

SC



الأمم
المتحدة

UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.1

Distr.: General
1 November 2012

Arabic
Original: English

اتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة



لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة
الاجتماع الثامن

جنيف، ١٥ - ١٩ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٢

تقرير لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة عن أعمال اجتماعها السابع

إضافة

موجز مخاطر للنفثاليينات الكلورة

اعتمدت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة، في اجتماعها الثامن، موجز مخاطر للنفثاليينات الكلورة، وذلك بناء على مشروع موجز المخاطر الوارد في الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.8/2. ويرد نص موجز المخاطر، بصورته المعدلة، في مرفق هذه الإضافة؛ ولم يخضع النص للتحريير رسمياً.

النفثالينات الكلورة

موجز المخاطر

أعد هذا الموجز الفريق العامل المخصص للنفثالينات الكلورة
في إطار لجنة استعراض الملوثات العضوية
الثابتة التابعة لاتفاقية استكهولم

١٩ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٢

جدول المحتويات

٤	موجز تنفيذي
٦	١ - مقدمة
٦	١-١ الهوية الكيميائية
٨	٢-١ استنتاجات لجنة استعراض فيما يتعلق بالمعلومات الواردة في المرفق الأول
٩	٣-١ مصادر البيانات
١٠	٤-١ حالة المادة الكيميائية في الاتفاقيات الدولية
١٠	٢ - موجز المعلومات ذات الصلة بموجز المخاطر
١٠	١-٢ المصادر
١٠	٢-١-١ الإنتاج والتجارة والمخزونات
١١	٢-١-٢ الاستخدامات
١٢	٢-١-٣ الإطلاقات في البيئة
١٣	٢-٢ المصير البيئي
١٤	٢-٢-١ الثبات
١٧	٢-٢-٢ التراكم الأحيائي
٢١	٢-٢-٣ إمكانات الانتقال البيئي طويل المدى
٢٣	٣-٢ التعرض
٢٤	١-٣-٢ بيانات الرصد البيئي
٢٧	٤-٢ تقييم لشواغل الأخطار عند نقاط نهاية التفاعل
٣٥	٣ - تجميع المعلومات
٣٧	٤ - بيان ختامي
٣٩	المراجع
٤٥	المرفق الأول
٤٨	المرفق الثاني
٥٠	المرفق الثالث
٥١	المرفق الرابع

موجز تنفيذي

١ - النفتالينات المكلورة عبارة عن مركبات عضوية مهلجنة. وتنقسم النفتالينات إلى ثمانى مجموعات من المتجانسات إستناداً إلى عدد ذرات الكلورين. ويشار إلى مجموعات المتجانسات بإستخدام الكلمات البادئة بأحادي إلى ثامن (مثل أحادي النفتالينات المكلورة وثمان النفتالينات المكلورة إلى آخره) وتباين الخصائص الكيميائية - الفيزيائية تبايناً كبيراً بالنظر إلى درجة إحلل الكلورين. وثاني إلى ثامن النفتالينات شديدة الذوبان في الدهون، ويتناقص ذوبانها في الماء وضغط البخار فيها مع درجة الكلورة. وثاني النفتالينات يذوب بصورة طفيفة في الماء في حين ان النفتالينات الأعلى تنطوي على درجة ذوبان في الماء تبلغ بضعة ميكروغرام/لتر.

٢ - وللنفتالينات استخدامات مختلفة مماثلة للمركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلور التي تحل بالتدرج مكان النفتالينات في الكثير من الاستخدامات. والوظائف المميزة لمركبات النفتالينات هي العزل الكهربائي، ومثبطات اللهب وحماية البضائع بالمواد المطهرة البيولوجية. وحتى وقف الإنتاج العالمي المعروف بصورة تكاد تكون كاملة في الكثير من البلدان والذي تناقص بدرجة كبيرة بالفعل في أواخر سبعينات القرن الماضي، تم إنتاج ما يتراوح بين ١٥٠ و ٤٠٠ كيلوطن في أنحاء العالم (تباين التقديرات بالنظر إلى نقص المعلومات). غير أن الإطلاق غير المتعمد ظل مستمراً مثل مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلور الملوثة بالنفتالينات المصولة من مناطق ردم القمامة، أو التكوين الحراري مثل خلال ترميد النفايات، مع اعتبار ترميد النفايات المصدر الرئيسي الحالي لإطلاق النفتالينات. وتختلف ملامح متجانسات خلائط النفتالينات التجارية السابقة عن تلك التي تطلق من الترميد أو العمليات الصناعية مرتفعة درجة الحرارة، وقد استخدمت للتفريق بين مصادر الإطلاق.

٣ - وتعتبر أكسدة الغلاف الجوي بواسطة جذور الهيدروكسيل طريقاً محتملاً للتخلص من النفتالينات. ويتراوح نصف حياة ثاني النفتالينات حتى الثامن في الغلاف الجوي بين ٢.٧ و ٤١٧ يوماً مما يشير إلى ثباتها بصورة كافية للانتقال البعيد المدى.

٤ - وتتنبأ نتائج النمذجة بالانتقال طويل المدى للعديد من المتجانسات وينظر إلى ثاني إلى خامس النفتالينات على أنها متعددة المتجانسات التي ستخضع للانتقال بواسطة التقطير العالمي. كما جرى تحديد ثاني إلى خامس النفتالينات على أنها تنطوي على إمكانات تلوث بالغ في منطقة القطب الشمالي. وبلغت مسافة الانتقال المنمذجة لرابع النفتالينات-٤٧ نحو ٢٢٧١ كيلومتراً (نصف الحياة في الغلاف الجوي لمدة عشرة أيام). وعلاوة على ذلك، رصدت النفتالينات بصورة متكررة وعلى نطاق العالم في العينات الأحيائية والأحيائية حتى في المناطق النائية مثل منطقة القطب الشمالي.

٥ - وتحتوي النباتات والحيوانات (اللافقاريات والأسماك) في منطقة القطب الشمالي عادة على ما بين ٠,٣ و ٦ ميكروغرام من النفتالينات/كيلوغرام من وزن الدهون إلا أن التركيزات الفردية البالغة ٦٩ ميكروغرام/كيلوغرام من وزن الدهون لوحظت في تلك المناطق النائية. وكانت مستويات النفتالينات التي أخذت من النباتات البرية في المناطق الأخرى تماثل مع نفس الحجم. ويبلغ حجم مستويات النفتالينات في الغلاف الجوي العالمي عشر مقدار pg/m^3 وتبلغ $١,٦ pg/m^3$ في التركيزات البالغة ١-٨ pg/m^3 المقاسة في هواء القطب الشمالي.

٦ - وتتحول النفتالينات إلى مستويات مغذيات عالية ويمكن على ذلك أن تتضخم أحيائياً في شبكة الأغذية. وقد لوحظ هذا التحول في القياسات الميدانية لمتجانسات النفتالينات العالية الكلورة (رابع إلى سابع النفتالينات) وتعزى إلى أيض مختار أو تضخم أحيائي يؤدي إلى فروق في الأنواع تتعلق بتراكم مختلف المتجانسات. وقد جرى توثيق معاملات التضخم الأحيائي ومعاملات التضخم في شبكة الأغذية ومعاملات السمية الأيضية للنفتالينات من الرابع إلى السابع الأعلى من ١ في سلسلة/شباك الأغذية من أسماك المياه العميقة والسطحية. وتبين توليفات الفريسة/المفترسات بما في ذلك الطيور ارتفاعاً في معاملات التضخم الأحيائي (حتى ٩٠) في رابع إلى سادس النفتالينات. وقد أكد العديد من بحوث سلسلة وشباك الأغذية

التمائل التركيبي ومن ثم التراكم الأحيائي والتضخم الأحيائي المتماثلين المتوقعين بين النفتالينات ومركبات ثنائية الفينيل متعدد الكلور مما يبين تماثل أو انخفاض طفيف في إمكانات التراكم الأحيائي للنفتالينات. ولا تتوافر حتى الآن أي بيانات عن سلاسل الأغذية الأرضية.

٧- وقد أظهرت بعض هذه المتجانسات القوية القدرة على التراكم والتضخم الأحيائي في شبكات الأغذية المائية (مثل سادس النفتالينات المكلورة ٦٦/٦٧). وكان سادس وسابع النفتالينات من بين أكثر المتجانسات رسداً في نباتات وحيوانات المنطقة. وتبين أن مستويات النفتالينات المكلورة مرتفعة في البيئة مما يؤدي إلى إستحثاث الإستجابة الخلوية المماثلة للديوكسين في الأسماك البرية على النحو الذي يتضح من البيانات العملية. وعلى ذلك تبين أن بوسع رابع إلى سابع النفتالينات في دلافين الموانئ أن يتجاز حاجز الدم/ المخ الذي هو آلية مصممة لحماية المخ من التسمم. وتشير المساهمات المحسوبة في معادلات السمية الشاملة للمركبات المماثلة للديوكسين إلى وجود نسبة مرتفعة في السلسلة الغذائية في أعماق البحار ومساهمة ملموسة في هذه المعادلات في رتبة الحيتانيات في بيئة القطب الشمالي.

٨- ويمكن أن يستخلص من ذلك أن التراكم الأحيائي مؤكد بالنسبة لرابع إلى سابع النفتالينات. كذلك فإن المتجانسات الأخرى تستوفي معايير التراكم الأحيائي عند معامل التركيز الأحيائي الأكثر من ٥٠٠٠ بالنسبة لثاني وثالث النفتالينات، معامل التفرق الأكثر من ٥ لثامن النفتالينات. وبيانات الرصد في نباتات المنطقة بشأن ثاني وثالث وثامن النفتالينات محدودة ولم تبلغ أي دراسات ميدانية عن معامل التضخم الأحيائي لأكثر من ١ لهذه المتجانسات.

٩- والعديد من خلائط الهالوواكس شديد السمية في دراسات السمية الحادة، كما لوحظ آثار على النمو في اللاقاريات والكائنات البرمائية. وتشير قيم السمية المزمنة المنمذجة في ثاني إلى سابع النفتالينات إلى وجود آثار ضارة. ويتمثل أحد الشواغل الرئيسية للكائنات المائية فضلاً عن البرية في احتمال الإصابة بالسمية المماثلة للديوكسين في بعض متجانسات النفتالينات. وتمتثل السمية مع تلك السائدة في المركبات المكلورة مثل ثنائي بنزو باراديوكسين متعدد الكلور، ومركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلور ومركبات الإثير ثنائي الفينيل متعدد البروم، ولا تتوسط إلا أساساً من خلال حقن الإنزيمات السيتوكروم P-450. وعلى وجه الخصوص فإن سادس بل وكذلك سابع وثامن النفتالينات تكشف عن ارتفاع السمية عن المتجانسات المكلورة الأدنى.

١٠- ويمكن أن تمتص النفتالينات عن طريق جميع مسارات التعرض وهي موزعة في الجسم البشري بنصف حياة يبلغ ١,٥ إلى ٢,٥ سنة مقدرة بالنسبة لمتجانسات سادس النفتالينات. ويعتمد الامتصاص والتوزيع والأبيض والسمية اعتماداً كبيراً على الأيسومرات، ويعتبر سادس النفتالينات من بين المتجانسات الأكثر رسداً عادة في العينات البشرية. وثمة نقص في بيانات السمية المزمنة الخاصة بالمتجانسات في حيوانات التجارب. وقد خلص إلى أن النفتالينات عوامل قوية للسمية في الأجنة وعوامل الإصابة بالمسح الخلقى بما يتيح تأثيرات مماثلة لتلك الخاصة بالمركبات السامة المماثلة للديوكسين. وعلاوة على ذلك يشار إلى احتمال التسبب في اختلال الغدد الصماء في تركيبات التعرض بالغة الانخفاض.

١١- ويشار إلى أن من أهم مسارات التعرض في عامة السكان تحدث عن طريق الفم من خلال المواد الغذائية. وقد أُبلغ أيضاً عن التعرض عن طريق مياه الشرب والهواء. ورصدت النفتالينات في الدم واللبن والأنسجة الدهنية في البشر. فقد ظهر تحويل لسادس النفتالينات في المشيمة والمسار اللبني ومن ثم تعرض أكثر مراحل ودورات حياة البشر حساسية للملوثات. ويعتبر استهلاك الأسماك الملوثة من المسارات الهامة لتعرض البشر للنفتالينات.

١٢- ويمكن أن تسهم النفتالينات بدرجة كبيرة في معادلات السمية الشاملة للمركبات المماثلة للديوكسين في هواء القطب الشمالي. وتسهم النفتالينات في معادلات السمية الشاملة في ثدييات القطب الشمالي مثل الفقمة وحيتان البلوجا التي تشكل

جزءاً من النظام الغذائي للسكان الأصليين. وقد ظهر أن دهن الفقمة والحيتان ولحمهما تسهم بأكثر من ٩٠ في المائة من المصادر الغذائية لمبيدات الآفات الكلورية العضوية ومركبات ثنائية الفينيل متعدد الكلور بما يتجاوز المتحصلات اليومية المحتملة في بعض الحالات. وثمة قرائن متزايدة على وجود تأثيرات ضارة بالصحة بين السكان الأصليين في القطب الشمالي. وتعاني الأجنة النامية على وجه الخصوص من التعرض للمواد الكيميائية البيئية بما في ذلك تأثيرات التعرض لخليط من المواد الثابتة المتراكمة أحياناً والسامة. ولذا يوصي بقوة بخفض الأعباء التي تتحملها أجسام السكان الأصليين من الملوثات العضوية الثابتة بصفة عامة والنفثالينات بصفة خاصة.

١٣ - واستناداً إلى القرائن المتوافرة، قد تؤدي النفثالينات (من ثاني إلى ثامن النفثالينات)، نتيجة لانتقالها طويل المدى في البيئة، إلى أضرار بالغة لصحة البشر وآثار بيئية مما يتطلب اتخاذ إجراء عالمي.

١ - مقدمة

١٤ - قدم الاتحاد الأوروبي وبلدانه الأعضاء مقترحاً لإدراج النفثالينات الكلورية في المرفقات ألف وباء أو جيم من اتفاقية استكهولم في ١٠ أيار/مايو ٢٠١١ (UNEP/POPS/POPRC.7/2) مصحوباً بملف مفصل لدعم المقترح (UNEP/POPS/POPRC.7/INF/3).

١٥ - وتتألف النفثالينات الكلورية من ٧٥ متجانساً محتملاً في ثمانية مجموعات متجانسة مع ذرة إلى ثمانية ذرات مكلورة تتبادل حول جزئي النفثالينات المعطرة الطيارة. ومجموعات المتجانسات التي يتناولها هذا التقرير هي النفثالينات ثاني الكلورة ونفثالينات ثالث الكلورة، ونفثالينات رابع الكلورة، ونفثالينات خامس الكلورة، ونفثالينات سادس الكلورة، ونفثالينات سباعي الكلورة، ونفثالينات ثامن الكلورة. وهي مماثلة من ناحية التركيب لمركبات ثنائية الفينيل متعدد الكلورة المدرجة في اتفاقية استكهولم لدى اعتمادها عام ٢٠٠١.

١٦ - وكانت النفثالينات تستخدم تاريخياً في المحافظة على الأخشاب وكمادة مضافة للدهانات وزيت الماكينات ولعزل الكابلات وفي المكثفات. وفي حين توقفت استخدامات النفثالينات، فإنها وجدت في مركبات ثنائية الفينيل متعدد الكلور ويجري إنتاجها عن غير قصد خلال عمليات الحرق وفي التركيبات الصناعية.

١٧ - ويجمع التقرير المعلومات المتوافرة عن متجانسات النفثالينات بما في ذلك السلوك البيئي والخواص السمية للمتجانسات النوعية مع ملاحظة الصعوبات الناشئة عن كثرة الأيسومرات المختلفة لمختلف أنواع السمية في الخلائط التقنية والمستحضرات التجارية فضلاً عن العينات البيئية بما في ذلك المواد الغذائية.

١-١ الهوية الكيميائية

الاسم ورقم التسجيل

الاسم الشائع:	النفثالينات المكلورة
الاسم والرقم في الاتحاد الدولي للعلوم البحتة والتطبيقية وأرقام المتجانسات الـ ٧٥ في دائرة المستخلصات الكيميائية	أنظر المرفق الأول
المتراذفات	النفثالينات المتعددة الكلورة ومشتقات الكلورو نفثالينات ^(١) ^(٢)
الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية	70776-03-3

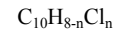
(١) UNEP/POPS/POPRC.7/INF/3

(٢) ACToR (2012)

١٨ - ويتمثل نظام المسميات مع ذلك الخاص بمركبات ثنائية الفينيل متعدد الكلورة، ويستخدم نظام التقييم الوارد في الشكل ١-١-١. ومعظم النفتالينات المنتجة صناعياً عبارة عن خلائط من عدة متجانسات. ويعرض الجدول ١-٢ ألف في المرفق الثاني تشكيل العديد من أنواع الهالوواكس وفقاً للقياسات التحليلية (بيانات معدلة من وكالة البيئة في كندا ٢٠١١ وFalandysz وآخرون ٢٠٠٨). والخلائط والأسماء التجارية الأخرى هي الباسيليوم SP-70، والبنزين واكس D88، والبنزين واكس D116N، والبنزين واكس D130، والسيكاي واكس R68، والسيكاي واكس R93، والسيكاي واكس R123، والسيكاي واكس R700، والسيكاي واكس RC93، والسيكاي واكس RC123، والكلوناسير واكس 115، والكلوناسير واكس 95، والكلوناسير واكس 130 (جاكبوسون واسيلوند، ٢٠٠٠) والمواد السيفرالية (فلانديز ١٩٩٨). وتتراوح الحالة الفيزيائية بين السوائل الخفيفة والشمع الصلب (البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، ٢٠٠١).

١٩ - وفي حين أن العديد من التحديات التحليلية يرتبط بالتحديد الدقيق للنفتالينات، فإن الطرائق الحالية تتماثل مع الطرائق التحليلية المستخدمة لمركبات ثنائية الفينيل متعدد الكلورة. وتعتمد على تنظيف الكربون (من المصفوفات) والتفتيت الذي يعقبه التحليل الكهروماتوغرافي للغاز عالي التباين/القياس الطيفي عالي التباين للمستويات المنخفضة من النفتالينات/عالية الانتقائية. غير أنه لا يتوافر على النطاق التجاري سوى أقل من نصف المتجانسات المحتملة، وتتوافر النفتالينات الموسمة بحسب الخصائص الموحدة بالنسبة لعدد قليل من المتجانسات مثل توافر ثالث النفتالينات غير الموسمة كيميائياً^(١٣) (كوشكليت وهليم، ٢٠٠٦).

التركيبات

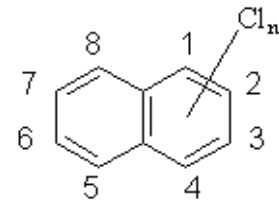


صيغة الجزئي:

أنظر الجدول ١-١-١

وزن الجزئي:

الشكل ١-١-١: التركيب الكيميائي الذي يبين نظام تقييم ذرة الكربون والمواقع المحتملة لبديل ذرة الكلورين (المصدر: UNEP/POPS/POPRC.7/INF/3)



الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمختلف مجموعات المتجانسات

٢٠ - تتباين الخصائص الفيزيائية والكيميائية تبايناً كبيراً بالنظر إلى درجة إحلل الكلورين. فثالث إلى ثامن النفتالينات شديدة القابلية للذوبان في الدهن مع ارتفاع معامل التفرق (K_{ow}). وتحدد قيم معامل التفرق في الجدول ١-١-١ بصورة تجريبية في حين يحتوي المرفق الأول على القيم المنمذجة لعلاقة الكمية بين التركيب والنشاط (بوزين وفالانديز، ٢٠٠٧). وكانت القيم المنمذجة تقل بالنسبة للمتجانسات الأكثر كلورة.

٢١ - وينخفض الذوبان في الماء وضغط البخار مع درجة الكلورة. ويذوب ثاني النفتالينات بصورة طفيفة في الماء في حين لدى النفتالينات الأعلى كلورة خاصية الذوبان في الماء بقدر ضئيل من الميكروغرام/لتر. وبالنسبة للمواد الكيميائية التي تنخفض فيها القيم المقاسة للذوبان في الماء، فإنها تنطوي على درجة كبيرة من عدم اليقين (وكالة البيئة في كندا، ٢٠١١) (الجدول ١-١-١، القيم الواردة بين أقواس عبارة عن قيم تقديرية بنسخة WSKOWWIN ٤١-١ وEPISUITE). وقد وضع Puzyn وآخرون (٢٠٠٩) نموذج QSPR (العلاقة الكمية بين التركيب والنشاط) لتقدير الذوبان في الماء ومعامل التفرق و K_{aw} و K_{oa}

وثبات قانون هنري لجميع المتجانسات الخمسة والسبعين. وتقل تقديرات الذوبان في الماء عن القيم الواردة في الجدول ١-١-١. وترد قيم هذه النقاط النهائية الممنذجة في المرفق الأول. ويرد موجز لمعامل التفريق ومعامل التفريق في الماء بالنسبة لمختلف مجموعات المتجانسات في الجدول ١-١-١.

٢٢ - وترتبط النفتالينات في المرحلة الغازية بجسيمات نتيحة لشبه تطايرها. واستناداً إلى عامل ثبات قانون هنري، يتوقع حدوث التطاير من سطح التربة الرطبة والماء بالنسبة لثاني النفتالينات إلى ثامن النفتالينات (HSDB, 2012). ويبين المنظر فوق البنفسجي للنفتالينات حدوث أقصى قوة للامتصاص يتراوح بين ٢٢٠ و ٢٧٥ nm ومستوى أضعف بين ٢٧٥ و ٣٤٥ nm. ويتحول الحد الأقصى للامتصاص صوب أطوال الموجة الطويلة مع زياد درجة الكلورين (وفقاً لكل من Brinkman و Reymer، ١٩٧٦ في Asplund و Jakobsson، ٢٠٠٠).

٢٣ - والنفتالينات المكورة النقية مركبات كريستالية لا لون لها (المعهد الهندي للعلوم، ٢٠١١، والمرفق هاء للمعلومات المقدم من تايلند).

الجدول ١-١-١ بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية المختارة (جدول معدل من وكالة البيئة في كندا، ٢٠١١)

المتجانسات	الوزن الجزيئي (غرام/متر/لتر)	الذوبان ميكروغرام/لتر	ضغط البخار (Pa) ^b السائل تحت التبريد (٢٥ درجة مئوية)	عامل التباين في قانون هنري (m ³ طن ٢٥ درجة مئوية) ج	عامل التفريق في الماء	عامل التفريق K _{aw}	نقطة الذوبان (درجة مئوية)	نقطة الغليان (درجة مئوية)
ثاني النفتالينات	197.00	137-862 (2713)	0.198-0.352	3.7-29.2	4.2-4.9	-2.83 to -1.98	37-138	287-298
ثالث النفتالينات	231.50	16.7-65 (709)	0.0678-0.114	1.11-51.2	5.1-5.6	-3.35 to -2.01	68-133	274*
رابع النفتالينات	266.00	3.7-8.3 (177)	0.0108-0.0415	0.9-40.7	5.8-6.4	-3.54 to -2.02	111-198	غير معروف
خامس النفتالينات	300.40	7.30 (44)	0.00275-0.00789	0.5-12.5	6.8 - 7.0	-3.73 to -2.3	147-171	313*
سادس النفتالينات	335.00	0.11* (11)	0.00157-0.000734	0.3-2.3	7.5 - 7.7	-4.13 to -3.04	194	331*
سابع النفتالينات	369.50	0.04* (2.60)	2.78 x 10 ⁻⁴ , 2.46 x 10 ⁻⁴	0.1-0.2	8.2	-4.34 to -4.11	194	348*
ثامن النفتالينات	404.00	0.08 (0.63)	1.5 x 10 ⁻⁶	0.02	6.42-8.50	-5.21	198	365*

مصدر البيانات IPCS (٢٠٠١)، ما لم يذكر غير ذلك

- أ - القيمة خارج الأقواس حددت بصورة تجريبية بطريقة التشبع المائي (Oppenhuizen et al. 1985)، وبالنسبة للمتجانسات الصلبة، وضعت تنبؤات للقيم في الأقواس باستخدام WSKOWWIN 2000.
- ب - المصدر: Lei et al. (1999).
- ج - استخلصت القيم من Puzyn and Falandysz (2007).
- د - مصادر التفريق المقاس (reversed phase HPLC method) (Oppenhuizen (1987), Oppenhuizen et al. (1985) (shake flask method, Bruggeman et al. (1982)), Lei et al. (2000) (reversed phase HPLC method).
- هـ - تقديرات من Puzyn et al. (2009).
- * قيم تقديرية باستخدام المنهجيات الواردة في Lyman et al. (1982).

٢-١ استنتاجات لجنة استعراض الملوثات العضوية فيما يتعلق بالمعلومات الواردة في المرفق الأول

٢٤ - أحررت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة، خلال اجتماعها السابع الذي عقد في جنيف، تقييماً للمقترح المتعلق بالنفتالينات المكورة (UNEP/POPS/POPRC.7/2) وفقاً لمتطلبات المرفق دال في اتفاقية استكهولم. وتوصلت اللجنة في مقررهما

٢/٧ إلى استنتاج بأن النفتالينات الكلورية (ثاني إلى ثامن النفتالينات الكلورية) تستوفي معايير الفرز المحددة في المرفق دال. كما قررت اللجنة إنشاء فريق عامل مخصص لاستعراض المقترح بدرجة أكبر وإعداد مشروع موجز مخاطر وفقاً للمرفق هاء بالاتفاقية؟

٣-١ مصادر البيانات

٢٥ - يستند مشروع موجز المخاطر إلى مصادر البيانات التالية:

أ) المقترح المقدم من الجماعة الأوروبية ودولها الأعضاء التي هي أطراف في الاتفاقية، وهو المقترح الوارد في (UNEP/POPS/POPRC.7/2UNEP/POPS/POPRC.7/INF/3)، ٢٠١١.

ب) المقرر ٧/٢، الصادر عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة، ٢٠١١.

ج) المعلومات المقدمة من الأطراف والمراقبين وفقاً للمرفق هاء من الاتفاقية وهي: أذربيجان، وبلغاريا، والكاميرون، وكندا، والصين، وكوستاريكا، وألمانيا، وغواتيمالا، واليابان، وكيريباتس، ولاتفيا، والمكسيك، وموناكو، وميانمار، وتايلند، وجمهورية تنزانيا المتحدة، والولايات المتحدة الأمريكية، والشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة ومجلس قطبي الأوكسيمو.

وتتوافر هذه المعلومات عن الموقع الشبكي للاتفاقية.

(<http://chm.pops.int/Convention/POPsReviewCommittee/POPRCMeetings/POPRC7/POPRC7Followup/CNAnnexEinformation/tabid/2466/Default.aspx>).

د) البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، النفتالينات الكلورية، وموجز وثيقة ٣٤ لتقييم دولي للمواد الكيميائية، منظمة الصحة العالمية، جنيف، ٢٠٠١ (<http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad34.pdf>).

هـ) Crookes, M. and Howe, P. 1993. تقييم الأخطار البيئية: النفتالينات المهلجنة. مؤسسة بحوث البناء، شعبة المواد السامة، مديرية الهواء والمناخ والمواد السامة، التقرير البيئي رقم TSD/13.

و) وكالة البيئة في كندا، ٢٠١١. تقرير تقييم الفرز الإيكولوجي بشأن النفتالينات الكلورية، حزيران/يونيه ٢٠١١ (http://www.ec.gc.ca/ese-ees/835522FE-AE6C-405A-A729-7BC4B7C794BF/CNs_SAR_En.pdf).

ز) برنامج الرصد والتقييم لمنطقة القطب الشمالي AMAP 2004، برنامج الرصد والتقييم لمنطقة القطب الشمالي ٢٠٠٢ الملوثات العضوية الثابتة في منطقة القطب الشمالي، أوسلو، النرويج، ٢٠٠٤ (<http://www.amap.no/assessment/scientificbackground.htm>).

٢٦ - وعلاوة على مصادر المعلومات هذه، أجري بحث عن الدراسات في قواعد البيانات العامة تركز على الدراسات العلمية التي أجريت مؤخراً. وقد استخدمت قواعد البيانات التالية: قاعدة بيانات ACToR (<http://www.epa.gov/actor/>)، Pubmed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?DB=pubmed>)، قاعدة بيانات SRC (<http://www.srcinc.com/what-we-do/free-demos.aspx>)، البوابة الكيميائية الإلكترونية لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي TOXNET (http://www.echemportal.org/echemportal/index?pageID=0&request_locale=en)، قاعدة بيانات إمكانات الإصابة بالسرطان (<http://potency.berkeley.edu/cpdb.html>)، قاعدة بيانات NITE (<http://www.safe.nite.go.jp/english/db.html>)، قاعدة بيانات GESTIS (<http://www.dguv.de/ifa/en/gestis/stoffdb/index.jsp>)، قاعدة بيانات WHOIS لمنظمة الصحة العالمية (<http://dosei.who.int>)، قاعدة بيانات البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية (<http://www.inchem.org/>)، قاعدة بيانات الآفات (<http://www.pesticideinfo.org/>)، بحث غوغل العلمي (<http://scholar.google.com>).

