تقييم المخاطر الكيميائية في الأغذية

Chemical Risk Assessment in Food

ورشة عمل: فهم وتطبيق مفاهيم تقييم المخاطر في سلامة الغذاء

دبي- 8 نوفمبر 2014 م

بسم الله الرحمن الرحيم

RA Steps خطوات تقييم المخاطر

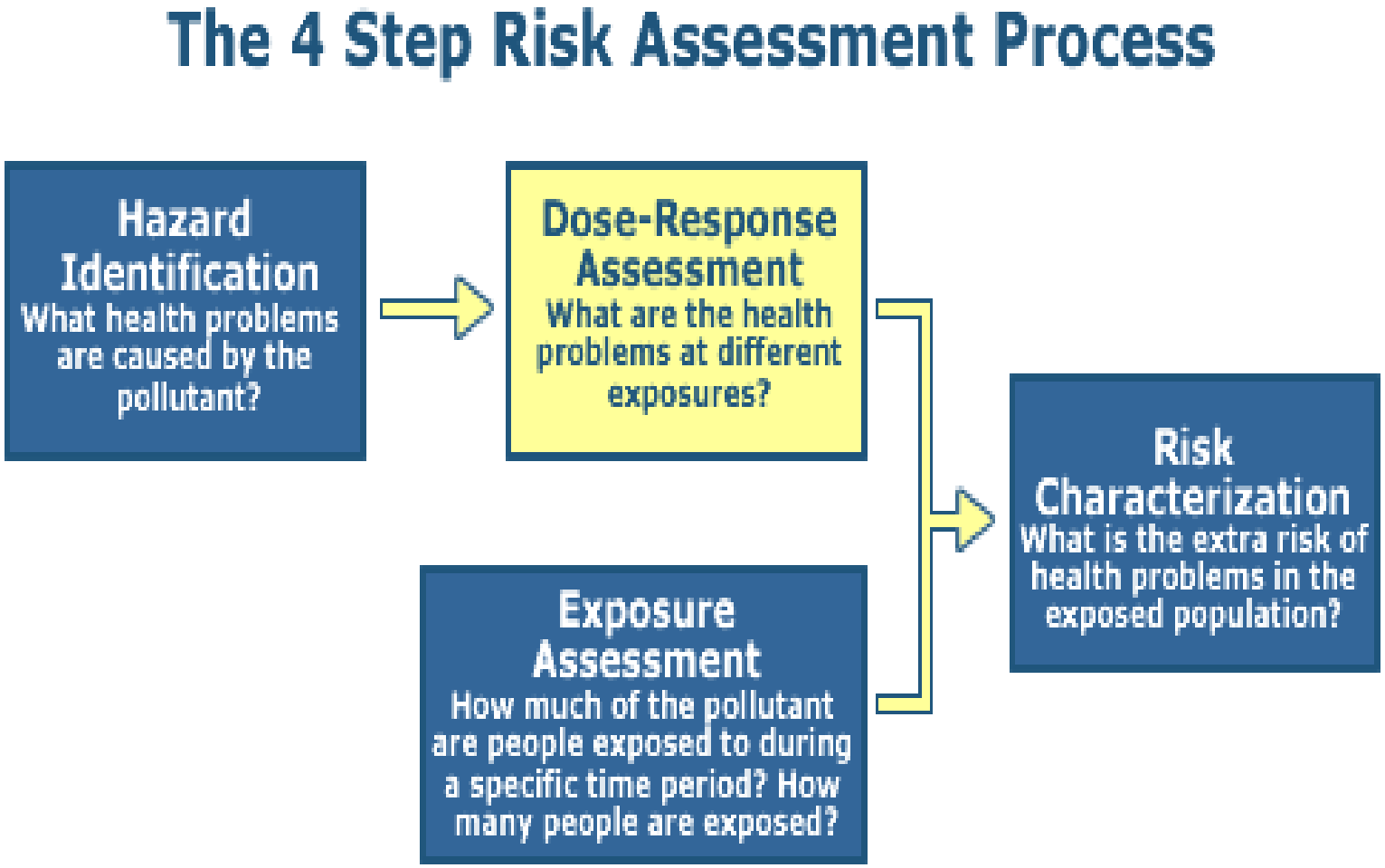
(1) تحديد خطورة المادة الكيميائية Hazard identification

