



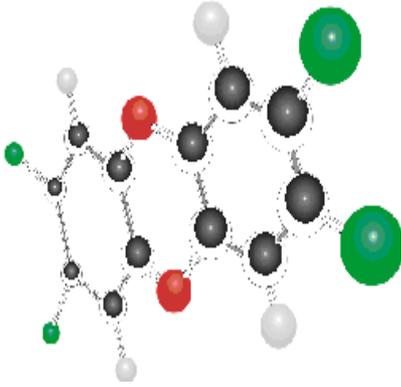
برنامج الأمم المتحدة للبيئة



وسيلة الأدوات القياسية للتعين و التحديد الكمي  
لإطلاقات الديوكسينات و الفيورانات

Standardized Toolkit for Identification and Quantification  
of Dioxin and Furan Releases

الهواء

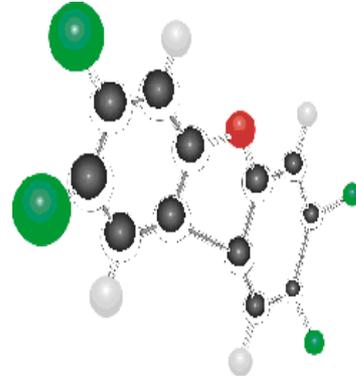


الماء

التربة

المنتجات

البقايا



الطبعة الثانية

شباط 2005

إعداد برنامج الأمم المتحدة للبيئة – الكيمائيات

UNEP Chemicals

جنيف – سويسرا

برنامج المنظمات الدولية للإدارة الجيدة للكيمائيات IOMC

اتفاقية تعاون بين UNEP , ILO, FAO, WHO, UNIDO, UNITAR, and OECD



برنامج الأمم المتحدة للبيئة

UNITED NATIONS  
ENVIRONMENT PROGRAMME



وسيلة الأدوات القياسية للتعيين و التحديد الكمي  
لإطلاقات الديوكسينات و الفيورانات

**Standardized Toolkit  
for Identification and Quantification  
of Dioxin and Furan Releases**

الطبعة الثانية

شباط 2005

2<sup>nd</sup> edition  
February 2005

إعداد برنامج الأمم المتحدة للبيئة – الكيمياءات  
UNEP Chemicals

جنيف – سويسرا

إن هذه المطبوعة مُعدّة لغرض مُساعدة البلدان في تأسيس جردات الإطلاق (release inventories) لمركبات ثنائي بنزو- بارا- الديوكسين متعددة الكلورة و مركبات ثنائي بنزو الفيوران متعددة الكلورة على المستوى الوطني أو الإقليمي. المعلومات المُحتواة في هذا التقرير قد تم أخذها من الأدبيات العلمية المنشورة ، و من التقارير الحكومية ، إضافة إلى مصادر الإنترنت و من خلال الاتصالات الشخصية . فيما يُعتقد أن المعلومات المزودة في هذا التقرير هي صحيحة ، لا يتحمل برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP أي مسؤولية لأية أخطاء محتملة أو حذف و ما يتبع ذلك ، و التي يمكن أن تتنبثق عنهم. إن برنامج الأمم المتحدة للبيئة أو أي فرد انخرط في تحضير هذا التقرير سوف لن يكونوا مسؤولين عن أي ضرر أو خسارة أو أذى أو تَحْيُزٍ من أي نوع و التي يمكن أن تنتج عن أشخاص قد تصرفوا على أساس فهمهم أو إدراكهم للمعلومات المُحتواة في هذه المطبوعة .

إن التخصيصات المستخدمة و المواد المعروضة في هذا التقرير لا تدلُّ ضمناً على أي تعبير أو رأي ، مهما يكن ، من طرف الأمم المتحدة أو برنامج الأمم المتحدة للبيئة بما يخص الوضع القانوني لأي بلد ، مقاطعة أو مدينة أو منطقة أو لأي من السلطات ، أو تعيين و تحديد لأي من جبهاتها أو حدودها . أي وجهة نظر معبّر عنها في هذه الوثيقة لا تعكس بالضرورة وجهة نظر برنامج الأمم المتحدة للبيئة.

لقد تم تحديث هذه المطبوعة بتنسيق من قبل الدكتورة هايديلور فيدلر (Dr. Heidelore Fiedler) من برنامج الأمم المتحدة للبيئة-الكيميائيات UNEP-Chemicals و ذلك اعتماداً على الطبعة الأولى بتاريخ أيار 2003 و اعتماداً على الملاحظات من الحكومات و المنظمات غير الحكومية وفقاً للقرار 7/5 المتخذ في الجلسة السابعة للجنة المفاوضات الحكومية الدولية لاتفاقية استوكهولم.

الرسومات على صفحة الغلاف : جزيئات 2،3،7،8-رباعي كلورو ثنائي بنزو-بارا-ديوكسين و رباعي كلورو ثنائي بنزو الفيوران ، بإذن من مخابر ويلينغتون ، أونتاريو ، كندا (Courtesy of Wellington Labs, Guelph, ONT, Canada)

تم إنتاج هذه المطبوعة ضمن إطار العمل لبرنامج المنظمات الدولية من أجل الإدارة الجيدة للكيميائيات (IOMC)

#### Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals (IOMC)

إن برنامج المنظمات الدولية من أجل الإدارة الجيدة للكيميائيات Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals (IOMC) قد تم تأسيسه في عام 1995 من قبل المنظمات الدولية المشاركة UNEP, ILO, FAO, WHO, UNIDO and OECD و ذلك تبعاً للتوصيات المتخذة عام 1992 في مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة و التنمية و ذلك من أجل تقوية التعاون و زيادة التنسيق في حقل السلامة الكيميائية . في كانون الثاني من عام 1998 ، قامت UNITAR بالإنضمام رسمياً إلى برنامج المنظمات الدولية من أجل الإدارة الجيدة للكيميائيات (IOMC) كمنظمة مشاركة. و الغرض من IOMC هو تحفيز التنسيق للسياسات و النشاطات التي تتابعها المنظمات المشاركة ، بالتعاون فيما بينها أو بشكل منفصل ، من أجل تحقيق الإدارة الجيدة للكيميائيات فيما يتعلق بصحة الإنسان و البيئة.

المادة في هذه المطبوعة يمكن اقتباسها أو إعادة طباعتها بحرية ، لكن المطلوب توجيه الشكر مع الإشارة بالمرجع لرقم هذه الوثيقة . يجب إرسال نسخة من المطبوعة التي تتضمن الاقتباس أو إعادة الطباعة إلى برنامج الأمم المتحدة للكيميائيات.

نسخ من هذا التقرير متوفرة من :

UNEP Chemicals  
International Environment House  
11-13 chemin des Anémones  
CH-1219 Châtelaine (Geneva), Switzerland  
Tel.: +41 (22) 917 8170  
Fax: +41 (22) 797 3460  
e-mail: chemicals@unep.ch

UNEP Chemicals is part of UNEP's Technology, Industry and Economics Division

**UNEP CHEMICALS**

February 2005



## تمهيد

تتطلب اتفاقية استوكهولم للملوثات العضوية الثابتة (POPs) من الدول الأطراف إلى خفض مجموع إطلاقاتها من الملوثات العضوية الثابتة الناتجة عن غير قصد مثل مركبات ثنائي بنزو-بارا-الديوكسين متعددة الكلورة و مركبات ثنائي بنزو الفيوران متعددة الكلورة (PCDD/PCDF) بهدف مواصلة خفضها إلى أدنى حد ، و حيثما كان ذلك ممكناً ، القضاء عليه بصورة نهائية . بموجب ذلك ، سوف تحتاج الدول الأطراف إلى تحديد مصادرها من الديوكسينات/الفيورانات و التعيين الكمي لهذه الإطلاقات. و يجب على المنهجية المستخدمة في تقييم هذه المصادر أن تكون متوافقة من أجل تقييم إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات مع الزمن و بين مختلف البلدان.

إن وسيلة الأدوات هي مرنة و يمكن تطبيقها على جميع البلدان : فحتى البلدان التي لا تملك معطيات أبداً عن الديوكسينات/الفيورانات سوف تجد أن وسيلة الأدوات هذه مفيدة لمسح النشاطات الصناعية و النشاطات الأخرى من أجل وضع تقدير أولي لدرجة إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات من المصادر الممكنة. أما البلدان التي تمتلك معطيات مقاسة، فيمكن أن تستخدم وسيلة الأدوات لمراجعة و تحديث شمولية جُرداتها (inventories)، إضافة إلى سعيها إلى التوافق بين معطياتها و تلك المعطيات المزودة في وسيلة الأدوات.

تم تقديم وسيلة الأدوات هذه إلى البلدان عن طريق سلسلة من ورشات العمل التدريبية و قد تم تطبيقها من قبل هذه البلدان في تحضير خططهم الوطنية التنفيذية تحت إطار اتفاقية استوكهولم. كما تم اختبارها حقيلاً بواسطة عدد من البلدان التي تلقت مساعدات من برنامج الأمم المتحدة للبيئة-الكيميائيات UNEP Chemicals.

إن هذه الطبعة الثانية من " وسيلة الأدوات القياسية للتعين والتحديد الكمي لإطلاقات الديوكسينات و الفيورانات" (Toolkit) تُقدم تحديثاً للطبعة الأولى الصادرة عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة-الكيميائيات UNEP Chemicals في أيار 2003 . إن هذا التحديث قد تم تطويره استجابةً للقرار INC-7/5 المتخذ من قبل اللجنة الدولية للحكومات المفاوضة (INC) الخاصة بالملوثات العضوية الثابتة في جلستها السابعة في تموز 2003. حيث تُطلب اللجنة (INC) في قرارها من " أمانة اتفاقية استوكهولم ..... تحضير و إصدار نسخة مُنقحة من وسيلة الأدوات لتقديمها إلى الاجتماع الأول لمؤتمر الأطراف". و تعكس هذه النسخة المُنقحة الملاحظات من المنظمات الحكومية و غير الحكومية.

كما هي الحال مع أية منهجية ، تحتاج وسيلة الأدوات (Toolkit) إلى اختبار حي و إلى إثبات صحتها و تحديثها. و مستخدمي وسيلة الأدوات مدعوون لاستشارة برنامج الأمم المتحدة للبيئة-الكيميائيات عندما تحصل مشاكل مع تطبيقها أو تفسيرها أو تنفيذها أو حينما يبدو أن النظام لا ينطبق على الحالة الموجودة في البلد.

البلدان مدعوة لاستخدام وسيلة الأدوات من أجل تقديم جُرداتها إلى برنامج الأمم المتحدة للبيئة-الكيميائيات UNEP Chemicals ، و الذي سيعمل على تحديث تقرير جُرد إطلاقات الديوكسين و الفيوران (Dioxin and Furan Release Inventory, UNEP Report of May 1999) . و الجُردات المستلمة سوف يتم طباعتها و جعلها متاحة على موقع الإنترنت (<http://www.chem.unep.ch/pops>) . كما يدعو أيضاً برنامج الأمم المتحدة للبيئة-الكيميائيات UNEP Chemicals جميع المستخدمين لوسيلة الأدوات إلى تزويد البرنامج بالمعلومات عن طريق التغذية الاسترجاعية (feedback) لجميع الأوجه لهذا المنتج.

جنيف ، شباط 2005



## وسيلة الأدوات القياسية للتعين والتحديد الكمي لإطلاقات الديوكسينات والفيورانات

### فهرس المحتويات

الصفحة	
i	فهرس المحتويات
v	فهرس الجداول
viii	فهرس الأشكال
ix	الاختصارات والمصطلحات (Abbreviations and Acronyms)
xiii	الملخص التنفيذي (Executive Summary)
1	1. المقدمة (Introduction)
4	2. الأهداف والتقييدات (Aims and Limitations)
6	1. 2. الأهداف (Aims)
6	2. 2. التقييدات (Limitations)
7	3. 2. قراءات إضافية (Further Reading)
10	3. 3. تشكّل وإصدار الديوكسينات/الفيورانات (Formation and Release of PCDD and PCDF)
10	1. 3. تشكّل الديوكسينات/الفيورانات (Formation of PCDD/PCDF)
13	2. 3. الإطلاقات المباشرة لمركبات الديوكسين/الفيوران (Direct Releases of PCDD/PCDF)
13	1. 2. 3. الإطلاق إلى الهواء (Release to Air)
14	2. 2. 3. الإطلاق إلى المياه (Release to Water)
15	3. 2. 3. الإطلاق إلى الأرض (Release to Land)
15	4. 2. 3. الإطلاق في المنتجات (Release in Products)
16	5. 2. 3. الإطلاق في البقايا (Release in Residues)
17	6. 2. 3. النقاط الساخنة المحتملة (Potential Hot Spots)
19	4. بروتوكول تجميع الجرّد (Protocol for the Inventory Assembly)
20	1. 4. الخطوة 1 : مصفوفة المسح : فئات المصادر الأساسية (Screening Matrix: Main Source Categories)
21	2. 4. الخطوة 2 : تحديد الفئات الثانوية (Subcategories Identification)
21	1. 2. 4. الفئات الثانوية لترميد النفايات (Subcategories of Waste Incineration)
22	2. 2. 4. الفئات الثانوية لإنتاج المعادن الحديدية وغير الحديدية (Subcategories of Ferrous and Non-Ferrous Metal Production)
23	3. 2. 4. الفئات الثانوية للتدفئة و توليد الطاقة (Subcategories of Heat and Power Generation)
24	4. 2. 4. الفئات الثانوية لإنتاج المواد الفلزية (Subcategories of Production of Mineral Products)
24	5. 2. 4. الفئات الثانوية للنقل (Subcategories of Transportation)
25	6. 2. 4. الفئات الثانوية لعمليات الإحترق المكشوفة (Subcategories of Open Burning Processes)
25	7. 2. 4. الفئات الثانوية لإنتاج واستعمال الكيماويات و بضائع المستهلك (Subcategories of Production and Use of Chemicals and Consumer Goods)
26	8. 2. 4. الفئات الثانوية - متفرقات (Subcategories of Miscellaneous)
27	9. 2. 4. الفئات الثانوية لطرح/تصريف النفايات (Subcategories of Disposal)
27	10. 2. 4. الفئات الثانوية للنقاط الساخنة (Subcategories of Hot Spots)
28	3. 4. الخطوة 3 : تجميع المعلومات (Information Gathering)
29	4. 4. الخطوة 4 : تصنيف العملية والتحديد الكمي للمصدر (Process Classification and Source Quantification)
30	1. 4. 4. تصنيف العملية (Process Classification)
31	2. 4. 4. التحديد الكمي للمصدر (Source Quantification)

- 33 4.4.3 تحديد الدفق أو مُعدل النشاط (Determination of the Flux or Activity Rate)
- 33 4.4.4 استخدام مُعاملات الإنبعاث الافتراضية لوسيلة الأدوات  
(Using the Toolkit's Default Emission Factors)
- 34 4.4.5 استخدام معطيات الإنبعاث الخاصة (Using Own Emission Data)
- 34 4.5.5 الخطوة 5 : تجميع قائمة الجرد (Compilation of Inventory)
- 35 5. عرض قائمة الجرد (Presentation of the Inventory)
- 35 5.1 تأسيس الجرد المرحلي (Establishment of an Interim Inventory)
- 36 5.2 التقرير النهائي (Final Report)
- 38 6. مُعاملات الإنبعاث الافتراضية (Default Emission Factors)
- 38 6.1 الفئة الأساسية 1 – ترميد النفايات (Waste Incineration)
- 39 6.1.1 النفايات البلدية الصلبة (Municipal Solid Waste)
- 43 6.1.2 ترميد النفايات الخطرة (Hazardous Waste Incineration)
- 47 6.1.3 ترميد النفايات الطبية (Medical Waste Incineration)
- 50 6.1.4 ترميد الأجزاء الخفيفة من نفايات المُشطّيات  
(Light-Fraction Shredder Waste Incineration)
- 52 6.1.5 ترميد حمأة المجاري (Sewage Sludge Incineration)
- 55 6.1.6 ترميد نفايات الأخشاب والكتلة الحيوية  
(Waste Wood and Waste Biomass Incineration)
- 57 6.1.7 تحطيم جيف الحيوانات (Destruction of Animal Carcasses)
- 59 6.2 الفئة الأساسية 2. إنتاج المعادن الحديدية وغير الحديدية  
(Ferrous and Non-Ferrous Metal Production)
- 62 6.2.1 تلييد خام الحديد (Iron Ore Sintering)
- 65 6.2.2 إنتاج فحم الكوك (Coke Production)
- 67 6.2.3 محطات إنتاج الحديد والفولاذ (Iron and Steel Production Plants)
- 74 6.2.4 إنتاج النحاس (Copper Production)
- 79 6.2.5 إنتاج الألمنيوم (Aluminum Production)
- 83 6.2.6 إنتاج الرصاص (Lead Production)
- 85 6.2.7 إنتاج الزنك (Zinc Production)
- 87 6.2.8 إنتاج البرونز والنحاس الأصفر (Brass and Bronze Production)
- 89 6.2.9 إنتاج المغنيزيوم (Magnesium Production)
- 91 6.2.10 عمليّات إنتاج أخرى للمعادن غير الحديدية  
(Other Non-Ferrous Metal Production)
- 93 6.2.11 المُشطّيات و المفتتات (Shredders)
- 95 6.2.12 الإسترجاع الحراري للمعادن من الأسلاك (Thermal Wire Reclamation)
- 97 6.3 الفئة الأساسية 3- توليد الطاقة والتدفئة (Heat and Power Generation)
- 98 6.3.1 محطات الطاقة التي تعمل على الوقود الأحفوري (Fossil Fuel Power Plants)
- 101 6.3.2 محطات الطاقة العاملة على حرق الكتلة الحيوية (Biomass Power Plants)
- 103 6.3.3 احتراق الغاز الحيوي/غاز المطامر (Landfill/Biogas Combustion)
- 104 6.3.4 التدفئة المنزلية والطهي باستخدام الكتلة الحيوية  
(Household Heating and Cooking with Biomass)
- 106 6.3.5 التدفئة المنزلية والطهي باستخدام الوقود الأحفوري  
(Domestic Heating and Cooking with Fossil Fuels)
- 109 6.4 الفئة الأساسية 4 – المُنتجات الفلزية (مواد البناء) (Mineral Products)
- 109 6.4.1 إنتاج الإسمنت (Cement Production)
- 114 6.4.2 إنتاج الجير (الكلس) (Lime Production)
- 116 6.4.3 إنتاج الطوب (Brick Production)
- 117 6.4.4 إنتاج الزجاج (Glass Production)
- 119 6.4.5 إنتاج السيراميك (Ceramics Production)
- 119 6.4.6 مزج (مجايل) الأسفلت (Asphalt Mixing)
- 120 6.4.7 تصنيع الطفل الزيتي (Oil Shale Processing)

123	5.6	الفئة الأساسية 5 - النقل (Transport)
124	1.5.6	المحركات رباعية الشوط (4-Stroke Engines)
125	2.5.6	المحركات ثنائية الشوط (2-Stroke Engines)
125	3.5.6	محركات الديزل (المازوت) (Diesel Engines)
127	4.5.6	المحركات العاملة على زيت الوقود الثقيل (Heavy Oil Fired Engines)
129	6.6	الفئة الأساسية 6 - عمليات الإحترق المكشوفة (Open Burning Processes)
129	1.6.6	حرق الكتلة الحيوية (Biomass Burning)
133	2.6.6	حرق النفايات والحرائق العرضية (Waste Burning and Accidental Fires)
138	7.6	الفئة الأساسية 7 - إنتاج واستخدام الكيماويات وبضائع المستهلك (Production and Use of Chemicals and Consumer Goods)
139	1.7.6	إنتاج الورق وعجينة الورق (Pulp and Paper Production)
150	2.7.6	الصناعات الكيماوية (Chemical Industry)
170	3.7.6	الصناعات البترولية (Petroleum Industry)
171	4.7.6	إنتاج النسيج (Textile Production)
174	5.7.6	تنقية الجلود (Leather Refining)
175	8.6	الفئة الأساسية 8 - المتفرقات (Miscellaneous)
175	1.8.6	تجفيف الكتلة الحيوية (Drying of Biomass)
176	2.8.6	مخارق الجثث (Crematoria)
178	3.8.6	بيوت التدخين (تدخين اللحوم) (Smoke Houses)
179	4.8.6	التنظيف الجاف (Dry Cleaning)
180	5.8.6	دخان التبغ (Tobacco Smoking)
182	9.6	الفئة الأساسية 9 - إطراح/طمر (Disposal/Landfill)
183	1.9.6	مطامر ومقالب النفايات (Landfills and Waste Dumps)
185	2.9.6	مياه المجاري ومعالجة مياه المجاري (Sewage and Sewage Treatment)
188	3.9.6	الطرح إلى المياه المفتوحة (Open Water Dumping)
189	4.9.6	التحويل إلى سماد (الكومبوست) (Composting)
190	5.9.6	معالجة نفايات الزيوت - طرائق لا حرارية (Waste Oil Treatment Non-Thermal)
191	10.6	الفئة الأساسية 10 - النقاط الساخنة (Hot Spots)
191	1.10.6	مواقع إنتاج المركبات العضوية الكلورية (Production Sites of Chlorinated Organics)
191	2.10.6	مواقع إنتاج الكلور (Production Sites of Chlorine)
192	3.10.6	مواقع تركيب الفينولات الكلورة (Formulation Sites of Chlorinated Phenols)
192	4.10.6	مواقع تطبيق الفينولات الكلورة (Application Sites of Chlorinated Phenols)
192	5.10.6	مواقع تصنيع ومعالجة الأخشاب (Timber Manufacture and Treatment Sites)
192	6.10.6	المكثفات والمحولات الكهربائية المملوءة بزيوت ثنائي الفينيل متعدد الكلورة (PCB-Filled Transformers and Capacitors)
193	7.10.6	عمليات ردم النفايات/البقايا الناتجة عن النشاطات في الفئات 1-9 (Dumps of Wastes/Residues from Categories 1-9)
194	8.10.6	مواقع الحوادث ذات العلاقة (Sites of Relevant Accidents)
194	9.10.6	رفع الرسوبيات (Dredging of Sediments)
194	10.10.6	مواقع غضار الخزف أو الكاولين (Kaolinitic or Ball Clay Sites)
196	7	المراجع (References)
208	8	ملحق 1 : مجموعة معاملات الانبعاث (Compilation of All Emission Factors)
218	9	ملحق 2 : الاستبيانات (Questionnaires)
232	10	ملحق 3 : عرض نتائج الجرد (Presentation of the Inventories)
232	1.10	مثال عن جداول الجرد (Example Tables for the Inventory)

- 234 10. 2. الجُرُودات الوطنية للديوكسينات/الفيورانات التي نفذت باستخدام وسيلة الأدوات  
(National PCDD/PCDF Inventories Made with the Toolkit)
- 235 11. المُرَفقات التَّقنية (Technical Annexes)
- 235 11. 1. مُعاملات مُكافئ السُمِّيَّة (Toxicity Equivalency Factors TEFs)
- 236 11. 2. استعمال الواحدات في الإنبعاثات إلى الهواء (Usage of Units in Air Emissions)
- 237 11. 3. القيم الحرارية – للفئة الأساسية 3 (Heating Values – For Main Category 3)
- 240 11. 4. مُعاملات التحويل للوقود الغازي والسائل – للفئات الأساسية 3 و 5  
(Conversion Factors for Liquid and Gaseous Fuels)
- 241 11. 5. المراحل المتتالية لعملية التبييض – للفئة الأساسية 7  
(Bleaching Sequences – For Main Category 7)

## فهرس الجداول

## الصفحة

5	الجدول 1 : إنبعاثات الديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء تبعاً للفئات الفرعية (وزارة البيئة الأردنية 2003)
20	الجدول 2 : مصفوفة المسح – فئات المصادر الأساسية
22	الجدول 3 : الفئات الثانوية من مصفوفة الجرّد – الفئة الأساسية 1
23	الجدول 4 : الفئات الثانوية من مصفوفة الجرّد – الفئة الأساسية 2
23	الجدول 5 : الفئات الثانوية من مصفوفة الجرّد – الفئة الأساسية 3
24	الجدول 6 : الفئات الثانوية من مصفوفة الجرّد – الفئة الأساسية 4
25	الجدول 7 : الفئات الثانوية من مصفوفة الجرّد – الفئة الأساسية 5
25	الجدول 8 : الفئات الفرعية من مصفوفة الجرّد – الفئة الأساسية 6
26	الجدول 9 : الفئات الفرعية من مصفوفة الجرّد – الفئة الأساسية 7
27	الجدول 10 : الفئات الثانوية من مصفوفة الجرّد – الفئة الأساسية 8
27	الجدول 11 : الفئات الثانوية من مصفوفة الجرّد – الفئة الأساسية 9
28	الجدول 12 : الفئات الثانوية من مصفوفة الجرّد – الفئة الأساسية 10
39	الجدول 13 : الفئات الثانوية من الفئة الأساسية 1 – ترميد النفايات
41	الجدول 14 : مُعاملات الإنبعاث لحرق النفايات البلدية الصلبة
45	الجدول 15 : مُعاملات الإنبعاث لمردات النفايات الخطرة
48	الجدول 16 : مُعاملات الإنبعاث لحرق النفايات الطبية
51	الجدول 17 : مُعاملات الإنبعاث لحرق الأجزاء الخفيفة من نفايات المُشطّيات (LFSW)
53	الجدول 18 : مُعاملات الإنبعاث من حرق حمأة المجاري
56	الجدول 19 : مُعاملات الإنبعاث لحرق نفايات الأخشاب/الكتلة الحيوية
57	الجدول 20 : مُعاملات الإنبعاث لتحطيم جيف الحيوانات
61	الجدول 21 : الفئات الثانوية من الفئة الأساسية 2 – إنتاج المعادن الحديدية وغير الحديدية
63	الجدول 22 : مُعاملات الإنبعاث من أجل محطات تلييد الحديد الخام
66	الجدول 23 : مُعاملات الإنبعاث من أجل إنتاج فحم الكوك
70	الجدول 24 : مُعاملات الإنبعاث من أجل صناعة الفولاذ ومسابك الحديد
77	الجدول 25 : مُعاملات الإنبعاث من أجل صناعة النحاس
81	الجدول 26 : مُعاملات إنبعاث صناعة الألمنيوم
83	الجدول 27 : مُعاملات الإنبعاث من أجل صناعة الرصاص
86	الجدول 28 : مُعاملات الإنبعاث من أجل صناعة الزنك
88	الجدول 29 : مُعاملات الإنبعاث من أجل صناعة البرونز والبراس
90	الجدول 30 : مُعاملات الإنبعاث من أجل صناعة المغنيزيوم
92	الجدول 31 : مُعاملات الإنبعاث من أجل العمليات الحرارية للمعادن غير الحديدية
94	الجدول 32 : مُعاملات الإنبعاث من أجل المُفَنّات (المُشطّيات – Shredders)
95	الجدول 33 : مُعاملات الإنبعاث من أجل الإسترجاع الحراري للمعادن من الأسلاك
97	الجدول 34 : الفئات الثانوية لفئة المصادر الأساسية 3 – توليد الطاقة والتدفئة
99	الجدول 35 : مُعاملات الإنبعاث لمحطات توليد الطاقة وإنتاج الحرارة/الطاقة في الصناعة والتي تعمل على الوقود الأحفوري
102	الجدول 36 : مُعاملات الإنبعاث لتوليد الطاقة التي تعتمد على حرق الكتلة الحيوية
103	الجدول 37 : مُعاملات الإنبعاث للغاز الحيوي/غاز المطامر المُستخدَم في توليد الطاقة أو في الشعلة
105	الجدول 38 : مُعاملات الإنبعاث للتدفئة المنزلية والطهي التي تعتمد على حرق الكتلة الحيوية
107	الجدول 39 : مُعاملات الإنبعاث للتدفئة المنزلية التي تعتمد على الوقود الأحفوري
109	الجدول 40 : الفئات الثانوية لفئة المصادر الأساسية 4- المُنتجات الفلزية (مواد البناء)
112	الجدول 41 : مُعاملات الإنبعاث لإنتاج الإسمنت
115	الجدول 42 : مُعاملات الإنبعاث لإنتاج الجير
116	الجدول 43 : مُعاملات الإنبعاث لإنتاج الطوب
118	الجدول 44 : مُعاملات الإنبعاث لإنتاج الزجاج

119	الجدول 45 : مُعاملات الانبعاث لمجابهة الإسفلت
121	الجدول 46 : مُعاملات الانبعاث من تصنيع الطفلُ الزيتي (oil shale processing)
123	الجدول 47 : الفئات الثانوية من الفئة الأساسية 5 – النقل
124	الجدول 48 : مُعاملات الانبعاث للمُحركات رباعية الشُوط (سيارات الركاب)
125	الجدول 49 : مُعاملات الانبعاث للمُحركات ثنائية الشُوط
126	الجدول 50 : مُعاملات الانبعاث لمُحركات الديزل (مثل: الشاحنات)
127	الجدول 51 : مُعاملات الانبعاث للمُحركات العاملة على الوقود الثقيل والزيوت المُستهلكة (مثل: السفن)
129	الجدول 52 : الفئات الثانوية من الفئة الأساسية 6 – عمليّات الاحتراق المكشوفة
130	الجدول 53 : مُعاملات الانبعاث لحرق الكتلة الحيوية
133	الجدول 54 : مُعاملات الانبعاث لحرق النفايات والحرائق العرَضية
138	الجدول 55 : الفئات الثانوية من الفئة الأساسية 7- إنتاج واستخدام الكيماويات و بضائع المُستهلك
142	الجدول 56 : مُعاملات الانبعاث لصناعة الورق وعجينة الورق: المراحل
143	الجدول 57 : مُعاملات الانبعاث للتدفقات السائلة والحماة الناتجة عن صناعة الورق وعجينة الورق
145	الجدول 58 : مُعاملات الانبعاث لمُنتجات صناعة الورق وعجينة الورق
157	الجدول 59 : تركيز مُركبات ثنائي بنزوفيوران متعدد الكلورة (PCDF) في مُنتجات PCB
157	الجدول 60 : إحصائيات التسريب لتجهيزات PCB
161	الجدول 61 : تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في كلوريدات البنزن (Liu et al. 2004)
162	الجدول 62 : تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في كلوريدات البنزن (Liu et al. 2004)
163	الجدول 63 : معاملات الانبعاث لإنتاج الكلور باستخدام الإلكترودات الفحمية
166	الجدول 64 : مُعاملات الانبعاث لصناعة ثنائي كلور الإيثيلين/أحادي كلور الفينيل/البولي فينيل كلورايد
171	الجدول 65 : معاملات الانبعاث لحرق الغازات في الشعلة (flaring of gases)
173	الجدول 66 : مُعاملات الانبعاث للصناعات النسيجية
174	الجدول 67 : مُعاملات الانبعاث لصناعة الجلود
175	الجدول 68 : الفئات الثانوية للفئة الأساسية 8 – المتفرقات (Miscellaneous)
176	الجدول 69 : مُعاملات الانبعاث من أجل تحفيف الكتلة الحيوية* بعد التجفيف
177	الجدول 70 : مُعاملات الانبعاث من أجل محارق الجثث
178	الجدول 71 : مُعاملات الانبعاث من أجل بيوت التدخين (smoke houses)
180	الجدول 72 : مُعاملات الانبعاث من أجل بقايا التنظيف الجاف (dry cleaning residues)
180	الجدول 73 : مُعاملات الانبعاث من أجل دخان التبغ
182	الجدول 74 : الفئات الثانوية للفئة الأساسية 9- طرَح النفايات
183	الجدول 75 : مُعاملات الانبعاث من أجل المطاعم و مكبات النفايات
186	الجدول 76 : مُعاملات الانبعاث من أجل حماة المجاري (sewage sludge)
188	الجدول 77 : مُعاملات الانبعاث من أجل الطرح إلى المياه المفتوحة
189	الجدول 78 : مُعاملات الانبعاث لعملية تحويل النفايات إلى سماد الكمبوست
193	الجدول 79 : مُعاملات الانبعاث لثنائيات الفينيل متعددة الكلورة (Emission factors for PCB)
209	الجدول 80 : مُعاملات الانبعاث للفئة 1- حرَق النفايات
210	الجدول 81 : مُعاملات الانبعاث للفئة 2 – إنتاج المعادن الحديدية و غير الحديدية
212	الجدول 82 : مُعاملات الانبعاث للفئة 3 – توليد الطاقة و التدفئة
213	الجدول 83 : مُعاملات الانبعاث للفئة 4 - إنتاج المُنتجات الفلزية (مواد البناء)
214	الجدول 84 : مُعاملات الانبعاث للفئة 5 - النقل
214	الجدول 85 : مُعاملات الانبعاث للفئة 6 – عمليّات الاحتراق المكشوفة في العراء
215	الجدول 86 : مُعاملات الانبعاث للفئة 7 – إنتاج و استخدام الكيماويات و بضائع المُستهلك
216	الجدول 87 : مُعاملات الانبعاث للفئة 8 - متفرقات
216	الجدول 88 : مُعاملات الانبعاث للفئة 9 – طرَح/طمر النفايات
217	الجدول 89 : مُعاملات الانبعاث للفئة 10 – تحديد النقاط الساخنة
90	الجدول 90 : مثال عن صفحة إكسل (EXCEL) تبين معطيات الإدخال و المخرجات للإطلاقات إلى الهواء ، و المياه ، و الأرض ، و المنتجات ، و البقايا من أجل الفئة الأساسية 6 (المصدر SEAM 2003)
232	الجدول 91 : نتائج الجرد الوطني لإطلاقات الديوكسينات/الفيورانات ( البار اغواي SEAM 2003)
234	الجدول 92 : جردوات الديوكسينات/الفيورانات التي تم إعدادها بواسطة وسيلة الأدوات (Toolkit)
236	الجدول 93 : مُعاملات مُكافئ السُميّة (TEFs) - مقارنة بين النظم المُستخدَمة والأكثر شيوعاً

237	الجدول 94 : القيم الحرارية للفحم
237	الجدول 95 : القيم الحرارية لفحم الكوك
237	الجدول 96 : القيم الحرارية لزيت الوقود
238	الجدول 97 : القيم الحرارية للغاز
238	الجدول 98 : القيم الحرارية للخشب
238	الجدول 99 : القيم الحرارية للكتلة الحيوية
239	الجدول 100 : بعض العلاقات المختارة للتحويل بين وحدات الطاقة و القدرة
239	الجدول 101 : بعض معاملات التحويل المختارة و مكافئات الطاقة للفئة الأساسية 3
241	الجدول 102 : الرموز المُستخدمة في مراحل التبييض

## فهرس الأشكال

- الشكل 1: " دورة الحياة " لمركبات الديوكسين/الفيوران ..... 12  
الشكل 2: منهجية الخمس-خطوات المنصوح بها لتأسيس الجرد الوطني لإطلاقات الديوكسينات/الفيورانات باستخدام وسيلة  
الأدوات (Toolkit) ..... 20

## الاختصارات والمصطلحات

2,4,5-T	2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid
°C	Degrees Celsius
a	Year (annum), 365 days
ADt	Air-dried ton (of pulp)
APC(S)	Air pollution control (system)
BAT	Best available techniques
BF	Blast furnace
BOF	Basic oxygen furnace
BOS	Basic oxygen steel
C	Chlorination bleaching stage using molecular chlorine dispersed dissolved in water (pulp and paper production)
CCMS	Committee on Challenges of Modern Society
CF	Cupola furnace
CNP	2,4,6-Trichlorophenyl-4'-nitrophenyl ether
CORINAIR	Core inventory of air emissions
CTMP	Chemo-thermo-mechanical pulp
D	Chlorine dioxide bleaching stage using a water solution of chlorine dioxide (ClO <sub>2</sub> ) (Section on pulp and paper production)
DCB	Dichlorobenzene
DL	Detection limit
d.m.	Dry matter
E	Extraction bleaching stage using sodium hydroxide (NaOH)
EAF	Electric arc furnace
ECF	Elemental chlorine free (bleaching)
ECVM	European Council of Vinyl Manufacturers
EDC	1,2-Dichloroethane
EMEP	Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air Pollutants in Europe
EPA	Environmental Protection Agency
ESP	Electrostatic precipitator
EU	European Union (15 Member States until 30 April 2004: Austria, Belgium, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Ireland, Italy, Luxembourg, the Netherlands, Portugal, Spain, Sweden, United Kingdom)
GEF	Global Environment Facility
h	Hour(s)
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sulfuric acid (in the context of a sulfuric acid plant in the non-ferrous metal production)
ha	Hectare(s)
HW	Hazardous waste

I-TEF	International Toxicity Equivalency Factor
I-TEQ	International Toxic Equivalent
IF	Induction furnace
IPCS	International Programme on Chemicals Safety (of the World Health Organisation)
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control (of the European Union)
ISO	International Standardization Organization
K	(Degree) Kelvin
kPa	Kilo Pascal (= one thousand Pascal)
L	Liter
LPG	Liquefied petroleum gas
LOI	Loss of ignition (a measure for residual carbon content)
LS	Liquid steel
m	Meter
m <sup>3</sup>	Cubic meter (typically under operating conditions without normalization to, <i>e.g.</i> , temperature, pressure, humidity)
Mg	Magnesium but see also: megagram (under units)
MSW	Municipal solid waste
NA	Not applicable (not a relevant release vector)
NaOH	Sodium hydroxide
Na <sub>2</sub> S	Sodium sulfide
NATO	North Atlantic Treaty Organization
NCASI	National Council (of the Paper Industry) for Air and Steam Improvement, Inc.
N-TEQ	Toxic equivalent using the Nordic scheme (commonly used in the Scandinavian countries)
ND	Not determined/no data (in other words: so far, no measurements available)
NFR	Nomenclature For Reporting
NIP	National Implementation Plan (under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants)
Nm <sup>3</sup>	Normalized (standard) cubic meter; the volume a gas occupies at atmospheric pressure (1,013 mbar) and 273.15 K (0 °C)
<i>o</i>	<i>ortho</i>
O	Oxygen bleaching stage (pulp and paper production)
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OSPAR	Commission for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic
<i>p</i>	<i>para</i>
PARCOM	Paris-Oslo Commission
PCB	Polychlorinated biphenyls
PCDD	Polychlorinated dibenzo- <i>para</i> -dioxins

PCDF	Polychlorinated dibenzofurans
PCP	Pentachlorophenol
PCP-Na	Sodium pentachlorophenate
POPs	Persistent organic pollutants
PRTR	Pollutant Release and Transfer Registers
PTS	Persistent toxic substances
PVC	Polyvinylchloride
RDF	Refuse derived fuel
rpm	Revolutions per minute
SCR	Selective catalytic reduction/reaction
SI	International system of units
SNAP	Selected Nomenclature for Air Pollution
t	Ton (metric)
TCB	Trichlorobenzene
TCF	Totally chlorine free (bleaching)
TEF	Toxicity Equivalency Factor
TEQ	Toxic Equivalent
	Note: For the purpose of the Toolkit, there is no difference if concentrations or emission factors are reported in I-TEQ or N-TEQ or WHO-TEQ (for PCDD/PCDF only)
TMP	Thermo-mechanical pulp
TRI	Toxics Release Inventory
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development
UNDP	United Nations Development Programme
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
UNEP	United Nations Environment Programme
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
URL	Uniform Resource Locator (the global address of documents and other resources on the World Wide Web)
UV	Ultra-violet
VCM	Vinyl chloride monomer
VSK	Vertical shaft kilns
WEC	World Energy Council
WHO	World Health Organization

### SI Units

g	gram	$10^0$ g		
kg	kilogram	$10^3$ g		
t	ton	$10^6$ g (1,000 kg)	also: Mg	Megagrams (a million grams)
kt	kilo ton	1,000 t		

g	gram	$10^0$ g	
mg	milligram	$10^{-3}$ g	
$\mu$ g	microgram	$10^{-6}$ g	
ng	nanogram	$10^{-9}$ g	
pg	picogram	$10^{-12}$ g	
kJ	Kilojoule	$10^3$ Joule	
MJ	Megajoule	$10^6$ Joule	
GJ	Gigajoule	$10^9$ Joule	
TJ	Terajoule	$10^{12}$ Joule	
MW	Megawatt		
MWh	Megawatt hours		
Pa	Pascal		
kPa	kilopascal	$10^3$ Pascal	

### Non-SI Units

Gallon	1 gal	= 0.1337 ft <sup>3</sup>	= 0.0038 m <sup>3</sup>
pound	1 lb.	= 0.4536 kg	
inch	1 in	= 2.54 cm	= 0.0254 m

## الخلاصة التنفيذية

إن وسيلة الأدوات هذه هي منهجية لمساعدة البلدان في تطوير عمليّات الجرّد بهدف تقدير إصداراتها من الديوكسينات/الفيورانات وتقودهم أيضاً من خلال العملية لكيفية تطوير وتنقيح الجرّد. أما هدف وسيلة الأدوات هو لارشاد معدّي الجرّد، ضمن بلد ما، إلى التقانات ومراحل تطوير الجرّد بإعطاء أمثلة ومعاملات من أجل التصنيف. وتوضح وسيلة الأدوات أيضاً طرائق انتقال مركّبات الديوكسين والفيوران ضمن البيئة أو المكونات الأخرى. وأخيراً، تعمل وسيلة الأدوات على توصيف الاطلاقات ضمن مراتب مختلفة في الشدة ومن أجل قطاعات كوحدة متكاملة.

عالمياً، يوجد فقط القليل من الجرّودات الوطنية التي سجّلت إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات. حددت دراسة مراجعة أجريت من قبل UNEP للكيميائيات في عام 1999 (UNEP Chemicals 1999) أنه يوجد فقط 15 من الجرّودات الوطنية لإطلاقات الديوكسينات والفيورانات، و أن معظم هذه الجرّودات كانت من البلدان الشمالية المتطورة.

طلبت اتفاقية ستوكهولم حول الملوثات العضوية الثابتة، اتفاقية ملزمة قانونية عالمية، الدول الأطراف لخفض، أو عندما يكون ممكناً، القضاء على اطلاقات الديوكسينات/الفيورانات. وبالتالي، يجب التحديد الكمي لمصادر الملوثات العضوية الثابتة المتولدة عن غير عمد، كما أنه يجب أن تكون المنهجية المُستخدمة في تقييم مصادر الانبعاثات متناسقة ومنسجمة مما يسمح بمتابعة أو مراقبة إطلاقات الديوكسين مع الزمن وبين البلدان.

إن الجرّودات المُسبقة للديوكسينات/الفيورانات ليست مُرضية من أجل تحقيق هذه الغايات. فمعظمها غير كامل وقديم أو يفتقر إلى الثبينة المُتجانسة. كما أن الجرّودات التي لا تُعالج المصادر الهامة والمُحتلمة لمركّبات الديوكسين والفيوران، وربما يعود ذلك إلى عدم توفر معلومات وطنية كافية، فربما قد تعمل على تشويش الصورة بأن بعض هذه المصادر غير هامة أو قد تُغفل الحاجة إلى تحكّات فعالة. وأكثر من ذلك، هناك عدد قليل من الجرّودات التي تتعرض إلى إطلاقات أوساط أخرى غير تلك إلى الهواء.

وبهدف مساعدة البلدان من أجل تحديد مصادر وتقدير إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات، فقد طوّرت وحدة برنامج الأمم المتحدة للبيئة-الكيميائيات UNEP-Chemicals " وسيلة الأدوات القياسية للتعين والتحديد الكمي لإطلاقات الديوكسينات/الفيورانات". كما أن برنامج الأمم المتحدة للبيئة-الكيميائيات UNEP-Chemicals يعمل على تدريب البلدان على استخدام وسيلة الأدوات هذه كجزء من برنامج بناء القدرات.

جُمع وكتّب كتيب وسيلة الأدوات هذا (Toolkit) باستخدام الخبرة المتراكمة لهؤلاء الذين جمعوا الجرّودات. ولقد صُمّم هذا الكتيب (وسيلة الأدوات - Toolkit) على منهجية بسيطة وقياسية وقاعدة البيانات المرافقة لتمكين البلدان من تجميع جرّودات الديوكسينات/الفيورانات الإقليمية والوطنية بشكل متناسق ومنسجم. ولقد طوّرت مُعاملات الانبعاث الافتراضية (Default emission factors) و المحتواة في كتيب وسيلة الأدوات هذا لاستخدامها من قبل البلدان التي ليس لديها بيانات مقاسة لمركّبات الديوكسين والفيوران من مصادرهم. على أي حال، فإن كتيب (وسيلة الأدوات - Toolkit) أيضاً يُمكن تطبيقه من قبل البلدان التي لديها بيانات مقاسة وترغب بتطبيق مُعاملات الانبعاث الخاصة بها.

يجب أن يكون تجميع الجرّودات متناسق ومنسجم وذو موارد ووقت كافيان وأن تكون البيانات دقيقة بما فيه الكفاية لتحديد المصادر الرئيسية بشكل موثوق وتحديد البيانات الأساسية الناقصة. ليس هناك ضرورة لتنفيذ قياسات واختبارات فعلية للانبعاثات من أجل لتطبيق هذا الكتيب وتجميع الجرّد. كما أنه قد صممت

العملية أيضاً لتكون قابلة للتكيف. كما يُمكن في المستقبل أن تُراجَع قاعدة بيانات مُعاملات الانبعاث و وصف العملية وربما تتحسن هذه المعاملات لدى ظهور بيانات مقاسة جديدة وربما تطبق أرقام جديدة لتحسين الجرد بشكل عام.

إن العناصر الرئيسة لهذا الكتيب (وسيلة الأدوات-Toolkit) هي:

- **منهجية فعالة** من أجل تحديد العمليات الصناعية و غير الصناعية ذات العلاقة والتي تطلق الديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء والماء والأرض ومع المُنتجات والبقايا في بلد ما ومسح تلك الإطلاقات لتحديد أكثرها أهمية.
- **دليل إرشادي لجمع المعلومات** حول العمليات ذات الصلة والذي يُمكن من تصنيف العمليات ضمن فئات ذات إطلاقات متشابهة.
- **قاعدة بيانات مفصلة لمعاملات الانبعاث** و التي توفر معطيات افتراضية عن معاملات الانبعاث مناسبة للاستخدام و بنفس الوقت ممثلة و معبرة عن العمليات التي تم جمعها في فئة المصدر. يُمكن تحديث قاعدة البيانات هذه في المستقبل لدى توفر معطيات جديدة.
- **توجيهات عن كيفية جمع وعرض الجرد** باستخدام مُعاملات الانبعاث الافتراضية أو أية معطيات محددة للبلد، وبحيث تكون الجردات الناتجة قابلة للمقارنة.

ترتبط المعلومات حول اطلاق الديوكسينات/الفيورانات بالمستويات الخمسة التالية و/أو الأوساط التي تُطلق فيها أو تنتقل عبرها الديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء والماء والأرض والبقايا والمُنتجات. ومن أجل نهج شامل، يجب الأخذ في الاعتبار كافة اطلاقات الديوكسينات/الفيورانات من مصدر محدد أو فعالية ما (على الرغم من أنه لا يصح بالضرورة أن تكون الاطلاقات لكافة الأقسام لها الأثر نفسه).

إن المبدأ الرئيسي هو جمع "إحصائيات النشاط" (activity statistics) التي تصف كمية العملية (مثلاً أطنان المنتج المنتجة كل سنة)، و"مُعاملات الانبعاث" (emission factors) التي تصف إطلاق الديوكسينات/الفيورانات لكل وسط بوحدة النشاط (مثلاً، ميكروغرام مكافئ سُمي/طن). وبعدها هذين المتحولين نحصل على الاطلاقات السنوية. يُطبَّق إطار العمل وينتج الجرد بأخذ الخطوات الخمسة المذكورة في الشكل 2 (الصفحة 20). تشير مصفوفة المسح (الجدول 2، الصفحة 20) إلى فئات المصادر العشر، وتشمل مصادر صناعية وغير صناعية إضافة إلى مواقع ومستودعات ملوثة. من أجل كل فئة رئيسية، تشير قائمة الفئات الثانوية إلى النشاطات التفصيلية للعملية. وضمن كل نوع عملية، جرى تزويد مُعاملات أساسية أو توصيف العملية. وبالتالي، يُمكن تحديد الإطلاقات لكافة الأوساط عندما تتوفر البيانات. يُمكن استخدام معلومات العملية والمحطة بشكل يسهل الوصول إليها نسبياً أو الحصول على معلومات أكثر تفصيلاً من جراء استبيان مناسب لاختيار مُعامل الانبعاث المناسب من قاعدة البيانات.

ستكون عملية جمع المعلومات التفصيلية عن العمليات المنفذة ضمن البلد، مفصلة تبعاً للحالة. وفي الكثير من الحالات، تكون البيانات الإحصائية المركزية كافية. وقد يتطلب بعضها تنفيذ استبيان منشأة - بمنشأة، ولقد زود الكتيب بأمثلة عن ذلك. وما إن توفرت الإحصائيات اللازمة عن النشاط، يُمكن تقدير مجالات الاطلاقات المحتملة بتطبيق أعلى وأخفض قيمة لمُعاملات الانبعاث الكلية للنشاط. وكما يُمكن أن تساعد هذه المعلومات في وضع الأولويات من أجل جمع بيانات تفصيلية أكثر.

كما تم تزويد وسيلة الأدوات هذه بالإرشادات عن كيفية عرض النتائج مع التأكيد بأن تكون الجردات واضحة متناسقة وقابلة للمقارنة. يُمكن أيضاً تحديث النتائج وتحسينها كلما تتجددت وتحسنت الإحصائيات المتعلقة بالنشاط ومُعاملات الانبعاث. و عندما تتوفر بيانات مقاسة عن الانبعاثات أو تم وضع تقديرات

وطنية، فإن وسيلة الأدوات مصممة لتسمح بادخالها جنباً إلى جنب مع التقديرات المُشتقة من مُعاملات الإنبعاث الإفتراضية . كما تسمح وسيلة الأدوات بمشاهدة النقص و الثغرات في البيانات، والارتياحات والإختلافات بين العمليات في نفس البلد ومُعاملات الإنبعاث الناتجة عن الأدبيات العالمية.

سُظهر جرودات البلد النهائية بوضوح بأن جميع المصادر المحتملة قد تم التعرض لها ، حتى ولو لم يتواجد النشاط أو الفعالية في ذلك البلد أو أنها غير هامة بالنسبة له. وسيكون هناك من أجل كل مصدر ضمن بلد ما تقدير للإطلاقات إلى كافة الأوساط حينما تكون البيانات كافية و كمؤشر عن شدة أو مرتبة الإطلاقات المحتملة إذا لم تكون البيانات متوفرة بشكل كامل. يُمكن تضمين معلومات اضافية كالخطط من أجل تطوير العمليات أو إغلاق وشيك الحدوث للمحطات. وبأخذ كل ذلك، ستساعد هذه العملية في تفسير النتائج ووضع الأوليات للأعمال المستقبلية.



## 1. المقدمة

تعتبر الديوكسينات والفيورانات، وبشكل أدق مُرَكَّبَات ثنائي بنزو- بارا- ديوكسين متعدد الكلور (polychlorinated dibenzo-p-dioxins, PCDD) ومركبات ثنائي بنزو فيوران متعدد الكلور (polychlorinated dibenzofurans, PCDF)، طائفتين من المركبات ضمن الملوثات العضوية الإثنية عشر الثابتة في البيئة والتي شملتهم اتفاقية استوكهولم للملوثات العضوية الثابتة ( Persistent Organic Pollutants, POPs). إن الديوكسينات/الفيورانات (PCDD/PCDF) و ثنائيات الفينيل متعددة الكلورة (polychlorinated biphenyls, PCBs) ومركب سداسي كلور البنزن (hexachlorobenzene, HCB) هي مركبات مُدرجة في المرفق (ج) من اتفاقية استوكهولم للملوثات العضوية الثابتة؛ و هي تُنتج عن غير عمد و شائع تسميتها "نواتج ثانوية". تنص الاتفاقية على أن جميع المُركبات المُدرجة في المرفق (ج) من اتفاقية استوكهولم للملوثات العضوية الثابتة تُتطلب " مواصلة تخفيضها إلى أدنى حد، وحيثما كان ذلك ممكناً، القضاء عليها بصورة نهائية" (Stockholm Convention 2001). إن الفقرة (أ) من المادة (5) من اتفاقية استوكهولم تُتطلب تطوير وتنفيذ خطة عمل " لتحديد وتوصيف و معالجة إطلاقات المواد الكيميائية المُدرجة في المرفق (ج) "، كما أن الفقرة الفرعية (1) من الفقرة (أ) من المادة (5) تحدد أن خطة العمل يجب أن تتضمن " تطوير وتشغيل برنامج جرد للمصادر و الاحتفاظ بها و تقديرات لحالات الإطلاق".

إن القرار رقم 32/18 الذي اتخذ في نيروبي -آيار 1995 من قِبَلُ المجلس الحاكم لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة يخاطب مباشرة الحاجة لأفعال دولية للتخفيض والقضاء على الإنبعاثات والإطلاقات للملوثات العضوية الثابتة (POPs).

وفي القرار رقم 13/19 تاريخ 7 شباط 1997 طالب المجلس الحاكم أن يقوم برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) على تطوير ومشاركة المعلومات حول المواضيع التالية: بدائل لمركبات POPs، جرودات لمركبات ثنائي الفينيل متعددة الكلورة (PCBs) والإمكانات المتوفرة لتحطيم هذه المركبات، ومصادر مُرَكَّبَات الديوكسين والفيوران (PCDD/PCDF) واستراتيجيات إدارتها. ومن أجل متابعة هذه المتطلبات، عقد برنامج الأمم المتحدة للبيئة عدد من ورشات العمل الإقليمية بهدف زيادة الوعي وإعلام البلدان عن الملوثات العضوية الثابتة في البيئة وعن اتفاقية استوكهولم. كان هناك طلباً متكرراً من المشاركين في ورشات العمل هذه في الحصول على مساعدة لتقييم إطلاقات مُرَكَّبَات الديوكسين والفيوران في بلدانهم و/أو إقليمهم. وكان المشاركون يعبرون عن قلقهم إزاء التأثيرات المُمكنة لهذه المركبات والتي تشكل عن غير قصد كنواتج ثانوية خلال عدد من العمليات.

لقد قام برنامج الأمم المتحدة للبيئة-الكيميائيات (UNEP-Chemicals) في عام 1999 بمراجعة بعض الجرودات الوطنية للديوكسينات والفيورانات (national PCDD/PCDF inventories) (UNEP, 1999). للأسف هذه الجرودات لم يتم تجميعها بشكل قابل للمقارنة. ولم يكن هناك طريقة موضوعة دولياً لسرد مصادر هذه المركبات (هناك مصادر جديدة مازالت تُكتشف ومصادر مُختلفة يُمكن أن تكون مسيطرة في بلدان مختلفة) وكما أن شدة أو قوة المصدر يُمكن أن تتغير مع توفر معلومات جديدة أو التغيير في التقانات. عدد من هذه الجرودات لم تتعرض لبعض المصادر التي من المحتمل أن تكون هامة و ذلك نتيجة عدم توفر معلومات كافية عن هذه المصادر وبالتالي يُمكن أن يقودنا ذلك إلى خلاصة غير دقيقة بأن هذه المصادر ليست هامة. قام برنامج الأمم المتحدة للبيئة-الكيميائيات في عام 1999 وخلال العام 2000 بتنفيذ برنامج بناء القدرات وعقد ورشات عمل لمساعدة البلدان في التحضير لاتفاقية الملوثات العضوية الثابتة في البيئة. وفي كانون الثاني عام 2001 وضمن إطار عمل برنامج المنظمات الدولية للإدارة الجيدة للكيميائيات (IOMC) قام برنامج الأمم المتحدة للبيئة-الكيميائيات بإصدار مُسودة " وسيلة الأدوات القياسية

للتعرف على مُرَكِّبات الديوكسين والفيوران والتعيين الكمي لانبعثاتها"، والتي ترجمت إلى اللغات الإسبانية والفرنسية والروسية. لاحقاً، أطلق برنامج الأمم المتحدة للبيئة-الكيميائيات مجموعة برامج وطنية لاختبار هذه الوسيلة على أرض الواقع وتم تنفيذ عدد من برامج الجرد (الجروادات) الوطنية لمركبات الديوكسين والفيوران باستخدام وسيلة الأدوات هذه.

في حزيران 2002، تضمن القرار رقم 4/6 الصادر في الجلسة السادسة للجنة المفاوضات للحكومات الدولية لاتفاقية استوكهولم، النقاط التالية:

1. لَحُظَ أن " وسيلة الأدوات القياسية للتعيين والتحديد الكمي لإطلاقات الديوكسينات/الفيورانات " (Toolkit) الصادرة عن برنامج الأمم المتحدة تُوفِّر الأساس لتطوير الدليل المؤقت حول تقييم الإطلاقات الحالية والمتوقعة للكيميائيات المدرجة في المرفق (ج) من اتفاقية استوكهولم للملوثات العضوية الثابتة.
2. لحظت أيضاً أنه قد يكون من الملائم تحديث وسيلة الأدوات (Toolkit) وتضمين كيميائيات إضافية، مُعامِلات إنبعث، ومستويات من التفصيل وعناصر أخرى من أجل تحسين الفائدة منها.
3. تدعو الحكومات وجهات أخرى لتزويد سكرتارية برنامج الأمم المتحدة بالملاحظات حول كيفية تحديث وتوسيع وسيلة الأدوات (Toolkit) قبل تاريخ 13 كانون الأول 2002.
4. تطلب من أمانة الاتفاقية تطوير نسخة مُحدَّثة ومُوسَّعة من وسيلة الأدوات (Toolkit) ليتم مراجعتها من قِبَل لجنة المفاوضات للحكومات الدولية لاتفاقية استوكهولم، بعد الأخذ بعين الاعتبار الملاحظات التي تم استلامها بالإضافة إلى الخبرات التي تجمعت من الاختبارات الحقلية لدى تطبيق وسيلة الأدوات في بعض البلدان.

لقد تم تضمين في هذه النسخة من الإطلاق الأول لوسيلة الأدوات (Toolkit) الملاحظات التي أبدتها الحكومات والمنظمات غير حكومية والتي استلمت في أيار 2003، كما تم تضمين الخبرات التي تجمعت لدى تطبيق وسيلة الأدوات هذه في بعض البلدان وخاصة في آسيا وأمريكا اللاتينية كما تم تضمين نتائج برنامج الإعتيان والتحليل الذي نفذ في تايلاند. كل ذلك قد تم تضمينه في الطبعة الأولى (أيار 2003 May 2003) من وسيلة الأدوات و التي تم ترجمتها إلى جميع اللغات الستة للأمم المتحدة.

في تموز 2003 و في الجلسة السابعة للجنة المفاوضات للحكومات ، طالبت اللجنة " أمانة اتفاقية استوكهولم ..... لتحضير نسخة منقحة من وسيلة الأدوات (Toolkit) ليتم تسليمها خلال الاجتماع الأول لمؤتمر الأطراف " . و هذه الطبعة الثانية من وسيلة الأدوات تأخذ بعين الاعتبار الملاحظات و المعلومات الإضافية التي وصلت من المنظمات الحكومية و غير الحكومية إضافة إلى المعلومات التي تم الحصول عليها من المشاركين في ورشات العمل التي أقامها UNEP أو تلك المنشورة في الأدبيات العلمية. أخيراً ، فقد تم التوفيق و الانسجام في المعلومات بين محتويات وسيلة الأدوات و المبادئ التوجيهية لأفضل التقنيات المتاحة و التوجيهات المؤقتة لأفضل الممارسات البيئية التي تم تطويرها من قبل مجموعة الخبراء عن BAT/BEP (2004 SC BAT/BEP).

والجدير بالملاحظة أن هذه الطبعة الثانية لوسيلة الأدوات (Toolkit) تتعرض فقط لإطلاقات الديوكسينات/الفيورانات، و لا تشمل مصادر و إطلاقات الطائفتان الأخرتان من الملوثات العضوية الثابتة المُدرجتان في المرفق (ج) من اتفاقية استوكهولم ، و هما أسمياً : ثنائيات الفينيل متعددة الكلورة (PCB) وسداسي كلور البنزن (HCB) كنواتج ثانوية.

إن وسيلة الأدوات هذه مصممة لتغطي كحد أدنى جميع فئات المصادر والعمليات المدرجة في الجزء الثاني والجزء الثالث من المرفق (ج) من اتفاقية استوكهولم والتي معروف بأنها تطلق مُرَكِّبات الديوكسن والفيوران. إذا تم تحديد مصادر أخرى على أنها مصادر هامة ، فيمكن أن يتم تضمينها في الطبعات

المحدثة في المستقبل . يُمكن أن تستعمل وسيلة الأدوات هذه عندما لا يتوفر معطيات مقاسة أو عندما يتم توليد معطيات مقاسة محلياً لمعاملات الإنبعاث لمركبات الديوكسين والفيوران.

إن الأهداف الرئيسية لوسيلة الأدوات هي:

- أن تكون شاملة وسهلة الاستعمال والمتابعة والتطبيق.
- التعرض للموضوع بطريقة منطقية و واقعية.
- لتجميع وعرض المصادر ومُعاملات الإنبعاث على أسس عملية ومعقولة.
- لتمكين تأسيس مسوحات و جرودات قابلة للمقارنة دولياً.

## 2. الأهداف والتقييدات

### 2.1. الأهداف

إن وسيلة الأدوات هذه هي عبارة عن طريقة لمساعدة البلدان في تطوير عمليّات الجرّد ولتقدير إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات وأيضاً تفودهم خلال هذه العملية على كيفية تحسين وتدقيق عمليّات الجرّد. إن هدف وسيلة الأدوات هو إرشاد منفذي عمليّات الجرّد في بلد ما على مراحل وآليات الجرّد وذلك عن طريق إعطاء أمثلة وتدقيق متحولات تصنيف فئات المصادر. كما أن وسيلة الأدوات تلقي الضوء على مسارات الديوكسينات/الفيورانات في البيئة أو في أوساط أخرى. أخيراً، إن وسيلة الأدوات قوية كفاية بحيث يمكنها توصيف الإطلاقات ضمن مراتب من حيث شدتها أو للقطاعات بشكل كامل.

في حين أن بعض المنهجيات المتوفرة دولياً تم إحداثها لتقييم التأثيرات على وسط بيئي وحيد، فإن وسيلة الأدوات هذه (Toolkit) تهدف إلى تزويدنا بالمنهجية ومُعاملات الإنبعاث لمركبات الديوكسين/الفيوران المترافقة مع جميع الأوساط البيئية (هواء، مياه، أرض، مُنتجات، بقايا). لقد تم تصميم وسيلة الأدوات بحيث تعطي منهجية بسيطة وقياسية وقاعدة المُعطيات المرافقة لئتمكن من تجميع نتائج متوافقة للمسوحات و الجرودات الوطنية و الإقليمية لمركبات الديوكسين/الفيوران. كما أنها تتألف من إجراءات منصوص بها من قبل برنامج الأمم المتحدة للبيئة للتجميع الفعال لمصادر و جرودات إطلاق الديوكسينات/الفيورانات. فقط المجموعات الجردية القابلة للمقارنة يُمكن أن تزودنا بصورة واضحة على المستوى العالمي عن درجة إطلاق هذه المركبات والذي يُمكن اعتباره كخطوة في سلم أولويات الأفعال للتحكم وتخفيض إصدار هذه المركبات. إن قابلية مقارنة النتائج دولياً هو الهدف من هذه العملية.

إن عملية تجميع نتائج الجرّد والمسوحات يجب أن تكون كفاءة الموارد (على سبيل المثال لاحتياج إلى وقت طويل في التجميع) ودقيقة بشكل كافي للتعرف بموثوقية على المصادر الرئيسية والنقص الأساسي في المُعطيات. يجب عرض نتائج عمليّات الجرّد في نماذج قياسية. ليس هناك ضرورة لتنفيذ قياسات حقلية لمصادر هذه المركبات لنتمكن من تطبيق وسيلة الأدوات وتجميع نتائج عمليّات الجرّد.

إن وسيلة الأدوات مصممة أيضاً كي تكون قابلة للتكيف. إن قاعدة البيانات لمُعاملات الإنبعاث يُمكن أن تراجع من جديد ويتم تطويرها بناءً على ظهور مُعاملات إنبعاث جديدة أو نتيجة تطور في العمليات. هي تمثل عملية مسح، وليست سجل مطول، وهي مصممة بحيث تضمن التعرف الأكيد على المصادر الهامة لمركبات الديوكسين/الفيوران. إن السرعة وسهولة التطبيق كانتا أكثر أهمية بالنسبة للمستخدمين لوسيلة الأدوات أكثر من الوصول إلى دقة 100% والتي من غير المُمكن الحصول عليها.

تتضمن وسيلة الأدوات:

- طريقة فعالة في تحديد العمليات الصناعية و غير الصناعية ذات العلاقة و التي تطلق الديوكسينات/الفيورانات وتمسح هذه العمليات من حيث الأهمية وتحدد الأكثر أهمية.
- إرشادات لتجميع المعلومات حول العمليات ذات العلاقة وبشكل يخصصها ضمن صفوف من الإنبعاثات المتشابهة.
- قاعدة بيانات حركية ومفصلة لمُعاملات الإنبعاث والتي توفر معطيات افتراضية مناسبة وممثلة لمختلف أصناف العمليات.

- إرشادات حول تجميع عمليّات الجرّد وطريقة عرض النتائج باستخدام معطيات مُعاملات الإنبعاث المزودة في وسيلة الأدوات وأية معطيات خاصة بالبلد بحيث تكون الجرودات الناتجة قابلة للمقارنة. إن طريقة عرض النتائج سوف تسمح ببيان الثغرات في المُعطيات وتدل على مدى الإنبعاثات التي من غير المُمكن الحصول على تصنيف دقيق لها.

إن وسيلة الأدوات مصممة بحيث تكون قابلة للتطبيق في جميع البلدان. يمكنها أن تستوعب المُعطيات الخاصة بالبلد وتزيد على مُعاملات الإنبعاث الموجودة فيها. بلدان مختلفة يُمكن أن تتحرى بشكل مختلف عن قطاعات المصادر وهذا يعتمد على الموارد المتوفرة وعلى الأولوية المحلية لذلك المصدر. قد يكون من الملائم أن يتم تنفيذ عمل إضافي على بعض المصادر المحددة في المستقبل عند توفر معلومات إضافية جديدة أو عندما تصبح الموارد متوفرة. إن استخدام معطيات مُعاملات الإنبعاث المزودة في وسيلة الأدوات جنباً إلى جنب مع معطيات مُعاملات الإنبعاث المُقاسة محلياً سوف يساعد على تدقيق وتطوير وسيلة الأدوات لاستخدامها في بلدان أخرى.

يُمكن أن تخدم النتائج التي نحصل عليها بواسطة وسيلة الأدوات كنقطة انطلاق في تحديد مصادر الديوكسينات والفيورانات ذات الأهمية الخاصة و في تعيين الأولويات بين المصادر ، و التي يجب التعرض لها من قبل البلدان الأطراف من أجل تحقيق التزاماتها للاتفاقية. كما تعمل وسيلة الأدوات على توليد نتائج رقمية ، و بالتالي يُمكن استخدام هذه التقديرات الكمية لإطلاقات الديوكسينات/الفيورانات في وضع الأولويات. مثل نقطة الانطلاق هذه لوضع الأولويات ، قد تكون في سرد فئات المصادر الفرعية كما هو مبين في الجدول 1 . و يعرض هذا الجدول ترتيب الفئات الفرعية الستة لأحد الجرودات الوطنية لتقدير الإطلاقات ، بادئاً بالفئة الفرعية ذات أعلى إطلاق (إلى الهواء) . في العمود الأيمن من الجدول ، تم عرض معدل الإنبعاثات لكل فئة فرعية نسبة إلى الإنبعاثات الإجمالية إلى الهواء كنسبة مئوية و التي تم حسابها كنسبة مئوية من الإنبعاثات الوطنية الكلية إلى الهواء . و تشير النتائج في هذا المثال على أنه في هذا البلد يوجد مصدر و احد كبير (الفئة الفرعية  $6b1 =$  الحرائق في مطامر/مكبات النفايات) و التي تسيطر على نتائج الجرّد لهذا البلد. أما ثاني أكبر مصدر في هذا البلد فهو ترميد نفايات المشافي . و بالمقارنة مع هذان المصدران تعتبر المصادر الأخرى ذات أهمية طفيفة . و قد تكون هذه المعلومات التي حصلنا عليها من تطبيق وسيلة الأدوات بمثابة توجيهات أو إرشادات أولية لخطة العمل و من أجل تحديد و تطبيق أفضل التقنيات المتاحة و أفضل الممارسات البيئية (BAT / BEP) لتخفيض الإطلاقات من المصادر ذات الأولوية .

الجدول 1: إنبعاثات الديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء تبعاً للفئات الفرعية (وزارة البيئة الأردنية 2003)

الفئة الفرعية	الإطلاقات إلى الهواء (غرام مكافئ سمّي/عام)	%
حرائق مطامر/مكبات النفايات	49.5	77
ترميز نفايات المشافي	8.77	14
وسائط النقل ذات المحركات رباعية الشوط و العاملة على البنزين المرصص	2.16	3.4
حوادث الحرائق العرضية (المنازل و المعامل)	0.922	1.4
حرق جيف الحيوانات	0.593	0.9
الحرق غير المتحكم به للنفايات المنزلية	0.470	0.7

## 2.2. التقييدات (Limitations)

إن معظم الجرودات المتوفرة هي للبلدان الصناعية والمتطورة. حددت المراجعة التي نفذها برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP 1999) 15 عملية جرد، وفي جميع الأحوال لم يجري تجميعها بشكل موحد أو سجلت لنفس السنة المرجعية 1999. ومنذ ذلك الحين تم نشر بعض الجرودات الإضافية لبعض البلدان الأخرى (Fiedler 2003 والمراجع المتضمنة فيه).

في بعض الحالات تم تقدير الانبعاثات فقط لمجموعة ثانوية من العمليات (على سبيل المثال: العمليات الصناعية). و البعض الآخر استقى مُعاملات الانبعاث من المراجع لاستكمال قياسات الانبعاث المحلية، لكن نظرياً جميعها تعكس العمليات و مُعاملات الانبعاث المستقاة من البلدان المتطورة. و بالمقارنة، قليل هو المعروف عن العمليات و التقانات المُستخدمة في البلدان الأقل تطوراً و عن الانبعاثات و الإطلاقات من التجهيزات المصنعة محلياً مثل الحراقات و بعض مواد التغذية الخاصة بالمنطقة أو المواد الأولية الداخلة.

يُمكن أن يوفر الجرد معلومات قيمة عن مقدار و شدة إطلاق الديوكسينات/الفيورانات إلى كل وسط بيئي وفي المُنتجات والبقايا. إن عملية الجرد هذه يُمكن فقط أن تسلط الضوء على المصادر والتأثيرات المحتملة، لكنها لا تستطيع أن تزودنا بدليل دقيق عن التأثيرات النسبية لهذه الإطلاقات من الديوكسينات/الفيورانات على الإنسان وعلى النظام البيئي نظراً لكون مصير هذه المركبات يتغير بشكل كبير بين مصدر وآخر.

إن عمليّات جرد الانبعاثات والإطلاقات تم تنفيذها في تلك البلدان كمطلب ضمن الأنظمة الوطنية أو ضمن بعض المعاهدات الأخرى. على أية حال، يجب الملاحظة أن هذه الجرودات ربما قامت بتجميع معلومات على أساس احتياجات ومتطلبات غير تلك المطلوبة ضمن اتفاقية استوكهولم. بعض الأمثلة هي التجميع وفق الترميزات الصناعية مثل SNAP و CORINAIR و المُستخدمة في المفوضية الاقتصادية للأمم المتحدة في أوروبا (UNECE) - بروتوكول أروهوس (Aarhus Protocol) عن الملوثات العضوية الثابتة (POPs) أو ترميزات NFR. إن وسيلة الأدوات القياسية هذه لا تتبع هذا النوع من التصنيفات ذلك أن الهدف من هذه التصنيفات مختلف عن الهدف من اتفاقية استوكهولم و عمليّات جرد الانبعاثات المطلوبة ضمن هذه الاتفاقية. إن اتفاقية استوكهولم تتعرض إلى النواتج الثانوية العضوية من المصادر الصناعية وذات شمولية عالمية.

إن تجميع نتائج عمليّات الجرد هي عملة معقدة وتتضمن العديد من الشركاء. ومن أجل تسهيل استخدام وسيلة الأدوات وتمكين البلدان من تحديد مصادر الديوكسينات/الفيورانات وتأسيس برامجهم الوطنية لجرد انبعاثات هذه المركبات، فقد قام برنامج الأمم المتحدة للبيئة بتنظيم ورشات عمل تدريبية على المستوى تحت الإقليمي. كما يعمل برنامج الأمم المتحدة للبيئة بتزويد المعلومات ذات العلاقة ويتعاون مع وكالات تنفيذية أخرى (مثل : UNIDO, UNDP والبنك الدولي) عندما تعمل البلدان على تنفيذ خططهم الوطنية التنفيذية (NIPs) ضمن اتفاقية استوكهولم للملوثات العضوية الثابتة. إن وسيلة الأدوات مُعدّة للاستخدام السريع في تحديد المصادر الرئيسية لمركبات الديوكسين/الفيوران وبالتالي فهي تزودنا برؤية أولية عن درجة إطلاق هذه المركبات والعمليات والنشاطات التي تصدر عنها. بالتالي فإن عمليّات الجرد والمسح لهذه المركبات سوف تساعد البلدان لتوجيه جهودها لترتيب أولويات مصادر الديوكسينات/الفيورانات من أجل تنفيذ الأفعال التي من شأنها الحد من إطلاقات هذه المركبات. كما أنها سوف تساعد أيضاً في الإشارة إلى الأهمية النسبية لمركبات الديوكسين والفيوران ضمن خطة العمل الوطنية لبلد ما.

بالرغم من أن معظم التراكمات المقاسة من الديوكسينات/الفيورانات تم توليدها في البلدان المتطورة والقيم

الجديدة تعود إلى تقانات وعمليات حديثة، نجد أن معاملات الإنبعاث المعروضة في وسيلة الأدوات هذه تأخذ بعين الاعتبار ظروف العمليات الأقل تعقيداً وتحكماً والأقدم والأبسط. إلخ.. إن الخبرات في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) عن القياسات المبكرة للديوكسينات/الفيورانات قد تم أخذها بالحسبان عند استقراء النتائج من أجل "خلق" معاملات الإنبعاث للمعامل و العمليات و النشاطات التي فيها تحكم قليل أو لا يوجد فيها تحكم على الإطلاق. و هذه الصفوف من معاملات الإنبعاث - عادة معاملات الصنف 1 و الصنف 2 ضمن كل فئة فرعية - قد تكون ملائمة عند تقدير الإطلاقات من معامل بسيطة و صغيرة في البلدان النامية. لقد أظهرت نتائج البرنامج المشترك (UNEP/GTZ/PCD) لاعتيان و تحليل الديوكسينات و الفيورانات في تايلاند، تواجد تقنيات حديثة في البلدان النامية و بالتالي يُمكن تطبيق معاملات إنبعاث منخفضة (UNEP 2001).

بالرغم من تضمين وفرة من الفئات الفرعية للمصادر في وسيلة الأدوات، فقد يكون هناك عمليات أو نشاطات إضافية و التي يُشكك بأنها تولد و تطلق الديوكسينات/الفيورانات أو عندما يتم الكشف عن حالة واحدة من الديوكسينات/الفيورانات. غالباً، يتم تغطية مثل هذه النشاطات ضمن أحد الفئات الفرعية المدرجة في وسيلة الأدوات. على سبيل المثال، حرق الإطارات، كتقدير أولي، يُمكن تضمينه في الحرق المكشوف "العراء" أو تصنيفه مثل حريق أحد المنازل. و بمعرفة تواتر هذه الحرائق العرضية و مقارنتها مع كتلة النفايات المحترقة في العراء، فقد لا يتغير الإطلاق الكلي ضمن هذه الفئة من الحرق المكشوف "في العراء".

### 3.2. قراءات إضافية

إن وسيلة الأدوات هذه هي من أجل تحضير جرد الإطلاق لمركبات ثنائي بنزو-بارا-ديوكسين متعدد الكلور (PCDD) و مركبات ثنائي بنزو فيوران متعدد الكلور (PCDF)، كما هو مطلوب في الفقرة الثانوية (a) من المادة 5 في اتفاقية ستوكهولم عن الملوثات العضوية الثابتة. و تهدف إلى تغطية كافة قطاعات الإطلاق (هواء، ماء، أرض، مُنتجات، بقايا) من النشاطات الصناعية والمنزلية و ذلك عن طريق تحديد المصادر و الإطلاقات من أجل فئتين من الملوثات العضوية الثابتة (POPs) المتولدة عن غير قصد. تغطي الاتفاقيات الأخرى ذات الصلة بالكيميائيات، مواد كيميائية أكثر ولكنها محدودة بالمجال و تتعرض إلى قطاع إطلاق واحد فقط، وموجهة لقطاعات صناعية خاصة. بالرغم من أنها مختلفة في الهدف والمجال، يُمكن ايجاد معلومات أكثر وخبرة في الوثائق و التقارير المتعلقة بالمنهجية المطبقة في المراجعيات في مكان آخر. و يُمكن الرجوع إلى هذه المعلومات كقراءات إضافية و التطبيق ضمن وسيلة الأدوات. أعطيت أدناه بعض الأمثلة عن النشاطات العالمية و الإقليمية و الوطنية عن هذه المراجعيات للقراءات الإضافية مع عناوين صفحاتها على شبكة الإنترنت:

بروتوكول أرهاس ( UNECE Aarhus ) حول الملوثات العضوية الثابتة (1998) تحت اتفاقية عام 1979 للهيئة الاقتصادية لأوروبا في الأمم المتحدة ( UNECE ) حول الانتقال طويل المدى لتلوث الهواء عبر الحدود UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP). هذه الاتفاقية لتخفيض تلوث الهواء. جرى إعداد الكتاب الإرشادي ( EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook ) كدليل لمنهجيات جرد الإنبعاثات إلى البيئة الهوائية.

URL for the Protocol: [http://www.unece.org/env/lrtap/pops\\_h1.htm](http://www.unece.org/env/lrtap/pops_h1.htm)

URL for EMEP: <http://www.EMEP.int>

URL for the Guidebook: <http://reports.eea.eu.int/EMEPCORINAIR3/en>

Harmonised Quantification and Reporting Procedures for Hazardous Substances: إن صيغة

التسجيل الكمي للمواد الخطرة و التي قدمت إلى المؤتمر الخامس لبحر الشمال الذي عقد في بيرغن عام 2002 قد اعتمدت على النموذج التجريبي للمشروع (HARP-HAZ). لقد تم تطوير هذا المشروع من قبل النرويج مع بعض البلدان الأخرى لبحر الشمال من أجل الحصول على تسجيل أكثر شفافية و وثوقية و قابل للمقارنة للأهداف التي وُضعت للمواد الخطرة. يتضمن (HARP-HAZ) وثيقة توجيهات منفصلة عن التعيين الكمي و تسجيل طرح/انبعاثات/فقدان الديوكسينات، وهذه الوثيقة متوفرة على الموقع التالي  
URL: <http://www.sft.no/english/harphaz/>

تسجيلات إطلاق وانتقال الملوثات (Pollutant Release and Transfer Registers, PRTR): سوف توضع هذه السجلات تبعاً للتوصيات المذكورة في UNCED Agenda 21 الفصل 19. يجب على الحكومات والمنظمات الدولية ذات العلاقة وبالتعاون مع الصناعة أن تعمل على "تحسين قواعد البيانات وأنظمة المعلومات حول المركبات الكيميائية السامة، مثل برامج جرد الانبعاثات...." و يحتوي الموقع أدناه على معلومات قيّمة عن المواد الكيميائية السامة مثل برامج جرد الانبعاثات و أيضاً يوفر الموقع نقاط اتصال مع مواقع انترنت أخرى تحتوي معطيات عن PRTR

URL of a clearinghouse: <http://www.chem.unep.ch/prtr/Default.htm>

توجيهات IPPC الصادرة عن الإتحاد الأوروبي – (Integrated Pollution Prevention and Control) للمراقبة والوقاية المتكاملة بالتلوث: هذه التوجيهات هي حول خفض التلوث من مصادر نقطية متنوعة على طول الإتحاد الأوروبي. لا بد أن تحصل جميع المنشآت المشمولة بملحق هذه التوجيهات على تحويل "تصريح" من السلطات في دول الإتحاد الأوروبي. يجب أن تعتمد هذه التصريحات على مفهوم أفضل التقنيات المتاحة (Best Available Techniques, BAT). وكما تقرر أيضاً وجود حاجة كبيرة لمعلومات أفضل متوفرة لدى العامة وصناع القرار. تساعد هذه التوجيهات في وضع سجل انبعاثات الملوثات الأوروبي European Pollutant Emission Register وذلك بهدف التبليغ عن كمية التلوث الناجم عن منشآت مختلفة.

URL for IPPC Directive: <http://europa.eu.int/comm/environment/ippc/>

URL for BAT documents: <http://eippcb.jrc.es/>

URL for EPER: <http://europa.eu.int/comm/environment/ippc/eper/index.htm>

هيئة حماية البيئة البحرية OSPAR، Commission for the Protection of the Marine Environment، تطور هذه الهيئة البرامج والإجراءات لتحديد وأولويات ومراقبة وضبط (أي لمنع و/أو تخفيض و/أو تخلص) انبعاثات و طرح وفقدان المواد الخطرة التي تصل، أو يُمكن أن تصل، البيئة البحرية لشمال الأطلسي.

URL: <http://www.ospar.org/eng/html/welcome.html>

هيئة حماية البيئة البحرية في البلطيق (Baltic Marine Environment Protection Commission – HELCOM): يتمثل عمل هذه الهيئة في حماية البيئة البحرية لبحر البلطيق من مصادر التلوث وذلك من خلال التعاون بين حكومات الدول الأعضاء.

URL: <http://www.helcom.fi/helcom.html>

الجرد الوطني للتلوث في أستراليا (Australia's National Pollution Inventory (NPI): طورت أستراليا قاعدة بيانات حيث قدرت الانبعاثات من المنشآت الصناعية عبر البلد ومن أجل المصادر المتبعثرة.

URL: <http://www.npi.gov.au/>

ومن أجل مراجعة إضافية حول جرودات الديوكسينات/الفيورانات، يُمكن الحصول على المعلومات في الأدبيات العالمية مثل: (Fiedler 2003)، التقرير المُعدّ من قبل UNEP Chemicals (1999)، وعلى شبكة الانترنت لمواقع منظمات إقليمية مثل الإتحاد الأوروبي على الموقع (EC - <http://europa.eu.int/comm/environment/dioxin/>) و على موقع هيئة التعاون الإقتصادي في

المفوضية الأوروبية (CEC-<http://cec.org/home/>) و مواقع العديد من الحكومات الوطنية والوكالات.

### 3. تشكّل وإطلاق الديوكسينات/الفيورانات

#### 3.1. تشكّل الديوكسينات/الفيورانات

تتشكل الديوكسينات/الفيورانات عن غير قصد كنواتج ثانوية في بعض العمليات والنشاطات المحددة، مثل تلك المُدرجة في المرفق (ج) من اتفاقية استوكهولم. إضافة إلى كون الديوكسينات/الفيورانات تتشكل عن غير قصد كنواتج ثانوية في العمليات التصنيعية أو عمليات طرح المُخلفات، فإنها يُمكن أن تدخل أيضاً إلى العمليات كملوثات في المواد الأولية الداخلة في العملية. بالتالي يُمكن أن تتواجد هذه المركبات حتى عندما لا يوجد تشكّل لمركبات الديوكسين/الفيوران ضمن العملية. يُمكن تقسيم طرائق تشكّل الديوكسينات/الفيورانات إلى فئتين واسعتين: (أ) التشكّل في العمليات الحرارية و(ب) التشكّل في العمليات الكيميائية الرطبة (من أجل تفصيلات إضافية أنظر إلى المراجع SC BAT/BEP 2004, UNEP 2003a, NATO/CCMS 1992a, Hutzinger and Fiedler 1988).

(أ) تشكّل الديوكسينات/الفيورانات في العمليات الحرارية :

تتشكل الديوكسينات/الفيورانات بكميات قليلة في عمليّات الإحتراق عندما يتواجد الكربون ، و الأوكسجين ، و الهيدروجين ، و الكلور في درجات حرارة ضمن المجال 200 و حتى 650 درجة مئوية. و يحدث التشكّل عن طريق آليتان أساسيتان:

1. آلية التصنيع المعروفة بإسم دي نوفو (*de novo synthesis*) والتي تتشكل بموجبها الديوكسينات/الفيورانات من بُنيّات الكربون غير المُستخلص والذي لايمثل في الأساس الناتج النهائي من الديوكسينات/الفيورانات.
2. تفاعلات التشكيل من المواد البادئة عبر بُنية الجذور العطرية (الأريل) المُشتقة من إما الأوكسدة العطرية غير الكاملة أو التحليق (*cyclization*) لأجزاء من المُركبات الهيدروكربونية.

الآلية المترافقة مع تصنيع الديوكسينات/الفيورانات قد تكون تفاعلات الطور المتجانس *homogeneous* (تتفاعل الجزيئات جميعها في الطور الغازي أو جميعها في الطور الصلب) أو تفاعلات الأطوار غير المتجانسة *heterogeneous* (تحدث التفاعلات بين السطوح و جزيئات الطور الغازي).

أيضاً ، يُمكن أن تتحطم الديوكسينات/الفيورانات عند ترميدها بالحرق في درجات حرارة كافية و زمن بقاء كافي و مزج جيد في منطقة الإحتراق . و تتضمن ممارسات الحرق الجيد توفر مايعرف بـ "3Ts" – *temperature, turbulence, and time of residence* درجة الحرارة و خلق اضطراب (أي المزج الجيد) و زمن البقاء . كما أنه من الضروري وجود تبريد سريع و مفاجيء للحرارة (*temperature quench*) بعد منطقة الإحتراق لمنع إعادة تشكّل الديوكسينات/الفيورانات في منطّة مابعد الإحتراق.

و تتضمن المتحولات التي معروف أنها تؤثر على تشكّل الديوكسينات/الفيورانات في العمليات الحرارية (SC BAT/BEP 2004) :

**التقانة :** يُمكن أن يحدث تشكّل الديوكسينات/الفيورانات إما في غرف احتراق رديئة أو في غرف مابعد الإحتراق و أجهزة التحكم بالتلوث و التي يتم إدارتها بشكل رديء. تختلف تقنيات الإحتراق بين تقنيات

بسيطة جداً و رديئة جداً ، مثل الحرق المكشوف في العراء ، و حتى التقنيات المعقدة و المطورة جداً ، مثل الترميد باستخدام أفضل التقنيات المتاحة ؛

**درجة الحرارة :** لقد تم تسجيل تشكل الديوكسينات/الفيورانات في منطقة مابعد الاحتراق أو في أجهزة التحكم بتلوث الهواء ضمن مجال الحرارة 200 و 650 درجة مئوية ؛ و المجال المتوافق مع أعظم تشكل للديوكسينات/الفيورانات المتفق عليه عادة هو بين 200 – 450 درجة مئوية ، مع قيمة عظمة عند الدرجة 300 درجة مئوية.

**المعادن :** النحاس ، و الحديد ، و الألمنيوم ، و الكروم ، المنغنيز معروف أنها تُحَقَّرُ تشكل الديوكسينات/الفيورانات؛

**الكبريت و الأزوت:** تعمل المواد الكيميائية الحاوية على الكبريت و الأزوت على تثبيط تشكل الديوكسينات/الفيورانات لكنها قد تزيد من نواتج ثانوية أخرى.

**الكلور :** لا بد من تواجد الكلور بشكله العضوي أو اللاعضوي أو بشكله العنصري . و قد يكون لتواجده بشكله العنصري في الطور الغازي أو في الرماد المتطاير ذو أهمية خاصة .

لقد بينت الأبحاث أنه هناك عوامل أخرى و تركيبة معينة من الشروط التي هي أيضاً هامة في عملية تشكل الديوكسينات/الفيورانات. بينت المُعطيات الناتجة عن تجارب حرق النفايات (Gullet et al., 2003) تحت شروط غير مضبوطة أن كمية الديوكسينات/الفيورانات المتولدة لا تعتمد على متحول واحد. تم الكشف عن تراكيز عالية من الديوكسينات/الفيورانات عندما تم حرق نفايات منزلية عادية بشكل مكشوف. و قد زادت التراكيز عندما زاد تركيز الكلور (بغض النظر عن مصدره عضوي أو لا عضوي) أو حين زادت نسبة الرطوبة، أو حين تم زيادة الحمولة، أو عند وجود معادن حفازة.

#### (ب) تُشكّل الديوكسينات/الفيورانات في العمليات الكيميائية الصناعية :

وكما هو الحال في العمليات الحرارية ، أيضاً هناك حاجة لوجود الكربون و الهيدروجين و الأوكسجين و الكلور . في عمليّات التصنيع الكيميائية، فإن تُشكّل الديوكسينات/الفيورانات محبذ إذا توفر أحد الشروط أدناه أو أكثر (NATO/CCMS 1992b, Hutzinger and Fiedler 1988):

- حرارة مرتفعة (أعلى من 150 درجة مئوية).
- شروط وسط قلوية (خاصة خلال عمليّات التنقية).
- التحفيز بواسطة المعادن.
- الأشعة فوق البنفسجية أو المواد التي تولد الجذور الحرة.

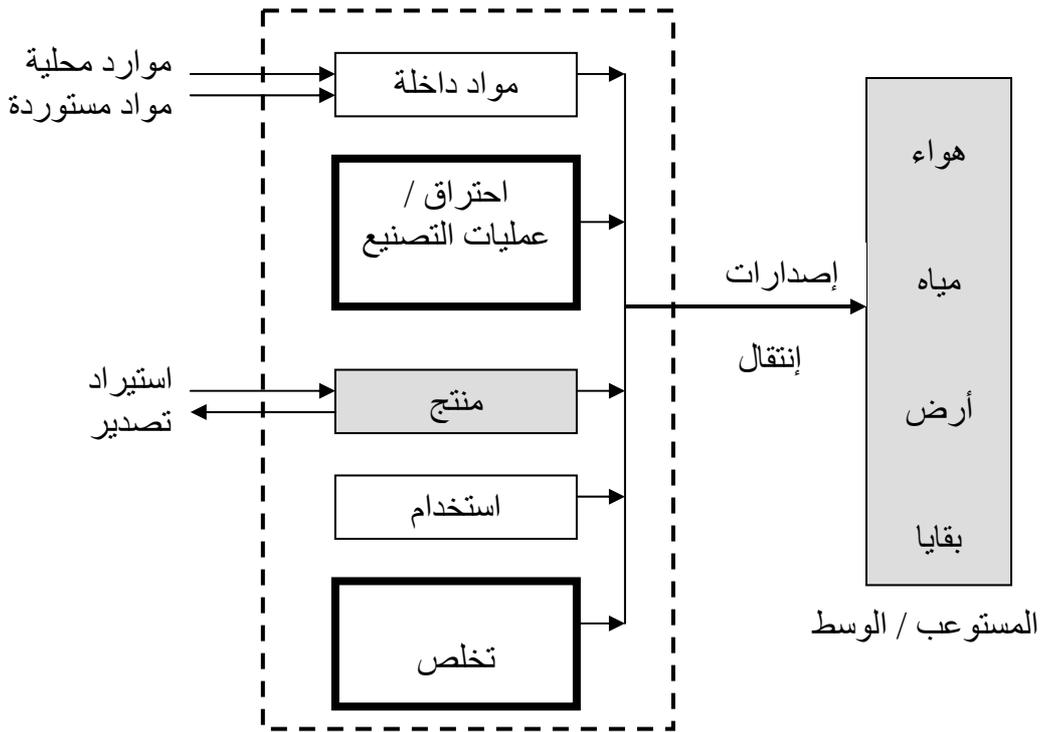
في تصنيع المواد الكيميائية الحاوية على الكلور ، قد تم تحديد العمليات التالية كمصادر للديوكسينات و الفيورانات مع تناقص احتمالية توليد الديوكسينات/الفيورانات بالترتيب من الأعلى إلى الأسفل للصناعات التالية :

- الفينولات الكلورة و مشتقاتها.
- المركبات العطرية الكلورة و مشتقاتها .
- المركبات الكيميائية الأليفاتية الكلورة .
- المحفزات الكلورة و المواد الكيميائية اللاعضوية .

إن الديوكسينات/الفيورانات ثابتة في البيئة والانتقال يُمكن أن يحدث بين الأوساط البيئية (مثلاً: الترسيب من الهواء على السطوح أو النباتات ، ابتلاع الغذاء/الطعام أو التربة الملوثة من قبل الإنسان أو الحيوانات ، تحات التربة و انتقال و توضع الجسيمات الملوثة الناتجة عن التحات و توضعها على سطح المياه ، إلخ ....). إن مثل هذا الانتقال يُمكن أن يشكل مساهمة هامة في تعرض الإنسان لمركبات الديوكسين/الفيوران أو قد يؤثر على البيئة. على أية حال، إن وسيلة الأدوات هذه توصف و تحدد بشكل كمي تشكيل و إطلاق الديوكسينات/الفيورانات عند المصدر فقط . و هي أيضاً تتضمن اشتراطات و تدابير احتياطية من أجل الديوكسينات و الفيورانات فقط و لاتشمل الملوثات العضوية الثابتة الأخرى التي تتشكل عن غير قصد و المدرجة في المرفق (ج) ، ثنائيات الفينيل متعددة الكلورة (PCBs) و سداسي كلور البنزن (HCB).

إن وسيلة الأدوات تتعرض إلى الإطلاقات المباشرة للديوكسينات/الفيورانات من المصادر المتوسطة ضمن الأراضي القومية لبلد ما و للقطاعات الخمس و إلى الأوساط/المستويات التالية (كما هو مبين في الشكل 1):

- الهواء.
- المياه (عذبة، المحيطات، المياه الشاطئية وبالتالي إلى الرسوبيات).
- الأرض.
- البقايا (بما فيها بعض النفايات السائلة، الحمأة، والبقايا الصلبة والتي يجري التعامل معها والتخلص منها كنفايات أو ربما يعاد تدويرها).
- المُنْتَجَات (مثل التركيبات الكيميائية أو البضائع المُستهلكة مثل الورق والنسيج .. إلخ..).



الشكل 1: " دورة الحياة " لمركبات الديوكسين/الفيوران

المربعات الملونة بالرمادي تمثل الأوساط / المستويات التي يُمكن أن تحتوي على الديوكسينات/الفيورانات والتي يجب أن يتم تحديدها كميًا في عملية الجرد؛ المربعات ذات الإطار الأسود العريض تمثل الخطوات التي يُمكن أن تولد الديوكسينات/الفيورانات ؛

الإطار ذو الخط المتقطع يشير الى حدود الجرّد التي سيجري فيها جمع المُعطيات ملاحظة: المستودعات (مثل الرسوبيات) لم يتم تضمينها في الشكل أعلاه لكن يُمكن أن تتواجد في المستودعات (مثل الأرض).

تنشأ الديوكسينات/الفيورانات عن أربعة أنواع من المصادر. ثلاثة منها ذات صلة بالعمليات:

- عمليّات الإنتاج الكيميائيّة – على سبيل المثال إنتاج الفينولات المكلورة والكلورة-المؤكسدة لمزيج من مواد التغذية لصنع بعض المذيبات الكلورية، أو إنتاج عجينة الورق والورق باستخدام الكلور العنصري من أجل عمليّات القصر الكيميائيّة.
- العمليات الحرارية والإحتراق – بما فيها ترميد النفايات وحرق الوقود السائل والصلب والعمليات الحرارية لمعالجة المعادن.
- العمليات الحيوية والتي يُمكن أن تشكل الديوكسينات/الفيورانات من مواد بادئة مثل خماسي كلور الفينول.

أما الرابعة فتتعلق بتشكيل المركبات في الماضي:

- مصادر المستودعات مثل المواقع القديمة لمكبّات النفايات والترب والرسوبيات الملوثة والتي تُراكم فيها الديوكسينات/الفيورانات خلال فترات طويلة.

إن التخفيض أو القضاء على تشكّل وإطلاقات الديوكسينات/الفيورانات هي مُتطلبات ضمن اتفاقية استوكهولم للملوثات العضوية الثابتة. وللوصول إلى هذه الغاية فإنه من المطلوب العمل والتشجيع على تطبيق أفضل التقنيات المتاحة (Best Available Techniques, BAT) وأفضل الممارسات البيئية (Best Environmental Practices, BEP). مجموعة خبراء حول BAT وBEP سوف تزود بالمبادئ التوجيهية والتوجيهات اللازمة عن BAT/BEP. كما أن تلك المبادئ التوجيهية والتوجيهات النهائية سوف يجري اعتمادها في مؤتمر الأطراف.

### 3.2. الإطلاقات المباشرة لمركبات الديوكسين/الفيوران

#### 3.2.1. الإطلاق إلى الهواء

إن إطلاق الديوكسينات/الفيورانات إلى الجو يحدث إما من المصادر الثابتة أو من المصادر المبعثرة/المتناثرة. تترافق المصادر الثابتة على الأغلب مع النشاطات الصناعية مثل الإنتاج والتصنيع، أما المصادر المبعثرة أو المتناثرة فتتعلق باستعمال وتطبيق المُنتجات التي تحتوي على الديوكسينات/الفيورانات. إن الديوكسينات/الفيورانات المنبعثة عن إحدى هاتين الفئتين من المصادر يُمكن أن تخضع لانتقال طويل الأمد وبالتالي يُمكن الكشف عن الديوكسينات/الفيورانات في الهواء في مناطق بعيدة جداً عن مصادر انطلاقها.

أمثلة عن العمليات التي تطلق الديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء تتضمن الغازات المنطلقة من:

- عمليّات الإحتراق .
- عمليّات تصنيع المعادن مثل: صب وصهر المعادن، إلخ..
- عمليّات التجفيف و الشوي، بيوت التدخين (تدخين اللحوم)، إلخ..
- العمليات الحرارية الصناعية الأخرى مثل: التحلل الحراري، تدوير الرماد، التحطيم الحراري، إلخ..

إن إمكانية التشكل الفعلية لمركبات الديوكسين وانطلاقها الفعلي يعتمدان على شروط العملية والإجراءات المطبقة للتحكم بتلوث الهواء. لقد تم تطوير التقنيات لتخفيض إمكانية تشكل الديوكسينات/الفيورانات وللتحكم بانبعثاتها إلى حدود متدنية جداً وذلك للعديد من العمليات.

### 3.2.2. الإطلاق إلى المياه

إن إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات إلى المياه يُمكن أن تحدث مع صرف المياه العادمة ومياه الأمطار من المواقع الملوثة والمياه الراشحة عن مكبات النفايات ومن طمر النفايات ومن تطبيق الكيماويات الملوثة بالديوكسين (مثل: استخدام المبيدات) إلخ.. يُمكن أن تتواجد الديوكسينات/الفيورانات في مياه الصرف إذا تشكلت الديوكسينات/الفيورانات في عملية الإنتاج الصناعية أو دخلت العملية الصناعية مع مواد التغذية الداخلة أو رشحت عن مستودع. بعض الأمثلة هي:

- صرف المياه العادمة من إنتاج عجينة الورق والورق خاصة عندما يستخدم الكلور العنصري.
- صرف المياه العادمة من عمليّات الإنتاج الكيماوية، خاصة عندما يستخدم الكلور العنصري.
- صرف المياه العادمة من استخدام المواد الحافظة والأصبغة الملوثة بالديوكسين في صناعة النسيج والجلود والأخشاب، إلخ..
- مياه الصرف العادمة الأخرى من عمليّات تم تحديدها بأنه يترافق معها إصدار الديوكسينات/الفيورانات إلى أحد الأوساط/المستودعات الأربعة.
- صرف المياه العادمة من العمليات المنزلية الاعتيادية (آلات الغسيل وآلات غسل الأطباق/الصحون، إلخ..) حين تكون الملابس أو الأنسجة أو/ والمنظفات تحتوي على الديوكسينات/الفيورانات.

إصدار المياه العادمة على شكل رشاحة إلى المياه السطحية و/أو المياه الجوفية عمداً أو عن غير قصد. قد تحدث الرشاحة عندما تترك مياه المطر لترتحل خلال مستودعات تُخزّن بشكل غير ملائم مُركّبات أو بقايا أو نفايات تحتوي على الديوكسين والفيوران. إضافة لذلك، يُمكن أن تحدث زيادة في الحركة لهذه المركبات إذا تم في نفس الوقت استخدام مذيبات عضوية. على أية حال، فقد تبين أن المركبات ذات البنية الفينولية في الرشاحة العادية الناجمة عن مكبات النفايات قادرة على تحريك الديوكسينات/الفيورانات من النفايات. أمثلة على ذلك:

- المناطق الملوثة بمركبات الديوكسين/الفيوران مثل مواقع إنتاج أو التعامل مع الكلوروفينول ومبيدات الأعشاب.
- مواقع صناعة الأخشاب حيث جرى استخدام خماسي كلوروفينول أو أية مبيدات كلورية عطرية كمواضع حافظة للأخشاب.
- مكبات ردمّ النفايات وساحات الخردة، خاصة عندما يتم التخلص فيها من مُنتجات وزيوت مستعملة تحتوي على الديوكسينات/الفيورانات.

بالتالي فإن المعايير المُستخدمة للتعرف على الإطلاقات المُمكنة من الديوكسينات/الفيورانات إلى المياه تتضمن:

1. صرف المياه العادمة من العمليات التي تتضمن الكلورين و/أو المُنتجات الملوثة بمركبات الديوكسين/الفيوران أو الحرق والترميد أو أية عمليّات حرارية أخرى حيث يستخدم أبراج إمتصاص رطبة لتنظيف غازات المدخنة.
2. استخدام المبيدات الملوثة بمركبات الديوكسين/الفيوران (بالخصوص مركب خماسي كلور الفينول و2,4,5-T) ومركبات كيميائية أخرى (خاصة مُركّبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور).

3. الرشاحة الناتجة عن مواقع تخزين و/أو طمر المواد الملوثة بمركبات الديوكسين/الفيوران .

### 3.2.3. الإطلاق إلى الأرض

يُمكن تقسيم المصادر التي تُطلق الديوكسينات/الفيورانات إلى الأرض إلى ثلاثة أصناف: التطبيق المباشر على الأرض للمُنتجات الملوثة بمركبات الديوكسين/الفيوران، تطبيق البقايا الناتجة عن العمليات على الأرض أو توضع الديوكسينات/الفيورانات على الأرض بواسطة العمليات البيئية. في جميع الحالات، تخدم الأرض كمستودع لمركبات الديوكسين/الفيوران والتي يُمكن منها إطلاقهم إلى السلسلة الغذائية من خلال إمتصاصهم/أخذهم بواسطة النباتات و/أو الحيوانات.

بعض الأمثلة تتضمن:

- استعمال النفايات أو المُنتجات الملوثة بمركبات الديوكسين/الفيوران مثل: المبيدات والمواد الحافظة للأخشاب.
- استعمال حمأة المجاري في أراضي المزارع أو استعمال النفايات المخمرة (كومبوست) في الحدائق.
- التخلص من النفايات الحاوية على الديوكسين/الفيوران على الأرض مباشرة؛ وكمثال على ذلك الرماد المتبقي عن الإحتراق؛ مثل الحرائق المكشوفة على الأرض.

توضع أو ترسب الديوكسينات/الفيورانات من الهواء على الأرض لن يتم التعرض له في وسيلة الأدوات.

الجدير بالملاحظة في وسيلة الأدوات أن البقايا الصلبة الناتجة عن النشاطات المنزلية والصناعية مثل الرماد السفلي والرماد المتطاير أو الحمأة تصنف على أنها بقايا نظراً لكونها تتولد كبقايا عن العمليات. مثل هذه البقايا قد تُلقى بجانب الموقع ولاحقاً تلوث الأرض والمياه، إلخ.. أو يُمكن التخلص منها في المكبات أو تستعمل في تطبيقات أخرى، على سبيل المثال فرماد الإحتراق السفلي يُستخدم في بناء الطرقات أو كمواد أولية في عمليّات استرجاع المعادن. وكلما تم توليد بقايا صلبة من عملية ما، قد يكون بلد ما مهتماً في التعلم أكثر عن مصير هذه البقايا وذلك بما أنه يجب أخذ ذلك بعين الاعتبار بموجب المادة السادسة من اتفاقية استوكهولم أو يحتاج ذلك إلى اعتبارات خاصة بسبب إمكانية أن تصبح هذه البقايا كمصدر لمركبات الديوكسين/الفيوران في مرحلة لاحقة.

### 3.2.4. الإطلاق في المُنتجات

من المصادر الرئيسية للتلوث البيئي بالديوكسينات/الفيورانات في الماضي كانت بسبب إنتاج واستخدام الكيمياء العضوية الكلورية و إلى استخدام الكلور العنصري في صناعة عجينة الورق والورق.

وُجِدَت أعلى التراكيز من الديوكسينات/الفيورانات في الفينولات المُكلورة ومُشتقاتها، مثل : خماسي كلور الفينول (PCP وملحه الصودي) وفي مركب ثلاثي كلورو فينوكسي حمض الخل (2,4,5-T) أو في مُرُكبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور (PCB). كما أن النفايات والبقايا الناتجة عن إنتاج هذه المركبات وإنتاج مُرُكبات كيميائية مكلورة أخرى تكون أيضاً ملوثة بمركبات الديوكسين/الفيوران (انظر قطاع "البقايا").

إن القضاء على الديوكسينات/الفيورانات أو تخفيض إصداراتها يُمكن أن يحصل من خلال:

- استبدال المُنتجات من خلال حظر إنتاج أو استعمال مُنتجات معروفة بأنها مُلوثة جداً بمركبات الديوكسين/الفيوران، وبالتالي فإن العملية التي تُولد الديوكسينات/الفيورانات لم تعد موجودة في البلد.

- تعديل الخطوة التي تُسبب المُشكلة في العملية أو تغيير شروط العملية أو التحويل إلى استخدام مواد أولية أخرى، بحيث يتوقف توليد الديوكسينات/الفيورانات من هذه العملية أو على الأقل تنخفض إلى الحدود الدنيا.

إن التحكم في مصادر الديوكسينات/الفيورانات، مثل المصادر المذكورة أعلاه، سيؤثر على جميع النقاط في دورة حياة المنتج لمركبات الديوكسين/الفيوران، بما في ذلك النفايات الناتجة عن المُستهلك. إن التحكم الفعال في مصادر الديوكسينات/الفيورانات وحتى المُنتج سوف يعود في نفس الوقت بالفائدة للعديد من المستويات والأوساط البيئية.

### 3.2.5. الإطلاق في البقايا

تقريباً هناك عدد لانتهائي من العمليات التي يُمكن أن تعمل على نقل الديوكسينات/الفيورانات إلى النفايات (على الأغلب الصلبة) أو إلى البقايا. على أية حال، معظم أنواع النفايات يُمكن تصنيفها تبعاً لمصدرها نظراً لكون الديوكسينات/الفيورانات هي دوماً نواتج ثانوية. بعض الأمثلة تتضمن:

- القمامة والنفايات (البلدية والصناعية والخطرة والطبية، إلخ..)
- النفايات التي تُنتج بشكل ثانوي عن الإحترق والعمليات الحرارية (مثل الرماد المتطاير الناتج عن تنظيف الغازات الناتجة عن الإحترق وعن التجهيزات والرماد السفلي والسخام، إلخ..).
- بقايا العمليات الإنتاجية والمُنتجات المتبقية (مثل الرواسب والبقايا من عمليّات الإنتاج الكيميائية والحماة الناتجة عن معالجة مياه المجاري ونفايات المبيدات وزيوت المحولات الكهربائية المستعملة، إلخ..).

تتركز الديوكسينات/الفيورانات في النفايات الصلبة الناتجة عن الإحترق والعمليات الحرارية مثل الرماد المتطاير والرماد السفلي وأنواع أخرى من الغبار. إن الجسيمات الصلبة الناتجة عن الإحترق والعمليات الحرارية تحتوي على الكربون غير المُحترق والذي يُدْمَصُ عليه الديوكسينات/الفيورانات. إن الرماد المتطاير الناعم والأغبرة التي يتم جمعها من العمليات الحرارية الصناعية تحتوي على الديوكسينات/الفيورانات بشكل مركز لذلك لا يتم إطلاقها إلى الهواء.

بشكل عام، إن التحكم الرديء بعمليات الإحترق والكفاءة العالية لأجهزة التحكم بتلوث الهواء في إزالة الغبار تعني أن تركيز الديوكسينات/الفيورانات سيكون عالياً في البقايا الصلبة. مثال جيد عن ذلك هو معاملٌ تليد الحديد. فالإحترق نظرياً غير ممكن التحكم به داخل سرير التليد وإزالة الرماد المتطاير بواسطة أجهزة التحكم بتلوث الهواء فعال جداً من أجل استرجاع المحتوى العالي من الحديد في الرماد المتطاير. بالتالي من المتوقع أن يكون تركيز الديوكسينات/الفيورانات عالياً في الرماد المتطاير الناتج عن تليد الحديد.

إن عمليّات الإنتاج الكيميائية والتي تستخدم الكلور العنصري خاصة تقود إلى نفايات تحتوي على الديوكسينات/الفيورانات. فيما إذا كانت العملية هي إنتاج المبيدات التي تحتوي على الكلور (مبيدات كلورية) أو هي عملية القصر بالكلور أثناء إنتاج الورق، فإن عمليّات الإنتاج الكيميائية باستخدام الكلور العنصري أو أحد أشكاله ستنتج نفايات، و ستحتوي هذه النفايات إلى حد ما على الديوكسينات/الفيورانات. الفصل 6.7 من وسيلة الأدوات هذه يتطرق إلى المُسببات التي تعمل على تركيز الديوكسين/الفيوران في تيار النفايات.

إن النفايات السائلة الناتجة عن صناعة عجينة الورق والورق إضافة لمياه المجاري البلدية، تعمل على توليد تيار من النفايات الملوثة بمركبات الديوكسين/الفيوران. إن البقايا الناتجة عن معالجة المياه العادمة –

كونها معالجات ميكانيكية أو بيولوجية أو كيميائية – هي رواسب (حمأة). وفي العديد من الحالات، تكون هذه الحمأة ملوثة بمركبات الديوكسين/الفيوران. بشكل عام، إن مستوى المعيشة العالي يزيد من إمكانية تلوث حمأة المجاري بمركبات الديوكسين/الفيوران وبحيث تكون المُنْتَجَات المُسْتَهْلَكَة هي المصدر الأساسي.

وبشكل هام، فإن الديوكسينات/الفيورانات تكون مُترافقة على الأغلب مع أحد تيارات البقايا من عملية ما، في حين أن باقي التيارات تحتوي على مستويات منخفضة أو غير هامة. وعلى سبيل المثال فإن العمليات الحرارية غالباً تُركّز الديوكسينات/الفيورانات في البقايا الناتجة عن عمليّات تنظيف غازات المدخنة (الرماد المتطاير- fly ash) بينما الرماد الناتج في أسفل المحرقة يحتوي على تراكيز منخفضة من الديوكسين/الفيوران (في العمليات ذات كفاءة الاحتراق الجيدة). على أية حال بما أن الرماد السفلي (bottom ash) يتولد بكميات أكبر بكثير من الرماد المتطاير ، بالتالي فقد يُشكل الرماد السفلي أكبر قطاع لإصدار الديوكسينات/الفيورانات .

إن إمكانية البقايا في أن تتسبب في تلوث بيئي أو حصول تعرّض لمركبات الديوكسين/الفيوران يعتمد لدرجة كبيرة على كيفية التعامل مع البقايا والتخلص منها. على سبيل المثال: في حين أن ترميد النفايات الملوثة الناتجة عن الصناعات الكيميائية يُمكن أن يكون فعالاً في تحطيم الديوكسينات/الفيورانات، نجد أن طمر مثل هذه البقايا يُمكن أن يؤدي إلى خلق مصدر مستودعي من هذه المركبات. علاوة على ذلك، يُمكن لبعض البقايا الناتجة عن عملية ما أن تستخدم كمواد أولية في عملية أخرى وإذا لم يتوفر تحكم كافي في العملية، يُمكن أن يحدث إصدار لمركبات الديوكسين/الفيوران إلى الهواء أو المياه أو المُنْتَجَات. بالرغم من أن حركية الديوكسينات/الفيورانات ضمن البقايا هي بشكل عام منخفضة وأن التعرض لمركبات الديوكسين/الفيوران المحمولة بالهواء ينتج عنه تأثيرات أكبر على الإنسان والبيئة، فإن اتفاقية استوكهولم تُتطلب تقييم جميع الأوساط /المستوعبات البيئية.

### 3.2.6. النقاط الساخنة المُحتملة (Potential Hot Spots)

النقاط الساخنة المحتملة تم تضمينها كفئة للتقييم (أنظر المقطع 4.1). إن هذه الفئة (10) تختلف عن باقي الفئات التسع كبقايا ساخنة من عمليّات سابقة معروفة بعلاقتها بمركبات الديوكسين/الفيوران. إن النقاط الساخنة ذات إمكانية أن تصبح مصدراً لمركبات الديوكسين/الفيوران في المستقبل. بالرغم من أن النقاط الساخنة ليست متضمنة في جرد مصادر الديوكسين ولم تُعطى قيمة رقمية، لكنه من الضروري أن يتم التعرف عليهم.

النقاط الساخنة يُمكن أن تكون مواقع إنتاج سابقة أو حالية لمُنْتَجَات ملوثة بالديوكسين/الفيوران. يُمكن أن يحدث ذلك من تخزين مُنْتَجَات أو التخلص من نفايات أو استخدام مُنْتَجَات وذلك خلال فترة طويلة من الزمن. بالرغم من أن تركيز الديوكسينات/الفيورانات يُمكن أن يكون عالياً في هذه النقاط الساخنة، لكن قد تكون الإطلاقات الحالية من الديوكسينات/الفيورانات صغيرة أو مهملة. بالرغم من ذلك، يجب تعريف مواقع النقاط الساخنة وتسجيلها في عملية الجرد. في العديد من الحالات، بمجرد إدراجها ليس من المطلوب القيام بأي فعل في الحال، إذا لم يكن هناك تهديداً مباشراً أو إطلاقات هامة من الديوكسينات/الفيورانات. في مثل هذه الحالة من الطوارئ المنخفضة يجب تقييم النقطة الساخنة و وضع خطة عمل على الأمد الطويل.

إذا بدأت النقطة الساخنة بإصدار كميات كبيرة من الديوكسين/الفيوران أو إذا كان من المتوقع أن حدوث ذلك أمر محتوم، فيجب إدراجها ضمن عملية جرد المصادر ويجب ملاحظة حالة درجة الطوارئ وترتيب المعالجة اللازمة. وفي أية حال، هناك ضرورة لإجراء تقييم وتقدير الوضع الخاص بالموقع.

المواقع الملوثة تم التعرض لها في المادة 6 من اتفاقية استوكهولم حول الملوثات العضوية الثابتة وبالرغم من أن الاتفاقية لا تَتَطَلَّبُ مُعَالَجَةَ هذه المواقع فهي تسعى " لتطوير الاستراتيجيات المناسبة للتعرف على المواقع الملوثة بالكيميائيات المدرجة في المرفقات (أ) و(ب) و(ج)، وإذا كان سيباشر بمعالجة هذه المواقع فيجب أن يجري ذلك بطريقة ملائمة بيئياً".

#### 4. بروتوكول تجميع الجرد (PROTOCOL FOR THE INVENTORY ASSEMBLY)

إن الهدف الأساسي من وسيلة الأدوات (Toolkit) هو تمكين إجراء تقدير للإطلاقات السنوية لكل قطاع (هواء ومياه وأرض ومُنتجات وبقايا) ولكل عملية تم تحديدها في الجرد. ويمكن حساب هذا التقدير باستخدام العلاقة الأساسية التالية:

$$(1) \text{ شدة المصدر (إطلاقات الديوكسين في العام) = مُعَامِلُ الإنبعاث} \times \text{"مُعدّل النشاط"}$$

إن الإطلاقات السنوية لمركبات الديوكسين/الفيوران سوف تُحسبُ وتُعرضُ على شكل غرام من مكافئات السُمِّيَّة في العام (Toxic Equivalents, TEQ, per year). إن شدة المصدر السنوية تحسب من جداء إصدار الديوكسينات/الفيورانات (مقدرة بالميكروغرام من مكافئات السمية،  $\mu\text{g TEQ}$ ) في واحدة مواد التغذية المعالجة أو واحدة الإنتاج (مثل الطن أو اللتر) – المشار إليها بمُعَامِلِ الإنبعاث – لكل قطاع يصدر له (هواء، مياه، أرض، مُنتَج، بقايا) بكمية المواد الداخلة في تغذية العملية أو كمية المُنتجات (طن أو لتر في السنة) – المشار إليها بمُعَامِلِ النشاط. إن مجموع جميع هذه الحسابات يعطي الإطلاق الكلي لمصدر معين (= شدة المصدر) في العام (أنظر أيضاً في الفصل 4.4.2).

إن وسيلة الأدوات مُصممة لتجميع مُعطيات النشاط الضرورية ولتوفّر الوسائل التي تُمكن من تصنيف العمليات والنشاطات إلى صفوف يتوفر لها مُعدّلات ملائمة من مُعاملات الإنبعاث.