٢٧ - وعموماً، تضمنت بنود البحث الاسم الكيميائي أو الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية و/أو توليفة من البنود التقنية بالنظر إلى تعددية المدخل. ولنفس هذا السبب، اختيرت مقالات علمية محدثة نوعية. وتتضمن التقارير المدرجة أعلاه مراجع فردية لم تدرج بصورة محددة في مشروع موجز المخاطر هذا ما لم يذكر غير ذلك.

٤-١ حالة المادة الكيميائية في الاتفاقيات الدولية

٢٨ - لم تخضع النفتالينات الكلورة إلا لعدد محدود من المعاهدات والاتفاقيات الدولية:

أ) في كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٩، اقترحت النفتالينات وفقاً للمقرر ٢/٢٠٠٩ في تنقيح المرفق الأول (حظر الإنتاج والاستخدام) في بروتوكول آرهوس للملوثات العضوية الثابتة في إطار اتفاقية تلوث الهواء العابرة للحدود طويل الأمد. وسوف يدخل التعديل حيز النفاذ عندما يعتمد الطرف الثالث والعشرين التعديل.

ب) أدرجت لجنة أسلو وباريس لمنع تلوث البحار النفتالينات في قائمة المواد الكيميائية للعمل ذي الأولوية (محلول حزين/يونيه ٢٠٠٣). ويمكن جمع المزيد من المعلومات من الموقع <http://www.ospar.org>.

ج) تصنيف النفايات المحتوية على النفتالينات على أنها من النفايات الخطرة بموجب المرفق الثامن من اتفاقية بازل بشأن التحكم في انتقال النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود.

٢ - موجز المعلومات ذات الصلة بموجز المخاطر

١-٢ المصادر

١-١-٢ الإنتاج والتجارة والمخزونات

٢٩ - تجدر الملاحظة بأن بيانات الإنتاج والاستخدام خارج إقليم لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا شحيحة بدرجة كبيرة. وتوقع هذه الظروف تقييم اطلاقات النفتالينات على الصعيد العالمي بصورة كبيرة.

٣٠ - وكانت النفتالينات تنتج للاستخدام التقني في العقد الأول من القرن العشرين أي كمثبطات للهب أو لحماية الورق والمنسوجات- بما في ذلك الاستخدام الواسع النطاق في الحشو الورقي للأقنعة المضادة للغازات خلال الحرب العالمية الأولى (Hayward, 1998). وتناقص انتاجها بعد الحرب العالمية الثانية حيث حلت مكانها اللدائن بالتدرج (لأغراض العزل) ومركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة. ومع ذلك ظلت النفتالينات مادة كيميائية كبيرة الحجم حتى سبعينات القرن الماضي (برنامج الرصد والتقييم لمنظمة القطب الشمالي AMAP، ٢٠٠٤) بطاقة إنتاج تبلغ ٩٠٠٠ طن في جميع أنحاء العالم في عشرينات القرن الماضي (Asplund و Jakobsson، ٢٠٠٠، بحسب ما جاء في برنامج الرصد والتقييم لمنطقة القطب الشمالي، ٢٠٠٤). ولا يتوافر سوى قدر ضئيل من المعلومات عن حجم إنتاج النفتالينات على العكس من الأرقام المقابلة لمركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلور مما يفترض أن إنتاج النفتالينات لم يتجاوز عشر إنتاج مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلور (Geer و Beland، ١٩٧٣، على النحو الوارد في Hayward، ١٩٩٨). ويقدم هيوارد (١٩٩٨) رقماً تقريبياً يبلغ في مجموعه ما بين ٥٠.٠٠٠ و ١٥٠.٠٠٠ طن من النفتالينات انتجت في الولايات المتحدة من ١٩١٠ وحتى ١٩٦٠ (Hayward، ١٩٩٩، وBogdal وآخرون، ٢٠٠٨: ١٣٠.٠٠٠ طن). وفي الولايات المتحدة تناقص الإنتاج بدرجة كبيرة بعد عام ١٩٧٧ حيث انخفض إلى إنتاج سنوي قدره ٣٢٠ طناً في ١٩٧٨ (البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، ٢٠٠١). ويعزى الانخفاض في احجام الإنتاج إلى تزايد القرائن على أن النفتالينات من الملوثات على الصعيد العالمي (UNEP/POPS/POPRC.7/INF/3). ومن المهم ملاحظة أن تركيزات النفتالينات في الغلاف الجوي في العديد من المواقع في العالم تقل درجة من حيث الحجم عن التركيزات الخاصة

بمركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة في مواقع معينة (Lee وآخرون ٢٠٠٧) مما يتوافق جيداً مع العلاقة بين احجام الإنتاج التقديرية لكل من مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة والنفثالينات - أنظر أعلاه.

٣١ - وعلى ذلك، فإن العناصر الأساسية للرواسب من المملكة المتحدة تشير إلى زيادة ملحوظة في انبعاثات النفثالينات اعتباراً من أوائل أربعينات القرن الماضي فصاعداً مع وصول الحد الأقصى للقيم في أوائل خمسينات القرن الماضي - منتصف ستينات القرن الماضي ثم انخفاض بأربعة أضعاف ما كانت عليه بعد ذلك (Gevao وآخرون، ٢٠٠٠). وتتوافق هذه النتائج مع تلك المأخوذة من Bogdal وآخرون (٢٠٠٨) الذي لاحظ وصول النفثالينات إلى ذروتها في منتصف خمسينات القرن الماضي في العناصر الأساسية للرواسب المأخوذة من بحيرة الألب السويسرية.

٣٢ - وتباين التقديرات الخاصة بمجموع الإنتاج العالمي من النفثالينات حتى الآن بين ٢٠٠ ٠٠٠ إلى ٤٠٠ ٠٠٠ طن (برنامج الرصد والتقييم لمنطقة القطب الشمالي، ٢٠٠٤) و ١٥٠ ٠٠٠ طن (نحو عشر ما أنتج على الإطلاق من مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة (Brinkman & De Kok, 1980) على النحو الوارد في (Falandysz, 1998).

٣٣ - وتتضمن مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة التجارية عناصر نذرة من النفثالينات (٠,٠١ - ٠,٠٩ في المائة: (Falandysz, 1998, Kannan et al., 2000, Yamashita et al., 2000). ووفقاً لما ذكره Noma وآخرون (٢٠٠٥) جرى التعرف على نقاوة ثنائي البنزوكلورو- ب وديوكسين في جميع مستحضرات الهالوواكس الذي خضع للبحث (النطاق المبلغ ١,٥ نانوغرام/غرام).

٣٤ - وحتى الآن، يفترض أن إنتاج النفثالينات قد توقف وإن كانت المنتجات الملوثة به مازالت موجودة في الأسواق في ٢٠٠٣ (Yamashita et al. 2003) على النحو الوارد في: (Bidleman et al., 2010)، مع ملاحظة حالات من منتجات تحتوي على النفثالينات أو مركبات النفثالينات التقنية في اليابان (Falandysz et al., 2008): وأشارت التقارير الأخيرة الواردة من اليابان إلى أن مركبات النفثالينات قد تكون قد استوردت من موردين في كندا والمملكة المتحدة في أواخر تسعينات القرن الماضي (Yamashita et al. 2003, Falandysz 2003 in Santillo and Johnston, 2004).

٣٥ - وتذكر دراسة أجراها أخيراً عدد من الباحثين الصينيين عدم توافر أي معلومات عن إنتاج مركبات النفثالينات التقنية في الصين (Pan وآخرون، ٢٠١١)، إلا أنه أبلغ عن إنتاج كمية صغيرة (لم تحدد) من ثامن نفثالينات للأغراض العلمية لمناطق جيانغو مؤخراً (الصين، ٢٠١١).

٢-١-٢ الاستخدامات

٣٦ - كانت النفثالينات تستخدم بالدرجة الأولى لخواصها الكيميائية بما في ذلك انخفاض قدرتها على الاشتعال، وخواص العزل (الكهربائي) وعناصر المقاومة بما في ذلك مقاومة التحلل الأحيائي ومهمة المبيد الأحيائي، كما أنها تتقاسم هذه الخواص ومكان استخدامها مع مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة التي حلت مكانها بالتدريج بعد الحرب العالمية الثانية (cf. Hayward, 1998).

٣٧ - ويتضمن التباين الواسع في استخدامات النفثالينات (السابقة) (البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية ٢٠١١):

المتجانسات الأقل كلورة

استخدمت النفثالينات الأقل كلورة (النفثالينات الوحيدة الكلورة وخليط النفثالينات الوحيدة والثنائية الكلورة) في سوائيل قياس المقاومة الكيميائية، واقفال المعدات، كسوائيل مبادلة الحرارة وكمذوبات ذات خاصية عالية درجة الغليان، ولنشر الألوان، وكمواد

مضافة لزيت الآلات والمحركات، وكعناصر في مركبات تشغيل الموتورات. وقد استخدمت النفتالينات وحيدة الكلورة أيضاً كمادة خام للصبغة ولحفظ الأشجار بخصائص مبيدات الفطر ومبيدات الحشرات.

المتجانسات عالية الكلورة

٣٨ - كانت أهم الاستخدامات، من حيث الحجم، في عزل الكابلات ومثبطات اللهب، وحفظ الأخشاب، ومواد مضافة إلى زيت الآلات والمعدات، ومركبات تكسية الطلاء الكهربائي، وعوامل تصنيع لإنتاج الصبغات، وحاملات الصبغة، ومواد تشرب العازل في المكثفات المختلفة، وزيت اختبار الرقم الدليلي للانكسار. وكان استخدام النفتالينات في حفظ الأخشاب شائعاً في أربعينات وخمسينات القرن الماضي إلا أنها لم تعد تستخدم لهذا الغرض في الولايات المتحدة. وتمثل الاستخدامات الأخرى (NICNAS 2002): في إدراج مركبات التكسية في الاستخدامات الإلكترونية والآلية، وأحزمة مؤقتة في تغليف الورق والتشميع، وأحزمة للمكونات السيراميكية، ومواد الصب للسبائك، وشحوم الطحن والتقطيع وأدوات الفصل في البطاريات، ومواد الإغلاق والمواد المضادة للرطوبة. وذكرت وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة أنه مازال يجري في الولايات المتحدة استخدام كميات ضئيلة من النفتالينات (نحو ١٥ طناً/سنة في ١٩٨١) وذلك بالدرجة الأولى في شكل زيوت اختبار الرقم الدليلي للانكسار وكمواد عازلة للمكثفات. وأشارت إلى أن الاستخدامات الجديدة الأكثر احتمالاً قد تكون في شكل مواد وسيطة للبوليمرات ومثبطات اللهب في صناعة اللدائن (البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، ٢٠٠١).

٣-١-٢ الإطلاقات في البيئة

٣٩ - كما أشير أعلاه، فإن بيانات الإنتاج والاستخدام خارج إقليم لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا شحيحة بدرجة كبيرة.

٤٠ - رأى البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية (٢٠٠١) أن ترميد النفايات والتخلص من المنتجات المحتوية على النفتالينات تشكل المصادر الرئيسية الحالية لإطلاقات النفتالينات في البيئة. وخلص Bolscher وآخرون (٢٠٠٥) إلى أن حرق النفايات الطبية والبلدية والصناعية تعتبر مصدراً رئيسياً للنفتالينات في البيئة. وبالنسبة لإقليم لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا فإن إطلاقات النفتالينات دون قصد أثناء التخلص من النفايات، عن طريق الترميد، تعتبر أهم مصدر في الوقت الحاضر (Denier Van Der Gon et al., 2007). ويجرى التخلص من معظم النفايات عن طريق ترميد النفايات الطبية والبلدية والصناعية. ويقدم Weem (٢٠٠٩) تقديراً لنحو ٧٤ في المائة من مجموع إطلاقات النفتالينات نتيجة لحرق النفايات في أوروبا. كذلك يبلغ Lee وآخرون (٢٠٠٧) عن انبعاثات سنوية للنفتالينات لا تتجاوز طناً واحداً من إقليم لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا ترجع إلى عام ٢٠٠٠ ويأتي أكثر من ٨٠ في المائة منها من الحرق. كذلك ينظر إلى ترميد نفايات البلديات والنفايات الخاصة، وبصورة أعم العمليات الحرارية مثل الحرق والتحميص وإصلاح المعادن على أنها مصادر هامة (البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، ٢٠٠١، Falandysz، ١٩٩٨). وقدم Falandysz (١٩٩٨) تقديراً سنوياً يتراوح بين ١٠ إلى ١٠٠ كيلوغرام، وحجم إجمالي (أطلق) يتراوح بين طن وعشرة أطنان من النفتالينات التي تكونت خلال الحرق في مختلف أنحاء العالم.

٤١ - وثمة شكوك أيضاً من أن تكون النفتالينات تتولد عن غير قصد مع آليات مماثلة (NICNAS، ٢٠٠٠، Bolscher et al., ٢٠٠٥) مثل ثاني بنزوالديوكسان والفوران: تتكون خلال الانصهار في الصناعات المعدنية غير الحديدية الفرعية (حيث تشمل ظروف الإنتاج الحرارة والعناصر المعاد تدويرها المحتوية على الكورين والمعامل التحفيزي للمعادن مثل النحاس، Kannan وآخرون، ١٩٩٨، Ba وآخرون، ٢٠١٠). وقام Ba وآخرون (٢٠١٠) بحساب حجم الانبعاثات بمقدار ٤٢٨،٤ نانوغرام من معادلات السمية الشاملة لكل طن من النحاس الثانوي (الألمونيوم ١٤٢،٨، الزنك ١٢٥،٧، والرصاص ٢٠،١). وقد أبلغ عن أن إنتاج الاسمنت والمغنسيوم وتكرير الألمونيوم كانت من مصادر النفتالينات الأخرى غير المقصودة (وكالة البيئة في كندا، ٢٠١١). ويمكن أن تطلق عملية تصنيع الفحم النفتالينات أيضاً بانبعاثات تتراوح بين ٠،٧٧ - ١،٢٤ من معادلات السمية

الشاملة لكل طن من فحم الكوك (Liu et al., 2010). وعلى ذلك تشكل الصناعة في لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا، نحو ١٠ في المائة في حين تطلق عمليات الحرق المنزلية والتجارية وغيرها ١١ في المئة من مجموع النفتالينات عن غير قصد إلا أن هذه الانبعاثات لا تتعدى ٧/١ تلك الناشئة عن عمليات ترميد النفايات وبنفس الحجم تقريباً الذي للانطلاقات عن عمليات ترميد النفايات وبنفس الحجم تقريباً الذي للانطلاقات من عمليات الحرق الأخرى (Denier van der Gon et al., 2007). وعلى ذلك، فإن الصناعة في إقليم لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا تشكل نحو ١٠ في المائة ويشكل حرق النفايات المنزلية والتجارية وأنواع الحرق الأخرى ١١ في المائة من مجموع إطلاقات النفتالينات. وتتوزع النسبة الباقية بين التدفئة العامة وإنتاج الطاقة والمذويات واستخدامها (Denier Van Der Gon وآخرون، ٢٠٠٧). وهناك إطلاقات محتملة من الاستخدامات السابقة (النفثالينات أو شوائب مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة التقنية) المتضمنة في مواقع دفن القمامة أو الاستخدامات السابقة إلا أن من الصعب تقييم مدى مساهمتها في الإطلاقات الحالية للنفثالينات.

٤٢ - وثمة مصدر غير مقصود آخر للإطلاق يتمثل في العناصر النزرة للنفثالينات الناشئة عن مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة التقنية التي قدرت بصورة تقريبية بمقدار ٠,١ كيلوطن الموجود في جميع الأركلور وكلوفين التي كانت تنتج في جميع أنحاء العالم (Falandysz، ١٩٩٨). وأبلغ Denier Van Der Gon وآخرون (٢٠٠٧) عن تكون النفتالينات خلال إنتاج مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة كمصدر محتمل.

٤٣ - كما كانت هناك إشارات (بيانات المتجانسات المميزة) إلى تكون النفتالينات خلال عملية الكلور - القلوبات الواضحة في مواقع التصنيع لإنتاج الكلورين على النحو المبين من التركيزات العالية للنفثالينات المبلغة في الأسماك التي جمعت بالقرب من مصنع سابق للكلور - القلوبات (Kannan وآخرون، ١٩٩٨). وعلى الرغم من أن إحدى الدراسات القديمة قد أبلغت عن وجود النفتالينات بتركيزات منخفضة كمنتجات ثانوية في عمليات استخدام الكلورين في مياه الشرب (شيرازهي وآخرون ١٩٨٥، في وكالة البيئة في كندا ٢٠١١)، لم تتوافر أي قرائن في الدراسات الأخيرة تؤيد ذلك (وكالة البيئة في كندا ٢٠١١).

٤٤ - ويتضمن الجدول ٢ ألف - ٢ من المرفق الثاني أنماط المتجانسات المميزة لمختلف مصادر النفتالينات بالمقارنة بأنماط النفتالينات في الغلاف الجوي البعيد. والمتجانسات الأكثر وفرة في هواء القطب الشمالي هي ثالث النفتالينات (مقدار ٤٥ - ٦٥ في المائة من النفتالينات) ورابع النفتالينات (٢٠-٤٧ في المائة) ويليه نحو ١٠ في المائة من خامس النفتالينات، والقدر الضئيل المتبقي من المتجانسات عالية الكلورة. وقد تبين أن تركيزات النفتالينات ترتفع في الهواء من المواقع القطبية المرتفعة (البرت، كندا، ودوناي وروسيا) في الشتاء، والربيع والخريف باتباع اتجاه صوب هباء القطب الشمالي (Harner وآخرون، ١٩٩٨، Helm، Bidleman، ٢٠٠٣، AMAP، Helm، وآخرون، ٢٠٠٤، Bidleman، ٢٠١٠). وأشار تحليل للمتجانسات إلى أنه يبدو أن النفتالينات في البرت قد نشأت في معظمها عن مصادر بخار في حين كانت آثار الحرق أكثر وضوحاً في المواقع شبه القطبية في ني السويد، بالنرويج. وخلال فترة أخذ العينات التي استمرت ثلاثة أشهر، بلغت النفتالينات الناشئة عن الحرق ٤.٨ في المائة من النفتالينات في البرت و ١٩ في المائة من النفتالينات ΣCNs في ني السويد (Bidleman، ٢٠١٠).

٢-٢ المصير البيئي

٤٥ - استخدم نموذج للانفلات الغازي من المستوى الثالث في التنبؤ بالأجزاء البيئية التي ستوجد بها النفتالينات على الأرجح. وتميل النفتالينات إلى البقاء في الهواء أو أجزاء من التربة عندما تطلق في الهواء فقط. وتميل النفتالينات إلى البقاء في الماء أو أجزاء من الترسبات عندما تطلق في الماء أو أجزاء من الترسبات عندما تطلق في الماء فقط بحسب مجموعات المتجانسات (وكالة البيئة في كندا، ٢٠١١). وجمعت المعلومات المفصلة في الجدول ٣ ألف - ١ في المرفق الثالث).

٢-٢-١ الثبات

التحلل الأحيائي

٤٦ - وفقاً لما قاله ليمان وآخرون ١٩٩٠ الوارد في HSDB (٢٠١٢) تقاوم العطريات المهلجنة عموماً التميؤ المائي ولذا يتوقع أن لا تخضع جميع المتجانسات للتميؤ في الماء.

٤٧ - وأظهرت البيانات التجريبية عن التحليل الضوئي المائي للنفثالينات في محلول الميثانول عند درجة حرارة ٣٠ مئوية أن إزالة الكلورة ومزاوجة الصبغة التركيبية، يمثلان ممرات التفاعل الرئيسية (البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، ٢٠١١) بحسب وضع الإحلال (المتجانسات القريبة من الإحلال تعطي في كثير من الأحيان منتجات غير مكلورة في حين تغطي النفثالينات غير المعاقبة منتجات مزدوجة الصبغة التركيبية). وقد اقترحت آلية رديكالية حرة لتفسير المنتجات الملاحظة. وقد تبين أن التفاعل كان بطيئاً في النفثالينات الأكثر كلورة. وتجرى Järnberg وآخرون (١٩٩٩) التحليل الضوئي للهاالوواكس ١,٤١ في محلول الميثانول باستخدام ضوء الشمس الطبيعي. ووجدوا تحولاً عاماً صوب المتجانسات الأقل كلورة ولا سيما فقد انتقائي للمتجانسات المبدلة ٨,١ (وخاصة بالنسبة للنفثالينات ٢٢ و ٣٥ و ٣٨ و ٦٣ و ٥٣ و ٦٩).

٤٨ - وقد تحدث تفاعلات مماثلة في البيئة حسبما جاء في البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية (٢٠٠١) (إلا أنه لا يمكن تقدير مساهمتها في استنفاد النفثالينات في الأجواء المائية وسطوح التربة والهواء من هذه المعلومات مثل جميع تجارب استخدام الميثانول ولا يوجد تحديد للناتج الكمي أو معدلات التفاعل). وأشار Järnberg وآخرون (١٩٩٩) إلى أن التحليل الضوئي يغير من نمط التجانس وينبغي أخذه في الاعتبار لدى مقارنة ملامح متجانسات النفثالينات بالعينات البيئية. غير أنه لا يمكن تأكيد النتيجة التي توصل إليها Järnberg والعاملون معه بواسطة تحليل خاص بالمتجانس في عينات التربة التاريخية في المملكة المتحدة (Meijer et al., ٢٠٠١) مما يشير إلى أن التحليل الضوئي ليس له سوى أهمية طفيفة.

٤٩ - وفيما يتعلق بالأكسدة - الضوئية في الغلاف الجوي، أبلغ Crookes و Howe (١٩٩٣) في الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.7/INF/3 أن نصف الحياة البالغ ٢,٧ يوم (بافتراض التركيز الأساسي للهيدروكسيل العادي في الغلاف الجوي البالغ ١٠×٥^{١٠} جزئي (سم^٣) نتيجة لتجربة غرفة الضباب لثاني النفثالينات. وتقل هذه النتيجة عن البيانات الممنذجة لكل من AOPWIN v1.92 و EPISUITE البالغة ٤ أيام). وبالنسبة للمركبات الأخرى، جرى التنبؤ بأنصاف الحياة التالية (٢٥ درجة مئوية لتكيزات شق الهيدروكسيل البالغة ١٠×٥^{١٠} OH/جزئي سم^٣) لكل مجموعة: ٤ أيام لثاني النفثالينات و ٨ أيام لثالث النفثالينات و ١٨ يوماً لرابع النفثالينات و ٣٩ يوماً لخامس النفثالينات و ٨٦ يوماً لسداس النفثالينات و ١٨٩ يوماً لسابع النفثالينات و ٤١٧ يوماً لثامن النفثالينات. وخلص Puzyn وآخرون (٢٠٠٨) إلى أن العوامل الرئيسية التي تؤثر في عامل الثبات في النفثالينات في الهواء هي درجة الكلورة والإحلال.

٥٠ - وعلاوة على ذلك، يجرى تجزئة بعض المواد شبه المتطايرة بواسطة آلية الإدمصاص أو حتى الامتصاص إلى جسيمات أو أرسولات Bidleman و Harner (١٩٩٨) ومن ثم فإن نصف الحياة الحقيقي في الغلاف الجوي قد يكون أعلى من حيث حدود الشدة (المفوضية الأوروبية، ٢٠٠٣).

التحلل الأحيائي بما في ذلك مسارات التحلل

٥١ - وفقاً لما ذكره Falandysz (٢٠٠٣) فإن بيانات الدينامية الحرارية لمتجانسات النفثالينات تشير إلى أن الثبات صوب التحلل الأحيائي يتناقض بالتدرج من ثامن النفثالينات إلى ثاني النفثالينات. ويؤكد ذلك أيضاً تايلند (٢٠١١) التي تبرز أن الثبات البيئي للنفثالينات يزايد مع تزايد درجة الكلورة.

٥٢ - وقد قامت وكالة البيئة في كندا (٢٠١١) بإجراء حساب لنماذج العلاقة الكمية بين التركيب والنشاط بشأن التحلل الأحيائي باستخدام نموذج برنامج بيوين لتقدير التحلل الأحيائي (EPI SUITE). ولم يتنبأ بأي تحلل أحيائي بالنسبة لرابع إلى ثامن النفثالينات، وكان نصف الحياة التقديري في الماء يزيد عن ١٨٢ يوماً. وثمة تضارب بين نتائج بيوين بالنسبة لثاني النفثالينات وثالث النفثالينات. وعموماً، يبدو أن التنبؤات بقدرة التحلل الأحيائي غير الجاهزة في نموذج بيوين مؤكدة بصورة أكثر من تنبؤات التحلل الأحيائي الجاهزة (وكالة المواد الكيميائية الأوروبية، ٢٠٠٨).

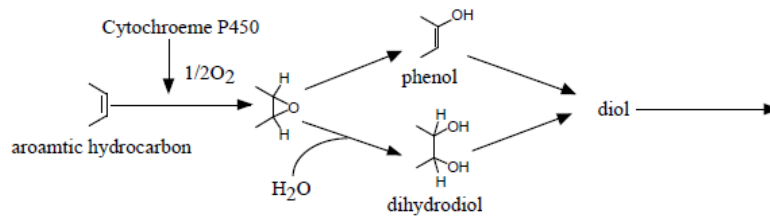
٥٣ - وقام Vulykh وآخرون (٢٠٠٥) بإجراء حساب بنموذج مركز توليف بيانات الأرصاد الجوية بشأن الملوثات العضوية الثابتة^(٣) للثبات الشامل المعبر عنه بنصف الحياة في البيئة. وأثبتت هذه الحسابات أن نصف حياة رابع النفثالينات ٤٧ يكتسي أهمية بالغة لتقييم وقت بقاءه في البيئة. وكان نصف الحياة في البيئة يبلغ ٣,٢ شهر في حين تم حساب القيم المختلفة لجوانب الهواء والماء والترربة بمقدار ٠,٣ و ١٢ و ٥٧ شهراً.

٥٤ - ووفقاً لما ذكره Fennell (٢٠٠٤) فإن بوسع النفثالينات أن تزيل الكلورة بصورة متناقصة بواسطة سلالات *Dehalococcoides* وخلال الفحص، جرى نزع كلورة رابع النفثالينات ٢٧ لتصبح بالدرجة الأولى متجانس غير محدد لثاني النفثالينات.

٥٥ - وأثبت Kitano وآخرون (٢٠٠٣) وجود تحلل هوائي لثاني النفثالينات في المستنبتات السائلة مع الفطر ذي الجذور البيضاء *Phlebia lindtneri*، الذي هو كائن يعرف بقدرته على تحليل الملوثات العضوية الثابتة مثل الديوكسين ومشتقات ثنائية الفينيل والهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات. وتحول ثاني النفثالينات، عن طريق تكون أكسيد في أحادي النفثالينات و/أو ثاني هايدروأكسيلاتيد نفثالينات وثنائي هايدروديول النفثالينات (الشكل ٢-٢-١-١). واستطاع موري وآخرون (٢٠٠٩) أن يثبت حدوث تحلل بنسبة ٧٠ في المائة في ١,٢,٣,٤- رابع النفثالينات بعد ١٤ يوماً بواسطة نفس الكائن. ولم تتكون أي منتجات للتحلل منزوع الكلورة.

٥٦ - ودراسات التحلل الأحيائي للنفثالينات (المتوفرة فقط لثاني النفثالينات، ودراسة عن رابع النفثالينات) محدودة، وتركز على إمكانيات التحلل في الظروف المختبرية المواتية. ولا توجد أي بحوث تستوفي المعايير والإجراءات المتضمنة في المبادئ التوجيهية للاختبار المستخدمة في التقييم التنظيمي للتحلل الأحيائي، ولا تتوافر أي دراسات عن التحلل الميداني.

الشكل ٢-٢-١-١: المسار المحتمل للتمثيل الأيضي للنفثالينات (المصدر: Kitano وآخرون، ٢٠٠٣)



٥٧ - ولم يمكن، في اختبار للتحلل الأحيائي استمر ٢٨ يوماً باستخدام حمأة طافية ورواسب رصد أي تغيير في تكوين المتجانسات الخاصة برابع وحتى سادس النفثالينات في خليط الهالوواكس ١٠٤١. وفيما يتعلق بالنفثالينات المنخفضة الكلورة، لم يمكن التوصل إلى أي نتيجة بالنظر إلى عدم توافر المقاييس التحليلية (Järnberg et al., 1999). ووفقاً لما ذكر NITE

(٣) http://www.msceast.org/index.php?option=com_content&view=article&id=24&Itemid=

36&00abd285a5050fb401a1aac822a594df=6bbabc123f107ede5c62ea15af773e27

٢٠١٢) فإن النفتالينات من الثالث إلى الخامس ليست قابلة للتحلل الأحيائي بسهولة بالاستناد إلى ما جاء في الإرشاد التقني ٣٠١ جيم لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي.

٥٨ - وأثبت Ishaq وآخرون (٢٠٠٩) أن نمط متجانسات النفتالينات لترسيبات اللاهوائية في الخليج البحري مع مدخلات ثقيلة من النفتالينات السابقة يظل ثابتاً تقريباً بصرف النظر عن عمق الترسبات في حين يزيد التلوث المطلق بالتزامن مع العمق. ويشير ثبات نمط المتجانسات إلى عدم وجود تحلل مميز للمتجانسات المفردة حسبما يمكن توقعه من دراسات التحلل الأحيائي.