(2) تقييم الاستجابة للجرعة Dose- response assessment

(3) تقييم التعرض للمادة الكيميائية Exposure assessment

(4) توصيف المخاطر Risk characterization

4- steps Risk assessment process



الخطوة الأولى

تحديد خطورة المادة الكيميائية

Hazard identification

الخطوة الأولى: تحديد مصادر الخطر الكيميائية

تشمل هذه الخطوة **تجميع المعلومات الخاصة بالمادة الكيميائية**، وتشمل بعض هذه المعلومات ما يلي:

(1) الرقم الخاص بالمادة CAS number

(2) الصفات الفيزيائية

(3) الصفات الكيميائية

(4) صفات الخطورة (الذاتية – الصحية – البيئية)

(5) معلومات وملصقات السلامة:

(أ) MSDS & (ب) NFPA & (ج) RTK

(6) معلومات السمية البيئية

(7) معلومات سمية الثدييات

ترتبط خطورة المواد الكيماوية بعدد من الصفات والتصنيفات التي تحدد درجة سميتها وتأثيرها على الصحة العامة والبيئة. فمثلا، تصنف **الخطورة الذاتية** للمادة على حسب خصائصها الذاتية (الفيزيائية-الكيميائية) التي تتضمنها المادة إلى إحدى المجموعات التالية: المواد المؤكسدة – المواد القابلة للانفجار – المواد الأكالة. كما يمكن تصنيف **الخطورة الصحية** للمواد الكيميائية على أساس آثارها السمية والضارة بالصحة الفورية أو بعيدة المدى إلى المجموعات: (المواد المسرطنة – المواد المهيجة – المواد المثبطة – المواد ذات السمية الجهازية – المواد المطفرة – المواد الماسخة - المواد المحسسة – المواد الخانقة). أما **الخطورة البيئية** للكيماويات فهي ترتبط بمدى تأثيرها على التربة أو المياه أو الهواء.

تصنيف المواد الكيميائية حسب الخطورة

أولاً: الخطورة الذاتية

أ- المواد القابلة للاشتعال

ب- المواد القابلة للانفجار

ت- المواد المؤكسدة

ث- المواد الأكالة

ج- المواد الفعالة كيميائياً

ثانياً: الخطورة الصحية

أ- المواد المهيجة

ب- المواد المحسسة

ت- المواد المثبطة

ث- المواد الخانقة

ج- المواد المسرطنة

ح- المواد ذات السمية الجهازية

خ- المواد المطفرة

د- المواد الماسخة

ثالثاً: الخطورة البيئية

أ. تلوث الهواء

ب. تلوث المياه

ج. تلوث التربة

د. تلوث الغذاء

درجة سمية المواد الكيميائية وخطورتها

يمكن تقسيم أنواع التأثيرات السمية للكيماويات إلى ما يلي:

أ. **السمية الحادة والمزمنة:** إذ تظهر التأثيرات الحادة مباشرة أو بعد فترة قصيرة جداً من التعرض للمادة الكيميائية بعد دخولها إلى الجسم بتراكيز عالية نسبيا دفعة واحدة أو عدة دفعات كبيرة خلال فترة قصيرة. أما التأثيرات المزمنة فتظهر نتيجة التعرض المتكرر إلى تراكيز منخفضة من المواد السامة ولفترة طويلة من الزمن وهو غالبا مهني المنشأ.

ب. السمية الموضعية والجهازية: وتنجم التأثيرات الموضعية عن استجابات فسيولوجية في موقع التماس الطرق التنفسية، الجلد، العين،الأغشية المخاطية.

أما التأثيرات الجهازية فهي تأثيرات معممة تؤدي إلى حدوث تغيرات في الوظائف الطبيعية لأجهزة الجسم المختلفة.

