

المرفق السادس

ورقة توجيه أولية بشأن تقييم التراكم الأحيائي

(مقدمة من الأمانة دون تنقيح رسمي)

ماسارو كيتانو، جامعة ميجي

١ - معلومات أساسية

معايير التراكم الأحيائي الواردة في المرفق دال باتفاقية استكهولم هي كالاتي:

“(ج) التراكم الأحيائي:

١’ الدليل على أن مُعامل التركيز الأحيائي (BCF) أو معامل التراكم الأحيائي

(BAF) في الأنواع المائية للمادة الكيميائية يزيد على ٥٠٠٠ أو أن التخطيط

المنحني، في حال عدم توفر بيانات عن هذين المعاملين، يزيد على ٥؛

٢’ أو الدليل على أن المادة الكيميائية تنطوي على دواع أخرى للقلق، مثل

ارتفاع التراكم الأحيائي في الأنواع الأخرى أو ارتفاع السمية أو السمية

الإيكولوجية؛

٣’ أو أن بيانات الرصد الخاصة بالمنطقة وحيواناتها تدل على أن إمكانية

التراكم الأحيائي للمادة الكيميائية كافية لتبرير اعتبارها ضمن نطاق هذه الاتفاقية.”

ومن بين هذه المعايير، هناك المعيار ’١‘ الذي هو معيار كمي وأقل غموضاً في التطبيق. غير

أن ’٢‘ و ’٣‘ ليسا معيارين كميين، ومن غير الواضح الكيفية التي يطبقان بهما. ونظراً للشكوك المحيطة

وخاصة بالنسبة لتلك المواد الكيميائية التي لا تستوفي المعيار ’١‘، دار نقاش جاد بشأن التراكم الأحيائي

ومع ذلك لم يتسن التوصل إلى فهم مشترك. (أنظر التذييل ١: التراكم الأحيائي بشأن الملوثات

العضوية الثابتة والملوثات العضوية الثابتة المرشحة).

وتدرس هذه الورقة الكيفية التي تطبق بها معياري التراكم الأحيائي ’٢‘ و ’٣‘ عندما لا

يستوفي المعيار ’١‘.

٢ - أدلة التراكم الأحيائي في لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة السابقة والتجميعات

(١) أدلة التراكم الأحيائي في لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة السابقة

خلصت حتى الآن فيما يتعلق بخمس مواد كيميائية إلى أنها تستوفي معايير الفحص على الرغم

من انخفاض معامل التركيز الأحيائي (<٥٠٠٠). ويتمثل الأساس الهام الذي اعتمدت عليه عمليات

التقييم الذي أجرته لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة فيما يلي: (أنظر التذييل ٢-١: أدلة التراكم

الأحيائي في الاجتماعات السابقة للجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة، والتذييل ٢-٢ أدلة التراكم الأحيائي للملوثات العضوية الثابتة المرشحة بمقتضى '٢' و'٣'.

السلفونات المشبعة بالفلورو أو كتين PFOS:

- '١' معامل التركيز الأحيائي ٢٤٠ - ٣٠٠، غير أن معاملات التركيز الأحيائي ليست من عناصر التنبؤ الجيدة للتراكم الأحيائي؛
- '٢' معدلات تخلص شديدة الانخفاض والتأثيرات على النمو في الثدييات عند مستويات منخفضة (قيمة مستوى انعدام التأثير الملحوظ تبلغ ١,٠ ملغم/كلغم من وزن الجسم يومياً في الجرذان في دراسة عن جيلين) و'٣' التراكم الأحيائي.

الليندين

- '١' معاملات التركيز الأحيائي من ١٣ إلى ٢٤٠ (معيار الصحة البيئية) و٣٢٧ إلى ٨٩٣ (اليابان)، ٤٣ إلى ٢٤٠ (جهات أخرى)؛
- '٢' ارتفاع السمية (مستويات انعدام التأثير الملحوظ منخفضة عما لا يتجاوز ٠,٣ ملغم/كلغم من وزن الجسم يومياً) وسمية إيكولوجية (تركيز التأثير غير الملاحظ أقل من ١ ميكروغرام/لتر) (المرجعان ٥ و ٦) مستويات ميدانية مقاسة في دود الأرض (٠,٣ ملغم/كلغم للتربة التي تحتوي على ٨٠ ميكروغرام/كلغم) تماثل بيانات السمية في الثدييات؛
- '٣' أبلغت في الطيور البحرية والأسماك والثدييات في القطب الشمالي التركيزات في الثدييات البحرية تعادل أو تزيد عن ثنائي الفينيل متعدد الكلور والـ دي.دي.تي المبلغ عنها في لبن الأم بين الانويت في القطب الشمالي وفي الثدييات البحرية.

سداسي الكلور حلقي الهكسان - ألفا

- '١' معامل التركيز الأحيائي ٦٠ إلى ٢٧٥٠ (على أساس الوزن الجاف للجسم الكامل) و٣١٣ - ٢٤٠٠ (على أساس الوزن المبلل) (المرجعان ٨ و ٩)؛
- '٢' و'٣': عوامل التضخم الأحيائي في مختلف المستويات الغذائية (العوالق الحيوانية واللافقرات والأسماك والثدييات) في حدود ١ - ١٦. وتبين الدراسات الميدانية في الشبكات الغذائية البحرية في القطب الشمالي أن سداسي الكلور حلقي الهكسان - ألفا alpha-HCH يتراكم أحيائياً بصورة انتقائية مجسمة في الأنواع وله القدرة على التضخم الأحيائي بدرجة أكبر من سداسي الكلور حلقي الهكسان - غاما الذي أبلغ عن قيم خاصة به تصل إلى ٢٢٠ ٤ ورصد في الدم والأنسجة الدهنية في الإنسان. ورصد في لبن الأم وأنسجة المشيمة مما يعرض الأجنة لفترات نمو حرجة. وتشير المعلومات إلى أن التراكم الأحيائي لسداسي الكلور حلقي الهكسان - ألفا في سلسلة الأغذية يزيد عما هو بالنسبة لليندين.

سداسي الكلور حلقي الهكسان - بيتا

'١' معدل التركيز الأحيائي ٢٥٠ - ١٥٠٠ (على أساس الوزن الجاف للجسم الكامل)؛

'٢' و'٣': بينت الدراسات الميدانية للشبكات الغذائية البحرية في القطب الشمالي أن سداسي الكلور حلقي الهكسان - بيتا يمكن أن يتراكم أحيائياً في المستويات الغذائية العليا. ويبدو أن هذه المادة كامنة في الأنواع التي خضعت للفحص. وكانت عوامل التضخم الأحيائي لسداسي الكلور حلقي الهكسان - بيتا في الشبكات الغذائية البحرية في غالب الأمر في حدود ١ - ١٨ (مع قيمة قصوى تبلغ ٢٨٠). ويمكن أن يتراكم سداسي الكلور حلقي الهكسان - بيتا في الطيور والثدييات البحرية على وجه الخصوص بمستويات أعلى من الأيسومرات الأخرى. ويمكن أيضاً أن يحدث التضخم الأحيائي لسداسي الكلور حلقي الهكسان - بيتا في السلاسل الغذائية للمناطق الأرضية من القطب الشمالي في الثدييات، وقد رصد في الأنسجة الدهنية وفي لبن الأم في البشر. كما رصدت هذه المادة في أنسجة المشيمة مما يعرض الذرية لفترات نمو حرجة. وتؤكد المعلومات أن إمكانات التراكم الأحيائي لهذه المادة أعلى مما هي في الليندين.

الإثير ثماني البروم ثنائي الميثيل OctaBDE:

'١' ارتفاع معدل التركيز الأحيائي للمتماثلات في الخليط التجاري؛

'٢' و'٣': تركيزات ٢٢٠ - ٢٧٠ نانوغرام/غرام من وزن الدهن في البيض للطيور الجواله في شمالي السويد وغرينلند، ويبلغ نصف العمر التقديري في البشر ١٠٠ يوم، وقد حسب معامل التراكم في كائنات التربة من ثماني ديفينيل إثير البروم ١٩٧ على أنه ٢.

(٢) تجميع الأدلة

وفيما يلي نتائج تجميع الأدلة المشار إليها أعلاه على التراكم الأحيائي:

عوامل التركيز الأحيائي لا تنطبق

السلفونات المشبعة بالفلورو أوكتين PFOS

العمر النصف الطويل

السلفونات المشبعة بالفلورو أوكتين PFOS والإثير ثماني البروم ثنائي الفينيل OctaBDE

ارتفاع السمية/ارتفاع السمية الإيكولوجية

السلفونات المشبعة بالفلورو أوكتين PFOS والليندين

التضخم الأحيائي

السلفونات المشبعة بالفلورو أوكتين PFOS وسداسي كلور حلقي الهكسان ألفا وبيتا

عمليات الرصد في نباتات وحيوانات المنطقة

الليندين، وسداسي كلور حلقي الهكسان ألفا، وسداسي كلور حلقي الهكسان بيتا والإثير ثنائي البروم ثنائي الفينيل

عمليات الرصد في الجسم البشري (الدم واللبن والأنسجة الدهنية)

الليندين وسداسي كلور حلقي الهكسان ألفا، وسداسي كلور حلقي الهكسان بيتا

التعرض في مرحلة النمو

سداسي الكلور حلقي الهكسان ألفا وسداسي كلور حلقي الهكسان بيتا

التوجيه الحالي بشأن تقييم التراكم الأحيائي

- ٣

يتوافر الآن العديد من وثائق التوجيه المعنية بتقييم التراكم الأحيائي تتضمن وجهات نظر لم يتم تغطيتها في '١' مثل وثيقة التوجيه الخاصة بالاتحاد الأوروبي التي تشير إلى كيفية تقييم الأدلة العملية المعادلة لمعايير "باء" (التراكم الأحيائي) للمواد الخاصة بالسمية الثابتة في التراكم الأحيائي PBT والمواد التي تحدد حدوث هذه السمية vPvB (معامل التركيز الأحيائي = ٢٠٠٠ للسمية الثابتة في التراكم الأحيائي و ٥٠٠٠ للمادة المحددة لحدوث هذه السمية vPvB). ولدى اليابان معايير للتراكم الأحيائي تستخدم في تحديد إمكانات التراكم الأحيائي في إطار قانون التحكم في المواد الكيميائية الذي يغطي كيفية التعامل مع الحالات التي يقل فيها معيار التركيز الأحيائي عن ٥٠٠٠ (أنظر التذييل ٣: أهمية العمر النصف البيولوجي في تقييم التراكم الأحيائي، والتذييل ٤: استخدام بيانات الرصد في تقييم التراكم الأحيائي).

(١) وثيقة التوجيه الصادرة عن الاتحاد الأوروبي (التوجيه بشأن إعداد ملف المرفق الخامس عشر بشأن تحديد المواد التي تثير قدراً كبيراً من القلق: مستخرج)

(أ) بيانات المتحصلات والتمثيل الأيضي من الدراسات المختبرية بشأن الأنواع الأخرى بما في ذلك الأنواع الثديية

(ب) عمليات أخرى غير تفريق الدهون

(ج) استخدام بيانات الرصد

توفر البيانات المقاسة من نباتات وحيوانات المنطقة مؤشراً واضحاً على حصول أحد الكائنات على المادة. غير أن الرصد التحليلي للمواد في الكائنات لا يعتبر في حد ذاته دائماً مؤشراً على حدوث تركيز أحيائي أو تراكم أحيائي كبير أو أنه يحدث مما سيؤدي إلى إحداث تأثيرات في الكائنات الحية.

وتفيد في هذا المجال البيانات التي تمثل مختلف المستويات الغذائية ضمن سلسلة غذائية واحدة حيث يمكن في كثير من الأحيان أن تؤدي الاختلافات النسبية في التركيز فيما بين مختلف المستويات إلى توفير معلومات مفيدة عن إمكانات التراكم الأحيائي.