٥٩ - وقد تأكدت هذه النتيجة مرة أخرى من تحليلات النفتالينات من الترسبات الأساسية في بحيرة شبه ريفية في جنوب غرب إنجلترا التي أجراها Gevaو وآخرون (٢٠٠٠). ولا يمكن رصد أي اختلافات كبيرة في بيانات المتجانسات. غير أن الدراسة لم تشر إلى التحليلات الإحصائية لمختلف المتجانسات بحسب قسم الترسبات. وحسبت وكالة البيئة في كندا (٢٠١١) نصف حياة (أول ترتيب لطاقة الحركة) لثالث إلى سابع النفتالينات (لا تتوافر أي بيانات عن أحاد وثاني وثامن النفتالينات) تزيد عن عام وكانت الحسابات تستند إلى الوقت اللازم لتلاشي نصف الجرعة المميته DT50 النظري لعام واحد والتي اسفرت عن تركيزات محسوبة مرتفعة بدرجة غير واقعية في عام ١٩٦٢ بالمقارنة بعام أخذ العينات ١٩٩٥. وعلى ذلك أشير إلى ضرورة أن يتجاوز الوقت اللازم للجرعة المميته DT50 عام واحد.

٦٠ - وفيما يتعلق بالقسم الخاص بالتربة، فحص Meijer وآخرون (٢٠٠١) الاتجاهات الزمنية لمخلفات النفتالينات في نوعين من التربة في المملكة المتحدة (حصلت أحدهما على تعديل في الحمأة بما في ذلك النفتالينات في عام ١٩٦٨). وحسبت وكالة البيئة في كندا نصف الحياة من هذه البيانات. وأخذت عينات في ١٩٧٢ و ١٩٩٩. وحسبت القيم التالية: ٧,٤ سنة لثالث النفتالينات، و ١٣,١ سنة لرابع النفتالينات، و ٣٥,٣ سنة لخامس النفتالينات. ولم يظهر سابع وثامن النفتالينات أي انخفاض كبير في التركيزات. وقد وضع افتراض لحساب الترتيب الأول لطاقة الحركة. غير أن المتجانسات المتعلقة بالاحتراق أظهرت اتجاهات تصاعدياً (حساب نسبة الكتلة إلى مجموعة المتجانسات) في تربة المقارنة مما يشير إلى التحميل المستمر الذي قد يؤثر في حساب التحلل.

٦١ - وحدد De Kok et al. (١٩٨٣) في Howe و Crookes (١٩٩٣) زيادة استقرار متجانسات النفتالينات من خلال توزيع المتجانسات المتماثلة في التربة الملوثة مقابل الهالوواكس ١٠١٣ بعد ما يتراوح بين ١٠ و ١٥ سنة.

٦٢ - وهناك العديد من خطوط القرائن التي تخلص إلى ثبات ثالث إلى ثامن النفتالينات: مقاومة التميؤ بالاعتماد على التركيب الكيميائي، والقرائن على التحليل الضوئي مع صلات ضئيلة في ظل الظروف البيئية السائدة، ونصف الحياة المتوقع في الماء ≥ ١٨٠ يوماً، ونصف الحياة المتوقع في التربة لأكثر من عام، والقرائن العملية من العينات التاريخية التي تبين أن نصف الحياة في الرواسب (ثالث إلى سابع النفتالينات) والتربة لأكثر من عام. وعلاوة على ذلك، فإن بيانات الرصد الخاصة بثالث إلى ثامن النفتالينات في المصفوفات الأحيائية (والأحيائية) في القطب الشمالي وأنتاريكتيكا (أنظر القسم ٢-٢-٣) تستخدم كقرينة أخرى على أن هذه المتجانسات ثابتة، وتعرض للانتقال البعيد المدى، وتلوث مناطق بعيدة. وعلى ذلك يمكن أن يستخلص من ذلك أن ثالث إلى ثامن النفتالينات تستوفي معايير الثبات.

٦٣ - وفيما يتعلق بثبات ثاني النفتالينات، فإن التنبؤات المنمذجة كانت عبارة عن دراسات غير واضحة وتجريبية تبين التعرض للتحلل الأحيائي، وإن كانت البيانات غير قاطعة بالنسبة للتقييم المتعمق. وقد أبلغ عدد قليل من بيانات رصد هذه المتجانسات وذلك جزئياً لأنها لم تدرج في الرصد التحليلي. وعموماً هناك نقص في المعلومات الكافية عن ثبات ثاني النفتالينات. غير أنه بالاعتماد على وفرة القرائن ورأي الخبراء، يمكن اعتبار النفتالينات من المواد الثابتة.

٢-٢-٢ التراكم الأحيائي

٦٤ - استخدم العديد من مصادر المعلومات لتقييم إمكانيات التراكم الأحيائي في النفتالينات.

تقييم الفرز المعتمد على الخواص الفيزيائية - الكيميائية

٦٥ - تتراوح قيم معامل التفرق بالنسبة للنفتالينات بين ٤,٢ و ٠,٨. وعلى ذلك فإن هذه القيم تبين بوضوح إمكانيات التراكم الأحيائي. وعلاوة على معلومات معامل التفرق، يتوافر معامل تفرق الهواء - الاوكتانول لجميع المتحسسات الخمسة والسبعين (أنظر المرفق الأول) وكما أشار Kelly وآخرون (٢٠٠٤) بالنسبة للكائنات التي تستنشق الهواء، فإن توقف التنفس يحدث عن طريق تبادل الدهون والهواء، ويتناقص هذا التبادل مع زيادة معامل تفرقة الهواء والاوكتانول مع توقع حدوث التضخم الأحيائي في كثير من الثدييات عندما يزيد معامل التفرقة الهواء - الاوكتانول عن ٥, واستناداً إلى معامل تفرقة يتراوح بين ٤,٢ و ٠,٨، ومعامل تفرقة الهواء الاوكتانول يتراوح بين ٥,٩ و ١١,٦ للنفتالينات، يمكن توقع ارتفاع التراكم الأحيائي في كل من الكائنات التي تستنشق الهواء والكائنات المائية (ارتفاع معامل التفرقة عن ٢ ومعامل تفرقة الهواء الاوكتانول عن ٥ وفقاً لووكالة المواد الكيميائية الأوروبية (٢٠٠٨).

دراسات عن التركيز الأحيائي والتراكم الأحيائي في الكائنات المائية

٦٦ - تتوافر دراسات معامل التركيز الأحيائي التحريية للعديد من متحسسات النفتالينات (باستثناء سداس النفتالينات) وتتراوح بين ٢ ٣٠٠ إلى ٤٣ ٠٠٠ (Howard و Crooke، ١٩٩٣، والبرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، ٢٠٠١ ووكالة البيئة الكندية (٢٠١١).

٦٧ - وأبلغ Opperhuizen وآخرون (١٩٨٤) في دراستهم أن قيم معامل التركيز الأحيائي في *Paecilia reticulata* بالنسبة لثاني النفتالينات تتراوح بين ٢ ٣٠٠ إلى ١١ ٠٠٠ وبالنسبة لثالث النفتالينات -٢١ مقدار ٢٧ ٠٠٠ وبالنسبة لرابع النفتالينات ٢٧ مقدار ٣٣ ٠٠٠ وبالنسبة لرابع النفتالينات ٤٢ مقدار ٣٤ ٠٠٠ وبالنسبة لرابع النفتالينات ٤٣ مقدار ٥٠ ٠٠٠. ولم تلاحظ أي متحصلات بالنسبة لسابع وثامن النفتالينات. وقد اقترنت التجربة بارتفاع معدلات الوفيات (٥٠ في المائة بعد ٧ أيام) بالنسبة لرابع النفتالينات، ولم يمكن تحقيق أي حالة استقرار في غضون ٧ أيام ومن ثم فإن من الأرجح أن قيم معامل التركيز الأحيائي كانت أقل مما يجب.

٦٨ - وكان معامل التركيز الأحيائي في *Oncorhynchus mykiss* بالنسبة لثاني النفتالينات يبلغ مقدار ٦٠٠ ٥ ولرابع النفتالينات ٢٧ مقدار ١٠٠ ٥ ولثامن النفتالينات ٣٣٠ وفقاً لما ذكره Niimi و Oliver (١٩٨٤ و ١٩٨٥). وقد استخدم الميثانول كمادة ذوبان مشاركة. وأبلغ Matsuo (١٩٨١) بأن قيمة معامل التركيز الأحيائي بالنسبة لثالث ورابع وخامس النفتالينات تبلغ ٣,٧٦ و ٩,٩٤ و ٩,٠٠ (الأصناف المختبرة هي *Cyprinus carpio*). غير أنه لم يعط أي تفاصيل عن التجربة كما أن المصدر المشار إليه لم يتضمن أي معلومات أخرى. ووفقاً للمعهد الوطني للتكنولوجيا والتقييم (٢٠١٢) أبلغ عن قيمة معامل التضخم الأحيائي لثالث النفتالينات في الشبوط ٦٠٠ ٥ إلى ١١ ٨٠٠ للتركيز البالغ ٠,٠٥ جزء من المليون و ٤ ٤٠٠ - ٨ ٥٠٠ للتركيز البالغ ٠,٠٠٥ جزء من المليون خلال فترة تعرض قدرها ثمانية أسابيع).

٦٩ - وأشار Opperhuizen et al. (١٩٨٥) إلى أن هناك بالنسبة لسابع وثامن النفتالينات نقصاً في المتحصلات من جانب الأسماك استناداً إلى محيط جزئي قدره أكثر من ٠,٩٥ nm (تأثير التسرب في الأغشية على آلية التركيز الأحيائي). غير أن النتيجة الثانية من Niimi و Oliver (١٩٨٥) تشير إلى احتمال حدوث المتحصلات. وعلاوة على ذلك، توصي ECETOC (٢٠٠٥) بعدم استخدام كتلة وحجم الجزيئات بمفردها كدليل يؤكد النقص في التراكم الأحيائي. ويثبت Falandysz و Rappe (١٩٩٦) أن الأغشية البيولوجية قابلة للتسرب حتى في حالات الوزن الجزيئي المرتفع في النفتالينات مثل سابع النفتالينات.

٧٠ - وجرى دراسة التراكم الأحيائي أيضاً في اللاقاريات قاطنة الرواسب (*Tubifex tubifex* and *Limnodrilus hoffmeisteri*) باستخدام رواسب بنتوات (١٣٠٠ نانوغرام من رابع النفتالينات/٧٧ غرام من أقصى حمولة) لمدة ٢٩ يوماً عقب التطهير. وجرى قياس معامل التركيز الأحيائي البالغ ٢١٠٠٠ ونصف الحياة بعد التطهير لمدة ٣٠ يوماً (Crookes وHowe، ١٩٩٣). غير أنه جرى حساب معامل التراكم الأحيائي على أساس معدل التركيز في الديدان، وتركيز المياه المسامية بدلاً من تركيز مادة الاختبار في الرواسب حسب إرشادات المبادئ التوجيهية للاختبار الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. وعلى ذلك فإن النتيجة تنطوي على مبالغة في التقدير.

٧١ - وفي الختام، فإن معامل التركيز الأحيائي المستمد من التجربة لكل من ثاني وثالث ورابع وخامس النفتالينات يزيد عن ٥٠٠٠. وجرى تحديد قيمة معامل التركيز الأحيائي لسابع النفتالينات بمقدار صفر ومعامل التركيز الأحيائي الأقل من ٥٠٠٠ لثامن النفتالينات ولا تتوافر أي معلومات عن معامل التركيز الأحيائي لسادس النفتالينات غير أن المتحصل عن طريق الغذاء من مجموعتي المتجانسات ممكن، وأكدت بيانات الرصد (Gewurtz، ٢٠٠٩) مخلفات سابع وثامن النفتالينات في أنسجة الأسماك (الأسماك القيزحية والتروت). وعموماً يتوقع بالنسبة للمواد التي يزيد فيها معامل التفرق عن ٥ أن يكون المتحصل أكبر بكثير من المتحصل من الماء (Gobas و Arnot ٢٠٠٣ في وكالة البيئة في كندا، ٢٠١١).

٧٢ - ودرس Tysklind وآخرون (١٩٩٨) التراكم التغذوي للنفتالينات في السلمون بجرعات مختلفة من الهالوواكس ١٠٠١ و١٠١٤ و١٠٥١ (٠,١ ميكروغرام/غرام، ١ ميكروغرام/غرام، ٢ ميكروغرام/غرام و ١٠ ميكروغرام/غرام من الأعلاف) لمدة ١٧ أسبوعاً. وقد تزايدت مستويات النفتالينات بحسب الجرعة. وكان يطغى عليها خامس وسادس وسابع النفتالينات. وأظهرت النفتالينات ٤٢، ٥٨، ٦١، ٦٦، ٦٧ و ٦٩ معامل تضخم أحيائي أكثر من ١ وأقل من ٢ بجرعة غذائية تبلغ ٢ ميكروغرام/غرام. ووجد Akerblom وآخرون أعلى معدل للتضخم الأحيائي لخامس وسادس النفتالينات (النفتالينات ٦٦/٦٧ بمقدار ٢٠١) بعد ٤١ أسبوعاً من التعرض التغذوي لسلمون البلطيق (*Salmo salar*).

الدراسات الخاصة بحركة السمية والتمثيل الأيضي

٧٣ - جرى فحص كفاءة المتحصلات من النفتالينات ٦٦ و ٦٧ و ٧١ و ٧٣ و ٧٥ في غذاء التروت القيزحية) في الطرف الشمالي ووصلت إلى ما يتراوح بين ٦٣ في المائة و ٧٨ في المائة لسادس النفتالينات، و ٦٨ في المائة لسابع النفتالينات و ٣٥ في المائة لثامن النفتالينات (Bureau وآخرون ١٩٩٧ في Asplund و Jakobsson، ٢٠٠٠).

٧٤ - ويعتمد التمثيل الأيضي للنفتالينات على المتجانسات والكائنات وفقاً لتحليل أنماط المتجانسات في سلسلة الأغذية التي أجراها العديد من الباحثين (مثل Lundgren وآخرون ٢٠٠٢، Helm وآخرون ٢٠٠٨، و Falandysz ١٩٩٨).

٧٥ - وحسب الملخص الذي أعده Falandysz وآخرون (٢٠٠٣) فإن النفتالينات بدون الكربون المصاحب ودون إحلال بالكولورين (CN-NVC) أكثر مقاومة للتحويل الأحيائي ومن ثم تنطوي على اتجاه للتراكم الأحيائي من خلال سلسلة الأغذية. وبأسلوب آخر، فإن التعرض لتحلل الأيضي للنفتالينات يزيد مع تزايد عدد ذرات الكربون المصاحبة غير المبدلة. وتنتمي المتجانسات التالية لنفتالينات NVC: النفتالينات أرقام ٤٢، ٥٢، ٥٨، ٦٠، ٦١، ٦٤، ٦٦، ٦٧، ٦٨، ٧١، ٧٢، ٧٣، ٧٤ و ٧٥. واقترح Helm وآخرون أن تستبعد من هذه العلاقة النفتالينات ٧٣، ٧٤ و ٧٥ استناداً إلى البيانات الخاصة بها (دراسة شبكة الأغذية لبحيرة اونتاريو).

٧٦ - وحسب Opperhuizen وآخرون (١٩٨٥) نصف الحياة في الأسماك لمدة ٤ إلى ٦ أيام لثاني النفتالينات، ولمدة ٨ أيام لثالث النفتالينات ٢١، و ٧ إلى ٣٠ يوم لرابع النفتالينات. ووفقاً للبرنامج الدولي للسلامة الكيميائية (٢٠٠١) فإن نصف

الحياة في البشر تبلغ عدة سنوات مما يشير إلى التراكم الأحيائي. ويجري تجميع معلومات أخرى عن الامتصاص والتوزيع والتمثيل الأيضي والتخلص في القسم ٢-٤.

تقييم البيانات الميدانية

٧٧ - أظهرت دراسة لسلسلة الأغذية (العوالق الحيوانية - أسماك الشار الصغيرة والكبيرة) في بيئة القطب الشمالي في بحيرة للمياه العذبة على جزيرة بير تراكمًا مماثلاً لرابع نفتالينات في النباتات والحيوانات البرية بالمقارنة بمركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة (Evenset وآخرون، ٢٠٠٥). وزادت تركيزات النفثالينات زيادة كبيرة من العوالق الحيوانية لشار الصغير مع معامل تضخم أحيائي في النفثالينات ٤٢ و ٥٢ و ٦٧/٦٦ قدره ١٠، ٣، ٥، ٦، ٣، وعلى التوالي. وكان معامل التضخم الأحيائي لخامس نفتالينات ٥٢ بين أسماك الشار الكبيرة وتلك الصغيرة يبلغ ٤، ٦، وأقل من ١ بالنسبة للمتجانسات الأخرى.

٧٨ - ودرس Lundgren وآخرون (٢٠٠٢) السلسلة الغذائية لسطح البحر (الرواسب السطحية والاسقلبين البحري البري ذات القرون الاربعة- المتساوي الأرجل) في خليج بوثنيان في بحر البلطيق. وكان معامل التراكم للنباتات البرية إلى الرواسب يبلغ ٢، ٩، لرابع النفثالينات و ١، ٤، لخامس النفثالينات و ٠، ٩، لسادس النفثالينات (متوسط قيم مجموعات المتجانسات). وعلى الرغم من أن كمية النفثالينات قد تناقصت بحسب المستوى الغذائي، فإن رابع وخامس وسادس النفثالينات أظهرت معامل تضخم أحيائي أكثر من ١. وكان معامل التضخم الأحيائي المحسوب منخفضاً مما يشير إلى أن الكثير من المتجانسات قد أفرز أو أنهى عند مستوى غذائي أعلى. وقد جمع سادس النفثالينات عدداً من المتجانسات أكثر من النفثالينات ٦٧/٦٦ و ٦٩ المتضخمة أحياناً في السقلبين المتساوي الأرجل. وقد عثر على أعلى معاملات التضخم الأحيائي في المتجانسات المبدلة ٢، ٣، ٦، ٧، وتلك التي تفتقر إلى ذرات الكربون المبدلة بالهيدروجين المصاحب.

٧٩ - وهناك دراسة أخرى في بحر البلطيق للسلسلة الغذائية لسطح وأعماق البحر تضمنت مستويات تغذية مختلفة. ولا يشير معامل التضخم في السلسلة الغذائية البالغ أقل من ١ إلى أي تضخم أحيائي في حين يتراوح معامل التضخم في السلسلة الغذائية لخامس النفثالينات بين ٠، ٦٦ و ١، ٢٩ في سلسلة أغذية السطح. وتضخم سادس النفثالينات أحياناً في سلسلة أغذية أعماق البحر مع وصول معاملات تضخم السلسلة الغذائية لكل من النفثالينات ٦٣ و ٧٢ إلى ١، ٥ Nfon) وآخرون، ٢٠٠٨).

٨٠ - ووجد Corsolini وآخرون (٢٠٠٢) ارتفاع تركيزات النفثالينات (الكمية) في الحيوانات المفترسة مثل فقمة الويديل والسكوا والدب القطبي بالمقارنة بالكائنات المغذية الأدنى مما يشير إلى حدوث التضخم الأحيائي. ولم يمكن إثبات أي تراكمات مختارة للنفثالينات، ولم تحدد أي قيم لمعامل التضخم الأحيائي. غير أن التركيز ازداد حسب المستوى التغذي للنفثالينات بالمقارنة بتلك المحددة لمركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة في كائنات أنتاركتيكا في تلك الدراسة.

٨١ - وكانت عوامل التضخم الغذائي في النفثالينات (الكمية) في دراسة لشبكة الأغذية في بحيرة اونتاريو (العوالق والماسيد ومزدوجات الأرجل وأسماك العلف والتروت) تبلغ ١، ٢٥ وهو ما يماثل، وإن كان أقل بصورة طفيفة، معامل تضخم المغذيات البالغ ١، ٤٤ في مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة *n/m-o* (الكمية) ووجد أعلى معامل للتضخم للمغذيات في رابع النفثالينات ٤٢ وخامس النفثالينات ٥٢، ٦٠، ٥٨، ٦١، وسادس النفثالينات ٦٦، ٦٧، ٦٨، ٦٩، وسابع النفثالينات ٧٣، وتميل النفثالينات إلى التضخم الأحيائي بدرجة أقل في مسارات الأعماق منها في شبكة الأغذية السطحية (Helm وآخرون، ٢٠٠٨).

٨٢ - وأبلغ عن أن معامل التضخم الأحيائي لسابع النفثالينات من أغذية الأعماق بين الطحالب وبلح البحر المخطط في نظام البحيرات الكبرى يتراوح بين ٣ إلى ١٠. غير أن النفثالينات التي رصدت في بلح البحر لا تظهر كلها مستويات كمية في

غذائها، طحالب الأعماق (أي ثامن النفثاليينات). ولم يعثر على أي زيادات أخرى في نظم المتجانسات في جوبي المدير التي تعتمد على افتراس بلح البحر المخطط. وكان الاستثناء هو النفثاليينات ٦٠/٥٢ و ٦٧/٦٦، التي أظهرت معامل تضخم أحيائي قدره ١,٦ و ٢,٢ و (Hanari وآخرون، ٢٠٠٤).

٨٣ - ورصد Rappe و Falandysz (١٩٩٦) معامل تضخم أحيائي قدره ١,٢ بالنسبة للنفثاليينات ٦٧/٦٦ باعتبارها المتجانسين الوحيدين اللذين يتسببان في التضخم الأحيائي في دلافين ورنجة المرافئ في سلسلة الأغذية السطحية في الجزء الجنوبي من بحر البلطيق.

٨٤ - ووجد Järnberg وآخرون (١٩٩٣) الذي استعرض في Bidleman وآخرون (٢٠١٠) أن العديد من متجانسات النفثاليينات تتضخم أحيائياً من الرنجة وحتى طائر الغلموت. وكانت معاملات التضخم الأحيائي أقل من ٥ لمعظم رابع وخامس وسادس النفثاليينات إلا أنها ترتفع إلى ٢٥ لنفثاليينات ٦٧/٦٦ و ١٥ لنفثاليينات ٧٣. وأظهرت سلسلة غذائية تشمل الأسماك وطائر الغاق الأسود في بحر البلطيق أعلى معدلات التضخم الأحيائي في طائر الغاق الأسود بالنسبة لرابع النفثاليينات ٤٢ حتى ١٠ وسادس النفثاليينات حتى ١٤ (Falandysz وآخرون (١٩٩٧) في Bidleman وآخرون (٢٠١٠)).

٨٥ - ودرس Falandysz وآخرون (١٩٩٧) (ورد في وكالة البيئة في كندا (٢٠١١)) التراكم الأحيائي للنفثاليينات في التوليفات الأخرى للفريسة والمفترسات في بحر البلطيق: الرنجة/العوالق الغذائية، والفلوندر/بلح البحر، العقاب البحري أبيض الذيل/الأسماك/دلفين/رنجة المرافئ. وقد تبين أن كل هذه الأنواع لديها معاملات تضخم أحيائي تزيد عن ١ لنوع واحد على الأقل من رابع النفثاليينات (٩٥ كحد أقصى للعقاب البحري أبيض الذيل/الأسماك) وتبين أن خامس النفثاليينات تتضخم أحيائياً بقدر أقل من رابع النفثاليينات باستثناء دلافين المرافئ. وتبين أن سادس نفثاليينات ٦٧/٦٦ يتضخم أحيائياً من غذائها بالنسبة لجميع الكائنات التي خضعت للدراسة بالإضافة إلى التضخم الأحيائي للنفثاليينات الأخرى من نفس مجموعة المتجانسات في بعض المفترسات. وتضخم سابع النفثاليينات أحيائياً في الرنجة/العوالق الغذائية، والفلوندر/بلح البحر، والعقاب/طائر الغاق والعقاب البحري أبيض الذيل/الأسماك (الحد الأقصى لمعامل التضخم الأحيائي قدره ٥,٧) وتبين أن العقاب البحري الأبيض الذيل/الأسماك تنطوي على أعلى معدلات التضخم الأحيائي البالغة أكثر من ٣٠ بالنسبة لبعض متجانسات رابع وخامس وسادس النفثاليينات.

٨٦ - ووفقاً للسويد (٢٠١٢)، تماثل الاتجاهات الزمنية طويلة الأجل والتباينات الزمنية القصيرة الأجل تلك الخاصة بثاني بنزو باراديوكسين متعدد الكلور، وثاني بنزو الفيوران ومن ثم فإنها قد تشارك في نفس مسارات التراكم الأحيائي/التضخم الأحيائي وخلص العديد من الباحثين في دراستهم عن التضخم الأحيائي إلى أنه يبدو أن إمكانات التضخم الأحيائي للنفثاليينات تماثل مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة (Hanari وآخرون (٢٠٠٤)، Corsolini وآخرون (٢٠٠٢)، Evenset وآخرون (٢٠٠٥)، Helm وآخرون (٢٠٠٨)).

٨٧ - ولا تتوفر دراسات عن السلسلة الغذائية في المحيط المتجمد الشمالي ولا أي بيانات عن السلاسل الغذائية الأرضية حتى الآن. وقد أجريت معظم الدراسات في السلاسل/الشباك الغذائية الدنيا، ولوحظ التضخم الأحيائي المرتفع في الطيور.

٨٨ - وهناك العديد من خطوط القرائن عن تقييم إمكانات التراكم الأحيائي للنفثاليينات: معامل التفرقة يزيد عن ٥ بالنسبة لثالث إلى ثامن النفثاليينات، معاملات التراكم الأحيائي المشتق من التجارب لثاني إلى خامس النفثاليينات أعلى من ٥٠٠٠ وأقل من ٥٠٠٠ بالنسبة لثامن النفثاليينات وارتفاع المتحصلات الغذائية لسادس إلى ثامن النفثاليينات. وفيما يتعلق بالقياسات المستمدة من الميدان، كانت معاملات التضخم الأحيائي ومعاملات تضخم الشبكة الغذائية، ومعاملات تضخم المغذيات لرابع إلى سابع النفثاليينات فكانت ١ بالنسبة لسلاسل/شباك أغذية الأعماق والسطح ومن ثم تبين انتقال المغذيات والتراكم في

شباك الأغذية. غير أن الدراسات الإضافية عن العديد من توليفات الفريسة والمفترسات بما في ذلك الطيور والثدييات تبين التضخم الأحيائي لرابع إلى سابع النفتالينات. وكانت بيانات الرصد محدودة بشأن ثامن النفتالينات. ولم تبلغ أي دراسة ميدانية عن معدل تضخم أحيائي يزيد عن هذا المتجانس. وقد يكون ذلك نتيجة لانخفاض مستويات الانبعاثات، وانخفاض الإنتقالات المتوقعة و/أو الامتصاص الانتقائي والتمثيل الأيضي. ويمكن بجمعها معاً، الانتهاء إلى أن إمكانيات التراكم الأحيائي مؤكدة بالنسبة لثاني إلى ثامن النفتالينات.

٢-٢-٣ إمكانيات الانتقال البيئي طويل المدى

٨٩ - يسلم في إطار المرفق دال بأن نصف الحياة في الغلاف الجوي تمثل معياراً لإمكانيات الانتقال طويل المدى. وتشمل نصف الحياة المحسوبة في الهواء قيمة واحدة محددة تجريبياً تتراوح بين ٣ و٤١٧ لثاني النفتالينات إلى ثامن النفتالينات. وقد تحققت إمكانيات النفتالينات على الانتقال البيئي طويل المدى مرة أخرى من خلال توقعات منمذجة وبواسطة حدوث النفتالينات، في الوسيط البيئي الأحيائي واللاأحيائي في المناطق النائية على النحو المبين أدناه.

توقعات نموذج الانتقال الطويل المدى

٩٠ - جرى وفقاً لخريطة التفرقة المعتمدة على نموذج الملوثات العضوية الثابتة العالمي المتعدد الوسائط (Wania، ٢٠٠٦) في Puzyn وآخرون، ٢٠٠٨) تحديد أربع فئات على أساس سلوكها في التفريق الذي يتوافق مع مختلف طرائق الانتقال البيئي: "وسائل الانتقال المتعددة" (معامل تفرقة الاونكاتون أكثر من صفر ومعامل التفرقة أقل من صفر-٦-٥) و"وسائل الانتقال المفردة" (-٤ معامل تفرقة أقل من صفر و٦ معامل تفرقة أقل من ١٠) فضلاً عن "وسائل الانتقال العائمة" (معامل التفرقة أقل من ٢-٢ وعامل تفرقة الاونكاتون أقل من ٧). ووفقاً لهذا المخطط، صنف Puzyn وآخرون (٢٠٠٨) ثاني إلى رابع النفتالينات وخامس إلى سابع النفتالينات على أنها وسائل انتقال متعددة. غير أنه أشير إلى أن ثاني إلى رابع النفتالينات تبين ارتفاعاً في الانتقال يستند إلى أن معادلاتها في التفرقة يزيد عن ذلك الخاص بخامس إلى سابع النفتالينات. ويمكن أن تتبادل هذه المواد بسهولة فيما بين الغلاف الجوي وسطح الأرض بحسب درجة الحرارة. وقد استوفى ثامن النفتالينات العناصر كوسيلة انتقال مفردة تنطوي على انتقالات أقل بكثير من المتجانسات الأخرى.

