الأجل الطويل إلى أن بيتا - HCH - تتسم باستمرار وجودها في التربة، وبخاصة في درجات الحرارة المنخفضة. وهي ترتبط بصورة رئيسية بالجزيئات ولها قوة تصويل منخفضة.

وتسمح الخصائص الكيميائية الفيزيائية لبيتا سداسي كلور حلقي الهكسان HCH بتشتت المادة من مصادرها إلى القطب الشمالي وذلك عن طريق الانتقال البيئي طويل المدى بصورة رئيسية عن طريق التيارات البحرية. وقد اكتشفت بيتا - HCH في بحر القطب الشمالي وهي موجودة في أجسام الأنواع البحرية الأرضية وفي أجسام بني البشر.

انخفضت مستويات التعرض لبيتا - HCH في المناطق المحلية عقب تطبيق أنواع الحظر والقيود على المستوى العالمي. ومع ذلك فإن المناطق ذات التعرض الحديث و/أو التلوث المرتفع لا تزال توجد فيها مستويات مرتفعة من هذه المادة. وثمة قلق خاص من التعرض لمواقع النفايات الخطرة وأماكن إلقاء النفايات من أثر بقايا بيتا - HCH المتخلص منها الناتجة عن إنتاج اللندين. ونتيجة لثبات بيتا - HCH فلا يزال من الممكن اكتشاف مستويات طبيعية منخفضة منها في جميع الوسائط البيئية باستثناء الأقاليم التي استعملته مؤخراً، أو التي يوجد بها تلوث مرتفع. والبيانات من البيئة غير الإحيائية في القطب الشمالي شحيحة لأسباب من بينها انخفاض المستويات بالمقارنة بالأيسومرات الأخرى لسداسي كلور حلقي الهكسان. وعلى النقيض من هذه الحقيقة، اكتشفت تركيزات عالية إلى حد كبير في حيويات القطب الشمالي. مما فيها الثدييات والطيور البحرية وذلك بمستويات متزايدة.

وتوجد مادة بيتا - سداسي كلور حلقي الهكسان في سلسلتي الغذاء البرية والمائية. ويمكن لبيتا - HCH أن تتراكم بيولوجياً وأن تتزايد بيولوجياً في الحيوانات وفي شبكات الغذاء في القطب الشمالي وبخاصة عند المستويات التغذوية العليا. أما في الإنسان فيحدث التراكم في الأنسجة الدهنية، وكما تحدث تركيزات مرتفعة في الدم وفي لبن الثدي. وتنتقل بيتا - HCH من الأمهات إلى الأجنة وإلى الأطفال الرضع.

وبيتا - سداسي كلور حلقي الهكسان (HCH) شديد السمية للكائنات المائية ويُظهر تأثيرات على الهرمونات المولدة للذكورة لدى الأسماك. ويرتبط انخفاض لياقة النسل لدى الطيور وكذلك انخفاض تركيزات الريتينول (فيتامين أ) لدى الدببة القطبية بمستويات بيتا - HCH، وإيسومرات HCH.

أظهرت الدراسات على الخواص السمية لبيتا - HCH تأثيرات سمية على الأعصاب والكبد. ولوحظت على حيوانات المختبرات كذلك تأثيرات على قوة الإنجاب والعناصر الكابتة للنظام المناعي، كما أظهرت تأثيرات على الخصوبة. وقد تم تصنيف مادة بيتا - سداسي كلور حلقي الهكسان في مجموعة ٢ باء على أساس احتمال تسببها في السرطان للإنسان. وقد تم هذا التصنيف على يد الوكالة الدولية للبحوث والسرطان، وتشير العديد من الدراسات الوبائية إلى أن بيتا - HCH قد يلعب دوراً في سرطان الثدي لدى المرأة. ويتعرض الإنسان لبيتا - HCH في معظم الحالات نتيجة لاستهلاك نباتات وحيوانات ومنتجات حيوانية ملوثة.

ومن المتوقع وجود التعرض المرتفع في المناطق الملوثة نتيجة للاستخدام الواسع لهذه المادة وإنتاجها السابق ولمواقع التخلص منها ومواقع تخزينها.

واستناداً إلى بيان المخاطر ومستويات التعرض في البيئة بما في ذلك سلسلة الغذاء يمكن استنتاج أن بيتا - HCH قد يُحدث تأثيرات ضارة على الحياة البرية وعلى صحة الإنسان في المناطق الملوثة. وتعتقد سلطات الصحة العامة في القطب الشمالي بأن المنافع الاجتماعية والثقافية والاقتصادية الكبيرة للأغذية التقليدية تفوق مخاطر الملوثات مثل سداسي كلور حلقي الهكسان في الوقت الحالي ولكنها تعطي سبباً آخر للرقابة السريعة والتخلص من جميع إيسومرات HCH من الأغذية التقليدية. ومع ذلك، واستناداً إلى المستويات التي اكتشفت في منطقة القطب الشمالي يمكن أيضاً استنتاج أن بيتا - HCH يمكن أن تؤدي إلى تأثيرات ضارة كبيرة على الإنسان والبيئة نتيجة لانتقالها طويل المدى داخل البيئة.

ولهذه الأسباب تكون هناك مبررات لاتخاذ إجراءات عالمية بشأن بيتا - HCH.

حدث أثناء إجراء إضافة اللندين إلى المرفق ألف في اتفاقية استكهولم أن قامت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة بمناقشة المقترح الخاص بالندين، واستنتجت أن "أيسومرات سداسي كلور حلقي الهكسان الأخرى ينبغي أن ينظر فيها" (UNEP/POPS/POPRC.2/10) وهكذا قدمت المكسيك مقترحاً لإدراج بيتا - HCH في المرفق ألف، أو باء أو جيم من اتفاقية استكهولم بتاريخ ٢٦ تموز/يوليه ٢٠٠٦ (UNEP/POPS/POPRC.2/INF/8). وأعدت النمسا نيابة عن ألمانيا مسودة العمل الأولى بشأن بيتا - HCH.

إن بيتا - سداسي كلور حلقي الهكسان (HCH) هي أحد الأيسومرات الخمسة المستقرة لسداسي كلور حلقي الهكسان التقني. وهو مبيد مصنع من الكلور العضوي كان يستخدم في السابق في الزراعة. أما طرق عمل أيسومرات HCH فهي تختلف كيميائياً ونوعياً من حيث النشاط البيولوجي في الجهاز العصبي المركزي بصفته العضو المستهدف الرئيسي. وبيتا - سداسي كلور حلقي الهكسان هي مادة قابضة وأما التأثير النهائي للأيسومرات الممتزجة فتعتمد على التركيبة (البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، ٢٠٠١). وسداسي كلور حلقي الهكسان بأنواعه يوجد بصفة عامة من بين مبيدات الآفات التي قتلت بحثاً ودرساً من حيث مآلها البيئي وتأثيراتها (بريفك وغيره، ١٩٩٩).

١-١ الهوية الكيميائية

الاسم الكيميائي: بيتا - سداسي كلور حلقي الهكسان (بيتا - HCH)

الاسم لدى الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية: (١ - ألفا، ٢ - بيتا، ٣ - ألفا، ٤ - بيتا، ٥ - ألفا، ٦ - بيتا) - سداسي كلور حلقي الهكسان.

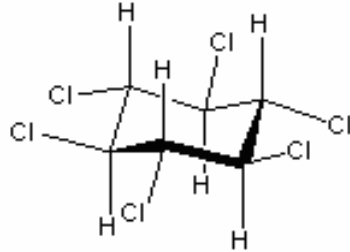
الترادفات الشائعة: بيتا - ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦ - سداسي كلور حلقي الهكسان، بيتا - سداسي كلوريد البترين، بيتا - سداسي كلور البترين، بترين - مقترن - سداسي الكلوريد - بيتا - سداسي كلورو حلقي الهكسان، بيتا - سداسي كلورو حلقي الهكسان - بيتا - سداسي كلورو حلقي الهكسان، بيتا - أيسومر، بيتا - ليندان، سداسي كلور حلقي الهكسان - بيتا، ترانس - ألفا - سداسي كلوريد بترين، بيتا - سداسي كلوريد البترين، (مؤسسة كيميافيندر، ٢٠٠٧)

الرقم في دائرة المستخلصات الكيميائية: ٧ - ٨٥ - ٣١٩

الصيغة الكيميائية: $C_6H_6Cl_6$

الوزن الجزيئي: ٢٩٠,٨٣

الشكل ١: شكل البيتا - سداسي كلور حلقي الهكسان (معدل من بوزر وآخرون، ١٩٩٥)



بيتا - سداسي الكلور حلقي الهكسان

١-١-١ الخواص الفيزيائية - الكيماوية

يوضح الجدول ١-١ خواصاً منتقاة فيزيائية كيميائية لبيتا - سداسي كلور حلقي الهكسان (beta-HCH). فهذه المادة أكثر ذوباناً في الماء والأوكتانول إذا قورنت بمبيدات الآفات الأورغانوكلورية الأخرى. ويبدو أن تركيبها الكيماوية تُسبغ عليها أكثر قدر من الثبات الفيزيائي والأبضي (فمثلاً) تتمتع beta-HCH بضغط بخار أكثر انخفاضاً، ونقطة انصهار أكثر ارتفاعاً مما لألفا أيسومر-alpha-Isomer). وتسمح هذه الخواص الفيزيائية الكيميائية (التي توجد مجموعة منتقاة منها في الجدول ١) لبيتا - سداسي الكلور حلقي الهكسان beta-HCH "بالتكثف البارد" أي أن هذه المادة تتشري في المناخات الباردة مقارنة بالتركيزات التي تحدث بالقرب من المصادر، على نطاقات خطوط الارتفاع وخطوط العرض التي يسردها وصفيا وانيا وماكاي (١٩٩٦).

إن ثابت قانون هنري "هو عامل يقل بمقدار ٢٠ من ثابت ألفا - HCH، وينخفض كثيراً تبعاً لدرجة حرارة الماء التي تحفز التفريق من الهواء إلى الماء. كذلك فإن معامل تفريق الأوكتانول - هواء المرتفع نسبياً لهذه المادة يحفز التفريق من الهواء إلى المراحل العضوية البيئية، وربما كان هذا هو أحد الأسباب في أن مساري انتقال ألفا - HCH وبيتا - HCH يتباعداً في البيئة (لي وماكدونالد، ٢٠٠٥). واستناداً إلى تحليل موسع لبيانات الخصائص الفيزيائية - الكيماوية لألفا -، وبيتا -، وغاما - سداسي الكلور حلقي الهكسان HCH، استنتج زياو Xiao وغيره (٢٠٠٤) إن قابلية التطاير الأكثر انخفاضاً مقارنة بغاما - وألفا - أيسومر لا تفسر سلوكها المغاير بيئياً وإنما مرَدُّ هذا السلوك للذوبان الأكثر ارتفاعاً في الماء وفي الأوكتانول.

الجدول ١ - ١: خواص فيزيائية كيميائية منتقاة لبيتا - HCH

١ ٣١٥ - ٣١٤	نقطة الانصهار
١ ٣٣٣ عند ٦٧ باسكال	نقطة الغليان
١,٤٤٢	القابلية للذوبان في الماء (جزئ* دقيقة ^٣ عند ٢٥ درجة مئوية)
٠,٠٥٣٢	ضغط البخار (باسكال عند درجة حرارة ٢٥)
٠,٠٣٧٢	ثابت قانون هنري (باسكال عند م ^٣ جزئ ^{-١})
٣,٩٢	معامل تفريق الماء (٢٥)
٨,٧٢	معامل التفريق في الهواء (٢٥)
١ كريستال صلب	الحالة الفيزيائية

- ١ - الوكالة المعنية بسجلات المواد السمية والأمراض (٢٠٠٥)
- ٢ - زياو وآخرون (٢٠٠٤)

٢-١ النتيجة التي توصلت إليها لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة بشأن معلومات المرفق دال

قامت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة بتقييم المقترح المتعلق بمادة بيتا - سداسي كلور حلقي الهكسان (beta-HCH) الذي تقدمت به المكسيك (UNEP/POPS/POPRC.2/INF/8) على النحو الذي أوجزته الأمانة في الوثيقة (UNEP/POPS/POPRC.2/16) طبقاً لمتطلبات المرفق دال لاتفاقية استكهولم، واجتماعها الثاني المنعقد في جنيف. ففي المقرر لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة - ٢/١٠ خلصت اللجنة إلى نتيجة مؤداها أن بيتا - HCH تفي معايير الفرز التي يحددها المرفق دال. وقررت اللجنة كذلك إنشاء فريق عامل مخصص لمواصلة استعراض هذا المقترح وإعداد مشروع بيان المخاطر، وذلك طبقاً للمرفق هاء من الاتفاقية.

٣-١ مصادر البيانات

استند مشروع بيان المخاطر إلى مصادر البيانات التالية:

- المقترح المقدم من المكسيك لإدراج أيسومرات ألفا - بيتا في المرفقات ألف وباء و/أو جيم للاتفاقية (UNEP/POPS/POPRC.2/INF/8)، ٢٠٠٦.
- المقرر لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة - ١٠/٢، لعام ٢٠٠٦.
- المعلومات المقدمة من جانب الأطراف والمراقبين وفقاً للمرفق هاء للاتفاقية: معلومات محددة و/أو علمية: جمهورية التشيك، فرنسا، ألمانيا، الشبكة الدولية للقضاء على الملوثات العضوية الثابتة (IPEN)، اليابان النرويج، سويسرا والولايات المتحدة الأمريكية، والمعلومات العامة من: الجزائر مؤسسة حياة المحاصيل الدولية، مملكة البحرين، موريشيوس،

المكسيك، قطر، جمهورية ليتوانيا وتركيا. وتوجد هذه المعلومات على الموقع الشبكي

للاتفاقية: <http://www.pops.int/documents/meetings/poprc/prepdocs/annexEsubmissions/submissions.htm>

- تقييم اللندين والأيسومرات الأخرى لسداسي كلور حلقي الهكسان، وكالة حماية البيئة الأمريكية (USEPA) ٢٠٠٦. http://www.epa.gov/oppsrrdl/REDS/factsheets/lindane_isomers_fs.htm
- البرنامج الدولي للسلامة الكيماوية، ألفا - بيتا سداسي كلور حلقي الهكسان، معايير الصحة البيئية ١٢٣، منظمة الصحة العالمية، جنيف ١٩٩٢، <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc123.htm>
- نبذة عن الخواص السمية لسداسي كلور حلقي الهكسان، وزارة الصحة والخدمات البشرية للولايات المتحدة الأمريكية، خدمة الصحة العامة، وكالة سجل المواد السمية والأمراض، ٢٠٠٥. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp43.html>
- خطة العمل الإقليمية للولايات المتحدة المعنية باللندين والأيسومرات الأخرى لسداسي كلور حلقي الهكسان (HCH) ٢٠٠٦. لجنة أمريكا الشمالية للتعاون البيئي http://www.cec.org/pubs_docs/documents/index.cfm?varlan=english&ID=2053

وبالإضافة إلى مصادر المعلومات هذه، أُجرى بحث موسع على قواعد البيانات العامة. وقد استخدمت البيانات التالية: قاعدة بيانات السمية الإيكولوجية (<http://www.epa.gov/ecotox/>، Ecotox) بنك بيانات المواد الخطرة (Pubmed، <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>، HSDB)، قاعدة بيانات المآل البيئي (EFDB) (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?DB=pubmed>)، وبصفة عامة، تشمل بنود البحث الاسم الكيميائي أو الرقم في دائرة المستخلصات الكيميائية و/أو مجموعة من المصطلحات التقنية بسبب تعدد المدخلات. ولنفس السبب تم البحث في مقالات موضوعية ومستكملة محددة.

وتشمل التقارير المدرجة أعلاه المراجع الافرادية، التي لم تدرج مرة أخرى في مشروع بيان المخاطر هذا. أما المراجع المشار إليها في هذه الوثيقة فتدرج في UNEP/POPS/POPRC.3/INF/28.