دراسات التعرض و أنواع السمية

السمية الحادة Acute toxicity

دراسة التأثير عند التعرض لجرعة حادة من المادة (الموت – أعراض أخرى) في زمن يتراوح بين 24 – 96 ساعة

السمية تحت المزمنة Sub chronic toxicity

دراسة التأثيرات غير المرغوبة على أعضاء (الدم – الكبد) عند التعرض لجرعة تحت الحادة للمادة الكيميائية لفترات تتراوح بين (28) يوم حتى (90) يوم

السمية المزمنة Chronic toxicity

دراسة التأثيرات غير المرغوبة للمادة (السرطان – تشوه الأجنة – التكاثر) عند التعرض لجرعات غير حادة لمدة قد تستمر لمدة عامين

حيوانات التجارب المعملية

- الدافنيا (حيوان قشري)
- الأسماك
- الفئران البيضاء
- مزارع الخلية الحيوانية
- مزارع الخلية الطحلبية
- الأعشاب البحرية
- ديدان الأرض
- الضفادع
- الثدييات

بعض مصادر المعلومات Sources of Info

يتوفر عدد كبير من مصادر الحصول على المعلومات الخاصة بالمواد الكيميائية بالإنترنت (باللغة الإنجليزية)، وذلك كما في المرفقات بالحقيبة التدريبية.

RA Steps خطوات تقييم المخاطر

(1) تحديد خطورة المادة الكيميائية Hazard identification

(2) تقييم الاستجابة للجرعة Dose- response assessment

(3) تقييم التعرض للمادة الكيميائية Exposure assessment

(4) توصيف المخاطر Risk characterization

الخطوة الثانية

تقييم الاستجابة للجرعة

Dose- response assessment

منحنى الاستجابة Dose – response curve

-لكل مادة كيميائية تقريباً جزئ كبير يشكل القفل الذي تفتحه المادة على سطح الخلية أو داخلها ويسمى المستقبل Receptor

- تشمل صور الاستجابة:

أ. الموت؛ ب. المرض "السرطان"؛ ج. التأثيرات الفسيولوجية على الهرمونات والإنزيمات

- يتناسب تأثير المادة حسب الجرعة، حيث تشكل منحني الاستجابة ويرسم فيه الاستجابة مقابل لوغاريتم الجرعة، كلما انخفضت الجرعة كانت المادة أشد سمية وتأثيراً

علاقة الجرعة وحجم التعرض بالاستجابة

The Greater the Dose, The Greater the Effect.

The Smaller the Size, The Greater the Effect.