٩١ - وحسبت وكالة البيئة في كندا (٢٠١١) إمكانيات التلوث في القطب الشمالي استناداً إلى خصائص التفرق لثاني إلى خامس النفتالينات.

٩٢ - واستخدم Vulykh وآخرون (٢٠٠٥) نموذج الملوثات العضوية الثابتة لدى مركز توليف بيانات الإحصاء الحيوية (نموذج يوليبريان لانتقال المواد الكيميائية المتعددة الأجزاء الثلاثي الأبعاد) للتنبؤ بانتقال المتجانس ٤٧ من النفتالينات الذي يعتبر ممثلاً لرابع النفتالينات الأوسع انتشاراً لمجموعة المتجانسات في ملامح المتجانسات في عينات البيئة والمصدر (Vulykh وآخرون، ٢٠٠٥). وأزيل النفتالينات ٤٧ من الغلاف الجوي إلى أجزاء متساوية من خلال التحلل (٥٤ في المائة) والترسيب (٤٦ في المائة). ويتوقع الباحثون نصف حياة في الغلاف الجوي قدره ١٠ أيام (انظر القسم ٢-٢-١) وبإتاحة الإزالة عن طريق الترسيب يصبح نصف الوقت للبقاء في الغلاف الجوي ٧ أيام. وأقاموا نموذجاً لمسافة الانتقال البيئي (المسافة من المصدر إلى النقطة التي ينخفض فيها التركيز إلى ١/١٠٠٠ من قيمته الأولية) البالغة ٢٢٧١ كيلومتراً. وخلص الباحثون إلى أن كلاً من مدة البقاء في الغلاف الجوي وفترة الانتقال تكفي للتسبب في التلوث بالنفتالينات ٤٧ في المنطقة النائية (Vulykh وآخرون، ٢٠٠٥).

الانتقال البعيد المدى: المناطق القطبية

٩٣ - تبين العينات البيئية أن النفتالينات تنتشر في القطب الشمالي مع تركيزات عالية وجدت في القطب الشمالي الأوروبي. وفي عينات أخذت من المناطق القطبية لكندا وروسيا، أسهمت النفتالينات في معادلات السمية الشاملة بما يزيد عن تلوث مركبات ثنائية الفينيل المتعدد الكلور (Bidleman وآخرون ٢٠١٠).

هواء القطب الشمالي

٩٤ - قام Bidleman وآخرون (٢٠١٠) بجمع بيانات عن النفتالينات في الغلاف الجوي من سبع دراسات عن منطقة القطب الشمالي. وتبين تركيزات الهواء الملاحظة فيما بين ١٩٩٠ و ٢٠٠٥ على أساس مستويين من الحجم من ٠,٦٦ إلى ٤٠ غرام/م³ (وهذه أحجام خاصة بمتجانسات مختلفة وخاصة من ثالث إلى ثامن النفتالينات). وأشار Bidleman وآخرون (٢٠١٠) إلى أن تركيزات النفتالينات في الهواء أعلى بكثير في المواقع القطبية وشبه القطبية الأوروبية من المواقع في سيبيريا وأيسلندا والاسكا والمناطق القطبية من كندا. وقد عزت إحدى الدراسات ارتفاع مستويات النفتالينات في بحر بارنت إلى الكتل الهوائية القادمة من أوروبا. وقد أعطى برنامج الرصد العالمي التابع للبرنامج العالمي لبحوث الغلاف الجوي بعينات سالبة تركيزات ١-٨ m/pg³ للمواقع القطبية (Lee وآخرون، ٢٠٠٧). وتبين مقارنة المناطق القطبية الشمالية بالمواقع الحضرية أن هواء القطب الشمالي تغلب عليه عينة ثلث النفتالينات يليه رابع وخامس النفتالينات مع خفض بنسبة ٢ في المائة نتيجة للنفتالينات الأثقل وزناً (Harner وآخرون ١٩٩٨، Helm وآخرون ٢٠٠٢، Helm وآخرون ٢٠٠٤). وتتحول ملامح المتجانسات الحضرية بصورة ملحوظة صوب المتجانسات الأثقل وزناً مع أجزاء كبيرة الحجم من خامس وحتى سادس النفتالينات (Lee وآخرون، ٢٠٠٧).

٩٥ - ولاحظ العديد من الباحثين (كما جاء في Bidleman وآخرون ٢٠١٠) المساهمة الطاغية لثالث إلى رابع النفتالينات في مستويات النفتالينات في الغلاف الجوي في هواء القطب الشمالي.

٩٦ - وخلص Helm وآخرون (٢٠٠٤) من القياسات في المواقع الكندية والروسية البعيدة في القطب الشمالي إلى أن انبعاثات البخار من مناطق المصدر قد تكون هي المصدر الغالب للنفتالينات في هذه المواقع على الرغم من حدوث مساهمة إضافية خلال الشتاء من مصادر الحرق (على النحو المبين من متجانسات علامة الحرق).

رواسب القطب الشمالي

٩٧ - لا تتوفر معلومات كثيرة عن مستويات النفتالينات في الرواسب شبه القطبية (وليست القطبية). ووصلت التركيزات في الرواسب السطحية ١,٩ نانوغرام/غرام من الوزن في شمال بحر البلطيق و ٠,٢٣ نانوغرام/غرام في بحيرة سويدية (Bidleman، ٢٠١٠).

النباتات والحيوانات القطبية الشمالية والجنوبية

٩٨ - قدم Bidleman وآخرون (٢٠١٠) جرداً واسع النطاق لمستويات النفتالينات في نباتات وحيوانات المناطق القطبية وشبه القطبية الشمالية ومناطق القطب الجنوبي (أنظر أعلاه). وكما يتبين من الجدول ٤ ألف - ١ والجدول ٤ ألف - ٢ رصدت النفتالينات من مختلف الأنواع في جميع مستويات المغذيات وعبر أماكن شاسعة من المناطق النائية، مما يبين أهمية الانتقال طويل المدى على تلويث النفتالينات للمناطق النائية. ووفقاً لما ذكره Bidleman وآخرون (٢٠١٠) فإن النفتالينات ٥٤ قد تكون قد تعرضت للتجاهل في الدراسات التي تستخدم خلائط الهالوواكس في شكل معايير بالنظر إلى أنها تحتوي على هذه الخلائط بكميات نزره. وينظر إلى النفتالينات ٥٤ عادة على أنها من نتاج الحرق.

٣-٢ التعرض

٩٩ - تبين الدراسات العالمية لعينات الغلاف الجوي، ضمن دراسات أخرى، أن النفتالينات في الغلاف الجوي موجودة في كل مكان (Lee وآخرون، ٢٠٠٧). وتبلغ نفتالينات الغلاف الجوي أقصى مستوياتها في البيئات الحضرية أو الصناعية إلا أنها توجد أيضاً في المناطق النائية البعيدة مثل القطب الشمالي (Bidleman وآخرون، ٢٠١٠). وأشار Bidleman وآخرون (٢٠١٠) إلى عدم العثور على اتجاهات ملموسة في تراكيزات النفتالينات خلال رصد كبد أسماك القد خلال الفترة ١٩٨٧ - ١٩٩٨ من بحيرة نرويجية. ولا تشير المستويات في الغلاف الجوي التي لوحظت في المملكة المتحدة من منتصف تسعينات القرن الماضي وحتى ٢٠٠١ إلى وجود تناقص كما أُبلغ بذلك (Lee وآخرون، ٢٠٠٥ الوارد في Bidleman وآخرون ٢٠١٠). وأبلغ برنامج الرصد والتقييم لمنطقة القطب الشمالي AMAP (٢٠٠٩) عن عدم وجود دراسات عن تقييم الاتجاهات الزمنية للنفتالينات في القطب الشمالي.

١٠٠ - وتظهر البيانات المخبرية والرصدية أن النفتالينات تتوافر أحياناً وأن المتحصل من هذه المادة يحدث من خلال العديد من طرق التعرض. وأثبت Persson وآخرون (٢٠٠٥) أن ارتفاع نسبة النفتالينات عبارة عن جسيمات مصاحبة (مادة عضوية أو سناج) في البيئة البحرية مما يخفف على الأرجح من التوافر الأحيائي للنفتالينات. غير أنه لا تتوافر أي دراسات أخرى.

١٠١ - واستعرض Falandysz (٢٠٠٣) تلوث السلسلة الغذائية في ٢٠٠٣. وقد وجدت أعلى تراكيزات النفتالينات في الأسماك من نوع *Neogobius melanogaster* (١٤ ٠٠٠ pg/غرام من الوزن الرطب) والسلطعون الأزرق (١٣ ٠٠٠ pg/غرام من الوزن الرطب). ويحتوي كبد سمك القد من النرويج على ٤٥ ٠٠٠ pg/غرام من الوزن الرطب ومن بحر الشمال ٢١٠ ٠٠٠ pg/غرام من الوزن الرطب.

١٠٢ - وفي عام ٢٠٠٤ استعرض Domingo التعرض البشري للنفتالينات من خلال النظام الغذائي وقدر المتحصل اليومي من النفتالينات. وقدر المتحصل اليومي الإجمالي المحسوب للذكر يبلغ وزنه ٧٠ كيلوغرام من إسبانيا بمقدار ٤٥,٧٨ نانوغرام يوميا مع اعتبار الحبوب والدهون والزيوت المساهم الرئيسي. ووجدت النفتالينات أيضاً في اللبن والبيض واللحم ومنتجات الألبان واللحم والبطاطس والخضر والفاكهة. وخلص المؤلف إلى أن مساهمة النفتالينات في معادلات السمية الشاملة بمائل أو يزيد عن مساهمة مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلور المتساوي في العناصر وأن مساهمات النفتالينات في بعض المواقع الصناعية في معادلات السمية الشاملة قد تكون مرتفعة بشكل يدعو إلى القلق (Domingo، ٢٠٠٤). وقد قام Fernandes ومعاونوه مؤخراً بقياس النفتالينات في ١٠٠ نوع من الأغذية الأيرلندية التي تستهلك عموماً (Fernandes وآخرون، ٢٠١١). ورصدت النفتالينات في الأسماك ومنتجات الألبان واللحوم والبيض والدهون الحيوانية، والقواقع والذبائح والخضر ومنتجات الحبوب التي تتراوح بين ٠,٠٩ نانوغرام/كيلوغرام من الوزن الكامل من الألبان و٥٩,٣ نانوغرام/كيلوغرام من الوزن الكامل في الأسماك لنفس الكمية المقاسة من النفتالينات. وكان خامس النفتالينات ٥٢ وسادس النفتالينات ٦٦/٦٧ وسابع النفتالينات ٧٣ المتجانسات الأكثر اعتياداً في الرصد. وفحص Marti-Cid وآخرون (٢٠٠٧) المتحصل من الملوثات الكيميائية من خلال استهلاك الأسماك والأغذية البحرية بواسطة الأطفال في إسبانيا. وقد وجدت أعلى تراكيزات النفتالينات في السلمون بمقدار ٢٢٧ نانوغرام/كيلوغرام من الوزن الرطب لكمية من رابع إلى ثامن النفتالينات. وقدر المتحصل المحسوب من استهلاك الأسماك والأغذية البحرية بمقدار ٠,٥٢ نانوغرام/كيلوغرام للبنات و٠,٩٧ نانوغرام/كيلوغرام للأولاد (Marti-Cid وآخرون، ٢٠٠٧). ولدى مقارنة متحصل الذكر البالغ الذي يبلغ وزنه ٧٠ كيلوغرام (يتراوح بين ٠,٠٠٤ وحد أقصى قدره ٠,٤١ نانوغرام/كيلوغرام) من استهلاك مختلف أنواع الأسماك، التي حسبها Domingo وآخرون (٢٠٠٧)، يبين أن متحصل الأطفال كان أعلى بدرجة كبيرة.

١٠٣- وكانت قياسات النفتالينات في الأنسجة الدهنية للبشر في ١٩٩٧ في حدود الجزء من المليار (٣ إلى ١٧ جزء من المليار) وهو ما يقل بنحو ٥٠٠ إلى ١٠٠٠ مرة عن تراكيزات مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة. وقد رصدت كمية ٣-١ نانوغرام/غرام من الدهون في عينات الألبان البشرية (Hayward، ١٩٩٨). وذكر برنامج الرصد والتقييم لمنطقة القطب الشمالي (٢٠٠٣) أن التراكيزات في كبد البشر وأنسجته الدهنية تشير إلى أن مستويات النفتالينات تقل بنحو ٢٠٠ إلى ٥٠٠ مرة عن مجموع حمولة مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة (Norén و Weistrand، ١٩٩٨) الوارد في برنامج الرصد والتقييم لمنطقة القطب الشمالي، (٢٠٠٣). وقد يجسد ذلك إلى حد ما انخفاض الانبعاثات المبلغ في الفصل ٢-١-١ وقد قام مؤخرًا Park وآخرون (٢٠١٠) بقياس الديوكسين الثنائي البنزين المتعدد الكلور والفيوران الثنائي البنزين المتعدد الكلورة ومركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة والنفتالينات في ٦١ متطوعاً بشرياً صحياً. وكان التركيز الوسيط للنفتالينات الذي رصد في الدم يبلغ ٢,١ نانوغرام/غرام من الدهن، وكان المتجانس الغالب هو سابع النفتالينات ٧٣، ووفقاً لما ذكره المؤلف فإن كمية النفتالينات اسهمت بنسبة ٢٦,٨ في المائة في مجموع معادلات السمية الشاملة (Park وآخرون، ٢٠١٠). كما قيست النفتالينات في المشيمة البشرية. ورصد Leino ومعاونيه سادس النفتالينات ٦٦/٦٧ في جميع العينات تقريباً (١٢٦ من ١٣٠ الأعلى من أدنى تركيز يمكن تحديده، وكانت الخامسة والتسعين المئينة تبلغ ٠,٠٢٢ نانوغرام/غرام من الدهن. وكانت الخامسة والتسعين من المئينة لمقدار ١٤ من النفتالينات المقاسة تبلغ ٠,١٤ نانوغرام/غرام من الدهن. وبالمقارنة بالمركبات المهلجنة الأخرى، كانت النفتالينات تقل عن العامل ٥٠ من كمية ١٥ من إثيرات ثنائي الفينيل متعدد البروم (PBDEs) (الخامس والتسعين من المئينة) إي تقل بمقدار ٣٥٠ مرة عن متجانسات جميع المركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة ٣٧ (الخامس والتسعين من المئينة، إلا أنها تبلغ أربعة أمثال كمية مركبات ثنائية الفينيل متعدد الكلورة التي كانت ترصد في معظم الأحيان دون المستوى الأقصى للتحديد الكمي (الخامس والتسعين من المئينة: كمية مجموع مركبات ثنائية الفينيل متعدد الكلورة: ٠,٠٣٩). ورصد الديوكسين الثنائي البنزين المتعدد الكلور في مكان الخامس والتسعين من المئينة: كمية جميع ١٧ الديوكسين الثنائي البنزين المتعدد الكلور: (٢٥٦) (Leino وآخرون، ٢٠١١). وأوجز استعراض Falandysz (٢٠٠٣) الدراسات من مختلف البلدان (ألمانيا، كندا، السويد، اليابان، روسيا وكازاخستان) والتي تراوح بين عدم الرصد (فوكوكا، ايابان) وحتى ٢٥٠ pg/غرام من الدهن (أوزاكا، اليابان) التي لم ترصد في الأنسجة الدهنية للبشر (أوزاكا، اليابان). وباختصار فإن تعرض الجمهور العام للنفتالينات عن طريق الأغذية يعتبر أهم مسار على الرغم من عدم توافر أي تقديرات محسوبة تتعلق بمختلف سيناريوهات التعرض.

١-٣-٢ بيانات الرصد البيئي

الهواء

١٠٤- قدمت الدراسة العالمية لبرنامج بحوث الغلاف الجوي تركيزاً شاملاً للنفتالينات في الغلاف الجوي قدره ١,٦ pg/m³ (المتوسط الرياضي لعدد ٤٠ موقعاً حضرياً وصناعياً والمواقع الخلفية من كل من نصفي الكرة الأرضية وجميع القارات). وتراوحت المشاهدات بين عدم الرصد و٣٢ pg/m³، وهو أعلى المستويات التي تحدث في المواقع الصناعية والحضرية في حين أن ٩٠ في المائة من المواقع النائية (الخلفية)، والريفية، والزراعية ظلت دون التراكيزات في الهواء البالغة ٢,٥ pg/m³ (Lee وآخرون، ٢٠٠٧). ورصدت النفتالينات بالدرجة الأولى في نصف الكرة الأرضية الشمالي مع رصد أعلى المستويات في المواقع الحضرية/الصناعية في شرقي أوروبا وآسيا. وأجريت حملة عينات سالبة أخرى عبر أوروبا في صيف ٢٠٠٢ بينت أن متجانسات النفتالينات ٢٣، ٢٤، ٥٧ و٥٩ أن أنواع المتجانسات الأعلى النطاقات المبلغ المقتاسة تبلغ: النفتالينات ٢٣ أقل من ١,٣-٤، والنفتالينات ٢٥ أقل من ٤,٤-٩ والنفتالينات ٢٧ أقل من ٥,٩-٠,٥ والنفتالينات ٥٩ أقل من ٣,٠-٤,٢ وجميعها pg/m³ (Jaward وآخرون، ٢٠٠٤). وكان المتجانسان ٢٤ و٥٩ جزءاً من خلاطط الهالوواكس التجارية. غير أنه ينظر أيضاً إلى نفتالينات ٢٤ على أنها متجانس يشير إلى الحرق. وأبلغ Jaward وآخرون (٢٠٠٤) في دراسة على طول شمال - جنوب الأطلسي حدوث نطاق تركيز لعدد ١٣ متجانس للنفتالينات مؤهلة بمقدار ٠,٣-٨٦ pg/m³ في الهواء. وتبلغ التراكيزات المقارنة للمناطق النائية

البحرية في نصف الكرة الشمالي ونصف الكرة الجنوبي مقدار ٣٠-١ m/pg^3 و ٣-٠,٣ m/pg^3 مما يشير إلى ارتفاع مستويات النفتالينات في الهواء البحري في نصف الكرة الشمالي. وقيست تركيزات كبيرة للنفتالينات أمام سواحل جنوب أفريقيا (على ارتفاع ٣٣,٨٨ جنوباً) (Jaward وآخرون، ٢٠٠٤ ب). وكشف رصد الهواء في اليابان والصين وجمهورية كوريا عن تركيزات للنفتالينات تبلغ ٩,٥ + ١,٥ و ٦±٦١ و ٢,٤±١٦ m/pg^3 على التوالي (Hogarh وآخرون، ٢٠٠٢ أ). وقام Harner وآخرون (٢٠٠٦) بقياس النفتالينات في مواقع ريفية وحضرية. وكان التركيز المرتفع في المواقع الحضرية (حتى ٥٢ m/pg^3). وقد عزى إلى البحيرات الكبرى اللورانتينية استمرار الانبعاثات من النفتالينات التقنية التي كانت تستخدم تاريخياً. ويبدو أن التركيزات من النفتالينات الناشئة عن الحرق أكثر أهمية من المواقع الريفية حيث زادت النفتالينات ٢٤ و ٥٠ المرتبطة بحرق الأخشاب والفحم (Harner وآخرون، ٢٠٠٦).

١٠٥- ورصدت النفتالينات بين ١ و ٣٨ pg/m^3 في هواء القطب الشمالي مما يشير إلى حدوث انتقال طويل المدى لهذه المركبات (Lee et al، ٢٠٠٧). وأبلغ Harner وآخرون (١٩٩٨) عن أن النفتالينات المماثلة للديوكسين أسهمت بما يتراوح بين ١٣ و ٦٧ في المائة من معادلات السمية الناشئة عن ثاني البنزين متعدد الكلور والنفتالينات المتعددة الكلور في هواء القطب الشمالي.

١٠٦- أجرى في غانا فيما بين أيار/مايو وتموز/يوليه ٢٠١٠ رصد للملوثات العضوية الثابتة في أنحاء البلد ولاحظ هذا الرصد وجود مستوى كبير من التفتيت للنفتالينات على مدى عرض البلد. وزادت نسبة تركيبة المتجانسات المكلورة المنخفضة في المناطق الشمالية ويبدو أن ذلك نتيجة لانتقالها في اتجاه الرياح السائدة. وأشير، من تحليل ملامح المتجانسات، إلى أن النفتالينات ٣٦/٤٥ قد تكون علامة على مصدر الانبعاثات المدفوعة من أنشطة الحرق غير المحكوم للنفايات. وقدرت السمية المماثلة للديوكسين في النفتالينات بما يتراوح بين ٠,٤٩ و ٥,٦٠ fg من معادلات السمية الشاملة/م^٣ (Hogarh وآخرون، ٢٠١٢ ب).

الرواسب

١٠٧- قام Pan وآخرون (٢٠١١) بجمع تركيزات نفتالينات في الرواسب في مختلف المناطق بمقتضى نظم تلوث مختلفة بما في ذلك البيانات الأصلية المقدمة من المؤلفين. وفي حين كانت معظم التركيزات أقل من ١٠ ميكروغرام/كيلوغرام، قد يؤدي التأثير الصناعي إلى زيادة حدود حجم النفتالينات إلى ملغم/كيلوغرام (انظر الجدول ٤ ألف -١).

١٠٨- وحسب Bogdal وآخرون (٢٠٠٨) الترسب في الغلاف الجوي بمقدار ٢٩ غراماً من النفتالينات سنوياً في منطقة سطحية تبلغ ٤٧,٧ كيلومتر مربع في بحيرة ثوم السويسرية (تعادل ٦,٠٨ ملغم/هكتار/سنوياً) على الرغم من الحظر المفروض على النفتالينات منذ عام ١٩٧٢ (Bogdal وآخرون، ٢٠٠٨).

النباتات والحيوانات البرية في الأقاليم شبه القطبية وخارجها

١٠٩- تبين في تجميع عام ١٩٩٣، أن مستويات النفتالينات في الأسماك في المنطقة القطبية الشمالية تتراوح بين صفر و ١٠ ميكروغرام/كيلوغرام بالوزن الرطب (٧ دراسات في ١٩٨٤-١٩٩٠ على النحو الوارد في Howe and Crookes، ١٩٩٣). وبين استقصاء وصفي أجري في مرحلة بعد ذلك (Bidleman وآخرون، ٢٠١٠) يغطي الدراسات من ١٩٨١ إلى ٢٠٠٥ في القطب الشمالي أن المستويات المميزة (الوسائل الرياضية للوسائل الحساسة للدراسات الفردية) في النباتات والحيوانات البرية تتراوح بين ٠,٣ و ٦٠ ميكروغرام/كيلوغرام من الدهون مع حدوث أقل التركيزات في الفقمعة وأعلى التركيزات في اللاقاريات والطيور البحرية. وقد تكون التركيزات الوسيطة من الدراسات الفردية مرتفعة بما يصل إلى ٧٤ ميكروغرام/كيلوغرام من الدهون (بلازما الأعدود السكري). وترد الدراسات التي أوجزها Bidleman وآخرون (٢٠١٠) في جداول المرفق الرابع مع قرائن تحليلية

من المناطق غير تلك الواقعة في المناطق شبه القطبية. وأبلغ عن حالة من الارتفاع غير العادي لمستويات النفثالينات البالغة ٠,٦٩-٠,٦٠ ملغم/كيلوغرام (الجافة) في العقاب البحري أبيض الذيل (Falandysz، ١٩٩٨) وأوجز Falandysz (١٩٩٨) تركيزات النفثالينات في الأسماك بما يصل إلى ٣٦٠ نانوغرام من رابع إلى سابع النفثالينات/غرام من الدهن بالوزن الرطب (اللحوم والكبد) من البحيرات والأنهار في السويد و٩ إلى ٢٩٠ نانوغرام/غرام من الدهن بالوزن الرطب للأسماك بكاملها من بحر البلطيق (خليج جدانسك).

١١٠- وفحص Bidleman وآخرون (٢٠١٠) أنماط المتجانسات في النباتات والحيوانات البرية من المناطق شبه القطبية حيث فرق بين (أ) اللافقاريات والأسماك، (ب) الفقمة، (ج) الحيتان والدب القطبي، (د) الطيور البحرية (انظر الشكل ٤-١-١-١ والمرفق الرابع). وتباين الأنماط تبايناً كبيراً فيما بين مجموعات النباتات والحيوانات البرية داخلها بل وحتى داخل الأعضاء/الأجزاء من نفس النوع، إلا أن هناك بعض العناصر العادية:

أ) سابع النفثالينات غير موجود في الفقمة والطيور البحرية (مع بعض الاستثناءات). ووجد في بعض اللافقاريات/الأسماك وحتى هناك فإنه لا يسهم إلا بأقل من ١٠ في المائة من محتويات النفثالينات (باستثناء واحد).

ب) كان لدى الفقمة أقوى تحول نحو المتجانسات الخفيفة في جميع المجموعات بالنظر إلى أن العينات لم تحتو إلا على ثالث إلى خامس النفثالينات باستثناء عينة واحدة.

ج) كانت الفقمة تختلف أيضاً عن العينات الأخرى بمستوياتها الكبيرة من ثالث النفثالينات. وعلى العكس من ذلك، لم يسهم ثالث النفثالينات إلا بنسبة ضئيلة أو لا شيء في ملامح المتجانسات التي وجدت في الحيتان والدب القطبي والطيور البحرية واللافقاريات/الأسماك (باستثناء الكريل الذي كان يغلب عليه ثالث النفثالينات وعينات السمك المفردة).

د) كانت ملامح متجانسات الطيور البحرية تماثل تلك الخاصة بالأسماك وإن كانت مع تحول صوب سادس النفثالينات الثقيلة التي كانت المتجانسات الرئيسية في بعض الحالات. كما كان سادس النفثالينات المتجانسات الرئيسية في دهن الحيتان الرائد ودهن الدب القطبي.

١١١- ووجد Rotander وآخرون (٢٠٠٢) تركيزات النفثالينات (بالحجم) بين ٠,١ و٠,٢ و٥ نانوغرام/غرام بوزن الدهن المأخوذ من أنواع الفقمة والحيتان شبه القطبية والقطبية. ووجدت أعلى التركيزات في أنواع الحيتان ذات الأسنان التي تتغذى على المستوى الغذائي المرتفع. وكان متوسط التركيزات في الحيتان الرائدة ونوعين من الفقمة في ٢٠٠٦/٢٠٠٧ أقل مما كان عليه قبل ٢٠ عاماً في نفس المناطق، على الرغم من أنه قد شوهد في ١٩٩٧-٢٠٠٦ بالنسبة للنوعين من الفقمة وكذلك الدولفين الأبيض الجانب أن متوسط التركيزات كان أعلى فيما بين المشاهدتين الأولى والأخيرة من ثلاث نقاط زمنية للملاحظة (أي وصلت إلى الذروة خلال الملاحظة الوسطى في ١٩٩٧-٢٠٠٧ بحسب السلسلة الزمنية). ولم يعثر على انخفاض واضح ذا مغزى إحصائياً في ١٩٩٠-٢٠٠٧ في كمية النفثالينات إلا في الفقمة المقنعة من غرب آيس (Rotander وآخرون، ٢٠١٢).

١١٢- وأبلغ Kannan وآخرون (٢٠٠٢) حتى عام ١٩٩٩ بالنسبة لمستويات التونة زرقاء الزعانف في منطقة البحر المتوسط عن مقدار يصل إلى ٥٥٢ نانوغرام/كيلوغرام بالوزن الرطب، و١٥ إلى ٦٣ نانوغرام/كيلوغرام بالوزن الرطب، بالنسبة لأسماك أبوسيف، ورصدوا بالنسبة للدولفين في الساحل الغربي للسويد ٠,٥٢-٠,٧٢ نانوغرام/كيلوغرام بالوزن الرطب (Ishaq وآخرون، ٢٠٠٠). وكانت التركيزات المقاسة في عينة جبال الألب (بحيرة ثون في سويسرا) في الأسماك البيضاء تبلغ نحو ١-٣ ميكروغرام/كيلوغرام من الدهن (من أرقام Bogdal وآخرون، ٢٠٠٨).

٢-٤ تقييم لسواغل الأخطار عند نقاط نهاية التفاعل

الكائنات المائية والأرضية

١١٣- أبلغ عن السمية الإيكولوجية للنفثالينات في العديد من الأنواع التي تمثل مختلف مستويات التغذية: الطحالب والأعشاب المائية واللافقاريات والأسماك والطيور والفران (انظر القسم المتعلق بالتأثيرات الضارة على صحة البشر) وقد استخدمت الكثير من الدراسات خلائط الهالوواكس مما قد يصعب معه تفسير النتائج نتيجة للتفاعلات السمية وشوائب الديوكسين (Noma وآخرون، ٢٠٠٨).