١ - ٤ حالة هذه المادة الكيماوية في إطار الاتفاقيات الدولية

إن مادة بيتا - سداسي الكلور حلقي الهكسان (beta-HCH) هي مكون من مكونات HCH التقني، التي ينظمها ما لا يقل عن اتفاقين دوليين. الاتفاق الأول هو بروتوكول آرهوس لعام ١٩٩٨ بشأن الملوثات العضوية الثابتة. بموجب اتفاقية تلوث الهواء طويل المدى عبر الحدود. وسداسي كلور حلقي الهكسان HCH مدرج في المرفق الثاني للبروتوكول الذي حصر استخدام هذه المادة كمادة وسيطة في التصنيع الكيماوي.

أما الاتفاق الثاني فهو اتفاقية روتردام بشأن تطبيق إجراء الموافقة المسبقة عن علم على مواد كيميائية ومبيدات آفات خطيرة معينة متداولة في التجارة الدولية. (وتخضع الأيسومرات المختلطة) لسداسي الكلور حلقي الهكسان لإجراء الموافقة المسبقة عن علم، وهي مدرجة في المرفق الثالث للاتفاقية.

وقد وقعت كندا والمكسيك والولايات المتحدة الأمريكية على خطة العمل الإقليمية لأمريكا الشمالية (NARAP) بشأن اللدین والأیسومرات الأخرى لسداسي كلور حلقي الهكسان في عام ٢٠٠٦. والهدف من خطة العمل (NARAP) هذه هو قيام هذه البلدان الأعضاء الثلاثة بالتعاون في اتخاذ تدابير لتخفيض المخاطر المرتبطة بتعرض البشر والبيئة لللدین والأیسومرات الأخرى لسداسي الكلور حلقي الهكسان.

وسوف يقوم الاتحاد الأوروبي في نهاية عام ٢٠٠٧ على الأكثر بالتخلص التدريجي من استخدام HCH التقني كمادة وسيطة في الصناعات الكيماوية (القاعدة التنظيمية رقم 2004/850) (للاتحاد الأوروبي) وإيسومرات سداسي حلقي الهكسان HCHs هي إحدى المواد ذات الأولوية (المقرر رقم 2455/2001/EC للاتحاد الأوروبي) في التوجيه الإطاري بشأن المياه الذي اعتمده الاتحاد الأوروبي رقم 2000/60/EC) وتوجد إيسومرات سداسي الكلور حلقي الهكسان، بما في ذلك بيتا - إيسومر، في قائمة المواد الكيماوية المرشحة للتدابير ذات الأولوية. بموجب لجنة أوسلو وباريس لمنع تلوث البحار لحماية البيئة البحرية لشمال شرق المحيط الأطلنطي. والهدف من ذلك هو منع تلوث المنطقة البحرية وذلك عن طريقة المراقبة على تقليل التصريفات والانبعاثات وتقليل الخسائر الناجمة عن المواد الخطرة.

٢ - موجز المعلومات المهمة لبيان المخاطر

٢-١-٢ المصادر

٢-١-٢-١ الإنتاج

إن بيتا - سداسي الكلور حلقي الهكسان HCH - beta لا تُنتج عمداً ولا تُطرح في الأسواق، وإنما تُنتج كأحد مكونات الـ HCH التقني الذي يستخدم كمبيد آفات عضوي كلوري أو كوسيط كيماوي لتصنيع الـ HCH المخصب (اللدین). ولا توجد حالياً تقارير بشأن إنتاج HCH التقني، بينما لا يزال تصنيع اللدین مستمراً، IHPA (٢٠٠٦).

وقد ذكرت البلدان التالية التي قدمت معلومات بموجب المرفق هاء بأنه لا يوجد حالياً إنتاج أو استخدام لبيتا سداسي الكلور حلقي الهكسان HCH - beta: جمهورية التشيك، ألمانيا، موريشيوس، المكسيك، النرويج، قطر، جمهورية ليتوانيا، تركيا، سويسرا، والولايات المتحدة الأمريكية.

٢-١-٢-٢ التجارة والمخزونات

برجاء الرجوع إلى القسم ٢ - ١ - ٢ من مشروع نبذة المخاطر بشأن ألفا - HCH.

٢-١-٢-٣ الاستخدامات

برجاء الرجوع إلى القسم ٢-١-٢ من مشروع بيان المخاطر بشأن ألفا - HCH.

٢-١-٤ الإطلاقات في البيئة

هناك العديد من المسارات التي تسلكها بيتا - HCH لدخول البيئة. وتشير المعلومات الخاصة بتاريخ هذه المادة أنها كانت تُطلق في البيئة أثناء تصنيع HCH التقني واستخدامها كمبيد آفات. لي وآخرون (Li et al (٢٠٠٣) بأن الانبعاثات الإجمالية لبيتا سداسي الكلور حلقي الهكسان HCH - beta الناتجة عن استخدام الشكل التقني لهذه المادة فيما بين ١٩٤٥ و ٢٠٠٠ بلغت ٨٥٠.٠٠٠ طن، منها ٠.٠٠٠ ٢٣٠ طن انبعتت في الغلاف الجوي خلال نفس الفترة. وفي عام ١٩٨٠ بلغ استخدام بيتا HCH نحو ٣٦ كيلوغرام طن، وكانت الانبعاثات الأولية المحسوبة هي ٩,٨ كغ طن (٨٣٪ منها يعزى إلى الاستخدام و ١٧٪ يعزى إلى البقايا في التربة من استخدامات سابقة). وفي عام ١٩٩٠ انخفضت هذه الأرقام إلى ٧ ٤٠٠ طن (استخدام) و ٢ ٤٠٠ طن (انبعاثات) وفي عام ٢٠٠٠ وصلت البقايا في التربة من بيتا HCH إلى ٦٦ طناً في غياب الاستخدام المباشر لـ HCH التقني. ونتيجة لذلك الحظر على HCH التقني في بلدان الشمال انحدرت الانبعاثات العالمية من بيتا - HCH نحو الجنوب (لي وآخرون، ٢٠٠٣).

إن إطلاقات بيتا - HCH في البيئة هو أمر ممكن كذلك من مواقع النفايات الخطرة (الوكالة الأمريكية لحماية البيئة USEPA، ٢٠٠٦) ومن مخزونات ومخلفات وإنتاج اللددين التي لا تكون دائماً خاضعة للرقابة أو محفوظة حفظاً آمناً (الوكالة الدولية للوقاية من المواد الخطرة IHPA، ٢٠٠٦) ويمكن للمواقع الملوثة (كمصانع الإنتاج السابقة مثلاً) أن تضيف إلى تركيزات بيتا- سداسي الكلور حلقي الهكسان (beta-HCH) في البيئة (كونكا - غرانا وآخرون، ٢٠٠٦). وقد أبلغت ألمانيا (التي قدمت معلومات للمرفق هاء، ٢٠٠٧) أنه لا يزال هناك القليل من المصادر المحلية المنعزلة، أي أماكن الطمر والإلقاء في جمهورية ألمانيا الديمقراطية السابقة (ألمانيا الشرقية) ناتجة عن استخدامات HCH التقني. ونتيجة لذلك تم اكتشاف تركيزات أعلى من بيتا سداسي الكلور حلقي الهكسان في أسماك نهر إيلبي ELBE على مقربة من موقع إنتاج سابق عقب هطول أمطار غزيرة وفيضانات في عام ٢٠٠٣. غير أنه لا تتوافر تقديرات كمية للإطلاقات الصادرة عن مواقع النفايات الخطرة ومواقع طمر النفايات.

٢-٢ المآل البيئي

٢-٢-١ الثبات

تجري فحوص التحلل المائي والتحلل الضوئي لبيتا - سداسي الكلور حلقي الهكسان beta-HCH في أضييق نطاق ممكن. ولم تتوافر حتى الآن سوى دراسة لما كتب عن الخسف الضوئي لهذه المادة. وقد أشارت التقارير إلى نصف عمر خسف ضوئي لبيتا HCH- يساوي ١٥٢ ساعة (الوكالة المعنية بسجلات المواد السمية والأمراض (ATSDR، ٢٠٠٥). وأهمية هذه النتيجة مشكوك فيها من حيث التصميم المختار للاختبار، والذي لا يمثل للمبادئ التوجيهية الدولية المقبولة بشأن التحلل الضوئي، على نحو ما أشارت ATSDR (٢٠٠٥) لم تلاحظ أشرطة امتصاص في المنطقة الطيفية التي أجريت عليها الدراسة وليس من المتوقع، بصفة عامة، للتحلل الضوئي، أن يُشكل عملية مآل بيئي مهمة بالنسبة لبيتا سداسي الكلور حلقي الهكسان حيث يحدث امتصاص للضوء بما يزيد على ٢٩٠ متراً مرجعياً.

واستناداً إلى ثابت معدل شق الهيدروكسيل المحسوب في الغلاف الجوي ومقداره 1.0×10^{-13} سم³/جزئي - ثانية (HSDB، ٢٠٠٣) يكون نصف العمر التقديري هو ٥٦ يوماً (باستخدام متوسط تركيز شق الهيدروكسيل وقدره 1.0×10^{-5} جزئي/سم³ وذلك طبقاً لـ TGD (٢٠٠٣).

وقد خلصت الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (٢٠٠٦) إلى أن أيسومرات HCH مقاومة للعمليات اللاأحيائية مثل التحلل الضوئي والتحلل المائي (إلا عند الأس الهيدروجيني القاعدي).

وبيتا - سداسي الكلور حلقي الهكسان هو من حيث الأساس قابل للخسف الأحيائي تحت ظروف وصول الأكسجين إلى أنسجة الجسم وعدم وصوله إليها. غير أن العديد من الدراسات ذكرت أن ثمة خسفاً كبيراً يحدث بصفة رئيسية في الظروف اللاهوائية (ميدلدروب وآخرون، ١٩٩٦). وقد لوحظ الخسف في المزرعات الخالصة وفي حمأة التربة وفي الوسط الكلي للتربة، وفي الدراسات الميدانية وعبر تقنيات الإصلاح الأحيائي في أنواع تربة الأماكن الملوثة (فيليس وآخرون، ٢٠٠٥) وقد تفاوتت فعالية إزالة هذه المادة بتفاوت تصميم الاختبار والعوامل البيئية.

والمسار الأيضي بصفة عامة لبيتا- سداسي الكلور حلقي الهكسان يحدث لاهوائياً عبر إزالة الكلور إلى رباعي الكلور حلقي الهكسان وثنائي الكلور حلقي الهكسادين، وهو مُستقلب غير مستقر. وقد يكون كلور البترين، والبترين كنواتج نهائية مستقرة في ظروف مواتية لنشوء المتان. ويمكن لهذه المستقبلات metabolites أن تزداد تَمَعْدُنًا هوائياً أو لاهوائياً (فيليس وآخرون، ٢٠٠٥). وبالمقارنة بالبيانات المخبرية لأيسومرات HCH الأخرى فإن استخدام بيتا HCH الموسومة إشعاعياً قد دلت على حدوث قدر أدنى أو غير كامل من التمعدن (ساهو وآخرون، ١٩٩٥).

ويعتبر بيتا سداسي الكلور حلقي الهكسان beta-HCH أكثر الأيسومرات شُمُوساً بسبب تركيبته الكيماوية (مقرر لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة - ١٠/٢) ففي وجود الظروف المخبرية المواتية تم تحديد التأثير الخسفي الذي تحدثه بيتا - HCH على سلالات من البكتريا مثل باسيلس بريفيس، وباسيليس سيركيولانز، ونوع ديهالوباكترا sp، وذلك بالاقتران مع نوع سيديمانتياكترا التي أبعثت عن مواقع التلوث بـ HCH (غوبتا وآخرون، ٢٠٠٠ فان دوسيرغ وآخرون، ٢٠٠٥). ولكن لم يتمكن سوى القلة من تحويل بيتا HCH- في ظروف هوائية مثل نوع سيفينقيويوم (شارما وآخرون، ٢٠٠٦).

وتجري حالياً بحوث بشأن التحفيز الذاتي، والمضافات، لعلاج التربة من المواقع الملوثة ببيتا - HCH (مثلاً كومار وآخرون، ٢٠٠٥، وماكراي وآخرون، ١٩٨٤) غير أن إزالة هذا الأيسومر لا يزال يمثل تحدياً صعباً (فيليب وآخرون، ٢٠٠٥). وفيما يتعلق بالتأثيرات التي تقع على مجموع الميكروبات الموجودة أصلاً في التربة داخل تربة غير ملوثة بات وآخرون، ٢٠٠٦. فقد ظهر أن استخدام مادة HCH التقني يحدث أضراراً بالتربة غير قابلة للعلاج.

وفي الظروف المناخية العامة وكذلك قوام التربة والمادة العضوية وتغيير امتصاص المواد، واحتوى المائي ومعدلات الخسف التي تؤثر على النمو البكتيري (IPCS ١٩٩٢). ذكر فيلبيس وغيره (٢٠٠٥) أنه لم ترد أي تقارير عن وجود بيكتريا قادرة على خسف أيسومرات HCH عند درجات الحرارة القصوى (أقل من ٥ درجات مئوية، وأكثر من ٤٠ درجة مئوية). والبيانات الخاصة بالدراسات المخبرية للتربة، أو الفحوص الميدانية محدودة للغاية.

وقد أبلغ سينغ وغيره (١٩٩١) عن أنصاف أعمار مدتها ١٠٠ و ١٨٤ يوماً في قطع الأرض التي جمعت محصولاتها أو التي لم تجمع محصولاتها بعد في مساحات الطفال الرملي في الهند في ظروف شبه مدارية. فقد وُجدَ أن الـ HCH المستخدمة قد تغلغت فوراً في الطبقة العليا من التربة. وأخذت عينات عشوائية من التربة من قطع أراضي على أعماق من صفر - ١٥ سنتيمتراً. ولا تتوافر معلومات كمومية بشأن حالات فقد البيتا - HCH بواسطة التبخر أو التصويل أثناء التجربة التي أجريت في الدراسة المذكورة. لاحظ دولمان وآخرون (١٩٩٠) في دراسة شبه ميدانية على تربة ملوثة، في مناخ معتدل، أنه لم يحدث خَسْفٌ في أيسومر البيتا beta Isomer في الظروف اللاهوائية. تابع ستوارت وتشيزهولم (١٩٧١) في دراسة ميدانية طويلة الأمد بعد استخدام HCH التقنية، أن ٤٤٪ من بيتا - ايسومر تبقت بعد مرور ١٥ سنة في أرض طفلية رملية في كندا. وأن نحو ٣٠٪ من بيتا - HCH (من الشكل التقني لهذه المادة المستخدمة) لوحظ وجودها بعد مرور ٥٧٠ يوماً من اختبار ميداني أجري في اليابان على قطع أراضي زراعية (سزوكي وغيره، ١٩٧٥) ودلل تشيسيل وغيره (١٩٨٨) على أنه بعد مرور ٢٠ عاماً من استخدام مادة HCH التقنية على قصب السكر في كوينسلاند، استراليا، شوهدت مادة بيتا HCH في تراكيزات تزيد في مجملها بأكثر من رتبة واحدة إذا قورنت بالأيسومرات الأخرى. ويعتبر التطاير من سطح الأرض عملية مآل مهمة (HSDP، ٢٠٠٦ سينغ وغيره، ١٩٩١).

وكانت بيتا سداسي الكلور حلقي الهكسان HCH - beta مستقرة في إحدى الرسوبيات/دراسة مائية في الظروف المختبرية. يضاف إلى ذلك، أن تحول أيسومر ألفا - إلى أيسومر بيتا قد لوحظ حدوثه (وو وغيره، ١٩٧٧). ويمكن الإطلاع على معلومات تفصيلية تتعلق بتحول الأيسومرات في بيان المخاطر بشأن اللندين (UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.4). أما مستويات بيتا - أيسومر حينما قورنت بألفا - وغاما، ودلتا - HCH فكانت في أعلى حالاتها في مياه المسام (١٤٢٣ نانوغرام/ل) وذلك بمقارنتها بالمياه السطحية (٩٢,٥ نانوغرام/ل) وبالرسوبيات (٣,٩ نانوغرام/غرام) في مصب نهر مينغيانغ بالصين (جانغ وغيره ٢٠٠٣) ولم تتوافر أنصاف أعمار خسفية في المياه أو الرسوبيات: ومع ذلك، واستناداً إلى الدراسات الرصدية يمكن افتراض أن مادة بيتا - HCH ثابتة ولا ينتابها الخسف بسهولة.