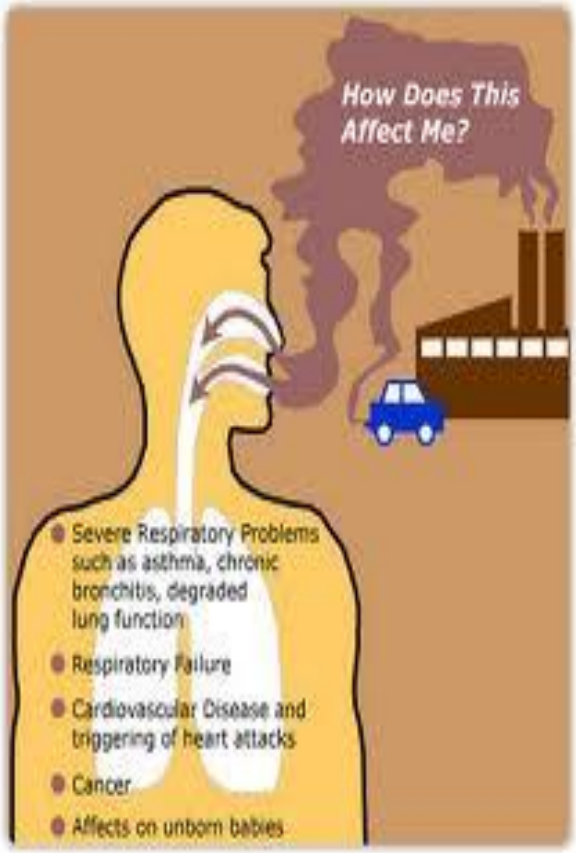
RA Steps خطوات تقييم المخاطر

(1) تحديد خطورة المادة الكيميائية Hazard identification

(2) تقييم الاستجابة للجرعة Dose- response assessment

(3) تقييم التعرض للمادة الكيميائية Exposure assessment

(4) توصيف المخاطر Risk characterization



الخطوة الثالثة

تقييم التعرض للمادة

Exposure Assessment

طرق التعرض للكيماويات

الاستنشاق:
الجهاز التنفسي

البلع:
الجهاز الهضمي

الامتصاص:
الجلد & العيون

الحقن الخاطئ

طرق التعرض للكيماويات

1- الاستنشاق Inhalation: وهو الطريق الشائع الأكثر أهمية في التعرض المهني عبر الجهاز التنفسي. و تشمل المواد المستنشقة الغازات والأبخرة والأغبرة والأدخنة، وترتبط درجة الاستنشاق بالخواص الفيزيائية والكيميائية للمادة الكيميائية والحالة الفسيولوجية للجهاز التنفسي.

2- الامتصاص Absorption : من خلال الجلد والعينين وهو الطريق الثاني الأكثر شيوعاً للتعرض المهني.

بالرغم من أن الجلد يشكل حاجزاً دفاعياً إلا أنه هناك بعض المواد التي تستطيع النفاذ عبر الجلد والعينين والوصول إلى الدورة الدموية .

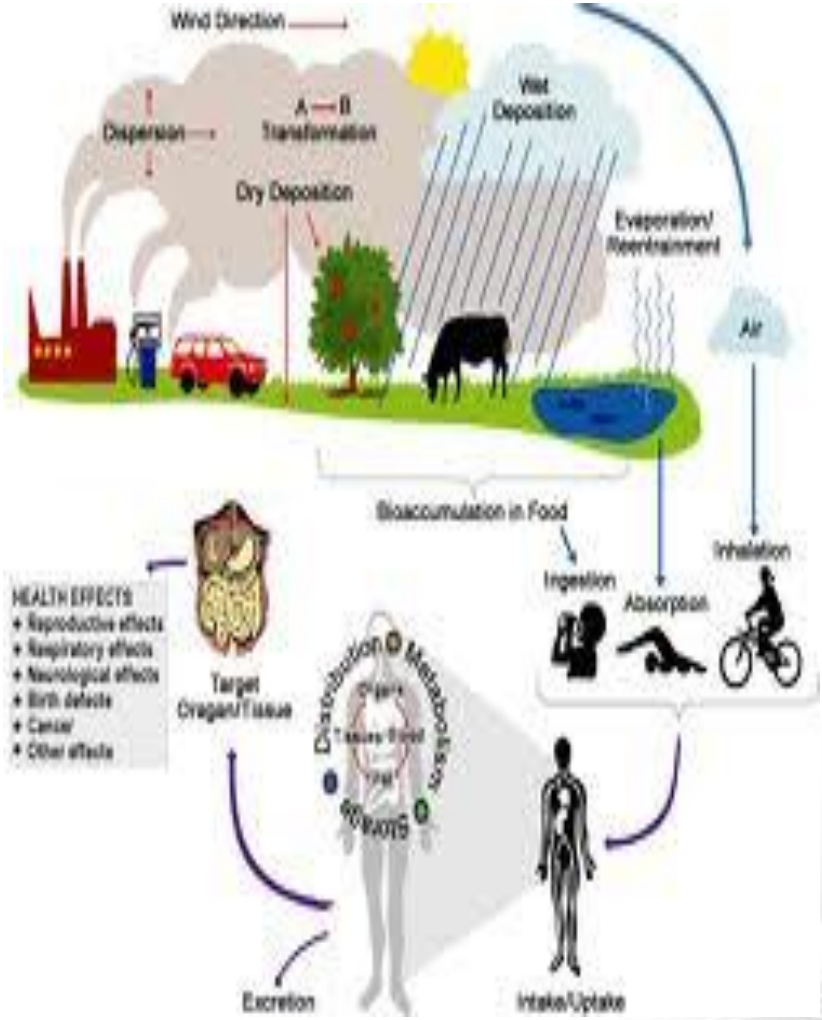
تابع طرق التعرض للمواد الكيميائية

3- البلع Ingestion : ويجري دخول المواد الكيميائية بهذه الطريقة إلى الجهاز الهضمي نتيجة:

- غياب النظافة العامة أو الشخصية.
- ابتلاع المواد المستنشقة.

4- الحقن الخاطئ Accidental Injection:عن طريق الاصابة بآلة حادة ملوثة بمادة كيميائية خطرة.

معايير التعرض للمواد الكيميائية



- الجرعة Dose
- فترة التعرض Duration
- عدد مرات التعرض Frequency
- طريقة التعرض Route of Exposure

السمية والجرعة Dose

لا تأتي خطورة المواد الكيميائية من مدى سمية المادة Toxicity فقط، وإنما من كمية المادة السامة (الجرعة dose) التي تم التعرض لها كما في المعادلة:

درجة الخطورة =

درجة سمية المادة Toxicity × الجرعة Dose

، إضافة إلى الطبيعة الفيزيائية للمادة ومدة التعرض الزمنية.

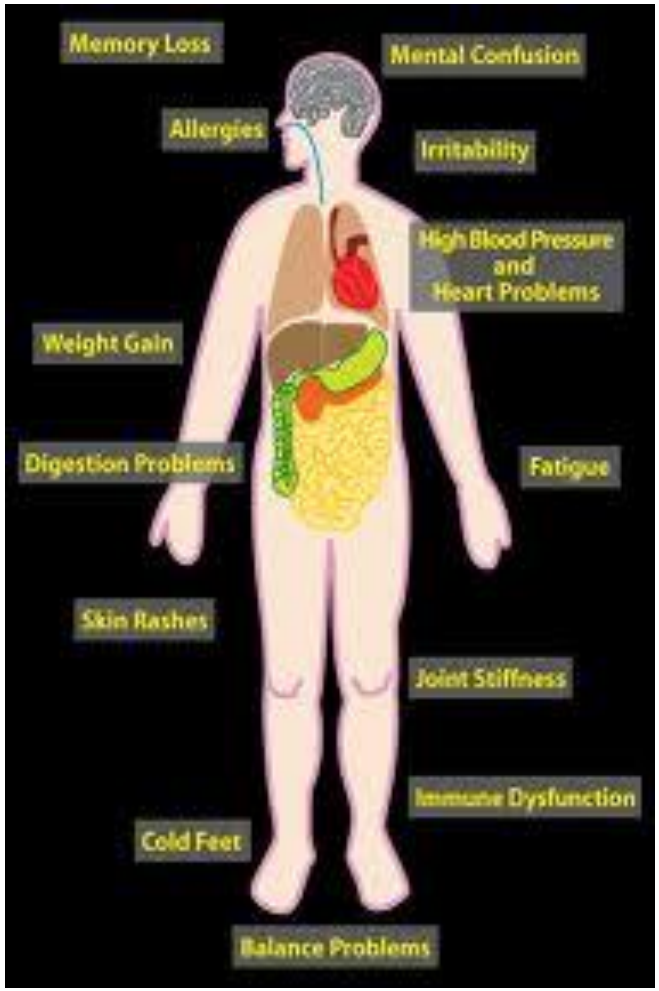
التعرض لمادة أو اكثر

كما وأن تأثير التعرض المتزامن لأثنين أو أكثر من المواد يمكن أن يختلف عن تأثير المواد منفصلة، كأن يكون التأثير المشترك للمواد اكبر من مجموع التأثيرات المستقلة لها، أو يمكن لإحدى المادتين أن تبطل تأثير الأخرى، أو يمكن للمادة في بعض الأحيان أن لا تسبب أذى بحد ذاتها لكنها تجعل تأثيرات المادة الأخرى أسوأ.