تتكون وسيلة الأدوات من إجراء قياسي مؤلف من خمس خطوات لتطوير عمليّات جرد للمصادر متوافقة وقابلة للمقارنة (أنظر الجدول 3). الخطوة الأولى، تستخدم مصفوفة مسح أولية للتعرف على فئات المصادر الرئيسية لمركبات الديوكسين/الفيوران الموجودة في بلد ما. الخطوة الثانية تعمل على تفصيل مصادر الفئات الرئيسية هذه إلى فئات فرعية بهدف تحديد نشاطات معينة والتي يُمكن أن تصدر الديوكسينات/الفيورانات.

في الخطوة الثالثة، تُستخدم معلومات خاصة بالعملية للتوصيف، و التعيين الكمي، وفي النهاية لتصنيف مصادر إطلاق الديوكسينات/الفيورانات التي تم التعرف عليه في بلد معين أو إقليم ما. هناك استبيانات قياسية مزودة في المرفق (الفصل 8.2) والتي قد تكون مُفيدة في الحصول على المعلومات الضرورية.

في الخطوة الرابعة، يتم حساب الإطلاقات على أساس المعلومات التي تم الحصول عليها في الخطوات السابقة وباستخدام العلاقة (1). الخطوة الأخيرة هي تجميع الجرد القياسي لمركبات الديوكسين/الفيوران باستخدام النتائج التي تم الحصول عليها في الخطوات من 1 إلى 4.

لقد تم تزويد شكل قياسي لعرض نتائج الجرد وذلك لضمان أن جميع المصادر قد تم أخذها بعين الاعتبار (حتى لو كانت من غير المُمكن تحديدها كمياً). الثغرات في المُعطيات ستكون ظاهرة وعمليات الجرد سوف تكون قابلة للمقارنة وشفافة.

- تطبيق مصفوفة المسح لتحديد فئات المصادر الأساسية.
- راجع قائمة الفئات الفرعية لتحديد النشاطات والمصادر الموجودة في البلد.
- اجمع المعلومات التفصيلية عن العمليات وصنف العمليات في مجموعات متشابهة وذلك بتطبيق الاستبيان القياسي.
- التحديد الكمي للمصادر التي تم التعرف عليها باستخدام معاملات الانبعاث الافتراضية/المقاسة.
- طبق هذه العملية على المستوى الوطني لتأسيس عملية الجرد الكاملة ودون النتائج باستخدام الإرشادات المزودة في الشكل القياسي.

الشكل 2: منهجية الخمس-خطوات المنصوح بها لتأسيس الجرد الوطني لإطلاقات الديوكسينات/الفيورانات باستخدام وسيلة الأدوات (Toolkit)

الجدول والأشكال مزودة كصفحات عمل لتحديد البنية القياسية لوسيلة الأدوات إضافة للحصول على جميع المُعطيات الضرورية عن المصدر. إن قائمة المصادر ومُعاملات الانبعاث في وسيلة الأدوات سوف يجري تحديثها أو تطويرها أو تعديلها كلما توفرت معلومات أكثر.

#### 1.4. الخطوة 1 : مصفوفة المسح : فئات المصادر الأساسية

الخطوة الأولى في تطوير الجرد القياسي لمصادر الديوكسين/الفيوران هي تحديد فئات المصادر الرئيسية وأهم طرق الإطلاق لكل فئة. إن مصفوفة المسح الأولية (الجدول 2) تُمكن من إجراء تقييم أولي للنشاطات (الصناعات، استعمال المُنتجات، النشاطات المنزلية، إلخ..) والتي يُمكن أن تصدر الديوكسينات/الفيورانات إلى واحد أو أكثر من الخمسة أوساط و/ أو المستوعبات التي تم تحديدها أعلاه.

الجدول 2: مصفوفة المسح – فئات المصادر الأساسية

الفئة	فئات المصادر الأساسية	هواء	مياه	أرض	مُنتجات	بقايا
1	حرق النفايات	X				X
2	إنتاج المعادن الحديدية وغير الحديدية	X				X
3	إنتاج الطاقة والتدفئة	X		X		X
4	إنتاج مواد البناء	X				X
5	النقل	X				
6	عمليّات الإحترق غير المُتحكّم بها	X	X	X		X
7	إنتاج واستعمال الكيماويات وبضائع المُستهلك	X	X		X	X
8	متفرقات	X	X	X	X	X
9	طرح/طمر النفايات	X	X	X		X
10	تحديد النقاط الساخنة المُحتملة	من المحتمل التسجيل فقط على أن يتبع ذلك بتقييم خاص للموقع				

إن فئات المصادر الأساسية هذه عامة بشكل كافي للإحاطة بتشكيلات واسعة من الصناعات والعمليات و/أو النشاطات والتي معروف أنها يُمكن أن تسبب إطلاق الديوكسينات/الفيورانات. إن فئات المصادر الأساسية العشرة مُصممة لتكون ذات صفات مُشتركة ودرجة من التعقيد ممكن إدارتها. الأعمدة في

الطرف الأيسر من الجدول 2 تُحدد الأوساط/المستويات البيئية الخمسة التي يُمكن أن يُطلقَ إليها الديوكسينات/الفيورانات. بهذا الخصوص، العلامة "X" بالحروف الكبيرة تشير إلى طريق إصدار رئيسي لكل فئة تعتبر مسيطرة أو غالبية. أما العلامة "x" بالحروف الصغيرة فتدل على طرق إطلاق إضافية تم التعرف عليها حتى الآن.

إن مصفوفة المسح الأولية يُمكن أن تستخدم في الحصول على بعض الإرشادات عن المناطق التي سيتطلب جمع معلومات عنها ويمكن أن تؤثر على تشكيلة الفريق الذي سيجمع المعلومات الأولية عن المصادر المحتملة لمركبات الديوكسين/الفيوران الموجودة في بلد ما. إن مصفوفة المسح سوف تكون نقطة البداية لاستراتيجية تسعى إلى طلب النصح والخبرة التي سوف نحتاجها خلال عملية جمع المعلومات التفصيلية وتقييم المُعطيات.

#### 2.4. الخطوة 2 : تحديد الفئات الفرعية

الخطوة الثانية هي تحديد العمليات أو الفئات الفرعية ضمن كل فئة من فئات المصادر الأساسية. ومن أجل قابلية المقارنة، تم تقسيم كل فئة من فئات المصادر الأساسية العشر إلى سلسلة من الفئات الفرعية (مشروحة في الفقرات من 2.4.1 إلى 2.4.10). إن قائمة الفئات الفرعية تُعطي المصفوفة المختصرة لجرد مصادر الديوكسين التي سيتم تجميعها (أنظر الفقرة 2.5).

و من أجل كل قائمة من الفئات الفرعية، سيتم التحري عن وجود أو عدم وجود هذا النشاط في البلد أو المنطقة. إن سهولة الوصول إلى المُعطيات أمر هام وقيم في هذه المرحلة (على سبيل المثال: عدد الأطنان في السنة من النفايات التي يتم حرقها). إن معلومات الإحصائية المركزية قد تكون مُلائمة جداً لهذا الغرض. أية فئة فرعية والتي معروف بالتأكد أنها غير موجودة، فيمكن حذفها من عمليّات التحري اللاحقة. في جميع الأحوال، حقيقة أن العمليات غير موجودة يجب تدوينها ولحظها في عملية الجرد.

عند توفر معطيات النشاطات الأساسية يُمكن عندها تنفيذ تقديرات أولية للانبعاثات المُحتملة (أنظر الفقرة 2.5.1). حتى المعلومات غير الكاملة يُمكن أن تكون مفيدة، حيث يُمكنها أن توجه الجهود لاحقاً في عمليّات التحديد الكمي. كما تم إدراج التفاصيل الإضافية لكل فئة من فئات المصادر الأساسية وطرق الإطلاق الرئيسية لكل فئة فرعية أو عملية. والأعمدة في الجداول تُحدد الأوساط أو المستويات الخمس والتي من المُحتمل أن يُطلق إليها كميات لا بأس بها من الديوكسين/الفيوران. إن العلامة "X" بالحروف الكبيرة تشير إلى طريق الإطلاق الذي من المتوقع أن يكون هو المسيطر، أما العلامة "x" بالحروف الصغيرة فتدل على طرق إصدار إضافية يُمكن أخذها بعين الاعتبار.

#### 2.4.1. الفئات الثانوية لحرق النفايات

في وسيلة الأدوات، يُصنّف ترميد النفايات تبعاً لنوع النفايات المحترقة (237). وعملية الترميد ضمن هذا المفهوم، تعني تحطيم النفايات ضمن فرن فني من نوع ما. أما الحرق المكشوف للنفايات وحرق النفايات المنزلية ضمن البراميل والحاويات فلا يندرج ضمن هذه الفئات الفرعية، فهي يتم التعرض لها في الفقرة 2.4.6 الحرق المكشوف "في العراء".

## الجدول 3: الفئات الثانوية من مصفوفة الجرد - الفئة الأساسية 1

الرقم	الفئات الثانوية من الفئة الأساسية	طريق الإطلاق المُمكن			
		هواء	مياه	أرض	مُنتجات
1	حرق النفايات	X			X
a	حرق النفايات البلدية الصلبة	X	(x)		x
b	حرق النفايات الخطرة	X	(x)		x
c	حرق النفايات الطبية	X	(x)		x
d	حرق نفايات الأجزاء الخفيفة المفرومة	X			x
e	حرق حمأة المجاري	X	(x)		x
f	حرق نفايات الأخشاب والكتلة الحيوية	X			x
g	حرق جيف الحيوانات	X			x

كل فئة فرعية تمثل صناعة كاملة بحد ذاتها. تختلف النفايات من حيث مكوناتها وخصائص الاحتراق كما تختلف عادة أنواع تجهيزات الحرق لكل فئة من الفئات الثانوية لترميز النفايات.

تحدث الإطلاقات بشكل رئيسي من خلال البقايا والتي تحتوي عادة على أعلى التراكيز من الديوكسينات/الفيورانات. إن الانبعاثات إلى الهواء يُمكن أن تكون بنسبة ضئيلة تبعاً لشروط التشغيل للحرق والأجهزة الموجودة لتنقية غازات الاحتراق. في جميع الأحوال، فإن الإطلاقات إلى الهواء على درجة كبيرة من الأهمية نظراً لكون الديوكسينات/الفيورانات يُمكن أن تنتقل لمسافات طويلة وبالتالي تلوث السلسلة الغذائية. الإطلاقات إلى المياه تلعب دوراً صغيراً فقط في الحالات حين يُستخدم أبراج غسيل بالماء لمعالجة غازات الاحتراق وعند تبريد الرماد المراد التخلص منه بالماء ومن ثم صرف هذه المياه. إن المُعالجات الملائمة للمياه العادمة يُمكن أن تعمل بسهولة على نقل الديوكسينات/الفيورانات من مياه الصرف إلى البقايا (أي من الطور المائي إلى الطور الصلب).

## 4. 2. 2. الفئات الثانوية لإنتاج المعادن الحديدية وغير الحديدية

يعتبر الآن إنتاج المعادن الحديدية وغير الحديدية أكبر مصدر لمركبات الديوكسين/الفيوران في العديد من دول أوروبا. لم يولى هذا المصدر الاهتمام الكافي إلى منذ فترة حديثة نسبياً، والعديد من الدول مازالت تتجاهله. هنالك العديد من العمليات المختلفة في هذه الفئة والعديد من نقاط الإطلاق، وكلا هذين الأمرين يجعلان عملية التصنيف والتحديد الكمي للإطلاقات عملية صعبة.

في وسيلة الأدوات ينقسم هذا المصدر الأساسي إلى اثني عشرة فئة فرعية وكل واحدة منها تعود إلى عملية معينة. إن العمليّات الهامة في إنتاج المعادن، بشكل أساسي، هي حرارية وطريق الإطلاق الرئيسي هو إلى الهواء عبر غازات المدخنة ومن البقايا عبر النفايات الناجمة عن تنقية غازات المدخنة. أما في حالة استعادة النحاس من حرق الأسلاك، فمن المعروف أيضاً تلوث الماء والتربة بمركبات الديوكسين/الفيوران.

## الجدول 4: الفئات الثانوية من مصفوفة الجرد – الفئة الأساسية 2

الرقم	الفئات الثانوية من الفئة الأساسية	طريق الإطلاق الممكن			
		هواء	مياه	أرض	منتجات
2	إنتاج المعادن الحديدية و غير الحديدية	X			X
a	تلييد خام الحديد	X			x
b	إنتاج فحم الكوك	X	x	x	x
c	إنتاج ومسبك الحديد والفولاذ	X			x
d	إنتاج النحاس	X			x
e	إنتاج الألمنيوم	X			x
f	إنتاج الرصاص	X			x
g	إنتاج التوتياء	X			x
h	إنتاج النحاس الأصفر والبرونز	X			x
i	إنتاج المغنيزيوم	x	x		x
j	إنتاج معادن أخرى غير الحديدية	x	x		x
k	الفضلات المعدنية	X			x
l	استعادة المعادن من الأسلاك	X	(x)	x	x

## 4. 2. 3. الفئات الثانوية للتدفئة و توليد الطاقة

إن توليد الطاقة والتدفئة كما هو مشار إليه هنا محدود بعمليات الاحتراق التي تستخدم الوقود الأحفوري وأنواع أخرى من المواد القابلة للاحتراق. إن خلايا الوقود والطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الكهرومائية والحيوحرارية والطاقة النووية لم يجري تضمينهم نظراً لعدم تحديد تشكيل و إطلاق الديوكسينات/الفيورانات مترافق مع هذه الأشكال من توليد الطاقة. الجدول 5 يسرد الفئات الثانوية ذات العلاقة.

## الجدول 5: الفئات الثانوية من مصفوفة الجرد – الفئة الأساسية 3

الرقم	الفئات الثانوية من الفئة الأساسية	طريق الإطلاق الممكن			
		هواء	مياه	أرض	منتجات
3	التدفئة و توليد الطاقة	x		(x)	X
a	محطات الطاقة التي تعمل على الوقود الأحفوري	X			x
b	محطات الطاقة التي تعمل على الكتلة الحيوية	X			x
c	حرق الغاز الحيوي وغاز المطامر	X			x
d	التدفئة المنزلية والطهي (الكتلة الحيوية)	X		(x)	X
e	التدفئة المنزلية (الوقود الأحفوري)	X		(x)	X

في محطات توليد الطاقة الكبيرة العاملة على الوقود الأحفوري والتي يجري التحكم بها بشكل جيد، يكون تشكّل الديوكسينات/الفيورانات قليلاً نظراً لكون كفاءة الاحتراق عادة عالية والوقود المُستخدَم فيها يحتوي عادة على نسبة من الكبريت أعلى من الكلور وهذا بالتالي يثبط تشكيل الديوكسينات/الفيورانات كما أن الفيول المُستخدَم يكون متجانساً. على أية حال، مازال من الممكن أن تنبعث كتلة لا بأس بها من الديوكسينات/الفيورانات مع الحجوم الكبيرة من غازات الاحتراق التي تحتوي على تراكيز صغيرة من الديوكسين/الفيورانات. في حين نجد في محطات توليد الطاقة الأصغر أو عند استخدام الوقود الحيوي، يكون الوقود أقل تجانساً ويحترق في درجات حرارة أدنى أو بكفاءة احتراق أقل. إن مثل هذه الشروط

يُمكن أن تؤدي إلى زيادة في تشكّل الديوكسينات/الفيورانات. يُمكن أن يحدث الشيء نفسه عند استخدام الغاز الحيوي أو غاز المطامر كوقود وذلك نظراً لوجود مكونات إضافية غير معروفة وغير مرغوب فيها.

وفي حالات التدفئة المنزلية/الطهي فإن نوعية الوقود المُستخدَم غالباً ما تكون سيئة وكفاءة الإحتراق متدنية جداً مما ينتج عنه زيادة في تشكّل الديوكسينات/الفيورانات. والقطاعات المسيطرة للإطلاق هي إلى الهواء (انبعاثات غازات المدخنة) ومن خلال البقايا والرماد المتطاير والرماد السفلي.

#### 4.2.4. الفئات الفرعية لإنتاج المواد الفلزية

هذه هي عمليّات ذات درجات حرارة عالية من أجل الصهر (زجاج وأسفلت) أو الشبي (الطوب والسيراميك) أو التحولات الكيميائية بواسطة الحرارة (الكلس والإسمنت). في هذه العمليات، احتراق الوقود يولد الديوكسينات/الفيورانات كنواتج ثانوية غير مرغوب بها. تشكّل إضافي من الديوكسينات/الفيورانات يُمكن أن يُعزى إلى المواد الأولية المُستخدَمة. إن أفران الكلس والإسمنت هي من العمليات ذات الحجم الكبير والتي غالباً تضيف إل الوقود المُحترق بعض النفايات كوقود رخيص/أو وقود إضافي بدون تكلفة. عندما يكون هناك تحكم ومعالجة فعالة، فإن استخدام مواد النفايات مثل إطارات السيارات والزيوت المستعملة والحماة ليس بمشكلة حيث وجد انبعاثات منخفضة. الجدول 6 يُلخّص العمليات المُمكنة وذات العلاقة بإنتاج مواد البناء.

الجدول 6: الفئات الثانوية من مصفوفة الجرد – الفئة الأساسية 4

الرقم	الفئات الثانوية من الفئة الأساسية	طريق الإطلاق المُمكن			
		هواء	مياه	أرض	بقايا
4	المنتجات الفلزية (مواد البناء)	X			X
a	إنتاج الإسمنت	X			X
b	إنتاج الجير	X			X
c	إنتاج الطوب	X			X
d	إنتاج الزجاج	X			X
e	إنتاج السيراميك	X			X
f	مزج الأسفلت	X			X

#### 4.2.5. الفئات الفرعية للنقل

يعتمد النقل بشكل كثيف على احتراق وقود البنزين (الحاوي على الرصاص أو الخالي من الرصاص) والكيروسين والمزيج المستخدم في المحركات ثنائية الشوط (عادة مزيج يتكون من 1:25 – 1:50 من زيت المحرك والبنزين) ووقود الديزل (و المعروف أيضاً بزيت الوقود الخفيف) وزيوت الوقود الثقيلة. الفئات الفرعية للنقل مبيّنة في الجدول 7. تعود الانبعاثات الأعلى من البنزين الحاوي على الرصاص إلى وجود الكاسحات الهالوجينية كمواضع مضافة إلى الوقود. الصيانة الرديئة للمحرك وجودة الوقود المنخفضة وكفاءة الإحتراق المتدنية، يُمكن أن تؤدي إلى زيادة في إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات.

إن الانبعاثات الناجمة عن مُحركّات الإحتراق الداخلي تقود في معظم الحالات فقط إلى إطلاقات إلى الهواء. فقط في بعض الحالات حين يُستخدم الديزل وزيت الوقود الثقيل في مُحركّات ذات كفاءة منخفضة، يكون السُخام وهُباب الفحم الناتج تحتوي على تراكيز أعلى من مُركّبات الديوكسن والفيوران.

الجدول 7: الفئات الثانوية من مصفوفة الجرّد – الفئة الأساسية 5

الرقم	الفئات الثانوية من الفئة الأساسية	طريق الإطلاق الممكن			
		هواء	مياه	أرض	مُنْتَجَاتُ بقايا
5	وسائط النقل	X			
a	المُحَرَّكَاتُ رباعية الشُّوط	X			
b	المُحَرَّكَاتُ ثنائية الشُّوط	X			
c	مُحَرَّكَاتُ الديزل	X			(x)
d	المُحَرَّكَاتُ العاملة على الزيت الثقيل	X			(x)

#### 4.2.6. الفئات الفرعية لعمليات الحرق المكشوف (Open Burning Processes)

عمليّات الحرق المكشوف "في العراء" هي عادة عمليّات الحرق الرديئة وقد تكون من المصادر الهامة لمركبات الديوكسين/الفيوران. الجدول 8 يفرق بين فئتين. الحرق المكشوف للكتلة الحيوية يؤدي عادة إلى تتشكّل أقل من الديوكسينات/الفيورانات وذلك بالمقارنة مع حرق مزيج من النفايات الناتجة عن مواد من نشاط الإنسان. إنبعاثات أعلى من الديوكسينات/الفيورانات تنتج مع حرق مزيج من النفايات بسبب شروط الحرق السيئة وعدم التجانس والمزج الرديء لمواد الوقود ومواد أولية تحتوي على الكلور والرطوبة وبعض المعادن التي تلعب دور الحفاز (الوسيط). في جميع الحالات فإن قطاع الإطلاق الرئيسي هو إلى الهواء والبقايا. على أية حال، فمن الممكن في بعض الظروف أن يكون هناك إطلاقات إلى المياه والأرض.

الجدول 8: الفئات الفرعية من مصفوفة الجرّد – الفئة الأساسية 6

الرقم	الفئات الثانوية من الفئة الأساسية	طريق الإطلاق الممكن			
		هواء	مياه	أرض	مُنْتَجَاتُ بقايا
6	عمليّات الحرق المكشوف	X			X
a	حرق الكتلة الحيوية	X	(x)	X	(x)
b	حرق النفايات والحرائق العرضية	X	(x)	X	(X)

#### 4.2.7. الفئات الثانوية لإنتاج واستعمال الكيماويات و بَضَائِعِ المُسْتَهْلَكِ

إن إطلاقات الديوكسينات و الفيورانات من إنتاج الكيماويات و بَضَائِعِ المُسْتَهْلَكِ قد يكون بسبب تواجد هذه المركبات أصلاً مع المواد الأولية نفسها أو نتيجة تشكّلها خلال عمليّات الإنتاج (الجدول 9).

والمؤشرات على الاحتمالية العالية لتشكّل الديوكسينات/الفيورانات في عمليّات التصنيع الكيماوية هي: "درجات الحرارة العالية" و"الوسط القلوي" و"وجود الأشعة فوق البنفسجية كمصدر للطاقة" و "وجود الجذور الحرة في العملية الكيماوية / مزيج التفاعل" (أنظر الفقرة 3.1).

الجدول 9: الفئات الفرعية من مصفوفة الجرد - الفئة الأساسية 7

الرقم	الفئات الثانوية من الفئة الأساسية	طريق الإطلاق الممكن			
		هواء	مياه	أرض	منتجات
7	إنتاج واستعمال الكيماويات وبضائع المستهلك	X	X		X
a	إنتاج الورق وعجينة الورق	x	X		X
b	الصناعات الكيماوية	x	x	(x)	X
c	الصناعات النفطية	x			X
d	إنتاج النسيج		x		x
e	تنقية الجلود		x		x

خلال عمليات الإنتاج يُمكن أن يحدث إطلاقات للديوكسينات/الفيورانات من خلال جميع القطاعات إلى الأوساط/المستوعبات البيئية ومن خلال المنتجات. إن استخدام الكلور العنصري في عمليات القصر والتبييض واستعمال بعض المبيدات الفطرية مثل خماسي كلور الفينول (PCP) وبعض الأصبغة (ذات الأساس-الكلورانييل) هي من ضمن العوامل المساهمة في إصدار الديوكسينات/الفيورانات إلى المياه. بذلك يجب التأكيد بشدة على إجراء تقصي مفصل لبعض هذه المصادر المحتملة وذات المساهمة الهامة لمشكلة الديوكسين/الفيوران بشكل عام.

#### 4.2.8. الفئات الفرعية - متفرقات (Miscellaneous)

يلخص الجدول 10 بعض فئات المصادر المتفرقة. عمليات التجفيف تتضمن غاز ساخن على تماس مباشر مع المواد المطلوب تجفيفها. يحدث تشكّل الديوكسينات/الفيورانات على الأغلب عندما يستخدم وقود ملوث بمركبات الديوكسين/الفيوران وبسبب تفاعل الغازات الساخنة مع المادة العضوية الموجودة في المواد التي يجري تجفيفها. في حالة تجفيف الكتلة الحيوية وبيوت التدخين فإن بعض النفايات استخدمت كوقود مثل الأخشاب المعالجة/غير المعالجة والنسيج والجلود وبعض المواد الأخرى الملوثة.

مَحَارِقُ الجُثث قد تكون مصدراً لإطلاقات الديوكسينات/الفيورانات حيث أن عملية الحرق عادةً تكون غير كفؤة والمواد الداخلة تكون غير متجانسة. الأكفان وسوائل التعطير ومواد التزيين قد تحتوي على مركبات كيميائية مكلورة وبلاستيك وألوان ذات أساس معدني ومواد غير قابلة للاحتراق.

البقايا الناتجة عن عمليات التنظيف الجاف هي من المصادر المتفرقة لمركبات الديوكسين/الفيوران، حيث أن الكيماويات الحاوية على الديوكسين (مثل خماسي كلور الفينول والمواد الصباغية) يتم تركيزها بعد عملية التنظيف الجاف. إن مصادر الديوكسينات/الفيورانات هي المبيدات المستخدمة في الأقمشة وفي الأصبغة المستخدمة في التلوين. أما التعرق والأوساخ المتوضعة على النسيج فهي ذات مساهمة ضئيلة جداً.

## الجدول 10: الفئات الثانوية من مصفوفة الجرد - الفئة الأساسية 8

الرقم	الفئات الثانوية من الفئة الأساسية	طريق الإطلاق الممكن			
		هواء	مياه	أرض	منتجات
8	متفرقات	X	X	X	X
a	تجفيف الكتلة الحيوية	x			x
b	حرق الجثث	x			X
c	بيوت التدخين (تدخين اللحوم)	x			X
d	التنظيف الجاف		x		x
e	تدخين التبغ	x			

## 4.2.9. الفئات الثانوية لطرح/تصريف النفايات

الجدول 11 يسرد الممارسات الهامة غير الحرارية/بدون حرق للتخلص من النفايات والتي يُمكن أن تقود إلى إصدار الديوكسينات/الفيورانات على الأغلب إلى المياه والأرض. هذه الممارسات تتضمن طمر أي نوع من النفايات بما فيها حمأة المجاري ورمّ الزيوت المستعملة والتخلص من النفايات والحمأة في المياه المكشوفة.

ومن أجل تحديد مُعدّل إصدار الديوكسينات/الفيورانات، فيجب تحديد كمية النفايات التي تم التخلص منها وتركيز مركّبات الديوكسين الفيوران فيها. على الأخص فإن التخلص المرافق لمزيج من النفايات قد يكون مصدراً أساسياً لإطلاقات الديوكسينات/الفيورانات. بالرغم من تواجد قاعدة معطيات صغيرة، فيجب التشجيع على الطرائق البديلة لمعالجة النفايات والتخلص منها..

## الجدول 11: الفئات الثانوية من مصفوفة الجرد - الفئة الأساسية 9

الرقم	الفئات الثانوية من الفئة الأساسية	هواء	مياه	أرض	منتجات	بقايا
		9	طرح النفايات		X	X
a	المكبّات ورمّ النفايات		x			
b	المجاري / معالجة المجاري	(x)	x	x	x	x
c	التصريف إلى المياه المكشوفة		x			
d	التحويل إلى أسمدة (كومبوست)			x	x	
e	مُعالجة الزيوت المستعملة (غير الحرارية)	x	x	x	x	x

## 4.2.10. الفئات الثانوية للنقاط الساخنة

تتواجد النقاط الساخنة كنتيجة مباشرة لممارسات تصريف النفايات التي تم شرحها سابقاً في الفقرة 4.2.9 أو كنتيجة للتخلص غير ملائم من المواد الملوثة بمركبات الديوكسين/الفيوران. الإطلاقات من هذه المواقع قد تكون حاصلة الآن أو من المتوقع أن تبدأ إذا لم يتم اتخاذ إجراءات المعالجة. الجدول 12 يتضمن قائمة للدلالة على المواقع التي يُمكن أن تتواجد فيها نقاط ساخنة.

في الفئات الفرعية من a إلى c ، يُمكن ربط النقاط الساخنة مع عملية إنتاج قائمة. الإطلاقات يُمكن أن تكون حاصلة الآن من عمليّات في الموقع أو من نشاطات تمت في السابق. أما الفئات الفرعية من f إلى i فهي تمثل عادة مستودعات حيث تم تخزين مواد تحتوي على الديوكسينات/الفيورانات والتي تم طمرها في هذا الموقع أو تراكمت عبر العديد من السنين. في هذه الحالات قد يكون إطلاق مركّبات الديوكسين مازال مستمراً أو محتوم الحدوث أو يهدد باحتمال الحدوث في المستقبل. إن عملية التعرف على هذه المواقع

الساخنة قد تكون صعبة.

الجدول 12: الفئات الثانوية من مصفوفة الجرد - الفئة الأساسية 10

الرقم	الفئات الثانوية من الفئة الأساسية	طريق الإطلاق الممكن			
		هواء	مياه	أرض	مُنْتَجَاتٌ بقايا
10	تحديد النقاط الساخنة المحتملة	من المحتمل التسجيل فقط وأن يتبع بتقييم خاص في الموقع			
a	مواقع إنتاج المركبات العضوية الكلورية		X		
b	مواقع إنتاج الكلور		X		
c	مواقع تركيب الفينولات المكلورة		X		
d	مواقع استخدام الفينولات المكلورة	x	X	X	x
e	مواقع تصنيع ومعالجة الأخشاب	x	X	X	
f	المحولات والمكثفات الكهربائية المليئة بزيوت PCB	x	X		
g	ردم النفايات/البقايا الناتجة عن الفئات من 1 - 9	x	X	X	x
h	مواقع الحوادث ذات العلاقة	x	X		
i	استخراج الرسوبيات	x			
j	مواقع غضار الخزف أو الكاولين		X		

عملية التقييم الخاصة بكل نقطة ساخنة يجب أن تحدد وضعها الراهن: تهديد مباشر أو إمكانية الإطلاق في المستقبل. في كلتا الحالتين يجب تسجيل الموقع في نتائج الجرد.

#### 3.4. الخطوة 3: تجميع المعلومات

الخطوة التالية هي جمع المعلومات التفصيلية عن العمليات. الحجم والدرجة (على سبيل المثال: أطنان النفايات التي احترقت أو أطنان النحاس المنتج)، إضافة إلى معلومات العملية ذات العلاقة بالتقييم. ضمن نفس الفئة الفرعية لإنتاج نفس المنتج، يُمكن أن تتغير انبعاثات الديوكسينات/الفيورانات بشكل كبير وذلك تبعاً لنوع التقنية والأداء.. إلخ.. وفي العديد من الحالات يُمكن فقط إجراء تقدير أو تخمين. طرائق التقدير المختارة سوف تختلف ويجب أن تعكس الشروط المحلية والموارد المتوفرة. الفقرة 6 تبين المعاملات المفتاحية التي يُمكن استخدامها في التمييز بين العمليات ذات الانبعاثات العالية والعمليات ذات الانبعاثات المنخفضة.

عادة يجري أولاً تجميع المُعطيات الأساسية عن شدة النشاط في كل فئة والبنية الأساسية عن تلك الفئة الفرعية. كنقطة بداية، المصادر الجيدة لمثل هذه المعلومات تتضمن:

- الإحصائيات الوطنية للصناعة والعمل والضرائب.
- سجلات النشاطات الاقتصادية الإقليمية بما في ذلك مُعطيات الإنتاج القومي والاستيراد والتصدير.
- سجلات التراخيص والتشغيل المحلية للمنشآت الصناعية.
- معلومات الجمعيات الصناعية.
- معطيات سابقة عن الصناعة والإنتاج.

الفئات الفرعية المؤلفة من محطات ضخمة قد تكون موصفة بأماكنها. أما الفئات الفرعية المُكونة من مصادر متناثرة فيجب توصيفها بتجميع المُعطيات المركزية المتوفرة. إذا لم يتوفر معلومات عن نشاط معين، فيمكن حساب الإطلاقات المُحتملة بتطبيق أخفض وأعلى مُعاملٍ للانبعاش.

إن أكثر المعلومات أهمية والمطلوبة لتصنيف العمليات والفئات الثانوية نجدها متضمنة في أمثلة الاستبيانات (أنظر الفقرة 9). وهذه تم تصميمها بحيث تُسهّل اختيار معاملات الإنبعاث الملائمة.

يجب توصيف جميع المصادر. إذا تم استخدام استبيانات خاصة بالمعمل، فربما نحتاج إلى متابعة مُجهدّة من أجل ضمان مُعدّل عالي من عودة الاستبيانات المُستكملة. جمع معطيات غير كاملة سوف يؤثر على جميع النتائج اللاحقة ويُخفّض من الجودة الكلية للجرد. لذلك ينصح في مرحلة جمع المُعطيات تنفيذ مُراقبة جودة مستقلة وإجراءات ضمان الجودة. في الحالة المثالية، يُمكن تأسيس قاعدة بيانات مُفصّلة وكاملة وتحتوي كل النشاطات المُمكنة التي لها علاقة بإصدارات الديوكسينات/الفيورانات من مواقع فردية لكل مصدر.

المعلومات غير الكاملة والثغرات في البيانات سوف تؤدي إلى حاجتنا لوضع فرضيات حول هذه المصادر حيث لم نتمكن من جمع معلومات محددة عنها. المنهجيات سوف تختلف، لكن جميع الفرضيات يجب أن تكون شفافة من أجل تسهيل تقدير المُعطيات للسنوات المستقبلية وإعادة تقييمها في ضوء توفر معلومات أفضل. في التالي نعرض منهجين :

منهجية "الأرض الوسط" والتي تفرض أن البيانات الناقصة موزعة بشكل مشابه للبيانات المتوفرة (على سبيل المثال: الإطلاقات المنخفضة بالمقارنة مع المرتفعة أو حالة التوافق مع متطلبات التقانة). والمنهجية "المحافظة" تفرض المصادر الناقصة يُمكن وصفها بشكل أفضل بأعلى معاملات الإنبعاث في قاعدة البيانات أو بأعلى معاملات الإنبعاث لتلك المعامل التي زودتنا بمعلومات عنها. يجب أن تعتمد الفرضيات على أفضل حكم يقوم على استخدام كل المُعطيات المتوفرة والتي تم عرضها بشكل واضح وتمت مراجعتها خارجياً. في بعض الحالات يُمكن أن تتوفر معلومات إضافية من الجمعيات التجارية ومزودي التجهيزات والخبراء أو المنظمين في الصناعة.

#### 4.4. الخطوة 4 : تصنيف العملية والتحديد الكمي للمصدر:

إن الإطلاقات من العمليات المُدرجة تحت "الفئات الفرعية" أعلاه يُمكن أن تتغير بمقدار عدة آلاف وذلك بالاعتماد على تقنيات العملية أو التشغيل. الفصل 6 يحتوي على قائمة كاملة من مُختلف الفئات الفرعية والعمليات ضمن كل فئة فرعية. وكل قسم أيضاً يشير كيف نصنف العمليات ونختار معاملات الإنبعاث الملائمة.

إن منهجية وسيلة الأدوات (Toolkit) تُشجّع على استخدام معطيات مُقاسة عندما تكون متوفرة في بلد أو إقليم ما. على أية حال، ومن أجل ضمان قابلية المقارنة وتغذية رجعية ذات قيمة حول فاعلية عملية استخدام وسيلة الأدوات فإن تصنيف واستخدام معاملات الإنبعاث الإفتراضية يجب أن يُطبّق حتى عندما يتوفر معطيات مُقاسة. إن عرض نتائج التحديد الكمي للمصدر بالاعتماد على معاملات إنبعاث مُقاسة جنباً إلى جنب لنتائج التحديد الكمي للمصدر باستخدام معاملات الإنبعاث الإفتراضية سيساعد في التنويه إلى مدى فاعلية وسيلة الأدوات ويُسلط الضوء على المناطق التي تحتاج إلى تطوير إضافي.

تقريباً في جميع الحالات سوف يحتاج الأمر إلى تصنيف العمليات ضمن مجموعات في بلد أو إقليم ما أثناء الجرد ذلك لأنه من غير المُعتاد أن نجد معطيات قياس لكل عملية ضمن البلد أو الإقليم كما سيتطلب الأمر إلى إجراء بعض الاستقراء.

#### 1.4.4. تصنيف العملية

القسم 6 يُفصّل أصناف العمليات ضمن كل فئة من الفئات الفرعية. وكل صنف مزود بمجموعة من معاملات الانبعاث (الأقسام 6.1 وحتى 6.10). ثم وضمن كل فئة فرعية ، هناك رقم صنف منخفض (الصنف 1) يُوصّف النشاط أو العملية التي تُشكل أو تطلق كميات كبيرة من الديوكسينات/الفيورانات ؛ حيث تكون الشروط العامة سيئة و معاملات الانبعاث عالية . و مع ازدياد رقم الصنف (الصنف 2 ، الصنف 3 ، إلخ ..) ، تصبح الشروط أفضل ، و يتناقص تشكل و إطلاق الديوكسينات/الفيورانات ؛ و تصبح معاملات الانبعاث أقل.

المعلومات التي جُمعت في الخطوة 3 باستخدام الاستبيان القياسي أو باستخدام وسائل أخرى يجب أن تكون كافية لتصنيف العمليات ضمن مجموعات تبعاً لتوصيف التقنيات و العمليات المبينة في القسم 6. و كل صنف مصمم ليمثل مستوى معين من التقنية والأداء والتي ستؤدي إلى إطلاقات متشابهة وتبرر استخدام نفس معامل الانبعاث. و الاستبيانات النموذجية المزودة في القسم 9 – المرفق 2 ، يُمكن أن تساعد في تجميع المعلومات. و كإجراء عام و من أجل تصنيف العملية "سيئة" أو "جيدة" أو "أفضل تقنية متاحة – BAT" ، فيجب أخذ النقاط التالية بعين الاعتبار :

إن "الجزء الأمامي" من العملية أو التقنية يلعب دوراً هاماً و بالتالي له تأثيراً على اختيار رقم الصنف . "سيء" أو تقنيات الصنف 1 في جميع العمليات ذات درجة الحرارة العالية ، تمتلك الخواص التالية (في معظم الحالات تشكيلة من عدة خواص) : تكون الحراقات صغيرة ، و درجات الحرارة منخفضة في الحراقات/غرف الاحتراق ، و يكون الحراق ثابت ، و العملية متقطعة و ليست مستمرة، إلخ .. و عندما تصبح العملية أفضل ، فسوف يزداد حجم الحراق ، و يزداد المزج و درجة الحرارة ، و يستخدم حراق بعدي (afterburner) ، و مواد التغذية المستخدمة تكون إما أنظف ، أو ممزوجة بشكل أفضل ، أو حجمها أصغر ، و كفاءة الاحتراق بشكل عام ستصبح أفضل (أنظر إلى أهمية الـ 3 Ts). و بنتيجة ذلك سوف ينخفض تشكل الديوكسينات/الفيورانات.

في وسيلة الأدوات ، يعني ذلك أنه سوف يتم اختيار رقم صنف أعلى مع معامل انبعاث أخفض. بهذا المعنى ، فالأفران الدوارة و الحراقات ذات المنصب المتحرك و أفران الحرق ذات السرير المميع (fluidized bed) سوف تكون أفضل بكثير من غرف الاحتراق ذات الحراقات الثابتة. و في بعض الحالات قد تلعب الخواص الفيزيائية للمواد الداخلة دوراً . سينطبق أعلى رقم للصنف على التقنيات و التقانات التي تمثل أفضل التقنيات المتاحة و أفضل الممارسات البيئية BAT/BEP و التي هي عادة العمليات الضخمة التي تعمل طوال العام على كميات مضبوطة من مواد التغذية و الوقود.

و على نفس الدرجة من الأهمية هي تقنيات مابعد "المنطقة الساخنة – hot zone" ؛ في معظم الحالات ستكون هذه هي تقنيات و تقانات تنظيف غازات المدخنة . تُفرّق وسيلة الأدوات تبعاً إلى وجود و تشغيل مثل هذه التجهيزات . عمليات الصنف 1 لا تمتلك/لا يوجد أي من هذه الأجهزة. و من أجل إزالة جسيمات الغبار الخشنة و الديوكسينات/الفيورانات المدمصة أو الممتصة على جسيمات الغبار فلا بد من وجود تجهيزات مثل سيكلونات أو مرسبات إلكتروستاتية – و بكلمات أخرى : إن وجود أي من هذه الأجهزة سوف يَفُعل العملية لتصبح ضمن الصنف 2 . يُمكن تحقيق تطوير إضافي لعملية غسل غازات المدخنة باستخدام أجهزة الامتصاص الرطبة ، أو مرشحات الأكياس أو أية تقنيات أخرى قادرة على إزالة جسيمات الغبار الناعمة . و لمثل هذه التجهيزات يجب اختيار رقم الصنف التالي الأعلى . في العديد من الحالات ، و خاصة في ترميد النفايات ، فسوف يتم اختيار أعلى/أفضل رقم للصنف فقط عند وجود تجهيزات معقدة و متطورة لتنظيف غازات المدخنة ، و مصممة للتقليل/التخلص من الديوكسينات/الفيورانات مثل حقن الكربون الفعّال (غالباً مع الكلس) ، أو مرشحات الكربون الفعّال ، أو محفزات الديوكسينات .

التصنيف النهائي سوف يكون عبارة عن دمج بين الموضوعين أعلاه حيث يجب أن نلاحظ أن الدمج بين أقصى الحالتين لن يحدث ، على سبيل المثال ، حراق صغير من دون التحكم بدرجة الحرارة سوف لن يكون مزوداً بتجهيزات معقدة و متطورة لمعالجة غازات المدخنة كما أن المنشآت الكبيرة التي تعمل بشكل مستمر سوف لن تكون من دون أي مرشحات أو أجهزة لتخفيض التلوث .

أما بالنسبة للعمليات غير الحرارية ، فينطبق عليها نفس التركيبة من شروط سيئة أو جيدة عند مقدمة العملية - في معظم الحالات وحدة الإنتاج - و شروط سيئة أو جيدة عند طرف النهائي من العملية - غالباً وحدات إزالة أو تحطيم الديوكسينات/الفيورانات مثل عمليات ترشيح التدفقات - بالتالي فوجود أو عدم وجود هذه التجهيزات أو التقنيات سوف يعمل على تحديد اختيار الصنف للعملية.

و ضمن كل فئة فرعية يُمكن أن تختلف معاملات الانبعاث لحالتين من التقنيات المُستخدَمة في نفس القطاع (مثلاً الهواء) لكن يُمكن أن تكون نفسها لقطاع آخر (مثلاً البقايا أو الأرض). في النهاية يُمكن أن يتطلب الأمر استخدام الحكم و الفرضية لتصنيف المعامل.

ولضمان أن جميع النشاطات قد تم أخذها بالحسبان، فيجب أن يكون مجموع مُعدّلات النشاط للتصنيفات المتفرقة مساوياً إلى الكمية الكلية للمواد المعالجة ضمن الفئة الثانوية. على سبيل المثال في الفئة الثانوية "حرق النفايات البلدية" فالكمية المحترقة في معمل جيد التحكم والمراقبة ، مضافة إلى الكمية المحترقة في معمل سيء التحكم والمراقبة .. إلخ .. يجب أن تكون مساوية إلى الكمية الكلية المحترقة. هذا يتطلب أن تكون جميع المصادر موضوعة ضمن الصنف الملائم بالاعتماد على خصائصهم الأساسية. يُمكن أن تكون عملية تصنيف العمليات والمعامل صعبة ولذلك يُمكن طلب النصح من برنامج الأمم المتحدة للبيئة.

تخدم المعلومات المجمعة عن المصادر المنفردة بما فيها المُعطيات التي حصلنا عليها من خلال الاستبيانات القياسية كأساس في تصنيف كل مصدر على حدى (أنظر الفصل 9 على سبيل المثال). يحتوي الاستبيان القياسي على فراغ لوضع تصنيف لكل مصدر وفقاً للعملية وخصائص التجهيزات و ذلك بالرجوع إلى توصيف الأصناف في القسم 6.

#### 2.4.4. التحديد الكمي للمصدر

من أجل التحديد الكمي لشدة المصدر يجب تحديد مُعدّلات الإطلاق كمعدل تدفق الكتلة من الديوكسينات/الفيورانات معبراً عنه بالغرام مكافئ سُمّي (TEQ) من الديوكسينات/الفيورانات التي يتم إصدارها في السنة. معظم تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في الأدبيات العلمية المنشورة مثل توجيه الاتحاد الأوروبي لحرق النفايات (EU 76/2000) و في الولايات المتحدة الأمريكية ، يُعبرُ عنها بوحدة مكافئات السُمّيّة الدولي I-TEQ (International Toxic Equivalents) باستخدام مكافئات السُمّيّة لمنظمة معاهدة شمال الأطلسي (NATO) و التي وضعتها في عام 1988 لجنة تحديات المجتمع الحديث (NATO/CCMS 1988). على أية حال تُتطلب اتفاقية استوكهولم استخدام أحدث مُعاملات المكافئ السمي (Toxic Equivalency Factors, TEFs) و التي تم وضعها حديثاً من قِبَل مجموعة خبراء منظمة الصحة العالمية/ IPCS/ عام 1998 و التي هي WHO-TEFs (van Leeuwen and Younes 1998). و كما هو مبين في الفصل 11.1 أن الاختلاف بين مكافئات السُمّيّة الدولي I-TEQ و مكافئات السُمّيّة لمنظمة الصحة العالمية بالنسبة للثدييات هي صغيرة و غير ذات أهمية من أجل الغرض المرجو من وسيلة الأدوات لمركبات الديوكسين/الفيوران . و كما ذكر في الفصل 1 و الفصل 2.2 أن مُعاملات الانبعاث في وسيلة الأدوات هذه تتعرض فقط لإطلاقات الديوكسينات/الفيورانات و لا تتضمن مُركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلورة (PCB) الشبيهة بمركبات الديوكسين. علاوة على ذلك فإن مُعاملات الانبعاث تمثل مقدار مرتبة واحدة تقديرات الإطلاق.

يُمكن حساب الإطلاقات السنوية لجميع القطاعات من مصدر ما أو فئة مصادر كما يلي:

$$(1) \quad \text{شدة المصدر (إطلاقات الديوكسين في العام)} = \text{مُعَامِلُ الإنبعاث} \times \text{"مُعَدَلُ النشاط"}$$

وبعبارات عملية هذا يعني إجراء خمس عمليّات حسابية لكل مصدر:

$$\begin{aligned} \text{شدة المصدر} &= \text{مجموع مُعَامِلَاتِ الإنبعاث للهواء} \times \text{مُعَدَلُ النشاط} \\ &+ \text{مجموع مُعَامِلَاتِ الإنبعاث للمياه} \times \text{مُعَدَلُ النشاط} \\ &+ \text{مجموع مُعَامِلَاتِ الإنبعاث للأرض} \times \text{مُعَدَلُ النشاط} \\ &+ \text{مجموع مُعَامِلَاتِ الإنبعاث للمنتج} \times \text{مُعَدَلُ النشاط} \\ &+ \text{مجموع مُعَامِلَاتِ الإنبعاث للبقايا} \times \text{مُعَدَلُ النشاط} \end{aligned}$$

إن إصدار الديوكسينات/الفيورانات يعبر عنه بالغرام مكافئات سمية (TEQ) في العام. ووفق العلاقة (1) فإن شدة المصدر السنوية تحسب من جداء مُعَدَلُ النشاط (= كمية مواد التغذية المعالجة أو المنتج الناتج بوحدة الأطنان أو اللترات في العام) بكل مُعَامِلُ من مُعَامِلَاتِ الإنبعاث (مُعَامِلُ الإنبعاث للهواء، مُعَامِلُ الإنبعاث للمياه، مُعَامِلُ الإنبعاث للأرض، مُعَامِلُ الإنبعاث للمنتج، مُعَامِلُ الإنبعاث للبقايا). وكل مُعَامِلُ إنبعاث هو كمية الديوكسينات/الفيورانات (بوحدة ميكروغرام من مكافئات السُمِّيَّة الدولية  $\mu\text{g I-TEQ}$ ) التي يتم تحريرها إلى أي من القطاعات الخمس (هواء، مياه، أرض، مُنتَج، بقايا) من واحدة مواد التغذية المعالجة أو المنتج الناتج (مثلاً أطنان أو لترات).

على أية حال، في بعض الحالات (مثلاً ضمن الفئة الأساسية 7 – البضائع المُستهلكة والمُنتجات) فقد يكون من غير العملي استخدام مُعَامِلُ الإنبعاث الافتراضي للإصدار معين. في مثل هذه الحالات، فإن تراكيز الإنبعاث أو الإطلاق الإفتراضية سوف تطبق والتي تعتبر نموذجية لمصفوفة معينة. مثل هذه الحالات تحدث خاصة عند الإطلاقات إلى المياه (كما هو الحال في الصرف/التدفقات ؛ معطية بوحدة بيكوغرام من مكافئات السمية/لتر (pg TEQ/L) أو للإطلاقات في البقايا (معطية بوحدة نانوغرام من مكافئات السمية/كغ (ng TEQ/kg)). يُمكن أن تستخدم نفس المنهجية في الحالات التي توفر عنها تراكيز مقاسة للإنبعاثات من مصادر منفردة والتي يُمكن استخدامها بدلاً من مُعَامِلَاتِ الإنبعاث الإفتراضية والمزودة في وسيلة الأدوات. في مثل هذه الحالات يتم حساب شدة المصدر من جداء الإطلاقات/الإنبعاثات المقاسة أو تلك المذكورة في وسيلة الأدوات كأساس لحساب مُعَامِلُ الإنبعاث (مثل: بوحدة نانوغرام من مكافئات السمية/متر مكعب  $\text{ng I-TEQ/m}^3$ ) مضروبة بالتدفق.

العلاقة (2) تطبق:

$$(2) \quad \text{شدة المصدر (إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات في العام)} = \text{تركيز الإطلاق} \times \text{التدفق}$$

والتدفق السنوي هو مُعَدَلُ تدفق الكتلة للغاز أو السائل أو المادة الصلبة المتحررة في العام (على سبيل المثال: بالأمتار المكعبة في العام أو طن في العام  $\text{m}^3/\text{a}$  or  $\text{t/a}$ ). وتحسب كنواتج جداء تدفق الكتلة أو الحجم في الساعة بحمولة كاملة (مثال: متر مكعب/ساعة أو طن/ساعة  $\text{m}^3/\text{h}$  or  $\text{t/h}$ ) في عدد ساعات التشغيل بحمولة كاملة خلال العام (ساعة/عام  $\text{h/a}$ ). من المهم ضبط رقم مُعَدَلُ تدفق الكتلة أو الحجم المتحرر في الساعة وفق شروط الحمولة الفعلية من أجل الحصول على مُعَدَلُ تدفق الكتلة أو الحجم عند الحمولة الكاملة. وبشكل مشابه وعلى نفس الدرجة من الأهمية يجب تصحيح التغيرات في الحمولة السنوية لمصدر ما إلى الساعات الموافقة من الحمولة الكاملة.

يجب توخي الحرص على أن تكون واحداً شدة المصدر الناتجة هي بالغرام من مكافئات السمية/العام ( $\text{g TEQ/a}$ ). إن عملية ضمان الجودة يجب أن تتضمن التأكد من واحداً القياس واعتبارات التوافقية.

بالتالي، فإن شدة المصدر الناتجة والمحسوبة كتدفق الكتلة السنوي من الديوكسينات/الفيورانات لجميع

الإطلاقات تحدد بواسطة مُعاملين حرجين:

1. الدفق السنوي (معدل تدفق الكتلة أو الحجم) أو معدل النشاط المُعطى إما :
  - كنتاج مُنتج (مثل: الفولاذ، الصب، أسمنت، عجينة ورق، الدبال، إلخ..) أو
  - كمواد تغذية مصنعة (مثل: نفايات خطرة، فحم، ديزل، أجساد ميتة محترقة. إلخ..) أو
  - كمواد منبعثة (مثل: متر مكعب من الغاز العادم، لترات من المياه العادمة، كيلوغرامات أو أطنان من الحمأة المتولدة. إلخ..)
2. مُعاملات الإنبعاث للإطلاقات من مصدر معين مَعْطية إما:
  - بمُعامل الإنبعاث الافتراضي الموافق من وسيلة الأدوات هذه، أو
  - من معطيات فعلية مقاسة محلياً من المصدر الموافق كتركيز (مثل: نانوغرام مكافئات سمية/متر مكعب أو نانوغرام مكافئات سمية/لتر ng TEQ/m<sup>3</sup>, ng TEQ/liter).

إن ناتج جداء (1) و(2) أعلاه يحدد شدة المصدر لكل مصدر منفرد. والنتيجة التي سنحصل عليها في نهاية الخطوة 4 هي شدة المصدر على شكل تقدير الإطلاقات السنوية من الديوكسينات/الفيورانات لكل فئة فرعية.

#### 4.4.3. تحديد الدفق أو معدل النشاط

إن معدل النشاط أو الدفق لمعمل ما سوف تؤخذ من المُعطيات التي جُمعت أو الاستجابة التي حصلنا عليها بواسطة الاستبيان القياسي. ويجب على برنامج ضمان الجودة أن يثبت أن معدل النشاط أو الدفق التي حصلنا عليها لذلك المصدر هي موثوقة ومُعبر عنها بالوحدات المناسبة. ونفس المبدأ ينطبق على تقديرات مُعدلات النشاط للفئات الثانوية أو أصناف العمليات التي لايتوفر لها استبيانات.

إن معدل النشاط أو الدفق يُمكن أن يكون:

- مقدار المنتج الناتج أو مواد التغذية المعالجة أو المُستهلكة في العام (مثال: طن/عام، مترمكعب/عام، إلخ. t/a, m<sup>3</sup>/a)؛
- معدل تدفق الحجم أو الكتلة المنطلقة في السنة (مثال: مترمكعب/ساعة مُنطلق عند الحمولة الكاملة × عدد ساعات التشغيل بالحمولة الكاملة في العام، إلخ..)

#### 4.4.4. استخدام مُعاملات الإنبعاث الافتراضية لوسيلة الأدوات

من أجل كل عملية ضمن الفئة الثانوية يتم حساب الإطلاقات من جداء مُعدل النشاط لصنف مُعَيّن بمُعامل الإنبعاث المُزوّد في وسيلة الأدوات لجميع قطاعات الإطلاق وبشكل أسمى : الهواء والمياه والأرض والمنتج والبقايا (أنظر الفصل 6).

تُمثل مُعاملات الإنبعاث الافتراضية المزودة في وسيلة الأدوات هذه لمتوسط إنبعاثات الديوكسينات/الفيورانات لكل صنف ضمن الفئات الثانوية. وبشكل نموذجي ، تم تعيين الأصناف لتوصيف العمليات التي لا تملك تحكّم أو ضعيفة التحكّم، أجهزة بسيطة، إلخ.. والتي تُعرض أسوأ حالة سيناريو (الصنف 1)؛ وكلما ازداد رقم الصنف (من الصنف 2 وحتى الصنف 4) سيجتهد أداء العملية/المصدر/النشاط بحيث ينتج عن ذلك إطلاقات أقل من الديوكسينات/الفيورانات. وأعلى رقم للصنف في وسيلة الأدوات يعبر عادة عن أفضل التقنيات المتاحة (Best Available Technology, BAT) وأفضل الممارسات البيئية (Best Environmental Practice, BEP). و كمرجع عن هذا الموضوع ، راجع وثيقة المبادئ التوجيهية لأفضل التقنيات المتاحة و التوجيهات المؤقتة لأفضل الممارسات البيئية و التي تم تطويرها من قبل مجموعة خبراء BAT/BEP (اتفاقية استوكهولم 2004) . ومُعاملات الإنبعاث

الإفتراضية لكل صنف تمثل أفضل التقديرات (المتوسط) المبنية على معطيات قياس لمصادر موجودة ومتشابهة من حيث التقنية وخصائص العملية وممارسات التشغيل. بالرغم من أن معاملات الإنبعاث الإفتراضية هذه مبنية على أفضل المعلومات المتوفرة من المراجع والأدبيات العلمية ومصادر أخرى، سوف يتم تعديلها أو التوسع في تصنيفها كلما توفرت معطيات جديدة. الكمية الكبرى من معاملات الإنبعاث الإفتراضية موضوعة بالاعتماد على المعطيات المنشورة والموجودة في الأدبيات العلمية أو التقارير المؤسسية والحكومية والتي تم مراجعتها بدقة وخضعت لتحكيم معمق. وبهدف جعل معاملات الإنبعاث هذه ملائمة للمستخدم وقابلة للتعامل معها بسهولة وتدوم طويلاً، كان من الضروري تجميع المعطيات الأصلية ضمن مراتب من التقديرات (وذلك لمعظم التصنيفات ضمن الفئات الثانوية).

#### 4.4.5. استخدام معطيات الإنبعاث الخاصة

يُمكن استخدام وسيلة الأدوات هذه عندما لا يتوفر معطيات قياس أو عندما يتواجد معطيات قياس ومعاملات إنبعاث محلية. في الحالة الأولى تستخدم معاملات الإنبعاث الإفتراضية المزودة في وسيلة الأدوات، وفي الحالة الثانية، يُمكن تطبيق معطيات ذات نوعية جيدة مقاسة في بعض المصادر المحلية المنفردة والمميزة. على أية حال، إن استقرار معطيات الإنبعاث المقاسة محلياً وتطبيقها على منشآت لم يتم فيها القياس يُمكن أن يتم فقط إذا كانت جميع المنشآت من نفس النوعية وتعمل تحت شروط تشغيل متشابهة. في جميع الحالات يجب استخدام توصيف المنشأة من أجل تصنيف العملية وتطبيق معامل الإنبعاث الملائم.

إن الحصول على معطيات قياس لمركبات الديوكسين/الفيوران هو تحليلاً عملية تحدي. والمعطيات التي تم الحصول عليها من القياس المحلي يجب استخدامها فقط إذا كانت ذات جودة كافية ومُعبرة وموثوقة. هذه العملية تتضمن إتباع بحرص الطريقة التي تم فيها توليد هذه المعطيات. وإذا كان ضرورياً الحصول على معطيات لاحقة ومعلومات داعمة أخرى فيجب طلبها ومراجعتها. إن تطبيق الطرائق القياسية من أجل جمع العينات وتحليلها وخبرة المخبر المثبتة والتوثيق الجيد، كلها متطلبات أساسية للحصول على معطيات قياس عالية الجودة. وإذا لم يتم تأمين هذه المتطلبات، عندها يجب استخدام معاملات الإنبعاث الإفتراضية المزودة في وسيلة الأدوات عوضاً عن استخدام معطيات قياس خاصة مشكوك بجودتها. وعند استخدام معاملات إنبعاث غير تلك المزودة في وسيلة الأدوات من أجل تقدير الإطلاقات السنوية فيجب عندها الإشارة إلى ذلك. في مثل هذه الحالة، يُمكن إدخالهم في الأعمدة الموافقة من صفحات EXCEL والتي تم تزويدها معاً في وسيلة الأدوات.

#### 4.5. الخطوة 5 : تجميع قائمة الجرّد

من أجل تجميع قائمة الجرّد يجب استكمال تقدير كل فئة ثانوية كما هو مُوصّف في الخطوة 4. وكما هو مشروح في القسم 5، فإن قائمة الجرّد التفصيلية تُبنى من كل تقدير للإطلاقات لجميع الفئات الثانوية.

الخطوة التالية هي إضافة الإنبعاثات السنوية لجميع الفئات الثانوية لتعطينا الإطلاقات عبر القطاعات الخمس المُمكنة للفئات العشرة الأساسية.

أخيراً، الإطلاقات من جميع الفئات الأساسية العشرة تضاف لبعضها ويمكن عندها حساب قائمة الجرّد الوطنية والتي تمثل إجمالي الإطلاقات التقديرية من جميع المصادر التي تم التعرف عليها وتحديد كمياتها في بلد ما. هذا المستوى يمثل عادة المستوى الثالث والأقل تفصيلاً من مراحل تحضير وتقديم التقرير.

إن تقديرات الإطلاق لعدد من البلدان يُمكن تجميعها إلى قائمة جرّد الإطلاقات على المستوى الإقليمي.

## 5. عرض قائمة الجرّد

إن طريقة عرض معطيات الجرّد أمر حاسم ويجب أن تكون منسجمة بحيث تسمح بإجراء مقارنات ذات معنى بين بلد وآخر.

### 5.1. تأسيس الجرّد المرحلي

- في المراحل الأولى من العملية، يُمكن استخدام جرد مرحلي من أجل:
- الدعوة للمراجعة وإبداء الملاحظات على المراحل الأولى من الدراسة الجردية قبل توظيف عدد كبير من الموارد،
  - توفير معلومات أولية قيمة للمقارنة على المستوى الوطني والإقليمي والعالمي،
  - إظهار المجالات المُحتملة للإطلاقات من المصادر الرئيسية،
  - تركيز الاحتياجات والجهود على عملية تجميع المعطيات الإضافية.

إن تأسيس الجرّد المرحلي يُمكن أن يحدث بعد أن تم تحديد فئات المصادر الأساسية وتم توليد المعلومات الإحصائية عن نشاطات العمليات ضمنها ولكن قبل مُمارسات تجميع المعلومات التفصيلية.

إن الجرّد المرحلي مُصمم لشرح مجالات الإطلاقات المُمكنة من العمليات التي جرى تحديدها وبالتالي لوضع سلم أولويات مبكر. ومن أجل كل مصدر فئات الخرج سيكون عبارة عن المجال الذي من المتوقع أن تقع ضمنه النتيجة النهائية بعد إجراء تقييم تفصيلي باستخدام وسيلة الأدوات. هذه المجالات يُمكن أن توفر معلومات مقارنة قيمة.

إن الجرّد المرحلي سيتضمن المعلومات التالية:

- قائمة بجميع الفئات الثانوية التي تنفذ في بلد ما،
- إحصائيات النشاط لكل فئة وشرح مختصر كيف تم إيجادها أو تقديرها،
- مجال مُعاملات الإنبعاث لكل فئة ثانوية والمجال العام للإطلاقات المُمكنة (تدفق الكتلة مضروبة بأدنى وأعلى قيمة لمعاملات الإنبعاث)،
- إظهار التقديرات الأكثر دقة، في حال توفرها لبلد ما، بشكل منفصل عن مجالات الإطلاق الناتجة من استخدام مُعاملات الإنبعاث الإفتراضية في وسيلة الأدوات مع تفسير كيفية الحصول على هذه النتيجة،
- إظهار مجالات الإطلاق المُحتملة على شكل مُخططات بيانية لكل مصدر اعتماداً على مُعاملات الإنبعاث الإفتراضية،
- إظهار التقديرات المبنية على قياسات محلية لبلد ما كنقاط أو مجالات فوق نفس الخط البياني لمجالات الإطلاق المُحتملة.

إن التقرير المرحلي سوف يُحدد المصادر الرئيسية المُمكنة وتلك المصادر التي بحاجة لجمع معلومات إضافية عنها، كما يُمكن استخدام هذا التقرير المرحلي كمرشد ليدلنا إلى أين نضع معظم الجهود في المراحل القادمة من تجميع الجرّد.

## 2.5. التقرير النهائي

التقرير النهائي للبلد عن جرد إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات من جميع النشاطات المذكورة في وسيلة الأدوات إلى جميع الأوساط سوف ينتج عن تطبيق المنهجية الكاملة لوسيلة الأدوات.

إن التقرير النهائي سيحدد النشاطات الرئيسية والعمليات التي تؤدي إلى الإطلاقات ، كما سيوفر المعلومات عن طبيعة ومدى العمليات المتعلقة بالإطلاقات وسيحدد العمليات التي فيها ثغرات في المعلومات المتوفرة عنها والتي يجب التعرض لها في المستقبل. كما سيتعرض التقرير إلى الإطلاقات إلى الهواء والمياه والأرض وعبر المنتجات والبقايا و ذلك إلى أبعد حد ممكن وفي نفس الوقت الإدراك والإقرار بوجود نقص هام في المعطيات من حيث النوعية والشمولية في بعض المناطق. أما الحالات التي لا يتوفر عنها معطيات قياس أو معلومات ملائمة عن النشاط (مثل الإحصائيات) فيجب على التقرير أن يسلط عليها الضوء من أجل المتابعة حين تصبح الموارد المالية متوفرة.

إن الإرشادات المزودة هنا الغرض منها هو المساعدة في تجميع التقارير التي تحتوي المخرجات الأساسية من مشاريع الجرد وبأشكال مفيدة مباشرة للمستخدمين الذين أعدت من أجلهم.

و تتضمن العناصر الأساسية لهذا الجرد النهائي المبني على أساس تقني ، مايلي:

**خلاصة:** الإطلاقات إلى جميع الأوساط لفئات المصادر الأساسية العشرة كما حُددت في مصفوفة المسح. كما ستتضمن الخلاصة أيضاً النتائج الرئيسية وتحدد بوضوح الثغرات الرئيسية في المعطيات وطرق الإطلاق الأساسية ومناطق الأولويات لجمع المعطيات والتحسين.

**قائمة الجرد الكاملة للبلد:** الإطلاقات إلى جميع الأوساط محسوبة على مستوى العملية للفئات الثانوية. القيم الرقمية هي المفضلة في عرض النتائج وفي حال عدم توفر قيم رقمية فيجب الإشارة إلى مقدار ضخامة الإطلاق النسبية (الترتيب). وعند عدم توفر قيم لمعاملات الإنبعاث الإفتراضية أو معطيات محلية مقاسة لهذه المعاملات من أجل التحديد الكمي للإصدار فيجب عندها التعريف بذلك والتنويه إليه. وعندما لا يوجد إصدار فيجب أيضاً التعريف بذلك. إذا كان نشاط أو عملية ما غير موجودة في البلد فيجب عندها استخدام التعبير "هذا النشاط غير موجود في البلد" لنظهر أن هذا النشاط المعني قد تم التقصي عنه لكنه غير موجود في البلد.

القسم 10. 1 يعرض مثال عن النتائج ضمن الفئات الثانوية كما يبين القسم 2.10 جداول مختصرة لقوائم الجرد الوطنية التي أنجزت باستخدام وسيلة الأدوات هذه في عدد من البلدان.

**موجز وتحليل عملية بعملية:** إن الجزء الأكبر من التقرير الوطني سوف يتألف من أقسام مكرسة لكل فئة تم التحري عنها وتفصيلاتها ضمن الفئات الثانوية. وكل قسم ثانوي سوف يتضمن معلومات عن العملية الأساسية والمنهجية والأساليب المستخدمة في التحري عن الإطلاقات الممكنة من العملية وعرض النتائج.

من المتوقع أن يكون كل قسم قصير نسبياً من أجل تقليص الحجم الكلي للتقرير. والمعلومات الأساسية سوف تكون متضمنة في كل قسم.

**المعلومات التفصيلية الداعمة:** يجب عدم تضمين هذه المعلومات ضمن التقرير من أجل المحافظة على التقرير قصيراً. على أية حال يجب تنظيم هذه المعطيات والاحتفاظ بها ضمن البلد. من الضروري على مستوى البلد أن يتم تجميع المعطيات التفصيلية والحفاظ عليها لتكون متوفرة عند الحاجة لمراجعتها أو من أجل إجراء تقييمات إضافية أو تحديث للمعلومات في وقت لاحق.

**المعلومات غير الكاملة:** وجود ثغرات ونقص في المعلومات أمر شائع . عندما تكون المعلومات غير كاملة فيجب استخدام المعلومات التي حصلنا عليها لوضع تقدير للنشاط. وإذا كانت المعلومات غير كافية لتصنيف جميع العمليات بشكل كامل، فيجب على الأقل عرض مجالات من الإطلاقات ذات العلاقة. وإذا أدت الافتراضات إلى نتيجة تقديرية عالية من الإطلاقات، فنحن بحاجة إلى عمليّات تقصي إضافية.

**مثال:** دلت المعلومات الأولية على أن جميع المنشآت تعمل بوجود أساليب من أجل التحكم بالتلوث بالرغم من أن طبيعة هذا التحكم بالتلوث غير واضحة. في مثل هذه الحالة قد يكون من الملائم أن نأخذ مجال من معاملات الإنبعاث للفئات الثانوية من المنشآت المزودة بأساليب التحكم بالتلوث واستثناء معاملات الإنبعاث للمنشآت التي لا يتوفر فيها أساليب التحكم بالتلوث. مثل هذا الإجراء سوف يخدم بتقليل الشك في معلومات الجرد ويساعد في إظهار الحاجة إلى موارد إضافية.

**التقييم:** قسم قصير يوجز ما يلي:

- المصادر الأساسية لكل وسط،
- التدابير المتبعة للتحكم في هذه الإطلاقات أو التغييرات المتوقعة للعملية أو النشاط والتي سوف تغير بشكل كبير الإطلاقات،
- أهم الثغرات في المعطيات وأهميتها الملحوظة،
- الأولويات من أجل التقييمات الإضافية وتوليد المعلومات وإجراءات القياس أو تدابير السياسة.

## 6. مُعَامِلَاتِ الإِنبِعَاثِ الإِفْتِرَاضِيَّةِ (DEAFULT EMISSION FACTORS)

في مقدمة كل فئة للمصادر من هذا الفصل سوف يتم إعطاء الصلة أو العلاقة باتفاقية استوكهولم . وسوف تتم عملية التجميع على الشكل التالي:

- المرفق (ج)، الجزء الثاني - فئات المصادر: هذه هي فئات المصادر الصناعية التي لها قدرة عالية نسبياً على تشكيل وإطلاق الديوكسينات/الفيورانات. يتضمن الجزء الثاني أربعة فئات من المصادر.

- المرفق (ج)، الجزء الثالث - فئات المصادر: هذه هي المصادر المعروفة أيضاً بقدرتها على تكوين وإطلاق عن غير قصد للديوكسينات/الفيورانات. يتضمن الجزء الثالث 13 من فئات المصادر.

هذا القسم 6 يوصف بالتفصيل مُعَامِلَاتِ الإِنبِعَاثِ الإِفْتِرَاضِيَّةِ التي تم تحديدها وكيف تم اشتقاقها. الفئات الثانوية ضمن فئات المصادر الأساسية العشرة مُدرجة وفق ترتيب متتالي من 1 وحتى 10. إن التتالي ضمن فئات المصادر الأساسية أو ضمن الفئات الثانوية لا يعني على الإطلاق أنها مرتبة وفق أهمية كل قطاع ضمن جرد الديوكسين للبلد. علاوة على ذلك، المتحولات لتوصيف الأصناف ضمن الفئات الثانوية في الأقسام التالية قد لا توصف كل حالة في كل بلد ، وتوصيف معين قد لا يماثل الحالة الفعلية. لذلك أقرب صنف تالي في نفس الفئة الثانوية يجب أن يستخدم لتقدير الإطلاقات على هذا الأساس. وكما تم شرحه في الفصل 2- الأهداف والتقييدات - مثل هذه الحالات يجب لحظها إلى برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) من أجل تضمينها في التحديث التالي لوسيلة الأدوات. أيضاً، كما أنه معروف أن إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات تتغير من منشأة إلى أخرى (أو من نشاط إلى آخر) ومن يوم لآخر، فإن مُعَامِلَاتِ الإِنبِعَاثِ المُسْتَخْدَمَةَ هنا مصممة لتمثل مُعدل الإطلاقات من الفئات المبيّنة. بعض المنشآت قد تكون إصداراتها أعلى أو أخفض.

### 1.6.1. الفئة الأساسية 1 - ترميد النفايات

ترמיד النفايات هو من أكثر فئات المصادر التي دُرست بشكل جيد لشرح عملية تَشكُّل الديوكسينات/الفيورانات وأيضاً لتحديد وتطبيق الإجراءات لمنع تَشكُّل الديوكسينات/الفيورانات وتخفيض إصداراتها. هذا الفصل 1.6 يتعرض إلى حرق أنواع مختلفة من النفايات باستخدام بعض أنواع المحارق. في العديد من الحالات يُمكن أن يجري حرق النفايات بشكل مكشوف في العراء - أي من دون وجود محرقة - مثل هذه الحالات يتم التعرض لها في الفقرة 6.6 ، أيضاً فإن حرق الأخشاب على سبيل المثال أو أية أنواع أخرى من الكتلة الحيوية النظيفة بهدف توليد الطاقة ، لن يجري التعرض لها هنا ولكن في الفقرة 6.3.2. الفئات الثانوية التي سيتم تقييمها هنا في هذه الفئة تتضمن (الجدول 13):

## الجدول 13: الفئات الثانوية من الفئة الأساسية 1 – ترميد النفايات

الرقم	الفئات الثانوية من الفئة الأساسية	طريق الإطلاق المُمكِن			
		هواء	مياه	أرض	مُنْتَجَات
1	ترميد النفايات	X			بقايا X
A	حرق النفايات المدنية الصلبة	X	(x)		x
B	حرق النفايات الخطرة	X	(x)		x
C	حرق النفايات الطبية	X	(x)		x
D	حرق نفايات الأجزاء الخفيفة المفرومة	X			x
E	حرق حمأة المجاري	X	(x)		x
F	حرق نفايات الأخشاب والكتلة الحيوية	X			x
g	حرق جيف الحيوانات	X			x

## الصلة بالمادة 5، المرفق (ج) من اتفاقية استوكهولم

إن مرمدمت النفايات مدرجة في الفقرة الثانوية (أ) من الجزء الثاني من المرفق (ج) وبالتالي يجب التعرض لها ضمن أولويات خطة العمل ذلك أنها من أوائل المصادر التي تستوجب استخدام أفضل تقنيات المعالجة المتوفرة (BAT) وأفضل الممارسات البيئية (BEP).

## المرفق (ج)، الجزء الثاني- فئات المصادر تتضمن:

فئة المصدر	القسم في وسيلة الأدوات
(أ) ترميد النفايات (نوع النفايات مذكور صراحة)	5.1.6، 3.1.6، 2.1.6، 1.1.6
(أ) ترميد النفايات (نوع النفايات غير مذكور صراحة)	6.1.6، 0

## المرفق (ج)، الجزء الثالث- فئات المصادر تتضمن:

فئة المصدر	القسم في وسيلة الأدوات
(ط) تحطيم جيف الحيوانات	7.1.6

**1.1.6. النفايات البلدية الصلبة**

تتضمن النفايات البلدية الصلبة أي نوع من النفايات الصلبة المتولدة عن المنازل والنشاطات السكانية و/أو نفايات المواد التي يتخلص منها الناس عادة خلال دورة حياتهم الطبيعية. كما أنها تتضمن النفايات الشبيهة-بالمنزلية التي تتولد عن النشاطات الصناعية والتجارية والزراعية. بالرغم من أن مكونات النفايات البلدية الصلبة تتغير من بلد إلى آخر، لكنها تعتبر غير خطيرة ومن المكونات الشائعة فيها: الورق وألواح الورق المقوى والبلاستيك وبقايا المطبخ والطعام والقطع القماشية والجلدية والأخشاب والزجاج والمعادن بالإضافة إلى الأوساخ والصخور وبعض المواد الخاملة الأخرى. كميات صغيرة من بعض المواد الخطرة عادة لا يُمكن التخلص من وجودها في النفايات البلدية الصلبة ومثل هذه المواد تتضمن البطاريات والدهان والأدوية وبعض المواد الكيميائية المُستخدَمة في المنازل.

يُمكن حرق النفايات البلدية الصلبة (municipal solid waste, MSW) في مجموعة كبيرة من أجهزة الحرق تمتد من الأفران الصغيرة البسيطة إلى أنظمة أفران الحرق الضخمة والمعقدة والمزودة بالشبكات و مَرآجِل استعادة الحرارة وتوليد البخار وأجهزة التحكم بتلوث الهواء في نهاية خط المعمل. كما أن النفايات البلدية الصلبة غالباً ما يتم حرقها في العراء على شكل أكوام أو في براميل أو حاويات (200 لتر)

بطريقة لا يُمكن التحكم بها. هذه المسألة يجري التعرض لها في القسم 6. 6 عمليّات الإحتراق المكشوف.

في نظام حرق نموذجي لمرمدة النفايات ، يجري إدخال النفايات البلدية الصلبة إلى الفرن عبر ملقم المواد بشكل مستمر أو بشكل متقطع. يتألف الفرن من منبص أو شبكة معدنية ثابتة أو متحركة يجري عليها اشتعال واحتراق النفايات البلدية الصلبة. ويجري تغذية الهواء اللازم للإحتراق من تحت الشبكة ومن الجوانب أيضاً. وأنواع الحرق الأكثر تعقيداً تعمل أيضاً على تزويد هواء احتراق ثانوي لتحسين كفاءة عملية الإحتراق وحرق الغازات. بعض الرماد المتبقي يسقط عبر الشبكة المعدنية ليتم جمعه في وعاء على شكل قمع (قادوس) في الأسفل حيث يتم ترحيل الرماد والتخلص منه بشكل متكرر. إن غرفة الإحتراق في الفرن مصنوعة إما من أجر حراري مقاوم أو من جدران مبردة بالماء. في كلتا الحالتين يجري احتباس غازات الإحتراق لفترة من الزمن في منطقة الإحتراق لاستكمال حرق الغازات والتبريد الأولي. وبعد مغادرة غرفة الإحتراق يجري تبريد غازات المدخنة في مرجل للتبادل الحراري من أجل استرجاع الحرارة، أو يتم التبريد الفجائي (quenching) بحقن الماء أو خفض درجة الحرارة عبر ضياع الحرارة بالإشعاع. في بعض الحالات يُستخدم مرمدات من مرحلتين لحرق النفايات البلدية الصلبة حيث يوجد في المرحلة الأولى غرفة التحلل الحراري (pyrolysis) ومن ثم غرفة احتراق بعدية غنية بالهواء/الأوكسجين. تتألف هذه المرمدات من غرفتين، يتم في الغرفة الأولى التحلل الحراري للنفايات ومن ثم يتم حرق الغازات الناتجة في الغرفة الثانوية.

في أسوأ الحالات تنطلق غازات المدخنة مُحملة بالرماد المتطاير و الجسيمات إلى الهواء مباشرة. وفي بعض المعمل الأفضل حالاً، تمرر الغازات عبر مرجل للتبادل الحراري ونظام للتحكم بتلوث الهواء (Air Pollution Control System, APC) والذي يُمكن أن يتألف على الأقل من جهاز (للتخلص من الدقائقات وجسيمات الغبار) مثل السيكلونات أو المرسبات الكهربائية الساكنة أو المرشحات النسيجية أو بيوت الأوكياس أو أبراج الامتصاص الرطبة متبوعة بعدة مراحل من أجهزة تنظيف الغازات الأكثر أو أقل كفاءة؛ مثل : الادمصاص بالفحم النشط أو الحفازات التي تعمل على التخلص الواسطي من أكاسيد الأزوت (DeDiox/NO<sub>x</sub> catalyst). كقاعدة بسيطة، يُمكن القول أن درجة التعقيد والكفاءة لأنظمة التحكم بتلوث الهواء تزداد مع عدد المراحل ونوعية التقنيات المُستخدمة.

يُمكن لمركبات الديوكسين/الفيوران أن تكون موجودة أصلاً في النفايات الداخلة وتعبر خلال عملية الإحتراق أو يُمكن أن تتشكل أثناء عملية الإحتراق أو على الأغلب يُمكن أن تتشكل بعد تمام عملية الإحتراق وأثناء تبريد الغازات الناتجة عن الإحتراق . تتوافق نسبة تشكّل عالية من الديوكسينات/الفيورانات عادة مع شروط الاحتراق السيئة (مثل: عمليّات احتراق متقطعة، نسبة عالية من أول أكسيد الفحم CO، إلخ.) و مع وجود مشاكل في المواد الداخلة و مع أجهزة جمع الغبار بدرجات حرارة عالية. إن تشغيل المرسبات الكهربائية الساكنة (ESP) بدرجات حرارة مرتفعة (أعلى من 200 درجة مئوية) يُمكن أن يزيد من إطلاق الديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء وعبر الرماد المتطاير. الإطلاقات من مثل هذه المنشآت قد يكون أعلى من منشآت مثيلة تستخدم المرشحات القماشية أو مرسبات إلكتروناتية (ESP) تعمل بدرجة حرارة أخفض.

لقد تم تضمين محرقة للنفايات البلدية الصلبة في مشروع إعتيان وتحليل الديوكسين في تايلاند ( UNEP 2002, Fiedler et al. 2001). تألفت المنشأة من وحدة باستطاعة 250 طن في اليوم. وكان للمحرقة شبكة تبادلية مرجل توليد البخار لاسترجاع الحرارة و نظام التبريد المفاجيء بالماء (quench cooler) ونظام حقن الكلس الجاف ومرشحات من الأوكياس.

إن إنبعاثات الديوكسينات/الفيورانات من هذه المحرقة إلى الأرض كان مهماً كما أنه لا يوجد مُنتج. الإطلاقات إلى المياه يُمكن أن تحدث فقط في حال استخدام أبراج امتصاص رطبة لإزالة الجسيمات والدقائقات والماء لا يتم تدويره عبر العملية. الإطلاقات إلى المياه سوف تحدث عندما لا يجري معالجة

المياه بشكل كافي - على سبيل المثال لترشيح الدقائق المدمص عليها الديوكسينات/الفيورانات أو في حال استخدام الماء لتبريد الرماد ولم يتم جمع الماء. وهكذا يكون أهم طرق الإطلاقات هي إلى الهواء وعبر البقايا. تتواجد عادة تراكيز أعلى في الرماد المتطاير، أما الرماد السفلي فتكون فيه التراكيز أقل لكن الحجم المتولد من الرماد السفلي كبير. إذا تم مزج الرماد المتطاير والرماد السفلي فالبقايا الناتجة سوف تكون ملوثة أكثر من الرماد السفلي لوحده. في بعض البلدان التي تطبق خطط إدارة النفايات يجري عادة إرسال الرماد المتطاير إلى مطامر النفايات. غالباً يستخدم الرماد السفلي كمواد بناء ثانوية كما في رصف الطرقات. و تنقسم المجالات المُمكِنَة للتقنيات إلى أربعة مجموعات من مُعاملات الإنبعاث كما هو مبين في الجدول 14.

#### الجدول 14: مُعاملات الإنبعاث لترميد النفايات البلدية الصلبة

مُعاملات الإنبعاث - ميكروغرام مكافئات السمية/طن من النفايات البلدية الصلبة المحترقة			الصف
الهواء	الرماد المتطاير	الرماد السفلي	
3,500	-	75	1. احتراق بتقنيات منخفضة، بدون نظام تحكم بتلوث الهواء
350	500	15	2. احتراق مراقب ومتحكم به، الحد الأدنى من التحكم بتلوث الهواء
30	200	7	3. احتراق مراقب ومتحكم به، تحكم جيد بتلوث الهواء
0.5	15	1.5	4. احتراق بتقنيات عالية، أنظمة معقدة للتحكم بتلوث الهواء

إن مُعاملات الإنبعاث الإفتراضية هذه مبنية على افتراض أن حرق النفايات ينتج عنه حوالي 1-2% من الرماد المتطاير و10-25% من الرماد السفلي. الجدول 14 يزودنا بمُعاملات الإنبعاث الإفتراضية للرماد المتطاير والرماد السفلي بشكل منفصل. وإذا تم جمع البقايا فمُعامل الإنبعاث الناتج هو مجموع الاثنين. إن كفاءة إزالة الدقائق والجسيمات تزداد مع جودة المنشأة. مُعاملات الإنبعاث للصف 1 يجب اختيارها للأفران الصغيرة (دون 500 كغ/ساعة) والبسيطة والتي تعمل بالنظام المتقطع ودون وجود نظام التحكم بتلوث الهواء في نهاية خط المنشأة. أما مُعاملات الإنبعاث للصف 4 فيجب استخدامها فقط لمعامل حرق النفايات البلدية الصلبة المعقدة جداً مثل تلك الموجودة في بعض بلدان أوروبا الغربية وفي بعض الأحيان في أمريكا الشمالية. يُمكن فقط تطبيق الصف الرابع إذا كانت القيمة التنظيمية المساوية إلى 0.1 نانوغرام من مكافئات السمية/متر مكعب النظامي (وعند نسبة مئوية 11% من الأوكسجين) فعلاً مطبقة وبشدة وبفرض أن المنشأة التي تحت المسائلة ملتزمة فعلاً بهذه القيمة. يمكننا افتراض أن الكمية الكبرى من مُعامل حرق النفايات البلدية الصلبة تقع ضمن الصنفين 2 و3.

#### 1.1.1.6. الإطلاق إلى الهواء

الإنبعاث إلى الهواء هو القطاع الأكثر أهمية في حرق النفايات البلدية الصلبة. إن مُعامل الإنبعاث الإفتراضي 3,500 ميكروغرام مكافئ سمية/طن من النفايات المحترقة ( $3,500 \mu\text{g TEQ/t}$ ) كمتوسط عن مُعاملات الإنبعاث للصف 1 قد تم اشتقاقه من المعدل النوعي لتدفق غازات الإحتراق والمساوي إلى حوالي 10,000 مترمكعب نظامي/طن من النفايات البلدية الصلبة ( $10,000 \text{ Nm}^3/\text{t MSW}$ ) ومن تركيز قدره 350 نانوغرام مكافئ سمية دولي/مترمكعب نظامي وعند نسبة أوكسجين 11% ( $350 \text{ ng I-TEQ/Nm}^3 @ 11\% \text{ O}_2$ ). تم تسجيل مُعاملات إنبعاث  $3,230 \mu\text{g TEQ/t}$  في سويسرا و  $5,000 \mu\text{g I-TEQ/t}$  في هولندا (LUA 1997). الصف 2 يفترض انخفاض في الحجم النوعي لغازات الإحتراق حتى  $7,000 \text{ مترمكعب نظامي/طن من النفايات البلدية الصلبة}$  ( $7,000 \text{ Nm}^3/\text{t MSW}$ ) نتيجة شروط الإحتراق الأفضل وحجم أقل من الهواء الفائض. كما ينخفض تركيز الديوكسينات/الفيورانات حتى 50 نانوغرام مكافئ سمية/مترمكعب نظامي وعند نسبة أوكسجين 11% ( $50 \text{ ng TEQ/Nm}^3 @ 11\% \text{ O}_2$ ). مُنشآت من هذا النوع يُمكن أن تكون مُجهزة بمرسبات إلكتروستاتية (ESP) وعدد من أنظمة السيكلونات المتعددة

و/أو أبراج امتصاص بسيطة. في الصنف 3، تتحسن كفاءة الإحتراق بشكل أكبر كما تتحسن كفاءة نظام التحكم بتلوث الهواء (APC) (مثل: المرسبات الكهربائية وأبراج الامتصاص المتعددة والمجففات بالترذيد ومرشحات الأكياس أو تشكيلات مشابهة) مما ينتج عنه انخفاض في تركيز الديوكسينات/الفيورانات حتى 5 نانوغرام مكافئ سمية/مترمكعب نظامي وعند نسبة أوكسجين 11% ( $11\% \text{ O}_2$ ) ( $5 \text{ ng TEQ/Nm}^3$ ). كما أن الحجم النوعي لغازات الإحتراق ينخفض حتى 6,000 مترمكعب نظامي/طن من النفايات البلدية الصلبة ( $6,000 \text{ Nm}^3/\text{t MSW}$ ). ويمثل الصنف 4 أحدث ما توصلت إليه التكنولوجيا في حرق النفايات البلدية الصلبة وتقنيات التحكم بتلوث الهواء (مثل: وحدات ادمصاص بالفحم الفعال أو حفازات التخلص من أكاسيد الأزوت). وبالتالي، يُمكن اعتبار الحجم النوعي لغازات الإحتراق مساوي 5,000 مترمكعب نظامي/طن من النفايات البلدية الصلبة ( $5,000 \text{ Nm}^3/\text{t MSW}$ ) والتركيز دون 0.1 نانوغرام مكافئ سمية/مترمكعب نظامي عند نسبة أوكسجين 11% هو المعيار المسموح به (LUA 1997, IFEU 1998).

تراوح التركيز في الغازات المنطلقة عن محرقة النفايات البلدية الصلبة في تايلاند (عند 11% أوكسجين) بين 0.65 وحتى 3.10 نانوغرام مكافئ سمية دولي/ مترمكعب نظامي وكان متوسط التركيز 1.71 نانوغرام مكافئ سمية دولي/ مترمكعب نظامي (عند 11% أوكسجين). وقد تراوح تركيز مجمل الديوكسينات/الفيورانات (و التي تحتوي على عدد ذرات كلور 4 وحتى 8،  $\text{Cl}_4\text{-Cl}_8$ ) بين 41.3 و 239 وكان متوسط التركيز 122 نانوغرام/مترمكعب نظامي ( $122 \text{ ng/Nm}^3$  ( $11\% \text{ O}_2$ )). كان متوسط التركيز المقاس 122 نانوغرام/مترمكعب نظامي أعلى من التركيز القياسي المسموح به في تايلاند لمحارق النفايات البلدية والمساوي إلى 30 نانوغرام/مترمكعب نظامي. كما أن متوسط التركيز 1.71 نانوغرام مكافئ سمية دولي/ مترمكعب نظامي أعلى من المواصفة الأوروبية 0.1 نانوغرام مكافئ سمية/مترمكعب نظامي. إن الإنبعاث المقاس سوف يؤدي إلى حساب مُعاملُ إنبعاث بقيمة 6.1 ميكروغرام مكافئ سمية/طن من النفايات المحترقة. وسيلة الأدوات سوف تصنف هذه المحرقة ضمن الصنف الثالث وسوف تعطيها مُعاملُ إنبعاث 30 ميكروغرام مكافئ سمية/طن. بالتالي فإن تطبيق مُعاملات الإنبعاث الإفتراضية في وسيلة الأدوات على هذه المحرقة كان سيؤدي إلى زيادة في تقدير الإنبعاث بمقدار 5 أضعاف، لكن هذا التقدير مازال واقعاً ضمن نفس المرتبة المتوقعة من شدة التركيز.

### 2.1.1.6. الإطلاق إلى المياه

الإطلاقات إلى المياه يُمكن أن تحدث عند استخدام أبراج الامتصاص الرطبة من أجل إزالة الجسيمات والدقائقات أو عند تبريد الرماد. في هذه الحالة، فإن كمية الديوكسينات/الفيورانات المنطلقة إلى هذا القطاع يُمكن تقديرها بالشكل الأفضل باستعمال مُعاملات الإنبعاث الإفتراضية المزودة في وسيلة الأدوات للبقايا. عادة، تتراوح التراكيز ضمن المجال بضعة بيكوغرامات من مكافئ السمية الدولي/لتر ( few pg I-TEQ/L) وأعلى تركيز من الديوكسينات/الفيورانات والذي سُجّل في مياه صرف أبراج الامتصاص قبل إزالة الجسيمات والدقائقات والذي كان دون 200 بيكوغرام/لتر ( $200 \text{ pg/L}$ ). معظم الديوكسينات/الفيورانات تترافق مع الجسيمات والدقائقات وبالتالي سُتزال خلال مُعالجة المياه العادمة. بالإضافة إلى ذلك، فإن معظم تجهيزات التحكم بتلوث الهواء المركبة في معمل حرق النفايات البلدية الصلبة تعمل من دون ماء. حالياً مثل هذه الإطلاقات من غير المُمكن تحديدها كميّاً.

### 3.1.1.6. الإطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع حدوث إطلاقات إلى الأرض إلا في حال أن البقايا غير المُعالجة وضعت مباشرة على الأرض أو مُزجت مع التربة. إن التراكيز المنطلقة في مثل هذه الحالات سوف يتم التعرض لها تحت "الإطلاقات في البقايا" في القسم 6.1.2.5

#### 4.1.1.6. الإِطلاق في المُنتجات

إن العملية لا يتولد عنها أي مُنتج وبالتالي سوف لن يكون هناك مُعاملُ إنبعاث في المنتج.

#### 5.1.1.6. الإِطلاق في البقايا

إن تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في الرماد المتطاير كبيرة وهامة بالرغم من أن الكتلة الكلية المتولدة من الرماد المتطاير الناتجة عن حرق كل طن من النفايات البلدية الصلبة عادة تكون فقط حوالي 1-2%. بينما تركيز الديوكسينات/الفيورانات في الرماد السفلي تكون عادة منخفضة، على أية حال، إن كمية الرماد السفلي المتولدة عن كل طن من النفايات البلدية الصلبة المحترقة هي حوالي 10-20% و في بعض بلدان أوروبا الغربية ، كان يتولد حوالي 300 كغ من الرماد السفلي عن احتراق كل طن من النفايات البلدية الصلبة (أي حوالي 30%) و ذلك عندما كانت نسبة المواد الخاملة و الزجاج في النفايات عالية خلال فترة الستينات و السبعينات من القرن الماضي . كما يحتوي الرماد المتطاير والرماد السفلي على الكربون غير المُحترقُ بنسبة تتراوح بين 1% (للصنف 4) وحتى 30% (للصنف 1). وبما أن الكربون غير المُحترقُ يساعد على إدمصاص الديوكسينات/الفيورانات، بالتالي يكون تركيزها أعظماً في الصنف 1 ؛ حيث هنا تم اختيار التركيز 500 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/كغ من الرماد السفلي ( 500 ng TEQ/kg). لقد تم استقراء هذه القيمة ؛ بافتراض أنها أعلى بعشرة أضعاف من متوسط التراكيز المقاسة من مُنشآت أوروبية في الثمانينات من القرن العشرين . بما أن هذا النوع من المحارق لا يحتوي على نظام جمع للرماد المتطاير، بالتالي لن يكون هناك مُعاملُ إنبعاث للرماد المتطاير في البقايا. أما في الصنف 2 فيفترض أن يكون التركيز 30,000 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/كغ من الرماد المتطاير ( 30,000 ng TEQ/kg in fly ash) و 100 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/كغ من الرماد السفلي (100 ng TEQ/kg in bottom ash) نظراً للتحسن الكبير في كفاءة الإحتراق مما يؤدي إلى محتوى أقل من المركبات القابلة للضياع عند الإشتعال، أي كمية أقل من الكربون المتبقي في الرماد (Loss of Ignition, LOI). والصنف 3 يختصر هذه القيم إلى النصف بناءً على التحسن الإضافي الحاصل. الصنف 4 يفترض ليس فقط كفاءة احتراق عالية بل أيضاً كفاءة تجميع عالية للجسيمات والدقائق خاصة للدقائق الصغيرة جداً من الرماد المتطاير. إن هذه الدقائق الصغيرة توفر سطح إدمصاص كبير لمركبات الديوكسين/الفيوران وبالتالي فالتركيز العام لا يتناقص أكثر من ذلك. وهكذا فالتركيز في الرماد المتطاير يتوقف عند القيمة 1,000 نانوغرام مُكافئ سمية دولي/كغ (1,000 ng I-TEQ/kg) والتركيز في الرماد السفلي ينخفض حتى القيمة 5 نانوغرام مُكافئ سمية دولي/كغ (5 ng TEQ/kg).

#### 2.1.6. ترميد النفايات الخطرة

النفايات الخطرة (Hazardous waste, HW) تشير إلى البقايا والنفايات التي تحتوي على مواد خطيرة بكميات كبيرة. بشكل عام يُمكن القول أن كل المواد بما فيها البضائع المُستهلكة التي تُتطلب تحذيرات وتقبيدات خاصة خلال التعامل معها أو استعمالها يتبع إلى هذه المجموعة (HW). أية بضائع مُستهلكة مشار إليها بلصاقه من هذا المعنى ودخلت تيار النفايات يجب أن تعتبر نفايات خطيرة. هذه النفايات تتضمن المذيبات وبعض الهيدروكربونات الطيارة الأخرى والدهانات والأصبغة والكيميائيات بما فيها المبيدات ومبيدات الأعشاب وبعض الكيميائيات المهلجنة الأخرى والمنتجات الصيدلانية والبطاريات والوقود والزيوت وزيوت التزليق بالإضافة إلى البضائع التي تحتوي معادن ثقيلة. أيضاً جميع المواد الملوثة بهذه المواد أعلاه مثل الورق والقماش المبلل بهذه المواد والخشب المعالج بهذه المواد وبقايا الإنتاج إلخ. يجب اعتبارها نفايات خطيرة.

العبارة "نفايات خطيرة" مثلما استخدمت في وسيلة الأدوات لا تتضمن نفايات المشافي (أنظر القسم التالي

6.1.3) نظراً لأن مكان أصل النفاية وتقنيات معالجة النفايات الخطرة ونفايات المشافي تختلف عن بعضها. إضافة لذلك ومن أجل تجميع جرد إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات فمسألة الوصول إلى المعطيات الأولية مثل الموقع ومعدل توليد النفاية هي مسألة مختلفة لهذين النوعين من النفايات. وعند البحث عن المزودين بالمعطيات مثل الكميات وأنواع النفايات الخطرة المتولدة والمحترقة فقد يكون نقاط الإتصال الأولية هي وزارات الصناعة والجمعيات و/أو الشركات الخاصة التي تعالج مثل هذه النفايات. بينما في حالة نفايات المشافي غالباً تتواجد المعلومات في وزارة الصحة أو السلطات الصحية المحلية أو في بعض المشافي المعروف أنها تشغل مرمدات لحرق نفايات المشافي.

عادة تحرق النفايات الخطرة إما في مرمدات ذات تقنيات خاصة أو في أفران من طبيعة الفرن الإسمنتي الدوار. المرمدات ذات التقنيات الخاصة تتضمن التكنولوجيا المنخفضة جداً مثل الأفران من نوع البرميل (drum) أو نوع الشبكة/المنصب (grate) أو نوع الفرن اللافع (muffle type). أيضاً هناك تقنيات أخرى مثل الأكسدة فوق الحرجة بالماء أو التزجيج بالقوس الكهربائي. إلخ.. والتي تعالج النفايات الخطرة (بالرغم من أنها لا تصنف بالضرورة تحت "الترميز"). بما أن تصنيف النفايات الخطرة يعتمد بشكل كبير على التشريعات الخاصة بكل بلد، و على عدد التقنيات المختلفة المستخدمة في حرق النفايات الخطرة، فالترميز تقريباً غير محدود. فيما يلي شرح مختصر لعملية تغطي فقط تقنية الأفران الدوارة الأكثر استخداماً في المنشآت التجارية لحرق النفايات والتي يمكن أن تستقبل مجال واسع من أنواع النفايات.

يجري إدخال النفايات الخطرة عبر قناة التلقيم إلى الفرن الدوار المبطن بالأجر المقاوم للحرارة. يتم ترديد السوائل ذات القيمة الحرارية العالية إضافة إلى نفايات الحمأة في محارق أو مضرم اللهب (combustion lance) والموجودة في الجدار الأمامي للفرن الدوار. تشتعل النفايات وتحترق داخل الفرن الدوار الذي عادة يتم المحافظة فيه على درجة حرارة أعلى من 1,000 درجة مئوية. عادة في الفرن الدوار الذي يتراوح طوله بين 10-20 متر، تتحول النفايات الخطرة إلى غازات المدخنة ورماد الفرن/مصهور الخبث وكلاهما يغادر الفرن الدوار من النهاية الخلفية. يُطفئ الرماد المُترجج في حمام مائي ومن ثم يُفصل الرماد عن الماء ويتم التخلص منه. ونظراً للحقيقة بأنه في معظم المنشآت الحديثة ينتج الرماد السفلي من مصهور الخبث فإن تراكيز الديوكسين/الفيوران في هذا الخبث تكون عادة منخفضة بالمقارنة مع تركيزها في الرماد المتطاير. أما بالنسبة للتقنيات الأقدم فلا يُمكن الحصول على معطيات. بعد الفرن الدوار، تدخل غازات الإحتراق إلى غرفة الإحتراق الثانوية حيث يوجد حرّاقات إضافية تعمل على حرق نفايات خطرة ذات قيمة حرارية عالية للمحافظة على درجة حرارة أعلى من 1,200 درجة مئوية. أيضاً يتم حقن هواء احتراق ثانوي من أجل متابعة حرق الغاز. وبعد مغادرة نظام الحرق ذي المرحلتين، يعالج غاز المدخنة الناتج بنفس الطريقة التي تم شرحها في مرمدات النفايات البلدية الصلبة. في العديد من الحالات تعتبر البقايا الصلبة الناتجة عن فرن محرقة النفايات الخطرة كنفايات خطرة بحد ذاتها ويعاد إدخالها إلى الفرن من جديد. بشكل عام، يجري تشغيل مرمدات النفايات الخطرة بدرجات حرارة أعلى من مرمدات النفايات البلدية الصلبة ولكن بكميات أكبر من الهواء الفائض. وهذا يقود إلى إنبعاثات غازية مشابهة من الديوكسينات/الفيورانات. على أية حال وبسبب المحتوى العالي من المركبات العضوية المهلجنة في النفايات الخطرة فعدم الكمال والنقص في عملية الإحتراق يجعلها أكثر عُرضة باتجاه الإنبعاثات الأعلى من الديوكسينات/الفيورانات. قطاعات الإطلاق مماثلة لتلك المذكورة في مرمدات النفايات البلدية الصلبة. وهكذا، هناك أربعة مجموعات من معاملات الإنبعاث المبينة في الجدول 15.

## الجدول 15: مُعاملات الإنبعاث لممرمات النفايات الخطرة

مُعاملات الإنبعاث ميكروغرام مُكافئات السمية/طن من النفايات الخطرة المحترقة		الصف
البقايا (رماد متطاير فقط)	الهواء	
9,000	35,000	1 احتراق بتقنيات منخفضة، بدون نظام تحكم بتلوث الهواء
900	350	2 احتراق مراقب ومتحكم به، الحد الأدنى من التحكم بتلوث الهواء
450	10	3 احتراق مراقب ومتحكم به، تحكم جيد بتلوث الهواء
30	0.75	4 احتراق بتقنيات عالية، أنظمة معقدة للتحكم بتلوث الهواء

إن مُعاملات الإنبعاث الإفتراضية هذه مبنية على الفرضية أن النفايات المحترقة تؤدي إلى حوالي 3% من الرماد المتطاير وأن إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات المترافقة مع الرماد السفلي تكون مهملة بالنسبة للصف 3 والصف 4. ليس هناك أية معطيات عن التركيز في الرماد السفلي للصفين 1 و2. أيضاً تزداد كفاءة إزالة الجسيمات والدقائق مع جودة ونوعية المنشأة. يجب استخدام الصف 4 فقط في المنشآت المعقدة والمتطورة جداً لحرق النفايات الخطرة مثل تلك الموجودة في أوروبا الغربية وأمريكا الشمالية. فقط إذا كان هناك قيمة تنظيمية 0.1 نانوغرام مُكافئات السمية/متر مكعب النظامي وعند نسبة أوكسجين 11% ( $0.1 \text{ ng TEQ/Nm}^3 @ 11\% \text{ O}_2$ ) - كما هو الحال في التشريعات الأوروبية- ومطبق فعلياً بقوة وبفرض أن المنشأة تحت المسائلة ملتزمة بهذه القيمة التنظيمية، يُمكن عندها يجب تطبيق الصف 4. يمكننا افتراض أن الكمية الكبرى من معامِل حرق النفايات الخطرة تقع ضمن الصفين 2 و3. يجب اختيار الصف 1 بشكل أساسي للأفران الصغيرة جداً والبسيطة (دون 500 كغ/ساعة) والتي تعمل بالنظام المتقطع ودون وجود أي نظام للتحكم بتلوث الهواء موصول على نهاية الخط مثل أفران النفع (muffle ovens).

## 1.2.1.6. الإطلاق إلى الهواء

الإطلاق إلى الهواء هو القطاع المسيطر من حرق النفايات الخطرة. إن معامِل الإنبعاث الافتراضي للصف 1 قد تم اشتقاقه من المعدل النوعي لتدفق غازات الإحتراق والمساوي إلى حوالي 17,500 مترمكعب نظامي/طن من النفايات الخطرة ( $17,500 \text{ Nm}^3/\text{t HW}$ ) ومن تركيز قدره 2000 نانوغرام مُكافئ سمية/مترمكعب نظامي ( $2000 \text{ ng TEQ/Nm}^3$ ). الصف 2 يفترض انخفاض في الحجم النوعي لغازات الإحتراق حتى 15,000 مترمكعب نظامي/طن من النفايات الخطرة ( $15,000 \text{ Nm}^3/\text{t HW}$ ) نتيجة تحكم أفضل بالإحتراق وحجم أقل من الهواء الفائض. كما ينخفض في هذه الحالة تركيز الديوكسينات/الفيورانات حتى 20 نانوغرام مُكافئ سمية/مترمكعب نظامي وعند نسبة أوكسجين 11% ( $20 \text{ ng TEQ/Nm}^3 @ 11\% \text{ O}_2$ ). في الصف 3، تتحسن كفاءة الإحتراق بشكل أكبر كما تتحسن كفاءة نظام التحكم بتلوث الهواء (APC) مما ينتج عنه انخفاض في تركيز الديوكسينات/الفيورانات حتى 1 نانوغرام مُكافئ سمية/مترمكعب نظامي وعند نسبة أوكسجين 11% ( $1 \text{ ng TEQ/Nm}^3 @ 11\% \text{ O}_2$ ). كما أن الحجم النوعي لغازات الإحتراق ينخفض حتى 10,000 مترمكعب نظامي/طن من النفايات الخطرة ( $10,000 \text{ Nm}^3/\text{t HW}$ ). ويمثل الصف 4 أحدث ما توصلت إليه التكنولوجيا في حرق النفايات الخطرة وتقنيات التحكم بتلوث الهواء. وبالتالي، فقط 7,500 مترمكعب نظامي/طن من النفايات الخطرة

(5,000 Nm<sup>3</sup>/t HW) وتركيز دون 0.1 نانوغرام مكافئ سمية/ مترمكعب نظامي وعند نسبة أوكسجين 11% (0.1 ng TEQ/Nm<sup>3</sup> (@11% O<sub>2</sub>) تعتبر منطقية ( LUA 1997, IFEU 1998, Environment ) (Canada 1999).

### 2.2.1.6. الإطلاق إلى المياه

الإطلاقات إلى المياه يمكن أن تحدث عند استخدام أبراج الامتصاص الرطبة من أجل إزالة الجسيمات الصلبة والدقائقات. في هذه الحالة، فإن كمية الديوكسينات/الفيورانات المنطلقة خلال هذا القطاع يمكن تقديرها بالشكل الأفضل باستعمال معاملات الإنبعاث الافتراضية للبقايا المزودة في وسيلة الأدوات. أعظم تركيز فعلياً من الديوكسينات/الفيورانات وجد في المياه العادمة الناتجة عن أبراج الامتصاص الرطبة كان دون 0.15 ميكروغرام مكافئ سمية/طن (LUA 1997). بشكل عام، قطاع الإطلاق هذا لا يعتبر هاماً لهذا النوع من المصادر.

### 3.2.1.6. الإطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع حدوث إطلاقات إلى الأرض إلا في حال أن البقايا غير المعالجة وضعت مباشرة على الأرض أو مُزجت مع التربة. إن التراكيز المنطلقة من مثل هذه الحالات سوف يتم التعرض لها تحت "الإطلاقات في البقايا" في القسم 5.2.1.6.

### 4.2.1.6. الإطلاق في المنتجات

إن العملية لا يتولد عنها أي منتج وبالتالي سوف لن يكون هناك معامل إنبعاث في المنتج.

### 5.2.1.6. الإطلاق في البقايا

لتوليد معاملات الإنبعاث، فقط الرماد المتطاير تم أخذه بعين الاعتبار من أجل البقايا نظراً لعدم توفر معطيات عن الرماد السفلي للصفين 1 و2. أما بالنسبة للصفين 3 و4، والتي نفترض من أجلها أنه يتم استخراج الرماد السفلي من الفرن، لا يحدث مساهمة كبيرة للإطلاقات الكلية من الديوكسينات/الفيورانات. بالتالي فقط تراكيز الديوكسينات/الفيورانات تكون هامة وسوف تُؤخذ بعين الاعتبار. إن كمية الرماد المتطاير المتولدة عن النفايات الخطرة تكون عادة حوالي 3%. يحتوي الرماد المتطاير أيضاً على الكربون غير المحترق بنسبة تتراوح بين 0.5% (للصنف 4) وحتى 20% (للصنف 1). وبما أن الكربون غير المحترق يساعد على إدمصاص الديوكسينات/الفيورانات، بالتالي يكون تركيزها أعظماً في الصنف 1. في الصنف 1 تم فرض أن تركيز الديوكسينات/الفيورانات تكون حوالي 300,000 نانوغرام مكافئ سمي/كغ من البقايا (300,000 ng TEQ/kg). وفي الصنف 2 ينخفض التركيز إلى 30,000 نانوغرام مكافئ سمي/كغ من البقايا (30,000 ng TEQ/kg) نظراً للتحسن الكبير في كفاءة الإحترق مما يؤدي إلى محتوى أقل من المركبات القابلة للضياع عند الاشتعال، أي كمية أقل من الكربون المتبقي في الرماد (Loss of Ignition, LOI). والصنف 3 يختصر هذه القيم إلى 15,000 نانوغرام مكافئ سمي/كغ من البقايا (15,000 ng TEQ/kg) بناءً على التحسن الإضافي الحاصل. الصنف 4 يفترض ليس فقط كفاءة إحترق عالية بل أيضاً كفاءة تجميع عالية للجسيمات والدقائقات وخاصة للدقائقات الصغيرة جداً من الرماد المتطاير. إن هذه الدقائقات الصغيرة توفر سطح إدمصاص كبير لمركبات الديوكسين/الفيوران وبالتالي فالتركيز العام يتناقص حتى 1,000 نانوغرام مكافئ سمية/كغ من الرماد المتطاير (1,000 ng

(I-TEQ/kg). إذا كان على الإطلاق لا يتوفر معطيات عن الرماد المتطاير ولكن يوجد معطيات فعلية عن انبعاثات المدخنة، فمن المُمكِن أن نفترض أن انبعاثات الديوكسينات/الفيورانات خلال قطاع البقايا أن يكون متشابهاً وتقريباً من نفس المرتبة مقارنة بقطاع الإطلاق إلى الهواء. وهكذا يُمكن تجزئة الإطلاق الكلي بالتساوي مابين قطاعي الهواء والبقايا. على أية حال، هذه العملية تزودنا بتقدير أقل صحة للانبعاثات الكلية من الديوكسينات/الفيورانات بسبب الطبيعة والتكوين المختلف للرماد المتطاير الناتج عن النفايات الخطرة.

### 3.1.6. ترميد النفايات الطبية

النفايات الطبية يُمكن اعتبارها أنها كل نفاية تتولد عن النشاطات الطبية بغض النظر إذا كانت هذه النشاطات تحدث في مشفى أو تتم بواسطة طبيب في عيادة أو طبيب أسنان أو أية مُمارسات طبية أخرى. وفي العديد من الحالات تحتوي هذه النفايات المتولدة عن هذه النشاطات مواد مُعدية وإفرازات الجسم والدم والمواد الصيدلانية ومواد التعليل و/أو أدوات مستخدمة خلال المعالجة الطبية للإنسان أو الحيوانات. ومن أجل القضاء على الفيروسات والبكتيريا والعوامل الممرضة بشكل موثوق يتم غالباً معالجتها حرارياً (بواسطة الترميد أو التحلل الحراري). أيضاً بسبب مصدرها ومكوناتها يُمكن أن تحتوي النفايات الطبية على مواد كيميائية سامة مثل المعادن الثقيلة أو المواد المسببة التي تساعد على تشكيل الديوكسين/الفيوران. في العديد من البلدان النفايات الطبية هي النفايات التي تَتطلب مسح خاص وقد وجد أن ترميد جميع النفايات المتولدة في المشفى سوف يكون أكثر طريقة فعالة في التخلص من هذه النفايات. على أية حال فقد تبين أيضاً أن ترميد النفايات الطبية في محارق صغيرة وسيء التحكم بها كان من أحد المصادر الرئيسية لمركبات الديوكسين/الفيوران (UNEP 1999). بالتالي هذه المنشآت الصغيرة قد تم إغلاقها أو تم تحديثها في البلدان المتطورة. اعتماداً على هذه الخبرات فإن المعالجة الحرارية للنفايات الطبية بشكل بحد ذاته فئة ثانوية في وسيلة الأدوات هذه. يُمكن الحصول عادة على المعلومات عن الموقع وحجم النفايات المتولدة والمحترقة من وزارات الصحة والبلديات، إلخ.. أو من القطاع الخاص المسؤول عن التخلص من هذا النوع من النفايات.

عادة يجري حرق النفايات الطبية محلياً في المشفى أو في أية منشأة طبية أخرى في أفران صغيرة وبطريقة النوع المنقطع. في العديد من الحالات يتم تشغيل منشآت حرق النفايات الطبية الأكبر والمركزية لمدة ثمانية ساعات في اليوم وعلى مدار خمسة أيام في الأسبوع. المحارق الكبيرة والتي تعمل بشكل متواصل نادرة جداً وغالباً ما تتواجد في أوروبا الغربية وأمريكا الشمالية. من النادر أيضاً وجود مراحل استعادة الحرارة الضائعة.

نتائج من البلدان النامية متوفرة من برنامج قياس الديوكسين/الفيوران من محرقة نفايات مشفى في تايلاند. تألفت المنشأة من وحدتين متماثلتين وكان يبدأ العمل كل صباح ويتم تشغيل المحرقتين حتى حرق كامل نفايات المستلمة من المشفى. كان الفرن يحتوي على شبكة ثابتة ومزود بغرفة احتراق ثانوية واثنان من الحراقات البعيدة. يجدر الانتباه إلى أنه ليس كل التجهيزات التي كانت في التصميم الأصلي للمنشأة كانت موجودة. كانت غازات الاحتراق تُمرر فوق حمام من الماء القلوي قبل أن يجري طرحها عبر المدخنة. بشكل عام كانت المنشأة تبدو أنها سيئة التصميم وسيئة التشغيل (UNEP 2001, Fiedler et al. 2002).

تُحدد وسيلة الأدوات أربعة أصناف من مُعاملات الانبعاث لمُرمِذات النفايات الطبية (الجدول 16). إن الانبعاث العالي لمركبات الديوكسين/الفيوران من ترميد النفايات الطبية يعود سببها إلى عمليّات التشغيل المتقطعة والتي عادة تستغرق فترات طويلة لطور الإحماء وطور التبريد للفرن مما يؤدي إلى شروط تحلل حراري في الفرن لفترات طويلة من الزمن. و إذا أخذنا بعين الاعتبار القيمة الحرارية العالية والمحتوى العالي من المواد البلاستيكية المهلجنة في النفايات الطبية تصبح إمكانية تشكّل

الديوكسينات/الفيورانات بشكل عام أعلى مما هي عليه في حالة ترميد النفايات البلدية الصلبة. إن أكثر قطاعات الإطلاق الرئيسية مدعاة للقلق هي الهواء والبقايا (هنا فقط الرماد المتطاير بسبب نقص المعطيات للرماد السفلي). الإطلاق إلى المياه هي أقل أهمية نظراً لكون تجهيزات التحكم بتلوث الهواء (إن وُجِدَتْ) هي على الأغلب خالية من استعمال الماء.

الجدول 16: معاملات الإنبعاث لترميد النفايات الطبية

مُعَامِلَاتُ الْإِنْبِعَاثِ - مِيكروغرام مُكَافِئَاتِ السَّمِيَّةِ/طَنٍ مِنَ النِّفَايَاتِ الطَّبِيَّةِ الْمُحْتَرَقَةِ		الصنف
البقايا	الهواء	
200 *	40,000	1 احتراق غير متحكم به ومن النوع المتقطع، بدون نظام التحكم بتلوث الهواء
20 *	3,000	2 احتراق متحكم به ومن النوع المتقطع، بدون أو الحد الأدنى من التحكم بتلوث الهواء
920 **	525	3 احتراق متحكم به ومن النوع المتقطع، تحكم جيد بتلوث الهواء
150 **	1	4 تكنولوجيا عالية، عملية مستمرة، احتراق مراقب، نظام معقد للتحكم بتلوث الهواء

\* تعود إلى الرماد السفلي المتبقي في غرفة الإحتراق .

\*\* تعود إلى مزيج من الرماد السفلي والرماد المتطاير.

إن مُعَامِلَاتُ الْإِنْبِعَاثِ هذه مبنية على افتراض أن النفايات الطبية المحترقة تقود إلى نَسْكَالٍ حَوالِي 3% من الرماد المتطاير وأن إصدار الديوكسينات/الفيورانات المترافق مع التخلص من الرماد السفلي حالياً غير معروف نظراً لعدم توفر معطيات قياس في الوقت الحاضر. كما أن كفاءة الإزالة لجسيمات الدقائق تزداد مع تحسن نوعية المنشأة. يجب اختيار الصنف 1 للمحارق الصغيرة جداً والبسيطة والتي تعمل بشكل متقطع (و التي يتم فيها إشعال الحمولة وتركها لتحترق) ومن دون غرفة احتراق ثانوية أو تحكم بدرجة الحرارة أو تجهيزات للتحكم بالتلوث. الصنف 2 ينطبق على جميع محارق النفايات الطبية مع تحكم بعملية الإحتراق ومجهزة بحراق بعدي (afterburner)، والتي في جميع الأحوال مازالت تعمل بالنظام المتقطع. أما الصنف 3 فيجب تطبيقه على المحارق التي يُمكن التحكم بها وذات النظام المتقطع والتي تملك أنظمة جيدة للتحكم بتلوث الهواء (مثل المرشحات الكهربائية الساكنة أو يفضل مرشحات الأكياس Baghouse filters). الصنف 4 يجب استخدامه فقط للمنشآت المتطورة جداً لحرق النفايات الطبية كتلك الموجودة في بلدان أوروبا الغربية وبعض الأحيان في أمريكا الشمالية وعلى سبيل المثال إذا كانت القيمة الحدية المساوية إلى 0.1 نانوغرام مكافئ سمية/متر مكعب نظامي ((@11 % O<sub>2</sub>) (0.1 ng TEQ/Nm<sup>3</sup>) مطبقة بشدة ويفرض أن المنشأة تلتزم بهذه القيمة الحدية. في مثل هذه الحالة الأخيرة فالسؤال فيما إذا كانت عملية الإحتراق من النوع المستمر أو المتقطع يصبح غير ذي أهمية ذلك أن مثل هذه المنشآت يجري تحميتها عادة بكثرة بواسطة زيوت الإحتراق أو الغاز الطبيعي. و فقط بعد وصول درجة حرارة تشغيل الفرن المطلوبة عادة إلى أعلى من 900 درجة مئوية، يتم عندها إدخال النفايات الطبية إلى الفرن. الكمية العظمى من منشآت حرق النفايات الطبية يُمكن افتراض أنها تقع ضمن الصنف 2. بينما يُمكن تصنيف المحطات المركزية الكبيرة ضمن الصنف 3.