١١٤- وتوقعت وكالة البيئة في كندا (٢٠١١) بيانات السمية الحادة والمزمنة لأحد إلى سبع النفثالينات في الطحالب الخضراء ونبات الدفيناات والأسماك بنموذج ECOSAR v0.99 (EPISUITE) ووفقاً لنتائج هذا النموذج، كانت الطحالب المجموعة الأقل حساسية حيث كانت القيم المزمنة منخفضة بدرجة كبيرة لجميع التصنيفات، وللمتجانسات المكورة الأكثر ارتفاعاً (التي تتراوح بالنسبة لعامل التركيز الفعال المزمّن EC50 أو القيمة الزمنية: ٥٧٥ ميكروغرام/دهن إلى ٠,٤ ميكروغرام/دهن). وجرى توقع أن تزيد السمية المزمنة إلى أقل من ٠,١ ملغم/لتر بالنسبة لثالث إلى سبع النفثالينات للأسماك ونبات الدفيناات

١١٥- ويتضمن الجدول ٢-٤-١ تجميعاً لبيانات السمية المائية. وكما أشير في وكالة البيئة في كندا (٢٠١١) فإن بعض الاختبارات استخدمت مذوب مثل الاسيتون وعلى ذلك فإن تركيزات الاختبار كانت أعلى احتمالية من الذوبان في الماء مواد الاختبار المبلغة. ولم يكن لخلائط الهالوواكس أي ذوبان مميز في الماء. وتعتبر قيم السمية عموماً (باستثناء ثامن النفثالينات) مقبولة حيث أن خاصية الذوبان في الماء تتوافق بالمعامل ١٠ من القيم المقاسة وتقل عن توقعات WSKOWIN (انظر الجدول ١-١-١). وعلى الرغم من أن البيانات المبلغة تنطوي على عيوب، فإن نتائج العديد من الدراسات متساقطة.

١١٦- ولا تتوافر أي بيانات عن سمية الكائنات قاطنة الرواسب وفقاً لمصادر القسم ١-٣ على الرغم من أن هذه الكائنات تتعرض بالنظر إلى ارتفاع معامل التفرق للنفثالينات فضلاً عن المستويات التي رصدت والتي تصل حتى ملغم/كيلوغرام في المناطق الملوثة (انظر القسم ٢-٣-١). وقام Kannan وآخرون (٢٠٠١) بقياس العديد من الملوّثات في الرواسب من ميتشغان (بما في ذلك النفثالينات ومركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة والديوكسين الثنائي البنزين المتعدد الكلور والفيوران الثنائي البنزين المتعدد الكلور). وجرى تقدير المساهمات النسبية لهذه المواد في تركيزات معادلات السمية الشاملة باستخدام TEFs النوعي- الخط الخلوي H4IIE. وأسهمت النفثالينات بالقدر الأكبر من معادلات السمية الشاملة (٤٢-٨٤ في المائة من المجموع) يليها الديوكسين الثنائي البنزين المتعدد الكلور (٨-٣٩ في المائة) والفيوران الثنائي البنزين المتعدد الكلور (١٥-١٦ في المائة) ثم مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة (٢-٣ في المائة).

الجدول ٢-٤-١ السمية المائية للنفثالينات (الجدول من البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية ٢٠٠١، وكالة البيئة في كندا، ٢٠١١)

المرجع	الترام (ملغم/دهن)	المدة/نقطة النهاية (التأثير)	الأنواع	النفثالينات المكورة
LeBlanc, 1980	>530/530 n	48h LC50 /NOEC	برعوث الماء (<i>Daphnia magna</i>)	ثامن النفثالينات
US EPA (1980)	>500 n	96h LC50	الأروبيان مايسيد (<i>Mysidopsis bahia</i>)	ثامن النفثالينات
Heitmuller et al. (1981)	560 n	96h LC50/NOEC	أسماك المنوه رأسية الفم (<i>Cyprinodo variegatus</i>)	ثامن النفثالينات

المرجع	التراكم (ملغم/دهن)	المدة/نقطة النهاية (التأثير)	الأنواع	النفثالينات المكلورة
Walsh et al. 1977	0.1	7d EC10	الطحالب (<i>Dunella tertiolecta</i>)	الهالوواكس ١٠٠٠
Green and Neff (1977)	0.069 m, s	96h LC50	روبيان غراس (<i>Palaemonetes pugio</i>)	الهالوواكس ١٠٩٩
Neff and Giam (1977)	0.08 n, s تأثيرات كبيرة على الفترة المرحلية	96days? LC50	الشبباص الصغير (<i>Limulus polyphemus</i>)	الهالوواكس ١٠٩٩
US EPA (1980)	0.0075 m	96h LC50	الأروبيان البني (<i>Panaeus aztecus</i>)	الهالوواكس ١٠١٤
US EPA (1980)	0.248 m	96h LC50	الأروبيان غراس (<i>Palaemonetes pugio</i>)	الهالوواكس ١٠١٤
US EPA (1980)	>0.343 m	96h LC50	أسماك المنوه رأسية الغم (<i>Cyprinodon variegatus</i>)	الهالوواكس ١٠١٤
Buggiani (1980)	0.1 المتبقية على قيد الحياة أظهرت تأخر لمدة ٣ أسابيع في الإنسلاخ	18h LC50	يربقات الضفادع (<i>Rana agilis</i>)	الهالوواكس ١٠١٤
US EPA (1980)	>0.343 m	96h LC50	سمك البوري المخطط (<i>Mugil cephalus</i>)	الهالوواكس ١٠١٤
Green and Neff (1977)	0.074 m, s	96h LC50	الأروبيان غراس (<i>Palaemonetes pugio</i>)	الهالوواكس ١٠١٣

n = استناداً إلى التركيزات العادية، m = استناداً إلى التركيزات المقاسة، s = استخدام المذوب

١١٧- وتقتصر المعلومات المتعلقة بالسمية المزمنة في الأسماك على تقييم لدورة حياة جزئية غير معيارية في أسماك الميداكا (Villalobos وآخرون، ٢٠٠٠). فقد تم حقن بيض أسماك الميداكا بالهالوواكس ١٠١٣ و ١٠١٤ أو ١٠٥١ المذوبة في التريولين. وفي أعقاب التعرض، جرى تنمية الأجنة وتربية الزريعة حتى فترة النضج الجنسي (أربعة أشهر)، وتم عندئذ قتلها. وكان هالوواكس ١٠٤١ هو أكثر الخلائط سمية من خلال العلاقة بين الجرعة والاستجابة. وكان نصف الجرعة المميتة LD50 في أجنة أسماك الميداكا ٤,٢ نانوغرام/بيضة وتقارن بالديوكسين رابع كلورو ثنائي البنزين -٨,٧,٣,٢ الأقل قوة بنسبة ٥,٥. وكان أهم ضرر يحدث عند أدنى مستوى ذي تأثير ضار ملاحظ البالغ ٣ نانوغرام/بيضة هو عدم قدرة الأجنة الجديدة الفقس على نفخ كيس العوم. وخلال مرحلة النضوج الأولية خفضت الإناث بدرجة كبيرة من الرقم الدليلي لنشاط الغدة التناسلية. وعلاوة على ذلك تسبب هالوواكس ١٠٥١ في حدوث انخفاض شديد في الأرقام الدليلية GSI في الإناث بعد ١٢٢ يوماً عند جميع الجرعات المختبرة (٠,٣ - ١٠ نانوغرام/بيضة، وعلى ذلك لم تظهر أي علاقة بين الجرعة والاستجابة). وتشير هذه النتائج إلى أن الآثار الضارة (وربما تأثيرات الاختلالات في الغدة الصماء) التي تماثل تلك الخاصة بالديوكسين في المراحل الحساسة للكائنات المائية قد تحدث لدى التعرض للنفثالينات.

١١٨- ولوحظت السمية التناسلية (micronucleated erythrocytes) بعد حقن الهالوواكس ١٠١٣، ١٠٥١، و ١٠١٣ في بيض سمك الميداكا بعد ١٢٢ يوماً في الأنواع الناضجة (Talykina وآخرون، ٢٠٠٣). وكان أقل تركيز للتعرض الذي قيست

التأثيرات عنده (٣,٠ نانوغرام/بيضه وهو ما يعادل ٣٠٠ نانوغرام/غرام من البيض، يزيد بمقدار ٥-١٠ مرات عن تلك الملاحظة في أنسجة الأسماك المجمعة من الميدان في مواقع شديدة التلوث (Belfroid وآخرون، ٢٠٠٦).

١١٩- وتظهر بعض أنواع النفتالينات أنشطة سمية تماثل ٢,٣,٧,٨- ديوكسين رابع كلورو ثنائي البنزين، ومركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة المشتركة في الصفات من خلال الربط بالمتلقي Ah، ومن ثم اكتسبت النفتالينات قوة تأثير نسبية مماثلة لتلك الخاصة بمركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة المماثلة في الصفات (خامس وسادس وسابع النفتالينات) (Villeneuve وآخرون، ٢٠٠٠). ووجد Akerblom وآخرون (٢٠٠٠) أنه قد تبين خلال دراسة للتغذية لمدة ٤١ أسبوعاً (هالوواكس ١٠١٤) إن استحثاث نشاط الايثواكسيزورفين ديثايلز على مستوى مجموعة الجرعات المنخفضة عند ١,٠ نانوغرام من النفتالينات/غرام من الأغذية وبعد ثمانية أسابيع من التعرض، كانت الأسماك تحتوي على ٣٠٤ نانوغرام من رابع النفتالينات إلى سابع النفتالينات/غرام من الدهون وهو ما يماثل المستويات الموجودة في البيئة (انظر الفقرة ١٠٨). وعند أعلى مستوى للاختبار (١٠ ميكروغرام/غرام من الأغذية) تأخر نمو الغدة التناسلية في الإناث.

١٢٠- ووجد Corsolini وآخرون (٢٠٠٢) أن مساهمة النفتالينات في معادلات السمية تكاد لا تذكر في الكائنات القطبية بما في ذلك الدب القطبي نتيجة لفئات المتجانسات المكلورة الأعلى السامة (أي النفتالينات ٦٣ و ٦٩ و ٧٠). وعلى العكس من ذلك، تسهم النفتالينات بدرجة كبيرة في إجمالي المركبات المماثلة لديوكسين في نباتات وحيوانات بحيرة اونتااريو بما يسهم بما يتراوح بين ١٢ و ٢٢ في المائة من مجموع معادلات السمية الشاملة في النفتالينات ومركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة في تروت البحيرة وحتى ٦٩ في المائة من كائنات الأعماق (Helm وآخرون، ٢٠٠٨). ويمكن تفسير ذلك بوجود وتراكم خامس وسادس وسابع النفتالينات (النفتالينات ٥٢ و ٦٠ و ٦٦ و ٦٧ و ٧٣).

١٢١- وأسهمت النفتالينات بنسبة ١١ في المائة أخرى (في المتوسط، تتراوح بين ٧ و ١٩ في المائة) في مجموع معادلات السمية الشاملة من الديوكسين المقاس والمركبات المماثلة للديوكسين في دهن حيتان البلوجا (برنامج الرصد والتقييم لمنطقة القطب الشمالي، ٢٠٠٤) وحتى ٦-١٥ في المائة في دهن الحوت الرائد طويل الزعانف (Bidleman وآخرون، ٢٠١٠). وفي ثدييات المناطق القطبية وشبه القطبية، كان أعلى تركيز لمعادلات السمية الشاملة المحسوبة للنفتالينات ٦٦ تتراوح بين ٤ و ١٧ pg/غرام من وزن الدهن في الحيتان الرائدة (Rotander وآخرون، ٢٠١٢). وكانت قيم معادلات السمية الشاملة تقل عن تلك التي تثير تأثيرات سمية واضحة في الطيور والثدييات البحرية (Kannan وآخرون ٢٠٠١ الواردة في Rotander وآخرون ٢٠١٢). غير أن تركيز معادلات السمية الشاملة في Rotander وآخرون تستند إلى النفتالينات ٦٦ فقط ولم تتضمن المركبات الأخرى المماثلة للديوكسين.

١٢٢- وفي دراسة تغذوية في الدجاج والديك الرومي تحدد نصف الجرعة المميتة الملحوظة البالغة ٢٠ ملغم من هالوواكس ١٠١٤/كيلوغرام من الأغذية. كما أبلغ عن آثار ضارة عند ٥ ملغم/كيلوغرام من الأغذية (انخفاض في وزن الجسم بنسبة ٣٣ في المائة والنفوق بنسبة ٧ في المائة). وكشفت الدراسات التاريخية الإجمالية للديوك الرومي عن تضخم الكبد وإسوداده. ويتسبب ثامن النفتالينات عند جرعة ١٢٥ ملغم/كيلوغرام من الأغذية في حدوث آثار كبيرة على الديوك الرومي.

١٢٣- وباختصار، فإن العديد من خلاط هالوواكس شديد السمية في دراسات السمية الحادة ولوحظت آثار على النمو في اللاقاريات والبرمائيات. وتشير قيم النمذجة للسمية المزمنة لثاني إلى سابع النفتالينات إلى حدوث آثار ضارة. وتوقعت زيادة السمية المزمنة من ١٣٦ إلى ٤,٠ ميكروغرام/دهن لثاني إلى سابع النفتالينات في الأسماك والدلافين. وتشير النتائج من دراسة دورة الحياة الجزئية في الأسماك إلى احتمال حدوث تأثيرات اختلال الغدة الصماء. وظهرت السمية التناسلية في بروتوكول الاختبار غير المعياري في الأسماك.

١٢٤- وثمة شاغل رئيسي يتعلق بالكائنات المائية فضلاً عن الأرضية يتمثل في احتمال السمية المماثلة للديوكسين في بعض متجانسات النفثالينات. وقد تبين أن بعض هذه المتجانسات القوية تتراكم وتتضخم أحياناً في شبك الأغذية المائية (مثل النفثالينات ٦٦/٦٧). ووجد أن مستويات النفثالينات في البيئة مرتفعة بما يكفي للتأثير في الأسماك البرية على النحو الذي تظهره البيانات العملية. وعلاوة على ذلك، أظهر Ishaq وآخرون (٢٠٠٠) أن بوسع رابع إلى سابع النفثالينات أن يتجاز، في دلافين المرفأى حاجز الدم والمخ، وهو آلية معدة لحماية المخ من التسمم. وتشير المساهمات المحسوبة للنفثالينات في معادلات السمية الشاملة إلى ارتفاع السمية في سلسلة أغذية الأعماق ومساهمة ملموسة في معادلات السمية الشاملة في رأسيات الأرجل في بيئة القطب الشمالي.

تقييم الآثار الضارة على صحة البشر

١٢٥- تنطوي عملية التقييم السمي للنفثالينات على صعوبات نتيجة لتوافر العديد من الأيزوميرات المختلفة لتنوع السمية في الخلائط التقنية، والمستحضرات التجارية، وكذلك في مجال العينات البيئية بما في ذلك المواد الغذائية. وفي حين أن النفثالينات لم تدرج بعد رسمياً في نظام معامل معادل السمية (TEFs)، فإن دراسات السمية للنفثالينات أظهرت أن مستوى السمية يعتمد مثلما الحال في المركبات المهلجنة الأخرى مثل مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة والديوكسين المتعدد الكلور، على عدد ومواقع الذرات المهلجنة (Mc.Conell ١٩٨٩ في Jensen و Kimbrough، ١٩٨٩). وعلى وجه الخصوص يعتقد أن النفثالينات، التي تتماثل في تركيبها مع رباعي ثنائي كلورو البنزين (TCDD) والفيوران الثنائي البنزين المتعدد الكلور ومركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة، تتفاعل مع متلقي Ah، وتؤكد جزئياً أن التعرض للنفثالينات قد يسفر عن نمط كيميائي أحيائي واستجابة سمية تماثل المركبات المماثلة للديوكسين (البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، ٢٠٠١). وتنطوي بعض أنواع النفثالينات على خواص استحثاث الأنزيمات (AHH، EROD، وليسيفريز) بما يماثل الديوكسين الثنائي البنزين المتعدد الكلور والفيوران البنزين متعدد الكلور ومركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة. وتتماثل القوة النسبية لمعظم متجانسات النفثالينات النشطة والثابتة مع تلك الخاصة ببعض مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة. ولذا يخلص البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية (٢٠٠١) إلى ضرورة إدراج النفثالينات في وضع نظام معامل معادل السمية (TEFs) (البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، ٢٠٠١).

١٢٦- ويذكر البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية (٢٠٠١) أن الآثار المحتملة طويلة الأجل تثير أقصى الشواغل وأن من الضروري التقليل من التعرض للنفثالينات إلى أقصى حد ممكن وذلك جزئياً نتيجة لما يتبين من أن الآثار على وظائف الغدد الصماء تحدث في الجرعات بالغة الانخفاض.

التمثيل الأيضي

١٢٧- يمكن امتصاص النفثالينات عن طريق جميع مسارات التناول. وجرى فحص توزيع خلائط متجانسات النفثالينات التجارية (المالوواكس ١٠١٤ و ١٠٥١) بعد ١ و ١٠ و ٣٠ و ١٢٠ يوماً من تعرض الفئران عن طرق الفم من خلال تحليل الكبد والأنسجة الدهنية. وبعد ١٠ أيام كان المركب الغالب في الكبد هو سادس النفثالينات ٦٧ الذي كان المركب الوحيد القابل للرصد بعد ١٢٠ يوماً (Asplund وآخرون، ١٩٨٦). كذلك فقد وجد في الدراسات التي استخدمت FireMaster BP-6 العروف انه ملوث بسادس النفثالينات ٦٧ أن هذا المتجانس من المتجانسات الثابتة الرئيسية (Birnbau و آخرون ١٩٨٣، Birnbaum و Mac Kinney، ١٩٨٥: في Jensen و Kimbrough، ١٩٨٩). وقد أثبتت دراسات التمثيل الأيضي باستخدام مختلف متجانسات النفثالينات أن المركبات عالية الكلورة (خامس - ثامن النفثالينات) لم يتم تمثيلها أيضاً في حين كانت النفثالينات المنخفضة تشكل النفثالينات الهيدرواكسيليتد (Jensen و Kimbrough، ١٩٨٩).

١٢٨- كذلك فإن سادس النفتالينات ثابت في البشر، حيث حسب نصف حياة تبلغ ١,٥ - ٢,٤ سنة استناداً إلى نتائج رصد ثلاثة أفراد تعرضوا لزيت الأرز الملوث بالنفتالينات في تايوان، ونصف الحياة مماثل لذلك الخاص بفيوران الثنائي البنزين المتعدد الكلور (Ryan & Masuda، ١٩٩٨، Ryan وآخرون، ١٩٩٣ في البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، ٢٠٠١).

١٢٩- ومثلما الحال بالنسبة لرباعي ثنائي كلورو البنزين (TCDD) المتصلة به، تبين تحول سادس النفتالينات ٦٦ عن طريق مسارات المشيمة والمسارات اللبنية (Omura وآخرون، 2000).

السمية في حيوانات التجارب

السمية الحادة وشبه الحادة

١٣٠- كما هو الحال في المركبات المكلورة المعروفة الأخرى، فإن التعرض المزمّن لمستويات منخفضة يؤدي إلى تراكم منخفض شديد في الجرعة المميّنة بالمقارنة بالجرعات المفردة المميّنة الحادة. ووفقاً لما ذكره Mc.Conell (١٩٨٩) الوارد في Kimbrough و Jensen، (١٩٨٩) فإن متوسط الوقت إلى النفوق لهذه الأنواع من هذه الحالات الفرعية هو ٢-٣ أسابيع بعد التعرض المفرد بالنسبة لمعظم حيوانات التجارب الصغيرة ولمدة أطول بالنسبة للحيوانات المستأنسة الأكبر حجماً مثل الكلاب والأنواع الأخرى غير البشرية.

١٣١- وتعتمد نصف الجرعة المميّنة في النفتالينات المكلورة بدرجة كبيرة على الأيسومرات أي أكثر من ٣ ملغم/كيلوغرام من وزن الجسم بالنسبة لرباعي النفتالينات ٤٨ (البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، ٢٠٠١). وقد جرى، في حيوانات التجارب، تقييم السمية النسبية للمتجانسات رباعية الكلور من الديوكسينات والفيورانات وثنائية الفينيل والنفتالينات، والنفتالينات المبرومة من خلال مقارنة قيم نصف الجرعة المميّنة الخاصة بها. وقدرة القدرة السمية من حيث نصف الجرعة المميّنة لرباعي النفتالينات ٤٨ بأنها وأحد بالمقارنة بمقدار ١٨٨٣ (٨,٧,٣,٢) سداسي ثنائي كلورو البنزين) و ٥٠٥ (٨,٧,٣,٢) الفيوران الثنائي البنزين المتعدد الكلور) و ٢١ (٧,٦,٣,٢) (TBN) و ٨ على التوالي (٥,٥,٤,٣,٤,٣) الهكسان الحلقي السداسي الكلور). والسمية الخاصة بجميع هذه الفئات من المركبات تعتمد بالدرجة كبيرة على الأنواع مع ارتفاع التعرض في الدواجن وحيوانات التجارب والمنك والأنواع غير البشرية. وتشير الدراسات عن فئران التجارب إلى الفروق في الأنواع أي ارتفاع التعرض في الإناث والارتفاع الشديد في تعرض الحيوانات الصغيرة (Mc.Conell ١٩٨٩ في Kimbrough و Jensen ١٩٨٩).

١٣٢- وحتى الآن لم تدرج النفتالينات في نظام معامل المعادلة السمية (TEF) منذ استخدمت البحوث الأحيائية في المختبرات لوصف القدرة النسبية لنفتالينات بالمقارنة برباعي ثنائي كلورو البنزين TCDD من حيث إستحداث EROD في صفوف خلايا الأسماك وخطوط خلايا الفئران فضلاً عن تنشيط الإستجابة للديوكسين وعناصر جين الإبلاغ البارز في خلايا الفئران والغرض من ذلك هو تحديد المساهمة النسبية للنفتالينات في مجموع الأنشطة المماثلة للديوكسين المرتبطة بالعينات البيئية. وأظهر سادس النفتالينات قدرات نسبية تبلغ نحو 10^{-3} يليه خامس النفتالينات بقدرات تتراوح بين 10^{-1} و 10^{-7} (أقل من TCDD بالمقارنة بتلك الخاصة ببعض مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلور في حين كانت المتجانسات الأقل كلورة (أحادي وثنائي وثالث ورباعي النفتالينات أقل نشاطاً) Villeneuve وآخرون، ٢٠٠٠). وإستخدم Blankenship أيضاً هذه الطريقة لبيان أن أكثر المتجانسات قدرة هي سادس النفتالينات ٦٦ وسادس النفتالينات ٦٧ وسابع النفتالينات ٧٣ مع قدرات نسبية تبلغ 10^{-3} و 10^{-3} على التوالي. وكشفت خرائط الهالوواكس عن نشاط يتراوح بين 10^{-8} و 10^{-9} (هالوواكس ١٠٥١) و 10^{-8} و 10^{-9} (هالوواكس ١٠١٤) و 10^{-8} و 10^{-9} (هالوواكس ١٠١٣) بالمقارنة ب TCDD (Blankenship وآخرون، ٢٠٠٠).

١٣٣- وإستخدم Olivero-Verbel وآخرون (٢٠٠٤) علاقة النشاط بالتركيب الكمي في تقييم قدرة النفتالينات فيما يتعلق بالتفاعل المخفف ب AhR. ومن بين ٧٥ متجانس من النفتالينات يتوقع ١٤ منها ناشطاً، وجرى اختبارها جميعاً بصورة إيجابية

في تجارب المختبرات. وكان من بين هذه المتجانسات عالية الكلورة بالدرجة الأولى: رابع النفتالينات ٣٩ وخامس النفتالينات ٥٠ وخامس النفتالينات ٥١ وخامس النفتالينات ٥٢ وخامس النفتالينات ٥٤ وخامس النفتالينات ٦٠ وسادس النفتالينات ٦٣ وسادس النفتالينات ٦٤ وسادس النفتالينات ٦٦ وسادس النفتالينات ٦٧ وسادس النفتالينات ٦٨ وسادس النفتالينات ٦٩ وسادس النفتالينات ٧٠ وسابع النفتالينات ٧٣.

١٣٤- وتسبب تعرض الجرذان الشديد للنفتالينات في زيادة مستوى مجموع السيتوكروم P-٤٥٠ فضلاً عن نشاط CYP1A (زيادة بمقدار ١٢ إلى ١٥ مرة) في الكبد بعد ٢٤ و ٧٢ وكانت الأكثر وضوحاً بعد ٢٤٠ ساعة (Galoch وآخرون، ٢٠٠٦).

١٣٥- وأظهر التعرض قصير الأجل للنفتالينات (خامس وسادس النفتالينات) البالغ ١٢٥ ملغ/فأر لأيام متبادلة لفترة ٢٦ يوماً تغييرات في الكبد والتكرز. ونفقت الجرذان التي عولجت بدرجة كبير بخليط من سادس وسابع النفتالينات (٣٠ ملغم/يوماً) في غضون ١٢ إلى ٢٦ يوماً حيث أظهرت تغييرات في الكبد والتكرز في حين لم ينفق أي من الجرذان التي عولجت بخليط ثلث ورابع النفتالينات (البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، ٢٠٠١).

١٣٦- وقد قام Kilanowicz و Skrzypinska-Gawrysiak (٢٠١٠) بفحص السمية شبه الحادة لخليط النفتالينات وآثارها على السيتوكروم P-٤٥٠ في الجرذان. وقد عولجت جرذان ويستار الذكور بعدد ٧ و ١٤ و ٢١ مرة بمقدار ١٠ و ١٠٠ ملغم/كيلوغرام من وزن الجسم من خليط النفتالينات (يحتوي على ٥٤ في المائة من رابع النفتالينات و ٨ في المائة من خامس النفتالينات و ٢٣ في المائة من سادس النفتالينات و ١٤ في المائة من سابع النفتالينات المماثلة لهاالوواكس ١٠١٤). وبجانب زيادة في بروكسيد الدهن، وزيادة في مستويات المألونديالدهايد وانخفاض في الجلوثايسين واستحثاث السيتوكروم P-٤٥٠ و CYP1A (١٠ - ٢١ مرة) أبلغ عن انخفاض في كتلة الجسم (Kilanowicz وآخرون، ٢٠٠٩). وفي دراسة لاحقة ظهرت سمية سادس النفتالينات وقدرته على استحثاث السينايتوفوسين CYP1A في الجرذان بعد تعرض واحد ومتكرر. فحتى أقل جرعة بالغة ١ ملغم/كيلوغرام من وزن الجسم استحث CYP1A بدرجة كبيرة، ولوحظ فقد كمية كبيرة من كتلة الجسم بعد جرعة وحيدة قدرها ٢٥٠ ملغم/كيلوغرام من وزن الجسم. ونظراً لاعتماد الزيادة في بروكسيدات الدهون على الجرعة، يفترض حدوث إجهاد مؤكسد. ولم يظهر رابع النفتالينات الذي يعطى بنفس الجرعة المتكررة مثل تلك التي أعطيت بالخليط المستخدم في التجربة التي سبقَت الإشارة إليها أي دليل على السمية أو تغييرات في البارامترات البيولوجية (Kilanowicz و Skrzypinska-Gawrysiak، ٢٠١٠).

١٣٧- وأظهرت تجارب المدى المتوسط بالخلائط التقنية للنفتالينات في الجرذان وحيوانات التجارب فقدان في الوزن وأضرار بالكبد والنفوق بعد التعرض عن طريق الفم والأغذية والاستنشاق (Hayward، ١٩٩٨).

١٣٨- ولوحظ أن الحيوانات المستأنسة تتفاعل بقدر أكبر من الحساسية مع النفتالينات عن قوارض التجارب. وقد أبلغ عن إصابة الأغنام التي عولجت بمقدار ١,١ ملغم/كيلوغرام من وزن الجسم/يوماً بخليط النفتالينات لمدة ٩٠ إلى ١٣٥ يوماً لإضرار شديدة في الكبد مما أدى إلى النفوق (البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، ٢٠٠١).

التهيج الجلدي والاضرار الجلدية وحب الشباب

١٣٩- تسببت النفتالينات في تهيجات جلدية ولوحظ نشاط سيراتوتك مفرط باستخدام خامس وسادس النفتالينات. ووصف فرط التقرن البقري بعد ٥-١٠ أيام من فترة التعرض عن طريق الفم لمقدار ٠,٦٩ - ٢,٤ ملغم/كيلوغرام من وزن الجسم/يوماً من خامس وسادس وسابع وثامن النفتالينات. ومن بين أعراض هذا المرض الجهازى الشديد، أبلغ عن النفوق والفقدان الشديد في الوزن، وأضرار الكبد. وقد أدى تناول الأبقار العرضي للنفتالينات إلى فرط التقرن البقري في الولايات

المتحدة في أربعينات وخمسينات القرن الماضي. ولوحظ أعراض مماثلة في حيوانات التجارب خلال التعرض عن طريق الفم أو الاستنشاق في المدى المتوسط (البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، ٢٠٠١).

إجهاد الأكسدة وبركسدة الدهون

١٤٠- تبين أن النفتالينات تستحث إجهاد الأكسدة، وبركسدة الدهون، وتناقص أنشطة أنزيم التطهير من السموم. ولوحظ في كبد الجرذان المعالجة بالهالوواكس ١٠١٤ زيادة في الديينات المقارنة (مما يشير إلى بركسدة الدهون) وانخفاض نشاط أنزيمات وقف التحول والتحفير الديوكسيدي في الكبد وفي الخصية. ولوحظ بعد ثلاثة أشهر من المعالجة حدوث انخفاض في بروكسيديس الغلوتاثيون وتحول غلوتاثيوني في الخصية، وكان التغيير الوحيد الذي حدث في بروكسيديس الدهون هو انخفاض أنواع تفاعل حامض الثيوبارثورك. كما لوحظ في الكبد زيادة حامض الثيوبارثورك بعد معالجة الجرذان بخليط من النفتالينات يحتوي على رابع إلى سابع النفتالينات (البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية ٢٠٠١).