حساسية الأعمار السنية للتعرض

يلاحظ أن درجة خطورة المادة لا تكون واحدة لدى جميع الأعمار. يعتبر **الأطفال وكبار السن** هم الأكثر تأثراً بالملوثات الكيميائية لضعف جهاز المناعة لديهم، وعلى سبيل المثال، وجد أن الأطفال يمتصون ويحتفظون داخل أجسادهم بكميات أكبر من الرصاص قد تصل لأكثر من (35) مرة ما تمتصه وتحتفظ به أجساد الكبار.

حساسية أجهزة الجسم للتعرض للمادة



تتأثر بعض الأعضاء والأجهزة، والتي تسمى بالأعضاء أو الأجهزة المستهدفة، أكثر من غيرها بسمية المواد الكيميائية. فالجهاز العصبي المركزي غالبا ما يكون مستهدفا في التأثيرات الجهازية للمواد الكيميائية، تليه أجهزة دوران الدم والكبد والكلى والرئة والجلد. أما العضلات والعظام فهي أقل الأعضاء المستهدفة لقليل من المواد، بينما تكون أجهزة التكاثر الذكرية والأنثوية أكثر تأثراً للعديد من المواد الكيميائية.

تقييم التعرض للملوثات الكيميائية

يتم تقييم التعرض للمواد الكيميائية بطريقتين:

1- التقييم البيئي: Environmental assessment

عن طريق قياس تركيز الملوثات في بيئة التعرض.

2- التقييم الحيوي: Bio-assy

يكتسب التقييم الحيوي أهمية كبيرة في تقييم التعرض للمواد الكيميائية والكشف المبكر عن أي خلل صحي

1- التقييم البيئي

عن طريق قياس تركيز الملوثات في بيئة العمل وبالتالي فالتقييم يتناول بشكل رئيسي الملوثات الغازية التي تدخل الجسم عن طريق الجهاز التنفسي حيث أنه هناك حدود ومعايير هي قيم مرجعية للتراكيز المسموح تواجدها في بيئة العمل.

أولاً- حدود التعرض المهني ويقصد بالحدود العتبية (TLV)

(Threshold Limit Value) :

تشير إلى تراكيز الملوثات الكيميائية المحمولة بالهواء والتي يعتقد وفقاَ للمعرفة الحالية التي بنيت على الأساس الحيوي للتعرض، أن تعرض العمال لقيم ثابتة منها خلال زمن محدد بشكل يومي و/أو أسبوعي و/أو سنوي طوال فترة الحياة المهنية لا يشكل أية تأثيرات قطعية على معظم المعرضين بحيث لا تؤدي إلى تأثيرات ضارة لدى اغلب العمال.

تجدر الإشارة هنا إلى أن هذه القيم الكمية العتبية لا تستخدم كمعيار لحماية فئـات العمـال الأحداث والنساء في سن الإنجـاب أو فترات الحمل والإرضاع حيث تستخدم قيم خاصة بكل فئة.

ثانياَ- الحدود المشتقة

أ- معدل التعرض طويل الأمد :

يستخدم لتقييم التعرضات غير ثابتة التركيز خلال ثماني ساعات عمل يومياَ أو أربعين ساعة عمل أسبوعياَ. ويتيح تطبيق هذا الحد إمكانية التعرض لتراكيز تزيد عن القيم الكمية على ألا يزيد معدل التركيز عن الحد العتبي المقرر للتعرض، أي مع الاحتفاظ بجرعة تأثير مكافئة للجرعة المحددة وفق هذا الحد.

وحيث أنه لا يمكن ترك مجال الزيادة في تركيز الملوثات مفتوحاَ، بالنظر لوجود مواد ذات تأثيرات فورية عند وصول التركيز إلى مستوى محدد، فقد تم تحديده بحدود أخرى .