وثمة عامل هام ينبغي أخذه في الاعتبار فيما يتعلق ببيانات الرصد يتمثل في نوعية البيانات. فهناك الكثير من المواد التي تتسم بسمات نمط السمية الثابتة في التراكم الأحيائي يتعذر تحليلها عند مستويات التركيز المنخفضة، وقد يؤدي استخدام البيانات رديئة النوعية إلى استخلاص استنتاجات خاطئة.

وهناك عامل آخر ينبغي مراعاته لدى النظر في البيانات المتوافرة (من كل من بعض الدراسات المخبرية والبيانات الميدانية) يتمثل في أن التراكم الملاحظ في وضع معين قد يعتمد إلى حد كبير على محتوى الدهون في الأنواع المعنية.

وفيما يتعلق بتقييم ما إذا كانت المادة تنطوي على إمكانات تراكم أحيائي يعادل المعيار باء، ينبغي اتباع نهج مجموعة الأدلة الذي يجمع معاً الأدلة المتوافرة. ويمكن أن يتضمن جزء من هذا التقييم دراسة مدى عدم استيفاء المادة المعيارين الحاليين B أو vB في حالة توافر بيانات معامل التركيز الأحيائي. وينبغي التأكيد بأن تكافؤ القلق هنا يتعلق بإمكانات التراكم الأحيائي وليس حدوثه فقط في الكائنات الحية في المنطقة.

(٢) اليابان (معايير التراكم الأحيائي لتحديد الفئة ١ من رصد المواد الكيميائية في إطار قانون التحكم في المواد الكيميائية CSCL)

(أ) تتسم بتراكم أحيائي كبير

قيمة معامل التركيز الأحيائي أعلى من ٥ ٠٠٠

(ب) لا تتسم بتراكم أحيائي كبير

قيمة معامل التركيز الأحيائي أقل من ١ ٠٠٠ أو التخطيط المنحني أقل من ٣,٥.

ولا ينطبق التخطيط المنحني على المواد النشطة سطحياً، والخلائط مع التوزيعات المرجحة جزئياً، ومركبات المعادن العضوية، والعينات منخفضة النقاء (توقع طريقة الفصل اللوني للسوائل ذات القدرة التحليلية العالية) والمركبات غير العضوية

(ج) إذا كانت قيم معامل التركيز الأحيائي بين ١ ٠٠٠ و ٥ ٠٠٠، ينبغي النظر في نتائج الاختبار

التالي إذا اقتضى الأمر لتحديد إمكانات التراكم الأحيائي.

- اختبار التخلص

- معامل التركيز الأحيائي في أجزاء السمك (الأجزاء الخاصة بالأكل)

٤ - مؤشرات أخرى

(١) معامل التركيز الأحيائي BCF ومعامل التراكم الأحيائي BAF

تجري دراسة العلاقات بين معامل التركيز الأحيائي ومعامل التراكم الأحيائي. وعموماً يبين معامل التركيز الأحيائي المرتفع في الملوثات العضوية الثابتة ارتفاعاً في معامل التراكم الأحيائي. غير أن الترابط بين العاملين ليس واضحاً (أنظر التذييل ٥: الترابط بين بيانات معامل التركيز الأحيائي ومعامل التراكم الأحيائي في الملوثات العضوية الثابتة والملوثات العضوية الثابتة المرشحة).

ومن حيث المبدأ، فإن ارتفاع نوعية معاملات التراكم الأحيائي المستمدة من الميدان تعكس بدرجة أكبر التراكم الأحيائي البيئي لأنها تتضمن المتحصلات من جميع مسارات التعرض فضلاً عن أي تأثير لعمليات التمثيل الأيضي. ولذا ينبغي إجراء تقييم دقيق لظروف أخذ العينات (معاملات التركيز الأحيائي) والاختبار (معاملات التراكم الأحيائي) لدى تقييم نوعية بيانات معامل التركيز الأحيائي ومعاملات التراكم الأحيائي.

(٢) التخطيط المنحني

يناقش التخطيط المنحني باعتباره مؤشراً على إمكانية التراكم الأحيائي في الحيوانات البرية. غير أنه لم يتم في هذه المرحلة مناقشة سوى قيم التخطيط المنحني الخاصة بالمواد الكيميائية المحدودة، ولم تتحدد بعد العلاقة بين تخطيط المنحني والتراكم الأحيائي في الحيوانات البرية. وينبغي التشجيع على مواصلة البحوث في هذا المجال. (أنظر التذييل ٦: بيانات العمر النصف البيولوجي للملوثات العضوية الثابتة الحالية والملوثات العضوية الثابتة المرشحة).

(٣) التمثيل الأيضي

التمثيل الأيضي عنصر أساسي في تقييم التراكم الأحيائي. ويميل التمثيل الأيضي عموماً إلى الحد من إمكانيات التراكم الأحيائي إلا أنه ينبغي النظر في الفروق القائمة بين الأنواع في هذا المجال.

قد يؤدي التمثيل الأيضي إلى التراكم في الجسم. وعندئذ ينبغي النظر لدى دراسة إمكانيات التراكم الأحيائي في التراكم في التمثيل الأيضي للأقارب (مثل معامل التركيز الأحيائي أو معامل التراكم الأحيائي الذي يحسب التراكم التجميعي).

وقد تثير المواد الكيميائية التي لا تستوفي جميع خصائص الملوثات العضوية الثابتة القلق أيضاً بسبب التمثيل الأيضي في نباتات وحيوان المنطقة. فعلى سبيل المثال فإن المادة الكيميائية التي تنطوي على إمكانيات الانتقال بعيد المدى والتي تتحول في النباتات والحيوانات إلى عوامل تمثيل أيضي قابلة للتراكم الأحيائي والسامة قد تشكل مخاطر على الصحة والبيئة في المناطق النائية.

مناقشات تستند إلى وثائق التوجيه

يجري فيما يلي استناداً إلى وثائق التوجيه استعراض للأدلة على التراكم الأحيائي في لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة:

معاملات التركيز الأحيائي لا تنطبق

تشير وثيقة التوجيه الصادرة عن الاتحاد الأوروبي إلى آلية للتراكم الأحيائي غير تفرقة الدهون. فظنراً لأن ربط البروتين يراعي في السلفونات المشبعة بالفلورو أوكتين، فإن التفسير الآلي قد يكون مفيداً في تحديد إمكانات التراكم الأحيائي عندما لا يتم استيفاء المعيار '١'.

العمر النصف الطويل

تتضمن معايير اليابان هذا المفهوم كما يجري النظر في إدراجه في وثيقة الاتحاد الأوروبي بوصفه "متحصل وتمثيل أبيض". وتفيد المعلومات عن العمر النصف في تحديد إمكانات التراكم الأحيائي عندما لا يستوفي المعيار '١'. وتجدر الملاحظة بأن كلا التوجيهين يضع حدوداً على بيانات الاختبار للنظر.

ارتفاع السمية/ارتفاع السمية الإيكولوجية

تطبق قاعدة REACH في الاتحاد الأوروبي مستوى مماثلاً من القلق للمواد الكيميائية ذات السمية الثابتة في التراكم الأحيائي والمواد التي تحدث ذلك. ويعني ذلك أن معامل تركيز أحيائي أعلى من ٢٠٠٠، أو المستوى المعادل لذلك لإمكانات التراكم الأحيائي، قد تكفي بالنسبة للمواد الكيميائية الثابتة ذات السمية المرتفعة و/أو السمية الإيكولوجية المرتفعة، لاستثارة القلق الشديد.

التضخم الأحيائي

تذكر وثيقة توجيه الاتحاد الأوروبي أن التضخم الأحيائي يعكس الفرق في التركيز بين المستويات الغذائية داخل سلسلة غذائية واحدة إلا أن المعايير الكمية غير محددة. ويتحدد التضخم الأحيائي استناداً إلى بيانات الرصد الميدانية. وينبغي مراعاة بعض العوامل مثل موثوقية البيانات والمحتوى الدهني للأنواع المعنية. وقد يتعين أيضاً دراسة الفروق بين التمثيل الأيض للأنواع البحرية والحيوانات البرية.

عمليات الرصد في نباتات وحيوانات المنطقة، وعمليات الرصد في الجسم البشري (الدم واللبن والأنسجة الدهنية)

تذكر وثيقة توجيه الاتحاد الأوروبي أن "الرصد التحليلي للمواد الموجودة في الكائنات ليست في حد ذاتها دائماً مؤشراً على حدوث تركيز أحيائي أو تراكم أحيائي كبير أو أنه جاري الحدوث مما يؤدي إلى تأثيرات على نباتات وحيوانات المنطقة". وعلى ذلك لن ينظر إلى بيانات الرصد في النباتات

والحيوانات أو الجسم البشري ذاته على أنها دليل مباشر على التراكم الأحيائي. غير أنه ينبغي وخاصة في الحالات التي تكشف فيها بيانات الرصد عن زيادة في المستوى بالنسبة للعمر أو الرصد في الأنواع المختلفة - دراسة هذه البيانات بعناية.

التعرض في مرحلة النمو

لم ترد إشارة إلى ذلك في وثائق التوجيه، وهذه المعلومات ليست دليلاً مباشراً على التراكم الأحيائي مثل الرصد في الجسم البشري (الدم واللبن والأنسجة الدهنية). غير أن هذا الوضع يبين الحاجة إلى دراسة متأنية.

٦ - الاستنتاجات

يعتبر النهج التالي ملائماً استناداً إلى الاستعراض الذي أجراه تقييم لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة في السابق ودراسة وثائق التوجيه الحالية:

(١) دليل هام

بالنسبة لتقييم إمكانيات التراكم الأحيائي في هذه المواد الكيميائية التي لا تستوفي المعيار '١'، تعتبر المعلومات التالية دليلاً هاماً يستوفي المعيارين '٢' و'٣'. وينبغي أن يبين الاقتراح المقدم لإدراج هذه المواد الكيميائية في المرفقات ألف وباء وجم المعيار الذي تم استيفاؤه بواسطة البيانات الخاصة بتلك المادة الكيميائية.

مستوى معين من معامل التركيز الأحيائي BCF

قد يشير مستوى معين من معامل التركيز الأحيائي مثل ١٠٠٠ أو ٢٠٠٠ إلى: سبب وجيه لإجراء دراسة متأنية لإمكانية التراكم الأحيائي لهذه المادة الكيميائية التي لا تستوفي المعيار '١'.

العمر النصف الطويل والآلية الفريدة للتراكم الأحيائي

قد يبين العمر النصف الطويل والتفسير الآلي لسبب عدم سريان المعيار '١' وجود سبب وجيه لإجراء دراسة متأنية لإمكانية التراكم الأحيائي للمادة الكيميائية التي لا تستوفي المعيار '١'.

ارتفاع التراكم الأحيائي في الأنواع الأخرى

قد يبين ارتفاع التراكم الأحيائي في الأنواع الأخرى وجود سبب وجيه لإجراء دراسة متأنية عندما لا تستوفي المادة الكيميائية المعيار '١'.

زيادة التركيز في المستويات الغذائية (التضخم الأحيائي)

توفر زيادة التركيز في المستويات الغذائية في سلسلة غذائية واحدة معلومات مفيدة عن التضخم الأحيائي. ويشير ذلك إلى التراكم الأحيائي خلال السلسلة الغذائية، وقد يشير إلى وجود سبب وجيه لإجراء دراسة متأنية لإمكانية التراكم الأحيائي لمادة كيميائية لم تستوف المعيار '١'.

كذلك فإن البيانات من الدراسات المختلفة التي تمثل مستويات غذائية مختلفة من نفس المنطقة وارتفاع المستويات في المفترسات العليا قد تشير أيضاً إلى سبب وجيه لإجراء دراسة متأنية. وتجدر الملاحظة أن بيانات المصدر تأتي من الرصد ومن ثم، هناك حاجة لدراسة استخدام بيانات الرصد دراسة متأنية مثلاً من ناحية الموثوقية.