### 6.1.3.1. الإطلاق إلى الهواء

الإطلاق إلى الهواء هو القطاع المسيطر من حرق النفايات الطبية. إن مُعَامِلُ الْإِنْبِعَاثِ الافتراضي للصنف 1 قد تم اشتقاقه من المعدل النوعي لتدفق غازات الإحتراق والمساوي إلى حوالي 20,000 مترمكعب نظامي/طن من النفايات الطبية (20,000 Nm<sup>3</sup>/t MW) ومن تركيز قَدْرُهُ 2,000 نانوغرام مكافئ سمية

مترمكعب نظامي ( $2,000 \text{ ng TEQ/Nm}^3 @11\% \text{ O}_2$ ). الصنف 2 يفترض انخفاض في الحجم النوعي لغازات الإحتراق حتى 15,000 مترمكعب نظامي/طن من النفايات الطبية ( $15,000 \text{ Nm}^3/\text{t MW}$ ) نتيجة تحكم أفضل بالإحتراق وحجم أقل من الهواء الفائض. كما ينخفض في هذه الحالة تركيز الديوكسينات/الفيورانات حتى 200 نانوغرام مكافئ سمية/مترمكعب نظامي وعند نسبة أوكسجين 11% ( $200 \text{ ng TEQ/Nm}^3 @11\% \text{ O}_2$ ). الصنف 3 يعتمد في أساسه على المُعطيات الأوروبية حيث تم تحديد تركيز قدره 35 نانوغرام مكافئ سمية دولي/مترمكعب نظامي وعند نسبة أوكسجين 11% ( $35 \text{ ng I-}$ ) عند تدفق 15,000 مترمكعب نظامي/طن من النفايات الطبية ( $15,000 \text{ Nm}^3/\text{t MW}$ ). يمثل الصنف الرابع أحدث ما توصلت إليه التكنولوجيا في حرق النفايات الطبية وتقنيات جيدة للتحكم بتلوث الهواء. في هذه الحالات، فقط 10,000 مترمكعب نظامي/طن من النفايات الطبية ( $5,000 \text{ Nm}^3/\text{t MW}$ ) تم توليدها وتركيز دون 0.1 نانوغرام مكافئ سمية/مترمكعب نظامي وعند نسبة أوكسجين 11% ( $0.1 \text{ ng TEQ/Nm}^3 @11\% \text{ O}_2$ ) تم قياسه (LUA 1997, IFEU 1998, Environment) (Canada 1999).

إن تراكيز الديوكسينات/الفيورانات المنبعثة عبر المدخنة إلى الهواء من مرمدة نفايات المشفى في تايلاند كانت (معدلة على أساس 11% أوكسجين) تتراوح بين 21.8 و43 نانوغرام مكافئ سمية دولي/مترمكعب نظامي للخط A وبين 10.7 و45 نانوغرام مكافئ سمية دولي/مترمكعب نظامي للخط B. كما أن متوسطات التركيز كانت 33.8 و28.6 نانوغرام مكافئ سمية دولي/مترمكعب نظامي للخط A والخط B، على التوالي. هذه الإنبعثات أدت إلى مُعاملٍ إنبعثاتٍ تقريباً مساوي إلى 1200 ميكروغرام مكافئ سمية/طن من النفايات المحترقة وهذه القيمة تقع بين مُعاملٍ الإنبعثات للصنف 2 (3,000 ميكروغرام مكافئ سمية/طن) ومُعامل الإنبعثات للصنف 3 (525 ميكروغرام مكافئ سمية/طن).

### 6.1.3.2. الإطلاق إلى المياه

الإطلاقات إلى المياه يُمكن أن تحدث عند استخدام أبراج الامتصاص الرطبة من أجل إزالة الجسيمات الدقائقية والمياه المُستخدَمة لخدم الرماد وتبريده. من النادر ما تكون هكذا الحالة باستثناء في أوروبا الغربية حيث تستخدم أبراج الامتصاص الرطبة أحياناً لامتصاص الغازات الحمضية. هذه فقط يُمكن أن تنطبق على الصنف 4. لا يتوفر تراكيز مقاسة من الديوكسينات/الفيورانات في المياه الناتجة عن أبراج الامتصاص بعد مرمدة النفايات الطبية. إذا تم تحديد أبراج امتصاص رطبة وإخماد الرماد بالمياه فيجب لحظ طريقة مُعالجة المياه.

### 6.1.3.3. الإطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع حدوث إطلاقات إلى الأرض إلا في حال أن البقايا غير المعالجة وضعت مباشرة على الأرض أو مُزجت مع التربة. إن التراكيز المنطلقة من مثل هذه الحالات سوف يتم التعرض لها تحت "الإطلاقات في البقايا" في القسم 6.1.3.5

### 6.1.3.4. الإطلاق في المُنتجات

إن العملية لا يتولد عنها أي مُنتج وبالتالي سوف لن يكون هناك مُعاملٍ إنبعثاتٍ في المنتج.

### 6.1.3.5. الإطلاق في البقايا

تركيز الديوكسينات/الفيورانات في الرماد المتطاير تكون كبيرة. بسبب النقص في المعطيات عن تركيز الديوكسين/الفيوران في الرماد السفلي فمعاملات الإنبعاث الإفتراضية المزودة لفئة البقايا تعود فقط لإطلاقات الديوكسين/الفيوران عبر الرماد المتطاير. التركيز في البقايا يمكن أن يكون عالياً وخاصة عندما يكون الإحتراق سيء (مثل: في المحارق البسيطة و من النوع المتقطع). إن الأصناف 1 و 2 من مرمدات النفايات الطبية سوف لن تولد رماد متطاير نظراً لعدم وجود تجهيزات إزالة و لقط الغبار. في هذه الحالات جميع البقايا سوف تتكون من المخلفات في غرفة الإحتراق. إن معامِلُ الإنبعاث للصف 1 موضوع على فرض أنه هناك 200 كغ من البقايا لكل طن من النفايات الطبية المحترقة تبقى في غرفة الإحتراق و أن التركيز في هذه البقايا هو 1,000 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ. أما بالنسبة للصف 2 فالإحتراق يكون أفضل، بذلك يجب أن يحتوي الرماد السفلي فقط على 100 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ؛ مما ينتج عن ذلك معامِلُ إنبعاث قدره 20 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن من النفايات.

و من أجل الصنفين 3 و 4 فيتم التقاط الرماد المتطاير بواسطة تجهيزات معالجة تلوث الهواء (APC) و ثم يتم مزجه مع الرماد السفلي (أي الرماد المتراكم في أسفل الموقد)؛ وكمية الرماد المتطاير في النفايات الطبية هي عادة حوالي 3%. و يفترض الصنف 3 أن التركيز في الرماد المتطاير هو 30,000 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ و أن التركيز في الرماد السفلي هو 100 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ (مماثلاً للصف 2). تمتلك المحارق من الصنف 4 كفاءة احتراق عالية تؤدي ليس فقط إلى محتوى من الكربون العضوي حوالي 1% من الكربون غير المحترق بل أيضاً إلى كفاءة عالية في التقاط الجسيمات الصغيرة جداً من الرماد المتطاير. يتم جمع الرماد المتطاير بمعدل 30 كغ/طن من النفايات المحترقة و يكون التركيز فيه حوالي 5,000 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ، كما تم اختيار تركيز 10 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ في الرماد السفلي. إن الجسيمات الصغيرة جداً من الرماد المتطاير توفر سطح إدمصاص كبير لمركبات الديوكسين/الفيوران و بالتالي فالتركيز الإجمالي لن ينخفض أكثر من ذلك.

كانت نتائج حرق نفايات المشفى في تايلاند عالية جداً نتيجة للإحتراق السيء في غرفة الإحتراق الأولية و التشغيل في الموقع حيث كان يترك الرماد السفلي خلال الليل في غرفة الإحتراق ليبرد ببطء. مثل هذه الشروط تؤدي إلى تشكيل تراكيز عالية من مركبات الديوكسين/الفيوران. و جدنا تراكيز 1,390 و 1,980 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ من الرماد السفلي و التي كانت أعلى بحوالي 20 مرة مما كان متوقعاً للرماد السفلي من الصنف 2 (UNEP 2001, Fiedler et al. 2002).

### 6.1.4. حرق الأجزاء الخفيفة من نفايات المُشطّيات/المفتتات (Shreders)

نفايات الأجزاء الخفيفة الناتجة عن آلات التشغيلية أو آلات التفطيت ( Light-fraction shredder waste, LFSW) بالمعنى المُستخدمة فيه هنا (و التي تعرف أحياناً "بزغب" المفتتات أو الركام الخفيف الوزن) توصف هنا الأجزاء الخفيفة الناتجة عن المفتتات أو المُشطّيات (Shreders). في العديد من البلدان يتم تقطيع و تفطيت الأشياء الضخمة مثل الآليات القديمة و البضائع البيضاء و الحاويات الكبيرة .. إلخ. بهدف تقليص الحجم إضافة إلى تمكين فصل المواد القابلة للاسترجاع مثل المعادن و البلاستيك و بعض المكونات الأخرى. و تتضمن آليات الفصل النموذجية الغربلة و النخل و عمليّات التجزئة التي تستخدم الاختلاف في الوزن بين المواد أو الخواص المغناطيسية للمعادن الحديدية من أجل فصل الركام الناتج عن عمليّات التشغيلية و التفطيت إلى معادن حديدية و معادن غير حديدية و زجاج و مواد ثقيلة أخرى و أيضاً إلى أجزاء خفيفة الوزن. في بعض الحالات هناك استخدامات قليلة لهذه الأجزاء الخفيفة و يمكن حرقها بهدف التخلص منها.

قطاعات الإطلاق ذات الأهمية هي الهواء و البقايا ذلك أن تجهيزات التحكم بتلوث الهواء (إذا كانت موجودة أصلاً) فربما هي تعمل من دون ماء و لايتولد عنها مياه عادمة. بالتالي يعطي الجدول 17 ثلاث مجموعات من مُعاملات الإنبعاث:

الجدول 17: مُعاملات الإنبعاث لحرق الأجزاء الخفيفة من نفايات المُشطّيات (LFSW)

مُعاملات الإنبعاث ميكروغرام مكافئات السمية/طن من نفايات LFSW		الصف
بقايا	هواء	
ND	1,000	1. احتراق غير متحكم به و من النوع المتقطع ، بدون نظام التحكم بتلوث الهواء
ND	50	2. احتراق متحكم به و من النوع المتقطع ، بدون أنظمة التحكم بتلوث الهواء أو الحد الأدنى منها
150	1	3. تكنولوجيا عالية ، عملية مستمرة ، احتراق مراقب ، نظام معقد للتحكم بتلوث الهواء

إن مُعاملات الإنبعاث الإفتراضية المُعطاة في الجدول أعلاه موضوعة على افتراض أن احتراق الأجزاء الخفيفة من نفايات المُشطّيات (LFSW) تؤدي إلى حوالي 1% من الرماد المتطاير. يجب اختيار الصف 1 من أجل الحراقات من النوع البسيط جداً مثل الحرق في البراميل أو الحرق في الأفران ذات الموقد الثابت و التي لا يوجد فيها تحكم في عملية الإحتراق و غير مُلحَقُ بها تجهيزات للتحكم بتلوث الهواء (APC). كما أن الأفران التي تعمل بالنظام المتقطع و التي لا تحتوي على تجهيزات للتحكم بتلوث الهواء تقع أيضاً ضمن الصف 1. يجب اختيار الصف 2 لجميع الأفران الأخرى و التي يوجد فيها بعض تقنيات ضبط عملية الإحتراق مثل تحت و/أو فوق هواء الحريق و ضبط عملية الوقود و الإحتراق بطريقة السرير المُميّع (fluidized beds) .. إلخ. كما تتضمن المنشآت المزودة ببعض أنواع أنظمة التحكم بتلوث الهواء لمعالجة الغبار مثل المرشحات الالكتروستاتية (ESP) و المرشحات النسيجية و أبراج الغسيل الرطبة. كما يطبق الصف 2 على محارق نفايات الأجزاء الخفيفة للمُشطّيات (LFSW) مضبوطة الإحتراق و مزودة بتجهيزات كافية للتحكم بتلوث الهواء ، و التي على أية حال مازالت تعمل بنظام التشغيل المتقطع (batch type). إن الكمية العظمى من معامِل ترميد نفايات الأجزاء الخفيفة للمُشطّيات (LFSW) يفترض أن تقع ضمن الصنفين 1 و 2. أما الصف 3 فيجب أن يستخدم فقط للمعامل عالية التطور و التي تحرق وقود مُشتق من النفايات (Refuse derived fuel, RDF) كتلك المنشآت الموجودة في أمريكا و أحياناً في أوروبا الغربية. يجب فقط تطبيق الصف 3 فقط عندما تكون القيمة التنظيمية المساوية إلى 0.1 نانوغرام من مكافئات السمية/متر مكعب النظامي (و عند نسبة مئوية 11% من الأوكسجين) فعلاً مطبقة و يفرض أن المنشأة التي تحت المسائلة ملتزمة فعلاً بهذه القيمة.

#### 1.4.1.6. الإطلاق إلى الهواء

الإطلاقات إلى الهواء هي أهم قطاع إطلاق لاحتراق نفايات الأجزاء الخفيفة للمُشطّيات (LFSW) . لايتوفر الكثير من معطيات قياس عن هذا النوع من النشاط. و تم اشتقاق مُعاملات الإنبعاث الإفتراضية للصف 1 على أساس معامِل إنبعاث قُدْرُهُ 1,000 نانوغرام مكافئ سمي/كغ كما تم تحديده من قِبَل وكالة حماية البيئة الأمريكية (US EPA) خلال دراسة حرق في برميل لنفايات منزلية قابلة للإحتراق و التي كانت تشابه في تكوينها الزغب (fluff). يستخدم الصف 2 معطيات إنبعاث متنوعة من مجموعة منشآت في أوروبا تحرق وقود مُشتق من النفايات (RDF) بما فيها منشآت يابانية تستخدم حراقات من نوع السرير المُميّع (fluidized bed) مع الحد الأدنى من تجهيزات التحكم بتلوث الهواء (APC). تم تحديد

مُعَامِلُ إنبعاث قَدْرُهُ 50 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن للـصنف 2. يمثل الصنف 3 أحدث ماتوصلت إليه محارق نفايات الأجزاء الخفيفة للمُشظيات (LFSW) و تقنيات التحكم بتلوث الهواء (APC). و هكذا عند حساب مُعَامِلُ الإنبعاث تم الأخذ بالحسبان أنه يتولد فقط 10,000 مترمكعب نظامي/طن من نفايات الأجزاء الخفيفة للمُشظيات (LFSW) و أن التركيز دون 0.1 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/مترمكعب النظامي و عند أوكسجين  $O_2 = 11\%$  (US EPA 1999, LUA 1997, IFEU 1998, Environment Canada 1999).

#### 2.4.1.6. الإِطلاق إلى المياه

لايتوفر تراكيز مقاسة من الديوكسينات/الفيورانات في المياه الناتجة عن أبراج غسيل لمحارق نفايات الأجزاء الخفيفة للمُشظيات (LFSW). بالتالي لا يُمكن تزويد مُعَامِلُ إنبعاث.

#### 3.4.1.6. الإِطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع حدوث إطلاقات إلى الأرض إلا في حال أن البقايا غير المعالجة وضعت مباشرة على الأرض أو مزجت مع التربة. إن التراكيز المنطلقة من مثل هذه الحالات سوف يتم التعرض لها تحت " الإطلاقات في البقايا" في القسم 5.4.1.6

#### 4.4.1.6. الإِطلاق في المُنتجات

إن العملية لا يتولد عنها أي مُنتج و بالتالي لن يحدث إطلاق عبر المنتج.

#### 5.4.1.6. الإِطلاق عبر البقايا

من المفترض أن تكون تراكيز الديوكسينات/الفيورانات عالية في الرماد المتطاير. وكمية الرماد المتطاير في الأجزاء الخفيفة للمُشظيات (LFSW) تكون عادة حوالي 1%. و يحتوي الرماد المتطاير أيضاً على حوالي 5% كربون غير محترق (الصنف 3) و من المحتمل أن تصل حتى 30% (للصنف 1). في الصنف 1 لا يستخدم أجهزة للتحكم بتلوث الهواء و بالتالي لايجري جمع الرماد المتطاير بل ينبعث معظمه إلى الجو مع غازات المدخنة. بالرغم من عدم تركيب جهاز معين لجمع الرماد المتطاير و أن معظم الرماد المتطاير يجري طرحه عبر المدخنة ، من المتوقع أن يتجمع بعض الرماد المتطاير في الفرن و في التمديدات المؤدية إلى المدخنة إضافة إلى تجمعه في المدخنة نفسها. بما أن الكربون غير المُحترق في الرماد المتطاير يعزز كثيراً من ادمصاص الديوكسينات/الفيورانات عليه ، بالتالي تكون التراكيز أعظمية في الصنف 1. على أية حال لايتوفر معطيات دقيقة. أما الصنف 3 فيفترض ليس فقط وجود كفاءة احتراق عالية بل أيضاً كفاءة تجميع عالية و خاصة للدقائق الصغيرة جداً من الرماد المتطاير. و هكذا تم اختيار قيمة قدرها 15,000 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/كغ كمُعَامِلُ إنبعاث للـصنف 3. إن هذه الدقائق الصغيرة توفر سطح ادمصاص كبير لمركبات الديوكسين/الفيوران و بالتالي لن ينخفض التركيز الإجمالي أكثر من ذلك (US EPA 1999, LUA 1997, IFEU 1998).

#### 5.1.6. ترميد حمأة المجاري

حمأة المجاري هي مُنتجُ أية عملية لمعالجة مياه الصرف الصحي بغض النظر عن منشأها (مثل: مياه الصرف العادمة من المنشآت البلدية أو الزراعية أو الصناعية). المياه العادمة تحتوي دائماً على مواد

صلبة وعوالق والتي عادة يتم إزالتها خلال عملية المعالجة. بما أن الديوكسينات/الفيورانات نظرياً غير حلولة في الماء، فالكمية العظمى من هذه المركبات تدمص على المواد الصلبة والعوالق الموجودة في المياه العادمة. إذا لم يجري إزالة المواد الصلبة والعوالق فسيتم طرح الديوكسينات/الفيورانات مع المياه العادمة. يتم إزالة المواد الصلبة والعوالق بالترشيح والتخثير بذلك يجري تجميع الديوكسينات/الفيورانات في الحمأة الناتجة عن معالجة المياه العادمة. وهذه الحمأة يُمكن إما ترميدها أو بالأحرى تعالج (الحرق المشترك في محطات توليد الطاقة أو أفران الأسمنت أو تخضع لعمليات الأكسدة الرطبة أو التحلل الحراري أو التغويز-التحويل إلى غاز. إلخ..) أو تدفن في المطامر. إن هذا القسم الفرعي يتعرض إلى إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات من حرق حمأة المجاري في معامل مُخصصة لهذا الغرض بينما يتم الحديث عن الموضوعين الأخيرين (المعالجة أو الطمر للحمأة) في فئمة المصادر الأساسية 9 (القسم 6. 9). ترميد حمأة المجاري أمرٌ شائعٌ جداً وخاصة في البلدان الصناعية. أما حرق الحمأة الناتجة عن العمليات الصناعية مثل صناعة الورق وعجينة الورق (حيث أن الحمأة الناتجة في هذه الحالة ذات قيمة حرارية كبيرة والمُستخدمة لأغراض توليد الطاقة والحرارة) يتم التعرض لها في فئمة المصادر الأساسية 7 (القسم 6. 7. 1). خيار آخر للتخلص من الحمأة هو الحرق-المشترك في المراحل مثل: المحطات العاملة على الوقود الأحفوري (أنظر فئمة المصادر الأساسية 3 – القسم 6. 3. 1) أو في أفران الأسمنت (أنظر فئمة المصادر الأساسية 4 – القسم 6. 4. 1).

يتم ترميد حمأة المجاري في الأفران التي تعمل بطريقة السرير المُميّع الدائر أو الفقاعي ( bubbling or circulating fluidized bed) حيث أن تُشكّل الديوكسينات/الفيورانات فيها محدود نظراً لشروط الإحتراق الجيدة. أيضاً، إن الكفاءة العالية في إزالة الجسيمات الدقائقية (والتي تعتبر عامل هام في تشغيل الأفران العاملة بطريقة السرير المُميّع الدائر) تعمل على تخفيض إصدار الديوكسينات/الفيورانات. ومن أنواع الأفران الأخرى شائعة الاستعمال في حرق الحمأة هي الأفران ذات المراحل العمودية الدوارة ( vertical rotary) أو الأفران من نوع المواقد المفتوحة (open hearth-type) أو الأفران من نوع الشبكة أو المنصب (grate-type) أو الأفران من نوع الفرن اللافع (muffle-type furnaces). جميع أنواع الأفران تقود إلى تشكيل منخفض نسبياً من الديوكسينات/الفيورانات وذلك يعتمد على تركيبة الحمأة المحترقة. إن حرق الحمأة ذات المحتوى العالي من الفحوم الهيدروكربونية المهلجنة و/أو الملوثات العضوية الأخرى إضافة إلى المعادن الثقيلة مثل النحاس يُمكن أن تعمل على زيادة انبعاثات الديوكسينات/الفيورانات.

إن قطاعات الإطلاق ذات الأهمية هي الهواء والبقايا. الإطلاقات إلى المياه يُمكن أن تحدث مع استخدام أبراج الامتصاص الرطبة. ثلاث مجموعات من مُعاملات الإنبعاث مبينة في الجدول 18.

#### الجدول 18: مُعاملات الإنبعاث من ترميد حمأة المجاري

مُعاملات الإنبعاث – ميكروغرام مكافئات السمية/طن من حمأة المجاري المحترقة		الصف
الهواء	البقايا	
50	23	1. أفران قديمة، تعمل بالنظام المتقطع، لا يوجد أو جزء ضئيل من تجهيزات التحكم بتلوث الهواء
4	0.5	2. محدثة، مُنشآت متحكم بها وتعمل باستمرار، بعض تجهيزات التحكم بتلوث الهواء
0.4	0.5	3. مُنشآت من أحدث ما توصل إليه العلم، عملية مستمرة ومُراقبة، نظام كامل للتحكم بتلوث الهواء

### 1.5.1.6. الإطلاق إلى الهواء

الإطلاقات إلى الهواء تمثل أهم القِطاعات من حرق حمأة المجاري. مُعَامِلُ الإنبعاث الافتراضي للصنف 1 تم تحديده على أساس أن متوسط التركيز في الإنبعاثات يساوي 4 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/متر مكعب نظامي (عند نسبة أوكسجين 11%) ومعدل التدفق النوعي لحجم غاز المدخنة حوالي 12,000 متر مكعب نظامي/طن من حمأة المجاري المحترقة و ذلك اعتماداً على دراسة بلجيكية إضافة إلى قيمة مسجلة في المملكة المتحدة مساوية إلى 77 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/كغ لفرن متعدد المواقد ومزود بمرسبات إلكتروستاتية (ESP). أما مُعَامِلُ الإنبعاث للصنف 2 فقد تم تحديده من دراسة في هولندا لمُنشآت تعمل بنظام سرير الإحتراق المُمَيِّع ومزودة بأجهزة غسيل الغازات ومرسبات إلكتروستاتية (ESP). مُعَامِلُ الإنبعاث للصنف 3 هو للمُنشآت التي تعمل بنظام سرير الإحتراق المُمَيِّع (fluidized bed) والمزودة بأنظمة التحكم بتلوث الهواء والتي تلتزم بالقيمة الحدية للإنبعاثات والمساوية إلى 0.1 نانوغرام مُكافئ سمية دولي/متر مكعب نظامي (عند نسبة أوكسجين 11%) (من قياسات كندية وألمانية وسويسرية) (LUA 1997, IFEU 1998, Environment Canada 1999).

### 2.5.1.6. الإطلاق إلى المياه

لا يتوفر قياسات لتركيز الديوكسينات/الفيورانات في المياه الصرف الناتجة عن أجهزة غسيل الغازات من مرمدات حمأة المجاري. على أية حال، بما أن المياه العادمة الناتجة عن أجهزة الامتصاص الرطبة غالباً ماتعالج ثم يعاد إدخالها إلى محطة مُعالجة المياه العادمة، يُمكن القول أنه لا يحدث إطلاق لمركبات الديوكسين/الفيوران إلى المياه من مُنشآت الترميد.

عندما تستخدم مُنشآت الترميد أجهزة الامتصاص الرطبة لغسيل الغازات أو ماء التبريد السريع لتبريد غازات الإحتراق أو تبريد الرماد فيجب لحظ ذلك إضافة المُعالجة ومصير المياه العادمة الناتجة. تشير نتائج الجرد الأوروبي (EU 1999) إلى تسجل تراكيز من الديوكسينات/الفيورانات بين 1.2 و6.5 بيكوغرام مُكافئ سمية دولي/لتر من المياه العادمة الناتجة عن أجهزة غسيل الغازات من مرمدات حمأة المجاري.

### 3.5.1.6. الإطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع حدوث إطلاقات إلى الأرض إلا في حال أن البقايا غير المُعالجة وضعت مباشرة على الأرض أو مُزجت مع التربة.

### 4.5.1.6. الإطلاق في المُنتجات

إن العملية لا يتولد عنها أي مُنتج وبالتالي لن يحدث إطلاق من خلال المنتج.

### 5.5.1.6. الإطلاق في البقايا

بينت الاختبارات في المملكة المتحدة (Dyke et al 1997) للأفران ذات المواقد المتعددة أن تركيز الديوكسينات/الفيورانات في الرماد السفلي 39 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/كغ و470 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/كغ من الرماد المتطاير المتجمع في المرسبات الكهربائية الساكنة (ESP). وكانت مُعدلات إنتاج الرماد مساوية إلى 430 كغ من الرماد السفلي لكل طن من الحمأة المحترقة و13 كغ من الرماد المتطاير

والمجموع بواسطة المرسبات الكهربائية لكل طن من الحماة المحترقة في منشأة الفرن متعدد المواقف. بينما كانت مستويات التركيز في الرماد (كل الرماد كان قد جمع بواسطة المرسبات الكهربائية) الناتج عن حرق الحماة بطريقة سرير الحرق المُمَيَّع (fluidized bed combustion) كانت أدنى بكثير (أقل من 1 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/كغ). وكانت كمية الرماد المنتجة في المرسبات الكهربائية 373 كغ لكل طن من الحماة المحترقة في سرير الحرق المُمَيَّع (fluidized bed combustion).

بالتالي فإن إطلاقات الصنف 1 في البقايا (المُوحدَة) هي 23 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من النفايات المحترقة. وإطلاقات الصنف 2 هي 0.5 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من النفايات المحترقة. وتقدر الإطلاقات من الصنف 3 بنفس إطلاقات الصنف 2.

### 6.1.6. ترميد نفايات الأخشاب والكتلة الحيوية

تعرض هذه الفئة الثانوية إلى احتراق نفايات الأخشاب والكتلة الحيوية في الأفران تحت شروط مراقبة ويمكن التحكم بها. وهذا القسم يتعامل مع حرق الأخشاب والكتلة الحيوية التي يمكن أن تكون مُعالجة أو مزجت مع أخشاب مُعالجة أو كتلة حيوية ملوثة. يتم ترميد نفايات هذه الكتلة الحيوية في أفران وتحت شروط تمتد من دون تحكم وحتى تحكم عالي جداً. حرق الكتلة الحيوية النظيفة من أجل توليد الطاقة يجري التعرض له في القسم 6. 3. 2 وأي كتلة حيوية ملوثة أو نظيفة يجري حرقها على الأرض في العراء سوف يتم التعرض لها في القسم 6. 6 - عمليّات الإحتراق المكشوف .

الأخشاب الملوثة والكتلة الحيوية الملوثة يمكن أن تُنتج عن النشاطات الصناعية (من صنع الإنسان). العمليات الرئيسية هي صناعات تشكيل الأخشاب (مثل: مواد البناء والأثاث ومواد التعليب والشحن والألعاب وبناء السفن والإنشاءات العامة، إلخ..). إضافة لذلك ، فإن حرق أنقاض البناء مغطى ضمن هذه الفئة. يمكن أن تحتوي نفايات الأخشاب/الكتلة الحيوية على الدهانات وطبقات الطلي والمبيدات والمواد الحافظة للأخشاب ومواد منع نمو الفطريات والعديد من الأشياء الأخرى. عندما يجري حرق هذه المواد مع الكتلة الحيوية يمكن أن يساعد ذلك في تشكيل الديوكسينات/الفيورانات خلال الإحتراق . في العديد من الحالات قد تكون شروط الإحتراق سيئة والتي يمكن أن تزيد كثيراً من تشكيل وإطلاق الديوكسينات/الفيورانات .

في المنشآت الحديثة يتم حرق الكتلة الحيوية في أفران تعمل بطريقة السرير المُمَيَّع الثابت أو الدائر حيث أن تُشكّل الديوكسينات/الفيورانات في هذه الحالات محدود نظراً لشروط الإحتراق الجيدة. مثل هذه المنشآت من المرجح أنها تحتوي على أنظمة فعالة للتحكم بتلوث الهواء وخاصة لإزالة الجسيمات الدقائقية والتي هي ضرورية لتشغيل الأفران التي تعمل بطريقة السرير المُمَيَّع الدائر. ومن أنواع الأفران الأخرى شائعة الاستعمال هي الأفران ذات المراحل العمودية الدوارة أو الأفران من نوع الموقد المفتوح أو الأفران من نوع الشبكة أو المنصب أو الأفران من نوع الفرن اللافع (muffle-type furnaces). جميع أنواع الأفران تفود إلى تشكيل منخفض نسبياً من الديوكسينات/الفيورانات وذلك يعتمد على أية حال على تركيبة الكتلة الحيوية المحترقة. إن حرق الكتلة الحيوية ذات المحتوى العالي من الفحم الهيدروكربونية المهلجنة أو المعادن الثقيلة مثل النحاس أو الرصاص أو القصدير أو الكاديوم يمكن أن تؤدي إلى زيادة انبعاثات الديوكسينات/الفيورانات أكثر من حرق الكتلة الحيوية الأصلية لوحدها. هنالك ثلاثة أصناف من معاملات الإنبعاث المبينة في

الجدول 19 .

## الجدول 19: معاملات الإنبعاث لحرق نفايات الأخشاب/الكتلة الحيوية

مُعَامَلَاتُ الْإِنْبِعَاثِ - مِيكْرُو غْرَامُ مُكَافِئَاتِ السَّمِيَّةِ/طَنٍ مِنَ الْكَيْلَةِ الْحَيَوِيَّةِ الْمَحْتَرِقَةِ		الصنف
البقايا (فقط الرماد المتطاير)	الهواء	
1,000	100	1. أفران قديمة، تعمل بالنظام المتقطع، من دون تجهيزات للتحكم بتلوث الهواء
10	10	2. منشآت مُحدثة، متحكم بها وتعمل باستمرار، بعض تجهيزات التحكم بتلوث الهواء
0.2	1	3. منشآت من أحدث ما توصل إليه العلم، عملية مستمرة ومراقبة، نظام كامل للتحكم بتلوث الهواء

## 1.6.1.6. الإطلاق إلى الهواء

الإطلاق إلى الهواء هو القطاع المسيطر من حرق نفايات الأخشاب والكتلة الحيوية. تم تحديد معاملات الإنبعاث الإفتراضية للأصناف الثلاثة اعتماداً على قيم تركيز الإنبعاث المسجلة والتي تراوحت بين 130 ميكروغرام/مكافئ طن (الدراسة البلجيكية) و 1 ميكروغرام مكافئ طن (الدراسات الكندية والسويسرية). وهكذا، من أجل الصنف 1 تم اختيار معامل الإنبعاث 100 ميكروغرام مكافئ طن للمنشآت القديمة التي ليس فيها تحكم. بينما يمثل الصنف 2 المنشآت الأحدث والتي فيها تحكم أفضل. وقيمة معامل الإنبعاث التي خصصت لهذا الصنف كانت 10 ميكروغرام مكافئ طن. أخيراً الصنف 3 ذو القيمة المختارة 1 ميكروغرام مكافئ طن لمعامل الإنبعاث يتضمن جميع المنشآت الحديثة لحرق نفايات الأخشاب والكتلة الحيوية (LU 1997, IFEU 1998, Environment Canada 1999).

## 2.6.1.6. الإطلاق إلى المياه

قطاع الإطلاق هذا يعتبر غير هاماً بالنسبة لنوع المصدر هذا.

## 3.6.1.6. الإطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع حدوث إطلاقات إلى الأرض إلا في حال أن البقايا غير المعالجة وضعت مباشرة على الأرض أو مُزجت مع التربة. إن التراكم المنطلقة من مثل هذه الحالات سوف يتم التعرض لها تحت "الإطلاق في البقايا" في القسم 1.6.1.6.

## 4.6.1.6. الإطلاق في المنتجات

إن العملية لا يتولد عنها أي منتج وبالتالي لن يكون هناك معامل إنبعاث.

### 5.6.1.6. الإطلاق في البقايا

تركيز الديوكسينات/الفيورانات في الرماد سيكون عالياً كون الرماد يحتوي عادة على تراكيز عالية من الفحم غير المُحترق. تكون الإنبعاثات الغازية عالية ، خاصة في الأفران القديمة ، مما يعتبر مؤشراً واضحاً إلى كفاءة الإحترق المتدنية والتي تؤدي إلى تراكيز عالية من الكربون غير المُحترق في الرماد المتطاير. بالتالي يجب توقع تراكيز عالية من الديوكسينات/الفيورانات في الرماد. للأسف فقط كمية محدودة جداً من المُعطيات من كندا وألمانيا كانت موجودة وتدل على مجال واسع من التركيز تراوح بين قيمة عالية 23,000 نانوغرام مُكافئ سُمي/كغ من الرماد وقيمة منخفضة 3.7 نانوغرام مُكافئ سُمي/كغ من الرماد. واعتماداً على حقيقة أن متوسط تركيز الرماد الكلي المتولد عن حرق نفايات الأخشاب والكتلة الحيوية تراوح بين 3% و10% تم اختيار القيمة 5% كمتوسط. هذا يقود إلى مُعاملٍ إنبعاث افتراضي حوالي 1,000 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن للصنف 1 و0.2 ميكروغرام ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن للصنف 3. من أجل الصنف 2 تم اختيار قيمة متوسطة بسبب النقص في المُعطيات ( LUA 1997, IFEU 1999, Environment Canada 1998). في الصنف 1 لا تستخدم تجهيزات للتحكم بتلوث الهواء وبالتالي لا يتم جمع الرماد المتطاير ولكن معظم الرماد ينطلق في الهواء مع غاز المدخنة. بالرغم من عدم تركيب أي جهاز محدد لجمع الرماد المتطاير وأن معظم الرماد المتطاير يتم طرحه عبر المدخنة، من المتوقع أن يتجمع بعض الرماد المتطاير في الفرن وفي التمديدات المؤدية إلى المدخنة إضافة إلى تجمعه في المدخنة نفسها. لم تتمكن من الحصول على معطيات قياس في الرماد السفلي والتي نتج عنها أنه في الواقع مُعاملات الإنبعاث الافتراضية للبقايا تأخذ بعين الاعتبار فقط الرماد المتطاير.

### 7.1.6. تحطيم جيف الحيوانات

إن التحطيم الحراري لجيف الحيوانات يُمكن أن يطبق لتجنب الخطورة على الصحة العامة والتي يُمكن أن تنجم عن التفسخ الطبيعي لجيف الحيوانات. عملية الإحترق بحد ذاتها غالباً ما يكون التحكم بها سيئاً والإحترق غير الكامل هو عادة الممارسة الطبيعية أكثر مما تكون استثناءات، ذلك كون الغرض من الحرق هو التعقيم والإبادة الكاملة لجميع النشاطات البيولوجية (مثل: تكاثر الجراثيم) وليس الغرض منه الإحترق الكامل أو حتى توليد الطاقة.

غالباً ما يتم حرق جيف الحيوانات في محارق بسيطة وذات تكنولوجيا منخفضة. بذلك من المستحيل نظرياً وصف فرن نموذجي لحرق جيف الحيوانات. هذه الأفران غالباً ما تكون غير مصممة لضمان شروط احترق متحكم بها بشكل جيد ولا إزالة عالية للجسيمات الدقائقية للمحافظة على إنبعاثات منخفضة من الديوكسينات/الفيورانات. قطاعات الإطلاق ذات الاهتمام هي الهواء والبقايا. يُمكن أن يتواجد إصدار إلى الأرض فقط حين يحدث احترق مباشرة على التربة. على أية حال لا يوجد معطيات لمثل هذا التلوث في التربة. ثلاثة أصناف من مُعاملات الإنبعاث مبينة في الجدول 20 .

#### الجدول 20: مُعاملات الإنبعاث لتحطيم جيف الحيوانات

الصنف		مُعاملات الإنبعاث - ميكروغرام مُكافئات السمية/طن من جيف الحيوانات المحترقة
البقايا	الهواء	
ND	500	1. أفران قديمة، تعمل بالنظام المتقطع، من دون تجهيزات للتحكم بتلوث الهواء
ND	50	2. محدثة، مُنشآت متحكم بها وتعمل باستمرار، بعض تجهيزات التحكم بتلوث الهواء
ND	5	3. مُنشآت من أحدث ما توصل إليه العلم، عملية مستمرة ومراقبة، نظام كامل للتحكم بتلوث الهواء

### 1.7.1.6. الإطلاق إلى الهواء

الإطلاق إلى الهواء هو القطاع المسيطر من حرق جيف الحيوانات. تم تحديد معاملات الانبعاث الافتراضية للأصناف الثلاثة اعتماداً على قيم تركيز الانبعاث المسجلة والتي تراوحت غالباً بين 50 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/100 كغ من وزن الجسم (دراسة المملكة المتحدة) وحتى دون 0.5 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/100 كغ من وزن الجسم (الدراسات النمساوية والألمانية). وهكذا، من أجل الصنف 1 تم اختيار معامل الانبعاث 500 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن من وزن الجسم للمنشآت القديمة التي ليس فيها تحكم إضافة للحرق المفتوح لجيف الحيوانات. بينما يمثل الصنف 2 المنشآت الأحدث والتي فيها تحكم أفضل. وقيمة معامل الانبعاث كانت 5 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/100 كغ (50 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن) من وزن الجسم والتي تم اختيارها لهذا الصنف اعتماداً على معطيات من سويسرا وألمانيا والمملكة المتحدة. أخيراً الصنف 3 ذو القيمة الافتراضية المختارة لمعامل الانبعاث 5 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن من وزن الجسم يتضمن جميع المنشآت الحديثة لحرق جيف الحيوانات (LUA 1997, IFEU 1998).

### 2.7.1.6. الإطلاق إلى المياه

قطاع الإطلاق هذا يعتبر غير هاماً بالنسبة لنوع المصدر هذا.

### 3.7.1.6. الإطلاق إلى الأرض

من المتوقع أن يحصل إطلاق إلى الأرض فقط عندما يتم حرق جيف الحيوانات مباشرة على الأرض. هذه الحالة لن يجري التعرض لها في هذا القسم ويمكن أن تقع ضمن القسم 6.6.2.

### 4.7.1.6. الإطلاق في المنتجات

إن العملية لا يتولد عنها أي منتج وبالتالي لن يحدث إطلاق من خلال المنتج.

### 5.7.1.6. الإطلاق في البقايا

تركيز الديوكسينات/الفيورانات في الرماد سيكون عالياً كون الرماد يحتوي عادة على تراكيز عالية من الفحم غير المحترق. خاصة في الأفران القديمة وحالات الحرق المكشوف في العراء تكون الانبعاثات الغازية عالية مما يعتبر مؤشراً واضحاً إلى كفاءة الإحترق المتدنية والتي تؤدي إلى تراكيز عالية من الكربون غير المحترق في الرماد المتطاير. بالتالي يجب توقع تراكيز عالية من الديوكسينات/الفيورانات في الرماد. لم يتواجد أية معطيات لتخصيص قيم لمعاملات الانبعاث الافتراضية.

## 6.2. الفئة الأساسية 2. إنتاج المعادن الحديدية وغير الحديدية

تعتبر صناعة الحديد وال فولاذ وصناعة المعادن غير الحديدية من الصناعات من الصناعات التي تستخدم الطاقة و المواد بشكل مكثف. كميات كبيرة من كتلة المواد الداخلة تصبح مُخرجات على هيئة غازات عادمة و بقايا. إن أهم الإنبعاثات ذات العلاقة تلك المنطلقة إلى الهواء. علاوة على ذلك، تشكل المواد الثانوية ومعدل إعادة استخدام وتدوير البقايا الصلبة جزءاً كبيراً من أنشطة الصناعات. تحوي المواد الخام والركازات كميات من المعادن غير المعدن الأساسي وتصمم العمليات للحصول على المعدن المطلوب بشكل نقي إضافة إلى استرداد المعادن النافعة الأخرى. تميل هذه المعادن الأخرى إلى أن تتركز في البقايا من العملية وبالتالي تعد هذه البقايا المادة الخام لعمليات استرداد المعادن الأخرى. وأخيراً، فإنه يُمكن إعادة تدوير مُرسّحات الغبار ضمن المحطة ذاتها أو تستخدم من أجل استرداد المعادن الأخرى بمنشآت المعادن غير الحديدية الأخرى إما من قِبَل طرف ثالث أو من أجل تطبيقات أخرى.

ففي كتيب وسيلة الأدوات الحالي، يُقصد بالعمليات التعدينية الأساسية بأنها تلك العمليات التي تهدف إلى الحصول على المعادن كالحديد والنحاس والألمنيوم والرصاص والزنك وغيرها من خاماتها الأصلية، سواءً بكبريتها أو بأكسدها من خلال مثل هذه العمليات كالتركيز والصهر والارجاع والتكرير وغيرها. تُستخدم العمليات التعدينية الثانوية خردة المعادن التي أحياناً ما تكون مطلية بالبلاستيك والدهانات، والبطاريات المُستخدمة (لإنتاج الرصاص) والزيوت وغيرها، أو الخبث و الرماد المتطاير من عمليّات التعدين وغيرها ، كمواد أولية في هذه العمليات. في الفصل الحالي، يجب أن يُطبّق المصطلح إنتاج المعدن "الأساسي" فقط عندما لا تدخل المواد المستعملة أو النفايات المعدنية في العملية كمصدر للمعدن.

إن إنتاج المعادن وعلى وجه الخصوص الإنتاج من المواد الخام الثانوية ، عُرفَ على أنه مصدرٌ للديوكسينات والفيورانات (LUA 1997, LUA 2000, UNEP 1999). بالإضافة إلى ذلك، فإن العمليات التي تحتاج الكلور كالإنتاج الكهربوليتي للمغنيزيوم من ماء البحر والدولوميت، قد تعمل على توليد الديوكسينات والفيورانات (انظر القسم 6.2.10). هذا ويمكن أن توجد الديوكسينات/الفيورانات أو المواد التي تتشكل منها في بعض المواد الخام وتدخل العملية أو تتشكل مجدداً من الهيدروكربونات قصيرة السلسلة من خلال آلية اصطناع دي نوفو ( *de novo synthesis* ) في الأفران أو أنظمة المعالجة. تُدمص الديوكسينات/الفيورانات بسهولة على المواد الصلبة ويمكن جمعها ومن ثم ازلتها بواسطة جهاز غسيل المواد الصلبة والغبار ومرشح الرماد المتطاير (Fiedler 1998, BREF 2001a).

تعتمد صناعة المعادن الثانوية على توفير المواد الخام الثانوية من خردة الصناعة ومن النفايات الأخرى الحاوية على المعادن. يُمكن أن يؤدي وجود الشوائب وإن كانت في خردة عالية الجودة، إلى تشكيل الديوكسينات/الفيورانات خلال الإحتراق غير الكامل أو بواسطة اصطناع دي نوفو ( *de novo* ). هذا ويمكن أن تعمل الزيوت والمواد الأخرى العضوية الموجودة في الخردة أو مصادر أخرى للكربون كالموقود المُحترق جزئياً والمُرجعات (كفحم الكوك) على توليد الديوكسينات/الفيورانات عندما تتفاعل مع الكلوريدات غير العضوية أو الكلور العضوي في مجال درجات الحرارة ما بين 250 و 450 درجة مئوية. تُعرّف هذه العملية باصطناع *de novo* وهي عملية محفزة بوجود المعادن كالنحاس والحديد وغيرهما (NATO/CCMS 1992a, Fiedler 1998, BREF 2001a).

على الرغم من أن الديوكسينات/الفيورانات تتحطم عند درجات مرتفعة على نحو نموذجي فوق 850 درجة مئوية و بوجود الأكسجين، فإن إعادة تشكل الديوكسينات/الفيورانات عبر آلية اصطناع دي نوفو ( *de novo* ) يُمكن أن تحدث عندما تبرد غازات المدخنة من خلال "نافذة إعادة التشكل". يُمكن أن تتواجد هذه النافذة الحرارية في أجهزة معالجة غاز المدخنة وفي الأجزاء الأكثر برودة من الفرن. وكمثال على

ذلك، منطقة تغذية المواد. بالتالي، يجب العناية في تصميم أنظمة التبريد لخفض زمن البقاء في هذه النافذة الحرارية من أجل منع حدوث اصطناع دي نوفو (*de novo*). ولهذا لا بد من وجود كمية أكسجين كافية مع الغازات الحارة حيث يُمكن استخدام حقن الأكسجين للتأكد من اتمام الإحترق وخفض احتمال تشكّل الديوكسينات/الفيورانات (NATO/CCMS 1992a, Fiedler 1998, BREF 2001a).

يوجد عدد كبير من المظاهر المشتركة ضمن قطاع المعادن الحديدية وغير الحديدية وربما تؤدي بعض المكونات أو العمليات إلى تشكيل أو إطلاق الديوكسينات/الفيورانات. وعندما تقدر اطلاقات الديوكسينات/الفيورانات، فإنه يجب تقييم كل المراحل الفردية، ضمن الفئات الثانوية، من أجل احتماليتها كمصدر لإطلاقات الديوكسينات/الفيورانات. فبالإضافة إلى الأفران المُستخدمة في إنتاج المعدن، فإن لدى مراحل المعالجة الأولية إمكانية إنتاج الديوكسينات/الفيورانات.

**إزالة الطلاء والزيوت:** تطبّق على المواد الخام الثانوية لخفض المحتوى العضوي لمدخلات بعض العمليات الرئيسية. تستخدم عمليّات الغسل والتحلل الحراري. ففي الأنظمة الحرارية، يُمكن أن تُنتج الديوكسينات/الفيورانات. ويتحقق إزالة الزيت وبعض الطلاءات في فرن مخصص لهذه الغاية كمجفف لدائني. وفي معظم الحالات يستخدم فرن دوّار بدرجات حرارة منخفضة لتصعيد الزيت والماء حيث يستخدم التسخين المباشر وغير المباشر للمادة. تحوي المصانع الحديثة حرّاق بعدي يشعل في درجات حرارة مرتفعة (أكثر من 850 درجة مئوية) لتحطيم المُنتجات العضوية المتشكلة في الفرن وترشيح الغازات في مرشّح نسيجي.

**الترميد والتحلل الحراري:** تطبّق لمعالجة الأفلام الفوتوغرافية والكناسة والحقّازات والمواد الأخرى وتركيز محتوى المعادن الثمينة. تستخدم أفران صندوقية و أفران دوّارة من أجل الترميد أو مرحلة التحلل الحراري.

**مصنع حمض الكبريت:** يُمكن أن يتواجد في مصانع صهر المعادن ويخدم كنظام لمعالجة غاز المدخنة. تعمل الفلزات الكبريتية التي تدخل مع مواد تغذي فرن الصهر، عند أكسدتها، إلى تشكيل وانبعاث أكسيد الكبريت. يُمكن استرداد غاز أكسيد الكبريت من غازات صاهر المعادن المنطلقة وتحويله إلى حمض الكبريت في مثل هذه المنشأة لاستخدامه في عمليّات صناعية (BREF 2001a).

قامت الوكالة الوطنية الإيطالية للتقانات الجديدة و الطاقة و البيئة (ENEA) بالمشاركة مع وزارة البيئة و الجمعية الصناعية في بريسكا-إيطاليا (AIB) بتوصيف الإطلاقات من قطاع الصناعات الحديدية و غير الحديدية (ENEA/AIB/MATT 2003). و لقد اعتبرت معاملات الانبعاث نموذجية للصناعات الإيطالية و قد تم توليد و طباعة هذه الإطلاقات للهواء و البقايا .

في حين جرى الكشف عن انبعاثات مرتفعة نسبياً من الديوكسينات/الفيورانات في محطات إعادة تدوير المعادن، ولكن لا تتوفر معلومات تقريباً من أجل مصانع صهر المعادن الأساسية. باشرت "كندا للبيئة" برنامجاً لاختبار الديوكسين/فيوران على مصانعها لصهر المعادن الأساسية من أجل الحصول على معلومات أفضل وتطوير منهج اختبار الانبعاث (Charles E. Napier 2002).

بالرغم من قلة المعلومات عن تشكل و إطلاق الديوكسينات/الفيورانات من مصاهر المعادن الأساسية، فقد تم تضمين صنف مُفصل في وسيلة الأدوات للتعامل مع إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات من مصاهر المعادن الأساسية (primary metal smelters). لقد تم ذلك استجابة لتضمين مصاهر المعادن الأساسية في وثيقة المبادئ التوجيهية لأفضل التقنيات المتاحة و التوجيهات المؤقتة لأفضل الممارسات البيئية (SC BAT/BEP 2004).

تتضمن العمليات التقنية لاستخلاص و تنقية المعادن الأساسية (النحاس، الألمنيوم، الرصاص، الزنك،

(الكوبالت) ، مايلي :

تقنيات التعدين الحراري التي تستخدم الحرارة لفصل المعادن المطلوبة عن المواد غير المرغوب بها . هذه العمليات تستفيد من الفارق بين كمونات على الأكسدة للمكونات ، و درجة الانصهار ، و ضغط البخار ، و الكثافة ، و/أو قابلية الامتزاج عند الصهر ؛

تقنيات التعدين المائي و التي تستخدم الاختلاف بين المكونات في قابليتها للانحلال و/أو الخواص الكهروكيميائية حيث أنه عند وجودها في المحلول المائي الحمضي يُمكن فصل المعادن المطلوبة عن المواد غير المرغوب بها ؛

تقنيات التعدين البخارية مثل عملية إنكو-كاربونيل (Inco Carbonyl Process) حيث تعامل خلائط النيكل بغاز أول أكسيد الكربون لتشكيل كربونيل النيكل .

بشكل عام ، تعمل منشآت مصاهر المعادن الأساسية على تصنيع ركازات الفلزات . معظم المصاهر للمعادن الأساسية تمتلك القدرات التقنية لدعم مواد التغذية من ركازة فلز المعدن بمواد معدنية ثانوية (مثل، المواد المعدنية المعاد تدويرها) . بالتالي فقد يكون من الصعب التفريق بين مصاهر المعادن الأساسية و مصاهر المعادن الثانوية . يجب لحد أنه و لأسباب اقتصادية و بيئية ، مثل استرجاع المصادر للمعادن و إعادة تدوير النفايات الصلبة ، فقد تكون مصاهر المعادن الثانوية هي الخيار المفضل بالرغم من أنه بشكل عام تكون معاملات إنبعاتها أعلى .

بما أن تشكل الديوكسينات/الفيورانات ( و غيرها من الملوثات العضوية الثابتة التي تتشكل عن غير قصد) يعتقد بأنها تتولد خلال عمليات التعدين الحرارية في درجات الحرارة العالية ، فالعمليات التعدينية المائية لاتعتبر كمصدر للديوكسينات/الفيورانات في وسيلة الأدوات هذه ، بالتالي فلايجب تقدير إنبعاتها عند تحضير جرودات الإطلاق الوطنية للديوكسينات/الفيورانات.

في هذا القسم من وسيلة الأدوات سيتم التعرض إلى الفئات الفرعية التالية (الجدول 21) :

الجدول 21: الفئات الثانوية من الفئة الأساسية 2 – إنتاج المعادن الحديدية و غير الحديدية

الرقم	الفئات الثانوية من الفئة الأساسية	طريق الإطلاق المُمكن			
		هواء	مياه	أرض	بقايا
2	إنتاج المعادن الحديدية و غير-الحديدية	X			X
a	تلييد خام الحديد	X			X
b	إنتاج فحم الكوك	X	X	X	X
c	إنتاج و مسابك الحديد والفولاذ	X			X
d	إنتاج النحاس	X			X
e	إنتاج الألمنيوم	X			X
f	إنتاج الرصاص	X			X
g	إنتاج التوتياء	X			X
h	إنتاج البراس والبرونز	X			X
i	إنتاج المغنيزيوم	X	X		X
j	إنتاج معادن أخرى غير الحديدية	X	X		X
k	الفضلات المعدنية	X			X
l	استعادة المعادن من الأسلاك	X	(X)	X	X

الصلة بالمادة 5، المرفق (ج) من اتفاقية استوكهولم

بالرجوع إلى شروط المادة 5 من اتفاقية استوكهولم، يُمكن تصنيف المصادر في هذه الفئة على الشكل الآتي:

المرفق (ج)، الجزء الثاني تتضمن فئات المصدر:

القسم في وسيلة الأدوات	فئة المصدر	
4.2.6	إنتاج النحاس الثانوي	(د) (1)
1.2.6	معامل التلييد في صناعة الحديد والفولاذ	(د) (2)
5.2.6	إنتاج الألمنيوم الثانوي	(د) (3)
7.2.6	إنتاج الزنك الثانوي	(د) (4)

المرفق (ج)، الجزء الثالث تتضمن فئات المصدر:

القسم في وسيلة الأدوات	فئة المصدر	
9.2.6، 8.2.6، 6.2.6، 2.2.6، 10.2.6	العمليات الحرارية في صناعة التعدين غير المذكورة في الجزء الثاني	(ب)
11.2.6	مصانع التفتيت من أجل معالجة المركبات المهترأة	(ك)
12.2.6	تدخين (حرق بدون لهب) الأسلاك النحاسية بدون لهب	(ل)

### 1.2.6. تلييد خام الحديد

تترافق معامل التلييد مع صناعة الحديد وغالباً ما تكون مدمجة مع أعمال الحديد والفولاذ. إن عملية التلييد هي مرحلة معالجة أولية في إنتاج الحديد حيث تُجمع الجسيمات الناعمة من خامات المعدن بالإحتراق. إن عملية التجميع (التكثف) ضرورية لزيادة المجرى أمام الغازات خلال عملية التصنيع في الفرن العالي. وعلى نحو نموذجي، تكون محطات التلييد كبيرة (حتى عدة مئات من الأمتار المربعة) ذات أنظمة شبكة قضبان حديدية مستخدمة لتحضير خام الحديد (على هيئة بودرة أحياناً) من أجل الاستخدام في الفرن العالي. بالإضافة إلى الحديد الخام، يوجد هناك مصدر للكربون (غالباً ما يكون الفحم) وإضافات أخرى كالصخر الكلسي. وفي بعض الأحيان، تتواجد النفايات التي يتم جمعها من أجزاء مختلفة من عملية تصنيع الفولاذ. في عملية التلييد، تُسخن الحراقات (المتوضعة فوق حزام شبكة القضبان) المواد إلى درجة الحرارة المطلوبة (1100-1200 درجة مئوية) التي تؤدي إلى إشعال الوقود في المزيج. تُعبر جبهة اللهب الأمامية من خلال قاعدة التلييد مع تقدمها على طول الشبكة/المنصب مسببة التكثف. يتم شفط الهواء من سرير التلييد لمنع تشكل الفقاعات في اللييدة. تنتهي العملية فقط عندما تعبر جبهة اللهب من خلال الطبقة الممزوجة كاملة (سرير التلييد) ويحترق كامل الوقود فيها. تُنقل اللييدة الباردة إلى المناخل لفصل القطع التي ستستخدم في الفرن العالي (4-10 ملم و 20-50 ملم) عن القطع التي ستعاد إلى عملية التلييد (0-5 ملم "جسيمات ناعمة مرتجة"، 10-20 ملم "كطبقة الجزء السفلي من الفرن").

يتراوح تدفق النفاية الغازية من محطة التلييد من 350,000 إلى 1,600,000 م<sup>3</sup> نظامي/ساعة وفقاً لحجم المحطة وشروط التشغيل. وبشكل نموذجي، يكون التدفق النوعي للغاز العادم بين 1500 - 2500 م<sup>3</sup> نظامي/طن من اللييدة (BREF 2000C).

تعالج غازات العادم عادة بإزالة الغبار منها في السيكلونات أو المرشبات الإلكتروستاتيكية أو أبراج الامتصاص الرطبة أو المرشح النسيجي (fabric filter). وفي المحطات التي تم الكشف فيها عن انبعاثات مرتفعة من الديوكسينات/الفيورانات فإنه يُمكن تركيب أنظمة لغسل الغاز عالية الأداء لخفض الانبعاثات مقرونة بتدابير لخفض تدفقات الغاز.

أظهرت البحوث المكثفة حول تشكّل الديوكسينات/الفيورانات في عملية التلييد أنها تتشكّل ضمن سرير التلييد نفسه وعلى الأرجح تماماً قبل جبهة الشعلة الأمامية حيث يتم سحب الغازات الساخنة عبر سرير التلييد. كما بينت هذه الأبحاث أن تشكّل الديوكسينات/الفيورانات عبر آلية اصطناع دي نوفو (*de novo*) في أجهزة جمع الغاز و بدءاً من جسيمات الغبار الدقيقة والفعالة يمثل فقط قرابة 10% من مجموع مركبات الديوكسينات/الفيورانات المتشكلة ، وأن التدبير الرئيسي لمنع تشكّل الديوكسينات/الفيورانات يجب أن يؤخذ في سرير التلييد. وإلى جانب التدابير المتعلقة بالمُدخلات، ويؤدي اضطراب انتشار جبهة اللهب الأمامية (يعني التشغيل في حالة غير مستقرة) إلى انبعاثات مرتفعة من الديوكسينات/الفيورانات (Nordsieck *et al.* 2001). وبالتالي، فإن تشغيل عملية التلييد بشكل ثابت قدر المستطاع وفق شروط سرعة جديدة التلييد وتركيبية السرير وارتفاع السرير واستخدام الاضافات والحفاظ على الجديلة و تعديلات سحب الغازات و المرسيات الإلكتروستاتية بشكل محكم لخفض قدر الامكان كمية الهواء الداخلة في العملية، سيؤدي إلى تشكّل أقل من الديوكسينات/الفيورانات.

في المملكة المتحدة تم تحقيق قيمة وسطية لإنبعاثات الديوكسينات/الفيورانات من معامل التلييد مقدارها 1.0 نانوغرام مكافئ سُمي/م<sup>3</sup> نظامي لما هو مجموعه 41 عينة في أربعة مواقع في المملكة المتحدة. على أية حال، لم يتحقق مثل هذه القيم المنخفضة في معامل أخرى من الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي تعمل على تنفيذ نفس الشروط أو شروط تشغيلية مماثلة جداً. ففي ألمانيا، عادة تم قياس 2-3 نانوغرام مكافئ سُمي/م<sup>3</sup> نظامي I-TEQ/Nm<sup>3</sup>. و تم تسجيل قيماً من أحد المعامل بين 5 و 6 نانوغرام مكافئ سُمي/م<sup>3</sup> نظامي I-TEQ/Nm<sup>3</sup> (BREF 2000c). و قد خلصت دراسة حديثة مسحت 94 منشأة لتلييد فلز الحديد في أوروبا إلى أن محتوى الكلور في مزيج المواد الخام الداخلة إلى التلييد له تأثير هام على انبعاثات الديوكسينات/الفيورانات (PCDD/PCDF) و على ثنائيات الفينيل متعددة لكلور الشبيهة-بالديوكسينات (dioxin-like PCB). كما أكد كاتبني هذه الدراسة الحديثة على أنه في أمريكا الشمالية تستخدم معامل التلييد عادة للمواد المعاد تدويرها و ليس لتصنيع فلزات الحديد. إن هذا الاختلاف في مزيج المواد الأولية الخام يؤدي إلى محتوى أعلى من الكلور في المعامل الموجودة في أمريكا الشمالية. أما في معامل التلييد التقليدية المستخدمة لتحضير فلزات الحديد لتصنيعها في الفرن العالي فيكون محتوى الكلور في مزيج الخام لمواد التلييد عادة دون 250 ملغ/كغ و هي منخفضة كثيراً بالقدر الذي يُمكن تحقيقه نظراً لكون محتوى الكلور في فلز الحديد يتراوح عادة بين 50 إلى 100 ملغ/كغ. و عند هذه التراكيز من الكلور فمن المتوقع أن يكون مجموع التركيز من الديوكسينات/الفيورانات و ثنائيات الفينيل متعددة الكلور (أخذين بعين الاعتبار مُعاملات المكافئ السمي لمنظمة الصحة العالمية WHO-TEFs للـ 29 مماكب) دون 1.5 مكافئ سمي/م<sup>3</sup> النظامي (Fisher *et al.* 2004)

دُكرت ثلاث فئات لمُعاملات الإنبعاث في الجدول 22.

الجدول 22: مُعاملات الإنبعاث من أجل محطات تلييد الحديد الخام

مُعاملات الإنبعاث - ميكروغرام مكافئ سُمي/طن من اللبيدة الناتجة					الصف
هواء	ماء	أرض	مُنتجات	بقايا	
20	ND	ND	NA	0.003	1. تدوير عالي للنفايات بما فيها المواد الملوثة بالزيت
5	ND	ND	NA	0.003	2. استخدام منخفض للنفايات، محطة مراقبة جيداً
0.3	ND	ND	NA	0.003	3. تكنولوجيا عالية ذات انبعاثات منخفضة

يجب استخدام مُعاملات الصف 1 من أجل المعامل التي تكون فيها عمليات التحكم و الضبط محدودة و تستخدم النفايات بشكل كبير بما فيها نفايات زيوت القطع أو الملوثات الكلورية الأخرى. و يجب تطبيق الصف 2 من أجل تلك المحطات التي تظهر ضبط جيد للإحتراق ولديها استخدام مهمل للنفاية وخاصة زيوت القطع. بينما يجب استخدام مُعاملات الإنبعاثات من الصف 3 من أجل تلك المحطات التي تتخذ

تدابير شاملة لضبط الديوكسينات/الفيورانات.

يُمكن أن تعطي محطات التلييد ذات التكنولوجيا المنخفضة جداً انبعاثات أعلى. يجب من أن تخضع المحطات ذات التحكيمات الضعيفة بالإحتراق حيث تكون أنظمة الضبط للتلوث فيها محدودة جداً، إلى الفحص في المستقبل.

### 6.1.2.1. الإطلاق إلى الهواء

عُرِّفت محطات تلييد خام الحديد في بعض البلدان بأنها مصدراً رئيسياً للديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء. يُتوقع أن تكون أعلى الانبعاثات من المحطات التي لم تتخذ أية محاولات شاملة لخفض انبعاثات الديوكسينات/الفيورانات وتستخدم أيضاً في إنتاج الليبدة مواد نفايات كزيوت القطع والغبار الناتج عن المرسبات الإلكتروستاتية ESP. يبلغ مُعاملُ الانبعاث من أجل هذا الصنف قرابة 20 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن تأتي من دراستي جرد باستخدام حجم غاز وقدره 2000 م<sup>3</sup> نظامي (Nm<sup>3</sup>) لكل طن من الليبدة وعند تركيز قدره 10 نانوغرام مكافئ سُمي/طن (HMIP 1995, SCEP 1994). ولا بد من الإشارة هنا أنه في أحد المعامل بألمانيا، جرى قياس معامل انبعاث حوالي 100 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن من الليبدة حيث بلغت الانبعاثات الموافقة من المدخنة حوالي 43 نانوغرام مكافئ سُمي/م<sup>3</sup> (LUA 1997).

أما من أجل المحطات ذات الاستخدام المنخفض للنفاية، فيبلغ مُعاملُ الانبعاث الصنف 2 قرابة 5 ميكروغرام/مكافئ سُمي/طن وفق دراسات من بلجيكا والسويد وهولندا وألمانيا.

ومن أجل المحطات ذات التكنولوجيا العالية، حيث عولجت انبعاثات الديوكسينات/الفيورانات وتحققت التغييرات الأساسية للتكنولوجيا وتشغيل المحطة، فإنه يجب اختيار مُعاملُ انبعاث الصنف 3. يُمكن أن تشمل التحسينات المنفذة، تدابير لخفض تدفقات الغاز وإزالة الغاز بمراحل متعددة مع مُعالجة التدفقات حيث يُمكن تحقيق مُعاملُ انبعاث وقدره 0.3 ميكروغرام/مكافئ سُمي/طن معتمدين على تدفق منخفض للغاز وقدره 1500 م<sup>3</sup> نظامي/طن وتركيز قدره 0.2 نانوغرام مكافئ سُمي/م<sup>3</sup> نظامي (Smit et al. 1999, HMIP 1995).

وُجِدَتْ تراكيز مرتفعة من الديوكسينات/الفيورانات في حالات محددة، ربما هذه التراكيز العالية كانت مرتبطة باستعمال الزيوت الكلورية المستخدمة في القطع (chlorinated cutting oils)، كما ويتطلب ذلك توليد معطيات مقاسة.

وكما يجب الإشارة أيضاً أنه يُمكن أن تضيف عملية النخل الحار والتحطيم 1 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن من الليبدة والانبعاثات الجانبية الهاربة (fugitive emissions) من قاعدة الليبدة حوالي 2 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن من الليبدة وفق معطيات قياس ألمانية (LUA 1997).

### 6.1.2.2. الإطلاق إلى الماء

ربما يحدث الإطلاق إلى الماء إذا جهاز امتصاص الغازات الرطب في العملية مع طرح للمياه العادمة. لا يمكن تطوير مُعاملُ الانبعاث من أجل طريق الإطلاق هذا. يجب تدوين أي اطلاقات سائلة، فكميتها وأية مُعالجة لها تعتبر من العوامل الهامة.

### 3.1.2.6. الإطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع حدوث إطلاق إلى الأرض. يجب لحظ و تدوين أية عمليّات لطمر البقايا في الأرض.

### 4.1.2.6. الإطلاق في المُنتجات

تعد مادة الليبيدة هي المنتج في هذه العملية الذي يدخل إلى الفرن العالي. فأيّ من الديوكسينات/الفيورانات الموجودة في الملبّد سوف تدخل إلى الفرن العالي وعادة ما تتحطم. وبالتالي، لا يمكن تقدير أي إطلاق من خلال المنتج.

### 5.1.2.6. الإطلاق في البقايا

من المتوقع أن تكون الفضلة الأساسية هي على شكل غبار جُمع في أجهزة التحكم بالغبار. يُمكن إعادة تدوير بعض من هذا الغبار في العملية أو ربما إزالته من العملية على هيئة نفاية. تتوفر بيانات من المملكة المتحدة عن كميات الديوكسينات/الفيورانات في الغبار المتجمع في المرسبات الإلكتروستاتية لمعمل تلييد حيث أعطت هذه البيانات مجالاً للتركيز بين 29 إلى 90 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ. ويجري فقط التخلص من كمية صغيرة من هذا الغبار (مثالاً على ذلك في المملكة المتحدة: 700 طن/سنة من إنتاج حوالي 15.1 مليون طن من الليبيدة لتعطي حوالي 0.05 كغ غبار لكل 1 طن من الليبيدة الناتجة). بينما تراوح المجال في البيانات من القياسات الألمانية في عامي 1993 و1994، بين 196 و488 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ ( EC 1999). بلغ مُعاملُ الإنبعاث حوالي 0.003 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن وفق بيانات معمل في المملكة المتحدة (Dyke et al. 1997) ، ويفترض أن هذه القيمة لن تتغير مع نوع العملية و بغياب البيانات الأخرى. ويجب ملاحظة أنه جرى اقتراح حتى 2 كغ غبار لكل طن من الليبيدة (BREF 2000c).

### 2.2.6. إنتاج فحم الكوك (Coke Production)

يُنْتَجُ فحم الكوك من الفحم القاسي أو من الفحم البني بواسطة التفتيم (التسخين تحت الفراغ). يدخل الفحم في "أفران الفحم" في أوعية كبيرة تُعرضُ للتسخين الخارجي إلى حوالي 1000 درجة مئوية تقريباً و بغياب الهواء. يُزال الفحم ويُطفئ بالماء. تنحصر الاستخدامات الرئيسية لفحم الكوك، على الأقل في الدول الصناعية، في صناعة الحديد وال فولاذ.

لم يُدرس إطلاق الديوكسينات/الفيورانات من إنتاج فحم الكوك بشكل مكثف. توفرت مُعاملات الإنبعاث وفقاً لمحطة تستخدم حرقاً بعدي وأجهزة للتحكم بالغبار و معالجة الغازات المتدفقة من العملية. فإذا اختلفت التكنولوجيا خلافاً لهذه، فإنه يُمكن أن تختلف الإنبعاثات تقريباً. يجب لحظ و تدوين الاختلافات في التكنولوجيا.

لا تتوفر المعطيات لتقدير الاطلاقات من إنتاج الفحم من الخشب. يُمكن تنفيذ هذه العملية في العديد من الوحدات الصغيرة و التي تُشكّل مجتمعةً إنتاجاً كبيراً. ولسوء الحظ ، لا تتوفر أية بيانات مقاسة. ومن أجل تقدير أولي للإنبعاثات، يُمكن تطبيق مُعاملات الإنبعاثات المذكورة في هذا القسم من أجل لمعامل بسيطة (الصف 1) . الجدول 23 يعطي صنفين من معاملات الإنبعاث .

## الجدول 23: مُعاملات الإنبعاث من أجل إنتاج فحم الكوك

مُعاملات الإنبعاث					الصف
بقايا	المنتج	أرض	ماء	هواء	
ND	ND	NA	0.06 <sup>1</sup>	3	1. بدون غسيل غاز
ND	ND	NA	0.06 <sup>1</sup>	0.3	2. أجهزة التحكم بتلوث الهواء (APC) مع إزالة الغبار وحرق بعدي

<sup>1</sup> استخدم المُعامل 0.006 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن عندما يكون هناك تطبيق لمُعالجة المياه.

يجب تطبيق الصف 1 للمنشآت حيث يُستخدم جهاز لإزالة الغبار، بينما استخدام الصف 2 من أجل المعامل المزودة بمعدات أفضل.

## 6.2.2.1. الإطلاق إلى الهواء

يُمكن أن تحدث الإنبعاثات إلى الهواء خلال عمليّات شحن وتفريغ الفحم/فحم الكوك وخلال التسخين أيضاً. ونظراً لعدم وجود غاز يتم تحويله إلى مدخنة، فإنه من الصعب قياس مُعاملات الإنبعاث وبالتالي فهي عرضة للإرتياب.

يستخدم مُعامل إنبعاث الصف 1 كتقدير للاطلاقات عندما لا يوجد تنظيف للغاز. بينما يجب استخدام مُعامل إنبعاث الصف 2 من أجل الاطلاقات من معامل تستخدم تكنولوجيا مثل الحراق البعدي (afterburner) ومعدات إزالة الغبار (Bremmer et al. 1994). يبلغ مُعامل الإنبعاث هذا حوالي 0.23 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن من الفحم المعالج.

## 6.2.2.2. الإطلاق إلى الماء

يحدث الإطلاق إلى الماء عندما ترمى المياه العادمة من عملية إطفاء الفحم أو من أجهزة الغسيل الرطبة لإزالة الغاز. أعطي معاملا إنبعاث اثنين: 0.06 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن من أجل المياه غير المعالجة و0.006 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن من أجل المياه المعالجة (بفرض أن تكون فعّالة بنسبة 90%).

## 6.2.2.3. الإطلاق إلى الأرض

لا يتوقع وجود أي اطلاق إلى الأرض.

## 6.2.2.4. الإطلاق في المُنتجات

يتوقع انتقال الديوكسينات/الفيورانات المتواجدة في مُنتج فحم الكوك إلى العمليات الأخرى. لا توجد هناك أية بيانات متوفرة لتقدير الكمية الموجودة.

## 6.2.2.5. الإطلاق في البقايا

يُمكن أن تنشأ البقايا عن الرواسب أو الحمأة من مُعالجة المياه ومن أي مواد صلبة مجمّعة. لم تكن هناك أية بيانات متوفرة حول الديوكسينات/الفيورانات في البقايا.

### 3.2.6. محطات إنتاج الحديد والفولاذ

تعتبر صناعة الحديد والفولاذ من الصناعات مرتفعة اللوازم و تستخدم مواد أولية مثل : الفلزات والحبيبات، والخردة والفحم والجير والحجر الكلسي (وفي بعض الحالات يضاف الزيت الثقيل والبلاستيك) والإضافات و المواد المساعدة ، و هي أيضاً تستهلك طاقة كبيرة. أكثر من نصف المادة المدخلة كمخرجات تُصبح على هيئة غازات عادمة وبقايا أو مُنتجات ثانوية. إن أهم الإنبعاثات ذات الصلة هي تلك الإنبعاثات إلى الهواء مع الإنبعاثات من محطات التلييد لتهمين على الإنبعاثات الكلية من أجل معظم الملوثات (انظر القسم 6.2.1).

ففي هذا الجزء، يجب تغطية كافة العمليات المُستخدمة في صناعة الحديد والفولاذ. تستخدم حالياً أربعة طرائق من أجل إنتاج الفولاذ: الفرن العالي التقليدي وطريق حرق الأكسجين الأساسي والصهر المباشر للخردة (فرن القوس الكهربائي) وصهر ارجاعي وإرجاع مباشر (BREF 2000c). ومن أجل هدف وسيلة الأدوات هذه (Toolkit)، يُمكن تصنيف صناعة الحديد و الفولاذ حسب نوع المواد المدخلة: وفي هذه الطريقة، تستخدم الأفران العالية (BF) فقط من أجل إنتاج حديد الصب الذي يدخل مع خامات الحديد من محطات التلييد أو محطات التحبيب. لا تستخدم الأفران العالية الخردة. تُستخدم الخردة في الأفران القوس الكهربائي (EAF) وأفران الأكسجين الأساسية (BOF) إضافة إلى أفران الصهر حيث يتواجد أفران البوتقات (CF) وأفران التحريض (IF).

يندرج ضمن هذا القسم أيضاً عمليات الطلي الغلفاني بالتغميس الساخن في المعدن المصهور ( hot-dip galvanizing process)، ذلك أن الهدف منها هو حماية الفولاذ من التآكل .

تستخدم بشكل شائع خمسة أنماط من الأفران لصهر المعادن في مسابك صهر الحديد: دست الصهر، و فرن القوس الكهربائي وفرن التحريض وفرن اللهب المنعكس أو الارتدادي وأفران البوتقة. يعتبر النمطان الأخيران أكثر الأنماط شيوعاً في صناعات المعادن غير الحديدية ولهذا فلن تؤخذ بعين الاعتبار في هذا الجزء الذي يعالج صناعة الحديد والفولاذ. تعمل بعض المعامل على تشغيل أكثر من نمط من الأفران (US-EPA 1998b).

سيجري في الفقرات التالية عرض وصف أساسي لأنماط الأفران المختلفة والعمليات:

في الأعمال المتكاملة لصناعة الفولاذ، يعتبر **الفرن العالي (blast furnace, BF)** الوحدة التشغيلية الأساسية حيث يحدث الأرجاع الرئيسي لخامات أكسيد الحديد فيها مؤدية إلى الحديد السائل (المعدن الحار). تَتطلب الأفران العالية الحديثة ذات الأداء المرتفع إجراء تحضيرات فيزيائية وتعدينية للحمولة. و النوعان المستخدمان في تحضير فلز الحديد هما معامل تلييد الحديد و معامل تصنيع كريات الحديد . ينتج عادة الحديد الملبد في معامل الحديد من مزائج مصممة مسبقاً من حبيبات الخام الدقيقة، والبقايا والإضافات. و حتى يومنا هذا، يبقى الفرن العالي أهم عملية من أجل إنتاج الحديد الصب.

تُشحن الخامات الحاوية على نسب مرتفعة من أكاسيد الحديد مع فحم الكوك والمُصنهرات إلى الفرن العالي لإنتاج الحديد المصهور والخبث وغاز الفرن العالي. يحتوي الحديد المصهور (المعدن الحار) على حوالي 4% من الكربون الذي يخفض لأقل من 1% لإنتاج الفولاذ. إن وظيفة الفرن العالي هي خفض أكاسيد الحديد الصلبة إلى الحديد المصهور. إن الفرن العالي هو مرتفع بحد ذاته ومن الأفران ذات النمط القائم مع مدخنة عمودية فوق موقد على شكل بوتقة. إن الفرن العالي هو نظام مغلق تدخل فيه المواد الحاوية على الحديد (خام الحديد والمُلبد و/أو الحبيبات) والإضافات (مكونات الخبث مثل الحجر الكلسي) والوسائط المرجعة (فحم الكوك) و تغذى بشكل مستمر من أعلى مدخل الفرن خلال نظام شحن يمنع غاز الفرن العالي من الهروب. ففي الفرن العالي، يُرجع فلز الحديد إلى الحديد الصب باستخدام تفاعل فحم الكوك الناتج من محطة فرن فحم الكوك (وهذا هو السبب في إدراج أفران فحم الكوك في هذا القطاع من إنتاج

المعادن الحديدية وغير الحديدية) مع الأكسجين كمصدر للطاقة و ينتج غاز أحادي أكسيد الكربون كعامل إرجاع . عندما تشحن مواد التغذية، ينفخ بهواء مضغوط عند الدرجة 900-1350 مئوية (النفث الحار) تماماً فوق الموقد . يجري توفير التيار الهوائي الحار من أجل تشغيل الفرن العالي بواسطة موقد حارة (تدعى أيضاً موقد كوبر "cowpers"). و هذه المواقد هي منشآت مساعدة تستخدم لتسخين الفرن العالي. ومن الضروري توفر ثلاثة إلى أربعة موقد من أجل كل فرن عالي. يجمع من أسفل الفرن الحديد السائل والخبث.

على الرغم من إعادة تدوير الكثير من مياه التبريد، فإنه من الصعوبة وجود أية مياه عادمة مفتوحة، وإن الطريق الرئيسي للإطلاق عبرالمواد الصلبة هو الخبث. يتم تنظيف الغاز العادم عادة في سيكلون من النمط الجاف لإزالة المواد الخشنة أولاً و من ثم في أجهزة غسيل الغاز من نوع Venturi لإزالة الجسيمات الدقيقة.

أما الخبث الناتج عن الفرن العالي فيتم برغلته و تحبيبه أو يحتجز في حُفر مخصصة لتجميع الخبث. يُمكن بيع حبيبات الخبث لشركات تصنيع الاسمنت. كما يُمكن استخدام الخبث (المتجمع في الحُفر) في بناء الطرقات. ينقل الحديد السائل من الفرن العالي (الحديد الصلب) إلى فرن الأكسجين الأساسي حيث يخفض محتوى الكربون (حوالي 4%) إلى أقل من 1% ، و بذلك ينتج الفولاذ. و يتم عادة تطبيق مغرفة إزالة الكبريت من الحديد الخام ومغرفة التعدين بعد الفولاذ ، من أجل إنتاج الفولاذ بالجودة المطلوبة. وعند مغادرة فرن الأكسجين الأساسي، يُصبُّ الفولاذ السائل إما في سبائك أو بواسطة وسائل السكب المستمرة. أما المُنتجات المسكوبة سواءً كانت كتل معدنية أو ألواح أو قضبان أو كتل الحديد المطروقة، فتعالج في آلات الصقل المدرجة وخطوط المنتج الأخيرة من أجل تحضيرها للسوق. تعتمد الكمية النوعية للخبث بشكل رئيسي على المواد الخام المُستخدمة ولكنها تقع ضمن المجال 210-310 كغ/طن من الحديد الخام المنتج.

**فرن الأكسجيني الأساسي (BOF , basic oxygen furnace)** أضحى شائع الاستخدام عندما أصبح في الخمسينيات 1950's الأكسجين ذي الكلفة - الاقتصادية متوفراً على المستوى الصناعي لاستبدال الهواء. يُتبع عادة فرن الأكسجين الأساسي بفرن مغرفة ومحطة تحريك أرغون أو كتلة أخرى من أجل المعالجة الثانوية حيث يحتوي الفولاذ الناجم عن BOF على الكثير من الأكسجين (و الذي يجب طرده بواسطة التحريك بالأرغون) مما يمنع صبه أو سبكه مباشرة (BSE 2002). بالإضافة إلى ذلك، طوّرت تكنولوجيا قذف الماء البارد من أجل ادخال الأكسجين في المحول. استبدلت عملية BOF وفرن القوس الكهربائي EAF عمليّات تصنيع الفولاذ ذات الطاقة الأقل فعالية كعملية توماس وعملية الموقد المفتوح ( Bessemer, Siemens-Martin). ويعود الهدف في صناعة فولاذ الأكسجين إلى حرق (أي أكسدة) الشوائب غير المرغوب بها والموجودة في المواد المعدنية الأولية. وتُعد عملية BOF شبه مستمرة. وتتألف الدورة الكاملة من الأطوار التالية: تَلْقِيم الخردة والحديد الخام المصهور، نفخ الأكسجين، تسجيل الاعتيان ودرجة الحرارة والتفريغ. ففي مصانع الفولاذ الحديثة، ينتج حوالي 300 طن من الفولاذ في دارة 30-40 دقيقة.

**تُستخدم أفران السبك (Foundries)** عادة الخردة كمصدر أساسي للمعدن، وفي بعض الحالات عندما تكون الخردة غير متوفرة يُمكن أن تستخدم قطع الحديد الخام. وغالباً ما تستخدم أملاح الكلور والفلور كمساعدات على الصهر والتي تضاف إلى حمولة الفرن أو إلى المعدن المصهور من أجل التخلص من الشوائب. يعمل BOF عادة بحوالي 20% من الخردة (بينما يُمكن تشغيل أفران القوس الكهربائي بحمولة 100% من معدن الخردة).

**يُستخدم فرن الدَسْت (cupola furnace)** بشكل رئيسي لصهر الحديد الرمادي والمطواع أو الطروق. وهذه العملية هي عملية مستمرة حيث يكسد فحم الكوك ومواد التغذية بالتناوب من خلال فتحة جانبية ويحترق فحم الكوك وينصهر المعدن. يمرر تيار الغازات عادة من خلال حَرَّاق بعدي ومن ثم تعالج

بواسطة غاسل الغاز. تُستخدم أفران الدست ذات الهواء الحار هواء مسخن مسبقاً (500-600 درجة مئوية) بينما أفران الدست ذات الهواء البارد لاتعمل على تسخين الهواء. إن المعطيات المتوفرة عن الديوكسينات/الفيورانات هي من أجل المعامل التي تستخدم الفلاتر النسيجية.

تُستخدم أفران القوس الكهربائية (EAFs) من أجل الصهر المباشر للمواد الحاوية على الحديد كالحردة والحديد الصلب أو الفولاذ. تتميز أفران القوس الكهربائية بأنها لا تتطلب أن تكون المواد الأولية القادمة نظيفة. أما المدخلات الرئيسية لأفران القوس الكهربائية فهي الحردة الحديدية والتي ربما تتألف من الحردة الناتجة من داخل مصانع الفولاذ (عمليات التقطيع)، والقطع الناجمة عن معالِم إنتاج الفولاذ (مصنعي العربات)، وخردة المُستهلك (المُنتجات المنتهية). وكما تزايد أيضاً استخدام الحديد المُرجع المباشر (DRI) كمادة تغذية. في العملية الكهربائية لتصنيع الفولاذ، يتم الحصول على الحرارة بواسطة الكهرباء أو التحريض أو فرن البلازما أو من الأوكسجين في محطات الكفاءة-الطاقية (energy-efficient plants). وكما هو الحال في فرن الأوكسجين الأساسي يتشكل الخبث من الجير وذلك لجمع المكونات غير المرغوب بها في الفولاذ. وربما يؤدي التسخين الأولي للحردة إلى انبعاثات أعلى من المُركبات الهالوجينية العضوية العطرية مثل: ثنائي بنزو-بارا-الديوكسين متعدد الكلورة وثنائي بنزو الفيوران متعدد الكلورة (PCDD/PCDF) وثنائيات الفينيل متعددة الكلورة (PCBs) وإضافة إلى الفحم الهيدروجينية متعددة الحلقات العطرية (PAH) ونواتج أخرى عن الاحتراق الجزئي للحردة، التي تكون ملوثة بالطلاء والبلاستيك والزيوت والشحم أو مُركبات عضوية أخرى. ولقد وجد أعلى من خمسة أضعاف من انبعاثات الديوكسينات/الفيورانات في مثل هذه الحالات (LAI 1997). تتميز أفران القوس الكهربائية عادة بطاقة إنتاج تتراوح بين 60 و80 طن (المجال: 25-400 طن) / كما يتراوح الزمن اللازم من تفرغ إلى آخر بين 35 دقيقة إلى ساعتين. تعمل أفران القوس الكهربائية بالطريقة المتقطعة. فهي تصهر الشحنة في درجة حرارة بين 1,600 مئوية و1,670 مئوية (BSE 2002). تنبعث الملوثات الغازية وربما تنطلق إلى نظام التهوية لسحب الغازات. بالإضافة إلى ذلك، ربما يكون هناك انبعاثات جانبية هاربة (fugitive emissions) والتي يُمكن أن تسهم في جزء كبير من الانبعاثات الإجمالية.

تعمل أفران البرميل الدوّار (Rotary drum furnaces) بطريقة الدفعات المتقطعة (batch process). ويستخدم عادة حرق زيتي لتسخين البرميل و الشحنة التي بداخله. تعالج غازات المدخنة عادة باستخدام المُرسّحات النسيجية.

تُستخدم أفران التحريض (Induction furnaces) لصهر المعادن الحديدية وغير الحديدية. يوجد عدد من أنماط أفران التحريض ولكن كلها تحدث حقلاً مغناطيسياً قوياً بتمرير تيار كهربائي عبر الملفات لتحريض تيارات التسخين في شحنة المعدن. تُتطلب أفران التحريض خردة أنظف مما تتطلبه أفران القوس الكهربائية. يُمكن معالجة غازات المدخنة باستخدام مُرسّحات نسيجية.

وتجدر الإشارة إلى أن غبار الفلاتر و الحماة الناتجة عن صناعة الفولاذ غالباً ما يتم إعادة تدويرها ضمن عملية صناعة الفولاذ أو في معامل التلييد أو ترسل إلى صناعة المعادن غير الحديدية حيث أنها تحوي غالباً معادن غير حديدية قابلة للاسترجاع.

أفران إعادة التسخين. والتي تعد جزءاً من إنتاج الفولاذ والحديد الأولي والثانوي وربما تكون ذات صلة على مستوى وطني لأنها يُمكن أن تسبب أثراً محلياً. في الوقت الحاضر، لا تتوفر معلومات حول انبعاثات الديوكسينات/الفيورانات.

في عمليات الطلي الغلفاني بالتغميس الساخن في المعدن المصهور (hot-dip galvanizing process)، يتم غمس معدن الحديد النظيف و الخالي من الأوكسيد في مصهور الزنك لتشكيل طبقة من الزنك فوق سطح المعدن. و بفعل ذلك، يتحد معدن الزنك إلى سطح الفولاذ/الحديد و بالتالي يحمي السطوح من التآكل (Fabrellas et al. 2003). و الخطوة الحرجة بالنسبة لتشكيل و إطلاق الديوكسينات/الفيورانات في عملية

الطلاء الغلفاني بالغمس في المعدن الحار ، هي أن عملية غمس الفولاذ/الحديد التنظيف في حوض (مغطس) الزنك السائل يتم عند درجة حرارة حوالي 450 درجة مئوية. وقبل عملية الغلفنة ، يتم عادة تنفيذ خطوات تنظيف أو تحضير السطوح. عمليات التنظيف هذه تتخلص من الأوساخ و الشحوم و الصدأ و الترسبات ، إلخ .. من على سطح المعدن . عادة يتم إزالة الشحوم بغمس الفولاذ/الحديد في محلول قلوي أو حمضي ، ثم يتم غسل المعدن و يغمس أخيراً في حمض كلور الماء بدرجة الحرارة المحيطة للتخلص من الترسبات و الصدأ . و بعد الغسيل ، يخضع المعدن إلى مصهور مؤلف من 30% كلور الزنك النشادري بدرجة حرارة حوالي 65 - 80 درجة مئوية . ثم يغمس المعدن التنظيف (فولاذ/حديد) في الزنك المصهور (450 درجة مئوية) ، عادة لمدة 4-5 دقائق . و تتضمن إجراءات مابعد الغلفنة ، عملية الإسقاء أو الإطفاء (quenching) في الماء أو بواسطة هواء التبريد.

إن تشكل الديوكسينات/الفيورانات خلال عملية الغلفنة بالغمس في المعدن الحار يُمكن شرحها بالتوصيفات التالية : تعمل الأوساخ و الشحوم و المواد اللاصقة على توفير مصدراً للكربون ، و تعمل الجسيمات و المعادن أو أملاحها على لعب دور الحفازات ، و تدخل الكميات الإضافية من الكلور إلى العملية من استخدام العوامل المساعدة على الصهر (Cl<sub>2</sub>Zn-CINH<sub>4</sub>) ، كما أن درجة الحرارة حوالي 450 درجة مئوية هي النافذة الحرارية لتشكل الديوكسينات/الفيورانات (Fabrellas et al. 2003). في جرد الانبعاثات الأوروبية في عام 1997 (LUA 1997) ، تم التحديد الكمي للانبعاثات من عملية الغلفنة بالغمس الحار في الجرودات الوطنية لألمانيا و سويسرا و لاحقاً لجرد الانبعاثات من الدنمرك (Hansen 2001) .

وجد في الدراسة الإيطالية (ENEA/AIB//MATT 2003) معاملات إنبعاث أكثر قليلاً إلى الهواء و في البقايا ، لكنها كانت بنفس الشدة أو المرتبة ، على سبيل المثال ، كان معامل الإنبعاث إلى الهواء (EF<sub>air</sub>) مساوياً إلى 4.8 غرام مكافئ سمي/طن من الفولاذ السائل بالنسبة للصنف 2 (بدلاً من 3 غرام مكافئ سمي/طن من الفولاذ السائل) و كان معامل الانبعاث يساوي إلى 0.26 غرام مكافئ سمي/طن من الفولاذ السائل (بدلاً من 0.1 غرام مكافئ سمي/طن من الفولاذ السائل) بالنسبة للصنف 3. أما معاملات الانبعاث في البقايا (EF<sub>Sresidue</sub>) فكانت 24 غرام مكافئ سمي/طن من الفولاذ السائل و 4.1 غرام مكافئ سمي/طن من الفولاذ السائل بالنسبة للصنف 2 و الصنف 3 ، على التوالي (بدلاً من 15 و 1.5 غرام مكافئ سمي/طن من الفولاذ السائل كما هو مبين في الجدول 24) .

الأصناف التالية من معاملات الإنبعاثات تم تطويرها كما هو مبين في الجدول 24 .

الجدول 24: معاملات الإنبعاث من أجل صناعة الفولاذ ومسبك الحديد

معاملات الإنبعاث ميكروغرام مكافئ سمي/طن من الفولاذ السائل					الصنف
هواء	ماء	أرض	منتج	بقايا	
<b>صناعة الفولاذ والحديد</b>					
10	ND	NA	NA	15	1. خردة قذرة (زيوت القطع، تلوث عام)، تسخين أولي للخردة، تحكم محدود
3	ND	NA	NA	15	2. خردة نظيفة/حديد خام ، حراق بعدي ومرشحات نسيجية
0.1	ND	NA	NA	1.5	3. خردة نظيفة / حديد خام ، تصميم أفران القوس الكهربائية ( EAF ) من أجل إنبعاث منخفض من الديوكسينات/الفيورانات ، أفران الأكسجين الأساسية (BOF)
0.01	ND	ND	ND	ND	4. الأفران العالية مع نظام التحكم بتلوث الهواء (APC)

مسابك الحديد					
ND	NA	NA	NA	10	1. فرن الدست ذو الهواء البارد أو البرميل الدوار مع عدم وجود أي تنظيف للغاز
0.2	NA	NA	NA	3.4	2. برميل دوار - مرشح نسيجي
8	NA	NA	NA	1	3. فرن الدست ذو الهواء البارد - مرشح نسيجي
0.5	NA	NA	NA	0.03	4. فرن الدست ذو الهواء الحار أو فرن تحريض - مرشح نسيجي (مسابك)
مُعَامِلَاتِ الإِنْبِعَاثِ مِيكْرُوغْرَامِ مُكَافِئِ سُمِّي/ طن من الحديد/الفلوآذ المغلفن					معامل الغلغنة بالغمس في المعدن الحار
ND	NA	NA	NA	0.06	1. المُنْشآت غير المزودة بأنظمة التحكم بتلوث الهواء
2,000	NA	NA	NA	0.05	2. المُنْشآت بدون مرحلة نزع الشحوم ، يوجد نظام جيد للتحكم بتلوث الهواء
1,000	NA	NA	NA	0.02	3. مُنْشآت مع مرحلة نزع الشحوم و يوجد نظام جيد للتحكم بتلوث الهواء (مرشحات نسيجية)

### 6.2.3.1. الإِطْلَاقُ إِلَى الْهَوَاءِ

تنطلق الديوكسينات/الفيورانات مع الغازات الناتجة عن الأفران . وأنه من الصعب التقاط كافة الغازات من العملية حيث يتواجد جزء كبير من الغاز ومركبات الديوكسين والفيوران في الإنبعاثات الهاربة المنفلتة ( fugitive emissions ) أكثر منها في غازات المدخنة. ويبدو أن الإنبعاثات تزداد بشكل كبير باستخدام خردة مختلطة ذات جودة سيئة وعلى وجه الخصوص لدى استخدام بقايا أعمال الحديد بما فيها زيوت القطع كمواد تغذية. ويمكن أن تؤدي أيضاً عملية التسخين الأولية للخردة ، بهدف تحسين كفاءة الطاقة ، إلى انبعاثات أكثر فلقد قيست تراكيز حتى 9.2 نانو غرام مكافئ سُمِّي/م<sup>3</sup> نظامي ( Germany, LAI 1997). وفي أوروبا، أعطت قياس الديوكسينات/الفيورانات مُعَامِلَاتِ إِنْْبِعَاثِ تْرَاوَحَتْ بَيْنَ 0.07 - 9 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/ طن من الفلوآذ السائل؛ وفقاً لبيانات أوروبية ، استخدم معامل تحويل وقدره 940 كغ من الحديد الصب/طن فولاذ سائل.

تراوحت حجوم غاز المدخنة من الموآد الحارة بين 100,000 و 600,000 م<sup>3</sup> نظامي/ ساعة لكل فرن عالي. كما تم تحديد مُعَامِلَاتِ الإِنْْبِعَاثِ مِنْ قِيَّاسَاتِ أُجْرِيَتْ فِي أَرْبَعِ دَوْلٍ لِلاتِّحَادِ الأوروبي فتراوحت بين 0.001 < إلى 0.004 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن من الفلوآذ السائل . ومن أجل وسيلة الأدوات، يجب استخدام مُعَامِلِ إِنْْبِعَاثِ الصَّنْفِ 4 مِنْ أَجْلِ الأفران العالية المزودة بأنظمة جيدة للتحكم بتلوث الهواء (APC).

في أفران الأكسجين الأساسية (BOFs)، وخلال نفخ الأكسجين، ينطلق غاز التحويل الذي يحتوي كميات قليلة من الديوكسينات/الفيورانات. تتميز بشكل عام معامِلُ صِنْعِ الفلوآذ بطريقتي فرن الأكسجين الأساسي في أوروبا بمعاملات إنبعاث منخفضة ، ولكنها أعلى بقليل من الأفران العالية (مع نهاية عليا وقدرها 0.66 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن من الفلوآذ السائل وفق مُعْطِيَّاتِ مِقَاسَةٍ).

و من أجل أفران القوس الكهربائية ، ترتبط معظم بيانات الإنبعاث المُقَاسَةِ بِمَعَامِلِ تُسْتَعْمَدُ خَرْدَةً نَظِيْفَةً نسبياً وحديد خام ومزودة بحراقات بعدية ومرشحات نسيجية من أجل تنظيف الغاز. أعطت مُعَامِلَاتِ الإِنْْبِعَاثِ المُشْتَقَّةِ مِنْ مَعَامِلِ فِي السُوَيْدِ وَأَلْمَانِيَا وَالدَانِمَارِكِ، مُعَامِلَاتِ إِنْْبِعَاثِ تْرَاوَحَتْ بَيْنَ 0.07 و 9 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/ طن فولاذ سائل. ومن أجل وسيلة الأدوات، يطبق مُعَامِلِ إِنْْبِعَاثِ وَقْدَرِهِ 3 ميكروغرام/طن فولاذ سائل (Bremmer et al. 1994, SCEP 1994, Charles Napier 1998).

وُجِدَ أَنْ الإِنْْبِعَاثَاتِ مِنْ مَعَامِلِ أفران القوس الكهربائية التي تستخدم الخردة القذرة الحاوية على زيوت القطع (cutting oils) أو المواد البلاستيكية إضافة إلى المعامل التي تمارس التسخين الأولي للخردة وذات تحكم ضعيف نسبياً كانت تراكيز الديوكسينات/الفيورانات مرتفعة في غازات المدخنة كما وجد في ألمانيا

(SCEP 1994). في مثل هذه الحالات، يستخدم مُعامِلُ إنبعاث وقدره 10 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من الفولاذ السائل (المعامل السيئة أو الرديئة يُمكن أن ينبعث عنها أكثر من ذلك).

و عندما توضع ضوابط دقيقة على الخردة المُستخدمة (إستبعاد زيوت القطع والخردة الملوثة جداً) وتنظيف الغاز المنطلقة بشكل فعّال مع استعمال احتراق ثانوي ومرشحات نسيجية (أحياناً سوية مع تيريد سريع بالماء) ، يُمكن تحقيق إنبعاث أقل من 0.1 نانو غرام مُكافئ سُمِّي/م<sup>3</sup>. من أجل هذه المعامل، يجب استخدام مُعامِلُ إنبعاث وقدره 0.1 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن (الصف 3). هذا ، ولقد قيست نفس التراكيز المنخفضة في غازات المدخنة من أفران الأكسجين الأساسية ، وكمثال على ذلك تركيز وسطي وقدره 0.028 نانو غرام مُكافئ سُمِّي دولي/م<sup>3</sup> نظامي (LAI 1997)، يجب تطبيق مُعاملات إنبعاث الصف 3 لمثل هذه المعامل.

ومن أجل المسابك (foundries)، لا توجد هناك أية بيانات متوفرة: أظهرت الاختبارات في ألمانيا (SCEP 1994) بأن أفران الدست بالهواء الحار (hot air cupolas) وأفران التحريض (induction furnaces) المزودة بمرشحات نسيجية لها انبعاثات منخفضة إلى الهواء ، ولهذا يجب استخدام مُعامِلُ إنبعاث وقدره 0.03 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من المنتج.

أظهرت أفران الدست بالهواء البارد (Cold air cupolas) انبعاثات أعلى واستخدم مُعامِلُ إنبعاث وقدره 1 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من أجل معامل زودت بمرشحات نسيجية.

أظهرت اختبارات محدودة على أفران البرميل الدوّار (rotary drum furnaces) مستويات أعلى مرة أخرى ، ويطبق مُعامِلُ وقدره 4.3 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن للمحطات المزودة بمرشحات نسيجية لتنظيف غاز المدخنة.

وحيثما تستخدم أفران الدست ذات الهواء البارد أو أفران البرميل الدوّار والتي لا تحوي مُرْسّحات نسيجية أو ما يكافئها من أجل تنظيف الغاز، فإنه يجب استخدام مُعامِلُ إنبعاث وقدره 10 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن.

إذ وُجِدَتْ خردة سيئة الجودة (مرتفعة التلوث) أو أفران ذات تحكم رديء مع تنظيف الغاز بطريقة تختلف عن المرشحات النسيجية الفعّالة فلا بد من تسجيل ذلك.

و من أجل معامل الغلفنة بالتغميس-الساخن (hot-dip galvanizing plants)، و كما هو الحال بالنسبة لأية منشأة حرارية أخرى، فإن وجود أو غياب أجهزة تنظيف الغازات ، سيكون عاملاً محدداً لشدة إنبعاثات الديوكسينات/الفيورانات. بعض المعامل ليس فيها أجهزة لتنظيف الغازات ، و البعض الآخر لديها مرشحات نسيجية . و من ألمانيا و من دون أية توصيفات أخرى ، فقد تراوحت قيم التراكيز المقاسة من الديوكسينات/الفيورانات بين 0.007 و 0.132 نانوغرام مكافئ سمية دولي/م<sup>3</sup> النظامي في غازات المدخنة من أربع مُنشآت (LUA 1997) ؛ و قد كان المتوسط لهذه القيم 0.016 نانوغرام مكافئ سمية دولي/م<sup>3</sup> النظامي. أما في الجرد الدنمركي ، و من أجل تقدير الإنبعاثات الوطنية ، فقد استُخدمت المُعطيات الألمانية و حجم الغاز المنطلق من المدخنة 33,000 م<sup>3</sup> نظامي لكل طن من الحديد/الفولاذ المغلفن.

الدراسة الإسبانية (Fabrellas et al. 2003) تُحرّت عن الانبعاثات في معامل الغلفنة بالتغميس-الساخن و المجهزة بمرشحات نسيجية . و تراوحت التراكيز بين 0.003 - 0.014 نانوغرام مكافئ سمية دولي/م<sup>3</sup> النظامي ، والتي هي أقل بكثير من تلك التي سجلت في ألمانيا (LUA 1997) . و المعطيات تحول إلى معاملات إنبعاث كما هو مبين في الجدول 24 . بالرغم من ذلك ، فإن معامل الإنبعاث إلى الهواء الذي سجل في هاتين الدراستين كانا متشابهان كثيراً : الدراسة الإسبانية = 41 - 61 نانوغرام مكافئ سمية

دولي/طن من الفولاذ المغلفن و 7 - 27 نانوغرام مكافئ سمية دولي/طن من الفولاذ المغلفن ، على التوالي لمعامل بدون وجود أو بوجود مرحلة نزع الشحوم ؛ بينما نتج عن الدراسة الألمانية معامل انبعاث إلى الهواء قدره 61 نانوغرام مكافئ سمية دولي/طن من الفولاذ المغلفن.

### 2.6.2.3. الإطلاق إلى الماء

يُمكن أن يحدث الإطلاق إلى الماء عندما تستخدم غازات الرطوبة أو أنظمة إسقاء المعدن (quenches). لا توجد أية بيانات متوفرة لتزويد مُعامل انبعاث لهذا القطاع . عندما يتم إطلاق للمياه العادمة فيجب لحظ ذلك و تدوينه و تسجيل المعلومات.

### 2.6.3.3. الإطلاق في الأرض

لا يتوقع وجود إطلاق إلى الأرض.

### 2.6.3.4. الإطلاق في المُنتجات

لا يتوقع وجود إطلاق هام مع الفولاذ المنتج من هذه العملية، لأنه قد تعرّضَ إلى درجات حرارة مرتفعة و على الأرجح أن تكون الديوكسينات/الفيورانات قد تم طردها أو تحطمت.

### 2.6.3.5. الإطلاق في البقايا

من البقايا الرئيسية والهامة هو الخبث والغبار الناتج عن أنظمة معالجة غازات المدخنة . يُمكن أن تحوي توضعات أو ترسبات أخرى من الغبار الناتج عن الانبعاثات المنفلتة أو الهاربة (fugitive emissions) على مركبات الديوكسين والفيوران.

يتولد عن الأفران العالية (blast furnaces) ما يقارب 9-15 كغ من الغبار والحماة لكل طن من الفولاذ السائل و تُنتج هذه الكميات فقط عن نظام تنقية الغاز، بينما ينتج 280 كغ من الخبث لكل طن واحد من الفولاذ السائل.

وفي صناعة الفولاذ بفرن الأكسجين الأساسي (BOF)، ينتج حوالي 12-27 كغ من الغبار والخبث لكل طن واحد من الفولاذ السائل من معالجة غاز فرن الأكسجين الأساسي. أما كمية خبث المحول فبلغت 99 كغ لكل طن واحد من الفولاذ السائل. يُنتج عن أفران القوس الكهربائية كميات أكبر من الخبث وكمثال على ذلك إنتاج 129 كغ/طن فولاذ سائل من أجل الفولاذ الكربوني و 161 كغ/طن فولاذ سائل من أجل الخلائط عالية الجودة والحديد غير القابل للصدأ (الستانلس ستيل).

يُمكن إعطاء وسطي مُعامل انبعاث للديوكسينات/الفيورانات فقط في البقايا الناتجة عن أفران القوس الكهربائية: فمن عمليّات تنظيف الغاز (فلاتر نسيجية)، يبلغ مُعامل انبعاث 15 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن وفق وسطي لمعطيات من المملكة المتحدة (Dyke et al. 1997). يفترض هذا المعامل وجود أجهزة مماثلة لتنظيف غازات المدخنة، ولكن يُمكن أن يكون الإطلاق مختلفاً مع أنظمة أخرى. يستخدم هذا المُعامل من أجل المعامل العادية و تلك التي يكون فيها التحكم سيء. بنما يستخدم مُعامل انبعاث أخفض وقدره 0.15 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن من أجل المحطات الأفضل (Bremmer et al. 1994). يجب لحظ و تسجيل مصير أو استخدام البقايا (يُمكن أن تدخل الديوكسينات/الفيورانات في عمليّات أخرى إذا

استخدمت هذه البقايا كمواد أولية في عمليّات إعادة التدوير).

ينبعث عن المسابك (foundries) وأفران الدست (cupolas) وأفران القوس الكهربائية (EAFs) جسيمات الغبار التي تحوي على الأرجح على الديوكسينات/الفيورانات. بينما ينبعث عن أفران التحريض (Induction furnaces) جسيمات غبار أقل بكثير. أشارت المعطيات من ألمانيا (SCED 1994) إلى معاملات الإنبعاث المبينة في الجدول 24. يُمكن أن يتولد الخبث وكميات كبيرة من الرمل المتولد عن تقنيات الصب/السبك في قوالب رملية، و هذه البقايا قد يعاد استخدامها في المنشأة أو إرسالها من أجل الاستخدام كمواد بناء (USEPA 1998 b).

لقد تم قياس الديوكسينات/الفيورانات في الرماد المتطاير الناتج عن معامل الغلفنة بالتغميس-الساخن (hot-dip galvanizing plants) و كانت التراكيز 2.15 - 9.6 نانوغرام مكافئ سمية دولي/كغ من الرماد، وكانت قيمة المتوسط الهندسي 3.9 نانوغرام مكافئ سمية دولي/كغ من الرماد (المعطيات الألمانية في المرجع LUA 1997)؛ أما الدراسة الإسبانية فقد اشتمت معاملات إنبعاث ضمن المجال 487 - 8,075 ميكروغرام مكافئ سمية دولي/طن من الفولاذ المغلفن و ذلك للمعامل من دون مرحلة نزع الشحوم و 127 - 1,804 ميكروغرام مكافئ سمية دولي/طن من الفولاذ المغلفن و ذلك للمعامل المزودة بمرحلة نزع الشحوم (Fabrellas et al. 2003).

#### 6.2.4. إنتاج النحاس (Copper Production)

يتلقى إنتاج النحاس حراريا و إطلاقا الديوكسينات/الفيورانات من هذا المصدر اهتماما خاصا حيث يعتبر النحاس (Cu) أكثر المعادن فعالية لتحفيز تشكّل الديوكسينات/الفيورانات.

عند تحليل قطاع إنتاج النحاس من أجل إطلاقا الديوكسينات/الفيورانات، فمن الضروري التفريق بين الإنتاج الأولي والثانوي.

#### النحاس الأولي (Primary copper)

يُمكن إنتاج النحاس الأولي بتقنيتين مختلفتين وفقا لنوع الفلزات المعالجة والتي هي إما على هيئة أكاسيد أو سلفيدات وربما يُمكن ان ينتج من المركّزات الأولية والمواد الأخرى، إما بطرائق التعدين الحرارية أو بطرائق التعدين المائية (BREF 2001a, CONAMA 2003).

تطبق طرائق التعدين المائية في معالجة الفلزات المؤكسدة (أي: الرشاحة أو العصارة؛ الاستخلاص بالمذيبات، الاستخلاص بطرائق الكتروليتية). تجرى كافة هذه العمليات بدرجات حرارة أقل من 50 درجة مئوية، و بالتالي ليس من المتوقع أن يحدث تشكّل لمركبات الديوكسين والفيوران.

عادة، تعالج الفلزات السلفيدية بطريقة التعدين الحراري. تعالج أولاً الفلزات السلفيدية في محطة التركيز التي تعمل عند درجة حرارة الغرفة، ثم تُعالج المركّزات حراريا في مصاهر النحاس الأولي. تتألف المركّزات التي ستصهر بشكل رئيسي من: سلفيدات الحديد والنحاس و هي تكون ذات محتوى منخفض الكلور (أجزاء في المليون). أما المراحل المتضمنة في العمل: فهي التحميص والصهر والتحويل والتنقية والتنقية الكهربائية. تجري عملية الصهر في جو مؤكسد بدرجات حرارة تتراوح بين 1,200 و 1,300 درجة مئوية.

يوجد قيد الاستخدام عمليتان أساسيتان للصهر: **الصهر في الأحواض**، حيث تُستخدم عملية الصهر إغناء الأكسجين لإنتاج (تقريبا) عملية حرارية آلية، و **الصهر بالومضة**، الذي يحدث بدرجة أقل من إغناء

## الأوكسجين.

تشمل أفران الصهر في الأحواض: فرن اللهب العاكس، الفرن الكهربائي، مصاهر SIA ، و أفران : Noranda Mitsubishi, Teniente, Bayin, Vanyucov. و تعتمد جميع هذه العمليات على عمليات التحميص والصهر التي تجري في حوض للمعدن المنصهر مع الخبث ومن ثم القيام بفصل مزيج المعادن والتفريغ بواسطة طرائق متعددة.

تجرى عملية الصهر بالومضة إما في مصاهر المعادن من نوع Inco أو Outokumpu أو في فرن سيكلوني (Contop). يعتمد الصهر بالومضة على التحميص والصهر لمركز جاف على هيئة دقائق و جسيمات محمولة في الهواء.

يستخدم نوعان من عمليات التحويل: عملية الحوض التقليدية (الأكثر شيوعاً، محول Pierce-Smith، ومحول Hoboken، وعملية التحويل المستمرة (مثال ذلك، فرن الومضة Kenecott/Outokumpu، ومحول Mitsubishi, Noranda). استخدم في الماضي محولات نفث مرتفع دوارة من أجل تحويل دفعات من مواد النحاس الأولي لتنظيف النحاس ولكن لم تعد هذه العمليات شائعة كثيراً منذ فترة طويلة.

تشمل مراحل التنقية المطبقة للمعدن الخام (يسمى أيضا النحاس المنفط blister copper)، بعد مرحلة التحويل، إضافة الهواء ومن ثم المادة المرجعة لإرجاع أي أوكسجين موجود. تستخدم عادة التنقية بالنار والتنقية الكهربائية.

## النحاس الثانوي (Secondary copper)

يُنتج النحاس الثانوي بواسطة عمليات التعدين الحراري ويجري الحصول عليه من الخردة والبقايا الحاوية على النحاس كالخبث والرماد. وبما أنه يمكن إعادة تدوير النحاس دون خسارة جودته، فإن قطاع إنتاج النحاس الثانوي قطاع هام. تتضمن الوثيقة المرجعية عن "أفضل التقنيات المتاحة (BAT) الصادرة عن الاتحاد الأوروبي (BREF) حول إنتاج المعادن غير الحديدية (BREF 2001)" نظرة عامة عن المواد الخام الثانوية من أجل إنتاج النحاس. وبما أن المواد الثانوية يمكن أن تحوي مواد عضوية، فإنه يُطبق طرائق إزالة الزيت ونزع الطلاء من هذه المواد، من أجل خفض تشكّل الديوكسينات/الفيورانات في المراحل اللاحقة من إنتاج النحاس الثانوي. و المراحل المستخدمة في إنتاج النحاس الثانوي هي مماثلة بشكل عام لتلك المراحل المستخدمة في إنتاج النحاس الأولي ولكن المواد الخام عادة ما تكون مؤكسدة أو ممدنة وبالتالي، تُستخدم عملية صهر المواد الخام الثانوية شروطاً مُرجعة.

عادة يتم دمج مصاهر النحاس الأولية مع منشآت الصهر الثانوية أو مع منشآت إنتاج الرصاص أو غبار أوكسيد الزنك من مركبات مختلطة .. إلخ .. (BREF 2001).

يُنتج النحاس النقي من النحاس الأولي أو الثانوي في معامل تنقية النحاس (copper refineries)، و أما المنتج من معامل التنقية هذه فهو مهبط النحاس (copper cathode). و كاثود النحاس الناتج يتم صهره ويُصنع كخلاط ويُعالج لإنتاج القضبان و المقاطع والأسلاك والألواح والأشرطة والأنابيب. يُمكن دمج هذه المرحلة مع التنقية ولكنها عادة ما تجري في موقع آخر.

تستخدم الأفران من أجل غايات متنوعة في هذه الصناعة، مثل التحميص أو تكليس المواد الخام وصهر وتنقية المعادن أو من أجل صهر الخامات والمركبات. تعتمد الأفران شائعة الاستخدام في إنتاج النحاس على المادة الخام ومرحل العملية (BREF 2001a)، وهي تشمل على:

أفران من أجل التحميص والتكليس: الأفران الدوّارة (Rotary kilns).

أفران من أجل الصهر: فرن الصهر الوميضي للنحاس، أفران الصهر في الأحواض ، أفران اللهب المنعكس [(أ). من أجل الصهر أو التكليل أو التركيز، (ب). من أجل الصهر أو التنقية]، الأفران العالية والأفران الكهربائية وأفران الصهر السيكلونية.

المحولات ( لتحويل أكسيد النحاس إلى نحاس ) : الأفران الدوارة أو المحولات.

أفران الصهر والتنقية: أفران التحريض والأفران العمودية والأفران الدوارة.

تحتوي المعامل الحديثة على تجهيزات لتنظيف الغاز باستخدام أجهزة الامتصاص الرطبة والمرسبات الإلكتروستاتيكية الرطبة لتنظيف الغازات الناتجة عن العملية و التي تخضع إلى استرداد الكبريت منها في معمل لإنتاج حمض الكبريت (BREF 2001a).

حتى الآن، يتوفر بعض المعطيات حول إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات من معامِلُ النحاس. إن معظم المعلومات هي من معامِلُ النحاس الثانوية حيث وُجِدَتْ انبعاثات مرتفعة من الديوكسينات/الفيورانات بين الفينة والأخرى في غازات المدخنة.

عند تجميع وسيلة الأدوات هذه ، لم يتم تقديم و لم يوجد في أي مكان آخر ، معطيات مقاسة عن انبعاثات الديوكسينات/الفيورانات أو عن إطلاقاتها من معامِلُ صهر النحاس الأولية . في بعض البلدان مثل تشيلي ، ضمن بلدان أخرى ، تُستخدَم مصاهر النحاس الأولي فقط الفلزات و الركازات (concentrates) و لاتعمل على خلطها مع المواد الثانوية. أما في بلدان أخرى مثل ألمانيا ، و السويد ، و كندا ، و ضمن بلدان أخرى، فتستقبل مصاهر النحاس الأولي مواد تغذية تتضمن خردة و مواد أخرى مُعاد تدويرها و التي تُدخل ضمن مصاهر النحاس "الأولي" و بمعدل يتراوح بين 15 % و 40 % (COCHILCO 2004) . إن الإطلاقات الناتجة عن مصاهر النحاس الأولي ، التي تستعمل مواد ثانوية مُعاد تدويرها مثل خردة النحاس أو بقايا أخرى ، يُمكن تقديرها بتطبيق معامِلُ الانبعاث للصف 6 (الجدول 25) .

