الإدارة السليمة للنفايات
الالكترونية والكهربائية

الإدارة السليمة للنفايات
الالكترونية والكهربائية

تقديم

تحظى قضايا التعامل مع النفايات باهتمام العالم، أفراداً وحكومات، لما لها من أهمية اقتصادية واجتماعية وبيئية متزايدة. وإذا كانت الدول الصناعية والمتقدمة قد قامت - خلال العقود الثلاثة الماضية - بوضع الكثير من الحلول الفنية والمؤسسية في ظل منظومة تشريعية وتنظيمية تتميز بالكفاءة والتطور، فإن هناك العديد من الدول النامية التي لا تزال تسعى لكي تمتلك عناصر لازمة لتحويل «إدارة النفايات» من تحديات بيئية وصحية واجتماعية إلى فرص اقتصادية واعدة بمزيد من مصادر الدخل والوظائف.

تمثل «النفايات الإلكترونية والكهربائية» قلقاً شديداً لدى خبراء البيئة ودعاة حمايتها على حد سواء، حيث تتزايد بشكل كبير كمية النفايات الالكترونية الملقاة في مكبات القمامة كل عام. وبالرغم من مظاهر الاهتمام الذي حظيت به أصناف ومكونات هذه النفايات إلا أنها تحتاج إلى تسليط الضوء على كافة نواحي التعامل معها، من التولد والإنتاج إلى المعالجة والتخلص النهائي.

على ذلك، قام «المعهد العربي للصحة والسلامة المهنية بدمشق» بتكليف عدد من خبرائه ببحث مختلف جوانب التعامل مع «النفايات الإلكترونية والكهربائية». وقد اجتمع الخبراء - على مدى يومين -

وناقشوا كافة القضايا ذات الصلة بالإدارة الآمنة للنفايات الالكترونية والكهربائية، بناءً على أوراق عمل قام كل منهم بإعدادها وتبادلوها قبل وأثناء الاجتماع. وقد اتفق الخبراء على إعداد «دليل استرشادي حول النفايات الالكترونية والكهربائية»، يتضمن عدداً من العناصر التي اتفقوا على أهميتها بالنظر إلى مختلف جوانب التعامل مع تلك النفايات.

يسرنا أن نضع هذا الدليل بين يديّ قرائنا الأعزاء لتعم الفائدة على جميع المهتمين، ولا يبقى إلا توجيه الشكر لكل من ساهم في إنجاز هذا الدليل، والشكر موصول لكل من يقوم بالتعليق أو الإضافة والتوجيه.

والله ولي التوفيق.

القائم بأعمال مدير المعهد

د. رانية رشدية

المحتويات

الصفحة

- تقديم 5
- خلفية 11
1. مفاهيم أساسية وتعريفات 17
2. مصادر تولد/إنتاج النفايات الإلكترونية 21
1.2 مصادر تولد النفايات الإلكترونية 21
2.2 كمية ونوعية نفايات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية 26
3. مكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية 31
4. تقييم دورة حياة النفايات الإلكترونية والكهربائية 39
5. الوضع الراهن لتداول النفايات الإلكترونية والكهربائية والتعامل معها 43
1.5 أصحاب المصلحة المعنيون بالنفايات الإلكترونية والكهربائية 34
2.5 المسائل الرئيسية التي تطرحها النفايات الإلكترونية والكهربائية .. 44
3.5 وضع النفايات الإلكترونية والكهربائية في الدول النامية 47
4.5 وضع النفايات الإلكترونية والكهربائية في الدول العربية 50
6. التأثيرات الصحية للنفايات الإلكترونية والكهربائية .....
1.6 مصادر التعرض لمكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية 61
2.6 طرق دخول مكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية
إلى جسم الإنسان 62
3.6 المتعرضون لمكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها... 63
4.6 التعرض لمكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية
ونواتج احتراقها في البلدان النامية..... 66

5.6 التأثيرات الصحية لمكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية
ونواتج احتراقها 68
6.6 تعرض الأطفال العاملين لمكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية.... 78
7.6 التأثيرات على الجمهور (الصحة العامة وصحة البيئة)
وعلى العاملين (الصحة المهنية)..... 82

7. التأثيرات البيئية للنفايات الإلكترونية والكهربائية 85

8. تقييم وتحليل المخاطر الناجمة عن النفايات الإلكترونية والكهربائية..... 89

1.8 خطوات تقييم المخاطر 91
1.1.8 التعرف على المنشأة (الأنشطة والأعمال) 91
2.1.8 التعرف على التعرضات والأخطار 91
3.1.8 تقييم وتحليل الخطورة..... 92
4.1.8 السيطرة على المخاطر 94

2.8 تطبيق عملي لتقييم المخاطر الصحية للنفايات الإلكترونية والكهربائي. 100

9. الإدارة السليمة للنفايات الإلكترونية والكهربائية..... 105

1.9 تخفيض خطورة وكمية النفايات من المنبع 106
2.9 إعادة الاستخدام..... 108
3.9 التدوير واسترجاع المواد النافعة 109
4.9 التخلص النهائي 111

10. تتبع النفايات الإلكترونية والكهربائية 113

**11. قضايا الصحة والسلامة المهنية والبيئية ذات الصلة بالنفايات
الإلكترونية والكهربائية 119**

1.11 برنامج الصحة والسلامة المهنية الأساسي 119
2.11 تطبيقات الضبط والسيطرة..... 127

1.2.11 أساليب الضبط والتحكم الإدارية 127

2.2.11 معدات وملابس الوقاية الشخصية 129

3.2.11 طرق الضبط والسيطرة الهندسية 133

12. أحوال الطوارئ ذات الصلة بتداول النفايات الإلكترونية والكهربائية: الاستعداد والاستجابة 139

1.12 إصابات البشر (الأفراد) 139

2.12 انسكاب/تناثر السوائل أثناء نقل مخلفات الرعاية الصحية ذات الخطورة 140

3.12 حدوث قطع أو دمار بعبوات جمع النفايات بالأقسام أو حجرات التخزين الوسيطة 142

4.12 وجود استعدادات لمكافحة الحريق 142

13. تقوية الهياكل التشريعية والمؤسسية والفنية ذات الصلة بإدارة النفايات الإلكترونية 145

1.13 تشريعات العمل الدولية والعربية ذات الصلة بإدارة النفايات الإلكترونية والصحة والسلامة المهنية 145

2.13 التشريعات الوطنية لعدد من الدول 154

14. قصص النجاح 159

1.14 إعادة تدوير الحاسب بشركة دل (Dell) 159

2.14 تجربة تايوان في تدوير الأقراص المدمجة (CD) 159

3.14 إعادة تدوير مواد البلاستيك في مدينة نيويورك 160

4.14 بنك إعادة التدوير 161

15. خلاصة وتوصيات 163

1.15 خلاصة 163
2.15 توصيات 164
16. المراجع ومصادر المعلومات 167
المراجع العربية..... 167
المراجع الأجنبية 168

- قائمة الخبراء المشاركين في اجتماع الخبراء حول «الإدارة السليمة للنفايات الإلكترونية والكهربائية 173

• خلفيـة

هنـاك تعـاريف عديـدة للنفايـات الإلكترونيـة والكهربائيـة، ورغـم التبـاين البسيط بين التعاريف، إلا أن هذا التباين يعود إلى اختلاف وجهات نظر أصحاب المصلحة بشأنها سواء أكانوا مصنِّعين للأجهزة الإلكترونية والكهربائية، أو تجارها، أو بائعيهـا بالتجزئـة، أو مـستورديها، أو مـصدريها، أو مـستخدِميها، أو نابـشي النفايـات الإلكترونيـة والكهربائيـة، أو جامعيهـا، أو معيـدي شـرائها، أو معنـيين بخردتها، أو مفككيها، أو معنيين بإعادة تدويرها، أو معنيين بصهرها، أو سلطات رسمية، أو مُشرِّعين، أو حماة البيئة، أو غير ذلك من الأفراد والجماعات التي تهتم بتلك النفايات.

ويعتبر تعريف مبادرة «حل مشكلة النفايات StEP: Solving the Electronic Problem» معبراً شاملاً وفعلياً للنفايات الإلكترونية والكهربائية، فهو مصطلح يُستخدم ليشمل «كافة الأنماط من المعدات الإلكترونية والكهربائية وأجزائها التي ألقى بها مستخدِموها كنفاية دون هدف إعادة استخدامها»؛ وليصبح التعريف أكثر تعبيراً، يمكن أيضاً إضافة العبارة التالية «المعدات ذات المكوِّن الكهربائي أو الدارات أو التي تعمل بالمدخرات (البطاريات)»، كما أن الاتحاد الأوربي يُضيف عبارة «المعدات التي تعتمد على الحقول الكهرومغناطيسية». يُقصد بكلمة «أجزائها» الأجزاء التي نُزعت من تلك المعدات بواسطة تفكيكها، كما أن عبارة «ألقى بها» هامة جداً ويُقصد بها طرحها جانباً أو الاستغناء عنها كعديمة النفع أو غير مرغوب بها بسبب قصور أدائها أو مظهرها الجمالي أو عمر استخدامها أو صعوبة الإصلاح وارتفاع تكاليفه أو الفخامة... إلخ، كما لابد من الإشارة إلى أن المعدات التي هي نفاية بنظر مستخدِمها، يمكن لشخص آخر إعادة استخدامها وفق الغاية

التي صُنعت من أجلها، وبالتالي لا تعتبر في هذه الحالة بالنسبة للمستخدِم الجديد نفاية. أيضاً لا بد من الإشارة إلى أن المعدات لا تُعتبر نفايات إذا ما تم الاتفاق في عقود الشراء على إعادتها إلى مُصَنِّعها.

الشكل 1: خليط من نفايات إلكترونية وكهربائية متنوعة

يرمز مصطلح النفايات الإلكترونية إلى جميع الأدوات الإلكترونية التي قاربت على انتهاء عمرها الافتراضي. شمل النفايات الإلكترونية في أحد القطاعات الخدمية وهو قطاع الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات، الحاسبات الآلية، الطابعات، الآلات الحاسبة، التليفونات، التليفزيونات... إلخ. وقد بلغت النفايات الإلكترونية الناتجة عن هذا القطاع في أنحاء العالم ما يتراوح بين 20 إلى 50 مليون طن سنوياً. وتحتل النفايات الإلكترونية ما يقرب من 5% من النفايات الصناعية عالمياً، هذه النسبة تعادل تقريباً نسبة النفايات الناتجة عن التغليف البلاستيكي إلا أنها تعدّ أخطر لما تحتوي عليه من مواد خطرة. ترجع أسباب هذا التطور إلى مواكبة التطوير المستمر للهواتف الجوالة، الحاسبات الآلية، التلفزيونات... إلخ. تسبب كل

من الهواتف الجوالة والتلفزيونات المشكلة الأكبر لأنها عادةً ما تستبدل بطريقة مستديمة. تتوقع الدول النامية زيادة إنتاج النفايات الإلكترونية بمقدار ثلاثة أضعاف خلال الخمس سنوات المقبلة.

من ناحية تحتوي النفايات الإلكترونية على مواد ثمينة مثل النحاس، الألومنيوم، وكذلك تحتوي على معادن ثمينة مثل الفضة، الذهب، البلاتين، البلاديوم... إلخ. ومن ناحية أخرى تحتوي على مواد سامة مثل الرصاص، الزئبق، الزرنيخ أو الكادميوم، الأمر الذي يؤدي إلى تصنيف النفايات الإلكترونية كنفايات خطرة. وفي غياب التقنيات المناسبة والإجراءات الوقائية، فإن المعالجة غير الصحيحة للنفايات الإلكترونية قد تؤدي إلى انبعاثات سامة في الهواء والماء والتربة وبالتالي تشكل خطراً على الصحة والبيئة. وذلك يتطلب بوضوح الحاجة إلى بناء القدرات في مجال طرق وأساليب المعالجة الصحيحة والآمنة للنفايات الإلكترونية.

الشكل 2 : ملصق للتوعية بوجوب منع طمر (دفن) النفايات الإلكترونية

تمثل النفايات الإلكترونية تحدياً بيئياً كبيراً في معظم البلدان النامية، وذلك بسبب منعكساتها الصحية والاجتماعية والاقتصادية. فمن ناحية، تساهم تلك

الأنواع من النفايات عند تراكمها في حدوث تلوث بيئي ينتشر باطراد وقد يسهم في انتشار أمراض أو تسممات أو أعراض ومظاهر مرضية لدى البشر المعرضين، تؤثر تأثيراً بالغاً على صحة الإنسان خصوصاً الصغار والمرضى وذوي الحساسية. فالنفايات الإلكترونية تحتوي على الكثير من المعادن القيّمة القابلة لإعادة التدوير والاستعمال كالألمنيوم والنحاس والذهب والفضة والحديد، ولكن إذا ما تم إلقاؤها في مكبات النفايات فقد ترشح المواد السامة والخطيرة كالزئبق والرصاص والكادميوم والبريليوم والكروم إلى التربة والمياه، فتصل بذلك إلى سلسلة غذاء الإنسان. وإذا ما تم حرق هذه النفايات فقد تنبعث الكيماويات الخطرة إلى الهواء، فتؤثر على الإنسان تأثيراً بالغاً. لقد أشار العديد من العلماء إلى إمكانية زيادة معدلات الإصابة بالأورام الخبيثة نتيجة تلوث البيئة بالمواد السامة الموجودة في النفايات البلاستيكية والإلكترونية.

من ناحية أخرى، يساهم تراكم النفايات في تضييق الخناق على الإنسان في الأماكن التي يعيش فيها مما يتسبب في العديد من المنعكسات الاجتماعية السلبية.

من الناحية الاقتصادية، يعتبر كثير من الاقتصاديين، أن الإدارة السليمة للنفايات الإلكترونية والكهربائية تساهم في العديد من المؤشرات الاقتصادية الإيجابية مثل إتاحة فرص عمل بعشرات الآلاف وتوفير مئات الأطنان من المواد الخام كالمعادن ومواد البلاستيك وغيرها، بالإضافة إلى تقليل استهلاك الطاقة اللازمة لإنتاج وتصنيع مواد إلكترونية أو كهربائية من مواد خام أولية، بدلاً من استعادة مواد إليكترونية وكهربائية تامة التصنيع ولا تحتاج إلا موارد أقل من الطاقة. هناك تقديرات لعدد من الدراسات ذات الصلة تشير إلى أن المتاح عالمياً من النفايات الإلكترونية والكهربائية يزيد عن خمسين مليون طن، يتم فقط تدوير نحو ربع تلك الكميات المطردة الزيادة يوماً بعد يوم.

تواجه الدول النامية النفايات الإلكترونية من خلال ثلاث مشاكل الأولى تتمثل الأولى في الصناعات الإلكترونية رديئة الصنع ذات العمر الإنتاجي قصير

الأجل و الثانية في نفايات تلك الصناعات الرديئة وأما المشكلة الأخرى والكبرى فهي النفايات الإلكترونية سواء كانت مستعملة أو كنفايات للدفن من الدول المتقدمة أو كمساعدات تقدمها الدول المتقدمة للدول النامية وهي في الحقيقة طريقة للتخلص منها وهنا تكمن الخطورة التي لا يمكن تجاهل تأثيرها ليس فقط على الدول النامية بل على البيئة والصحة العالمية.

لقد اكتسبت قضية النفايات الإلكترونية أهمية كبيرة بسبب تزايد كميتها[1]، وقيمتها الاقتصادية، والأخطار التي تشكلها أساليب الاسترداد والتخلص غير المأمونة. وتم أيضاً تحديد مسألة المواد الكهربائية والنفايات الإلكترونية باعتبارها مسألة ناشئة، وذلك في إطار النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية، في الدورة الثانية للمؤتمر الدولي المعني بإدارة المواد الكيميائية، الذي عقد في جنيف (11- 15أيار/ مايو2009) وأعد المركز الدولي للتكنولوجيا البيئية دليلين توجيهيين، أحدهما بشأن الجرد والآخر بشأن إدارة النفايات الإلكترونية[2]. وقام فرع الإنتاج والاستهلاك المستدامين التابع لشعبة التكنولوجيا والصناعة والاقتصاد ببرنامج الأمم المتحدة للبيئة، في شراكة مع مبادرة حل مشكلة النفايات الإلكترونية (StEP)، بإجراء دراسة وإعداد تقرير بعنوان «إعادة التدوير: من النفايات الإلكترونية إلى الموارد»، أطلقه المدير التنفيذي لبرنامج البيئة في الاجتماعات الاستثنائية والمتزامنة لمؤتمرات الأطراف في اتفاقية بازل بشأن التحكم في نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود، واتفاقية روتردام المتعلقة بتطبيق إجراء الموافقة المسبقة عن علم على مواد كيميائية ومبيدات آفات معينة خطرة

---

(1) فعلى سبيل المثال كان العمر الافتراضي للكمبيوتر عام 1997 يقارب7 سنوات بينما لا يزيد الآن عن 3 سنوات. هذا ما أدى لأن تكون زيادة النفايات الالكترونية في أوروبا ثلاثة أضعاف الزيادة مقارنة مع النفايات الأخرى.