السمية الجينية والسرطنة

١٤١- لا تتوافر سوى بيانات محدودة عن السمية الجينية للنفتالينات. فلم يكن رابع النفتالينات ١،٢،٣،٤ مولد طفري في اختبار أميس بالسالمونيلا *Salmonella typhimurium* TA 98 و TA 100 مع تنشيط أبيض أو بدونه. ولم تحدد أية دراسات للسمية الجينية مع المتجانسات الأكثر سمية. وأثبتت دراسة لا تتعلق بالمبادئ التوجيهية في أسماك الميداكا سمية جينية في العديد من خلائط الهالوواكس (Talykina et al. 2003 وانظر القسم أعلاه).

١٤٢- ولم تجر أي دراسات طويلة الأمد تتعلق بالسرطنة على حيوانات التجارب فيما يتعلق بالنفتالينات.

١٤٣- ولا يمكن استخلاص استنتاجات شاملة عن السمية الجينية والسرطنة فيما يتعلق بالنفتالينات.

الآثار على الخصوبة والتكاثر والنمو

١٤٤- وأبلغ عن الآثار على خصوبة الذكور من سادس النفتالينات ٦٦ بعد مناولة جرعة معوية قدرها ١ ميكروغرام/كيلوغرام/يومياً في الجرذان (البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، ٢٠٠١). وفحص Kilanowitz والعاملون معه سمية النمو للنفتالينات. وعولجت مجموعة من ١٥ إلى ١٩ من إناث متزوجة من جرذان ويستار بمقدار ٠،٣ و ١،٠ و ٣،٠ و ٩،٠ ملغم/كيلوغرام من وزن الجسم بخليط من النفتالينات (تحتوي على ٥٤ في المائة من رابع النفتالينات و ٨ في المائة من خامس والنفتالينات و ٢٣ في المائة من سادس النفتالينات و ١٤ في المائة من سابع النفتالينات المماثلة للهالوواكس ١٠١٤). ويؤدي إعطاء النفتالينات خلال فترة تكون الأعضاء في حدود ٠،٣ إلى ٩ ملغم/كيلوغرام من وزن الجسم إلى نفوق بدرجة كبيرة في الرحم يظهر في شكل عدد كبير من خسائر ما بعد الحمل في الأجراء كما لوحظ ذلك في الدراسات السابقة. وقد تبين آثار على سمية الأجنة تعتمد على الجرعة أي انخفاض في وزن الجسم وطول الأجنة، واضطرابات في النمو في الرحم، وتأخر عملية بناء العظام وتأخر نمو الأعضاء الداخلية. كما لوحظت سمية الأجنة على مستوى أدنى جرعة في عدم وجود سمية الأم مما يعطي دليلاً قاطعاً على تكون المسخ (Kilanowitz وآخرون، ٢٠١١). ولوحظت آثار على التكاثر في الحيوانات المستأنسة أيضاً: تنسخ الخلايا القشرية لقنوات المني والرخفاء وتقلص الخصية وانخفاض إنتاج المني وتنسخ الخلايا القشرية لجدار المهبل واحتقان الرحم والنزيف والإجهاض وانخفاض إنتاج اللبن بعد تناول جرعات في حدود ملغم/كيلوغرام على امتداد أيام أو أسابيع (البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، ٢٠٠١).

١٤٥- ولم تلاحظ أية آثار لسمية الأجنة بعد تناول ١ ميكروغرام من سادس النفتالينات ٦٦/كيلوغرام من وزن الجسم يومياً على امتداد ١٤ و ١٥ و ١٦ يوماً من التناول إلا أنه أبلغ عن تسارع في بداية تكون المني في الذرية من الذكور. ولوحظت

مستويات قصوى من هرمون اللوتنة وهرمون حث الحويصلات في وقت سابق في المجموعة المعالجة مثلما الحال في مجموعة المراقبة. ولذا رؤي أن بداية إفراز هذين الهرمونين من الغدة النخامية قد تسارع كما أن اضطرابات الغدة الصماء كانت السبب في تسارع تكون المنى ولوحظت زيادة في وزن الخصية (٣١ و ٤٨ يوماً بعد الميلاد) كما لوحظت زيادة في قنوات ما بعد الانقسام (٣١ يوماً بعد الميلاد) فضلاً عن زيادة في وزن قناة المنى. ولم يكن عد المنى بعد ٨٩ يوماً من الميلاد يختلف كثيراً عن المراقبة (Omura وآخرون، ٢٠٠٩).

السمية العصبية

أظهرت دراسة عن تعرض جردان ويستار الذكور لسادس النفتالينات وجود أضرار للذاكرة طويلة الأجل وانخفاض في الحساسية للألم وحساسية مستحثة من الإجهاد عند مستويات منخفضة من سادس النفتالينات بما يكفي لتحبيذ أي دلائل على السمية الواضحة (Kilanowicz et al., 2012).

السمية في البشر

١٤٦- نشرت في أوائل أربعينات القرن الماضي أولى التقارير الخاصة بالعاملين الذين أصيبوا بطفح الكلور بعد التعرض للنفتالينات. وتضمنت الأعراض العادية مشكلات في الهضم، وفقدان الشهية وغثيان والدوار (Touraine وآخرون، ١٩٣٤ وردت في Hayward ١٩٩٨). وأبلغ Crow (١٩٧٠) عن حدوث إصابات واسعة بطفح الكلور في ألمانيا خلال الحرب العالمية الأولى وبعد ثلاثينات القرن الماضي نتيجة لاستخدام النفتالينات في تصنيع الكابلات وحفظ الأخشاب والإضافات إلى الزيوت. وبعد ذلك أبلغ باستمرار عن إصابات بطفح الكلور في الولايات المتحدة وبريطانيا وألمانيا (Crow ١٩٧٠ الوارد في Hayward ١٩٩٨). ووفقاً لما ذكره Hayward (١٩٩٨) توفي ثلاثة رجال في ١٩٣٦ في غضون ثلاثة أسابيع من إصابتهم بالمرض مع حالات شديدة من اليرقان الكبدي بعد التعرض لخليط رابع وخامس النفتالينات أو رابع الكور والنفتالينات بي المخلوطة بالكلور وثنائي الفينيل. وحدثت سلسلة من التسمم المميت في النصف الأول من القرن العشرين. وأبلغ عن العديد من حالات الوفاة بعد التعرض للنفتالينات وكان بعضها بعد الإصابة بصفراء الكبد (Hayward، ١٩٩٨).

١٤٧- وأجريت دراسة مقارنة عن الوفيات بين الأفراد العاملين في مصنع لتصنيع الكابلات خلال الحرب العالمية الثانية. ولوحظت حالات وفاة مفرطة نتيجة لتليف الكبد، وما يتصل بذلك من آثار مزمنة للتعرض للنفتالينات المكورة (Ward وآخرون، ١٩٩٦). ووجد Popp وآخرون (١٩٩٧) اختلال كبدي وظيفي في ٦ من ١٦ عاملاً تعرضوا للنفتالينات، وارتفاع قيم GGT وكذلك في بعض حالات دهون الكبد.

١٤٨- وتعرض ٣١ رجلاً في سن ٢٥ إلى ٣٥ عن قصد للهالوواكس ١٠١٤ (يحتوي أساساً خامس وسادس النفتالينات) في زيت معدني في مناطق مختلفة من الجلد لمدة شهرين. وظهر طفح الكلور بعد ٤-٦ أسابيع واستمر في الانتشار والنمو بعد فترة المعالجة. وجرى وصف تنسج العكسية الظاهرية للحويصلات على الأعضاء المنتجة للكيراتين، وفقد الغدة الدهنية فضلاً عن الالتهابات الناشئة. وظل الاختضاب المفرط والخدوش واضحة بعد عام واحد من المعالجة. ووصفت الهالوواكس ١٠٠١ و ١٠٥٢ و ١٠٥١ التي تحتوي بالدرجة الأولى على أحاد وثاني وثالث ورابع وسابع وثامن النفتالينات على أنها غير مسببة للطفح (Kligman and Shelley، ١٩٥٧ مشار إليها في Hayward، ١٩٩٨).

١٤٩- وأصيب ٩٥ في المائة من العمال (٥٦ من ٥٩) الذين تعرضوا لرابع وخامس النفتالينات عن طريق التلامس الجلدي واستنشاق الدخان في استخدام عزل الشمع على ملفات الأسلاك في مصنع كهربائي بالتهابات جلدية وصفت بأنها طفح كلوري، والآثار المعتادة مثل الصداع والإرهاق والدوار وفقدان الشهية (Kleinfeld وآخرون، ١٩٧٢).

١٥٠- وتشير نتائج دراسة المجموعات بين ١٩٢٨ و٩٠ عاماً من بينهم ما يقرب من الثلث من النساء، إلى ربط التعرض للنفثالينات بالزيادة الكبيرة في نمو الأورام الخبيثة. وقد أشير إلى هذا الربط لأورام الأنسجة الموصلة بين العمال الذين تعرضوا للنفثالينات لأكثر من عام وتأخر ٢٥ عاماً. كما أبلغ عن زيادات كبيرة مصاحبة في الأورام الخبيثة في المعدة والمستقيم والقصبة الهوائية والشعب والرئة. وحدثت زيادات كبيرة في سببين نادرين للوفيات هي الأورام المبلغة بين ٤٥٠ فرداً من المصابين بطفح الكلور ضمن المجموعة: أورام المريء والأورام الحميدة وغير المحددة دون أي زيادة شاملة في معدلات الوفيات. وتشمل قيود الدراسة قصر مدة التعرض للنفثالينات (أقصى حد ٥ سنوات و ٨٠ في المائة من السكان بحد أقصى قدره سنتان) والتعرض المشترك الأسبستوس (Ward ١٩٨٨).

٣ - تجميع المعلومات

١٥١- جرى إنتاج النفثالينات لطائفة عريضة من الاستخدامات منذ أوائل القرن العشرين ووصلت إلى ذروتها فيما بين خمسينات وستينات القرن الماضي، ثم أخذت في الانخفاض الشديد بعد ذلك. ويقدر مجموع الإنتاج العالمي بما يتراوح بين ١٥٠.٠٠٠ و ٤٠٠.٠٠٠ طن في الفترة ١٩٢٠-١٩٦٥. وقد اطلقت النفثالينات دون قصد باعتبارها ملوثات في مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة، ومازالت تتولد خلال العمليات الصناعية المرتفعة درجة الحرارة. والإطلاقات من الاستخدامات السابقة (النفثالينات أو شوائب مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة التقنية) المتضمنة في مدافن القمامة أو الاستخدامات القديمة كبيرة إلا أن من الصعب تقديرها. وفي المواقع الحضرية، أبلغ عن استمرار الانبعاثات من الاستخدامات التاريخية للنفثالينات التقنية وقد أبلغ في عام ٢٠٠٢ عن الاتجار غير المشروع في مستحضرات النفثالينات المماثلة للهالوواكس إلا أن المعلومات عن إنتاج واستخدام النفثالينات شحيحة في الكثير من البلدان. ومن بين الإطلاقات المعروفة، يعتبر الحرق (ترميد النفايات بالدرجة الأولى) أهم مصدر في الوقت الحاضر عند ١٠-١٠٠ كيلوغرام سنوياً في أنحاء العالم. أما في أوروبا فإن ترميد النفايات يسهم بما يقدر بنحو ٧٤ في المائة من مجموع انبعاثات النفثالينات في عام ٢٠٠٠.

١٥٢- وقد تبين أن تركيزات النفثالينات قد وصلت إلى ٦١ m^3/pg . وكشفت دراسة للبرنامج العالمي لبحوث الغلاف الجوي عن قيمة مميزة تبلغ ١,٦ m^3/pg عبر القارات ومسافات المصادر. ووجدت تركيزات بين ١-٨ m^3/pg في القطب الشمالي حيث يمكن أن تسهم النفثالينات إسهاماً كبيراً في معادلات السمية المقدرة من الملوثات المماثلة للدوكسين. وتتراوح مستويات النفثالينات في الرواسب بين ٠,٠١-١٠ ميكروغرام/كيلوغرام من وزن الجسم (بحدود الحجم) إلا أنه يمكن أن تصل إلى عدة ميلغرامات للكيلوغرام من وزن الجسم في المناطق الملوثة. وتتراوح المستويات في نباتات وحيوانات المناطق القطبية وشبه القطبية عادة بين ٠,١ و ١ ميكروغرام/كيلوغرام من النفثالينات من وزن الدهن إلا أنه جرى في العديد من المرات قياس تركيزات تتجاوز ١٠ $pg/كيلوغرام$.

١٥٣- وعلاوة على قرائن الانتقال لمسافات طويلة من خلال بيانات الرصد، تتوقع نتائج النموذج الانتقالي لمسافات طويلة بالنسبة للعديد من المتجانسات. وينظر إلى ثاني إلى خامس النفثالينات على أنها متعددة عوامل التنقل التي ستخضع للانتقال بواسطة التنقية العالمية. كما جرى التعرف على إمكانات عالية للتلوث في القطب الشمالي بالنسبة لثاني إلى خامس النفثالينات. وكانت مسافة الإنتاج الممنجة لرابع النفثالينات ٤٦ تبلغ ٢٢٧١ كيلومتراً (نصف حياة في الغلاف الجوي تبلغ ١٠ أيام).

١٥٤- ولا يتوقع أن تتمياً النفثالينات بالنظر إلى عدم وجود المجموعات الوظيفية القابلة للتميؤ. وقد يحدث التحليل الضوئي في ظل الظروف السائدة في البيئة. ويعتبر دوره ضئيلاً استناداً إلى العينات البيئية المجمع تاريخياً من التربة. ويمكن أيضاً أن

تتأكسد النفثالينات في الغلاف الجوي بفعل شق الهيدروكسيلز غير أن المعدل يتناقض مع زيادة إحلل الكلورين ويبلغ نصف الحياة المحسوب بما في ذلك القيم المحددة تجريبياً بين ٣ و ٤١٧ يوماً لثاني إلى ثامن النفثالينات.

١٥٥- وقد تبين التحلل الأحيائي لثاني النفثالينات وأحد متجانسات رابع النفثالينات في ظل ظروف المختبرات المواتية، وقد أجريت الاختبارات بفطر خاص يتحلل لا أحيائياً. ولا تتوافر أي دراسات عن التحلل الميداني (المحاكاة). غير أن تحليل العينات التاريخية في التربة ومقارنة المقارنات بين ملامح المتجانسات في التربة والرواسب الأساسية أتاح تحديد نصف حياة لكل من قسمي أكثر من عام واحد لثالث إلى سابع النفثالينات.

١٥٦- وتحول النفثالينات إلى المستويات التغذية الأعلى ومن ثم يمكن تضخمها أحيائياً في شبك الأغذية. وقد لوحظ هذا التحول في القياسات الميدانية للمتجانسات من النفثالينات المكورة الأعلى (رابع إلى سابع النفثالينات) وتعزى إلى التمثيل الأبيضي الانتقائي والتضخم الأحيائي مما يؤدي إلى فروق في الأنواع تتعلق بتراكم مختلف المتجانسات. وقد تم توثيق معاملات التضخم الأحيائي ومعاملات BMFs، FCMFs و TMFs رابع إلى سابع النفثالينات فوق ١ بالنسبة لسلاسل وشبك الأغذية القاعية والسطحية. وتظهر توليفات الفريسة والمفترسات بما في ذلك الطيور ارتفاعاً في معامل التضخم الأحيائي (حتى ٩٠) بالنسبة لرابع إلى سادس النفثالينات. وقد تأكد التماثل التركيبي ومن ثم التماثل المتوقع في التراكم الأحيائي والتضخم الأحيائي للنفثالينات بالمقارنة بمركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة بفعل الدراسات العديدة لسلاسل وشبك الأغذية التي تبين التماثل أو الانخفاض الطفيف في إمكانات التراكم الأحيائي. ولا تتوافر بيانات عن سلسلة الأغذية الأرضية حتى الآن.

١٥٧- ويمكن أن يستخلص من ذلك أن التراكم الأحيائي مؤكد بالنسبة لرابع إلى سابع النفثالينات. وتستوفي المتجانسات الأخرى معايير التراكم الأحيائي أيضاً استناداً إلى معدل تراكم أحيائي يزيد عن ٥٠٠٠ لثاني وثالث النفثالينات ومعامل التفرق الذي يزيد عن ٥ بالنسبة لثامن النفثالينات. غير أن بيانات الرصد المتعلقة بالنباتات والحيوانات البرية بشأن ثاني وثالث وثامن النفثالينات محدودة، ولم تبلغ أي دراسة ميدانية عن معامل تضخم أحيائي يزيد عن ١ لهذه المتجانسات.

١٥٨- والعديد من خلائط الهالوواكس شديد السمية في دراسات السمية الحادة، وقد لوحظت الآثار على النمو في اللاقاريات والأنواع البرمائية. وتشير قيم السمية المزمنة الممنوحة لأحد إلى سابع النفثالينات إلى حدوث آثار ضارة. وتوقع أن تزيد السمية المزمنة بأقل من ٠,١ ملغم/دهن لثالث إلى سابع النفثالينات بالنسبة للأسماك والدلافين. وثمة شاغل كبير على الكائنات المائية فضلاً عن الأرضية يتمثل في احتمال حدوث السمية المماثلة للديوكسين في بعض متجانسات النفثالينات.

١٥٩- ويعتمد آلية السمية المماثلة للديوكسين في النفثالينات على درجة الكلورة. وتشير تقديرات نماذج العلاقة الكمية بين التركيب والنشاط QSAR فضلاً عن في المختبرات وتجارب المختبرات إلى أن السمية تزداد مع عدد ذرات الكلور، وتعلق بالتركيب، وتبين أن أقصى سمية توجد في سادس النفثالينات وإلى حد ما في خامس وسابع النفثالينات.

١٦٠- وقد تبين أن بعض هذه المتجانسات القوية تتراكم وتتضخم أحيائياً في شبك الأغذية المائية (مثل النفثالينات ٦٦/٦٧) وأن خامس وسادس وسابع النفثالينات من بين أكثر المتجانسات رسداً في النباتات والحيوانات البرية. وتبين أن مستويات النفثالينات في البيئة مرتفعة بما يكفي لاستحثاث الاستجابات الخلوية المماثلة للديوكسين في الأسماك مثلما تبين من البيانات العملية. وعلاوة على ذلك يمكن لرابع إلى سابع النفثالينات اجتياز حاجز الدم/المخ للأسماك وبوزر الخلدان، وهي آلية صممت لحماية المخ من الديوكسين. وتشير المساهمات المحسوبة للنفثالينات في معادلات السمية الشاملة إلى ارتفاع نسبة السلاسل الغذائية في أعماق البحار ومساهمة ملموسة في معادلات السمية الشاملة في رأسيات الأرجل في بيئة القطب الشمالي.

١٦١- وأثبتت النفتالينات أنها تتفاعل على متلقي Ah ومن ثم يمكن أن تستحث الآثار السمية المعتادة للمركبات المماثلة للدوكسين. وأثبت عدد من الاختبارات القصيرة والمتوسطة الأجل ارتفاع السمية الحادة أي فقدان الوزن، والاضرار بالكبد، وتأخر النفوق في التركيزات المنخفضة نسبياً (أكثر من ٣ ملغم/كيلوغرام) إلا أنه أبلغ عن أنه أعلى بكثير من رابع كلورو الديوكسين ثنائي البنزين TCDD (ثلاثة مرات الحجم تقريباً). كما لوحظت التشققات الجلدية والأعراض المماثلة للكولورين في حيوانات التجارب والحيوانات المستأنسة. وترد الدلائل على آثار المسخ من الدراسات التي أجريت على الجرذان. ووصفت آثار اضطرابات الغدد الصماء والآثار على الخصوبة. كما لوحظت حالات الشذوذ في التكاثر في الحيوانات المستأنسة بعد التعرض اليومي لنتالينات بمقدار ملغم/كيلوغرام من وزن الجسم. ولوحظت السمية العصبية في الجرذان. غير أن بيانات التجارب المتعلقة بالمتحسسات في حيوانات التجارب شحيحة.

١٦٢- وبخلاف نتائج الاختبارات السلبية بأحد ورابع النفتالينات، لا تتوافر بيانات عن السمية الجينية النفتالينات. وقد ظهرت السمية الجينية في خرائط الهالوواكس في دراسات للأسماك غير المتعلقة بالمبادئ التوجيهية. ولم تجر أية دراسات عن الآثار السرطانية في المدى الطويل على حيوانات التجارب. كما لم تتحدد دراسات عن الآثار محتملة على المناعة. وأثبتت الدراسات المهنية وجود آثار سلبية على صحة البشر، كما ظهرت بعضها في الدراسات المتعلقة بالحيوانات (الآثار الجلدية، وأمراض الكلى والوفيات). وأشارت بعض القرائن إلى وجود ارتباط مع الزيادة في السرطانات النوعية.

١٦٣- وقد خلص ذلك إلى أن النفتالينات عامل قوي في سمية الأجنة والمسوخ حيث تنتج آثاراً مماثلة لتلك الخاصة بالمركبات المماثلة للدوكسين. وقد تأخرت الأسماك التي تعرضت للنفتالينات في نمو الغدد. وقد تبين أن سادس النفتالينات ٦٦ تؤدي إلى تسارع بدء تكون المني في ذرية الجرذان من الذكور لدى إعطائها للحيوانات الصغيرة بمقدار ١ ميكروغرام/كيلوغرام من وزن الجسم/يوماً في أيام ١٤-١٦ من التناول مما يشير إلى إمكانيات إحداث احتلالات الغدد الصماء عند تركيزات للتعرض بالغة الانخفاض.

١٦٤- ويحدث تعرض لعامة السكان بالدرجة الأولى من خلال المواد الغذائية (مثل الأسماك). كما أبلغ عن التعرض عن طريق مياه الشرب والهواء. وقد رصدت النفتالينات في دم ولبن البشر وانسجتهم الدهنية. وتسهم النفتالينات في معادلات السمية الشاملة في حيوانات القطب الشمالي مثل حيتان البيلوجا التي جزء من النظام الغذائي للشعوب الأصلية في القطب الشمالي. وقد تبين أن دهون الفقمة والحيوانات ولحمها تساهم أكثر من ٩٠ في المائة من مصادرها الغذائية من مبيدات الآفات الكلورية العضوية ومركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة مما يؤدي إلى تجاوز المتحصلات اليومية المسموح بها في بعض الحالات. وثمة قرائن متزايدة عن وجود آثار صحية ضارة على الشعوب الأصلية في القطب الشمالي. وتعرض الأجنة النامية على وجه الخصوص للتعرض البيئي للمواد الكيميائية. وآثار التعرض لخلائط المواد الثابتة التراكمية أحياناً والسامة (برنامج الرصد والتقييم لمنطقة القطب الشمالي، ٢٠٠٣).

٤ - بيان ختامي

١٦٥- في حين تقلص تصنيع النفتالينات التجارية في إقليم لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا بدرجة كبيرة منذ إنتاجها الضخم في النصف الأول من القرن العشرين، فإن المصدر الحالي الرئيسي للنفتالينات هو على الأرجح ترميد النفايات للإطلاقات من استخدامات النفتالينات السابقة أو التي في شكل شوائب مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة التقنية المتضمنة في مدافن القمامة أو الاستخدامات السابقة هي لإطلاقات كبيرة إلا أن من الصعب تقديرها. وعلاوة على ذلك فإن الإنتاج (السابق) والإطلاقات الحالية غير المقصودة خارج منطقة لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا غير معروفة إلى حد كبير.

١٦٦- وتنتقل النفتالينات عن طريق الغلاف الجوي إلى المناطق القطبية وشبه القطبية الشمالية من مصادر محلية. والكثير من متجانسات النفتالينات ثابت في البيئة، وتؤكد الدراسات عن شبك الأغذية والسلاسل الغذائية تراكم النفتالينات بصورة انتقائية في اللافقاريات والأسماك والطيور البحرية والثدييات البحرية.

١٦٧- وتظهر النفتالينات آليات سمية مماثلة للديوكسين، ومن ثم فهي تسهم في السمية الشاملة للديوكسين والمركبات المماثلة للديوكسين مثل مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلور المتقاطعة المستويات. وتعتبر بعض المتجانسات القوية من خامس وسادس وسابع النفتالينات من بين أكثر المتجانسات رسداً بالإضافة إلى التراكم الأحيائي المؤكد في النباتات والحيوانات البرية مما يعرض المفترسات إلى مستويات عالية من هذه المركبات السامة. وثمة شواغل تتعلق على وجه الخصوص باختلال الغدد الصماء نتيجة لتركيزات التعرض المخفضة والآثار الطويلة الأجل على الحياة البرية والأجيال القادمة. وعلى الرغم من نقص بيانات التجارب للنقاط النهائية للشواغل مثل الإصابة بالسرطان والسمية المناعية، لا يمكن استبعاد هذه الآثار استناداً إلى التماثل السمي والتكبي مع السمية المعروفة لثنائي البنزين متعدد الكلور. وقد تكون الآثار طويلة الأجل من أهم الشواغل وينبغي التقليل من التعرض للنفتالينات إلى أقصى حد ممكن.

١٦٨- ويتعرض الجمهور العام ولا سيما الشعوب الأصلية في القطب الشمالي للنفتالينات علاوة على طائفة عريضة من الملوثات الأخرى بما في ذلك المركبات المماثلة للديوكسين النظامية والتي تضيف إلى إجمالي أحمال الجسم. ويتجاوز العديد من هذه الملوثات (بما في ذلك مركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلور) بالفعل المستويات المحددة في المبادئ التوجيهية في الشعوب الأصلية في القطب الشمالي، وتشير قرينة جديدة إلى أن الملوثات العضوية الثابتة والمعادن الثقيلة مثل الزئبق والرصاص يمكن أن تؤثر في صحة البشر وخاصة الأطفال عند مستويات من التعرض أكثر انخفاضاً مما كان يعتقد في السابق (برنامج الرصد والتقييم لمنطقة القطب الشمالي، ٢٠٠٩).

١٦٩- ولذا يمكن أن يستخلص من ذلك أن النفتالينات (وخاصة ثنائي إلى ثامن النفتالينات) قد تؤدي بالنظر إلى انتقالها طويل المدى في البيئة، إلى أضرار بالغة على صحة البشر والبيئة مما يتطلب اتخاذ إجراء عالمي.