و من أجل مصاهر النحاس الأولي النقي كما هو موجود ، ضمن بلدان أخرى، في مسابك النحاس في تشيلي فإن احتمالية تشكيل الديوكسينات/الفيورانات خلال إنتاج النحاس الأولي يبدو أنها ضئيلة جداً أو غير موجودة . إن مسابك النحاس الأولية هذه تستعمل مواد خام نظيفة و تستخدم إما عملية الصهر الأساسية (بأفران مثل : Teniente أو Noranda) أو عملية الصهر الوميضي (مثل فرن : Outokumpu). يتم تحويل النحاس الأبيض أو الركازات الناتجة عن الأفران إلى النحاس المنفط في جو غني بالأوكسجين و باستخدام حمول بيير-سميث (Peirce-Smith Converter) . تكون درجات الحرارة النموذجية في عمليات الصهر أعلى بكثير من درجات الحرارة المسجلة لتشكيل الديوكسينات/الفيورانات : ففي فرن Teniente تكون درجة حرارة الغازات 1260 درجة مئوية في جو غني بثاني أكسيد الكبريت (حوالي 25%) ، و تكون درجة حرارة النحاس الأبيض 1240 درجة مئوية ، و درجة حرارة الخبث السائل 1240 درجة مئوية . و في فرن Outokumpu للصهر الوميضي تكون درجة الحرارة حوالي 1260 درجة مئوية و تخرج الغازات عند درجة حرارة بين 1300 - 1350 درجة مئوية . إن تنقية النحاس المنفط (copper blister) - من أجل التخلص من الكبريت و الأوكسجين - يتم في أفران دوارة و بدرج حرارة تشغيل حوالي 1200 درجة مئوية . و الخبث الناتج مايزال يمتلك على محتوى عالي من النحاس (4 - 10 %) و يتم معالجته في فرن Teniente ، أو في أفران القوس الكهربائي ، أو في محطات تعويم الخبث بدرج حرارة أعلى من 1200 درجة مئوية . أما تنقية الغازات الناتجة عن أفران الصهر و المحولات ، فتجري بالتبريد السريع (rapid quench) لهذه الغازات متبوعة بالمرسبات الإلكتروستاتيكية و أبراج الغسيل و أبراج الإمتصاص الرطبة . و تُطبق معامِلُ حمض الكبريت ( H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ) (plants) المحولات الحفازية (COCHILCO 2004).

و من أجل انسجام وسيلة الأدوات هذه مع مسودة المبادئ التوجيهية لأفضل التقنيات المتاحة (BAT) و

أفضل الممارسات البيئية (BEP) لاتفاقية استوكهولم (SC BAT/BEP 2004) حيث أعطيت اعتبارات أفضل التقنيات المتاحة لمصاهر المعادن الأساسية الأولية ، لذلك تم تزويد الصنف 6 في هذه الطبعة من وسيلة الأدوات . على أية حال ، في غياب معطيات مقاسة لن يكون هناك قيمة افتراضية لمعامل الإنبعاث.

الجدول 25: مُعاملات الإنبعاث من أجل صناعة النحاس

مُعاملات الإنبعاث ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن نحاس					التصنيف
هواء	ماء	أرض	مُنْتَج	بقايا	
800	ND	NA	NA	630	1. نحاس ثانوي – تقنية أساسية
50	ND	NA	NA	630	2. نحاس ثانوي – مضبوطة جيداً
5	ND	NA	NA	300	3. نحاس ثانوي – مثالية من أجل ضبط إنبعاثات الديوكسينات/الفيورانات
0.03	ND	NA	NA	ND	4. صهر وصب النحاس وخلائطه
0.01	ND	WN	NA	ND	5. نحاس أولي بما في ذلك المراحل الحرارية
ND	ND	NA	NA	NA	6. مصاهر نحاس أولي نقي من دون استخدام مواد ثانوية

#### 1.4.2.6. الإطلاق إلى الهواء

يبدو أن الإنبعاثات إلى الهواء من عمليات إنتاج النحاس تتغير بشكل كبير اعتماداً على تقانة العملية وطبيعة المواد المعالجة ونظام تنظيف الغاز المُستخدَم. يُقرن ظهور الديوكسينات/الفيورانات بشكل أساسي بإنتاج النحاس الثانوي.

إن المعلومات التالية هي من منشآت إنتاج النحاس الثانوي. أعطت دراسة في الولايات المتحدة على منشأة إنتاج النحاس باستخدام الفرن العالي مزودة بحراقات بعدية ومرشحات نسيجية، مُعاملُ إنبعاث وقدره 779 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن من الخردة.

أعطت الدراسات في ألمانيا على عدة منشآت، تراكيز إنبعاث تراوحت في مجال واسع تقع بين 0.032 و30 نانو غرام مُكافئ سُمي/م<sup>3</sup> نظامي (LUA 1997).

أعطت منشآت من أجل صهر وسبك النحاس وخلائطه (مثلاً النحاس الأصفر -Brass) انبعاثات بين 0.003 و1.22 نانو غرام مُكافئ سُمي/م<sup>3</sup> نظامي مع وسطي هندسي وقدره 0.11 نانو غرام مُكافئ سُمي/م<sup>3</sup> نظامي (بيانات ألمانية، LUA 1997). ودُكر في مجلد تجميع المنشآت الأوروبية و الذي أعد من قِبَل مكتب IPPC انبعاثات دون 0.1 نانو غرام مُكافئ سُمي/م<sup>3</sup> نظامي (BREF 2001a) . من هذه البيانات، انشُتق مُعاملُ إنبعاث وقدره 0.03 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن من النحاس أو خلائط النحاس. لا تسمح هذه المعطيات من أجل أي تمييز آخر وفقاً للتقانة أو الأداء.

أما في الغازات المعالجة الناتجة عن معامل حمض الكبريت، فلقد جرى قياس انبعاثات تراوحت بين 0.01 و0.001 نانو غرام مُكافئ سُمي/م<sup>3</sup> نظامي (BREF 2001a). وأعطت المصادر نفسها – بدون توصيفات أخرى – أن العمليات في ورشات الصهر من أجل إنتاج الجزئيات (الصناعات المزيلّة كقطع سكب الخلائط، الرقائق والشرائط والألواح) أعطت مُعاملات إنبعاث من أجل الأفران الكهربائية أقل من 5 ميكروغرام ومن أجل الأفران العمودية و الأفران الدوّارة أقل من 10 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن، على الترتيب.

ويتعرض الصنف 1 إلى الصنف 3 لمُعاملات الإنبعاث من صناعة النحاس الثانوي. ويجب تطبيق

الصف 1 على المعالجات الحرارية للمواد المختلطة حيث تزود الأفران بمرشحات نسيجية بسيطة أو تنظيف الغاز بفعالية قليلة. ويستخدم مُعاملُ الإنبعاث من الصف 2 عندما تنفذ المعالجة الحرارية لمواد النحاس الخردة في أفران ذات تحكم جيد ومزودة بحراقات بعدية ومرشحات نسيجية. يجب أن تخضع الخردة إلى بعض أعمال الفرز والتصنيف قبل المعالجة لخفض الملوثات.

يجب أن يُستخدم الصف 3 من أجل المنشآت التي تتبع تدابير لمعالجة إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات بتجهيز غاسل ماء سريع قبل المرشحات النسيجية وباستخدام الكربون الفعّال في معالجة غاز المدخنة.

بينما يتعرض مُعامل الإنبعاث في الصف 4 إلى صهر و سبك النحاس و خلأط النحاس .

يتعرض الصف 5 و الصف 6 إلى معاملات الإنبعاث لما يدعى بمصاهر النحاس الأولي . تتوفر نتائج قياسات للديوكسينات/الفيورانات لمعامل في ألمانيا (Meyer-Wulf C. 1996) و السويد (LUA 1997) . على أية حال ، يجب الانتباه إلى أن هذه المعامل إضافة إلى تلك التي في كندا هي لاتمثل مصاهر نحاس أولي "نقي" نظراً لأنها تصنع كميات لأبأس بها من المواد القابلة للتدوير (Copper Smelters 2004) . بيانات مقاسة في ألمانيا لمصاهر إنتاج النحاس الأولي و التي تستخدم كميات لأبأس بها من المواد الثانوية كمواذ تغذية (حتى 40%) في أفران الصهر الوميضي (flash smelting furnaces) و محولات المَتّ (matte converters - للخليط المعدني نحاس ،رصاص ، نيكل) ، أعطت انبعاثات تراوحت بين 0.0001 و 0.007 نانو غرام مُكافئ سُمي/م<sup>3</sup> نظامي مؤدية إلى مجال ضيق جداً من مُعاملات الإنبعاث من 0.002 و 0.02 ميكروغرام مُكافئ سُمي/ طن من النحاس (LUA 1997). سجل Meyer-Wulf (1996) و جود تراكيز في الغاز الخام غير المعالج الناتج عن معمل صهر للألمنيوم الأولي و قدرها 0.004 نانو غرام مُكافئ سُمي/م<sup>3</sup> نظامي و 0.3 نانو غرام مُكافئ سُمي/م<sup>3</sup> نظامي ، حيث أن التركيز الأعلى كان قد تم الحصول عليه عندما كان البولي فينيل كلورايد (PVC) موجوداً في المواد المُعاد تدويرها . أما التراكيز في الغازات المعالجة الناتجة عن معمل تصنيع حمض الكبريت فكانت إما متدنية جداً و غير قابلة للتحديد أو قليلة 0.001 نانو غرام مُكافئ سُمي/م<sup>3</sup> نظامي . سجّل تقرير الاتحاد الأوروبي لجرد الديوكسين لعام 1997 (LUA 1997) تراكيز تراوحت من 0.005-0.015 نانو غرام مُكافئ سُمي/م<sup>3</sup> نظامي في غازات العادم الناتجة عن فرن التحميص لنزع الكبريت من الفلز الخام . كان حجم الغازات العادمة 5,000 م<sup>3</sup> لكل طن من النحاس المنتج. بالإضافة إلى ذلك، وفي معمل صهر النحاس الأولي في السويد و الذي يعيد تدوير كميات لأبأس بها من المواد الثانوية ، كان حجم غازات العادم المنطلقة 2,000 م<sup>3</sup> ، و سجّل تركيز قدره 11 نانو غرام مُكافئ سُمي/م<sup>3</sup> نظامي . ومن نتائج هذه القياسات المذكورة أعلاه ، تم اشتقاق مُعاملات إنبعاث و قدرها 0.25 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن (من النتائج الألمانية) و 22 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن (من النتائج السويدية). بينما اعتمد مُعاملُ إنبعاث و قدره 10 ميكروغرام مُكافئ سُمي لتقدير الإطلاقات الوطنية في الجرد البلجيكي (LUA 1997) . إن المعطيات في المجال الأعلى تعكس بشكل أكبر الصنفين 2 و 3 . بينما يجب تطبيق مُعاملُ إنبعاث الصف 5 للمعامل التي يكون التحكم فيها جيداً . أما بالنسبة للصف 6 ، و الذي يُعبر عن معمل صهر النحاس الأولي "النقي" ( "pure" primary copper smelters)، فلايتوفر حالياً معاملات إنبعاث لهذا الصف.

## 2.4.2.6. الإطلاق إلى المياه

لا توجد أية معطيات متوفرة لتقدير الإطلاقات إلى المياه. ويمكن أن تحدث هذه الإطلاقات إذا تم طرح المياه العادمة ، و على الأرجح ستتأثر التراكيز بطبيقت أية معالجة للمياه . على أية حال ، يجب لخط و تدوين أي إطلاق لمادة سائلة مع ذكر مصدرها و المعالجة المطبقة.

### 6.2.4.3. الإطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع حدوث إطلاق إلى الأرض.

### 6.2.4.4. الإطلاق في المنتجات

من غير المتوقع حدوث إطلاقات في المنتجات.

### 6.2.4.5. الإطلاق في البقايا

ستتواجد الديوكسينات/الفيورانات في البقايا الصلبة الناتجة عن العملية. أما الاهتمام الرئيسي فهو في البقايا من معدات معالجة الغازات العادمة. وربما يكون الغبار و الحمأة المتجمعين عن عملية معالجة الغاز غنية جداً بمركبات الديوكسين والفيوران. ولقد تم تسجيل تراكيز حتى 20,000 نانو غرام مكافئ سمي/كغ (SCEP 1994).

تقترح معطيات من المملكة المتحدة (Dylce It al. 1997) أنه يتولد تقريباً 2,000 طن من غبار المرشحات الناجمة عن إنتاج 46,000 طن من النحاس. و بدمج ذلك مع متوسط تركيز وقدره 14,400 نانو غرام مكافئ سمي/كغ (SCEP 1994)، نحصل على معامِلُ إنبعاث وقدره 630 ميكروغرام مكافئ سمي/طن من المنتج. على أية حال، تعد هذه التقديرات غير موثوقة بشدة. ستتغير التراكيز ومعدلات الإنتاج ولكن لا تتوفر معلومات غير كافية لوضع تقدير أكثر تفصيلاً في هذا الوقت الحاضر. ومن أجل معامل ذات تقانة عالية، يُمكن استخدام معامِلُ إنبعاث أخفض وقدره 300 ميكروغرام مكافئ سمي/طن.

يجب الانتباه إلى أن البقايا الصلبة الناتجة عن مصاهر النحاس قد يعاد تدويرها عن عمد أو يتم نقلها إلى معامل أخرى لاسترجاع المعادن الثانوية. في مثل هذه الحالات، تشكل البقايا الصلبة مرحلة وسطية و لن يؤخذ بالحسبان إطلاقاتها من الديوكسينات/الفيوران في الجرد الوطني لإطلاقات الديوكسينات/الفيورانات.

### 6.2.5. إنتاج الألمنيوم

يُمكن إنتاج الألمنيوم من فلزات الألمنيوم، الأكثر شيوعاً هو البوكسيت، أو من خردة الألمنيوم. الطريقة الأولى تعرف عادة تحت أسم "الإنتاج الأولي" بينما تعرف الطريقة الثانية تحت أسم "الإنتاج الثانوي".

في الإنتاج الأولي للألمنيوم، يُكرّر خام الألمنيوم المستخرج من المناجم (مثلاً: البوكسيت) إلى أكسيد الألمنيوم ثلاثي الهيدرات (ألومينا) من خلال عملية باير (Bayer Process). ثم تُرجع الألومينا إلى الألمنيوم المعدني بواسطة التحلل الكهربائي بطريقة هال-هيرولت (Hall-Héroult Process)، و التي تستخدم إما (المصاعد) الأنودات ذاتية الشوي (self-baking anodes) و المعروفة تحت أسم أنودات سودربرغ (Söderberg anodes) أو تستخدم الأنودات المشوية مسبقاً (pre-baked anodes) (لمزيد من المعلومات، أنظر إلى المرجع SC BAT/BEP 2004). كان يعتقد عموماً أن الإنتاج الأولي للألمنيوم هو أحد المصادر الهامة للملوثات العضوية الثابتة (POPs) الناتجة عن غير عمد. على أية حال إن تشكل و إطلاق الديوكسينات/الفيورانات هو أمرٌ ممكنٌ خلال الإلكترودات ذات الأساس الفحمي و المستخدمة في عملية الصهر الإلكتروليتي. أيضاً، وجدت إحدى الدراسات التي تمت عام 2001 إطلاقات عالية من الديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء و إلى الأرض من معمل لتصنيع الألمنيوم الأولي في كرازنويارسك في روسيا - (Kucherenko et al. 2001) Krasnoyarsk, Russia.

غالباً ما تتوضع منشآت إنتاج الألمنيوم الأولي هذه في مناطق تتواجد فيها إمدادات للطاقة غير مرتفعة الثمن كالتكلفة الكهربائية. تترافق الديوكسينات/الفيورانات مع استخدام مهابط الكربون (carbon anodes) في إنتاج الألمنيوم ولكن يعتقد أن تكون مستوياتها بشكل عام منخفضة ولهذا فإن الاهتمام الأكبر هو في المعالجة الحرارية للمواد الخردة.

وبشكل أساسي، يُمكن إعادة تدوير الألمنيوم المُستعمل إلى الألمنيوم الذي يمتلك نفس الجودة كالألمنيوم الأولي. يتم الحصول على الألمنيوم الثانوي بإعادة صهر خردة الألمنيوم، وبرادة الألمنيوم، والمواد الأخرى الحاوية على الألمنيوم. يُمكن أن يتم إنتاج الألمنيوم الثانوي في أفران متنوعة حيث تستخدم أفران البرميل الدوّار عندما يضاف الملح مثل الكريوليت (فلوريد الصوديوم والألمنيوم)، بينما في الأفران الأخرى كالبرميل الدوّار و الأفران العامودية أو أفران التحضير، لا تحتاج عادة لإضافة الملح. تُستخدم أفران التحريض ( Induction furnaces ) بشكل واسع في المسابك عندما يتم استخدام مواد تغذية من الخردة الخالية مع الأكسجين. ويتم نقل الألمنيوم المصهور في الأفران من أجل التنقية أو لصنع الخلائط أو إبقائه ساخناً في المحولات. قد تكون مواد الخردة المستخدمة ملوثة بالزيوت والبلاستيك والدهانات والملوثات الأخرى. يُمكن أن يحدث إطلاقات للديوكسينات/الفيورانات من صهر الخردة حيث تتواجد الملوثات العضوية والكلور أيضاً من التكرير (حيث يُمكن أن يُستخدم سداسي كلور الإيتان أو الكلور) والمعالجات الحرارية كالتنظيف الحراري للخردة. تتميز أفران الصهر بطاقة إنتاجية نموذجية تتراوح بين 0.5 و 0.7 طن.

غالباً جداً، ما يتم معالجة الخردة حرارياً أو تُجفف لخفض محتواها من المواد الزيتية الملتصقة بالخرائطة (مثل: زيوت القطع المستخدمة في عمليات حفر و تقطيع المعادن). يجري مثل هذا التجفيف في مجففات تسخين ذات براميل دوّارة تُسخّن بالغاز أو الزيت. إن تشكّل الديوكسينات/الفيورانات أمرٌ ممكنٌ ذلك أنها الملوثات ذات الأساس الزيتي قد تحتوي بعض الكلور العضوي أو اللاعضوي ( IFEU 1998, LAI ) (1997).

معظم المعلومات التي استُخدمت في اشتقاق مُعاملات الإنبعاث لمُسودة وسيلة الأدوات (Toolkit 2001) و الطبعة الأولى من وسيلة الأدوات (Toolkit 2003) كانت نسبياً قديمة. تم تحديث بعض مُعاملات الإنبعاثات على ضوء مُعطيات قياس جديدة معروضة في أحدث دراسة من إيطاليا ( ENEA/AIB/MATT ) (2003).

تم تطوير الأصناف التالية من مُعاملات الإنبعاث المُبيّنة في الجدول 26.

## الجدول 26: مُعاملات إنبعاث صناعة الألمنيوم

مُعاملات الإنبعاث					الصف
ميكروغرام مكافئ سُمِّي / طن من الألمنيوم					
بقايا	مُنْتَج	أرض	ماء	هواء	
200	NA	NA	ND	150	1. مُعالجة حرارية لخردة الألمنيوم، مُعالجة ذئبا للمُدخلات وإزالة بسيطة للغبار
400	NA	NA	ND	35	2. مُعالجة حرارية للألمنيوم، مُعالجة أولية للخردة تحكّمت جيدة، مُرشّحات مع حقن الكلس
100	NA	NA	ND	3.5	3. مُعالجة حرارية للألمنيوم، مُعالجة أولية للخردة، تحكّم جيد مُرشّحات نسيجية مع حقن الكلس
100	NA	NA	ND	0.3	4. تحكّم أمثلي لضبط الديوكسينات/الفيورانات- حرّاقات بعدية، حقن الجير، مُرشّحات نسيجية وكربون فعال
NA	NA	NA	NA	5	5. تجفيف برادة / خراطة الألمنيوم (معامل بسيطة)
NA	NA	NA	NA	0.3	6. نزع الزيوت حرارياً من البرادة ، فرن دوار ، حرّاقات بعدية ، مرشّحات نسيجية
ND	NA	NA	NA	ND	7. إنتاج الألمنيوم الأولي

يجب أن تستخدم مُعاملات الصف 1 من أجل المعامل البسيطة أو غير المزودة بمعدات إزالة للغبار، بينما تستخدم مُعاملات الصف 2 عندما تحتوي المعامل على حرّاقات بعدية ومُرشّحات نسيجية. يجب أن تستخدم مُعاملات الصف 4 عندما توجد تحكّمت عالية الكفاءة و مؤلفة من تنظيف الخردة، حرّاقات بعدية، مُرشّحات نسيجية مع حقن الكربون الفعال والجير. أما الصف 5 و الصف 6 فتعود إلى معالجة خردة البرادة و الخراطة ؛ بينما يعود الصف 7 إلى إنتاج الألمنيوم الأولي بالتحليل الكهربائي .

## 1.5.2.6. الإطلاق إلى الهواء

يُمكن أن تؤدي خطوات عديدة في مُعالجة خردة الألمنيوم إلى إطلاق الديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء. كما أن المُعالجة الحرارية الأولية للمواد الداخلة ، وصهر الخردة ، وتنقية المعادن باستخدام الكلور وسداسي كلور الإيتان (و الذي يستخدم كعامل طرد للغاز) يُمكن أن تؤدي جميعها إلى إطلاق الديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء.

تتغير تراكيز الإنبعاثات إلى الهواء بشكل كبير وفقاً لطبيعة الخردة والتنظيف الأولي للمُدخلات ونوع الفرن ونظام تنظيف الهواء المطبق.

تكنولوجيا الأفران الأقدم و المزودة بمُرشّحات نسيجية تراوحت فيها الإنبعاث بين 146 إلى 233 ميكروغرام مكافئ سُمِّي / طن من المنتج. تتغير تراكيز وحجوم غاز المدخنة بشكل كبير حيث ذكرت تراكيز حتى 10 نانو غرام مكافئ سُمِّي/م<sup>3</sup> (SCEP 1994). ويبدو أن أفران اليراميل التي تستخدم خراطة الألمنيوم، ينتج عنها انبعاثات مرتفعة . بالتالي فمن أجل الأنظمة التي تستخدم خردة ملوثة (مثل الخردة الحاوية على زيوت القطع ، و على البلاستيك) و ذات تحكّمت بسيطة و من سيكلونات أو مُرشّحات نسيجية بسيطة لتنظيف غازات العادم ، يجب استخدام مُعامل إنبعاث وقدره 100 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/ طن من المنتج.

ومن أجل أنظمة تحكّم أفضل باستخدام حرّاقات بعدية، ومُعالجة أولية للخردة وتنظيف الغاز بالمرشّحات وحقن الكلس، يجب استخدام مُعامل إنبعاث الصف 2 وقدره 35 ميكروغرام مكافئ سُمِّي / طن من المنتج (LUA 1997). أما مُعامل إنبعاث الصف 3 وقدره 3.5 ميكروغرام مكافئ سُمِّي / طن والذي أخذ من

قياسات حديثة في محطتين أوروبيتين وهي من أجل محطات حديثة مضبوطة جيداً مع معالجة أولية للخرقة ومرشحات نسيجية وحقن الجير (EAA 2003). أعطت الدراسة الإيطالية قيمة 5.2 غرام مكافئ سُميّ/ طن من الألمنيوم . أما معامل الانبعاث للصف 4 فيجب تطبيقه للمنشآت المجهزة بتقنيات تخفيض الديوكسينات ، خاصة الأنظمة المثلى لتنظيف غازات المدخنة .

تتعرض معملات الانبعاث في الصف 5 و الصف 6 إلى محطات نزع الزيوت و تجفيف خراطة الألمنيوم : ينطبق مُعاملُ انبعاث الصف 5 وقدره 5 ميكروغرام مكافئ سُميّ/ طن على محطات تجفيف برادة وخراطة الألمنيوم في براميل دوّارة أو معدات مائلة (EAA 2003) ، أما معامل انبعاث الصف 6 فينطبق على النزع الحراري لخراطة الألمنيوم في أفران دوارة مع وجود حراقات بعدية و مرشحات نسيجية (ENEA/AIB/MATT 2003).

### 2.5.2.6. الإطلاق إلى الماء

يُمكن أن تحدث الإطلاقات إلى الماء عندما تحتوي غاسلات الغاز الرطبة والعمليات الأخرى مياه عادمة. يوجد معلومات غير كافية لتقدير مُعاملات الانبعاث ولهذا يجب لحظ و تدوين صرف أي مياه عادمة وتسجيل مصدرها.

### 2.5.2.6. الإطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع حدوث إطلاق إلى الأرض

### 2.5.2.6. الإطلاق في المُنتجات

من غير المتوقع حدوث إطلاق في المُنتجات.

### 2.5.2.6. الإطلاق في البقايا

يتوقع أن تحتوي البقايا الناتجة من العملية على الديوكسينات/الفيورانات. كما يُتوقع أن تكون أعلى التلوثات مترافقة مع الغبار و الحمأة الناجمة عن مُعالجة غاز المدخنة. يجب تسجيل كميات مثل هذا الغبار والحمأة حيث يؤدي استخدامها في العمليات الأخرى إلى نقل الديوكسينات/الفيورانات.

الصهر في أفران البراميل الدوارة (rotary drum furnaces) يتولد عنها حوالي 300-500 كغ من الخبث الملحي لكل 1 طن من الألمنيوم و10-35 كغ من غبار المرشحات لكل 1 طن ألمنيوم. و الخبث الناتج بمعدل 25 كغ/طن من الألمنيوم يُمكن إعادة استخدامه في أفران البرميل الدوارة (UBAVIE 2000).

تراوحت تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في الغبار المتجمع في المرشحات من 3 إلى 18,000 نانوغرام مكافئ سُميّ/كغ (SCEP 1994, Bremmer et al. 1994). ينتج غبار المرشح بمعدل تقريبي 8 % من إنتاج المعدن (Dyke et al. 1997). وبجمعه مع متوسط تركيز قدره 5,000 نانوغرام مكافئ سُميّ/كغ، يعطي مُعاملُ انبعاث وقدره 400 ميكروغرام مكافئ سُميّ/ طن من المنتج للصف 2 (الجسيمات الناعمة). يستخدم مُعاملُ واحد لوضع التقديرات الأولية من أجل منشآت الصف 1 و الصف 2، وبشكل واضح ستتغير تراكيز ومعدلات الإنتاج. أما من أجل الصف 3، فيجب تطبيق المُعامل الأخفض وقدره 100 ميكروغرام مكافئ سُميّ/ لكل طن وذلك لوضع التقديرات الأولية.

## 6.2.6. إنتاج الرصاص

يوجد طريقان رئيسيان من أجل إنتاج الرصاص الأولي من فلزات السلفيد وهما التلييد/الصهر والصهر المباشر. تكون الانبعاثات من الصهر المباشر منخفضة (SCED 1994) ولهذا لن تؤخذ في الاعتبار لاحقاً. لا توجد معطيات متوفرة حول الاطلاقات من تلييد/الصهر من أجل إنتاج الرصاص الأولي.

يجري استرجاع كميات كبيرة من الرصاص من المواد الخردة وعلى وجه الخصوص من بطاريات العربات و الآليات . تستخدم تصاميم لأفران متنوعة بما في ذلك الأفران الدوّارة، و أفران اللهب المنعكس ، و أفران البوتقة ، و الأفران العمودية ، الفرن العالي ، و الفرن الكهربائي . كما يُمكن أن تستخدم عمليّات الصهر المباشرة والمستمرة.

يُمكن أن ترتبط انبعاثات الديوكسينات/الفيورانات بمحتوى المواد العضوية المُرتفع في مواد الخردة وتواجد الكلور وعلى وجه الخصوص تحقق وجود ارتباط بين استخدام فواصل PVC في بطاريات المركبات وانبعاثات الديوكسينات/الفيورانات (EPA 1998).

تم تحديد انبعاثات الديوكسينات/الفيورانات من مصهر رصاص ثانوي ضمن مشروع اعتيان وتحليل الديوكسين التايلاندي (UNEP 2001, Fiedler et al. 2002). تُشغل الشركة المعمل بفرنين دوارين من أجل استرجاع الرصاص. تبلغ السعة الإنتاجية لكل فرن حوالي 3.5 - 5 طن من الرصاص لكل دفعة وتستغرق الدفعة الواحدة حوالي 2-3 ساعة. يحوي كل خط غرفة احتراق لاحق (-after burning chamber) بعد الفرن الدوار و على برج تبريد و فاصل سيكلوني و غرفة لمرشحات الأكياس (baghouse filter). ومن أجل أحد الخطوط، يتم جمع غاز المدخنة الناتج عن الفرن مع الغازات العادمة الأخرى وكميات كبيرة من هواء التهوية من مكان العمل، مثلاً، فتحة تهوية باب تغذية الفرن و هواء الساحبات و فتحة تهوية خزان الخبث، و قدر التكرير من أجل سكب المنتج النهائي وفتحة تهوية معالجة مواد الخردة الخام، و فرن تكتيل الرماد والصهر و قدر رماد الخبث المصهور.

الجدول 27: مُعاملات الانبعاث من أجل صناعة الرصاص

مُعَامِلَاتِ الْإِنْبِعَاثِ					التصنيف
ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن رصاص					
هواء	ماء	أرض	مُنْتَج	بقايا	
80	ND	NA	NA	ND	1. إنتاج الرصاص من خردة تحوي PVC
8	ND	NA	NA	ND	2. إنتاج الرصاص من خردة خالية من PVC وCl <sub>2</sub> ، ووجود بعض أجهزة التحكم بتلوث الهواء APCs
0.5	ND	NA	NA	ND	3. إنتاج الرصاص من خردة خالية من PVC وCl <sub>2</sub> في أفران عالية الكفاءة مع APC بما في ذلك غاسلات الغاز
ND	NA	NA	NA	ND	4. إنتاج الرصاص الأولي النقي

## 6.2.6.1. الإطلاق إلى الهواء

تتوفر معطيات اختبار من أجل إنتاج الرصاص من مواد الخردة في ألمانيا (SCEP 1994, LUA 1997) والسويد وبلجيكا وهولندا (LUA 1997) والولايات المتحدة الأمريكية (US-EPA 2000). في هذه البلدان يتم عادة فصل البولي فينيل كلورايد (PVC) عن البطاريات، وتميزت هذه المنشآت المختبرة بوجود أجهزة مكافحة الغبار و استخدامها للمرشحات النسيجية واحتوى بعضها على غاسلات للغاز. وفي اختبارات الولايات المتحدة الأمريكية، انخفضت انبعاثات الهواء بمعدل 90% تقريباً بإضافة غاسل الغاز

(US-EPA 2000).

وفي الولايات المتحدة الأمريكية، حُدِّدت مُعاملات الإنبعاث التالية من أجل أنماط متنوعة من مسابك الرصاص الثانوي (US-EPA 2000): الأفران العالية 0.63 – 8.8 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من الرصاص، ومن أجل فرن اللهب المنعكس = 0.05 – 0.41 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن رصاص، والفرن الدوّار = 0.24 – 0.66 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن رصاص. كانت الإنبعاثات إلى الهواء أعلى بحوالي عشرة مرات قبل أن تمرر الغازات العادمة على أي غاسل للغاز/أنظمة التحكم بتلوث الهواء (APCS) منها في الهواء النقي بعد المعالجة. تراوح وسطي الإنبعاثات بين 8.31 و0.63 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/م<sup>3</sup> من أجل الأفران العالية قبل وبعد غاسلات الغاز، على الترتيب، وبين 0.24 و0.66 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/م<sup>3</sup> للأفران الدوّارة قبل وبعد غاسلات الغاز، على الترتيب (US-EPA 2000).

أعطت القياسات الأوروبية 5 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن رصاص في الأفران العالية ببلجيكا وفي معامل صهر الرصاص في هولندا التي عالجت خردة ملوثة ولكن كانت مجهزة بحقن الكلس ومرشح نسيجي (تم قياس 1.3 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/م<sup>3</sup>). كانت القياسات الألمانية بين 0.14 و0.27 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/م<sup>3</sup> في أفران دوّارة و0.59 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/م<sup>3</sup> نظامي في الفرن العمودي، و0.09 – 0.18 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/م<sup>3</sup> نظامي لأفران دوّارة قصيرة و0.14 – 0.27 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/م<sup>3</sup> نظامي في أفران دوّارة. كانت الإنبعاثات من مصهر لتدوير الرصاص من بطاريات السيارات المستعملة، بين 0.2 و0.3 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/م<sup>3</sup> نظامي. ولم يعطي التقرير مُعاملات إنبعاث وسطية من أجل صناعة الرصاص الثانوي في ألمانيا (LUA 1997). سجلت الدراسة الإيطالية معامل إنبعاث قدره 5 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن رصاص من أجل إنتاج الرصاص الثانوي من بطاريات السيارات المعالجة مسبقاً و باستخدام الفرن الدوّار و المُجهز بامتصاص رطب لمعالجة الغازات. يمكن تصنيف معمل بهذه الإنبعاثات ضمن الصنف 2 و بالتالي، يكون معامل الإنبعاث على توافق جيد مع معامل الإنبعاث المُقترح في الجدول 27.

تراوحت التراكيز المقاسة في مصهر للرصاص ثانوي في تايلاند (أفران دوّارة مع حرّاقات بعدية وسايكلون ومرشح كيسي) من 0.21 إلى 0.032 نانوغرام مُكافئ سُمِّي دولي/م<sup>3</sup> مع قيمة وسطية وقدرها 0.027 مُكافئ سُمِّي دولي/م<sup>3</sup> من أجل خط تجميع تيارات غاز المدخنة ومن 0.06 إلى 0.11 نانوغرام مُكافئ سُمِّي دولي/م<sup>3</sup> نظامي مع قيمة وسطية وقدرها 0.089 نانوغرام مُكافئ سُمِّي دولي/م<sup>3</sup> من أجل خط يشغل فقط الفرن دوّار عند محتوى أوكسجين تشغيلي حوالي 19%. يقابل التركيز الأخير مُعامل إنبعاث وقدره 10 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من الرصاص وبالتالي يقع ضمن الفئة 2 (مُعامل إنبعاث = 8 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن رصاص)، كما هو موضح في الجدول 27 (UNEP 2001, Fiedler et al. 2002).

يُستخدم مُعامل إنبعاث وقدره 8 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن رصاص مُنتج من أجل أفران دوّارة مزودة بمرشحات نسيجية و حيث يستثنى البولي فينيل كلورايد PVC من فواصل البطاريات. يُستخدم 80 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن كُمعامل إنبعاث تقديري عندما يكون ال PVC موجوداً، و0.5 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن كُمعامل إنبعاث من أفران ذات تكنولوجيا عالية ومزودة بمعدات متطورة لتنظيف غاز المدخنة بما في ذلك غاسلات الغاز (كانت التراكيز تقريبا أقل من 0.1 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/م<sup>3</sup>).

أما من أجل إنتاج الرصاص الأولي، فلا يتوفر مُعامل إنبعاث حتى الآن.

## 2.6.2.6. الإطلاق إلى المياه

يُمكن أن ينجم الإطلاق إلى المياه عندما يتم طرح المياه العادمة. لا توجد أية بيانات كافية لتقدير مُعامل

الإنبعاث. يجب ملاحظة أية اطلاقات سائلة وتسجيل مصدرها ضمن العملية.

### 3.6.2.6. الإطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع حدوث اطلاق إلى الأرض.

### 4.6.2.6. الإطلاق في المنتجات

لا يتوقع وجود الديوكسينات/الفيورانات في الرصاص المنقى (المكرر).

### 5.6.2.6. الإطلاق في البقايا

ستتواجد الديوكسينات/الفيورانات في البقايا الناتجة عن معالجة غاز المدخنة. ففي اختبارات بألمانيا (SCEP 1994) دُكرت تراكيز بين 2,600 و 3,100 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ في الغبار من فرن عامودي. وربما يسبب أي استخدام للبقايا كمادة خام في عمليّات أخرى إلى نقل الديوكسينات/الفيورانات. لقد تم اشتقاق معامل إنبعاث قدره 50 غرام مكافئ سُمي/طن من الرصاص و ذلك من الدراسة الإيطالية (ENEA/AIB/MATT 2003).

### 7.2.6. إنتاج الزنك

يُمكن أن يُسترجع الزنك من الخامات باستخدام عمليّات متنوعة. ونظرا لتواجد خامات الرصاص والزنك معا، فإنه ربما يوجد تداخل كبير بين هذين القطاعين. يُمكن أن ينتج الزنك الخام بالتوافق مع الفرن العالي لخام الرصاص (HMIP 1994) أو يُمكن استرجاعه من الخبث الناجم عن عمليّات الأفران الدوّارة (LUA 1997). كما يُمكن أن تستخدم مواد خردة متنوعة من أجل استرجاع الزنك منها، إضافة إلى المواد الخام الثانوية كالغبار من إنتاج خلائط النحاس وصناعة الفولاذ بواسطة القوس الكهربائية (مثلاً : غبار المرشحات و الحمأة) وبقايا خراطة خردة الفولاذ والخردة من عمليّات الغلفنة. يُمكن أن تُجرى عملية إنتاج الزنك من المواد الثانوية الخام في الفرن الدوار لاسترجاع الزنك (Waelz kiln) و الذي يبلغ طوله 95 م و قطره الداخلي 4.5 م، وهو مبطن من الداخل بالمواد المقاومة للحرارة (الطوب الحراري). يمزج خبث الفرن العالي الحبيبي مع المواد الوسيطة الأخرى الحاوي على الزنك كغبار الفولاذ ومن ثم تنتقل عبر الفرن وتُسخن إلى درجة التفاعل بحرق الغازات من حرق موجود في نهاية التفريغ للفرن. في عملية تدخين-الخبث، يحقن مزيج من غبار الفحم والهواء في خبث الفرن العالي المنصهر عند درجة حرارة تتراوح بين 1,150 و 1,250 درجة مئوية في فرن محاط بالماء. و يتم توصيل الخبث مباشرة إلى الفرن العالي.

من المحتمل أن تتضمن معالجة الخردة غير النقية، كالجزء غير المعدني من الخراطة، إنتاج الملوثات بما في ذلك الديوكسينات/الفيورانات. تستخدم درجات حرارة منخفضة نسبيا لاسترجاع الرصاص والزنك (340 و 440 درجة مئوية). يُمكن أن تجري عملية صهر الزنك بإضافة مواد مساعدة للصهر بما في ذلك كلوريدات الزنك والمغنيزيوم.

لم تُدرس إلى حد بعيد الإنبعاثات من إنتاج الزنك لكنها قد تكون لها علاقة (LUA 1997).

## الجدول 28: مُعاملات الإنبعاث من أجل صناعة الزنك

مُعاملات الإنبعاث ميكروغرام مكافئ سُميّ/طن زنك					التصنيف
بقايا	مُنْتَج	أرض	ماء	هواء	
ND	NA	NA	ND	1,000	1. فرن بدون أنظمة تحكم بتلوث الهواء APCS
ND	NA	NA	ND	100	2. قوالب حارة/أفران دوّارة، تحكم أساسي بالغبار، مرشحات نسيجية/مرسبات الكترولستاتية ESP
ND	NA	NA	ND	5	3. تحكّات تلوث شاملة، مرشحات نسيجية مع كربون فعّال/تكنولوجيا نزع أكاسيد الأوزون DeDiox
NA	NA	NA	ND	0.3	4. صهر الزنك
ND	NA	NA	ND	ND	5. إنتاج الزنك الأولي

## 6.2.7.1. الإطلاق إلى الهواء

يُمكن أن ينجّم الإطلاق إلى الهواء من عمليّات صهر وسبك الخرّدة المختلطة. تزود المعامل الأوروبية بأنظمة مرشحات نسيجية لضبط انبعاثات الجسيمات و الغبار (HMP 1994, LUA 1997).

تتراوح مُعاملات الإنبعاث في ألمانيا من أجل صب القوالب الحارة بين 63 – 377 ميكروغرام مكافئ سُميّ/طن من الزنك مع تركيز في الانبعاثات يتراوح بين 89 و 953 نانوغرام مكافئ سُميّ/م<sup>3</sup>، و قيمة وسطية = 521 نانوغرام مكافئ سُميّ/م<sup>3</sup>. و من أجل الفرن الاسطواني الدوّار 62.3 ميكرو غرام مكافئ سُميّ/طن مع تركيز في الانبعاثات بين 10 و 335 نانوغرام مكافئ سُميّ/م<sup>3</sup>، وقيمة وسطية = 175 نانوغرام مكافئ سُميّ/م<sup>3</sup>. ومن أجل صهر الزنك (عادة دون 0.1 نانوغرام مكافئ سُميّ/م<sup>3</sup>) (LUA 1997).

على الرغم من أن مجموعة البيانات هذه محدودة جداً، يُمكن الحصول على تقديرات أولية للاطلاقات بتطبيق مُعامل إنبعاث وقدره 100 ميكروغرام مكافئ سُميّ/طن من الزنك المُنتج عندما تُستخدم القوالب الحارة أو الأفران الدوّارة. وعندما تُستخدم الأفران التي يتم تغذيتها بمواد خردة أو الرماد المتجمّع في المرشحات من صناعة الفولاذ بهدف استرجاع الزنك منها (معطيات يابانية) وبدون أجهزة إزالة الغبار، فيمكن استخدام 1,000 ميكروغرام مكافئ سُميّ/طن كمعامل إنبعاث تقديري. ومن أجل منشآت عالية التكنولوجيا، والتي تُستخدم تحكّات للتلوث شاملة مثل مرشحات نسيجية مع حقن الجير والكربون الفعّال، يُمكن استخدام مُعامل تقديري وقدره 5 ميكروغرام مكافئ سُميّ/طن.

## 6.2.7.2. الإطلاق إلى المياه

يُمكن أن يحدث الإطلاق إلى المياه إذا جرى تصريف المياه العادمة. يجب ملاحظة مصدر أي مياه عادمة من العملية.

## 6.2.7.3. الإطلاق إلى الأرض

لا يتوقع وجود اطلاق إلى الأرض.

**6.2.7.4. الإطلاق في المنتجات**

من غير المتوقع وجود مستويات من مُركّبات الديوكسين والفيوران في الزنك المُنفى (المكرر).

**6.2.7.5. الإطلاق في البقايا**

من المتوقع أن تحتوي البقايا الناتجة عن تنظيف الغاز مستويات من الديوكسينات/الفيورانات. تتوفر معلومات غير كافية لتقدير مُعامل الإنبعاث.

**6.2.8. إنتاج البرونز والنحاس الأصفر (Brass)**

إن البراس - Brass (النحاس الأصفر) هو معدن قاسي ذو لون أصفر لامع وهو خليطة من النحاس (55% - 90%) والزنك (10% - 45%). تتغير مواصفات البراس بتغير نسبة النحاس والزنك وإضافة كميات صغيرة من المعادن الأخرى كالألمنيوم والرصاص والقصدير والنيكل. وبشكل عام، يُمكن أن يُشكل أو يُطرق البراس إلى أشكال متنوعة،.. إلخ. يُمكن أن ينتج البراس إما بصهر خرده البراس من جديد أو بصهر كميات متكافئة من النحاس والزنك معاً. ومن حيث المبدأ، يُمكن أن يكون أحد أو كلا المعدنين معدناً أولياً أو ثانوياً.

إن البرونز هو خليطة قاسية بنية اللون إلى صفراء من النحاس والقصدير والفسفور وكما تضاف أحياناً كميات قليلة من المعادن الأخرى. إن البرونزات خلائط أقسى من النحاس والبراس. و يسبك البرونز غالباً لصناعة التماثيل. ينتج معظم البرونز بصهر النحاس وإضافة الكميات المرغوبة من القصدير والزنك والمواد الأخرى. و تعتمد خواص الخليطة على نسب مكوناتها.

يُمكن أن ينتج البراس والبرونز في قدور صهر بسيطة وصغيرة نسبياً أو في مُعدات مُعدّدة مثل أفران التحريض المُزودة بأنظمة للتحكم بتلوث الهواء (Air pollution Control, APC).

تتوفر معطيات عن الديوكسينات/الفيورانات المقاسة من أجل إنتاج البراس من برنامج الاعتيان التايلاندي (UNEP 2001, Fiedler et al. 2002). تتألف المحطة من مصهر صغير من نوع الدفعة من أجل إنتاج البراس الأولي والثانوي. يسبك البراس من المصهر يدوياً إلى قضبان تجدل لتصبح أسلاكاً ملتفة من أجل مُنتجاتٍ مختلفة. يسخن الفرن بحوالي 30 ل/ساعة من النفط الثقيل ذي المحتوى المنخفض من الكبريت. ويشغل الفرن على دفعات 250 كغ/دفعة بشكل متقطع خلال وردية يوم واحد. تُعبر غازات المدخنة الناتجة عن الفرن وعن المناطق المجاورة عبر غاسل غاز رطب ومن ثم تطرح من السطح عبر مدخنة فولاذية.

من أجل تقدير أولي، يجب تطبيق مُعاملات الإنبعاث التي اختيرت للنحاس والزنك. سيكون هناك فقط صنفين من مُعاملات الإنبعاث (الجدول 29).

## الجدول 29: مُعاملات الإنبعاث من أجل صناعة البرونز والبراس

مُعاملات الإنبعاث					التصنيف
ميكروغرام مُكافئ سُميّ/طن براس أو برونز					
بقايا	مُنْتَج	أرض	ماء	هواء	
NA	NA	NA	NA	2.5	1. نزع حراري للزيوت ، حراقات بعدية ، و غاسل رطب لغازات المدخنة
ND	NA	NA	ND	10	2. أفران صهر بسيطة
125	NA	NA	ND	3.5	3. خرده مختلطة ، أفراس التحريض ، مرشحات نسيجية
ND	NA	NA	ND	0.1	4. تجهيزات معقدة، أفران تحريض مع أنظمة التحكم بتلوث الهواء (APCS)

## 1.8.2.6. الإطلاق إلى الهواء

يُمكن أن تنشأ الإنبعاثات إلى الهواء من عمليّات صهر و سبك الخرّدة المختلطة. تراوحت تراكيز غازات المدخنة من مصهر البراس الثانوي في تايلاند بين 0.13 و 0.21 نانوغرام مُكافئ سُميّ دولي/م<sup>3</sup> نظامي، مع قيمة وسطية وقدرها 0.15 نانوغرام مُكافئ سُميّ دولي/م<sup>3</sup> نظامي عند درجة تشغيل حقيقية لتركيز الأكسجين وقدرها 19%. يقابل هذا التركيز مُعاملُ إنبعاث وقدره 11 ميكروغرام مُكافئ سُميّ دولي/طن من البراس (11 µg WHO-TEQ/t).

يجب استخدام مُعاملُ إنبعاث الصنف 1 من أجل أفران الصهر البسيطة المزوّدة ببعض التكنولوجيا لمعالجة غاز المدخنة مثلاً غاسل الغاز أو المرشحات الإلكتروستاتيّة ESP. ويجب استخدام مُعاملُ إنبعاث الصنف 2 من أجل المعامل أكثر تطوراً، مثل: أفران التحريض المزوّدة بمرشحات كيسيّة وغاسلات غاز رطبة.

## 2.8.2.6. الإطلاق إلى المياه

يُمكن أن يحدث الإطلاق إذا طُرحت المياه العادمة . يجب لحظ أي مصدر لمياه عادمة من العملية.

## 3.8.2.6. الإطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع وجود إطلاق إلى الأرض.

## 4.8.2.6. الإطلاق في المُنتجات

من غير المتوقع وجود مستويات محسوسة من الديوكسينات/الفيورانات في البراس المنقى (المكرر).

## 5.8.2.6. الإطلاق في البقايا

يتوقع وجود مُركّبات الديوكسين و الفيوران في البقايا الناتجة عن تنظيف الغاز إضافة إلى الحمأة الناتجة عن غاسلات الغاز الرطبة إذا وُجِدَتْ. لقد كانت تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في عينات الحمأة المقطوفة من مصفي نظام مُعالجة المياه الناتجة عن غاسلات الغاز الرطبة، مرتفعة نسبياً (8,683

و8,567 نانوغرام مكافئ سُمي دولي/كغ وزن جاف). وفي معظم البلدان، تصنّف البقايا الناجمة عن مثل هذه العمليات أو تحوي مثل هذه التراكيز بأنها نفايات خطيرة. هذا وكانت كمية الحمأة الناتجة منخفضة ولا يُمكن تحديدها. وكما هو متوقع، أظهرت عينة الخبث من الفرن تركيز منخفض وقدره 13.6 نانو غرام مكافئ سُمي دولي/كغ (UNEP 2001, Fiedler *et al.* 2002). على أية حال، تعد هذه المعلومات غير كافية لتعيين معاملات الإنبعاث من أجل البقايا الصلبة.

## 6.2.9. إنتاج المغنيزيوم

يعتمد بشكل كبير إنتاج المغنيزيوم من الخامات على التحليل الكهربائي لكور المغنيزيوم أو الارجاع الكيميائي لمركبات المغنيزيوم المؤكسدة. أما المواد الخام المُستخدمة فهي الدولوميت، والمغنيسيت، والكارناليت، و المحلول الملحي أو مياه البحر تبعا للعملية. يُمكن أيضا استرداد المغنيزيوم و انتاجه من مواد خام ثانوية متنوعة حاوية على المغنيزيوم.

تُستخدم العملية الكهروكيميائية بشكل واسع وهي تبدو أكثر الطرائق أهمية من ناحية تشكّل وإطلاق الديوكسينات/الفيورانات. ولن نتطرق في هذا القسم إلى إنتاج المغنيزيوم الثانوي.

ففي عملية الإنتاج الحراري، يُفاعل الدولوميت المكلس أحيانا مع سيليكون الحديد و مع الألمينيوم في فرن أو حاوية دوّارة. تجري عملية التكليل بإزالة الكربون والماء من حجر الكلس الدولوميتي. ومن أجل عملية التكليل للدولوميت، يستخدم غالبا فرن شاقولي أو دوّار.

أشارت اختبارات محطة في النرويج تُنتج المغنيزيوم بالتحلل الكهربائي من الدولوميت و المحلول الملحي كمواد خام، بأن العملية الرئيسية المسببة في تشكّل الديوكسينات/الفيورانات هي الفرن الذي يحول حبيبات أكسيد المغنيزيوم والفحم إلى كلور المغنيزيوم بالتسخين في جو من غاز الكلور عند الدرجة 700 – 800 مئوية (Oehme *et al.* 1989). ومن المُمكن أن تعمل عمليّات أخرى على تشكّل الديوكسينات/الفيورانات مثل تنقية أكسيد المغنيزيوم باستخدام حمض كلور الماء والشفرات الغرافيتية ("chloridation")، أو التحليل الكهربائي لكور المغنيزيوم باستخدام الكترودات من الغرافيت (Bramley 1998). تتبعث الهيدروكربونات الكلورية ومركبات الديوكسين والفيوران بشكل رئيسي في عملية الكلورة التي تستخدم في التحليل الكهربائي لكور المغنيزيوم. لا بد من إزالة هذه الملوثات من الغازات العادمة باستخدام أنظمة غسل الغاز الرطبة، وذلك سيؤدي إلى إنتاج مياه غسل ملوثة تحتاج بحد ذاتها إلى نظام فعّال لمعالجة مياه الصرف (BREF 2001a).

أية كميات متشكلة من الديوكسينات/الفيورانات في عملية الإنتاج ربما ستتحطم في مراحل العملية اللاحقة أو تطلق إلى الهواء أو الماء أو في البقايا. تعتمد التدفقات على طبيعة العملية حيث يُمكن أن يكون لمصدر الكربون تأثيراً في تشكّل الديوكسينات/الفيورانات فالفحم ينتج كميات أكبر من الديوكسينات/الفيورانات مما هي عليه عند استخدام فحم الكوك أو الفحم الحجري (Musdalslien *et al.* 1998).

في العملية النرويجية، تغسل الغازات المنطلقة عن الفرن في ثلاثة مراحل يزال منها الغبار في مرسبات الكتروستاتية رطبة ESP وتمرر في محرقة. تعتمد الاطلاقات إلى المياه من محلول غاسل الغازات على نوع معالجة المياه و على أي عملية لتدوير المياه/لإعادة تنشيطها. وباستخدام معالجة المياه ومعالجة الغاز الموصوفة، قُدّرت الاطلاقات من المعمل في النرويج فكانت 2 غرام Nordic-TEQ مكافئ سُمي اسكندنافي إلى الهواء و 1 غرام Nordic-TEQ مكافئ سُمي اسكندنافي إلى المياه في العام (Musdalslien *et al.* 1998).

قبل إنشاء محطات معالجة المياه، كانت تطلق المياه العادمة الناجمة عن غاسل الغاز في المياه واحتوت

تقريباً على 500 غرام Nordic-TEQ مكافئ سُمِّي اسكندنافي في العام (Oehme 1989).

الجدول 30: معاملات الإنبعاث من أجل صناعة المغنيزيوم.

مُعَامِلَاتُ الإِنْبِعَاثِ مِيكْرُوغْرَامِ مُكَافِئِ سُمِّي/طِنِ بْرَاسِ أَوْ بْرُونَزِ					التصنيف
هواء	ماء	أرض	مُنْتَجٌ	بقايا	
250	9,000	NA	NA	0	1. الإنتاج باستخدام أكسيد المغنيزيوم/كربون معالجة حرارية في جو من غاز الكلور- لا توجد أية معالجة، معالجة محدودة
50	30	NA	NA	9,000	2. الإنتاج باستخدام أكسيد المغنيزيوم/كربون معالجة حرارية في غاز الكلور- تحكم شامل بالتلوث
3	ND	NA	NA	NA	3. عمليات الإرجاع الحرارية

### 6.2.9.1. الإطلاق إلى الهواء

إن مُعَامِلَاتِ الإِنْبِعَاثِ إِلَى الْهَوَاءِ مِنْ إِنتَاجِ الْمَغْنِيزِيُومِ بِوَسِطَةِ عَمَلِيَةِ التَّحْلِيلِ الْكَهْرَلِيَّتِيِّ غَيْرِ دَقِيقَةٍ. تَنْشَكُلُ الْدِيُوكْسِينَاتِ/الْفِيُورَانَاتِ وَتَنْطَلِقُ مِنْ فَرْنِ الْكَلُورَةِ عِنْدَمَا يَحُولُ أَوْكْسِيدُ الْمَغْنِيزِيُومِ إِلَى كَلُورِ الْمَغْنِيزِيُومِ. سُجِّلَتِ الْمَعْطِيَاتُ التَّالِيَةُ فِي وَثِيقَةِ الْإِتِّحَادِ الْأُورُوبِيِّ EU BREF : وَلَوْحِظْتَ قِيَمَةَ إِنْْبِعَاثِ وَقَدْرَهَا 0.8 نَانُوغْرَامِ مُكَافِئِ سُمِّي/م<sup>3</sup> نِظَامِي فِي وَحْدَةِ مَعَالِجَةِ الْغَازَاتِ الْمَنْطَلِقَةِ عَنِ الْكَلُورَةِ (مَعَامِلِ الإِنْبِعَاثِ كَانَ مَسَاوِيًا 12 مِيكْرُوغْرَامِ مُكَافِئِ سُمِّي/طِنِ ، EF = 12 µg TEQ/t)، وَمِنْ أَجْلِ غَازَاتِ التَّهْوِيَةِ مِنَ الْكَلُورَةِ، حُدِدَ مُعَامِلُ إِنْْبِعَاثِ وَقَدْرَهُ 28 مِيكْرُوغْرَامِ مُكَافِئِ سُمِّي/طِنِ، وَأَعْطَتْ تَرَائِيزُ فِي صَالَةِ الْكَلُورَةِ وَالتَّحْلِيلِ الْكَهْرَلِيَّتِيِّ مُعَامِلُ إِنْْبِعَاثِ وَقَدْرَهُ 13 مِيكْرُوغْرَامِ مُكَافِئِ سُمِّي/طِنِ (BREF 2001a).

قَدْرَ مُعَامِلِ إِنْْبِعَاثِ 250 مِيكْرُوغْرَامِ مُكَافِئِ سُمِّي/طِنِ مِنَ الْإِنْتِاجِ مِنْ أَجْلِ عَمَلِيَّاتِ التَّحْلِيلِ الْكَهْرَلِيَّتِيِّ الَّتِي لَا تَحْوِي حَرَاقَاتٍ بَعْدِيَّةٍ وَلَكِنْ تَسْتَخْدَمُ غَاسَلَاتِ غَازِ رَطْبَةٍ. وَمِنْ أَجْلِ عَمَلِيَّاتِ ذَاتِ غَاسَلَاتِ غَازِ رَطْبَةٍ بِمَرَاهِلٍ مُتَعَدِّدَةٍ وَحَرَاقَاتٍ بَعْدِيَّةٍ، بَلُغَ مُعَامِلُ الإِنْبِعَاثِ 50 مِيكْرُوغْرَامِ مُكَافِئِ سُمِّي/طِنِ مِنَ الْإِنْتِاجِ.

مِنْ أَجْلِ مَحَطَّاتِ تَطْبِيقِ عَمَلِيَةِ الْإِرْجَاعِ الْحَرَارِيِّ، يَسْتَخْدَمُ مُعَامِلُ إِنْْبِعَاثِ وَقَدْرَهُ 3 مِيكْرُوغْرَامِ مُكَافِئِ سُمِّي/طِنِ (BREF 2001a).

وَقَدْ تَكُونُ الإِنْبِعَاثَاتُ أَكْثَرَ سِوَاءِ إِذَا كَانَتْ مُعَالِجَةُ الْغَازِ مَحْدُودَةً أَوْ عِنْدَمَا يَسْتَخْدَمُ مَصْدَرُ كَرْبُونِي مُنْتَجٌ لِتَرَائِيزِ مَرْتَفَعَةٍ مِنَ الدِيُوكْسِينَاتِ/الْفِيُورَانَاتِ.

### 6.2.9.2. الإطلاق إلى المياه

تَعْتَمِدُ الْإِطْلَاقَاتُ إِلَى الْمِيَاهِ عَلَى كَمِيَةِ الدِيُوكْسِينَاتِ/الْفِيُورَانَاتِ الْمَتَشَكِّلَةِ فِي الْعَمَلِيَةِ وَكِفَاءَةِ أَنْظِمَةِ غَسْلِ الْغَازِ لِإِزَالَةِ الدِيُوكْسِينَاتِ/الْفِيُورَانَاتِ مِنَ الْغَازَاتِ الْعَادِمَةِ كَمَا أَنَّهَا تَعْتَمِدُ كَثِيرًا عَلَى الْمَعَالِجَةِ الْمَطْبُوقَةِ عَلَى الْمِيَاهِ الْعَادِمَةِ.

تَوْجَدُ مَعْلُومَاتٌ غَيْرُ كَافِيَةٍ لِتَقْدِيرِ الْإِطْلَاقَاتِ مِنْ عَمَلِيَّاتِ غَيْرِ تِلْكَ الْمَشْمُولَةِ فِي الْمَعَالِجَةِ الْحَرَارِيَّةِ لِأَوْكْسِيدِ الْمَغْنِيزِيُومِ/الْفَحْمِ الْحَجْرِيِّ فِي جَوْ مِنْ غَازِ الْكَلُورِ (MgO/coke in Cl<sub>2</sub>).

وَمِنْ أَجْلِ عَمَلِيَّاتِ مَزُودَةٍ بِمَعَالِجَةِ مِيَاهٍ شَامِلَةٍ (بِمَا فِي ذَلِكَ إِزَالَةَ عَالِيَةِ الْكِفَاءَةِ لِلْمَوَادِّ الصَّلْبَةِ)، قَدْرَ مُعَامِلِ

إنبعاث على أساس الاطلاقات المذكورة من المحطة النرويجية في أواخر التسعينات أو دون 1 غرام مكافئ سُمِّي في السنة. فُدرت الاطلاقات إلى المياه قبل إنشاء نظام لمعالجة المياه فكانت 500 غرام مكافئ سُمِّي لكل سنة. استخدم هذا لتقدير مُعامل إنبعاث لاستخدامه على محطات لا تجرى أية مُعالجة.

يستخدم مُعامل إنبعاث وقدره 9,000 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن من المغنيزيوم عندما يحدث تصريف مباشر للسوائل العادمة غير المُعالجة. ولقد ذكر في المحطات الأوروبية مُعامل إنبعاث وقدره 33 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن من معدن المغنيزيوم (BREF 2001a).

### 3.9.2.6. الإطلاق إلى الأرض

يُمكن أن يحدث إطلاق إلى الأرض عندما يطلق جزء من ماء المُعالجة إلى بحيرة. قدرت الكميات في البقايا (أنظر القسم 5.9.2.6).

### 4.9.2.6. الإطلاق في المُنتجات

يتوقع أن تكون مستويات الديوكسينات/الفيورانات في المغنيزيوم المُنتج مهمة.

### 5.9.2.6. الإطلاق في البقايا

يتوقع أن تحتوي البقايا من عمليّات غسل الغاز على الديوكسينات/الفيورانات. يُمكن أن تتضمن مرحلة مُعالجة المياه، الترقيد في بحيرة، التي يُمكن أن تعتبر شكلاً من أشكال الإطلاق في البقايا إلى الأرض. ولتقدير الإطلاق من عملية التحليل الكهربي، يُمكن افتراض أن 0.01 طن من الحمأة الحاوية على الديوكسينات/الفيورانات قد نتجت في محطة مُعالجة المياه (BREF 2001a).

يتوفر معلومات قليلة جداً عن تراكيز الديوكسينات/الفيورانات الناتجة عن البقايا من هذه العملية أو كميات البقايا المنتجة. يُمكن وضع تقديرات أولية فقط.

ولقد افترض أنه عندما لا يكون هناك استخدام مُعالجة للمياه، فلن يكون هناك وجود للديوكسينات/الفيورانات في البقايا (على الرغم من تشكّل بعض منها في أجزاء أخرى من العملية). و هكذا يكون مُعامل الإنبعاث مساوياً للصفر. وعندما تطبق مُعالجة شاملة للمياه فإنه يفترض بأن يكون الفرق في الإطلاق إلى المياه مساوياً تقريباً إلى كميات الديوكسينات/الفيورانات المنزوعة ولهذا ستوجد هذه المركبات في البقايا. أُعطي مُعامل إنبعاث وقدره 9,000 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن من الإنتاج من أجل وضع تقديرات أولية.

### 10.2.6. عمليات إنتاج أخرى للمعادن غير الحديدية

تستخدم عمليّات متنوعة لإنتاج وتكرير المعادن غير الحديدية. إن العمليات الدقيقة المُستخدمة والنزعة إلى تشكيل الديوكسينات/الفيورانات هي عمليات معقدة ولم تدرس بالتفصيل.

أظهر مَعمل في النرويج بأن العملية المُستخدمة في تنقية النيكل الأساسي الذي استخدم مفاعل السرير المميّع (fluidized bed reactor) عند درجة حرارة 800 مئوية لتحويل كلور النيكل  $NiCl_2$  إلى أكسيد النيكل  $NiO$ ، أنه قد عمل على تلويث البيئة بشكل كبير بالديوكسينات/الفيورانات، لكن التقرير لم يعطي

أية قيم لمعاملات للانبعاث (Oehme et al. 1989).

حددت الاختبارات في ألمانيا انبعاثات مرتفعة من صهر القصدير (وصلت حتى 113 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن)، ولكن المعلومات المزودة في التقرير كانت غير كافية لنتمكن من تطبيق هذا المعامل على عمليّات إنتاج القصدير (Bröker et al. 1999).

يُمكن لمعالجات المعدن الحرارية الأخرى أن تطلق الديوكسينات/الفيورانات ، وستتأثر هذه الانبعاثات بدرجة تلوث مواد الخردة وكفاءة عملية معالجة الغازات العادمة المنطلقة من المدخنة. من المتوقع وجود انبعاثات أقل عندما يتم تنظيف المواد الخام وتعالج الغازات العادمة بشكل شامل ( بما في ذلك ضبط انبعاثات الغبار بواسطة مرشحات نسيجية، وحقن الكلس و ربما إضافة الكربون الفعال وفي بعض الحالات إضافة حارق بعدي (afterburner)).

إنه من المهم عدم إغفال بعض المصادر المحتملة و الهامة لإطلاقات الديوكسينات/الفيورانات ، فقط لأنه ببساطة لا تتوفر معطيات كافية لوضع معاملات انبعاثات شاملة. وبالتالي، وبهدف توفير مؤشر أولي للإطلاقات المحتملة، تم اقتراح أن يجري تفحص عمليات إنتاج المعادن غير الحديدية. يُمكن أن تحدث الإطلاقات إلى الهواء والماء وفي البقايا. و عند التحري عن عمليّات الإنتاج، من المقترح أن يجري لحظ العمليات الحرارية وتسجيل نوع نظام تنظيف الغاز المطبق و لحظ مستويات التلوث الموجودة في المواد الداخلة. كما يجب أيضاً لحظ استخدام الكلور ( $Cl_2$ ) أو سداسي كلور الإيتان من أجل التنقية ووجود المركبات الكلورية في المواد الخام.

سيساعد الاستبيان المزود في كتيب وسيلة الأدوات في تعريف وتسجيل هذه القرائن و المعايير للمتابعة.

الجدول 31: معاملات الانبعاث من أجل العمليات الحرارية للمعادن غير الحديدية

مُعاملات الانبعاث					الصف
ميكروغرام مكافئ سُمي / طن من المنتج					
هواء	ماء	أرض	مُنْتَج	بقايا	
100	ND	NA	NA	ND	1. عمليّات حرارية للمعادن غير الحديدية - خردة ملوثة، تحكم بالغيار بسيط أو بدون تحكم
2	ND	NA	NA	ND	2. عمليّات حرارية للمعادن غير الحديدية: خردة نظيفة، مرشحات نسيجية، حقن الجير/حرّاقات بعديّة

### 1.10.2.6 الإطلاق إلى الهواء

ستكون الانبعاثات مرتفعة في المنشآت ذات التحكّات الضعيفة على المواد الداخلة مما سيؤدي إلى تراكيز مرتفعة. حتى ولو كان تدفق الكتلة صغيراً، فإن التلوث المحلي يُمكن أن يحدث. قدرت معاملات الانبعاث اعتماداً على معطيات متفرقة حول الاسترجاع الحراري للمعادن غير الحديدية ، يُمكن أن تتغير التراكيز بشكل واسع من أقل 1 نانوغرام/م<sup>3</sup> (الصف 2) إلى العشرات من نانوغرام/م<sup>3</sup> (الصف 1).

### 2.10.2.6 الإطلاق إلى الماء

يُمكن أن يحدث الإطلاق إلى الماء عندما تصرف المياه العادمة. يجب لحظ أي وجود ومصدر المياه العادمة.

### 3.10.2.6. الإطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع وجود إطلاق إلى الأرض إلا في حالة ردم البقايا على الأرض.

### 4.10.2.6. الإطلاق في المنتجات

من غير المتوقع وجود الديوكسينات/الفيورانات في المنتجات المكررة (منقاة).

### 5.10.2.6. الإطلاق في البقايا

يُمكن أن تحوي البقايا على الديوكسينات/الفيورانات. كانت هناك كعطيات غير كافية لتقدير مُعاملات الإنبعاثات. ويمكن أن يؤدي استخدام البقايا كمواد خام إلى تولد العملية اللاحقة.

### 11.2.6. المُشطّيات أو المُفتتات (Shredders)

عند الحديث عن المُشطّيات أو المُفتتات ، عادة يذكر مشطيات أو مفتتات السيارات . أخذين بالحسبان أن هذه الآلات قادرة على ابتلاع سيارة بكاملها دفعة واحدة و تقطيعها إلى قطع معدنية صغيرة بحجم قبضة اليد ، كما أن هذه الآلات تستقبل مواد أخرى . عملياً ، يُمكن تغذية آلات التشظية هذه بأنواع خردة أخف من السيارات مثل : الدراجات ، مفروشات معدنية مكتبية ، آلات البيع الذاتية (vending machines) و مايسمى بالبضائع "البيضاء - white goods" مثل : برادات و أفران المطبخ ، آلات الغسيل .. وغيرها ، و أيضاً مايسمى بالبضائع "البنية - brown goods" مثل: التلفزيونات و الراديوهات .. و غيرها ( Nijkerk and Dalmijn 2001). آلات التشظية أو التفطيت هي آلات ذات قياس كبير و مزودة من الداخل بسندان أو قضبان تكسير و مبطنة من الداخل بصفائح من خلائط الفولاذ . يعمل المحرك الكهربائي على تحريك محور الدوران المزود بمطارق من الفولاذ حرة-التأرجح (free-swinging steel hammers). و يوجد أسفل آلة التشظية صينية هزازة تستقبل المواد المفتتة و التي يتم طرحها خارج الآلة عبر الشبكة المعدنية . عادة تُنتج هذه الآلات مادة أولية لمعدن حديدي يعد نظيفاً نسبياً ويتألف من قطع صغيرة (50 ملم) من الفولاذ ومادة أولية بسيطة (زغب) تحتوي فئات المعادن غير الحديدية والمواد الأخرى التي تدخل آلة التشظية (تعرف أيضاً بالمفتت). ومن أجل الإنبعاثات المحتملة من المعالجة الحرارية انظر القسم 4.1.6

يتألف بداية خط آلة التشظية من فتحة أو قناة لتلقي مواد التغذية و نظام تغذية دفعات المواد الأولية تدريجياً إلى آلة التشظية . أما مُعدات نهاية الخط فتتكون من وحدة تجميع الغبار الناتج عن عملية التفطيت و التشظية و التي قد تتألف من سيكلونات أو غواسل فينتوري (Venturi scrubbers) و حزام ناقل يعمل على فصل المواد الناتجة عن العملية (المواد المفتتة) تبعاً لخواصها المغناطيسية و حجمها .. إلخ (Nijkerk and Dalmijn 2001).

إن معامل تشظية أو تفطيت الآليات المستهلكة هي مدرجة في المرفق (ج) من اتفاقية استوكهولم كأحد المصادر التي لها القدرة على تشكيل و إطلاق عن غير عمد الملوثات العضوية الثابتة (POPs). على أية حال ، و في الوقت الحاضر لا يوجد دلائل كافية أنه في هذه العملية الميكانيكية (تشظية/تفطيت) سيتشكل من جديد الديوكسينات/الفيورانات ( PCDD/PCDF) أو ثنائيات الفينيل متعددة الكلورة (PCB) . تشير المعطيات المتوفرة أن الديوكسينات/الفيورانات و ثنائيات الفينيل متعددة الكلورة المنطلقة عن معامل التشظية و التفطيت هي من الإنتاج الصناعي/المتعمد لمنتجات مركبات ثنائي الفينيل متعددة الكلورة

(PCB) و التي قد تكون دخلت مع الزيوت ، و سوائل العزل الكهربائية .. إلخ ، و التي هي محتواة في السيارات أو بضائع المستهلك . و بكل بساطة تعمل آلة التفيت على تحرير هذه الزيوت أو السوائل الحاوية على الملوثات (SC BAT/BEP 2004).

إذا أخذنا بالحسبان التوضيح أعلاه ، و اعتماداً على حقيقة أنه يتوفر فقط بعض المعطيات ، يُمكن استخدام معامل إنبعاث لصنف وحيد فقط لتقدير الإطلاقات عن عملية التشظية و التفيت بحد ذاتها (الجدول 32).

الجدول 32: معاملات الإنبعاث من أجل المُقتات (المُشطيات – Shredders)

مُعاملات الإنبعاث ميكروغرام مُكافئ سُميّ / طن من الفولاذ					الصنف
هواء	ماء	أرض	مُنتج	بقايا	
0.2	NA	NA	ND	ND	معاملُ تفيت (تشظية) المعادن

### 1.11.2.6 الإِطلاق إلى الهواء

تنشأ الإنبعاثات نتيجة وجود الديوكسينات/الفيورانات (PCDD/PCDF) أو ثنائيات الفينيل متعددة الكلورة (PCB) المحتواة في مواد التغذية الداخلة إلى معمل التشظية مثل السيارات و التجهيزات المنزلية الكهربائية و التجهيزات الكهربائية الأخرى ، و تنطلق هذه الملوثات إلى الهواء نتيجة عملية التحطيم الميكانيكية لهذه التجهيزات . تم وضع مُعاملُ إنبعاث وقدره 0.2 ميكروغرام مُكافئ سُميّ/طن (تراكيز من 0.04-0.4 نانوغرام مُكافئ سُميّ/م<sup>3</sup>) اعتماداً على المعطيات المزودة في التقرير SCEPT (1994) . و في دراسة حديثة لثلاثة معامل تشظية في مدينة فلاندرز في بلجيكا (Flanders- Belgium) ، و التي كانت مجهزة على الأقل بسيكلونات ، كانت إنبعاثات الديوكسينات/الفيورانات دون 0.1 نانوغرام مُكافئ سُميّ/م<sup>3</sup> (9 قياسات من أصل 10) (François et al. 2004) .

### 2.11.2.6 الإِطلاق إلى الماء

يُمكن أن يحدث الإِطلاق إلى الماء عندما تطرح المياه العادمة. لم تكن هناك بيانات متوفرة لتقدير مُعاملات الإنبعاث. على أية حال ، يجب تسجيل أي طرح للمياه العادمة و نوع المُعالجة المطبقة .

### 3.11.2.6 الإِطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع وجود إِطلاق إلى الأرض.

### 4.11.2.6 الإِطلاق في المُنتجات

إنه من الأرجح أن تحتوي المُنتجات بعض مستويات التلوث فيها على الرغم من أنه من غير المُمكن تقدير ذلك.

### 5.11.2.6. الإطلاق في البقايا

يُمكن أن تكون البقايا مواد من أجهزة إزالة الغبار أو مُنتجات غير قابلة للبيع متبقية عن عمليّات التفتيت (مواد غير معدنية)، وإنه من المرجح أن تكون الديوكسينات/الفيورانات موجودة بتركيز منخفضة فيها ولكن لم تكن هناك أية بيانات متوفرة لوضع أي تقدير. ومن الأرجح أن يدخل المعدن المسترد عملية استرجاع حرارية حيث يُمكن أن تحدث إطلاقات من هذه العمليات.

### 12.2.6. الإسترجاع الحراري للمعادن من الأسلاك (Thermal Wire Reclamation)

إن استرجاع الأسلاك المعدنية حرارياً هي العملية التي يسترد فيها الرصاص والنحاس من السلك بحرق المواد العازلة. وبأبسط أشكالها، تحدث هذه العملية في العراء وتتألف من خردة الأسلاك التي يتم حرقها لإزالة أغلفة السلك. وفي العديد من البلدان، تعتبر هذه العملية غير قانونية. ولهذا تستخدم العمليّات النظامية معدات أكثر تعقيداً، كاستخدام فرن مع تنظيف للغاز مؤلف من حرق بعدي وغوازل للغاز. في هذه العملية، تتواجد جميع المكونات اللازمة لتشكيل الديوكسينات/الفيورانات: الكربون (طبقة التغليف) والكلور (البولي فينيل كلورايد PVC أو عوامل مقاومة) و الحفاز (معدن النحاس).

قد يكون من الضروري تقدير كميات الأسلاك المحروقة في العراء حيث أنه من غير المُمكن حفظ الإحصائيات عن مثل هذه العمليات. يُمكن عادة التعرف على هذه المواقع التي تجري فيها عمليات الحرق هذه من بقايا الاحتراق على الأرض.

تم وضع الأصناف التالية لمعاملات الإنبعث كما هو مبين في الجدول 33. وضعت معاملات الإنبعث هذه على أساس الكتلة الكلية للمادة المحترقة حيث تمثل هذه الكتلة مجموع أسلاك النحاس و صفائح البلاستيك المستخدمة في تغليف السلك.

الجدول 33 : مُعاملات الإنبعث من أجل الإسترجاع الحراري للمعادن من الأسلاك

مُعاملات الإنبعث					الصف
ميكروغرام مكافئ سُمّي / طن من الفولاذ					
بقايا	مُنتج	أرض	ماء	هواء	
ND	ND	ND	ND	5,000	1. حرق الأسلاك في العراء
ND	ND	NA	ND	40	2. فرن أساسي مع حرق بعدي وغاسل غاز رطب
ND	ND	NA	ND	3.3	3. حرق مُحركات كهربائية ومكابح وغيرها، مزودة بحرق بعدي

تستخدم مُعاملات إنبعث الصنف 1 من أجل حرق الأسلاك في العراء. بينما يجب استخدام مُعاملات إنبعث الصنف 2 من أجل العمليّات المضبوطة لاسترداد النحاس من الأسلاك باستخدام فرن مزود بأساسيات تنظيف الغاز العادم. أما مُعاملات إنبعث الصنف 3 فهي من أجل الأفران المستخدمة لاسترداد النحاس من ملفات المُحركات الكهربائية وأحذية المكابح، وهذه الأفران على الأرجح مزودة ببعض أنظمة تنظيف الغاز.

### 1.12.2.6. الإطلاق إلى الهواء

حسب معرفتنا، لا توجد هناك أية بيانات مقاسة من أجل الإنبعثات من حرق الأسلاك في العراء وتوجد فقط معطيات قليلة جداً من حرّاقات الأسلاك النظامية. سُجلت أعلى التراكيز المذكورة من أجل استرجاع

الأسلاك حرارياً 254 نانوغرام مكافئ سُمِّي (معلومات هولندية) و استخدمت معاملات إنبعاث حتى 500 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن الجروودات الهولندية و النمساوية (LUA 2000) ، و كان أخفض معامل إنبعاث 3.3 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن. طبق الجرد السويسري مُعامل إنبعاث وقدره 2,340 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن (LAU 2003). ولتوفير تقدير من أجل انبعاثات من الحرق في الهواء مع عدم وجود تحكم ، قدر مُعامل إنبعاث 5,000 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن (الصنف 1).

يجب أن تستخدم مُعاملات إنبعاث الصنف 2 من أجل حرق الأسلاك في الأفران المزودة بحراقات بعدية و غاسلات غاز رطبة. أعطي تركيز وقدره 40 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن من أجل انبعاثات إلى الهواء من قبل Bremmer et al.1994.

ومن أجل أفران حرق للمُحركات الكهربائية وأحذية المكابح و ماشابه و مزودة بحراقات بعدية ، يُستخدم مُعامل إنبعاث وقدره 3.3 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن Bremmer et al.1994.

أية عمليّات استرجاع مشابهة يجب النظر فيها وتسجيل كافة التحكّات المطبقة، وأية عملية مستخدمة لتنظيف الغاز.

#### 2.6.2. الإطلاق إلى الماء

حيثما يستخدم الفرن ويتواجد غاسل غاز الرطب، يتوقع أن يكون هناك إطلاق إلى المياه . يجب لخط و تسجيل تواجد أنظمة غسل الغاز الرطبة في مثل هذه المحطات ومصير المياه العادمة وأي معالجة مطبقة لهذه المياه العادمة.

#### 2.6.3. الإطلاق إلى الأرض

يتوقع أن تحدث الإطلاقات إلى الأرض إذا أُجريت عمليات الحرق في العراء، وستكون بقايا الاحتراق في هذه الحالة على الأرض. تم قياس التراكيز في تربة مواقع حرق غير نظامية ، فوصلت إلى 98,000 نانوغرام مكافئ سُمِّي/كغ. وفي حالات أخرى، ستعالج في القسم الخاص بالإطلاق في البقايا، كحالة حرق الأسلاك في العراء، يُمكن أن يكون تلوث الأرض كبيراً، و يجب تعريف هذه المواقع كنقاط ساخنة محتملة (potential hot spots).

#### 2.6.4. الإطلاق في المُنتجات

من غير المتوقع وجود إطلاق في مُنتج النحاس.

#### 2.6.5. الإطلاق في البقايا

يتوقع أن تحتوي البقايا من العملية على الديوكسينات/الفيورانات ويمكن أن تكون المستويات مرتفعة. لم تكن هناك معطيات متوفرة لتقدير الإطلاقات.

### 3.6. الفئة الأساسية 3- توليد الطاقة والتدفئة

الفئة توليد الطاقة والتدفئة تتضمن محطات توليد الطاقة وأمكنة الحرق الصناعي (الأفران) والمنشآت التي تؤمن التدفئة والتي تعمل على حرق الوقود الأحفوري (بما فيها الحرق المشترك حتى 3/1 من النفايات) والغاز الحيوي متضمناً غاز المطامر والكتلة الحيوية. الجدول 34 يحدد الفئات الثانوية الخمس ضمن فئة المصادر الأساسية هذه. أهم قطاعات الإطلاق الرئيسية هي الهواء والبقايا. يُمكن اعتبار الأرض كأحد قطاعات الإطلاق فقط في حالة التدفئة المنزلية والطهي باستخدام إما الكتلة الحيوية (أخشاب على الأغلب) أو وقود أحفوري. الإطلاق إلى الأرض يُمكن أن تحدث إذا ردمت البقايا على الأرض.

الجدول 34: الفئات الثانوية لفئة المصادر الأساسية 3 – توليد الطاقة والتدفئة

الرقم	الفئات الثانوية من الفئة الأساسية توليد الطاقة والتدفئة	هواء	مياه	أرض	مُنتجات	بقايا
3	توليد الطاقة والتدفئة	X		(X)		X
a	محطات الطاقة التي تعمل على الوقود الأحفوري (فحم، نפט، غاز وحرق مشترك للنفايات)	x				x
b	محطات الطاقة التي تعمل على الكتلة الحيوية (أخشاب، قش، أنواع أخرى من الكتلة الحيوية)	x				x
c	حرق الغاز الحيوي وغاز المطامر	x				x
d	التدفئة المنزلية والطهي باستخدام الكتلة الحيوية (أخشاب وأنواع أخرى من الكتلة الحيوية)	x		(x)		X
e	التدفئة المنزلية والطهي باستخدام الوقود الأحفوري (فحم، نפט، غاز)	x		(x)		X

بما أن الهدف من هذه المنشآت هو توليد الطاقة أو التدفئة وفي حالة حرق الكتلة الحيوية والوقود الأحفوري فكمية الديوكسينات/الفيورانات لا يُمكن موازنتها مع الكتل (بالأطنان) من الوقود المُحترق. الشكل المفضل لتسجيل الانبعاثات لمركبات الديوكسين/الفيوران في هذه الحالة سوف يكون على أساس القيمة الحرارية للوقود. بما أن الحرارة أو الطاقة المتولدة هي "المنتج" من العمليات المبينة في هذا القسم 3.6، فإن فئة المصادر الأساسية هذه تنسب معاملات الانبعاث الإفتراضية المشتقة من المعطيات المتوفرة بالعودة إلى القيمة الحرارية للوقود. وهكذا عوضاً عن تسجيل معاملات الانبعاث الإفتراضية بوحدة الميكروغرام مكافئ سمية دولي/طن من الوقود ( $\mu\text{g I-TEQ/t of fuel}$ )، تُعطى هذه المعاملات بوحدة الميكروغرام مكافئ سمية دولي/تيرا جول ( $10^{12}$  جول) من الدخل الحراري ( $\mu\text{g I-TEQ/TJ of heat input}$ ). يُمكن بسهولة تفسير سبب هذا الخيار على أساس التشكيلة الواسعة جداً من أنواع الوقود المُستخدَم في توليد الطاقة. إن مجال القيم الحرارية لأنواع متعددة من الفحم من أجزاء متعددة من العالم تمتد لأكثر من مرتبة واحدة (ألف مرة). ولإعادة حساب القيمة الحرارية إلى الكتلة، تم تزويد الجداول اللازمة لذلك في المرفق ضمن القسم 3.11.

الصلة بالمادة 5، المرفق (ج) من اتفاقية استوكهولم

بالرجوع إلى شروط المادة 5 من اتفاقية استوكهولم، يُمكن تصنيف الفئات في هذه الفئة على الشكل الآتي:

المرفق (ج)، الجزء الثاني- فئات المصادر تتضمن:

فئة المصدر	القسم في وسيلة الأدوات
(أ) الحرق المشترك للنفايات	3.6 (ككل)

## المرفق (ج)، الجزء الثالث- فئات المصادر تتضمن

القسم في وسيلة الأدوات	فئة المصدر
5.3.6، 4، 3.6	(ج) مصادر الإحتراق في المناطق السكنية
5.3.6، 1، 3.6	(د) احتراق الوقود الأحفوري في غلايات (مراجل) المرافق والمنشآت الصناعية
2.3.6	(هـ) منشآت حرق الخشب والكتلة الحيوية

## 1.3.6. محطات الطاقة التي تعمل على الوقود الأحفوري

محطات توليد الطاقة العاملة على الوقود الأحفوري تولد معظم الكهرباء التي نستهلكها في العالم الحديث. في معظم البلدان الغربية يصل توليد الطاقة اعتماداً على الوقود الأحفوري بين 50 – 70 % من إجمالي إنتاج الطاقة. وفي العديد من الأمم النامية والبلدان التي اقتصاداتها تمر بمرحلة انتقالية، يشكل توليد الطاقة بالوقود الأحفوري حوالي 90% من إجمالي إنتاج الطاقة في القطاعين العام والصناعي.

لقد تم هنا تحديد أربعة فئات ضمن هذه الفئة الثانوية وذلك تبعاً لنوع الوقود المُستخدَم، وإسماً: هي الفحم وزيت الوقود الثقيل وزيت الوقود الخفيف والغاز الطبيعي إضافة إلى أي نوع آخر من الوقود الأحفوري الذي يتم حرقه سوياً بالحرق المشترك مع أي نوع من النفايات أو الحمأة. من أجل جميع الفئات الأربعة، من المفترض أن يتم استخدام مولدات الطاقة بالبخار و المحافظ عليها والتي تعمل بشكل جيد من أجل تضخيم خرج القدرة. في جميع الحالات، الهواء والبقايا هما قطاعا الإطلاق الوحيدان الذين يجب أخذهم بعين الاعتبار.

يجري حرق الوقود الأحفوري في عدد كبير من أجهزة توليد الطاقة بدءاً من الأفران الصغيرة ذات فتحة الموقد وحتى أنظمة الحرق/المراجل المعقدة جداً والضخمة والمزودة في نهاية الخط بتجهيزات شاملة للتحكم بتلوث الهواء (air pollution control, APC). يتم حرق الفحم من أجل توليد الطاقة في نوعين عامين من المراجل والتي يمكن تمييزها تبعاً للطريقة التي يجري استخراج الرماد منها. المراجل المعروفة بإسم القعر الجاف والتي تستخدم فحم المواقد أو مسحوق الفحم المرتب في جدران متقابلة وجميعها تشعل بشكل مائل من الجدران أو من الزوايا. جميع أنظمة الاشتعال هذه تعمل على حرق الفحم بكفاءة عالية تاركة معظم الرماد كبقايا جافة في أسفل المرجل. أما المراجل المعروفة بإسم القعر الرطب والتي تستخدم محارق مسحوق الفحم برتبية حلزونية أو على شكل U والتي تقود إلى درجات حرارة عالية من الإحتراق مما يؤدي إلى صهر الرماد وتجميعه على شكل خبث سائل في قعر المرجل. تستخدم المراجل ذات القعر الرطب خاصة في الحرق المشترك للنفايات وبشكل خاص الحمأة والوقود المشتق من البقايا (Residue Derived Fuel, RDF). يُساعد الخبث المصهور في أسفل المرجل بتأمين درجات عالية من الحرارة وتكفي لاستكمال أكسدة المكونات العضوية ضمن النفايات. على أية حال جميع الملوثات يتم إطلاقها ضمن غاز المدخنة.

زيت الوقود الثقيل يجري حرقه أيضاً لأغراض توليد الطاقة. عادة يتم حرق زيت الوقود الثقيل في مضارم حرق مدمجة مع جدران المرجل. من المحتمل تشكيل الديوكسينات/الفيورانات خلال الحرق المشترك للنفايات السائلة والحمأة مثل الزيوت المستعملة و/أو المذيبات المستعملة.

زيت الوقود الخفيف والغاز الطبيعي يجري حرقهم في مضارم حرق مصممة خصيصاً ومن غير المحتمل تشكيلها لكميات كبيرة من الديوكسينات/الفيورانات ذلك أن كلا نوعي الوقود له قيمة حرارية عالية وحرقه نظيف مع تشكيله لكمية ضئيلة أو معدومة من الرماد. فقط في حال الحرق المشترك للنفايات السائلة والحمأة يُمكن تشكيل تراكم أعلى من الديوكسينات/الفيورانات.

في بعض البلدان ، مثل استراليا و البرازيل و كندا و الصين و استونيا و فرنسا و روسيا و المملكة المتحدة (في اسكتلندا) و جنوب أفريقيا و اسبانيا و السويد و الولايات المتحدة الأمريكية ، يتواجد فيها كميات كبيرة من الطقل الزيتي (من أجل التعريف ، أنظر القسم 6.4.7 - تصنيع الطقل الزيتي) ، و الذي يُمكن تحويله إلى الزيت الحجري ، مادة شبيهة بالبترول . في أستونيا ، على سبيل المثال ، يتم توليد مايزيد عن 90% من حاجة الكهرباء في البلد من الزيت الحجري (Schleicher 2004a).

كما في جميع عمليّات الإحتراق تتشكل عادة الديوكسينات/الفيورانات بعد تمام عملية الإحتراق وتبريد غاز المدخنة. فالأجزاء المتبقية من المركبات العضوية والكلورين الموجود في الفحم يتحدوا من جديد بوجود محفزات من كلوريدات المعادن لتشكل الديوكسينات/الفيورانات. الإطلاقات إلى المياه والأرض والمنتجات تكون عادة مهمة. بذلك تكون طرق الإطلاق الهامة هي فقط إلى الهواء وعبر البقايا. الإطلاقات إلى المياه يُمكن أن تحدث في المنشآت المركب فيها أبراج غسل الغازات بالماء والتي لا يعاد تدوير الماء فيها. في مثل هذه الحالات يجب تضمين الإطلاقات إلى المياه. الحمأة الناتجة عن أجهزة غسل الغازات ، وبعد فصلها عن المياه العادمة ، يُمكن أن تندرج تحت الإطلاقات في "البقايا". تم اشتقاق أربعة أصناف لمعاملات الإنبعث من دراسات أجريت في بلجيكا وألمانيا وسويسرا. و هذه المعاملات مبينة في الجدول 35

الجدول 35: مُعاملات الإنبعث لمحطات توليد الطاقة وإنتاج الحرارة/الطاقة في الصناعة والتي تعمل على الوقود الأحفوري

مُعاملات الإنبعث – ميكروغرام مكافئ سُمّي/تيرا جول من الوقود الأحفوري المُحترق			الصف
هواء	مياه	بقايا	
35	ND	ND	1. مَرجلُ الطاقة التي تحرق الوقود الأحفوري/الحرق المشترك للنفايات
10	ND	14	2. مَرجلُ الطاقة التي تحرق الفحم
2.5	ND	ND	3. مَرجلُ الطاقة التي تحرق الوقود الثقيل
1.5	ND	*	4. محطات الطاقة التي تحرق الزيت الحجري
0.5	ND	ND	5. مَرجلُ الطاقة التي تحرق زيت الوقود الخفيف/الغاز الطبيعي

\* الإطلاقات في البقايا يُمكن حسابها على أساس الكتلة (أنظر القسم 6.3.1.5)

إن مُعاملات الإنبعث هذه مبينة على افتراض أن الوقود المُحترق يؤدي إلى إطلاق الديوكسينات/الفيورانات المترافقة مع التخلص من الرماد المتطاير (fly ash) . بينما الإنبعثات من خلال الرماد السفلي (bottom ash) فهي مهمة. أيضاً تزداد كفاءة إزالة الجسيمات الدقائقية (particulate matter) مع نوعية أنظمة التحكم بتلوث الهواء (APC system) المُستخدمة في المنشأة.

### 6.3.1.1. الإطلاق إلى الهواء

الإطلاق إلى الهواء هو القطاع المسيطر لحرق الوقود الأحفوري. عادة تكون التراكيز المقاسة من محطات الطاقة الكبيرة أدنى بكثير من 0.1 نانوغرام مكافئ سُمّي/مترمكعب؛ على الأغلب من مرتبة إلى مرتبتين بالنسبة للوقود الصلب والوقود السائل. في حين أن المُعطيات الهولندية لمحطات توليد الطاقة الكبيرة التي تعمل على حرق الفحم أعطت مُعاملَ إنبعث 0.35 ميكروغرام مكافئ سُمّي/طن، كانت المُعطيات الألمانية بين 0.004 و 0.2 ميكروغرام مكافئ سُمّي/طن (0.09 و 7.1 ميكروغرام مكافئ سُمّي/تيرا جول) والمعطيات من المملكة المتحدة كانت بقيمة متوسطة 0.14 ميكروغرام مكافئ سُمّي/طن

(المجال: 0.06 – 0.32 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن). بينما أعطت المصادر السويسرية مُعاملُ إنبعاث 230 ميكروغرام مكافئ سُمي/تيرا جول لمحطات توليد الطاقة التي تحرق الفحم. المُعطيات الألمانية سجلت قيم بين 0.02 و0.03 ميكروغرام مكافئ سُمي/تيرا جول للمراحل التي تحرق الغاز الطبيعي ( LUA 1997).

مُعاملُ الإنبعاث للسنف 1 تم اشتقاقه من قيم مسجلة بين 0.4 و 118 ميكروغرام مكافئ سُمي/تيرا جول. و من أجل وسيلة الأدوات هذه تم اختيار قيمة وسطية مساوية إلى 35 ميكروغرام مكافئ سُمي/تيرا جول. مُعاملُ الإنبعاث للسنف 2 تم اشتقاقه من قيم متوسطة بين 230 (معطيات سويسرية 1997 LUA) و7 ميكروغرام مكافئ سُمي/تيرا جول كمتوسط. السنف 3 تم اشتقاقه من قيم وسطية سجلت بين 1 و4 ميكروغرام مكافئ سُمي/تيرا جول. السنف 4 من قيم وسطية سجلت بين 0.5 و1.5 ميكروغرام مكافئ سُمي/تيرا جول (LUA 1997, IFEU 1998, Environment Canada 1999).

### 6.3.1.2. الإطلاق إلى المياه

من غير المتوقع حدوث إطلاق إلى المياه. على أية حال، في الحالات التي يستخدم فيها أجهزة غسل الغازات بالماء ويتم توليد مياه عادمة، فيصبح عندها قطاع الإطلاق هذا بحاجة إلى تسليط الضوء عليه. حالياً لا يوجد قيمة رقمية يُمكن تزويدها لتقدير هذا الإطلاق.

### 6.3.1.3. الإطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع حدوث إطلاق إلى الأرض إلا في حالة أن البقايا غير المعالجة تم وضعها مباشرة على الأرض أو مزجت مع التربة.

### 6.3.1.4. الإطلاق في المُنتجات

العملية لا يتولد عنها أي مُنتج وبالتالي لن يحدث إطلاق من خلال المنتج.

### 6.3.1.5. الإطلاق في البقايا

هناك شح في المُعطيات المقاسة لتراكيز الديوكسينات/الفيورانات في الرماد المتطاير وسيكون هناك حاجة للمزيد من المُعطيات. يُمكن افتراض أن محتوى الديوكسينات/الفيورانات في الرماد المتطاير يزداد مع محتوى الفحم غير المُحترق ومع كمية الحرق المشترك من النفايات.

في أستراليا، حيث تُستخدَم محطات توليد الطاقة الزيت الحجري كوقود، تم تحليل الديوكسينات/الفيورانات في الرماد المتطاير من محطات الطاقة، و التي كانت مزودة بمرسبات الكترولستاتية. تراوحت التراكيز في الرماد المتطاير من تراكيز متدنية جداً غير قابلة للتعين الكمي و حتى 1.66 نانوغرام مكافئ سمية دولي/كغ من الرماد الجاف (تم تضمين LOQ في حسابات المكافئ السمي TEQ) (Schleicher et al. 2001, Roots 2004a). المعطيات المتوفرة لاتمكن من تحديد معامل إنبعاث، و هكذا على البلدان الراغبة في تحديد الاطلاقات من محطات توليد الطاقة التي تعمل على الزيت الحجري و مجهزة بمرسبات الكترولستاتية، فيمكن أن تأخذ القيمة الوسطى للقياسين أعلاه (= 1.2 غرام مكافئ سمي/طن من الرماد المتطاير المتجمع في المرسبات الإلكترولستاتية ESP) و تضربها بكتلة الرماد المتطاير المتجمع عن هذه المحطات.

ولوضع تقدير أولي يُمكن استخدام المُعطيات من المملكة المتحدة عن تركيز الديوكسينات/الفيورانات في البقايا الناتجة عن حرق الفحم في الصناعة (Dyke et al 1997, EC 1999). التراكيز في الرماد المتطاير كانت بين 0.23 - 8.7 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/كغ من الرماد وأما بالنسبة للرماد السفلي فكانت بين 0.02 - 13.5 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/كغ من الرماد. التراكيز في السخام كانت أعلى (حتى 35 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/كغ). بأخذنا مُعدل متوسط إنتاج الرماد مساوي إلى 10% وومتوسط التركز في الرماد مساوي إلى 4 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/كغ، يمكننا اشتقاق مُعامل إنبعاث مساوي إلى 0.4 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من الفحم المُحترق (تقريباً 14 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/تيرا جول).

### 6.3.2. محطات الطاقة العاملة على حرق الكتلة الحيوية

العديد من البلدان والأقاليم تعتمد بشكل كبير على حرق الكتلة الحيوية لإنتاج الطاقة والتدفئة. فيما إذا كانت أخشاب بما فيها أغصان وقشر الشجر ونشارة الخشب. إلخ، أو الخث و/أو البقايا الزراعية (مثل القش، كريات الحمضيات، قشور جوز الهند، زرق الدجاج، روث الجمال، إلخ). في معظم الحالات، يجري حرق الكتلة الحيوية مباشرة ومن دون إضافة وقود أحفوري وفي مَراجِل صغيرة تعمل باستمرار. من أجل وسيلة الأدوات هذه، تم تحديد فئتان ضمن الفئات الثانوية وذلك تبعاً لنوع الوقود الحيوي المُستخدَم، وهما المَراجِل التي تحرق الأخشاب والمَراجِل التي تحرق باقي أنواع الكتلة الحيوية. ومن أجل كلا الفئتين يفترض أن يتم استخدام مولدات الطاقة بالبخار المحافظ عليها والتي تعمل بشكل جيد من أجل تضخيم الخرج الطاقوي. في جميع الحالات، الهواء والبقايا هما قطاعا الإطلاق الوحيدان الذين يجب أخذهما بعين الاعتبار. هذا القسم لا يتعرض لحرق الخشب الملوث والتي سيتم التعرض لها في القسم 6.1.6

يجري حرق الكتلة الحيوية في عدد كبير من أجهزة توليد الطاقة بدءاً من الأفران الصغيرة ذات فتحة الموقد وحتى أنظمة الحرق/المَراجِل المعقدة جداً والضخمة والمزودة في نهاية الخط بتجهيزات شاملة للتحكم بتلوث الهواء. يجري حرق الكتلة الحيوية من أجل توليد الطاقة غالباً في نوعين عامين من المَراجِل والتي يُمكن تمييزها تبعاً للطريقة التي يتم فيها تقييم الوقود إلى النظام.

المَراجِل المعروفة بإسم فتحة الموقد تستعمل شبكة أو منصب ثابت أو هزاز أو متحرك والتي يوضع عليها الكتلة الحيوية التي تنتقل في الفرن أثناء احتراقها. هواء الإحتراق الأولي يتم حقنه خلال الكتلة الحيوية من أسفل الشبكة المعدنية أو المنصب. جميع أنظمة الاشتعال هذه تعمل على حرق الكتلة الحيوية بكفاءة عالية تاركة الرماد كبقايا جافة في قعر المرجل. فقط جزء صغير من المواد الخامدة تغادر المرجل كرماد متطاير.

أما المَراجِل المعروفة بالسريير المُمَيِّع (fluidized bed) فتستخدم مواد خاملة (مثل: الرمل و/أو الرماد) والتي تُمَيِّع (تأخذ شكل المائع) بحقن هواء الإحتراق الأولي. يجري تقطيع وإضافة الكتلة الحيوية إلى السريير المُمَيِّع حيث يجري حرقها. والرماد المُمَيِّع الذي يجري حمله مع غاز المدخنة يتم جمعه عادة في مجموعة سيكلونات متبوعة بمرسبات إلكتروستاتية (ESP) أو بواسطة مَرشَّحات من الأكياس ومن ثم يُعاد حقنها إلى المرجل. كمية ضئيلة جداً أو معدومة من الرماد السفلي تُغادر المرجل ذلك أن جميع دقائق الرماد الكبيرة إما تبقى في السريير المُمَيِّع (fluidized bed) أو يتم جمعها بواسطة السيكلونات. بذلك، جميع الرماد يجري جمعه كرماد متطاير بواسطة المَرسبات الإلكتروستاتية أو مَرشَّحات الأكياس.

إن وجود الديوكسينات/الفيورانات في هذه الفئة الثانوية يعتمد على نفس القواعد العامة كما هي الحال في المنشآت التي تعمل بالوقود الأحفوري. تم اشتقاق مجموعتين من مُعاملات الإنبعاث من دراسات نفذت في بلجيكا وألمانيا والمملكة المتحدة وهي مبينة في الجدول 36. الإطلاق إلى المياه يُمكن أن تحدث في المنشآت المركب فيها أبراج غسيل الغازات بالماء والتي لا يعاد تدوير الماء فيها. في مثل هذه الحالات يجب تضمين الإطلاق إلى المياه. الحمأة أو الرواسب الناتجة عن أجهزة غسيل الغازات وبعد فصلها عن

المياه العادمة يُمكن أن تندرج تحت الإطلاقات في "البقايا".

الجدول 36: معاملات الإنبعاث لتوليد الطاقة التي تعتمد على حرق الكتلة الحيوية

مُعاملات الإنبعاث			الصف
ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/تيرا جول من الكتلة الحيوية المحترقة			
بقايا	مياه	هواء	
ND	ND	500	1. مَراجِلُ الطاقة التي تحرق مزيج من الكتلة الحيوية
15	ND	50	2. مَراجِلُ الطاقة التي تحرق خشب نظيف

إن مُعاملات الإنبعاث هذه مبنية على افتراض أن الوقود المُحترق يؤدي إلى إطلاق الديوكسينات/الفيورانات المترافقة مع التخلص من الرماد. الإنبعاثات من خلال الرماد السفلي مهمة ذلك أن الكمية الكلية من الرماد المتبقي عن الكتلة الحيوية يتراوح بين 0.5% (للخشب) و1% (لأنواع أخرى من الكتلة الحيوية). أيضاً تزداد كفاءة إزالة الجسيمات الدقائقية مع نوعية أنظمة التحكم بتلوث الهواء المُستخدمة في المنشأة.

و من أجل المساعدة في تقدير كمية الكتلة الحيوية المحترقة ، فالمثال التقريبي التالي يُمكن استخدامه في حساب الكتلة المحترقة من تفل سكر القصب (bagasse) : 3 كغ من تفل قصب السكر تتولد عن تصنيع 1 كغ من السكر (Choong Kwet Yive 2004) . الرجاء ملاحظة أن كتلة تفل قصب السكر يجب تحويلها إلى طاقة (تيرا جول - TJ) من أجل تقدير الإطلاقات السنوية من الديوكسينات/الفيورانات . في القسم 11.3 - القيم الحرارية - للفئة الأساسية 3 (Heating Values- For Main Category 3)، تم اقتراح قيمة حرارية لاحتراق تفل قصب السكر بين 8 ميغاجول/كغ و 10 ميغاجول/كغ .

### 6.3.1. الإطلاق إلى الهواء

الإطلاق إلى الهواء هو القطاع المسيطر لحرق الوقود الأحفوري. تم اشتقاق قيمة مُعامل الإنبعاث الإفتراضية للصف 1 من متوسط القيم لحرق القش والمسجل في المملكة المتحدة والذي تراوح بين 17 و54 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي /طن. أما القيم المسجلة للنمسا فتتراوح بين 2 - 500 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي /تيرا جول. واعتماداً على متوسط قيمة حرارية حوالي 8-11 ميغاجول/كغ تم اختيار قيمة مُعامل الإنبعاث الافتراضي 500 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي /تيرا جول كقيمة ممثلة عن الصف 1 بالرغم من أنه يُمكن أن توجد قيمة عالية قد تصل حتى 5,000 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي /تيرا جول. أما قيمة مُعامل الإنبعاث الافتراضي للصف 2 فقد تم اشتقاقها من متوسط قيم سجلت بين 4.7 (دراسة بلجيكية) و5.4 (دراسة في المملكة المتحدة) ميكروغرام مُكافئ سُمِّي /طن من الخشب المُحترق. واعتماداً على متوسط قيمة حرارية حوالي 12-15 ميغاجول/كغ ، تم حساب قيمة مُعامل الإنبعاث الافتراضي 350 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي /تيرا جول كقيمة ممثلة عن الصف 2 ( LUA 1997, IFEU 1998, Environment Canada ) (1999).

### 6.3.2. الإطلاق إلى المياه

من غير المتوقع حدوث إطلاق إلى المياه. على أية حال، في الحالات التي يستخدم فيها أجهزة غسل الغازات بالماء ويتم توليد مياه عادمة، فيصبح عندها قطاع الإطلاق هذا بحاجة إلى تسليط الضوء عليه. حالياً لا يوجد قيمة رقمية يُمكن تأمينها لتقدير هذا الإطلاق.

### 3.6.3. الإطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع حدوث إطلاق إلى الأرض إلا في حالة أن البقايا غير المعالجة تم وضعها مباشرة على الأرض أو مُزجت مع التربة.

### 3.6.4. الإطلاق في المُنتجات

العملية لا يتولد عنها أي مُنتج وبالتالي لن يحدث إطلاق من خلال المنتج.

### 3.6.5. الإطلاق في البقايا

يُمكن افتراض أن الديوكسينات/الفيورانات متواجدة في بقايا الرماد. على أية حال، يُمكن أن نجد عدد محدود من المُعطيات التفصيلية عن الكميات. اعتماداً على دراسة ألمانية تتراوح التراكيز عادة بين 30-3,000 نانوغرام مُكافئ سُمي/كغ بالنسبة للرماد المتطاير. نظراً لتداخل وتقارب القيم المسجلة للرماد السفلي وبين 30 – 23,300 نانوغرام مُكافئ سُمي/كغ يعد من الضروري التفريق بين نوعي الرماد. بالتالي، تم اختيار قيمة متوسطة 3,000 نانوغرام مُكافئ سُمي/كغ كمعامل إنبعاث اعتماداً على أن محتوى الرماد الناتج هو 0.5%.

لا يتوفر معطيات كافية عن أنواع أخرى من وقود الكتلة الحيوية. بالتالي، هناك حاجة إلى بحوث إضافية.

### 3.6.3. احتراق الغاز الحيوي/غاز المطامر

يتولد الغاز الحيوي وغاز المطامر من الهضم اللاهوائي للمواد العضوية. والغاز الناتج هو عبارة عن مزيج من أول أكسيد الكربون (CO) وثاني أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>) والميثان (CH<sub>4</sub>) والنشادر (NH<sub>3</sub>) وأجزاء ضئيلة من الغازات القابلة للاحتراق إضافة إلى جزء كبير من الماء (H<sub>2</sub>O). يشكل الجزء القابل للاحتراق من الغاز حوالي 50% والقيمة الحرارية له تتراوح بين 15-25 ميغاجول/كغ وذلك اعتماداً على مصدر الغاز. إن احتراق الغاز الحيوي أو غاز المطامر يجري عادة في شعلة أو مُحركات أو توربينات غازية أو أية تجهيزات أخرى لتوليد الطاقة.

احتراق هذه الغازات من أجل توليد الطاقة يجري على الأغلب إما في مَراجلُ تعمل بحرق الغاز أو في توربينات/مُحركات غازية. وكلا النوعان يشابه مثيلاته التي تعمل على حرق الغاز الطبيعي. إن عملية الاحتراق تقريباً من دون بقايا. الجدول 37 يبين مُعاملُ الإنبعاث الافتراضي الوحيد والذي تم اشتقاقه من دراسات في ألمانيا وهولندا والمملكة المتحدة.

الجدول 37: مُعاملات الإنبعاث للغاز الحيوي/غاز المطامر المُستخدَم في توليد الطاقة أو في الشعلة

الصنف	مُعاملُ الإنبعاث ميكروغرام مُكافئ سُمي/تيرا جول من الغاز المُحترق الهواء
المَراجلُ والمُحركات/التوربينات والشعلة	8

### 3.3.6.1. الإطلاق إلى الهواء

الإطلاق إلى الهواء هو القطاع الوحيد لحرق غاز المطامر والغاز الحيوي. تم اشتقاق مُعَامِلُ الإنبعاث من قيم وسطى تراوحت بين 7.6 و 8.4 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/تيرا جول من الغاز الحيوي والتي سُجِلت في الدراسة الألمانية والدراسة الإنكليزية على الترتيب ( LUA 1997, IFEU 1998, Environment Canada ) (1999). تراوحت الإنبعاثات في الدراسة الألمانية بين 0.001 - 0.28 نانوغرام مكافئ سمية دولي/م<sup>3</sup> النظامي ، بينما أعطت القياسات الهولندية القيمة 0.07 نانوغرام مكافئ سمية دولي/م<sup>3</sup> النظامي ( LUA 1997) . كما سُجِلت دراسة حديثة في بلجيكا أن تراكيز الديوكسينات/الفيورانات كانت دون 0.1 نانوغرام مكافئ سمية دولي/م<sup>3</sup> النظامي ( عند تركيز من الأوكسجين 5% ) لقياسات تمت في شعلة احتراق الغاز الحيوي الناتج عن خمسة مواقع للمطامر (Idczak et al. 2004).

### 3.3.6.2. الإطلاق إلى المياه

من غير المتوقع حدوث إطلاق إلى المياه.

### 3.3.6.3. الإطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع حدوث إطلاق إلى الأرض ذلك أن غاز المطامر والغاز الحيوي يحترقان بشكلٍ خالٍ من البقايا.

### 3.3.6.4. الإطلاق في المُنتجات

العلمية لا تولد مُنتجٌ لذلك لن يحدث إطلاق عبر المُنتجات.

### 3.3.6.5. الإطلاق في البقايا

لن يحدث إطلاق عبر البقايا ذلك أن غاز المطامر والغاز الحيوي يحترقان بشكلٍ خالٍ من البقايا.

### 3.3.6.4. التدفئة المنزلية والطهي باستخدام الكتلة الحيوية

الطهي والتدفئة في المنازل باستخدام الكتلة الحيوية هو ممارسة شائعة في العديد من البلدان. في معظم الحالات الوقود المفضل هو الخشب، على أية حال ، يُمكن استخدام أنواع أخرى من الوقود الحيوي. هنا، فقط صنفان منفردان سيتم تعريفهم ضمن هذه الفئة الثانوية والفارق الأساسي بين هذين الصنفين هو نقاوة الوقود . لم يؤخذ بمثل هذا التفريق في القطاعين الصناعي و العام من أجل توليد الطاقة و الكهرباء حيث تستخدم الكتلة الحيوية الملوثة (مثل الخشب) و التي تعتبر طريقة للتخلص من النفايات الخشبية. بالتالي التمييز سيكون بين كتلة حيوية بكر وكتلة حيوية ملوثة مثل الخشب المدهون أو المعالج والقش المتأثر بشدة بالمبيدات الكلورية. الهواء والبقايا وفي بعض الحالات الأرض هي قطاعات الإطلاق قيد النظر.

يتم حرق الكتلة الحيوية من أجل التدفئة والطهي في العديد من أجهزة الحرق والممتدة من المواقف والمدافئ البسيطة والمفتوحة وحتى المواقف والأفران الكبيرة والمعقدة التي تعمل على حرق الخشب. إن حرق الكتلة الحيوية من أجل التدفئة المنزلية والطهي يحدث على الغالب في تجهيزات تزداد كفاءتها كلما

زاد إجمالي الإنتاج القومي للبلد وكلما زادت حالة تطوره.

تتكون الديوكسينات/الفيورانات نتيجة الإحتراق غير الكامل والذي يعتبر أمر عادي في أجهزة الحرق الصغيرة هذه والتي لا تحتوي أبداً/أو قد تحتوي على تحكم محدود بعملية الحرق. عمليّات الإطلاق إلى المياه وعبر المنتج تكون مهملّة. الإطلاق إلى الأرض يُمكن أن يحدث فقط إذا كانت عملية الإحتراق تحدث مباشرة على الأرض أو أن بقايا الإحتراق يتم التخلص منها إلى الأرض- عولجت هذه الحالة في القسم 6.6 – عمليات الإحتراق المكشوفة. و هكذا ، فإن الهواء والأرض والبقايا هي طرق الإطلاق الهامة. هناك مجموعتان من معاملات الانبعاث تم اشتقاقهما من دراسات تمت في النمسا وبلجيكا والدنمرك وألمانيا وهولندا والسويد وسويسرا والمملكة المتحدة. والجدول 38 يبين هذه المعاملات.

الجدول 38: معاملات الانبعاث للتدفئة المنزلية والطهي التي تعتمد على حرق الكتلة الحيوية

التركيز ميكروغرام مكافئ سُمّي/كغ من الرماد	مُعاملات الانبعاث		الصف
	ميكروغرام مكافئ سُمّي/تيرا جول من الكتلة الحيوية المحترقة		
	الهواء	الأرض	
البقايا	1,500	ND	1. مواقد حرق الكتلة الحيوية/الأخشاب الملوثة
1,000	100	ND	2. مواقد حرق الكتلة الحيوية/الأخشاب البكر

يتوفر معطيات محدودة جداً لاتسمح بحساب معاملات الانبعاث للكتلة الحيوية غير تلك المحسوبة للخشب. معاملات الانبعاث للاطلاقات عبر البقايا معطية على أساس التراكيز المقاسة في الرماد (و ليس لها علاقة بالقيمة الحرارية للوقود). الرجاء ملاحظة أنه عند استخدام صفحات إكسل للفئة 3 ( EXCEL sheet for Category 3 ) من أجل تقدير الإطلاقات السنوية ، فيجب حساب الإطلاق عبر البقايا بشكل منفصل.

### 6.3.4.1. الإطلاق إلى الهواء

الإطلاق إلى الهواء هو القطاع المسيطر لحرق الكتلة الحيوية. قيمة معامل الانبعاث الافتراضية للصف 1 تم اشتقاقها من متوسط القيم المسجلة والتي تراوحت بين 2 و 50 ميكروغرام مكافئ سُمّي /طن من الخشب المحترق. القيم بين 4.7 – 2.4 ميكروغرام مكافئ سُمّي /كغ كما وردت في الدراسة النمساوية يبدو أنها كانت عالية بشكل غير عادي. أما القيم بين 0.7 – 0.2 ميكروغرام مكافئ سُمّي /طن كما وردت في الدراسة الألمانية فيبدو أنها تمثل الطرف الأدنى من المجال. وكذلك الأمر بالنسبة للقيمة السويسرية 24 نانوغرام مكافئ سُمّي/جيجا جول. من الضروري لحظ أن القيم المسجلة لاحتراق الكتلة الحيوية النظيفة هي بشكل ثابت أقل بمقدار مرتبة واحدة من القيم المسجلة لاحتراق الكتلة الحيوية الملوثة مثل الخشب المدهون و/أو المعالج. و هكذا ، تم اختيار قيمة وسطية 1.5 ميكروغرام مكافئ سُمّي /طن للكتلة الحيوية النظيفة بينما تم اعتماد قيمة 25 ميكروغرام مكافئ سُمّي /طن للكتلة الحيوية الملوثة. واعتماداً على متوسط قيمة حرارية حوالي 12-15 ميغاجول/كغ للخشب يُمكن حساب قيمة معامل الانبعاث الافتراضي 100 ميكروغرام مكافئ سُمّي /تيرا جول كقيمة ممثلة عن الكتلة الحيوية النظيفة والقيمة 1,500 ميكروغرام مكافئ سُمّي /تيرا جول كقيمة ممثلة عن الكتلة الحيوية الملوثة (LUA 1997, IFEU 1998). أعطى المرجع (LUA 1997) قيم معاملات الانبعاث 50 ميكروغرام مكافئ سُمّي /طن للخشب الملوث قليلاً و500 ميكروغرام مكافئ سُمّي /طن للخشب المعالج بشدة بمركب خماسي كلور الفينول (PCP)، وهذا يؤدي للحصول على معاملات انبعاث مساوية إلى 3,300 ميكروغرام مكافئ سُمّي /تيراجول و50,000 ميكروغرام مكافئ سُمّي /تيراجول، على الترتيب.

### 6.3.4.2. الإطلاق إلى المياه

من غير المتوقع حصول إطلاقات إلى المياه.

### 6.3.4.3. الإطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع حدوث إطلاق إلى الأرض إلا في حال أن الإحترق يجري مباشرة على التربة. ونظراً لنقص المعطيات لا يمكن اشتقاق مُعاملٍ إنبعاث افتراضي.

### 6.3.4.4. الإطلاق في المُنتجات

العلمية لا تولد مُنتجٌ لذلك لن يحدث إطلاق عبر المُنتجات.