(2) ww.unep.or.jp/Ietc/Publications/spc/EWasteManual_Vol1.pdf; www.unep.or.jp/Ietc/Publications/spc/EWasteManual_Vol2.pdf.

متداولة في التجارة الدولية واتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة التي أقرت في بالي بإندونيسيا (22 إلى 24 شباط/ فبراير 2010)، بالاقتران بالدورة الاستثنائية الحادية عشرة لمجلس الإدارة/المنتدى البيئي الوزاري العالمي.

يهدف الدليل الراهن إلى توضيح ومناقشة كافة التفاصيل العملية الخاصة بالإدارة السليمة للنفايات الإلكترونية والكهربائية وذلك بغرض تبصير القارئ بالجوانب التشريعية والمؤسسية والتنظيمية بالإضافة إلى النواحي الفنية والأخرى التي ترتبط بصحة وسلامة العاملين وسلامة البيئة والمنشآت التي تقوم على إدارة النفايات الإلكترونية والبلاستيكية.

نطاق الدليل: يغطي الدليل الراهن كافة مفاهيم وأساليب وآليات التحكم بالمخاطر المهنية التي يتعرض لها العاملون في شتى الأنشطة والمنشآت الاقتصادية التي تجري فيها إدارة النفايات الإلكترونية أو الكهربائية. هناك إشارات واضحة إلى تفاصيل أساليب وآليات التحكم الأساسية، ولكن قد تكون هناك حاجة إلى الرجوع إلى المواصفات التفصيلية التي تصدرها هيئات القياس والمواصفات في شتى الأقطار العربية.

يتوجه الدليل الراهن إلى كافة العاملين في الأنشطة والمنشآت الاقتصادية التي يتولد عن أنشطتها نفايات إلكترونية أو كهربائية، أو تلك التي تقوم بتدوير تلك النفايات أو التخلص منها بأية وسيلة، وعلى الأخص إلى القائمين على الأنشطة ذات العلاقة بصحة وسلامة العاملين وحماية بيئة العمل في تلك المنشآت القائمة على استقبال أو تخزين أو نقل أو معالجة أو التخلص النهائي من النفايات الإلكترونية أو البلاستيكية.

1. مفاهيم أساسية وتعريفات

النفايات الكهربائية والإلكترونية (Electrical and Electronic Waste-EEW) تعني كل ما يتخلف عن إنتاج واستخدام الأجهزة الكهربائية والإلكترونية وأجزائها ومستلزماتها لكافة المجالات متضمناً الأجهزة المنزلية، أجهزة المكاتب والمؤسسات، أجهزة الاتصالات والمعلومات، أجهزة القياس والتحكم، أجهزة الإضاءة، لعب الأطفال، والساعات، وأجهزة المعامل، والأجهزة الطبية، وأجهزة التسجيل، وأجهزة الاستقبال.

إدارة النفايات هي عملية مراقبة وجمع ونقل ومعالجة وتدوير أو التخلص من النفايات، ويستخدم هذا المصطلح عادة للنفايات التي تنتج من قبل نشاطات بشرية، وتقوم الدول بهذه العملية لتخفيف الآثار السلبية للنفايات على البيئة والصحة والمظهر العام. وتستخدم هذه العملية أيضاً للحصول على الموارد وذلك بإعادة التدوير، يمكن أن تشمل معالجة النفايات المواد الصلبة والسائلة والغازية والمواد المشعة. تختلف معالجة النفايات بين الدول المتقدمة والدول النامية، وبين المناطق الحضرية والمناطق الريفية وبين المناطق السكنية والمناطق الصناعية . إن معالجة النفايات غير الخطرة أو السكانية أو المؤسساتية في المناطق الحضرية الكبرى عادة ما تكون مسؤولية السلطات الحكومية المحلية، في حين أن معالجة النفايات غير الخطرة الصناعية والتجارية عادة ما تكون مسؤولية مولد هذه النفايات أي المنتج.

الإدارة المتكاملة للنفايات، تشمل خطط الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة جميع مصادر النفايات، بما فيها المصادر البلدية والصناعية، وجميع مراحل سلسلة إدارة النفايات، بما في ذلك تقليل النفايات، وفصلها لإعادة استخدامها وإعادة تدويرها، وجمعها ونقلها، وفرزها من أجل استرداد المواد ومعالجتها واسترداد الطاقة، والتخلص النهائي منها.

إعادة التدوير هي معالجة المواد المستهلكة (النفايات) بتحويلها إلى منتجات مفيدة للإنسان كما أن هذه العملية تساعد على الحد من استهلاك المواد الخام، وخفض استهلاك الطاقة، والحد من تلوث الماء والهواء وخفض انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري. إعادة تدوير النفايات تعني العمليات التي تسمح باستخلاص المواد أو إعادة استخدامها، مثل الاستخدام كوقود أو استخلاص المعادن والمواد العضوية أو معالجة التربة أو إعادة تكرير الزيوت.

المواد السامة هي مواد ذات تأثير سمي وخطر على البيئة والإنسان والكائنات الحية الأخرى مثل مواد الإبادة الكيماوية والمعادن الثقيلة والنفايات الطبية التي تحتوي على بكتيريا مسببة للأمراض والنفايات المشعة والصفائح الإلكترونية التي تحوي معادن ثقيلة وبطاريات ومواد ملتهبة أو قابلة للاشتعال أو قابلة للانفجار..... الخ، وبعض هذه المواد لها تأثير كبير وخطير على البيئة.

المواد الخطرة هي المواد ذات الخواص الخطرة التي تضر بصحة الإنسان أو تؤثر تأثيراً ضاراً على البيئة مثل المواد المعدية أو السامة أو القابلة للانفجار أو الاشتعال أو ذات الإشعاعات المؤينة.

النفايات الخطرة هي مخلفات الأنشطة والعمليات المختلفة أو رمادها المحتفظة بخواص المواد الخطرة التي ليس لها استخدامات تالية أصلية أو بديلة مثل النفايات الطبية من الأنشطة العلاجية، والنفايات الناتجة عن تصنيع أي من المستحضرات الصيدلية والأدوية أو المذيبات العضوية أو الأحبار أو الأصباغ أو الدهانات.

تداول المواد يعني كل ما يؤدي إلى تحريكها بهدف جمعها أو نقلها أو تخزينها أو معالجتها أو استخدامها.

التخلص من النفايات يشير إلى العمليات التي لا تؤدي إلى استخلاص المواد أو إعادة استخدامها، مثل الطمر في الأرض أو الحقن العميق أو التصريف للمياه السطحية أو المعالجة البيولوجية أو المعالجة الفيزيائية الكيميائية أو التخزين الدائم أو الترميد.

المدفن أو المطمر الصحي هو كيان هندسي يجرى إنشاؤه بغرض التخلص النهائي من النفايات الصلبة بحيث يكون مؤمناً من النواحي البيئية مثلاً لكي يمنع النفايات من الانتشار عبر طبقات التربة وأن يجري كبس النفايات لأصغر حجم ممكن عملياً بالإضافة لتغطية النفايات في نهاية كل يوم عمل مع وضع موانع (حواجز) لمنع تسرب النفايات أو عصارتها والعمل على تفريغ الغازات التي تتولد عن النفايات... إلخ.

تقييم وتحليل المخاطر هو تحديد درجة وقوع وتكرارية الأخطار المتوقعة في المنشآت ومعرفة الأسباب والطرق التي تؤدي إلى وقوع هذه المخاطر مع تقدير نتائجها وتحديد سبل الوقاية والعلاج لتلك المخاطر والحد منها.

2. مصادر تولد/إنتاج النفايات الإلكترونية

لقد أدى التطور التكنولوجي الهائل في الأجهزة الكهربائية والإلكترونية بشكل عام إلى زيادة استخدام والاعتماد على هذه الأجهزة في كافة نواحي الحياة، وبالتالي زيادة الإنتاج وتنوعه لتغطية الاحتياجات المتزايدة من الأجهزة المنزلية، أجهزة الاتصالات والمعلومات، أجهزة القياس والتحكم، أجهزة الإضاءة، أجهزة المعامل، الأجهزة الطبية، أجهزة التسجيل والاستقبال، الأجهزة الترفيهية، وغيرها.

1.2. مصادر تولد النفايات الإلكترونية

صنف الاتحاد الأوربي مصادر تولد النفايات الإلكترونية والكهربائية ضمن المجموعات التالية (تمت إضافة الأمثلة من قِبَل مؤلفي الدليل):

- ***الأدوات الكهربائية والإلكترونية***: الروبوت، التلفاز (الملون، والأبيض والأسود) ومجموعته المحيطية، أجهزة الفيديو وأشرطة الكاسيت، المذياع، المسجلات وأشرطة الكاسيت، مجموعة المجسِّمات (ستيريو)، المُحوِّلات، الساعات الكهربائية والساعات التي تعمل بالمُدَّخِرات (البطاريات)، والمُدَّخِرات (البطاريات) وأجهزة شحنها،... إلخ.

أصناف من المدخرات (البطاريات)

أصناف من الأدوات الإلكترونية المنزلية

الشكل 3: أدوات إلكترونية وكهربية متنوعة

- ***التجهيزات المنزلية (كبيرة وصغيرة الحجم):*** البرَّادات (الثلاجات)، المُجَمِّدات، الغسَّالات والمُجفِّفات، المراوح، مكيفات الهواء، المدافئ الكهربائية، أجهزة كي الثياب، معدات العناية بالشعر، الخلّاطات، أجهزة عصر الفاكهة، الغلّايات، أجهزة التحميص، الأفران الكهربائية، أفران الأمواج القصار (ميكروويف)،... وغيرها.
- ***معدات المستهلك:*** آلات التصوير الشخصية، آلات تصوير الفيديو،... وغيرها.
- ***معدات تكنولوجيا المعلومات والاتصال عن بعد:*** الهاتف المحمول والهاتف بخط أرضي وجهاز النداء (Pager)،أجهزة التواصل اللاسلكية، الحاسبات الآلية، الحاسب المكتبي والمحمول واللوحي ومكوناته [الغطاء البلاستيكي، الكابلات والأسلاك العارية والمعزولة، أنبوب الأشعة المهبطية (CRT) للحواسب القديمة، وحدة المعالجة المركزي (CPU)، الموصِلات، المقاوِمات، المُكثِّفات، ألواح الدارة المطبوعة، الدارات المتكاملة (ICs)، اللوحة الأم، محركات القرص المضغوط(CD) وقرص الفيديو الرقمي (DVD)،...] والمعدات المحيطية للحاسوب [الطابِعات، الماسِحات (سكنر)، جهاز الفاكس، أجهزة النسخ الضوئي (فوتوكوبي)، آلات التصوير، لوحة المفاتيح، الفأرات، مصادر التغذية عديمة الانقطاع (UPS)، المُخَدِّمات (سيرفر)، أجهزة التوجيه (Routers)، الرقائق الشريحية(شيبس)، الأقراص المرنة (فلوبي)، الأقراص المضغوطة (CD) ، أقراص الفيديو الرقمية (DVD)،.....
- ***معدات الإضاءة:*** المصابيح العادية، المصابيح موفرة الطاقة،.....
- ***معدات الألعاب والترفيه والرياضة:*** ألعاب الفيديو، أجهزة الأيروبيك والتدريبات الرياضية وأجهزة تخفيض الوزن،....
- ***التجهيزات الطبية :*** أجهزة تخطيط القلب والدماغ والأعصاب والسمع و.... إلخ، المجاهر (الميكروسكوبات)، الحاضِنات، أجهزة المعالجة الفيزيائية، أجهزة المعالجات الجلدية (الأشعة فوق البنفسجية، الليزر) أجهزة العناية الطبية المشددة/المركزة، أجهزة وأدوات المختبرات على اختلاف أصنافها وأغراضها،....

- ***أجهـزة المراقبـة والـتحكم :*** شاشـات الإظهـار في كافـة الأجهـزة الكهربائيـة والإلكترونية،...
- ***المقسِّطات (الموزِّعات) الآلية.***

إذن، تشمل النفايات الإلكترونية العديد من الأجهزة والمعدات مثل أجهزة الحاسبات (الكمبيوتر) والشاشات والأقراص المدمجة (CD) والمدخرات (البطاريات) بأنواعها وأجهزة الألعاب الإلكترونية وأجهزة التسجيل والهواتف المحمولة، وأجهزة التلفاز، والأجهزة المنزلية كالثلاجات والغسالات والأجهزة المكتبية والأجهزة الطبية وأجهزة الإضاءة وأجهزة تكنولوجيا المعلومات.

بالنسبة لأجهزة الاتصالات والمعلومات والتي أصبحت عنصراً ومطلباً أساسياً وهاماً في حياتنا اليومية، تمثل الأجهزة التالية أهمها:

- أجهزة الحاسبات الآلية بأنواعها.
- أجهزة التلفاز.
- أجهزة الهاتف بأنواعها: اللاسلكي والمحمول.
- آلات التصوير.
- آلات الطباعة.
- آلات الفاكس.
- أجهزة التسجيل ومجسمات الصوت.

بعض هذه الأجهزة يمكن استخدامه والعمل به لسنوات طويلة مثل أجهزة التلفاز والفاكس ولكنها في النهاية، وبعد انتهاء عمرها الافتراضي أو حدوث كسور أو عيوب بها تصبح نفايات تستلزم التخلص منها. والبعض الآخر من الأجهزة – مثل أجهزة الحاسبات الآلية - سرعان ما تتعرض لتطور سريع في النوع أو الحجم أو السرعة أو خلافه يجعلها غير مناسبة للاستخدام أو غير متوافقة مع

الاحتياجات المتطورة بالإضافة إلى انخفاض قيمتها المادية لتقادمها تكنولوجياً، وبالتالي تصبح نفايات.

كما تعتمد كثير من هذه الأجهزة على مستلزمات أخرى لتشغيلها واستخدامها، مثل:

- المدخرات (البطاريات) بأشكالها وأنواعها.
- بطاقات الشحن.
- شرائط ممغنطة ومدمجة (CD) وأقراص دوارة.
- زيوت وأحبار طباعة.

على ذلك، فإن جميع الأجهزة الكهربائية والإلكترونية بشكل عام وأجهزة الاتصالات والمعلومات بشكل خاص ومستلزماتها تصبح نفايات في الحالات التالية:

- تقادم هذه الأجهزة نتيجة ظهور أنواع أكثر تطوراً وحداثة.
- تلف أو كسر أو حدوث أعطال للأجهزة أو بعض أجزائها.
- انتهاء عمرها الافتراضي / الإنتاجي.

بالنتيجة فإن النفايات الكهربائية والإلكترونية تشمل كل ما يتخلف عن إنتاج واستخدام الأجهزة الكهربائية والإلكترونية وأجزائها ومستلزماتها. وفقاً لما يلي:

أولاً - مخلفات عمليات التصنيع والإنتاج:

تستخدم في إنتاج هذه الأجهزة مواد كثيرة منها مواد بلاستيكية وزجاجية ومعدنية، ومطاط وخلافه بالإضافة إلى الزيوت والشحوم والأحبار. تحتوي هذه المواد على عناصر عديدة منها المعادن الثقيلة مثلً الرصاص، الكاديوم، الكروم، النيكل، الزنك وعناصر ثمينة مثلً الذهب والفضة، وبالتالي، تمثل مخلفات عمليات التصنيع والإنتاج نوعاً هاماً من النفايات لاحتوائها على مواد خطرة.

ثانياً - مخلفات الاستخدام، و تشمل ما يلي:

أ . تشكل مستلزمات استخدام الأجهزة الكهربائية والإلكترونية بشكل عام وأجهزة المعلومات والاتصالات بشكل خاص مصدراً هاماً للنفايات:

- تحتوي البطاريات على معادن ثقيلة مثل الكادميوم، النيكل، وغيرها.
- تحتوي بطاقات الشحن على مواد بلاستيكية.
- تحتوي الشرائط المغنطة على معادن ثقيلة.
- تحتوي أحبار الطباعة على معادن ثقيلة.
- تحتوي الزيوت المستخدمة على معادن ثقيلة وعلى مركبات ثنائي الفينول متعددة الكلورة (PCBS) .

ب. الأجهزة المنتهية الصلاحية غير الصالحة للاستخدام[1].

ج . الأجهزة أو بعض أجزائها التي تعرضت لتلف أو لكسور أو أعطال يستحيل بعدها استخدامها.

كما سبق ذكره، فإن كافة الأجهزة الكهربائية والإلكترونية وملحقاتها ومستلزمات تشغيلها تصبح نفايات نتيجة لعدم مناسبتها ومواكبتها للتطور التكنولوجي واحتياجات العصر، وظهور أنواع أكثر حداثة وتطوراً.

تشير بعض التقارير [2] إلى أن أكثر من 20 مليون حاسب آلي أصبحت متقادمة بالولايات المتحدة الأمريكية عام 1998 من إجمالي 35 مليون حاسب تم بيعها، وقد ازداد هذا العدد بمقدار 500 مليون حاسب حتى عام 2007 كما تشير

---

(1) نتيجة تقادم الأجهزة أو بعض أجزائها.