٢-٢-٢ التراكم الأحيائي

يشير معامل تفريق الأوكتانول - ماء ($\log K_{ow} = ٣,٧٨$) بالنسبة لبيتا - HCH إلى أن لديه القدرة على التراكم الأحيائي ولا سيما إذا كان مقترناً بثباته الذي تم التذليل عليه في أنسجة الحيوان (ووكر وغيره، ١٩٩٩). وكان معامل التركيز الأحيائي BCF طبقاً للمبادئ التوجيهية الإختبارية لدى منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD) و $E = ٣٠٥$ في الأسماك المخططة يساوي ٤٦٠، وكان ذلك أعلى عامل تركيز أصلي (الجسم كاملاً) مقارنة بالقيم المحددة لألفا - (١٠٠) وغاما - HCH (٢٨٠) (بوت وآخرون، ١٩٩١). وكان ذلك هو أعلى عامل تركيز أحيائي مُبلغ عنه طبقاً لقاعدة بيانات السمية الإيكولوجية ECOTOX.

وتشير العديد من الدراسات أن النسب النسبية لأيسومرات HCH تتفاوت تفاوتاً شديداً عبر الأنواع في شبكة الأغذية البحرية في المنطقة القطبية الشمالية (USEPA، ٢٠٠٦). وقد ازدادت تركيزات بيتا - HCH مع ازدياد مستوى التغذية عند مستويات التغذية العليا (الثدييات البحرية) (USEPA، ٢٠٠٦، هوكسترا وغيره، ٢٠٠٣). فبينما يفترض أن مستويات التلوث بالأورغانوكلور (OC) لدى الثدييات تأثرت بصورة رئيسية من حيث قدرتها على التحول الأحيائي أو إخراج الأورغانوكلور من أجسامها، فإن ارتفاع مستويات بيتا - HCH لدى مختلف أنواع الثدييات هو مؤشر آخر على الطبيعة الشموسية لهذه المادة وبطء التخلص منها. وقد دلت (هوب وآخرون، ٢٠٠٢) على أن بيتا HCH تتزايد إحيائياً بأسلوب مختلف لدى الحيوانات ذات الحرارة المتغيرة والحيوانات ذات الحرارة المتماثلة. وقد ازدادت أكثر بين متماثلات الحرارة (الطيور والثدييات) مع ازدياد المستوى التغذوي. وقد أبلغ فيسك وغيره (٢٠٠١) عن أعلى عامل تزايد أحيائي (BMF) لدى الطيور بالمقارنة مع مستويات التغذية الأخرى، غير أن المهجرة وبنود الافتراض يعتبران أنهما هي الأخرى تؤثر في تفاوت عامل التزايد الأحيائي. وتتمشى هذه البيانات مع النتائج التي توصل إليها مويسي وغيره (٢٠٠١) وبصفة عامة، تدل الدراسات التي أجريت على شبكات الغذاء البحري في القطب الشمالي على أن عوامل التزايد الأحيائي لدى جميع الأنواع التي تم فحصها تقريباً، والتي تم الحصول عليها، وكذلك عوامل التزايد في شبكة الأغذية التي تمثل المعدل المتوسط للزيادة في مستوى التغذية في الشبكة الغذائية تزيد على ١. وقد أبلغ إي جي فيك وآخرون (٢٠٠١) مثلاً عن عامل تزايد في شبكة الأغذية قدره ٢،٧ وهو عامل يضاها ثنائيات الفينيل متعددة الكلور PCBS. وقد توصل HOEKSTRA وغيره إلى ٩،٢ كحساب عامل لتزايد في شبكة الأغذية (٢٠٠٣) بالنسبة لشبكة الأغذية البحرية في بحر بيغورث - تشوكش. ومع ذلك، ففي المسطحات المائية الموجودة في شبكة منطقة القطب الشمالي، البحر الأبيض، جاءت قيم بيتا - HCH أقل مقارنة بالدراسات الأخرى لشبكة الأغذية. وقد أُلحِح إلى أن الاختلافات في عادات التغذية مسؤولة عن هذا الانخفاض موير وآخرون (٢٠٠٣).

ويمكن في سلسلة الغذاء الأرضية أن تتزايد بيتا - HCH. والبيانات التي يتم الحصول عليها من فحص أُجري في جنوب الهند تدل على أن أيسومرات HCH كانت هي أشكال الأورغانوكلور السائدة في الحيوانات. وقيست تركيزات مرتفعة في الحلزونات وبالتالي في مفترساتها (مثل طائر البلشون الأبيض الصغير egret) ودلت على وجود تلك المادة بما يزيد على ١ (سينثيكومار وغيره، ٢٠٠١). ووجد وانغ أيضاً (٢٠٠٦) إن مادة بيتا - HCH كمركب رئيسي في الرخويات (المعلومات التي قدمها IPEN وفقاً للمرفق هاء، ٢٠٠٧).

والسمك والثدييات البحرية والبرية وكذلك الطيور هي مصادر الغذاء الرئيسية للعديد من المجموعات السكانية، ومن ثم فإن التعرض عن طريق النظام الغذائي يرجح أن يحدث بأكثر بكثير مما لدى معظم السكان في العالم المتقدم. أما مستويات بيتا - HCH في لبن الثدي لدى نساء الشعوب الأصلية في شبه

جزيرة شوكوتا، روسيا (شوكوتسكي رايون، فيبلغ متوسط القيمة ٣٧٠ نانوغرام/غرام في الدهون). وكذلك فإن التركيزات في العينات التي أخذت من دم الولادة ١٩٩٤ و ١٩٩٧ فكانت هي الأعلى لدى الأمهات الروسيات (ويبلغ تركيز المصل لدى السكان غير الأصليين في القطب الشمالي ٢٢٣ ميكروغرام/غرام في الدهون). ولكن وجدت المستويات العليا كذلك في أيسلندا (٢٣ ميكروغرام/كغ) وفي منطقة القطب الشمالي الهندي (AMAP، ٢٠٠٣). وظهرت لدى النساء المحليات في ألاسكا مستويات مرتفعة من البلازما (٢٥ ميكروغرام/كغ). (روين وآخرون، ٢٠٠١ في المرفق هاء من المعلومات التي قدمها IPEN وفقاً للمرفق هاء في عام ٢٠٠٧، ولم ترد معلومات تشير إلى الأساس الذي تم التعبير عن هذه التركيزات بناء عليه).

٢-٢-٣ الانتقال البيئي طويل المدى

أُكتشف العديد من الدراسات وبيانات الرصد وجود بيتا - HCH بصورة منتظمة في بيئة القطب الشمالي وكذلك في الحيوانات (مثل AMAP ٢٠٠٤، AMAP ٢٠٠٣) وذلك لأن HCH التقني لم يسبق استعماله قط على نطاق واسع في تلك المنطقة النائية، وهذا دليل على انتقاله طويل المدى (UNEP/POPS/POPRC.2/117/Add.4).

واستناداً إلى بيانات الرصد لهواء منطقة القطب الشمالي، يبدو أن بيتا - HCH أقل عرضة للتركيز في الغلاف الجوي في المناطق العليا من القطب الشمالي. ويمكن تفسير ذلك بالاختلافات التي تعترى ثابت قانون هنري، ومعامل تفريق الهواء/الأوكتانول الذي يزيد من شدة التجاذب إلى المادة العضوية (لي وآخرون، ٢٠٠٢). وهكذا فإن عملية التنظيف بفعل المطر تكون أكثر كفاءة في حالة بيتا - HCH من ألفا HCH، وبالإضافة إلى ذلك يكون تواتر التساقط أعلى بكثير في شمال المحيط الهادي مقارنة بمنطقة القطب الشمالي. وهذا يوحي بأن بيتا - HCH تدخل القطب الشمالي ربما بآليات من بينها الترسيب الرطب، أو التفريق في المياه السطحية لشمال المحيط الهادي، ثم تدخل القطب الشمالي بعد ذلك في تيارات المحيط التي تمر عبر مضيق بيرينغ Bering Strait (لي وآخرون، ٢٠٠٣). وبحرا بيرينغ وشوكشي هما أكثر موضعين معرضين لتركيزات بيتا - HCH (لي وآخرون، ٢٠٠٢). إن تركيزات بيتا - HCH حول مضيق بيرينغ في التسعينات بلغت نحو ١,٢ نانوغرام/ل (لي وماكدونالد، ٢٠٠٥). وهكذا فإن "التكثيف البارد" حدث أيضاً لبيتا - HCH، وإن كان ذلك بصفة رئيسية في المحيط الهادي والجزء الأعلى من بحر بيرينغ في المحيط الشمالي القطبي في وقت لاحق مقارنة بألفا - HCH وتفاوتت في توزيعها المكاني (لي وآخرون، ٢٠٠٢). إن هذا التوزيع المكاني والزمني يُظهر أيضاً في مستويات البقايا في التدييات البحرية والأرضية وكذلك في السكان المحليين (لي وماكدونالد، ٢٠٠٥).

وقياس البيتتا - HCH في الجبال العليا في جمهورية التشيك هو برهان آخر على قدرتها على الانتقال بعيد المدى (قدمت جمهورية التشيك هذه المعلومات وفقاً للمرفق هاء في عام ٢٠٠٧).

وتشير حسابات النمذجة لدى منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي بأدوات فرز انتقال الملوثات بعيد المدى LRTP إلى أن بيتا - HCH لها صفات ثبات وانتقال بعيد المدى مماثل للملوثات العضوية الثابتة التي تم تحديدها مثل ثنائي الفينيل متعدد الكلور والأورغانوكلور (ويغمان وآخرون، ٢٠٠٧). والخصائص النمذجية لمفعول المواد الكيماوية تشمل معاملات التفريق في الهواء- الماء وفي الأوكتانول - ماء وكذلك فترات التنصيف في الهواء، والماء، والتربة وثابت قانون هنري (وهي تستند إلى الأرقام الواردة في الوثيقة (UNEP/POPS/POPRC.2/INF/8)). ويبحث هذا النموذج جميع الأقسام البيئية، ولا تشير نتائج هذا النموذج إلى مستويات مطلقة في البيئة ولكنها تساعد على مقارنة ملوثات عضوية ثابتة محتملة مع ملوثات عضوية ثابتة محددة. (المواد الكيماوية المرجعية: متجانسات ثنائي الفينيل متعدد الكلور ٢٨، ١٠١، ١٨٠، سداسي كلور البترين، ورابع كلوريد الكربون وألفا - HCH) تبعاً لثباتها في البيئة وقدرتها على الانتقال بعيد المدى. وقد قام تحليل مونت كارلو لعدم التيقن بالكشف عن جوانب عدم التيقن بشأن الخصائص الكيماوية.

٢-٣ العرض

ينتج التعرض المباشر لبيتا - HCH من الإنتاج (بما في ذلك تصنيع اللدنين) ومن استخدام HCH التقني. ونظراً لثبات هذه المادة، يكون من المتوقع حدوث التعرض الشديد في المناطق الملوثة بسبب الاستخدام الموسع، والإنتاج السابق، ومواقع التخلص والمخزونات. وعلى الرغم من التوقف الفعلي عن استخدام HCH التقني في أنحاء العالم فإن بيانات الرصد المنبئية على نسبة ألفا - غاما أيسومر لا تزال تشير إلى احتمالات إطلاقات من الـ HCH التقني في مناطق معينة (زانغ وآخرون، ٢٠٠٣، قيان وآخرون، ٢٠٠٦، وجوليدوف وآخرون، ٢٠٠٠).

وينتج تعرض الجمهور العام في معظم الحالات عن أكل النباتات والحيوانات والمنتجات الحيوانية الملوثة. وثمة مصادر أخرى للتعرض مثل استنشاق الهواء المحيط، واستهلاك مياه الشرب وإن كان ذلك بدرجة أقل. إن المتحصل من الملوثات عن طريق الهواء داخل الدور قد يكون كبيراً للناس الذين يعيشون في منازل معالجة لأغراض مكافحة الآفات. وقد يكون الرُصع معرضين أثناء تكون الجنين والرضاعة من الثدي.

٢-٣-١ بيانات الرصد البيئي من المناطق المحلية

لقد انخفضت المستويات المحلية بصفة عامة عقب تطبيق القيود والحظر على استخدام HCH التقني (IPCS, 1992) ومع ذلك، تدل بيانات الرصد على توزيعها الشامل والعام في جميع الوسائط البيئية، فمثلاً تم اكتشاف بيتا سداسي الكلور حلقي الهكسان HCH - beta (حتى ١٥ ميكروغرام/كغ كمادة جافة). وذلك باستخدام الرصد السلبي في الأشنات في العديد من المواضع (مثل المدن، والصناعة، والريف) في سويسرا (المعلومات التي قدمتها سويسرا وفقاً للمرفق هاء، ٢٠٠٧). كذلك كشف برنامج رصد أجري مؤخراً في اليابان عن وجود بيتا - HCH في جميع العينات. أما القيم التي أبلغ عنها

فكانت داخل النطاق التالي: الماء ٠,٠٣١ - ٣,٤ نغ/غ، الرسوبيات ٠,٠٠٤ - ٥٣ نغ/غ بالوزن الجاف، الأسماك الصدفية ٠,٢٢ - ١,٨ نغ/غ بالوزن غير الجاف، بقايا أسماك - ١,١ نغ/غ وزن غير جاف، الطيور ١,١ - ٤,٨ وزن غير جاف الموسم الدفئ والموسم البارد) ٠,٥٣ - ١١٠ نغ/م^٣، ٠,٣٢ - ٧٨ نغ/م^٣ (المعلومات التي قدمتها اليابان للمرفق هاء في ٢٠٠٧). وقد أبلغت جمهورية التشيك (معلومات المرفق هاء ٢٠٠٧) أنه فيما يتعلق بأيسومرات HCH، فإن أشد الأوضاع صعوبة هو في وسط وجنوب مورافيا حيث توجد جزيئات الرسوبيات بكميات عشرات نغ/غ وحتى بالمئات في بعض الحالات من نغ/غ (لم تقدم أي معلومات يعبر على أساسها عن ذلك).

ومع ذلك، فإن أنواع التربة شديدة التلوث قد وجدت على مقربة من المصادر. وعثر على تركيزات من HCH مقدارها ٤٠ - ٢٢٥ مغ/كغ في الطبقة العليا للتربة حول مصنع كيماويات في ألبانيا. وأبلغ عن مستويات متوسطة قدرها ٠,٠٢ مغ/كغ لأنواع التربة من دلنا نهر بيرل في الصين على حين أن التربة الروسية القريبة من نهر لينا اشتملت على مستويات تلوث قدرها ٠,٠٠١ - ٠,٠١٧ مغ/كغ من الـ HCH (اليونيب ٢٠٠٣).

ومقارنة بأيسومرات HCH الأخرى، فإن تركيزات بيتا - HCH في الهواء تكون منخفضة. واكتشفت تركيزات أعلى منها في الجبال الأكثر ارتفاعاً (منطقة جبل إيفرست) قدرها ١١,٢ نغ/م^٣ مقارنة بما يصل إلى ١ نغ/م^٣ في منطقة القطب الشمالي (لي وآخرون، ٢٠٠٦). وربما نتجت التغيرات الموسمية التي اعترت تركيزات HCH في اليابان (متوسط ٢٣ نغ/م^٣) في عام ٢٠٠٠ التي نتجت عن انبعاثات مستأنفة من مصدر بري (مورايا وما وآخرون، ٢٠٠٣). وبخلاف التركيزات الملاحظة لألفا - وغاما - HCH لوحظت تركيزات من بيتا - HCH في الهواء في معظم المواقع بالقرب من البحيرات الكبرى في أمريكا الشمالية فإن تركيزات بيتا - HCH لم تظهر أي اتجاهات ذات بال فيما بين ١٩٩٠ و ٢٠٠٣. وقد لوحظ أعلى تركيز لها في شيكاغو حيث بلغ الحد الأقصى ٧٣ نغ/م^٣ (المتوسط ١٢ نغ/م^٣)، ١٩٩٩-٢٠٠٣، المرحلة الغازية، صن وآخرون، ٢٠٠٦). وفيما يتعلق بوجود البيتتا - HCH في عينات التساقط من نفس المنطقة (التركيز المتوسط ٠,١٦-٠,٦٤ نغ/غ) فقد لوحظت خلال العقد الأخير في محطات البحيرات الكبرى الثلاث زيادة كبيرة في تركيزات بيتا - HCH (صن وآخرون، ٢٠٠٦ ب).