### 6.3.4.5. الإطلاق عبر البقايا

يتراوح تركيز الديوكسينات/الفيورانات في بقايا الرماد من بضعة نانوغرامات وحتى عدة آلاف نانوغرام مُكافئ سُمِّي /كغ (أو ميكروغرام مكافئ سمي/طن). إن احتراق الأخشاب البكر سيولد تراكيز أقل في الرماد المتبقي ، بينما الخشب المعالج سينتج عنه تراكيز أعلى. متوسط التركيز الذي حدد من قِبَل (Wunderli *et al.* 1996) سوف يستعمل في وسيلة الأدوات هذه كتقدير أولي: لقد حددوا مُعدل مساوي إلى 1,000 نانوغرام مُكافئ سُمِّي دولي/كغ للخشب الملوث و10 نانوغرام مُكافئ سُمِّي دولي/كغ للخشب النظيف. و من أجل استخدام الخث (Peat) كوقود حيوي ، لم يتواجد نتائج محسوبة على أساس المكافئ السمي . على أية حال ، في أحد النشرات العلمية وجدَ (Mehrag and Killkam (2003) تركيز قدره 60.6 نانوغرام من الديوكسينات/الفيورانات (الماكبات المتناظرة رباعية وحتى ثمانية الكلورة) في الكغ من رماد الخث المُحترق و ذلك في عينة من القرن التاسع عشر. و يقترح تطبيق معامل الإنبعاث للصف 2 للرماد الناتج عن حرق الخث (peat ash) . إن استخدام معامل الإنبعاث هذا لن يقلل من تقدير الإطلاقات.

بما أن أساس حساب الإطلاقات عبر البقايا يعتمد على كتلة الرماد المتولدة عن عملية الاحتراق ، فيجب تقدير الكتلة الكلية المتولدة من الرماد في العام .

### 6.3.5. التدفئة المنزلية والطهي باستخدام الوقود الأحفوري

يستخدم الوقود الأحفوري بكثرة في التدفئة المنزلية وخاصة في البلاد المتطورة والبلدان التي اقتصاداتها في مرحلة انتقال الفحم وزيت الوقود الخفيف والغاز الطبيعي هي المصادر الرئيسية للوقود الأحفوري المُستخدَم في التدفئة المنزلية والتي ستشكل التصنيفات الثلاث لهذه الفئة الثانوية. ومن أجل هذه الفئات الثلاث يفترض أنه يستخدم مدافئ تسخين تعمل ومحافظ عليها بشكل جيد من أجل تضخيم الخرج الحراري. في جميع الحالات الهواء هو قطاع الإطلاق قيد النظر. في حالة احتراق الفحم فيجب اعتبار البقايا كقطاع إطلاق محتمل.

يتم حرق الوقود الأحفوري في تجهيزات تتراوح من أفران بسيطة إلى أنظمة مَراجل/حَرَاقات معقدة لتوليد الحرارة والتدفئة المركزية في الأبنية والوحدات السكنية الكبيرة.

الحرق من أجل التدفئة المنزلية يجري في نوعين عامين من المَراجل والتي تتميز عن بعضها بالطريقة

التي يتم فيها نقل وإطلاق الحرارة. ما يدعى بأنظمة التدفئة المركزية، والتي تعمل على الزيت أو الغاز كوقود، تستخدم فرن كبير لتسخين الماء والذي يجري تدويره خلال البناء ليصدر حرارته من خلال عدد كبير من المشعات الحرارية. إن هذا النوع من الأنظمة الحديثة عادة تكون ذات كفاءة عالية واحتراق نظيف مما ينتج عنها كمية ضئيلة أو من دون بقايا للتخلص منها. النوع الثاني من أنظمة التدفئة يعتمد غالباً على الوقود الصلب (الفحم) ويتكون من مواعد منفردة متوضعة في كل غرفة من البناء أو على شكل مدفأة حائطية لتوفر وصول مباشر إلى العديد من الغرف في نفس الوقت. تتألف المواعد من أفران صغيرة متشابهة لكنها توفر نظام لتدوير الهواء داخل الموقد ومن حول الفرن. هذه الأنظمة عادة أقدم وأقل كفاءة واحتراقها أقل نظافة. أيضاً يتم توليد رماد سفلي من بقايا الوقود الخاملة والتي يجب التخلص منها. بعض هذه الأنظمة أيضاً قادرة على حرق زيت الوقود.

ثلاث مجموعات من معاملات الإحتراق تم اشتقاقها من دراسات تمت في النمسا وبلجيكا والدنمرك وألمانيا وهولندا والسويد وسويسرا والمملكة المتحدة. وهذه القيم معطاة في الجدول 39.

الجدول 39: معاملات الإنبعاث للتدفئة المنزلية التي تعتمد على الوقود الأحفوري

التركيز	مُعاملات الإنبعاث	الصف
ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/كغ من الرماد	ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/تيرا جول من الوقود الأحفوري المُحترق	
البقايا	الهواء	
30,000	15,000	1. المواعد العاملة على الفحم ذي المحتوى العالي من الكلور
5,000	100	2. المواعد العاملة على الفحم
NA	10	3. المواعد العاملة على زيت الوقود
NA	1.5	4. المواعد العاملة على الغاز الطبيعي

إن معاملات الإنبعاث الافتراضية هذه أيضاً مبنية على افتراض أن فقط الفحم المُحترق يؤدي إلى إطلاق الديوكسينات/الفيورانات المترافقة مع التخلص من الرماد.

### 3.6. 1. الإطلاق إلى الهواء

الإطلاق إلى الهواء هو القطاع المسيطر لاحتراق الوقود الأحفوري. من أجل الفحم، تم اقتراح فئتين من معاملات الإنبعاث بما أنه هناك مجالان متميزان من إنبعاثات الديوكسينات/الفيورانات التي سجلت في المنشورات العلمية. قيمة معامل الإنبعاث الافتراضية للصف 2 تم اشتقاقها من متوسط القيم المسجلة والتي تراوحت بين 1.6 و 50 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من الفحم المُحترق، والتي سُجلت في معظم البلدان الأوروبية. من المهم ملاحظة أن القيم المسجلة لاحتراق الفحم المنزلي هي متوافقة و تقع بين 1 و 7 ميكروغرام مكافئ سمي/طن من الفحم المُحترق. و هكذا، تم اختيار قيمة وسطية 3 ميكروغرام مكافئ سمي/طن للفحم النموذجي. و اعتماداً على متوسط القيمة الحرارية للفحم 30 ميغاجول/كغ، يُمكن حساب معامل انبعاث و قدره 100 ميكروغرام مكافئ سمي/تيراجول. و من ناحية أخرى فإن القيمة 0.91 ملغرام مُكافئ سُمِّي/طن كما وردت في الدراسة النمساوية إضافة إلى القيمة السويسرية 230 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/جيجا جول فكما يبدو أنها نوعاً ما تقع في الحدود العليا من المجال ( LUA (1997). على أية حال، تم حديثاً تسجيل معاملات إنبعاث ضمن نفس المجال لمناطق سكنية صغيرة عندما تم حرق فحم من بولندا. فقد سجل (Kubica et al. (2004 معاملات إنبعاث تراوحت بين 108.5 - 663.9 ميكروغرام مكافئ سمي دولي/طن من الفحم المُحترق. يُمكن تفسير هذه القيم العالية بسبب محتواها العالي من الكلور- و الذي تراوح من آثار قليلة و حتى 0.4% و قيمة عظمة 1.5% كلور في الفحم من

بولندا. و من أجل قيمة وسطية 400 ميكروغرام مكافئ سمية دولي/طن من الفحم المُحترق و متوسط قيمة حرارية 25 ميغاجول/كغ للفحم البيتوميني من بولندا (و الفحم من مناطق أخرى بمواصفات مشابهة)، تم اختيار معامل انبعاث افتراضي مساوي إلى 15,000 ميكروغرام مكافئ سمي/تيرا جول.

قيمة مُعامل انبعاث الافتراضية للصنف 3 تم اشتقاقها من متوسط القيم المسجلة والتي تراوحت بين 0.04 و 2 ميكروغرام مكافئ سمي /طن. والقيمة 0.04 ملغرام مكافئ سمي /طن كما وردت في الدراسة النمساوية يبدو أنها كانت عالية بشكل غير عادي بينما القيمة السويسرية 0.5 نانوغرام مكافئ سمي /جيجا جول فهي منخفضة جداً. بالتالي تم اختيار قيمة وسطية 0.5 ميكروغرام مكافئ سمي /طن لزيت الوقود. واعتماداً على متوسط قيمة حرارية حوالي 44 - 46 ميغاجول/كغ لزيوت التسخين يُمكن حساب قيمة مُعامل انبعاث الافتراضي 10 ميكروغرام مكافئ سمي /تيرا جول .

قيمة مُعامل انبعاث الافتراضية للصنف 4 تم اشتقاقها من القيم المسجلة والتي تراوحت بين 0.04 و 0.07 نانوغرام مكافئ سمي /مترمكعب. والقيمة الوسطية 0.05 ميكروغرام مكافئ سمي / مترمكعب تم اختيارها للغاز الطبيعي. واعتماداً على متوسط قيمة حرارية حوالي 32 - 35 ميغاجول/مترمكعب، تم حساب قيمة مُعامل انبعاث الافتراضي 1.5 ميكروغرام مكافئ سمي /تيرا جول ( LUA 1997, IFEU 1999, Environment Canada 1998).

### 2.5.3.6. الإطلاق إلى المياه

من غير المتوقع حصول إطلاقات إلى المياه.

### 3.5.3.6. الإطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع حصول إطلاقات إلى الأرض.

### 4.5.3.6. الإطلاق في المنتجات

العلمية لا تولد مُنتج لذلك لن يحدث إطلاق عبر المنتجات

### 5.5.3.6. الإطلاق عبر البقايا

تم تحليل الديوكسينات/الفيورانات في بقايا الرماد المتطاير الناتج عن احتراق الفحم وتم الكشف عن تراكيز تراوحت بين 4 و 42,000 نانوغرام مكافئ سمي /كغ من الرماد (Dumler et al. 1995). وكتقدير أولي يجب استعمال مُعامل انبعاث 5,000 نانوغرام مكافئ سمي /كغ من الرماد في وسيلة الأدوات. و من أجل الفحم البولندي ذي المحتوى العالي من الكلور ، فلم يوضع مُعامل انبعاث . على أية حال و من أجل وضع تقدير أولي ، يُمكن استخدام القيمة العليا من المعطيات المقاسة بواسطة (Dumler et al. 1995) كمعامل انبعاث لبقايا الصنف 1 .

#### 4.6. الفئة الأساسية 4 – المُنْتَجَاتُ الفلزّية (مواد البناء)

هذا القسم يلخص العمليات ذات درجة الحرارة العالية في الصناعات الفلزّية (مواد البناء). المواد الأولية أو الوقود الحاوي على كلوريدات يُمكن أن تتسبب في تشكل الديوكسينات/الفيورانات خلال مراحل متعددة من العمليات (مثل: خلال طور تبريد الغازات أو في منطقة التسخين). ونظراً لزمّن البقاء الطويل في الفرن ودرجات الحرارة العالية اللازمة لتصنيع المنتج، فإنّ إنبعاثات الديوكسينات/الفيورانات عادة منخفضة من هذه العمليات. في وسيلة الأدوات هذه، الفئات الثانوية المبينة في الجدول 40 سوف يتم تضمينها في جرد مصادر الديوكسين/الفيوران.

الجدول 40: الفئات الثانوية لفئة المصادر الأساسية 4- المُنْتَجَاتُ الفلزّية (مواد البناء)

الرقم	الفئات الثانوية من الفئة الأساسية المُنْتَجَاتُ الفلزّية (مواد البناء)	طريق الإطلاق المُمكن			
		هواء	مياه	أرض	مُنْتَجَاتُ بقايا
4		X			X
a	إنتاج الإسمنت	X			x
b	إنتاج الجير (الكلس)	X			x
c	إنتاج الطوب	X			x
d	إنتاج الزجاج	X			x
e	إنتاج السيراميك	X			x
f	مزج الأسفلت	X			x x
g	التحلل الحراري للطفّل الزيتي (Oil shale pyrolysis)	X			x

الصلة بالمادة 5، المرفق (ج) من اتفاقية استوكهولم

بالرجوع إلى شروط المادة 5 من اتفاقية استوكهولم، يُمكن تصنيف المصادر في هذه الفئة على الشكل الآتي:

المرفق (ج)، الجزء الثاني- فئات المصادر تتضمن:

فئة المصدر	القسم في وسيلة الأدوات
(ب) أفران الإسمنت التي تحرق نفايات خطرة	1.4.6

#### 1.4.6. إنتاج الإسمنت (Cement Production)

المواد الخام الأساسية هي الغضار والصخور الكلسية (الحجر الجيري). تبدأ صناعة الإسمنت بالتكليس، والتي هي عبارة عن تفكيك كربونات الكالسيوم ( $CaCO_3$ ) عند درجة حرارة حوالي 900 درجة مئوية لتترك أكسيد الكالسيوم (الجير  $CaO$ ) وثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ). بعد ذلك، يتفاعل أكسيد الكالسيوم في درجات حرارة عادة حوالي 1400 - 1500 درجة مئوية مع السيليكا والألومينا وأكاسيد الحديد ليشكل سيليكات وألومينات وحديدات الكالسيوم (و التي جميعها = الكلنكر). بعد ذلك يطحن الكلنكر مع الجبسوم ( $CaSO_4$ ) وإضافات أخرى لينتج الإسمنت (BREF 2001b).

هناك أربعة طرائق من العمليات لإنتاج الإسمنت: الطريقة الجافة والطريقة نصف الجافة والطريقة نصف الرطبة والطريقة الرطبة. في الطريقة الجافة يتم تجفيف وطحن المواد الأولية لتشكيل الوجبة الخام والتي يجري تغذيتها إلى المسخّنات الأولية أو إلى فرن التكليس الأولي (ونادراً إلى فرن تجفيف طويل).

العملية الجافة تَنْطَلَبُ طاقة أقل من العملية الرطبة. اليوم ، معظم أفران الإسمنت الأوروبية تعمل بالطريقة الجافة (WBCSD 2004). التكنولوجيا القديمة هي الطريقة الرطبة، حيث أن المواد الأولية (غالباً مع محتوى عالي من الرطوبة) تطحن مع الماء لِتُشَكَّلَ سائل طيني قابل للسخن والذي يتم تغذيته مباشرة إلى الفرن أو إلى مجفف الملاط أولاً. في الطريقة الرطبة ، هناك حاجة إلى كمية كبيرة من الحرارة لكل طن من الكلنكر أكثر من الطرائق الأخرى و ذلك من تبخير الماء الإضافي في الطريقة الرطبة.

العملية: يتم أولاً إحضار المواد الأولية الخام إلى الموقع وتكسر وتطحن لانتاج وجبة خام ذات حجم جزيئات وخصائص كيميائية مناسبة. ويتم تحويل الوجبة الخام إلى الكلنكر بعملية التصنيع الحراري في الأفران الدوارة (حوالي 50 متر طولاً أو أطول ويقطر أكثر من 5 أمتار). تتألف هذه الأفران من أسطوانات فولاذية مبطنة بالأجر الحراري المقاوم وتكون أسطوانة الفرن مائلة عن الأفق وتدور بسرعة 1-3 دورة في الدقيقة. الأفران الدوارة القديمة كانت تصل حتى أكثر من 200 متر طولاً ( BREF 2001b). يتم تغذية المواد الأولية من النهاية العلوية للفرن وتتحرك بشكل تدريجي باتجاه النهاية السفلية للفرن حيث الحَرَاق يؤمن تسخين بعكس اتجاه التيار. إن الأفران الدوارة في صناعة الإسمنت تختلف عن عمليّات الاشتعال الكلاسيكية حيث أن مواد التغذية الأولية وغازات الإحتراق تمر بشكل متعكس مع التيار ، بالتالي تؤدي إلى عمليّات مزج قوية ودرجات حرارة عالية (أعلى من 1400 درجة مئوية في النهاية الحارة حيث يتشكل الكلنكر) وزمن بقاء طويل للغازات (7 - 5 ثانية). إن مثل هذه الشروط سوف تعمل على تحطيم الملوثات العضوية الداخلة مع الوقود في الحراقات الأولية.

معامَلُ الإسمنت الحديثة غالباً تستعمل العملية الجافة والتي يجري فيها تجفيف المواد الخام في مسخنات أولية متعددة السيكلونات ومصفوفة بشكل عامودي والتي خلالها تتلامس الغازات الحارة المرتفعة مع المواد الأولية المناسبة إلى الأسفل. بعض العمليات الجافة تستخدم أيضاً مرحلة تكلينس أولية تحت المسخنات الأولية وذلك قبل دخول المواد الأولية إلى الفرن الدوار. إن استخدام العملية الرطبة، حيث يتم تغذية الوجبة المطحونة مع الماء إلى الفرن الدوار كملاط طيني، تستهلك طاقة حوالي 40% أكثر من العملية الجافة. العمليات شبه-الجافة و العمليات شبه-الرطبة تستخدم مسخنات أولية من نوع المنصب أو الشبكة ، و المعروفة أيضاً بإسم أفران ليبول (Lepol kilns).

المرحلة الأخيرة من عملية التصنيع تتضمن تبريد الكلنكر. بينما يخرج الكلنكر الحار من النهاية السفلية للفرن الدوار يبرد بسرعة بواسطة الهواء المحيط في مبرد الكلنكر (مثل: منصب أو شبكة متحركة مع مراوح تهوية تنفخ الهواء عبر الشبكة ومن خلال الكلنكر (EMEP 1999)).

أخيراً، يتم مزج الكلنكر البارد مع الجبسوم، ومن أجل الأسمت المركب، تضاف بعض المواد الأخرى مثل خبث فرن الصهر العالي ومن ثم يتم طحن المزيج لنحصل على بودرة متجانسة من المنتج النهائي والذي يتم تخزينه في الصوامع قبل نقله بالجملة أو تعبئته في أكياس.

من أنواع الوقود المُستخدَمة عادة في صناعة الإسمنت هي الفحم وزيت الوقود والغاز أو الفحم البترولي. في العديد من الحالات هناك أنواع عديدة من النفايات تستخدم كوقود مساعد للوقود الأحفوري. النفايات المستعملة في هذا المجال قد تتضمن: الزيوت المستعملة والمذيبات وبعض النفايات الصناعية وفي بعض الحالات نفايات خطرة. وفي معظم هذه الحالات يتم الإشتعال في الحَرَاق المتواجد في المنطقة الحارة من نهاية الفرن. وغالباً ما تستخدم الإطارات ويمكن أن تضاف إلى الفرن كاملة أو مقطعة وعلى مسافة من النهاية الحارة للفرن.

دلت الاختبارات في الولايات المتحدة أن الإنبعاثات العالية وُجِدَتْ من بعض أفران الإسمنت حيث يتم حرق نفايات خطرة (EPA 1998). واقتُرحت تحريات أكثر تفصيلاً أنه، بالرغم من كون عملية الإحتراق جيدة، فإن العامل المُحدد هو درجة حرارة جهاز تجميع الغبار في نظام تنقية غازات الإحتراق .

حديثاً ، أتمت مؤسسة الصناعة و البحث العلمي ( Foundation for Industrial and Scientific Research SINTEF, Oslo, Norway) دراسة مكثفة عن إنبعاثات الديوكسينات/الفيورانات من أفران الإسمنت. توفر هذه الدراسة أكثر مجموعة شاملة حقيقية من المعطيات المتوفرة و التي قد تم جمعها من الأدبيات العلمية المنشورة و تقارير من شركات منفردة (WBCSD 2004).

في معظم الحالات ، فقد بينت التدابير الأساسية (التكامل الأمثلي بالعملية) أنها كافية من أجل الالتزام بقيمة الإنبعاث الحدية 0.1 نانوغرام مكافئ سمية دولي/م<sup>3</sup> النظامي (عند تركيز أوكسجين 10% O<sub>2</sub>) في المنشآت الحديثة . و تعتبر التدابير الأساسية التالية حرجة جداً :

- تبريد سريع للغازات العادمة المنطلقة عن الفرن إلى درجة حرارة دون 200 درجة مئوية في الأفران الرطبة (متضمنة في المسخنات الأولية/أفران التكليل الأولية) ؛
- الحد من المواد الأولية البديلة كجزء من مزيج المواد الخام إذا كانت تتضمن مواد عضوية ؛
- عدم إضافة وقود بديل عند مرحلة الإقلاع و مرحلة توقيف المعمل .
- مراقبة و استقرار متحولات العملية :
- مزيج متجانس من المواد الأولية و الوقود
- جرعات منتظمة
- وجود فائض من الأوكسجين.

بشرط أنه يتم ممارسة التدابير الأساسية المنصوح بها ، فإن معظم أفران الإسمنت الحديثة تحقق قيمة حدية للإنبعاث 0.1 نانوغرام مكافئ سمية/م<sup>3</sup> النظامي ، و هكذا يُمكن تصنيفها ضمن الصنف 3 في وسيلة الأدوات . إن التصنيع المشترك للوقود البديل أو المواد الخام البديلة ، التي يتم تغذيتها إلى الحراق أو المسخنات/المكلسات الأولية لن يؤثر أو يغير من إنبعاثات الديوكسينات/الفيورانات ( BREF 2001b, WBCSD 2004) . لقد أظهر تقرير مؤسسة الصناعة و البحث العلمي (SINTEF report) أن العديد من أفران الإسمنت في البلدان النامية تحقق قيمة الإنبعاث الحدية 0.1 نانوغرام مكافئ سمية/م<sup>3</sup> النظامي.

إن هذا الاستنتاج الأخير مدعوم ببرنامج اعتيان وتحليل الديوكسينات في تايلاند، حيث تم جمع عينات وتم تحليل الديوكسينات/الفيورانات من فرنين دوارين لمعملي أسمنت ، الأول حديث والثاني يشغل بشكل جيد. تم جمع العينات من الفرنين الدوارين تحت شروط التشغيل العادية (حمولة كاملة واشتعال مزيج من الليغنيت والفحم البترولي كوقود أولي ووقود ثانوي) ومع اشتعال مساعد (أ) لإطارات مستعملة و (ب) نفايات صناعية بما فيها الزيوت المستعملة (UNEP 2001, Fiedler et al. 2002).

هناك بعض المؤشرات ، على سبيل المثال ، في آسيا حيث تستخدم الأفران العمودية ( vertical shaft kilns , VSK) لإنتاج الكلنكر . هذه المعامل نسبياً صغيرة ذات استطاعة يومية تتراوح بين 50 طن/يوم و حتى 300 طن/يوم (NEC 1999, van Oss 1997) . على أية حال ، لم يتواجد أية تراكيز مقاسة من الديوكسينات/الفيورانات . و هكذا و من أجل الغرض من وسيلة الأدوات هذه و من أجل وضع تقدير أولي عن الإطلاقات ، فسوف يتم تطبيق على هذه المنشآت نفس معامل الإنبعاث الذي تم تطويره للأفران الرطبة القديمة (الصنف 2) . من المرجو أنه قريباً سوف يُصبح متوفراً معامل إنبعاث موضوع على أساس قياسات حقيقية .

لقد تم تطوير الأصناف التالية من معاملات الإنبعاث (الجدول 41) . و كما هو مبين الجدول ، فلا يوجد

مُعاملات إنبعاث للإطلاقات مع البقايا . عادة ، الغبار الناتج من معامل الإسمنت يتم إدخاله من جديد مع المواد الخام الداخلة إلى الفرن .

الجدول 41: مُعاملات الإنبعاث لإنتاج الإسمنت

مُعاملات الإنبعاث					التصنيف
ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن من الإسمنت					
بقايا	مُنْتَج	أرض	مياه	هواء	
ND	ND	ND	ND	5.0	1. أفران الإسمنت العمودية (Shaft kilns)
NA	ND	ND	ND	5.0	2. الأفران الرطبة، مرسبات الكترولستاتية < 300 درجة مئوية
NA	ND	NA	ND	0.6	3. الأفران الرطبة / مرسبات الكترولستاتية/مُرْسَحَات نسيجية 200-300 درجة مئوية
NA	ND	NA	ND	0.05	4. الأفران الرطبة / مرسبات الكترولستاتية/مُرْسَحَات نسيجية > 200 درجة مئوية الأفران الجافة المُسخنات/المُكلسات الأولية > 200 درجة مئوية

#### 1.1.4.6. الإطلاق إلى الهواء

انبعاثات الديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء معبر عنها بوحدة الإنتاج سوف تتأثر بتركيز الديوكسينات/الفيورانات في غاز المداخن وكمية الغاز الناتج بوحدة الإنتاج . يتم توليد حجم أكبر من غاز المداخن في واحدة الإنتاج في الأفران الرطبة منه في الأفران الجافة . تُنتج الأفران الحديثة ما بين 1500 2500 متر مكعب/طن من الكلنكر (BREF 2001b).

اعتمدت دراسة مؤسسة الصناعة و البحث العلمي SINTEF (WBSCD 2004) على أكثر من 1700 قياس للديوكسينات/الفيورانات منذ بدايات التسعينات 1990s و حتى الآن . و هذه الدراسة تُلخص الإنبعاثات إلى الهواء من أفران الإسمنت الرطبة و الجافة و من معامل تعمل على الوقود الأحفوري و المواد الأولية "الطبيعية" و من معامل تستخدم مواد خام بديلة و وقود بديل . و هذا الوقود البديل و المواد الخام البديلة ، بما في ذلك النفايات ، يتم الحرق المشترك لها في الحراق الرئيسي أو مدخل الفرن الدوار أو في المُسخنات/المُكلسات الأولية (preheater/precalciner). في العديد من البلدان ، يعتبر ذلك ممارسة عادية . و الجزء الكبير من المعطيات المُسجلة عن تراكيز الديوكسينات/الفيورانات كانت أقل بكثير من 0.1 نانوغرام مكافئ سمي/م<sup>3</sup> النظامي ؛ الإنبعاثات من الأفران الجافة كانت أدنى بقليل من تلك للأفران الرطبة . الإنبعاثات ضمن هذا المجال تتوافق مع مُعاملات إنبعاث دون 0.05 ميكروغرام مكافئ سمي/طن من الإسمنت ، و هكذا تعتبر هذه المُنشآت أنها تطبق أفضل التقنيات المتاحة (BAT) و أن معاملات الإنبعاث هذه تمثل الصنف 4 . على أية حال ، تتضمن دراسة مؤسسة الصناعة و البحث العلمي SINTEF أيضاً بعض المعطيات القديمة من الولايات المتحدة الأمريكية و صلت فيها الإنبعاثات حتى 25.8 نانوغرام مكافئ سمي/م<sup>3</sup> ، و التي تقابل معامل إنبعاث قدره 16.7 ميكروغرام مكافئ سمي/طن من الإسمنت .

وُجِدَتْ تراكيز منخفضة جداً من الديوكسينات/الفيورانات في حملة الاعتيان في تايلاند في معمل إسمنت يستخدم الطريقة الجافة. خلال التشغيل العادي (ليغنيت/فحم البترول وبحمولة كاملة) كانت الإنبعاثات من المدخنة دون 0.02 نانوغرام مكافئ سُمِّي دولي/ م<sup>3</sup> النظامي وقليلة جداً حتى 0.0001 نانوغرام مكافئ سُمِّي دولي/ م<sup>3</sup> النظامي؛ وقد كانت المتوسطات على التوالي : 0.0105 نانوغرام مكافئ سُمِّي دولي/ م<sup>3</sup> النظامي و0.0008 نانوغرام مكافئ سُمِّي دولي/ م<sup>3</sup> النظامي من أجل شروط التشغيل العادية و0.003 نانوغرام مكافئ سُمِّي دولي/ م<sup>3</sup> النظامي و0.0002 نانوغرام مكافئ سُمِّي دولي/ م<sup>3</sup> النظامي في

الاختبارات التي تمت بأنواع من الوقود البديل الثانوي. وقد كانت معاملات الإنبعاث الناتجة كمتوسط 0.02 و 0.001 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن من الكلنكر في شروط التشغيل العادية و 0.005 و 0.003 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن من الكلنكر في حالة الحرق المشترك باستخدام البديل (وقود/نفايات). وهكذا ، كانت نتائج جميع الاختبارات أقل بكثير من القيمة التوجيهية 0.1 نانوغرام مكافئ سُمي دولي/م<sup>3</sup> النظامي. أظهرت النتائج أن إضافة الإطارات و/أو النفايات السائلة الخطرة لم يكن لها تأثيراً على نتائج قياس الإنبعاثات مع التذكير بأن فرن الإسمنت بالطريقة الجافة هو في معمل إسمنت من أحدث ما توصلت إليه التكنولوجيا وأن المنشأة تدار بشكل جيد (UNEP 2001, Fiedler et al., 2002).

تركيز الديوكسينات/الفيورانات في غازات المداخن يبدوا أنه يتأثر بدرجة حرارة جهاز جمع الغبار. درجات الحرارة المنخفضة (دون 200 درجة مئوية) يبدوا أنها تشير إلى أن التراكيز سوف تكون دون 0.1 نانوغرام مكافئ سُمي دولي/م<sup>3</sup> النظامي، بينما درجات الحرارة الأعلى من 300 درجة مئوية تزيد من إمكانية وجود إنبعاثات أعلى والتراكيز النموذجية قد تكون 0.3 نانوغرام مكافئ سُمي دولي/م<sup>3</sup> النظامي أو أعلى. وفي بعض الحالات قد يوجد إنبعاثات أعلى بكثير. يبدوا أن مثل هذه الحالات ذات صلة بدرجات الحرارة العالية في جهاز تجميع الغبار ومستويات عالية من المادة العضوية في المواد الخام وقد تكون لها علاقة أيضاً باستخدام بعض النفايات وتحت شروط غير ملائمة.

و من أجل تحقيق الغرض من وسيلة الأدوات هذه ، يُمكن تطبيق متوسط مُعامل إنبعاث قدره 5 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن من الإسمنت للأفران القديمة المزودة بأجهزة جمع الغبار تعمل بدرجات حرارة أعلى من 300 درجة مئوية (مشتقة من معطيات أمريكية قديمة) و ذلك للصف 2. بينما يُمكن تطبيق متوسط مُعامل إنبعاث 0.6 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن من الإسمنت عندما يكون جهاز جمع الغبار يعمل بدرجة حرارة بين 200 و 300 درجة مئوية (الصف 3). ويمكن تطبيق مُعامل إنبعاث 0.05 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن من الإسمنت للمعامل الحديثة و حينما يكون جهاز تجميع الغبار يعمل بدرجة حرارة دون 200 درجة مئوية (الصف 4). بما أنه لايتوفر معطيات مقاسة عن الديوكسينات/الفيورانات لأفران الإسمنت العمودية ، لايمكن حساب مُعامل إنبعاث لها و مؤقتاً تم تضمين الصف 1 لهذه التقنية و تم تخصيص نفس معامل الإنبعاث للأفران القديمة التي تعمل بالطريقة الرطبة.

#### 2.1.4.6. الإطلاق إلى المياه

من غير المتوقع حدوث إطلاقات إلى المياه. على أية حال إذا تم تحديد بعض تيارات الصرف المائية فيجب لحظها وتدوينها و وصف مصدر العملية .

#### 3.1.4.6. الإطلاق إلى الأرض

بعض البقايا يُمكن أن تنتثر على الأرض، وفي بعض الحالات تم تسجيل استعمال غبار الإسمنت لزيادة القلوية وإضافة الجير الكلسي. إن أي استخدام لغبار الإسمنت ( cement kiln dust , CKD ) على هذه الهيئة يجب لحظه وتدوينه.

#### 4.1.4.6. الإطلاق عبر المُنتجات

من المتوقع أن تكون الإطلاقات عبر مُنتجات الإسمنت ضئيلة ذلك أن المنتج تم تعرضه لدرجات عالية من الحرارة.

#### 5.1.4.6. الإطلاق عبر البقايا

يجب ذكر أن الأغبرة المتجمعة في أنظمة التحكم بتلوث الهواء، عادة المرسبات الإلكتروستاتية أو السيكلونات، تتكون بشكل رئيسي من المواد الخام التي تم تغذيتها إلى الفرن (عند نهاية الحراق الثانوي). أما الباقي من الغبار فيتكون من إنبعثات من الفرن التي اجتازت المنطقة الحارة. عادة الأغبرة المتجمعة في المرسبات الإلكتروستاتية والسيكلونات يتم إعادة إدخالها إلى الفرن. بالتالي، فالجدول 41 لا يحتوي أي معاملات إنبعثات افتراضية في البقايا.

و في الحالات التي لا يتم فيها إعادة تدوير البقايا الناتجة عن أجهزة تنظيف غازات المدخنة إلى الفرن من جديد، يمكن وضع تقدير أولي لإطلاقات الديوكسينات/الفيورانات في غبار أفران الإسمنت (CKD) وذلك اعتماداً على فرضية أنه يتولد 30 كغ من غبار أفران الإسمنت عن كل طن من الكلنكر (0.03% من الكلنكر المنتج). تعتمد هذه القيمة على تقرير ذكر أنه يتولد 0.4 مليون طن من غبار فرن الإسمنت (CKD) عن 13.5 مليون طن من الكلنكر/إنتاج إسمنت (Dyke et al. 1997).

من المتوقع أن تتغير تراكيز الديوكسين/الفيوران في غبار فرن الإسمنت (CKD) ولقد تم تسجيل مجال واسع من التراكيز تراوح بين 0.001 - 30 نانوغرام مكافئ سُمِّي /كغ (Dyke et al. 1997) لأفران إسمنت في المملكة المتحدة و 1 - 40 نانوغرام مكافئ سُمِّي /كغ لاختبارات في ألمانيا (SCEP 1994).

#### 2.4.6. إنتاج الجير (الكلس)

يستخدم الجير في مجال واسع من المنتجات. الجير أو الكلس الحي (أو الجير المحروق) هو أكسيد الكالسيوم (CaO) والذي ينتج بعملية نزع الكربون من الحجر الكلسي (CaCO<sub>3</sub>). الكلس المطفأ هو الكلس الحي مع محتوى من الماء ويتكون بشكل رئيسي من ماءات الكالسيوم (Ca(OH)<sub>2</sub>). من أهم المستخدمين للجير: صناعة الفولاذ والبناء وصناعة الورق وصناعة السكر.

تتألف صناعة الجير من حرق كربونات الكالسيوم و/أو المغنزيوم بدرجة حرارة بين 900 و1500 درجة مئوية. وبعض العمليات قد تحتاج درجات حرارة أعلى. و أكسيد الكالسيوم الناتج عن الفرن عادة يتم طحنه وفرزه ونخله قبل أن يتم نقله عبر السيور إلى صوامع التخزين. والجير المحروق إما يتم توصيله إلى المُستخدَم على شكل كلس حي أو يجري مفاعله مع الماء في معمل إماهة لإنتاج الجير المميّه أو الجير المطفأ.

أنواع مختلفة من الوقود - الصلب أو السائل أو الغازي - تستخدم في حرق الجير. يؤمن الوقود الطاقة اللازمة لتكليس الجير ولكنه أيضاً يتداخل مع العملية. معظم أفران الجير يُمكن أن تعمل على أكثر من نوع واحد من الوقود. تتضمن عملية حرق الجير طورين (BREF 2000d):

1. تزويد حرارة كافية بدرجات حرارة أعلى من 800 درجة مئوية لتسخين الحجر الكلسي وتقوم بعملية نزع الكربون،

2. والمحافظة على الكلس الحي لمدة كافية بدرجات حرارة عالية (حوالي 1200 - 1300 درجة مئوية) لضبط فعالية الكلس.

معظم أفران الجير هي إما أفران قائمة أو أفران دوارة. ومعظم الأفران تتصف بالتدفق المعاكس للتيار بين المواد الصلبة والغازات. وقد نجد أيضاً بعض أفران المواقد الدوارة (rotary hearths) وأفران السرير المُمَيَّع. والقياس النموذجي للفرن يتراوح عادة بين 50 إلى 500 طن في اليوم (BREF 2000d).

المواد الخام أو الوقود التي تحتوي على كلوريدات ، يُمكن أن تتسبب في تشكيل الديوكسينات/الفيورانات خلال عملية الإحتراق في الفرن الجبيري. المُعطيات المسجلة في أوروبا من سبعة أفران (و التي منها أربعة أفران دوارة وثلاث أفران قائمة) أظهرت تراكيز من الديوكسينات/الفيورانات دون 0.1 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/م<sup>3</sup> النظامي. قياسات نفذت على فرنين قائمين من النوع الحلقي في ألمانيا كانت جميعها دون 0.05 نانوغرام مُكافئ سُمِّي دولي/م<sup>3</sup> النظامي. على أية حال، إن نذرة القياسات يعني أنه لا يُمكن أن ننفي أن بعض المعامل المنفردة التي قد نجدها في أوروبا أو في أي مكان آخر قد يكون لها تأثير محلي (LUA 1997).

تراكيز عالية من الديوكسينات/الفيورانات تم قياسها في ثلاثة أفران في السويد (إثنان منها أفران دوارة وفرن واحد قائم). أعطت القياسات التي نفذت بين 1989 و1993 تراكيز بين 4.1 و42 نانوغرام مُكافئ سُمِّي سكاندينافي/م<sup>3</sup> النظامي. جميع القياسات التي كان فيها مستويات عالية من الديوكسينات/الفيورانات قد تم تفسيرها إما بسبب محتوى المواد الخام و/أو الوقود أو بشروط الإحتراق الأدنى من المثالية ، مما يؤكد على أهمية التحكم وضبط عمليّات المواد الداخلة وشروط تشغيل مستقرة للفرن (BREF 2000d).

تم وضع الأصناف التالية مع مُعاملات الإنبعاث الموافقة في الجدول 42 :

#### الجدول 42: مُعاملات الإنبعاث لإنتاج الجير

مُعاملات الإنبعاث					التصنيف
ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من الجير المنتج					
بقايا	مُنْتَج	أرض	مياه	هواء	
ND	ND	ND	NA	10	1. سيكلونات/بدون تحكم بإصدار الغبار
ND	ND	ND	NA	0.07	2. إنتاج الجير باستعمال أساليب تخفيض إصدار الغبار

معاملات إنبعاث الصنف الأول تُطبق في حالة المعامل ذات الإحتراق الرديء ومعالجة بسيطة للغبار أو من دون نظام تنظيف الغازات. أما معاملات إنبعاث الصنف الثاني فيجب أن تستخدم عندما يكون الفرن عالي الكفاءة الطاقية ومزود بمرشحات نسيجية لتنظيف الغازات.

#### 1. 2. 4. 6. الإطلاق إلى الهواء

تم قياس الإنبعاثات من عدد من الأفران في ألمانيا (SCEP 1994). مُعاملُ إنبعاث قَدْرُهُ 0.07 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من الجير المنتج يُمكن تطبيقه عندما يكون فرن الجير متحكم به بشكل جيد ومزود بتجهيزات تخفيض التلوث (عادة مرسبات الكترولستاتية ومرشحات نسيجية).

على أية حال، بعض المعامل المنفردة التي وُجِدَتْ في أوروبا (3 أفران و2 أفران دوارة و1 فرن قائم في السويد في السنوات بين 1989 و1993) أظهرت أن التراكيز المقاسة كانت بين 4.1 و42 نانوغرام مُكافئ سُمِّي سكاندينافي/م<sup>3</sup> النظامي. جميع القياسات التي كان فيها مستويات عالية من الديوكسينات/الفيورانات قد تم تفسيرها إما بسبب محتوى المواد الخام و/أو الوقود أو بشروط الإحتراق الأدنى من المثالية مما يدعم أهمية التحكم وضبط عمليّات المواد الداخلة وشروط تشغيل مستقرة للفرن (BREF 2000d). إنبعاثات أعلى بكثير تم تسجيلها أيضاً لعدد محدود من الاختبارات (LUA 1997) ويمكن تطبيق معمل إنبعاث 10 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن عندما يكون التحكم في الفرن محدوداً والتحكم في الغبار بسيط (سيكلون فقط أو لا يوجد تحكم).

### 2.2.4.6. الإطلاق إلى المياه

من غير المتوقع حدوث إطلاقات إلى المياه. على أية حال إذا تم تحديد بعض تيارات الصرف المائية فيجب لحظها وتدوينها و وصف مصدر العملية .

### 3.2.4.6. الإطلاق إلى الأرض

بعض مُنتجات الجير أو بقايا تنظيف غاز المدخنة المنطلق قد تستخدم على الأرض. لم تتوفر معلومات عن مستوى الديوكسينات/الفيورانات فيها وبشكل يسمح لتقدير الإطلاقات إلى الأرض.

### 4.2.4.6. الإطلاق عبر المُنتجات

لايتوفر أية معلومات عن الديوكسينات/الفيورانات في مُنتجات الجير. من المتوقع أن تكون المستويات ضئيلة بسبب درجات الحرارة العالية المُستخدمة في التصنيع.

### 5.2.4.6. الإطلاق عبر البقايا

قد تُنتج بعض البقايا على شكل غبار ناتج من تشغيل أجهزة تنظيف الغازات المنطلقة و بالرغم من أن هذه البقايا يُمكن إعادة استعمالها في العملية أو يُمكن أن يكون لها قيمة كمنتج. لم تتوفر معلومات عن تركيز الديوكسينات/الفيورانات في مثل هذه النوع من الأغبرة.

### 3.4.6. إنتاج الطوب (Brick Production)

يُصنَع الطوب غالباً من الغضار وبعض المواد الإضافية التي تُضاف للحصول على النفاذية المرغوبة وبعض المواصفات الأخرى. الإنتاج الصناعي للطوب عادة يستخدم أفران من النوع النفقي ( tunnel type kilns) وبدرجة حرارة اشتعال حوالي 1000 درجة مئوية. والوقود المُستخدَم في مثل هذه الأنظمة قد يكون زيت الوقود أو الغاز ويجب لفت الانتباه إلى تنظيف غازات الإحتراق مع إمكانية إزالة الفلوريد في بعض الحالات .

قد يجري حرق الطوب بأشكال أساسية بسيطة أخرى وبأنواع متعددة من الأفران والوقود. وفي بعض الحالات سوف يكون هناك القليل في مجال تقنيات تنظيف غازات الإحتراق .

تم اختيار الأصناف التالية من مُعاملات الإنبعاث (الجدول 43):

الجدول 43: مُعاملات الإنبعاث لإنتاج الطوب

مُعاملات الإنبعاث					التصنيف
ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن من الطوب المنتج					
بقايا	مُنْتَج	أرض	مياه	هواء	
ND	ND	NA	NA	0.2	1. سيكلونات/بدون تحكم بإصدار الغبار
ND	ND	NA	NA	0.02	2. إنتاج الطوب باستعمال أساليب تخفيض إصدار الغبار

مُعاملات إنبعاث الصنف 1 تطبق في الأفران الأصغر وذات التحكم القليل و من دون تقنيات تنظيف الغازات. أما مُعاملات الصنف 2 فيجب أن تطبق للإنتاج في المنشآت الحديثة وذات مواصفات عالية للتحكم بالإحترق وكفاءة الطاقة.

#### 1.3.4.6. الإطلاق إلى الهواء

الإنبعاثات من أفران الطوب يُمكن أن تتغير اعتماداً على نوع العملية وطبيعة المواد الخام والأساليب المُستخدمة لتنظيف غازات الإحترق. يتوفر معطيات قليلة عن إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات من تصنيع الطوب.

أظهرت الاختبارات في ألمانيا أن الإنبعاثات إلى الهواء تتغير من 0.002 وحتى 0.23 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن من المنتج. جميع الاختبارات تمت في منشآت التحكم فيها جيد نسبياً.

يُمكن تطبيق مُعامل إنبعاث قدره 0.02 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن من المنتج لعمليات تصنيع الطوب ذات التحكم الجيد ودرجات الحرارة العالية والقدرة على التحكم بالوقود المُستخدم. يُمكن أن تحصل انبعاثات أعلى إذا كان التحكم ضعيف أو يجري حرق نفايات أو أنواع وقود سيئة؛ في هذه الحالة يجب تطبيق مُعامل الإنبعاث للصنف 1.

#### 2.3.4.6. الإطلاق إلى المياه

من غير المتوقع حدوث إطلاقات إلى المياه. على أية حال إذا تم تحديد بعض تيارات الصرف المائية فيجب لحظها وتسجيل المصدر.

#### 3.3.4.6. الإطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع حدوث إطلاقات إلى الأرض.

#### 4.3.4.6. الإطلاق عبر المنتج

لايتوفر أية معلومات عن الديوكسينات/الفيورانات في الطوب. من المتوقع أن تكون المستويات ضئيلة بسبب تعرض الطوب لدرجات حرارة عالية.

#### 5.3.4.6. الإطلاق عبر البقايا

يُمكن ان تتواجد الديوكسينات/الفيورانات في البقايا الناتجة عن العملية. لا يتوفر معلومات عنها بشكل يسمح لتقدير الإطلاقات من هذا المصدر.

### 4.4.6. إنتاج الزجاج (Glass Production)

الأفران المُستخدمة في صناعة الزجاج يُمكن أن تعمل بشكل متواصل أو متقطع. وأنواع الوقود النموذجي المستخدم هي زيت الوقود أو الغاز. المواد الخام هي بشكل رئيسي الرمل والحجر الكلسي والدولوميت

والصودا. إضافة لذلك ، هناك مجال واسع من المواد الأخرى التي يُمكن أن تستخدم للوصول إلى المواصفات المرغوبة مثل اللون والشفافية وأيضاً من أجل التنقية من الشوائب. كما يُمكن أن يضاف مُركّبات كلورية وفلورية (SCEP 1994).

في بعض أفران الزجاج الحديثة يتم تنظيف غازات الإحتراق بواسطة الامتصاص والمرسبات الإلكترونياتية والمرشحات النسيجية.

اختبارات قليلة جداً متوفرة ، وهذه الاختبارات تأتي من ألمانيا حيث التحكم بالتلوث عادة جيد جداً. ومن المُمكن أنه عندما تكون مواصفات التحكم بالتلوث أضعف ، تكون الإنبعاثات أعلى . إن النقص في القدرة على التحكم بالوقود المُستخدَم وتتنظيف الزجاج المعاد تدويره أو الأساليب المطبقة للتحكم بالتلوث، جميعها يُمكن أن تؤدي إلى انبعاثات أعلى.

تم اختيار الأصناف التالية من مُعاملات الإنبعاث (الجدول 44) :

الجدول 44: مُعاملات الإنبعاث لإنتاج الزجاج

مُعاملات الإنبعاث					التصنيف
ميكروغرام مُكافئ سُمّي/طن من المنتج					
بقايا	مُنْتَج	أرض	مياه	هواء	
ND	ND	ND	NA	0.2	1. بدون تحكم بإصدار الغبار أو وقود رديء
ND	ND	ND	NA	0.015	2. إنتاج الزجاج باستعمال أساليب تخفيض إصدار الغبار

#### 1.4.4.6. الإطلاق إلى الهواء

بينت الاختبارات في ألمانيا على ثلاثة أفران لإنتاج الزجاج أن تراكيز الديوكسينات/الفيورانات كانت منخفضة (SCEP 1994). والمعامل التي تم الاختبار عليها كانت مزودة بأبراج امتصاص جافة أو أبراج غسيل رطبة أو مرسبات إلكتروستاتية. كانت مُعاملات الإنبعاث لمعملين 0.005 و 0.022 ميكروغرام مُكافئ سُمّي/طن من المنتج، أما المعمل الثالث فقد كانت التراكيز أعلى بحوالي 8 مرات لكن لم يكن ممكناً حساب مُعامل إنبعاث.

يجب تطبيق مُعامل إنبعاث قدره 0.015 ميكروغرام مُكافئ سُمّي/طن من المنتج للمعامل المزودة بأنظمة التحكم بالتلوث وتحكم متأن بشروط الإحتراق والمواد الداخلة إلى الفرن.

و يجب استعمال مُعامل إنبعاث قدره 0.2 ميكروغرام مُكافئ سُمّي/طن من المنتج عندما لا يستخدم نظام تنظيف غازات الإحتراق وشروط التحكم في المنشأة أقل تشدداً.

#### 2.4.4.6. الإطلاق إلى المياه

يُمكن أن تحصل إطلاقات إلى المياه عندما يتم استخدام أبراج غسيل رطبة. لا يوجد معلومات كافية لتقدير مُعامل الإنبعاثات لهذه الحالة. لكن يجب لحظ وتدوين وجود مياه صرف صناعية ومصدرها.

#### 3.4.4.6. الإطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع حدوث إطلاقات إلى الأرض.

**4.4.4.6. الإطلاق عبر المُنْتَجَات**

إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات عبر المُنْتَجَات الزجاجية من المتوقع أن تكون منخفضة جداً نظراً لدرجات الحرارة العالية أثناء التصنيع.

**5.4.4.6. الإطلاق عبر البقايا**

يُمكن أن تتواجد الديوكسينات/الفيورانات في البقايا الناتجة عن أنظمة تنظيف غازات الإحتراق المُستخدمة في صناعة الزجاج. لا يتوفر معلومات لتقدير مُعاملُ الإنبعاث.

**5.4.6. إنتاج السيراميك (Ceramics Production)**

لا يتوفر معلومات كافية لاعتبار إنتاج السيراميك مصدراً لمركبات الديوكسين/الفيوران. على الأرجح قد يكون السبب كونها عملية حرارية فسوف يتم إطلاق الديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء. من المقترح أن يتم تقدير الإطلاقات بتطبيق مُعاملات الإنبعاث التي تم تطويرها لصناعة الطوب أعلاه.

**6.4.6. مزج (مجايل) الأسفلت (Asphalt Mixing)**

يستخدم الإسفلت لبناء الطرقات وعادة يتكون من نحاعة الصخور والرمل ومواد مالئة مرتبطة معاً بواسطة القار (الزفت أو البيتومين). المواد المالئة قد تتضمن الرماد المتطاير الناتج عن المحارق والمردمات ومحطات توليد الطاقة.

المرحلة الأولى من العملية عادة هي وحدة تجفيف بالهواء للمواد المعدنية الغضارية. ثم يتم مزج المواد الأولية الساخنة مع القار (الزفت) الساخن لنحصل على الأسفلت.

مُنشآت مزج (مجايل) الأسفلت في البلدان الصناعية قد تحتوي عادة على نظام تنظيف غازات الإحتراق والتي تتألف عادة من مرشحات نسيجية أو تجهيزات رطبة لغسيل الغبار.

تم تطوير الأصناف التالية من مُعاملات الإنبعاث (الجدول 45):

الجدول 45: مُعاملات الإنبعاث لمجايل الإسفلت

مُعاملات الإنبعاث					التصنيف
ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن من الإسفلت					
بقايا	مُنْتَج	أرض	مياه	هواء	
ND	ND	ND	NA	0.07	1. معامِلُ مزج الإسفلت بدون تنظيف الغازات ، أنواع وقود رديئة
0.06	ND	ND	NA	0.007	2. معامِلُ مزج الإسفلت مع مرشحات نسيجية أو أبراج غسيل رطبة

يُمكن تطبيق مُعاملات الإنبعاث للصنف 1 في المُنشآت التي لا يوجد فيها أنظمة تنظيف الغازات أو عندما يتم استخدام وقود سيء أو ملوث. أما مُعاملات الإنبعاث للصنف الثاني فيمكن تطبيقها لمُنشآت مزج الإسفلت الحديثة المزودة بمرشحات نسيجية أو أبراج غسيل رطبة لتنظيف الغازات المنطلقة.

#### 1.6.4.6. الإطلاق إلى الهواء

تم تنفيذ اختبارات على منشآت مزج الإسفلت في ألمانيا (SCEP 1994) وهولندا (Bremmer *et al.* 1994). جميع المعامل التي تم اختبارها كان فيها مرشحات نسيجية والبعض استخدم سيكلونات كجهاز فصل أولي للغبار. يُمكن تطبيق مُعاملٍ إنبعاث قدره 0.007 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن من المنتج للمنشآت من هذا النوع من أجهزة تنظيف الغازات.

أما المنشآت التي لا تحتوي على مرشحات نسيجية فيمكن تطبيق مُعاملٍ إنبعاث قدره 0.07 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن من المنتج (بفرض أن المرشحات النسيجية سوف تلتقط حوالي 90% من الديوكسينات/الفيورانات).

يُمكن أن تزداد الإنبعاثات بشكل كبير إذا تم استخدام مواد ملوثة كجزء من المواد الداخلة في الإسفلت – على سبيل المثال الرماد المتطاير الناتج عن مرمدة قديمة قد يؤدي إلى زيادة الإطلاقات. يجب لحظ وتدوين أية حالة يُمكن أن يستخدم فيها مثل هذه المواد.

#### 2.6.4.6. الإطلاق إلى المياه

من غير المتوقع حدوث إطلاقات إلى المياه. على أية حال إذا تم تحديد بعض تيارات الصرف المائية فيجب لحظها وتسجيل مصدرها في العملية.

#### 3.6.4.6. الإطلاق إلى الأرض

يفترض أن الإسفلت يستخدم على الأرض لكن لا يتوفر أية معطيات عن مستويات الديوكسينات/الفيورانات فيها.

#### 4.6.4.6. الإطلاق عبر المُنتجات

قد يكون هناك الديوكسينات/الفيورانات في الإسفلت لكن مستويات التركيز غير معروفة. من المتوقع أنه سوف يتم استخدامها على الأرض لبناء الطرقات.

#### 5.6.4.6. الإطلاق عبر البقايا

البقايا الناتجة عن عمليّات تنظيف الغازات قد تحتوي فيها على الأرجح الديوكسينات/الفيورانات ، لكن الكميات غير معروفة. يُمكن وضع تقدير أولي بفرض أن حوالي 90% من الديوكسينات/الفيورانات سيتم التقاطها أثناء تنظيف غازات المدخنة وبفرض أن الغاز الخام يحتوي نفس الكميات من الديوكسين/الفيوران كما هو الحال في العملية والتي لا يمكن مراقبتها والتحكم بها، مما يعطينا مُعاملٍ إنبعاث 0.06 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن .

#### 7.4.6. تصنيع الطقل الزيتي (Oil Shale Processing)

الطقل هو صخور رسوبية ذات حبيبات ناعمة و التي مكوناتها الأساسية هي الغضار و الطين . الطقل الزيتي هو مصطلح عام يطبق على مجموعة من الغضار الصفحي أو الطقل (shale) الغني بالمواد

البيتومينية (تدعى بالكيروجين kerogen) و الذي يتولد عنه البترول أثناء تقطيره . و الكيروجين (أو القار) الموجود في الطفل الزيتي يُمكن تحويله إلى زيت أثناء التحلل الحراري . و خلال عمليات التحلل الحراري يتم تسخين الطفل القاري حتى الدرجة 500 مئوية و بمعزل عن الهواء و يتحول الكيروجين إلى زيت و يتم فصله ، و هذه العملية تدعى "بتقطير المعوجات" (retorting) .

إن المصطلح "الطفل الزيتي" (oil shale) هو استعمال مغلوط للتسمية . فهو لا يحتوي على الزيت و ليس شائعاً بأنه غضارٌ أيضاً . المواد العضوية الموجودة فيه هي بشكل أساسي الكيروجين (القار) ، أما "الطفل" فهو عادة من الصخور القاسية نسبياً ، و يدعى بالمارل (الطين الجيري - marl) . و إذا ماتم تصنيعه بشكل جيد ، يُمكن تحويل الكيروجين الموجود فيه إلى مواد شبيهة نوعاً ما بالبترول . على أية حال ، لم يتم تحويل الطفل الزيتي إلى "نفط" بفعل العمليات الطبيعية و بالتالي ، يجب تسخين الطفل الزيتي إلى درجات حرارة عالية ليصبح وقوداً أحفورياً (WEC 2004).

هناك منهجان تقليديان لتصنيع الطفل الزيتي (WEC 2004) : في المنهج الأول ، يتم تجزئة الطفل (shale) في موقعه بالتسخين للحصول على الغازات و السوائل . و الثاني هو باستخراجه من مناجمه و نقله و تسخين الطفل إلى الدرجة 450 درجة مئوية و إضافة الهيدروجين إلى المنتج الناتج و التخلص من النفايات و تثبيتها .

يتم حرق الطفل الزيتي مباشرة كأحد أنواع الوقود ذات النوعية المتدنية و المحتوى العالي من الرماد و ذلك في بعض البلدان مثل أستونيا و التي يبقى فيها الطفل الزيتي مسيطراً على اقتصادها . و من أجل معاملات الانبعاث لمحطات توليد الطاقة العاملة على الطفل الزيتي ، انظر إلى القسم 6.3.1

تم أخذ معاملات الانبعاث المبينة في الجدول 45 من محطات الطاقة في أستونيا كما تم شرحه في المرجع (Schleicher et al. 2004b) . يتم تسخين الطفل الزيتي الوارد بواسطة غازات المدخنة الحارة ، و يتم فصلها في سيكلونات و تمزج مع الرماد الحار للمحافظة على درجة حرارة تفاعل 450 درجة مئوية على الأقل . يتم تجزئة الكيروجين (Kerogen) إلى غاز و زيوت متكاثفة و بقايا صلبة . يبدأ تفكك الكيروجين عند درجة حرارة حوالي 300 مئوية و يستمر هذا التفكك بسرعة أكبر عند درجات الحرارة الأعلى (480 - 520 درجة مئوية) . يتم تبريد الطور الغازي لينتج عنه الجزء الزيتي و الطور الغازي . يتم عادة حرق الغاز في محطات الطاقة أما الجزء الزيتي فيتم متابعة تجزئته إلى زيت ثقيل و زيت خفيف و زيت الديزل و غازولين . و الجزء الأكبر من الزيت يتم استخدامه في لتسخين محطات توليد الطاقة في أستونيا . و لاحقاً يتم حرق البقايا الصلبة بوجود زيادة من الهواء في أفران خاصة بدرجة حرارة 750 - 800 درجة مئوية .

الجدول 46: معاملات الانبعاث من تصنيع الطفل الزيتي (oil shale processing)

مُعاملات الانبعاث					التصنيف
ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن من الطفل الزيتي					
هواء	مياه	أرض	مُنْتَج	بقايا	
ND	ND	ND	ND	ND	1. التجزئة الحرارية (العملية 1)
0.003	NA	ND	0.07	2	2. التحلل الحراري للطفل الزيتي

#### 1.7.4.6. الإطلاق إلى الهواء

من محطة الطاقة في أستونيا ، تم تسجيل محموتان من الانبعاثات : 0.4 - 4.8 بيكوغرام مكافئ سمية دولي/م<sup>3</sup> (عند نسبة أوكسجين 6% O2) و 0.23 - 4.2 بيكوغرام مكافئ سمية دولي/م<sup>3</sup> (عند نسبة

أوكسجين 6% O<sub>2</sub>). و كانت معاملات الإنبعاث الموافقة و المحسوبة تتراوح بين 0.2 إلى 3.5 نانوغرام مكافئ سمية دولي/طن من الطقل الزيتي . و من أجل تحقيق الغرض من وسيلة الأدوات هذه ، تم اختبار مُعامل إنبعاث أولي و قدره 0.003 ميكروغرام مكافئ سمي/طن من الطقل الزيتي ( Schleicher *et al.* 2004b ).

#### 2.7.4.6. الإطلاق إلى المياه

من غير المتوقع حدوث إطلاقات إلى المياه. إذا تم تحديد بعض تيارات الصرف المائية فيجب لحظها وتسجيل مصدرها في العملية.

#### 3.7.4.6. الإطلاق إلى الأرض

من غير المتوقع حدوث إطلاقات إلى الأرض . جميع المواد الصلبة التي يُمكن أن تُنتج عن العملية تم تضمينها في القسم 6.4.7.5 - الإطلاق عبر البقايا .

#### 4.7.4.6. الإطلاق في المنتجات

قامت أستونيا بتحليل عينتان من الطقل الزيتي التي تم استخراجها من أحد المناجم في الجزء الشمالي الشرقي من البلاد و تم تحليلها حرارياً إلى وقود . و كانت التراكيز المقاسة في هاتين العينتين 0.61 و 0.75 نانوغرام مكافئ سمية دولي/طن من الطقل الزيتي ( Roots 2001 ) .

#### 5.7.4.6. الإطلاق في البقايا

ذكر Schleicher و زملائه في تقريره (Schleicher *et al.* 2004b) أن تراكيز الديوكسينات/الفيورانات تراوحت بين 1.9 و 2.9 نانوغرام مكافئ سمية دولي/كغ من الرماد . و لا يمكن حساب معامل إنبعاث اعتماداً على كمية الأطنان المنتجة من الطقل الزيتي ، و بالتالي ، يجب حساب الإطلاقات السنوية باستخدام كتلة البقايا الصلبة الناتجة عن جميع المحطات و ضرب جدائها بالتركيز في الرماد كما هو مبين في الجدول 46 .

## 5.6. الفئة الأساسية 5 - النقل (Transport)

أنواع الوقود الأساسية المستخدمة في النقل هي : البنزين والديزل وغاز البترول المُسَيَّل (LPG). في وسيلة الأدوات هذه ، تم إعطاء مُعاملات الإنبعاث للفئات الثانوية كما هو مبين في الجدول 47 مع الدلائل الرئيسية من نوع الوقود ونوع محرك الإحتراق . هناك سوق متنامي لأنواع أخرى من الوقود و التي لايتوفر لها قياسات لإنبعاثات الديوكسينات . و من أجل إتاحة المكان لحساب الإطلاقات من أنواع الوقود هذه ، تم اقتراح التخصيصات التالية :

- من أجل السيارات العاملة على غاز البترول المُسَيَّل (LPG) : استخدم مُعامل الإنبعاث للمحركات رباعية الشوط مع وجود حفاز (وسيط) (الصف 5a3) (الجدول 48).
- و من أجل المزائج زيت الديزل/غاز أو زيت الديزل/بنزين : يجب تطبيق مُعامل الإنبعاث لزيت الديزل (الصف 5c) (الجدول 49).

حتى الآن لم يتم تسجيل تواجد الديوكسينات/الفيورانات من احتراق الوقود في الطائرات. كما أنه لم يكشف عن أي حدوث زيادة في التركيز أو تغير في المنحى لمركبات الديوكسين/الفيوران في برنامج المراقبة الحيوية ( biomonitoring program ) في مطار فرانكفورت الدولي مع التعرض طويل الأمد لنبات الكرنب على أبعاد مختلفة (على طول المدرج أو قريباً من محطات الطائرات). بالتالي تم فرض أن احتراق كيروسين الطائرات ليس بمصدراً لمركبات الديوكسين/الفيوران وهذه الفئة الثانوية لن يتم التعرض لها في وسيلة الأدوات هذه (Fiedler et al. 2000, Buckley-Golder et al. 1999).

الجدول 47: الفئات الثانوية من الفئة الأساسية 5 – النقل

الرقم	الفئات الثانوية من الفئة الأساسية	طريق الإطلاق المُمكن			
		هواء	مياه	أرض	مُنتجات
5	وسائط النقل	X			
a	المُحركات رباعية الشوط	X			
b	المُحركات ثنائية الشوط	X			
c	مُحركات الديزل	X			(x)
d	المُحركات العاملة على الزيت الثقيل	X			(x)

الصلة بالمادة 5، المرفق (ج) من اتفاقية استوكهولم

بالرجوع إلى شروط المادة 5 من اتفاقية استوكهولم، يُمكن تصنيف المصادر في هذه الفئة على الشكل الآتي:

المرفق (ج)، الجزء الثالث- فئات المصادر تتضمن:

فئة المصدر	القسم في وسيلة الأدوات
(ح) المركبات الآلية، ولاسيما التي تحرق الغازولين المحتوي على الرصاص	5.6 مع التأكيد خصوصاً على 1.5.6، 2.5.6

## 6.5.1. المُحَرَّكَات رِباعِيَّة الشُّوط (4-Stroke Engines)

معظم مُحَرَّكَات الإِحتراق الداخلي (internal combustion engines) العاملة على البنزين والمستخدمة في السيارات والشاحنات الخفيفة والدراجات النارية ومركبات أخرى هي مُحَرَّكَات رِباعِيَّة الشُّوط. هذه المُحَرَّكَات تتبع دورة الإِحتراق الديناميكي التي اخترعت من قِبَل نيكولاس أوتو (Nicolaus Otto) والتي تتألف من أربعة أشواط وهي أسمىاً: شوط السحب وشوط الإنضغاط وشوط الإشتعال والإِحتراق وشوط الإنفلات. هذه الأشواط الأربعة تتم خلال دورتان كاملتان للعمود المرفقي للمحرك. ومثل جميع عمليّات الإِحتراق، تُنتج مُحَرَّكَات الإِحتراق الداخلي الديوكسينات/الفيورانات كنواتج جانبية غير مرغوب فيها. الإنبعاثات العالية ترافقت مع استخدام الكاسحات الكلورية المستعملة في البنزين المرصص. على أية حال، عندما يستخدم البنزين الخالي من الرصاص وتم تثبيت المحولات الحفازية للتخلص من أكاسيد الأزوت ( $NO_x$ ) والهيدروكربونات غير المحترقة، تصبح إنبعاثات الديوكسين/الفيوران مهمة. إن قطاع الإِطلاق الوحيد هو إلى الهواء. جميع القطاعات الأخرى غير موجودة. وهكذا تم تأسيس مُعاملات إنبعاث للفئات التالية (الجدول 48):

الجدول 48: مُعاملات الإنبعاث للمُحَرَّكَات رِباعِيَّة الشُّوط (سيارات الركاب)

مُعاملات الإنبعاث					التصنيف
ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن من الوقود المُحترق					
هواء	مياه	أرض	مُنتج	بقايا	
2.2	NA	NA	NA	NA	1. البنزين المرصص *
0.1	NA	NA	NA	NA	2. البنزين الخالي من الرصاص وبدون حفاز (وسيط) *
0	NA	NA	NA	NA	3. البنزين الخالي من الرصاص مع حفاز (وسيط) *

\* إذا أعطيت بيانات الإستهلاك باللترات (لتر) مع لحظ أن 1 لتر من البنزين لديه كتلة تساوي 0.74 كغ، وبالتالي يجب استخدام معامل تحويل و قدره 0.00074 لتحويل اللترات إلى أطنان.

إنبعاثات مختلفة قد تحدث خلال أطوار مختلفة مثل إقلاع المحرك والتحمية. هنا تم فقط الأخذ بعين الاعتبار الحالة المستقرة للمحرك.

### 6.5.1.1. الإِطلاق إلى الهواء

تختلف المسافة السنوية المقطوعة ونوع ومستوى الصيانة للعربة باختلاف البلدان. إن استعمال البنزين المرصص (الحاوي على الرصاص) قد تناقص بشكل كبير في أوروبا واليابان وأمريكا الشمالية نتيجة للتشريعات، لكن على أية حال مازال البنزين المرصص يستخدم في بعض البلدان الأخرى. إن التخلص من البنزين المرصص واعتماد المحولات الحفازة (الوسيط) كما هو مطلوب بتوجيهات الاتحاد الأوروبي (EU Guideline 94/12/EG) والتشريعات الأمريكية واليابانية المشابهة سوف يعني أن مُحَرَّكَات البنزين ذات الشُّوط الرباعي سوف تصبح تقريباً مصدراً مهماً لإنبعاثات الديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء.

مُعاملات الإنبعاث بنيت اعتماداً على دراسات في ألمانيا وبلجيكا. بعض البلدان الأخرى مثل أمريكا الشمالية وآسيا يتوفر فيها عدد محدود من المُعطيات عن الإنبعاثات من الآليات.

## 6.5.2. المُحَرَّكَات ثنائية الشُّوط (2-Stroke Engines)

معظم مُحَرَّكَات الإِحتراق الداخلي الصغيرة العاملة على البنزين هي مُحَرَّكَات ثنائية الشُّوط مثل تلك

المُستخدمة في القوارب والتزلج على الماء والسيارات ثلاثية العجلات والدراجات النارية الصغيرة ومُحرّكات جز العشب والمنتشار السلسلي وبعض الآليات الأخرى. هذه المُحرّكات تتبع نفس دورة الإحتراق الترموديناميكية كما في المُحرّكات رباعية الشُوط، على أية حال، فهي تتكون من شوتين فقط، وأسمياً هما: الشُوط المتحد للسحب والانفلات وشوط الإنضغاط والاشتعال والإحتراق. الفرق الواضح بين المُحرّكات ثنائية الشُوط والمُحرّكات رباعية الشُوط هو في الحقيقة أن جميع الأشواط في المحرك ثنائي الشُوط تجري خلال دورة كاملة واحدة للعمود المرفقي للمحرك. التزييت عادة يتم من خلال إضافة الزيت مع الوقود. بالتالي، يُمكن أن ينطلق كميات أكبر من الملوثات والكفاءة ربما تكون أقل بالمقارنة مع المُحرّكات رباعية الشُوط. على أية حال فإن البساطة وكلفة الإنتاج المنخفضة للمُحرّكات ثنائية الشُوط يجعلها مثالية خاصة للمُحرّكات الصغيرة. وكجميع عمليّات الإحتراق فإن المُحرّكات ثنائية الشُوط أيضاً تطلق الديوكسينات/الفيورانات كنواتج ثانوية غير مرغوب فيها. وقطاع الإطلاق الوحيد هو إلى الهواء. وجميع قطاعات الإطلاق الأخرى غير موجودة. بالتالي، تم تأسيس مُعاملات الإنبعاث للفئات التالية المبينة في الجدول 49

الجدول 49: مُعاملات الإنبعاث للمُحرّكات ثنائية الشُوط

مُعاملات الإنبعاث					التصنيف
ميكروغرام مكافئ سُمّي/طن من الوقود المُحترق					
هواء	مياه	أرض	مُنْتَج	بقايا	
3.5	NA	NA	NA	NA	1. البنزين المرصص *
2.5	NA	NA	NA	NA	2. البنزين الخالي من الرصاص وبدون حفاز (وسيط) *

\* إذا أعطيت بيانات الإستهلاك باللترات (لتر) مع لحظ أن 1 لتر من البنزين لديه كتلة تساوي 0.74 كغ ، وبالتالي يجب استخدام معامل تحويل و قدره 0.00074 لتحويل اللترات إلى أطنان.

إنبعاثات مختلفة قد تحدث خلال أطوار مختلفة مثل إقلاع المحرك والتحمية. هنا تم فقط الأخذ بعين الاعتبار الحالة المستقرة للمحرك. بما أن المُحرّكات ثنائية الشُوط تُستخدم على الأغلب في الآليات الصغيرة فإن المحولات الحفازة (الوسيط) عادة لا تستخدم .

### 6.5.2.1. الإطلاق إلى الهواء

المسافة السنوية المقطوعة ونوع ومستوى الصيانة للعربة تختلف باختلاف البلدان. في العديد من الحالات المُحرّكات الصغيرة لا يتم المحافظة عليها بشكل جيد. هذا يُمكن أن يؤدي إلى إنبعاثات أعلى من الديوكسينات/الفيورانات. لسوء الحظ، لا يتوفر معطيات والتي يُمكن أن تربط بين عمر ومستوى الصيانة للمحرك مع مستويات إنبعاث الديوكسينات/الفيورانات. جميع المُعطيات المُستخدمة تم اشتقاقها من دراسات أوروبية متعددة.

### 6.5.3. مُحرّكات الديزل (المازوت)

تستخدم مُحرّكات الديزل في الشاحنات الثقيلة والشاحنات الخفيفة وسيارات الركاب وأجهزة البناء الثقيلة وفي القوارب ومولدات الكهرباء والمضخات وتجهيزات المزارع بما فيها الجرارات الزراعية والتجهيزات الكبيرة الأخرى. عادة تستخدم هذه المُحرّكات وقود الديزل (زيت الوقود الخفيف) ودورة رباعية الشُوط. يستخدم الإنضغاط لاشتعال المزيج بدلاً من الشرارة. يتم سحب الهواء إلى داخل أسطوانة المحرك ويتم ضغطه. يضاف وقود الديزل تحت ضغط عالي ويجري احتراقه. وينتج عن ذلك استخدام

أفضل للوقود وإنبعاثات محددة أقل. لسوء الحظ ، إنبعاث الدقائق على شكل سخام أيضاً تترافق مع تشغيل مُحركَات الديزل نتيجة الإحتراق غير الكامل وخاصة خلال إقلاع المحرك والتحمية والتغيرات في حمولة المحرك. ترسب هذا السخام يُمكن أن يؤدي إلى إطلاقات عبر البقايا. إنبعاث الدقائق من مُحركَات الديزل معروف عنها أنها تحتوي على تراكيز عالية من الهيدروكربونات متعددة الحلقات العطرية (polycyclic aromatic hydrocarbons, PAH). على أية حال، لا يتوفر أية معطيات عن تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في سخام الديزل. يوجد فقط صنف واحد من مُعاملات الإنبعاث لمُحركَات الديزل.

الجدول 50: مُعاملات الإنبعاث لمُحركَات الديزل (مثل: الشاحنات )

مُعاملات الإنبعاث					التصنيف
ميكروغرام مكافئ سُمّي/طن من الديزل					
بقايا	مُنْتَج	أرض	مياه	هواء	مُحركَات الديزل *
ND	NA	NA	NA	0.1	

\* إذا أعطيت بيانات الإستهلاك باللترات (لتر) أخذين بعين الاعتبار أن 1 لتر من الديزل (مازوت) لديه كتلة تساوي 0.85 كغ ، وبالتالي يجب استخدام معامل تحويل و قدره 0.00085 لتحويل اللترات إلى أطنان.

إنبعاثات مختلفة قد تحدث خلال أطوار مختلفة مثل إقلاع المحرك والتحمية. هنا تم فقط الأخذ بعين الاعتبار الحالة المستقرة للمحرك.

### 1.3.5.6. الإطلاق إلى الهواء

يتوفر عدد قليل من المُعطيات لوضع تقدير لإنبعاثات الديوكسينات/الفيورانات من المُحركَات العاملة على وقود الديزل. حتى الآن تم القياس فقط من مُحركَات سيارات الركاب والشاحنات ولا يتوفر معطيات عن مُحركَات الديزل التي لا تعمل على الطريق (مثل: آليات البناء وآليات المزارع والتجهيزات الثابتة). يوجد دراستان فقط من الولايات المتحدة الأمريكية عن الإنبعاثات من ماسورة طرد غازات العادم في السيارات (الإشكمان – tailpipe) حيث سجلت هيئة الموارد الهوائية في كاليفورنيا مُعاملات إنبعاث عالية نسبياً 676 بيكوغرام مكافئ سُمّي دولي/كم والذي يماثل 3.2 ميكروغرام مكافئ سُمّي دولي/طن من وقود الديزل بافتراض أن الإستهلاك من وقود الديزل يساوي 1 لتر لكل 5.5 كم مسافة مقطوعة (CARB 1987)، بينما في الدراسة الأخرى و لدى اختبار شاحنة ثقيلة ، حدد Gullett and Ryan (1997) مجال من مُعاملات الإنبعاث تراوحت من 3 إلى 96.8 بيكوغرام مكافئ سُمّي دولي/كم (بمتوسط قدره 29 بيكوغرام مكافئ سُمّي دولي/كم) والذي يوافق ما بين 0.014 و 0.453 ميكروغرام مكافئ سُمّي دولي/طن من وقود الديزل وبمتوسط قدره 0.14 ميكروغرام مكافئ سُمّي دولي/طن من وقود الديزل.

لم يتمكن Marklund وزملائه (1990) من التحديد الكمي لأية انبعاثات من الديوكسينات/الفيورانات وبحدود كشف مساوية إلى 100 بيكوغرام مكافئ سُمّي دولي/لتر عندما قاموا باختبار شاحنة. بينما نجد أن Schwind وزملائه (1991) و Hutzinger وزملائه (1992) سجلوا مُعاملات إنبعاث بين 32 و 81 بيكوغرام مكافئ سُمّي دولي/لتر (أو 6 – 15 بيكوغرام مكافئ سُمّي دولي/كم بفرض أن اقتصادية الوقود 5.5 كم/لتر) لمحرك شاحنة تم تشغيله تحت ظروف قيادة متنوعة. Hagenmaier (1994) لم يسجل أية انبعاثات من حافلة ركاب علماً أن حدود الكشف لطريقة القياس كانت 1 بيكوغرام مكافئ سُمّي دولي/لتر من الوقود المُستهلك ولبعض متمكبات الديوكسين/الفيوران. كما سجل Hagenmaier وزملائه (1990) لبعض السيارات العاملة على الديزل مُعامل إنبعاث قدره 24 بيكوغرام مكافئ سُمّي دولي/لتر.

تحرى Kim وزملائه (2003) عن انبعاثات الديوكسينات/الفيورانات من مُحَرَّكات الديزل بطريقة D-13 mode و عند معدلات حمولة تراوحت بين 25% و 75% و عند سرعة ثابتة (2400 rpm دورة في الدقيقة). كان تركيز الكتلة عند الحمولات الثلاث المختلفة 14.4 و 6.9 و 6.4 بيكوغرام مكافئ سُمي دولي/م3 و التي تحول إلى معاملات الانبعاث التالية : 2 و 0.6 و 0.5 بيكوغرام مكافئ سُمي دولي/لتر من الديزل ( و التي توافق إلى 0.002 و 0.001 غرام مكافئ سمي/طن من الديزل)، و هي أقل من تلك المعاملات التي سُجّلت في دراسات CARB و وكالة حماية البيئة الأمريكية US-EPA و الجامعات الألمانية (CARB 1987, Gullett and Ryan 1997, Schwind *et al.* 1991, Hutzinger *et al.* 1992).

نشرت وزارة البيئة في اليابان انبعاثات من الأليات و الشاحنات العاملة على الديزل ، و تراوحت هذه الانبعاثات بين 0.36 و 174 بيكوغرام مكافئ سُمي /لتر من الديزل ، و التي توافق معاملات انبعاث محسوبة على أساس الكتلة بين 0.004 و 0.2 غرام مكافئ سمي/طن من الديزل (MoE Japan 2003).

مما تقدم أعلاه يُمكن تطبيق مُعامل انبعاث قَدْرُهُ 0.1 ميكروغرام مكافئ سُمي دولي/طن من وقود الديزل للأليات العاملة على الديزل. وإذا تم استخدام فلتر ذو كفاءة جيدة للسخام فيمكن إهمال الانبعاثات من استهلاك وقود الديزل.

وبنتيجة الاهتمام والقلق من الشاحنات الثقيلة العاملة على وقود الديزل، قريباً ستطلب وكالة حماية البيئة الأمريكية من جميع الشاحنات الثقيلة أن تكون مجهزة بفلتر للدقائق والسخام والتي بالتالي سوف تخفض الانبعاثات بشكل كبير والتي سينتج عنها انبعاثات مشابهة لتلك من السيارات العاملة على وقود البنزين والمزودة بمحول حفاز (وسيط).

## 2.3.5.6. الإطلاق عبر البقايا

إن الدقائق (السخام) المنبعثة عن مُحَرَّكات الديزل من المحتمل أن تحتوي على الديوكسينات/الفيورانات فيها. الكميات غير معروفة، بالتالي، هناك حاجة إلى المزيد من الأبحاث لتحديد التراكيز الفعلية من الديوكسينات/الفيورانات .

## 4.5.6. المُحَرَّكات العاملة على زيت الوقود الثقيل

تُستخدَم المُحَرَّكات العاملة على زيت الوقود الثقيل (HFO) في السفن والناقلات البحرية والمولدات الثابتة للطاقة الكهربائية وبعض المُحَرَّكات الأخرى الكبيرة والشبه الثابتة. إن توفر معاملات انبعاث لهذا المصدر هو محدود جداً وحالياً لا يُمكن التمييز نسبة إلى تركيب الوقود أو نسبة إلى محتوى الكلورين أو نوع الوسيط (الحفاز) المعدني الموجود .. إلخ.. واعتماداً على معطيات محدودة جداً، تم تحديد مُعامل انبعاث واحد فقط إلى الهواء.

غالباً يتم حرق الزيوت المُستهلكة في المُحَرَّكات (الثابتة أو مُحَرَّكات السفن) ؛ هذه سيتم تضمينها في الفئة الثانوية.

الجدول 51: معاملات الانبعاث للمُحَرَّكات العاملة على الوقود الثقيل والزيوت المُستهلكة (مثل: السفن)

مُعاملات الانبعاث					التصنيف
ميكروغرام مكافئ سُمي /طن من الوقود المُحترق					
هواء	مياه	أرض	مُنْتَج	بقايا	جميع الأنواع
4	NA	NA	NA	ND	

إنبعاثات مختلفة قد تحدث خلال أطوار مختلفة مثل إقلاع المحرك والتحمية. هنا تم فقط الأخذ بعين الاعتبار الحالة المستقرة للمحرك.

#### 1.4.5.6. الإطلاق إلى الهواء

تتسبب المحرّكات العاملة على زيت الوقود الثقيل إنبعاث الديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء. لسوء الحظ، يتوفر عدد محدود جداً من المعطيات من قياسات منفردة في أوروبا وأمريكا الشمالية. تم تسجيل أرقام بين 3 و6 ميكروغرام مكافئ سُمّي/طن من الوقود وذلك في كندا وهولندا والسويد والولايات المتحدة.

المعطيات المقاسة من احتراق الزيوت المُستهلكة توفرت من النمسا حيث أن الإنبعاثات من مرمدة صغيرة أعطت تركيزاً قدره 0.02 نانوغرام مكافئ سُمّي/مترمكعب نظامي (عند نسبة أوكسجين 11%) والتي تكافئ مُعامل إنبعاث مقداره 0.37 ميكروغرام مكافئ سُمّي/طن من الزيت المُستهلك المُحترق (LUA 1997). و حددت المعطيات الهولندية من منشأتين صغيرتين للحرق وعبارة بحرية حد أدنى و قدره 0.1 نانوغرام مكافئ سُمّي/مترمكعب وحد أعظمي 0.3 نانوغرام مكافئ سُمّي/مترمكعب والتي تكافئ مُعاملات إنبعاث مساوية إلى 2 ميكروغرام مكافئ سُمّي/طن و 6.5 ميكروغرام مكافئ سُمّي/طن، على الترتيب. وقد كان متوسط القياسات مساوي إلى 0.2 نانوغرام مكافئ سُمّي/مترمكعب (= 4.25 ميكروغرام مكافئ سُمّي/طن) وكان الوسطي 0.17 نانوغرام مكافئ سُمّي/مترمكعب (= 2.9 ميكروغرام مكافئ سُمّي/طن) (LUA 1997). واعتماداً على هذه المُعطيات، تم اقتراح في وسيلة الأدوات هذه مُعامل إنبعاث مقداره 4 ميكروغرام مكافئ سُمّي/طن من زيت الوقود الثقيل المُحترق.

#### 2.4.5.6. الإطلاق عبر البقايا

إن البقايا الناتجة عن المحرّكات العاملة على زيت الوقود الثقيل، وخاصة السخام المنطلق، من المحتمل أن تحتوي على الديوكسينات/الفيورانات فيها. لسوء الحظ، الكميات غير معروفة، هناك حاجة إلى أبحاث إضافية لتحديد التراكم الفعلي من الديوكسينات/الفيورانات.

## 6.6. الفئة الأساسية 6 – عمليّات الإحتراق المكشوفة (Open Burning Processes)

تعتبر عمليّات الإحتراق المكشوفة في هذا القسم هي حرق بقايا الحصاد الأشجار و(Bushes) الأجمات في الهواء الطلق حيث لا يستخدم محارق أو أفران أو مَراجِل. وهذه الفئة تتضمن أيضاً التخلص غير نظامي من النفايات بالحرق في الحاويات في الهواء الطلق وكذلك حرق النفايات في المَكَبّات أو حوادث الحريق في الأبنية والآليات .. إلخ .. بشكل عام أي من عمليّات الإحتراق هذه والحرائق يُمكن التحكم به ومراقبته مما ينتج عنه الحرق بشروط سيئة نتيجة المزج السيء وعدم تجانس المواد المحترقة ووجود مواد كلورية والرطوبة وبعض المعادن النشيطة التي يُمكن أن تلعب دور الحفاز (الوسيط). إن وسيلة الأدوات هذه تميز بين نوعين رئيسيين من الفئات الثانوية (الجدول 52).

الجدول 52: الفئات الثانوية من الفئة الأساسية 6 – عمليّات الإحتراق المكشوفة

الرقم	الفئات الثانوية من الفئة الأساسية	طريق الإطلاق المُمكن			
		هواء	مياه	أرض	بقايا
6	عمليّات الإحتراق المكشوفة	X			X
a	حرق الكتلة الحيوية	X	(x)	X	(x)
b	حرق النفايات والحرائق العَرَضِيَّة	X	(x)	X	(X)

الصلة بالمادة 5، المرفق (ج) من اتفاقية استوكهولم

بالرجوع إلى شروط المادة 5 من اتفاقية استوكهولم، يُمكن تصنيف المصادر في هذه الفئة على الشكل الآتي:

المرفق (ج)، الجزء الثالث- فئات المصادر تتضمن:

فئة المصدر	القسم في وسيلة الأدوات
(أ) حرق النفايات في العراء، بما فيها حرق مواقع دفن النفايات	2.6 . 2

## 6.6.1. حرق الكتلة الحيوية (Biomass Burning)

هذه الفئة لتغطي عمليّات حرق الكتلة الحيوية التي تحدث في العراء (باستثناء عمليّات الإحتراق المُراقبة التي تحدث في المواقد والأفران والمَراجِل). وتتضمن هذه الفئة الثانوية حرائق الغابات (عن عمد أو نتيجة الحوادث) إضافة إلى احتراق العشب وبقايا الحصاد في الحقول مثل القش. إن عمليّات حرق البقايا في الحقول بعد عمليّات الحصاد هي ممارسة شائعة للتخلص من بقايا الحصاد والحد من الأعشاب الضارة ولتحرير المغذيات لدورة المحصول القادمة . تعتبر عمليات الحرق المكشوف في العراء أداة سريعة و توفير الجهد في التخلص من نفايات المحاصيل الزراعية كما هي الحال في إنتاج الرز و قصب السكر. كما يجب لحظ أن حرائق الغابات و الأجمات و الأعشاب قد تكون متعمدة أو حوادث عرضية . الحرائق المتعمدة مثل : حرق الأعشاب و أراضي الغابات حيث يكون الحرق المراقب موصوفاً أو مستخدماً لتحقيق أهداف إدارية مثل التخلص من النباتات من أجل حق العبور أو استخدامها كطريق في حالات الحرائق أو من أجل الفائدة منها كموارد (إعادة تدوير المواد المغذية) أو حتى لمكافحة الحرائق . قد يحدث الاشتعال في حالة الحرائق العرضية بسبب البرق أو لفافات التبغ المشتعلة ، الزجاج ، إلخ .. في بعض

البلدان ملايين الهكتارات من الأراضي العشبية/الأجمات تُستخدم بطريقة جز العشب و حرقه ( slash and burn method ) ( في الفيليبين ، حوالي 11.4 مليون هكتار تدعم حوالي 17 - 18 مليون إنسان ) .

تم تأسيس أصناف العمليات التالية مع مُعاملات الإنبعاث (الجدول 53). يجب تطبيق مُعاملات الإنبعاث العالية عندما تكون الشروط تُحيد تشكيل الديوكسينات/الفيورانات. مثل هذه الظروف قد تُنتج عن نوعية الحريق ، و التي قد تكون سيئة في حالة وجود رطوبة و التهوية سيئة و درجات حرارة منخفضة أو قد تكون ناتجة عن المواد المحترقة . في الحالة الأخيرة فالمصطلح "متأثرة - impacted" يستخدم ، على سبيل المثال، عندما تكون الكتلة الحيوية قد تم معالجتها بالمبيدات التي تحتوي على مواد بادئة للديوكسينات أو على حفازات تساعد على تشكل الديوكسينات.

الجدول 53: مُعاملات الإنبعاث لحرق الكتلة الحيوية

مُعاملات الإنبعاث					التصنيف
ميكروغرام مكافئ سُمي/طن من المادة المحترقة					
بقايا	مُنْتَج	أرض	مياه	هواء	
NA	NA	4	ND	5	1. حرائق الغابات
NA	NA	4	ND	5	2. حرائق الأراضي العشبية والسبخات
NA	NA	10	ND	30	3. حرق البقايا الزراعية (في الحقل) متأثرة، شروط احتراق سيئة
NA	NA	10	ND	0.5	4. حرق البقايا الزراعية (في الحقل) غير متأثرة

مُعاملات الإنبعاث معبر عنها بوحدة الطن من المادة المحترقة. في هذه الفئة الثانوية أعطيت مُعاملات الإنبعاث إلى "الأرض" نظراً لعدم وجود احتواء للرماد الذي ينتشر على الأرض وعادة لا يتم جمعه للتخلص منه لاحقاً. ضمن هذه الفئة الثانوية تكمن صعوبة الخطوة التالية والتي هي ربما في تقدير كمية المادة المحترقة في أي من هذه الأصناف.

بعض النصوص الملائمة عن الزراعة والغابات وإدارة الأراضي يُمكن أن توفر مؤشرات عن كمية المواد التي من المتوقع أن تندرج في الحرائق وذلك اعتماداً على مساحة الأرض الداخلة في الحريق. في المملكة المتحدة تم اشتقاق الأرقام كما يلي:

- أراضي السبخات - الخنج - المواد المُستهلكة في الحرائق - 8 أطنان في الهكتار الواحد .
- غابات المملكة المتحدة - المواد المُستهلكة في الحرائق - 23 طن في الهكتار الواحد.

و بهدف المقارنة ، سُجل في نيوزيلاندا (NZ 2000) أن 10 طن/هكتار قد ضاعت في حرائق الغابات و 20 طن/هكتار في حرائق الغابات الصغيرة و 2.5 طن/هكتار لحرائق العشب. اقترحت وكالة حماية البيئة الأمريكية رقم مقداره 23 طن/هكتار لحرائق الغابات (EPA 1998).

و من أجل تقدير إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات من حرائق الكتلة الحيوية ، فقد ترغب البلدان بتطبيق المنهج كما هو مبين في حالة فرنسا - و تعديل الأرقام تبعاً لظروفها المناخية و الغطاء النباتي . في الجرد الفرنسي ، تم اتباع المنهجيات التالية لتقدير إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات من حرائق الغابات (Béguier 2004) :

- تم تصنيف الغابات/النباتات تبعاً للمناطق المناخية مما نتج عنها مناطق معتدلة (temperate) و مناطق متوسطة (Mediterranean - جنوب فرنسا) ؛
- في المناطق المعتدلة ، تمتلك الغابات عادة حوالي 20 كغ من الكتلة الحيوية في المتر المربع ( $20 \text{ kg/m}^2$ ) و الذي يوافق إلى 200 طن/هكتار (200 t/ha) . أما في المناطق المتوسطة ، فالكتلة الحيوية هي 4 كغ في المتر المربع أو 40 طن/هكتار ( $4 \text{ kg/m}^2$  or 40 t/ha) ؛

- في المناطق المعتدلة حوالي 20% من الغطاء النباتي يتم إزالتها بواسطة الحرائق؛ بالتالي 40 طن/هكتار. أما في المناطق المتوسطة، فالحرائق ذات نشاط و فاعلية أكبر و يصل متوسط الكفاءة حتى 25%؛ بالتالي، فالحرائق في جنوب فرنسا سوف تولد ديوكسينات/فيورانات من 10 طن من الكتلة الحيوية لكل هكتار متأثر بالحريق.

هذه فقط عبارة عن أمثلة ولكن الغطاء النباتي في الغابات والسبخات سوف يختلف بشكل كبير بناءً على الموقع الجغرافي للبلد. أعطت الفيليبين قيمة مقدارها 43 طن/هكتار و التي ستستهلك في حالات نموذجية عن حرائق الغابات في الفيليبين. الدرجة أو المدى الذي سيحترق فيه الغطاء النباتي يتأثر بشكل كبير بالظروف المناخية.

و من أجل حرائق قصب السكر قبل موعد الحصاد (pre-harvest)، يُمكن استخدام التقريب التالي لتقدير كمية الكتلة الحيوية المحترقة: يحترق حوالي 300 كغ من الكتلة الحيوية عن كل طن من السكر المنتج (Choong Kwet Yive 2004).

أما من أجل حرائق ما بعد الحصاد (post-harvest)، فتستخدم بلدان جنوب شرق آسيا التقريب التالي لتقدير كتلة قش الرز المحترقة: يتم توليد 25% وزناً بقايا حصاد من الرز. و بكلمات أخرى: يتم توليد 250 كغ من قشور الرز لكل طن من المنتج النهائي للرز.

من المعروف أن الغطاء النباتي يختلف بين المناطق اعتماداً على نوع النبات وجغرافية المنطقة والمناخ. بالتالي، اعتماداً على هذه الشروط المحلية، فالطريقة التي تنتشر فيها حرائق الغابات أو الكتلة الحيوية يُمكن أن تختلف من بلد لآخر. وحالياً بما أنه لايتوفر معطيات مقاسة على سبيل المثال من حرائق الغابات في المناطق الاستوائية وتأثير الغطاء النباتي فلا يُمكن التمييز في وسيلة الأدوات هذه بين أنواع مختلفة من الأشجار أو المحاصيل. هناك حاجة لتنفيذ تجارب احتراق للكتلة الحيوية من أجل توليد معطيات إضافية.

قد تكون أقسام مكافحة الحرائق من أفضل المصادر للمعلومات عن أين تحصل الحرائق في بلد ما. أقسام ومعاهد البحوث في الزراعة والغابات قد تكون من أفضل المصادر لتقدير الكتلة الحيوية النامية في منطقة معينة.

#### 1.1.6.6. الإطلاق إلى الهواء

لم يوجد معطيات التي تعطي قياسات مباشرة لمركبات الديوكسين/الفيوران المنطلقة عن حرائق الغابات. يتوفر فقط كمية محدودة من المعطيات لاحتراق الخشب في مدافئ الإحتراق الحائطية المفتوحة (معظم الاختبارات تعود إلى مواعد حرق الخشب المغلقة). حرائق الغابات تستهلك مواد متنوعة تتضمن الأغصان والأوراق والأخشاب الحية واليابسة، بينما اختبارات مدافئ الإحتراق الحائطية سوف تستخدم قطع خشبية مقطوعة خصيصاً وجافة - الشروط على الأرجح مختلفة.

أعطت الاختبارات في هولندا معاملات إنبعاث 13 - 28.5 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن (Bremmer *et al.* 1994) والتي كانت أعلى من المعاملات التي وجدها الباحثون في المراجع لألمانيا (0.7 - 1.2 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن). وسجلت نتائج القياسات في سويسرا معامل إنبعاث قدره 0.77 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن من احتراق الخشب في الموقدة والباب مفتوح لتمثيل مدافئ الإحتراق الحائطية المفتوحة (Schatowitz *et al.* 1994).

Mahnke و Krauss (1996) عرضوا نتائج الاختبارات على الدخان الناتج عن احتراق قصب السكر في

البرازيل وقد وجدوا أن مستويات الديوكسينات/الفيورانات كانت عالية بالمقارنة مع المستويات في المناطق المدنية – معاملات الإنبعاث غير متوفرة.

تم اقتراح مُعاملُ إنبعاث قَدْرُهُ 5 ميكروغرام مُكافئِ سُمِّي/طن كتقدير أولي لحرائق الغابات آخذين في الحسبان الاختبارات التي تمت في اليابان على احتراق أوراق الأشجار في مدافئ الإحتراق الحائضية المفتوحة (Ikeguchi *et al.* 1999).

هناك طيف من البقايا الزراعية التي يُمكن حرقها في الحقول أو بهدف التخلص من هذه البقايا. المواد التي يجري حرقها بهدف توليد الطاقة (مثل التدفئة) هي مستثناة من هذا القسم (انظر القسم 6.3). هذا القسم لتقدير الإنبعاثات من الحرق المكشوف (المفتوح)، عادة في الحقول. Gullett وزملائه (2002) قاموا بتمثيل عملية احتراق الكتلة الحيوية في العراء وتحديد معاملات الإنبعاث لاحتراق قش القمح (الذي يحتوي على 0.8% من الكلور CI في قش محصول الربيع و0.08% من الكلور CI في قش محصول الشتاء) وقش الأرز (الذي يحتوي على 0.33% من الكلور CI) والجذامة – بقايا ساق النبات في الأرض بعد الحصاد (الذي يحتوي على 0.33% من الكلور CI). وقد تراوحت معاملات الإنبعاث لقش القمح من 0.337 إلى 0.602 ميكروغرام مُكافئِ سُمِّي/طن من القش المُحترق ومُعامل الإنبعاث لقش الأرز كان 0.537 ميكروغرام مُكافئِ سُمِّي/طن من القش. والاختلاف بمقدار عشرة أضعاف في محتوى الكلور لم يؤثر على مُعاملِ الإنبعاث. إن معاملات الإنبعاث المقاسة هذه كانت أعلى من تلك التي استخدمت من قِبَل وكالة حماية البيئة الأمريكية في إعادة تقييم الديوكسين (US-EPA 2000). معاملات إنبعاث أعلى بكثير تم تحديدها في اختبارات الحرق المكشوف في العراء في اليابان (Ikeguchi *et al.* 1999) والتي تضمن اختبارات على أوراق وحزم من القش وقشور الأرز. وقد كانت معاملات الإنبعاث على التوالي 4.6 و20.2 و67.4 ميكروغرام مُكافئِ سُمِّي/طن.

من المتوقع أن تتغير الإنبعاثات اعتماداً على الشروط التي يتم فيها حرق المواد وعلى طبيعة المحصول أو البقايا (مثل: التركيب) والرطوبة أو إمكانية وجود ملوثات (وجود بقايا مياه مالحة أو معالجة المبيدات الثقيلة قد يغير من الإنبعاثات). مما تقدم أعلاه، يُمكن تقسيم احتراق الكتلة الحيوية إلى صنفين حيث أن الصنف 3 يفترض أنه يتم حرق بقايا الحصاد النظيفة تحت شروط احتراق جيدة. أما الصنف 4 فيمثل احتراق بقايا الحصاد في الحقل تحت ظروف أقل تفضيلاً مثل الاستخدام المسبق للمبيدات التي تحتوي مسببات أولية أو حفازات لتشكيل الديوكسين/الفيوران وشروط احتراق سيئة (مثل الإحتراق بنار داخنة من دون لهب عوضاً عن الإحتراق بلهب مكشوف)، رطوبة عالية أو أرض رطبة. ومن أجل الشروط المفضلة سوف يطبق متوسط مُعاملِ إنبعاث مقدراه 0.5 ميكروغرام مُكافئِ سُمِّي/طن، أما من أجل الشروط السيئة فيمكن استخدام متوسط مُعاملِ إنبعاث مقدراه 30 ميكروغرام مُكافئِ سُمِّي/طن للتقدير الأولي للإطلاقات. هناك حاجة لمزيد من التجارب لتعكس بشكل أفضل احتراق بقايا الحصاد (مثل قصب السكر وقشور الأرز..إلخ.) الشائعة في البلدان الاستوائية.

### 2.1.6.6. الإطلاق إلى المياه

من غير المتوقع وجود إطلاق مباشر إلى المياه، لكن من المتوقع أن تعمل الأمطار على غسل البقايا وبعضها قد يدخل إلى المجاري المائية. قد يكون هذا الدخل إلى المجاري المائية شديد العلاقة والصلة.

### 3.1.6.6. الإطلاق إلى الأرض

من المتوقع أن تتواجد الديوكسينات/الفيورانات في البقايا التي يُمكن أن تترك على الأرض أو أن يتم تضمينها في سفوح الحقول مشكلة مصدر إطلاق إلى الأرض.

من المتوقع أن تتواجد الديوكسينات/الفيورانات في الرماد الناجم عن الحرائق. في بعض الحالات قد يستخدم هذا الرماد في الزراعة من أجل محتواه من المواد المعدنية. الرماد الناتج عن هذه الحرائق قد يتغير بتغير الشروط وطبيعة المواد المحترقة.

تم تنفيذ عدد قليل من الدراسات عن مستويات الديوكسينات/الفيورانات في التربة بعد عمليات الحرق المكشوف في العراق (كما هو مناقش في التقرير EPA 1998) وبشكل عام وجد حدوث تغيرات صغيرة في تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في التربة. الدراسات عن مستويات الديوكسينات/الفيورانات في الرماد والسخام الناتجة عن الحرائق المكشوفة في العراق أظهرت وجود مجال واسع جداً من التراكيز. محتوى الرماد في الخشب عادة قليل (مقارنة مع النفايات والفحم). تم اقتراح معامل إنبعاث أولي مقداره 4 ميكروغرام مكافئ سمي/طن من المواد المحترقة وذلك اعتماداً على متوسط إنتاج للرماد مقداره 2% من كتلة المادة المحترقة وتركيز من الديوكسينات/الفيورانات في الرماد مقداره 200 نانوغرام مكافئ سمي/كغ.

#### 4.1.6.6 الإطلاق عبر المنتجات

لا يتوقع وجود منتج

#### 5.1.6.6 الإطلاق عبر البقايا

من المفترض أن يتم إطلاق البقايا إلى الأرض نظراً لكونها عادة تترك في مكانها.

#### 2.6.6.6 حرق النفايات والحرائق العرضية

هذا القطاع واسع ومحدد بشكل ضعيف. تتضمن وسيلة الأدوات هذه الحرق عن عمد لمواد النفايات حيث لا يستخدم محرقة أو فرن أو ما شابه - مثل حرق النفايات المنزلية والنفايات الأخرى على شكل كومة في العراق واحتراق النفايات في المكبات والمطامر - كلاهما بشكل عرضي أو عن عمد - حرائق الأبنية والسيارات والأليات المشابهة. الفئات التالية المبينة في الجدول 54 تم اختيارها للأخذ بعين الاعتبار. من أجل الأصناف من 2 و حتى 5 ، يجب أخذ معاملات الانبعاث لكل من البقايا أو الأرض ، وذلك اعتماداً على الظروف المحلية .

الجدول 54: معاملات الانبعاث لحرق النفايات والحرائق العرضية

مُعَامِلَاتِ الْإِنْبِعَاثِ					التصنيف
ميكروغرام مكافئ سمي/طن من المادة المحترقة					
بقايا	مُنتَج	أرض	مياه	هواء	
600	NA	NA	ND	1,000	1. الحرائق في مطامر النفايات
400	NA	[400]	ND	400	2. حوادث الحرائق في البيوت والمعامل
600	NA	[600]	ND	300	3. حرق النفايات المنزلية غير المُراقب
18 (لكل عربة)	NA	18 (لكل عربة)	ND	94 (لكل عربة)	4. الحرائق العرضية في المركبات
10	NA	[10]	ND	60	5. الحرق المكشوف للخشب (تعمير/هدم)

يجب أن يتضمن الحرق غير المراقب للنفايات جميع الحالات حيث تُحرق النفايات بدون مُراقبة وتحكم

وبالتالي تتضمن حرق الأكوام في العراء أو في براميل أو في حرائق في المنازل. حرق النفايات في المكبات والمطامر يعتبر فئة أو تصنيف منفصل. ويمكن اشتقاق الكمية التقديرية لمركبات الديوكسين/الفيوران المتبقية في البقايا الصلبة لهذه الممارسة والتي يعبر عنها بمركبات الديوكسين/الفيوران في واحدة النفايات المحترقة.

الحرائق العَرَضِيَّة متغيرة جداً والانبعاثات الناتجة عنها سوف تعتمد بشدة على المواد المحترقة وعلى طبيعة الحريق. هناك كمية محدودة من المعلومات المتوفرة عن الانبعاثات من هذه الحرائق وبالتالي أُعْطِيَ رقم مؤشر واحد ليغطي جميع الحرائق العَرَضِيَّة باستثناء حرائق الآليات. سوف تكون الديوكسينات/الفيورانات متواجدة في البقايا التي يُمكن أن يجري التخلص منها أو تركها ملقاة على الأرض.

الحرائق الكيميائية يُمكن أن تؤدي إلى إطلاقات عالية حيث ينخرط فيها مُركبات كيميائية بادرة لتشكيل الديوكسينات/الفيورانات وهناك معلومات غير كافية لتقييم الإطلاقات من الحرائق الكيميائية كفاءة متميزة بحد ذاتها وبالتالي تم تضمين الإطلاقات في الفئة الثانوية للحرائق العَرَضِيَّة. ويجب الانتباه إلى أن بعض الحوادث المعينة قد تتسبب في ارتفاع التلوثات المحلية وتصيح "نقطة ساخنة" محتملة.

حرائق الآليات يُمكن أن تطلق الديوكسينات/الفيورانات ومعطيات محدودة متوفرة لتعطي مُعاملات إنبعاث تمثل هذه الحوادث ، وهذه قد تم عرضها. الآليات المنخرطة يُمكن أن تتغير بشكل كبير وبالتالي من المتوقع أيضاً أن تتغير الانبعاثات – الأرقام هنا هي للتقديرات الأولية فقط.

في بعض البلدان يجري حرق كمية كبيرة من الأخشاب التي تُستخدم في عمليّات التعمير أو الهدم بهدف التخلص منها. مُعاملات الانبعاث من هذه العمليات أيضاً معطاة في الجدول.

### 1.2.6.6. الإطلاق إلى الهواء

تم قياس الانبعاثات إلى الهواء من حرق النفايات المنزلية وماشابه في شروط غير مُراقبة في الولايات المتحدة الأمريكية خلال تجارب تم فيها حرق نفايات منزلية في برميل ( EPA 1997, Gullett et al. 1999, Lemieux et al. 2003 ). يبدو أن الانبعاثات إلى الهواء (اعتماداً على شروط الإحترق - والمتغيرة بشكل كبير - وعلى تركيب النفايات) تتغير بشكل كبير من قيم أقل من 9 ميكروغرام مُكافئ سُمّي-منظمة الصحة العالمية/طن من النفايات (WHO-TEQ/t) وحتى قيمة عالية تصل حتى 6,655 ميكروغرام مُكافئ سُمّي-منظمة الصحة العالمية/طن (WHO-TEQ/t). تكرارية التجارب أظهرت أن المُكررات الستة لحرق النفايات الأساسية تحت نفس الشروط أعطت مُعاملات إنبعاث تراوحت بين 9 ميكروغرام مُكافئ سُمّي-منظمة الصحة العالمية/طن (WHO-TEQ/t) وحتى 148 ميكروغرام مُكافئ سُمّي-منظمة الصحة العالمية/طن (حوالي مُعامل قُدْرُهُ 16 بين التجارب، حيث أن تم الحصول على مقدار الضعف لنفس القيمة الأخفض ولنفس القيمة الأعلى من الانبعاثات). وُجِدَتْ أعلى الانبعاثات عندما تم زيادة محتوى الكلور العضوي (مثل PVC: حتى 7.5% في النفايات) (3,543 و 6,655 ميكروغرام مُكافئ سُمّي-منظمة الصحة العالمية/طن) أو عندما كان يوجد محتوى عالي من النحاس (النحاس يلعب دور الحفاز) (2,725 ميكروغرام مُكافئ سُمّي-منظمة الصحة العالمية/طن). ومن جهة أخرى فإن شروط الإحترق السيئة نتيجة مضاعفة الحمولة وزيادة رطوبة النفايات التي ستحرق وضغط النفايات قبل حرقها ، إضافة إلى المحتوى العالي من الكلور اللاعضوي (مثل كلوريد الكالسيوم  $CaCl_2$ )؛ كل هذه العوامل أدت إلى توليد إنبعاثات عالية من الديوكسينات/الفيورانات (حتى 992 ميكروغرام مُكافئ سُمّي-منظمة الصحة العالمية/طن). واحدة من بين التجارب التي كان فيها محتوى البولي فينيل كلورايد (PVC) 0% أعطت تراكيز أعلى من أحد التجربتين التي كان فيهما محتوى النحاس عالياً. والقيمة الوسطية من 25 تجربة أعطت 706 ميكروغرام مُكافئ سُمّي-منظمة الصحة العالمية/طن والوسطي كان 148 ميكروغرام مُكافئ

سُمِّي-منظمة الصحة العالمية/طن. والمثير للاهتمام أن نسبة المساهمة من مُركّبات ثنائي الفينيل متعدد الكلورة -الشبيهة بالديوكسين كانت فقط 5% من مُكافئات السُمِّيَّة -منظمة الصحة العالمية (WHO-TEQ). هنا استخدمت القيمة 300 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي /طن للحرق المكشوف حيث يتضمن ذلك مجال واسع من النفايات بما في ذلك النفايات المنزلية الخطرة والمواد الكيميائية التي يُمكن أن تحترق.

وبالمقارنة، يتوفر بضعة دراسات عن إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات من حرائق مكبات ومطامر النفايات. مستويات عالية من الديوكسينات/الفيورانات ترافقت مع حرائق مطامر النفايات، والتي من المتوقع أن تكون بشروط احتراق سيئة ومزيج من النفايات. تم تطبيق مُعاملٍ إنبعاث مقداره 1000 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن (اعتماداً على عمل سويدي سجل في تقرير وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA 1998).

المواد المحترقة والشروط في حوادث الحرائق العَرَضِيَّة تتغير بشكل هائل. يتوفر معطيات محدودة عن الإنبعاثات من مثل هذه الحرائق. من الصعب قياس الإنبعاثات، والدراسات تميل إلى استخدام تمثيل الحرائق في المخبر أو إلى قياس التركيز في السخام والبقايا بعد الحريق. إن مُعاملات الإنبعاث التي تم تطويرها هنا هي عبارة عن مؤشرات، والمطلوب مزيد من العمل لدراسة الحرائق من جميع الأنواع لتحسين تقديرات الإطلاق. بعض الدراسات أخذت بعين الاعتبار فقط الإنبعاثات من احتراق البولي فينيل كلورايد (PVC) وزودت مُعاملات الإنبعاث (على أساس إنتاج السخام) ضمن المجال 40 - 3,500 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن (اعتماداً على ملخص Carroll 1996). وضعت هذه المعاملات اعتماداً على نتائج من المخابرة وعينات من حرائق حقيقية وبافتراض أن 20% من البولي فينيل كلورايد (PVC) يبقى دون احتراق وأن جميع الاطلاقات إلى الهواء يتم لقطها في السخام. Merk و زملائه (1995) أحرقوا خشب و PVC في غرفة مغلقة وقاسوا مستويات الديوكسين/الفيوران في الهواء/غازات الإحتراق في الغرفة إضافة إلى قياسها في عينات من القماش المُستخدَم في مسح جدران الغرفة. وبفرض أن كل هواء الغرفة كان ملوثاً بالمستويات التي تم قياسها، أمكن الحصول على مُعاملٍ إنبعاث قدره 560 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من PVC أو 51 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من مزيج الخشب/PVC. أيضاً تم فرض أن السخام المترسب يضيف إلى هذه مُعاملٍ إنبعاث مقداره 2,200 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من PVC أو 200 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من مزيج PVC/الخشب. Ikeguchi و زملائه (1999) زدوا مُعاملات إنبعاث للحرق المكشوف لأنواع مختلفة من النفايات (220 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من الإطارات المُستهلكة، 1,000 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن أنابيب تمديدات الأسلاك الكهربائية، 6,600 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن للبلاستيك الزراعي (PVC)). أظهرت الاختبارات في الدنمرك (Vikelsee and Johansen 2000) لإطلاقات الديوكسينات/الفيورانات من حرق الكيميائيات مجالاً واسعاً من مُعاملات الإنبعاث (عند درجة حرارة 500 درجة مئوية) تراوحت من 1 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من ثنائي كلور الفينيل وحتى 740,000 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من خماسي كلور الفينول (PCP)، بينما احتراق البولي فينيل كلورايد (PVC) أعطى في هذه الاختبارات مُعاملٍ إنبعاث قدره 100 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن. وعند درجة الحرارة 900 درجة مئوية انخفضت إنبعاثات الديوكسينات/الفيورانات بشكل كبير. بعد مراجعة لمعطيات الحرائق العَرَضِيَّة تم في ألمانيا (LUA 1997) تطوير مُعاملات الإنبعاث للحرائق في المناطق السكنية 83 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن إلى الهواء و 83 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن في السخام المترسب محلياً، وبالنسبة للحرائق الصناعية 500 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن إلى الهواء و 500 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن في السخام المترسب محلياً.

إذا أخذنا بعين الاعتبار المجال الواسع من المواد التي يُمكن أن تدرج تحت الحرائق العَرَضِيَّة والمجال الواسع من مُعاملات الإنبعاث المحتملة، يمكننا صنع تقدير أولي بتطبيق مُعاملٍ إنبعاث قدره 400 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن للحرائق العَرَضِيَّة.

هناك عدد محدود من الاختبارات التي نفذت على تحديد إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات من حرائق الآليات. نفذت الاختبارات في نفق على سيارة قديمة (1974) وسيارة جديدة (1988) وسيارة نفق وعربة قطار (Wichmann *et al.* 1995). الإنبعاثات إلى الهواء تم تقديرها من ترسبات الديوكسينات/الفيورانات داخل النفق، ولم يتم تقدير الديوكسينات/الفيورانات التي ربما لم تتسرب. الإنبعاثات كانت 32 ميكروغرام مكافئ سُمِّي للسيارة القديمة و44 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن للسيارة الجديدة و2000 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن للسيارة النفق و9200 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن لعربة القطار. وبهدف وضع تقدير أولي للإنبعاثات تم تطوير مُعامل إنبعاث مركب (تجميعي) بافتراض أن السيارات المحترقة تتضمن 49.5% سيارات "قديمة" و49.5% سيارات "حديثة" و0.5% للآليات التي تمثل سيارات الأنفاق وعربات القطارات، وهذا يعطينا مُعامل إنبعاث مركب قدره 94 ميكروغرام مكافئ سُمِّي لكل حادث حريق (ملاحظة: مُعامل الإنبعاث هذا هو لكل حادث حريق وليس للطن من المواد المحترقة!).

من الشائع نسبياً رؤية حرائق بهدف التخلص من النفايات الناتجة عن التعمير أو الهدم – وهي غالباً لحرق الأخشاب لكن هذه الحرائق يُمكن أن تستخدم أيضاً للتخلص من مواد أخرى. ومرة أخرى يتوفر معلومات قليلة إما عن الكميات المحترقة أو عن الإنبعاثات. يُمكن استخدام الدراسات التي نفذت في اليابان لوضع تقدير أولي لمُعامل إنبعاث مناسب يُمكن تطبيقه – 60 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن (Ikeguchi *et al.* 1999).

#### 2.2.6.6. الإطلاق إلى المياه

هناك معلومات قليلة متوفرة عن إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات إلى المياه من هذه الأنواع من الحرائق. سوف تتغير الإطلاقات بشكل كبير لكن أعلى الإطلاقات يُمكن ان تُنتج عن استخدام المياه في إخماد الحريق أو عن مياه الأمطار التي تهطل على موقع الحريق والتي تعمل على حمل المواد إلى المجاري المائية. بما أن هذه العمليات ستعتمد على الظروف المحلية فمن غير المُمكن تزويد مُعاملات إنبعاث لكن ربما تكون هذه المسألة هامة.

#### 2.2.6.6.3. الإطلاق إلى الأرض

بالنسبة للعديد من الحرائق التي يُمكن أخذها بعين الاعتبار، يُمكن أن يحدث إطلاق إلى الأرض بسبب البقايا من الحريق والتي تترك في مكانها على الأرض. في وسيلة الأدوات هذه ، تم اقتراح نفس مُعامل الإنبعاث إلى الأرض و عبر البقايا ، و ذلك لاستخدامه عند تقدير الإطلاقات الوطنية ، و يجب على البلدان تطبيق تلك المناسبة للحالة المحلية .

#### 2.2.6.6.4. الإطلاق عبر المُنتجات

لا يوجد مُنتج في هذه العمليات – بالتالي لا يوجد إطلاق عبر هذا الطريق.

#### 2.2.6.6.5. الإطلاق عبر البقايا

البقايا الناتجة عن جميع أنواع الحرائق المدروسة في هذا القسم من المرجح أنها تحتوي على الديوكسينات/الفيورانات. لكن الكميات ستتغير اعتماداً على الشروط في الحريق وطبيعة المواد المحترقة. والبقايا يُمكن أن تبقى في مكان الحريق أو تُرحل من المكان. في وسيلة الأدوات هذه ، تم اقتراح نفس مُعامل الإنبعاث إلى الأرض و عبر البقايا ، و ذلك لاستخدامه عند تقدير الإطلاقات الوطنية ، و يجب على

## البلدان تطبيق تلك المناسبة للحالة المحلية .

تم استخدام مُعاملٍ إنبعاث قُدْرُهُ 600 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من المواد المحترقة كمؤشر عن الحرق المكشوف للنفايات المنزلية وذلك اعتماداً على نتائج دراسات في أمريكا لحرق النفايات المنزلية في براميل (Lemieux et al. 1997).

أما بالنسبة للحرائق العَرَضية فهناك معلومات قليلة متوفرة عن مستويات الديوكسينات/الفيورانات في البقايا. تم قياس مجال واسع من التراكيز لكن غالباً المعلومات غير كافية لوضع مُعاملٍ إنبعاث نظراً لكون كميات الرماد الناتج غير معروفة. في ألمانيا وضعت تقديرات أعطت مُعاملات إنبعاث في البقايا (بما فيها السخام المترسب) حوالي 1000 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن للحرائق الصناعية و350 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن للحرائق السكنية (LUA 1997). وبهدف التقريب ولوضع تقدير أولي، تم استخدام مُعاملٍ إنبعاث قُدْرُهُ 400 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن معطياً انبعاثات متساوية من الديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء وعبر البقايا وبشكل متوسط من الحرائق المأخوذة بعين الاعتبار.

أما بالنسبة لحرائق الآليات والمركبات فإن الاختبارات المحدودة في ألمانيا (Wichmann et al. 1995) قد أعطت الكميات من الديوكسينات/الفيورانات التي بقيت في البقايا، وتم استخدام مُعاملٍ إنبعاث مركب لوضع تقديرات أولية – 18 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/حادث (باستخدام نفس الافتراضات أعلاه). لاحظ أن مُعاملٍ الإنبعاث هذا هو لكل حادث وليس بوحدة الكتلة.