(2) State of California, Integrated Waste Management Board, Contractors Report to the board "Best Management Practices for Electronic Waste" Santa Clara Country Department of Environmental Health, San Jose, California, April 2004. WWW. Ciwmb. Ca.gov/publications

نفس التقارير أيضاً إلى أنه وحسب توقعات عام 2005 ستصبح نسبة الحاسبات المتقادمة إلى الحاسبات المباعة 1 :1 مما يعني ضرورة العمل على زيادة القدرة على التعامل الآمن مع الأجهزة المتقادمة بنفس القدرة الإنتاجية لهذه الأجهزة.

2.2 كمية ونوعية نفايات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية

تشير البيانات المتاحة إلى أن كمية هذه النفايات تمثل نسبة صغيرة من إجمالي النفايات المتولدة بأي دولة، فمثلاً:

- **في دول الاتحاد الأوروبي** (15 دولة خلال عام 1998) تمثل هذه النفايات أقل من 1% من إجمالي النفايات المتولدة بهذه الدول. يقدر إجمالي كمية هذه النفايات بحوالي 7-10 مليون طن سنوياً في أوروبا كلها، وبحوالي 1.5 مليون طن سنوياً في المانيا فقط[1].
- **في الولايات المتحدة الأمريكية**، تمثل النفايات الكهربائية والإلكترونية من 2% إلى 5% من إجمالي كمية النفايات الصلبة البلدية وتزداد بنسبة من 3% إلى 5 % سنوياً[2]، بينما تمثل الأجهزة التي انتهى عمرها الافتراضي وأصبحت نفايات نسبة تتراوح بين 1% و 2 % من النفايات البلدية، ومن المتوقع حدوث زيادة كبيرة في هذه النسبة.

تحتوي الأجهزة الكهربائية والإلكترونية - وبالتالي نفاياتها - على العديد من المواد الخطرة والسامة التي تسبب أخطاراً بيئية إذا تم التخلص منها بالردم في مقالب النفايات أو بالحرق.

---

(1) European Parliament, Directorate – general for Research, Division for the Environment, Energy and Research, STOA, "Electronic Waste (WEEE) 5.5. 1998. WWW. Europarl. Eu. Int/

(2) Nebraska Department of Environmental Quality: Electronic waste: A New "challenge for A New Millennium" Summer 2001 http: //WWW.

تشير بعض التقارير إلى أن نفايات الأجهزة الإلكترونية تحتوي على أكثر من 1000 مادة بكميات متفاوتة، مختلطة أو ممتزجة بالمكونات المختلفة للأجهزة، مثال ذلك:

أ. الشاشة الزجاجية لأجهزة التلفاز والحاسب تحتوي على مادة الرصاص بنسب تتفاوت حسب نوع الشاشة. فمثلاً في الشاشات الزجاجية العادية ذات اللون المفرد Monochrome تحتوي على 2-3 % رصاص بينما في الشاشات الملونة تصل نسبة الرصاص في بعض أجزائها إلى حوالي 85% مما يمثل خطورة إذا تم التخلص منها بالردم لاحتمال حدوث تسريب لمادة الرصاص الخطرة إلى المياه الجوفية. في المتوسط تحتوي كل وحدة من أنبوب الأشعة المهبطية (CRT) على نحو رطل من مادة الرصاص.

ب. تحتوي لوحات الدوائر المطبوعة على مواد بلاستيكية ونحاس، كما تحتوي معظمها على كميات صغيرة من الكروم والرصاص والنيكل والزنك (وهي عناصر ثقيلة لها خطورتها على البيئة.)

ج. كثير من الأجهزة الإلكترونية – مثل الهواتف المحمولة – تعمل بالمدخرات (البطاريات) المحتوية على النيكل، الكروم، ومعادن ثقيلة أخرى.

د. المكثفات Capacitors خاصة القديمة منها، تحتوي على مركبات ثنائي الفينول متعددة الكلورة PCBs الخطرة.

هـ. تستخدم في أجهزة التلفاز والحاسب مواد مثبطة للهب تحتوي على مادة البروميد وذلك بغرض تقليل فرصة حدوث اشتعال . وهذه المواد لها تأثيرات صحية وبيئية حيث تتراكم في أنسجة الإنسان والحيوان وتسبب مشاكل صحية، مما حذا ببعض الحكومات إلى إصدار تشريعات لحظر بيع أية منتجات كهربائية جديدة تحتوي على مواد برومية معينة.

و. تحتوي بعض الأجهزة الطبية مثل أجهزة قياس الحرارة والضغط، والهواتف المحمولة، والمدخرات (البطاريات)، ومفاتيح الكهرباء، وغيرها من مكونات الأجهزة مثل الملفات relays والمحسسات (Sensors) على مادة الزئبق.

ز. بالإضافة إلى ما سبق، فإن شبكات الدوائر في بعض الأجهزة تحتوي على الذهب أو الفضة، وهذه عناصر ثمينة تمثل مصدراً لعائد اقتصادي إذا أمكن استرجاعها.

تشير **منظمة العمل الدولية** إلى أنه يتولد في كوكب الأرض 40 مليون طن سنوياً من النفايات الإلكترونية والكهربائية، وتزداد معدلات إعادة التدوير 18% كل سنة. كما تُقدر مراجع أخرى تلك الكمية بـ 20-50 مليون طن سنوياً. تؤلف النفايات الإلكترونية والكهربائية 5-8% من النفايات الصلبة البلدية، وتبلغ هذه النسبة 1-3 % في البلدان المتقدمة. إنها أسرع أنواع النفايات نمواً في البلدان النامية، وتزداد بمقدار 16-28% كل 5 سنوات في البلدان المتقدمة، كما أنها تتراكم بمعدل 3 مرات بالمقارنة مع معدل تراكم النفايات الصلبة الأخرى. ويُقدر برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) أنه بين عامي 2007 و 2020 ستتضاعف أجهزة التلفاز وستزداد الحواسب 5 مرات والهواتف المحمولة 18 مرة.

تشير **وكالة حماية البيئة الأمريكية (US-EPA)** إلى أنه تولد في الولايات المتحدة الأمريكية في عام 2000 ما مقداره 1.9 مليون طن من النفايات الإلكترونية للمستهلك [أجهزة التلفاز ومحركات أقراص الفيديو الرقمية (DVD) والحواسب وكاميرات الفيديو والمجسِّمات /ستيريو] وأعيد تدوير 10% منها فقط، وارتفع هذا الرقم في عام 2012 إلى 3.42 مليون طن وأعيد تدوير 29.2% منها، أي أن كميات النفايات تزداد وتزداد معدلات إعادة التدوير أيضاً.

أما عمر استخدام الأجهزة الإلكترونية والكهربائية، فهو مؤشر هام لكميات النفايات التي يحتمل ازدياد تولدها على مدى الزمن.

يبيّن الجدول التالي عمر الاستخدام لبعض الأجهزة شائعة الاستخدام.

الجدول 1: وزن وعمر استخدام بعض الأجهزة الشائعة

الجهـاز	الوزن (كغ)	عمر الاستخدام (سنة)
التلفاز	30	8
الحواسب الشخصية والمرقاب/مونيتر	25	5-8
الحواسب المحمولة	5	5-8
الطابعة	8	5
الهاتف المحمول	0.1	4
البراد / الثلاجة	45	10

في الصين تولد في عام 2011 ما مقداره 148.8 مليون جهاز منزلي كنفايات إلكترونية من التلفاز والبرادات والغسالات ومكيفات الهواء والحواسب المكتبية والمحمولة، بوزن إجمالي مقداره 3.62 مليون طن. كما بينت الإحصاءات أنه لدى كل أسرة في الصين 0.86 جهاز من كل جهاز من الأجهزة الـ 11 الأساسية بالمنزل و 9.46 أجهزة من الأجهزة الـ11 الأساسية بالمنزل [هاتف محمول، تلفاز ملون، براد، غسالة، مكيف هواء، مجموعة المجسِّمات / ستيريو، حاسب مكتبي ومحمول، تلفون خط أرضي، آلة تصوير، فرن أمواج قصار /ميكروويف، آلة تصوير فيديو].

قدرت دراسة أجرتها **لجنة اتفاقية بازل** أنه في عام 2006 أُنتِج نحو 23 جهاز هاتف محمول في كل ثانية.

3. مكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية

تعتبر النفايات الكهربية والإلكترونية من النفايات الخطرة لاحتوائها على العديد من المواد الخطرة. ولكن على الجانب الآخر تحتوي هذه النفايات على العديد من المواد ذات القيمة، مثل البلاستيك والزجاج والمعادن الثمينة مما يجعل عملية إعادة التدوير واسترجاع هذه المواد عملية تستحق الدراسة والتقييم . يوضح الجدول التالي نسبة المكونات الأساسية للنفايات الإلكترونية في ألمانيا منذ ما يزيد عن ربع قرن.

الجدول 2 : المكونات الأساسية للنفايات الإلكترونية (ألمانيا[1] 1998)

المكون	النسبة بالوزن %	المكون	النسبة بالوزن %
معادن	49	مطاط	0.4
بلاستيك	20.7	لوحات ودوائر	1.2
زجاج/سيراميك	18.1	مواد عزل	0.8
أسلاك	0.4	أخرى	9.0
خشب	0.3		

(1) European Parliament, Directorate – general for Research, Division for the Environment, Energy and Research, STOA, "Electronic Waste (WEEE) 5.5. 1998. WWW. Europarl. Eu. Int).

بينما يشير أحد التقارير الأمريكية [1] إلى نسب عدد من المواد في أجهزة الحاسبات الآلية مقدرة بالرطل (0.45 كغ) وفقاً لما يلي:

3.7	رطل رصاص/ حاسب آلي.
11.4	رطل بلاستيك/ حاسب آلي.
0.006	رطل كادميوم/ حاسب آلي.
0.001	رطل زئبق / حاسب آلي.

يتضح من ذلك، أن المواد البلاستيكية تمثل مكوناً أساسياً في أجهزة الحاسب الآلي، وكذلك في الأجهزة الكهربائية والإلكترونية بشكل عام . وقد بينت نتائج أحد البرامج في ولاية مينوسوتا الأمريكية عام 2000 أن نسبة المواد البلاستيكية في أجهزة الحاسبات تمثل حوالي 38%، وفي الأجهزة التليفزيونية حوالي 54%س، مما يتطلب الإستناد إلى برنامج متكامل لاسترجاع وإعادة تدوير والإدارة الآمنة لمحتوى البلاستيك في هذه الأجهزة.

تشير إحدى المطبوعات الصادرة عن منظمة العمل الدولية (ILO) إلى أن أكثر من 1000 مادة كيميائية متهمة بدخولها في تصنيع المعدات الإلكترونية والكهربائية، ويعود السبب في ذلك إلى التبدل السريع لعمليات التصنيع والمواد الكيميائية المستخدمة في بعض القطاعات، وتزايد الضغوط التشريعية، وتزايد تأثير المنظمات غير الحكومية (NGOs) وحماة البيئة.

لتبسيط الموضوع يُتَبَع التصنيف المكثَّف التالي للمكونات:

- الحديد والفولاذ.

---

(1) State of California, Integrated Waste Management Board, Contractors Report to the board "Best Management Practices for Electronic Waste" Santa Clara Country Department of Environmental Health, San Jose, California, April 2004. WWW. Ciwmb. Ca.gov / publications.

- الفلزات غير الحديدية: الرصاص، النحاس، الذهب، الألمنيوم،...
- الزجاج.
- اللدائن (البلاستيك).
- المكونات الإلكترونية: المُقاوِمات، المُكَثِّفات، الدارات (الدوائر) المتكاملة (ICs)،...
- مكونات أخرى: المطاط، الخشب، الخزف،...

على سبيل المثال، يتكون الحاسب الشخصي من 26% سيليكا/ زجاج، و23% لدائن (بلاستيك)، و20% فلز حديدي، و14% ألمونيوم، و17% فلزات أخرى (الرصاص، النحاس، التوتياء، الزئبق، الكروم)،.... كما أن شاشة الحاسب (قياس 17 بوصة) تحتوي 2.5 رطل انجليزي (1.134 كغ) من الرصاص، أما أنبوب الأشعة المهبطية (CRT) فيحتوي 2-5 رطل انجليزي (0.9-2.3 كغ) من الرصاص.

بهدف الدراسة الدقيقة، يمكن تصنيف المكونات تبعاً لبنية المواد الكيميائية الناجمة عن الإدارة غير السليمة للنفايات الإلكترونية والكهربائية (أكوام النفايات، حرق النفايات، صهر الفلزات، تكرير الفلزات، استخلاص الفلزات،...) وفق المجموعات الست التالية:

أ - المجموعة الأولى: العناصر (Elements)

يوجد في مكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها العناصر (Elements) التالية:

- الألمنيوم.
- الأنتموان.
- الزرنيخ.
- الباريوم.

- البيريليوم.
- الكادميوم.
- الكوبالت.
- النحاس.
- الغاليوم.
- الكروم سداسي التكافؤ.
- الإيندیوم.
- الحديد / الأكاسيد.
- الرصاص.
- الليثيوم.
- الزئبق.
- النيكل.
- الفوسفور.
- الفضة.
- الثاليوم.
- التيتانيوم / ثنائي الأوكسيد.
- القصدير.
- التوتياء / مركبات الكرومات.

بالإضافة إلى العناصر السابق ذكرها، وُجِدَت في المعدات الإلكترونية والكهربائية كميات زهيدة جداً من العناصر التالية: الأميريسيوم، والبزموت، والبورن، والأوروبيوم، والجرمانيوم، والذهب، والمنجنيز، والنيوبيوم، والبالاديوم، والروديوم، والروثينيوم، والسيلينيوم، والسيليكون، والتانتالوم، والتربيوم، والثوريوم، والفاناديوم، والإيتريوم.

ب - المجموعة الثانية: الملوثات العضوية الثابتة
(Persistent organic pollutants - POPs)

يوجد في مكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها الملوثات العضوية الثابتة التالية:

- معيقات الاشتعال المتحدة مع البروم (BFRs: Brominated flame retardants) ومثالها مركبات الإثير ثنائي فينيل متعددة البروم (PBDEs: Polybrominated diphenyl ethers).
- مركبات ثنائي فينيل متعددة الكلورة (PCBs: Polychlorinated biphenyls).

ج - المجموعة الثالثة: مركبات الديوكسين (Dioxins)

يوجد في مكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها مركبات الديوكسين التالية:

- مركبات ثنائي بنزو ديوكسين متعددة الكلورة (PCDDs: Polychlorinated dibenzodioxins).
- مركبات ثنائي بنزو فوران متعددة الكلورة (PCDFs: Polychlorinated dibenzofurans).
- مركبات ثنائي الفينيل متعددة الكلورة الشبيهة بالديوكسين (Dioxin-like polychlorinated biphenyls).
- مركبات بير فلورو ألكيل (Perfluroalkyls).

د - المجموعة الرابعة: مركبات الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات
(Polyaromatic hydrocarbons- PAHs)

يوجد في مكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها مركبات الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات التالية:

- أسينافثين (Acenaphthene) .
- أسينافثيلين (Acenaphthylene).
- أنثراسين (Anthracene).
- بنز[أ]انثراسين (Benz[a]anthracene).
- بنزو[أ]بايرين (Benzo[a]pyrene).
- بنزو[إي]بايرين (Benzo[e]pyrene).
- بنزو[بي] فلورانثين (Benzo[b]fluoranthene).
- بنزو[جي،إتش،أي] بيريلين (Benzo[g,h,i]perylene) .
- بنزو[جه]فلورانثين (Benzo[j]fluoranthene).
- بنزو[كي]فلورانثين (Benzo[k]fluoranthene).
- كريزين (Chrysene) .
- ثنائي بنز[أ،إتش] انثراسين (Dibenz[a,h]anthracene).
- فلورانثين (Fluoranthene) .
- فلورين (Fluorene).
- إنديبنو1[،2،-3سي،دي] بايرين (Indeno[1,2,3-c,d]pyrene) .
- فينانثرين (Phenanthrene) .
- بايرين (Pyrene) .