ارتفاع السمية/ارتفاع السمية الإيكولوجية

ينبغي أن يؤدي ارتفاع السمية/السمية الإيكولوجية إلى إجراء دراسة.

الرصد في نباتات وحيوانات المنطقة

قد تبين عمليات رصد نباتات وحيوانات المنطقة بجانب المستويات في البيئة المحيطة وجود سبب وجيه لإجراء دراسة متأنية. وتوفر البيانات المقاسة في النباتات والحيوانات مؤشراً واضحاً على امتصاص المادة من قبل كائن. غير أنه يتعين مراعاة أن رصد مادة في الكائنات لا تعتبر في حد ذاته دليلاً على التراكم الأحيائي. وقد يؤدي الارتفاع النسبي في مستويات الرصد والمقارنة مع المستويات المرصودة للملوثات العضوية الثابتة الحالية إلى بدء إجراء دراسة متأنية.

مقارنة التركيز الموجود في النباتات والحيوانات مع مستوى السمية

من المستصوب إجراء مقارنة للمستويات المرصودة في البيئة وقوة السمية (الإيكولوجية). فإذا كانت هذه المستويات متقاربة، قد تبين وجود سبب وجيه لإجراء دراسة متأنية. ومن ناحية أخرى فإنه يتعين نظراً للشكوك الكثيرة المحيطة بهذه المقارنات، إجراء دراسة متأنية للمواد التي تختلف فيها المستويات في البيئة عن مستويات التأثيرات في حيوانات التجارب. ويتعين لتوفير هذه المعلومات دراسة بعض العوامل مثل موثوقية بيانات الرصد.

دواعي أخرى للقلق

تشكل عمليات الرصد في الأنواع المعرضة للانقراض، وفي السكان المعرضين وفي الجسم البشري (الدم واللبن والأنسجة الدهنية) والتعرض في مرحلة النمو دواعي أخرى للقلق.

قوة الدليل (٢)

ينبغي النظر إلى أسلوب قوة الدليل من خلال تجميع كافة المعلومات المتاحة معاً.

التذييل ١

بيانات التراكم الأحيائي في الملوثات العضوية الثابتة والملوثات العضوية الثابتة المرشحة

الآلية	التخطيط المنحني ^٥	العمر النصف البيولوجي (د)	معامل التراكم الأحيائي (معامل تراكم الرواسب/النباتات الحيوانات)	الأنواع المائية			الاسم الكيميائي			
				معامل التركيز الأحيائي ^١						
				معامل التراكم الأحيائي	أخرى	طريقة METI ^١				
	٨,٠٨				^(٢) ١١٧٠٠	٥ ٥٠٠ -	٢٠ ٠٠٠	١ ٥٥٠ -	ألدرين	
	٨,٩٠	^(٤) ٣٩٢	١٠٠ -		^(٢) ٩ ٧٧٠	٨ ٩١٠ -	١٤ ٥٠٠	٤ ٨٦٠ -	دلدرين	
	٨,١٣	^(٤) ٤	٢ -		^(٢) ٧ ٤١٠	٥ ٨٩٠ -	١٢ ٦٠٠	٢ ٣٦٠ -	إندرين	
	٨,٩٢	^(٤) ١٤٠	<١ -		^(٢) ٢٠ ٩٠٠	١٩ ٥٠٠ -	٢٧ ٩٠٠	١٣ ٠٠٠ -	كلوردين	
	٩,٨٢	^(٤) ٤٢٨	٠,٢ -	^(٢) ٤ ١٧٠ ٠٠٠	٤ ٦٨٠ -	^(٢) ٩١ ٢٠٠	٢ ٨٨٠ -	٢٥ ٩٠٠	٥ ١٠٠ -	دي.دي.تي
	٧,٣٨	^(٤) ١٠٩٥	١٢ -	^(٢) ٥٥٠ ٠٠٠	١ ٢٠٠ -	^(٢) ٢٤٥ ٠٠٠	٣ ٧٢٠ -	٣٠ ٠٠٠	٦ ٠٠٠ -	سداسي كلورو البترين
	٧,٦٤					^(٢) ١٠ ٠٠٠	٨ ٧١٠ -	١٧ ٣٠٠	٢ ٠٢٠ -	سباعي الكلور
		^(٤) ٣٦٤	١,٦ -	^(٢) ٥ ٧٥٠ ٠٠٠	٢٢٤ ٠٠٠ -	^(٢) ٤١ ٧٠٠	٢٠ ٤٠٠ -			ميركس
		^(٤) ١٩,٣	١ -							توكسافين
		^(٤) ١٠٢٠	٠,٣ -	^(٢) ٣٢ ٤٠٠ ٠٠٠	١١ ٠٠٠ -	^(٢) ٩٣٣ ٠٠٠	٢ ٦٩٠ -	٢١ ٩٠٠	٦٠٠ -	ثنائي الفينيل متعدد الكلور
		^(٤) ٤ ١٢٥	<٧ -			^(٢) ٣٨ ٩٠٠	٣٦ ٣٠٠ -			ثنائي بترادايوكسين
		^(٤) ١ ١٦٨	٠,٠٠١ -			^(٢) ٦٠٣٠	٢ ٥٧٠ -			ثنائي بترادايوكسين متعدد الكلور
				معامل تراكم الرواسب/النباتات والحيوانات=١١-٣٤ ^(٢)	^(٢) ١,٨	^(٢) ١١ ٧٠٠				الإثير خماسي بروم الديقينيل
مرتبطة ببروتين الدم		^{(٤)٣} ١ ٤٢٨	١٣,٦ -			^(٢) ٣ ١٠٠	٢٤٠ -	١ ٥٠٠	٢٠٠ -	السلفونات المشبعة بالفلورو أوكسين

الاسم الكيميائي	الأنواع المائية			معامل التراكم الأحيائي (معامل تراكم الرواسب/النباتات الحيوانات)	العمر النصف البيولوجي	التخطيط المنحني	الآلية
	معامل التركيز الأحيائي ^(١)						
	طريقة METI ^(١)	أخرى	معامل التراكم الأحيائي				
سداسي البروم ثنائي الفينيل	٤ ٧٠٠ -	١٦ ٠٠٠	٤ ٧٠٠ -	١٨ ١٠٠ ^(٣)	٢٢ -	٣٥ ٤٠٥ ^{(٤)(٣)}	
كلوروديكون	٦,٢ -		٦٠٢٠٠ ^(٣)		٨,٥ -	١٦٥ ^(٤)	
ليندين	٣٢٧ -	٨٩٣	٣ -	٢٠ ٠٠٠ ^(٣)	٠,٧١ -	٢ ^{(٤)(٣)}	٧,٨٥
سداسي كلور حلقي الهكسان ألفا	٦٠ -		١٣ ٠٠٠ ^(٣)		١,٦ -	٦,٩ ^(٤)	٧,٦١
سداسي كلور حلقي الهكسان بيتا	٢٥٠ -		١٥٠٠ ^(٣)		٢,٥ -	١٥٤ ^(٤)	٨,٨٨
الإثير ثنائي البروم ثنائي الفينيل	<١٠ -		٣٦ ^(٣)	معامل تراكم الرواسب/النباتات والحيوانات = 1 (hepta) 3-(hexa) معامل تراكم الرواسب/النباتات والحيوانات = 1.1 ± 9.1 (hexa)	١٠٠ ^(٣)		امتصاص غذائي لجزئيات كثيرة
البارافينات الكلورة قصيرة السلسلة	٢ ٥٠٠ -	١١ ٠٠٠	<١ -	١٣٨ ٠٠٠ ^(٣)	١٦ ٤٤٠ -	٢٥ ٦٥٠ ^(٣)	معامل تراكم الرواسب/النباتات والحيوانات = ٦,٨-١,٩ ^(٣)
خماسي كلور البترين	٥٧٧ -		٢٣ ٣٠٠ ^(٣)	١٢٥ -	١١٧ ٠٠٠ ^{(٣)(٢)}		٥٣ ^(٣)

المراجع: (١) منير معلومات المخاطر الكيميائية (CHRIP، اليابان). (٢) Arnot وآخرون معلومات تكاملية عن "استعراض بشأن تقييم معامل التركيز الأحيائي ومعامل التراكم الأحيائي في المواد الكيميائية العضوية". (٣) تقييم للمرفق دال وملاح المخاطر للملوثات العضوية الثابتة المرشحة. (٤) بنك بيانات المواد الخطرة (HSDB، الولايات المتحدة). (٥) Shoeb.M وآخرون (٢٠٠٢) المواد الكيميائية السامة ٢١، ٥، ٩٨٤-٩٩٠.

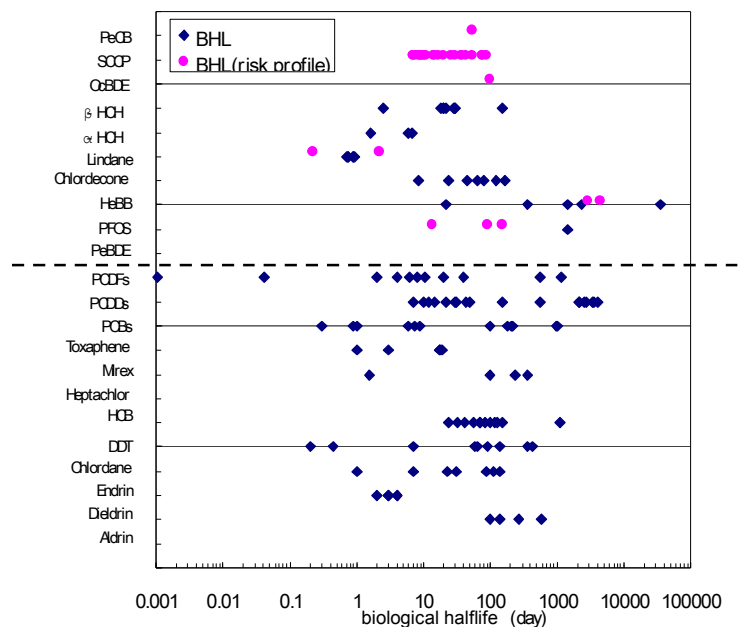


Figure 2. The biological half-life data of existing POPs and POPs candidates

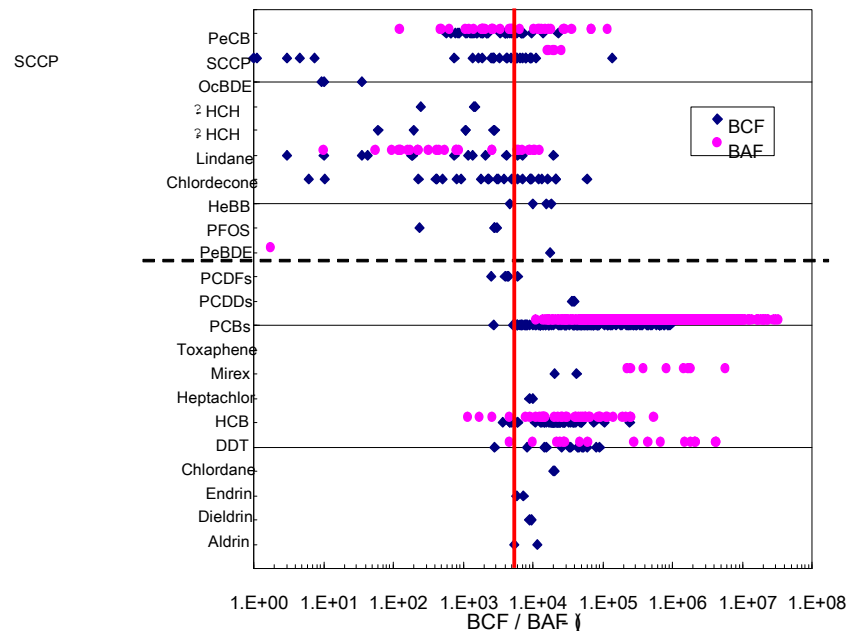


Figure 1. The interrelation between BCF and BAF data of existing POPs and POPs candidates