أما بالنسبة للحرائق المتضمنة الأخشاب المُستخدمة في التعمير أو تلك الناتجة عن الهدم، فلم يوجد مُعاملات إنبعاث لها. ومن أجل وضع تقديرات أولية، تم اقتراح مُعاملٍ إنبعاث قُدْرُهُ 10 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من الخشب المحروق (مأخوذة عن الدراسة في المملكة المتحدة عن الإحترق الصناعي للخشب، Dyke et al. 1997). يجب لحظ أن الخشب المعالج ومزيج الحمولات المختلفة في الحرائق وشروط الإحترق السيئة قد تزيد بشكل كبير من كمية الديوكسينات/الفيورانات في البقايا.

## 6.7. الفئة الأساسية 7 – إنتاج واستخدام الكيماويات و بضائع المُستهلك:

يشرح هذا القسم 6.7 إمكانية أن يتسبب إنتاج الكيماويات والبضائع المُستهلكة في توليد الديوكسينات/الفيورانات ويعطي نتائج من معطيات قياس ومعلومات عن الخصائص لتقدير/التحديد الكمي لإطلاقات الديوكسينات/الفيورانات من النشاطات المتنوعة في هذا القسم. وهذا القسم 6.7 أيضاً يعطي وصفاً مختصراً عن العمليات التي ستعرض هنا بهدف اكتساب فهم عام عن هذه الصناعات. وقد يساعد ذلك في فهم أفضل للعلاقة بين العمليات الصناعية والإطلاقات اللاحقة التي لها علاقة أو ليس لها علاقة بمركبات الديوكسين والفيوران. لمزيد من التفصيل يجب الرجوع إلى المعلومات والمرجعيات المتخصصة.

كما هو مبين في الجدول 55، هناك خمس فئات فرعية. كما يمكننا أيضاً رؤية أن إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات قد تحدث عبر طرائق متنوعة مؤدية إلى تلوث في الهواء والماء والتربة وفي المُنتجات. إضافة لذلك، فإن البقايا قد تحتوي أيضاً على تلوث بمركبات الديوكسين والفيوران. ومن أجل جميع النشاطات المدرجة في هذا القسم فالإنبعاثات الرئيسية هي ليست إلى الهواء ولكن إلى مستوعبات أخرى.

الجدول 55: الفئات الثانوية من الفئة الأساسية 7- إنتاج واستخدام الكيماويات و بضائع المُستهلك

7	الفئات الثانوية من الفئة الأساسية	هواء	مياه	أرض	مُنتجات	بقايا
a	إنتاج الورق وعجينة الورق	x	X		x	X
b	الصناعات الكيماوية (الفينولات الكلورة، المركبات العضوية المهلجنة، إنتاج الكلور Cl <sub>2</sub> ، عمليّات الكلورة الأكسجة)	x	X	(x)	X	X
c	الصناعات البترولية (مصافي النفط)	x				x
d	إنتاج النسيج		x		x	
e	تنقية الجلود		x		x	

الصلة بالمادة 5، المرفق (ج) من اتفاقية استوكهولم

بالرجوع إلى شروط المادة 5 من اتفاقية استوكهولم، يُمكن تصنيف المصادر في هذه الفئة على الشكل الآتي:

المرفق (ج)، الجزء الثاني- فئات المصادر تتضمن:

فئة المصدر	القسم في وسيلة الأدوات
(ج) إنتاج عجينة الورق باستخدام الكلور العنصري أو المواد الكيماوية المولدة للكلور العنصري من أجل القصر (التبييض)	1.7.6

المرفق (ج)، الجزء الثالث- فئات المصادر تتضمن:

فئة المصدر	القسم في وسيلة الأدوات
(و) عمليّات معينة لإنتاج المواد الكيماوية تنطلق منها ملوثات عضوية ثابتة (POPs) تكونت بصورة غير مقصودة، وبخاصة إنتاج كلور الفينيل والكلورانييل	2.7.6
(ي) صيغ المنسوجات والجلود (بالكلورانييل) وصفلها (بالاستخلاص القلوي)	5.7.6، 4.7.6

### 1.7.6. إنتاج الورق وعجينة الورق

بالمصطلحات العامة، يُعرّف الورق على أنه صفحة من الألياف مع عدد من المواد الكيميائية المضافة والتي تؤثر على خواص وجودة الصفحة. إلى جانب الألياف والمواد الكيميائية، فإن صناعة الورق وعجينة الورق تتطلب كميات كبيرة من المياه للعمليات وتوليد الطاقة (كبخار وكهرباء).

العجينة اللازمة لصناعة الورق يمكن أن تُنتج من ألياف جديدة بوسائط كيميائية أو ميكانيكية، أو يمكن أن تُنتج من إعادة تصنيع الورق المعاد تدويره. يُمكن أن يستخدم معمل الورق عجينة مصنعة في مكان آخر (= معاملة غير متكاملة لصناعة عجينة الورق) أو يُمكن أن تدمج مع عمليات التصنيع في نفس موقع تصنيع الورق (= معاملة متكاملة لصناعة عجينة الورق). معاملة كرافت (Kraft paper mills) يمكنها أن تكون الاثنان معاً - عمليات متكاملة أو غير متكاملة- في حين أن معاملة تصنيع عجينة الورق بطريقة السلفيت (الكبريتيت - Sulphite) هي عادة تكون مدمجة مع معمل إنتاج الورق. العمليات الميكانيكية وتصنيع الألياف المعاد تدويرها هي عادة جزء مُدمج من صناعة الورق لكن أصبحت نشاط منفصل في بعض الحالات .

صناعة الورق وعجينة الورق هو حقل معقد والذي يتألف من عمليات عديدة بمراحل مختلفة ومُنتجات مختلفة. ومن أجل الغرض من وسيلة الأدوات هذه والمتحولات العامة (مثل المواد الخام)، فيمكن تجزئة العمليات إلى عدد من الصفوف. بالرغم من ذلك ، فالخشب هو المادة الرئيسة الأكثر شيوعاً للاستخدام كمادة أولية في صناعة عجينة الورق ، و يجب لحظ أنه يُستخدم أيضاً ألياف غير خشبية ( non-wood fibers) مثل قشور الحبوب و القصب في إنتاج العجينة و الورق . تمثل هذه الألياف ما بين 6.5 - 11% من الإنتاج العالمي لعجينة الورق . في البلدان النامية أو في البلدان التي تملك بعض المصادر من الغابات ، تُشكل الألياف غير الخشبية أكثر من 35% من الإنتاج الكلي لعجينة الورق (Blanco et al. 2004). تعتبر الصين واحد من أهم البلدان المنتجة للورق/عجينة الورق من الألياف غير الخشبية . و المعطيات المعروضة من قبل Zheng و زملائه هي من معمل كبير في الصين للعجينة المصنعة من ألياف غير خشبية (Zheng et al. 2001, Zheng et al. 1997).

يجب لحظ أن المعلومات المتوفرة عن الألياف غير الخشبية هي قليلة جداً و أن عمليات التصنيع قد تختلف . معظم معامل العجينة المصنوعة من الألياف غير الخشبية ذات استطاعات متدنية و نظم الاسترجاع و الاستعادة إما غير اقتصادية أو غير متوفرة تقنياً . من أهم الصعوبات في استخدام الألياف غير الخشبية كمادة بديلة ، هو وجود السيليكات في سوائل العجينة المستهلك ( spent pulping liquors) ، و التي قد تتسبب بمشاكل في دورات صناعة العجينة أو الاسترجاع الكيميائي و تؤدي إلى مياه صرف سيئة خلال عمليات صناعة الورق . هذه السوائل لا يمكن معالجتها بالأنظمة التقليدية بسبب محتواها العالي من المواد اللاعضوية و قيمتها الحرارية المتدنية . هناك حاجة إلى بحوث في هذا المجال (Blanco et al. 2004).

إن إنتاج العجينة هو المصدر الرئيس للتأثيرات البيئية من صناعة الورق وعجينة الورق. وبالمصطلحات العامة، العملية لصناعة الورق والورق المقوى. و بالمصطلحات العامة ، تتكون صناعة الورق والورق المقوى من ثلاث خطوات: صناعة العجينة وتصنيع العجينة وصناعة الورق/الورق المقوى.

من صناعة الورق وعجينة الورق يُمكن أن تحدث إطلاقات لمركبات الديوكسين والفيوران عبر القطاعات التالية:

- إنبعاثات إلى الهواء (من حرق اللينين والسائل الأسود لتوليد الطاقة).
- إنبعاثات إلى الهواء من حرق الخشب أو لحاء الشجر لتوليد الطاقة.
- إنبعاثات مع المياه الناتجة عن العمليات (مصانع الورق الحديثة تعمل كليا من دون تدفقات).

- إنبعاثات من خلال حماة العجينة والتي يُمكن أن تطبق على الأرض أو تحرق أو تطمر في الأرض.
- إنبعاثات من خلال المُنتجات (= العجينة أو الورق) والتي تدخل السوق كمنتج ذي قيمة.

### تصنيع العجينة

خلال عملية تصنيع عجينة الورق، يتم فصل ألياف السيليلوز عن الليغيت في الخشب، والمعروفة بعملية التخلص من الليغيت. أكثر أنواع الخشب شيوعاً في الاستخدام هي الخشب القاسي والخشب اللين، على أية حال أنواع أخرى تستخدم كمواد بادئة مثل جوز الهند والخيزران والبردي والقش. إلخ.. يُمكن تحويلها إلى عجينة الورق أيضاً. وللوصول إلى هذا الهدف يُمكن استخدام الطريقة الكيميائية أو الطريقة الميكانيكية في تصنيع العجينة.

في **التصنيع الميكانيكي** يتم فصل ألياف الخشب عن بعضها بتطبيق الطاقة الميكانيكية مثل ضغط القطع الخشبية على قرص صخري دوار مع تطبيق الماء أو بفص ألياف الخشب من قطع الخشب بين مصافي قرصية. إذا تم إضافة مواد كيميائية بهدف المعالجة الأولية للخشب، تسمى العملية في هذه الحالة التصنيع الكيما-حراري-ميكانيكي لعجينة الورق (chemo-thermo-mechanical pulping, CTMP). ومن أجل الحصول على ورق ذو جودة عالية، تحتاج عجينة الورق إلى إزالة الليغيت منها أو التبييض (القصر). لهذا الغرض يستخدم طريقتان:

#### أ. طريقة السلفيت

إن هذه الطريقة هي عملية حمضية لطبخ السائل وتعتمد على ثاني أكسيد الكبريت المائي وعلى أساس من الكالسيوم أو الصوديوم أو المغنيزيوم أو الأمونيوم. وقد تراجعت أهمية هذه الطريقة عبر السنين وحالياً فقط 10% من الإنتاج العالمي لعجينة الورق ينتج بهذه الطريقة. إن استخدام الكالسيوم و المغنيزيوم قد أصبح لاغياً في أوروبا ، بالرغم من أنه أرخص ، بسبب أنه لا يمكن استرجاع الكيمايات المستخدمة في عملية الطبخ . بينما نجد أن الصوديوم هو الطريقة السائدة في أوروبا لأنها تسمح باسترجاع الكيمايات من العملية . إن طريقة السلفيت تطلب ألياف ذات جودة عالية، بينما المُنتجات ذات مواصفات أدنى من مقاومة الشد. لذلك هذه الطريقة تستخدم بشكل أكثر لتصنيع عجينة الورق من الخشب اللين.

#### ب. طريقة كرافت أو السلفات

إن هذه الطريقة هي عملية قلوية لطبخ السائل وهي الطريقة المسيطرة على صناعة عجينة الورق في العالم (80% من الإنتاج العالمي لعجينة الورق). وهذه الطريقة قابلة للتطبيق على جميع أنواع الأخشاب/الألياف وتنتج سيليلوز ذي مقاومة عالية للشد. تستخدم طريقة كرافت محلول قلوي أساسه الصوديوم (السائل) والذي يتألف من كبريت الصوديوم ( $Na_2S$ ) وهيدروكسيد الصوديوم ( $NaOH$ ) في محلول تركيزه 10%. والمواد الكيميائية التي لم تتفاعل (= ما يسمى بالسائل الأسود) سوف تستعاد لتوليد السائل الأبيض للخطوة الأولى من تصنيع العجينة.

#### التبييض (القصر)

من أجل إزالة اللون المترافق مع بقايا الليغين، يتم تبييض العجينة بخمسة إلى ثلاثة مراحل بالتناوب بين شروط حمضية أو قلوية.

من أكثر المواد الكيميائية شيوعاً في الاستخدام هي الكلور والهيبوكلوريت وثاني أكسيد الكلور والأوكسجين والبيروكسيد. مؤخراً، فوق حمض الخل أصبح متوفر تجارياً كعامل كيميائي للتبييض. الزيادة في ثاني أكسيد الكلور كبديل يقلل من تشكيل المواد العطرية المكورة ويخلص من تشكّل الديوكسينات/الفيورانات. هناك أربعة منهجيات أساسية في التبييض:

### 1. التبييض بالكلور العنصري (Elemental Chlorine Bleaching)

تستخدم غاز الكلور ( $Cl_2$ ) والهيبوكلوريت لتبييض العجينة. وعندما يتفاعل الكلور العنصري والهيبوكلوريت مع الليغنين، يتشكل مركبات الكلور العضوية بما فيها مركبات الديوكسين/الفيوران. التبييض باستخدام الكلور و الهيبوكلوريت شكل في عام 2000 حوالي 25% من السوق العالمي لتبييض عجينة الورق .

### 2. التبييض الخالي من الكلور العنصري (Elemental Chlorine Free Bleaching, ECF)

التبييض الخالي من الكلور العنصري هو سلسلة متتالية من عمليّات التبييض التي عادة تستخدم ثاني أكسيد الكلور ( $ClO_2$ ) كعامل أساسي للتبييض. والكلور العنصري (غاز الكلور والهيبوكلوريت) لم يعد يُستخدم. عمليّات التبييض الخالي من الكلور العنصري تُنتج مستويات منخفضة من الديوكسينات/الفيورانات. و في عام 2000 ، حوالي 67% من السوق العالمي تم تزويده بعجينة التبييض الخالي من الكلور العنصري (ECF).

### 3. التبييض الخالي كلياً من الكلور (Totally Chlorine Free, TCF)

تستخدم عوامل لا تحتوي على الكلور لتبييض العجينة وتستخدم عوضاً عنه الأوكسجين ( $O_2$ ) أو الماء الأوكسجيني ( $H_2O_2$ ) أو فوق حمض الخل. والتدفقات السائلة تقريباً خالية من الكلور. وفي عام 2000، وصل إنتاج العجينة المبيضة بطريقة TCF حوالي 7% من السوق العالمية للعجينة المبيضة.

### 4. تبييض العجينة الميكانيكية (Bleaching of Mechanical Pulp)

التبييض للعجينة الميكانيكية مختلف كلياً عن التبييض الكيميائي حيث أنه تعتمد على حماية الليغنين بدلاً من التخلص منه. لكن فعل التبييض غير دائم ويصفر لون الورق مع الوقت. وطريقة حماية الليغنين تنفذ على 1-2 مرحلة باستخدام ثنائي ثيونات الصوديوم ( $Na_2S_2O_3$ ) أو الماء الأوكسجيني ( $H_2O_2$ ) أو مزيج من الإثنين.

في صناعة تبييض العجينة ، يتواجد مزيج من عمليات التبييض المذكورة أعلاه . على سبيل المثال ، بعض البلدان / مَث صناعة العجينة في تشيلي ، تستخدم كميات صغيرة من غاز الكلور ( $Cl_2$ )، الكلور الحر) في الخطوة الأولى من عملية التبييض الخالية كلياً من الكلور (TCF) ذات المحتوى القليل من الليغنين و بعد عملية الطبخ . في هذه العملية ، هناك تطبيق منخفض من مكررات الكلور في المرحلة الأولى من التبييض ( $Cl_2 \leq 0.1\%$ ). ولقد انعكس هذا الشيء في وسيلة الأدوات بالصنف 3 (انظر الجدول 57 و الجدول 58) (CORMA 2004).

## صناعة الورق

الورق المصنع من ألياف أولية: جميع آلات الورق والورق المقوى تعتمد على نفس العملية الأساسية، حيث المحلول المائي 99% للألياف والمواد الكيميائية يتم تخليصه ميكانيكياً من الماء عن طريق الضغط

وأخيراً يمرر عبر مجموعة من الأسطوانات بدرجة حرارة أعلى بقليل من الدرجة 100 درجة مئوية. وفي النهاية يجري صقل الورق زوج من دروج الدلفنة الساخنة (مكثات صقل الورق أو المكثات الناعمة لصقل الورق) وأخيراً يتم لف الورق على ما يسمى بالبكرة الأم.

**الورق المعاد تدويره (Recycling paper):** عملية تصنيع العجينة من ألياف ثانوية هي عملية بسيطة نسبياً والتي تستخدم مواد كيميائية مثل ماءات الصوديوم (NaOH). عمليّات تصنيع الألياف المعاد تدويرها هي إما حصراً عمليّات تنظيف ميكانيكية (مثلاً من دون إزالة الحبر أو هي عمليّات تنظيف ميكانيكي مع إزالة للحبر). والورق المسترجع يعاد حله بالماء الساخن في عجانة ويفصل عن الشوائب غير ليفية وينظف تدريجياً للحصول على عجينة الورق. ومن أجل بعض الاستعمالات للورق مثل ورق الرسم البياني يتم معالجة العجينة للتخلص من الحبر والحصول على بياض ناصع ونقاوة.

### أنظمة الاسترجاع الكيميائية (Chemical Recovery Systems)

طريقة كرافت للاسترجاع الكيميائي لم تتغير كثيراً منذ عام 1884. حيث يتم تبخير السائل الأسود الممدد للحصول على السائل الأسود المركز والذي يجري حرقه في المراحل للحصول على الطاقة والمواد الكيميائية التي دخلت في العملية يجري تخليص المزيج منها على شكل مصهور. ويمكن تدعيم مراحل الاسترجاع هذه بمراحل تستخدم الوقود الأحفوري أو النفايات الخشبية لتغطية الطلب على الطاقة في المنشأة. والانبعاثات من هذه المراحل هي عرضة لإطلاق الديوكسينات/الفيورانات. و كما هو مبين في الجدول 56 ، لا يوجد معامل إنبعاث لإطلاقات الديوكسينات/الفيورانات في البقايا ، ذلك أن الرماد الناتج من مراحل حرق السائل الأسود يعاد تدويره إلى العملية من جديد .

ومن أجل الغرض من وسيلة الأدوات هذه فإننا سنتبع الأسلوب الشائع وندون المعطيات لصناعة عجينة الورق على أساس الطن المجفف بالهواء (Air Dried tons, ADt) والتي تعود إلى عجينة عند 90% جفاف أو 900 كغ لكل طن من العجينة الجافة. أما بالنسبة للورق فالأساس هو الورق النهائي عند درجة الجفاف الناتجة والتي هي عادة حوالي 94-96% جفاف. المعطيات الجديدة عن الألياف غير الخشبية (non-wood fibers) لصناعة عجينة الورق هي متوفرة من الصين ، لكن هذه المعلومات الداعمة غير كافية لتحويل التراكيز المقاسة ، التي وُجِدَتْ في المياه العادمة ، إلى معاملات إنبعاث على أساس الطن المجفف بالهواء (ADt). و هكذا ، يجب تقدير الإطلاق إلى المياه العادمة من التراكيز المقاسة و حجم المياه العادمة التي يجري طرحها إلى البيئة . أيضاً ، لا يمكن تزويد معاملات إنبعاث بالتفصيل كما هو متوفر في حالة تبييض العجينة المصنعة من الخشب (Zheng et al. 2001).

ومن أجل صناعة الورق وعجينة الورق يجب اختيار معاملات الإنبعاث كما هو مبين في الجدول 56 والجدول 58.

الجدول 56: معاملات الإنبعاث لصناعة الورق وعجينة الورق: المراحل

مُعاملات الإنبعاث		التصنيف
ميكروغرام مكافئ سُمي/طن من الرماد الناتج	ميكروغرام مكافئ سُمي/ الطن المجفف بالهواء (ADt)	
بقايا	هواء	
NA	0.07	1. مَراجِلُ حرق السائل الأسود
50	0.4	2. مَراجِلُ حرق الحمأة و الكتلة الحيوية/ لحاء الشجر

الإنبعاثات السنوية مع تدفقات المياه العادمة والحمأة الناتجة عن الورق وعجينة الورق (= البقايا) سوف تحسب من جداء التركيز بهذه التدفقات السائلة (بوحدة البيكوغرام مكافئ سُمي/لتر) أو من جداء التركيز

في الحمأة (بوحدة الميكروغرام مكافئ سُمي/طن من المادة الجافة) بالتصريف السنوي لهذه التدفقات أو بحجم الإنتاج، على الترتيب. من أجل المساعدة في تقدير الإطلاقات أعطيت في الجداول قيم نموذجية بوحدة ميكروغرام مكافئ سُمي/طن المجفف بالهواء ( $\mu\text{g TEQ/ADt}$ ) والتراكيز النموذجية في التدفقات السائلة أو الصلبة - وهذه يُمكن استخدامها إذا كانت معطيات تدفق الكتلة غير متوفرة. وتركيز الديوكسينات/الفيورانات للأصناف المختلفة مزودة في الجدول 57. ومُعاملات الإنبعاث هذه لمعامل تصنيع الألياف الخشبية مبنية على افتراض أن جميع معاملُ الورق تمتلك محطات معالجة للتدفقات السائلة ينتج عنها حمأة وتدفقات سائلة قليلة المحتوى من الأجسام الصلبة المعققة (suspended solids, SS). أما بالنسبة للأمثلة عن الألياف غير الخشبية، فالتراكيز تعود إلى مياه الصرف قبل المعالجة.

الجدول 57: مُعاملات الإنبعاث للتدفقات السائلة والحمأة الناتجة عن صناعة الورق وعجينة الورق

مُعاملات الإنبعاث				التصنيف
بقايا = حمأة		مياه		
ميكروغرام مكافئ سُمي/طن من الحمأة $\mu\text{g TEQ/t in Sludge}$	ميكروغرام مكافئ سُمي/طن المجفف بالهواء $\mu\text{g TEQ/ADt}$	بيكوغرام مكافئ سُمي/لتر $\text{pg TEQ/L}$	ميكروغرام مكافئ سُمي/طن المجفف بالهواء $\mu\text{g TEQ/ADt}$	
ND	ND	300	ND	1. طريقة كرافت، غاز الكلور ( $\text{Cl}_2$ )، ألياف غير خشبية، معالجة بخماسي كلور الفينول (PCP)
100	4.5	70	4.5	2. طريقة كرافت، تكنولوجيا قديمة ( $\text{Cl}_2$ )
30	1.5	15	1.0	3. مزيج من التقانات (تبييض خالي كلياً من الكلور TCF لكن مع استخدام جزئي للكلور في المرحلة الأولى)
				4. طريقة السلفيت، تكنولوجيا قديمة (خالية من الكلور)
10	0.2	2	0.06	5. طريقة كرافت، تكنولوجيا حديثة ( $\text{ClO}_2$ )
				6. طريقة السلفيت، تكنولوجيا حديثة ( $\text{ClO}_2$ , TCF)
ND	ND	ND	ND	7. صناعة العجينة بالطرق الحرارية الميكانيكية (TMP)
		30		8. الورق المعاد تدويره من نفايات الورق الملوثة*
ND	ND	ND	ND	9. الورق المعاد تدويره من الورق الحديث

\* المياه العادمة من أنظمة إزالة الحبر



## الجدول 58: مُعاملات الإنبعاث لمُنْتِجاتُ صناعة الورق وعجينة الورق

مُعاملات الإنبعاث ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من المنتج µg TEQ/t of Product	التصنيف
30	1. عجينة كرافت من الألياف غير الخشبية ، و المتأثرة بخماسي كلور الفينول ، التبييض بغاز الكلور
8	2. عجينة كرافت والورق من الألياف الأساسية – التبييض بالكلور الحر
3	3. مزيج من التقانات (تبييض خالي كلياً من الكلور TCF لكن مع استخدام جزئي للكلور Cl <sub>2</sub> في المرحلة الأولى)
1	4. طريقة السلفيت لصناعة الورق، تكنولوجيا قديمة (التبييض بالكلور الحر)
0.5	5. طريقة كرافت لصناعة الورق، تكنولوجيا جديدة (ClO <sub>2</sub> , TCF) ورق غير مبيض
0.1	6. طريقة السلفيت لصناعة الورق، تكنولوجيا جديدة (ClO <sub>2</sub> , TCF)
1	7. صناعة العجينة بالطرق الحرارية الميكانيكية (TMP)
10	8. الورق المعاد تدويره من نفايات الورق الملوثة
3	9. الورق المعاد تدويره من الورق الحديث

## 1.1.7.6. الإطلاق إلى الهواء

إن الإنبعاثات الأساسية إلى الهواء من صناعة الورق وعجينة الورق تنشأ من توليد الطاقة وليس من عملية التصنيع بحد ذاتها.

إن صناعة الورق وعجينة الورق تعمل على حرق اللينين (الناتج عن تصنيع العجينة) لتوليد الطاقة المُستخدمة في المعمل. إضافة لذلك، بقايا قطع الأخشاب ولحاء الشجر.. إلخ.. يُمكن أن تحرق في المراحل. وفي كلا الطريقتين (مُعامل كرافت ومُعامل السلفيت)، متوسط حجوم غازات الإحترق هي بين 6000 – 9000 مترمكعب/طن من العجينة والتركيز تقريباً حوالي 0.41 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/مترمكعب (المجال : 0.036 – 1.4 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/مترمكعب) (CEPA-FPAC 1999). الإنبعاثات العالية مبنية على أساس القياسات في المناطق الساحلية من كولومبيا البريطانية-كندا حيث يدخل في تصنيع العجينة أخشاب مملحة. بالنسبة لمراحل حرق السائل الأسود الناتجة عن المعامل التي تصنع الألياف غير الخشبية، لايتوفر معلومات عن تراكيز الديوكسينات/الفيورانات. و هكذا ، حالياً يجب افتراض أن نفس معاملات الإنبعاث لتصنيع العجينة من الأخشاب يُمكن تطبيقها في هذه الحالة. على أية حال ، يجب ملاحظة أن معامل تصنيع الألياف غير الخشبية لاتمتلك مراحل استرجاع.

مراحل حرق السائل الأسود بطريقة كرافت تستخدم في صناعة الورق وعجينة الورق لحرق السائل الأسود المركز. معظم هذه المراحل مزودة بأجهزة بسيطة لتنظيف غازات المداخل مثل السيكلونات وأبراج الغسيل الرطب أو المرسبات الالكتروستاتية (ESP). متوسط التركيز يتراوح بين 0.004 و 0.008 نانوغرام مُكافئ سُمِّي-دولي/مترمكعب (CEPA-FPAC 1999). من أجل وسيلة الأدوات هذه سيستخدم مُعامل الإنبعاث 0.07 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن من السائل الأسود والذي تم تحديده من قِبَل المجلس الوطني (لصناعة الورق) لتحسين الهواء والبخار (NCASI) والمستخدم من قِبَل وكالة حماية البيئة الأمريكية (US-EPA 2000, Volume 2, 5-26).

سجلت وكالة حماية البيئة (US-EPA 1998) إنبعاثات من حرق الحمأة وبقايا الأخشاب في صناعة الورق في مراحل (مزودة بمرسبات الكترولستاتية) بين 0.0004 و 0.118 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي-دولي/طن من الحمأة أو الخشب المُحترق، على الترتيب. والقيمة الافتراضية لمُعامل الإنبعاث لمُعامل الورق التي تحرق

حماة أو بقايا أخشاب هو 0.06 ميكروغرام مكافئ سُميّ/ طن من مواد التغذية (أي حماة أو بقايا أخشاب) سوف لن يكون هناك تفريق بين التكنولوجيات المختلفة مثل تجهيزات تنظيف الغازات المنطلقة.

في كندا ، المراحل التي تحرق النفايات الخشبية المحملة بالأملح هي في معامل تصنيع عجينة الورق الموجودة في المناطق الساحلية. و المرجل النموذجي يتكون من فرن احتراق ، و مسخنات البخار و مجموعة توليد ، و جهاز توفير ، و مسخن هواء ، و سيكلونات متعددة ، و مرسبات الكترولستاتية أو أبراج امتصاص رطبة ، و مدخنة . و وقود خشب الخنزير (Hog fuel) يحتوي على 0.06 - 2.2 % كلور الصوديوم NaCl و 49 - 66 % رطوبة . تراوحت الإنبعاثات في المدخنة من 0.01 و حتى 2.8 نانوغرام مكافئ سمي/م<sup>3</sup> (عند نسبة أوكسجين 11%) (Duo and Leclerc 2004). أعطت اختبارات نفذت على مرجل من نوع السرير المميع (fluidized bed) و يحرق وقود خشب الخنزير متوسط تركيز انبعاثات الديوكسينات/الفيورانات 0.295 نانوغرام مكافئ سمي/م<sup>3</sup> (عند نسبة أوكسجين 11%) . و عند الحرق المشترك مع 5% وقود مشتق من الإطارات (و يحتوي على 1.6% كبريت) ، كانت الإنبعاثات قد انخفضت إلى قيمة متوسطة 0.119 نانوغرام مكافئ سمي/م<sup>3</sup> (عند نسبة أوكسجين 11%) . و وقود خشب الخنزير الذي تم اختياره كان محتوي الكلور فيه 0.072 - 0.585 % (Duo et al. 2002, Duo et al. 2003).

تتضمن طريقة كرافت لصناعة الورق أفران الجير لإعادة حرق كربونات الكالسيوم التي تشكلت خلال عملية إعادة القلونة (إضافة المادة القلوية الصودا). يتم تشغيل الفرن الدوار بدرجة حرارة بدءاً من 800 درجة مئوية عند البدء بعملية تفاعل التكليس وحتى الدرجة 1000 - 1100 درجة مئوية لتتمام التفاعل. وتدقق الغاز عبر فرن الجير هو حوالي 1000 مترمكعب نظامي/طن من العجينة. يجب استخدام معاملات الإنبعاث لأفران الجير، أنظر القسم 2.4.6.

أما معاملات الإنبعاث لحرق الخشب في معامل الورق سوف تكون نفس التي تم تحديدها سابقاً لحرق الخشب، أنظر القسم 3.6. ذكر في التقرير (CORMA 2004) معاملات إنبعاث بين 0.16 و 0.4 ميكروغرام مكافئ سُميّ/ طن من مواد التغذية للمرجل (الصف 2) ؛ و هكذا ، في وسيلة الأدوات هذه تم اقتراح معامل إنبعاث قدره 0.2 ميكروغرام مكافئ سُميّ/ طن من مواد التغذية .

### 2.1.7.6. الإطلاق إلى المياه

صناعة الورق وعجينة الورق من أكثر الصناعات استخداماً للماء. وطريقة السلفيت تطرح كميات مياه أكثر من طريقة كرافت. ومنشأة حديثة لتبييض العجينة تطرح ما بين 15 - 20 مترمكعب من المياه لكل طن من العجينة المجففة بالهواء (15-20 m<sup>3</sup>/t ADt).

في عام 1988 في الولايات المتحدة الأمريكية أستخدم أحد المعامل النموذجية لصناعة الورق وعجينة الورق 16000 إلى 17000 غالوناً من الماء لكل طن من عجينة الورق المنتجة (أي حوالي 60 - 64 مترمكعب من الماء لكل طن من العجينة)؛ بينما في الاتحاد الأوروبي تغير استهلاك المياه ما بين 15 و 100 مترمكعب من الماء/طن. يُمكن تخفيض استهلاك المياه بزيادة تدوير المياه داخلياً. تتراوح الأرقام النموذجية لطرح المياه العادمة بين 20 - 40 مترمكعب من الماء لكل طن من العجينة. بالنسبة لوسيلة الأدوات هذه سيتم استخدام 30 مترمكعب من الماء لكل طن من العجينة.

تراوحت التراكيز في التدفقات السائلة بين 3 بيكوغرام مكافئ سُميّ/لتر (TEQ/L) وحتى 210 بيكوغرام مكافئ سُميّ/لتر وبقيمة متوسطة 73 بيكوغرام مكافئ سُميّ/لتر (US-EPA 1998a). مُعاملُ الإنبعاث الافتراضي لعجينة الورق المبيضة وفق التتالي القديم لعملية التبييض هو 4.5 ميكروغرام مكافئ سُميّ/طن من العجينة. وكخيار بديل، يُمكن استخدام التركيز في التدفقات وضربها بالكتلة الكلية للماء المطروح في العام من أجل حساب الإطلاق السنوي.

إن استبدال غاز الكلور ( $Cl_2$ ) خلال مرحلة التبييض الأولى بأوكسيد الكلور ( $ClO_2$ ) سوف يخفض بشكل كبير تشكيل مُركّبات رباعي كلور ثنائي بنزو الديوكسين ( $2,3,7,8-Cl_4DD$ ) ورباعي كلور ثنائي بنزو الفيوران ( $2,3,7,8-Cl_4DF$ ) (وذلك دون حدود الكشف لهذه المركبات = 0.3 – 0.9 بيكوغرام/لتر).

إن المُعطيات المتولدة والمنشورة عن المجلس الوطني (لصناعة الورق) و لتحسين الهواء والبخار المتحدة الأمريكية من 20 خط تبييض في 14 معمل بطريقة كرافت والتي تستخدم استبدال كامل للكلور ( $Cl_2$ ) بثاني أوكسيد الكلور ( $ClO_2$ ) أعطت 119 زوجاً من المُعطيات عن تركيز رباعي كلور ثنائي بنزو الديوكسين ( $2,3,7,8-Cl_4DD$ ) ورباعي كلور ثنائي بنزو الفيوران ( $2,3,7,8-Cl_4DF$ ) في التدفقات السائلة الناتجة عن معامِلُ عجينة الورق. بينت النتائج أن رباعي كلور ثنائي بنزو الديوكسين ( $2,3,7,8-Cl_4DD$ ) لم يكشف في أي من العينات أعلاه بتراكيز أعلى من التركيز الاسترشادي المقترح 10 بيكوغرام/لتر. بينما تم الكشف عن رباعي كلور ثنائي بنزو الفيوران ( $2,3,7,8-Cl_4DF$ ) في عينتين من المرحلة الحمضية وبتراكيز تراوحت بين 15 – 18 بيكوغرام/لتر وفي المرحلة القلوية بتراكيز تراوحت بين 11-18 بيكوغرام/لتر.

سيتم تحديد القيمة 60 نانوغرام مكافئ سُمي/طن من العجينة كمُعاملُ إنبعاث افتراضي للاطلاقات من معامِلُ الورق الحديثة التي تستخدم المنهج المحافظ. سيتم تطبيق مُعاملُ الإنبعاث هذا فقط إذا كان هناك طرح مباشر إلى البيئة. إذاً كان هناك حمأة متولدة فكمية الديوكسين سوف تحمل وتتجمع مع الحمأة تاركة التدفقات السائلة الناتجة عن محطة المعالجة خالية تقريباً من الديوكسينات/الفيورانات.

هناك حالة خاصة تم الكشف فيها عن تراكيز عالية في التدفقات السائلة الناتجة عن معامِلُ عجينة الورق المتوسطة في المناطق الساحلية من كولومبيا البريطانية في كندا. هنا في هذه الحالة حدثت شروط تشغيل خاصة حيث تم حرق أخشاب مملحة وتم التخلص من الرماد الناتج في تدفقات محطة المعالجة. إن حدوث أية حالة مشابهة يجب لحظها وتدوينها. في الوقت الحاضر لا يُمكن إعطاء مُعاملُ إنبعاث افتراضي لهذا النوع من معامِلُ عجينة الورق.

إن استخدام الأخشاب المعالجة بخماسي كلور الفينول (PCP) لتحضي عجينة الورق سوف يزيد من تركيز الديوكسينات/الفيورانات في التدفقات السائلة، بالرغم من أنه لم يتم نشر معطيات عن ذلك. إن أي استخدام لخماسي كلور الفينول (PCP) أو الأخشاب المعالجة بخماسي كلور الفينول في صناعة الورق وعجينة الورق يجب أيضاً لحظه وتدوينه.

تم تسجيل تراكيز عالية من معامِلُ عجينة الورق في الصين و العاملة على تبييض ألياف غير خشبية (non-wood fibers) من و كانت تلك التراكيز أعلى بكثير من تلك الناتجة عن معامِلُ أوروبية و أمريكية تعمل على تصنيع العجينة من مواد خشبية (wood pulping) (Zheng et al. 2000). و تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في المياه العادمة الناتجة عن معامِلُ تصنيع العجينة في الصين باستخدام المتتالية C-E-H ، كانت تساوي إلى 316 بيكوغرام مكافئ سمية دولي/لتر ، حيث كان تركيز مركب رباعي كلور ثنائي بنزو الديوكسين ( $2,3,7,8-Cl_4DD$ ) مساوياً إلى 230 بيكوغرام/لتر و كان تركيز مركب رباعي كلور ثنائي بنزو الفيوران ( $2,3,7,8-Cl_4DF$ ) مساوياً إلى 122 بيكوغرام/لتر.

في معامِلُ الورق وعجينة الورق التي تعمل بالطريقة الميكانيكية (المعامل المتكاملة، TMP)، الأنظمة المائية تكون عادة مغلقة تماماً من أجل المحافظة على درجات الحرارة العالية للعملية. بالتالي، كمية المياه العادمة أقل (5-10 متر مكعب/طن المجفف بالهواء). لم يتواجد مُعاملات إنبعاث.

### 3.1.7.6. الإطلاق في المُنتجات

إن مُنتجات صناعة الورق وعجينة الورق قد تكون ملوثة بمركبات الديوكسين والفيوران. وتعتمد درجة التلوث على التكنولوجيا المُستخدمة في عملية التبييض. تم تسجيل تراكيز عالية من الديوكسينات/الفيورانات عند تطبيق متواليّة التبييض بالكلور العنصري ( $Cl_2$ ). إن استخدام التقنيات الحديثة سيؤدي إلى تراكيز أخفض من الديوكسينات/الفيورانات في المُنتجات. استبدال الكلور ( $Cl_2$ ) بثاني أكسيد الكلور ( $ClO_2$ ) يؤدي إلى تخفيض تركيز رباعي كلور ثنائي بنزو الديوكسين ( $2,3,7,8-Cl_4DD$ ) ورباعي كلور ثنائي بنزو الفيوران ( $2,3,7,8-Cl_4DF$ ) إلى مستويات دون حدود الكشف لهذه المركبات. على أية حال، إن التخلص الكامل من الديوكسينات/الفيورانات في التدفقات السائلة ومُنتجات طريقة التبييض الخالي من الكلور العنصري (ECF) هو مسألة عدد كابا ( $\kappa$  number) يعبر عن مقدار الحمل العضوي مقاساً بكمية استهلاك برمنغنات البوتاسيوم اللازمة لأكسدة المادة العضوية) ودرجة نقاوة ثاني أكسيد الكلور ( $ClO_2$ ). مع أعداد كابا عالية و  $ClO_2$  مشوب (أي شوائب كثيرة من الكلور  $Cl_2$ ) تزيد احتمالية تشكيل الديوكسينات/الفيورانات.

التراكيز في العجينة يُمكن أن تكون في المجال من 0.6 نانوغرام مُكافئ سُمي/كغ عجينة وحتى 200 نانوغرام مُكافئ سُمي/كغ عجينة مبيضة (US-EPA 1998a, Table 8-1). والتركيز الوسطي بتطبيق "التكنولوجيا القديمة" تم حسابه ليكون 9 نانوغرام مُكافئ سُمي/كغ عجينة كرافت المبيضة. ومُعامل الإنبعاث الافتراضي هو 10 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن من عجينة كرافت المبيضة.

أبدت عجينة الورق المبيضة و الصنعة في الصين تراكيز عالية من الديوكسينات/الفيورانات (Zheng *et al.* 2000, Zheng *et al.* 1997). حيث سجل Zheng و زملائه (2000) تركيزاً و قدره 24.7 نانوغرام مكافئ سمية دولي/كغ من العجينة و ذلك من أجل متواليّة التبييض C-E-H مع نسبياً منحنى نموذجي من التبييض بالكلور (حيث كان تركيز المركب رباعي كلور ثنائي بنزو الفيوران  $2,3,7,8-Cl_4DF = 13.6$  نانوغرام/كغ ، و كان تركيز مركب رباعي كلور ثنائي بنزو الديوكسين  $2,3,7,8-Cl_4DD = 2$  نانوغرام/كغ ، لكن وجد هناك تراكيز عالية من مركب خماسي كلور ثنائي بنزو الديوكسين  $1,2,3,7,8-Cl_5DD = 29.8$  نانوغرام/كغ و مركب سداسي كلور ثنائي بنزو الديوكسين  $1,2,3,4,7,8-Cl_6DD = 35.8$  نانوغرام/كغ). كما أن Zheng و زملائه (1997) قد وجدوا أيضاً تراكيز عالية في خمسة نماذج من عجينة الورق المصنوعة من الألياف غير الخشبية (non-wood fibers) ، حيث تراوحت هذه التراكيز من 33.5 إلى 43.9 نانوغرام مكافئ سمي دولي/كغ . و قد تميزت هذه العينات بتراكيز عالية من مركبات رباعي كلور ثنائي بنزو الديوكسين ( $2,3,7,8-Cl_4DD$ ) و خماسي كلور ثنائي بنزو الديوكسين ( $1,2,3,7,8-Cl_5DD$ ) و سداسي كلور ثنائي بنزو الديوكسين ( $1,2,3,4,7,8-Cl_6DD$ ) ، لكنها لم تحتوي على تراكيز قابلة للتحديد الكمي من مركبات رباعي كلور ثنائي بنزو الفيوران ( $Cl_4DF$ ) و خماسي كلور ثنائي بنزو الفيوران ( $Cl_5DF$ ).

كانت التراكيز في العجينة المصنعة بالطريقة الحرارية-الميكانيكية (TMP) حوالي 1 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن من العجينة (de Wit 1989). مُعاملُ الإنبعاث الافتراضي للعجينة المصنعة بالطريقة الحرارية-الميكانيكية (TMP) هو 1 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن من العجينة.

العجينة المصنعة بطريقة السلفيت و غير المبيضة تحتوي على تراكيز قليلة من الديوكسينات/الفيورانات. مُعاملُ الإنبعاث الافتراضي للعجينة المصنعة بطريقة السلفيت هو 0.1 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن عجينة.

الورق المعاد تدويره من النفايات الورقية ذات المحتوى المنخفض من الديوكسينات/الفيورانات كان لها معامل إنبعاث قدره 3 ميكروغرام مكافئ سمي/طن و ذلم اعتماداً على معلومات تم تزويدها في تقرير CORMA (2004) ، أما الورق/عجينة الورق المعاد تدويرها من مصادر متأثرة (مثلاً النفايات الورقية

ذات المحتوى العالي من الديوكسينات/الفيورانات) كان مُعامل الإنبعاث فيها يساوي 10 ميكروغرام مكافئ/طن و ذلك اعتماداً على معطيات من Santl و زملائه (1994a, 1994b).

الاستعاضة عن الكلور ( $Cl_2$ ) في المرحلة الأولى من التبييض بثاني أكسيد الكلور ( $ClO_2$ ) سوف يُخفض بشكل كبير تشكيل رباعي كلور ثنائي بنزو الديوكسين ( $2,3,7,8-Cl_4DD$ ) ورباعي كلور ثنائي بنزو الفيوران ( $2,3,7,8-Cl_4DF$ ) إلى حوالي 0.1 – 0.3 بيكوغرام/غرام من العجينة المبيضة والذي يقابل 0.1 – 0.3 ميكروغرام/طن من العجينة المبيضة.

تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في الورق المصنوع بطريقة كرافت والمبيض باستخدام الكلور الحر (غاز الكلور) ومُعاملات الإنبعاث المناسبة هي 5 ميكروغرام مكافئ/طن لمحام التجميل وأكياس التبضع وأنواع أخرى من أوراق المُستهلك بينما هي 2 ميكروغرام مكافئ/طن لورق الترشيح و ورق الجرائد المصنعة من الألياف الأولية. إذا استخدم ثاني أكسيد الكلور أو مُعاملات تبييض خالية كلياً من الكلور فسينخفض مُعامل الإنبعاث إلى 0.5 ميكروغرام مكافئ/طن.

الورق المنتج بطريقة السلفيت وباستخدام التقنيات القديمة له مُعامل إنبعاث 1 ميكروغرام مكافئ/طن من الورق. تطبيق التقنيات الحديثة سوق يخفض الإنبعاثات إلى 0.1 ميكروغرام مكافئ/طن.

الورق غير المبيض له مُعامل إنبعاث 0.5 ميكروغرام مكافئ/طن.

الورق المعاد تدويره له مُعامل إنبعاث إما 10 ميكروغرام مكافئ/طن للورق المعاد تدويره الناشيء عن عجينة مصنعة بطريقة كرافت القديمة أو سكون معامل الإنبعاث مساوياً إلى 3 ميكروغرام مكافئ/طن للورق المعاد تدويره المصنوع من ورق أولي مصنع بتكنولوجيا تبييض حديثة.

#### 4.1.7.6. الإطلاق عبر البقايا

إن أهم البقايا التي لها علاقة بالديوكسين في صناعة الورق وعجينة الورق هي حمأة العجينة الناتجة عن مُعالجة المياه العادمة. إنتاج الحمأة يتراوح بين 14 و 140 كغ لكل طن من العجينة (US-EPA 1998a). بينما سجل الاتحاد الأوروبي 30 – 60 كغ من النفايات العضوية لكل طن من العجينة المبيضة والمنتجة بطريقة كرافت و إضافة إلى ذلك ، يتولد من 40 – 70 كغ من النفايات اللاعضوية لكل 1 طن من عجينة الورق. أما العجينة غير المبيضة فتنتج 20 – 60 كغ من الرواسب الصلبة الجافة لكل طن من العجينة. ومن أجل حساب مُعاملات الإنبعاث يُمكن فرض أن إنتاج طن واحد من العجينة يولد 50 كغ من الحمأة (مادة جافة).

قطاعات الإطلاق إلى البيئة سيتم تحديدها بالطريقة التي يتم التعامل فيها مع الحمأة. الممارسات الشائعة لتصريف الحمأة تتضمن الطمر في الأرض والتجميع على سطح الأرض والاستخدام على الأراضي وإعادة التدوير (التخمير والتحويل إلى سماد والفرش تحت الحيوانات) أو الحرق.

تتراوح التركيز في حمأة العجينة باستخدام متواليات التبييض القديمة ضمن المجال من 2 نانوغرام مكافئ/كغ من المادة الجافة إلى 370 نانوغرام مكافئ/كغ من المادة الجافة مع متوسط تركيز قدره 93 نانوغرام مكافئ/كغ من الحمأة. مُعامل الإنبعاث للحمأة المبيضة الناتجة بطريقة كرافت هو 4.5 ميكروغرام مكافئ/طن من العجينة المنتجة بطريقة كرافت. وبشكل آخر، يُمكن حساب الإطلاقات السنوية من جداء التركيز في الحمأة (100 نانوغرام مكافئ/كغ من الحمأة) بالكتلة الكلية من الحمأة التي يجري التخلص منها في العام.

تقريباً لم يوجد فارق في التراكم في الحمأة الناتجة عن أنظمة مُعالجة المياه العادمة لمعامل الورق التي

تستخدم الطرائق التقليدية لنزع الليغنين وبين تلك المعامل التي تستخدم الأوكسجين لنزع الليغنين. تم تحليل الحمأة بالنسبة لمركب رباعي كلور ثنائي بنزو الديوكسين (2,3,7,8-Cl<sub>4</sub>DD) ومركب رباعي كلور ثنائي بنزو الفيوران (2,3,7,8-Cl<sub>4</sub>DF) إضافة لتحليل جميع 17 مراكب من مركبات ثنائي بنزو ديوكسين متعدد الكلور والمستبدلة في المواقع 2,3,7,8 (2,3,7,8-substituted PCDD) ومراكباتها من مركبات ثنائي بنزو فيوران متعدد الكلور (PCDF congeners). تراوحت التراكيز من 3.8 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ من المادة الجافة إلى 5.2 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ من المادة الجافة وذلك بالنسبة للطريقة التقليدية لنزع الليغنين، بينما تراوحت التراكيز بين 3.8 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ من المادة الجافة وإلى 4.5 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ من المادة الجافة وذلك بالنسبة لطريقة ED/OD لنزع الليغنين (أنظر أيضاً القسم 6.9.3).

وبمتوسط تقديري 4 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ من المادة الجافة، سيكون مُعاملُ الإنبعاث للحمأة الناتجة عن تصنيع عجينة الورق باستخدام التقنيات الحديثة يساوي إلى 0.2 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن من العجينة.

كما وجد Santl وزملائه (1994) في معمل للورق المسترجع (المعاد تدويره) أن التركيز في الحمأة الناتجة عن عملية إزالة الحبر كان بين 24.9 و 44.37 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ. وبعد مُعالجة التدفقات السائلة انخفض التلوث في الحمأة الناتجة حتى 11.01 نانوغرام مكافئ سُمي دولي/كغ. و في وسيلة الأدوات هذه ، سوف يتم تطبيق معامل إنبعاث قدره 30 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن من الحمأة المتجمعة عن إزالة الحبر و الألياف معاً.

بشكل خاص تُولد العجينة المسترجعة وصناعة الورق عدداً من النفايات ذات محتوى عالي من الكربون العضوي (مثل: الورق المرفوض، الحمأة الناتجة عن إزالة الحبر، الحمأة الحيوية). يُمكن أن تطمر هذه النفايات أو تحرق. في أوروبا هناك تزايد في عدد المُنشآت الضخمة التي تستخدم هذه النفايات في الموقع ذاته لتوليد البخار أو الحرق المشترك للنفايات في محطات توليد الطاقة. إن الإنبعاثات من هذه المحارق لوحدها والمجهزة بحقن الزيوليت أو الكربون هو قليل وتركيز الديوكسينات/الفيورانات يقع ضمن المجال 0.1 نانوغرام مكافئ سُمي دولي/مترمكعب ؛ أيضاً فالحرق المشترك لحمأة العجينة في المحطات الضخمة لتوليد الطاقة والمشغلة بشكل جيد وتعمل على حرق الوقود الأحفوري أعطى نتائج دون 0.1 نانوغرام مكافئ سُمي دولي/مترمكعب (BREF 2000a). بما أنه لا يوجد تأثير ملحوظ للوقود البديل المُستخدَم، فيمكن تطبيق مُعاملات الإنبعاث لحرق الحمأة كما هو مبين في القسم 6.5.1 أو مُعاملات الإنبعاث للحرق المشترك للحمأة في محطات توليد الطاقة – القسم 6.3.1.

في الدراسة الكندية عن مراحل حرق خشب الخنزير المحمل بالملح ، كانت التراكيز في الرماد تساوي 3.80 ميكروغرام مكافئ سمي/ كغ من الرماد بالنسبة للتشغيل الطبيعي و 2.63 ميكروغرام مكافئ سمي/ كغ بالنسبة لشروط الحرق المشترك لإطارات السيارات (Duo et al. 2002, Duo et al. 2003).

من أجل وسيلة الأدوات و من أجل مراحل حرق الخشب/لحاء الخشب ، سيتم تطبيق نفس معامل الإنبعاث لتلك المطبقة لحرق الخشب في القسم 6.3. أعطت المعطيات في تقرير CORMA (2004) معامل إنبعاث قدره 48 ميكروغرام مكافئ سمي/طن من الرماد الناتج عن مراحل حرق لحاء الخشب.

يجب مراقبة طرح الرماد و تضمين الإطلاقات الممكنة إلى البيئة (غير المراقبة ، الفرش على الأرض) أو استثنائها (مثل حالة التخلص من الرماد في المطامر).

## 6.7.2. الصناعات الكيميائية

تاريخياً كانت الملاحظات الأولى عن التلوث بمركبات الديوكسين والفيوران من صناعة الفينولات الكلورة ومُشتقاتها. بشكل خاص، بعض المبيدات الحشرية مثل ثلاثي كلوروفينوكسي حمض الخل 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid (2,4,5-T) وخماسي كلور الفينول pentachlorophenol

(PCP) وجد أنها ملوثة بمركبات ثنائي بنزودايوكسين متعدد الكلور (PCDD) ومركبات ثنائي بنزوفيران متعدد الكلور (PCDF). كما وجد تلوث عالي من مركبات ثنائي بنزوفيران متعدد الكلور (PCDF) في زيوت ثنائي الفينيل متعدد الكلور (polychlorinated biphenyls , PCB).

يُمكن أن تتشكل الديوكسينات/الفيورانات في العمليات الكيميائية حيث يستخدم الكلور. وتم تحديد العمليات التالية كمصادر لمركبات الديوكسين والفيوران مرتبة من الأعلى للأسفل حسب تناقص احتمالية توليد الديوكسينات/الفيورانات:

- تصنيع الفينولات المكلورة ومشتقاتها
- تصنيع المركبات العطرية المكلورة ومشتقاتها.
- تصنيع المركبات العضوية الكلورية المفتوحة.
- تصنيع الحفازات الكلورية والكيميائيات اللاعضوية

في بعض العمليات فإن تشكيل الديوكسينات/الفيورانات يحصل ضمناً أثناء عملية التصنيع مثل الكلورة المباشرة للفينولات عند تنقيتها بالتقطير أو خلال تكاثف الكلوروفينات.

إنتاج الكلور من الأملاح القلوية أو المحاليل الملحية باستخدام الأنودات (مساعد) الفحمية قد أظهر أنه يؤدي إلى تلوث عالي للبقايا وخاصة بمركبات ثنائي بنزوفيران متعدد الكلور (PCDF) ومع وجود تراكم أدنى من مركبات ثنائي بنزودايوكسين متعدد الكلور (PCDD). تم تسجيل تلوث في الحمأة الناتجة عن الأنودات المستهلكة ضمن مجال الميكروغرام مكافئ سمي/كغ.

يجب لِحظ أن الشروط التي تحبذ تشكل الديوكسينات/الفيورانات في العمليات الكيميائية الرطبة و العمليات الصناعية هي مختلفة عن تلك التي تحبذ تشكيل الديوكسينات/الفيورانات في العمليات الحرارية. و من أجل عمليّات التصنيع الكيميائية التي تتضمن الكلور، قد يحبذ تشكيل الديوكسينات/الفيورانات إذا توفر أحد أو بعض الشروط المبينة أدناه (و للحصول على معلومات إضافية عن آليات تشكيل الديوكسينات/الفيورانات راجع التقرير (UNEP Chemicals 2003, NATO/CCMS 1992b):

- درجات الحرارة العالية (أعلى من 150 درجة مئوية).
- شروط قلوية (خاصة خلال عمليّات التنقية).
- الأشعة فوق البنفسجية أو أية جذور حرة بادئة.

الأقسام الثانوية التالية تُدرج المُنتجات التي وُجِدَتْ أنها تحتوي على الديوكسينات/الفيورانات أو العمليات التي ترافق مع تصنيع هذه المُنتجات تشكيل الديوكسينات/الفيورانات. يجب لِحظ أن بعض البلدان قامت بنشر قوائم من الكيميائيات التي يجب اختبارها من حيث وجود الديوكسينات/الفيورانات فيها قبل وضعها في الأسواق. مثل هذه القوائم يُمكن أن تتضمن كيميائيات التي كانت أو مشكوك أن تحتوي على الديوكسينات/الفيورانات بتراكيز أعلى من حدود معينة. ومن أجل معظم الكيميائيات فإن تراكيز الديوكسينات/الفيورانات فيها دون الحد. بعض الكيميائيات هي عبارة عن مرحلة وسطية خلال تصنيع كيميائيات أخرى؛ إن تلوث هذه الكيميائيات الوسيطة بمركبات الديوكسين والفيوران يُمكن إما أن ينتقل إلى المنتج النهائي (مثل: حالة الأصبغة ذات الأساس الكلوراني، الطريقة القديمة) أو أنها سوف توجد في بقايا الإنتاج (و غالباً ما ستترافق مع البقايا من عملية الكلورة-المأكسجة).

في جميع الحالات حيث تم تحديد المنشآت التي تصنع الكيميائيات المدرجة في الأقسام الثانوية التالية، ينصح توصيف العمليات في الموقع بدءاً بالمواد الخام والشروط المطبقة وخلال خطوات التنقية المُستخدمة، ونهاية بكميات البقايا الناتجة عن العمليات ومعالجتها (مثل: ما هو نوع المعالجة المُطبقة للتدفقات السائلة وكم هي البقايا الناتجة - وأين تذهب). الاستعمالات الأساسية والزبائن لهذه المُنتجات وأية معطيات متوفرة عن مستويات الديوكسينات/الفيورانات في المُنتجات والبقايا والتدفقات السائلة بالتأكيد

سوف تساعد في تجميع الجرد.

بما أن تصميم العمليات وطريقة التعامل مع التدفقات السائلة والبقايا لها هذا التأثير الواضح على تشكيل الديوكسينات/الفيورانات وعلى أية إطلاقات إلى البيئة، فمن غير الممكن توفير معاملات إنبعاث افتراضية للعمليات المختلفة المدروسة في هذا القسم. كل قسم يناقش المعالم الرئيسية ذات العلاقة بعمليات الإنتاج الكيميائية، وأينما أمكن، توفير المُعطيات عن التراكيز التي وُجِدَتْ في المُنتجات. إن الأسلوب المقترح لتقييم الإطلاقات من الصناعات الكيميائية هو تحديد مُنشآت الإنتاج للكيميائيات المدرجة في القائمة وتفصيلات عن العمليات المُستخدمة ومراحل التنقية المُطبقة وإنتاج ومعالجة البقايا والمُنتجات الثانوية. إضافة لذلك من المهم أن نعرف عن مصير هذه البقايا (طمر في الأرض، استرجاع مُنتجات ثانوية، حرق. إلخ..). بما أن العديد من هذه الكيميائيات يُمكن أن تستعمل في العمليات التركيبية، يجب تحديد هذه العمليات إضافة لتحديد استعمالات كل مُنتج. قد يكون ممكناً التقييم بشكل عام تدفق الديوكسينات/الفيورانات في المنتج وأيضاً تحديد نقاط الدخول إلى البيئة. أية معلومات عن التخلص من مواد مُعالجة بهذه الكيميائيات سوف يكون ذو قيمة أيضاً.

بعض الكيميائيات قد لا تكون مُنتجة في البلد ولكنها مستوردة كمنتج نهائي (مثل: التركيبات الكيميائية) أو المواد الكيميائية الوسطية. في جميع الحالات، المُنتجات قد تكون تم استيرادها بعض أن تعرضت للمعالجة بأحد الكيميائيات الملوثة (مثل: مُعالجة الأخشاب بخماسي كلور الفينول PCP). يجب لحظ المواد المستوردة التي قد تكون ملوثة وتحديد الكميات وإن أمكن لحظ استعمالاتها أيضاً. ومن ناحية أخرى، قد يوجد معاملاً في بلد ما حيث الكيميائيات المدرجة في هذا القسم تُصنَع من أجل التصدير (فقط). فبينما إمكانية حصول إطلاقات لمركبات الديوكسين/الفيوران خلال مرحلة الانتاج يجب أن تؤخذ في الحسبان في جرد هذا البلد، نجد أن الإطلاقات المترافقة مع استعمال أو التخلص من هذه الكيميائيات يجب أن تظهر في جرد البلد المستقبل (الذي تم التصدير إليه).

### الإطلاقات إلى الهواء

معظم الدراسات عن الصناعات الكيميائية أظهرت أنه هناك جزء بسيط فقط من إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء تُنتج عن تصنيع المُنتجات المدرجة في هذا القسم.

بشكل عام إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء ستكون ذات أهمية على المستوى المحلي. كما أنها عادة هي مسألة تعرض مهني/صحة العمال وتصميم مكان العمل والحيازة على لباس الحماية المناسبة – بما فيها الأقنعة المزودة بفلاتر – للعمال المحتمل تعرضهم.

يُمكن أن ينتج إطلاقات عالية إلى الهواء عن الكيميائيات التي هي قيد الاستخدام، لكن من الصعب تحديدها وحسابها كمياً كما أن ذلك يعتمد على الشروط المحلية. يُمكن أن تحصل إطلاقات أخرى إلى الهواء من حرق البقايا الناتجة عن عمليّات الإنتاج الكيميائية. يُمكن أن تؤخذ هذه بالحسبان كحرق النفايات الخطرة ويجري التعامل معها في القسم 6.1.2

### الإطلاق إلى المياه

إطلاق الديوكسينات/الفيورانات إلى المياه والمجاري يُمكن أن يحدث عندما يتم طرح التدفقات السائلة ولا يجري تدويرها ضمن العملية. إن الديوكسينات/الفيورانات ترتبط بقوة بالمواد الصلبة أو تترافق مع الأطوار الزيتية للتدفقات السائلة. إطلاق الديوكسينات/الفيورانات سوف يعتمد على العملية المُستخدمة وكمية التدفقات الناتجة ونوع المعالجة المُطبقة.

من غير المُمكن تزويد معاملات إنبعاث للإطلاقات إلى المياه ذلك كونها تعتمد على عوامل خاصة بالموقع.

من الهام بالنسبة لكل عملية تحديد إطلاقات التدفقات السائلة ولحظ من أين مصدرها في هذه العملية وتحديد المعالجة المطبقة ولحظ إلى أين يتم إطلاق هذه التدفقات السائلة (المجاري أو الأنهار أو بحيرات الترقيد .. إلخ..). إذا توفرت المعطيات عن كمية التدفقات السائلة وتركيباتها، فهذه أيضاً معلومات هامة.

كما يُمكن أن تحصل الإطلاقات في مكان استخدام المُنتجات. في حالة استخدام المنتج قد يكون ممكناً تقدير كمية المنتج المنطلقة إلى المياه وبالتالي تقدير إطلاقات الديوكسين والفيوران. في حالات أخرى قد يكون ذا قيمة ملاحظة إذا كانت الإطلاقات إلى المياه تحدث من استخدام المنتج.

### الإطلاق إلى الأرض

إن إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات إلى الأرض من الممكن فقط أن تحدث من عمليّات الإنتاج حيث يتم طرح بقايا عمليّات الإنتاج على الأرض. لا يُمكن إعطاء معاملات إنبعاث وأية ممارسات كهذه يجب لحظها وجمع المعلومات عن الكميات ومصدر هذه البقايا أينما أمكن.

الإطلاقات إلى الأرض من استخدام المُنتجات هي ممكنة ، وخاصة في حالة استخدام المبيدات الحشرية. إذا توفرت معطيات جيدة عن استخدام الكيمياءات الملوثة قد يكون من الممكن تقدير الإطلاقات إلى الأرض. وفي حالات أخرى يجب لحظ الإطلاقات المُمكنة إلى الأرض وجمع المُعطيات عن استعمالات المُنتج.

### الإطلاق في المُنتجات ومن استخدام المنتج والتخلص منه

من أجل كل مركب كيميائي مُدرج في الأقسام أدناه تم تزويد معطيات عن تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في المُنتجات (في حال توفرها). يُمكن دمج هذه المُعطيات مع معطيات الإنتاج ومعلومات عن الاستيراد/التصدير لتقدير تدفق الديوكسينات/الفيورانات في المنتج.

إن الإطلاقات من المنتج إلى البيئة سوف تعتمد على أوجه الاستخدام للكيمياءات والتخلص من المواد التي تم معالجتها بهذا المنتج. أينما أمكن، يجب جمع المُعطيات عن الاستخدامات الرئيسية والكميات المستعملة وطبيعة الصناعة أو الاستخدامات المنزلية وطريقة التعامل ومعالجة هذه المواد التي تم معالجتها.

### الإطلاق في البقايا

بقايا الصناعات الكيمائية قد تحتوي على الديوكسينات/الفيورانات. ومستويات التركيز سوف تعتمد على العملية المُستخدمة والتنقية المطبقة. هناك العديد من الأوجه المُمكنة لتدفقات البقايا. ومن هذه التدفقات الهامة : النواتج الثانوية (خاصة البقايا الزيتية الثقيلة الناتجة عن عمليّات التنقية) والحمأة الناتجة عن معالجة التدفقات السائلة .. إلخ. يُمكن أن تتغير تراكيز الديوكسينات/الفيورانات بشكل كبير من حدود نانوغرام مكافئ سُمي/كغ وحتى مستوى ميلليغرام مكافئ سُمي/كغ. لا يُمكن إعطاء مُعامل إنبعاث عام.

من المفيد جمع المُعطيات عن البقايا المنتجة في مواقع الإنتاج الكيمائية. وقد يساعد أيضاً ملاحظة كيف تعالج البقايا وكيف يتم التخلص منها.

يُمكن أن تُنتج البقايا أيضاً عن استخدام المُنتجات وصياغة التركيبات. قد يكون ممكناً تقدير كمية المنتج الملوث والمنتهي في البقايا.

### 1.2.7.6. خماسي كلور الفينول (PCP) وخماسي كلوروفينات الصوديوم (PCP-Na)

خماسي كلور الفينول (PCP) وخماسي كلوروفينات الصوديوم (PCP-Na) هي مبيدات ، كما أنها تُستخدم كمواد حافظة لمثل الخشب على سبيل المثال (في الداخل والخارج) وللجلود والنسيج (بما فيها القطن أو الصوف). خماسي كلور الفينول (PCP) هو مبيد حشري ومبيد فطري من الهيدروكربونات الكلورة. ويستخدم بشكل أساسي لحماية الأخشاب من العفن الفطري والحشرات التي تنخر الخشب. مُنتجات خماسي كلور الفينول هي سامة جداً للنباتات وتستخدم كمبيدات عامة للأعشاب. والمزائج التقنية الحاوية على خماسي كلور الفينول وخماس كلوروفينات الصوديوم يتم تسويقها تحت أسماء تجارية كثيرة.

كان الاستخدام السائد لخماسي كلور الفينول هو كمادة حافظة للخشب وذلك على الأقل حتى نهاية الثمانينات (1980s). في الولايات المتحدة الأمريكية حوالي 95 – 98 % من إنتاج خماسي كلور الفينول يستخدم مباشرة أو بشكل غير مباشر في مُعالجة الأخشاب. معطيات من كندا (95%) ومن ألمانيا (61%) تؤكد أن الاستخدام الرئيسي لخماسي كلور الفينول هو كمادة حافظة للأخشاب. على أية حال في ألمانيا في عام 1983 كميات معتبرة من خماسي كلور الفينول تم استخدامها في النسيج (13%) والجلود (5%) والزيوت المعدنية (6%) وصناعة الأصماغ والمواد اللاصقة (6%) (WHO 1987).

أما الملح الصودي لخماسي كلور الفينول (PCP-Na) فيستخدم بشكل رئيسي في المحاليل المائية. ويستخدم كمضاد للفطور والبكتريا وله تطبيقات في المجالات التالية:

- حافظ للأخشاب (مبيد فطري وكعامل مضاد للبكتريا الزرقاء).
- كعامل تشريب للنسيج الصناعي (مبيد فطري).
- مبيد بكتيري في الدباغة وصناعة عجينة الورق.
- كمبيد للرخويات والهلاميات في مُعالجة المياه الصناعية وبشكل خاص مياه التبريد
- و في بعض الأحيان يستخدم كعامل تعقيم.

وبسبب سميته أصبح خماسي كلور الفينول خاضعاً للعديد من التقييدات في أكثر من ثلاثون بلداً. يحتوي خماسي كلور الفينول على شوائب خطيرة تتضمن حوالي 0.1% من مُركبات ثنائي بنزوديوكسين متعدد الكلور (PCDD) ومركبات ثنائي بنزوفيران متعدد الكلور (PCDF) وحوالي 1-5% من مُركبات فينوكسي الفينول متعدد الكلورة. تنطلق الديوكسينات/الفيورانات عندما يتم تعريض المُنتجات المعالجة بخماسي كلور الفينول للشمس وحين يجري حرقها بشكل غير ملائم في نهاية عمرها المفيد. كما يعتبر خماسي كلور الفينول في حمأة المجاري مصدراً لمركبات الديوكسين/الفيوران (EC 1996).

هناك خمس طرائق أساسية للإنتاج التجاري لخماسي كلور الفينول (NATO/CCMS 1992a):

- الطريقة الأكثر شيوعاً هي الكلورة المباشرة للفينول بواسطة غاز الكلور وبوجود حفاز (وسيط). ينتج عن التفاعل تشكيل نواتج ثانوية مثل الهيدروجين وكلور الهيدروجين ومركبات الديوكسين/الفيوران.
- حلمة سداسي كلور البنزن بواسطة هيدروكسيد الصوديوم. وتتشكل الديوكسينات/الفيورانات كنواتج ثانوية غير مرغوب فيها. وهذه الطريقة تم استخدامها في ألمانيا فقط.

في الصين يُصنَع خماسي كلور الفينول عن طريق التحلل الحراري لمركب سداسي كلور حلقي الهكسان (HCH) (Wu 1999).

عموماً، هناك طريقتان لتصنيع الملح الصودي لخماسي كلور الفينول (PCP-Na):

(1) حلمة سداسي كلور البنزن بواسطة هيدروكسيد الصوديوم. وهذه العملية تم تطبيقها في ألمانيا حتى عام

1984 (تم استخدام الطريقة (2) وباستخدام خماسي كلور الفينول كمادة بادئة).

(2) انحلال خماسي كلور الفينول في هيدروكسيد الصوديوم. بعد الترشيح يتم تركيز محلول الملح الصودي لخماسي كلور الفينول (PCP-Na).

عادة يكون تلوث الملح الصودي لخماسي كلور الفينول (PCP-Na) بمركبات الديوكسين/الفيوران أقل منه في خماسي كلور الفينول (PCP) حيث أن بعض التلوث يتم التخلص منه عبر عملية الترشيح.

إن درجة تلوث خماسي كلور الفينول (PCP) والملح الصودي لخماسي كلور الفينول (PCP-Na) بمركبات الديوكسين/الفيوران يتغير من بضعة ميكروغرامات مكافئ سُمِّي دولي/كغ وحتى 1-2 ملغرام مكافئ سُمِّي/كغ ، وذلك اعتماداً على عملية التصنيع والمركب. في يومنا هذا ، العديد من البلدان حرمت استعمال خماسي كلور الفينول (PCP) وملحه الصودي. في الاتحاد الأوروبي، منع التوجيه 91/173/EEC تسويق واستخدام خماسي كلور الفينول (PCP) وأملاحه وأسترته بتركيبة مساوية أو أعلى من 0.1% وزناً في المواد أو مستحضراته. على أية حال هناك أربعة استثناءات يسمح فيها باستخدام خماسي كلور الفينول و مركباته في المنشآت الصناعية:

(a) من أجل حفظ الخشب.

(b) من أجل نقع الخيوط و الأنسجة الثقيلة.

(c) كوسيط اصطناع و/أو عمليات في العمليات الصناعية.

(d) من أجل المعالجة في الموقع للأبنية ذات الأهمية التاريخية و الثقافية (خاضعة للترخيص الفردي من الدولة العضو ذات العلاقة).

وفي أية حالة، إذا استخدم خماسي كلور الفينول (PCP) كما هي الحالة أو كأحد مكونات المستحضرات فيجب أن يكون المحتوى الكلي من سداسي كلوروثنائي بنزو الديوكسين ( $Cl_6DD$ ) دون 4 جزء في المليون (4 ppm). من الاستعمالات الرئيسية المتبقية هي معالجات الضغط العالي لأعمدة خطوط الهاتف والوصلات الخشبية في سكة القطار والسياس الخشبي (أنظر الفئة الأساسية 10، القسم 6.10).

قد تتدفق كميات معتبرة من خماسي كلور الفينول (PCP) إلى بلد ما من خلال استيراد المواد الكيميائية بحد ذاتها إضافة إلى المنتجات المعالجة بخماسي كلور الفينول (PCP) مثل الخشب (أيضاً كمفروشات) أو النسيج والجلود. ملاحقة مثل هذه التدفقات يُمكن أن تكون عملية صعبة جداً.

إن مُعاملُ الإنبعاث لتصنيع خماسي كلور الفينول عبر الطريقة (1) أو الطريقة (2) هو 2,000,000 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن (200 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/كغ). خط الانتاج الصيني سيعطي مُعاملُ إنبعاث 800,000 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن.

مُعاملُ الإنبعاث للملح الصودي لخماسي كلور الفينول (PCP-Na) هو 500 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن. ملاحظة: كشف Santl وزملائه (1994) عن وجود تركيز قدره 3,400 ميكروغرام مكافئ سُمِّي/كغ في عينة من الملح الصودي لخماسي كلور الفينول (PCP-Na) في فرنسا عام 1992.

من الصعب التحديد الكمي لانبعاثات مُركبات الديوكسين/الفيوران إلى الهواء من المواد المعالجة بخماسي كلور الفينول (PCP) والتي قد تتأثر بعوامل خاصة بالموقع كما أن الاطلاقات الناتجة عن التخلص من المواد الحاوية على خماسي كلور الفينول بواسطة الحرق يُمكن أن تقود إلى إنبعاثات عالية من الديوكسينات/الفيورانات والتي لا يُمكن التعرض لها هنا بشكل كافٍ. على أية حال، إن الأثر على مُعاملات الإنبعاث عند حرق الأخشاب الملوثة يُمكن مراجعته في القسم 6.3.4 وأيضاً يُمكن أن تساهم في إنبعاثات أعلى في عمليّات الإحترق غير المُراقبة (أنظر القسم 6.6.2).

## 2.2.7.6. ثنائيات الفينيل متعددة الكلور (Polychlorinated biphenyls, PCB)

استُخدمت مُركّبات ثنائي الفينيل متعددة الكلور (PCB) بشكل واسع في التطبيقات الكهربائية (مُحولات ومُكثفات) كمواد عازلة وفي الورق عديم الكربون . ومنذ عام 1995 يبدو أن إنتاج مُركّبات ثنائي الفينيل متعددة الكلور (PCB) قد توقف على مستوى العالم، لكن هنالك الكثير من التجهيزات الحاوية على PCB التي مازالت في الخدمة ومواد ونواتج تحتوي على PCB إما مازالت تستخدم أو تنتظر التخلص منها.

صُنعت مُركّبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور (PCB) تجارياً بعملية الكلورة التدريجية لثنائي الفينيل وبوجود حفاز (وسيط) مناسب مثل كلور الحديد. واعتماداً على شروط التفاعل تتراوح درجة الكلورة بين 21% و68% وزناً (W/W). وقد كان الناتج دوماً عبارة عن مزيج من مأكبات أو متماثرات (Congeners) مختلفة والتي كانت تنقى بالترشيح والتقطير. بشكل عام، احتوت مُركّبات ثنائي الفينيل PCB التجارية على شوائب وبشكل أساسي مُركّبات ثنائي بنزو فيوران متعددة الكلورة (PCDF) ضمن مجال الميكروغرام/كغ وحتى الميليغرام/كغ، لكنها لم تحتوي على شوائب من مُركّبات ثنائي بنزو ديوكسين متعدد الكلورة (PCDD). بالرغم من أنه هناك احتمال لوجود 209 مُماكبات (Congeners) مختلف، لكن فقط حوالي 130 يُمكن أن تتواجد عملياً في المزائج التجارية (EHC 1993, Fiedler 1998).

مُنْتَجَاتُ ثنائي الفينيل متعدد الكلور (PCB) ملوثة حصرياً بمركبات ثنائي بنزو فيوران مُتعدد الكلورة (PCDF) خلال عمليّات الإنتاج . وعند تعرضها للجهد الحراري (درجات حرارة عالية) فسوف يزداد مستوى مُركّبات الفيوران (PCDF) في مُنْتَجَاتُ ثنائي الفينيل متعدد الكلور (PCB) التجارية. ملاحظة : لا يوجد تشكّل لمركبات ثنائي بنزو ديوكسين متعدد الكلورة (PCDD). واعتماداً على درجة الكلورة، فتلوث المُنْتَجَاتُ غير المستعملة يتراوح من قيم منخفضة المستوى إلى قيم عالية المستوى من مرتبة الميكروغرام مكافئ سُمّي دولي/كغ.

ووفقاً لمعلومات برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP، حالياً لا يوجد إنتاج لمركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور (PCB) في أي جزء من العالم ؛ بالتالي لن يعطى معامِلُ إنبعاث لإنتاج PCB.

إطلاقات ثنائي بنزو فيوران متعدد الكلورة (PCDF) سوف تُنتج عن استعمال مُنْتَجَاتُ ثنائي الفينيل متعدد الكلور (PCB) أو عمليّات إعادة التدوير عندما تُنقل مُركّبات PCB من التجهيزات أو تُخزن أو يجري التخلص منها. والمواقع حيث يستخدم فيها ثنائي الفينيل متعدد الكلور (PCB) أو يخزن فيها التجهيزات الحاوية على ثنائي الفينيل متعدد الكلور (PCB)، أو يجري فيها تفكيك أو تجميع هذه التجهيزات، يُمكن أن تؤدي إلى ارتفاع التلوث المحلي والنقاط الساخنة المُمكنة (أنظر الفئّة الأساسية 9، القسم خطأ! لم يتم العثور على مصدر المرجع. والقسم 10 والقسم 6. 10. 6).

وكخطوة أولى لتقدير إطلاقات ثنائي بنزو فيوران متعدد الكلورة (PCDF) المترافقة مع استخدام تجهيزات حاوية على ثنائيات الفينيل متعددة الكلورة (PCB) هي تجميع الجرد للتجهيزات الحاوية على PCB في بلد ما. وعملية تجميع مثل هذا الجرد يتم مناقشتها في دليل منفصل صادر عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP (2000) وهو خارج نطاق وسيلة الأدوات هذه. وخلال طور الاستعمال يُمكن ان يحصل تسريب أو رشح لمركبات PCB من التجهيزات التي في الخدمة ، أما التجهيزات القديمة والتي هي خارج الخدمة ومخزنة بشكل سيء فيمكن أن تُطلق مُركّبات PCB وPCDF إلى الهواء والمياه والأرض. والتجهيزات الحاوية على PCB يُمكن أن تُطلق مُركّبات PCB من خلال التبخر وضياع السائل خلال الاستخدام العادي. هناك تقديرات عامة في الولايات المتحدة الأمريكية عن مُعدّلات التسريب. إن جرد مركبات ثنائي الفينيل متعددة الكلورة (PCB) يجب أن يكون قادراً على تحسين هذه التقديرات عن مُعدّلات التسريب والرشح المُحتملة بأن نأخذ بعين الاعتبار الظروف التي تكون فيها المنشأة.

إن مُركّبات ثنائي الفينيل متعددة الكلورة (PCB) المتسربة من التجهيزات يُمكن أن تتبخر (إطلاق إلى

الهواء) أو يُمكن أن تتجمع في إحاطة مناسبة حول موقع الجهاز ومن ثم التخلص منها أو يُمكن أن تنطلق إلى المياه أو الأرض. وللغرض من هذا الجرد تم تزويد أمثلة عن معطيات التركيز، والتي يُمكن أن تُستخدم لتقدير معدل إطلاق مُركبات ثنائي بنزو فيوران متعددة الكلورة (PCDF) عبر تسريبات مقدرّة أو محدّدة. والمصير النهائي لمركبات PCB وPCDF المتسربة سوف يعتمد على الظروف المحلية (إطلاق إلى الهواء والمياه والترربة أو التحطيم/التخلص).

كما يُمكن لسوائل ثنائيات الفينيل متعددة الكلورة (PCB) أن تدخل إلى صناعة معادن الخرّدة إذا كانت المُعالجات غير كافية. الإطلاقات يُمكن أن تحصل أيضاً عبر عمليّات التبخر من الخرّدة الملوثة أو الإطلاق أثناء تصنيع الخرّدة أو الرشح من مواقع التخلص من الخرّدة. لم يجري العمل على التقديرات لهذه الإطلاقات.

يُمكن أن تُخدّم مُركبات ثنائي الفينيل مُتعددة الكلورة (PCB) وخاصة عالية الكلورة منها كمؤشر عن مُركبات الفيوران ذلك أنها تُظهر سلوكاً مشابهاً (خاصة : الثباتية والحركية) في البيئة مثل مُركبات ثنائي بنزوفيران متعدد الكلورة (PCDF) المستبدلة في المواقع 2,3,7,8-substituted PCDF).

إن تركيز مُركبات ثنائي بنزوفيران متعدد الكلورة (PCDF) في مُنتجات PCB سوف تُرتب في مجموعات وفقاً لمحتواها من الكلور كما هو مبين في الجدول 59.

الجدول 59: تركيز مُركبات ثنائي بنزوفيران متعدد الكلورة (PCDF) في مُنتجات PCB

نوع مُنتج PCB	مُنتجات PCB جديدة (ميكروغرام مكافئ سُمي/طن)	مُنتجات PCB مستعملة (ميكروغرام مكافئ سُمي/طن)
منخفض الكلورة مثل: Clophen A30, Aroclor 1242	15,000	لا يتوفر أرقام لكن يعتقد أنها أعلى من تلك الموجودة في المُنتجات الجديدة
متوسط الكلورة مثل: Clophen A40, Aroclor 1248	70,000	
متوسط الكلورة مثل: Clophen A50, Aroclor 1254	300,000	
عالي الكلورة مثل: Clophen A60, Aroclor 1260	1,500,000	

Annema وزملائه (1995) استخدموا معطيات أمريكية لتقدير معدلات التسريب من المُكتفات والمُحولات المملوءة بمُنتجات PCB (الجدول 60):

الجدول 60: إحصائيات التسريب لتجهيزات PCB

معدل الخسارة في السنة نتيجة التسريب كنسبة مئوية من إجمالي كمية السائل Average Loss by Leakage of Fluid Present in Total per Year	متوسط الكمية المتسربة من الوحدة في السنة Average Quantity Leaked per Unit and Year	تواتر التسريب (% من الوحدات المُركبة) Leakage Frequency (% of Installed Units)	
0.06 %	30 kg	2 %	المُحولات
1.6 %	8 kg	3 %	المُكتفات

بما أنه لا يوجد إنتاج جديد لمُركبات ثنائي الفينيل متعددة الكلورة PCB، فلن يكون هناك انبعاثات مع مُنتجات PCB جديدة في عملية جرد الديوكسين هذه. على أية حال، الإطلاق مع المُنتجات يُمكن تقديره لمُنتجات PCB في الأجهزة الموجودة كما هو مشروح أعلاه. كما يُمكن أن تحدث إطلاقات عندما يتم التخلص من تجهيزات تحتوي على مُركبات PCB بشكل غير ملائم. مثل هذه الإطلاقات لا يُمكن تحديدها كميّاً دون أن نُنَبِّع أسلوب تقييمها حالة بحالة، وهكذا لا يُمكن إعطاء مُعامِل انبعاث. إن إطلاقات مُركبات ثنائي بنزوفيران متعددة الكلورة (PCDF) نتيجة تسرب مُنتجات حاوية على PCB تعتمد على الظروف المحلية وسوف تكون خاضعة للتقييم والإدارة تحت تنظيمات النفايات الخطرة والكيميائيات السامة.

### 3.2.7.6. 2، 4، 5-ثلاثي كلوروفينوكسي حمض الخل (2,4,5-T) 2، 4، 5-ثلاثي كلور الفينول ومشتقات أخرى لكلور الفينول:

من المعروف أن المشتقات التالية لكلور الفينول هي ملوثة بمركبات الديوكسين والفيوران:

- 2,4-D = 2,4,-dichlorophenoxy acetic acid and 2,4-DB = 2,4,-dichlorophenoxybutyric acid
- Sesone = 2-(2,4-dichlorophenoxy) ethyl sodium sulfate
- DMPA = 0-(2,4-dichlorophenyl) 0-methyl isopropylphosphoramidothiolate
- 2,4,5-T = trichlorophenoxy acetic acid
- Silvex (acid) = 2-(2,4,5-trichlorophenoxy) propionic acid (also known as Fenoprop, 2,4,5-TP, 2,4,5-TCPPA)
- Erbon = 2,2-dichloropropanoic acid 2-(2,4,5-trichlorophenoxy) ethyl ester
- Ronnel = 0,0-dimethyl 0-(2,4,5-trichlorophenyl) phosphoroate (also Fenchlorfos)

2، 4، 5- ثلاثي كلوروفينوكسي حمض الخل (2,4,5-T) هو مُبيد أعشاب يُستخدم بشكل أساسي كمزيل للأوراق. كميات كبيرة من أسترات البيوتيل لمزائج 50:50 من 2,4,5-T و 2,4-D – المعروفة بالعامل البرتقالي Agent Orange – كانت قد رشت فوق فيتنام خلال حرب فيتنام. اليوم يوجد فقط بضعة مواقع لإنتاج 2,4,5-T. لقد وجد أن 2، 4، 5- ثلاثي كلوروفينوكسي حمض الخل (2,4,5-T) كان ملوثاً جداً بـ 2، 4، 7، 8- رباعي كلورو ثنائي بنزودايوكسين (2,4,7,8-Cl<sub>4</sub>DD) ولم يتم تحديد متماكبات أخرى من الديوكسين والفيوران. وقد كان أعلى تركيز تم تسجيله هو 7000 نانوغرام مكافئ سُمي دولي/كغ من 2,4,5-T (موجودة على شكل 2,3,7,8-Cl<sub>4</sub>DD) في مُنتج من ألمانيا. أما 2، 4، 5- ثلاثي كلور الفينول فقد استخدم بشكل أساسي كمرحلة وسيطة لتصنيع 2، 4، 5- ثلاثي كلوروفينوكسي حمض الخل (2,4,5-T) وسداسي كلوروفن (hexachlorophene). هناك قياس وحيد أعطى القيمة 680,000 نانوغرام مكافئ سُمي دولي/كغ.

2، 4، 5- ثلاثي كلوروفينوكسي حمض الخل (2,4,5-T) هو المُشتق الأكثر أهمية من مشتقات 2، 4، 5- ثلاثي كلوروفينول (2,4,5-TCP). تجارياً يتم تفاعل 2، 4، 5- ثلاثي كلوروفينوكسي مع حمض الخل الكلوري (chloroacetic acid) وتحت شروط قلووية. بالإضافة اللاحقة لحمض الكبريت تُنتج 2، 4، 5- ثلاثي كلوروفينوكسي حمض الخل (2,4,5-T) والذي يُمكن أن يتفاعل لاحقاً مع العديد من الكحولات والأمينات لينتج أسترات 2,4,5-T وأملاحه الأمينية. بالرغم من أنه لم يكن هناك العديد من مصنعي 2,4,5-T لكن كان هناك عدد أكبر بكثير من الشركات التي تسوق أكثر من 400 صيغة تركيبيّة لمُنتجات مبيدات تحتوي على 2,4,5-T (Esposito et al. 1980).

النقاط الساخنة (Hotspots) في التربة يُمكن أن تتواجد في مواقع إنتاج أو التعامل مع 2,4,5-T

مُعاملُ الإنبعاث للمُنتج التجاري (مُنتج تقني) من 2,4,5-T يساوي إلى 7,000 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن.

مُعاملُ الإنبعاث لمركب 2، 4، 6- ثلاثي كلوروفينول هو 700 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن.

ومُعاملُ الإنبعاث لمركب dichlorprop هو 1,000 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن.

مُعاملُ الإنبعاث لمركب 2,4-D هو 700 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن (US-EPA 1998a, p 8-74). قد تتغير التراكيز بشكل كبير في بلدان مختلفة: أعطت عينات عشوائية لماركات أمريكية 3 ميكروغرام مكافئ سُمي/طن أما عينات من ماركات آسيوية وروسية فأعطت حوالي 200 ميكروغرام مكافئ سُمي/كغ (US-EPA 1998a, p 8-77). والمصير النهائي لمركبات الديوكسين والفيوران في هذه المُنتجات سوف يعتمد على استعمالها والشروط المحلية.

## 4.2.7.6. كلورانيل

إن مركب 2،3،5،6-رباعي كلورو-5،2-حلقي الهكساديين-1،4-ديون (بارا-كلورانيل) هو المركب البادئ في إنتاج أصبغة الديوكسازين dioxazine dyes (لصباغة القطن والجلود والأنسجة التركيبية) وأيضا لإنتاج مُرَكَّبَات كيميائية أخرى (مثل: البذار ومبيدات الأعشاب). اصطناع الأصبغة من تفاعل الكورانيل (أو أي من مُرَكَّبَات البزوكينون المهلجنة) مع الأمينات العطرية لتعطي مُرَكَّبَات ثنائي أريل أمينو كلور الكوينون و تحليق بالأكسدة في المذيبات مرتفعة درجة الغليان ، مثل : أورثو ثنائي كلور البنزن و بوجود كلوريدات الأسيل أو حمض الكبريت. واعتماداً على عملية الإنتاج يُمكن أن يحتوي الكلورانيل على تلوث عالي بمركبات الديوكسين والفيوران.

هناك طريقتان معروفتان لإنتاج الكلورانيل:

(1) طريقة هوكست (Hoechst AG) و التي تعتمد على كلورة الفينول (استخدمت حتى عام 1990 في ألمانيا). باستخدام هذه الطريقة القديمة، كان بارا-كلورينيل (*p-chloranil*) الناتج مُلوَّثاً بمركبات الديوكسين/الفيوران (معظمها مُرَكَّبَات الفيوران) ضمن مجال عدة مئات من الميكروغرامات مُكافئ سُمِّي/كغ. أما المُمَّاكب أورثو-كلورانيل (*ortho-chloranil*) فقد كان أقل تلوثاً بكثير (حوالي 60 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/كغ).

(2) الطريقة التي طُورت من قِبَل (Rhône-Poulenc Chimie) والمستخدمه اليوم من قِبَل (Clariant) في ألمانيا هي عبر كلورة الهيدروكينون (hydroquinone) بواسطة كلور الهيدروجين (HCl). تؤدي هذه الطريقة إلى مُنتجات أنظف بكثير من سابقتها (حيث أن التركيز في بارا-كلورينيل *p-chloranil* حوالي 7 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي دولي/كغ). تم الحصول على النوعية ذاتها من قِبَل Tokoyama (اليابان).

في الولايات المتحدة الأمريكية استخدم الكلورانيل مابين الفترة 1937 و 1977 كمبيد فطري وعامل إكساء البذار. بعد عام 1977 تم حظر جميع استعمالات الكلورانيل في الزراعة. في أوروبا لم يُستخدم الكلورانيل كمبيد فطري أو كعامل حماية للبذار. في أفريقيا دام استخدام الكلورانيل كمبيد فطري وعامل إكساء للبذار حتى عام 1984 على الأقل.

تقريباً من أصل 400 طن من الكلورانيل المنتج في السنة حتى عام 1989، حوالي 300 طن/عام تم تحويلها إلى أصبغة وحوالي 100 طن/عام إلى مواد صباغية (BUA 1992). وفي العام الأخير من إنتاجها 1990، أنتجت شركة هوكست (Hoechst AG) 300 طن/عام. وحتى عام 1989، حوالي 150-200 طن/عام تم تصديرهم وتقريباً 50-100 طن/عام استوردتهم شركة هوكست (Hoechst AG) من الهند. من المعروف أن نفس الطريقة تم تطبيقها في الهند لإنتاج الكلورانيل حتى منتصف 1990. وتم استيراد كميات أخرى إلى ألمانيا قدرت بحوالي 50-100 طن/عام (BUA 1992). ومنذ عام 1990 المنتج الوحيد في أوروبا الغربية وربما أكبر مُنتَج للكلورانيل على نطاق العالم هي شركة Rhône-Poulenc Chimie الفرنسية. وجد مواقع إنتاج أصغر للكلورانيل في الهند والتي قد تكون مازالت تستعمل طريقة الفينول التقليدية. لم يكن بالمستطاع الحصول على معلومات عن الإنتاج في أوروبا الشرقية والاتحاد الفيدرالي الروسي. على أية حال من المعروف أن الكلورانيل قد تم إنتاجه في الاتحاد الروسي كما تم استيراده إلى روسيا أيضاً. لا يوجد هناك إنتاج محلي للكلورانيل في الولايات المتحدة الأمريكية (BUA 1992).

إن التلوث بمركبات الديوكسين/الفيوران في المنتج النهائي المُصنَّع من الكلورانيل (مثل الأصبغة والمواد الصبغية) سوف ينتهي في النفايات لهذه المُنتجات (مثل البوليميرات/البلاستيك والنسيج و مواد التغليف والتعبئة مثل الورق وعلب القصدير .. إلخ). والتي يجب التخلص منها كنفايات بلدية أو أنها ستدخل عملية إعادة التدوير للإستفادة من هذه المواد. في حالة إعادة تدوير الورق وصباغة الأنسجة فإن الديوكسينات/الفيورانات سوف تنحدر إلى المياه أو يُمكن أن تتواجد في الحمأة الناتجة عن المعالجة.

من أهم أصبغة دايوكسازين (dioxazine pigment) هو صباغ (C.I. Pigment Violet 23) من إنتاج شركة هوكست (Hoechst AG) والذي يستخدم في أظلية ذلك (لاكيه) والبوليميرات وأحبار الطباعة. وهناك استخدامات مماثلة لصبغ (C.I. Pigment Violet 23) المنتج من قبل شركة Ciba Geigy AG.

مُعَامِلُ الإنبعاث لبارا-كلورانيل (*p*-chloranil) المُصنَّع بطريقة هوكست-فاين القديمة (Hoechst Farben) هو 400,000 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن. أما مُعَامِلُ الإنبعاث لأورثو-كلورانيل (*o*-chloranil) فهو 60,000 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن. والمواد الصباغية التي أساسها الكلورانيل المُصنَّع بهذه الطريقة القديمة يُمكن أن يصل مُعَامِلُ الإنبعاث حتى 1,200 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن.

أما مُعَامِلُ الإنبعاث للكلورانيل المُصنَّع باستخدام طريقة الهيدروكينون فهو 100 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن.

أم تصنيع الأصبغة والمواد الصباغية للدايوكسازين باستعمال الطريقة القديمة فتراوحت فيها التراكيز بين 20,000 و57,000 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن (للصباغ Blue 106) وما بين 1,000 و19,000 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن (للصباغ Violet 23) (Williams 1992). وفي الولايات المتحدة الأمريكية تراوح التركيز في الكلورانيل ما بين 263,000 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن و3,065,000 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن. أما صباغ Carbazole Violet فكان فيه تركيز 211,000 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن.

لا يمكن إعطاء معلومات كمية عن الكميات المصروفة من الديوكسينات/الفيورانات إلى البيئة نتيجة النقص في المُعطيات التحليلية الموثوقة. من المتوقع أن تحدث الإطلاقات إلى المحيط المائي من الصناعات المتواجدة على الجداول المائية مثل إنتاج الأصبغة ومن عمليَّات صبغ النسيج في أحواض مائية ومن إعادة تدوير الورق (BUA 1992). و باستخدام طريقة هوكست (Hoechst process) يتولد حوالي 20 مترمكعب من المياه العادمة لكل طن من المنتج، على أية حال لم يتم نشر معلومات عن تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في المياه العادمة. إن تصنيع أصبغة دايوكسازين يتم في أنظمة مغلقة وبذلك عادة لا يحصل توليد تدفقات سائلة. قد تنحل الديوكسينات/الفيورانات في المذيب العضوي مثل ثنائي كلور البنزن وبالتالي يُمكن أن تتركز في بقايا التقطير. يجب لحظ وتدوين مصير هذه البقايا الصلبة (مثلاً : الطمر في الأرض أو الحرق).

إضافة لذلك فإن الفحم النشط المُستخدَم في إنتاج المواد الصباغية قد يحتوي على الديوكسينات/الفيورانات (في ألمانيا يجري التخلص منه في محارق ذات أفران دوارة لحرق النفايات الخطرة) (BUA 1992).

#### 2,4,6-Trichlorophenyl-4'-nitrophenyl ) إيتير ( Ether

استخدم مركب 2,4,6- ثلاثي كلوروفينيل-4'-نترفينيل إيتير (CNP) أو ما يسمى بكلورونترופן (chloronitrofen) كبديل لمركب خماسي كلوروفينول (PCP) وطبق بشكل كثيف في حقول الأرز في اليابان. وقد وجد أن هذا المركب (CNP) يحتوي على تراكيز عالية من الديوكسينات/الفيورانات. وخاصة تلك الدفعات التي أنتجت خلال مرحلة السبعينيات 1970s وأوائل الثمانينيات 1980s كان فيها التلوث ضمن المجال 240 إلى 540 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/كغ. بينما أظهرت دفعات أنتجت لاحقاً تراكيز أخفض بحدود 400 نانوغرام مُكافئ سُمِّي/كغ (Masunaga et al. 2001). لا يوجد معلومات إضافية عن التصنيع وما السبب الذي أدى إلى انخفاض مستوى التلوث في دفعات الإنتاج الأحدث.

مُعَامِلُ الإنبعاث لمركب CNP هو 300,000 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن باستخدام التقانات القديمة و400 ميكروغرام مُكافئ سُمِّي/طن باستخدام التقانات الحديثة.

## 6.2.7.6. كلوريدات البنزن (Chlorobenzenes)

إن تشكّل الديوكسينات/الفيورانات يخص فقط ثلاثي كلورالبنزن والمُصنَّع بطريقة مُعينة والتي لم تعد تتواجد في يومنا هذا (المصدر : EUROCHLOR). أحادي- وثنائي كلورالبنزن تُنتج تجارياً عن طريق الكلورة المباشرة للبنزن في الطور السائل وبوجود حفاز (وسيط) لويس مثل كلور الحديد ( $FeCl_3$ ) أو عن طريق الكلورة المؤكسجة للبنزن بواسطة كلور الهيدروجين وبوجود الأوكسجين (NATO/CCMS 1990, EHC 1991). إن مركب 1,4-ثنائي كلور البنزن (*p*-DCB) هو أحد المركبات الكيميائية المستخدمة في تصنيع كرات العُث (كرات النفثالين). كما أن هذا المركب قد استخدم كمزيل للرائحة (deodorant) للقمامة و دورات المياه (التواليت - restrooms)، إضافة إلى استخدامه كمبيد حشري للتحكم بالنمل و الآفات التي تنخر الفواكه. كما يُمكن تطبيقه أيضاً إلى فرشاة بذور التبغ من أجل التحكم بالعفن الأزرق (blue mold)، و من أجل التحكم بالآفات التي تنخر شجرة الدراق و العفن و الفطور التي تنمو على الجلود و الأقمشة (HSDB 2004).

إن تشكّل الديوكسينات/الفيورانات ليس واضحاً من خلال آليات التفاعل المذكورة أعلاه لكن من المحتمل أن تحدث خلال عمليّات التنقية حيث غالباً ما تستخدم شروط قلووية.

التحاليل البدائية للديوكسينات/الفيورانات و التي نفذت في الثمانينات (1980s) كانت غير قادرة على تحليل تراكيز محددة من المتماثرات المستبدلة في المواقع 2,3,7,8 (2,3,7,8-substituted congeners)، و هكذا، نجد في تقرير NAT/CCMS 1990 أنه تم فقط تزويد معطيات عن تركيز مزيج المتماثرات، و هذا لم يسمح بتخصيص معامل إنبعاث كمكافئ سمي (TEQ). حديثاً، تم تسجيل تراكيز الديوكسينات/الفيورانات على أساس مكافئ سمي (TEQ) في منتجات الكلوروينزن (Liu et al. 2004)، الجدول 61). تم جمع 6 عينات من عمليات إنتاج مركبات ثنائي كلور البنزن (*o*-DCB and *p*-DCB) و مركبات ثلاثي كلور البنزن (124-TCB)؛ و تشمل الرموز S4 و S5 و S6 عينات من المنتج النقي من المُصنَّع الصيني بطريقة كلورة البنزن و و كلور البنزن باستخدام وسيط فريدل-كرافت ( $FeCl_3$ ) (Yanzh Pesticide Co., Ltd).

الجدول 61 : تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في كلوريدات البنزن (Liu et al. 2004)

تركيز الديوكسينات/الفيورانات نانوغرام مكافئ سمي/كغ PCDD/PCDF (ng WHO-TEQ/kg)	ملاحظات Comments	رمز العينة Sample
620	مرحلة وسطية : مزيج من متماثرات ثنائي كلور البنزن (DCB) بعد التقطير و الفصل عن أحادي كلور البنزن	S1
1,850	مرحلة وسطية : مزيج من متماثرات ثنائي كلور البنزن (DCB) و ثلاثي كلور البنزن (TCB)	S2
3,370	بقايا متروكة بعد التنقية للعينة S6	S3
39	بارا- ثنائي كلور البنزن ( <i>p</i> -DCB) بعد التقطير و البلورة (98.1%)	S4
ND	أورثو- ثنائي كلور البنزن ( <i>o</i> -DCB) بعد التقطير و البلورة	S5
ND	1,2,4- ثلاثي كلور البنزن (124-TCB) بعد مرحلة التنقية	S6

من النتائج المبينة أعلاه، سوف يتم اشتقاق معاملات الإنبعاث المبينة في الجدول 62. يجب الإنتباه إلى أن معاملات الإنبعاث في البقايا تعود إلى كتلة هذه البقايا المتولدة عن إنتاج ثنائي و ثلاثي كلوريدات البنزن. كما أنه من الواضح أن معظم الديوكسينات/الفيورانات قد بقيت في هذه النهايات الثقيلة (العينة S3). و هذه الإطلاقات يجب تقديرها فقط في حالة أن هذه البقايا قد أخرجت من العملية و تم طرحها و التخلص منها. و في حال أن هذه البقايا قد استخدمت كمواد أولية في عمليات تصنيعية أخرى، فإن هذه التراكيز العالية في البقايا لن تنعكس في الجرد الوطني لإطلاقات الديوكسينات/الفيورانات.

الجدول 62: تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في كلوريدات البنزن (Liu et al. 2004)

مُعَامِلَاتُ الإِنْبِعَاطِ					الصنف
ميكروغرام مكافئ سمي/طن من المنتج أو البقايا Emission Factors ( $\mu\text{g TEQ/t}$ of Product or Residue)					
بقايا	مُنْتَجَاتُ	أَرْضُ	مِيَاهُ	هَوَاءُ	
ND	39	NA	NA	ND	1. <i>p</i> -Dichlorobenzene ( <i>p</i> -DCB) بارا-ثنائي كلور البنزن
ND	0	NA	NA	ND	2. <i>o</i> -Dichlorobenzene ( <i>o</i> -DCB) أورثو-ثنائي كلور البنزن
3,000	0	NA	NA	ND	3. 1,2,4-Trichlorobenzene (124-TCB) 1،2،4-ثلاثي كلور البنزن

### 7.2.7.6 إنتاج الكلور (Chlorine Production)

يُنتَجُ غاز الكلور بتمرير تيار كهربائي عبر محلول ملحي (الملح الشائع - ملح الطعام محلولاً في الماء). ومن المُنْتَجَاتِ الثَّانَوِيَّةِ الأَسَاسِيَّةِ هِيَ الصُّودَا الكَاوِيَّةُ (هيدروكسيد الصوديوم، NaOH) وغاز الهيدروجين ( $\text{H}_2$ ). يوجد ثلاث طرائق رئيسة مستخدمة في إنتاج غاز الكلور: طريقة الزئبق والطريقة الغشائية وطريقة الترشيح. يُمكن أن تتشكل مُرْكَبَاتُ الفَيُورَانِ (PCDF) في خلايا الكلور وتركيز مُرْكَبَاتِ الديوكسين (PCDD) تكون ضئيلة جداً.

إِن تَشَكَّلَ الديوكسينات/الفيورانات يُمكن أن يصبح هاماً عندما يُستخدم مصاعد (أنودات) من الفحم. في السنوات الأولى من بدايات إنتاج الكلور، تم استخدام مصاعد/أنودات الفحم (graphite anodes) في الخلايا الغشائية وخلايا الزئبق. وبما أن تقنية الأغشية (membrane technology) تُمثل التقانة الحديثة، فمن غير المحتمل أن يكون هناك معامل بتقنية الأغشية مازالت تستخدم الكترودات فحمية كمصاعد (أنودات - anodes). العديد من البلدان الصناعية استبدلت أنودات الفحم في بداية السبعينات، على أية حال فإن الطريقة القديمة باستخدام أنودات الفحم يُمكن أن تكون مصدراً هاماً لمركبات الديوكسين/الفيوران. ونتيجة الكلفة المنخفضة وسهولة التشغيل تعتبر طريقة الإلكترودات الفحمية شائعة الاستخدام في الصين ثاني أكبر بلد في العالم لإنتاج الكلور-القلوي chloralkali (Wu 2000). الإنتاج القديم بهذه الطريقة يُمكن أن يؤدي إلى وجود نقاط ساخنة (Hot Spots) (أنظر القسم 6.10). بينت بعض المُعْطِيَّاتِ المحدودة أن قد تتواجد مُرْكَبَاتُ الفَيُورَانِ PCDF عندما استخدم أنودات التيتانيوم، وقد يكون مصدر الكربون العضوي هو المانع المطاطية المُسْتخدَمة في هذه الطريقة.

إن مُسُودَةُ المبادئ التوجيهية و التوجيهات المؤقتة لأفضل التقنيات المتاحة و أفضل الممارسات البيئية (Draft Guidelines on BAT/BEP) قد لحظت أن استخدام الإلكترودات الفحمية لايعتبر من أفضل التقنيات المتاحة BAT (SC BAT/BEP 2004).

لقد سُجِّلَتْ في المراجع (Kannan et al. 1997) أن المزيغ التجاري Aroclor 1268 قد استخدم كزيت تزليق للإلكترودات. إن التخلص من النفايات الصادرة عن هذه العملية قد تسبب بتلوث بيئي شديد.

يجب على الجرودات الوطنية (National inventories) تضمين إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات من البقايا الناتجة عن معامل تصنيع الكلور التي تستخدم أنودات الفحم (graphite anodes). سوف يكون هناك مُعَامِلُ إنبعاث واحد مخصص للبقايا؛ الإطلاقات إلى القطاعات الأخرى (هواء، مياه، الأرض، المنتج) سوف تكون مهمة بالرغم من أن التلوث الذي قد ينشأ عن التخلص من الحمأة الناتجة عن الإلكترودات قد يكون له صلة بالموضوع. على سبيل المثال في ألمانيا نجد أن مكبات النفايات الناتجة عن معامل سابقة

لإنتاج الكلور باستخدام الإلكترودات الفحمية قد أظهرت تراكيز عالية من الديوكسينات/الفيورانات و صلت حتى 319 ميكروغرام مكافئ سمية دولي/كغ (She and Hagenmaier 1994). و في الصين ، و صلت التراكيز في الرسوبيات حتى 420 ميكروغرام مكافئ سمية دولي/كغ من المادة الجافة ( Xu et al. 2000). يجب ملاحظة أنه هناك معاملا إنبعاث ؛ الأول مبني على كمية الحمأة (أي البقايا) المتولدة ، و الآخر مبني على أساس الطن الواحد من الكلور القلوي الناتج. لا يوجد معامل إنبعاث مبني على أساس كمية الكلور الغازي المنتج (الجدول 63).

الجدول 63: معاملات الإنبعاث لإنتاج الكلور باستخدام الإلكترودات الفحمية

مُعَامِلَاتُ الْإِنْبِعَاثِ ميكروغرام مكافئ سمي/كغ Emission factors in $\mu\text{g TEQ/kg}$					الـصنـف
بقايا	مُنْتَجَاتُ	أَرْض	مِيَاه	هَوَاء	
20 $\mu\text{g TEQ/kg sludge}$	NA	NA	NA	NA	إنتاج الكلور/الكلور القلوي باستخدام الأنودات الفحمية Chlorine/chloralkali production using graphite anodes
1,000 $\mu\text{g TEQ/t chloralkali}$					

#### 6.7.2.1. الإطلاق إلى الهواء

من غير المتوقع حدوث إطلاق الديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء من هذه العملية.

#### 6.7.2.2. الإطلاق إلى المياه

إن إطلاق الديوكسينات/الفيورانات إلى المياه سوف يعتمد على المعالجة المطبقة للتدفقات السائلة. تحبذ الديوكسينات/الفيورانات الارتباط بشدة إلى الجسيمات والعوالق وبالتالي فإن كفاءة إزالة هذه الجسيمات والعوالق من المياه أثناء المعالجة سوف يؤثر على إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات إلى المياه. لا يمكن تزويد مُعَامِلِ إنبعاث عام ، لكن يجب جمع معلومات عن المصادر وكميات المياه المتدفقة والمعالجة المطبقة على هذه التدفقات.

#### 6.7.2.3. الإطلاق في المُنْتَجَاتِ

غاز الكلور الناتج لا يحتوي الديوكسينات/الفيورانات . بالتالي مُعَامِلُ الإنبعاث لغاز الكلور هو صفر.

#### 6.7.2.4. الإطلاق عبر البقايا

معظم التلوث بمركبات الديوكسين والفيوران سوف يتواجد في البقايا. هناك معطيات عن تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في البقايا متوفرة من ألمانيا (Hagenmaier and She 1994) و من السويد (Rappe et al. 1991) و من الصين (Xu et al. 2000, Wu 2000). كانت التراكيز في الحمأة الناتجة عن الترويدات الفحم كالتالي : حتى 3,985 ميكروغرام مكافئ سمي دولي/كغ في عينة من ألمانيا ، و ما بين 13 و حتى 28 ميكروغرام مكافئ سمي -اسكندنافي/كغ ( $\mu\text{g Nordic-TEQ/kg}$ ) في ثلاث عينات من السويد (Rappe et al. 1991) ، و 21.65 ميكروغرام مكافئ سمي دولي/كغ في عينة واحدة من الصين (Xu et al. 2000) . و من أجل الجرد الوطني للإطلاقات الديوكسين في الصين ، تم افتراض أنه بالمتوسط

يتولد 50 كغ من حمأة الإلكترودات الفحمية عن كل طن من المُنتج القلوي . وهكذا ، إذا افترضنا أن متوسط التركيز يساوي 20 ميكروغرام مكافئ/كغ من حمأة الفحم ، يُمكن اقتراح معامل إنبعاث قدره 1000 ميكروغرام مكافئ/طن من الكلور القلوي الناتج .

### 8.2.7.6. ثنائي كلور الإيثيلين أو 1,2-ثنائي كلور الإيثان (Ethylene Dichloride or 1,2-Dichloroethane, EDC)

ثنائي كلور الإيثيلين (EDC) هو مرحلة وسطية من تصنيع البولي فينيل كلورايد (PVC). وفي الولايات المتحدة الأمريكية أكثر من 90% من إجمالي إنتاج ثنائي كلور الإيثيلين (EDC) يستخدم لإنتاج أحادي كلور الفينيل (vinyl chloride monomer, VCM). ومعظم إنتاج البولي فينيل كلورايد (PVC) يستخدم نزع كلور الهيدروجين (التحطيم) من ثنائي كلور الإيثيلين (EDC).

#### إنتاج ثنائي كلور الإيثيلين EDC (طريقتان مختلفتان)

(أ) **الكلورة المباشرة (Direct chlorination)** للإيثيلين بالكلور وبوجود حفاز (من كلوريدات الحديد أو الألمنيوم أو النحاس أو الأنتيمون). والطريقة ذات مُعدل تحويل عالي. عادة تجري عملية الكلورة المباشرة في الطور السائل وبدرجات حرارة بين 50 و 70 درجة مئوية وتحت ضغط حوالي 400 – 500 كيلوباسكال (kPa). وكلور الهيدروجين المتشكل يُمكن إعادة تدويره في عملية الكلورة-المؤكسجة.

(ب) **الكلورة المؤكسجة (Oxychlorination)** للإيثيلين بواسطة كلور الهيدروجين (HCl) وإما الهواء أو الأوكسجين و بوجود حفاز (عادة النحاس) في مفاعلات من نوع السرير الثابت (fixed-bed) أو السرير المُمَيَّع (fluidized-bed). يجب ألا تزيد درجات الحرارة عن 325 درجة مئوية، ذلك أن درجات الحرارة العالية سوف تزيد من تشكُّل مُنتجات ثانوية (معظمها مُرُكَّبات مكلورة للهيدروكربونات C1 و C2). والخطوة الأولى في عملية تنقية ثنائي كلور الإيثيلين هي عادة التبريد السريع بالماء والمتبوع بالامتصاص في القلوي . يُعاد تدوير الماء إلى العملية أو يجرف بواسطة البخار قبل طرحه (إنظر إلى مُعامل الإنبعاث للماء المطروح).

#### إنتاج أحادي كلور الفينيل (VCM)

يتم إنتاج أحادي كلور الفينيل (vinyl chloride monomer, VCM) بالنزع الحراري للكلور من ثنائي كلور الإيثيلين (EDC). ما يسمى بفرن التكسير (cracking furnace) يعمل عادة عند ضغط حوالي 2000 كيلوباسكال (kPa) ودرجات حرارة بين 450 و 650 درجة مئوية. ويعاد تدوير المواد الأولية غير المتفاعلة إلى العملية، بينما يتم فصل أحادي كلور الفينيل (VCM) (درجة الغليان : - 13 درجة مئوية) عن المُنتجات الثانوية بواسطة التقطير. ويمكن أن تحتوي المواد ذات درجة الغليان العالية نواتج تكثيف عديدة بما فيها الديوكسينات/الفيورانات. هذه المواد عادة تتفكك حرارياً وفي بعض الحالات يتم استرجاع كلور الهيدروجين من العملية ويعاد تدويره.

#### إنتاج البولي فينيل كلورايد (PVC)

يوجد العمليات التالية لإنتاج راتنج البولي فينيل كلورايد PVC:

- التعليق
- الإنتثار (الاستحلاب)

- الكتلة
- المحلول

ضمن صناعة ثنائي كلور الإيثيلين/أحادي كلور الفينيل/البولي فينيل كلورايد (EDC/VCM/PVC) تعتبر الخطوة الأكثر حرجاً في توليد الديوكسينات/الفيورانات هي مرحلة تصنيع ثنائي كلور الإيثان عبر طريقة الكلورة-المؤكسجة للإيثيلين. إن توليد الديوكسينات/الفيورانات خلال التحلل الحراري لأحادي كلور الفينيل VCM هو بعيد الاحتمال بسبب تركيز الأوكسجين المنخفض . والشروط الكيميائية لتوليد الديوكسينات/الفيورانات لا تتواجد في عملية البلمرة للحصول على البولي فينيل كلورايد PVC.

التيارات التي قد تحتوي على الديوكسينات/الفيورانات تتضمن أية تيارات لعمليات الإحتراق بما فيها حرّاقات التيارات السائلة أو الغازية/السائلة أو حرّاقات غازات التنفيس والتهوية. إضافة لذلك بعض مركّبات الديوكسين والفيوران يُمكن أن تبقى على المادة الحاملة للحفاز. إطلاق تلك المواد يختلف مع نوع عملية الإنتاج.

إن التحفيز في السيرير المُمَيَّع سترافق مع توزع حبيبات الحفاز تبعاً لحجمها. الحبيبات أو الدقائق الصغيرة سيجري حملها مع تيار بخار المُنتج ويتم غسلها مع ماء التبريد. أما الحفاز في طريقة السيرير الثابت فيجري استبداله تقريباً مرة في السنة. وبالنتيجة إن الدقائق من أنظمة السيرير المُمَيَّع عادة يجري عزلها في الأجسام الصلبة الناتجة عن عملية تنقية المياه العادمة. أما الحفاز المُستهلك الناتج عن أنظمة السيرير الثابت فتمثل تياراً واضحاً من النفايات إذا تم طرحها دون مُعالجة.

المعطيات الخاصة بالمنشأة عن إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات هي متوفرة في تقرير وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA TRI reporting) عن جرد إطلاق المواد السامة (Toxics Release Inventory, TRI). إن المنشآت الخاضعة لهذا الجرد و التي تُصنَّع ، أو تتعامل ، أو حتى إذا كانت تستعمل مواد سامة معينة ، مطلوبٌ منها أن تتقدم بتقرير عن إنبعاثاتها إلى الهواء و المياه و الأرض إذا تجاوزوا حدود النشاطات المُؤسَّس و المُشرَّع لها. كما يتطلب جرد إطلاق المواد السامة (TRI) من المنشآت أن يتقدموا بتقرير عن معطيات إعادة تدوير المواد و منع التلوث . و تعمل وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA) على تجميع البيانات السنوية عن جرد إطلاق المواد السامة (TRI) و نشر تقرير سنوي عن هذه البيانات و جعلها متاحة للعامة عن طريق شبكة الإنترنت (<http://trifacts.org>). و في تشرين الأول 1999 ، قامت وكالة حماية البيئة الأمريكية بإضافة الديوكسينات/الفيورانات إلى جرد إطلاق المواد السامة (TRI) لبيد العمل به في تقرير العام 2000. إن إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات متاحة في شبكة الإنترنت على الموقع : [http://www.trifacts.org/dioxin\\_data/index.html](http://www.trifacts.org/dioxin_data/index.html) (Carroll 2004).

مُعاملات الإنبعاث لصناعة ثنائي كلور الإيثيلين/أحادي كلور الفينيل EDC/VCM و صناعة البولي فينيل كلورايد PVC مبينة في الجدول 64 . سيكون هناك ثلاثة أصناف من مُعاملات الإنبعاث التي تفرق بين التقانة القديمة والحديثة. و كصنف منفصل ، تم تضمين معامِل البولي فينيل كلورايد لوحدها كالصنف 3. وكما هو مبين في الجدول لا يتوفر في الوقت الحاضر مُعاملات إنبعاث إلى الهواء من التقنيات القديمة.