وتفاوتت المستويات في الحيوانات تبعاً للموقع (الاستخدام الأخير و/أو التلوث المرتفع) وفي الأنواع. فمثلاً وصلت تركيزات أيسومرات الـ HCH (وبخاصة بيتا - أيسومر) في أحد أنواع الأسماك هو (جافا تيلابيا) من الهند إلى ٢٠٠٠ نغ/غ بالوزن غير الجاف (سنتيكومار وآخرون، ٢٠٠١). وأظهرت عينات الأسماك التي جمعت من نهر النيل بالقرب من مدينة القاهرة في عام ١٩٩٣ تركيز لمادة بيتا - HCH قدرها ١,٥ نغ/غ بالوزن غير الجاف (اليونيب، ٢٠٠٣). وألفا - HCH هي في معظم الحالات الأيسومر الأكثر انتشاراً في الأسماك (ويليت وآخرون، ١٩٩٩).

توصلت دراسة لعينات عالمية لبيض الدجاج من كافة أماكن التربية أن ٣٠ عينة من البيض مأخوذة من ١٧ موقعاً جغرافياً مختلفاً، بما بيتا - HCH في جميع العينات. وكانت مستويات هذه المادة مرتفعة بدرجة خاصة في العينات المأخوذة من السنغال والهند (بليك، ٢٠٠٥).^(٣)

ويمكن للطيور والخفافيش أن تُراكم تركيزات أعلى من بيتا - HCH وذلك طبقاً للمعلومات التي قدمت إلى المرفق هاء من النرويج (٢٠٠٧) بستنيز وآخرون (٢٠٠٦) الذي خلص إلى أن مستويات بيتا - HCH في الدم والبيض كانت أعلى الأنواع الفرعية المعرضة للخطر من النوارس سوداء ريش الظهر في النرويج. ومن بين التفاسير ما يعزى ذلك إلى طريق الهجرة عبر البحر الأسود حيث مستويات HCH مرتفعة بصورة كبيرة.

وفي دراسة على الطيور القاطنة والمهاجرة جمعت من جنوب الهند، تفاوت نمط التلوث بالأورغانوكلور تبعاً لسلوك الهجرة. فالطيور القاطنة في نفس المنطقة طيلة حياتها اشتملت على تركيزات أكبر نسبياً من أيسومرات HCH (١٤ - ٨٠٠٠ نغ/غ بالوزن غير الجاف). أما الطيور التي تقطع مسافة طويلة وهي مهاجرة والتي توجد أماكن تكاثرها في أوروبا، وروسيا والشرق الأوسط، وباراغواي غينيا الجديدة، وأستراليا فقد اشتملت على مستويات من الأيسومرات HCH تراوحت بين ١٩-٥٥٠٠ نغ/كغ. وأنه من بين مختلف أيسومرات HCH، كانت البيتا - HCH هي الملوثة الغالبة في جميع أنواع الطيور (اليونيب، ٢٠٠٣). وقد أبلغ عن مستويات مشابهة في فحص أجري مؤخراً (سينثيل كوما وآخرون، ٢٠٠١) واشتمل ذلك الفحص على تحديد تركيزات أيسومرات HCH (وبصفة رئيسية بيتا - أيسومر الذي وصل إلى ٣٣٠ نغ/كغ بالوزن غير الجاف) في الخفافيش الهندية والتي كانت أعلى في ١٩٩٨ عنها في ١٩٩٥ وكانت الأعلى مقارنة بأجزاء أخرى من العالم.

والمصدر المحلي لبيتا - HCH هو استعمال HCH التقني في الشمال الروسي ضد الحشرات المزعجة على غزلان الرنة المستأنسة من جانب السكان الأصليين (لي وآخرون، ٢٠٠٤). ومع ذلك لا توجد تقديرات كمية لمستوى التعرض هذا.

٢-٣-٢ التعرض نتيجة للانتقال البيئي بعيد المدى

ويفترض أن مسار الانتقال الرئيسي لبيتا - HCH إلى منطقة القطب الشمالي هو التيارات البحرية (لي وآخرون، ٢٠٠٢). ومقارنة بمستويات ألفا - HCH في مياه البحر، وجد أن مستويات بيتا - HCH أكثر انخفاضاً - لأسباب من بينها انخفاض الانبعاثات والتوزيعات المكانية والزمانية المختلفة. فمثلاً وصلت بيتا - سداسي الكلور حلقي الهكسان beta - HCH إلى ذروتها (نحو ٠,٣ نغ/ل) في المحيط المتجمد الشمالي بأمريكا الشمالية في ١٩٩٤، أي نحو ١٠ سنوات بعد بلوغ ألفا - HCH ذروتها. كما أن وجود تركيزات في مياه القطاع الأعلى من شمال المحيط الهادي وبحر بيرينغ (نحو ١,٣ نغ/ل)

(٣) Blake A. الجليل القادم من الملوثات العضوية الثابتة: أشكال الإيثير ثنائي الفينيل متعدد البروم PBDEs والليندان. الفريق العامل التابع لشبكة القضاء على الملوثات العضوية الثابتة (IPEN) <http://www.oztoxics.org/ipepweb/egg/New%20POPs.html> (pp:11).

١٩٨٨ - ١٩٩٩) قد تسبب في ارتفاع التركيزات في بحر تشوكشي وفي انخفاضها بعد ذلك نحو المحيط الداخلي القطبي (لي وماكدونالد، ٢٠٠٥). وقد أظهرت البيانات بشأن بيتا - HCH التي أخذت من المياه السطحية للأرخبيل الكندي في ١٩٩٩ تركيزات مقدارها ٠,١ نغ/ل (بيد يلمان وآخرون، ٢٠٠٧).

وينعكس هذا التوزيع الخاص في مستويات الحيوانات. فقد وجد هوكستر وآخرون (٢٠٠٢) أن الحيتان قوسية الرأس (البوهيد) يحدث لها انعكاس في نسب ألفا/بيتا - HCH الموجودة في شحومها أثناء هجرتها بين بيرينغ وبحر بيوفورت Beaufort see كما وجد احتمال وجود بقايا مرتفعة من أيسومرات HCH في الثدييات البحرية في الأرخبيل الكندي بسبب التركيزات العالية من أيسومرات HCH في المياه لأن أيسومرات HCH هي مركبات الأورغانوكلور الأكثر وفرة في المحيط المتجمد الشمالي (خطة العمل الإقليمية لأمريكا الشمالية NARAP، ٢٠٠٦).

ولا توجد بيتا - HCH بوفرة في بيئة القطب الشمالي اللاهوائية، ومن ثم لم تخضع للدراسة لا هي ولا الأيسومرات الأخرى، ويرجع ذلك لأسباب منها تركيزاتها المنخفضة وكانت المستويات المقاسة في هواء القطب الشمالي (مثلاً أقل من ١ نغ/م^٣ من ستة مواقع محيطة بالقطب الشمالي في الفترة ٢٠٠٠-٢٠٠٣، سو وآخرون (٢٠٠٦) وفي النظم الإيكولوجية للمياه العذبة كان منخفضة (برنامج الرصد والتقييم لمنطقة القطب الشمالي AMAP، ٢٠٠٤).

المستويات الموجودة في البيئة البرية للقطب الشمالي (بما في ذلك الحيوانات اللاحمة) أكثر انخفاضاً مما هي في القسم البحري ومفترساته. ومع ذلك، فقد اكتشفت بيتا - HCH في دهون ذكور الثعالب القطبية الشمالية (نحو ٨١٠ نغ/غ بوزن الجسم غير الجاف) في الاسكا (AMAP، ٢٠٠٤) واكتشفت أعلى مستويات HCH في الدببة القطبية في مجموعات الدببة ببحر بيوفورت (نحو ٧٧٠ نغ/غ بوزن الجسم غير الجاف في الدهون). واستأثرت بيتا - HCH بـ ٩٣٪ من بقايا HCH.

واستقلاب بيتا - HCH محدود للغاية في الطيور البحرية بالقطب الشمالي، ومن ثم فإن بيتا - HCH تُكتشف بسهولة أكثر مما تكتشف ألفا - وغاما - HCH. غير أن التركيزات تتفاوت بصورة ملحوظة فيما بين الأنواع تبعاً للوضع التغذوي والهجرة. وقد لوحظت مستويات أكثر ارتفاعاً من بيتا - HCH في المنطقة القطبية لأمريكا الشمالية على مقربة أكثر من آسيا حيث استخدمت مؤخراً هناك مادة HCH. وكانت مستوياتها تقل عن ١ نغ/غ في أنسجة الطيور و ٣٠ نغ/غ بالوزن غير الجاف في البيض (AMAP، ٢٠٠٤).

وفيما يتعلق بالاتجاهات الزمانية، فقد ظهر أن مستويات بيتا - HCH في الطيور البحرية، والفقعات الحلقية والدببة القطبية قد ارتفعت، بينما لم تظهر فروق على البلوغاس من ١٩٨٢ إلى ١٩٩٧ (AMAP، ٢٠٠٤).

٢-٣-٣ الغذاء

أشارت التقارير إلى أن المتحصل اليومي من قيم بيتا HCH لعامة السكان في وجبات اليافعين في الفترة من ١٩٨٦-١٩٩١ في الولايات المتحدة الأمريكية قد قل عن ٠,٠٠١ ميكروغرام/كغ/يومياً. وكان متوسط تركيز بيتا - HCH في ٢٣٤ غذاءً من الأغذية الجاهزة للأكل هو ٠,٠٠٢٧/ميكروغرام/كغ (ولم تتوافر معلومات حول أساس حساب هذه التركيزات، الوكالة المعنية بسجلات المواد السمية والأمراض (ATSDR، ٢٠٠٥). وفي الدراسة الكلية على نظام التغذية التي أجرتها FDA في ٢٠٠٣ على ١٠٠ بند غذائي، اكتشفت بيتا - HCH في ١٢ بنداً منها (مقدمة إلى معلومات المرفق هاء من جانب الشبكة الدولية للقضاء على الملوثات العضوية الثابتة IPEN، ٢٠٠٧). وفي الولايات المتحدة الأمريكية كان متوسط المتحصل اليومي من بيتا - HCH أقل من ٠,١-٠,٤ نغ/كغ من وزن الجسم تبعاً للفئة العمرية) أثناء السنوات ١٩٨٢-١٩٨٤، وكان يقل عامة عن ٠,١ نغ/كغ بوزن الجسم أثناء السنوات من ١٩٨٦ - ١٩٩١ (الوكالة المعنية بسجلات المواد السمية والأمراض، ٢٠٠٥). وفي دراسة إجمالية على النظام الغذائي وردت من كندا (١٩٩٣ - ١٩٩٦)، تم الإبلاغ عن متوسط متحصل يومي في الغذاء قدره ٠,٣٩ نغ/كغ بوزن الجسم - بيتا - HCH (EFSA، ٢٠٠٥) وفي المنتجات الغذائية المحتوية على دهون، وصلت هذه المستويات إلى ٠,٠٣ مغ/كغ (دهن) ولكن اكتشفت مستويات في منتجات الألبان وصلت إلى ٤ مغ/كغ (منظمة الصحة العالمية، ٢٠٠٣). أما هذه المستويات في الأغذية في الولايات المتحدة الأمريكية وكندا فأخذت في التناقص. ودراسات المتحصل النموذجي من الأغذية هي دراسات شحيحة. فقد أجريت دراسة في جمهورية التشيك. وانخفضت قيم المتحصل المتوسطة بالنسبة لبيتا - HCH من ٨,٤ نغ/كغ وزن الجسم في ١٩٩٤ إلى ٢,١ نغ/كغ بوزن الجسم في ٢٠٠٢ (EFSA، ٢٠٠٥) وأظهرت دراسة تغذية من أسبانيا متحصلات مرتفعة يومية قدرها ٠,١ مغ بيتا HCH (يوريتا وآخرون ١٩٧٦). واشتملت عينة محلية من السمك والقواقع من الهند على ٠,٠٠١ و ٠,٠٢ مغ بيتا - HCH/كغ بالوزن غير الجاف على التوالي (نير وبيلاي، ١٩٩٢).

ونظراً للتجارة العالمية في المواد العلفية، فإن مكونات العلف والمنتجات الغذائية من المناطق التي لا زالت تستخدم فيها أيسومرات HCH أو استخدمت فيها حتى وقت قريب، والتي يفترض أن تكون أكثر تلوثاً، يمكن أن تستوردها البلدان التي تم التخلص التدريجي فيها من HCH التقني.

وتوجد وثائق عن وجود مستويات عالية من بيتا - HCH لمنطقة القطب الشمالي (AMAP، ٢٠٠٤) وقد تم تحليل أغذية الكفاف الموجودة لدى مجموعات ألاسكا المحلية من السنوات ١٩٩٠-٢٠٠١ للكشف عن مجموع HCH لأجل تقدير المتحصلات من الأغذية من جانب السكان الأصليين. وقد وجدت أعلى التركيزات في الثدييات البحرية، الحيتان (٣٩١ نغ/غ). والفقمات (٢١٥ نغ/غ). وقد تم توثيق تركيزات عالية للفظّ (Walrus) (٢٠ نغ/غ) والسمك الأبيض (٢٠ نغ/غ) والسلمون (٢٦ نغ/غ). واشتمل التوت البري على ١٠ نغ/غ والبط على ٧ نغ/غ (وكالة حماية البيئة الأمريكية (USEPA، ٢٠٠٦).

٢-٣-٤ التركيزات في الجسم

٢-٣-٤-١ السكان بصفة عامة

إن بيتا - HCH هي أكثر أيسومرات HCH انتشاراً في الأنسجة الدهنية. ونصف عمر البيتا - HCH عقب التعرض لها بالاستنشاق في الجسم هو ٧,٢ - ٧,٦ سنوات (ATSDR، ٢٠٠٥). وقد دلت دراسات الرصد الأحيائي للإنسان في الولايات المتحدة الأمريكية على أن المستويات المتوسطة لبيتا - HCH في عينات الأنسجة الدهنية انخفضت مع الوقت (٠,٤٥ جزء في المليون في ١٩٧٠ إلى ٠,١٦ جزء في المليون منذ ١٩٨١) (ATSDR، ٢٠٠٥).

وكشفت مقارنة بين أقسام الجسم عن مستويات متوسطة قدرها ٠,١٣ نغ/غ في الدم ككل و١٨ نغ/غ في الأنسجة الدهنية (ATSDR، ٢٠٠٥). وطبقاً لنتائج التقارير الوطنية عن التعرض للمواد الكيماوية البيئية، فإن تركيزات مصبل بيتا - HCH لدى السكان في الولايات المتحدة الأمريكية آخذة في التناقص منذ ١٩٧٠. وبالنسبة لجميع الفئات العمرية التي أجري عليها الاختبار (١٢ سنة فأكثر)، انخفضت نسبة الـ ٩٥ في المائة من تركيزات مصبل بيتا - HCH على أساس الدهن - الوزن من ٦٨,٩ خلال السنوات ١٩٩٩-٢٠٠٠ إلى ٤٣,٣ نغ/غ في السنوات ٢٠٠١-٢٠٠٢. أما مستويات التركيز (٢٠٠٢/٢٠٠١) في الإناث فكانت أعلى (٥٤,٥ نغ/غ) عن الذكور (٢٩,٢ نغ/غ). ووجدت أعلى مستويات التركيز في الأمريكيين المكسيكيين (٨٤,٤ نغ/غ). ووجدت مستويات منخفضة متقاربة من ذلك في الفئة العمرية ١٢-١٩ سنة (٨,٤٤ نغ/غ) (CDC، ٢٠٠٥) ولوحظت زيادات مرتبطة بالعمر في مستويات بيتا - HCH في العديد من الدراسات، ووثقت بواسطة اللجنة الألمانية للرصد البيولوجي (إيوارز وآخرون، ١٩٩٩).