هـ - المجموعة الخامسة: المواد التي تسبب نفاد طبقة الأوزون (Ozone layer depletion)

يوجد في مكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها المواد التي تسبب نفاد طبقة الأوزون التالية:

- مركبات كلورو فلورو كربون **(CFCs: Chlorofluorocarbons).**

و - المجموعة السادسة: نواتج حرق اللدائن / المواد البلاستيكية (Plastics)

يوجد في مكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها نواتج حرق اللدائن / المواد البلاستيكية التالية:

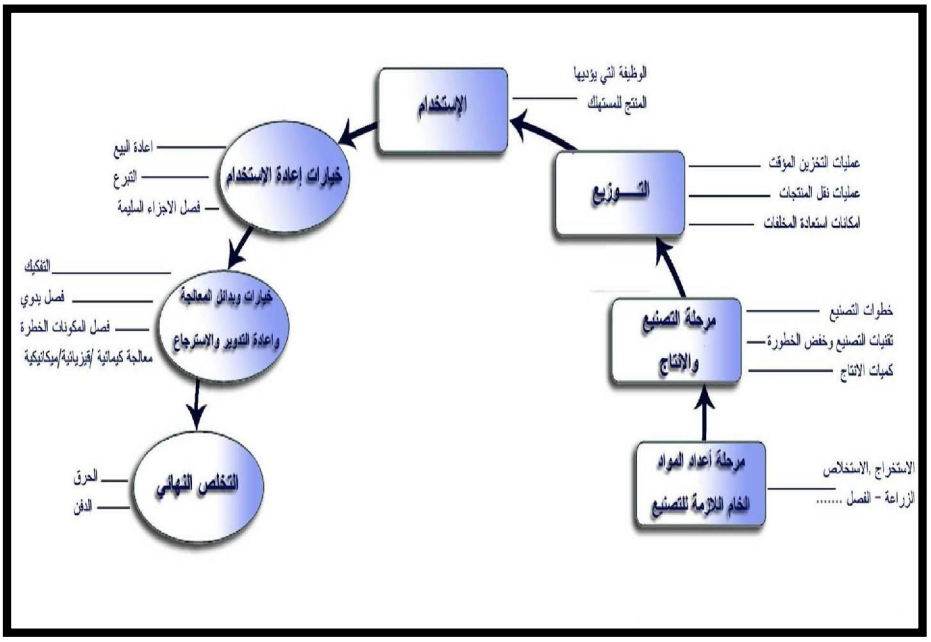
- أحادي أكسيد الكربون (Carbon monoxide).
- مركبات الديوكسين ومركبات الفوران (Dioxins, furans)
- المركبات العضوية الطيارة (VOCs: Volatile organic compounds)
- المادة الجزيئية (PM: Particulate matter)
- مركبات الألدهيد (Aldehydes)
- كلوريد متعدد الفينيل (PVC: Polyvinyl chloride)
- سلفونات بيرفلورو أوكتان (PFOS: Perfluorooctane sulfonate) .
- المضافات (Additives) أهمها:
  - الملدنات: (Plasticizers) أهمها، مركبات إستر الفثالات (Phthalate esters)، ومن هذه المركبات فثالات ثنائي -2إيثيل هكسيل(Di2-ethylhexyl phthalate).
  - الملونات: (Colorants) أهمها، ثنائي أكسيد التيتانيوم، وأكاسيد الحديد، وأصبغة الرصاص والكادميوم والكروم.
  - المالئات: (Fillers) أهمها، السيليكا والزجاج الليفي وأكاسيد الفلزات.
  - العوامل المشكلة للرغوة :(Foaming agents) أهمها، آزو ثنائي كاربوناميد (Azodicarbonamide).
  - معيقات الاشتعال : (FRs : Flame retardants) أهمها، المركبات المتحدة مع البروم (Polybrominated compounds) والمركبات متعددة الكلورة (Polychlorinated compounds) ومركبات إستر الفوسفات

(Phosphate esters) ومثال عليها فوسفات ثلاثي أورثو كريزيل (Triorthocresyl phosphate).

- المثبتات (Stabilizers) أهمها، مركبات القصدير العضوية، وأملاح الفلزات كالرصاص والباريوم والكادميوم والتوتياء.

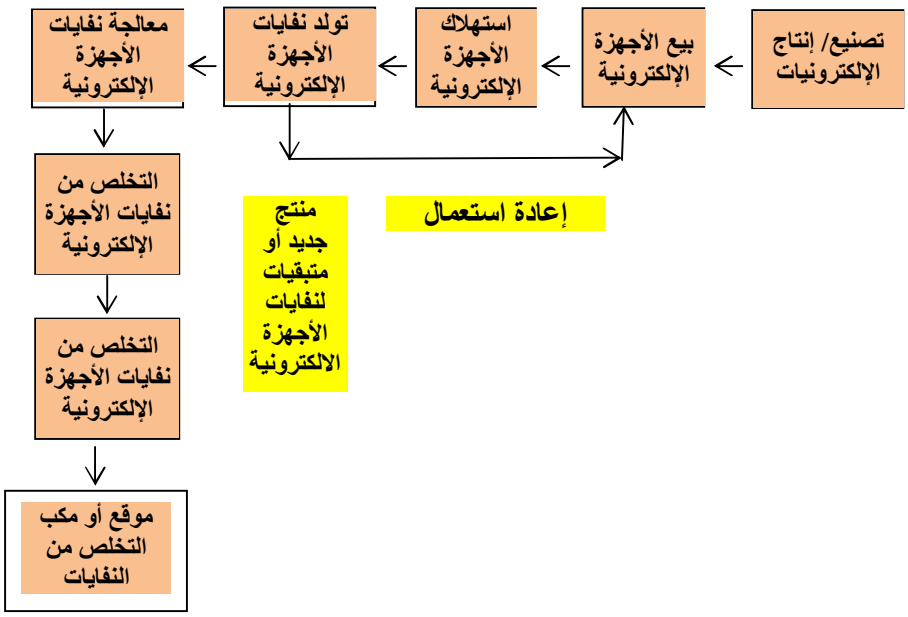
4. تقييم دورة حياة النفايات الإلكترونية والكهربائية

يمثل الشكل التالي تفصيلاً لدورة حياة المنتجات الإلكترونية منذ الحصول على المواد الخام وحتى التخلص النهائي.



الشكل 4: مراحل دورة حياة المنتجات الإلكترونية

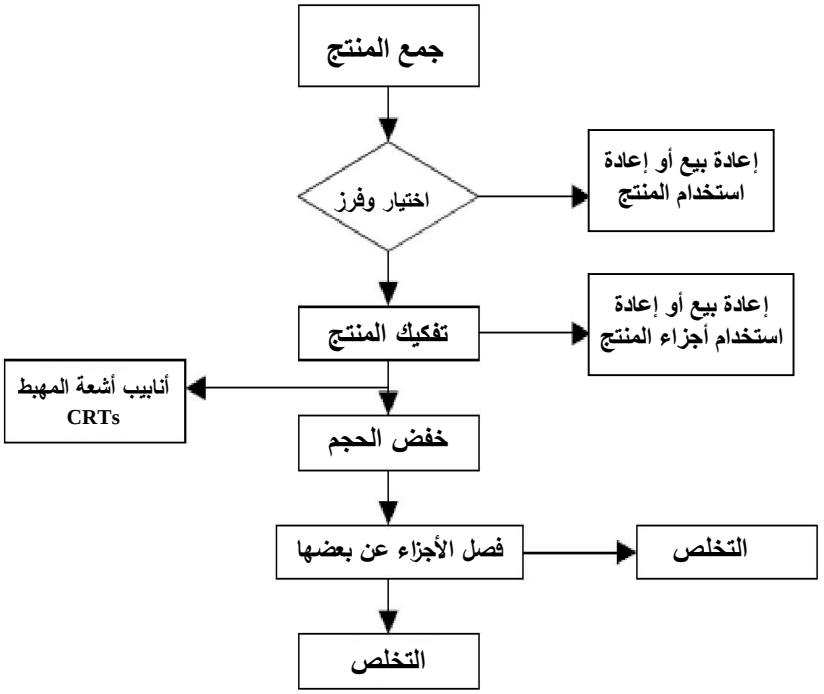
ويمثل الشكل التالي ملخصاً لدورة حياة المنتجات الإلكترونية منذ الحصول على المواد الخام وحتى التخلص النهائي.



الشكل 5: ملخص دورة حياة المنتجات الإلكترونية والكهربائية

يتبيّن من الشكلين 4 و5 أن دورة حياة المنتجات الإلكترونية والكهربائية تبدأ بالحصول على خامات التصنيع من مصانع أو معامل تنتشر في أنحاء العالم، من خلال وكلاء تجاريين متوفرين في كافة الأقطار. ثم يتم تصنيع وإنتاج المعدات والأدوات والآلات الإلكترونية والكهربائية ومن ثم بيعها في الأسواق بالمدن والريف بالمحال وخارجها وبمختلف الأصناف والعلامات التجارية. يلي بيع الأدوات والآلات الإلكترونية والكهربائية قيام الجمهور باستهلاكها، كل بطريقته وهو الأمر الذي يحدد الوقت الذي تستغرقه لتتلف أو تصبح نفاية يتعين التخلص منها. قد تتم معالجة النفايات الإلكترونية والكهربائية حال تولدها وجمعها. ويحدث ذلك– عادة – في ورش بدائية يتم فيها تفكيك المعدات والأدوات والآلات واستخلاص كافة العناصر والمواد التي يمكن حين جمعها القيام ببيعها لبعض المصانع الصغيرة التي تتولى إعادة تصنيع أو تدوير أصناف من المعدات والأدوات والآلات منخفضة المستوى، وعادة بدون أي تعهد أو ضمان بالجودة.

يمثل الشكل التالي تخطيطاً مبسطاً لمراحل إعادة تدوير النفايات الإلكترونية والكهربائية:



المصدر:

Hai-Yong Kang, Julie M. Schoenung, Electronic waste recycling: A review of U.S. infrastructure and technology options, Resources Conservation & Recycling 45 (2005) 368-400, Elsevier

الشكل 6: تخطيط مبسط لمراحل إعادة تدوير النفايات الإلكترونية والكهربائية

5. الوضع الراهن لتداول النفايات الإلكترونية والكهربائية والتعامل معها

1.5 أصحاب المصلحة المعنيون بالنفايات الإلكترونية والكهربائية

تمتاز النفايات الكهربائية والإلكترونية بكثرة أصحاب المصلحة المعنيين بقضاياها. فيما يلي قائمة بأهم الفئات المعنية:

- مصنِّعو الأجهزة الإلكترونية والكهربائية.
- تجار الأجهزة والنفايات الإلكترونية والكهربائية.
- بائعو الأجهزة والنفايات الإلكترونية والكهربائية بالتجزئة.
- مستوردو الأجهزة والنفايات الإلكترونية والكهربائية.
- مصدرو النفايات الإلكترونية والكهربائية.
- نابشو النفايات الإلكترونية والكهربائية.
- جامعو النفايات الإلكترونية والكهربائية.
- معيدو شراء النفايات الإلكترونية والكهربائية.
- المعنيون بالخردة.
- مفككو النفايات الإلكترونية والكهربائية.
- المعنيون بإعادة تدوير النفايات الإلكترونية والكهربائية.
- المعنيون بصهر النفايات الإلكترونية والكهربائية.
- السلطات الرسمية.

- المشرّعون.
- حماة البيئة.
- المنظمات والهيئات الدولية والمنظمات غير الحكومية.

2.5 المسائل الرئيسية التي تطرحها النفايات الإلكترونية والكهربائية

- ***الكميات الكبيرة والحجوم الكبيرة***: بسبب الطلب المتزايد على المعدات الإلكترونية والكهربائية، والتطور السريع للتكنولوجيا.
- ***المحتوى الكبير من المواد السامة***: تُعتبر النفايات الإلكترونية والكهربائية نفايات خطرة، وهي ذات أثر ضار صحياً وبيئياً. إن 40% من الفلزات الثقيلة التي توجد في مقالب النفايات تأتي من النفايات الإلكترونية والكهربائية.
- ***التصميم المعقد***: حيث تحتوي النفايات الإلكترونية والكهربائية على مواد مختلفة عديدة ***ممزوجة*** مع بعضها، وأجزاؤها مثبتة بشدة بمسامير لولبية أو بالغراء أو باللحام، مما يجعل فصلها عن بعضها صعباً ويزيد من كلفة إعادة التدوير.
- ***المعرفة بالأخطار***: هناك تدني في الوعي العام بشأن أخطار النفايات الإلكترونية والكهربائية وتأثيراتها على الكائنات الحية والبيئة.
- ***المسائل المرتبطة بالعمل***: كالتعرضات المهنية الجسيمة، وسيطرة القطاع غير المنظم، ونقص معايير العمل، وعدم تلبية حقوق العاملين، مما يسبب مشاكل صحية وبيئية وخيمة.
- ***المسائل المالية***: عموماً لا توجد أموال كافية لتغطية نفقات الإدارة السليمة للنفايات الإلكترونية والكهربائية وإعادة التدوير، باستثناء ارتفاع أسعار بعض المكونات كالذهب والنحاس. إن الإقبال على الاستثمار في نشاط الإدارة السليمة للنفايات الإلكترونية والكهربائية ضعيف للغاية.

- ***نقص التشريعات واللوائح الناظمة:*** لدى كثير من البلدان نقص شديد في التشريعات واللوائح والأنظمة المتعلقة بإدارة النفايات الإلكترونية والكهربائية، أو نقص شديد في الإنفاذ الفعال، لا سيما أن الموضوع تفاقم في الآونة الأخيرة بسبب تطور التكنولوجيا.
- ***الجوانب الأمنية:*** في حالات كثيرة لا تُمحى المعلومات المخزنة في أجهزة تكنولوجيا المعلومات (الحواسب،...) قبل إلقائها من قِبَل مستخدمي تلك الأجهزة.
- ***تشغيل الأطفال والنساء:*** يعمل بهذا النشاط بشكل غير شرعي الأطفال والنساء في البلدان النامية، مع الإشارة إلى أضرار تعرض النساء الحوامل لمكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها. وفي حالات كثيرة يعمل جميع أفراد الأسرة بهذا النشاط.
- ***الآثار السيئة:*** هناك آثار سيئة على التربة، والمياه السطحية والجوفية والبحار والمحيطات، والهواء، والنبات، والحيوان، والإنسان.

التجارة غير الشرعية (غير المشروعة): غالباً ما تقوم الدول المتقدمة (مثلاً الولايات المتحدة الأمريكية، ومعظم بلدان أوروبا الغربية، واليابان، وكوريا الجنوبية، وأستراليا) بالتخلص من نفاياتها الإلكترونية والكهربائية بإرسالها إلى البلدان النامية (بعض بلدان أمريكا الجنوبية، وبعض البلدان العربية والأفريقية والآسيوية)، وتتم تلك التجارة بشكل غير شرعي، لأن ذلك يتعارض مع اتفاقية بازل المتعلقة بالتحكم في نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود. فالولايات المتحدة الأمريكية ترسل نفاياتها الإلكترونية والكهربائية إلى بعض بلدان أمريكا الجنوبية (المكسيك والبرازيل)، وبعض البلدان الأفريقية (نيجيريا)، وبعض البلدان الآسيوية (الباكستان والهند وتايلاند وسنغافورا والصين)؛ وبشكل غير مؤكد إلى بعض بلدان أمريكا الجنوبية (هاييتي وفنزويلا وتشيلي والأرجنتين)، وبعض البلدان

العربيـة (مـصر والإمـارات العربيـة المتحـدة) وبعـض البلـدان الأفريقيـة (كينيـا وتنزانيا)، وبعض البلدان الآسيوية (ماليزيا وفيتنام وسنغافورة وإندونيسيا). كما ترسـل بلـدان غـرب أوروبـا نفاياتهـا الإلكترونيـة والكهربائيـة إلى بعـض البلـدان الأفريقيـة (نيجيريـا)، وبعـض البلـدان الآسـيوية (الباكـستان والهنـد وسـنغافورا والـصين)؛ وبـشكل غـير مؤكـد إلى بعـض بلـدان أوروبـا الـشرقية (روسـيا وأوكرانيـا)، وبعض البلدان العربية (مصر والإمارات العربيـة المتحدة) وبعض البلدان الأفريقيـة (كينيا وتنزانيا)، وبعض البلدان الآسيوية (اندونيسيا). أما اليابان، فترسل نفاياتها الإلكترونيـة والكهربائيـة إلى الـصين. بالنـسبة لأسـتراليا، فإنهـا ترسـل نفاياتهـا الإلكترونية والكهربائية إلى بعض البلدان الآسيوية (تايلاند والصين).

يمثل الشكل التالي عمليات نقل النفايات الإلكترونية والكهربية عبر مختلف دول العالم:

الشكل 7: نقل النفايات من البلدان المتقدمة إلى البلدان النامية

المصدر:

SWEEP-Net (2014): Analysis of Existing E-Waste Practices in MENA Countries. The Regional Solid Waste Exchange of Information and Expertise Network in Mashreq and Maghreb Countries (SWEEP-Net).

3.5 وضع النفايات الإلكترونية والكهربائية في الدول النامية

«سترتفع مبيعات المنتجات الإلكترونية خلال السنين العشر المقبلة بشكل حاد قد يصل إلى 500 في المئة في بلدان مثل الصين والهند وفي قارات مثل أفريقيا وأميركا الجنوبية. وما لم يتخذ إجراء عاجل لجمع نفاياتها وإعادة تدويرها بشكل صحيح، فإن كثيراً من البلدان النامية سوف تواجه جبالاً من النفايات الإلكترونية الخطرة وما لها من عواقب وخيمة على البيئة والصحة العامة». جاء ذلك في تقرير صدر عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة بعنوان «إعادة التدوير: من نفايات إلكترونية إلى موارد»[1] شمل بيانات من 11 بلداً نامياً نموذجياً استخدمها الخبراء لتقدير توليد النفايات الإلكترونية حالياً وفي المستقبل؛ وهي تشمل الحواسيب الثابتة والمحمولة (لابتوب) القديمة والمهملة، والطابعات، والهواتف الجوالة، وأجهزة الاستدعاء (pagers)، وأجهزة التصوير والموسيقى الرقمية، والبرادات، وأجهزة التلفاز، وألعاب الأطفال.