ثنائي بتزو باراديوكسين	PCDDs
ثنائي الفينيل متعدد الكلور	PCBs
توكسافين	Toxaphene
ميركس	Mirex
سباعي الكلور	Heptachlor
سداسي كلور البترين	HCB
الدي. دي. تي	DDT
كلوردين	Chlordane
إندرين	Endrin
ديلدرين	Dieldrin
الدرين	Aldrin

خماسي كلور البترين	PeCB
البارافينات المكورة قصيرة السلسلة	SCCP
الأثير ثنائي البروم ثنائي الفينيل	OcBDE
سداسي كلور حلقي الهكسان - بيتا	B-HCH
سداسي كلور حلقي الهكسان - ألفا	a-HCH
الليندين	Lindane
كلورديكون	Chlordecone
سداسي البروم ثنائي الفينيل	HeBB
السلفونات المشبعة بالفلورو أوكتين	PFOS
أثير خماسي البروم ثنائي الفينيل	PeBDE
ثنائي بتزو فيوران متعدد الكلور	PCDFs

دليل التراكم الأحيائي في الاجتماعات السابقة للجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة (معامل التراكم الأحيائي < ٥٠٠٠)

إثير ثنائي البروم ثنائي الفينيل	سداسي كلور حلقي الهكسان بيتا	سداسي كلور حلقي الهكسان ألفا	الليندين	السلفونات المشبعة بالفلورو أوكتين	'١' دليل على أن معامل التركيز الأحيائي أو التراكم الأحيائي في الأنواع المائية للمادة الكيميائية أعلى من ٥٠٠٠ أو في عدم توافر هذه البيانات يزيد تخطيط المنحنى عن ٥؛
تحددت قيمة تخطيط المنحنى للمنتج التجاري بنحو ٦,٢٩ (المرجع ٣) وتشير النتائج التجريبية التي وردت في تقرير تقييم المخاطر للاتحاد الأوروبي إلى أن الإثير ثنائي وسباعي البروم ثنائي الفينيل لها معاملات تركيز أحيائي منخفضة (أقل من ١٠-٣٦): وقد تأكدت هذه النتائج بالبيانات التي قدمت وقامت بالاستعراض النظير لها الحكومة اليابانية. ومع ذلك تبين أن أنواع إثير البروم ثنائي الفينيل الأخرى الموجودة في إثير ثنائي البروم ثنائي الفينيل التجاري تنطوي على معامل تركيز أحيائي أعلى مثل ١١ ٧٠٠-١١ ٧٠٠ لـ ١٧ ٧٠٠ لإثير خماسي البروم ثنائي الفينيل (المرجع ٣) و ١٠٠٠-٦٠٠ ٥ لإثير ثنائي البروم ثنائي الفينيل (المرجع ٣)؛	يبلغ تخطيط المنحنى المذكور في الاقتراح ٣,٧. وقد تحدد معامل التركيز الأحيائي في الأسماك بمقدار ٤٦٠ ١. وكانت معاملات التركيز الأحيائي المبلغة الأخرى في حدود ٢٥٠-١ ٥٠٠ على أساس الوزن الجاف للجسم الكامل (المرجع ٥)؛	'١' تخطيط المنحنى المبلغ في الاقتراح هو ٣,٨ (المرجع ١). ويمكن أن تبلغ قيمة معاملات التركيز الأحيائي في اللافقريات ٦٠ إلى ٢ ٧٥٠ (الجسم الكامل على أساس الوزن الجاف) (المرجع ٤). وكانت معاملات التركيز الأحيائي للأسماك في حدود ٣١٣-٢ ٤٠٠ (على أساس الوزن المبلل) (المرجعان ٨ و ٩).	أشارت البيانات المتوفرة في معايير الصحة البيئية ١٢٤ (المرجع ٥) أن معاملات التركيز الأحيائي تتراوح بين ١٣ و ١٢٤٠ وكانت قيم معامل التركيز الأحيائي التي تم الحصول عليها وأجرت اليابان استعراضاً نظيراً عليها تتراوح بين ٣٢٧ و ٨٩٣ وفقاً للتخطيط التوجيهية المعنية بالاختبار لدى منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. وتوفر المراجع الأخرى معاملات تركيز أحيائي مقاسة في القواقع وأنواعها والأنواع السمكية تتراوح بين ٤٣ و ٢٤٠٠، بحسب محتوى الدهون في الكائن. وفيما يتعلق بمعامل التراكم الأحيائي، فإن المعلومات الوحيدة التي قدمت كانت قيمة تبلغ ١٢ ٥٠٠ في اقتراح المكسيك الذي قد يستند إلى الخواص الفيزيائية كيميائية والبيانات البيئية عن الليندين. وتبلغ قيمة التخطيط المنحنى في اقتراح المكسيك ٣,٥؛	قيم معامل التركيز الأحيائي في السلفونات المشبعة بالفلورو أوكتين أقل من معايير الفرز (في حدود ٢٤٠ - ١ ٣٠٠ في ظروف الحالة الثابتة وحتى ٧٩٦ باستخدام تقديرات تقريبية) (المرجع ١). وهذه السلفونات عبارة عن مادة نشطة سطحية ومن ثم فإن قياسات مكافئ تفریق الماء لا تنطبق (المرجع ٢). وقيم معامل التركيز الأحيائي ليست عنصر تنبؤ جيد بالتراكم الأحيائي لهذه المادة لأن المتحصلات الغذائية أثبتت أنها مسار ذي صلة للكائنات المائية (المرجع ٣) ولا يتعلق التراكم الأحيائي بالطابع العطري كما أن التراكم لا يحدث عموماً في الأنسجة الدهنية؛	

إثر ثنائي البروم ثنائي الفينيل	سداسي كلور حلقي الهكسان بيتا	سداسي كلور حلقي الهكسان ألفا	الليندين	السلفونات المشبعة بالفلورو أوكسين	
<p>توفر البيانات الميدانية دليلاً على إمكانية التراكم الأحيائي لأثير ثنائي البروم ثنائي الفينيل. وقد أبلغ عن تركيزات تتراوح بين ٢٢٠ - ٢٧٠ نانوغرام/غرام في وزن الدهون في بيض الطيور الرحالة في شمالي السويد وجرينلاند (المرجعان ٤ و ٥). ويبين هذا الدليل أنه على الرغم مما لدى المفترسات العليا من وزن جزئي كبير، وجد الجزئي فيها على مستويات مماثلة لتلك الموجودة في أثير رابع وخماسي البروم ثنائي الفينيل. وعلاوة على ذلك، فإن العمر النصفى التقديري في البشر يبلغ ١٠٠ يوم (المرجع ٦) مما يشير إلى إمكانية التراكم الأحيائي في نباتات التربة. وقد حسب معامل تراكم أثير ثنائي البروم ثنائي الفينيل في ١٩٧ في كائنات التربة على أنه ٢ (المرجع ٢).</p>	<p>أظهرت الدراسات الميدانية في شبكات الأغذية البحرية في القطب الشمالي أن سداسي كلور حلقي الهكسان بيتا يمكن أن تتراكم أحياناً في المستويات الغذائية العليا (المرجع ١). وتبدو هذه المادة ثابتة في الأنواع الخاضعة للفحص (المراجع ١ و ٦ و ٧). وكانت معاملات التضخيم الأحيائي في سداسي كلور حلقي الهكسان بيتا في معظمها في النطاق ١-١٨ (مع قيمة قصوى تبلغ ٢٨٠). ويمكن لسداسي كلور حلقي الهكسان بيتا أن تتراكم وخاصة في الطيور والثدييات البحرية حتى مستوى أعلى من أي أيسومرات أخرى (المراجع ١ و ٦ و ٨). كذلك فإن هذه المادة يمكن أن تتضخم أحياناً في الثدييات في سلسلة أغذية القطب الشمالي البرية. وتتراوح معاملات التضخيم الأحيائي النموذج في الذئاب بحسب السن بين ٩ و ١٠٩ (المرجع ٩)؛ وقد رصدت سداسي كلور حلقي الهكسان بيتا في الأنسجة الدهنية (المرجع ١٠) وفي لبن الأم في البشر (المراجع ١١ و ١٢ و ١٣). كما رصدت في أنسجة المشيمة مما يعرض الذرية لفترات نمو حرجة (المرجع ١٤)؛ وعلاوة على ذلك تؤكد المعلومات المتوافرة أن إمكانات التراكم الأحيائي لسداسي كلور حلقي الهكسان بيتا أعلى من تلك التي لدى الليندين (المرجع ١).</p>	<p>تتراوح معاملات التضخيم الأحيائي لسداسي كلور حلقي الهكسان ألفا في مختلف المستويات الغذائية (العوالق الحيوانية واللافقريات والأسماك والثدييات) بين ١-١٦. (المرجعان ١٠ و ١١). ووفقاً للدراسات الميدانية في شبكات الأغذية البحرية في القطب الشمالي، تبين أن هذه المادة تتراكم أحياناً باختيار مجسم في الأنواع البحرية ولديها القدرة على التضخيم الأحيائي بدرجة أكبر من سداسي كلور حلقي الهكسان غاما التي أبلغ عن قيم لها تصل إلى ٢٢٠ ٤ (المرجع ١٢): وقد رصدت سداسي كلور حلقي الهكسان ألفا في الدم والأنسجة الدهنية للبشر (المرجع ١٣). كما رصدت في لبن الأم والمشيمة مما يعرض الذرية لفترات نمو حرجة (المراجع ١٤ و ١٥ و ١٦). وتشير المعلومات المتوافرة إلى أن التراكم الأحيائي لهذه المادة في السلسلة الغذائية يزيد عما هو في الليندين (المرجع ١٢).</p>	<p>١' لوحظ التراكم الأحيائي لليندين في معظم المجموعات التصنيفية من النباتات والطحالب إلى الفقريات. وينبغي دراسة العواقب البيئية لاجتماع إمكانية التراكم الأحيائي مع ارتفاع السمية - مستويات التأثيرات الضارة غير الملاحظة أقل من ١ ميكروغرام/لتر (المرفقان ٥ و ٦) - مثل عندما ترجح المستويات الميدانية المقاسة في دود الأرض (٣، ٠ ملغم/كلغم في تربة تحتوي على ٨٠ ميكروغرام/كلغم مقابل بيانات السمية في الثدييات (المرجع ٥) باستخدام معدل متحصلات واقعي يبلغ ٠,٦٣ (المرجع ٧)، تشير المقارنة إلى مجال يثير القلق بشأن السمية الإيكولوجية مما يتطلب مواصلة استكشافها.</p>	<p>٢' دليل على أن المادة الكيميائية تنطوي على أسباب أخرى للقلق مثل ارتفاع التراكم الأحيائي في الأنواع الأخرى وارتفاع السمية أو السمية الإيكولوجية. تبين دراسات السمية في الفقريات البرية والمائية انخفاضاً شديداً في معدلات التخلص (المرجعان ١ و ٤) وعلاوة على ذلك، أظهرت السلفونات المشبعة بالفلورو أوكسين تأثيرات في النمو لدى الثدييات عند مستويات منخفضة (قيمة مستوى التأثير الضار غير الملاحظ تبلغ ٠,١ ملغم/كلغم من وزن الجسم يومياً في الفئران في دراسة شملت جيلين) (المرجع ١)</p>	