وبالمثل، اكتشفت تركيزات مرتفعة في عينات من مصبل دم الإنسان من رومانيا. واكتشفت بيتا - HCH في جميع العينات (n=142) مع وجود تركيز متوسط قدره ٩٢٣ نغ/غ في الدهون (يتراوح بين ٣٨-١١٦٩٠ نغ/غ) (ديرتو وآخرون، ٢٠٠٦). وجاء في التقارير وجود تركيزات في الهند نتيجة للاستخدام الزراعي وأنشطة مكافحة الملائريا. وقد اشتملت عينات مصبل الدم من الهند على ما يصل إلى ٠,٠٢ مغ من بيتا - HCH / ١، بينما اشتملت الأنسجة الدهنية على قدر يصل ٠,١٨ مغ/كغ (نير وبيلاي، ١٩٩٢).

٢-٣-٤-٢ السكان الأصليون

بلغت تركيزات بيتا - HCH في عينات مصبل الدم من مختلف المناطق والمجموعات العرقية من الأمهات الأصليات في منطقة القطب الشمالي ٠,٠٤ - ٠,١١ ميكروغرام/١ (كندا)، ٠,٠٧ - ٠,٥٦ ميكروغرام/١ (غرينلاند)، ٠,١٢ - ٠,٥٣ ميكروغرام/١ (الاسكا)، ٠,٣١ - ٣,١ ميكروغرام/١ المنطقة الروسية بالقطب الشمالي (أقصى مستوى: ١١,٦ ميكروغرام/١)، ٠,١٦ - ٠,٢١ ميكروغرام/١ (آيسلندا)، ٠,٠٥ - ٠,٠٩ ميكروغرام/١ (النرويج، فنلندا والسويد)، ٠,١١ ميكروغرام/١ من جزر فارو (AMAP، ٢٠٠٤)، والقيم مقدمة كمتوسطات هندسية، باستثناء ألاسكا

التي أعطيت متوسطاً حسابياً). وقد وردت تقارير بشأن أعلى التركيزات في عينات الدم لدى السكان الأصليين في المنطقة الروسية القطبية.

أما الفحوصات المقارنة لدم الولادة ودم المشيمة من الأمهات الأصليّات للكشف عن بيتا - HCH في المنطقة القطبية الروسية فقد اعتمدت بدرجة كبيرة على المنطقة السكنية. ووجد أن الأمهات ذوات أعلى درجة من التعرض (في منطقة شوكوتسكي) بلغت تركيزات هذه المادة في دَمِهِن (ميكروغرام/١ مصل، متوسط هندسي ونطاق) قدره ٢,٠ (٦,٠-٧,٦) ميكروغرام/١ بينما احتوى دم المشيمة على ٠,٨ (لاشيء - ٨,٠) ميكروغرام/١ (AMAP، ٢٠٠٤:٢). ويمكن أن يعزى التفاوت في تركيز هذه المادة في جسم السكان الأصليين إلى المصادر المحلية إلى جانب الأشكال المتنوعة من استهلاك الأغذية البحرية المحلية (AMAP، ٢٠٠٤:٢).

٢-٣-٥ تعرض الأطفال

يكون الأطفال في مراحل نمو محددة أكثر تعرضاً للمواد الكيماوية من اليافعين. وليس من المعروف إذا كان الأطفال أكثر حساسية من اليافعين للتأثيرات الصحية التي تنجم عن التعرض لبيتا - HCH. إن انتقال HCH عن طريق المشيمة لدى الإنسان موثق توثيقاً جيداً (ATDSR، ٢٠٠٥؛ فالكون وآخرون، ٢٠٠٤؛ شين وآخرون، ٢٠٠٦). وبيتا - HCH مُحببة للدهون وتتراكم في الأنسجة الدهنية وفي لبن الأثداء. وهذا مصدر آخر مُهم للتعرض بالنسبة للأطفال (USEPA، ٢٠٠٠). قد أدرجت دراسات عديدة تتعلق ببيتا - HCH في لبن الأثداء في الجدول ٢-١. ويمكن التذليل على أنه عند تطبيق القيود، تأخذ التركيزات في الانخفاض.

ويمكن استخلاص نتيجة مفادها أن تركيزات بيتا - HCH في لبن الثدي ترتبط بدرجة كبيرة بالتعرض. فبينما تكون التركيزات في بعض المناطق منخفضة جداً، أي ١٣ نغ/غ في بولندا، فإنها تكون مرتفعة جداً في مناطق أخرى مثل روسيا، وأوكرانيا، ورومانيا (تصل إلى أكثر من ٨٠٠ نغ/غ). ويمكن أن نتوقع بصفة عامة أن تكون التركيزات في أوروبا الشرقية والبلدان النامية لا تزال شديدة الارتفاع. وقد أبلغ عن تركيزات مرتفعة، بصفة خاصة، في الهند والصين (وونغ وآخرون، ٢٠٠٢). وأبلغ عن مستويات بالغة الارتفاع في أجساد جامعي القطن في باكستان (اليونيب، ٢٠٠٣).

ونتيجة للتراكم الأحيائي في شبكة الأغذية بالمنطقة القطبية الشمالية، فقد وجدت تركيزات عالية في لبن أثداء الأمهات الأصليّات في أقاليم القطب الشمالي.

الجدول ٢ - ١ تركيزات بيتا - HCH في لبن الثدي

السنة	مراجع	تعليقات	المستويات (على أساس وزن الدهن)	البلد/المنطقة
١٩٨٤	فيرست وآخرون في EFSA ٢٠٠٥	بداية برنامج الرصد ١٩٨٤	٠,١٢ مغ/كغ	ألمانيا
٢٠٠١	فيرست وآخرون في EFSA ٢٠٠٥	رصد متواصل منذ ١٩٨٤	٠,٠٢ مغ/كغ	ألمانيا
١٩٩١	هيرنانديز وآخرون في وونغ ٢٠٠٢	عينة ٥١	٠,٢٤ ميكروغرام/غرام	أسبانيا
١٩٩٢	ميس ومالكولم ATDSR، ٢٠٠٥	تركيز أقل: السكان بالقرب من البحيرات الكبرى	٠,٦ - ٠,٨ نغ/غ	كندا
١٩٩٢	نيوسوم وريان في وونغ، ٢٠٠٢	عينة ٤٩٧	٠,٠٢ ميكروغرام/غرام	كندا
١٩٩٢	باومغارتن وآخرون، في وونغ ٢٠٠٢	عينة ٤٠	٠,٢٧ ميكروغرام/غرام	البرازيل
١٩٩٣	بولدر وآخرون في ديرتو، ٢٠٠٦	عينة ١٥	٨٥٣ نغ/غ	مورمانسك روسيا
١٩٩٣	بولدر وآخرون في ديرتو، ٢٠٠٦	عينة ١٥	٧٤٠ نغ/غ	نونشيفغروسك روسيا
١٩٩٤-١٩٩٣	غلادين وآخرون في ديرتو، ٢٠٠٦	عينة ٢٠٠	٧٣١ نغ/غ	أوكرانيا
١٩٩٤-١٩٩٣	سكولا وآخرون، في ديرتو، ٢٠٠٦	عينة ١٧	٧١ نغ/غ	الجمهورية التشيكية
١٩٩٤	هوبر وآخرون، في وونغ، ٢٠٠٢	عينة ٣٣ - ٧٦	٢,٢١ ميكروغرام/غرام	كازاخستان
١٩٩٥-١٩٩٤	كلوبوف وآخرون ١٩٨٠، ٢٠٠٠ في AMAP ٢٠٠٤	برنامج تقييم الرصد للقطب الشمالي	٤٠-١٤٢ ميكروغرام/كيلوغرام (وسائل هندسية)	روسيا السيبيرية
١٩٩٥-١٩٩٤	بولدر وآخرون في AMAP ٢٠٠٤	برنامج تقييم رصد للقطب الشمالي	٤٠١-١٢٠ ميكروغرام/كيلوغرام (متوسطات هندسية)	شمال روسيا
١٩٩٥	كينساي وآخرون في وونغ، ٢٠٠٢	عينة ٦٠	٠,٣٥ مغ/كغ	أستراليا
١٩٩٦	إيجوي وغيرهم في ATDSR ٢٠٠٥	-	٠,٢٥ - ٠,٠٠٥ مغ/كغ	أفريكا، أوغندا
١٩٩٧	بانرجي وآخرون في وونغ، ٢٠٠٢	دهلي، الفئة العمرية عينات ٦١، ٣٠-٢٠	٨,٨٣ مغ/كغ	الهند
١٩٩٧	دوا وآخرون في ATDSR، ٢٠٠٥	منطقة خاضعة لمكافحة الملاريا	٠,٠٧٨ - ٠,٠٢٢ مغ/كغ	الهند
١٩٩٨	ماسود وبارفين، ١٩٩٨ لدى برنامج الأمم المتحدة للبيئة، ٢٠٠٣	جامعو القطن	صفر - ٠,٩٠ مغ/كغ	باكستان
١٩٩٨	كينيامو وآخرون	سكان الحضر	٠,٠٨٣٠ - ٠,٠٢٦ مغ/كغ	نيروبي، كينيا
١٩٧٢	كونشي وآخرون ٢٠٠١	الاستخدام التقديري في اليابان ٤٠٠.٠٠٠ طن	٥,٤٣ ميكروغرام/غرام	اليابان، أوساكا
١٩٩٨	كونشي وآخرون، ٢٠٠١	حظر مركبات الاورغانوكلور في السبعينات	٠,٢١ ميكروغرام/غرام	اليابان، أوساكا

البلد/المنطقة	المستويات (على أساس وزن الدهن)	تعليقات	مراجع	السنة
رومانيا، أساي	٦٤٠ نغ/غ	١٩ عينة	كوفاتشي وآخرون، في ديرتو، ٢٠٠٦	٢٠٠٠
الجمهورية التشيكية	٥٦ نغ/غ	٤٣ عينة	كاجكا وهاجسلوفا في ديرتو، ٢٠٠٦	٢٠٠٠
الصين هونج كونج	١٥,٩٦ ميكروغرام/غرام	استخدام زراعي غير مراقب	وونغ وآخرون، ٢٠٠٢	١٩٨٥
الصين هونج كونج	٠,٩٥ ميكروغرام/غرام	١١٥ عينة	وونغ وآخرون، ٢٠٠٢	١٩٩٩
الصين غوانغزو	١,١١ ميكروغرام/غرام	٥٤ عينة	وونغ وآخرون، ٢٠٠٢	٢٠٠٠
تركيا	١٤٩ نغ/غ	٣٧ عينة	أردورال وآخرون، في ديرتو، ٢٠٠٦	٢٠٠٣
بولندا	١٣ نغ/غ	٢٢ عينة	جاراكرويسكا وآخرون، في ديرتو ٢٠٠٦	٢٠٠٤
السويد كوبنهاجن	١٢,٢٩/١٣,٦٤ نغ/غ	حالات/ضوابط دراسة عن اختفاء الخصيتين	دامغارد وآخرون	٢٠٠٦

٢-٣-٦ معلومات عن التوافر الأحيائي

ترتبط بيتا - HCH بصورة معتدلة بالمادة العضوية في البيئة. وقد تم توثيق امتصاص النباتات لهذه المادة، وبقاها في الكتلة النباتية الحية، وكذلك الأغذية والأعلاف (ويليت وآخرون، ١٩٩٨؛ ATSDR، ٢٠٠٥؛ EFSA، ٢٠٠٥). وعلى الرغم من أن بيتا -HCH لا يفترض فيها الحركة العالية في التربة، فقد حدثت حالات تلوث المياه الجوفية بها في الماضي (HSDB، ٢٠٠٦).

أما في الحيوانات، فتتراكم بيتا - HCH انتقائياً في أنسجة معينة (مثل الكبد، والعضلات، والشحم) ثم تضر بالعديد من الأعضاء (ويليت وآخرون، ١٩٩٨). ويمكن استنتاج أن بيتا - HCH متوفرة أحيائياً في البيئة وفي الحيوانات (biota).

٢ - ٤ تقييم المخاطر للنقاط الطرفية محل الاهتمام

٢-٤-١ صحة الإنسان

أُخذت معظم المعلومات المتعلقة بسمية بيتا - HCH من الدراسات التجريبية. ومع مقارنتها باللندين تكون البيانات عنها متوفرة ولا سيما فيما يتعلق بالبيانات البشرية، وذلك لأن التعرض المهني يحدث بالدرجة الأولى مع HCH التقني ومع اللندين.

وتتوافر دراسات عن السمية الحادة/وقصيرة الأجل عن طريق الفم، ودراسات السمية المزمنة ودون المزمنة عبر الفم مع وجود عدد محدود من الدراسات عن التأثيرات الخاصة بالتكاثر. ولا تُجرى دراسات عن سمية بيتا - HCH عن طريق الاستنشاق والاستعمال الجلدي. وهناك نقص في البيانات المتعلقة بالجرعة - والاستجابة عقب التعرض لهذه المادة عن طريق الفم في جميع الأنواع ذات الصلة. وبالنسبة لبيان المخاطر هذا فإن أهم النتائج المتعلقة بتقييم المخاطر قد تم استعراضها. وإجراء المزيد من الدراسات والتفاصيل ينبغي الرجوع إلى البيانات الأكثر شمولاً عن السمية (IPCS، ١٩٩٢؛ ATSDR، ٢٠٠٥؛ EPA، ٢٠٠٦).

السمية الحادة/السمية العصبية: ونطاق التركيز للتأثيرات السمية الحادة المميتة - طبقاً لـ IPCS (١٩٩٢) - ١٥٠ مغ/كغ إلى أكثر من ١٦ ٠٠٠ مغ/كغ لدى الفئران الصغيرة ٦٠٠ كغ/كغ إلى أكثر من ٨٠٠ مغ/كغ في الفئران الكبيرة. وتؤثر أعراض السمية الحادة بصورة رئيسية في الجهاز العصبي: التهيج، والتفوس في الجلوس، والفرو الخشن، وصعوبة التنفس، وفقدان الشهية، والتشنجات والتقلصات والعُقَال.

السمية شبه المزمنة: في دراسة مدتها ١٣ أسبوعاً أجريت على الفئران، تم بحث تأثيرات التعرض الفمي لبيتا - HCH في غذاء منظم بمقدار صفر، ٢، ١٠، ٥٠، ٢٥٠ مغ/كغ. وقد لوحظت تأثيرات كبدية لدى جميع مجموعات الجرعات. وفي أعلى جرعة تعرضت للاختبار (٢٥٠ مغ/كغ في النظام الغذائي) نفق نصف الحيوانات عقب حدوث الترتُّح والحمول المتزايد والإغماء. واشتملت التأثيرات الملاحظة على إعاقة النمو، وانخفاض عدد كريات الدم الحمراء والبيضاء وتزايد أنزيمات الكبد والتأثيرات الكبدية (ازدياد حجم العضو، وتضخم كيس الفصيصة المركزي للكبد). وتناقص وزن الغدة الصعترية (thymus، ٥٠-٢٥٠ مغ/كغ) كما لوحظ ضمور الخصيتين. أما الإناث فظهرت عليها أعراض ضمور البويضات مع اختلال تكون البويضات والتكثف النسيجي البؤري وكذلك التغيرات في تبدُّل الجِلْبَة لظهارة الغشاء المبطن للرحم التي فسرت كفعل استروجيني محتمل لبيتا - HCH (فان فيلسون ١٩٨٦). وتم تحديد مستوى تأثير ضار غير ملاحظ NOAEL يعادل (صفر - ١ مغ/كغ وزن الجسم/يومياً) (IPCS، ١٩٩٢؛ EFSA، ٢٠٠٥).

السُّمِّيَّة المزمنة: أجريت دراسة على المدى الطويل (٥٢ أسبوعاً) على الفئران الكبيرة التي وضع في غذائها جرعات من بيتا - HCH مقدارها صفر، ١٠، ١٠٠، ٨٠٠ مغ/كغ (أي ٥، ٥، ٥٠، ٤٠ مغ/كغ بوزن الجسم/يومياً) فأدى ذلك إلى تضخم الكبد وتغيرات في الأنسجة. وقد نفقت جميع هذه الحيوانات تقريباً. وكان أدنى مستوى تأثير - ملاحظ لها هو ١٠ مغ/كغ في وجبات الغذاء. (فيتزهو وآخرون، ١٩٥٠).