في جنوب أفريقيا والصين على سبيل المثال، توقع الخبراء أن تقفز النفايات الإلكترونية الناتجة من الحواسيب القديمة بحلول سنة 2020 بنسبة 200 ـ 400 في المئة عن مستويات 2007، وبنسبة 500 في المئة في الهند. أما تلك الناتجة من الهواتف الجوالة فستكون في الصين أعلى بنحو 7 أضعاف، وفي الهند أعلى 18 ضعفاً. وبحلول سنة 2020 أيضاً، ستكون النفايات الإلكترونية الناتجة من أجهزة التلفاز أعلى 1.5 مرة إلى مرتين في الصين والهند، في حين ستتضاعف تلك الناتجة من البرادات المهملة مرتين أو ثلاث مرات.

---

(1) صدر تقرير «إعادة التدوير: من نفايات إلكترونية إلى موارد» خلال الاجتماعات التنسيقية المتزامنة لأطراف اتفاقيات بازل وروتردام وستوكهولم في بالي بإندونيسيا خلال شباط (فبراير) 2010. وقد شارك في إعداده معهد EMPA السويسري لأبحاث علوم المواد، ومجموعة Umicore الدولية لإعادة تدوير النفايات الالكترونية بطريقة سليمة بيئياً، وجامعة الأمم المتحدة في بون بألمانيا، وهي جزء من مجموعة الخبراء العالميين في مبادرة StEP لحل مشكلة النفايات الالكترونية؛ وقد قام الاتحاد الأوربي بتمويل التقرير.

تنتج الصين محلياً نحو 2.3. مليون طن من النفايات الإلكترونية بحسب تقديرات سنة 2010، وبذلك تأتي بعد الولايات المتحدة التي تنتج نحو 3 ملايين طن. وعلى رغم أن الصين حظرت مستوردات النفايات الإلكترونية، فإنها تبقى مكباً رئيسياً لتلك التي تنتجها البلدان المتقدمة.

يتم التعامل مع غالبية هذه النفايات بشكل غير صحيح، فيحرق معظمها من قبل «مدوِّرين» محليين لاستعادة مواد ثمينة مثل الذهب والفضة والبالاديوم والنحاس والإنديوم، في ممارسات تؤدي إلى إطلاق انبعاثات مستمرة من الملوثات السامة التي تقطع مسافات بعيدة؛ ولا تستعاد إلا نسبة قليلة جداً من المواد بواسطة هذه الممارسات، مقارنة مع المرافق الصناعية المتطورة.

قيّم الخبراء - من خلال تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة عن «إعادة التدوير: من نفايات إلكترونية إلى موارد» - السياسات والمهارات وشبكات جمع النفايات وعمليات إعادة التدوير غير الرسمية الحالية في 11 بلداً نامياً نموذجياً، هي: الصين والهند في آسيا، وجنوب أفريقيا وأوغندا والسنغال وكينيا والمغرب في أفريقيا، والبرازيل وكولومبيا والمكسيك والبيرو في الأمريكتين؛ وحددوا خيارات لإدارة النفايات الإلكترونية بطريقة مستدامة في هذه البلدان؛ وشملت البيانات الأجهزة المتولدة وطنياً، لكنها لم تشمل مستوردات النفايات القانونية وغير القانونية، التي هي أساسية في الهند والصين وبلدان أخرى ذات اقتصادات ناشئة؛ وتم تفصيل كميات النفايات الإلكترونية المتولدة سنوياً في عدد من الدول. يتضمن الجدول **3** التالي بيانات لبعض هذه البلدان.

كما أورد التقرير بيانات حول المبيعات الفردية للأجهزة الكهربائية والإلكترونية. فعلى سبيل المثال، تصدرت جنوب أفريقيا والمكسيك مبيعات أجهزة الكومبيوتر الشخصية، بمعدل 24 جهازاً لكل 1000 شخص. وتولد البرازيل والمكسيك والسنغال، على مستوى الفرد، نفايات إلكترونية من الحواسيب الشخصية أكثر من البلدان الأخرى التي شملها المسح.

الجدول 3 : كمية بعض أصناف النفايات الإلكترونية والكهربائية (بآلاف الأطنان) في بعض الدول النامية

كمية النفايات / آلاف الأطنان					
الدولة	البرادات (الثلاجات)	أجهزة التلفاز	الحاسبات (الكمبيوترات الشخصية)	طابعات	هواتف جوالة
الصين	500	1.300	300	؟	؟
الهند	100	275	56.3	؟	؟
كولومبيا	**9**	أكثر من **18**	**6.5**	**1.3**	**1.2**
كينيا	11.4	2.8	2.5	0.5	0.15
المغرب	**5.2**	**15**	**13.5**	**2.7**	**1.7**

اعتبر الخبراء الذين أعدوا التقرير أن تطوير برامج وطنية فعالة لإعادة التدوير تعتبر عملية معقدة، مستبعدين نجاح تمويل وتحويل معدات وتكنولوجيات عالية التقنية من البلدان المتقدمة. فالصين تفتقر إلى شبكة شاملة لجمع النفايات الإلكترونية، فضلاً عن المنافسة الرخيصة من القطاع غير الرسمي، مما عرقل إنشاء مصانع متطورة لإعادة تدويرها. وفي المقابل، نجح مشروع تجريبي في بنغالور بالهند لتحسين عمليات جمع النفايات الإلكترونية وإدارتها.

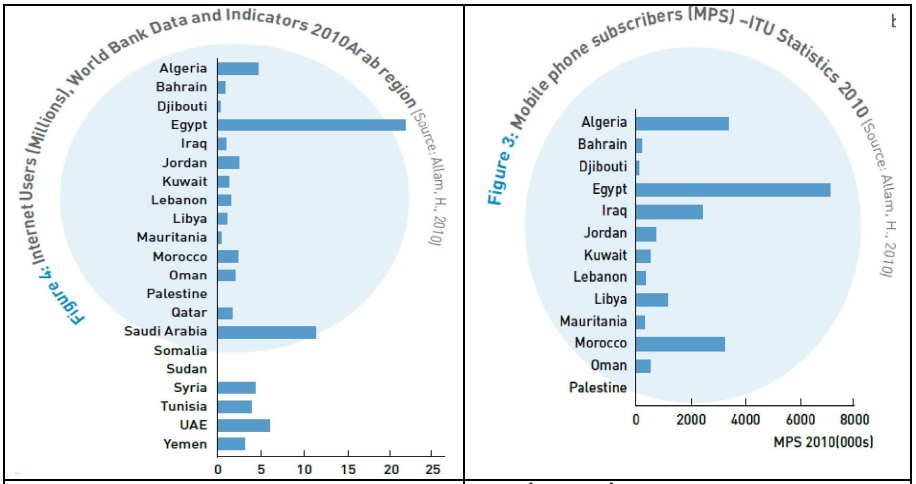
استنتج التقرير أن لدى البرازيل وكولومبيا والمكسيك والمغرب وجنوب أفريقيا إمكانات كبيرة لاعتماد تكنولوجيات متطورة لإعادة تدوير النفايات الإلكترونية، لأن القطاع غير الرسمي لهذه النفايات صغير نسبياً في هذه البلدان. ولدى كينيا والبيرو والسنغال وأوغندا حالياً أحجام منخفضة نسبياً من النفايات الإلكترونية، لكن يحتمل أن تزداد. وسوف تستفيد هذه البلدان الأربعة من بناء القدرات في ما يدعى «تكنولوجيات ما قبل المعالجة»، مثل التفكيك اليدوي.

ونصح الخبراء جميع البلدان بإقامة «مراكز تميز Excellence Centers» لإدارة النفايات الإلكترونية، بالبناء على مؤسسات قائمة تعمل في مجال إعادة التدوير وإدارة النفايات. وتشمل هذه المؤسسات تلك التي تدعمها الأمم المتحدة، بما في ذلك أكثر من 40 مركزاً وطنياً للإنتاج الأنظف أسستها منظمة الأمم

المتحدة للتنمية الصناعية (UNIDO)، والمراكز الإقليمية التي تأسست بموجب اتفاقية بازل للتحكم في نقل النفايات الخطرة عبر الحدود والتخلص منها.

4.5 وضع النفايات الإلكترونية والكهربائية في الدول العربية

يوضح الشكل التالي عدد مستخدمي الشبكة الدولية للمعلومات (الإنترنيت) والهاتف الجوال (المحمول) - بالملايين – في دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا لعام 2010- طبقاً لدراسة منشورة في كانون الثاني/ يناير عام 2014 [1]. يتبيّن من الشكل أن أعلى عدد لمستخدمي الإنترنيت كان في مصر (نحو 25 مليون) ثم السعودية (نحو 12 مليون) فالإمارات (نحو 7 ملايين) والجزائر (نحو 7 ملايين) وسورية (نحو 6 ملايين) وتونس (نحو 5 ملايين).



مستخدمو الهاتف الجوال (المحمول) في دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا	مستخدمو الإنترنيت في دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

الشكل 8: عدد مستخدمي الشبكة الدولية للمعلومات (الإنترنيت) والهاتف الجوال (المحمول) - بالملايين – في دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

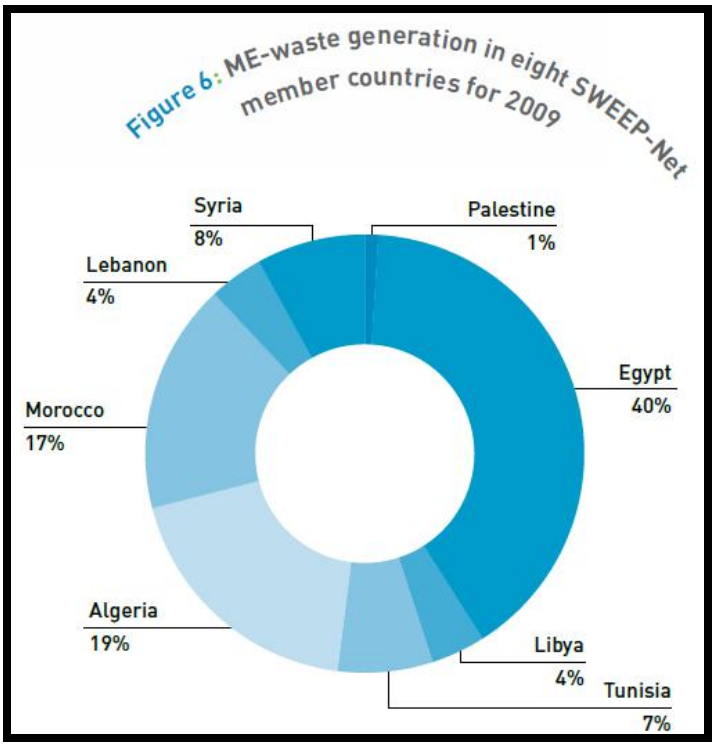
المصدر: حسام علام **2010** – من شبكة المعلومات والمؤشرات للبنك الدولي

- Allam, H. (2010): Study on E-Waste Management in the Arab Region, focused on ICT equipment. Centre for Environment and Development for the Arab Region (CEDARE), Cairo, Egypt. (not published).

(1) SweepNet (The Regional Solid Waste Exchange of Information and Expertise network in Mashreq and Maghreb countries) and GIZ 2014): **Analysis of Existing E-Waste Practices in MENA Countries.**

يوضح نفس الشكل أن أعلى عدد لمستخدمي الهاتف الجوال (المحمول) كان في مصر (نحو **8** ملايين) ثم المغرب (نحو **4** ملايين) والجزائر (نحو **4** ملايين) والعراق (نحو **3** ملايين) وليبيا (نحو مليون ونصف المليون).

يوضح الشكل 9 التالي، تقديراً لنسب مساهمة ثمانية دول مشاركة في شبكة المعلومات الإقليمية في تولد النفايات الإلكترونية والكهربائية خلال عام 2009. يتبين أن مصر تساهم بنحو 40% من تلك النفايات يليها الجزائر (19%) والمغرب (17%) وسورية (8%) وتونس (7%) ثم لبنان (4 %) وليبيا (4 %) وفلسطين (1%).



الشكل 9: تولد النفايات الإلكترونية والكهربائية في 9 دول عربية عام 2009

المصدر: حسام علام 2010 – من شبكة المعلومات والمؤشرات للبنك الدولي

Allam, H. (2010): Study on E-Waste Management in the Arab Region, focused on ICT equipment. Centre for Environment and Development for the Arab Region (CEDARE), Cairo, Egypt. (not published).

وضع النفايات الإلكترونية في المغرب: بحسب نتائج التحليل الذي أجراه الباحثان العيساوي وروشا عام 2008 وتم اعتماده في تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة بشأن النفايات الإلكترونية، تم تحديد نقاط القوة والضعف في الوضع الحالي في المغرب. فعلى الصعيدين السياسي والتشريعي، لا توجد حالياً قوانين محددة تتعلق بالنفايات الإلكترونية، لكن القانون رقم 28 حول إدارة النفايات والتخلص منها يمكن أن يفضي إلى مرسوم ينطبق عليها تحديداً. ويوجد إطار مؤسساتي قوي لقطاع التجارة الدولية يمكن إدخال سياسة النفايات الإلكترونية ضمنه. وهناك أيضاً برامج اجتماعية قوية لدعم القطاع غير الرسمي الذي يهيمن على إعادة تدوير النفايات الإلكترونية. وقد سجلت عمليات خطرة مثل الحرق في فضاء مكشوف . وتظهر للعيان المبادرات الرسمية الأولى لإعادة التدوير، لكنها تحتاج إلى تمويل ودعم تقني. ولا تتوافر بنية تحتية للتخلص من الأجزاء الخطرة. وفيما يتعلق بالتمويل، يتحمل المدوِّرون جميع التكاليف، بما في ذلك الجمع والنقل والتخلص من الأجزاء الخطرة. ولا يوجد تمويل مضمون لعمليات إعادة تدوير الأجزاء غير المربحة.

وضع النفايات الإلكترونية في المملكة العربية السعودية: بحسب الدكتورة ماجدة أبو راس خبيرة البيئة بالمملكة، فإن المملكة تنتج سنوياً ما يقارب 3 ملايين طن من النفايات الإلكترونية. الأستاذ أحمد العطاس مساعد المدير العام في شركة متخصصة في حماية البيئة يذكر بأن مخلفات السلع الإلكترونية تعتبر من أسرع عناصر النفايات نمواً في عصرنا الراهن وأن حجم نموها في المملكة أكثر وضوحاً لولعنا بالأجهزة الإلكترونية وولع أبنائنا بألعاب الفيديو وشبابنا يتفنن في اقتناء وتغيير الهاتف المحمول، ويأتي الاهتمام بالنفايات الإلكترونية مما تحويه من مواد خطرة ومركبات وعناصر سامة. ففي الماضي القريب لم تكن الأجهزة الإلكترونية بهذا الانتشار الواسع وكانت كميات النفايات منها محدودة إلى درجة لا تشكل معها خطراً عندما تختلط بالنفايات البلدية ويتم التخلص منها في مرامي النفايات.

لكن، ومع الارتفاع العنيف في كمية النفايات من هذه المادة الخطرة واكتشاف حوادث تلوث للمياه الجوفية بهذه المواد قننت بعض الدول كيفية التعامل معها أو اعتبارها من النفايات الخطرة أو النفايات غير المنظمة، التي يتم التخلص منها بطريقة مغايرة لأسلوب الدفن الصحي. أما الدكتور أسعد أبو رزيزة، وهو رئيس جمعية البيئة السعودية، فيذكر بأنه لا توجد بالمملكة برامج لفرز النفايات وتدويرها أو التخلص منها بطرائق آمنة.

وضع النفايات الإلكترونية في المملكة الأردنية الهاشمية: كشفت دائرة الاحصاءات العامة أن 578 ألف جهاز هاتف خلوي بقيمة نحو 27.6 مليون دينار أردني (39 مليون دولار) وصلت إلى السوق الأردنية خلال شهري كانون الثاني/يناير وشباط/فبراير 2012 وحدهما، وأعيد تصدير 95 ألف جهاز بما يعادل 4.4 مليون دينار (6.2 مليون دولار).

أفاد إحصاء صدر في الجريدة الرسمية في نيسان / أبريل 2007 أن في الأردن 4.25 مليون خط هاتف خلوي، ما يعني أن 86 في المئة من الأردنيين يملكون أجهزة هواتف نقالة، وهي تعد أكثر النفايات الإلكترونية انتشاراً. وأشارت الإحصاءات نفسها إلى أن 31 في المئة من الأسر الأردنية البالغ عددها 941 ألف أسرة تملك جهاز حاسب، و 94 في المئة جهاز تلفاز، و 90 في المئة ثلاجة، و 90 في المئة غسالة ملابس. وبلغت النفايات الإلكترونية المتولدة سنوياً بحسب تلك الإحصاءات 115 طناً من أجهزة الهواتف النقالة، و 1252 طناً من أجهزة الحاسب، و2435 طناً من أجهزة التلفاز، و 9684 طناً من الثلاجات، و 6635 طناً من الغسالات؛ وهي في ازدياد، بحيث يقدر أنها ستبلغ مع نهاية سنة 2013 نحو 139 طناً للأجهزة الخليوية، و1515 طناً لأجهزة الحاسب، و 2634 طناً لأجهزة التلفاز، و10474 طناً للثلاجات، و7179 طناً للغسالات. وتلفت الإحصاءات إلى أن كلفة معالجة جهاز خليوي واحد تصل إلى 134 يورو، و 770 يورو للحاسب، و 770 للتلفزيون، و175 للثلاجة، و 175 للغسالة.