إثر ثنائي البروم ثنائي الفينيل	سداسي كلور حلقي الهكسان بيتا	سداسي كلور حلقي الهكسان ألفا	الليندين	السلفونات المشبعة بالفلورو أوكتين	
			<p>٢' أبلغ عن وجود الليندين في الطيور البحرية والأسماك والثدييات في القطب الشمالي. وتوجد تركيزات الليندين في الثدييات البحرية عند مستويات تقابل أو تزيد عن مستويات بعض الملوثات غير المائية مثل ثنائي الفينيل متعدد الكلور (PCBs) والـ دي.دي.بي (المرجع ١). وعلاوة على ذلك، أبلغ عن وجود الليندين في لبن الأم البشري بين الإنويت في القطب الشمالي وفي الثدييات البحرية (المرجع ٨).</p>	<p>تؤكد بيانات الرصد التراكم الأحيائي والتضخم الأحيائي للسلفونات المشبعة بالفلورو أوكتين في كل من الثدييات البرية والبحرية (المرجع ٤)؛</p>	<p>٣' بيانات الرصد في نباتات وحيوانات المنطقة تشير إلى أن إمكانية التراكم الأحيائي في المادة الكيميائية تكفي لتبرير دراستها في نطاق هذه الاتفاقية؛</p>

التذييل ٢-٢

دليل التراكم الأحيائي للملوثات العضوية الثابتة المرشحة تحت '٢' و'٣'

كلور البيزين خاسي	البارافينات المكلورة قصيرة السلسلة	الأثير ثنائي البروم ثنائي الفينيل	سداسي كلور حلقي الهكسان بيتا	سداسي كلور حلقي الهكسان ألفا	الليندين	كلوروديكون	البارافينات المكلورة قصيرة السلسلة	السلفونات المشبعة بالفلورو أوكتين	إثير خاسي بروم ثنائي الفينيل		
		في التربة النباتات، حسب معامل التراكم في كائنات التربة بالنسبة لأثير ثنائي البروم ثنائي الفينيل ١٩٧ على أنه ٢.	معامل BMFs المنذج الذئب، بحسب أعمارهم التي تتراوح بين ٩ إلى ١٠٩.		لوحظ التراكم الاحيائي لليندين في معظم المجموعات التصنيفية من النباتات والطحالب إلى الفقريات.					التراكم الأحيائي في الأنواع الأخرى	
					ينبغي دراسة الانعكاسات البيئية لتجميع إمكانيات التراكم الأحيائي مع ارتفاع السمية (مستوى التأثيرات ٠,٣ مغ/كغ/يوم) والسمية (مستوى التأثيرات عند الملاحظة أقل من ١ ميكروغرام) عندما ترجح المستويات الميدانية المقاسة في دود الأرض (٠,٣ مغ/كغ في التربة التي تحتوي على ٨٠ غرام/كغ) مقابل بيانات السمية في التدييات السمية باستخدام			تأثيرات النمو في التدييات عند مستويات منخفضة (٠,١ مغ/كغ/يوم في الفئران في دراسة على جيلين)		السمية العالية	السمية

كلور خماسي البرزين	البارافينات المكلورة قصيرة السلسلة	الأثير ثنائي البروم ثنائي الفينيل	سداسي كلور حلقي الهكسان بينا	سداسي كلور حلقي الهكسان ألفا	الليندين	كلوروديكون	البارافينات المكلورة قصيرة السلسلة	السلفونات المشبعة بالفلورو أوكتين	إثير خماسي بروم ثنائي الفينيل		
					متحصلات غذائية معقولة تبلغ ٠,٦٣، تبين المقارنة مجالاً للقلق إزاء السمية الإيكولوجية التي ينبغي مواصلة استكشافها.						
										السمية العالية	
بيانات المواد السامة في الطيور المحلية تبين التراكم أثناء التعرض للأغذية وعمر نصفي للأنسجة الدهنية يبلغ ٥٣ يوماً. (*)							بيانات المواد السامة في الثدييات وبيانات الرصد في النباتات والحيوانات تؤكد إمكانات التراكم. (*)	معدلات تخلص شديدة الانخفاض في دراسات المواد السامة في الفقريات المائية والبرية (*)		مواد سمية	
		العمر النصفي التقديري في البشر يبلغ ١٠٠ يوم.								البشر	نصف العمر البيولوجي
بيانات المواد السامة في الطيور المحلية تبين التراكم أثناء التعرض للأغذية، والعمر النصفي للأنسجة الدهنية يبلغ ٥٣ يوماً. (*)						العمر النصفي لإفرازات الثدييات البالغة عدة أشهر		معدلات تخلص شديدة الانخفاض (دراسات السمية في الفقريات المائية والبرية) (*)		الحيوان	

كلور خماسي البرزين	البارافينات المكلورة قصيرة السلسلة	الأثير ثنائي البروم ثنائي الفينيل	سداسي كلور حلقي الهكسان بيتا	سداسي كلور حلقي الهكسان ألفا	الليندين	كلوروديكون	البارافينات المكلورة قصيرة السلسلة	السلفونات المشبعة بالفلورو أوكتين	إثير خماسي بروم ثنائي الفينيل	بيانات الرصد في النباتات والحيوانات	معامل التضخم الأحيائي أو التحويل الغذائي
			كانت معاملات التضخم الأحيائي في شبكات الأغذية البحرية في غالبيتها في حدود ١-١٨.	معاملات التضخم الأحيائي في سداسي كلور حلقي الهكسان ألفا لمختلف المستويات الغذائية (العوالق الغذائية واللافقرات والأسماك والثدييات) في حدود ١-١٦. وقد تبين في شبكات الأغذية في القطب الشمالي أن هذه المادة تتراكم حيويًا بطريقة مجسمة في الأنواع البحرية ولديها القدرة على التضخم الأحيائي بدرجة أكبر من سداسي كلور الهكسان غاما التي أبلغ عن قيمة لها تبلغ ٢٢٠.٤.				تؤكد بيانات الرصد التراكم الأحيائي والتضخم الأحيائي للسلفونات المشبعة بالفلورو أوكتين سواء في الثدييات البرية أو البحرية. (*)	بيانات من مختلف أنحاء العالم تبين تزايد مستويات متجانسات إثير خماسي البروم ثنائي الفينيل مع ارتفاع الوضع الغذائي. وتذكر المطبوعات الصادرة حديثاً التحويل في السلاسل الغذائية في القطب الشمالي.		
	أبلغ أيضاً عن مستويات القصيرة من البارافين المكلور	على الرغم من حجم جزئياتها الكبيرة، وجد جزئيات في المقترسات العليا عند	أظهرت الدراسات الميدانية في شبكات الأغذية البحرية في القطب الشمالي أن		أبلغ عنها في الطيور البحرية والأسماك والثدييات في القطب الشمالي. (*)	رصد مستويات مرتفعة من المادة الكيميائية في الأسماك والطيور.	بيانات الرصد تؤكد التراكم الأحيائي والتضخم الأحيائي للسلفونات المشبعة	عمليات الرصد في المستويات الغذائية الأعلى			

كلور خماسي البرين	البارافينات المكلورة قصيرة السلسلة	الأثير ثنائي البروم ثنائي الفينيل	سداسي كلور حلقي الهكسان بيتا	سداسي كلور حلقي الهكسان ألفا	الليندين	كلوروديكون	البارافينات المكلورة قصيرة السلسلة	السلفونات المشبعة بالفلورو أوكتين	إثير خماسي بروم ثنائي الفينيل		
	في الثدييات البحرية من مختلف مناطق القطب الشمالي فضلاً عن كندا وغرينلاندا،(*)	مستويات تماثل إثير رباعي وخماسي البروم ثنائي الفينيل. (*) وقد أبلغ عن وجود تركيزات تبلغ ٢٧٠-٢٢٠ نانوغرام/غرام من وزن الدهن في بيض الطيور الرحالة في شمالي السويد وغرينلاندا. (*)	يأمكن سداسي كلور حلقي الهكسان بيتا أن تتراكم في المستويات الغذائية المرتفعة. كذلك فإن بوسع هذه المادة أن تحدث التضخم الأحيائي في الثدييات. (*)					بالفلورو أوكتين في كل من الثدييات البرية والبحرية. (*)			
	كما يتوافر دليل على تراكم البارافين المكلور قصيرة السلسلة في الأنواع السمكية من بحيرة أونتاريو وكندا.	توفر البيانات الميدانية دليلاً على إمكانيات التراكم الأحيائي لأثير سباعي البروم ثنائي الفينيل.	يبدو أن سداسي كلور الهكسان بيتا ثابت في الأنواع التي خضعت للفحص.				بيانات السمية في الثدييات وبيانات الرصد في النباتات والحيوانات تؤكد إمكانيات التراكم الأحيائي. (*)		عمليات رصد في الأنواع الأخرى		
يوجد أيضاً قدر كبير من بيانات الرصد في الثدييات والطيور والأسماك وترسيبات وطحالب البحيرات في المناطق النائية. (*)	أبلغ أيضاً عن مستويات من البارافينات المكلورة قصيرة السلسلة في الثدييات البحرية في مختلف مناطق القطب الشمالي فضلاً عن كندا وغرينلاندا. (*)	على الرغم من حجم جزيئاتها الكبيرة، وجد جزيئي في المقترسات العليا عند مستويات تماثل إثير رباعي وخماسي البروم ثنائي الفينيل. وقد أبلغ عن وجود تركيزات تبلغ ٢٧٠-٢٢٠ نانوغرام/غرام من وزن الدهن في بيض الطيور	أظهرت الدراسات الميدانية في شبكات الأغذية البحرية في القطب الشمالي أن سداسي الكلور الحلقي الهكسان - بيتا يمكن أن يتراكم أحياناً في المستويات الغذائية العليا (*) لذلك فإن هذه المادة يمكن أن تتضخم أحياناً في الثدييات		أبلغت في الطيور البحرية والأسماك والثدييات في القطب الشمالي. (*)			تؤكد المطبوعات الحالية تحويل سلسلة الأغذية في القطب الشمالي. (*)	الرصد في المناطق النائية أو القطب الشمالي		

كلور خماسي البترين	البارافينات الكلورة قصيرة السلسلة	الأثير ثنائي البروم ثنائي الفينيل	سداسي كلور حلقي الهكسان بيتا	سداسي كلور حلقي الهكسان ألفا	اللبندين	كلوروديكون	البارافينات الكلورة قصيرة السلسلة	السلفونات المشبعة بالفلورو أوكتين	إثير خماسي بروم ثنائي الفينيل		
		الرحالة في شمالي السويد وغرينلاند الإينويت(*)	في السلسلة الغذائية البرية في القطب الشمالي. (*)								
	رصدت البارافينات الكلورة قصيرة السلسلة في لبن الأم.		رصدت في الأنسجة الدهنية وفي لبن الأم في البشر. رصدت في لبن الأم وأنسجة المشيمة مما يعرض الذرية لفترات حرجة من النمو.	رصدت في دم الإنسان وأنسجته الدهنية. رصدت في لبن الأم وأنسجة المشيمة مما يعرض الذرية لفترات حرجة من النمو.	أبلغ عن وجوده في لبن الأم في البشر فيما بين الإينويت في القطب الشمالي وفي الثدييات البحرية.				عمليات الرصد في لبن الأم		
			في الطيور والثدييات البحرية على وجه الخصوص. ويمكن أن تتراكم هذه المادة في مستويات أعلى من الأيسومات الأخرى.	توجد تركيزات للبندين في الثدييات البحرية بمستويات معادلة أو ربما أعلى من بعض الملوثات الأكثر ابتعاداً عن الماء مثل ثنائي الفينيل متعدد الكلور والـ دي.دي.تي.						مستوى رصد مقارن للملوثات العضوية الثابتة الأخرى	
رصد خماسي كلور البترين في الهواء في المناطق النائية بما في ذلك هواء القطب الشمالي بتركيزات تتراوح بين ٠,١٧ و٠,١٣٨ نانوغرام/م ^٣ .		على الرغم من جزيئتها الكبيرة وجد الجزئي في المفترسات بمستويات مماثلة لتلك الموجودة في إثير رباعي وخماسي البروم ثنائي الفينيل. (*)	تؤكد المعلومات المتوفرة إلى أن إمكانات التراكم الأحيائي لسداسي البروم ثنائي الفينيل بيتا أعلى من اللبندين.	تشير المعلومات المتوفرة إلى أن التراكم الأحيائي في السلسلة الغذائية لسداسي البروم ثنائي الفينيل ألفا أعلى من اللبندين.		التراكم الأحيائي نتيجة للطابع العطري للمادة الكيميائية التي يبلغ فيها تخطيط المنحنى ٤,٥٠ - ٦,٠٠.	معلومات إضافية من حادثة ميتشيجان.			مواد أخرى	

التذييل ٣

أهمية العمر النصفى البيولوجي في تقييم التراكم الأحيائي

١ - بيانات العمر النصفى البيولوجي

يُعرّف العمر النصفى البيولوجي بأنه الوقت اللازم لكي تصبح المادة الكيميائية في نصف كميتها الأصلية من جراء التمثيل الأيضي في الجسم والإفرازات الخارجة منه.