الجدول 64: مُعاملات الانبعاث لصناعة ثنائي كلور الإيثيلين/أحادي كلور الفينيل/البولي فينيل كلورايد

مُعَامِلُ الانبعاث				الصف
ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن (من المنتج)				
بقايا [1]	مُنْتَج	مياه	هواء	
ND	ND	1	ND	1. تقنية قديمة، EDC/VCM, PVC
10	0.03	0.5 [2]	0.4 [2]	2. معامِلُ حديثة: لتصنيع EDC/VCM و تصنيع EDC/VCM/PVC
0.02	0.1 [3]	0.03	0.0003 [3]	3. معامِلُ حديثة: لتصنيع فقط PVC (احتراق غاز التهوية)

[1] تتضمن الحفاز المُستهلك والحماة الناتجة عن مُعالجة المياه العادمة.

[2] في الطن من ثنائي كلور الإيثيلين EDC.

[3] في الطن من مُنتَج البولي فينيل كلورايد PVC.

6. 7. 2. 8. 1. الإطلاق إلى الهواء

الانبعاث إلى الهواء من هذه العمليات يأتي بشكل رئيسي عن الحرق. و يُستخدم الحرق للتحكم بالغازات العادمة الناتجة عن مختلف خطوات العملية ويتم الحرق باستخدام أنواع متعددة من الأفران مثل المؤكسدات الحرارية والفرن الدوار وحراقات الحقن بالسائل وحراقات السرير المُمَيِّع (fluidized-bed). ونظراً لاحتواء الغازات العادمة على كلور الهيدروجين HCl فمن المتوقع أن المحارق مجهزة على الأقل بنظام تبريد وغسيل بمحلول الصودا لتعديل كلور الهيدروجين HCl.

قِيَّمتُ الدراسة الجردية في الولايات المتحدة الأمريكية (US-EPA 2000, Vinyl Institute 1998) نتائج 22 محرقة لمعامل صناعة ثنائي كلور الإيثيلين/أحادي كلور الفينيل و صناعة البولي فينيل كلورايد. أدنى الانبعاثات كانت من محارق غازات التهوية الناتجة عن مواقع إنتاج البولي فينيل كلورايد (ملاحظة: لا يوجد حرق تدفقات لبقايا سائلة). مُعاملات الانبعاث لاحتراق غازات التهوية أو غازات التهوية/السوائل كانت متغايرة بشكل كبير وقد اختلفت بعدة مراتب لحراقات متشابهة. ومن أجل وسيلة الأدوات هذه سيتم أخذ متوسط الانبعاثات لحساب مُعامل الانبعاث لحرق غازات التهوية فقط و مُعامل الانبعاث لحرق السوائل وغازات التهوية معاً وذلك اعتماداً على إنتاج ثنائي كلور الإيثيلين كما هو مبين في الجدول 64.

المُعطيات في الجدول 64 وُضِعَتْ على أساس معطيات إنتاج ثنائي كلور الإيثيلين EDC أو البولي فينيل كلورايد PVC للصناعة في أمريكا. بيانات إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء في تقرير جرد إطلاق المواد السامة (US-EPA TRI 2002) من 22 منشأة تعطي عند تحويلها مُعاملات انبعاث تتراوح بين 0.0 و 3 ميكروغرام مكافئ سمي/طن من ثنائي كلور الإيثيلين EDC، مع قيمة وسطية تساوي 0.4 ميكروغرام مكافئ سمي/طن من ثنائي كلور الإيثيلين EDC (US-EPA 2004, Carroll 2004, Dyke et al. 2004). أما معامل الانبعاث لمنشآت تصنيع البولي فينيل كلورايد PVC لوحدها، فقد تم أخذه من التقرير (US-EPA 2000, Vinyl Institute 1998).

و كمنهجية بديلة يُمكن استعمال مُعاملات انبعاث موضوعة على أساس كميات النفايات المحترقة. وفي هذه الحالة أيضاً، الإطلاقات من محارق غاز التهوية ومن محارق النفايات السائلة/غازات التهوية في معامِلُ مدمجة لتصنيع EDC/VCM، أظهرت انبعاثات متغايرة والتي تراوحت بين 1.3 و 14 ميكروغرام مكافئ سُمِّي من النفايات المحترقة.

بما أن تصميم الحراق وتشغيله من العوامل الحرجة لذا يقترح تقدير كميات النفايات المحترقة وأن تعامل على أساس حرق نفايات خطيرة – أنظر القسم 6. 1. 2.

## 6.7.2.8. الإطلاق إلى المياه

تستهلك صناعة ثنائي كلور الإيثيلين/أحادي كلور الفينيل EDC/VCM و صناعة البولي فينيل كلورايد PVC كمياتٌ مُعتبرة من المياه في العمليات والتي إما أن تُطرح خارج المنشأة أو يُعاد تدويرها قدر المُستطاع إلى عمليّات التصنيع. مياه العمليات التي لا يُمكن إعادة تدويرها قد تُطرح خارجاً دون مُعالجة أو قد يتم توجيهها نحو عمليّات مُعالجة المياه العادمة . وهذه عادة ماتخفف الطلب على الأوكسجين البيولوجي (biological oxygen demand, BOD) و العوالق الصلبة الكلية ( total suspended solids, TSS) إضافة إلى ضبط الرقم الهيدروجيني (pH) لتحقيق المعايير الإرشادية للمياه.

في مُنشآت حديثة في الولايات المتحدة الأمريكية كانت تراكيز الديوكسينات/الفيورانات قريبة من حدود الكشف في المياه العادمة الناتجة عن مواقع تصنيع البولي فينيل كلورايد PVC. وكان المتوسط الإجمالي 0.88 بيكوغرام مُكافئ سُميّ دولي/لتر (ND = 0) و 4.7 بيكوغرام مُكافئ سُميّ دولي/لتر (ND=1/2 DL). وتم اشتقاق مُعاملٍ إنبعاث قُدْرهُ 0.03 (ميكروغرام مُكافئ سُميّ/طن من البولي فينيل كلورايد) للمياه العادمة الناتجة عن مُعاملٍ PVC الحديثة (US EPA 2000, Vinyl Institute 1998).

وفي مُعاملٍ ثنائي كلور الإيثيلين/أحادي كلور الفينيل (EDC/VCM) كانت التراكيز في جميع العينات ذات قيم قابلة للتحديد الكمي وكانت متوسطات القيمة 0.42 بيكوغرام مُكافئ سُميّ /لتر (ND=0) و 4.4 بيكوغرام مُكافئ سُميّ /لتر (ND=1/2 DL) (US EPA 2000, Vinyl Institute 1998). و تراوحت مُعاملات الإنبعاث من القيمة 0 ميكروغرام مُكافئ سُميّ/طن من EDC/VCM/PVC و حتى القيمة 2.5 ميكروغرام مُكافئ سُميّ/طن من المنتج . و من أجل وسيلة الأدوات هذه ، تم اختيار متوسط قُدْرهُ 0.5 ميكروغرام مُكافئ سُميّ/طن من ثنائي كلور الإيثيلين للمياه الناتجة عن مُعاملٍ تصنيع ثنائي كلور الإيثيلين/أحادي كلور الفينيل (EDC/VCM) كِمعاملٍ إنبعاث افتراضي للمنشآت الحديثة (US-EPA 2004, Carroll 2004, Dyke et al. 2004).

و من أجل مُعاملٍ تصنيع ثنائي كلور الإيثيلين/أحادي كلور الفينيل (EDC/VCM) و مُعاملٍ تصنيع ثنائي كلور الإيثيلين/أحادي كلور الفينيل/البولي فينيل كلورايد (EDC/VCM/PVC) ، يُفترض أن كميات الديوكسينات/الفيورانات المنطلقة إلى البيئة مع المياه العادمة تعتمد على كفاءة نظام معالجة المياه - خاصة قدرة هذه المعالجة على التخلص من الجسيمات الصلبة من الوسيط (الحفاز) المستهلك - أكثر من اعتمادها على عملية المعالجة نفسها.

في الأنظمة القديمة وسيئة التحكم قد يكون تَشكُل الديوكسينات/الفيورانات عالياً والإطلاقات إلى المياه قد تكون عالية أيضاً بسبب الأنظمة الرديئة لمُعالجة المياه العادمة. على أية حال لا يمكن في الوقت الحالي إعطاء مُعاملٍ إنبعاث.

## 6.7.2.8.3. الإطلاق عبر المُنتجات

تركيز الديوكسينات/الفيورانات في مُنتجات البولي فينيل كلورايد PVC هي قليلة، ومعظم العينات كانت فيها تراكيز الديوكسين/الفيوران غير قابلة للكشف (دون حدود الكشف). ومن أجل تطبيق وسيلة الأدوات هذه يُمكن استخدام تركيز وسطي إجمالي قُدْرهُ 0.3 نانوغرام مُكافئ سُميّ دولي/كغ. وفي صناعة ثنائي كلور الإيثيلين EDC تم الكشف وفي عينة واحدة فقط عن تركيز قُدْرهُ 0.03 نانوغرام مُكافئ سُميّ دولي/كغ. لا يمكن إعطاء مُعاملات إنبعاث للمُنتجات القديمة من البولي فينيل كلورايد وثنائي كلور الإيثيلين بسبب عدم توفر عينات أصلية.

## 6.7.2.8. الإطلاق عبر البقايا

من البقايا الأساسية ذات الاهتمام هي : القطفات النهائية الثقيلة الناتجة عن عملية التنقية ، والحفاز (الوسيط) المُستهلك (من معاملة نظام السرير الثابت) ، والحماة والرواسب الناتجة عن معالجة المياه العادمة. كل نوع من هذه البقايا يُمكن التعامل معه والتخلص منه بعدد من الطرائق والتي سوف تؤثر على الإطلاقات إلى البيئة.

أما بالنسبة لمعامل تصنيع EDC/VCM المدمجة فقد تراوحت التراكيز في الحماة الناتجة عن معالجة المياه العادمة بين 100 و 5,900 ميكروغرام مكافئ سُمي دولي/طن من المنتج (VI 1998). أما التركيز في المواقع التي تستخدم تقنية السرير الثابت فقد كان أقل لكن هذه المواقع كانت تُنتج حفاز (وسيط) مستهلك (في تقنيات السرير المُمع تتحرر الملوثات مع المياه وتتجمع في الحماة الناتجة عن معالجة المياه العادمة). وبشكل عام كانت معاملات الانبعاث تقريباً 2 ميكروغرام مكافئ سُمي دولي/طن (إنتاج ثنائي كلور الإيثيلين EDC). وفي المنشآت التي تعمل بنظام السرير الثابت فمن المتوقع أن معظم الديوكسينات/الفيورانات سوف تترافق مع الحفاز المُستهلك.

والحماة الناتجة عن مواقع تعمل فقط على إنتاج البولي فينيل كلورايد PVC فمعامل الانبعاث هو 0.02 ميكروغرام مكافئ سُمي دولي/طن من PVC المنتج. أما بالنسبة للانبعثات الصلبة (مثل الحفاز المُستهلك والرواسب الناتجة عن معالجة المياه العادمة) لمنشآت تصنيع ثنائي كلور الإيثيلين EDC وللمنشآت المدمجة لإنتاج كلور الإيثيلين والبولي فينيل كلورايد EDC/PVC فسيكون معامل الانبعاث هو 2 ميكروغرام مكافئ سُمي دولي/طن من المنتج (US-EPA 2000, Vinyl Institute 1998).

تراكيز الديوكسينات/الفيورانات يُمكن أن تكون أعلى بكثير في بعض تيارات البقايا مثل قطفات التقطير الثقيلة الناتجة عن عملية تنقية ثنائي كلور الإيثيلين EDC. على سبيل المثال سجل Stringer وزملائه (1995) تراكيز تراوحت بين 3,000 وحتى 5,000,000 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ في نفايات تصنيع البولي فينيل كلورايد PVC. من الواضح أن إمكانية إطلاق الملوثات من تيارات النفايات هذه يعتمد على الطريقة التي يتم فيها التعامل مع المواد والتخلص منها. كما يجب تقدير كميات البقايا الناتجة إن أمكن ذلك. في العديد من الحالات يجري حرق هذه البقايا في الموقع أو في محارق تجارية لحرق النفايات الخطرة (لوضع تقدير عن الإطلاقات من هذه النشاطات أنظر القسم 6.1.2.1 - حرق النفايات الخطرة). في بعض الحالات القليلة ، فالبقايا إما جرى التخلص منها في مخازن تحت الأرض (Dyke et al. 1997) أو في بعض الحالات قد استخدمت كمواد أولية لإنتاج المذيبات العضوية.

إذا جرى التخلص من البقايا عن طريق الطمر في الأرض أو استخدمت كمواد أولية في عملية أخرى فيجب لحظ ذلك وتدوينه. بينت معطيات من المملكة المتحدة أن النفايات العضوية-الهالوجينية احتوت على تركيز قدره 100 ميكروغرام مكافئ سُمي دولي/طن (معبّر عنها في واحدة إنتاج ثنائي كلور الإيثيلين). يُمكن استعمال هذا المعامل لوضع تقديرات أولية عن إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات من هذا النوع من تيارات البقايا - يجب تحديد مصير هذه البقايا.

## 6.7.2.9. المركبات الأليفاتية الكلورة (Chlorinated Aliphatic Compounds)

الكثير من العمليات التي تُنتج مُركبات أليفاتية كلورة سوف ينتج عنها تراكيز ضئيلة جداً من الديوكسينات/الفيورانات أو قد لا ينتج (قياسات حديثة لمركب فوق كلوروايثيلين perchloroethylene أعطت نتائج دون حدود الكشف لمركبات الديوكسين/الفيوران). على أية حال ، فالبقايا الناتجة عن تصنيع ثنائي كلور الإيثيلين EDC (أنظر أعلاه) أو مزائج أخرى من البقايا إذا استخدمت كمواد أولية فقد يكون هناك تشكّل أو إطلاق لمركبات الديوكسين والفيوران.

و في إحدى المرات في المملكة المتحدة تم تغذية البقايا الناتجة عن تصنيع ثنائي كلور الإيثيلين EDC إلى عملية الكلورة-المؤكسجة لإنتاج فوق- وثلاثي كلوروايثيلين (مذيبات عضوية). أنتجت هذه العملية كميات هامة من الديوكسينات/الفيورانات في تيارات البقايا الناتجة عن هذه العملية (350-630 غرام مكافئ سُمِّي في البقايا الناتجة عن تصنيع 130,000 طن من ثلاثي- وفوق كلوروايثيلين، وهذا أنتج حوالي 4,000 ميكروغرام مكافئ سُمِّي دولي/طن من المنتج - Dyke et al 1997). إن طريقة التعامل ومصير هذه البقايا سوف يحدد الإطلاقات الفعلية إلى البيئة. لا يمكن إعطاء مُعاملٍ إنبعاث لهذه البقايا. وعندما تحدث هذه البقايا ضمن عمليّات إنتاج كيميائية ويعاد تدويرها ضمن العملية (مثل : عملية الكلورة-المؤكسجة) فسوف تظهر الملوثات في البقايا الناتجة عن عملية الكلورة-المؤكسجة.

### 10.2.7.6. المركبات الاعضوية الكلورية (Chlorinated Inorganic Chemicals)

يستخدم الكلور في تصنيع المركبات اللاعضوية ، حيث يبقى في المنتج النهائي (مثل :  $\text{NaOCl}$ ,  $\text{ClO}_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{ZnCl}_2$  ، وغيرها ) أو يستخدم ببساطة في العملية ( $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Si}$ ) (SC BAT/BEP 2004). إن عملية التصنيع الكيميائية اللاعضوية لكلوريد المغنزيوم اللامائي ( $\text{MgCl}_2$ ) ، و الذي هو عبارة عن مرحلة وسطية في تصنيع معدن المغنزيوم ، قد تم التعرض له في فئة المصادر الأساسية 2 - القسم 6.2.9. أما العملية الأخرى التي تتضمن استخدام الكلور فهي صناعة ثنائي أكسيد التيتانيوم ( $\text{TiO}_2$ ).

هناك طريقتان لتصنيع ثنائي أكسيد التيتانيوم ( $\text{TiO}_2$ ): طريقة الكلورين و طريقة الكبريتات . يتولد عن طريقة الكبريتات كميات أكبر من النفايات مما يتولد من طريقة الكلورين ، ولهذا فهي أقل شيوعاً . لقد نما استخدام طريقة الكلورين خلال الثلاثون سنة الماضية نتيجة صغرها النسبي ، إعادة تدوير مواد العمليات ، خواص أفضل للمنتج ، و توليدها الأقل بكثير للنفايات . يتم إنتاج ثنائي أكسيد التيتانيوم ( $\text{TiO}_2$ ) من الفلزات مثل الروتيل (rutile) أو الإلمنيت (ilmenite) ، و التي يتم كلورتها بدرجات حرارة عالية لتعطي رباعي كلور التيتانيوم ( $\text{TiCl}_4$ ) ، و الذي هو عبارة سائل ثابت قابل للتقطير . يتم تنقية رباعي كلور التيتانيوم و أكسدته بالأوكسجين محرراً بذلك الكلور الذي يتم إعادة تدويره إلى العملية . درجة حرارة التشغيل المثلى هي أعلى من 600 درجة مئوية (SC BAT/BEP 2004).

إن وجود فحم الكوك و الكلور و المعادن و درجات الحرارة العالية قد يؤدي إلى زيادة في تشكل الديوكسينات/الفيورانات أكثر مما هو عليه من تشكلهم في عملية الكلورة المؤكسجة (oxychlorination). إذا تشكلت الديوكسينات/الفيورانات ، فإنها سوف تتوزع على البقايا الصلبة (التيارات الحاوية على الفحم المتبقي).

### 11.2.7.6. خلاصة (Summary)

من أكثر الأجزاء أهمية ضمن التقسيمات الثانوية للصناعات الكيميائية هي عمليّات الكلورة-المؤكسجة لتصنيع ثنائي كلور الإيثيلين EDC والتي تتواجد عادة كجزء من تصنيع المركبات العضوية الكلورة.

و في بعض المواقع قد يكون هناك عمليّات قائمة بحد ذاتها تعمل على إعادة تدوير كلور الهيدروجين  $\text{HCl}$  من جديد إلى غاز الكلور  $\text{Cl}_2$ . على أية حال مثل هذه العملية سوف تكون أكثر كلفة بالمقارنة مع إنتاج الكلور بالتحلل الكهربائي للمحاليل الملحية أو  $\text{NaCl}$  أو  $\text{KCl}$ . إذا كان سيتم تحديد مثل هذه العمليات، فيجب إجراء تقييم كل حالة على حدى لدراسة إمكانية إطلاق الديوكسينات/الفيورانات من هذه العمليات.

من أكثر العمليات أهمية في الصناعات الكيميائية هي عملية الكلورة-المؤكسجة للإيثيلين لتصنيع ثنائي كلور الإيثيلين EDC. وإذا تابعنا إلى الأسفل في هرم سلسلة الإنتاج للكيميائيات الكلورة أو غير الكلورة لا نجد أية إنبعاثات هامة.

في عام 1995 وضع المجلس الأوروبي لمصنعي الفينيل ( European Council of Vinyl Manufacturers, ECVM) هدفاً طوعياً للإنبعاث وذلك كأداة لتشجيع الأداء البيئي. ويتضمن دستور المجلس الأوروبي لمصنعي الفينيل ECVM، والذي هو عبارة عن صيغة للتنظيم الذاتي، دلائل استرشادية لإنبعاثات الديوكسين (dioxin emission guidelines) مبنية على أساس تطبيق أفضل التقانات المتاحة (Best Available Techniques, BAT). أما بالنسبة لإنبعاثات غازات التهوية إلى الهواء فقد حدد دليل ECVM للمركبات الشبيهة بالديوكسين قيمة 0.1 نانوغرام مكافئ سُمِّي دولي/مترمكعب نظامي (تبعاً الشروط النظامية (الأوروبية) : 11% O<sub>2</sub>, 0 °C, 103.1 hPa)، كما حدد الدليل القيمة 1 ميكروغرام مكافئ سُمِّي دولي/طن من ثنائي كلور الفينيل المنتج بالنسبة لتدفقات المياه العادمة. يُمكن اعتبار هذه الأرقام كتقديرات أولية لحساب إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات من منشآت حديثة لتصنيع ثنائي كلور الإيثيلين/أحادي كلور الفينيل (EDC/VCM).

### 3.7.6. الصناعات البترولية

النفط الخام هو عبارة عن مزيج من الفحوم الهيدروجينية المختلفة وكميات صغيرة من الشوائب. يُمكن أن يتغير تركيب النفط الخام بشكل كبير اعتماداً على مصدره. مصافي النفط هي نظام معقد من العمليات المتعددة وهذه العمليات المُستخدمة في مصفاة معينة للنفط تعتمد على خواص النفط الخام الواجب تنقيته وعلى المُنتجات المرغوب بها.

ضمن صناعة تصفية البترول تم تسجيل مصدر وحيد (حتى الآن) ممكن أن تتكون فيه الديوكسينات/الفيورانات: وهو إعادة تنشيط الحفاز المُستخدم في عمليّات التحطيم الواسطي لجزيئات الفحوم الهيدروجينية الكبيرة إلى جزيئات أصغر وأخف (Beard et al. 1993).

المواد الداخلة في عملية إعادة التشكيل التحفيزية (catalytic reforming processes) هي عادة النفثا منخفضة الأوكتان. تستخدم عملية إعادة التشكيل بالدرجة التحفيزية، محفزات ذات أساس بلاتيني. وفي هذه العملية المستمرة يتم إخراج الحفاز المُستهلك بشكل متواصل من أسفل المفاعل ويرسل إلى إعادة التنشيط حيث يجري حرق الكربون من على سطوح الحفاز بواسطة الهواء/البخار الساخن. يضاف عادة آثار قليلة من مركبات الكلور العضوية مثل ثلاثي- أو فوق كلوروايثيلين لاستعادة نشاط الحفاز (الوسيط). تزال الرطوبة ويعاد الوسيط المُنشط إلى أول سرير في عملية إعادة التشكيل الواسطي. في وحدات التنشيط الدائرية أو نصف التوليدية تكون عملية إعادة تنشيط الحفاز غير مستمرة وكذلك الإنبعاثات الناتجة. تم الكشف عن الديوكسينات/الفيورانات في هذه العملية.

يُمكن أن تنبعث الديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء أو يتم حجزها في أنظمة تنظيف الغازات الناتجة عن عملية إعادة التنشيط وبالتالي تنتقل إلى التدفقات السائلة. إن الإطلاقات النهائية سوف تعتمد على أنظمة التحكم بالتلوث وطريقة التعامل مع البقايا. لا يُمكن إعطاء مُعاملات إنبعاث في الوقت الحاضر نظراً لنقص المُعطيات. تحتاج هذه الفئة الثانوية إلى معطيات قياس بشكل عاجل.

حالياً، يُمكن فقط تحديد الديوكسينات/الفيورانات المتولدة عن شعلة حرق الغازات المنطلقة من صناعة البترول. سوف يستخدم لهذا الغرض نفس مُعامل الإنبعاث المدرج في الفصل 6.3.3 - احتراق الغاز الحيوي/غاز المطامر (خطأ! لم يتم العثور على مصدر المرجع). معامل الإنبعاث إلى الهواء في الجدول 65 هو معطى بوحدة التيراجول و في المتر المكعب (TJ and per cubic meter).

## الجدول 65: معاملات الإنبعاث لحرق الغازات في الشعلة (flaring of gases)

مُعامل الإنبعاث ميكروغرام مكافئ سمي/م <sup>3</sup> من الغاز المُحترق Emission Factor - µg TEQ/m <sup>3</sup> of Gas Burned Air	مُعامل الإنبعاث ميكروغرام مكافئ سمي/تيراجول من الغاز المُحترق Emission Factor - µg TEQ/TJ of Gas Burned Air	الصف
0.0003	8	الشُعلات Flares

## 1.3.7.6. الإطلاق إلى الهواء

حالياً ، يُمكن فقط تقدير الإنبعاثات إلى الهواء و ذلك بتطبيق نفس معامل الإنبعاث المخصص لحرق الغاز الحيوي و غاز المطامر في الشعلة . أما الإنبعاثات من إعادة تنشيط الحفاز فلا يُمكن تحديدها كميّاً حتى الآن.

## 2.3.7.6. الإطلاق إلى المياه

إن كمية المياه العادمة المتولدة عن عملية إعادة التشكيل التحفيزي (catalytic reforming process) هي حوالي 190 كغ/طن من مواد التغذية. تحتوي المياه العادمة على مستويات عالية من الزيوت والجسيمات الصلبة المعلقة. إنبعاثات مُركّبات اليوكسين/الفيوران يُمكن أن تحدث عند طرح المياه العادمة. على أية حال لايتوفر معطيات في الوقت الحاضر. لكن يجب لحظ أي تصريف للمياه العادمة.

## 3.3.7.6. الإطلاقات في البقايا

يُمكن أن تتولد الجزيئات الناعمة للحفاز المُستهلك أثناء لقط الجسيمات الدقائقية الناعمة بواسطة أنظمة المعالجة ومكافحة التلوث. وتتراوح كميات الحفاز المُستهلك المتولدة في العام بين 20-25 طن لمصفاة بترول باستطاعة 5 مليون طن في السنة. عادة يتم إرسال الوسيط المُستهلك إلى الشركة المصنعة لتوليده من جديد أو إعادة تدويره.

يُمكن أن تتولد الحمأة عن مُعالجة المياه العادمة. لايتوفر في الوقت الحاضر معطيات عن تراكيز الديوكسينات/الفيورانات، على أية حال تم الكشف عن تراكيز ضمن المجال الميليغرام/كغ لبعض المركبات الحلقية العطرية (PAH) مثل البيرين (pyrene) والبنزوبيرين (benzo[a]pyrene) (BREF 2000b).

## 4.7.6. إنتاج النسيج

تتكون صناعة النسيج من مجموعة مؤسسات متنوعة والتي تُنتج و/أو تُعالج مُنتجات نسيجية تتضمن الخيوط والغزل والأنسجة لتحويلها إلى بضائع نهائية. ومثل هذه النشاطات تتراوح بين ورشات عمل صغيرة متواجدة في " الشارع الخلفي back-street " مزودة بوسائل تحكم بسيطة إلى مُنشآت صناعية ضخمة ومعقدة ومزودة بنظم شاملة للتحكم بالتلوث. وعملية تحويل الخيوط الخام إلى مُنتج نسيجي نهائي هي عملية معقدة ؛ بالتالي فمعظم معامل النسيج هي متخصصة (US-EPA 1997b). والصناعة النسيجية تُعتبر كمصدر محتمل لمركبات الديوكسين/الفيوران نظراً للأمر التالية:

- بعض المبيدات مثل خماسي كلور الفينول (PCP)، والمعروف أنه ملوثاً بالديوكسينات/الفيورانات، يُمكن أن تدخل إلى المنشأة عبر المواد الأولية المعالجة بخماسي كلور الفينول (PCP).
- المواد الصباغية التي أساسها الكلورانيول يُمكن أن تستخدم لتلوين النسيج.
- يُمكن أن تستخدم العمليات النهائية كيميائيات كلورية (مذيبات عضوية تُستخدم في التنظيف) ملوثة بمركبات الديوكسين/الفيوران وعمليات الغسيل بالوسط القلوي هي جزء من عمليات إتمام النسيج.
- كميات كبيرة من المياه المتدفقة تُطرح إلى البيئة.

لا يُمكن تصنيع النسيج إلى مُنتج نهائي حتى يمرّ خلال عدة مراحل من العمليات الرطبة والغسيل الكثيف بالماء (والمعروفة أيضاً بعمليات الإنهاء والصقل) مثل تحضير النسيج والصباغة والطباعة والصقل. الخيوط الطبيعية تُتطلب عادة خطوات تصنيع أكثر من الخيوط الصناعية. نسبياً تتولد أحجام كبيرة من المياه العادمة تحتوي على طيف واسع من الملوثات والتي يجب مُعالجتها قبل طرحها. كما تُستخدم كميات معتبرة من الطاقة في تسخين وتبريد أحواض المُعالجات الكيميائية وفي تجفيف النسيج والغزل.

تحضيرات النسيج تُتطلب العديد من العمليات مثل : de-sizing (لإزالة المواد ذات الحجم غير المرغوب فيه قبل النسيج) و scouring ( عملية تنظيف لإزالة الشوائب من الخيوط أو الغزل أو الأقمشة عن طريق الغسيل. عادة يستخدم محاليل قلوية لهذه العملية) والتبييض و singeing (التخلص من الأجسام الملونة غير المرغوب بها من على الخيوط أو الغزل أو الأقمشة. من أكثر عوامل التبييض شيوعاً هي الماء الأوكسيجيني وهيبوكلوريت الصوديوم وكلوريت الصوديوم وغاز ثاني أوكسيد الكبريت. الماء الأوكسيجيني هو عامل التبييض الأكثر شيوعاً للاستخدام في تبييض القطن والمزائج القطنية) و mercerizing ( هذه العملية مصممة لتغيير النسيج كيميائياً أو فيزيائياً عن طريق تمريره عبر محلول الصودا القلوية 15 – 20%). عمليات الصباغة تُستخدم في عدة مراحل من الإنتاج لإضافة اللون وتعقيد النسيج وزيادة قيمة المنتج. الأصبغة المُستخدمة في الصناعة النسيجية هي غالباً أصبغة تركيبيّة. وتشتمل عمليات الصقل والإتمام لمعالجات كيميائية وميكانيكية.

المياه العادمة ، هي على العموم ، أكبر تيار من النفايات الناتجة عن الصناعات النسيجية. هذه الحجوم الكبيرة من النفايات السائلة تتضمن مياه الغسيل من عمليات التحضير والصباغة ونفايات قلوية ناتجة عن التحضير ودفعات من نفايات الأصبغة التي تحتوي على كميات كبيرة من الأملاح والحموض أو القلويات.

يُنتج عالمياً 635,000 طن متري من الأصبغة في العام وحوالي 10-15% منها يتم طرحه في التدفقات السائلة الناتجة عن عمليات الصباغة. على أية حال يُمكن أن ترتبط الأصبغة في المياه العادمة مع ألياف النسيج. إن متوسط كمية المياه العادمة المتولدة عن منشأة صناعية مركزية كبيرة في أمريكا يتراوح بين 3.8 – 7.5 مليون لتر في اليوم (من 2 إلى 3 مليون غالوناً في اليوم). عمليات الصباغة والغسيل من أجل الصباغة بطريقة الانتشار تولد حوالي 100 – 140 لتر من المياه العادمة لكل كغ من المنتج (12 – 17 غالوناً من المياه العادمة لكل باوند من المنتج). عمليات مشابهة للصباغة المباشرة والتفاعلية تولد كميات أكبر من المياه العادمة، حوالي 125 – 170 لتر من المياه العادمة لكل كغ من المنتج (15-20 غالوناً لكل باوند من المنتج) (US-EPA 1997b).

اعتماداً على تحليل 16 عينة من ألمانيا تم استنتاج أن تركيز الديوكسينات/الفيورانات سوف لن تزداد بشكل كبير خلال عمليات الصقل والإتمام هذه: وكان متوسط التركيز الذي وجد في عينة نهائية من المنتجات القطنية  $0.21 \pm 0.10$  نانوغرام مكافئ سُمي دولي/كغ و كان متوسط التركيز 0.2 نانوغرام مكافئ سُمي دولي/كغ (Horstmann 1994). تم تأكيد هذه النتائج بتحليل عينات عشوائية من القطن الخام والقطن الخاضع لمعالجات أولية الواصلة إلى ميناء هامبورغ والتي بينت نتائج التحليل أنها تحتوي على 0.03 – 0.2 نانوغرام مكافئ سُمي دولي/كغ (Hutzinger et al. 1995, FHH 1995).

- مصادر الديوكسينات/الفيورانات في المنتج النهائي يُمكن أن تكون نتيجة:
- استعمال الكيماويات المكلورة، خاصة خماسي كلور الفينول PCP من أجل حماية المواد الخام (القطن والصوف والجلود وأنواع أخرى من الخيوط .. إلخ).
  - استعمال المواد الصباغية الملوثة بالديوكسين.
  - تشكّل الديوكسينات/الفيورانات خلال عمليّات الصقل والإتمام للمنتجات.

في حين أنه يوجد معطيات كثيرة عن تراكيز الديوكسين والفيوران في المنتجات النهائية (المنسوجات)، نجد أنه ليس هناك معطيات عن تراكيزها في البقايا وفي المياه العادمة. بالتالي، يُمكن إعطاء مُعاملات الإنبعاث فقط على شكل حدود عليا وحدود دنيا للمنتج النهائي.

الجدول 66: مُعاملات الإنبعاث للصناعات النسيجية

مُعاملات الإنبعاث					التصنيف
ميكروغرام مكافئ سُمّي/طن من النسيج					
بقايا	مُنتج	أرض	مياه	هواء	
ND	100	NA	ND	NA	1. الحد الأعلى
ND	0.1	NA	ND	NA	2. الحد الأدنى

#### 1.4.7.6. الإطلاق إلى الهواء

لا يوجد مؤشرات مناسبة عن انبعاثات الديوكسينات/الفيورانات إلى الهواء من معامِل النسيج ، وبالتالي لا يُمكن إعطاء مُعامل إنبعاث. أما الانبعاثات الناتجة عن توليد الطاقة والبخار فيجب أن يتم أخذها بالحسبان ضمن القسم 6.3

#### 2.4.7.6. الإطلاق إلى المياه

لا يتوفر معطيات ولا يُمكن إعطاء مُعاملات إنبعاث. وعندما تم التحري في عمليّات الصقل والإتمام للصناعات النسيجية في ألمانيا لم يُوجد تراكيز قابلة للقياس.

سوف تعتمد الإطلاقات إلى المياه على المواد وعلى الكيماويات المُستخدمة أو المطبقة خلال العمليات أو على المواد الأولية وأيضاً على أنظمة مُعالجة المياه. هناك دليل على إطلاقات محتملة عندما يكون هناك تحكم ضعيف في طرح كميات كبيرة من بعض الكيماويات المعينة.

#### 3.4.7.6. الإطلاق عبر المُنتجات

لا يوجد مؤشر بسيط لتحديد الخيوط أو الأصواف أو الأنسجة الملوثة بالديوكسين/الفيوران : في حين أنه في معظم عينات النسيج الخام تم الكشف عن تراكيز دون 1 نانوغرام مكافئ سُمّي دولي/كغ (كانت القيمة الوسطية حوالي 0.2 نانوغرام مكافئ سُمّي دولي/كغ)، وجد أنه كان هناك أيضاً عينات ملوثة بتراكيز عالية. على سبيل المثال تم الكشف عن تركيز 244 نانوغرام مكافئ سُمّي دولي في البولستر المبيض و370 نانوغرام مكافئ سُمّي دولي/كغ في القطن الأزرق (Horstmann 1994) و86 نانوغرام مكافئ سُمّي دولي/كغ في الصوف (Mayer 1997). والمظهر المتشابه التركيب للعينات عالية التلوث كان يسيطر عليه الديوكسينات/الفيورانات التي تحتوي على عدد عالي من ذرات الكلور (Cl<sub>7</sub> و Cl<sub>8</sub>). هذه المركبات تُعتبر مؤشرات على أن مصدر التلوث إما المُبيد الحيوي خماسي كلور الفينول PCP أو المواد الصباغية التي أساسها الكلورانيل. على أية حال عدد من التحاليل أكدت أنه لا يوجد صلة بين تراكيز خماسي كلور

الفينول PCP ومركبات الديوكسين والفيوران في النسيج بالرغم من أن نمط الديوكسينات التي وُجِدَتْ في العينات أعطى مؤشرات قوية أن خماسي كلور الفينول يجب أن يكون مصدر التلوث. وهذه الإستنتاجات منطقية ذلك أن خماسي كلور الفينول هو ذواب في الماء وسوف يتم إزالته من على النسيج خلال عمليّات الصقل النهائية وعمليات الغسيل بينما تُدمص الديوكسينات/الفيورانات على الخيوط وتبقى في النسيج (Horstmann and McLachlan 1995b, Klasmeier and McLachlan 1998).

#### 4.4.7.6. الإِطْلَاقُ عِبْرَ البَقَايَا

بناءً على العوامل المشروحة أعلاه فقد تحتوي الحمأة الناتجة عن معالجة المياه أو من خطوات العملية على مُركّبات الديوكسين/الفيوران. في الوقت الحاضر لايتوفر معطيات مُقاسة.

#### 5.7.6. تنقية الجلود

حتى الآن لا يوجد تقارير عن التلوث بمركبات الديوكسين/الفيوران في أو حول معامِل الجلود. على أية حال، التلوث في الجلود التجارية تم تسجيله واعتماداً على نمط الديوكسينات/الفيورانات الموجودة في هذا التلوث يُمكن الفرض أن مصدر التلوث هو خماسي كلور الفينول PCP. ويمكن تأكيد هذا الافتراض بحقيقة أنه منذ حظر استخدام خماسي كلور الفينول في ألمانيا عام 1989، و التي وضعت تركيزاً أعظماً و قدره 5 ملغ من خماسي كلور الفينول/كغ من المنتج النهائي، انخفضت تراكيز الديوكسين/الفيوران في المُنتجات الجلدية.

على عكس المنسوجات، حالما يُطبق خماسي كلور الفينول على الجلود فلا يُمكن إزالته بسهولة بواسطة الغسيل. وصل تركيز الديوكسينات/الفيورانات في المحافظ الصدرية حتى 430 نانوغرام مُكافئ سُمّي دولي/كغ، كما وجد في الأحذية الجلدية تراكيز وصلت حتى 6,400 نانوغرام مُكافئ سُمّي دولي/كغ (Malisch 1994). بالرغم من أن استخدام خماسي كلور الفينول قد تراجع في العديد من البلدان، نجد أن تراكيز الديوكسينات/الفيورانات لم تتراجع على الأقل في الأحذية : في ألمانيا وصلت قمة التركيز إلى 2,100 و 3,000 نانوغرام مُكافئ سُمّي دولي/كغ في أحذية جلدية تم شراؤها عام 1991. وفي عام 1996 وجد أنه هناك تراكيز عالية جداً مازالت في الوجود (Klasmeier and McLachlan 1997). بالنسبة للمُنتجات الجلدية هناك صلة بين تراكيز خماسي كلور الفينول PCP وتراكيز الديوكسينات/الفيورانات على الأقل بشكل كفي. والمظاهر المتشابهة ونمط المتماثرات (congeners) تدل بشدة على أن مصدر التلوث بمركبات الديوكسين هو خماسي كلور الفينول.

ومن أجل وسيلة الأدوات هذه يُمكن في الوقت الحاضر تزويد مُعاملات الإنبعاث للمنتج النهائي فقط. لا يتوفر معطيات في التدفقات السائلة وفي النفايات. من المتوقع أن تكون الإنبعاثات إلى الهواء مهمة. الإطلاقات إلى المياه وفي البقايا قد تكون عالية .

الجدول 67: مُعاملات الإنبعاث لصناعة الجلود

مُعاملات الإنبعاث					التصنيف
ميكروغرام مُكافئ سُمّي/طن					
بقايا	مُنتج	أرض	مياه	هواء	
ND	1,000	NA	ND	NA	3. الحد الأعلى
ND	10	NA	ND	NA	4. الحد الأدنى

## 6.8. الفئة الأساسية 8 - المتفرقات (Miscellaneous)

تشمل هذه الفئة على ثماني عمليّات لا يُمكن تصنيفها في فئات المصدر الأساسية الأخرى. عُرضت الفئات الثانوية في الجدول 68.

يشمل هذا القسم أيضاً عمليّتين (تجفيف العلف الأخضر وبيوت التدخين)، التي يُمكن أن تُعتبر عمليّات احتراق، كاحتراق النفايات الخشبية - انظر القسم 6.1.6 أو التسخين المنزلي والطبخ القسم 6.3.4. ولقد جرى معالجتها هنا لأن تجفيف العلف الأخضر يُمكن أن يؤثر بشكل كبير على تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في المواد العلفية والغذاء وبالتالي تعرض البشر كما لوحظ مؤخراً في ألمانيا. وأيضاً بالرغم من أنه لم تدرس بشكل جيد، يُمكن أن تؤدي تدخين اللحم والسمك (smoking of meat and fish) إلى تراكيز أعلى من الديوكسينات/الفيورانات في المواد العلفية وبالتالي يكون لها تأثير مباشر على مستويات الديوكسينات/الفيورانات في جسم الإنسان.

الجدول 68: الفئات الثانوية للفئة الأساسية 8 - المتفرقات (Miscellaneous)

رقم	الفئات والفئات الثانوية	هواء	ماء	أرض	مُنتَج	بقايا
8	متفرقات (Miscellaneous)	X	X	X	X	X
a	تجفيف الكتلة الحيوية (العلف الأخضر، رقائق الخشب)	X			X	
b	محارق الجثث (Crematoria)	X				X
c	بيوت التدخين - Smoke Houses (تدخين اللحوم)	X			X	X
d	بقايا التنظيف الجاف		X		X	X
e	دخان التبغ	X				

الصلة بالمادة 5، المرفق ج من اتفاقية استوكهولم:

بالعودة إلى شروط المادة 5، يُمكن تصنيف المصادر في هذه الفئة كما يلي:

المرفق ج الجزء III فئات المصدر تتضمن:

فئة المصدر	القسم في وسيلة الأدوات
(ط) محارق الجثث (Crematoria)	2.8.6

### 6.8.1. تجفيف الكتلة الحيوية

يُمكن أن يجري تجفيف الكتلة الحيوية، كرقائق الخشب أو العلف الأخضر، إما في البراميل أو في العراء بدون احتواء. وبغياب بيانات مقاسة، فإنه سيجري تضمين لب جوز الهند المجفف والكتلة الحيوية المحلية الأخرى (غالباً ما تكون للتصدير) تحت الفئة ثانوية a.

وتحت شروط مضبوطة، يُمكن استخدام الوقود النظيف كالخشب أو في حادثة حصلت حديثاً في ألمانيا، تبين بأن الخشب الملوّث، الذي استخدم كوقود قد أدى إلى تراكيز مرتفعة من الديوكسين والفيوران في الوجبة الخضراء. ولقد جرى وضع ثلاثة فئات كما هو موضح في الجدول 69.

إن تجفيف العلف الأخضر باستخدام وقود رديء، كالخشب المُعالج والأنسجة المُستعملة والسجاد، ... الخ، قد يؤدي إلى تلوث المنتج. ويمكن أن يؤدي هذا إلى نقل تلوث الديوكسينات/الفيورانات إلى المواد العلفية وإلى سلسلة الغذاء البشري. ومن أمور الإدارة أن تزود الوقود المناسب في العملية للتأكد من عدم حدوث التلوث.

الجدول 69: مُعاملات الإنبعاث من أجل تجفيف الكتلة الحيوية\* بعد التجفيف.

مُعاملات الإنبعاث					التصنيف
ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن من المنتج*					
بقايا	مُنْتَج	أرض	ماء	هواء	
ND	0.1	ND	NA	0.007	1. خشب نظيف
ND	0.1	ND	NA	0.1	2. علف أخضر (Green fodder)
ND	0.5	ND	NA	10	3. كتلة حيوية معالجة بخماسي كلور الفينول PCP - أو كتلة حيوية معالجة

#### 1.1.8.6. الإطلاق إلى الهواء

تراوحت التراكيز المقیسة في الهواء من 0.005 نانو غرام مُكافئ سُمي/م<sup>3</sup> نظامي إلى 3.51 نانو غرام مُكافئ سُمي/م<sup>3</sup> نظامي وقيمة وسطية وقدرها 0.16 نانو غرام مُكافئ سُمي/م<sup>3</sup> نظامي (LUA 1997). ولقد لوحظت تراكيز مرتفعة جداً عندما استخدم الخشب المعالج بمادة PCP كوقود من أجل تجفيف العلف الأخضر.

#### 2.1.8.6. الإطلاق في المُنتجات

تقع التراكيز في المُنتجات كالخشب البكر (virgin wood) قرب حد الكشف أي حوالي 0.1 نانو غرام مُكافئ سُمي/كغ ومن أجل العلف، يُمكن استخدام التراكيز كما وُجِدَتْ في دراسات المراقبة الحيوية للأعشاب الويلزية. تراوحت التراكيز التي وُجِدَتْ في المنتج المجفف، عندما استخدم الخشب الملوث كوقود، بين 0.3 و0.8 نانو غرام مُكافئ سُمي/كغ من المادة الجافة. يجب تطبيق مُعامل إنبعاث وقدره 0.5 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن إذا كان الخشب المعالج بمادة PCP هو الوقود ومُعامل إنبعاث وقدره 0.1 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن إذا استخدم وقود نظيف.

#### 2.8.6. محارق الجثث (Crematoria)

تعدّ عملية حرق الجثث (الجثامين) ممارسة شائعة في الكثير من المُجتمعات وذلك لتحطيم الأجسام البشرية بالحرق. إن المكونات الأولية من أجل محرقة الجثث هي الكفن (أو الجثمان)، وحجرة الإحتراق الرئيسية وعندما يكون ذلك ممكناً، حجرة ما بعد الإحتراق. وفي بعض الحالات، يوجد فاصل غبار أو جهاز متطور لمعالجة الغاز. وأخيراً، تغادر الغازات من خلال المدخنة. يتم إشعال مُعظم الأفران باستخدام الغاز الطبيعي أو النفط الطبيعي، ويعمل بعضها على الكهرباء. تُنشئ عادة محارق الجثث ضمن المُدن وبالقرب من المناطق السكنية وطبيعياً تكون المداخل منخفضة نسبياً. تؤدي هاتان الحقيقتان إلى تأثيرات مباشرة نسبياً على البيئة والبشر.

يُمكن أن لا تحوي المنشآت نهائياً على أنظمة تنظيف لغاز المدخنة بينما تحوي المنشآت المتطورة حجيرات احتراق ثانوية للتأكد من احتراق جيد للغازات وربما تكون مزودة بأنظمة لإزالة الغبار (سيكلون، مرسبات كهرباء ساكنة). وتحوي محارق الجثث الحديثة على معدات للتحكم بتلوث الهواء (APC) متطورة مثل حقن المواد الدامصة أو استخدام حفازات لإزالة أو تحطيم الديوكسينات/الفيورانات. فباستخدام

التقانات الأخيرة، يُمكن تحقيق تراكيز إنبعاث وقدرها 0.1 نانوغرام مكافئ سُمي<sup>3</sup>/م<sup>3</sup> نظامي (الحد القانوني في ألمانيا 27<sup>th</sup> BImSchV). ويمكن أن تصل الإنبعاثات من محارق الجثث بدون أية ضبوطات لتلوث الهواء، حتى 50 نانوغرام مكافئ سُمي<sup>3</sup>/م<sup>3</sup> نظامي (O<sub>2</sub> % 11 @). و يُمكن أن تتراوح الاستطاعات بين 2 و70 جثة محرقة لكل يوم وبشكل وسطي. يحتاج حرق الجثة الواحدة حوالي 70 دقيقة. تتراوح حجوم غاز المدخنة من حوالي 2,000 م<sup>3</sup>/ساعة إلى 1,000 م<sup>3</sup>/ساعة. ولقد دُكرت تراكيز بين 1,000 و2,500 نانوغرام مكافئ سُمي<sup>3</sup> دولي/كغ لرماد فلتر ذي حلزون متعدد أو فلتر غبار (بيانات بلجيكية؛ LUA 1997). دُكرت بيانات هولندية أن 75 غرام من الرماد المتطاير ينتج عن كل عملية حرق جثمان بتركيز وقدره 35,000 نانوغرام مكافئ سُمي<sup>3</sup>/كغ.

قاس مشروع الاعتيان والتحليل في تايلاند، تراكيز غاز المدخنة و الرماد السفلي الناتج عن المحرقة، التي تتألف من حجيرة احتراق أولية مبطنة بأجر حراري مقاوم وحجيرة احتراق ثانوية مزودة بحراق بعدي. تم إشعال كلتا المحرقتين بوقود من نפט خفيف. وكانت المحرقة متبوعة بقناة غاز مبطنة بأجر حراري مقاوم وتنطلق الغازات من خلال قناة مجرى للغازات مصنوعة من الأجر وموجودة تحت سطح الأرض ومتصلة بمدخنة مبطنة بالأجر تبعد 15 م عن الفرن (UNEP 2001, Fiedler et al. 2002).

الجدول 70: مُعاملات الإنبعاث من أجل محارق الجثث

مُعاملات الإنبعاث					التصنيف
ميكروغرام مكافئ سُمي لكل جثة محروقة					
بقايا	مُنْتَج	أرض	ماء	هواء	
ND	NA	NA	NA	90	1. بدون تحكم
2.5	NA	NA	NA	10	2. تحكم متوسط
2.5	NA	NA	NA	0.4	3. تحكم أمثل

#### 1.2.8.6. الإطلاق إلى الهواء

يجب اختيار مُعاملات إنبعاث الفئة 1 إذا كانت شروط الإحتراق رديئة، كأن تكون درجات الحرارة أقل من 850 درجة مئوية، وتدقق هواء الإحتراق غير مضبوط... إلخ، إذا احترقت مواد بلاستيكية ومواد الزينة الأخرى مع الكفن، وأن يكون خشب الكفن قد عولج بمواد حافظة أو إذا لم يكن هناك نظام غسيل لغاز المدخنة. يجب تطبيق مُعاملات الفئة 2 إذا كانت شروط الإحتراق أفضل كأن تكون درجات الحرارة أعلى من 850 درجة مئوية وتدقق هواء الإحتراق مضبوط، ولا توجد أية مواد بلاستيكية أو مواد صعبة الإحتراق مع توفر بعض وسائل إزالة الغبار في المحرقة. يجب تطبيق مُعامل الإنبعاث الفئة 3 إذا كانت تقانة أنظمة التحكم بتلوث الهواء (APCS) تعمل.

سجل Kim و زملائه (Kim et al. 2003) إنبعاثات إلى الهواء بين 0.46 و 2.1 نانوغرام مكافئ سُمي<sup>3</sup>/م<sup>3</sup> من محرقة جثث في كوريا، و كان هذا التركيز يكافئ مُعامل إنبعاث قدره 8.4 غرام مكافئ سُمي<sup>3</sup>/الجثة المحترقة.

تراوحت تراكيز الديوكسينات/الفيورانات عند المدخنة من محرقة جثث في تايلاند بين 10.5 و28.6 نانوغرام مكافئ سُمي<sup>3</sup>/م<sup>3</sup> وبقيمة وسطية 17.6 نانوغرام مكافئ سُمي<sup>3</sup>/م<sup>3</sup> (O<sub>2</sub> % 11 @). يُمكن أن تعطي هذه التراكيز مُعامل إنبعاث وقدره 18 ميكروغرام مكافئ سُمي<sup>3</sup>/جثة محروقة. وبما أن محرقة الجثث هذه احتوت على حراق بعدي، فإنه يُمكن تصنيفها ضمن الفئة 2 بمُعامل إنبعاث وقدره 10 ميكروغرام مكافئ سُمي<sup>3</sup>/جثة محروقة وبالتالي تقع ضمن مجال الإنبعاث المقدر. ولقد كان مُعامل الإنبعاث المقيس أعلى بعض الشيء من المتوقع وفسر ذلك حقيقة بأن للمحرقة قناة طويلة للغاز تحت الأرض التي تؤدي إلى إعادة جمع الديوكسينات/الفيورانات في درجات حرارة نافذة "إعادة التشكيل الحراري" لمركبات

الديوكسين والفيوران وبالتالي ازدياد تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في غاز المدخنة ( UNEP 2001, Fiedler et al. 2002).

### 6.2.8.2. الإطلاق إلى الماء

بشكل نظامي، لا تستخدم غاسلات الغاز الرطبة والتخميد المائي في المحرقة وبالتالي لن يكون هناك أية إطلاقات إلى المياه. إذا استخدمت غاسلات الغاز الرطبة، تُصرف مياه الصرف في نظام المجرور المحلي أو تصرف بدون أي جمع. أظهرت الأمثلة من أوروبا، وبشكل شائع وباستخدام أنظمة التحكم بتلوث الهواء APC الخالية من مياه الصرف حيث تبخر هذه المياه داخلياً.

### 6.2.8.3. الإطلاق إلى الأرض

لا يوجد أية إطلاقات إلى الأرض.

### 6.2.8.4. الإطلاق في المنتجات

لا يوجد أية منتجات متشكلة.

### 6.2.8.5. الإطلاق في البقايا

تؤدي شروط الإحترق الرديئة إلى حرق رديء للكربون العضوي وإلى تراكيز مرتفعة في الرماد المتطاير وفي رماد الفرن. بلغت تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في الرماد السفلي المتجمع في قعر المحرقة في تايلاند، 44 و48 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ من رماد القاع ( UNEP 2001, Fiedler et al. 2002). على أية حال، تتوفر بيانات غير كافية لوضع مُعاملٍ إنبعاث.

### 6.8.3. بيوت التدخين (تدخين اللحوم)

تعتبر معالجة الطعام بالدخان من أجل حفظ اللحم والأسماك ممارسة شائعة في كثير من البلدان. وكما هو معروف فإن أماكن معالجة الطعام بالدخان هي منشآت صغيرة نسبياً، فإنه يُمكن أن لا تكون شروط الإحترق نموذجية ومن الوقود - الخشب في معظم الحالات - سيكون هناك احتمال تشكّل للديوكسينات.

الجدول 71: مُعاملات الإنبعاث من أجل بيوت التدخين (smoke houses)

مُعاملات الإنبعاث					التصنيف
البقايا نانوغرام مكافئ سُمي/طن من البقايا	المنتج نانوغرام مكافئ سُمي/كغ	الأرض	الماء	الهواء ميكروغرام/طن	
2,000	ND	NA	NA	50	1. خشب مُعالج مُستخدم كوقود
20	ND	NA	NA	6	2. وقود نظيف، من دون حراق بعدي
20	ND	NA	NA	0.6	3. وقود نظيف، مع حراق بعدي

**1.3.8.6. الإطلاق إلى الهواء**

نُشرت تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في الغازات المنبعثة من بيوت التدخين (تدخين اللحوم) في ألمانيا (LAI 1993). يُمكن أن تُصدر حجيرة تقليدية للمعالجة كمية من الدخان حوالي 300 م<sup>3</sup>/ساعة و يُمكن أن يُنتج حوالي 50 كغ من المُنتج في الساعة. سيكون حجم غاز المدخنة حوالي 6,000 م<sup>3</sup>/طن من المنتج. وباستخدام بيانات مقاسة وقدرها 1.02 نانوغرام مُكافئ سُمي<sup>3</sup>/م<sup>3</sup> من أجل بيوت تدخين بدون حرق بعدي و 0.1 نانوغرام مُكافئ سُمي<sup>3</sup>/م<sup>3</sup> من أجل بيوت تدخين مزودة بحرق بعدي ، جرى وضع مُعاملات إنبعاث الفئة 2 والفئة 3. يجب تطبيق مُعاملات إنبعاث الفئة رقم 1 إذا استخدم الخشب المُعالج كوقود. وكما يجب استخدام مُعامل إنبعاث الفئة 2 إذا استخدم خشب نظيف كوقود.

**2.3.8.6. الإطلاق إلى الماء**

عادة، لا تستخدم غاسلات الغاز الرطبة في بيوت التدخين (تدخين اللحوم) وبالتالي لا يحدث إطلاق إلى المياه.

**3.3.8.6. الإطلاق إلى الأرض**

لا يوجد أية إطلاقات إلى الأرض.

**4.3.8.6. الإطلاق في المُنتجات**

توجد هناك قياسات نظامية على اللحم والسمك المُدخن. لوحظت زيادة في تركيز الديوكسين في المواد الغذائية في بعض القياسات. على أية حال، التراكيز في المواد الغذائية يتم تحديدها بأصل المادة الغذائية (مع ملاحظة تراكيز مرتفعة في لحم البقر والغنم وتراكيز منخفضة في لحم الخنزير، وتراكيز متفاوتة جداً وأخيراً تراكيز مرتفعة جداً في الأسماك).

**5.3.8.6. الإطلاق في البقايا**

إن مُعاملات الإنبعاث هي نفسها كتلك المُستخدمة من أجل احتراق الخشب (أنظر الجدول 38).

**4.8.6. التنظيف الجاف (Dry Cleaning)**

تم الكشف عن الديوكسينات/الفيورانات في بقايا التقطير من التنظيف الجاف (تنظيف الأنسجة بالمذيبات – وليس غسلها بالماء). يأتي تلوث الأنسجة بمركبات الديوكسين والفيوران من استخدام خماسي كلور الفينول PCP كمعالج حيوي لحماية الأنسجة و المواد الخام، و القطن والصوف الخ، أو من الأصبغة، اعتبر مصدراً للتلوث. عملية التنظيف الجاف نفسها لا تشكل أية مُركبات للديوكسين والفيوران، ولكن من خلال عملية التنظيف الجاف باستخدام المذيبات، تُستخلص الديوكسينات/الفيورانات من الأنسجة وتنتقل إلى المذيب. يقطر المذيب لاسترجاعه وإعادة استخدامه وبالتالي تتركز مُركبات الديوكسين في بقايا عملية التقطير التي عادة ما يجري التخلص منها. أظهرت البحوث المفصلة بأن تراكيز الديوكسين والفيوران في بقايا عملية التقطير لا تعتمد على المذيب الموجود في عملية التنظيف الجاف، وبالتالي، فتأثير المذيب المُستخدم مهم، ومن المذيبات المُستخدمة في عملية التنظيف perchloroethylene والبتترول أو مركبات فلور الكربون fluorocarbons.

الجدول 72: مُعامِلات الإنبعاث من أجل بقايا التنظيف الجاف (dry cleaning residues).

مُعامِلات الإنبعاث					التصنيف
ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن من أجل بقايا التقطير					
بقايا	مُنْتَج	أرض	مياه	هواء	
3,000	ND	ND	NA	NA	1. أنسجة ثقيلة ، معالجة بخماسي كلور الفينول PCP
50	ND	ND	NA	NA	2. أنسجة عادية

#### 1.4.8.6. الإطلاق إلى الماء

لا يتوقع وجود أي إطلاق إلى الماء.

#### 2.4.8.6. الإطلاق إلى الأرض

لا يتوقع وجود أي إطلاق إلى الأرض.

#### 3.4.8.6. الإطلاق في المُنْتَجَات

لا توجد هناك أية مُنْتَجَات (الاهتمام هو فقط ببقايا التقطير).

#### 4.4.8.6. الإطلاق في البقايا

يجب تطبيق مُعامِل إنبعاث الصنف 1 إذا جرى تنظيف الأنسجة عالية التلوث في العملية، كالسجاد أو الستائر الثقيلة و المتوقع أن تكون قد عولجت بخماسي كلور الفينول-PCP (يُمكن أن يكون بلد المنشأ مؤشراً) أو ألبسة من عمال في بيئات ملوثة بالديوكسين. ويجب تطبيق مُعامِل إنبعاث الصنف 2 إذا تم تنظيف الألبسة في النظام . يجب لحظ مُعالجة البقايا.

#### 5.8.6. دخان التبغ

وكأي عملية حرارية أخرى، فإن احتراق السجائر والسيجار تؤدي إلى تُشكّل الديوكسينات/الفيورانات. أعطت التحريات حول عشرة أصناف دخان الأكثر استهلاكاً في ألمانيا، انبعاثات وقدرها 0.1 بيكوغرام مكافئ سُمِّي/سيجارة. لا توجد هناك أية نتائج عن السيجار. ذكرت فقط الاطلاقات إلى الهواء، وستكون الاطلاقات الأخرى غير هامة.

الجدول 73: مُعامِلات الإنبعاث من أجل دخان التبغ.

مُعامِلات الإنبعاث					التصنيف
(بيكوغرام مكافئ سُمِّي/سيجار أو سيجارة)					
بقايا	مُنْتَج	أرض	ماء	هواء	
NA	NA	NA	NA	0.3	1. سيجار
NA	NA	NA	NA	0.1	2. سيجارة

**1.5.8.6. الإطلاق إلى الهواء**

تفسر مُعاملات الإنبعاث نفسها بنفسها. أُشتق مُعاملُ الإنبعاث من أجل السيجار من الكمية الأكبر من التبغ التي تُدخن. يُمكن أن يحوي السيجار من 2 إلى 20 مرة من التبغ بالمقارنة مع السجائر.

**2.5.8.6. الإطلاق إلى الماء**

لا ينطبق.

**3.5.8.6. الإطلاق إلى الأرض**

لا ينطبق.

**4.5.8.6. الإطلاق في المنتج**

لا يوجد أية مُنتجات متشكلة

**5.5.8.6. الإطلاق في البقايا**

ليس لها علاقة بالموضوع.

## 6.9. الفئة الأساسية 9 – إطراح/طمر النفايات (Disposal/Landfill)

يُمكن أن ينجم عن الطريقة المُستخدَمة في تداول وإطراح النفايات تأثيرات شديدة على تَشكُّل وإطلاق الديوكسينات/الفيورانات. ولقد جرى شرح العديد من العمليات في الفقرات السابقة والتي اهتمت بالبقايا الحاوية على الديوكسينات/الفيورانات. إن مصير هذه النفايات كالاختواء في مطامر آمنة، و التحطيم (إزالة التلوث حرارياً أو كيميائياً) أو الإطلاق في البيئة كرمي السوائل العادمة ببساطة في الأنهار والبحيرات أو المحيطات، قد تؤدي إلى إطلاق هذه الملوثات تتراوح بين إطلاقات مهمة إلى إطلاقات كبيرة. لا بد من تسجيل أية ممارسات إطراح للبقايا الحاوية على مُركبات الديوكسين. وفي الحالات الحادة يُمكن أن يؤدي التعامل مع البقايا إلى تعرض مرتفع لمركبات الديوكسين والفيوران. ومن الأمثلة الحديثة، حادثة الدجاج البلجيكي حيث جرى أن حجم صغير من زيت مستعمل من ثنائيات الفينيل متعددة الكلورة PCB (ملوث بمركبات الفيوران) قد تم إعادة تدويره إلى دسم استُخدمت من قِبَل صناعة الأعلاف، أو استخدم الكلس الملوث في إنتاج الأعلاف الحيوانية (EU SCAN 2000).

يتعرض القسم الحالي لبعض خيارات الاطراح غير الحرق وإعادة التدوير الحرارية. إن سبب وجود مُركبات الديوكسين والفيوران هو تَشكُّل هذه المركبات في العمليات الأخرى ولكن سيتركز التلوث أو ينتشر وفقاً لاختيارات الإدارة المذكورة في الجدول 74. لقد جرى في فقرات سابقة - خاصة في القسم 6.7 - التعرض إلى أمثلة عن المُنتجات الملوثة بمركبات الديوكسين والفيوران. إن تواجد الديوكسينات/الفيورانات في بيئة الإنسان العامة كسلع المُستهلك وفي البقايا بما فيها غبار المنازل، مؤدية إلى النفايات المنزلية "الطبيعية" تحوي الديوكسينات/الفيورانات. توجد هناك بيانات قليلة متوفرة حول تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في النفايات البلدية الصلبة. تتراوح الأرقام من تراكيز منخفضة نسبياً حوالي بعض النانوغرامات مُكافئ سُمي/كغ إلى تراكيز أعلى من 100 نانوغرام مُكافئ سُمي/كغ مع وجود قمم من تراكيز أعلى بعدة مراتب (وخاصة عندما تتواجد أجزاء الغبار). ففي ألمانيا، قَدَّر وسطي التركيز بـ 50 نانوغرام مُكافئ سُمي/كغ في أوائل التسعينيات بينما في المملكة المتحدة تم قياس التركيز الوسطي في منتصف التسعينيات فوصل إلى 50 نانوغرام مُكافئ سُمي. ونظراً لتغير تركيب النفاية بشكل كبير من بلد إلى آخر وخلال العام (مع كميات كبيرة من المواد الخضراء خلال فترة الصيف) وتغيرات المُنتجات والانبعاثات، فلا بد من الأخذ بعين الاعتبار التغيرات مع الزمن. ستحدث نزعة الزمن إذا غيرت خطط إدارة النفاية، كإنشاء نظام إعادة تدوير من أجل الورق المستعمل والكرتون (كالجرائد وورق المكاتب وورق التغليف)، أو من أجل الزجاج والعلب وغيرها، أو رفع الخليط لإزالة هذه الأجزاء من النفاية التي ستطمر أو ترمى في مقلب النفايات. ومن جهة أخرى، يُمكن أن يزيد النمو الاقتصادي من كمية المواد البلاستيكية من كافة الأنواع وسيتم طرح المواد المركبة بعد نهاية مرحلة استخدامها. وأخيراً من الصعب جداً أو من المستحيل تقريباً أخذ عينة نفايات ممثلة وتحديد تركيز الديوكسينات/الفيورانات فيها.

الجدول 74: الفئات الثانوية للفئة الأساسية 9- طرح النفايات

الرقم	الفئات والفئات الثانوية	الهواء	الماء	الأرض	المنتج	البقايا
9	الطرح (Disposal)		X	X	X	
a	المطامر ومقالب النفايات		x			
b	مياه الصرف الصحي/معالجة مياه الصرف	(x)	x	x	x	x
c	الطرح إلى مصدر مائي مفتوح		x			
d	سماد الكمبوست (composting)			x	x	
e	مُعالجة نفايات الزيوت (طرائق لا حرارية)	x	x	x	x	x

الصلة بالمادة 5، المرفق (ج) من اتفاقية ستوكهولم

بالعودة إلى شروط المادة 5، يُمكن تصنيف المصادر في هذه الفئة كما يلي:

المرفق (ج)، الجزء III فئات المصدر تتضمن:

القسم في وسيلة الأدوات	فئة المصدر
4.9.6	(م) مصافي نفايات الزيوت

### 6.9.1. مطامر و مكبات النفايات (Landfills and Waste Dumps)

من أجل غايات وسيلة الأدوات هذه ، فإن المطامر أو مكبات النفايات هي الأماكن حيث يجري فيها التخلص من النفايات إما بطمرها في الأرض أو تكويمها على سطح الأرض. و بالتالي، فالمطمر (landfill) هو موقع هندسي مضبوط لتخزين النفايات من حيث مُدخلات و أنواع النفايات، مكان توضع أنماط مختلفة من النفايات وإدارتها (جمع الغاز والماء، الخ). بينما المكب (dump) فهو ردم النفايات بشكل غير منظم و عادة يحتوي المكب على نفايات مخلوطة ترمى من دون أية وسائل لمنع التلوث.

تجري عملية تحلل المواد العضوية في المطمر وفي المكب والتي تؤدي إلى تشكّل الغازات (الميثان كمكون رئيسي). ويؤدي مرور الماء من خلال النفاية إلى عصارة أو رشاحة (leachate). وعندما لا يوجد أنظمة جمع فإن غازات المطمر و الرشاحة ستتسرب من المطمر على شكل غير مضبوط. حتى الآن ، لم يُمكن تحديد ديوكسينات/فيورانات في غازات المطامر ، و هكذا فإن معامل الانبعاث إلى الهواء قد تم وضعه في الجدول 75 على NA (لاينطبق - Not applicable) .

إن الحالات التي يجري فيها حرق غازات المطامر هي غير مُضمنة في هذا القسم 6.9.1 . يُفَرّق كتيب وسيلة الأدوات بين حالتين من احتراق غاز المطامر (أي غاز الميثان المتولد عن التفكك الحيوي للنفايات): (1) يتم تجميع غاز المطامر ويُحرق في شعلة أو محرك أو أي وسيلة أخرى ؛ و في هذه الحالة يقع حرق غاز المطمر تحت قطاع إنتاج الطاقة ضمن الفئة الثانوية 6.3.3. ومن أجل الغرض من وسيلة الأدوات لا يعتبر مهماً إن استخدمت الطاقة أم لا. (2) في الحالة الثانية ، فيشتعل غاز المطامر ذاتياً (أو نتيجة حادث عارض) ، حيث تمسك النار في جسم النفايات و يحترق المكب . هذه الحالة من الإطلاقات قد تم التعرض لها في فئة المصادر الأساسية 6 - عمليات الحرق المكشوف في العراء في القسم 2.6.6 . ضمن هذا السياق، فليس من المهم أن يكون الحريق قد بدأ من ذاته (الإشتعال الذاتي لغاز الميثان) (= الاحتراق الآني لموقع مكب النفايات) أو أن المطمر قد تم إحراقه بشكل مُتعمد وذلك بهدف تأمين مساحة إضافية لنفايات جديدة واردة. إن فترة حرق النفاية وكمية النفاية المحترقة ستحدد مستوى الانبعاثات.

الجدول 75: مُعاملات الانبعاث من أجل المطامر و مكبات النفايات

مُعاملات الانبعاث					التصنيف
بيكوغرام مكافئ سُمّي/ل من اطلاق المياه و الرشاحة ميكروغرام مكافئ سُمّي/طن من البقايا					
بقايا	مُنْتَج	أرض	ماء	هواء	
50	NA	NA	200	NA	1. النفايات الخطرة
6	NA	NA	30	NA	2. النفايات غير الخطرة

### 1.1.9.6. الإطلاق إلى الهواء

بشكل وسطي، يُولد 1 طن من نفايات البلدية الطبيعية في مطمر قرابة 150 م<sup>3</sup> من غاز المطامر (النفايات الأوروبية) خلال فترة من 10-20 سنة (أو حتى لفترة أطول). ويحدث الإنتاج الأعظمي للغاز في السنوات الأولى من طمر النفايات. لم تعطي قياسات غاز المطمر أية تراكيز قابلة للقياس من الديوكسينات/الفيورانات. وبعد الإحترق في الشعلة وفي مُحركَات تعمل على الغاز جرى الكشف عن تراكيز الديوكسينات/الفيورانات (انظر الفصل 3.3.6). لم يكشف عن وجود أي من الديوكسينات/الفيورانات في غاز المطامر الأم (أي قبل حرقه). لا يتوقع وجود إنبعاثات إلى الهواء قابلة للقياس من هذا النشاط.

### 2.1.9.6. الإطلاق إلى المياه

يُمكن أن تحوي الرشاحة أو العصارة المائية (leachate or seepage) الناتجة عن مطامر و مكبات النفايات على الديوكسينات/الفيورانات. تتوفر معطيات محدودة عن تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في الرشاحة ومن المحتمل أن تتركز الديوكسينات/الفيورانات في الطور الزيتي من الرشاحة (يُمكن أن يتواجد الطور الزيتي إما فوق أو تحت الطور المائي). وبالتالي، لا يعطي تحليل الطور السائل للرشاحة المائية أي مؤشر عن وجود الديوكسينات/الفيورانات ولا حتى في المياه الناجمة عن مطامر النفايات البلدية أو من النفايات المخلوطة أو من النفايات الخطرة .

تراوحت معطيات من خمسة مطامر في نيوزيلندا بين 7.5 إلى 221 بيكوغرام مُكافئ سُمي دولي/ل. قسّمت قائمة الجرّد النيوزيلندي (NZ 2000) المجال إلى 14-48.3 بيكوغرام مُكافئ سُمي دولي /ل من أجل مطامر صغيرة إلى متوسطة الحجم و7.5-221 بيكوغرام مُكافئ سُمي دولي/ل من أجل المطامر الكبيرة. كانت التراكيز الأعلى من مطمرٍ يحتوي على أجزاء كبيرة من نفايات صناعية خطيرة.

ومن أجل وسيلة الأدوات، اقترحت فنتان: الصنف 1 تُمثلُ بمُعامل إنبعاث وقدره 200 بيكو غرام مُكافئ سُمي/ل من أجل المطامر التي تحتوي على نفايات خطيرة و30 بيكوغرام مُكافئ سُمي للصنف 2 الذي يمثل المطامر الحاوية على نفايات بلدية غير خطيرة.

### 3.1.9.6. الإطلاق إلى الأرض

يُمكن أن يحدث تلوث الأرض نتيجة التحكم الرديء للمطامر و المكبات.

### 4.1.9.6. الإطلاق في المُنتجات

لا يوجد مُنتج.

### 5.1.9.6. الإطلاق في البقايا

بشكل عام لا يوجد هنا أية بقايا منتجة. وتقوم الديوكسينات/الفيورانات الموجودة في المطمر مقام المستودع ومصدر محتمل في المستقبل. سيتم تحديد كمية الديوكسينات/الفيورانات الموجودة في مطامر أو مكبات النفايات بمستوى مصادر الديوكسين في البلد. ففي البلدان ذات النشاطات القليلة التي تُنتج مُركبات الديوكسين، يُمكن تطبيق مُعامل إنبعاث وقدره 6 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن من أجل طرح نفايات منزلية في المطامر بينما يجب تطبيق مُعامل إنبعاث وقدره 50 ميكروغرام مُكافئ سُمي/طن من أجل

نفايات منزلية لبلدان لديها مصادر مُرَكَّبات الديوكسين أو الفيوران. وفي هذه الفئة الثانوية، يُمكن فقط تحديد الحمولة التاريخية (أي تحديد الكميات منذ تاريخ بداية عمل المطمر و حتى تاريخ إغلاقه أو التاريخ الحالي).

## 6. 9. 2. مياه المجاري ومعالجة مياه المجاري

يشمل هذا القسم الإطلاقات السائلة التي تجمع في نظام مركزي. يُمكن أن يكون التصريف النهائي مع أو بدون مُعالجة لتلك المياه العادمة ومع أو بدون إنتاج لحمأة المجاري. أما التصريف المباشر إلى البيئة فقد تم العرض له في القسم 6. 9. 3

إن حمأة المجاري المذكورة هنا هي البقايا الصلبة الناجمة عن مُعالجة مياه الصرف الصحي (مياه المجاري). وعلى وجه الخصوص، مياه الصرف الصحي الناجمة عن الاستخدامات المنزلية والصحية للإنسان. تتضمن مياه الصرف الصحي النفايات البشرية (مياه المجاري)، مياه غسيل الأشخاص والألبسة وفي بعض الحالات، سيول مياه الأمطار والمياه العادمة الصناعية التي تطرح في المجرور. ونظراً لكون معظم التلوث الموجود في الحمأة ناجم عن العمليات الأخرى أو المُنتجات<sup>1</sup>، يُمكن أن تعتبر حمأة المجاري الملاذ الأخير لمركبات الديوكسين والفيوران المتشكلة والمنبعثة من قِبَل مصادر أخرى جرى شرحها سابقاً. على أية حال، يُمكن أن تُطلق عملية التعامل مع الحمأة الديوكسينات/الفيورانات. جرى دراسة التراكم في حمأة مياه المجاري في العديد من البلدان. وعلاوة على ذلك، تقوم بعض البلدان كألمانيا والنمسا حيث توجد معايير، بإجراء تحاليل روتينية لحمأة مياه المجاري من أجل الديوكسينات/الفيورانات. في هذا القسم، أخذ في الاعتبار فقط حمأة مياه المجاري المنزلية. وعُرضت الحمأة من العمليات الانتاجية كصناعة الورق و عجينة الورق في الفئات الثانوية الخاصة بها (على وجه الخصوص في القسم 6. 7. 1).

إن نظام معالجة مياه المجاري قد يكون له تشكيلات مختلفة تتراوح من نقل بسيط للتدفقات إلى مكان طمرها (أو ربما رميها في البحر) من دون معالجة، أو معالجة بسيطة لإزالة الأجسام الصلبة الكبيرة (عن طريق بُرك الترقيد أو المناخل الخشنة)، أو معالجة بيولوجية وترقيد. في بعض الحالات يُمكن تطبيق مراحل إضافية للمعالجة.

تُعتمد كمية مُرَكَّبات الديوكسين والفيوران التي تدخل نظام مياه المجاري أو أعمال المعالجة على مصادر مياه الصرف الصحي. يُمكن أن تحتوي أنظمة معالجة مياه المجاري أشكالاً مختلفة تتراوح من نقل بسيط للمياه العادمة إلى مطرح الإلقاء (وربما إلى البحر) بدون أية مُعالجة، وإزالة بسيطة للمواد الصلبة الكبيرة (بواسطة بحيرات ترقيد أو غربلة للمواد الخشنة) ومعالجة بيولوجية وترقيد. وفي بعض الحالات، يُمكن تطبيق مراحل إضافية للمعالجة. تعتمد كمية الديوكسينات/الفيورانات التي تدخل نظام مياه المجاري أو أعمال المعالجة على مصادر مياه الصرف الصحي. يُمكن أن تكون المُدخلات إلى مياه الصرف الصحي متغيرة بشكل كبير وبالتالي يكون من الصعب وضع أي تقدير. ويتوقع أن تكون أخفض التراكيز في المناطق غير الصناعية وفي البيئات المنعزلة وغير المأهولة. وفي مثل هذه الحالات، تكون تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في المسيلات المائية منخفضة (بدون ترسيب جوي). يتوقع وجود تراكيز منخفضة أيضاً في بلدان تتخذ ضبوطات صارمة على تصريف المياه العادمة الصناعية إلى المجاري و تحكيمات فعالة على خماسي كلور الفينول PCP وصناعة النسيج وعدم استخدام أوراق المراحيض المقصورة بالكور. يُمكن توقع وجود مستويات أعلى في المناطق المدنية التي تحتوي صناعات مختلفة واستخدام بضائع المُستهلك الحاوية على الديوكسين. أحياناً، يُمكن أن تسبب التصريفات المباشرة من المياه العادمة الصناعية (من أجل المرجع، انظر القسم 6. 7. 2) بدون أية مُعالجة، مستويات مرتفعة من

<sup>1</sup> نحن على دراية بأن تشكل الديوكسينات/الفيورانات من أصل حيوي في حمأة المجاري قد ذكرت من قِبَل بعض المؤلفين. على أية حال، تعتبر مساهمة هذا المصدر صغيرة جداً ولا يمكن تحديدها بشكل كمي على شكل معاملات إنبعاث. علاوة على ذلك، لم يؤخذ التفكك الحيوي لمركبات الديوكسين/الفيوران خلال عملية التخمر أيضاً. كما يمكن أيضاً أن تتشكل الديوكسينات/الفيورانات عندما يتم تجفيف الحمأة حرارياً.

## الديوكسينات/الفيورانات في حمأة مياه المجاري.

وباستخدام معالجة متقدمة كالمعالجة البيولوجية، حيث تُنتج الحمأة، تتركز معظم الديوكسينات/الفيورانات في الحمأة المُنتجة. تتأثر كمية الديوكسينات/الفيورانات في المياه العادمة على الأرجح، بكمية العوالق الصلبة (Suspended Solids) المتبقية في المياه العادمة.

جرى قياس تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في حمأة مياه المجاري منذ أواخر الثمانينات (1980s)، عندما وجد Hagenmaier متوسط التركيز كان 200 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ وزن جاف من 43 محطة معالجة حمأة مياه مجاري (Hagenmaier 1988). وفيما بعد، حلت 300 محطة وأعطت قيمة وسطية وقدرها 50-60 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ وزن جاف (Butzkamm-Erker and Mach 1990). كما وجد Rappe *et al* 1994 في 30 محطة سويسرية تراكيز تراوحت بين 6 و4100 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ وزن جاف بينما كانت أربع عينات فوق 1000 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ وزن جاف. وبشكل نموذجي، أظهرت التراكيز في حمأة مياه المجاري في البلدان الصناعية، أنها تتجه نحو الإنخفاض نتيجة التحكم الأفضل بالمصادر.

المصادر المُحتملة لمركبات الديوكسين والفيوران في حمأة مياه المجاري قد تتضمن تشكّلها الجرثومي، و مسيلات مياه الأمطار على سطح الأرض في المناطق الحضرية الملوثة (من جراء استخدامات المنتجات أو نتيجة ترسب انبعاثات سابقة إلى الهواء) ومياه الصرف المنزلي ومياه الصرف الصناعي وغيرها. على أية حال، أظهرت مجموعة من الدراسات بأنه قد تكون مياه الصرف المتشكلة بواسطة أعمال غسل الملابس والاستحمام، المصدر الرئيسي في الكثير، وإن لم تكن جميعها، من محطات معالجة مياه المجاري التي تخدم السكان القاطنين أصلاً (من أجل خلاصة، انظر US-EPA 2000 والمراجع المذكورة فيه).

تراوحت تراكيز الديوكسينات/الفيورانات في المياه العادمة بين 0.8 و 15 بيكوغرام مكافئ سُمي/ل. يُمكن أن تحوي بعض الأجزاء كالمياه العادمة من الغسّالات، تراكيز أعلى (17-25 بيكوغرام مكافئ سُمي/ل)، بينما غيرها كالمياه العادمة من الدُش أو مغاسل الحمامات كانت أخفض (2-6 بيكوغرام مكافئ سُمي/ل) (Horstmann and McLachlan 1995, Horstmann *et al.* 1993c).

## الجدول 76: مُعاملات الإنبعاث من أجل حمأة المجاري (sewage sludge)

(ملاحظة: أعطيت مُعاملات الإنبعاث بوحدة نانوغرام مكافئ سُمي/ل من المياه العادمة لمياه المجاري وبوحدة ميكروغرام مكافئ سُمي/طن وزن جاف من حمأة المجاري المتولدة)

مُعاملات الإنبعاث				التصنيف
مُنتج = بقايا ميكروغرام مكافئ سُمي/طن وزن جاف	أرض	مياه بيكوغرام مكافئ سُمي/دولي/ل	هواء	
1,000	NA	5 <sup>a</sup>	NA	1. مدخلات صناعية ومنزلية مختلطة (له صلة بالكور)
1,000	NA	0.5 <sup>b</sup>	NA	
100	NA	2 <sup>a</sup>	NA	2. بيئات مدنية
100	NA	0.5 <sup>b</sup>	NA	
10	NA	0.1	NA	3. بيئات منعزلة أو وجود تحكم (وجود أنظمة معالجة)

a: بدون إزالة الحمأة b: مع إزالة الحمأة

## 1.2.9.6. الإطلاق إلى الهواء

لا توجد أية صلة للإطلاقات إلى الهواء، غير تلك الإطلاقات الناجمة عن الإحتراق أو المعالجة الحرارية

الأخرى لحماية مياه المجاري.

#### 2.2.9.6. الإطلاق إلى المياه

إن التراكم في المياه العادمة من محطات معالجة مياه المجاري منخفضة بشكل طبيعي كما تؤدي عملية إزالة العوالق الصلبة (SS) تقريباً إلى إزالة كاملة لمركبات الديوكسين والفيوران و التي ترتبط بقوة بالكربون العضوي لدقائق الحمأة. يجب تطبيق مُعاملِ إنبعاث الأعلى (الصف 1) حيث لا يتولد حمأة (أي مثل عندما يتم صرف مياه المجاري مباشرة دون معالجة)، بينما يتم تطبيق مُعاملِ الإنبعاث الصف 2 عندما يتم إزالة الحمأة بالمعالجة.

#### 3.2.9.6. الإطلاق إلى الأرض

يُمكن تطبيق الحمأة الناتجة عن معالجة مياه المجاري على الأرض لتحسين نوعية التربة. إذا تم ذلك، فيجب استخدام التراكم في المنتجات.

#### 4.2.9.6. الإطلاق في المُنتجات

يُمكن اعتبار الحمأة هي المنتج حيث تُطبق على الأرض كمحسن للتربة. وفي هذه الحالات، سيعُدُّ إطلاقاً إلى الأرض (انظر في الأعلى). وغير ذلك، يُمكن طرح الحمأة كبقايا.

وهنا، حمأة المجاري هي المنتج وبالتالي لا يتولد بقايا. يجب تطبيق تركيز الصف 1 إذا جُمعت المياه العادمة المنزلية والمياه العادمة الصناعية التي من المُمكن أن تحوي مُركبات الديوكسينات والفيوران، في نظام المجاري أو المسيلات من الأسطح والأرض وما تحويه من حمولة عالية من العوالق الدقيقة والتي تدخل محطة معالجة مياه المجاري. معاملات الإنبعاث للصف 2 يجب أن تطبق على المناطق المدنية و الصناعية ، كما يجب تطبيق مُعاملِ إنبعاث الصف 3 من أجل المناطق المعزولة حيث لا يوجد مصدر للديوكسين في المنطقة المجاورة (Rappe et al, 1996). كما يجب تطبيق مُعاملِ إنبعاث الصف 3 في المناطق/البلدان حيث تطبق المعايير التي تمنع من دخول المياه العادمة الملوثة إلى شبكات المجاري (وهذا يفسر التراكم المنخفضة الموجودة في حمأة المدن الأوروبية الكبيرة).

#### 5.2.9.6. الإطلاق في البقايا

البقايا هي حمأة المجاري (من المُعالجات البيولوجية أو بُرك الترقيد) ويتم إزالة المواد الخشنة بفعل الجاذبية. لا تُنتج البقايا إذا لم تكن هناك أية مُعالجة. عندما تستخدم الحمأة على الأرض فيجب اعتبار ذلك كإطلاق إلى الأرض ، وإذا رميت الحمأة في البحر فلا بد من تسجيل ذلك.

حَسَبَ بلدٍ أسيوي إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات في الحمأة بافتراض تُشكّل الحمأة من محطات معالجة لمياه الصرف الصحي بمعدل 0.4% من الحمأة الخام في المياه العادمة. احتوت المياه العادمة بشكل نموذجي على 3% من المادة الجافة. وبناءً على درجة التصنيع ووجود الديوكسينات/الفيورانات في بضائع المُستهلك الملوثة ودخل المياه العادمة الملوثة في محطات المعالجة، يجب تطبيق إما مُعاملِ الإنبعاث الأخفض أو الأعلى (Asia Toolkit Workshop 2002).

### 6.9.3. الطرح إلى المياه المفتوحة (Open Water Dumping)

يُعدُّ الطرح إلى المياه المفتوحة ممارسة لإدارة النفايات أو مياه الصرف الصحي والنهائية الأخيرة للنشاطات المنزلية والصناعية الأخرى. في هذا القسم، اعتبرت فقط المياه العادمة والنفايات الأخرى التي تُصرف مباشرة في البيئة. وفي معظم الحالات، تحدث التصريفات في المياه المُستقبلة كالأنهار والبحيرات أو المحيطات.

وكما هو الحال في القسم السابق (6.9.2)، لا يتعرض القسم الحالي (6.9.3) إلى المياه العادمة الصناعية التي جرى تغطيتها تحت الصناعات الخاصة بها. وبالتالي، سيُطبق نفس التصنيف لمياه الصرف الصحي مؤدية إلى نفس كميات الديوكسينات/الفيورانات المنصرفة. الجدول 77 يبين معاملات الإنبعاث.

الجدول 77: معاملات الإنبعاث من أجل الطرح إلى المياه المفتوحة.

مُعاملات الإنبعاث					التصنيف
ميكروغرام مكافئ سُمِّي/م <sup>3</sup>					
بقايا	مُنْتَج	أرض	ماء	هواء	
NA	NA	NA	0.005	NA	1. بقايا صناعية ومنزلية مختلطة
NA	NA	NA	0.0002	NA	2. بيئات مدنية
NA	NA	NA	0.0001	NA	3. بيئات معزولة أو التحكم بالمُدخلات

#### 6.9.3.1. الإطلاق إلى الهواء

ليست لها صلة بالموضوع.

#### 6.9.3.2. الإطلاق إلى الماء

ليست لها صلة بالموضوع.

#### 6.9.3.3. الإطلاق إلى الأرض

ليست لها صلة بالموضوع.

#### 6.9.3.4. الإطلاق في المُنْتَجَات

ليست لها صلة بالموضوع ولا يوجد مُنْتَج.

#### 6.9.3.5. الإطلاق في البقايا

ليست لها صلة بالموضوع.

**6.9.4. التحويل إلى سماد (الكومبوست - Composting)**

يُعدُّ تحويل النفايات إلى سماد كومبوست (Composting) طريقة شائعة للتخلص من النفايات الناتجة عن نشاطات المطبخ والبستنة والمنتزه وصيانة المناطق الخاصة والعمامة والزراعة والأعمال الحراجية. وبشكل أساسي، يُمكن جعل أية مادة عضوية كسماد، وتلقى عملية التخلص هذه عموماً قبولاً على درجة عالية من قبَل العمامة. تؤدي عملية التحويل إلى سماد كومبوست في ضياع حوالي 50% على أساس الوزن من المادة المدخلة. أما وسطي محتوى الماء في خليط الكومبوست فهو 30%.

أظهرت البيانات من أوروبا بأن التلوث المرافق لمركبات الديوكسين والفيوران في سماد الكومبوست يُمكن أن يكون مرتفعاً إذا سُمد الجزء العضوي الكلي كاملاً. أما الأجزاء التي يُمكن أن تدخل في عملية التحويل إلى سماد الكومبوست والتي يُمكن أن تحوي تراكيز مرتفعة من الديوكسينات/الفيورانات مثل محتويات المكائس الكهربائية أو أي جسيمات دقيقة مثل غبار المنزل والتربة من الأرض الملوثة ببقايا الخضار والنباتات الأخرى والأوراق من ممشى الحدائق المرصوفة بحركة المرور حيث يستخدم البنزين المرصص والنباتات الخضراء من المقابر أو أي نفايات عضوية مُعالجة بالمبيدات، تؤدي هذه الممارسة إلى تلوث غير مقبول للمنتج النهائي وغير ملائم للاستخدام من أجل زراعة البساتين (الفلاحة). جرى كشف تراكيز حتى 100 نانوغرام مكافئ سُمي/كغ في سماد الكومبوست.

الجدول 78: مُعاملات الإنبعاث لعملية تحويل النفايات إلى سماد الكومبوست.

التصنيف	مُعاملات الإنبعاث		
	هواء	ماء	ميكروغرام مكافئ سُمي/طن وزن جاف مُنْتَج = بقايا أرض
1. كافة الأجزاء العضوية	NA	NA	100
2. نفايات المطبخ والحديقة	NA	NA	15
3. نفايات خضراء من بيئات غير متأثرة	NA	NA	5

**6.9.4.1. الإطلاق إلى الهواء**

إن الاطلاقات إلى الهواء منخفضة جداً (بضع نانوغرامات/م<sup>3</sup>) وليست لها صلة بالموضوع.

**6.9.4.2. الإطلاق إلى الماء**

تُنتج عملية التحويل إلى سماد كومبوست الماء، ولكن تكون التراكيز فيه منخفضة جداً. ويعاد تدوير الماء عموماً في خليط التسميد خلال العملية.

**6.9.4.3. الإطلاق إلى الأرض**

إن الاستخدام الاعتيادي لسماد الكومبوست هو تطبيقه على الأرض وبالتالي تُستخدم التراكيز في المنتج.

**6.9.4.4. الإطلاق في المُنتجات**

في حالة سماد الكومبوست فإنه يساوي البقايا. يجب تطبيق تركيز الصنف 1 عندما يتم تحويل كامل الجزء العضوي إلى سماد الكومبوست. وأخيراً، تشمل محتويات المكائس الكهربائية والرماد من المداخن أو المواقد

أو من الشواء/المشواة. ويجب استخدام مُعَامِلْ إنبعاث الصنف 2 إذا جرى تصنيع السماد الطبيعي من مخلفات المطبخ ومستنبتات الحديقة مع أوراق البَسْتَنَة أو إبر الصنوبر من المنتزهات وغيرها. يجب تطبيق مُعَامِلْ الإنبعاث الصنف 3 في الحالات عندما يتم تحويل بقايا النباتات والخضار التي لم تُعالج بالمبيدات الكلورية ولا تحوي الجسيمات الدقيقة إلى سماد الكمبوست.

### 6.9.5. معالجة نفايات الزيوت (طرائق لا حرارية)

قد يكون تقدير الإطلاقات من مُعالجة نفايات الزيوت في جرد الديوكسينات/الفيورانات، أمراً صعباً لعدة أسباب. السبب الأول هو أنه لا يوجد هناك تعريف واضح لـ "الزيت المُسْتخدَم" ("used" oil) أو زيت "النفاية" ("waste" oil). و من أجل الغرض من وسيلة الأدوات هذه ، فسيتم تعريف نفايات الزيوت (أو الزيوت المستعملة) على أنها أي زيت أساسه بترولي أو تصنيعي أو نباتي أو حيواني و الذي قد تم استخدامه و أصبح نفاية. يُمكن أن تتولد نفايات الزيوت من مصدرين كبيرين : نفايات الزيوت الصناعية و نفايات الزيوت النباتية و الحيوانية . ضمن نفايات الزيوت الصناعية ، يُمكن تحديد ثلاث تيارات رئيسية: زيوت صناعية (مثل : زيت الهيدروليك ، و زيوت التزليق في المحركات ، و زيوت القص أو القطع)؛ و الزيوت الناتجة عن الكراجات و ورشات العمل ؛ و زيوت المحولات الكهربائية .

لقد وجد أن نفايات الزيوت تكون ملوثة بمركبات ثنائي بنزو-بارا-الديوكسين متعددة الكلورة (PCDD) و مركبات ثنائي بنزو الفيوران متعددة الكلورة (PCDF) و ثنائيات الفينيل متعددة الكلورة (PCB). الزيوت الحاوية على PCB و الناتجة عن المحولات الكهربائية سيتم التعرض لها في الفئة الأساسية 10 (انظر القسم 6.10.6). في الوقت الحاضر لايتوفر أدلة على أن الديوكسينات/الفيورانات (PCDD/PCDF) أو ثنائيات الفينيل متعددة الكلورة (PCB) تتشكل من جديد في مصافي تكرير نفايات الزيوت . المعطيات المتوفرة تشير إلى أن الديوكسينات/الفيورانات و PCB المنطلقة عن مصافي تكرير نفايات الزيوت أو عن التعامل مع نفايات الزيوت و إدارة المنشآت هي من أصل صناعي عند الإنتاج المتعمد لزيوت المحولات الكهربائية PCB أو عند إنتاج كلوريات البنزن (chlorobenzenes) و التي هي موجودة في نفايات الزيوت نتيجة التلوث خلال عملية التصنيع (لهذه المواد: PCB و chlorobenzenes) أو أنها أصبحت ملوثة بالديوكسينات و الفيورانات خلال طور الاستعمال أو خلال عمليات إعادة التدوير ( SC 2004 BAT/BEP). لا يوجد معالجة موحدة للنفايات الزيتية . و طبقاً للمعلومات المتوفرة ، فتتضمن خيارات إدارة النفايات الزيتية : إعادة الإستعمال أو إعادة التنشيط ؛ التكسير الحراري ؛ أو الترميد أو الحرق كوقود (على سبيل المثال : في أفران الإسمنت و أفران الأجر و غيرها). بعض الزيوت - مع أو بدون تنقية مسبقة- يتم مزجها مع زيت الوقود الثقيل و تستخدم في المحركات (مثل السفن). يجب ملاحظة أنه أيضاً يتم ممارسة ردم نفايات الزيوت أو حرقها في العراء في بعض البلدان. بالتالي ، فنفايات الزيوت المتجمعة في البلدان سوف تنتهي في عمليات أخرى و حصة النفايات الزيتية يجب تضمينها في الأقسام المتعلقة بترميز النفايات (الأقسام 1.1.6 و 2.1.6) ، أو في استخدامها في محطات توليد الطاقة (القسم 1.3.6) ، أو في التدفئة المنزلي و الطهي (القسم 5.3.6)، أو في أفران الإسمنت (القسم 1.4.6) ، أو في أفران تصنيع الأجر و الطوب (القسم 3.4.6) ، أو في عمليات مزج الإسفلت (القسم 6.4.6) ، أو في النقل (القسم 4.5.6) .

إن إدارة الديوكسينات/الفيورانات أو الزيوت الملوثة بـ PCB يُمكن أن تسبب التعرض البشري للأشخاص الذين يقومون بجمع الزيوت أو بطريقة أخرى مُعالجة الزيوت. يُمكن أن تنتشر الإنبعاثات خلال التخزين و المعالجة. وكما يُمكن أن يحدث تلوث للبيئة من خلال انسكابات الزيت الملوث. يُمكن أن تحوي البقايا من عملية إعادة التدوير تراكيز مرتفعة من الديوكسينات/الفيورانات. ويؤدي التخلص غير الملائم إلى تلوث الأرض أو الماء. وأنه من المفترض أن تجري عملية تقييم خاص بالمواقع أو العملية.

إلى الآن، لم يعطى أي مُعَامِلْ إنبعاث فيما يتعلق بأي من قطاعات الإطلاق.

## 6.10. الفئة الأساسية 10 – النقاط الساخنة (Hot Spots)

هذا القسم 6.10 يعطي قائمة مؤشرات عن النشاطات التي قد يكون نتج عنها تلويث للتربة أو الرسوبيات بمركبات الديوكسين/الفيوران. إذا كان أحد النشاطات المُدرجة أدناه قد تم تنفيذه أو تجري ممارسته، فهناك احتمالية عالية أن يتم الكشف عن تلوث بمركبات الديوكسين/الفيوران. لا يمكن إعطاء أرقام كيفية ولكن في العديد من الحالات ، سوف تكون التراكيز أضخم بعدة مراتب من التراكيز التي يُمكن أن تتواجد في الخلفية الطبيعية (background concentrations). كل واحدة من النقاط الساخنة المُحتملة (potential hot-spots) تحتاج إلى تقييم خاص بالموقع بدءاً من تقييم تاريخي إذا كان النشاط المشكوك فيه قد حدث و تم في الماضي أو مازال يؤدي حالياً. ضمن هذا المفهوم، من الضروري الحصول على تقدير للمدى أو الدرجة التي تم فيها إنتاج أو استخدام للكيميائيات والمقياس الزمني لهذا النشاط (أشهر، سنين، عقود).

### 6.10.1. مواقع إنتاج المركبات العضوية الكلورية (Production Sites of Chlorinated Organics)

هناك احتمالية عالية لتلوث الأبنية والتربة في الوقت الحاضر أو في السابق من مواقع إنتاج المركبات العضوية الكلورية. من المتوقع أن تترافق أعلى تراكيز من الديوكسينات/الفيورانات مع إنتاج مركبات الفينول الكلورة ومشتقاتها. إذا كان قد حصل تصريف لمياه عادمة إلى مستقبلات مائية فإنه من المُمكن أن تكون الرسوبيات الموجودة تحت فوهة أنبوب التصريف ملوثة بمركبات الديوكسين/الفيوران. إذا تُركت المياه العادمة لترقد في برك ترقيد ، فإن الرسوبيات أو الحمأة المترسبة في أسفل هذه البرك يُمكن أن تحتوي على تراكيز عالية من الديوكسين/الفيوران .

### 6.10.2. مواقع إنتاج الكلور (Production Sites of Chlorine)

إن تصنيع الكلور باستخدام خلية الزئبق ومصاعد من الفحم تترك تلوّثات من الديوكسينات/الفيورانات في البقايا. فقد وُجِدَتْ تلوّثات في عينة حمأة وصلت حتى 4 ملغ مكافئ سُمّي/كغ من البقايا ، كما تراوح التركيز في عينات أخرى بين 0.15 و 23.1 ميكروغرام مكافئ سُمّي دولي/كغ ( She and Hagenmaier 1994). لقد تم استخدام مصاعد الفحم على الأغلب وحصرياً في عمليّات إنتاج الكلور قبل أن يجري استبدالها في السبعينات (1970s) بمصاعد معدنية. كانت مصاعد الفحم تتألف من أشكال متنوعة من دقائق الفحم الكوك الممزوج مع مادة رابطة من القطران. أثناء العملية يتحرر بعض الأوكسجين مع الكلور وهذا الأوكسجين يهاجم الفحم مشكلاً أول أوكسيد الكربون وثاني أوكسيد الكربون. إن تآكل الالكترود هذا كان السبب في استهلاك الفحم من المصعد بمعدل حوالي 2 كغ لكل طن من الكلور الناتج من كلور الصوديوم وحوالي 3-4 كغ لكل طن من الكلور الناتج من كلور البوتاسيوم. أما بقايا الفحم الناتجة عن المصعد المتآكل فكانت ملوثة بمركبات الديوكسين/الفيوران والتي تشكلت بشكل أساسي من التفاعل بين الكلور والقطران المُستخدَم كمادة رابطة والذي يحتوي على الفحوم الهيدروجينية متعددة الحلقات العطرية (Ullmann 1996) (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAH).

التربة سوف تكون من الأهداف الأولية إذا كان قد حصل رشح من الحاويات القريبة منها وفي النهاية الرسوبيات في الأنهر القريبة قد تكون تأثرت أيضاً. مؤشر قوي عن التلوّث بمركبات الديوكسين/الفيوران من هذا المصدر سيكون وجود تراكيز عالية من الزئبق في التربة والذي يعتبر مصدر قلق بحد ذاته. للأسف، لا يمكن وضع مُعامل ارتباط بين تراكيز الزئبق والديوكسين/الفيوران .

### 6.10.3. مواقع تركيب الفينولات الكلورة (Formulation Sites of Chlorinated Phenols)

هذه هي مواقع تم فيها تركيب الفينولات الكلورية على سبيل المثال إلى مبيدات زراعية أو تطبيقات أخرى. عادة، التلوث يُمكن أن يتواجد في الأبنية حيث كان يُخزن الفينولات الكلورية أو يجري تركيبها. بالتالي، هناك احتمال كبير لوجود تربة ملوثة.

### 6.10.4. مواقع تطبيق الفينولات الكلورة (Application Sites of Chlorinated Phenols)

و هي المواقع بما فيها الأراضي حيث تم تطبيق الكيماويات مثل المبيدات. وفقاً لنمط الاستخدام فإن مبيدات الأعشاب التي تحتوي على الديوكسين مثل 2,3,4-T, 2,4-D أو مبيدات أخرى (أنظر الأقسام 6.2.7.6 و 5.2.7.6 أو 3.2.7.6) قد تم استخدامها في الزراعة أو لأغراض حق العبور. وإضافة إلى الاستخدام المبين في القسم 6.10.5 فإن التلوث بمركب خماسي كلور الفينول (PCP) وأملاحه قد يكون حصل في حقول الأرز أو في الأراضي الزراعية حيث استخدمت أعمدة خشبية مُعالجة بخماسي كلور الفينول كسياج أو كأعمدة لخطوط الهاتف، أو غيرها.

### 6.10.5. مواقع تصنيع ومعالجة الأخشاب (Timber Manufacture and Treatment Sites)

معامل تصنيع ونشر الأخشاب هي غالباً مترافقة مع استخدام خماسي كلور الفينول PCP. الترب والرسوبيات يُمكن أن تكون ملوثة بمركبات الديوكسين/الفيوران كون هذه الصناعات تستعمل الكثير من الماء وعادة تكون متوضعة بالقرب من الأنهار. بما أن خماسي كلور الفينول (PCP) وملحه الصودي (PCP-Na) تمتلك انحلالية عالية في المياه ونصف عمرها أقصر من الديوكسينات/الفيورانات، فإن تركيزها في التربة أو الرسوبيات لايعطي أكثر من مؤشر عن التلوث بمركبات الديوكسين/الفيوران. لايمكن وضع علاقة ارتباط كمية بين تراكيز خماسي كلور الفينول ومركبات الديوكسين/الفيوران كون هذان الصنفان من المركبات يختلفان في سلوكهما الفيزيائي والكيميائي ويخضعان لمصير مختلف تحت الشروط البيئية.

### 6.10.6. المكثفات والمحولات الكهربائية المملوءة بزيوت ثنائي الفينيل متعددة الكلورة

كلما تم الكشف عن محول أو مكثف كهربائي يحتوي على زيوت ثنائي الفينيل متعددة الكلورة (PCBs)، فسيكون هناك موجود مُركبات الفيوران (PCDF) نظراً لأنه خلال عملية إنتاج زيوت ثنائي الفينيل متعددة الكلورة يحصل تلوث بمركبات الفيوران (كلورة مركب ثنائي الفينيل بغاز الكلور وبوجود حفاز). وبازدياد العمر وزمن التشغيل فإن تركيز مُركبات الفيوران في زيت المحولة سيزداد. طالما أن المحولات والمكثفات الحاوية على زيوت PCBs هي في حالة جيدة - دون تسريب الزيت- فلن يكون هنالك إطلاق لمركبات الفيوران (و PCBs) إلى البيئة. حالما يتم تحديد تسريبات، بالتالي فإن مُركبات الفيوران مع زيوت PCBs سوف تنطلق إلى البيئة المحيطة مثل التربة والسطوح والرسوبيات. يُمكن أن تخدم زيوت PCBs كمؤشر خاصة أن بعض المركبات عالية الكلورة من PCBs تظهر سلوك مشابه (خاصة الثباتية والحركية) في البيئة مثل مُركبات الفيوران PCDF المستبدلة في المواقع 2,3,7,8.

في هذا القسم ومن أجل غايات جرد الديوكسين/الفيوران، سيتم تقدير إطلاقات مُركبات الفيوران PCDF (كمكافيء سُمّي - as TEQ). يجب لحظ أنه مع حدوث إطلاقات إلى البيئة من المزيج التجاري من زيوت PCBs، فسيحدث أيضاً إطلاق لمركبات ثنائي الفينيل متعددة الكلورة الشبيهة بالديوكسين (dioxin-like PCB) ومركبات ثنائي الفينيل متعددة الكلورة غير الشبيهة بالديوكسين (non-dioxin-like PCB). على أية حال فإن المجموعتان الأخيرتان من الملوثات العضوية الثابتة في البيئة (POPs) غير مشمولة ضمن

المنظور الحالي لوسيلة الأدوات (أنظر الفصل 1 - المقدمة). و من أجل الحصول على معلومات إضافية عن مركبات ثنائي الفينيل متعددة الكلورة الشبيهة بالديوكسين (dioxin-like PCB) في المزارع التجارية لزيوت ثنائي الفينيل متعدد الكلورة PCBs، أنظر المرجع (Schmitz et al. 1996).

مُعاملات الإنبعاث لمُنْتَجَات ثنائي الفينيل متعدد الكلورة سوف يتم تجميعها تبعاً لمحتواها من الكلور وهي كما هو مبين في الجدول 79. من المعروف أنه تحت الإجهاد الحراري، ستتحول مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلورة (PCBs) إلى مركبات الفيوران (PCDF) وبالتالي، سيزداد المكافئ السمي (TEQ). لا يمكن وضع علاقة ارتباط لكن يُمكن افتراض أن الزيوت المستعملة من PCBs سوف تحتوي تراكم أعلى من زيوت PCBs الجديدة. بما أنه في الوقت الحاضر جميع مركبات PCBs المكتشفة في أي جهاز سوف تعتبر مركبات PCBs مستعملة، بالتالي فالتراكم المُعطاة في الجدول أدناه يجب اعتبارها الحدود الدنيا.

الجدول 79: مُعاملات الإنبعاث لثنائيات الفينيل متعددة الكلورة (Emission factors for PCB)

ثنائي الفينيل متعدد الكلورة جديد ميكروغرام مكافئ سُمي/طن New PCB (µg TEQ/t)	نوع ثنائيات الفينيل متعددة الكلورة (PCB Type)
15,000	منخفض الكلورة مثل: Clophen A30, Aroclor 1242
70,000	متوسط الكلورة مثل : Clophen A40, Aroclor 1248
300,000	متوسط الكلورة مثل : Clophen A50, Aroclor 1254
1,500,000	عالي الكلورة مثل: Clophen A60, Aroclor 1260

نظراً لوجود تنظيمات لمركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلورة موضع التطبيق في العديد من البلدان، فإنه يجب أن يتم جرد التجهيزات الحاوية على ثنائيات الفينيل متعددة الكلورة، على أية حال، وتُعامل كنفائيات خطيرة (للتخلص منها). مثل هذه النشاطات سوف تساعد لتحديد ثنائي الفينيل متعدد الكلورة (PCBs) من أجل برنامج جرد الديوكسين وأيضاً للتعرف على النقاط الساخنة المحتملة حيث قد تكون تسربت مركبات ثنائي الفينيل نتعدد الكلورة (PCBs) إلى البيئة.

#### 6.10.7. عَمَلِيَّات رَدْمُ النفايات/البقايا الناتجة عن النشاطات في الفئات 1-9

كلما تم التخلص من مُنْتَجَات أو بقايا تحتوي على الديوكسينات/الفيورانات، فهناك احتمال أن تتحرر هذه الملوثات إلى البيئة. إن عملية الرَدْمُ أو الطمر في الأرض بحد ذاتها تعتبر مثل المستودع أو الخزان لهذه المركبات. تعتبر الديوكسينات/الفيورانات نسبياً ساكنة في مواقع الرَدْمُ أو الطمر هذه طالما لا يوجد مياه راشحة قادرة على تحريك هذا التلوث من الديوكسينات/الفيورانات. وحالما يتم تحريرها فإن الديوكسينات/الفيورانات سوف تتركز في الطبقات الزيتية (الطور العضوي في مزيج من ماء/طور عضوي). ولأغراض تحليلية يجب تحليل الديوكسينات/الفيورانات في الطور العضوي فقط. جميع الخبرات والتجارب أظهرت أن الأطوار المائية احتوت على تراكيز غير قابلة للكشف من الديوكسينات/الفيورانات.

من المؤشرات الجيدة عن مكبات أو مطامر تحتوي على الديوكسينات/الفيورانات هي عندما يوجد سجل أن واحداً أو أكثر من النفايات التالية قد تم التخلص منها في موقع الطمر أو المكب:

- البقايا من عَمَلِيَّات الإنتاج الكيميائية خاصة الفينولات الكلورية.
- البقايا من عَمَلِيَّات الإحترق والترميد مثل الرماد المتطاير.

- التجهيزات الحاوية على زيوت ثنائي الفينيل متعدد الكلور PCB (مثل : المكثفات والمحولات الكهربائية أو استخدامات أخرى).
- الحمأة الناتجة عن معاملة عجينة الورق حيث تم استخدام غاز الكلور (الحر) في عمليّات القصر الكيميائي.
- صناعة الأخشاب حيث تم استخدام خماسي كلور الفينول (PCP) أو أي مُرَكَّبَات عطرية مُكلَّورة حافظة للأخشاب.

إضافة لذلك سيتم توليد نقاط ساخنة (hot-spots) عندما:

- تم حرق على الأرض لأسلاك نحاسية مغطاة بالبلاستيك.
- عندما حصل حرائق عرضية أو عن عمد لمطامر النفايات.

### 6. 10. 8. مواقع الحوادث ذات العلاقة

الحوادث مثل الحريق يُمكن أن تُنتج سخام وبقايا تحتوي تراكيز عالية من الديوكسينات/الفيورانات (أنظر أيضاً القسم 6. 6. 2). مثل هذه الحوادث تُنتج في الكثير من الأحيان عن الحرائق، مثل : حرائق المحولات الكهربائية الحاوية على ثنائي الفينيل متعدد الكلور PCB، حرائق المستودعات وغرف التخزين، المنازل (خاصة الخشب المعالج، البلاستيك، السجاد أو المواد المُستخدَم فيها المركبات البرومية المقاومة للهب). عادة سوف يتركز التلوث بمركبات الديوكسين/الفيوران في السخام الناتج عن الحريق. يجب جمع السخام والتخلص منه بشكل ملائم كنفائيات خطرة.

### 6. 10. 9. رفع الرسوبيات (Dredging of Sediments)

الرسوبيات في الموانئ البحرية أو الرسوبيات تحت مصب أنابيب الصرف الصناعي لأي من النشاطات الصناعية المُدرجة أعلاه قد تكون ملوثة بالديوكسينات/الفيورانات. في الكثير من الأحيان و من أجل الحفاظ على عمق مُعين من قعر الميناء لدخول السفن فيجب دوماً رفع قسم من الرسوبيات والطيني من قعر الميناء إلى سطح الأرض. هذا النشاط أو العملية تعمل فقط على إزالة التلوث بمركبات الديوكسين/الفيوران من موقعها الحالي ومن البيئة المائية ولكنها في النهاية لاتفعل أكثر من نقل نفس مستوى التلوث إلى موقع آخر مع إمكانية طريق جديد للتعرض (← تربة زراعية أو سكنية). بالتالي، الحيطة مطلوبة للإقرار في الطريقة الأفضل للتعامل مع الرسوبيات الملوثة من أجل التقليل من حُطورة التعرض نتيجة الإهمال أو عن غير قصد.

### 6. 10. 10. مواقع غضار الخزف أو الكاولين (Kaolinitic or Ball Clay Sites)

في الأعوام الحديثة، هناك عدد متزايد من الملاحظات التي تشير إلى أن الديوكسينات/الفيورانات ربما كانت موجودة في البيئة لفترة أطول بكثير من بداية صناعة الكلور، وأنه ربما – في الحقيقة – قد تشكلت من نشاطات غير صناعية (non-anthropogenic). وُجِدَتْ تراكيز عالية بشكل أساسي من مُرَكَّبَات الديوكسين في غضار الخزف المستخرج في الولايات المتحدة الأمريكية وغضار الكاولين من ألمانيا وعينات من التربة العميقة في بريطانيا وفي عينات رسوبيات بحرية مؤرخة من كوينزلاند/أستراليا وفي عينات رسوبيات من نهر الميسيسيبي/أمريكا. وكان نموذجياً في جميع العينات الغياب الكلي لمركبات الفيوران وتقريباً التوزيع المماثل تقريباً للمماكبات/للمتماثرات لمركبات الديوكسين في جميع هذه العينات الجيوغرافية. جميع الدراسات تعطي مؤشراً قوياً إلى أن الديوكسينات/الفيورانات كانت قد تشكلت بعملية طبيعية. هذه الملاحظات يجب أن تقود إلى تحريات مكثفة لتقييم كم هي منتشرة هذه الظاهرة من التشكل

الطبيعي لمركبات الديوكسين/الفيوران وإلى التحري عن آلية التشكل المسؤولة عن هذه الملاحظات. في الوقت الحاضر لا يوجد مؤشرات للتعرف على مثل هذه المواقع. أي نتائج من هذا النوع يجب لحظها وتدوينها في الجرد.

**REFERENCES****.7 المراجع**

- Annema J.A., J.E.M. Beurskens, and C.W.M. Bodar (1995): Evaluation of PCB Fluxes in the Environment, RIVM, Bilthoven, The Netherlands
- Beard A., K.P. Naikwadi, and F.W. Karasek (1993): Formation of Polychlorinated Dibenzofurans by Chlorination and *de novo* Reaction with FeCl<sub>3</sub> in Petroleum Refining Industry. Environ. Sci. Technol. **27**, 1505-1512
- Béguier S. (2004): Personal communication to H. Fiedler; CITEPA, Paris, France
- BImSchV (1990): 17. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes vom 23.1.1990 (Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe - 17. BImSchV). Bundesgesetzblatt Teil I, Jahrgang 1990, 2832. (Ordinance for waste incinerators, Germany)
- BImSchV (1997): 27. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Anlagen zur Feuerbestattung - 27. BImSchV) vom 19. März 1997. BGBl. I, S. 545. (Ordinance for crematoria)
- Blanco A., C. Negro, C. Monte, E. Fuente, and J. Tijero (2004): The Challenges of Sustainable Papermaking. Environ. Sci. Technol. **38**, 414A-420A
- Bramley M. (1998): Dioxins and Hexachlorobenzene Releases from Magnesium Production in North America: Lessons from Noranda's Magnola Project in Asbestos, Quebec. Greenpeace, Canada
- BREF (2001a): Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industries. December 2001. European Commission, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Seville, Spain
- BREF (2001b): Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) - Reference Document on Best Available Techniques in the Cement and Lime Manufacturing Industries. December 2001. European Commission, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Seville, Spain
- BREF (2001c): Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques in the Chlor-Alkali Manufacturing Industry. December 2001. European Commission, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Seville, Spain
- BREF (2000a): Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) – Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry. July 2000. European Commission, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Seville, Spain

BREF (2000b): Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) – Reference Document on Best Available Techniques for Mineral Oil and Gas Refineries. Draft dated February 2000. European Commission, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Seville, Spain

BREF (2000c): Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) – Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel. March 2000. European Commission, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Seville, Spain

Bremmer H.J., L.M. Troost, G. Kuipers, J. de Konig, and A.A. Sein (1994): Emissions of Dioxins in the Netherlands, RIVM/TNO, The Netherlands

Bröker G., P. Bruckmann, and H. Gliwa (1999): Study of Dioxin Sources in North Rhine-Westphalia. *Chemosphere* **38**, 1913-1924

BSE (2002): personal communication by Dr. J. Apfel, Badische Stahlwerke Engineering GmbH, Kehl, Germany

Buckley-Golder D., P. Coleman, M. Davies, K. King, A. Petersen, J. Watterson, M. Woodfield, H. Fiedler, and A. Hanberg (1999): Compilation of EU Dioxin Exposure and Health Data. Report produced for European Commission DG Environment and UK Department of the Environment Transport and the Regions (DETR), October 1999; URL: <http://europa.eu.int/comm/environment/dioxin/download.htm#Identification%20of%20relevant%20industrial%20sources%20of%20dioxins%20and%20furans>

Butzkamm-Erker R. and R.E. Mach (1990): Neuere Daten über Dioxingehalte in Klärschlamm. *Korrespondenz Abwasser* **37**, 161-163

CARB (1987): Determination of PCDD and PCDF Emissions from Motor Vehicles. California Air Resources Board). Draft report, October 1987. Test Report No. C-86-029.