لقد بينت نتائج استطلاع أجرته جمعية الأرض والإنسان أن غالبية الأردنيين يعرفون مخاطر النفايات الإلكترونية، لكنهم مع ذلك يتخلصون منها بطرق تقليدية، في غياب آلية محددة ومعروفة للتخلص منها. وقد نفذت وزارة البيئة وأمانة عمان الكبرى مشروعاً استهدف تخصيص مكب للنفايات الإلكترونية، يجري فيه التخلص منها بطرق علمية لا تؤثر على سلامة البيئة.

يعمل نائل صبرة في إحدى شركات الكهربائيات، ويقول أنه يلقي الأجهزة الإلكترونية المستعملة والمدخرات (البطاريات) في القمامة، مضيفاً أنه لا يعلم ما تحويه من مواد قد تؤثر سلباً على صحة الإنسان. ويشير إلى «عدم وجود مكبات متخصصة كما في الدول الأوروبية لإيداع تلك النفايات». وتعترف نوال بدران بأنها، لدى انتهاء فاعلية المدخرات (البطاريات) بمختلف أنواعها واستخداماتها، تلقيها في القمامة مباشرة، لكنها تسعى لإصلاح الأجهزة الإلكترونية إذا أمكن ذلك. ويعمل التاجر محمد المصري في مجال بيع الأجهزة الإلكترونية المستعملة منذ أكثر من عشرة أعوام، ويملك سيارة نقل صغيرة يجول بها في الأحياء وعلى المحال التجارية كل يوم لشراء الثلاجات وأجهزة الكومبيوتر وأي نوع من الأجهزة الكهربائية المستعملة. وهو يقول: «أقوم بفرز أجزاء الأجهزة التي أشتريها، كالحديد والنحاس والبلاستيك، وأتخلص من المواد المتبقية بحرقها في أرض فارغة تجاور مكب الخردة».

إجابةً على استطلاع وزعته جمعية الأرض والإنسان نهاية العام 2011 على 7268 طالباً وطالبة في 150 مدرسة في المحافظات الأردنية كافة، قال 70 في المئة من المشاركين أنهم لا يرمون الأجهزة الإلكترونية التالفة في النفايات، و«هذا يدل على درجة معتدلة من الوعي والمعرفة بالخطر المحتمل»، بحسب القائمين على الاستطلاع. واتفق 73 في المئة على أن النفايات تحوي مواد سامة، بينما أجاب 21 في المئة بـ «لا أعرف»، وقال 90 في المئة أنهم يعتقدون أن الطريقة الحالية للتخلص من النفايات الإلكترونية «غير مناسبة»، وتسبب تلويثاً لعناصر البيئة من هواء وماء وتربة.

وأفاد المدير التنفيذي للبيئة والنظافة في أمانة عمان الكبرى المهندس زيدون النسور بأن الأمانة حددت شُعَب البيئة في مناطق تلاع العلي وبسمان واليرموك لاستقبال النفايات الإلكترونية، على أن تنقل إلى مكب النفايات الخطرة التابع لوزارة البيئة في سواقة. وأشار إلى أن النفايات الإلكترونية تهدد سلامة البيئة عبر تراكم المعادن والبلاستيك والمواد الكيمائية السامة التي تتكون منها الأجهزة الإلكترونية، كلوحات الدوائر وأنابيب الزجاج والأسلاك والمقاومات والمكثفات وغيرها من الأجزاء الداخلية الدقيقة. وأضاف أن أكثر من 70 في المئة من المعادن الثقيلة الموجودة في مطامر النفايات، بما فيها الزئبق والكادميوم والقصدير، تأتي من النفايات الإلكترونية، وهي سامة تلوث المياه الجوفية والبيئة اذا لم يجرِ طمرها حسب الأصول.

من جهته، قال مدير إدارة النفايات في وزارة البيئة الدكتور محمد الخشاشنة أن الوزارة عملت بالتعاون مع الجهات المعنية على وضع عناصر البنية التحتية اللازمة لجمع النفايات الإلكترونية والكهربائية، لإرسالها إلى إحدى المحطات التحويلية التابعة لأمانة عمان. وأضاف: «هناك خطة ستنفذ بمساعدة الأفراد، تقوم على تسليم مختلف النفايات الإلكترونية إلى الجمعيات الأهلية لجمعها، ومن ثم إرسالها إلى المكبات مجاناً. وسيتم استيفاء رسوم من الجهات ذات الصفة التجارية والعامة، تقدر بـ 5 في المئة من قيمة السلعة نفسها، بهدف معالجة النفايات الإلكترونية والتخلص منها. وسوف تجرى دراسة لمعرفة حجم النفايات الإلكترونية في المملكة».

في تطور أخير، أطلقت وزارة البيئة بالتعاون مع برنامج الامم المتحدة الإنمائي المرحلة الثانية من مشروع تحسين إدارة النفايات الكهربائية والإلكترونية وذلك في حفل أقيم يوم 23 مارس 2015، وتم فيه توزيع 200 حاوية جديدة لجمع النفايات الإلكترونية على عدد من المدارس؛ وقال وزير البيئة – في هذه

المناسبة – أن التوعية عنصر أساسي في هذا المشروع وذلك من خلال تنشئة أجيال واعية لمفهوم الثقافة البيئية، تعمل على تطبيقها؛ لأنه من خلال هذه الثقافة يمكن إحداث تغييرات جذرية في طرق التفكير والسلوك البيئي لدى الطلبة في كافة نشاطاتهم وأعمالهم وتنمية القيم الأخلاقية والسلوكيات الإيجابية لدى الطلاب بشكل يساعد في تفعيل العلاقة الإيجابية بين الإنسان والبيئة بالإضافة إلى رفع مستوى الوعي للعوامل الأساسية المسببة للمشاكل البيئية على حد سواء للطلبة وأولياء الأمور باعتبار أن الطلبة هم المحور الرئيسي في هذه العملية التشاركية.

وضع النفايات الكهربائية والإلكترونية في مصر: أكثر من مليون ونصف المليون طن من النفايات البلاستيكية يتم تجميعها سنوياً، تمثل 8% من القمامة بالمدن، ويتم تدوير 25% منها بطريقة عشوائية تلوث البيئة وتقدم منتجات تسبب أضراراً صحية ومن أخطرها المصنوعة من مخلفات أجهزة إلكترونية، وهناك نسبة أخرى يتم تجميعها وبيعها لمصانع غير مرخصة تخلطها مع خامات أخرى وتصهرها وتضيف إليها مواد أخرى أشد ضرراً للحصول على منتجات تغمر الأسواق وتضر بصحة المواطنين. هذه الحقائق ذكرها الدكتور مجدي مطاوع خبير صناعة البلاستيك وأستاذ كيمياء البلمرات بمعهد بحوث البترول والذي حذر من أن المنتجات البلاستيكية لا تحظى في مصر بالاهتمام خاصة عند إعادة تدويرها والتي لا تتم بأسلوب مدروس ومنظم بل تتم بأسلوب عشوائي مما يؤدي إلى تلوث البيئة.

من جهة أخرى، تم خلال شهر نوفمبر 2013 افتتاح أول مصنع لتدوير النفايات الإلكترونية في مدينة السادس من أكتوبر قرب القاهرة، وقد حضر حفل تدشين المصنع محافظ الجيزة ووزير الاتصالات ونظم المعلومات ووزيرة الدولة لشؤون البيئة تعبيراً عن دعم ومساندة الدولة لأهداف وأنشطة المصنع.

وضع النفايات الكهربائية والإلكترونية في قطر: اتخذت قطر العديد من الخطوات بشأن إدارة النفايات الإلكترونية والكهربائية ولازالت تواصل جهودها

تجاه تطوير التعامل مع النفايات الإلكترونية والحد منها. ومن بين هذه الجهود التي قامت بها بعض الجهات نذكر منها:

- قامت وزارة البيئة بعدد من المبادرات للتوعية ببرامج إعادة تدوير النُفايات الإلكترونية.
- أريدو «ooredoo» قامت بعمل حملة لتدوير النفايات الإلكترونية بالتعاون مع بعض شركات إدارة النفايات الإلكترونية في قطر من خلال وضع صناديق لجمع الشواحن والهواتف القديمة وتقوم بتصديرها للتخلص منها بطريقة سليمة. وقد قامت بإرسال 4 طن من النُفايات الإلكترونية منذ أكثر من عام؛ كما قامت باستخدام شرائح الهواتف المعالجة والقابلة للتحلل.
- فودافون - قطر قامت بحملة لجمع الهواتف القديمة والحصول على 10 بالمائة من قيمته عند استبداله بهاتف جديد كحافز لإعادة التدوير، فضلاً على الشرائح الهاتفية القابلة للتحلل.
- هناك بعض الشركات التي تقوم بإدارة النفايات الإلكترونية في قطر مثل شركة الهيا و «CGC» .
- مؤسسة «روتا» قامت بعمل مبادرات لإرسال الأجهزة القديمة إلى الدول النامية.
- هناك شركات قامت بالتعاون في مثل هذه المبادرات مثل شركة كيو دي في وغيرها.

وقد حرص مقدمو الخدمة على عمل مجموعات من الموظفين المهتمين بالبيئة، يقومون بتوعية وتقديم المعلومات الخاصة بإعادة تدوير النفايات للعملاء.

وضع النفيات الإلكترونية في السودان: قامت الهيئة القومية للاتصالات بالسودان بإصدار لائحة اشتراطات ومواصفات للشركات والوكالات التي تعمل في مجال تصدير النفايات الإلكترونية والكهربائية، على النحو التالي:

- يجب أن تكون الشركة أو المؤسسة المصدِّرة للنفايات الإلكترونية والخاصة بمعدات وأجهزة الاتصالات مرخصة من قبل الهيئة القومية للاتصالات وفقاً للوائح والإجراءات التي تحددها الهيئة مع الالتزام باحتياطات السلامة المطلوبة.
- تقوم الشركة أو المؤسسة المصدِّرة للنفايات الإلكترونية إعداد خططها السنوية الفنية - التنظيمية -الإدارية، ويتم إعداد مخطط عام يوضح نوعية وكمية الأجهزة المراد تصديرها ويتم إخطار الهيئة القومية للاتصالات قبل تصديرها.
- يلتزم حامل الترخيص بتوفير مخازن وأوعية تصدير ذات مواصفات جيدة تؤمن النفايات من التحليل والتفاعل جيدة التهوية - درجة الحرارة مناسبة للتخزين – بعيدة عن أشعة الشمس والرطوبة على أن توضع نفايات الأجهزة والمعدات منفصلة عن بعضها البعض اعتماداً على تصنيفها ولا تتعدى فترة التخزين 60 يوماً.
- يلتزم المرخص له بإحضار قائمة بالأجهزة والمعدات التي سيصدِّرها في كل مرة للموافقة عليها من قبل الهيئة القومية للاتصالات.
- يجب أن تفحص الأجهزة المراد تصديرها من قبل الهيئة القومية للاتصالات لاستخراج تصريح التصدير.
- يجب للمرخص له الحصول على موافقة الجهات الأخرى ذات الاختصاص – مثل وزارة البيئة.
- يلتزم المرخص له بتحديد مصدر النفايات ووجهة التصدير بعد الحصول على موافقة الجهة المراد التصدير إليها كتابياً.
- يجب على المرخص له الحصول على اتفاقية أو عقد من الجهة المصدّر لها ويشترط أن تكون لها صلة بتدوير النفايات الإلكترونية.
- يلتزم المرخص له بعدم تصدير النفايات التي يتم تدويرها محلياً.

- يحظر إعادة استيراد النفايات بعد تدويرها.
- يحظر استيراد نفايات إلكترونية من دول أخرى بغرض إعادة تصديرها من السودان.
- يعتبر حامل الترخيص هو المسؤول مسؤولية تامة أمام الجهات المختصة عما ينتج من مخالفات عند تجميع وتصدير النفايات الإلكترونية.
- تطبق العقوبات الصادرة من الهيئة القومية للاتصالات المتضمنة سحب الترخيص ودفع غرامة مالية تحدد حسب المخالفة في حالة وجود أية مخالفات لهذه الاشتراطات أو اللوائح.
- يجدد الترخيص سنوياً حسب الرسوم التي تقررها الهيئة.

6. التأثيرات الصحية للنفايات الإلكترونية والكهربائية

1.6 مصادر التعرض لمكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية

تتعدد مصادر التعرض لمكونات النفايات الإلكترونية والكهربية تعدداً كبيراً، على النحو التالي:

- سطح الأراضي الزراعية والتربة الملوثة: حيث تتساقط وتترسب مكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها على سطح الأراضي الزراعية، ثم يرشح بعضها إلى التربة ويلوثها.
- المياه السطحية والمياه الجوفية والبحار والمحيطات الملوثة: حيث تتلوث المياه السطحية والبحار والمحيطات مباشرة بمكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها ومن مياه الصرف الصحي المتدفقة من أماكن ومنشآت الإدارة غير السليمة للنفايات الإلكترونية والكهربائية، أما المياه الجوفية فتتلوث بمكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها التي رشحت عبر التربة.
- الهواء الملوث: حيث يتلوث الهواء مباشرة بانبعاثات مكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها، مع الإشارة إلى أهمية الحرائق التي تحدث في أكوام تلك النفايات حيث تنطلق سحب الدخان المحملة بالملوثات.
- النباتات والمحاصيل الملوثة: حيث تتلوث الأجزاء الظاهرة من النبات والمحاصيل مباشرة بمكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها، كما تمر الملوثات التي رشحت في التربة إلى النبات عبر جذوره.

- الحيوانات البحرية والبرية: لا سيما الأسماك والماشية الملوثة؛ فالأسماك تعيش في مياه البحار والمحيطات الملوثة بمكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها، أما الماشية فتستنشق الهواء الملوث بمكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها، وتتناول النباتات والمياه الملوثة بمكونات تلك النفايات ونواتج احتراقها؛ مع الأخذ بعين الاعتبار أن النفايات الإلكترونية والكهربائية غير قابلة للتفكك حيوياً، أي تتراكم حيوياً في جسم الحيوان.
- أخيراً يتعرض الإنسان بواسطة الاستنشاق والابتلاع والتماس الجلدي وعبر المشيمة أثناء الحمل وعبر حليب الثدي أثناء الإرضاع: حيث يستنشق الإنسان الهواء الملوث بمكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها؛ كما يتناول الإنسان المياه والنباتات ولحوم الحيوانات الملوثة بمكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها ومنتجات تلك الحيوانات (كالحليب والبيض)، مع الأخذ بعين الاعتبار أن النفايات الإلكترونية والكهربائية غير قابلة للتفكك حيوياً، أي تتراكم حيوياً في جسم الإنسان؛ كما يتعرض الإنسان عبر تماس الجلد مع مكونات تلك النفايات ونواتج احتراقها أثناء كافة مراحل الإدارة غير السليمة لتلك النفايات؛ وتعتبر المشيمة وسيلة للتعرض حيث تمر الملوثات الناجمة عن تلك النفايات من الحامل إلى جنينها، وكذلك الحال بالنسبة للثدي حيث تمر الملوثات الناجمة عن تلك النفايات مع حليب الثدي من المرضع إلى رضيعها.

2.6 طرق دخول مكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية إلى جسم الإنسان

تدخل مكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها إلى جسم الإنسان بالطرق التالية:

أ - ***المجموعة الأولى:*** الاستنشاق والابتلاع وعبر الجلد:

تدخل عن طريق هذه الطرق الثلاث كافة مكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها.

ب - ***المجموعة الثانية:*** من الحامل إلى الجنين عبر المشيمة.

تدخل عن طريق المشيمة الملوثات التالية:

- مركبات الإثير ثنائي الفينيل متعددة البروم (Polybrominated diphenyl ethers).
- مركبات ثنائي الفينيل متعددة الكلورة (Polychlorinated biphenyls).
- مركبات ثنائي بنزو ديوكسين متعددة الكلورة (Polychlorinated dibenzodioxins).
- مركبات بير فلورو ألكيل (Perfluroalkyls).
- النيكل والبيريليوم.

ج - ***المجموعة الثالثة:*** من المرضع إلى الرضيع بواسطة الحليب.

كمثال على ذلك، الليثيوم.

3.6 المتعرضون لمكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها

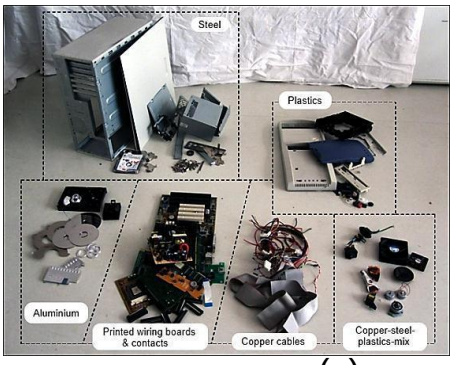
- العاملون في إعادة شراء النفايات الإلكترونية والكهربائية، وجمعها، وتخزينها، ونبشها، وتفكيكها، وتقطيعها، وحرقها، وإعادة تدويرها (الأشكال 10، 11، 12، 13، 14).
- العاملون في صهر الفلزات، وتكريرها، واستخلاصها من تلك النفايات.
- القاطنون في المناطق المجاورة لأماكن الإدارة غير السليمة للنفايات الإلكترونية والكهربائية.