وقد أجريت دراسة على تكاثر الفئران الكبيرة طوال جيلين بتعريضها لوجبات غذائية تشتمل على ١٠ مغ/كغ إلى ازدياد معدل النفوق وعدم الخصوبة. ووصل مستوى التأثير الضار غير الملاحظ (NOAEL) إلى ٢ مغ من بيتا - HCH/كغ في الوجبة (ما يعادل ٠,١ مغ/كغ بوزن الجسم/يوم) (فان فيلسون في ١٩٩٢، IPCS).

السمية الجينية: لم تحدث بيتا - HCH تأثيرات طفوية على البكتيريا (سلالات سالمونيلا تيفيموريوم TA98، TA100، TA1535، TA1537) مع حدوث أو عدم حدوث تنشيط أبيض، ولم تُحدث تلفاً في الحامض النووي DNA للبكتيريا. وقد شوهدت نتائج إيجابية في دراسة على الزيغ الصبغِي في نخاع عظام الفئران الكبيرة (EFSA، ٢٠٠٥).

القابلية للتسرطن: محدودة تلك الدراسات التي تناولت القابلية للتسرطن بفعل بيتا - HCH. وقد أجري العديد من الدراسات على الفئران، بيد أنها محدودة القيمة. فمن ناحية كانت الفترة التي استغرقتها جدُّ

قصيرة بسبب ارتفاع نفوق هذه الفئران، ومن ناحية أخرى لم توجد تقييمات لأمراض أنسجة الجسم، وكانت الدراسات على الفئران الكبيرة غير كافية نتيجة لارتفاع معدل نفوقها وانخفاض أعدادها.

إن إجراء دراسة واحدة عن الفئران تكفي لإجراء تقييم القابلية للتسرطن من جراء بيتا - HCH. فكان وضع ٢٠٠ مغ/كغ من بيتا - HCH في الوجبات (ما يعادل ٤٠ مغ/كغ بوزن الجسم/يوم) لمدة ١١٠ أسابيع قد أدى إلى تضخم الكبد، وإلى تغييرات تتمثل في فرط النمو الجزعي (hyperplastic) وإلى زيادة في الأورام الحميدة وغير الحميدة في الجرذ المعرضة.

وفي دراسة استمرت ٣٢ أسبوعاً حيث قدمت جرعات مقدارها صفر، ١٠٠، ٣٠٠ و ٦٠٠ مغ/كغ في الوجبة للجرذ، لوحظت السمية الكبدية، والتكاثر اللانمطي في جميع مجموعات الجرعات (IPCS، ١٩٩٢). وفي دراسة استمرت ٢٤ أسبوعاً حيث قدمت جرعات مقدارها صفر، ٥٠، ١٠٠، ٢٠٠، ٥٠٠ مغ بيتا - HCH /كغ/وجبة، لوحظ حدوث أورام كبدية، ونمو جزعي حبيبي في المجموعة التي تناولت الوجبة ذات الجرعة الأعلى (IPCS، ١٩٩٢). وفي دراسة مدتها ٢٦ شهراً لوحظ ظهور سرطان الكبد مع الجرعة اليومية ومقدارها ٣٤ مغ/كغ (ATSDR، ٢٠٠٥). واستناداً إلى هذه البيانات تم تصنيف النظام المتكامل للمعلومات عن المخاطر IRIS لبيتا - HCH كمسرطن محتمل للإنسان.

أما الدراسات التي أجريت عن طريقة عمل القابلية للإصابة بالسرطان فلم تكشف عن دالة بدء واضحة لبيتا - HCH. ففي إحدى الدراسات ظهر الفعل المسرطن للكبد لبيتا - HCH مع ثنائيات الفينيل متعددة الكلور كعامل حفاز (ATSDR، ٢٠٠٥). وقد اقترح أن الاستجابة الورمية التي لوحظت مع بيتا - HCH تحدث على أرجح الاحتمالات نتيجة لآلية غير جينية سُمّية (IPCS، ١٩٩٢). وقد ظهر أن لبيتا - HCH نشاط محفز للأورام.

صنفت الوكالة الدولية لبحوث السرطان (IARC) بيتا - HCH في المجموعة ٢ باء: قرائن محدودة على قابلية الإصابة بالسرطان. وقد لوحظ ارتباط إيجابي بين التعرض لبيتا - HCH والسرطان/ الذي يقوم الفريق العامل ببحث تفسير غير رسمي له لكي يضمن عليه مصداقية، إلا أن الصدفة والتحيز أو الخلط لا يمكن استبعادها بدرجة معقولة من الثقة. وقد صنفت الوكالة الأمريكية لحماية البيئة HCH USEPA وألفا - HCH التقنيين كمسرطنين محتملين للإنسان، وصنفت بيتا - HCH كمسرطن محتمل للبشر (ATSDR، ٢٠٠٥). وقد قررت إدارة الصحة والخدمات البشرية (DHHS) أن (جميع أيسومرات) HCH يتوقع لها منطقياً أن تتسبب في السرطان لدى البشر (ATSDR، ٢٠٠٥).

السُمّية عن طريق الغدد الصماء: ورد وصف للتغيرات الخسفية في أنسجة الأجهزة التناسلية وشذوذ الحيوانات المنوية للفئران الكبيرة والصغيرة (ATSDR، ٢٠٠٥). وفي دراسة مدتها ١٣ أسبوعاً قدمت وجبات تحتوي على جرعات قدرها صفر، ٥٠، و ١٥٠ مغ من بيتا - HCH/كغ إلى فئران ويستار. وعند تناول وجبات بها ١٥٠ مغ/كغ، حدث ضمور للخصيتين لدى الذكور كما أبلغ عن زيادة في وزن الرحم لدى الإناث ونقص كبير في الزيادات الوزنية (IPCS، ١٩٩٢). وأظهرت العديد من الدراسات الأخرى تأثيرات مثل انخفاض أعداد الحيوانات المنوية و حدوث حالات شاذة في الحيوانات

المنوية وكذلك تأثيرات في أنسجة الخصيتين والمهبل عند التعرض لجرعات عالية من بيتا HCH (USEPA، ٢٠٠٦).

وقد أظهرت دراسات أجريت على الحيوانات، ودراسة على خلايا MCF-7 تأثيرات استروجينية ضعيفة ناتجة عن التعرض لبيتا - HCH.

السُّمِّيَّة التناسلية: لوحظت تأثيرات تناسلية ضارة عقب المعالجة ببيتا - HCH وذلك في قوارض المختبرات والمينك (ضمور البويضات، وطول فترة الدورة الشهرية، واختلال دورات التبويض، وانخفاض معدل التبويض لدى الإناث، وانخفاض عدد الحيوانات المنوية وضمور الخصى لدى ذكور الحيوانات). ولوحظ كذلك حدوث تأثيرات سُمِّيَّة على الأجنَّة (ATSDR، ٢٠٠٥). وقد وجد أن بيتا - HCH تزيد من حالات الهلاك خلال ٥ أيام من الولادة عند جرعة قدرها ٢٠ مغ/كغ/يوم أعطيت إلى إناث الفئران (USEPA، ٢٠٠٦).

السُّمِّيَّة لجهاز المناعة: أظهرت الفئران الصغيرة التي عوملت: بيتا - HCH (٦٠ مغ/كغ/يوم) عن طريق الفم لمدة ٣٠ يوماً استجابات ليمفاوية تكاثرية منخفضة على محرضات الانشطار الفتيلي للخلايا - تاء T-cell وانخفاضاً في النشاط القاتل الطبيعي لحلِّ الخلايا. وكان مستوى التأثير الضار غير الملاحظ هو ٢٠ مغ/كغ/يوم (USEPA، ٢٠٠٦). ولوحظ حدوث ضمور قشرة الغدة الصعترية عند الجرعة ٢٢،٥-٢٥ مغ/كغ/يوم (فان فيلسين وآخرون، ١٩٨٦).

التأثيرات على الإنسان: تم الإبلاغ عن تأثيرات سلبية مثل الاختلالات العصبية الفسيولوجية والعصبية النفسية والاضطرابات المعوية لدى العمال المعرضين لـ HCH التقنية أثناء عمل تركيبات مبيدات الآفات والأسمدة. وعلى الرغم من أن بيتا - HCH هي مجرد مكون ضئيل لسداسي كلور حلقي الهكسان (HCH) من الدرجة التقنية، فإنه وصل إلى مستويات أعلى واستمر وقتاً في المصل أطول من استمرار ألفا - HCH أو غاما - HCH. وكانت نسبة ٦٠-١٠٠٪ من مجموع الـ HCH المقاسة في المصل بيتا - HCH (٠،٠٧-٠،٧٢، جزء من المليون). وقد عانى العمال من تَنَمُّلُ الوجه والأطراف، والصداع والدوران، وانحراف الصحة، القيء، والارتعاش، والخوف، والاضطراب، وفقدان النوم، وقصر الذاكرة وفقدان الرغبة الجنسية. وارتفعت مستويات أنزيمات المصل وكذلك (ATSDR، ٢٠٠٥). إن استنشاق HCH (الأيسومرات المترجحة قد تؤدي إلى تهيج الأنف والحنجرة (IPCS، ٢٠٠٦). كما أن ملاحظة تأثيرات كبدية خطيرة في الحيوانات (مثل التدهور الدهني والنخر necrosis) توحى بأن نفس هذه النتائج يحتمل أن تحدث للعمال عقب تعرضهم المهني الطويل لهذه المادة.

وكانت مستويات بيتا - HCH أعلى في دم النساء اللواتي أُجِهضْنَ مقارنة بمجموعة المقارنة وكان العديد من المبيدات الأورغانوكلورية مرتفعة هي الأخرى لدى هاتييك النسوة، ومن ثم لم يكن في الإمكان تحديد علاقة غير رسمية. (غيرهارد، ١٩٩٩).

وقد أُجري العديد من الدراسات على الصلة المحتملة بين تعرض الإنسان لـ HCH وسرطان الثدي. وقد دلت معظم الدراسات على وجود ترابط ضعيف - ليس له أهمية كبيرة. ومن الناحية الإحصائية

لوحظ اتجاه غير ذي بال بين بيتا - HCH في المصل وبين خطر السرطان من خلال متابعة لمدة ١٧ عاماً لدراسة على جماعة/جماعات في كوبنهاجن (هوير وآخرون، ١٩٩٨). وكانت مستويات بيتا - HCH أعلى في دماء النساء المصابات بسرطان الثدي (في مجموعة الفئة العمرية من ٣١-٥٠ عاماً) وذلك مقارنة بالنساء غير المصابات بسرطان الثدي (ماتور وآخرون، ٢٠٠٢). وفي إحدى الدراسات الصينية (مقالة باللغة الصينية) لوحظ ارتباط مهم بين تركيزات بيتا - HCH في الدم، وسرطان الثدي لدى النساء قبل انقطاع الطمث لديهن.

وفي دراسة أخرى، تم فحص الارتباط بين تركيزات العديد من مبيدات الآفات الأروغانوكولورية ومن بينها بيتا - HCH لبن الثدي، واختفاء الخصيتين، وكانت بيتا - HCH قابلة للقياس، ولكن غير مرتفعة بصورة مهمة من الناحية الإحصائية في لبن الحالات المعنية عنها في لبن القياس. وقد دل تحليل إحصائي تجميحي لثمانية مبيدات آفات ثابتة متوافرة من بينها بيتا - HCH على أن مستويات مبيد الآفات هذا في لبن الثدي أعلى لدى الصبية الذين رضعوه وأهم يعانون من اختفاء الخصيتين (دامغارد وآخرون، ٢٠٠٦).

٢-٤-١-١ توصيف المخاطر

أجرت وكالة حماية البيئة لدى الولايات المتحدة الأمريكية (USEPA) في عام ٢٠٠٦ تقييماً للمخاطر أشار إلى احتمال حدوث المخاطر من جراء التعرض لأيسومري ألفا - وبيتا - HCH للمجتمعات المحلية في ألاسكا ولآخرين في المنطقة المدارية المحيطة، التي تعتمد على أغذية الكفاف مثل الكاريبو وعجل البحر والحوت. ويعتمد البرنامج الغذائي (المعدلات المتحصل عليها من الغذاء) على مقادير أغذية الكفاف لنحو ١٨٠ مجتمعاً محلياً من نسخة قاعدة بيانات شكل المجتمعات المحلية ٣ - ١١ بتاريخ ٢٠٠١/٢٧/٣ المأخوذة من إدارة ألاسكا، شعبة الأسماك ولحوم الصيد التي يتقوت عليها السكان هناك (بيانات من ١٩٩٠-٢٠٠١، USEPA، ٢٠٠٦).

وقدرت وكالة حماية البيئة الأمريكية USEPA حالات تعرض المجتمعات المحلية في ألاسكا لبيتا - HCH بأنه يتراوح بين ٠,٠٠٠٤٣ - ٠,٠٠٠٣٢ مغ/كغ وزن الجسم/اليوم للإناث البالغات ومن ٠,٠٠١٤ - ٠,٠١٠ مغ/كغ وزن الجسم/اليوم للأطفال (عمر ١ - ٦) يتراوح بين ٠,٠٠٠٤٨ و ٠,٠٠٣٦ مغ/كغ وزن الجسم/يوم لدى الأطفال الذين (تتراوح أعمارهم بين ٧ - ١٢). ويُعبّر عن المخاطر بنسبة مئوية للجرعة القصوى المقبولة أو الجرعة المرجعية، ويثور مستوى معين من القلق إذا تجاوزت المخاطر التغذوية ١٠٠٪ من الجرعة المرجعية. والجرعة المرجعية للسُميّة الحادة عن طريق الفم هي ٠,٠٥ مغ/كغ/يوم. أما قيمة الجرعة المرجعية للفترة الوسيطة فتعتمد على أدنى مستوى تأثير ملاحظ (LOAEL) وقدره ٠,١٨ مغ/كغ/يوم تم تحديده في دراسة على الحالات شبه الزمنة لدى الفئران مع تطبيق عامل عدم يقين قدره ٣٠٠ (ATSDR، ٢٠٠٥). وقد حددت USEPA على هذا الأساس جرعة مرجعية زممنة قدرها ٠,٠٠٠٠٦ مغ/كغ/يوم وذلك عن طريق تقييم عامل عدم يقين آخر قدره ١٠ للتعرض المزمّن. وحسب المعهد الوطني للصحة العامة والبيئة (RIVM) وتدل الجرعة المرجعية الزمنة

بالفم بأنها تساوي ٠,٠٠٠٠٠٢ مغ/كغ/يوم بالنسبة لبيتا - HCH استناداً إلى مستوى عدم وجود تأثير سلمي ملحوظ قدره ٠,٠٢ مغ/كغ/يوم لملاحظات عن عدم الخصوبة في دراستين عن أثر الجرعة شبه المزممة بالفم على التكاثر في الفئران مع تطبيق عامل عدم يقين قدره ١٠٠٠ (المعهد الوطني للصحة العامة والبيئة، هولندا RIVM، ٢٠٠١ لدى USEPA، ٢٠٠٦).

ويتم الوصول إلى المستويات المقلقة إذا زادت خطورة التغذية على ١٠٠٪ من الجرعة المرجعية. ولا تثير تقديرات التعرض الغذائي الحاد قلقاً، وذلك طبقاً لوكالة حماية البيئة الأمريكية (٢٠٠٦). ويشير تقييم المخاطر الغذائية الذي أجرته وكالة USEPA إلى أن تقديرات التعرض الغذائي المزمم بالنسبة لبيتا - HCH تفوق المستويات المثيرة للقلق لكل من تقديرات المتحصل المنخفضة والمرفعة. وطبقاً لوكالة حماية البيئة الأمريكية USEPA، فإن قيم المخاطر (نسبة مئوية من الجرعة المرجعية) هي ٤٧٠٠-٦٢٠ للذكور البالغة، ٧٢٠ - ٥٣٠٠ للإناث البالغة، ٢٣٠٠ - ١٧٠٠٠ للأطفال (١ - ٦ سنوات) و٨٠٠ - ٦٠٠٠ (٧ - ١٢ سنة). والخطر التقديري لإصابة الذكور البالغة بالسرطان هو $١٠ \times ٦,٧^{-٤}$ إلى $١٠ \times ٥,٠^{-٣}$ و $١٠ \times ٧,٧^{-٤}$ إلى $١٠ \times ٥,٨^{-٣}$ للإناث البالغة على التوالي. ويجب ملاحظة أن خطر السرطان المقبول العام هو ١٠×١^{-٦} . ومع كون هذا التقدير للمخاطر متحفظاً جداً بسبب المستويات الأساسية القصوى التي اكتشفت، فيمكن استنتاج أن المخاطر المرتبطة بنظم التغذية تثير القلق. يضاف إلى ذلك أنه يجب الإشارة إلى أن عضو التسهم المزمم المستهدف هو الكبد، ومن ثم يمكن توقع أن تكون التأثيرات الناجمة عن أيسومرات HCH إضافية. وينبغي أيضاً مراعاة أن الجرعة المرجعية المبنية على التأثيرات التي تلحق بالخصوبة (RIVM، ٢٠٠١ لدى USEPA، ٢٠٠٦) أكثر انخفاضاً بصورة ملحوظة ويمكن تجاوزها حتى مستوى أكبر.