وتكون الأيضيات الناشئة عادة، مع بعض الاستثناءات النادرة، أكثر ميلاً للماء مما يجعلها تفرز بأسرع مما يحدث في موادها الأصلية. ولذا فإن العمر النصفى يمثل معياراً هاماً في الحد من إمكانات التراكم الأحيائي.

٢ - أهمية بيانات العمر النصفى البيولوجي

مثال ١: توجيه بشأن تحديد المواد التي تثير قلقاً بالغاً

أصدرت الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية (٢٠٠٧) توجيهاً بشأن تحديد المواد التي تثير قلقاً بالغاً. وفيما يتعلق بمعيار التراكم الأحيائي، يستخدم معامل التركيز الأحيائي في الكائنات المائية كمؤثر على إمكانات التراكم الأحيائي للمادة. وتتضمن البيانات التي يمكن أن تبين أيضاً أن تؤكد إمكانية التراكم الأحيائي فيما يتعلق بالقلق المعادل بيانات العمر النصفى: "بيانات المتحصلات والتمثيل الأيضي المستمدة من الدراسات المخبرية بشأن الأنواع الأخرى بما في ذلك الأنواع الشديدة".

مثال ٢: تقييم إمكانات التراكم الأحيائي باستخدام التخطيط المنحني

يفترض وجود ترابطات، بالنسبة للمواد السريعة الذوبان في الدهون، بين قيم التخطيط المنحني ومعامل التركيز الأحيائي. غير أن من المهم أن هناك اختلافات فيما بين قيم معامل التركيز الأحيائي المقاسة والمحسوبة، وهي الاختلافات التي تصبح أكثر وضوحاً مع زيادة التخطيط المنحني (الأمم المتحدة (٢٠٠٥)).

وتُعزى أسباب هذه الاختلافات إلى انخفاض حركات النفاذ للأغشية وانخفاض القدرة على امتصاص الدهون النباتية في الجزيعات الكبيرة، النتائج البشرية التجريبية مثل عدم التوصل إلى التوازن وأخطاء التحليل.

ويعتبر التمثيل الأيضي أيضاً أحد هذه الأسباب. فالأسماك تستطيع أن تحقق التمثيل الأيضي في الكثير من مختلف فئات الأيضيات، وتم تحديد بعض الإنزيمات التي تحافظ على هذه التفاعلات وتحديد سماتها. وللأبيض الذي هو نتاج تفاعل التحول الأحيائي خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة عن موادها الأصلية. ويمكن خفض إمكانات التراكم الأحيائي بتغيير المادة إلى مشتق أكثر ميلاً للماء.

مثال ٣: تقييم إمكانات التضخم الأحيائي

يرجى الرجوع إلى [استخدام بيانات الرصد في تقييم التراكم الأحيائي].

٣ - عوامل تؤثر في بيانات العمر النصفى البيولوجي

يمكن، في اختبارات التركيز الأحيائي في الأسماك، حساب العمر النصفى على أساس التغيير في التركيز الكيميائي أو التغيير في المحتوى الكيميائي (حمولة الجسم) على أساس وقت الوحدة. ويرجع الفرق بين وحدتي الحساب إلى الزيادة في وزن الجسم أو "انخفاض النمو" أثناء الدراسة. وقد يصبح النمو عاملاً هاماً في الدراسات المتعلقة بالمواد الكيميائية الثابتة حيث يجرى رصد المستويات على امتداد فترة طويلة (Niimi, A.J. (1987)).

وعلاوة على ذلك فإن هناك بعض العوامل مثل الاختلافات داخل الأنواع، والفترة الزمنية بين توقف التعرض الكيميائي وأخذ العينة الأولى واستخدام المركبات الموسمة بالإشعاع واستخدام الحركيات الأولى والمتعددة الترتيب، يمكن أن تؤثر في تقديرات العمر النصفى.

وتشتق بيانات العمر النصفى في الدراسة الخاصة بالحركيات السمية من تركيزات البلازما. كما يمكن قياس البول والصفراء أو البراز. ويتم عادة التخلص من المواد الكيميائية التي تميل للمياه في البراز، وعلى ذلك فإن العمر النصفى قد يبدو قصيراً ويمكن أن يظل الجزء الذي يمتصه الجسم في الأنسجة الدهنية لفترة طويلة في العمر النصفى الأكثر طولاً.

المراجع

European Chemicals Agency (2007) Guidance for the preparation of an Annex XV dossier on the identification of substances of very high concern.

Niimi, A.J. (1987) Biological half-lives of chemicals in fishes, Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, 99, 1-46.

United Nations (2005) Globally harmonized system of classification and labelling of chemicals (ghs), Annex 9 Guidance on hazards to the aquatic environment.

التذييل الرابع

استخدام بيانات الرصد في تقييم التراكم الأحيائي

١ - استخدام بيانات الرصد

ينبغي التزام جانب الحرص لدى استخدام بيانات الرصد في تقييم إمكانات التراكم الأحيائي. وأصدرت الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية (٢٠٠٧) توجيهاً بشأن استخدام بيانات الرصد من الدراسات الميدانية.

"توفر البيانات المقاسة في نباتات وحيوانات المنطقة مؤشراً واضحاً على أن المادة قد امتصها أحد الكائنات. غير أن الرصد التحليلي للمواد في الكائنات لا يشكل في حد ذاته دائماً مؤشراً على حدوث تركيز أحيائي أو تراكم أحيائي كبير أو أن ذلك يحدث مما قد يؤدي إلى تأثيرات في النباتات والحيوانات.

وقد يكون تفسير هذه البيانات من حيث عاملي التراكم الأحيائي أو التضخيم الأحيائي الفعليين صعباً بدرجة كبيرة عندما لا تعرف مصادر ومستويات التعرض (مثل من خلال الماء والأغذية) أو لا يمكن تقديرهما بصورة مقبولة.

٢ - اعتبارات في استخدام بيانات الرصد في تقييم التراكم الأحيائي

(أ) معامل التضخيم الأحيائي بحسب تحويل الشبكة الغذائية

على الرغم من أن هناك تعاريف مختلفة للتضخيم الأحيائي، فقد وصف هذا التضخيم في الدورة الأولى للجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة (٢٠٠٥) بأنه:

"التضخيم الأحيائي عملية يعبر بها عادة عن التركيزات الكيميائية على أساس طبيعي دهني. وينشأ التضخيم الأحيائي عن تحويل المستوى الغذائي لمادة كيميائية من خلال النظام الغذائي من المستوى الغذائي الأدنى إلى المستوى الغذائي الأعلى.

ونظراً للتباين الكبير في النهج المستخدمة في حساب معامل التضخيم الأحيائي، ينبغي استخدام إمكانات التضخيم الأحيائي بدلاً من معامل التضخيم الأحيائي في تقييم معيار التراكم الأحيائي. وفي حالة تحديد إمكانات التضخيم الأحيائي، ينظر إليها على أنها مثار قلق محدد في تقييم المعيار ١ (ج).

وينبغي استخدام التركيز المعتمد على الدهون في عقد مقارنات بين معاملات التركيز بين المستويات الغذائية بواسطة معامل التضخيم الأحيائي. وتميل قيم معامل التضخيم الأحيائي المعتمدة على وزن الجسم الكامل إلى أن تكون أقل من تلك المعتمدة على الدهون.

معامل التضخيم الأحيائي = تركيز المادة الكيميائية المعتمد على الدهون في الكائن، وتركيز المادة المعتمدة على الدهون في الأغذية

وذكر Schwarzenbach, R.P (٢٠٠٣) بعض الأمثلة على تركيزات الكلورين العضوي في الكائنات التي تشكل سلسلة غذائية بسيطة أو شبكات غذائية. وعندما يزيد معامل التضخيم الأحيائي عن ١ يعتبر التحويل إلى المستوى الأعلى للمفترسات قد حدث. غير أن معدلات التمثيل الأيضي والتطهير

في الكائنات الدقيقة مثل العوالق معدلات سريعة ومن ثم فإنه يتعذر تحديد الخلل القائم بين المستويات الغذائية.

ويميل معامل التضخيم الأحيائي إلى الزيادة مع تزايد قدرة المادة الكيميائية على التحلل في الدهون. ويعزى ذلك عموماً إلى انخفاض عملية التخلص. فبالنسبة للمواد الكيميائية التي تنطوي على انخفاض نسبي للقدرة على التحلل في الدهون مثل سداسي البروم ثنائي الفينيل (التخطيط المنحني = ٣,٨)، تكون عملية التخلص أسرع ومن ثم تنخفض إمكانيات التضخيم الأحيائي.

ويمكن أن ينخفض معامل التضخيم الأحيائي عن ١ في المستوى المرتفع للمفترسات القادرة على التمثيل الأيضي للمواد الكيميائية. فعلى سبيل المثال فإن الطيور تستطيع أن تحدث التحول الأحيائي لسداسي البروم ثنائي الفينيل بوتيرة أسرع مما يحدث في فريستها وعلى ذلك يبلغ معامل التضخم الأحيائي لسداسي البروم ثنائي الفينيل في الطيور البحرية ٠,٣.

(ب) الاتجاه الزمني لبيانات الرصد

يمكن أن توفر بيانات الاتجاه الزمني أيضاً معلومات شديدة الفائدة من حيث ما إذا كانت مستويات المادة تتراكم بمرور الوقت في البيئة. وإن كان تفسير هذه البيانات، مرة أخرى قد لا يكون بسيطاً دائماً.

(ج) مقارنة مع التركيزات المقاسة للملوثات العضوية الثابتة الحالية

يمكن أن توفر المقارنة على التركيزات المقاسة للمواد عالية التراكم الأحيائي مثل الملوثات العضوية الثابتة الحالية معلومات إرشادية عن إمكانيات التراكم الأحيائي.

(د) عينة البيانات التي رصدت في المستويات العالية

على الرغم من أن المركبات العضوية تتراكم عموماً في الكبد أو الأنسجة الدهنية، فإن البيانات التي رصدت في أماكن أخرى من الجسم (مثل بروتين الدم) يمكن أن تساعد في تحديد سلوك التراكم المحدد للمادة الكيميائية، وتفسير آلية التراكم.

وفي حين أن معامل التركيز الأحيائي يشتق عادة من التجارب المتعلقة بالكائنات المائية، فإن البيانات التي ترصد في المستويات العالية في الكائنات الأخرى (مثل الكائنات البرية) يمكن أن تساعد في اكتشاف قابلية الكائنات للتعرض للتراكم الأحيائي وتفسير آلية التراكم.