الشكل 10: نبش النفايات

الشكل 11: نقل النفايات

الشكل 12: تكديس النفايات

(أ) تفكيك حاسب



(ب) الحاسب بعد تفيكه

الشكل 13: تفكيك النفايات.

الشكل 14: حرق النفايات

4.6 التعرض لمكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها في البلدان النامية

إن قطاع إعادة تدوير النفايات الإلكترونية والكهربائية في البلدان النامية هو قطاع غير منظَّم، وتجري عمليات استخلاص المواد القيِّمَة في ورَش صغيرة باستخدام طرق بسيطة لإعادة التدوير. إن المكونات الهامة للقائمين بإعادة التدوير هي المواد المحتوية على النحاس [الأسلاك والكابلات، ومغانط أنابيب الأشعة المهبطية (CRTs yokes)] (الشكل رقم 15)، والفولاذ (الإطارات الداخلية للحاسب، ومقرات الإمداد بالطاقة، وأجزاء الطابعة)، واللدائن (البلاستيك) [الهيكل الخارجي للحاسب والطابعات وأجهزة الفاكس والهواتف والمرقاب (مونيتر)]، والألمنيوم (أجزاء الطابعات)، وأحبار الطابعات، وألواح الدارات المطبوعة.

إن أهم القضايا هي التفكيك اليدوي واستخلاص المكونات القَيِّمَة من الأسلاك والكابلات وأنابيب الأشعة المهبطية (CRTs) وألواح الدارة المطبوعة. لقد أشار الباحثون إلى أن عمليات الرشح الحامضي التي تحدث تؤدي إلى ارتفاع شديد في مستويات الفلزات، بما في ذلك الزرنيخ المُنْحَل والكروم والليثيوم والمولبيديوم والأنتموان والسيلينلوم والفضة والبيريليوم والكادميوم والكوبالت والنحاس والنيكل والرصاص والتوتياء. هناك مخاطر خاصة تتعلق بمرحلة التفكيك وهي إمكانية الانسكاب والانبعاث العارضَين للمواد الخطرة أثناء انكسار الغلاف، كالزئبق الذي يوجد ضمن مصادر الضوء بالإضافة إلى مفاتيح التشغيل والإيقاف. يرتبط بأنابيب الأشعة المهبطية (CRTs) مخاطر الانفجار إلى الداخل بسبب القسم الداخلي المُفَرَّغ من الهواء، واستنشاق الفوسفور المُغَلِّف للجانب الداخلي من الزجاج. إن المعالجة الميكانيكية التي تتضمن إنقاص الحجم وخطوات الفصل تؤدي إلى تولد أغبرة اللدائن (البلاستيك) والفلزات والخزف والسيليكا. ترتبط بالأغبرة مخاطر الاستنشاق من قِبَل العمال، مثلاً مركبات الهيدروكربون العطرية متعددة الحلقات (PAHs: Polycyclic aromatic hydrocarbons)؛ ومخاطر تعرض الجلد؛ بالإضافة

إلى مخاطر التلوث البيئي. أما بالنسبة للتخزين والتكديس في مكان مكشوف، فمن الممكن أن يؤدي إلى رشح الرصاص والفلزات والمواد الكيميائية الأخرى إلى البيئة. بالإضافة إلى ذلك، ومع الأخذ بعين الاعتبار ضعف إمكانية الحصول على المياه، تنتقل السموم فموياً أثناء تناول الطعام عبر أيادي الأفراد الملوَّثة.

الشكل 15: نحاس مستخلص من مغانط أنبوب الأشعة المهبطية

في **غانا**؛ تشتمل الطرق المستخدَمة لاستخلاص المواد القَيِّمَة على التفكيك اليدوي للنفايات الإلكترونية والكهربائية لفصل الفلزات (بشكل رئيسي النحاس والألمنيوم)، والحرق المكشوف لبعض المكونات لفصل النحاس من اللدائن (البلاستيك) التي تحيط بالنحاس، لاسيما في الأسلاك والكابلات المُغَلَّفَة باللدائن (البلاستيك). إن النحاس حفّاز لتشكل مركبات الديوكسين (Dioxins)، كما أن الأسلاك الكهربائية النحاسية يغلفها لدائن (بلاستيك) الكلوريد متعدد الفينيل (PVC: Polyvinyl chloride) الذي يحتوي على الكلور، مما يساهم أيضاً بتشكل مركبات الديوكسين (Dioxins).

في **الهند والصين**، حيث تُستخدَم عمليات أكثر تعقيداً؛ تشتمل ممارسات إعادة التدوير على التفكيك اليدوي، وتسخين ألواح الدارة المطبوعة لاستخلاص

اللحام والرقائق الشريحية، والاستخراج الحمضي للفلزات من المزائج المعقدة، وصهر وبثق اللدائن (البلاستيك)، وحرق اللدائن (البلاستيك) لفصل الفلزات. إن مزائج حمض النيتريك (Nitric acid) وحمض كلور الماء (Hydrochloric acid) المركَّزة تُستخدَم في غيانا (الصين) ودلهي (الهند) لاستخراج الذهب والنحاس على التوالي. تنبعث أثناء تلك العمليات مركبات طيارة متنوعة من النيتروجين والكلور. إن تسخين ألواح الدارة المطبوعة لإزالة اللحام ونزع الرقائق الشريحية يعرِّض العمال لدخان الفلزات، لا سيما الموجودة في اللحام (غالباً الرصاص والقصدير)، ومواد أخرى خطرة يمكن أن تنبعث.

إن الممارسات المستخدمة في البلدان النامية غالباً ما تؤدي إلى تفاقم التلوث عبر تشكل مواد كيميائية خطرة والتلوث الإضافي؛ فعلى سبيل المثال، يتم الحرق المكشوف في درجات حرارة منخفضة نسبياً بالمقارنة مع المُرَمِّدات، كما أن انبعاث الملوثات أكبر كثيراً.

لا بد من الإشارة هنا إلى مدونة الممارسات الصادرة عن منظمة العمل الدولية (ILO) في عام 1993 بعنوان « Safety in the use of chemicals at work, Code of Practice»، فهي تزوِّد بإطار عمل بشأن التدابير التي يمكن اتخاذها لتحسين السلامة والصحة أثناء التعرض للفلزات والمواد الكيميائية الأخرى، وهذه المدونة مفيدة جداً لا سيما للبلدان النامية.

5.6 التأثيرات الصحية لمكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها

إن شدة المخاطر التي يتعرض لها العاملون والبيئة والأخطار الناجمة عنها تتباين كثيراً اعتماداً على الأفراد المنخرطين في العمليات المتعلقة بإدارة النفايات الإلكترونية والكهربائية وطبيعة تلك العمليات وأساليب السيطرة على تلك المخاطر.

لمكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها تأثيرات سامة وسامة جينياً على العمال والقاطنين الحاليين والأجيال القادمة التي تحيا في تلك

البيئة، مع الأخذ بعين الاعتبار أن هذه المشكلة تتفاقم على مدى الزمن وعبر الأجيال؛ لذلك تعتبر النفايات الإلكترونية والكهربائية حالة طوارئ صحية وبيئية عالمية، وتنطوي على الفئات المستضعفة والأجيال القادمة.

من خلال الدراسات التي أجريت في الصين، فإن المشاكل الصحية التي أُبْلِغ عنها في السنوات الأخيرة تشتمل على الأمراض والمشاكل المتعلقة بالجلد والمعدة والطرق التنفسية والأعضاء الأخرى؛ كما يشكو العمال من معدلات الحدوث العالية للعيوب الولادية ووفيات الرضع والسل وأمراض الدم واضطراب الجهاز المناعي، وسوء وظيفة الكليتين والجهاز التنفسي، وسرطان الرئة، وعدم تطور الدماغ لدى الأطفال، وأذية الجهاز العصبي والدم.

لا بد من الإشارة إلى أن بعض التأثيرات الصحية للمكونات تنجم عن مُسْتَقْلَباتها؛ فإذا لم تُخَزَّن المواد الكيميائية في الجسم تُسْتَقْلَب وتُطْرَح، وهذا ما يحدث بشكل رئيسي في الكبد، ولكن أيضاً عبر الجلد والرئتين والأمعاء والكليتين؛ وتُعرَف نواتج الاستقلاب بالمُسْتَقْلَبات، وقد تكون أكثر أو أقل سمية من المادة الكيميائية الأصلية. كما لا بد من الإشارة إلى أن الوضع الفعلي هو خليط متنوع (كوكتيل) من المُسْتَقْلَبات لعدة مواد كيميائية معاً، حيث يكون التأثير هنا أكبر من تأثير كل مادة أو مُسْتَقْلَب على حدة بسبب تآزر المُسْتَقْلَبات مع بعضها وبالتالي تتضاعف تأثيراتها.

يتضمن الجدول (4) المواد الكيميائية، ومصدرها في المعدات الإلكترونية والكهربائية، وتأثيراتها الصحية.

الجدول 4: المواد الكيميائية المتوفرة في النفايات الإلكترونية والكهربية وتأثيراتها الصحية

المادة الكيميائية	مصدر المادة الكيميائية في المعدات الإلكترونية والكهربائية	التأثيرات الصحية للمادة الكيميائية
العناصر (Elements)		
الألومنيوم	أجزاء الطابِعات	تخريش الجهاز التنفسي والجلد، والتهاب قصبات مزمن وقد يحدث تليف بالرئة، واضطراب الوظيفة العصبية
الأنتموان	أنابيب الأشعة المهبطية (CRTs)، وألواح الدارات المطبوعة، وعامل صهر وتنقية في أنواع خاصة من الزجاج والخزف، ومؤازِر للمركبات المعيقة للاشتعال المتحدة مع البروم (PBFRs)	خَطِر جداً في حال الاستنشاق، وخَطِر في حال التماس مع الجلد والعين والاستنشاق. يسبب أذية في الدم والكلية والرئة والجهاز العصبي والكبد والأغشية المخاطية، واضطراباً معدياً معوياً
الزرنيخ	الترانزيستورات، وعامل تنقية في أنواع خاصة من الزجاج والخزف	الزرنيخ غير العضوي الذواب سام بشكل حاد، حيث يسبب غثياناً وإقياءً وإسهالاً ووهطاً قلبياً وعائياً؛ ومن الممكن أن يؤدي تناوله لفترة طويلة إلى تسمم مزمن بالزرنيخ. التأثيرات المزمنة تشتمل على الآفات الجلدية (فرط تقرن وفرط تصبغ)، والاعتلال العصبي المحيطي، والأعراض المعدية المعوية، والسكري، والتأثيرات الكلوية، والداء القلبي الوعائي والمحيطي، وفقر الدم، والسرطان (الرئة والجلد والمثانة)
الباريوم	اللوحة الأمامية لأنابيب الأشعة المهبطية (CRTs)، والمصابيح المتألقة (الفلورية)، ومُثَبِّت يُضاف للدائن (البلاستيك)	يسبب التعرض قصير الأجل ضعفاً عضلياً، وأذية في القلب والكبد والطحال، ووذمة في الدماغ
البيريليوم	اللوحات الأم في الحواسب، وصناديق منبع القدرة، وآلات الأشعة السينية (x)، والمكونات الخزفية للمعدات الإلكترونية	مسرطن (الرئة)؛ ومن الممكن أن يسبب استنشاق دخانه وأغبرته داء البيريليوم المزمن أو التسمم بالبيريليوم، وآفات جلدية كالثآليل

	(أنابيب وأجواف الليزر)، والمعدات البصرية، والنوابض الناقلة للتيار، ومقابس الدارات المتكاملة (ICs)	والتقرحات، وتخريش العين والأغشية المخاطية
الكادميوم	المقاومات الرقائقية وأنصاف النواقل، ومفاتيح التشغيل والإيقاف، والنوابض، والموصلات، وألواح الدارة المطبوعة، والمدَّخِرات (البطاريات)، وكاشفات الأشعة تحت الحمراء، والأحبار ومساحيقها لآلات النسخ الضوئي، وأنابيب الأشعة المهبطية (CRTs)، والهواتف المحمولة، وملون ومالئ ومُثَبِّت يُضاف للدائن (البلاستيك)	تأثيراته سامة غير عكوسة لدى الإنسان، ويتراكم في الكبد والكلية. يؤدي التسمم الحاد إلى حدوث حمى دخان المعادن (حمى، نافض، عسر تنفس) والتهاب رئة وقصور كلوي واضطراب معدي معوي؛ له تأثيرات مزمنة سامة على الكلية (بيلة بروتينية) والهيكل (تلين العظام) والجهاز التنفسي (انتفاخ الرئة)، ويؤدي إلى فقر الدم، وهو مسرطن للإنسان (الرئة)
الكوبالت	المدَّخِرات (البطاريات) القابلة لإعادة الشحن، والطبقات الخارجية لسوّاقات (محركات) القرص الصلب	خطِر في حال الاستنشاق والابتلاع، وهو مخرش للجلد. مسرطن وسام للرئة. من الممكن أن يؤدي التعرض المتكرر أو المديد إلى أذية في الأعضاء المستهدفة
النحاس	ناقل (موصِل)، والأسلاك، وألواح الدارة المطبوعة	خَطِر جداً في حال الابتلاع والاستنشاق وملامسة العين. مخرش للجلد والأغشية المخاطية، وسام للرئة. من الممكن أن يؤدي التعرض المتكرر أو المديد إلى أذية في الأعضاء المستهدفة
الغاليوم	الدارات المتكاملة (ICs)، والمعدات الإلكترونية الضوئية	خَطِر في حال التماس مع الجلد (من الممكن أن يسبب حروقاً) والعين والابتلاع والاستنشاق. من الممكن أن يؤدي فرط التعرض الشديد إلى الوفاة. سام للرئة والأغشية المخاطية. من الممكن أن يؤدي التعرض المتكرر أو المديد إلى أذية في الأعضاء المستهدفة
الكروم سداسي التكافؤ	الطبقات الخارجية للحماية من تآكل صفائح الفولاذ غير المعالجة والمُغْلْفَنَة، ومُزَخْرِف أو مقسّي للمَقَرّات الفولاذية،	يؤذي الكلية والكبد والحمض الريبي النووي المنزوع الأوكسجين .(DNA) يسبب التهاب القصبات الربوي. يسبب تخريشاً للجهاز التنفسي (الربو) والجلد

	وأشرطة البيانات، والأقراص المرنة (فلوبي)، وملون ومالئ للدائن (البلاستيك)	(تقرحات)، والتهاب الجيوب الأنفية، وأذية في الكبد والكلية، وازدياد أو تناقص في الكريات البيض وكثرة الحمضات في الدم، وإصابة العين، كما أنه مسرطن (الرئة وجوف الأنف)
الإيندويوم	شاشات العرض بالبلورات السائلة (LCD)	يُمتص عبر الاستنشاق أو الابتلاع. يخرش العين والطرق التنفسية، ومن الممكن أن يُبدي تأثيرات طويلة الأجل على الرئة. ينبغي توخي الحذر أثناء تداوله بسبب نقص الدراسات المتعلقة بتأثيراته الصحية على الإنسان
الحديد (أكاسيد(	الهيكل الفولاذي، والصناديق المعدنية، وملون للدائن (البلاستيك)	تخريش الجهاز التنفسي والعين
الرصاص	لِحام ألواح الدارة المطبوعة، والصفائح الزجاجية والأطواق في مرقاب (مونيتر) الحاسب، وأنابيب الأشعة المهبطية (CRTs)، والبصيلات الضوئية، والتلفاز [1.5 - 2 كغ لكل مرقاب (مونيتر)]، والمدَّخِرات (البطاريات)، وملون ومالئ ومُثَبِّت يُضاف للدائن (البلاستيك)	سم تراكمي. يؤدي التسمم الحاد بالمركبات غير العضوية إلى حدوث ألم بطني حاد واعتلال الدماغ وانحلال الدم وقصور كلوي حاد. ويؤدي التسمم المزمن بالمركبات غير العضوية إلى حدوث التعب والوهن والإمساك، وفقر الدم، واعتلال الأعصاب المحيطي (الحركي)، واضطرابات عصبية سلوكية واعتلالاً مزمناً في الدماغ، ويؤثر على نمو الدماغ لدى الأطفال، ويسبب اضطراب الخصوبة، وقصور الكلية المزمن. ويؤدي التسمم المزمن بالمركبات العضوية إلى حدوث التعب والإنهاك والصداع والغثيان والإقياء، واضطرابات عصبية نفسية (نقص ذاكرة وصعوبة في التركيز) والهذيان والاختلاج والسبات
الليثيوم	المدَّخِرات (البطاريات) القابلة لإعادة الشحن	خَطِر للغاية في حال الابتلاع، ويعبر المشيمة، ويخرش الجلد والعين والأغشية المخاطية. من الممكن أن يُطرح مع حليب الثدي
الزئبق	الحاكِمة (أداة لفصل ووصل دارات معينة موصولة إلى مجموعة تماسات في الأداة)، ومفاتيح التشغيل والإيقاف،	الزئبق العنصري وميثيل الزئبق سامَين للجهاز العصبي المركزي والمحيطي والكلية. تسبب الأملاح لا العضوية للزئبق عسراً تنفسياً حاداً والتهاب اللثة