ونظراً لأن بيتا - HCH موجود في دم الحبل السري (المشيمة) وفي لبن الثدي، فإن الأطفال الرضع قد يتعرضون لتأثيرات تناسلية مُتلفة ناتجة عن HCH داخل الرحم وخارجه (USEPA، ٢٠٠٠).

واستناداً أيضاً إلى دراسة أجراها ناير وآخرون (١٩٩٦) فإن مستويات قدرها ٠,١٩٨ مغ/بيتا - HCH في لبن الثدي قد يؤدي إلى متحصل قدره ٠,١٣٨٦ مغ/١ (متحصل قدره ٧٠٠ ميلي) أي ما يزيد مائة مرة عن المتحصل الآمن الذي يقدر بـ ٠,٠٠١٥ مغ/طفل (٥ كغ) فقط ثلاث مرات أقل من أدنى مستوى تأثير ضار ملاحظ شوهد في الدراسات الحيوانية (Pohl وآخرون، ٢٠٠٠). إن تحديد قيمة الجرعة المرجعية المزممة لدى الوكالة الأمريكية USEPA، يجعل المتحصل الآمن لطفل ذي خمسة كيلو غرامات أقل من ذلك (٠,٠٠٠٣ مغ/كغ) وأن يزيد على الجرعة المرجعية بـ ٤٦٢ مرة. كذلك فإن مستويات المتحصلات من الأغذية وبخاصة لبن الثدي في المناطق الأخرى تثير الكثير من القلق.

وعلى أي حال ينبغي مراعاة القيم الاجتماعية، والثقافية والروحية والاقتصادية الفريدة للأغذية التقليدية، وينبغي بذل جهود قوية لتدنية مستويات بيتا - HCH فيها (كاكار CACAR، ٢٠٠٣).

٢-٤-٢ البيئة

إن بيتا - HCH ذات سُمِّية حادة للكائنات المائية وذلك مقارنة بالتركيزات المؤثرة لدى الطحالب وبراغيث الماء الغار - (IPCS، ١٩٩٢) حيث الأسماك تكون هي النوع الحساس. فقد حدد تركيز مميث LC، ٥٠ بنحو ١,٧ مغ/١ في اختبار للتأثيرات الحادة على السمك المخطط وأسماك نيون الملونة (Oliveira - Filho paumgarten، ١٩٩٧). وقد أبلغ البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية IPCS (١٩٩٢) عن تركيز فعال - ٥٠ استناداً إلى التغيرات في سلوك الأسماك قدرها ٤٧ ملليغ/١ وتركيز مميث - ٥٠ في أسماك الغابي Guppy قدره ٠,٩ مغ/١. وفي دراسة على السُمِّية الممتدة بما في ذلك التغيرات المرصّية في الأنسجة، كان مستوى التركيز غير الملاحظ في أجسام أسماك الغابي الصغيرة ٣٢ ميكروغرام/١ (ويستر وكانتون) (١٩٩١). أما النشاط الأستروجيني لبيتا - HCH فقد حدث في شكل تغيرات في إنتاج المَحّ (في بلازما الخلية البيضية)، وضمور الخصيتين، والخنوثة في الذكر والتغيرات في الغدة النخامية.

وقد بدا أن البيتا - HCH ليست سُمِّية جداً بالنسبة للطيور (IPCS، ١٩٩٢) إلا أنها قد تُضِرُّ بالتكاثر. ففي إناث الطير التي بأجسامها تركيزات عالية من مختلف مركبات الأورغانوكلور بما في ذلك بيتا - HCH، كانت حالة الجسم للفروج الأول والثاني في الحضنة أسوأ (AMAP، ٢٠٠٤).

وقد كشفت بيانات الرصد على التأثيرات في دبية سفالبارد القطبية عن وجود ترابط سلبى مهم بين الريتينول وبوليمرات HCH (AMAP، ٢٠٠٤). والريتينول ضروري حيث أنه لازم للتكاثر، ولنمو الأجنة غير المُخلَّقة والمُخلَّقة وكذلك من حيث الإبصار والنمو وتنوع الأنسجة والحفاظة عليها.

٣ - تركيب المعلومات

إن سداسي كلورو حلقي الهكسان HCH التقني، الذي هو مزيج من خمسة أيسومرات HCH مستقرة يحتوي على ٥-١٤٪ من بيتا - HCH، وقد استخدم على نطاق واسع في أنحاء العالم كمبيد آفات مكون من الأورغانوكلورين.

وعلى الرغم من أن استخدام HCH التقني ضئيل بدرجة تكاد لا تذكر، فإن اطلاقاته في البيئة قد تستمر في الحدوث. وتشمل المصادر المحلية مواقع النفايات الخطرة، والمواقع الملوثة، والمخزونات، ومواقع طمر النفايات أو أماكن إلقائها. وعلى الرغم من عدم وجود تقديرات كمية لهذه الإطلاقات، فإن مقادير بقايا - HCH في شكل منتجات ثانوية من إنتاج اللندين قدرت بما يتراوح بين ١,٦-١,٩ إلى ٤,٨ مليون طن. يضاف إلى ذلك أن الكثير من المصادر المحلية يتوقع لها أن تسبب في إحداث تلوث بيئي ولا يتم صيانتها أو مراقبتها بصورة مناسبة.

إن الخصائص الفيزيائية - الكيميائية لبيتا - HCH تسمح على نطاق شامل "بالتكثيف البارد" غير أن مسارات ألفا - وبيتا - HCH تفرق في البيئة. وربما كان السبب هو وجود قدر أكبر من الاستقرار الجسيمي والاستقلابي، وارتفاع قابلية هذه المادة للدوبان في الماء/الأوكتانول، وانخفاض ثابت قانون

هنري، وارتفاع نسبي في مكافئ تفريق الأوكتانول/الهواء، الذي يساعد على التفريق على مراحل عضوية.

وطبقاً للبيانات المتوفرة، يمكن لبيتا - HCH أن تعتبر ثابتة في البيئة على الرغم من أن بيتا -HCH قابلة للتدهور الأحيائي بفعل عدة سلالات ميكروبية في ظروف معدلات التدهور المواتية في التجارب الحقلية، فهي منخفضة مما يشير إلى البطء الشديد في الظروف البيئية. فقد ظلت بقايا بيتا -HCH لسنوات في قطع أرض معالجة في العديد من الدراسات. وكانت القيم الوحيدة المحددة للوقت اللازم لتحلل ٥٠٪ من مادة كيماوية هي ١٠٠ و ١٨٤ يوماً في التربة التي قُطعتُ محاصيلها، والتربة التي لم تُقَطعَ محاصيلها في الظروف شبه الاستوائية. فبالإضافة إلى الخسف يمكن للتطير من المواد التي يمتصها النبات والتصويل (Leaching) أن تسهم في اختفاء بيتا - HCH في هذا البحث.

إن رصد البيانات من الأقاليم النائية البعيدة عن المصادر تشير بوضوح إلى أن بيتا -HCH قد مرت بانتقال بعيد المدى داخل البيئة. ويقال إن بيتا -HCH تدخل إلى منطقة القطب الشمالي محمولة على تيارات المحيط عبر مضيق بيرينغ بعد ترسب رطب وتفريق في شمال المحيط الهادي.

وبيتا - HCH لها عامل تركيز أحيائي BCF قدره ٤٦٠ ١ وذلك استناداً إلى دراسة مختبرية على الأسماك. ومع ذلك، فإن هناك العديد من البحوث الميدانية على شبكات الأغذية البحرية في القطب الشمالي متوفرة وتشير إلى أن بيتا - HCH قد تتراكم وتصل إلى تركيزات عالية عند المستويات الغذائية العليا (أي الثدييات والطيور البحرية). وهكذا كانت عوامل التزايد الأحيائي، وكذلك عوامل التزايد في الشبكة الغذائية تزيد على ١. وقد ثبت أيضاً أن بيتا - HCH موجودة في لبن أئداء الأمهات من بين السكان الأصليين شديداً التعرض واللائى يقتتن على وجبات كفاية، ولذا فإن دالة التراكم الأحيائي لها موثقة توثيقاً جيداً.

وقد تم التذليل على أن بيتا - HCH ذات سمية عصبية، وسمية كبدية، وتُحدث تأثيرات على التكاثر، ومثبطة لنشاط الجهاز المناعي في الجسم، ولها تأثيرات على خصوبة وتكاثر حيوانات الاختبار.

وقد كشفت بيانات الرصد على الدببة القطبية الشمالية عن وجود ترابط سلبي مع وجود تركيزات الريتينول وأيسومرات HCH، التي قد تؤثر على طائفة واسعة من الوظائف البيولوجية.

قامت الوكالة الدولية لبحوث السرطان (IARC) بتصنيف بيتا - HCH في المجموعة ٢ باء، وهي محتملة التسبب في السرطان لدى البشر. ويشير العديد من الدراسات الوبائية إلى أن بيتا - HCH قد تلعب دوراً في سرطان الثدي لدى السيدات، والمعروف عن بيتا - HCH على الأقل أنها عامل مشجع على نشوء الأورام. وقد تحدث بيتا - HCH تأثيرات ضارة على صحة الإنسان في المناطق الملوثة وكذلك في مناطق القطب الشمالي. واستناداً إلى بيانات السمية المتوفرة بشأن بيتا - HCH، يمكن الخلوص إلى أن التركيزات الحالية لبيتا - HCH في الغذاء وفي لبن الرضاعة في هذه المناطق مثيرة للقلق، وكذلك خطر السرطان المحسوب طبقاً لحسابات وكالة حماية البيئة EPA وإن كانت شديدة التحفظ، لتبدوا مرتفعة جداً (١٠^{-٣} × ٥,٠ إلى ١٠^{-٤} × ٧,٧).

وينبغي مراعاة أن سكان القطب الشمالي والحيوانات البرية معرضون هم الآخرون لطائفة واسعة من المواد السمية الثابتة الأخرى التي يمكن أن تعمل بصورة إضافية أو بصورة تآزرية. ومع ذلك ينبغي التأكيد على أن الأغذية التقليدية لها قيمة فريدة من النواحي الاجتماعية والثقافية والروحية والاقتصادية ومن ثم يوصى بقوة تفادي الأغذية أن تكون مستويات بيتا - HCH فيها مثيرة للقلق.

٤ - بيان ختامي

على الرغم من أن معظم البلدان حَظرت أو قيدت استخدام HCH التقني كمبيد آفات، يتم استبدالها في معظم الحالات باستخدام اللددين، فعملية الإنتاج تخلق مقادير ضخمة من بقايا أيسومرات HCH. كما أن استمرار الإنتاج وكذلك المخزونات الحالية من أيسومرات هذه النفايات تشكل مشكلة عالمية وتسهم في الإطلاقات في البيئة.

إن بيتا - HCH ثابتة وموجودة في جميع المناحي البيئية، وبخاصة المستويات في سلسلة الغذاء البرية وسلسلة الغذاء المائية، ومن ثم فهي تثير القلق من حيث التسبب في التأثيرات السلبية على صحة الإنسان. ومن المتوقع أن يحدث التعرض الشديد في المناطق الملوثة وفي منطقة القطب الشمالي وذلك نتيجة لانتقال هذه المادة بعيد المدى في البيئة.

واستناداً إلى بيان المخاطر وتصورات التعرض الواردة آنفاً، يمكن أن نخلص إلى أن بيتا - HCH قد تؤثر تأثيراً ضاراً على الحيوانات البرية وصحة الإنسان في المناطق الملوثة. واستناداً إلى المستويات التي وجدت في منطقة القطب الشمالي، يمكن أن نخلص أيضاً إلى أن بيتا - HCH يمكن أن تؤدي إلى تأثيرات كبيرة ضارة بالإنسان وبالبيئة نتيجة لانتقالها طويل المدى في البيئة.

لهذه الأسباب هناك إذن ما يبرر اتخاذ تدابير عالمية إزاء بيتا - HCH.

REFERENCES

- AMAP: Arctic Monitoring and Assessment Programme 2002: Human Health in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway 2003.
- AMAP: Persistent Toxic Substances, Food Security and Indigenous Peoples of the Russian North Final Report. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway, AMAP Report 2004:2 2004.
- AMAP: Arctic Monitoring and Assessment Programme 2002: Persistent Organic Pollutants in the Arctic. Oslo, Norway, 2004.
- ATSDR: Toxicological profile for hexachlorocyclohexanes, United States of America Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, August, 2005. [<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp43.html>; 2007-02-27].
- Bakore N., John PJ., Bhatnagar P.: Organochlorine pesticide residues in wheat and drinking water samples from Jaipur, Rajasthan, India. *Environ Monit Assess.* 98 (1-3), 2004, p. 381-9.
- Baumann K., Angerer J., Heinrich R., Lehnert G: Occupational exposure to hexachlorocyclohexane. Body burden of HCH isomers. *Int Arch Occup Environ Health.* 47 (2), 1980, p. 119-27.
- Bidleman TF., Kylin H., Januntunen LM., Helm PA., Macdonald RW.: Hexachlorocyclohexanes in the Canadian Archipelago. 1. Spatial distribution and pathways of alpha-, beta- and gamma-HCHs in surface water. *Environ. Sci Technol.* 41 2007, p. 2688-2695.
- Bhatt P., Kumar MS, Chakrabarti T.: Assessment of bioremediation possibilities of technical grade hexachlorocyclohexane (tech-HCH) contaminated soils. *J Hazard Mater.* 137, 2006.
- Breivik K., Pacyna J. M., Münch J.: Use of a-, b- and y-hexachlorocyclohexane in Europe, 1970-1996. *Sci. Total Environ.* 239 (1-3), 1996, p. 151-163.
- Buser H.F.; Müller M.. Isomer and Enantioselective Degradation of Hexachlorocyclohexane Isomers in Sewage Sludge under Anaerobic Conditions. *Environmental Science and Technology.* 29, 1995, p. 664-672.
- Bustnes JO., Helberg M., Strann KB., Skaare JU.: Environmental pollutants in endangered vs. increasing subspecies of the lesser black-backed gull on the Norwegian coast. *Environmental Pollution* 144, 2006, p. 893-901.
- Butte W., Fox K., Zauke GP.: Kinetics of bioaccumulation and clearance of isomeric hexachlorocyclohexanes. *Sci Total Environ.* 109-110, 1991, p. 377-82.
- CambridgeSoft Corporation: Chemfinder 2004, [<http://chemfinder.cambridgesoft.com/result.asp>; 2007-02-27]
- CDC: National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. Third National Report. Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention, 2005.
- Chessells MJ., Hawker DW., Connell DW. and Papajcsik IA.: Factors influencing the distribution of lindane and isomers in soil of an agricultural environment. *Chemosphere* 17 (9), 1988, p. 1741-1749.
- Concha-Grana E., Turnes-Carou M., Muniategui-Lorenzo S., Lopez-Mahia P., Prada-Rodriguez D., Fernandez-Fernandez E.: Evaluation of HCH isomers and metabolites in soils, leachates, river water and sediments of a highly contaminated area. *Chemosphere* 64 (4), 2006, p. 588-95.
- Czech Republic: Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex E of the Convention. February 2007.

Damgaard IN., Skakkebaek NE., Toppari J., Virtanen HE., Shen H., Schramm KW., Petersen JH., Jensen TK., Main KM.: Persistent pesticides in human breast milk and cryptorchidism. *Environ Health Perspect.* 114, 2006, p. 1133-1138.