:

ب - معدل التعرض قصير الأمد

يشير إلى تركيز الملوث الذي يمكن أن يتعرض له الشخص لمدة ربع ساعة دون حدوث آثار ضارة أو خطرة مثل:

- آثار مهيجة أو مخدرة بدرجة كافية
- نقص القدرة على التركيز والعمل
- يجب ألايتكرر هذا النوع من التعرض أكثر من أربع مرات بفاصل ساعة بين كل تعرضين متتاليين.

2- التقييم الحيوي Bioassay

يكتسب التقييم الحيوي أهمية كبيرة في تقييم التعرض للمواد الكيميائية والكشف المبكر عن أي خلل صحي وخاصة أنه يتناول جميع أشكال دخول المواد السامة إلى جسم الانسان ويتضمن التقييم الحيوي القيام بتحاليل حيوية للعاملين المعرضين للملوثات الكيميائية لتحديد المقدار الكلي الممتص من المواد الكيميائية السامة، أو تحديد استجابة الجسم نتيجة التعرض لهذه المواد وتصنف الفحوص الحيوية ضمن مجموعتين رئيستين:

أ- فحوص تعرض مباشرة :

تتضمن هذه الفحوص قياس تراكيز المواد السامة أو مستقلباتها في عينات كالدم ، هواء الزفير ، البول ، البراز ، الشعر ،....

ويتم عبر هذه التحاليل تقدير التعرض الحالي وغالباً محتوى الجسم من الملوثات مثل الجدول:

نوع العينة	المادة السامة	توقيت أخذ العينة
– الدم	. الغازات والأغبرة . المعادن الثقيلة	عند نهاية التعرض أو في أي وقت
– الشعر	. المعادن الثقيلة	في أي وقت
– البول	. المواد السامة الأولية	عند نهاية التعرض
– هواء الزفير	. غازات . أبخرة المذيبات	عند نهاية التعرض

ب- فحوص تعرض غير مباشرة :

يتم عبر هذه الفحوص تقدير الاستجابة العضوية لملوث معين أي الجسم كمفزز البورفيرين نتيجة التعرض السمي للرصاص . تساعد هذه الفحوص الحيوية ،حيث تحديد العلاقة بين التعرض ومحتوى الجسم والاطراح ،حيث تحدد إذا كان المقدار الممتص من المادة السامة اقل من المقدار القادر على التسبب بخطر صحي ، وإذا كان رد فعل الجسم هو ضمن الحدود المقبولة، وترتكز هذه التحاليل الحيوية على المعرفة الجيدة بإستقلاب المواد السامة وآلية تأثيرها .

بعض صفات السمية البيئية للمواد الكيميائية
Environmental toxicology

- الثبات Persistence : دراسات بقاء المركب الكيميائي لسنوات قبل أن ينحل إلي أشكال أقل خطورة.

- الحركة والانتشار Distribution دراسات انتقال المركب إلى مسافات طويلة عن طريق الهواء والرياح والمياه.

-التراكم الحيوي Bioaccumulation. تضاعف تركيز المركب تدريجيا لدى قيام كائنات بالتغذية على كائنات أخرى ولدى انتقالها إلى أعلى السلسلة الغذائية كالأسماك، والطيور المفترسة، والثدييات بما في ذلك الإنسان.

الأمثلة:

المبيدات الكلورينية - مركبات "بي سي بي" (PCB) Polychlorinated Biphenyls - الملوثات العضوية الثابتة Persistent Organic Pollutants (POPS)

بعض صفات السمية البيئية للمواد الكيميائية
Environmental toxicology

- الثبات Persistence : دراسات بقاء المركب الكيميائي لسنوات قبل أن ينحل إلي أشكال أقل خطورة.

- الحركة والانتشار Distribution دراسات انتقال المركب إلى مسافات طويلة عن طريق الهواء والرياح والمياه.

-التراكم الحيوي Bioaccumulation. تضاعف تركيز المركب تدريجيا لدى قيام كائنات بالتغذية على كائنات أخرى ولدى انتقالها إلى أعلى السلسلة الغذائية كالأسماك، والطيور المفترسة، والثدييات بما في ذلك الإنسان.