- ACGIH (1992) Documentation of the threshold limit values and biological exposure indices. Cincinnati, OH, American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
- ACToR (2012) USEPA <http://actor.epa.gov/actor/GenericChemical?casrn=87-68-3>
- Åkerblom N, Olsson K, Berg AH, Andersson PL, Tysklind M, Förlin L, Norrgren L. 2000. Impact of polychlorinated naphthalenes (PCNs) in juvenile Baltic salmon, *Salmo salar*: Evaluation of estrogenic effects, development, and CYP1A induction. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 38:225–233
- AMAP (2004): Arctic Monitoring and Assessment Programme 2002: Persistent Organic Pollutants in the Arctic. Oslo, Norway, 2004.
- AMAP (2003): Arctic Monitoring and Assessment Programme 2002: Human Health in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway, 2003.
- AMAP Assessment 2009: Human Health in the Arctic. AMAP, Oslo, Norway.
- Ba T, Zheng M, Zhang B, Liu W, Su G, Liu G, Xiao K (2010) Estimation and congener-specific characterization of polychlorinated naphthalene emissions from secondary nonferrous metallurgical facilities in China. *Environ. Sci. Technol.* 44:2441–2446
- Belfroid A., Blok H, van der Aa E, Balk F. (2006) Response to the comments on the dossier of the polychlorinated naphthalenes (PCNs). Ministry of VROM, Reference 9R7510.01/R0001/ABE/DDE/Nijm. <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/TaskForce/popsxg/2006/Comments%20to%20the%20commentsPCN.pdf>
- Bidleman T F, Helm P A, Braune B M, Gabrielsen G W (2010) Polychlorinated naphthalenes in polar environments – A review. *Science of the Total Environment* 408:2919–2935
- Blankenship A, Kannan K, Villalobos SA, Villeneuve DL, Falandysz J, Imagawa T, (2000) Relative potencies of individual polychlorinated naphthalenes and Halowax mixtures to induce Ah receptor-mediated responses. *Environmental Science and Technology* 34: 3153–3158
- Bolscher M, Denier van der Gon H, Visschedijk A (2005) Emission Inventory of Eight Substances Possibly Proposed to be Added to the UNECE POP Protocol http://espreme.ier.uni-stuttgart.de/homepage_old/workshop/papers/Bolscher%20et%20al%20-%20Emission%20inventories.pdf
- Bogdal C, Schmid P, Kohler M, Müller CE, Iozza S, Bucheli TD, Scheringer M, Hungerbühler K. (2008) Sediment record and atmospheric deposition of brominated flame retardants and organochlorine compounds in Lake Thun, Switzerland: lessons from the past and evaluation of the present. *Environ Sci Technol.* 42(18):6817-22.
- Corsolini S, Kannan K, Imagawa T, Focardi S, Giesy JP. 2002. Polychloronaphthalenes and other dioxin-like compounds in Arctic and Antarctic marine food webs. *Environ. Sci. Technol.* 36: 3490–3496.
- Crookes M. Howe P. (1993) Environmental hazard assessment: Halogenated naphthalenes. Building Research Establishment, Toxic Substances Division, Directorate for Air, Climate and Toxic Substances, Department of the Environment Report No TSD/13.
- Denier Van Der Gon H A C, Van Het Bolscher M, Visschedijk A, Zandveld P (2007) Emissions of persistent organic pollutants and eight candidate POPs from UNECE-Europe in 2000, 2010 and 2020 and the emission reduction resulting from the implementation of the UNECE POP protocol. *Atmospheric Environment*, 41 (40): 9245–9261
- Domingo JL. (2004) Polychlorinated naphthalenes in animal aquatic species and human exposure through the diet: a review. *Journal of Chromatography A* Volume 1054, 1–2, 327–334
- Domingo JL, Bocio A, Falcó G, Llobet JM. (2007) Benefits and risks of fish consumption Part I. A quantitative analysis of the intake of omega-3 fatty acids and chemical contaminants. *Toxicology.* 2007 Feb 12;230(2-3):219-26.
- ECETOC (2005) Technical Report No. 97. Alternative testing approaches in environmental safety assessment. ISSN-0773-8072-97
- ECHA (2008) Guidance on information requirements and chemical safety assessment, Chapter R.7c: Endpoint specific guidance, European Chemicals Agency. http://echa.europa.eu/documents/10162/17224/information_requirements_r7c_en.pdf
- EHD (1982) Chloronaphthalene: an environmental-health perspective. Ottawa, Ontario, Department of National Health and Welfare, Environmental Health Directorate

- Environment Canada (2011) Ecological Screening Assessment Polychlorinated naphthalenes. (Information submitted under Annex E) http://www.ec.gc.ca/ese-ees/835522FE-AE6C-405A-A729-7BC4B7C794BF/CNs_SAR_En.pdf
- European Commission (2003) Technical Guidance Document on Risk Assessment, Part II, European Communities. http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/our_activities/health-env/risk_assessment_of_Biocides/doc/tgd/tgdpart2_2ed.pdf
- Evenset A, Guttorm N, Christensen N G, Kallenborn R (2005) Selected chlorobornanes, polychlorinated naphthalenes and brominated flame retardants in Bjørnøya (Bear Island) freshwater biota, *Environmental Pollution* 136(3): 419-430
- Falandysz J (1998) Polychlorinated naphthalenes: an environmental update. *Environ Pollut* 101:77-90
- Falandysz J, Chudzynski K, Takekuma M, Yamamoto T, Noma Y, Hanari N, Yamashita N (2008) Multivariate analysis of identity of imported technical CN formulation. *J. Environm. Sci. Health Part A*, 43:1381-1390
- Falandysz J, Rappe C (1996) Spatial distribution in plankton and bioaccumulation features of polychlorinated naphthalenes in a pelagic food chain in southern part of the Baltic Proper. *Environ. Sci. Technol.*, 30:3362-3370.
- Falandysz L (2003) Chloronaphthalenes as food-chain contaminants: a review. *Food Additives and Contaminants*, pp. 1-20.
- Fennell D E, Nijenhuis I, Wilson S T, Zinder SH, Häggblom MH (2004) *Dehalococcoides ethenogenes* Strain 195 Reductively Dechlorinates Diverse Chlorinated Aromatic Pollutants, *Environ. Sci. Technol*, 38 (7), pp 2075-2081.
- Fernandes AR, Tlustos C, Rose M, Smith F, Carr M, Panton S (2011) Polychlorinated naphthalenes (PCNs) in Irish foods: Occurrence and human dietary exposure. *Chemosphere* 85:322-328.
- Galoch A, Sapota A, Skrzypinska-Gawrysiak M, Kilanowicz A (2006) Acute toxicity of polychlorinated naphthalenes and their effect on cytochrome P450. *Hum Exp Toxicol*. 25(2):85-92.
- Gevao, B, Harner, T, Jones, KC (2000) Polychlorinated Naphthalene Concentrations and Deposition Fluxes in a Dated Lake Core. *Eviron. Sci. Technol.* 2000, 34, 33-38
- Harner T and Bidleman T F (1998) Octanol-air partition coefficient for describing particle/gas partitioning of aromatic compounds in urban air. *Environmental Science and Technology* 32: 1494-1502.
- Harner T, Kylin H, Bidleman T F, Halsall C, Strachan W M J, Leonard A (1998) Polychlorinated Naphthalenes and Coplanar Polychlorinated Biphenyls in Arctic Air. *Environ. Sci. Technol.* 32(21):3257-3265
- Hanari N, Kannan K, Horii Y, Taniyasu S, Yamashita N, Jude DJ, Berg MB. 2004. Polychlorinated naphthalenes in benthic organisms of a Great Lakes food chain. *Arch Environ Contam Toxicol* 47:84-93.
- Hayward D (1998) Identification of bioaccumulating polychlorinated naphthalenes and their toxicological significance. *Environmental research*, 76(1):1-18.
- Hayward DG, Charles JM, Voss de Bettancourt C, Stephens SE, Papanek PJ, Lance LL, Ward C (1989) PCDD and PCDF in breast milk as correlated with fish consumption in southern California. *Chemosphere*, 18:455-468.
- Helm PA, Bidleman TF, LI HH, Fellin P (2004) Seasonal and spatial variation of polychlorinated naphthalenes and non-/mono-ortho-substituted polychlorinated biphenyls in Arctic air. *Environ. Sci. Technol.* 38:5514-5521
- Helm PA, Gewurtz SB, Whittle DM, Marvin CH, Fisk AT, Tomy GT (2008) Occurrence and biomagnification of polychlorinated naphthalenes and non- and mono-ortho PCBs in Lake Ontario sediment and biota. *Environ Sci Technol.* Feb 15;42(4):1024-31.
- Helm PA and Bidleman TF. (2003) Current combustion-related sources contribute to polychlorinated naphthalene and dioxin-like polychlorinated biphenyl levels and profiles in air in Toronto, Canada. *Environ. Sci. Technol.* 37: 1075-1082.
- Hogarh JN, Seike N, Kobara Y, Habib A, Nam JJ, Lee JS, Li Q, Liu X, Li J, Zhang G, Masunaga S (2012a) Passive air monitoring of PCBs and PCNs across East Asia: a comprehensive congener evaluation for source characterization, *Chemosphere* 86:718-726
- Hogarh JN, Seike N, Kobara Y, Masunaga S (2012b) Atmospheric Polychlorinated Naphthalenes in Ghana *Environ. Sci. Technol.* 46 (5):2600-2606
- HSDB (2012) U.S. National Library of Medicine: Hazardous Substance Database <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>
- IPCS (2001) Concise International Chemical Assessment Document 34 CHLORINATED NAPHTHALENES. World Health Organization. Geneva, 2001. ISBN 92-4-153034-0

- ICC&IPEN (2011) submission of information specified in Annex E to the Stockholm Convention pursuant to Article 8 of the Convention <http://chm.pops.int/Convention/POPsReviewCommittee/POPRCMeetings/POPRC7/POPRC7Followup/HCBDAAnnexEinformation/tabid/2465/Default.aspx>
- Ishaq R, Persson, N.J, Zebühr, Y, Broman, D (2009). CNs, PCDD/Fs, and Non-orthoPCBs, in Water and Bottom Sediments from the Industrialized Norwegian Grenlandsfjords. *Environ. Sci. Technol.* 43:3442–3447
- Jakobsson E, Asplund L. 2000. Polychlorinated Naphthalenes (CNs). In: J. Paasivirta, ed. *The Handbook of Environmental Chemistry, Vol. 3 Anthropogenic Compounds Part K, New Types of Persistent Halogenated Compounds*. Berlin, Springer-Verlag.
- Jaward FM, Farrar NJ, Harner T, Sweetman AJ, Jones KC (2004a) Passive air sampling of polycyclic aromatic hydrocarbons and polychlorinated naphthalenes across Europe. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 23, 6, p 1355-1364.
- Jaward FM, Barber JL, Booij K, Jones KC. (2004b) Spatial distribution of atmospheric PAHs and PCNs along a north-south Atlantic transect. *Environ Pollut.* 2004 Nov;132(1):173-81.
- Järnberg GU, Asplund LT, Egebäck AL, Jansson B, Unger M, Wideqvist U. (1999) Polychlorinated Naphthalene Congener Profiles in Background Sediments Compared to a Degraded Halowax 1014 Technical Mixture. *Environ. Sci. Technol.*, 33 (1), pp 1–6.
- Kannan K, Yamashita N, Imagawa T, Decoen W, Khim, J S, Day R M, Summer C L, Giesy J P (2000) Polychlorinated naphthalenes and polychlorinated biphenyls in fishes from Michigan waters including the Great Lakes. *Env. Sci. technol.* 34:566–572
- Kannan K, Imagawa T, Blankenship AL, Giesy JP (1998) Isomer-specific analysis and toxic evaluation of polychlorinated naphthalenes in soil, sediment and biota collected near the site of a former chloralkali plant. *Environ. Sci. Technol.* 32: 2507-2514.
- Kannan K, Kober JL, Kang YS, Masunaga S, Nakanishi J, Ostaszewski A, Giesy JP (2001). Polychlorinated naphthalenes, biphenyls, dibenzo-p-dioxins, and dibenzofurans as well as polycyclic aromatic hydrocarbons and alkylphenols in sediment from the Detroit and Rouge Rivers, Michigan, USA. *Environ.Toxicol. Chem.* 20: 1878-1889
- Kannan K, Corsolini S, Imagawa T, Focardi S, Giesy JP (2002) Polychlorinated -Naphthalenes, -Biphenyls, -Dibenzo-p-dioxins, -Dibenzofurans and p,p'-DDE in Bluefin Tuna, Swordfish, Cormorants and Barn Swallows from Italy. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 31(3):207-211. 2002
- Kelly BC, Gobas, FAPC, McLachlan MS. (2004) Intestinal Absorption and Biomagnification of Organic Contaminants in Fish, Wildlife and Humans. *Environmental Toxicology and Chemistry.* 23:2356–2366
- Kilanowicz, A, Skrzypinska-Gawrysiak M, Sapota A, Galoch A, Daragó A (2009) Subacute toxicity of polychlorinated naphthalenes and their effect on cytochrome P-450. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72(2):650–657
- Kilanowicz A, Skrzypinska-Gawrysiak M. (2010) Toxicity of hexachloronaphthalene (HxCN) and induction of CYP 1A in rats, *Ecotoxicology and Environmental Safety*; 73196–205.
- Kilanowicz Kilanowicz A, Sitarek K, Skrzypinska-Gawrysiak M, Sapota A.(2011) Prenatal developmental toxicity of polychlorinated naphthalenes (PCNs) in the rat. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 2011; 74:504–512.
- Kilanowicz A, Wiaderna D, Lutz P, Szymczak W (2012) Behavioral effects following repeated exposure to hexachloronaphthalene in rats, *Neurotoxicology* Feb 25
- Kimbrough R D, Jensen A A (eds) (1989) *Halogenated biphenyls, terphenyls, naphthalenes, dibenzodioxins and related products*. Amsterdam, Elsevier Science Publishers B.V. (Biomedical Division).
- Kitano S, Mori T, Kondo R (2003) Degradation of polychlorinated naphthalenes by the lignin-degrading basidiomycete *Phlebia lindtneri*. *Organohalogen Compounds* 61:369–372
- Kleinfeld M, Messite J, Swenciki R (1972) Clinical effects of chlorinated naphthalene exposure. *Journal of occupational medicine*, 14:377–379.
- Kucklick J R, Helm P A (2006) Advances in the environmental analysis of polychlorinated naphthalenes and toxaphene. *Anal Bioanal Chem.* 2006 Oct;386(4):819–36.
- Lee SC et al.(2007) Polychlorinated naphthalenes in the global atmospheric passive sampling (GAPS) study. *Environ. Sci. Technol.* 41: 2680-2687.
- Lei YD, Wania F, Shiu WY. (1999) Vapour pressures of the polychlorinated naphthalenes. *J Chem Eng Data* 44:577–582

- Leino O, Kiviranta H, Karjalainen A K, Kronberg-Kippilä C, Sinkko H, Larsen E H, Virtanen S, Tuomisto J T (2011) Pollutant concentrations in placenta. Food and Chemical Toxicology, in press. online: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2011.10.058>
- Liu G, Zheng M, Lv P, Liu W, Wang C, Zhang B, Xiao K (2010) Estimation and characterisation of polychlorinated naphthalene emission from coking industries. Environ. Sci. Technol. 44:8156–8161
- Lunden A, Noren K (1998) Polychlorinated naphthalenes and other organochlorine contaminants in Swedish human milk, 1972–1992. Archives of environmental contamination and toxicology, 34(4):414–42
- Lundgren K, Tysklind M, Ishaq R, Broman D, van Bavel B (2002) Polychlorinated naphthalene levels, distribution, and biomagnification in a benthic food chain in the Baltic Sea, Environ Sci Technol. 1;36(23):5005-13
- Matsuo M (1981) i/o*-characters to describe bioconcentration factors of chlorobenzenes and naphthalenes– meaning of the sign of the coefficients of i/o in the correlating equations. Chemosphere 10(9):1073–1078.
- Mackay D, Shiu YW, Ma KC, Lee SC. (2006) Handbook of Physical-Chemical Properties and Environmental Fate for Organic Chemicals von Donald Mackay (ISBN 9781566702553)
- Martí-Cid R, Bocio A, Llobet JM, Domingo JL. (2007) Intake of chemical contaminants through fish and seafood consumption by children of Catalonia, Spain: health risks. Food Chem Toxicol. 2007 Oct;45(10):1968-74.
- Meijer SN, Harner T, Helm PA, Halsall C J, Johnston AE, Jones KC (2001) Polychlorinated naphthalenes in U.K. soils: time trends, markers of source, and equilibrium status. Environ. Sci. Technol. 35(21):4205–4213
- Mori T, Kitano S, Kondo R (2003) Biodegradation of chloronaphthalenes and polycyclic aromatic hydrocarbons by the white-rot fungus *Phlebia lindtneri*. Appl Microbiol Biotechnol. 61(4):380–3
- Nau H, Bass A, Neubert D (1986) Transfer of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) via placenta and milk, and postnatal toxicity in the mouse. Archives of toxicology, 59:36–40.
- Nfon E, Cousins I T , Broman, D (2008) Biomagnification of organic pollutants in benthic and pelagic marine food chains from the Baltic Sea Science of The Total Environment, 397, 1–3: 190–204
- NICNAS (National Industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme) (2002) Polychlorinated Naphthalenes. GPO Box 58, Sydney NSW 2001, Australia. http://www.nicnas.gov.au/Publications/CAR/Other/S48_CN_July02.pdf
- NITE (2012) CHRIP Chemical Risk Information Platform, http://www.safe.nite.go.jp/english/sougou/view/TotalSrchInput_en.faces
- Noma Y, Minetomatsu K, Falandysz J, Swietojańska A, Flisak M, Miyaji K, Sakai S. (2005) By-side impurities in chloronaphthalene mixtures of the Halowax series: all 75 chlorodibenzo-p-dioxins. J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng. 2005;40(1):77-89.
- Oliver B G, Niimi A J (1984) Rainbow trout bioconcentration of some halogenated aromatics from water at environmental concentrations. Environ. Toxicol. Chem. 3:271–277.
- Oliver B G, Niimi A J (1985) Bioconcentration factors of some halogenated organics for rainbow trout: Limitations in their use for prediction of environmental residues. Environ. Sci. Technol. 19:842–849
- Olivero-Verbel J, Vivas-Reyesa R, Pacheco-Londoñoa L, Johnson-Restrepoa, Kannan K (2004) Discriminant analysis for activation of the aryl hydrocarbon receptor by polychlorinated naphthalenes. J. Mol. Struct.-Theochem. 678: 157–161.
- Omura M, Masuda Y, Hirata M, Tanaka, Makita Y, Ogata R, Inoue N (2000) Onset of spermatogenesis is accelerated by gestational administration of 1,2,3,4,6,7-hexachlorinated naphthalene in male rat offspring. Environmental health perspectives, 108(6):539–544.
- Opperhuizen A, Van der Volde EW, Gobas FAPC, Liem DAK, Van Der Steen JMD (1985) Relationship between bioconcentration in fish and steric factors of hydrophobic chemicals. Chemosphere 14:1871–1896
- Pan X, Tang J, Chen Y, Li J, Zhang G.(2011) Polychlorinated naphthalenes (PCNs) in riverine and marine sediments of the Laizhou Bay area, North China. Environmental Pollution 159 (12):3515-21
- Park H, Kang J-H, Baek S-J, Chang Y-S (2010) Relative importance of polychlorinated naphthalenes compared to dioxins, and polychlorinated biphenyls in human serum from Korea: Contribution to TEQs and potential sources. Environmental Pollution 158:1420–1427
- Persson NJ, Gustafsson O, Bucheli TD, Ishaq R, Naes K, Broman D (2005) Distribution of CNs, PCBs, and other POPs together with soot and other organic matter in the marine environment of the Grenlandsfjords, Norway Chemosphere. 2005 Jul;60(2):274–83.

- Popp W, Hamm S, Vahrenholz C, Balfanz E, Kraus R, Theisen J, Schell C, Norpoth K (1993) Increased liver enzyme values in workers exposed to polychlorinated naphthalenes. *Organohalogen compounds*, 13:225–228.
- Popp W, Norpoth K, Vahrenholz C, Hamm S, Balfanz E, Theisen J (1997) Polychlorinated naphthalene exposures and liver function changes. *American journal of industrial medicine*, 32(4):413–416.
- Puzyn T, Falandysz J (2007): QSPR Modelling of Partition Coefficients and Henry's Law Constants for 75 Chloronaphthalene Congeners by Means of Six Chemometric Approaches—A Comparative Study, *J. Phys. Chem.* Vol. 36, No. 1
- Puzyn T, Mostrag A, Suzuki N, Falandysz J (2008a) QSPR-based estimation of the atmospheric persistence for chloronaphthalene congeners. *Atmos Environ* 42:6627–36.
- Puzyn T, Suzuki N, Haranczyk M (2008b) How Do the Partitioning Properties of Polyhalogenated POPs Change When Chlorine Is Replaced with Bromine? *Environ. Sci. Technol.*, 2008, 42 (14), pp 5189–5195
- Puzyn T, Mostrag A, Falandysz J, Kholod Y, Leszczynski J. (2009) Predicting water solubility of congeners: chloronaphthalenes—a case study. *J Hazard Mater.* 2009 Oct 30;170(2-3):1014-22.
- Rotander A, Van Bavel B, Rigét F, Auðunsson G A, Polder A, Gabrielsen G W, Víkingsson G, Mikkelsen B, Dam M (2012) Polychlorinated naphthalenes (CNs) in sub-Arctic and Arctic marine mammals, 1986–2009 *Environmental Pollution* 164:118–124
- Ryan J J, Masuda Y (1994) Polychlorinated naphthalenes (PCNs) in the rice oil poisonings. *Organohalogen compounds* 21:251–254.
- Santillo D, Johnston P (2004) An overview of potential ongoing sources of polychlorinated naphthalenes (PCNs) to the marine environment of the North East Atlantic (OSPAR) area, Greenpeace Research Laboratories, Technical Note 04/2004. http://www.greenpeace.to/publications/GRL_TN_04_2004.pdf
- Schiavone A, Kannan K, Horii Y, Focardi S, Corsolini S. (2009) Occurrence of brominated flame retardants, polycyclic musks, and chlorinated naphthalenes in seal blubber from Antarctica: comparison to organochlorines. *Mar Pollut Bull.* 58(9):1415-9.
- Suruda AJ, Ward EM, Fingerhut MA (1993) Identification of soft tissue sarcoma deaths in cohorts exposed to dioxin and to chlorinated naphthalenes. *Epidemiology*, 4(1):14–19.
- Sweden (2011) Submission of information specified in Annex E to the Stockholm Convention pursuant to Article 8 of the Convention <http://chm.pops.int/Convention/POPsReviewCommittee/POPRCMeetings/POPRC7/POPRC7Followup/HCBDAAnnexEinformation/tabid/2465/Default.aspx>
- Talykina M G, Papoulias D M, Allert J A, Izyuov Y U, Villalobos S A, Giesy J P, Tillitt D E (2003) The Effect of Polychlorinated Naphthalenes and Tributyltin on the Occurrence of Aberrant Nuclei in Erythroid Cells of Medaka. *Environ. Sci.* 10:337-348
- Thailand (2011) submission of information specified in Annex E to the Stockholm Convention pursuant to Article 8 of the Convention <http://chm.pops.int/Convention/POPsReviewCommittee/POPRCMeetings/POPRC7/POPRC7Followup/HCBDAAnnexEinformation/tabid/2465/Default.aspx>
- Tysklind M, Nyström M, Akerblom N, Andersson PL, Van Bavel B, Norrgren L. 1998. determination and modelling of biomagnification factors for polychlorinated naphthalenes (PCNs) in salmon (*Salmo salar*). *Organohalogen Compounds*, 39:13-16
- UNEP/POPS/POPRC.7/2 UNEP (2011). Proposal to list chlorinated naphthalenes in Annexes A, B and/or C to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants <http://chm.pops.int/Convention/POPsReviewCommittee/POPRCMeetings/POPRC7/POPRC7Documents/tabid/2267/Default.aspx>
- UNEP/POPS/POPRC.7/INF/3 Van de Plassche E., A. Schwegler (2002). Risk profile polychlorinated naphthalenes. <http://chm.pops.int/Convention/POPsReviewCommittee/POPRCMeetings/POPRC7/POPRC7Documents/tabid/2267/language/en-US/Default.aspx>
- Van Het Bolscher M, Denier Van Der Gon H A C, Visschedijk A J H (2005) Emission inventory of eight substances possibly to be considered for addition to the UNECE POP protocol. Paper presented at the TFEIP & ESPREME Workshop, Heavy Metals and POPs-Emissions, Inventories and Projections, Rovaniemi, Finland, October 18–19, 2005.

- Villalobos SA, Papoulias DM, Meadows J, Blankenship AL, Pastva SD, Kannan K, Hinton DE, Tillitt DE, Giesy JP. 2000. Toxic responses of medaka, d-rR strain, to polychlorinated naphthalene mixtures after embryonic exposure by in ovo nanoinjection: a partial life-cycle assessment. *Environ. Toxicol. Chem.* 19(2):432-440.
- Villeneuve DL K Kannan, JS Khim (2000) Relative potencies of individual polychlorinated naphthalenes to induce dioxin-like responses in fish and mammalian in vitro bioassays. *Arch Environ Contam Toxicol* 2000; 39: 273-281.
- Vulykh N, Dutchak S, Mantseva E, Shatalov V (2005): EMEP contribution to the preparatory work for the review of the CLRTAP protocol on persistent organic pollutants. Meteorological Synthesizing Centre – East 2005.
- Ward EM, Ruder AM, Suruda A, Smith AB, Fessler-Flesch CA, Zahm SH (1994) Cancer mortality patterns among female and male workers employed in a cable manufacturing plant during World War II. *Journal of occupational medicine*, 36(8):860–866.
- Ween AP (2007) Exploration of management options for Polychlorinated Naphthalenes (PCN). Paper for the 6th meeting of the UNECE CLRTAP Task Force on Persistent Organic Pollutants, Vienna, 4–6 June 2007
- Weistrand C, Noren K (1998) Polychlorinated naphthalenes and other organochlorine contaminants in human adipose and liver tissue. *Journal of toxicology and environmental health A*, 53(4):293–311.
- Weistrand C, Noren K, Nilsson A (1997) Occupational exposure. Organochlorine compounds in blood plasma from potentially exposed workers. PCB, PCN, PCDD/F, HCB and methylsulfonyl metabolites of PCB. *Environmental science and pollution research international*, 4(1):2–9.
- Yamashita N, Kannan K, Imagawa T, Miyazaki A, Giesy J P (2000) Concentrations and profiles of polychlorinated naphthalene congeners in eighteen technical polychlorinated biphenyl preparations. *Env. Sci. Technol.* 34: 4236–4241
- Yamashita N, Taniyasu S, Hanari N, Falandysz J (2003) Polychlorinated naphthalene contamination of some recently manufactured industrial products and commercial goods in Japan. *J Environ Sci Health A* 38:1745–59.

المرفق الأول

التحديد والبيانات المنمذجة في نموذج العلاقة بين التركيب والنشاط للنفتالينات^(٤)

الرقم	متجانس النفتالينات	الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية ^(٥)	معامل ١٠ للذوبان في الماء [µg*dm-3]	معامل التفرق	معامل Koa	معامل Kaw	ثابت قانون هنري [Pa m3 mol-1]
١	كلورو نفتالينات - ١	90-13-1	3.29	3.97	6.02	-2.05	22.21
٥٢	كلورو نفتالينات-2	91-58-7	3.10	3.93	5.93	-2.01	24.48
٣	ثاني كلورو نفتالينات - 1,2	2050-69-3	2.58	4.47	6.85	-2.38	10.26
٤	ثاني كلورو نفتالينات- 1,3	2198-75-6	2.40	4.61	6.68	-2.07	21.00
٥	ثاني كلورو نفتالينات- 1,4	1825-31-6	2.48	4.67	6.76	-2.09	20.15
٥٦	ثاني كلورو نفتالينات-1,5	185-30-5	2.40	4.58	6.61	-2.03	23.24
٧	ثاني كلورو نفتالينات-1,6	2050-72-8	2.43	4.63	6.56	-1.93	29.15
٨	ثاني كلورو نفتالينات-1,7	2050-73-9	2.52	4.59	6.77	-2.18	16.22
٩	ثاني كلورو نفتالينات-1,8	2050-74-0	2.87	4.20	7.02	-2.83	3.67
١٠	ثاني كلورو نفتالينات-2,3	2050-75-1	2.41	4.47	6.79	-2.32	11.95
١١	ثاني كلورو نفتالينات-2,6	2065-70-5	2.27	4.45	6.55	-2.10	19.64
٥١٢	2,7-ثاني كلورو نفتالينات	2198-77-8	2.22	4.63	6.61	-1.98	25.95
٥١٣	ثالث كلورو نفتالينات-1,2,3	50402-52-3	1.81	5.07	7.63	-2.57	6.72
١٤	ثالث كلورو نفتالينات-1,2,4	50402-51-2	1.78	5.41	7.50	-2.09	19.99
١٥	ثالث كلورو نفتالينات-1,2,5	55720-33-7	1.71	5.31	7.37	-2.06	21.70
١٦	ثالث كلورو نفتالينات-1,2,6	51570-44-6	1.74	5.25	7.34	-2.09	19.98
١٧	ثالث كلورو نفتالينات-1,2,7	55720-34-8	1.75	5.23	7.60	-2.37	10.65
١٨	ثالث كلورو نفتالينات-1,2,8	55720-35-9	2.11	4.59	7.94	-3.35	1.11
١٩	ثالث كلورو نفتالينات-1,3,5	51570-43-5	1.61	5.41	7.33	-1.92	29.96
٢٠	ثالث كلورو نفتالينات-1,3,6	55720-36-0	1.44	5.50	7.19	-1.68	51.24
٢١	ثالث كلورو نفتالينات-1,3,7	55720-37-1	1.60	5.31	7.32	-2.01	24.21
٢٢	ثالث كلورو نفتالينات-1,3,8	55720-38-2	1.92	4.95	7.59	-2.63	5.75

(٤) Puzyn and Falandysz (2007), Puzyn et al. (2009)

(٥) من البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية (٢٠٠١) و Jacobsson & Asplund (٢٠٠٠).