٣ - تقييم نوعية بيانات الرصد

ثمة عامل هام ينبغي أخذه في الاعتبار فيما يتعلق ببيانات الرصد يتمثل في نوعية هذه البيانات. فإن من المتعذر تحليل الكثير من المواد التي تنطوي على خواص الملوثات العضوية الثابتة عند تركيزات منخفضة، وقد يؤدي استخدام البيانات من النوعية الرديئة إلى استخلاص استنتاجات خاطئة. وقد أصدر برنامج الرصد والتقييم في القطب الشمالي (AMAP, 2001) توصيات بشأن تقييم نوعية بيانات الرصد لاستخدامها في تحديد الاتجاهات المكانية والزمنية وغير ذلك من أنماط تفسير البيانات. وتقترح فئات البيانات الأربع التالية استناداً إلى اعتبارات ضمان الجودة:

(أ) دليل على اعتماد أو توثيق ضمان الجودة في جميع مراحل عملية جمع البيانات؛

- (ب) يمكن توثيق بعض أجزاء عملية ضمان الجودة (QA) ومراقبة النوعية (QC) (إلا أنها قد لا توصف بالشكل الكامل في التقارير المنشورة على سبيل المثال)؛
- (ج) عدم توافر أي بيانات عن إجراءات ضمان الجودة/مراقبة النوعية، إلى أن النتائج تتسق مع التقارير الأخرى المعنية بنفس أنماط العينة؛
- (د) لا يتوافر أي دليل على ضمان الجودة أو توافق البيانات مع التدفق المعتمد على البيانات. وأوصى البرنامج AMAP بعدم قبول سوى البيانات الواردة في الفئتين ألف وباء في الدراسات الخاصة بالاتجاهات المكانية والزمنية أو غير ذلك من تفسير أنماط البيانات الأساسية الأخرى. ويمكن استخدام بيانات الفئة جيم لبيان الاتجاهات المقارنة مع افتراض أنها تتسق داخلياً. وينبغي عدم استخدام بيانات الفئة دال في عملية التقييم.

٤ - عوامل في التغيرات في بيانات الرصد

هناك العديد من العوامل التي يمكن أن تؤثر في بيانات الرصد، وترتبط بعض هذه العوامل ارتباطاً وثيقاً ببعضها الآخر. ويشير Borga وآخرون (٢٠٠٤) إلى انعكاسات هذه العوامل على النحو الوارد بإيجاز فيما يلي:

الدهون

يتباين محتوى الدهون في الكائن مع حدوث بعض العوامل البيئية مثل الموسمية، والعوامل الفردية مثل السن والجنس وحجم الجسم والمرحلة الإنجابية. وعلى الرغم من أن تركيزات الدهون الطبيعية تستخدم في دراسات التراكم الأحيائي لمراعاة هذا التباين، فإن من الضروري مراعاة تأثير هذه العوامل. فالكائنات التي تعيش في المناطق التي تنخفض فيها درجات الحرارة مثل القطب الشمالي تميل إلى تجميع كمية كبيرة من الدهون في أجسامها لاختزان الحرارة كإستراتيجية للبقاء على قيد الحياة في المناخ البارد. ومعظم الملوثات العضوية الثابتة تنطوي على درجة عالية من الذوبان في الدهون والتفرقة إلى مرحلة الدهون ومن ثم يجري رصدها عند المستويات العليا في النباتات والحيوانات في القطب الشمالي.

الموسمية

تؤثر التغيرات الموسمية في القطب الشمالي التي تحدث في كثافة الإشعاع الشمسي في تراكم الملوثات العضوية الثابتة.

فتكوين الجليد أو ذوبانه أو التغير في محتوى المادة العضوية في المياه نتيجة للزيادة أو النقص الموسمي في الإنتاج الرئيسي عوامل تؤثر في التوافر الأحيائي للملوثات العضوية الثابتة في عمود المياه.

كذلك فإن زيادة الإنتاج الرئيسي يؤدي إلى وفرة الأغذية مما يسفر عن زيادة في حجم الجسم و/أو محتوى الكائنات من الدهون. وتؤدي زيادة الدهون إلى زيادة المخزون من المواد الكيميائية الميالة للمياه.

دورة الحياة

تقلل الزيادة في حجم جسم، بالنسبة لكائنات السطح، منطقة السطح النسبية ومن ثم تقلل من التخلص عن طريق سطح الجسم.

وبالنسبة للكائنات النامية، وخاصة الطيور والثدييات، ينخفض التركيز الظاهري للملوثات العضوية الثابتة مع زيادة حجم الجسم (انخفاض النمو).

وبالنسبة للكائنات الناضجة، تميل تركيزات الملوثات العضوية الثابتة إلى زيادة مع تقدم السن بالنظر إلى أن الكثير من هذه المواد متماسك والتخلص منها يتم ببطء شديد.

كما أن التغييرات في النظام الغذائي أو الموئل بحسب السن يمكن أن تغير من تراكم الملوثات العضوية الثابتة و/أو عملية التخلص منها.

وتتخلص الثدييات الأثوية في المرحلة الإنجابية من تراكم الملوثات العضوية الثابتة في أجسامهن عن طريق الأجنة واللبن.

الموئل

تتباين الموائل من حيث خصائصها مثل تكوين النظام المائي (مثل عمق عمود المياه والرواسب) وتفرق المواد الكيميائية بين الأجزاء المختلفة.

وتميل الملوثات العضوية الثابتة إلى الامتصاص حتى الجسيمات والتحول إلى رواسب ومن ثم يتبين أنها أعلى في كائنات أعماق البحار منها في كائنات السطح في نفس المستوى الغذائي. وتجميع أسماك أعماق البحار التي تعيش في موائل تتسم بزيادة التفاعلات بين الرواسب والمياه قدراً من الملوثات العضوية الثابتة يزيد عما تجمعها أسماك السطح.

وتتعرض الكائنات المتنقلة لمختلف مستويات الملوثات العضوية الثابتة خلال فترة حياتها وإن كان ذلك بحسب الفروق بين الأقاليم.

التمثيل الأيضي (التحويل الأحيائي)

يحدد معدل التمثيل الأيضي وليس المتحصلات إمكانات المادة الكيميائية على التراكم الأحيائي والتضخم الأحيائي.

ولا يشير ارتفاع معامل التراكم الأحيائي بالضرورة إلى ارتفاع إمكانات التضخم الأحيائي إذا كان يمكن أن تخضع المادة الكيميائية للتمثيل الأيضي.

وتعتبر قدرة الكائن على التمثيل الأيضي من الخصائص العالية للمادة الكيميائية، وتتباين القدرة فيما بين الأنواع وحسب السن وحجم الجسم والجنس وغير ذلك.

وئمة احتمال بأن تكون الأيضات أكثر ثباتاً وتراكماً أحيائياً و/أو سمية من المركبات الأصلية.

الوضع الغذائي

عندما يكون الكائن في وضع غذائي مرتفع يستهلك فريسته والمواد الكيميائية التي تراكمت لدى الفريسة التي حصلت عليها من الأغذية.

وبالنسبة للمواد الثابتة المتراكمة أحيائياً مثل الملوثات العضوية الثابتة، يؤدي تخلص جسم الكائنات منها في كل مستوى غذائي إلى زيادة التركيز في الكائنات عند المستوى التالي. ويميل معامل التضخم الأحيائي إلى الزيادة مع ارتفاع المستوى الغذائي إلا أن التحويل الأيضي للمادة الكيميائية في المفترسات يتسبب في حدوث درجة من التركيز في هذه المفترسات تقل عن تلك الموجودة في الفريسة (التخفيف الغذائي).

المراجع:

- AMAP (2001) Guidelines for the AMAP Phase 2 Assessments. Arctic Monitoring and Assessment Programme. AMAP Report 2001:1.
- Borga, K., Fisk, A.T., Hoekster, P.F., and Muir, D.C.G. (2004) Biological and chemical factors of importance in the bioaccumulation and trophic transfer of persistent organochlorine contaminants in arctic marine food webs. Environ. Toxicol. Chem., 23, 10, 2367–2385.
- European Chemicals Agency (2007) Guidance for the preparation of an Annex XV dossier on the identification of substances of very high concern.
- Schwarzenbach, R.P., Gschwend, P.M., Imboden, D.M. (2003) Environmental Organic Chemistry second edition. Wiley-interscience.
- UNEP (2005) Definitions of bioconcentration, bioaccumulation and biomagnification, Persistent Organic Pollutants Review Committee, First meeting.

التذييل ٥

العلاقات بين معامل التركيز الأحيائي BCFs ومعامل التراكم الأحيائي BAFs

(١) عوامل التركيز الأحيائي

- تقاس في التجارب المخبرية في ظروف محكمة.
- التعرض من المياه فقط - لا يسري إلا على الأنواع المائية.
- النتيجة الصافية للمتحصلات عن طريق السطح التنفسي (مثل أغشية الخياشيم في الأسماك) مقابل التطهير من خلال التنفس والتخلص البرازي والتحويل الأحيائي وغير ذلك.
- تحسب عموماً كنسبة التركيز الكيميائي في الكائن من التركيز في المياه عند الحالة المستقرة وتستخدم الطريقة الحركية في عدم الوصول إلى الحالة المستقرة.

(٢) عوامل التراكم الأحيائي

- تقاس في التجارب المخبرية (النظام الإيكولوجي النموذجي) أو الدراسات الميدانية.
- التعرض من الوسائط البيئية (الهواء والماء والرواسب والتربة) والنظام الغذائي - وتسري أيضاً على الأنواع غير المائية.
- النتيجة الصافية للمتحصل عن طريق كلا الطريقتين (السطح، التنفس والأغذية) مقابل التطهير.
- تحسب كنسبة للتركيز الكيميائي في الكائن من التركيز في الوسيط البيئي.
- يعبر عن معامل التراكم الأحيائي في كائنات قاع البحار باعتباره معامل تراكم رواسب النباتات (BSAF).
- نسبة التركيز الكيميائي في الكائن من التركيز في غذائه (الفريسة) يعبر عنها كمعامل تضخيم أحيائي (RMFs).
- يعبر عن نتائج تجارب التراكم الأحيائي الغذائي (دراسات التغذية) في عوامل التضخيم الأحيائي.

(٣) الترابط بين قيم معامل التركيز الأحيائي (BCF) ومعامل التراكم الأحيائي (BAF)

- يميل معامل التراكم الأحيائي إلى أن يكون أعلى من معامل التركيز الأحيائي بالنسبة للكثير من المواد الكيميائية وربما يرجع ذلك إلى زيادة مسارات التعرض.
- يتضمن الجدول ١ إحصاءات موجزة بشأن خمس مواد كيميائية اختبرت كدراسة حالة لعقد مقارنة بين معامل التركيز الأحيائي ومعامل التراكم الأحيائي في نفس المادة الكيميائية في الأنواع السمكية Arnot, J.A. وآخرون (٢٠٠٦). وبالنسبة للمواد الكيميائية المعروفة أنها تتراكم أحياناً في شبكات الأغذية، يمكن أن يصل معامل التراكم الأحيائي الميداني إلى ما يقرب من ضعف حجم معامل التركيز الأحيائي المستمد من التجارب المخبرية. غير أنه لوحظ أن بعض المواد الكيميائية لديها معامل تركيز أحيائي أعلى من معامل التراكم الأحيائي.