الأمثلة:

المبيدات الكلورينية - مركبات "بي سي بي" (PCB) Polychlorinated Biphenyls - الملوثات العضوية الثابتة Persistent Organic Pollutants (POPS)

دراسات السمية البيئية للكيماويات الخطرة
Hazardous materials

-تتضمن الكيماويات الخطرة أحد صفات الخطورة (متفجرة، ملتهبة، مؤكسدة، سامة، مهيجة، مشتعلة، متفاعلة، معدية، وآكلة).

- تؤثر هذه المركبات على التنوع البيئي كما يمكن أن تؤدي إلى أضرار بالغة بصحة الإنسان . بعض هذه الآثار قد تحدث مباشرة والبعض الآخر قد يتبلور تأثيره علي مدي سنوات (ذو تأثير تراكمي) والتأثيرات الصحية بشكل عام ترتبط بتلوث البيئة.

- يمكن أن يكون للكيماويات الخطرة تأثيرات بيئية واسعة النطاق تختلف بالضرورة من مادة لأخري، وذلك لاختلاف مسار تحولات تلك الكيماويات في البيئة. فبعض الكيماويات يمكن أن يهاجر من وسط بيئي إلى الآخر، كانتقالها من التربة إلى الماء أو من الماء إلى الهواء، و بعض هذه الكيماويات يمكن أن يتحلل سريعا في البيئة بينما البعض الآخر يقاوم بدرجات مختلفة التحلل وينتقل من موقع لآخر تبعا لتأثيرات قوي الطبيعة

RA Steps خطوات تقييم المخاطر

(1) تحديد خطورة المادة الكيميائية Hazard identification

(2) تقييم الاستجابة للجرعة Dose- response assessment

(3) تقييم التعرض للمادة الكيميائية Exposure assessment

(4) توصيف المخاطر Risk characterization

الخطوة الرابعة

توصيف المخاطر

Risk characterization

Risk characterization توصيف المخاطر

تعتبر هذه الخطوة هي الأخيرة وهي محصلة المعلومات والدراسات التي تم تجميعها من الخطوات الثلاثة السابقة، حيث يمكن الحكم على مدى سمية المادة وسلامة استخدام المادة الكيميائية وعدم إحداثها تأثيرات غير مرغوبة عند التداول أو النقل أو التخزين، وحتى التخلص النهائي منها كنفاية

Risk characterization توصيف المخاطر

-يمكن استخدام نتائج عملية تحليل المخاطر لأعداد وصف لخصائص المخاطر والتي ستعطي بدورها تصنيف حسب الأهمية النسبية لكل خطر كما ستوفر أداة لترتيب مجهودات معالجة المخاطر حسب أولوياتها، وسيؤدي ذلك إلى ترتيب كل خطر تم تعريفه بحيث يعطي صورة لأهميته النسبية.

- عندما يتم الانتهاء من عملية تحليل المخاطر، فإنه من الضروري إجراء مقارنة بين تقدير الأخطار ومقاييس المخاطر التي تم أعدادها بواسطة المنظمة.

عدم التأكد (اليقين) Uncertainty

الخطر هو عدم التأكد: من الواضح وجود أتفاق بين الباحثين في تقييم المخاطرعلي وجود علاقة بين الخطر وبين عدم التأكد إلي الدرجة التي يذهب فيها البعض منهم إلي تعريف الخطر بأنه "عدم التأكد **Uncertainty**.

-من أسباب عدم التأكد:

(أ) استقراء المعلومات بين الجرعات الكبيرة والصغيرة.

(ب) الاستقراء بين نتائج حيوانات التجارب والإنسان

(ج) الاستقراء بين مجالات التعرض (الهواء – المياه – التربة).

(د) محدودية وسائل وأجهزة التحليل.

-يمكن التغلب على "عدم التاكد" عند تقييم المخاطر للمادة الكيميائية عن طريق:

-(أ) دقة التحليلات ونظم التعرض

-(ب) استخدام نماذج المحاكاة الالكترونية Simulation models

نشكر لكم حسن الاستماع