الرقم	متجانس النفتالينات	الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية ^(٥)	معامل ١٠ للذوبان في الماء [µg*dm-3]	معامل التفرق	معامل Koa	معامل Kaw	ثابت قانون هنري [Pa m3 mol-1]
٢٣	ثالث كلورو نفتالينات-1,4,5	2437-55-0	1.90	4.86	7.57	-2.71	4.84
٢٤	ثالث كلورو نفتالينات-1,4,6	2737-54-9	1.60	5.29	7.31	-2.02	23.64
٢٥	ثالث كلورو نفتالينات-1,6,7	55720-39-3	1.72	4.95	7.49	-2.54	7.19
٢٦	ثالث كلورو نفتالينات-2,3,6	55720-40-6	1.55	5.16	7.38	-2.23	14.75
٢٧*	رابع كلورو نفتالينات-1,2,3,4	20020-02-4	1.09	5.71	8.44	-2.72	4.68
٢٨*	رابع كلورو نفتالينات-1,2,3,5	53555-63-8	0.99	5.85	8.25	-2.40	9.78
٢٩	رابع كلورو نفتالينات-1,2,3,6	149864-78-8	0.85	5.80	8.10	-2.31	12.24
٣٠	رابع كلورو نفتالينات-1,2,3,7	55720-41-7	0.92	5.62	8.29	-2.68	5.22
٣١	رابع كلورو نفتالينات-1,2,3,8	149864-81-3	1.27	5.16	8.62	-3.45	0.87
٣٢	رابع كلورو نفتالينات-1,2,4,5	6733-54-6	1.09	5.63	8.35	-2.72	4.76
٣٣	رابع كلورو نفتالينات-1,2,4,6	51570-45-7	0.88	6.04	8.06	-2.02	23.54
٣٤	رابع كلورو نفتالينات-1,2,4,7	67922-21-8	0.81	6.01	8.09	-2.08	20.72
٣٥	رابع كلورو نفتالينات-1,2,4,8	6529-87-9	1.27	5.61	8.43	-2.83	3.69
٣٦*	رابع كلورو نفتالينات-1,2,5,6	67922-22-9	0.95	5.79	8.05	-2.26	13.72
٣٧	رابع كلورو نفتالينات-1,2,5,7	67922-23-0	0.81	5.95	7.97	-2.03	23.36
٣٨	رابع كلورو نفتالينات-1,2,5,8	149864-80-2	1.30	5.51	8.17	-2.66	5.47
٣٩	رابع كلورو نفتالينات-1,2,6,7	149864-79-9	0.99	5.72	8.28	-2.56	6.81
٤٠	رابع كلورو نفتالينات-1,2,6,8	67922-24-1	1.18	5.33	8.33	-3.01	2.44
٤١	رابع كلورو نفتالينات-1,2,7,8	149864-82-4	1.50	5.25	8.79	-3.54	0.71
٤٢	رابع كلورو نفتالينات-1,3,5,7	53555-64-9	0.72	6.10	7.88	-1.78	40.66
٤٣	رابع كلورو نفتالينات-1,3,5,8	31604-28-1	1.08	5.63	8.13	-2.50	7.87
٤٤	رابع كلورو نفتالينات-1,3,6,7	55720-42-8	0.80	5.91	7.99	-2.08	20.61
٤٥	رابع كلورو نفتالينات-1,3,6,8	150224-15-0	0.93	5.81	8.00	-2.18	16.25
٤٦*	رابع كلورو نفتالينات-1,4,5,8	3432-57-3	1.28	5.14	8.42	-3.29	1.28
٤٧	رابع كلورو نفتالينات-1,4,6,7	55720-43-9	0.95	5.90	8.08	-2.19	16.15
٤٨*	رابع كلورو نفتالينات-2,3,6,7	34588-40-4	0.77	5.71	8.16	-2.45	8.75
٤٩	خامس كلورو نفتالينات-1,2,3,4,5	67922-25-2	0.57	6.03	9.33	-3.30	1.24

الرقم	متجانس النفتالينات	الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية ^(٥)	معامل ١٠ للذوبان في الماء [µg*dm-3]	معامل التفرق	معامل Koa	معامل Kaw	ثابت قانون هنري [Pa m3 mol-1]
٥٠	خامس كلورو نفتالينات-1,2,3,4,6	67922-26-3	0.21	6.34	9.00	-2.66	5.48
٥١	خامس كلورو نفتالينات-1,2,3,5,6	150224-18-3	0.18	6.25	8.92	-2.67	5.28
*٥٢	خامس كلورو نفتالينات-1,2,3,5,7	53555-65-0	0.13	6.49	8.79	-2.30	12.45
٥٣	خامس كلورو نفتالينات-1,2,3,5,8	150224-24-1	0.55	5.98	9.11	-3.13	1.83
٥٤	خامس كلورو نفتالينات-1,2,3,6,7	150224-16-1	0.17	6.21	8.95	-2.74	4.55
٥٥	خامس كلورو نفتالينات-1,2,3,6,8	150224-23-0	0.37	6.02	8.98	-2.96	2.73
٥٦	خامس كلورو نفتالينات-1,2,3,7,8	150205-21-3	0.66	5.67	9.40	-3.73	0.46
٥٧	خامس كلورو نفتالينات-1,2,4,5,6	150224-20-7	0.43	6.16	9.03	-2.87	3.34
٥٨	خامس كلورو نفتالينات-1,2,4,5,7	150224-19-4	0.13	6.24	8.85	-2.61	6.13
٥٩	خامس كلورو نفتالينات-1,2,4,5,8	150224-25-2	0.66	5.91	9.23	-3.32	1.19
٦٠	خامس كلورو نفتالينات-1,2,4,6,7	150224-17-2	0.10	6.42	8.82	-2.40	9.89
٦١	خامس كلورو نفتالينات-1,2,4,6,8	150224-22-9	0.33	6.14	8.94	-2.80	3.95
٦٢	خامس كلورو نفتالينات-1,2,4,7,8	150224-21-8	0.54	6.03	9.12	-3.09	2.03
٦٣	سادس كلورو نفتالينات-1,2,3,4,5,6	58877-88-6	-0.19	6.32	10.03	-3.71	0.49
*٦٤	سادس كلورو نفتالينات-1,2,3,4,5,7	67922-27-4	-0.38	6.53	9.84	-3.31	1.21
٦٥	سادس كلورو نفتالينات-1,2,3,4,5,8	103426-93-3	-0.01	6.04	10.17	-4.13	0.19
٦٦	سادس كلورو نفتالينات-1,2,3,4,6,7	103426-96-6	-0.51	6.68	9.73	-3.04	2.24
*٦٧	سادس كلورو نفتالينات-1,2,3,5,6,7	103426-97-7	-0.53	6.59	9.62	-3.04	2.27
٦٨	سادس كلورو نفتالينات-1,2,3,5,6,8	103426-95-5	-0.29	6.50	9.86	-3.36	1.07
٦٩	سادس كلورو نفتالينات-1,2,3,5,7,8	103426-94-4	-0.20	6.31	9.81	-3.50	0.78
٧٠	سادس كلورو نفتالينات-1,2,3,6,7,8	17062-87-2	-0.24	6.02	9.93	-3.91	0.31
٧١	سادس كلورو نفتالينات-1,2,4,5,6,8	90948-28-0	-0.16	6.26	9.86	-3.60	0.62
٧٢	سادس كلورو نفتالينات-1,2,4,5,7,8	103426-92-2	-0.16	6.25	9.88	-3.64	0.57
*٧٣	سابع كلورو نفتالينات-1,2,3,4,5,6,7	58863-14-2	-0.95	6.57	10.68	-4.11	0.19
٧٤	سابع كلورو نفتالينات-1,2,3,4,5,6,8	58863-15-3	-0.72	6.48	10.81	-4.34	0.11
*٧٥	ثامن كلورو نفتالينات-1,2,3,4,5,6,7,8	2234-13-1	-1.35	6.43	11.64	-5.21	0.02

٥ محلي (يعني يتوافر تجارياً في ٢٠١٢)

* موسم اسوتوب (يعني يتوافر تجارياً في ٢٠١٢)

المرفق الثاني

الجدول ٢ ألف-١ تركيبة بعض الخلائط التجارية المحددة بالقياسات التحليلية (Falandysz، ٢٠٠٨ ووكالة البيئة في كندا، ٢٠١١)

المتجانسات	الهالوواكس ١٠٣١	الهالوواكس ١٠٠٠	الهالوواكس ١٠٠١	الهالوواكس ١٠٩٩	الهالوواكس ١٠١٣	الهالوواكس ١٠١٤	الهالوواكس ١٠٥١	سيكيواكس **R93
أحاد النفثالينات	65	15	0	0	0	0	0.1	-
ثاني النفثالينات	30	76	2.7-4.3*	3.6	0.5	0.7	0.1	1
ثالث النفثالينات	7.6	6.4	36-52	38.7	13	6	0.1	27-41*
رابع النفثالينات	6.4	1.3	40-58*	48	53.3	16	0.3	52-62*
خامس النفثالينات	1.1	0.4	3.3 -3.9*	9	30	48	0.1	6.2-9.8*
سادس النفثالينات	0.2	0.3	0.1	0.5	3.2	25	0.3	0.1-0.2*
سابع النفثالينات	0.1	0.1	0	0.1	0.1	3	8	0
ثامن النفثالينات	0.1	0	0	0	0	0.1	91	0

* النطاق يتوافق مع مختلف إجراءات الفصل
** هوية مقترحة

الجدول ٢ ألف-٢: أنماط المتجانسات المميزة لمختلف مصادر النفثالينات بالمقارنة بأنماط النفثالينات في الغلاف الجوي للمناطق النائية

المصدر	أنماط المتجانسات المميزة	مصدر النفثالينات
Liu et al., 2010	الأقل كلورة الأكثر وفرة: أحاد النفثالينات	الطهي
Ba et al., 2010	الأقل كلورة في مرحلة الغاز: أحاد إلى ثالث النفثالينات، في الرماد المتطاير المتجانسات العالية الكلورة هي الغالبة	المعادن غير الحديدية الثانوية
موجودة في Liu وآخرون، ٢٠١٠	الأنواع الدائرة: ثالث النفثالينات ٣٦/٤٥؛ خامس النفثالينات ٥٤؛ سادس النفثالينات ٦٦/٦٦؛ سابع النفثالينات ٧٣	مولدة حرارياً
	أنظر المرفق الثاني	سلسلة الهالوواكس
موجز في Bidleman وآخرون، ٢٠١٠	رابع النفثالينات: النفثالينات ٢٩ و ٤٤؛ وخامس النفثالينات ٥٤ (لا توجد هذه المتجانسات في خلائط الهالوواكس) زائداً: ثالث النفثالينات: النفثالينات ١٣ و ١٦ و ٢٥/١٧ و ٢٤ و ٢٦؛ ورابع النفثالينات: ٢٧ و ٣٦ و ٣٩ و ٤٥/٣٦ و ٤٨؛ وخامس النفثالينات: ٥٠ و ٥١ و ٦٠/٥٢ و ٦٢؛	مصادر الحرق

المصدر	أنماط المتجانسات المميزة	مصدر النفتالينات
	وسادس النفتالينات ٦٦/٦٧ و ٧٠؛ وسابع النفتالينات: ٧٣	
Järnberg et al., 1999	متجانسات ٢ و ٣ و ٦ و ٧	ترميد نفايات البلديات
Helm et al., 2004	ثالث النفتالينات	
	ثالث النفتالينات: ٥٨-٦٤ في المائة؛ رابع النفتالينات: ٢٥-٤٠ في المائة؛ خامس النفتالينات ٢-٣ في المائة؛ النفتالينات الثقيلة صفر-٧ في المائة	هواء القطب الشمالي
	ثالث النفتالينات: ٤٨-٦٥ في المائة؛ رابع النفتالينات: ٦-٤٧ في المائة؛ خامس النفتالينات/٨-١٠ في المائة؛ النفتالينات الثقيلة: ١-٢ في المائة	
	ثلاثة محطات قطبية شمالية (دوناي والبرت وتاجيش) حسبت من Helm، ٢٠٠٤	
	أرخبيل رينولت والكندي Helm وآخرون، ٢٠٠٢ الوارد في الشبكة الدولية للقضاء على الملوثات العضوية الثابتة، ٢٠١١.	

المرفق الثالث

الجدول ٣ ألف ١- تقسيم النفثالينات بين الوسائط البيئية (المصدر: وكالة البيئة في كندا، ٢٠١١)

نسبة المادة المقسمة إلى:				الجوانب التي تحصل على ١٠٠ في المائة من الانبعاثات	
الرواسب	التربة	الماء	الهواء		
0.2	2.26	0.94	96.6	الهواء	ثاني النفثالينات
15.6	0.22	74.7	9.44	الماء	
0.01	99.5	0.05	0.43	التربة	
0.49	34.5	0.21	64.8	الهواء	ثالث النفثالينات
65	2.45	28	4.59	الماء	
0.02	99.8	0.01	0.22	التربة	
0.99	65.5	0.12	33.4	الهواء	رابع النفثالينات
84.7	3.12	10.6	1.59	الماء	
2.13	97.4	0.27	0.19	التربة	
4.09	91.8	0.09	3.99	الهواء	خامس النفثالينات
96.2	1.72	2.05	0.08	الماء	
0.11	99.9	0	0	التربة	
9.62	34	0.17	56.2	الهواء	سادس النفثالينات
98.2	0.01	1.77	0.02	الماء	
0.12	99.9	0	0	التربة	
12.5	50.9	0.22	36.4	الهواء	سابع النفثالينات
98.3	0.01	1.71	0	الماء	
0.13	99.9	0	0	التربة	
14.8	70.2	0.4	14.6	الهواء	ثامن النفثالينات
96.2	0.97	2.61	0.2	الماء	
55.4	42.4	1.5	0.69	التربة	

جرى تقريب الأرقام إلى جزئين عشريين ولذا فإن المجاميع لا تصل بالضرورة إلى ١٠٠ في المائة

الجدول ٤ ألف-١: نطاقات تركيز النفتالينات في الرواسب من مختلف المناطق

المصدر	الحد الأدنى - الأقصى [ميكروغرام/كيلوغرام من الوزن يوميا]	الموقع
Järnberg et al. (1993)	* 0.14-7.6	السويد
Eljarrat et al. (1999)	* 0.03-1.51	بحيرة فينيس
Falandysz et al. (1996)	* 6.7	بحر البلطيق
Lundgren et al. (2002)	* 0.27-2.8	خليج بوثنيا
Castells et al. (2008)	* 0.17-3.27	ساحل برشلونه
Pan et al. (2007)	* 0.2-1.2	ساحل كينجادو
Helm et al. (2008)	* 21-38	بحيرة اونتاريو
Yamashita et al. (2000)	* 1.81	خليج طوكيو
Brack et al. (2003)	* 2 540	منطقة بيترفيلد الصناعية
Kannan et al. (1998)	* 23 400	ساحل جورجيا - منطقة صناعية سابقة
Pan et al. (2011)	0.05-5.1	خليج لهايزهو - تتلقى حمولات كبيرة من مياه الصرف المنزلي والصناعي
Järnberg et al. 1999	0.14-7.6	١٠ مواقع لبحيرات وبحار
Gevao et al. 2000	12.15	مياه ايستويت، المملكة المتحدة، ١٩٦٢
Gevao et al. 2000	2.821	مياه ايستويت، المملكة المتحدة، ١٩٩٥

* على النحو الوارد في Pan وآخرون (٢٠١١)

الجدول ٤ ألف-٢: تركيزات النفتالينات [ميكروغرام/كيلوغرام من الدهون] في اللافقاريات والأسماك حسب تجميعها من عشرة مصادر مستقلة Bidleman e وآخرون (٢٠١٠)

المتوسط	النطاق	السنة	الموقع	النباتات والحيوانات البرية
نباتات وحيوانات القطب الشمالي				
0.15	0.14-0.16	1999	جزيرة بير، ايليسون، النرويج	العوالق الحيوانية
0.81		1999-2001		الشار القطب الشمالي الصغير (<i>S. alpinus</i>),
0.85	0.45-1.4	1999-2001		شار القطب الشمالي الكبير (<i>S. alpinus</i>),
0.29		1999-2001	جزيرة بير، يانجيزن، النرويج	شار القطب الشمالي الصغير (<i>S. alpinus</i>),

المتوسط	النطاق	السنة	الموقع	النباتات والحيوانات البرية
0.5	0.32-0.68	1999-2001		شار القطب الشمالي الكبير (<i>S. alpinus</i>),
17.1		1991-1993	وسط/شمال بحر البلطيق	العوالق النباتية
4		1991-1993		العوالق الحيوانية
28.5		1991-1993		الكائنات البرية البحرية (<i>M. affinis</i>)
4		1991-1993		المسيس (<i>Mysis sp.</i>)
8.4		1991-1993		متساوية الأرجل (<i>S. entomon</i>)
1.9		1991-1993		الرنجة (<i>C. harengus</i>)
1.9		1991-1993		الاسقالبين الرباعي القرون (<i>O. quadricornis</i>)
28	12-69	1991-1993		خليج بحر بوثنيا
9.2	3.9-16	1991-1993	المتساوية الأرجل (<i>S. entomon</i>)	
1.1	0.54-1.5	1991-1993	الاسقالبين الرباعي القرون (<i>O. quadricornis</i>)	
2.6		1986	بحيرة ستورفيندلين	السمك الأبيض (<i>Coregonus sp.</i>)
0.42	0.13-1.06	1987-1998	فيسترتينان فورد، السويد	سمك قد القطب الشمالي (<i>C. callarias</i>)
	2.6-5.6	1999	خليج/بحر بوثنيا	الرنجة (<i>C. harengus</i>)
2.4	0.53-3.4	2001-2003		السلمون (<i>S. salar</i>)
2	1.6-2.5	2001-2003		البوريون (<i>L. lota</i>)
1.8	1.6-1.8	2001-2003		البايك (<i>E. lucius</i>)
3.6	2.3-5.0	2001-2003		البيرش (<i>P. fluviatilis</i>)
1.7	1.0-3.0	2001-2003		السمك الأبيض (<i>C. lavaretus</i>)
1.9	1.0-4.6	2001-2003		الفنداس (<i>C. albula</i>)
0.24	0.16-0.32	2001-2003		خليج بوثنيا
0.93	0.88-1.0	2001-2003		البيرش (<i>L. fluviatilis</i>)
1.7	0.3-2.9	2002	بحر بوثنيا	الرنجة (<i>C. harengus</i>)
2.9		1988	بيالا، فنلندا	البروت (<i>L. lota</i>)
2		1988		
4.9		1988	يتوكريني، فنلندا	
2		1988		
4.4		1988	سيكارا، السويد	
0.98		1988		
2.6		1988	بحيرة ستورفيندلين	البايك (<i>E. lucius</i>)
1.3		2001-2003	بحيرة اولوجارفي، فنلندا	البوريون (<i>L. lota</i>)
1.1	1.0-1.2	2001-2003		البايك (<i>E. lucius</i>)
0.6	0.6-0.6	2001-2003		البيرش (<i>P. fluviatilis</i>)
0.2	0.16-0.24	2001-2003		البيك - البيرش (<i>S. lucioperca</i>)

المتوسط	النطاق	السنة	الموقع	النباتات والحيوانات البرية
0.31	0.29-0.33	2001-2003		السماك الأبيض (<i>C. lavaretus</i>)
0.6	0.53-0.68	2001-2003		الفنديس (<i>C. albula</i>)
0.49	0.24-0.73	2001-2003		بلح البحر (<i>A. brama</i>)
				نباتات وحيوانات القطب الشمالي
0.1		1994	بحر روس	الكريك (<i>E. superba</i>)
0.1	0.081-0.13	1995	خليج تيرا نونا	النوتوثين الحاد الشوكية (<i>T. pennelli</i>)
0.12	0.12-0.15	1995		سمك التمساح (<i>C. hamatus</i>)
0.91		1994	بحر روس	السماك القطبي (<i>P. antarcticum</i>)

الجدول ٤ ألف -٣: تركيزات النفثالينات (ميكروغرام/كيلوغرام من الدهن) في الثدييات البحرية والطيور حسب تجميعها من عشرة مصادر مستقلة في Bidleman e وآخرون (٢٠١٠)

المتوسط	النطاق	السنة	الموقع	النباتات والحيوانات البرية
				القطب الشمالي
0.051	0.035-0.071	1993	بانغيتونج، كندا	الفقمة الحلقيية (<i>P. hispida</i>)
0.047	0.045-0.049	1993		
0.32	0.12-0.54	2002		
0.23	0.09-0.42	1999-2002		
0.27	0.15-0.59	2003	جريس فورد، كندا	
0.072	0.023-0.18	2001	مرفأ ساش، كندا	
0.038		1981	كونغسجورين، سفالبارد	
0.13*	all congeners n.d.	2002	اتوكورتورميت، غرينلند	
0.12*	all congeners n.d.	2002	مويرتارسواك، غرينلند	
4.8	0.92-27	2000-2001	خليج الاسكا، الولايات المتحدة الأمريكية	فقمة المرفأ (<i>P. vitulina</i>)
1.1	0.38-1.4	2000-2001		
0.59	0.31-0.90	2000-2001		
0.18	0.036-0.26	1994	كيمروت، كندا	حيتان البالوج (<i>D. leucas</i>)
0.33	0.30-0.38	1994		
0.42	0.20-0.89	1999	مضيق هدسون، كندا	
0.56		1999		
0.16	0.11-0.21	2000	ناستابوكا، كندا	
0.16	0.081-0.33	2000		
0.18*	all congeners n.d.	1998	غرينلند	حيتان المنك (<i>B. acutorostrata</i>)
3.66		2001	جزر فارو	الحيتان الرائدة طويلة الزعانف (<i>G. melas</i>)
0.99		2001		
2.22		2001		

المتوسط	النطاق	السنة	الموقع	النباتات والحيوانات البرية
3.2		1997-1999	الاسكا، الولايات المتحدة الأمريكية	الدب القطبي (<i>U. maritimus</i>)
0.51	0.49-0.53	1999-2002	اتوكورتورميت، غرينلاند	
49	1.8-162	2002-2004	جزر بير، النرويج	النوراس الجملوكوزي (<i>L. hypoboreus</i>)
74	1.34-126	2002-2004		
62.8	1.34-119	2002-2004		
0.88		2002	ناي السيوند، سفالبارد	
0.97		2002	فيتينجيسيفورك، سفالبارد	
10.6**	4.1-17.1	1998	بولنيا نورثواتر، كندا	
6.1**	3.1-9.1	1998		كيتووك الأسود الأرجل (<i>R. tridactyla</i>)
18.8**	8.0-29.5	1998		العلموت الأسود (<i>C. gryllo</i>)
5.2**	1.7-8.7	1998		المور غليظ المنقار (<i>U. lomvia</i>)
1.68	1.27-2.12	2005	جزر برنس ليوبولد، كندا	
see <i>L. argentatus</i>		2001	فاردو، النرويج	النوراس الأسود الظهر الكبير (<i>L. marinus</i>)
2.16		2001	كنجسفورد، النرويج	
1.35		2002	رولفسنيا في فالنيجورد، النرويج	
see <i>L. argentatus</i>		2001	التا، النرويج	
2.45		2001	سومارس، النرويج	
see <i>L. argentatus</i>		2002	ليجيان في أكسينس، النرويج	
0.96		2002	كيركجوبورياني، جزر فارو	
0.5		2002	جودادولارد، جزر فارو	النوراس الأسود الظهر الصغير (<i>L. fuscus</i>)
1.39		2001	فاردو، النرويج	نورس الرنجة (<i>L. argentatus+L. marinus</i>)
2.06		2002	رولفسنيا في فالنيجورد، النرويج	نوراس الرنجة (<i>L. argentatus</i>)
1.06		2001	التا، النرويج	نورس الرنجة (<i>L. argentatus+L. marinus</i>)
1.6		2002	ليجيان في أكسينس، النرويج	نوراس الرنجة (<i>L. argentatus</i>)
2.44		2002	سالتسواومين، النرويج	
4.65		2002	جيفار، النرويج	

المتوسط	النطاق	السنة	الموقع	النباتات والحيوانات البرية	
2.55		1998–1999	جزر فارو	الفلمار الشمالي (<i>F. glacialis</i>)	
3.75		1998–1999			
2	1.64–2.56	2005	جزر برنس ليوبولد، كندا		
1.3		2003			
1.4		2003	كاب فيرا، كندا		
32.9**	17.6–48.2	1998	بولنيا نورثواتر، كندا		
نباتات وحيوانات القطب الشمالي					
6.07		1994	خليج تيرا نوفا	سكوا القطب الجنوبي (<i>C. maccormicki</i>)	
5.71		1994			
0.077		1996			فقمة ويديل (<i>L. weddelli</i>)
1.6		1997			

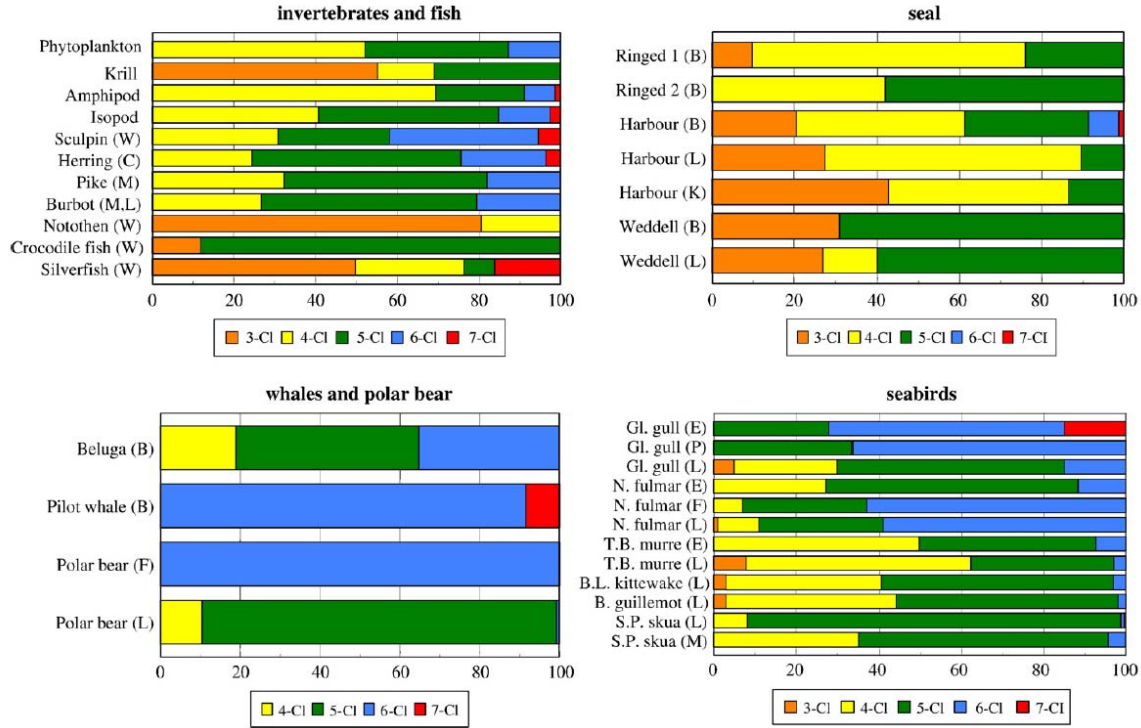
* ليست جميع المتحسسات قابلة للرصد (أقل من أدنى تركيز يمكن تحديده)، الحد الأعلى المقدر من خلال إحلال قيم نصف أدنى تركيز يمكن تحديده

** نقطة وسط النطاق

الجدول ٤ ألف -٤: تركيزات النفثالينات في نباتات وحيوانات القطب الشمالي من مصادر أخرى غير المجموعة في Bidleman وآخرون (٢٠١٠):

المصدر	الموقع	السنة	الحد الأدنى - الأقصى + المتوسط	الوحدة	الجزر	النباتات والحيوانات
Gabrielsen et al., 2004	سبالبارد	2002	0.7–29.3 (4.4±7.3)	µg/kg w.w.	الأنسجة الدهنية (56.3±15.1 % lipid)	الدب القطبي
Schiavone et al., 2009	جزر ليفنجستو، انتارتيكا	2004	1.2–58 (16.3±28)	ميكروغرام/كيلوغرام من وزن الدهن	الدهن	الفقمة

الشكل ٤ أ-١: أنماط المتجانسات في نباتات وحيوانات المناطق القطبية وشبه القطبية. المصدر Bidleman وآخرون، ٢٠١٠



تفسير الشكل (المأخوذة من Bidleman وآخرون، ٢٠١٠): متجانسات النفثالينات (النسبة من النفثالينات في نباتات وحيوانات المناطق القطبية وشبه القطبية الشمالية وانتاركتيكا. الرموز بين: W=كل، M=عضلات، L=كبد، C=منطقة (أي مقطوعة الرأس والأحشاء)، B=الدهون، F=الدهن، P=بلازما. أدرجت التقارير التي تحتوي على ثلاث متجانسات أو أكثر. أما تلك التي تحتوي على الحدود العليا قد استبعدت. نفس المتجانسات قد يعني عدم وجوده أو قياسن، انظر الدراسة الأصلية. وعندما تقدم النطاقات، أخذت النقاط الوسيطة مما يسفر عن قيم وسطى لنسب المتجانسات وهو ما لا يصل دائماً إلى نسبة ١٠٠ في المائة. وفي هذه الحالات، يجرى تسوية بيانات الشكل إلى ١٠٠ في المائة. وقد أدرجت الكائنات التي خضعت للدراسة (المتجانسات التي جرى تحليلها) ومصادر البيانات. اللافقاريات والأسماك: العوالق النباتية (٤-٦ نفثالينات)؛ الكريل (٣-٨)؛ متساويات الأرجل والقلبين رباعي القرون (٤-٧)؛ والرئحة (٤-٨)؛ والبايك، والبوربوت (٤-٨)؛ النوتوثين، وأسماك الحوت، والأسماك الفضية (٣-٨)؛ والفقمة: الفقمة الحلقية ١ (٣-٧)؛ والفقمة الحلقية ٢ (٤-٦)، وفقمة المرفأ (٣-٨)؛ وفقمة ويديل (٣-٨). الحيتان والدب القطبي: حيتان البيلوجا (٣-٧)؛ والحيتان الرائدة طويلة الزعانف (٤-٧)؛ والدب القطبي (٣-٨). الطيور البحرية: النوراس الجلوكوزي (٤-٧) و(٣-٦). الغلمار الشمالي (٤-٧) (٣-٨) الكيتورم أسود الأرجل (٣-٨)؛ الغلموت الأسود (٣-٨)؛ المور غليظ المنقار (٤-٦) و(٣-٨)؛ والاسكوا القطبية الجنوبية (٣-٨).