الجدول ١ - مقارنة من دراسة حالة بين قيم معامل التركيز الأحيائي المقبولة في الأسماك ومعامل التراكم الأحيائي بالنسبة لخمس مواد كيميائية. Arnot, J.A. وآخرون (٢٠٠٦)

المادة الكيميائية (نقطة النهاية)	تخطيط المنحنى	n	القيم اللوغرأمية للمدى	القيم اللوغرأمية الوسيطة	القيم اللوغرأمية المتوسطة
كلورو بترين (معامل التركيز الأحيائي)	٢,٨٤	٢	١,١٣-١,٣٤ (٠,١٥)	١,٢٤	١,٢٤ (٠,١١)
كلورو بترين (معامل التراكم الأحيائي)	٢,٨٤	٣	١,٨١-٢,٨٨ (٠,٥٥)	٢,٠٩	٢,٢٦ (٠,٣٢)
الليندين (معامل التركيز الأحيائي)	٣,٧٢	٣٣	٢,١٦-٣,٣٢ (٠,٣٥)	٢,٨٤	٢,٨٠ (٠,٠٦)
الليندين (معامل التراكم الأحيائي)	٣,٧٢	٤	٣,٤٣-٣,٩٧ (٠,٢٥)	٣,٩٠	٣,٨٠ (٠,١٣)
سداسي كلور البترين (معامل التركيز الأحيائي)	٥,٧٣	٢١	٣,٥٧-٤,٧٠ (٠,٣٢)	٤,٢٦	٤,١٢ (٠,٠٧)
سداسي كلور البترين (معامل التراكم الأحيائي)	٥,٧٣	٢٦	٣,٩١-٥,٧٤ (٠,٤٨)	٤,٧٥	٤,٧٤ (٠,٠٩)
الـ دي. دي. تي (معامل التركيز الأحيائي)	٦,٩١	٥	٤,١٧-٤,٧٢ (٠,٢٧)	٤,٦٥	٤,٤٨ (٠,١٢)
الـ دي. دي. تي (معامل التراكم الأحيائي)	٦,٩١	٧	٥,٨٤-٦,٦٢ (٠,٢٧)	٦,٣٣	٦,٣١ (٠,١٠)
حامض بوكسيل ثنائي كربون البترين (معامل التركيز الأحيائي)	٧,٧٣	٦	٢,٤٣-٢,٩٨ (٠,١٨)	٢,٧٩	٢,٧٦ (٠,٠٧)
حامض بوكسيل ثنائي كربون البترين (معامل التراكم الأحيائي)	٧,٧٣	٢	١,٨٦-٢,٨٣ (٠,٦٩)	٢,٣٥	٢,٣٥ (٠,٤٩)

ملاحظة: n عدد المشاهدات، SD، انحراف معياري، SE، خطأ معياري في المتوسط، و P.P- DDT ١-١-٢-٢-٢-٢ ثلاثي كلورو ثيلدين (٤-٤-كلورو بترين) DEHP ١، ٢- حامض بوكسيل ثنائي كربون البترين، وايستر (٢- اثيل هكسيل).

٤ الشكوك التي تحيط بتقييم قيم معامل التراكم الأحيائي المستمد من الميدان

- التركيز الخلفي التاريخي غير معروف.
- التوافر الحيوي للمادة الكيميائية بحسب الظروف الخاصة بالموقع (درجة الحرارة والمحتوى من الكربون العضوي)
- تأثير العوامل الزمنية والمكانية (الخصائص الموسمية والجغرافية وغير ذلك).
- التباين فيما بين الأنواع (النظام الغذائي والوضع الغذائي والموتل والتمثيل الأيضي وغير ذلك).
- التباين في حالة الكائنات المختلفة (السن والجنس والمرحلة الإنجابية وحجم الجسم ومحتوى الدهون وغير ذلك).
- الصعوبات في قياس المادة الكيميائية في الوسيط البيئي عندما يكون التركيز شديد الانخفاض (أي بالقرب من حدود الرصد).
- تأثير تعرض المجتمع مع المواد الكيميائية الأخرى.

المراجع:

Gobas, F.A.P.C و Arnot, J.A. (٢٠٠٦) استعراض عمليات تقييم معامل التركيز الأحيائي ومعامل التراكم الأحيائي في المواد الكيميائية العضوية في الكائنات المائية Environ. Rev. 14:257-297.

التذييل ٦

مكافئ تفريق الماء/الهواء والتراكم الأحيائي

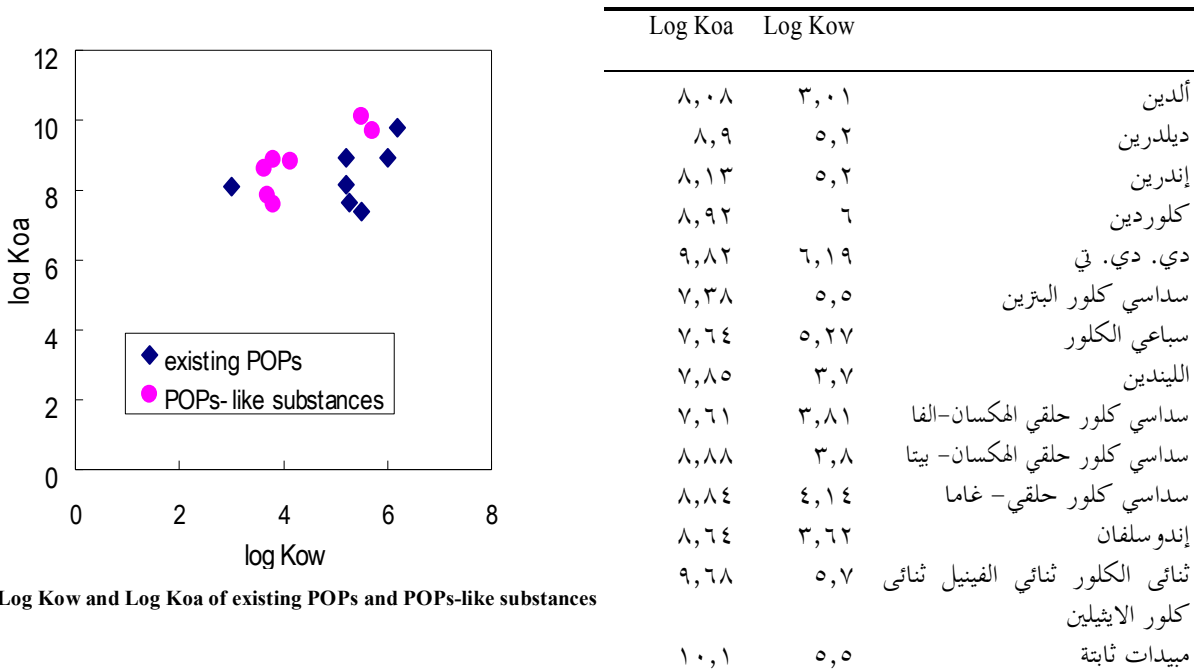
١ - مقدمة

نظراً لما للمواد المماثلة للملوثات العضوية الثابتة من ميل إلى التفريق في مرحلة الدهون بدلاً من مرحلة الماء، استخدمت مكافئات تفريق الماء (Kow) كمؤشر على إمكانيات التراكم الأحيائي. فقد رؤي أن المواد الكيميائية التي ينخفض فيها مكافئ تفريق الماء تنخفض فيها إمكانية التراكم الأحيائي في الكائنات المائية لأن من السهل التخلص منها في الماء. غير أنه أشير إلى أنه بالنسبة للكائنات الأرضية التي تتنفس الهواء ولا تتنفس في الماء، فإن المواد الكيميائية التي يرتفع فيها التخطيط المنحني يمكن أن تنطوي على إمكانية مرتفعة للتراكم الأحيائي على الرغم من انخفاض مكافئ تفريق الماء بالنظر إلى أن من غير السهل التخلص منها في الهواء.

٢ - التخطيط المنحني اللوغرماقي والتراكم الأحيائي

وفقاً لما ذكره Kelly وآخرون (٢٠٠٧)، فإن المواد التي تنخفض فيها قيم مكافئ تفريق الماء انخفاضاً نسبياً مثل سداسي كلورو حلقي الهكسان (HCH) (مكافئ تفريق الماء = $10^{-3.8}$) ورابع كلورو البترين (مكافئ تفريق الماء = $10^{-4.1}$) والإندوسلفان (مكافئ تفريق الماء = $10^{-3.8}$) والتي لم تتضخم أحياناً في شبكة الأغذية المائية، أظهرت درجة عالية من التضخم الأحيائي في شبكة الأغذية البحرية أو في الكائنات التي تتنفس الهواء من شبكة أغذية الثدييات البحرية. كما أبلغ عن نتائج مماثلة بالنسبة للسلفونات المشبعة بالفلورو أو كتين (مكافئ تفريق الماء $10^{-1.0}$) وقد يكون ذلك راجعاً إلى ارتفاع التخطيط المنحني (≥ 1.0) مما يتسبب في بطء التخلص بالتنفس مقترناً بالتخطيط المنحني ليس منخفضاً بدرجة كبيرة (> 1.0) مما يتسبب في بطء التخلص في البول أو النفايات النيتروجينية في الكائنات التي تتنفس الهواء.

وأظهر التحليل الذي أجراه نفس المؤلفين أن الكائنات التي تتنفس الهواء تظهر ارتفاعاً في معامل التضخم الأحيائي يزيد عن ذلك الخاص بالكائنات التي تتنفس في الماء نظراً لقدرتها الأكبر على امتصاص وهضم أغذيتها الأمر الذي يتعلق بالاختلافات في فيسيولوجيا الجهاز الهضمي ودرجة حرارة الجسم.



Log Kow and Log Koa of existing POPs and POPs-like substances

٣ - قياس التخطيط المنحني

قام Shoeb وآخرون (٢٠٠٢) بقياس تخطيط المنحني في ١٩ مبيداً من مبيدات الكلورين العضوية.

وتم تشبع غاز النيتروجين (معدل التدفق - ٢٠٠-٣٠٠ ميللتر/دقيقة) مع مكافئ تفريق الماء بالرش عن طريق عمود يبلغ ارتفاعه نحو ٢٠ سم ثم المرور من خلال ملف سلك تبريد إلى شراك تفريق الماء لضمان تكثيف التفريق الزائد للماء قبل الوصول إلى عمود المولد.

وكان ملف التبريد وشراك تفريق الماء وعمود المولد مغمورة كلها في حمام ماء محكوم الحرارة (± 0.1 ، مئوية) كان أقل برودة بما لا يقل عن ١٠ مئوية عن مكافئ تفريق الماء المستخدم في تشبيع مجرى الغاز.

وكان عمود المولد يتألف من رؤوس زجاجية مشبعة بنحو ٣٠٠ ميكرو لتر من محلول التفريق المختلط العينة. وجرى تجميع مواد كيميائية في مرحلة غاز متوازن في مجرى الغاز خارج عمود المولد على شراك مدمصة تحتوي على ما يقرب من ٢٠ غراماً من السليكان المربوط -C18.

و جرى قياس معدلات التدفق عند مخرج شراك الادمصاص لتحديد مجموع حجم العينة.

واستخلصت الشراك بنحو ١٥ ميللتر من الهكسان ٥٠:٥٠ ثنائي كلور الميثان (v/v) ثم خفض الحجم إلى ما يقرب من ٥٠٠ ميكرو لتر مع مجرى سلس من النيتروجين. وجرى تحليل المادة المركزة باستخدام التحليل اللوني الغازي.

٤ - معلومات أخرى عن التخطيط المنحني

ذكر Kelly وآخرون (٢٠٠٧) أن التخطيط المنحني ذي الصلة بسداسي كلور حلقي الهكسان يتباين تبايناً كبيراً فيما بين الإيسومرات. إذ تبلغ قيم التخطيط المنحني اللوغرتمي ذات الصلة بسداسي كلور حلقي الهكسان ألفا (بتعيين القيمة ١) ١٩ و ١,٧ و ٢٢ بالنسبة لأيسومرات سداسي كلور حلقي الهكسان بيتا وغاما و δ -HCH على التوالي. كذلك تبين وجود علاقة لوغرافية بين التخطيط المنحني وتبادل درجات الحرارة المطلقة.

المراجع:

- Kelly et al. (2007). Food-web specific biomagnification of persistent organic pollutants. Science, 317, 236-239.
Shoeb et al. (2002). Using measured octanol-air partition coefficients to explain environmental partitioning of organochlorine pesticides. Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 21, No. 5, 984-990.