Carroll W.F. (2004): information submitted to H. Fiedler, UNEP Chemicals by Chlorine Chemistry Council, U.S.A. for EPA TRI data

Carroll W.F. (1996): Is PVC in House Fires the Great Unknown Source of Dioxin? *Fire and Materials* **20**, 161

Charles Napier (1998): PCDD and PCDF Emission Inventory, Prevention and Control Technologies in the Iron and Steel Sector, Environment Canada (Napier C.E. and Co, CC Doiron Associates)

Choong Kwet Yive N.S. (2004): information submitted to H. Fiedler, UNEP Chemicals by University of Mauritius, Réduit, Mauritius

CITMA/CIGEA (2004): Inventario nacional de fuentes y liberaciones de dioxinas y furanos - Cuba 2000. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente - Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental, La Havana, Cuba

COCHILCO (2004): Resumen descriptivo de las tecnologías y operación de las fundiciones primarias de concentrados de cobre de Chile. Documento Técnico elaborado por la Comisión Chilena del Cobre en base a la información entregada por las fundiciones chilenas

Copper Smelters (2004): Information on processes, raw materials, and recycling of German, Swedish, and Canadian copper manufacturers is taken, among others, from the following URLs (accessed in December 2004):

Germany: [http://www.na-ag.com/NA\\_en/rohstoffe\\_frame.html](http://www.na-ag.com/NA_en/rohstoffe_frame.html)

Sweden: <http://www.boliden.com>

<http://www.noranda.com>

CORMA (2004): Standardized Toolkit for Identification and Quantification of Dioxin and Furan Releases - Comentarios. Information submitted to UNEP Chemicals by Corporación Chilena de la Madera A.G., Chile, March – October – November 2004

DEH (2004): Inventory of Dioxin Emissions in Australia – National Dioxins Program, Technical Report No. 3. Prepared by Kelsey Bawden, Pacific Air & Environment for Australian Government, Department of Environment and Heritage

DEPR (2003): Department of Environment, Parks and Recreation of the Ministry of Development, Brunei Darussalam, *in*: UNEP 2003b

DINAMA (2002): Inventario nacional de liberaciones de dioxinas y furanos – Uruguay 2000. UNEP and DINAMA, Uruguay, Marzo, 2002. Dirección Nacional de Medio Ambiente of Ministerio de Vivenda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, Uruguay

Dumler-Gradl R., H. Thoma, and O. Vierle (1995): Research Program on Dioxin/Furan Concentration in Chimney Soot from House Heating Systems in the Bavarian Area. *Organohalogen Compd.* **24**, 115-118

Duo W. and D. Leclerc (2004): Thermodynamic and Kinetic Studies on Dioxin Formation and Emissions from Power Boilers Burning Salt-Laden Wood Waste. *Organohalogen Compd.* **66**, 992-1000

Duo W., I. Karidio, L. Cross, and B. Ericksen (2003): Combustion and Emission Performance of a Hog Fuel Fluidized Bed Boiler with Addition of Tire Derived Fuel. FBC2003-016 - Proceedings of FBC2003 – 17<sup>th</sup> International Fluidized Bed Combustion Conference, May 18-21, 2003, Jacksonville, FL, USA

and

Paprican Research Report PRR 1625, December 2002, Pointe-Claire, QC, Canada

Dyke P, G. Amendola, and T. Abel (2004): Releases of PCDD/F from U.S. Chemical Production Facilities. *Organohalogen Compd.* **66**, 959-965

Dyke P.H., M.J. Wenborn, P.J. Coleman, M.J. Woodfield, and C.L. Rose (1997): A Review of Dioxin Releases to Land and Water in the UK, Environment Agency, R&D Publication 3, Environment Agency, UK

EAA (2003): personal communication, European Aluminium Association, Brussels, Belgium

EC (1999): Releases of Dioxins and Furans to Land and Water in Europe. Report for Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Germany on Behalf of European Commission, CD Environment, Brussels, Belgium, September 1999

EC (1996): 96/211/EC: Commission Decision of 26 February 1996 concerning the prohibition of pentachlorophenol (PCP) notified by Denmark (Only the Danish text is authentic) (Text with EEA relevance). Official Journal No. L 068 , 19/03/1996 P. 0032-0040

EMEP (2002): EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 3rd edition October 2002 UPDATE, Technical report No 30, EEA - European Environment Agency, Copenhagen, and

EMEP (1999): Emission Inventory Guidebook. September 1999

ENEA/AIB/MATT (2003). Valutazione delle emissioni di inquinanti organici persistenti da parte dell'industria metallurgica secondaria. Rapporto finale (in Italian language)

Environment Canada and the Federal/Provincial Task Force (1999): Dioxins and Furans and Hexachlorobenzene. Inventory of Releases. Prepared by Environment Canada and the Federal/Provincial Task Force on Dioxins and Furans for the Federal Provincial Advisory Committee for the Canadian Environmental Protection Act (CEPA-FPAC), January 1999

Essers U., O. Hutzinger, and H. Hagenmaier (1992): Untersuchungen zur Emission halogener Dibenzodioxine und Dibenzofurane aus Verbrennungsmotoren beim Betrieb mit handelsüblichen Betriebsstoffen. Bericht an das GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit München, PT Umwelt und Klimaforschung

EU (2000): Directive 2000/76/EC of the European Parliament and the Council of 4 December 2000 on the incineration of waste. EN Official Journal of the European Communities 28.12.2000 L 332/91-111

EU (1999): Releases of Dioxins and Furans to Land and Water in Europe. Final Report by M. Wenborn, K. King, D. Buckley-Golder, and J. Gascon, produced for Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Germany on behalf of the European Commission DG Environment, September 1999

EU SCAN (2000): Opinion of the Scientific Committee on Animal Nutrition on the Dioxin Contamination of Feedingstuffs and their Contribution to the Contamination of Food of Animal Origin. European Commission, Health & Consumer Protection Directorate-General, Directorate C - Scientific Opinions, C3 - Management of scientific committees II; scientific co-operation and networks. Brussels, Belgium

Fabrellas B., M.L. Ruiz, M. Angeles Martinez, J. Rivera, E. Abad, and P. Sanz (2003): PCDD/PCDF Emissions in Hot-Dip Galvanising Facilities. Evaluation in the Frame of Spanish Dioxin Inventory. *Organohalogen Compd.* **63**, 5-8

Fiedler H. (2003): Dioxins and Furans; *in*: The Handbook of Environmental Chemistry, Vol. 3, Part O, Persistent Organic Pollutants, pp 125-201. Springer Verlag, Berlin – Heidelberg 2003

Fiedler H., P. Chareonsong, J. Mayer, and H.-U. Hartenstein (2002): PCDD/PCDF Emissions from Stationary Sources – First Results from Thailand. *Organohalogen Compd.* **59**, 211-214

Fiedler H., H. Rottler, L. Peichl, G. Knetsch, and A. Basler (2000): Concentrations of PCDD/PCDF in Atmospheric Samples in Germany. *Organohalogen Compd.* **45**, 264-268 and

Fiedler H., O. Hutzinger, G. Gaßner, and C. Lau (1996): Ergebnisse und Bewertung der Analysen auf organische und anorganische Verbindungen. *In*: Ökosystemares Biomonitoring-Programm in der Region Biebesheim 1992-1994, pp 134-182, Schriftenreihe der Hessischen Landesanstalt für Umwelt, Heft **193**, November 1996 (ISSN 0933-2391, ISBN 3-89026-203-1)

- Fiedler H. (1998): Thermal Formation of PCDD/PCDF - A Survey. Environ. Eng. Sci. **15/1**, 49-58
- Fiedler H., O. Hutzinger, and C.W. Timms (1990): Dioxins: Sources of Environmental Load and Human Exposure. Toxicol. Environ. Chem. **29**, 157-234
- Fisher R., D.R. Anderson, D.T. Wilson, E. Aries, D. Hemfrey, and A.A.T. Fray (2004): Effect of Chloride on the Formation of PCDD/Fs and WHO-12 PCBs in Iron Ore Sintering. Organohalogen Compd. **66**, 1116-1123
- François F., M. Blondeel, P. Bernaert, and R. Baert (2004). Diffuse Emissions of PCDD/F and Dioxin-like PCB from Industrial Sources in the Flemish Region. Organohalogen Compd. **66**, 906-912
- Gullett B. and A. Touati (2003): PCDD/F from Agricultural Field Burning. Organohalogen Compd. **56**, 135-138
- Gullett B.K., P.M. Lemieux, C.C. Lutes, C.K. Winterrowd, and D.L. Winters (1999): PCDD/F Emissions from Uncontrolled Domestic Waste Burning. Organohalogen Compd. **41**, 27-30 (and 157-160)
- Gullett, B.K. and J.V. Ryan (1997): On-road Sampling of Diesel Engine Emissions of Polychlorinated Dibenzo-*p*-dioxin and Polychlorinated Dibenzofuran. Organohalogen Compd. **32**, 451-456
- Hagenmaier H., P. Krauß, J. Vatter und M. Walczok (1995): Bedeutung der Dioxin-Einträge durch Automobilabgase und Hausfeuerungen. Organohalogen Compd. **22**, 49-54
- Hagenmaier, H., N. Dawidowsky, U.B. Weber, O. Hutzinger, K.H. Schwind, , H. Thoma, U. Essers, B. Bühler, and R. Greiner (1990): Emission of Polyhalogenated Dibenzodioxins and Dibenzofurans from Combustion Engines. Organohalogen Compd. **2**, 329-334
- Hagenmaier H. (1988): Untersuchungen der Gehalte an polychlorierten Dibenzodioxinen, polychlorierten Dibenzofuranen und ausgewählten Chlorkohlenwasserstoffen in Klärschlämmen. Universität Tübingen, Februar 1988. Report prepared for Federal Environment Agency, Germany, Report No. 103 03 305
- Hansen E. (2001): Substance Flow Analysis for Dioxins in Denmark. Environmental Project No. 570 2000
- HMIP (1995): A Review of Dioxin Emissions in the UK, Her Majesty's Inspectorate of Pollution, DOE/HMIP/RR/95/004, UK
- Horstmann M. and M.S. McLachlan (1995): Concentrations of Polychlorinated Dibenzo-*p*-dioxins (PCDD) and Dibenzofurans (PCDF) in Urban Runoff and Household Wastewaters. Chemosphere **31**, 2887-2896
- Kim D.-H., Y.-K. Kim, S.-J. Kim, and G. Ok (2003): Estimation of PCDDs, PCDFs and PAHs Emission from Crematories in Korea. Organohalogen Compd. **63**, 9-12
- Horstmann M. (1994): Untersuchungen zu nicht-industriellen Quellen von polychlorierten Dibenzo-*p*-dioxinen (PCDD) und polychlorierten Dibenzofuranen (PCDF) in einem kommunalen Entwässerungssystem. Ph.D. thesis, University of Bayreuth, Germany, Shaker Verlag, ISBN 3-8265-0233-7

- Horstmann M., M.S. McLachlan, M. Reissinger, and M. Morgenroth (1993a): An Investigation of PCDD/F Formation during Textile Production and Finishing. *Organohalogen Compd.* **11**, 417-420
- Horstmann, M., M.S. McLachlan, and M. Reissinger (1993b): Further Investigations of the Sources of PCDD/F in Municipal Sewage Sludge. *Organohalogen Compd.* **11**, 293-296
- Horstmann M., M.S. McLachlan, and M. Reissinger (1993c): Investigations of the Origin of PCDD/F in Municipal Sewage Sludge. *Chemosphere* **27**, 113-120
- HSDB (2004): Hazardous Substances Data Bank; accessible *via* TOXNET at: <http://toxnet.nlm.nih.gov>
- Hutzinger O., H. Fiedler, C. Lau, G. Rippen, U. Blotenberg, H. Wesp, S. Sievers, P. Friesel, B. Gras, T. Reich, U. Schacht, and R. Schwörer (1995): Dioxin-Bilanz für Hamburg. *Hamburger Umweltberichte* **51/95**. Freie und Hansestadt Hamburg, Umweltbehörde (eds.), Hamburg September 1995, ISSN 0179-8510
- Hutzinger, O; U. Essers, and H. Hagenmaier (1992): Untersuchungen zur Emission halogenierter Dibenzodioxine und Dibenzofurane aus Verbrennungsmotoren beim Betrieb mit handelsüblichen Betriebsstoffen. Universities of Bayreuth, Stuttgart and Tübingen, Germany. GSF-Forschungszentrum, Munich, Germany, ISSN 0937-9932.
- Idczak F., S. Petitjean, P. Duchâteau, and P. Dengis (2004) : Control of PCDDs/PCDFs, PCBs & PAHs Emissions in Exhaust of Landfill Gas Fed Engines. *Organohalogen Compd.* **66**, 846-850
- Ifeu (1998): Ermittlung von Emissionen und Minderungsmaßnahmen für persistente organische Schadstoffe in der Bundesrepublik Deutschland. Stoffband A: Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD/F) und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH). Ifeu-Institut, Heidelberg, März 1998. Forschungsvorhaben Nr. 104 02 365. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin
- Ikeguchi T. and M. Tanaka (1999): Experimental Study of Dioxin Emission from Open Burning Simulation of Selected Wastes. *Organohalogen Compd.* **41**, 507-510
- ITDI (2003): Industrial Technology Development Institute of the Department of Science and Technology, the Philippines, *in*: UNEP 2003b
- Kim K.-S., K.-H. Hong, Y.-H. Ko, K.-D. Yoon, and M.-G. Kim (2003): Emission Characteristics of PCDD/Fs in Diesel Engine with Variable Load Rate. *Chemosphere* **53**, 601-607
- Klasmeier J. and M.S. McLachlan (1997): Dioxine und Furane in Textilien und Leder. *Materialien* **124**, Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU), München
- Kubica K., P. Dilara, and B. Paradiž (2004): Toxic Emissions from Solid Fuel Combustion in Small Residential Appliances- CEM 2004, Sixth International Conference on Emission Monitoring, Milan, Italy, 9-11 June 2004
- Kucherenko A., N. Klyuev, S. Yufit, A. Cheleptchikov, and E. Brodskj (2001): Study of Dioxin Sources in Krasnoyarsk, Russia. *Organohalogen Compd.* **53**, 275-278

- Kutz F.W., D.G. Barnes, E.W. Bretthauer, D.P. Bottimore, and H. Greim (1990): The International Toxicity Equivalency Factor (I-TEF) Method for Estimating Risks Associated with Exposures to Complex Mixtures of Dioxins and Related Compounds. *Toxicol. Environ. Chem.* **26**, 99-110
- Lassen C., E. Hansen, A.A. Jensen, K. Olendrynski, W. Kolsut, J. Zurek, I. Kargulewics, B. Debski, J. Skoskiewicz, M. Holtzer, A. Grochowalski, E. Brante, H. Poltimae, T. Kallste., and J. Kapturauskas (2003). Survey of Dioxin Sources in the Baltic Region – Extended Summary. *Environ. Sci. & Pollut. Res.* **10**, 49-56
- Lemieux P., B.K. Gullett, C.C. Lutes, C.K. Winterrowd, and D.L. Winters (2003): Variables Affecting Emissions of PCDDs/Fs from Uncontrolled Combustion of Household Waste in Barrels. *J. Air & Waste Manage. Assoc.* **53**, 523-531
- Liu W., M. Zheng, D. Wang, Y. Xing, X. Zhao, X. Ma, and Y. Qian (2004) Formation of PCDD/Fs and PCBs in the Process of Production of 1,4-Dichlorobenzene. *Chemosphere* **57**, 1317-1323
- LUA (2000): The European Dioxin Emission Inventory – Stage II. Final Report December 2000. Materialien No. **59**, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, Germany, 2001
- LUA (1997): Identification of Relevant Industrial Sources of Dioxins and Furans in Europe. Materialien No. **43**. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, Germany, 1997
- Mahnke K. and P. Krauss (1996): Burning of Biomass – An Important Source for Global PCDD/F Immission? *Organoholgen Compd.* **27**, 167-170
- Malisch R. (1994): Determination of PCDD/PCDF in PCP-Contaminated Leather Samples. *Organohalogen Compd.* **19**, 73-76
- Marklund, S., C. Rappe, M. Tysklind, and K.E. Egeback (1987): Identification of Polychlorinated Dibenzofurans and Dioxins in Exhausts from Cars Run on Leaded Gasoline. *Chemosphere* **16**, 29-36
- Masunaga S., T. Takasuga, and J. Nakanishi (2001): Dioxin and Dioxin-like PCB Impurities in Some Japanese Agrochemical Formulations. *Chemosphere* **44**, 873-885
- Mayer R. (1997): Polychlorinated Dibenzo-*p*-dioxins and Dibenzofurans (PCDD/F) in Wool and Wool Products. *Organohalogen Compd.* **32**, 278-282
- Mehrag A.A. and K. Killham (2003): A Pre-industrial Source of Dioxins and Furans. *Nature* **421**, 909-911
- Merk M., K.-W. Schramm, D. Lenoir, B. Henkelmann, and A. Kettrup (1995): Determination of the PCDD/F Concentration in the Fumes from a PVC Fire. *Organoholgen Compd.* **23**, 491-494
- Meyer-Wulf C. (1996): Dioxinmissionen bei der Kupfergewinnung und Massnahmen zu ihrer Minderung. *In: Dioxine – Vorkommen, Minderungsmaßnahmen, Messtechnik.* VDI Berichte 1298, Verein Deutscher Ingenieure, Kommission Reinhaltung der Luft, VDI Verlag GmbH; Düsseldorf, 1996
- MoE Japan (2003): The Ministry of the Environment: Inventory of PCDDs/DFs Emissions (Emissions Inventory); <http://www.env.go.jp/air/report/h15-05/index.html>

MoE Jordan (2003): Ministry of Environment, Jordan, *in*: UNEP 2003b

MoE Lebanon (2003): Ministry of Environment Lebanon, *in*: UNEP 2003b

Musdalslien U.I., P.H. Nokleby, and O. Wallevik (1998): Formation of dioxins from carbonaceous materials in production of anhydrous magnesium chloride. *Organohalogen Compd.* **36**, 81-84

Napier C.E. and Co, CC Doiron Associates (1998): PCDD and PCDF Emission Inventory, Prevention and Control Technologies in the Iron and Steel Sector, Environment Canada

NATO/CCMS (1992a): Dioxin Perspectives – A Pilot Study on International Information Exchange on Dioxins and Related Compounds; Chapter 3.1: Formation of Dioxins and Related Compounds in Combustion Processes. Edited by E.W. Bretthauer, H.W. Kraus, and A. di Domenico; coordinating editors: F.W. Kutz, D.P. Bottimore, O. Hutzinger, H. Fiedler, and A.E. Radwan. NATO/CCMS Volume 16, 1992

and

Hutzinger O. and H. Fiedler (1988): Emissions of Dioxins and Related Compounds from Combustion and Incineration Sources. Pilot Study on International Information Exchange on Dioxins and Related Compounds, NATO/CCMS Report No. **172**

NATO/CCMS (1992b): Dioxin Perspectives – A Pilot Study on International Information Exchange on Dioxins and Related Compounds; Chapter 3.3: Formation of Dioxins and Related Compounds in Industrial Processes. Edited by E.W. Bretthauer, H.W. Kraus, and A. di Domenico; coordinating editors: F.W. Kutz, D.P. Bottimore, O. Hutzinger, H. Fiedler, and A.E. Radwan. NATO/CCMS Volume 16, 1992

and

Hutzinger O. and H. Fiedler (1988): Formation of Dioxins and Related Compounds in Industrial Processes. Pilot Study on International Information Exchange on Dioxins and Related Compounds, NATO/CCMS Report No. **173**

NATO/CCMS (1988): International Toxicity Equivalency Factor (I-TEF) Method of Risk Assessment for Complex Mixtures of Dioxins and Related Compounds. Pilot Study on International Information Exchange on Dioxins and Related Compounds, Report Number **176**, August 1988, North Atlantic Treaty Organization, Committee on Challenges of Modern Society

NEC (1999): Environmental Assessment of Existing Industries in Bhutan. Chapter 4.0 – Cement Industries. National Environment Commission (NEC) of the Kingdom of Bhutan. [http://www.nec.gov.bt/2000/cement\\_final.pdf](http://www.nec.gov.bt/2000/cement_final.pdf)

Nijkerk A.A. and W.J. Dalmijn (2001): Handbook of Recycling Techniques. Chapter 11 – Shredders. Nijkerk Consultancy, The Hague, The Netherlands, 2001

Nordsieck H., R. Peche, and A. Buekens (2001): Modelling PCDD/PCDF Formation in the Effluent Gas of a Sinter Plant. *Organohalogen Compd.* **50**, 323-327  
and further publications from the EU MINIDIP Project by Stieglitz *et al.*, Buekens *et al.*, Louw *et al.*

NZ (2000): New Zealand Inventory of Dioxin Emissions to Air, Land and Water, and Reservoir Sources. S.J. Buckland, H.K. Ellis, and P.H. Dyke. Organochlorines Programme, Ministry for the Environment, Wellington, NZ, March 2000

- Oehme M., S. Mano, and B. Bjerke (1989): Formation of PCDF and PCDD by Production Processes for Magnesium and Refined Nickel. *Chemosphere* **18**, 1379-1389
- Quass U., T. Pulles, and H. Kok (2004): The DG Environment Project "Dioxin Emissions in Candidate Countries": Scope, Approach and First Results. *Organohalogen Compd.* **66**, 8864-8868
- Rappe C., R. Andersson, M. Bonner, K. Cooper, H. Fiedler, F. Howell, and C. Lau (1996): PCDDs and PCDFs in Samples of Sewage Sludge and Effluent from the State of Mississippi. *Organohalogen Compd.* **28**, 105-110
- Rappe C., R. Andersson, G. Karlaganis, and R. Bonjour (1994): PCDDs and PCDFs in Samples of Sewage Sludge from Various Areas in Switzerland. *Organohalogen Compd.* **20**, 79-84
- Rappe C., L.-O. Kjeller, S.-E. Kulp, C. de Wit, I. Hasselsten, and O. Palm (1991): Levels, Profile and Pattern of PCDDs and PCDFs in Samples Related to the Production and Use of Chlorine. *Chemosphere* **23**, 1629-1636
- Roots O. (2001): Persistent Organic Pollutants Control in Estonia, download CPS: envchem/0107003
- Santl H., L. Gruber, and E. Stöhrer (1994a): Investigation on the Input, Formation and Fate of Polychlorinated Dibenzodioxins (PCDDs) and Dibenzofurans (PCDFs) in the Pulp and Paper Industry. *Chemosphere* **29**, 1987-1994
- Santl H., A. Bichlmaier, L. Gruber, and E. Stöhrer (1994b): Mass Balance of Polychlorinated Dibenzofurans (PCDFs) and Polychlorinated Dibenzodioxins (PCDDs) in a Recycling Paper Mill. *Chemosphere* **29**, 1633-1639
- SAyDS (2004): Inventario nacional de liberaciones de dioxinas y furanos: Argentina – 2001. Ministerio de Salud, Secretaria del Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires, Argentina
- SC BAT/BEP (2004): Draft Guidelines on Best Available Techniques and Provisional Guidance on Best Environmental Practices Relevant to Article 5 and Annex C of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. URL: <http://www.pops.int>
- SCEP (1994): Determination of Requirements to Limit Emissions of Dioxins and Furans - Report of the Working Group of the Subcommittee Air/Technology of the State Committee for Emission Protection (SCEP) - Germany
- Schatowitz B., G. Brandt, F. Gafner, E. Schlumpf, R. Buhler, P. Hasler, and T. Nussbaumer (1994): Dioxin Emissions from Wood Combustion. *Chemosphere* **29**, 2005-2013
- Schleicher O., A.A. Jensen, T. Herrmann, O. Roots, and A. Tordik (2004a): Dioxin Emission from Two Oil Shale Fired Power Plants in Estonia. *Organohalogen Compd.* **66**, 1635-1641
- Schleicher O., A.A. Jensen, O. Roots, T. Herrmann, and A. Tordik (2004b): Dioxin and PAH Emissions from a Shale Oil Processing Plant in Estonia. *Organohalogen Compd.* **66**, 1642-1648

Schmitz H.-J., P. Behnisch, A. Hagenmaier, H. Hagenmaier, K.W. Bock, and D. Schrenck (1996): CYP1A1-Inducing Potency in H4IIE Cells and Chemical Composition of Technical Mixtures of Polychlorinated Biphenyls. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* **1**, 73-79

Schwind, K-H., H. Thoma, O. Hutzinger, N. Dawidowsky, U. Weberuss, and H. Hagenmaier, U. Buehler, R. Greiner, U. Essers, and E. Bessey (1991): Emission halogenierter Dibenzodioxine (PXDD) und Dibenzofurane (PXDF) aus Verbrennungsmotoren. *UWSF-Z. Umweltchem. Ökotox.* **3**, 291-298

SEAM (2003): Inventario nacional de liberaciones de dioxinas y furanos: Paraguay 2002. Secretaria del Medio Ambiente, Asunción, Paraguay, December 2003

She J. and H. Hagenmaier (1994): PCDDs and PCDFs with Chloralkali Pattern in Soil and Sludge Samples. *Organohalogen Compd.* **20**, 261-266

Smit A., T.H.P. Leuweink, A.L.J. van der Panne, W. Gebert, H. Lanzerstorfer, H. Riepl, and K. Hofstadler (1999): Reduction of Dioxin Emissions from Hoogovens Sinter Plant with the AIRFINE System. *Organohalogen Compd.* **40**, 441-444

Stockholm Convention (2001): Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs). UNEP Chemicals, Geneva. Text for download at <http://www.pops.int>

Stringer R., P. Costner, and P.A. Johnston (1995): PVC Manufacture as a Source of PCDD/Fs. *Organohalogen Compd.* **24**, 119-123

Toolkit (2003): Standardized Toolkit for Identification and Quantification of Dioxin and Furan Releases, First edition, May 2003. UNEP Chemicals, Geneva, <http://www.pops.int/documents/guidance/>

Toolkit (2001): Standardized Toolkit for Identification and Quantification of Dioxin and Furan Releases Draft. UNEP Chemicals, Geneva, January 2001

UBA (1997): The European Atmospheric Emission Inventory of Heavy Metals and Persistent Organic Pollutants for 1990. TNO Institute of Environmental Sciences, Energy and Process Innovation. Forschungsbericht 104 02 672/03 im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin, Germany, June 1997

UBAVIE (2000): Stage of the Art in the Production of Secondary Aluminium with Regard to the IPPC-Directive. Zusammenfassung Monographien, Band 120, Umweltbundesamt Wien, Austria

Ullmann (1996): Chlorine - Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol. A 6, 399-481. VCH Verlagsgesellschaft mbH, D-6940 Weinheim, Germany

UNEP (2004a): Sub-regional Workshop "Action Plans for PCBs and Dioxins/Furans under the Stockholm Convention on POPs", Siam City Hotel, Bangkok, Thailand, 9-13 July 2004. [http://www.chem.unep.ch/pops/POPs\\_Inc/proceedings/coverpgs/procovers.htm](http://www.chem.unep.ch/pops/POPs_Inc/proceedings/coverpgs/procovers.htm)

UNEP (2004b): Sub-regional Workshop for SADC Countries to Conclude Their PCB Inventory Project and Receive Training on Action Plans for PCBs, Dioxins and Furans, Maputo, Mozambique, 8-12 November 2004. [http://www.chem.unep.ch/pops/POPs\\_Inc/proceedings/coverpgs/procovers.htm](http://www.chem.unep.ch/pops/POPs_Inc/proceedings/coverpgs/procovers.htm)

UNEP (2003a): Formation of PCDD and PCDF – an overview. Report prepared by the Interim Secretariat of the Stockholm Convention on POPs for the First session of the Expert Group on BAT and BEP, March 10-14, 2003

UNEP (2003b): Asia Dioxin Toolkit Project - National PCDD/PCDF Release Inventories from Brunei Darussalam, Jordan, Lebanon, Philippines, and Vietnam. UNEP Chemicals, Geneva

UNEP/GTZ/CONAMA (2004a): Taller sub-regional “Planes de Acción para PCBs y Dioxinas/Furanos en el Marco del Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo”, Santiago de Chile, Chile, 19-23 de julio de 2004.

[http://www.chem.unep.ch/pops/POPs\\_Inc/proceedings/coverpgs/procovers.htm](http://www.chem.unep.ch/pops/POPs_Inc/proceedings/coverpgs/procovers.htm)

UNEP/PCD/BMZ/BMU/UBA/GTZ (2002): Presentation of the PCD/UNEP/GTZ Inventory in Thailand by Ms. Mingquan Wichayarangsaridh, Thailand, pp. 78-85. *In*: National action on measures to reduce or eliminate the releases of by-products from unintentional production as requested by the Stockholm Convention on POPs (Article 5 and Annex C). Proceedings of the Regional Workshop, March 13–15, 2002, Bangkok, Thailand; prepared jointly by Government of the Kingdom of Thailand, UNEP Chemicals, Government of the Federal Republic of Germany

UNEP (2001): Thailand Dioxin Sampling and Analysis Program. UNEP Chemicals, Geneva, September 2001. Full report for download at UNEP Chemicals’s Web Page: <http://www.chem.unep.ch/pops/newlayout/repdocs.html>

UNEP (1999): Dioxin and Furan Inventories, National and Regional Emissions of PCDD/PCDF, UNEP Chemicals, Geneva, Switzerland

US-EPA (2004): Dioxin Data. Reports of PCDD/PCDF releases under TRI (Toxics Release Inventory). [http://www.trifacts.org/dioxin\\_data/index.html](http://www.trifacts.org/dioxin_data/index.html)

US-EPA (2000): Exposure and Human Health Reassessment of 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-*p*-dioxin (TCDD) and Related Compounds. Part I: Estimating Exposure to Dioxin-Like Compounds – Volume 2: Sources of Dioxin-Like Compounds in the United States. EPA/600/P-00/001Bb, September 2000. Draft Final Report. [www.epa.gov/ncea](http://www.epa.gov/ncea), Washington, D.C., USA

US-EPA (1998a): The Inventory of Sources of Dioxin in the United States - REVIEW DRAFT - EPA/600/P-98/002Aa, Washington, D.C., USA

US-EPA (1998b): EPA Office of Compliance Sector Notebook Project: Profile of the Metal Casting Industry. October 1998. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA

US-EPA (1997a): Evaluation of Emissions from the Open Burning of Household Waste in Barrels - EPA/600/P-97/134a, Research Triangle Park, NC, USA

US-EPA (1997b): Sector Notebook Project Textile Industry. EPN3 10-R-97-009, EPA Office of Compliance Sector Notebook Project, September 1997

van Leeuwen F.X.R. and M. Younes (1998): WHO Revises the Tolerable Daily Intake (TDI) for Dioxins. *Organohalogen Compd.* **38**, 295-298

van Oss, H.G. (1997): Cement.

<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/cement/170497.pdf>

Vikelsee J. and E. Johansen (2000): Estimation of Dioxin Emissions from Fires in Chemicals. *Chemosphere* **40**, 165-175

WBCSD (2004): Draft - Formation and Release of POP's in the Cement Industry. World Business Council for Sustainable Development. Cement Sustainable Initiative, Geneva, Switzerland, 31 March 2004

WEC (2004): World Energy Council, London. Information on oil shale accessed in September 2004 at

<http://www.worldenergy.org/wec-geis/publications/reports/ser/shale/shale.asp>

Wichmann, H., W. Lorenz, and M. Bahadir (1995): Release of PCDD/F and PAH during Vehicle Fires in Traffic Tunnels. *Chemosphere* **31**, 2755-2766

Wong A.S., W.J. Luksemburg, M.M. Maier, H. Zhou, J. Gao, and Y. Xu (2004): Environmental Assessment of Dioxins in China: Current Status, Difficulties and Future Outlooks. Workshop on Environmental and Health Effects of Persistent Toxic Substances, Hong Kong Baptist University, Hong Kong, 16 November 2004

Wunderli S., M. Zennegg, I.S. Dolezal, D. Noger, and P. Hasler (1996): Levels and Congener Pattern of PCDD/PCDF in Fly and Bottom Ash from Waste Wood and Natural Wood Burned in Small to Medium Sized Wood Firing Facilities in Switzerland. *Organohalogen Compd.* **27**, 231-236

Xu Y., Q. Zhanfg, W. Wu, and W. Li (2000): Patterns and Levels of PCDD/F in a Chinese Graphite Electrode Sludge. *Chinese Science Bulletin* **45**, 1471-1475

Zheng M.-H., Z.-C. Bao, B. Zhang, and X.-B. Xu (2001): Polychlorinated Dibenzo-*p*-dioxins and Dibenzofurans in Paper Making from a Pulp Mill in China. *Chemosphere* **44**, 1335-1337

Zheng M.-H., Z.-C. Bao, K.-O. Wang, and X.-B. Xu (1997): Levels of PCDDs and PCDFs in the Bleached Pulp from Chinese Pulp and Paper Industry. *Bull. Environ. Contamin. Toxicol.* **59**, 90-93

## 8. ملحق 1 : مجموعة مُعاملات الإنبعاث

يحتوي هذا الملحق على مجموعة مُعاملات الإنبعاث لِفئات المصادر الأساسية العشرة والفئات الثانوية المنبثقة عنها. هذه الصفحات متوفرة أيضاً كملفات إكسل (EXCEL) كي تُستخدم مباشرة لحساب الإطلاقات السنوية عبر جميع القطاعات.

و في الجداول التالية (الجدول 80 إلى الجدول 89) أعطيت مُعظم مُعاملات الإنبعاث بوحدة ميكروغرام مكافئ سُمِّي/طن ( $\mu\text{g TEQ per ton}$ ) من مواد التغذية أو من المنتج على الترتيب. وفي بعض الاستثناءات مثل: البقايا من المواد العاملة على الفحم المُستخدَمة في التدفئة المنزلية (الفئة الثانوية 3e) إضافة إلى الإطلاقات إلى المياه في الفئة الأساسية 9 (على سبيل المثال : المياه العادمة والحماة من صناعة الورق وعجينة الورق) ، فالخيارات المفضلة يُمكن أيضاً أن تكون لحساب الإطلاقات السنوية على أساس الحجم الذي يتم طرحه و التركيز في المياه أو في البقايا ، على الترتيب.

يجب أيضاً أخذ الحيطة بألا يجري تكرار حساب الإطلاقات السنوية مثل: البقايا الناتجة عن عملية ما ربما تكون مادة تغذية لعملية أخرى أو نشاط آخر. أمثلة عن ذلك هي: الرماد الناتج عن صناعة المعادن الحديدية وغير الحديدية والتي يُمكن أن تستخدم في عمليّات التصنيع الثانوية. علاوة على ذلك، المياه العادمة الناتجة عن العمليات الصناعية عادة يجب أن تحسب على الصناعة المعنية التي نتجت عنها. على أية حال، أحياناً ربما توفر الإحصائيات معطيات عند موقع تصريف النفايات، على سبيل المثال: كمية المياه العادمة المنصرفة عند موقع معين قد تكون معلومة مثل التصريف عند محطات مُعالجة مياه المجاري أو إلى المجاري المائية المفتوحة. بالتالي، يجب تطبيق عناية خاصة عند ملء الأرقام خاصة للفئة الأساسية 9.

في الجداول التالية:

"NA" تشير إلى أنه من غير المتوقع حدوث إطلاق عبر هذا القطاع.

"ND" تشير إلى أنه في الوقت الحاضر لايتوفر مُعامل إنبعاث مناسب. هذا يعني أن هذا القطاع قد يكون على قدر هام ويجب لحظه وأخذه بعين الاعتبار، لكن حالياً لايمكن حساب الإطلاقات عبر هذا القطاع.



## الجدول 81: معاملات الانبعاث للفئة 2 – إنتاج المعادن الحديدية و غير الحديدية

الفئة	الفئة الثانوية	الصف	فئات المصادر	طريق الإطلاق الممكن (µg TEQ/t)				
				هواء	ميا	أرض	منتجات	بقايا
2			إنتاج المعادن الحديدية و غير-الحديدية					
	a		تليد خام الحديد					
		1	تدوير عالي للنفائات بما فيها المواد الملونة بالزيت	20	ND	ND	ND	0.003
		2	استخدام منخفض النفائات ، محطة مراخبة جيداً	5	ND	ND	ND	0.003
		3	تكنولوجيا عالية ذات انبعاثات منخفضة	0.3	ND	ND	ND	0.003
	b		إنتاج فحم الكوك					
		1	بدون غسل غار	3	0.06	ND	ND	ND
		2	إزالة الخبث وحرأق بعدي	0.3	0.06	ND	ND	ND
	c		معامل إنتاج و مسابك الحديد و الفولاذ					
			معامل الحديد و الفولاذ					
		1	خردة فقرة ، تسخين أولي للخردة، تحكم محدود	10	ND	ND	NA	15
		2	خردة نظيفة / حديد أصلي ، حرأق بعدي ، مرشحات نسجية	3	ND	ND	NA	15
		3	خردة نظيفة / حديد أصلي ، أفران BOS	0.1	ND	ND	NA	1.5
		4	الأفران الحالية مع نظام التحكم بتلوث الهواء (APC)	0.01	ND	ND	NA	ND
			المسابك					
		1	فرن الدست ذو الهواء البارد أو الترميل الآوان مع عدم وجود أي تحكم بتلوث الهواء	10	ND	ND	ND	ND
		2	برميل دوآر – مرشح نسجي	4.3	ND	ND	ND	0.2
		3	فرن الدست ذو الهواء البارد – مرشح نسجي	1	ND	ND	ND	8
		4	فرن الدست ذو الهواء الحار أو فرن تحريض – مرشح نسجي	0.03	ND	ND	ND	0.5
			معامل الغلقة بالغمس في المعادن الحار					
		1	المنشآت غير المزودة بأنظمة التحكم بتلوث الهواء	0.06	NA	NA	NA	ND
		2	المنشآت بدون مرحلة نزع الشحوم ، يوجد نظام جيد للتحكم بتلوث الهواء	0.05	NA	NA	NA	2,000
		3	منشآت مع مرحلة نزع الشحوم و يوجد نظام جيد للتحكم بتلوث الهواء	0.02	NA	NA	NA	1,000
	d		إنتاج النحاس					
		1	نحاس تلوي – نظفة أساسية	800	ND	ND	ND	630
		2	نحاس تلوي – مضبوطة جيداً	50	ND	ND	ND	630
		3	نحاس تلوي – مثالية من أجل ضبط انبعاثات مركبات الديوكسين والفيوران	5	ND	ND	ND	300
		4	صهر وصب النحاس وخلأطه	0.03	NA	NA	ND	ND
		5	نحاس أولي بما في ذلك المراحل الحرارية	0.01	ND	ND	ND	ND
		6	مصاهر نحاس أولي نقي من دون استخدام مواد ثانوية	ND	NA	NA	NA	NA
	e		إنتاج الألمنيوم					
		1	تصنيع خردة الألمنيوم، معالجة دنيا للمدخلات وإزالة بسيطة للخبث	150	ND	ND	ND	400
		2	معالجة أولية للخردة ، تحكم جيد، مع أنظمة جيدة للتحكم بتلوث الهواء	35	ND	ND	ND	400
		3	الخراطة / تجفيف	5	NA	NA	NA	NA
		4	معالجة حرارية للألمنيوم، معالجة أولية للخردة، تحكم جيد مرشحات نسجية مع حفن الجبر	4	ND	ND	ND	100
		5	عملية أمثلية ، نظام أمثلي للتحكم بتلوث الهواء	0.5	ND	ND	ND	400
		6	نزع الزيوت حرارياً من البرادة ، فرن دوآر ، حرافات بعدي ، مرشحات نسجية	0.3	NA	NA	NA	NA
		7	إنتاج الألمنيوم الأولي	ND	NA	NA	NA	ND

الجدول 81 : مُعاملات الإنبعاث للفئة 2 – إنتاج المعادن الحديدية و غير الحديدية (تابع)

الفئة	الفئة الثانوية	المنفذ	فئات المصادر						
			هواء	مياه	أرض	منتجات	بقايا		
2	f		إنتاج المعادن الحديدية و غير-الحديدية (تابع)						
			إنتاج الرصاص						
			80	ND	ND	ND	ND	1	رصاص نلوي من خرده نحوي PVC
			8	ND	ND	ND	5	2	رصاص نلوي من خرده خالبة من PVC / Cl <sub>2</sub> ، مع مرشحات
0.5	ND	ND	ND	ND	3	رصاص نلوي من خرده خالبة من PVC / Cl <sub>2</sub> في أفران حديثة مع APC وغسلات الغاز			
0.5	ND	NA	NA	NA	4	إنتاج الرصاص الأولي النقي			
g			إنتاج التوتياء						
			1,000	ND	ND	ND	ND	1	فرن بدون تحكم للخبيل
			100	ND	ND	ND	ND	2	فوالب حارة/أفران دوارة، تحكم أسلي للخبيل
			5	ND	ND	ND	ND	3	تحكم شامل بالفلوت
			0.3	ND	NA	NA	NA	4	صهر (فضط)
ND	ND	NA	NA	ND	5	إنتاج التوتياء الأولية النقية			
h			إنتاج النحاس الأصفر (Brass) و البرونز						
			2.5	NA	NA	NA	NA	1	نزع حراري للزيت من البرادة
			10	ND	ND	ND	ND	2	أفران صهر بسيطة
			10	NA	NA	ND	125	3	خرده مختلطة ، أفران التحريض ، مرشحات نسجية
0.1	ND	ND	ND	ND	4	تجهيزات معقدة ، مدخلات نظيفة، مع أنظمة جيدة التحكم بتلوث الهواء APCS			
I			إنتاج المغنيزيوم						
			250	9,000	NA	ND	0	1	باستخدام MgO/C -معالجة حرارية في جو من Cl <sub>2</sub> ، دون معالجة للندفك، نظام سيء للتحكم بتلوث الهواء
			50	24	NA	ND	9,000	2	باستخدام MgO/C -معالجة حرارية في جو من Cl <sub>2</sub> ، تحكم شامل بالفلوت
3	ND	NA	NA	ND	3	عملية ارجاع حرارية			
j			إنتاج حراري لمعادن أخرى غير الحديدية (مثل النيكل Ni)						
			100	ND	ND	ND	ND	1	خرده ملونة، تحكم بسيط بالخبيل أو بدون تحكم
2	ND	ND	ND	ND	2	خرده نظيفة، تحكم جيد بتلوث الهواء			
l			الفضلات المعدنية المفرومة						
0.2	ND	NA	NA	ND	1	معمل نقيبت المعدن			
m			الاسترجاع الحراري للأسلاك المعدنية						
			5,000	ND	ND	ND	ND	1	حرق الأسلاك في العراء
			40	ND	NA	ND	ND	2	فرن أسلي مع حراق بعدي و غسيل رطب
3.3	ND	NA	ND	ND	3	حرق محركات كهربائية ومكايح وغيرها، مزودة بحراق بعدي			

الجدول 82: مُعاملات الانبعاث للفئة 3 – توليد الطاقة و التدفئة

طريق الإطلاق الممكن (µg TEQ/t)					فئات المصادر	الفئة	الفئة الثانوية	الصف
بقايا	منتجات	أرض	مياه	هواء				
					توليد الطاقة و التدفئة			3
					محطات الطاقة التي تعمل على الوقود الأحفوري	a		
ND	NA	NA	ND	35	مرآجل الطاقة التي تحرق الوقود الأحفوري/الحرق المشترك للنفايات	1		
	14	NA	NA	10	مرآجل الطاقة التي تحرق الفحم	2		
ND	NA	NA	ND	2.5	مرآجل الطاقة التي تحرق الوقود النفل	3		
ND	NA	NA	ND	1.5	محطات الطاقة التي تحرق الزيت الحجري	4		
ND	NA	NA	ND	0.5	مرآجل الطاقة التي تحرق زيت الوقود الخفيف/الغاز الطبيعي	5		
					محطات الطاقة التي تعمل على الكتلة الحيوية	b		
ND	NA	NA	ND	500	مرآجل الطاقة التي تحرق مزيج من الكتلة الحيوية	1		
	15	NA	NA	50	مرآجل الطاقة التي تحرق خشب نظيف	2		
					حرق الغاز الحيوي و غاز المطامر	c		
NA	NA	NA	ND	8	مرآجل الغاز الحيوي ، محركات/توربينات و الشعلة	1		
					التدفئة المنزلية و الطهي (الكتلة الحيوية)	d		
	1,000	NA	NA	1,500	موافد حرق الكتلة الحيوية/الأخشاب الملونة	1		
	10	NA	NA	100	موافد حرق الكتلة الحيوية/الأخشاب البكر	2		
					التدفئة المنزلية (الوقود الأحفوري)	e		
ng TEQ/kg Ash								
	30,000	NA	NA	15,000	الموافق المعاملة على الفحم ذو المحتوى العالي من الكور	1		
	5,000	NA	NA	70	الموافق المعاملة على الفحم	2		
	ND	NA	NA	10	الموافق المعاملة على زيت الوقود	3		
	ND	NA	NA	1.5	الموافق المعاملة على الغاز الطبيعي	4		

## الجدول 83: معاملات الانبعاث للفئة 4 - إنتاج المُنْتَجَاتِ الفلزية (مواد البناء)

طريق الإطلاق الممكن (µg TEQ/t)					فئات المصادر		الفئة	الفئة الثانوية	الصف
بقايا	منتجات	أرض	مياه	هواء					
					المنتجات الفلزية (مواد البناء)		4		
					إنتاج الإسمنت		a		
ND	ND	NA	NA	5	الأفران العامودية		1		
NA	ND	ND	NA	5	الأفران الرطبة القديمة، مرسلات الكنوسنتية < 300 درجة مئوية		2		
NA	ND	ND	NA	0.6	الأفران الرطبة / مرسلات الكنوسنتية/مرسلات نسجية 200 - 300 درجة مئوية		3		
NA	ND	ND	NA	0.05	الأفران الرطبة / مرسلات الكنوسنتية/مرسلات نسجية > 200 درجة مئوية وجميع أنواع الأفران الجافة مع المسخنات/المكاسات الأولية > 200 درجة مئوية		4		
					إنتاج الجير		b		
ND	ND	ND	ND	10	سيكلونات/بدون تحكم بإصدار العبار، وفود ردي، أو ملوث		1		
ND	ND	ND	ND	0.07	معالجة جبة للعبار		2		
					إنتاج الطوب		c		
ND	ND	ND	NA	0.2	سيكلونات/بدون تحكم بإصدار العبار		1		
ND	ND	ND	NA	0.02	معالجة جبة للعبار		2		
					إنتاج الزجاج		d		
ND	ND	ND	NA	0.2	سيكلونات/بدون تحكم بإصدار العبار		1		
ND	ND	ND	NA	0.015	معالجة جبة للعبار		2		
					إنتاج السيراميك		e		
ND	ND	ND	NA	0.2	سيكلونات/بدون تحكم بإصدار العبار		1		
ND	ND	ND	NA	0.02	معالجة جبة للعبار		2		
					مزج الأسفلت		f		
ND	ND	ND	NA	0.07	معامل مزج الإسفلت بدون تنظيف الغازات		1		
0.06	ND	ND	NA	0.007	معامل مزج الإسفلت مع مرسلات نسجية، أبراج غسل رطبة		2		
					تصنيع الطفل الزيتي (Oil Shale Processing)		g		
ND	ND	ND	ND	ND	النجزنة الحرارية		1		
2	0.07	ND	NA	0.003	النحل الحراري للطفل الزيتي		2		

الجدول 84: معاملات الانبعاث للفئة 5 - النقل

طريق الإطلاق الممكن (µg TEQ/t)					فئات المصادر		
بقايا	منتجات	أرض	مياه	هواء	الصف	الفئة الثانوية	الفئة
							<b>5</b>
							وسائط النقل
							المحركات رباعية الشوط
ND	NA	NA	NA	2.2	1	a	البنزين المرصص
ND	NA	NA	NA	0.1	2		البنزين الخالي من الرصاص وبدون حفار (وسيط)
NA	NA	NA	NA	0.00	3		البنزين الخالي من الرصاص مع حفار (وسيط)
							المحركات ثنائية الشوط
ND	NA	NA	NA	3.5	1	b	البنزين المرصص
ND	NA	NA	NA	2.5	2		البنزين الخالي من الرصاص وبدون حفار (وسيط)
							محركات الديزل
ND	NA	NA	NA	0.1	1	c	محركات الديزل
							المحركات العاملة على الزيت الثقيل
ND	NA	NA	NA	4	1	d	جميع الأنواع

الجدول 85: معاملات الانبعاث للفئة 6 - عمليّات الإحتراق المكشوفة في العراء

طريق الإطلاق الممكن (µg TEQ/t)					فئات المصادر		
بقايا	منتجات	أرض	مياه	هواء	الصف	الفئة الثانوية	الفئة
							<b>6</b>
							عمليّات الإحتراق المكشوفة
							الحرائق/حرق الكتلة الحيوية
ND	NA	4 ND	5	5	1	a	حرائق الخبث
ND	NA	4 ND	5	5	2		حرائق الأراضي العشبية والسبخات
ND	NA	10 ND	30	30	3		حرق البقايا الزراعية (في الحقل) متأخرة، شروط احتراق سيئة
ND	NA	10 ND	0.5	0.5	4		حرق البقايا الزراعية (في الحقل) غير متأخرة
							حرائق ، حرق النفايات ، حرائق مطامر النفايات ، الحرائق الصناعية ، الحرائق العرضية
600	NA	NA	ND	1,000	1	b	الحرائق في مكبات ومطامر النفايات
400	NA	400 ND	400	400	2		حوادث الحرائق في البيوت والمعمل (لكل حادثة)
600	NA	600 ND	300	300	3		حرق النفايات المنزلية غير المراف
18	NA	18 ND	94	94	4		الحرائق العرضية في المركبات (لكل مركبة)
10	NA	10 ND	60	60	5		الحرق المكشوف للخشب (تعمير/هم)

الجدول 86: معاملات الانبعاث للفئة 7 - إنتاج واستخدام الكيماويات و بضائع المستهلك

الفئة	الفئة الثانوية	الصف	فئات المصادر				طريق الإطلاق الممكن (µg TEQ/t)
			هواء	مياه	أرض	منتجات	
7			إنتاج الكيماويات و بضائع المستهلك				
	a		إنتاج الورق و عجينة الورق *				
			مراحل الحرق (كل طن من العجينة)				
		1	0.07			NA	
		2	0.2			50	
			المنصرقات المائية و المنتجات				
		1		ND		ND	
		2		4.5		4.5	
		3		1.0		1.5	
		4		ND		ND	
		5		0.06		0.2	
		6		ND		ND	
		7		ND		ND	
		8		ND		ND	
		9		ND		ND	
	b		الصناعات الكيماوية				
			خصاسي كلور الفينول (PCP)				
		1				2,000,000	
		2				800,000	
		3				500	
			مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور (Polychlorinated biphenyls, PCB)				
		1				15,000	
		2				70,000	
		3				300,000	
		4				1,500,000	
			المبيدات الكلورية				
		1				7,000	
		2				700	
		3				1,000	
		4				700	
		5				300,000	
		6				400	
		7				400,000	
			إنتاج الكلورانيل (Chloranil)				
		1				100	
		2				1,200	
		3				60,000	
		4				39	
			مركبات الكلوروبنزين (Chlorobenzenes)				
		1				0	
		2				0	
		3				3,000	
			إنتاج الكلور الكلورالطوي				
						1,000	
			إنتاج الكلور الكلورالطوي باستخدام الأدوات الفحمية				
			إنتاج ثنائي كلور الإينيلين EDC و إحدادي كلور الفينيل VCM و البولي فينيل كلورايد PVC				
		1		1		ND	
		2		0.5		10	
		3		0.03		0.2	
			الصناعات البترولية (مصافي النفط)				
		1				8	
			معامل التسيج				
		1				100	
		2				0.1	
			معامل الجلود				
		1				1,000	
		2				10	

الجدول 87: معاملات الانبعاث للفئة 8 - متفرقات

طريق الإطلاق الممكن (µg TEQ/t)					فئات المصادر		الصف	الفئة الثانوية	الفئة
بقايا	منتجات	أرض	مياه	هواء					
					متفرقات				8
					تجفيف الكتلة الحيوية			a	
ND	0.1	ND	NA	0.007	1	خشب نظيف			
ND	0.1	ND	NA	0.1	2	غلف أخضر			
ND	0.5	ND	NA	10	3	كتلة حيوية معالجة بخماسي كلور الفينول PCP أو بطريقة أخرى			
					حرق الجثث			b	
ND	NA	NA	NA	90	1	بدون تحكم			
	2.5	NA	NA	10	2	تحكم متوسط			
	2.5	NA	NA	0.4	3	تحكم مثالي			
					بيوت التدخين (تدخين اللحوم)			c	
2,000	ND	ND	NA	50	1	خشب معالج ، نفايات الوفود المستخدمة كوفود			
20	ND	ND	NA	6	2	وفود نظيف ، بدون حراق بعدي			
20	ND	ND	NA	0.6	3	وفود نظيف ، بوجود حراق بعدي			
					بقايا التنظيف الجاف			d	
	3,000	NA	NA	NA	1	أنسجة ثقيلة ، معالجة بخماسي كلور الفينول ، إلخ			
	50	NA	NA	NA	2	أنسجة عادية			
					تدخين التبغ *			e	
NA	NA	NA	NA	0.3	1	Cigar (per item)			
NA	NA	NA	NA	0.1	2	Cigarette (per item)			

الجدول 88: معاملات الانبعاث للفئة 9 - طرح/طمر النفايات

طريق الإطلاق الممكن (µg TEQ/t)					فئات المصادر		الصف	الفئة الثانوية	الفئة
بقايا	منتجات	أرض	مياه	هواء					
µg TEQ/m <sup>2</sup>			µg TEQ/m <sup>2</sup>		طرح/طمر النفايات				9
					الرشاحة (leachate) الناتجة عن مطامر النفايات			a	
	50	NA	0.2	NA	1	نفايات خطيرة *			
	6	NA	0.03	NA	2	نفايات غير خطيرة *			
					المجاري/معالجة مياه المجاري			b	
				NA	1	مدخلات صناعية ومنزلية مختلطة (له صلة بالكور)			
	1,000	NA	0.005	NA		بدون إزالة الحمأة			
	1,000	NA	0.0005	NA		مع إزالة الحمأة			
				NA	2	بيئات مدنية			
	100	NA	0.002	NA		بدون إزالة الحمأة			
	100	NA	0.0005	NA		مع إزالة الحمأة			
	10	NA	0.0001	NA	3	بيئات أو مناطق سكنية نائية أو محطات معالجة حديثة			
					الطرح إلى المياه المفتوحة			c	
NA	NA	NA	0.005	NA	1	مدخلات صناعية ومنزلية مختلطة			
NA	NA	NA	0.0002	NA	2	بيئات مدنية			
NA	NA	NA	0.0001	NA	3	بيئات منعزلة أو وجود ضبط			
					التحويل إلى سماد			d	
NA		100	NA	ND	1	كافة الجزء العضوي			
NA		15	NA	ND	2	نفايات المطبخ والحديقة			
NA		5	NA	ND	3	نفايات خضراء من بيئات غير متأثرة			
					طرح نفايات الزيوت			e	
ND	ND	ND	ND	ND	1	كافة الأجزاء			

## الجدول 89: معاملات الانبعاث للفئة 10 - تحديد النقاط الساخنة

منتجات ( $\mu\text{g TEQ/t}$ )	فئات المصادر	الصف	الفئة الثانوية	الفئة
	تحديد النقاط الساخنة			10
	مواقع إنتاج المركبات العضوية الكلورية		a	
	مركبات الكلوروفينول و مشتقاتها أو مركبات ثنائي الفينيل منحد الكلورة PCB	1		
	مركبات عضوية كلورية أخرى	2		
	مواقع إنتاج الكلور		b	
	الإنتاج باستخدام الكثودات الفعم	1		
	الإنتاج من دون الكثودات الفعم	2		
	مواقع تركيب الفينولات/المبيدات الكلورة		c	
	مواقع استخدام المبيدات/الفينولات الكلورة		d	
	مواقع تصنيع و معالجة الأخشاب		e	
	استخدام خملي كلورالفينول أو مواد حلقة أخرى تحتوي على الديوكسين	1		
	لا يوجد استخدام لخملي كلور الفينول ، غير مفتوحة على البيئة	2		
	التجهيزات الحاوية على زيوت PCB		f	
15,000	منخفض الكلورة مثل: Clophen A30, Aroclor 1242			
70,000	متوسط الكلورة مثل : Clophen A40, Aroclor 1248			
300,000	متوسط الكلورة مثل : Clophen A50, Aroclor 1254			
1,500,000	عالي الكلورة مثل: Clophen A60, Aroclor 1260			
	يوجد ارتشاح و تسريب لزيوت PCB	1		
	لا يوجد ارتشاح أو تسريب	2		
	ردم النفايات/البقايا الناتجة عن الفئات من 1-9		g	
	مواقع الحوادث ذات العلاقة		h	
	استخراج الرسوبيات		i	
	مواقع عصار الخبز أو الكاؤولين		j	

## 9. مُلْحَقٌ 2 : الاستبيانات

هذا الفصل يعرض عينات للاستبيانات التي يُمكن استخدامها لجمع المُعطيات عن منشأة أو عملية أو نشاط معين. الاستبيانات ستكون مزودة أيضاً على شكل إلكتروني لتحميلها من موقع الانترنت لبرنامج الأمم المتحدة للكيميائيات UNEP. إن الهدف من الاستبيانات وكيف تعمل بموجبها مشروح في الفصول 3 و4. 4

إن الاستبيانات الخاصة بكل فئة يجب أن ترفق مع صفحة غلاف تبين المرسل (مع جميع التنسيقات الضرورية) والنصوص مثل السنة المرجعية وتاريخ إعادة الاستبيان.

تم تصميم استبيانات لكل فئة (لبعض الفئات يُمكن استخدام نفس الاستبيان).

عينة عن صفحة الغلاف للاستبيان:

<p>جرد إطلاقات الديوكسينات/الفيورانات (Dioxin and Furan)</p> <p>السنة المرجعية _____ 20 (1 كانون الثاني – 31 كانون الأول)</p>	
<p>مطلوبة من قِبَل :</p> <p>[ أسم المؤسسة مع العنوان أسم شخص الإتصال و رقم الهاتف و الفاكس و البريد الالكتروني]</p>	<p>المُرسل إليه</p> <p>[ أسم المؤسسة مع العنوان و الإحداثيات الأخرى]</p>
<p>الرجاء إعادة الاستبيان بعد ملئه بكامل المعلومات المطلوبة إلى عنوان المرسل المبين أعلاه و ذلك قبل تاريخ _____ : (التاريخ)</p>	

## استبيان (1): الفئة الأساسية (1) - حرق النفايات

## Category 1: Waste Incineration

<input type="checkbox"/>	حرق النفايات البلدية	نوع المنشأة
<input type="checkbox"/>	حرق نفايات صناعية	
<input type="checkbox"/>	حرق نفايات المشافي	
<input type="checkbox"/>	حرق نواتج الفرغ الخفيفة من المُشَطِّيات	
<input type="checkbox"/>	حرق حمأة المجاري	
<input type="checkbox"/>	حرق بقايا الأخشاب و النباتات	
<input type="checkbox"/>	حرق جثث الحيوانات	
		أسم المنشأة
		موقع المنشأة المحافظة ، المدينة ، المنطقة
		العنوان :
		نقطة الإتصال: (أسم الشخص ، منصبه ، هاتف ، فاكس ، بريد الكتروني)
[ ]		عدد أفران الحرق
<input type="checkbox"/>	متقطعة (مثال: 100 كغ في الدفعة الواحدة)	نوع العملية
<input type="checkbox"/>	نصف مستمرة (مثال: وردية عمل لمدة 8 ساعات)	
<input type="checkbox"/>	مستمرة (24 ساعة في اليوم)	
[ ]	طن في الساعة (طن/سا)	استطاعة التشغيل السنوية / لكل حراق
[ ]	عدد ساعات التشغيل في اليوم (سا/يوم)	
[ ]	عدد أيام التشغيل في الأسبوع (يوم/أسبوع)	
[ ]	طن في اليوم (طن/يوم)	
[ ]	عدد أيام التشغيل في السنة (يوم/سنة)	
[ ]	عدد ساعات التشغيل في السنة (سا/سنة)	
[ ]	طن في السنة (طن/سنة)	
[ ]	طن في الساعة (طن/سا)	
[ ]	عدد ساعات التشغيل في اليوم (سا/يوم)	استطاعة التشغيل السنوية الكلية/جميع الحراقات
[ ]	عدد أيام التشغيل في الأسبوع (يوم/أسبوع)	
[ ]	طن في اليوم (طن/يوم)	
[ ]	عدد أيام التشغيل في السنة (يوم/سنة)	
[ ]	عدد ساعات التشغيل في السنة (سا/سنة)	
[ ]	طن في السنة (طن/سنة)	
<input type="checkbox"/>	الحرق الكتلي - جدار مائي (Mass burn waterwall (grate)	نوع فرن الحرق
<input type="checkbox"/>	أفران السرير المُمَيِّع (Fluidized bed)	
<input type="checkbox"/>	مواقف (Stokers)	
<input type="checkbox"/>	فرن دوار (Rotary kiln)	
<input type="checkbox"/>	أنواع أخرى (يرجى التحديد)	
[ ]	غرفة الاحتراق الرئيسية (درجة مئوية)	درجة حرارة الفرن
[ ]	حَرَّاقٌ بَعْدِي/ غرفة الاحتراق الثانوية (درجة مئوية)	

<input type="checkbox"/>	مرسبات إلكتروستاتية (electrostatic precipitators)	نوع النظام المُستخدَم في التحكم بتلوث الهواء (APCS)
<input type="checkbox"/>	سيكلونات (Cyclones)	
<input type="checkbox"/>	أكياس مُرَشَّحات (Bag filters)	
<input type="checkbox"/>	أبراج الامتصاص الرطب	
<input type="checkbox"/>	أبراج الامتصاص الجاف	
<input type="checkbox"/>	حقن الكلس أو الجير	
<input type="checkbox"/>	حقن القلويات (مثل الصود الكاوي)	
<input type="checkbox"/>	حقن الفحم الفعال أو الفحم	
<input type="checkbox"/>	فلتر من الفحم الفعال	
<input type="checkbox"/>	المحولات التي تحتوي على محفزات (الإرجاع الوسيطى الإنتقائي)	
<input type="checkbox"/>	مراوح السحب التحريضي (Induced draft fan)	
<input type="checkbox"/>	أنواع أخرى (يرجى التحديد)	
<input type="checkbox"/>	لا يوجد أي نوع من أنواع المعالجة	
<input type="checkbox"/> لا	<input type="checkbox"/> نعم	
عند مخرج نظام المعالجة [ ]		درجة حرارة الغازات المنطلقة (°C)
عند مدخل نظام المعالجة [ ]		تدفق الغازات في مخرج المدخنة
		مترمكعب/ساعة (غاز جاف)

البقايا	الكميات	طرائق التخلص من هذه البقايا
توليد الرماد السفلي	طن/سنة [ ]	إعادة تدوير <input type="checkbox"/> طمر <input type="checkbox"/>
توليد الرماد المتطاير	طن/سنة [ ]	إعادة تدوير <input type="checkbox"/> طمر <input type="checkbox"/>
المياه العادمة	طن/سنة [ ]	تصريف
توليد الحمأة أو الرواسب (كمادة جافة)	طن/سنة [ ]	إعادة تدوير <input type="checkbox"/> طمر <input type="checkbox"/>

### التصنيف و التقييم النهائي (ثملاً هذه المعلومات من قِبَلُ الشخص الذي يُقِيمُ المُعطيات - خبير المشروع)

مُعَامِلَاتُ الإنبعاث (مُكافئ سُمِّي/طن) Emission Factors ( $\mu\text{g TEQ/t}$ )					الصف (Class)
بقايا Residues	مُنْتَج Product	أرض Land	مياه Water	هواء Air	
الإطلاقات السنوية (غرام مُكافئ سُمِّي/عام) Annual Release ( $\text{g TEQ/a}$ )					النشاط السنوي (طن/سنة) Annual Activity (t/a)
بقايا Residues	مُنْتَج Product	أرض Land	مياه Water	هواء Air	

استبيان (2): الفئة الأساسية (2)- إنتاج المعادن الحديدية و غير الحديدية  
 Category 2: Ferrous and Non-Ferrous Metal Production

<input type="checkbox"/>	صب المعادن (Sintering)	نوع المنشأة
<input type="checkbox"/>	إنتاج فحم الكوك (Coke)	
<input type="checkbox"/>	التوتياء (Zinc)	
<input type="checkbox"/>	المغنزيوم (Magnesium)	
<input type="checkbox"/>	ألات التفطيت أو المشطيات (Shreder)	
<input type="checkbox"/>	الحديد و الفولاذ (Iron and/or steel)	
<input type="checkbox"/>	سبك المعادن (Foundry)	
<input type="checkbox"/>	النحاس (Copper)	
<input type="checkbox"/>	الألمنيوم (Aluminum)	
<input type="checkbox"/>	الرصاص (Lead)	
<input type="checkbox"/>	النحاس الأصفر و البرونز (Brass/Bronze)	
<input type="checkbox"/>	معادن أخرى غير الحديد	
<input type="checkbox"/>	أنواع أخرى	
		أسم المنشأة
		موقع المنشأة المحافظة ، المدينة ، المنطقة
		العنوان :
		نقطة الإتصال: (أسم الشخص ، منصبه ، هاتف ، فاكس ، بريد الكتروني)
[ ]		عدد أفران الحرق
<input type="checkbox"/>	متقطعة (مثال : 100 كغ في الدفعة الواحدة)	نوع العملية
<input type="checkbox"/>	نصف مستمرة (مثال: وردية عمل لمدة 8 ساعات)	
<input type="checkbox"/>	مستمرة (24 ساعة في اليوم)	
[ ]	طن في الساعة (طن/سا)	استطاعة التشغيل السنوية / لكل حراق
[ ]	عدد ساعات التشغيل في اليوم (سا/يوم)	
[ ]	عدد أيام التشغيل في الأسبوع (يوم/أسبوع)	
[ ]	طن في اليوم (طن/يوم)	
[ ]	عدد أيام التشغيل في السنة (يوم/سنة)	
[ ]	عدد ساعات التشغيل في السنة (سا/سنة)	
[ ]	طن في السنة (طن/سنة)	
[ ]	طن في الساعة (طن/سا)	
[ ]	عدد ساعات التشغيل في اليوم (سا/يوم)	
[ ]	عدد أيام التشغيل في الأسبوع (يوم/أسبوع)	
[ ]	طن في اليوم (طن/يوم)	استطاعة التشغيل السنوية الكلية/جميع الحراقات
[ ]	عدد أيام التشغيل في السنة (يوم/سنة)	
[ ]	عدد ساعات التشغيل في السنة (سا/سنة)	
[ ]	طن في السنة (طن/سنة)	
[ ]	طن في الساعة (طن/سا)	

<input type="checkbox"/>	فرن الصهر العالي (Blast furnace)	نوع الفرن	
<input type="checkbox"/>	الفرن التحريضي (Induction furnace)		
<input type="checkbox"/>	فرن القوس الكهربائي (Electric arc furnace)		
<input type="checkbox"/>	أفران كوبر Cowper		
<input type="checkbox"/>	الفرن الدوار (Rotary kiln)		
<input type="checkbox"/>	أفران اللهب المنعكس (Reverberatory furnace)		
<input type="checkbox"/>	أنواع أخرى (يرجى التحديد)		
[ ]	غرفة الإحتراق الرئيسية (درجة مئوية)		درجة حرارة الفرن
[ ]	حرّاق بَعدي/ غرف الإحتراق الثانوية (درجة مئوية)	الوقود الأساسي	
طن/سنة	يرجى تحديد النوع		
طن/سنة أو %	يرجى تحديد النوع	الوقود الثانوي/البديل	
<input type="checkbox"/>	مرسبات إلكتروستاتيكية (electrostatic precipitators)	نوع النظام المُستخدَم في التحكم بتلوث الهواء (APCS)	
<input type="checkbox"/>	سيكلونات (Cyclones)		
<input type="checkbox"/>	أكياس مُرشّحات (Bag filters)		
<input type="checkbox"/>	أبراج الامتصاص الرطب (Wet scrubber)		
<input type="checkbox"/>	أبراج الامتصاص الجاف (Dry scrubber)		
<input type="checkbox"/>	حقن الكلس أو الجير		
<input type="checkbox"/>	حقن القلويات (مثل الصود الكاوي)		
<input type="checkbox"/>	حقن الفحم الفعال أو الفحم		
<input type="checkbox"/>	فلاتر من الفحم الفعال		
<input type="checkbox"/>	المحولات التي تحتوي على محفزات (الإرجاع الوسيط الإنتقائي)		
<input type="checkbox"/>	مراوح السحب التحريضي (Induced draft fan)		
<input type="checkbox"/>	أنواع أخرى (يرجى التحديد)		
<input type="checkbox"/>	لا يوجد أي نوع من أنواع المعالجة		
<input type="checkbox"/> لا	<input type="checkbox"/> نعم		هل يوجد أنظمة استرجاع الحرارة مثل المبادلات الحرارية
عند مخرج نظام المعالجة [ ]	عند مدخل نظام المعالجة [ ]		درجة حرارة الغازات المنطلقة (°C)
		تدفق الغازات في مخرج المدخنة (متر مكعب/ساعة - غاز جاف)	

## التصنيف و التقييم النهائي (تُملأ هذه المعلومات من قِبَل الشخص الذي يُقيّم المُعطيات - خبير المشروع)

مُعاملات الإنبعاث (مُكافئ سُمّي/طن) Emission Factors ( $\mu\text{g TEQ/t}$ )					الصف (Class)
بقايا Residues	مُنتَج Product	أرض Land	مياه Water	هواء Air	
الإطلاقات السنوية (غرام مُكافئ سُمّي/عام) Annual Release (g TEQ/a)					النشاط السنوي (طن/سنة) Annual Activity (t/a)
بقايا Residues	مُنتَج Product	أرض Land	مياه Water	هواء Air	

## استبيان (3): الفئة الأساسية (3) - توليد الطاقة و التدفئة

## Category 3: Power Generation and Heating

(Power plants)		
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		■
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	(Landfill gas)	
<input type="checkbox"/>	:(Biomass)	
Industrial Combustion units (small) or domestic heating and cooking units		
<input type="checkbox"/>	( )	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		■
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		■
<input type="checkbox"/>	(Tapioka)	■
<input type="checkbox"/>		■
<input type="checkbox"/>	( )	■
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	( )	
		أسم المنشأة
		موقع المنشأة المحافظة ، المدينة ، المنطقة
		العنوان :
		نقطة الإتصال: (أسم الشخص ، منصبه ، هاتف ، فاكس ، بريد الكتروني)
		عدد أفران الحرق
<input type="checkbox"/>	متقطعة (مثال : 100 كغ في الدفعة الواحدة)	
<input type="checkbox"/>	نصف مستمرة (مثال: وردية عمل لمدة 8 ساعات)	
<input type="checkbox"/>	مستمرة (24 ساعة في اليوم)	
[ ]	طن في الساعة (طن/سا) أو تيرا جول/ساعة (TJ/h)	/
[ ]	عدد ساعات التشغيل في اليوم (سا/يوم)	
[ ]	عدد أيام التشغيل في الأسبوع (يوم/أسبوع)	
[ ]	طن في اليوم (طن/يوم) أو تيرا جول/يوم (TJ/d)	

[ ]	عدد أيام التشغيل في السنة (يوم/سنة)	
[ ]	عدد ساعات التشغيل في السنة (سا/سنة)	
[ ]	طن في السنة (طن/سنة) أو تيرا جول/السنة (TJ/a)	
[ ]	عدد أيام التشغيل في السنة (يوم/سنة)	/
[ ]	عدد ساعات التشغيل في السنة (سا/سنة)	
[ ]	تيرا جول/السنة (TJ/a)	
<input type="checkbox"/>	مرجل (Boiler)	نوع النظام المُستخدَم في التحكم بتلوث الهواء (APCS)
<input type="checkbox"/>	مسخنات العمليات (Process heater)	
<input type="checkbox"/>	شعلة (Flare)	
<input type="checkbox"/>	توربين (Turbine)	
<input type="checkbox"/>	محرك احتراق داخلي (Internal combustion engine)	
<input type="checkbox"/>	أنواع أخرى (يرجى التحديد)	
[ ]	غرفة الإحتراق الرئيسية (درجة مئوية)	
[ ]	حَرَّاقٌ بعدي/ غرفة الإحتراق الثانوية (درجة مئوية)	
<input type="checkbox"/>	(electrostatic precipitators)	
<input type="checkbox"/>	(Cyclones)	
<input type="checkbox"/>	(Bag filters)	
<input type="checkbox"/>	(Bughouse filter)	
<input type="checkbox"/>	(Dry scrubber)	
<input type="checkbox"/>	( )	
<input type="checkbox"/>	( )	
<input type="checkbox"/>	المحولات التي تحتوي على محفزات (الإرجاع الوسيط الإنتقائي)	
<input type="checkbox"/>	مراوح السحب التحريضي (Induced draft fan)	
<input type="checkbox"/>	( )	(heat recovery system)
[ ]	عند مخرج نظام المعالجة [ ]	عند مدخل نظام المعالجة [ ]
	مترمكعب/ساعة (غاز جاف)	(°C)

### التصنيف و التقييم النهائي (تُملأ هذه المعلومات من قِبَلُ الشخص الذي يُقيِّم المُعطيات - خبير المشروع)

مُعَامِلَاتُ الإنبعاث (مُكافئ سُمِّي/طن) Emission Factors ( $\mu\text{g TEQ/t}$ )					الصف (Class)
بقايا Residues	مُنتَج Product	أرض Land	مياه Water	هواء Air	
الإطلاقات السنوية (غرام مُكافئ سُمِّي/عام) Annual Release ( $\text{g TEQ/a}$ )					النشاط السنوي (طن/سنة) Annual Activity (t/a)
بقايا Residues	مُنتَج Product	أرض Land	مياه Water	هواء Air	

## استبيان (4): الفئة الأساسية (4)- المنتجات الفلزية

## Category 4: Mineral Production

<input type="checkbox"/>	الإسمنت (Cement)	نوع المنشأة
<input type="checkbox"/>	الجير (Lime)	
<input type="checkbox"/>	الطوب و الأجر (Brick)	
<input type="checkbox"/>	الزجاج (Glass)	
<input type="checkbox"/>	السيراميك و البورسلين (Ceramics)	
<input type="checkbox"/>	مزج الإسفلت (Asphalt)	
		أسم المنشأة
		موقع المنشأة المحافظة ، المدينة ، المنطقة
		العنوان :
		نقطة الإتصال: (أسم الشخص ، منصبه ، هاتف ، فاكس ، بريد الكتروني)
[ ]		عدد أفران الحرق
[ ] ( / )	:	المواد الداخلة
[ ] ( / )	:	الوقود الأساسي
[ ] ( / )	:	الوقود الثانوي/البديل
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	نوع العملية
<input type="checkbox"/>	متقطعة (مثال : 100 كغ في الدفعة الواحدة)	نوع التشغيل
<input type="checkbox"/>	نصف مستمرة (مثال: وردية عمل لمدة 8 ساعات)	
<input type="checkbox"/>	مستمرة (24 ساعة في اليوم)	
[ ]	طن في الساعة (طن/سا)	استطاعة التشغيل السنوية / لكل وحدة
[ ]	عدد ساعات التشغيل في اليوم (سا/يوم)	
[ ]	عدد أيام التشغيل في الأسبوع (يوم/أسبوع)	
[ ]	طن في اليوم (طن/يوم)	
[ ]	عدد أيام التشغيل في السنة (يوم/سنة)	
[ ]	عدد ساعات التشغيل في السنة (سا/سنة)	
[ ]	طن في السنة (طن/سنة)	
[ ]	طن في الساعة (طن/سا)	
[ ]	عدد ساعات التشغيل في اليوم (سا/يوم)	استطاعة التشغيل السنوية الكلية/جميع الوحدات
[ ]	عدد أيام التشغيل في الأسبوع (يوم/أسبوع)	
[ ]	طن في اليوم (طن/يوم)	
[ ]	عدد أيام التشغيل في السنة (يوم/سنة)	
[ ]	عدد ساعات التشغيل في السنة (سا/سنة)	
[ ]	طن في السنة (طن/سنة)	
[ ]	طن في الساعة (طن/سا)	
[ ]	عدد ساعات التشغيل في اليوم (سا/يوم)	
<input type="checkbox"/>	فرن دوّار (Rotary kiln)	نوع الفرن
<input type="checkbox"/>	فرن عامودي (Shaft kiln)	
<input type="checkbox"/>	فرن أنبوبي (Tunnel furnace)	
<input type="checkbox"/>	أنواع أخرى (يرجى التحديد)	
[ ]	غرفة الإحتراق الرئيسية (درجة مئوية)	

[ ]	غرفة الإحتراق الرئيسية (درجة مئوية)	درجة حرارة الفرن
[ ]	حَرَّاقٌ بَعْدِي/ غرف الإحتراق الثانوية (درجة مئوية)	
<input type="checkbox"/>	(electrostatic precipitators)	
<input type="checkbox"/>	(Cyclones)	
<input type="checkbox"/>	(Bag filters)	
<input type="checkbox"/>	(Bughouse filter)	
<input type="checkbox"/>	(Dry scrubber)	
<input type="checkbox"/>	( )	
<input type="checkbox"/>	( )	
<input type="checkbox"/>	المحولات التي تحتوي على محفزات (الإرجاع الوسيط الإنتقائي)	
<input type="checkbox"/>	مراوح السحب التحريضي (Induced draft fan)	
<input type="checkbox"/>	( )	
<input type="checkbox"/>	( )	
<input type="checkbox"/>	( )	
<input type="checkbox"/>	أنظمة استرجاع الحرارة (heat recovery system)	
<input type="checkbox"/>	عند مدخل نظام المعالجة [ ]	عند مخرج نظام المعالجة [ ]
	مترمكعب/ساعة (غاز جاف)	درجة حرارة الغازات المنطلقة (°C)
		تدفق الغازات في مخرج المدخنة

### التصنيف و التقييم النهائي (ثملاً هذه المعلومات من قِبَلُ الشخص الذي يُقِيمُ المُعطيات - خبير المشروع)

مُعَامِلَاتُ الإنبِعَاتِ (مُكَافِئُ سُمِّي/طن)					Emission Factors ( $\mu\text{g TEQ/t}$ )	الصف (Class)
بقايا Residues	مُنْتَجٌ Product	أرض Land	مياه Water	هواء Air		
الإطلاقات السنوية (غرام مُكَافِئُ سُمِّي/عام)					Annual Release ( $\text{g TEQ/a}$ )	النشاط السنوي (طن/سنة) Annual Activity (t/a)
بقايا Residues	مُنْتَجٌ Product	أرض Land	مياه Water	هواء Air		

## استبيان (5): الفئة الأساسية (5) - النقل

## Category 5 – Transport

			المنطقة/المحافظة/البلد
			العنوان
			نقطة الإتصال: (أسم الشخص ، منصبه ، هاتف ، فاكس ، بريد الكتروني)
ديزل/زيت الوقود الخفيف	بنزين خالي من الرصاص	بنزين مرصص	نوع الوقود
			الاستهلاك الوطني السنوي بوحدة اللتر في العام (L/a)
<b>سيارات الركاب (Passenger Cars)</b>			
			عدد الآليات
			الأداء السنوي على الطريق لكل آلية و كيلومتر (كم/عام)
			استهلاك الوقود (لتر/كم ، لتر/عام)
			الاستهلاك السنوي الكلي (لتر/عام)
			أنظمة التحكم بتلوث الهواء * (أجب: نعم أو لا)
<b>الباصات</b>			
			عدد الباصات
			الأداء السنوي على الطريق لكل آلية و كيلومتر (كم/عام)
			استهلاك الوقود (لتر/كم ، لتر/عام)
			الاستهلاك السنوي الكلي (لتر/عام)
			الاستهلاك السنوي بالأطنان في العام (طن/عام)
			أنظمة التحكم بتلوث الهواء * (أجب: نعم أو لا)
<b>باصات و شاحنات</b>			
			عدد الشاحنات
			الأداء السنوي على الطريق لكل آلية و العام (كم/عام)
			استهلاك الوقود (لتر/كم ، لتر/عام)
			الاستهلاك السنوي الكلي (لتر/عام)
			الاستهلاك السنوي بالأطنان في العام (طن/عام)
			أنظمة التحكم بتلوث الهواء * (أجب: نعم أو لا)
<b>السفن</b>			
			عدد السفن
			الأداء السنوي على الطريق لكل آلية و العام (كم/عام)
			استهلاك الوقود (لتر/كم ، لتر/عام)
			الاستهلاك السنوي الكلي (لتر/عام)
			الاستهلاك السنوي بالأطنان في العام (طن/عام)
			أنظمة التحكم بتلوث الهواء * (أجب: نعم أو لا)

القطارات			
			عدد القطارات (تعمل على أي من أنواع الوقود أعلاه)
			الأداء السنوي على السكة الحديدية لكل آلية و العام (كم/عام)
			استهلاك الوقود (لتر/كم ، لتر/عام)
			الاستهلاك السنوي الكلي (لتر/عام)
			الاستهلاك السنوي بالأطنان في العام (طن/عام)
			أنظمة التحكم بتلوث الهواء * (أجب: نعم أو لا)

### التصنيف و التقييم النهائي (ثملاً هذه المعلومات من قِبَل الشخص الذي يُقِيمُ المُعْطِيَات - خبير المشروع)

مُعَامِلَاتِ الإِنْبِعَاثِ (مُكَافِئِ سُمِّي/طن) Emission Factors ( $\mu\text{g TEQ/t}$ )					الصف (Class)
بقايا Residues	مُنْتَجٍ Product	أَرْض Land	مِيَاه Water	هَوَاء Air	
الإِطْلَاقَاتِ السَّنَوِيَّةِ (غَرَامِ مُكَافِئِ سُمِّي/عام) Annual Release (g TEQ/a)					النشاط السنوي (طن/سنة) Annual Activity (t/a)
بقايا Residues	مُنْتَجٍ Product	أَرْض Land	مِيَاه Water	هَوَاء Air	

\* أنظمة التحكم بتلوث الهواء (APCS) : تعني الوسيط أو الحفاز المُسْتَعْمَدُ في السيارات العاملة على البنزين و التجهيزات المُسْتَعْمَدَةُ للتخلص من السخام في الآليات العاملة على وقود الديزل.

استبيان (6): الفئة الأساسية (6) - عمليّات الإحترق المكشوفة  
Category 6 – Open Burning Processes

المنطقة/المحافظة/البلد			
العنوان			
نقطة الإتصال: (أسم الشخص ، منصبه ، هاتف ، فاكس ، بريد الكتروني)			
حرق الكتلة الحيوية			
نوع الكتلة الحيوية (مثل : صنوبر ، قصب السكر ، إلخ..)	كمية الكتلة الحيوية الموجودة في كل هكتار محترق (طن/هكتار)	مساحة المنطقة المحترقة في العام (هكتار/العام)	كمية الكتلة الحيوية المحترقة مقدرة بالأطنان في العام (طن/عام)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
الإجمالي			
الحرق المكشوف و الحرائق العرَضية			
إحصائيات النفايات العامة			
طن من النفايات المتولدة	بالشخص في اليوم	بالشخص في العام	على النطاق الوطني في العام (طن)
نوع المصدر	كمية النفايات المحترقة بالشخص (طن/عام)	عدد السكان	كمية النفايات المحترقة في العام (طن/عام)
	(%)	(طن/عام)	(%)
	(طن/عام)	(%)	(طن/عام)
1) حرائق مطامر النفايات			
2) الحرق غير المراقب للنفايات المنزلية			
3) الحرق المكشوف للأخشاب (تعمير/هدم)			
المنطقة/المحافظة/على النطاق الوطني			
عدد المنازل المحترقة في العام (عدد/العام)	عدد الأليات المحترقة في العام (عدد/العام)		
4) حوادث الحرائق في المنازل و المعامل			
5) حوادث الحرائق في الأليات			

التصنيف و التقييم النهائي (تُملأ هذه المعلومات من قِبَل الشخص الذي يُقيّم المُعطيات - خبير المشروع)

مُعاملات الانبعاث (مُكافئ سُمّي/طن) Emission Factors ( $\mu\text{g TEQ/t}$ )					الصف (Class)
بقايا Residues	مُنتج Product	أرض Land	مياه Water	هواء Air	
الإطلاقات السنوية (غرام مُكافئ سُمّي/عام) Annual Release (g TEQ/a)					النشاط السنوي (طن/سنة) Annual Activity (t/a)
بقايا Residues	مُنتج Product	أرض Land	مياه Water	هواء Air	

استبيان (7): الفئة الأساسية (7)- إنتاج و إستعمال المواد الكيميائية و بضائع المُستهلك (إطلاقات إلى الهواء و إلى المياه)

### Category 7 – Production and Use of Chemicals and Consumer Goods

[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]	صناعة الورق و عجينة الورق : عجينة الورق صناعة الورق و عجينة الورق : الورق (أولي أو معاد تدويره) معامل عجينة الورق و الورق - مدمجة إنتاج المركبات العضوية الكلورية ثنائي كلور الإيثيلين بولي فينيل كلورايد (PVC) المبيدات (PCP, 2,4,5-T, 2,4-D) إنتاج غاز الكلور (الكترويدات غرافيت) إنتاج الكلوريدات اللاعضوية مصافي تصنيع البترول	<b>الصناعات الكيميائية : نوع المنشأة</b>
		<b>العنوان</b>
		<b>نقطة الإتصال:</b> (أسم الشخص ، منصبه ، هاتف ، فاكس ، بريد الكتروني)
		الاستطاعة : استهلاك المواد الخام (النوع ، الكمية = طن/سنة)
	باستخدام المواد الكيميائية (أجب بنعم أو لا)	التبييض أو القصر
	متواليبة التبييض	الاستطاعة : المنتج النهائي أو المواد الخام (النوع ، الكمية = طن/سنة)
[ ] [ ] [ ]	السرير الثابت (Fixed-bed) السرير المُمَيَّع (Fluidized bed) أخرى	<b>نوع العملية</b>
[ ] [ ] [ ]	متقطعة (مثال 100 كغ في الدفعة الواحدة) نصف مستمرة (مثال: وردية عمل لمدة 8 ساعات) مستمرة (24 ساعة في اليوم)	<b>نوع التشغيل</b>
	طن في الساعة (طن/سا) عدد ساعات التشغيل في اليوم (سا/يوم) عدد أيام التشغيل في الأسبوع (يوم/أسبوع) طن في اليوم (طن/يوم) عدد أيام التشغيل في السنة (يوم/سنة) عدد ساعات التشغيل في السنة (سا/سنة) طن في السنة (طن/سنة)	<b>استطاعة التشغيل السنوية / لكل وحدة</b>
	طن في الساعة (طن/سا) عدد ساعات التشغيل في اليوم (سا/يوم) عدد أيام التشغيل في الأسبوع (يوم/أسبوع) طن في اليوم (طن/يوم) عدد أيام التشغيل في السنة (يوم/سنة) عدد ساعات التشغيل في السنة (سا/سنة) طن في السنة (طن/سنة)	<b>استطاعة التشغيل السنوية الكلية/جميع الوحدات</b>

	(°C)	درجة حرارة التشغيل/الانتاج
		معدل تصريف المياه (لتر/ساعة ، مترمكعب/عام)
[ ] [ ] [ ] [ ] [ ]	برك ترقيد أحواض مهواة مُعالجة ثانوية مُعالجة ثالثية أخرى (يرجى التحديد)	مُعالجة المياه
	طن في السنة (طن/سنة)	توليد الحمأة
	الطمر في الأرض (طن/سنة) زراعة الأراضي (طن/سنة) في الموقع (طن/سنة) الترميد (طن/سنة) أخرى (يرجى التحديد) (طن/سنة)	طرائق التخلص من الحمأة
[ ] [ ]	(electrostatic precipitators) (Cyclones) (Bag filters) (Bughouse filter) (Dry scrubber) ( ) المحولات التي تحتوي على محفزات (الإرجاع الوسيط الإنتقائي) مراوح السحب التحريضي (Induced draft fan) ( )	نوع النظام المُستخدَم في التحكم بتلوث الهواء (APCS)
[ ]	عند مخرج نظام المعالجة [ ]	درجة حرارة الغازات المنطلقة (°C)
	عند مدخل نظام المعالجة [ ] مترمكعب/ساعة (غاز جاف)	تدفق الغازات في مخرج المدخنة

### التصنيف و التقييم النهائي (تُملأ هذه المعلومات من قِبَل الشخص الذي يُقِيم المُعطيات - خبير المشروع)

مُعَامِلَاتِ الإِنْبِعَاثِ (مُكَافِئِ سُمِّي/طن) Emission Factors ( $\mu\text{g TEQ/t}$ )					الصف (Class)
بقايا Residues	مُنْتَجُ Product	أرض Land	مياه Water	هواء Air	
الإِطْلَاقَاتِ السَّنَوِيَّةِ (غرام مُكَافِئِ سُمِّي/عام) Annual Release ( $\text{g TEQ/a}$ )					النشاط السنوي (طن/سنة) Annual Activity (t/a)
بقايا Residues	مُنْتَجُ Product	أرض Land	مياه Water	هواء Air	

## 10. مُلْحَقُ 3 : عرض نتائج الجُرُودات

### 1.10. مثال عن جداول الجرد

الجدول 90 يبين مثال عن صفحة إكسل (EXCEL) مليئة بالأرقام ومُعطيات الإطلاقات السنوية التي تم توليدها في الصفحة. هذا المثال مأخوذ من جرد الإطلاقات في الباراغواي (Paraguay) للفئة الأساسية 6 (SEAM 2003). عند تطبيق وسيلة الأدوات و معاملات الانبعاث الافتراضية ، فعلى البلد فقط أن يُدخل بيانات النشاطات في العمود الأزرق "الإنتاج في السنة" و سوف يتم حساب الإطلاقات السنوية بشكل أوتوماتيكي.

الجدول 90: مثال عن صفحة إكسل (EXCEL) تبين معطيات الإدخال و المخرجات للإطلاقات إلى الهواء ، و المياه ، و الأرض ، و المنتجات ، و البقايا من أجل الفئة الأساسية 6 (المصدر SEAM 2003)

الفئة	الفئة الثانوية	الصف	فئات المصادر	طريق الإطلاق الممكن (µg TEQ/t)					الإنتاج السنوي t/a	الإطلاقات السنوية							
				هواء	مياه	أرض	منتجات	بقايا		g TEQ/a	g TEQ/a	g TEQ/a	g TEQ/a	g TEQ/a			
6			عمليات الإحراق المكثوفة														
	a		الحرائق/حرق الكتلة الحيوية					932,748	22.413	0	8.504	0	0				
		1	حرائق الخشب	5	ND	4	NA	259,440	1.297		1.038						
		2	حرائق الأراضي العشبية و السبخات	5	ND	4	NA	183,233	0.916		0.733						
		3	حرق البقايا الزراعية (في الحقل) متأثرة، شروط احتراق سيئة	30	ND	10	NA	673,308	20.199		6.733						
		4	حرق البقايا الزراعية (في الحقل) غير متأثرة	0.5	ND	10	NA	ND	0.000		0.000						
	b		حرائق ، حرق النفايات ، حرائق مطامر النفايات ، الحرائق الصناعية ، الحرائق العرضية					48,478	14.879	0	0.000	0	28.584				
		1	الحرائق في مكبات و مطامر النفايات	1,000	ND	NA	NA	1	0.001								
		2	حوادث الحرائق في البيوت و المعامل (ككل حادثة)	400	ND	400	NA	2,515	1.006		1.006						
		3	حرق النفايات المنزلية غير المراف	300	ND	600	NA	45,963	13.789		27.578						
		4	الحرائق العرضية في المركبات (ككل مركبة)	94	ND	18	NA	887	0.083		0.016						
		5	الحرق المكثوف للخشب (تعبير/هم)	60	ND	10	NA		0.000		0.000						
		6											28.584	0	8.504	0	37.292

عندما تملأ جميع صفحات إكسل (EXCEL) للفئات التسع بالمعلومات المتوفرة عن النشاطات ، يتم توليد جدول خلاصة واحد يبين جميع الإطلاقات المتجمعة عن الفئات التسع لجميع قطاعات الإطلاق . الجدول 91 يعطي مثالاً عن جرد الباراغواي (SEAM 2003).

## الجدول 91: نتائج الجرد الوطني لإطلاقات الديوكسينات/الفيورانات (الباراغواي 2003 SEAM)

الإطلاق السنوي (غرام مكافئ سمية/السنة) (g TEQ/a)					فئات المصادر الأساسية	الفئة
بقايا	مُنتج	أرض	مياه	هواء		
0.023	0	0	0	3.50	حرق النفايات	1
0	0	0	0.03	1.52	إنتاج المعادن الحديدية وغير الحديدية	2
0.6	0	0	0	3.10	إنتاج الطاقة والتدفئة	3
0.06	0	0	0	1.07	إنتاج مواد البناء	4
0	0	0	0	0.37	النقل	5
76.2	0	8.50	0	61.1	عمليات الإحتراق المكشوفة	6
	0.0002	0	0	0	إنتاج واستعمال الكيماويات وبضائع المُستهلك	7
0	0.221	0	0	0.03	متفرقات	8
0	0	0	0.17	0	التخلص من النفايات	9
<b>76.3</b>	<b>0.22</b>	<b>8.5</b>	<b>0.2</b>	<b>70.7</b>	<b>الإجمالي</b>	<b>9-1</b>
<b>156</b>					<b>الإجمالي العام</b>	

## 10.2. الجُرودات الوطنية للديوكسينات/الفيورانات التي نفذت باستخدام وسيلة الأدوات

منذ تاريخ إصدار مُسودة وسيلة الأدوات في كانون الثاني 2001 (Toolkit 2001)، تم تطبيق منهجية وسيلة الأدوات في العديد من البلدان و من المتوقع أن يأتي المزيد. و من أجل الأخذ بالحسبان بهذه الجرودات الجديدة ، يعمل برنامج الأمم المتحدة للكيماويات UNEP Chemicals على إعداد مطبوعة عن الجرودات الوطنية للديوكسينات و الفيورانات لتحديث تقرير عام 1999 "جرودات الديوكسينات و الفيورانات ، الإنبعاثات الوطنية و الإقليمية للديوكسينات/الفيورانات" (UNEP 1999). و سندرج هنا فقط بعضٌ من جرودات الإطلاق الوطنية التي تم تحضيرها باستخدام وسيلة الأدوات هذه (Toolkit). و تتضمن القائمة أمثلة من البلدان النامية و البلدان المتطورة. و بعضٌ من هذه المتوفرة للمراجعة مبينة في الجدول 92 .

الجدول 92: جرودات الديوكسينات/الفيورانات التي تم إعدادها بواسطة وسيلة الأدوات (Toolkit)

المرجع Reference	البلد Country
SAyDS 2004	الأرجنتين Argentina
DEH 2004	أستراليا Australia
DEPR 2003; in UNEP 2003b	بروناي دار السلام Brunei Darussalam
In: UNEP 2004a	كمبوديا Cambodia
In: UNEP/GTZ/CONAMA 2004	تشيلي Chile
CITMA-CIGEA 2004	كوبا Cuba
In: UNEP/GTZ/CONAMA 2004	الإكوادور Ecuador
Lassen et al. 2003	أستونيا Estonia
Quass et al. 2004	دول أعضاء جديدة في الإتحاد الأوروبي
MoE Jordan 2003; in UNEP 2003b	الأردن Jordan
Lassen et al. 2003	لاتفيا Latvia
MoE 2003; in UNEP 2003b	لبنان Lebanon
Lassen et al. 2003	لثوانيا Lithuania
UNEP 2004b	جزر الموريشيوس Mauritius
SEAM 2003	الباراغواي Paraguay
ITDI 2003; in UNEP 2003b	الفلبين Philippines
Lassen et al. 2003	بولندا Poland
In: UNEP 2004a	سيريلانكا Sri Lanka
PCD 2002; in UNEP/PCD/BMZ/BMU/UBA/GTZ (2002)	تايلاند Thailand
DINAMA 2002	الأوروغواي Uruguay
NEA 2003; in UNEP 2003b	فيتنام Vietnam
UNEP 2004b	زامبيا Zambia

## 11. المرفقات التقنية (TECHNICAL ANNEXES)

### 1.11. 1.11. معاملات مكافئ السمية (TEFs) Toxicity Equivalency Factors

طورت العديد من الوكالات التنظيمية ما يسمى بمعاملات مكافئ السمية (TEF) من أجل تقييم الخطورة لمزيج معقد من الديوكسينات/الفيورانات. ومعاملات مكافئ السمية هذه مبنية على أساس قيم السمية الحادة من دراسات نفذت في الزجاج – أنابيب الاختبار (*in vitro*) وفي الجسم الحي (*in vivo*). هذه المنهجية تعتمد على الشواهد والأدلة أنه يوجد آلية عامة لفعل هذه المركبات وبشكل متوافق على المتلقي (أو الطرف المستقبل). على أية حال، فمنهجية معاملات مكافئ السمية لها محدودياتها بسبب عدد من التبسيطات. بالرغم من أن الأساس العلمي لهذه المنهجية لا يمكن اعتباره قوياً، لكن منهجية معاملات مكافئ السمية تم تطويرها كأداة إدارية والتي تسمح بالتحويل الكمي للمعطيات التحليلية لمركبات الديوكسين/الفيوران إلى مكافئ سمي واحد (TEQ). إن منهجية معاملات مكافئ السمية (TEF) تساعد بشكل خاص في التعبير عن السمية التراكمية لمزيج معقد من الديوكسينات/الفيورانات كقيمة واحدة من المكافئ السمي (Toxic Equivalent, TEQ). ويجب الانتباه إلى أن معاملات مكافئ السمية (TEFs) هي قيم مرحلية وأدوات إدارية لتقديرات تختلف عن بعضها بعدة مراتب. وهي مبنية اعتماداً على الوضع الراهن من المعرفة المتوفرة ويجب أن يتم مراجعتها كلما توفرت معطيات جديدة.

هناك اليوم نوعان من النظم المطبقة: الطريقة القديمة هي معاملات مكافئ السمية (TEFs) التي وضعت من قبل منظمة حلف النانو/لجنة تحديات المجتمع الحديث/مجموعة العمل على اليوكسينات والمركبات ذات العلاقة كمعاملات مكافئات سمية دولية (I-TEF) (NATO/CCMS 1988, Kutz et al. 1990)، والطريقة الأكثر حداثة هي التي وضعت من قبل مجموعة عمل منظمة الصحة العالمية WHO/IPCS التي قامت بإعادة تقييم معاملات مكافئات السمية الدولية I-TEF و وضعت نظام جديد. كلا النظامين موجودان في الجدول 93. هنا نعرض فقط معاملات مكافئ السمية لتقييم الخطورة عند الإنسان والثدييات، علماً أن مجموعة عمل منظمة الصحة العالمية WHO/IPCS قد ضمنت مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور (PCB) المستبدلة في المواقع *non-ortho* و *mono-ortho* في معاملات مكافئات السمية وأسست مجموعة منفصلة من معاملات مكافئات السمية TEFs للأسماك والطيور (van Leeuwen and Younes 1998).

الجدول 93: معاملات مكافئ السمية (TEFs) - مقارنة بين النظم المستخدمة والأكثر شيوعاً

مُعَامِلَاتُ مُكَافِئِ السُّمِّيَّةِ منظمة الصحة العالمية WHO-TEFs	مُعَامِلَاتُ مُكَافِئِ السُّمِّيَّةِ الدُّوَلِيَّةِ I-TEFs	الممكبات Congener
1	1	2,3,7,8-Cl <sub>4</sub> DD
<b>1</b>	0.5	1,2,3,7,8-Cl <sub>5</sub> DD
0.1	0.1	1,2,3,4,7,8-Cl <sub>6</sub> DD
0.1	0.1	1,2,3,7,8,9-Cl <sub>6</sub> DD
0.1	0.1	1,2,3,6,7,8-Cl <sub>6</sub> DD
0.01	0.01	1,2,3,4,6,7,8-Cl <sub>7</sub> DD
<b>0.0001</b>	0.001	Cl <sub>8</sub> DD
0.1	0.1	2,3,7,8-Cl <sub>4</sub> DF
0.05	0.05	1,2,3,7,8-Cl <sub>5</sub> DF
0.5	0.5	2,3,4,7,8-Cl <sub>5</sub> DF
0.1	0.1	1,2,3,4,7,8-Cl <sub>6</sub> DF
0.1	0.1	1,2,3,7,8,9-Cl <sub>6</sub> DF
0.1	0.1	1,2,3,6,7,8-Cl <sub>6</sub> DF
0.1	0.1	2,3,4,6,7,8-Cl <sub>6</sub> DF
0.01	0.01	1,2,3,4,6,7,8-Cl <sub>7</sub> DF
0.01	0.01	1,2,3,4,7,8,9-Cl <sub>7</sub> DF
<b>0.0001</b>	0.001	Cl <sub>8</sub> DF

لم يتم تعيين معاملات مكافئ سمية من أجل جميع الممكبات غير المُستبدلة في المواقع 2,3,7,8 الأرقام المحددة بالأسود الغامق تمثل معاملات مكافئ السمية التي تم تغييرها من قبل مجموعة عمل منظمة الصحة العالمية من مكافئات السمية الدولية I-TEFs إلى WHO-TEFs

## 11.2. استعمال الواحدات في الإنبعاثات إلى الهواء

عند تسجيل التراكيز في الهواء يجب أخذ الحيطة بخصوص أساس الواحدات المعطية. تطبيق التعاريف التالية:

- متر مكعب : هو واحدة منظمة التقييس الدولية (ISO) للحجم ويمكن أن تستخدم للتعبير عن حجم أية مادة أكانت صلبة أو سائلة أو غازية  $m^3$
- متر مكعب نظامي: يعود إلى حجم أي غاز عند درجة حرارة صفر درجة مئوية و 1 ضغط جوي (101.325 كيلوباسكال)  $Nm^3$
- في البلدان الأوروبية وللانبعاثات من محارق النفايات البلدية (أيضاً الحرق المشترك للنفايات): يعرف المتر المكعب النظامي عند الشروط التالية: 101.325 كيلوباسكال (= 1 جو)، 273.15 كالفن (K)، غاز جاف، ونسبة أوكسجين 11%. ومن أجل الإنبعاثات من المنشآت الحرارية/الإحتراق الأخرى لا يوجد اشتراطات لتقييس الشروط عند نسبة أوكسجين 11%.
- متر مكعب مرجعي. عندما تستعمل R فالشروط هي 25 درجة مئوية، ضغط 1 جو، جاف. الحاجة إلى تصحيح الأوكسجين يجب أن توضح حصراً، بالرغم من أنها لا تحدد في بعض الأحيان.
- الاستخدام الأوسع في كندا هو التصحيح عند نسبة أوكسجين 11% للمحارق ولمراحل معاملة الورق الساحلية التي تحرق بقايا الخشب المملح. أما من أجل قطاعات أخرى مثل معاملة صب المعادن فقد قرروا عدم استخدام تصحيح نسبة الأوكسجين.
- هو المتر المكعب القياسي الجاف (معبراً عنه بـ dscm) عند ضغط 1 جو و 20 درجة مئوية (68 فهرنهايت (F)). تركيز الملوث يصحح إلى نسبة قياسية من الأوكسجين أو ثاني أوكسيد الكربون في غازات الإحتراق ، عادة 7% أوكسجين و 12% ثاني أوكسيد الكربون.  $Sm^3$  - أمريكا

## 3.11. القيم الحرارية – للفئة الأساسية 3

في فئة المصادر الأساسية 3، كان أساس تسجيل معاملات الإنبعاث هو الخرج الطاقي. لهذا السبب تشير وسيلة الأدوات إلى التيراجول (كوحدة الخرج الطاقي) وليس إلى كتلة الطن الواحد من مواد التغذية. وفي حالة أن المتوفر هو فقط كتلة المواد المستهلكة، تم توليد الجداول التالية لتوفير قائمة من المؤشرات للربط ما بين الكتلة (كغ) مع الخرج الحراري أو القيمة الحرارية (ميغاجول).

الجدول 94: القيم الحرارية للفحم

القيمة الحرارية	نوع الفحم
27 – 35 ميغا جول/كغ اعتماداً على المنجم	أنتراسيت، ألمانيا
32 – 34 ميغا جول/كغ	الفحم القاري (البيتوميني)، فرنسا
31 – 31 ميغا جول/كغ	الفحم القاري (البيتوميني)، أمريكا
30 ميغا جول/كغ (خليج Donez)	انتراسيت، روسيا
29 – 32 ميغا جول/كغ	الفحم القاري (البيتوميني)، ألمانيا
25 – 27 ميغا جول/كغ	الفحم القاري (البيتوميني)، الصين
16 – 17 ميغا جول/كغ	الفحم تحت القاري (تحت البيتوميني)، اسبانيا
13 – 15 ميغا جول/كغ	الفحم تحت القاري (تحت البيتوميني)، كرواتيا
12 – 14 ميغا جول/كغ	الفحم تحت القاري (تحت البيتوميني)، تركيا
10 – 12 ميغا جول/كغ	فحم الليغنيت/البنّي، ألمانيا (الوسط)
9 – 11 ميغا جول/كغ	فحم الليغنيت/البنّي، جمهورية التشيك
8 – 10 ميغا جول/كغ	فحم الليغنيت/البنّي، ألمانيا (الغرب)
8 – 9 ميغا جول/كغ	فحم الليغنيت/البنّي، استراليا
7 – 9 ميغا جول/كغ	فحم الليغنيت/البنّي، ألمانيا (الشرق)
4 – 6 ميغا جول/كغ	فحم الليغنيت/البنّي، اليونان

الجدول 95: القيم الحرارية لفحم الكوك

القيمة الحرارية	نوع فحم الكوك
31 – 32 ميغا جول/كغ	فحم الكوك المنتفخ، جمهورية التشيك
28 – 30 ميغا جول/كغ	كوك الانتراسيت، ألمانيا
27 – 28 ميغا جول/كغ	كوك الليغنيت، ألمانيا
23 – 25 ميغا جول/كغ	فحم الكوك المنتفخ، ألمانيا

الجدول 96: القيم الحرارية لزيت الوقود

القيمة الحرارية	نوع زيت الوقود
44 – 47 ميغا جول/كغ	الغازولين (البنزين)
43 – 46 ميغا جول/كغ	وقود الديزل (المازوت)/زيت الوقود الخفيف
40 – 43 ميغا جول/كغ	زيت الوقود الثقيل
38 – 40 ميغا جول/كغ	زيت قار الليغنيت
37 – 39 ميغا جول/كغ	زيت قار الانتراسيت
20 – 23 ميغا جول/كغ	الكحول الميثيلي
8 – 10 ميغا جول/كغ	الزيت الحجري - أو الطقل الزيتي (من أستونيا)

## الجدول 97: القيم الحرارية للغاز

القيمة الحرارية	نوع الغاز
50 - 55 ميغا جول/كغ	ميثان
48 - 53 ميغا جول/كغ	الغاز الطبيعي، بحر الشمال - بريطانيا العظمى
47 - 52 ميغا جول/كغ	الغاز الطبيعي، بحر الشمال - ألمانيا
46 - 50 ميغا جول/كغ	البروبان
44 - 49 ميغا جول/كغ	الغاز الطبيعي - الصنف H
40 - 45 ميغا جول/كغ	الغاز الطبيعي - الصنف L
38 - 44 ميغا جول/كغ	الغاز الطبيعي - هولندا
20 - 23 ميغا جول/كغ	ميثانول
10 - 11 ميغا جول/كغ	أول أكسيد الكربون
	كتقدير أولي، يجب تطبيق قيم وسطية كالتالي:
48 ميغا جول/كغ	الغاز الطبيعي
46 ميغا جول/كغ	غاز البترول المُسَيَّل - LPG (قيمة حرارية وسطية)

## الجدول 98: القيم الحرارية للخشب

القيمة الحرارية	نوع الخشب
14 - 17 ميغا جول/كغ	الصنوبر، مجفف بالهواء
15 - 16 ميغا جول/كغ	الهور، مجفف بالهواء
13 - 15 ميغا جول/كغ	الزان، مجفف بالهواء
12 - 13 ميغا جول/كغ	الزان، أخضر
11 - 13 ميغا جول/كغ	قشور - لحاء شجر الزان
10 - 12 ميغا جول/كغ	قشور - لحاء شجر الصنوبر

## الجدول 99: القيم الحرارية للكتلة الحيوية

القيمة الحرارية	نوع الخشب
17 - 19 ميغا جول/كغ	قشور جوز الهند
17 - 19 ميغا جول/كغ	قشور اللوز
15 - 18 ميغا جول/كغ	ربطات أو كومات من الخث
15 - 17 ميغا جول/كغ	الخث، ألمانيا
15 - 17 ميغا جول/كغ	القش (قمح)
14 - 16 ميغا جول/كغ	ألياف جوزة الهند
14 - 15 ميغا جول/كغ	قشور الأرز
9 - 11 ميغا جول/كغ	بقايا تحميص البن
9 - 11 ميغا جول/كغ	الخث، فنلندا
8 - 10 ميغا جول/كغ	تفل قصب السكر
1 - 3 ميغا جول/كغ	الخث، اسبانيا

تتواجد العلاقات التبادلية التالية للتحويل بين وحدات الطاقة و القدرة

الجدول 100: بعض العلاقات المختارة للتحويل بين وحدات الطاقة و القدرة

الطاقة Energy		يوافق إلى	
واط ساعي Watt hour (Wh)	1	3,600	Joule (J) جول
	1	3.6	Kilojoule (kJ) كيلو جول
	1	0.0036	Megajoule (MJ) ميغا جول
كيلو واط ساعي kilowatt hour (kWh)	1	3,600,000	Joule (J) جول
	1	3,600	Kilojoule (kJ) كيلو جول
	1	3.6	Megajoule (MJ) ميغا جول
	1	$3.6 \times 10^{-6}$	Terajoule (TJ) تيرا جول
غيغا واط ساعي Gigawatt hour (GWh)	1	3.6	Terajoule (TJ) تيرا جول
تيرا جول Terajoule (TJ)	1	277,777.7778	Kilowatt hour (kWh) كيلو واط ساعي
القدرة (Power)			
واط Watt (W)	1	1	Joule per second (J/s) جول في الثانية
	1	60	Joule per minute (J/min) جول في الدقيقة
	1	3,600	Joule per hour (J/h) جول في الساعة
ميغا واط Megawatt (MW)	1	1,000,000	Joule per second (J/s) جول في الثانية

الجدول 101: بعض معاملات التحويل المختارة و مكافئات الطاقة للفئة الأساسية 3

وحدات الطاقة القياسية لمجلس الطاقة العالمي * WEC	تُكافىء
1 طن من المكافىء النفطي ** (toe)	42 GJ (net calorific value) غيغا جول
1 طن من مكافىء الفحم (tce)	29.3 GJ (net calorific value) غيغا جول
معاملات التحويل النموذجية	
1 طن من سوائل الغاز الطبيعي	45 GJ (net calorific value) غيغا جول
1000 متر مكعب قياسي من الغاز الطبيعي	36 GJ (net calorific value)
1 طن من الخث (peat)	0.2275 toe مكافىء نفطي
1 طن من الوقود الخشبي	0.3215 toe مكافىء نفطي
1 كيلو واط ساعي (مكافىء أولي للطاقة)	9.36 MJ ميغا جول
الكهرباء	
1 كيلو واط ساعي من الخرج الكهربائي	3.6 MJ ميغا جول

\* WEC: مجلس الطاقة العالمي World Energy Council

\*\* : المكافىء النفطي المستخدم حالياً من قبل وكالة الطاقة الدولية (IEA) و قسم الإحصاء في الأمم المتحدة قد حدد بـ 107 كيلوحريرة (kilocalories) ، صافي القيمة الحرارية (و هذا يكافىء إلى 41.868 GJ غيغا جول).

### 11.4. مُعاملات التحويل للوقود الغازي والسائل – للفئات الأساسية 3 و5

غالباً ما تعطى أرقام استهلاك البنزين والديزل (في قطاع النقل) والوقود الثقيل (في قطاع توليد الطاقة) باللترات (لتر). أيضاً أرقام استهلاك الوقود الغازي مثل الغاز الطبيعي يُمكن أن تعطى بالأمتار المكعبة (م<sup>3</sup>). من أجل استخدام وسيلة الأدوات هذه، يجب تحويل الحجم المُستهلكة من الوقود إلى طن أو قيم حرارية وهي مزودة في القسم 11.2. وللمساعدة في استخدام وسيلة الأدوات تم إعطاء متوسطات القيم الحرارية في هذا القسم أيضاً. ولغرض استخدام وسيلة الأدوات:

كل 1 لتر من وقود البنزين يمتلك كتلة قدرها حوالي 0.74 كغ، بالتالي يجب استعمال مُعامل تحويل قدره 0.00074 لتحويل اللترات من البنزين إلى أطنان.

كل 1 لتر من وقود الديزل (العادي) المُستخدَم في السيارات والشاحنات و/أو زيت الوقود الخفيف (بما فيها زيت التسخين) تمتلك كتلة قدرها حوالي 0.85 كغ، بالتالي يجب استعمال مُعامل تحويل قدره 0.00085 لتحويل اللترات من وقود الديزل و/أو زيت الوقود الخفيف إلى أطنان.

كل 1 لتر من زيت الوقود الثقيل يمتلك كتلة قدرها 0.97 كغ، بالتالي يجب استعمال مُعامل تحويل قدره 0.00097 لتحويل اللترات من زيت الوقود الثقيل إلى أطنان.

كل 1 متر مكعب من الغاز الطبيعي يمتلك كتلة قدرها ما بين 0.77 و0.85 كغ (متوسط 0.8 كغ)، بالتالي يجب استعمال مُعامل تحويل قدره 0.0008 لتحويل الأمتار المكعبة من الغاز الطبيعي إلى أطنان. كما يجب استعمال مُعامل تحويل قدره 0.0000008 لتحويل اللترات من الغاز الطبيعي إلى أطنان.

كل 1 متر مكعب من غاز البترول المُسَيَّل - LPG (مزيغ من البروبان والبوتان - الغاز المنزلي) يمتلك كتلة قدرها 2 كغ، بالتالي يجب استعمال مُعامل تحويل قدره 0.002 لتحويل الأمتار المكعبة من غاز LPG إلى أطنان. كما يجب استعمال مُعامل تحويل قدره 0.000002 لتحويل اللترات من غاز LPG إلى أطنان.

## 5.11. المراحل المتتالية لعملية التبييض – لفئة الأساسية 7

يبين الجدول 102 حروف الترميز والصيغ الكيميائية المخصصة لمراحل التبييض

الجدول 102: الرموز المُستخدَمة في مراحل التبييض

حرف الترميز	الصيغة الكيميائية	المركب الكيميائي المُستخدَم في التبييض
E	NaOH	هيدروكسيد الصوديوم
Eo, Ep or E/O, E/P		خطوة الاستخلاص باستخدام هيدروكسيد الصوديوم مع إضافة لاحقة لغاز الأوكسجين أو الماء الأوكسجيني كعوامل تدعيم
C	Cl <sub>2</sub>	الكلور العنصري
D	ClO <sub>2</sub>	ثاني أوكسيد الكلور
H	HClO, NaOCl, Ca(OCl) <sub>2</sub>	هيبوكلوريت
O	O <sub>2</sub>	أوكسجين
P	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	الماء الأوكسجيني
S	SO <sub>2</sub>	ثاني أوكسيد الكبريت
A	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	حمض الكبريت
Q	EDTA	Ethyldiamine tetra-acetic acid (acid stage to remove metals)
W		خطوة الغسيل
Z	O <sub>3</sub>	الأوزون

في أوروبا ، تتالي مراحل التبييض بالسلفيت هي كما يلي:

EOP-Q-EP-EP (HC)

EOP-EP (HC)

EOP-Q-EP-EP

من أكثر تتالي مراحل التبييض شيوعاً بطريقة كرافت في أمريكا عام 1991 (أي التقنية القديمة) كانت مبنية على الكلور العنصري و كانت كالتالي (EPA 1995) :

C-E-D-E-D

C-E-H-D-E-D

C-E-H-E-D

C-E-H, C-E-H-P

إن عمليّات التبييض الخالية من الكلور العنصري تختلف بين الخشب الطري و الخشب القاسي. عادة يتطلب الخشب القاسي كيميائيات أقل بالمقارنة مع الخشب الطري من أجل الوصول إلى ابيضاض ناصع معين و الذي عادة يعني أن عدد مراحل التبييض يُمكن أن تكون أقل. و كأمثلة عن تتالي التبييض خالي الكلور العنصري (ECF) هي: (DZ)(EOP)D, (DQ)(PO), D(EOP)D(PO) و التي يُمكن تطبيقها للخشب القاسي و الخشب الطري اعتماداً على درجة الابيضاض المطلوب.

في الوقت الحاضر، أصبحت عملية إزالة الليغنين بواسطة الأوكسجين (oxygen delignification) أكثر شيوعاً ، متبوعةً بمتتالية التبييض مثل (عمليّات التبييض الخالية من الكلور العنصري ، ECF):

D-E-D-E-D

D-EOP-D-E-D

D-E-D-D

QP-DQ-PO

اعتماداً على حاجة السوق ، فبعض المنشآت التي تستعمل عمليّات التبييض الخالية من الكلور العنصري ECF لديها الإمكانية أيضاً لإنتاج عجينة ورق خالية نهائياً من الكلور (TCF) Totally Chlorine Free .  
معامِلُ TCF طورت تقنيات مثل:

Q-E/P-E-P

OP-ZQ-PO

Q-Z-P-E-P

OP-Q-PO