Dirtu A.C., Cernat R., Dragan D., Mocanu R., Van Grieken R., Neels H., Covaci A.: Organohalogenated pollutants in human serum from Iassy, Romania and their relation with age and gender. *Environ Int.* 32 (6), 2006, p. 797-803.

Doelman P., Haanstra L., Loonen H. and Vos, A.: Decomposition of alpha - and beta -hexachlorocyclohexane in soil under field conditions in a temperate climate. *Soil Biology and Biochemistry* 22 (5), 1990, p. 629-634.

European Food Safety Authority (EFSA): Opinion of the Scientific Panel in Contaminants in the Food Chain on a Request from the Commission related to Gamma-HCH and other Hexachlorocyclohexanes as undesirable Substances in Animal Feed. *The EFSA Journal* 250, 2005, p. 1 – 39,
[http://www.efsa.europa.eu/etc/medialib/efsa/science/contam/contam_opinions/1039.Par.0001.File.dat/contam_op_ej250_hexachlorocyclohexanes_en2.pdf, 2007-02-28]

Ewers U., Krause C., Schulz C., Wilhelm M.: Reference values and human biological monitoring values for environmental toxins. Report on the work and recommendations of the Commission on Human Biological Monitoring of the German Federal Environmental Agency. *Int. Arch Occup Environ Health*, 72 (4), 1999, p. 255-260.

Falcon M., Oliva J., Osuna E., Barba A. Luna A.: HCH and DDT residues in human placentas in Murcia (Spain). *Falcon M, Oliva J. Toxicology.* 195 (2-3), 2004, p. 203-8.

Fisk AT., Hobson KA., Norstrom RJ.: Influence of Chemical and Biological Factors on Trophic Transfer of Persistent Organic Pollutants in the Northwater Polynya Marine Food Web. *Environ. Sci. Technol.* 35 (4), 2001, p. 732 -738.

Fitzhugh, O.G., Nelson, A.A., Frawley, J.P. The chronic toxicities of technical benzene hexachloride and its alpha, beta and gamma isomers. *J Pharmacol Exp Ther.* 100 (1) 1950, p 59-66.

Fürst P.: 2004. Chemisches Landes- und Staatliches Vetrinäruntersuchungsamt Münster, Germany in EFSA, 2005.

Gerhard I.: Reproductive risks of heavy metals and pesticides in women. *Reproductive Toxicology* 1993, p. 167-83.

Germany: Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex E of the Convention. February 2007.

Gupta A., Kaushik C.P., Kaushik A.: Degradation of hexachlorocyclohexane (HCH; α , β , γ and δ) by *Bacillus circulans* and *Bacillus brevis* isolated from soil contaminated with HCH. *Soil Biology & Biochemistry* 32 (11), 2000, pp. 1803-1805(3).

Hoekstra PF, O'Hara TM, Fisk AT, Borga K, Solomon KR, Muir DC.: Trophic transfer of persistent organochlorine contaminants (OCs) within an Arctic marine food web from the southern Beaufort-Chukchi Seas. *Environ Pollut.* 124 (3), 2003, 509-22.

Hoekstra PF., O'Hara TM., Pallant SJ. and Solomon KR.: Bioaccumulation of Organochlorine Contaminants in Bowhead Whales. (*Balaena mysticetus*) from Barrow, Alaska. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 42, 2002, p. 497-507

Hop, H, Borga K, Gabrielsen GW, Kleivane, L, Skaare, JU.: Food web magnification of persistent organic pollutants in poikilotherms and homeotherms. *Environ Sci Technol.* 36 (12), 2002, p. 2589-97.

Hoyer AP., Grandjean P., Jorgensen T., Brock JW., Hartvig H.B.: Organochlorine exposure and risk of breast cancer. *Lancet.* 352 (9143), 1998, p.1816-20.

International HCH & Pesticides Association (IHPA): The Legacy of Lindane HCH Isomer Production, Vijgen, J. 2006. [www.iropa.info/library_access.php; 2007-02-27]

IPCS (International Programme on Chemical Safety). ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 123. Alpha- und Beta-Hexachlorocyclohexane. World Health Organization. Geneva, 1992. [<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc123.htm> 2007-02-27]

IPCS (International Programme on Chemical Safety): Poisons Information Monograph 257, 2001. [<http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/pim257.htm>; 2007-02-27].

IPCS Intergovernmental Programme on Chemical Safety, Hexachlorocyclohexane (Mixed Isomers), 2006 [<http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/pim257.htm#2.1%20Main%20risks%20and%20target%20organs>; 2007-07-12]

IPEN: Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex E of the Convention. February 2007.

Japan: Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex E of the Convention. February 2007.

Kinyamu JK., Kanja LW., Skaare JU., Maitho TE.. Levels of organochlorine pesticides residues in milk of urban mothers in Kenya. Bull Environ Contam Toxicol. 60(5):1998, 732-8.

Konishi Y., Kuwabara K., Hori S.: Continuous surveillance of organochlorine compounds in human breast milk from 1972 to 1998 in Osaka, Japan. Arch Environ Contam Toxicol. 40 (4), 2001, p. 571-8.

Li J., Zhu T., Wang F., Qiu XH., Lin WL.: Observation of organochlorine pesticides in the air of the Mt. Everest region. Ecotoxicol Environ Saf. 63 (1), 2006, p. 33-41.

Li Y.F.: Global technical hexachlorocyclohexane usage and its contamination consequences in the environment: from 1948 to 1997. The Science of the Total Environment, 232 (3), 1999, p. 121-158(38)

Li YF., Macdonald, RW.: Sources and pathways of selected organochlorine pesticides to the Arctic and the effect to pathway divergence on HCH trends in biota: a review. The Science of the Total Environment 342, 2005, p. 87-106.

Li YF., Scholtz MT., and van Heyst BJ.: Global Gridded Emission Inventories of Beta-Hexachlorocyclohexane. Environmental Science & Technology 37 (16), 2003, p. 3493-3498.

Li YF., Macdonald, RW., Jantunen, LMM, Harner T., Bidleman TF, Strachan WMJ.: The transport of β -hexachlorocyclohexane to the western Arctic Ocean: a contrast to α -HCH. The Science of the Total Environment 291, 2002, p. 229-246.

Li YF., Zhulidov, AV., Robarts, DR., Korotova, LG.: Hexachlorocyclohexane Use in the Former Soviet Union. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 48, 2004, p. 10-15.

Li, JY, Li H, Tao P, Lei FM.: Serum organochlorines pesticides level of non-occupational exposure women and risk of breast cancer: a case-control study. Wei Sheng Yan Jiu. 35 (4), 2006, p. 391-4.

Mathur V., Bhatnagar P., Sharma RG., Acharya V., Sexana R.: Breast cancer incidence and exposure to pesticides among women originating from Jaipur. Environ Int. 28(5), 2002, p. 331-6.

Middeldorp PJM., Jaspers M., Zehnder AJB. and Schraa G.: Biotransformation of alpha-, beta-, gamma-, and delta - hexachlorocyclohexane under methanogenic conditions. Environmental Science and Technology 30 (7), 1996, pp. 2345-2349.

Moisey J., Fisk AT., Hobson KA., Norstrom RJ.: Hexachlorocyclohexane (HCH) isomers and chiral signatures of alpha-HCH in the Arctic marine food web of the Northwater Polynya. *Environ Sci Technol.* 35 (10), 2001, p. 1920-7.

Muir D., Savinova T., Savinov V., Alexeeva L., Potelov V., Svetochov V.: Bioaccumulation of PCBs and chlorinated pesticides in seals, fishes and invertebrates from the White Sea, Russia. *Sci Total Environ.* 306 (1-3), 2003, p. 111-31.

Murayama H., Takase Y., Mitobe H., Mukai H., Ohzeki T., Shimizu K., Kitayama Y.: Seasonal change of persistent organic pollutant concentrations in air at Niigata area, Japan. *Chemosphere* 52 (4), 2003, p. 683-94.

Nair A, Pillai MK. : Trends in ambient levels of DDT and HCH residues in humans and the environment of Delhi, India. *Sci Total Environ.* 30 (121), 1992, p.145-57.

Nair A., Mandpati R., Dureja P.: DDT and HCH load in mothers and their infants in Delhi, India *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 56 (1), 1996, p. 58 – 64.

NARAP: The North American Regional Action Plan (NARAP) on Lindane and Other Hexachlorocyclohexane (HCH) Isomers. 2006. North American Commission for Environmental Cooperation
[http://www.cec.org/pubs_docs/documents/index.cfm?varlan=english&ID=2053, 2007-03-10]

Oliveira-Filho EC., Paumgarten FJ.: Comparative study on the acute toxicities of alpha, beta, gamma, and delta isomers of hexachlorocyclohexane to freshwater fishes. *Bull Environ Contam Toxicol.* 59 (6), 1997, p. 984-8.

Phillips TM., Seech AG., Lee H., and Trevors JT.: Biodegradation of hexachlorocyclohexane (HCH) by microorganisms. *Biodegradation* 16, 2005, p. 363-392.

Pohl HR., Tylenda C.A.: Breast-feeding exposure of infants to selected pesticides: a public health viewpoint. *Toxicol Ind. Health* 16, 2000, p. 65-77.

Qian Y., Zheng M., Zhang B., Gao L., Liu W.: Determination and assessment of HCHs and DDTs residues in sediments from Lake Dongting, China. *Environ Monit Assess.* 116 (1-3), 2006, p. 157-67.

Senthilkumar K., Kannan K., Subramanian A. and Tanabe S: Accumulation of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in sediments, aquatic organisms, birds, bird eggs and bat collected from south India. *Environ Sci Pollut Res Int.* 8 (1), : 2001, p. 35-47.

Sharma P., Raina V., Kumari R., Malhotra S., Dogra C., Kumari H., Kohler HP., Buser HR., Holliger C., Lal, R.: Haloalkane Dehalogenase LinB Is Responsible for β - and δ -Hexachlorocyclohexane Transformation in *Sphingobium indicum* B90A. *Applied and Environmental Microbiology* 72 (9), 2006, p. 5720-5727.

Shen H., Virtanen H.E., Main K.M., Kaleva M., Andersson A.M., Skakkebaek N.E., Toppari J., Schramm K.W. Enantiomeric ratios as an indicator of exposure processes for persistent pollutants in human placentas. *Chemosphere.* 62 (3), 2006, p. 390-5.

Singh G., Kathpal TS., Spencer WF. and Dhankar JS.: Dissipation of some organochlorine insecticides in cropped and uncropped soil. *Environ Pollut.* 70 (3), 1991, p. 1219-39.

Stewart DKR., Chisholm D.: Long-term persistence of BHC, DDT and Chlordane in a sandy loam soil. *Can.J.Soil Sci.* 51, 1971, p. 379-383.

Su Y., Hung H., Blanchard P., Patton GW., Kallenborn R., Konoplev R., Fellin P., Li H., Geen C., Stern G., Rosenberg B., Barrie LA. : Spatial and Seasonal Variations of Hexachlorocyclo-hexanes (HCHs) and Hexachlorobenzene (HCB) in the Arctic Atmosphere. *Environmental Science and Technology* 40, 2006, p. 6601-6607.

Sun P., Backus S., Blanchard P., Hites RA.: Temporal and spatial trends of Organochlorine pesticides in Great lake precipitation. *Environmental Science and Technology* 40, 2006a, p. 2135-2141.

- Sun P., Blanchard P., Brice K., Hites RA.: Atmospheric organochlorine pesticide concentrations near the Great Lakes: temporal and spatial trends. *Environmental Science and Technology* 40, 2006b, p. 6587-6593.
- Suzuki M., Yamato Y., Watanabe, T.: Persistence of BHC (1, 2, 3, 4, 5, 6-Hexachlorocyclohexane) and dieldrin residues in field soils. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 14 (5), 1975, p. 520-529.
- Switzerland: Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex E of the Convention. February 2007.
- TGD: Technical Guidance Document on Risk Assessment, European Communities, 2003. [<http://europa.eu.int; 2007-29-05>]
- U.S. National Library of Medicine: Hazardous Substance Database (HSDB) 2006, [<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB; 2007-02-27>]
- Urieta I., Jalon M., Eguilero. I.: Food surveillance in the Basque Country (Spain). II. Estimation of the dietary intake of organochlorine pesticides, heavy metals, arsenic, aflatoxin M1, iron and zinc through the Total Diet Study, 1990/91. *Food Addit Contam.* 13 (1), 1996, p. 29-52.
- USEPA, Assessment of lindane and other hexachlorocyclohexane isomers, [http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDS/factsheets/lindane_isomers_fs.htm; 2007-02-27].
- USEPA Memorandum: Lindane—Report of the FQPA Safety Factor Committee. August 2000: p 3.
- Van Velsen F.L., Danse L.H., Van Leeuwen F.X., Dormans J.A., Van Logten M.J. The subchronic oral toxicity of the beta-isomer of hexachlorocyclohexane in rats. *Fundam Appl Toxicol.* 6, 4, 1986, 697-712.
- Walker K., Vallero DA. and Lewsi RG.: Factors influencing the distribution of Lindane and other hexachlorocyclohexanes in the environment. *Environmental Science and Technology.* 33 (24), 1999, pp. 4373-78.
- Wang Y. et.al. 2006. Investigation of organochlorine pesticides (OCPs) in mollusks collected from coastal sites along the Chinese Bohai Sea from 2002 to 2004. *Environ Pollut.* 146(1), 2007, p. 100-6.
- Wania F., Mackay D.: Tracking the distribution of persistent organic pollutants *Environmental Science and Technology* 30 (9), 1996, p. 390A-396A.
- Wester PW., Canton JH.: The usefulness of histopathology in aquatic toxicity studies. *Comp Biochem Physiol C.* 100 (1-2), 1991, p. 115-7.
- Wegmann, F., MacLeod, M., Scheringer, M. POP Candidates 2007: Model results on overall persistence and long-range transport potential using the OECD Pov & LRTP Screening Tool. Swiss Federal Institute of Technology, <http://www.pops.int/documents/meetings/poprc/prepdocs/annexEsubmissions/All%20chemicals%20Switzerland.pdf> (OECD Pov & LRTP Screening Tool available at <http://www.sust-chem.ethz.ch/downloads>)
- WHO/Europe. 2003. Health risks of persistent organic pollutants from long-range transboundary air pollution. Joint WHO/convention task force on the health aspects of air pollution. Chapter 3. Hexachlorocyclohexanes [<http://www.euro.who.int/Document/e78963.pdf; 2007-03-10>]
- Willett KL., Ulrich EM., Hites RA.: Differential Toxicity and Environmental Fates of Hexachlorocyclohexane Isomers. *Environmental Science and Technology* 32, 1998, p. 2197-2207.
- van Doesburg W., van Eekert MHA., Middeldorp PJM., Balk M., Schraa G, Stams AJM.: Reductive dechlorination of β -hexachlorocyclohexane (β -HCH) by a *Dehalobacter* species in coculture with a *Sedimentibacter* sp. *FEMS Microbiology Ecology* 54 (1), 2005, p. 87-95.

Wong C.K., Leung K.M., Poon B.H., Lan C.Y., Wong M.H. Organochlorine hydrocarbons in human breast milk collected in Hong Kong and Guangzhou. *Arch Environ Contam Toxicol.* 43 (3), 2002, p. 364-72.

Wu WZ., Xu Y., Schramm KW. and Kettrup A.: Study of sorption, biodegradation and isomerization of HCH in stimulated sediment/water system. *Chemosphere* 35 (9), 1997, p. 1887-1894.

Xiao H., Li N. and Wania F.: Compilation, Evaluation, and Selection of Physical-Chemical Property Data for α -, β -, and γ -Hexachlorocyclohexane. *J. Chem. Eng. Data* 49 (2), 2004, p. 173 -185.

Zhang ZL., Hongb HS., Zhouc JL., Huang J. and Yua G.: Fate and assessment of persistent organic pollutants in water and sediment from Minjiang River Estuary, Southeast China. *Chemosphere* 52 (9) 2003, p. 1423-1430.

Zhulidov, AV., Headley JV., Pavlov DF., Robarts, DR., Korotova GL., Vinnikov YY., Zhulidova OV.: Riverine fluxes of the persistent Organochlorine pesticides hexachlorocyclohexanes and DDT in the Russian Federation. *Chemosphere* 41, 2000, p. 829-841.