	وألـواح الـدارات المطبوعـة، ومنظِّمات الحرارة، والحَسّاسات، والمرقـاب (مـونيتر) لا سـيما للشاشات المسطحة، والخلايا، والمصابيح المتألقة (الفلورية) بمهـبط بـارد (1-2 غ لكـل جهاز)	والرعـاش، ويتجلـى الاحتـداد الزئبقـي بالخجـل وتقلـل العواطـف والمـشاعر، وأذيـة كلويـة (بيلـة بروتينيـة وقـصور كلوي). أما المركبات العضوية فتسبب اضـطرابات عقليـة، والـرنح وفـرط التـشنج، وتـشوش الحـس (مَـذَل) واضطرابات بصرية وسمعية
النيكل	المدَّخِرات (البطاريات) القابلة لإعادة الـشحن، وملـون لـبعض أنـواع الزجـاج وبعـض أنـواع النظـارات الضوئية والمُرَشِّحَة، ودروع الحماية من الإشعاع (مثلاً اللِحام)	خَطِـر فـي حـال التمـاس مـع الجلـد (التهـاب جلـد وأكزيمـا) والابـتلاع والاستنـشاق (التهاب الجيوب، انعدام الـشم، الربـو). إنـه مـسرطن أيـضاً (جوف الأنف والرئة)
الفوسفور	غـلاف القـسم الـداخلي مـن الـصفيحة الداخليـة لأنبـوب الأشعة المهبطية (CRT)	مخرش شديد للجلد والجهاز التنفسي؛ ويسبب حروقاً جلدية، ونخراً في الفك، وأذية كبدية وكلوية
الفضة	أسلاك ألواح الدارات	خَطِر جداً في حال التماس مع العين والابتلاع والاستنشاق. من الممكن أن يؤدي فرط التعرض الشديد إلى الوفاة. يمكـن للتعـرض المتكـرر أن يـسبب اضطراباً عاماً في الصحة بسبب التراكم في عضو واحد أو عدة أعضاء في جسم الإنسان
الثاليوم	المدَّخِرات (البطاريات)، وأنصاف النواقل	خَطِر جداً في حال الابتلاع والاستنشاق والتمـاس مـع الجلـد والعـين؛ يـؤدي التعرض الحاد إلى حدوث اضطرابات في الشعر (تساقط) والمجرى المعدي المعوي، وشللاً صاعداً، وسباتاً. أما التعرض المزمن فيسبب اضطرابات فـي الـشعر (تـساقط)، والـضعف والتعب، واعتلال الأعصاب المحيطي. من الممكن أن يسبب عيوباً ولادية. من الممكن أن يؤدي فرط التعرض الشديد إلى الوفاة
القصدير	اللِحام الخالي من الرصاص، ومُثَبِّـت يُـضاف للـدائن (البلاستيك)	يسبب تخريشاً في حال التماس مع الجلـد والعـين والأغـشية المخاطيـة والابـتلاع والاستنـشاق. كمـا يـسبب اضطرابات رئوية، واختلاجاً وسباتاً. مـن الممكـن أن يـسبب الابـتلاع

		اضطرابات في المجرى المعدي المعوي تتراوح من التخريش في المعدة إلى الفعل المقبض فيها
التيتانيوم (ثنائي أوكسيد)	ملون للدائن (البلاستيك)	تخريش الجهاز التنفسي، وقد يحدث الربو
التوتياء (مركبات الكرومات)	طلي (تلبيس) المواد والفلزات، وأنابيب الأشعة المهبطية (CRTs)، ومُثَبِّت يُضاف للدائن (البلاستيك)	يسبب الصداع، وطعماً معدنياً في الفم، والحمى والنافض، والألم العضلي. يحدث التخريش بسبب التماس مع العين والجلد، وقد تحدث الحروق فيهما. يُحدث تخريشاً في الجهاز التنفسي وقد يحدث السعال وألماً في الصدر ووذمة الرئة
الملوثات العضوية الثابتة (Persistent organic pollutants)		
معيقات الاشتعال المتحدة مع البروم (BFRs: Brominated flame retardants) ومثالها مركبات الإثير ثنائي الفينيل متعددة البروم (PBDEs: Polybrominated diphenyl ethers)	معيقات الاشتعال في المعدات الإلكترونية والكهربائية، لاسيما في الهيكل الخارجي وألواح الدارات	تمتاز بإلفتها للشحوم ومقاومتها للتفكك. لقد تبين أن لها تأثيرات سامة للكبد والجنين والدرق لدى الحيوان، وذات تأثيرات سلوكية. تمزق وظائف الجهاز الصماوي، ومن الممكن أن تؤثر على مستويات الهرمون المحرض للدرق (TSH)، وتسبب أذية سامة للجينات، وبالتالي تعتبر عالية الخطورة بالنسبة للسرطان (تسبب سرطاناً في الكبد لدى الحيوان)
مركبات ثنائي الفينيل متعددة الكلورة (PCBs: Polychlorinated biphenyls)	السوائل العازلة والمُزَلِّقات والمُبَرِدات في المولِّدات، والمكثِّفات والمحولات، والإضاءة المتألقة (الفلورية)، والمراوح السقفية، والجلّايات، والمحركات الكهربائية	يؤدي التعرض الحاد إلى حدوث اندفاعات جلدية (العُد الكلوري) وتخريش العين، والغثيان والإقياء. أما التعرض المزمن فيؤدي إلى حدوث الضعف ونقص الوزن وقلة الشهية للطعام، واندفاعات جلدية (العُد الكلوري)، والنَمَل والنَخْز في النهايات، كما تسبب أذية كبدية تحت حادة، كما أنها مسرطنة للكبد لدى الحيوان، وتسبب اضطراباً في تحاليل الدم (ارتفاع كلٍ من الشحوم الثلاثية وخمائر الكبد). لها علاقة بفشل الإنجاب ونقص وزن الوليد واضطرابات الطمث، وكبت الجهاز المناعي، واضطراب هرمونات الدرق
مركبات الديوكسين (Dioxins)		
مركبات ثنائي بنزو	تنبعث كناتج ثانوي لاحتراق	سامة جداً. يسبب التعرض الحاد

ديوكسين متعددة الكلورة (PCDDs: Polychlorinated dibenzodioxins)	المعدات الإلكترونية والكهربائية في الهواء الطلق	تخريشاً للعين والطرق التنفسية، واندفاعات جلدية (العُد الكلوري)، والتعب والنَزَق. أما التعرض المزمن فيسبب العُد الكلوري، والسرطان (ساركوما النسح الرخوة، ولمفوما لا هودجكين)، كما تسبب داء هودجكين. وتسبب اضطرابات إنجابية وفي النمو، وتؤذي الجهاز المناعي، وتتداخل مع الهرمونات، وتؤثر على الحمض الريبي النووي المنزوع الأوكسجين (DNA)
مركبات ثنائي بنزو فوران متعددة الكلورة (PCDFs: Polychlorinated dibenzofurans)	تنبعث كناتج ثانوي للاحتراق	تشابه في تأثيراتها مركبات ثنائي بنزو ديوكسين متعددة الكلورة (PCDDs: Polychlorinated dibenzodioxins)
مركبات ثنائي الفينيل متعددة الكلورة الشبيهة بالديوكسين (Dioxin-like polychlorinated biphenyls)	تنبعث كناتج ثانوي للاحتراق، وتوجد أيضاً في السوائل العازلة والمُزَلِّقات والمُبَرِدات في المولِّدات، والمكثِّفات والمحولات، والإضاءة المتألقة (الفلورية)، والمراوح السقفية، والجلّايات، والمحركات الكهربائية	سامة جداً، وتسبب العُد الكلوري، واضطرابات إنجابية وفي النمو، وتؤذي الجهاز المناعي، وتتداخل مع الهرمونات، وتؤثر على الحمض الريبي النووي المنزوع الأوكسجين (DNA)، وتسبب السرطان.
مركبات بير فلورو ألكيل (Perfluroalkyls)	البَلْمَرات (المَكْثورات) الفلورية (Fluoropolymers) في المعدات الإلكترونية والكهربائية	سامة للكبد والجهاز المناعي، وتؤثر على النمو، ولها تأثيرات هرمونية وإنجابية، كما أنها مسرطنة
مركبات الهيدروكربونات متعددة الحلقات العطرية (PAHs: Polyaromatic hydrocarbons)		
أثينافثين (Acenaphthene) أثينافثيلين (Acenaphthylene) أنثراسين (Anthracene) بنز [أ] انثراسين (Benz[a]anthracene) بنزو [أ] بايرين (Benzo[a]pyrene) بنزو[إي] بايرين (Benzo[e]pyrene) بنزو [بي] فلورانسين (Benzo[b]fluoranthene) بنزو[دجي،إتش،أي] بيريلين	تنبعث كناتج ثانوي للاحتراق	تسبب التهاب الجلد والتهاب الملتحمة. لها تأثيرات إنجابية، وتسبب السرطان في معظم الأنواع الحيوانية، بما في ذلك الثدييات والأسماك والطيور؛ إن مركب بنزو [أ] بايرين (Benzo[a] pyrene) يسبب السرطان (الرئة)

(Benzo[g,h,i]perylene) بنزو[دجه] فلورانسين (Benzo[j]fluoranthene) بنـــزو [كـــي] فلورانـــسين (Benzo[k]fluoranthene) كريزين (Chrysene) ثنائي بنز [أ،إتش]انثراسين (Dibenz [a,h] anthracene) فلورانسين (Fluoranthene) فلورين (Fluorene) إنديـنو [1، 2، 3- سي، دي] بايرين (Indeno [1, 2, 3-c,d] pyrene) فينانثرين (Phenanthrene) بايرين (Pyrene)		
المواد التي تسبب نفاد طبقة الأوزون (Ozone layer depletion)		
مركبات كلورو فلورو كاربون :(CFCs Chlorofluorocarbons)	الثلّاجات والمُبَرِّدات القديمة	تخـرب طبقـة الأوزون، وهـي إحـدى الغازات الهامة التي تنبعث في الدفيئة (البيـوت الزراعيـة). يـسبب التعـرض المباشـر دواراً ووسـناً ومـيلاً للنـوم، وصـداعاً وغثيانـاً وإقيـاءً وخفقانـاً ورنحـاً ورأرأة وكلامـاً متـداخلاً وإغمـاءً وفقد الـوعي. مـن الممكـن أن يـسبب التماس المباشر للجلد عضة البرد أو جفاف الجلد.
نواتج حرق اللدائن (المواد البلاستيكي(Plastics)		
أحـادي أكـسيد الكربـون (Carbon monoxide)	ينبعث كناتج ثانوي للاحتراق	يسبب التعرض الحاد الصداع والدوار والتوعـك واضـطراباً معـدياً معويـاً، وتتأثر الوظيفة العقلية والقدرة البصرية واليقظـة، ويـسبب نقـص التروية القلبيـة، والـسبات وإصـابة الـدماغ بـنقص الأوكـسجين. أمـا التعـرض المـزمن فيـسبب احتـشاءً فـي عـضلة القلب، واستدامة الإصابة الناجمة عن

		نقص الأكسجة
المركبات العضوية الطيارة (VOCs: Volatile organic compounds)	تنبعث كناتج ثانوي للاحتراق	سامة بشكل مباشر، حيث تسبب اضطرابات تتراوح من السرطان إلى الأذيات العصبية. تسبب تخريشاً /مرضاً تنفسياً وداء رئوياً مزمناً
المادة الجزيئية (PM: Particulate matter)	تنبعث كناتج ثانوي للاحتراق	تؤدي إلى ازدياد الأعراض والأمراض التنفسية، وازدياد وفيات المصابين بالربو والداء الرئوي الانسدادي المزمن (COPD)، وتسبب سرطاناً في الرئة
مركبات الألدهيد (Aldehydes)	تنبعث كناتج ثانوي للاحتراق	يسبب التعرض الحاد تخريشاً في الطرق التنفسية (سعال، والتهاب في الحلق والأنف). أما التعرض المزمن فيسبب التهاباً في الجلد (حمامى وتشقق وجفاف) والربو. يسبب الفورم ألدهيد (Formaldehyde) سرطاناً في البلعوم الأنفي وابيضاض الدم
كلوريد متعدد الفينيل (PVC: Polyvinyl chloride)	كابلات وهياكل الحاسب بسبب خصائصه المعيقة للاشتعال	يسبب التعرض الحاد تخريشاً تنفسياً وميلاً للنوم وصداعاً. كما يسبب التعرض المزمن انحلال عظام النهايات وظاهرة رينو وتسمك الجلد، وضخامة في الكبد والطحال، والسرطان (أنجيو ساركوما في الكبد)، كما تسبب مشاكل إنجابية وفي النمو، وتسبب أذية للجهاز المناعي، وتتداخل مع الهرمونات المنظِّمة، وتساهم بإنتاج مركبات الديوكسين (Dioxins) عندما تحترق
سلفونات بيرفلورو أوكتان (PFOS: Perfluorooctane sulfonate)	طلي السطوح لأنه مقاوم للضوء ومانع للانعكاس	من المواد الثابتة والمتراكمة حيوياً والسامة التي تؤثر على أنواع الثدييات؛ تسبب سرطاناً في الكلية
مركبات إستر الفثالات (Phthalate esters)، ومن هذه المركبات فثالات ثنائي (2-إيثيل هكسيل) (Di(2-ethylhexyl)phthalate)	مركبات الفثالات مُلَدِّنة للدائن (البلاستيك)، لاسيما كابلات كلوريد متعدد الفينيل (PVC: Polyvinyl chloride) وكبسلة/إحاطة المكونات الإلكترونية	تؤثر على الجهاز الصماوي والعصبي والمناعي، والكبد والإنجاب والمولود والنمو. سامة للخصيتين لدى الحيوان. مسرطن محتمل
آزو ثنائي كاربوناميد	عامل مشكل للرغوة، يُضاف	يساهم بحدوث حصيات الكلية لدى

(Azodicarbonamide)	للدائن (البلاستيك)	الحيوان
فوسفات ثلاثي أورثو كريزيل Triorthocresyl phosphate)	معيق للاشتعال، يُضاف للدائن (البلاستيك)	اعتلال الأعصاب المحيطي
هناك بينة أيضاً بشأن التأثيرات السامة للخلايا وللجينات لبعض المواد الكيميائية. تثبّط تلك المواد تكاثر الخلايا؛ وتسبب آفة في غشاء الخلايا؛ وترفع مستويات الأنواع الأوكسيجينية الفعالة (ROSs)، حيث من الممكن أن يؤدي ذلك إلى أذية في بنيات الخلية (الشدة المؤكْسِدَة). وتسبب تلك المواد أيضاً انكسارات الخيط الوحيد للحمض الريبي النووي منزوع الأوكسجين (DNA single-strand)، حيث من الممكن لهذه الانكسارات أن تزيد من احتمال تطور السرطان (إذا ما كانت الأذية في الجين الكابح للورم)، كما أن أذيات الحمض الريبي النووي منزوع الأوكسجين (DNA) هي مشكلة خاصة في الخلايا غير المنقسمة أو بطيئة الانقسام حيث تميل الخلايا التي لم تُصَلَّح إلى التراكم على مدى الزمن؛ ومن جانب آخر، وفي الخلايا المنقسمة بسرعة، فإن الأذيات في الحمض الريبي النووي منزوع الأوكسجين (DNA) غير المُصَلَّحَة التي لم تقتل الخلية بلجم التناسخ ستميل إلى أن تسبب أخطاءً في التناسخ وبالتالي الطفرة		

6.6 تعرض الأطفال العاملين لمكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية

يمكن أن يؤدي تعرض الأطفال من الجنسين للنفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها، لاسيما الفلزات كالرصاص والزئبق والكادميوم وغيرها إلى حدوث أذيات وخيمة، وفي بعض الحالات أذيات عصبية غير قابلة للعلاج (غير عكوسة)، كما يهدد هذا التعرض نمو الأطفال.

فيما يلي المسائل الرئيسية التي يطرحها تشغيل الأطفال وتعرضهم لمكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية ونواتج احتراقها:

- **حجم عمالة الأطفال وجنس الأطفال العاملين:** من الصعب جداً هنا تقدير حجم عمالة الأطفال لأن الدراسات المتعلقة بحجم العمالة قليلة. أما بالنسبة للجنس فلا يقتصر تشغيل الأطفال هنا على الذكور فقط (الشكل 16)؛ فمثلاً في غانا يُشاهد بعض الأطفال الذكور بدءاً من عمر 5 سنوات، ومعظم الآخرين بعمر 11-18 سنة، وهم يقومون بحرق النفايات الإلكترونية والكهربائية، وتفكيكها يدوياً، وفرزها، وكنسها، ونبش النفايات المختلفة

في المكبات المنظَّمة وغير الشرعية والحاويات والأكوام في الشوارع ومناطق التجميع المؤقت وشاحنات الجمع، أما الإناث فهن بعمر 9-12 سنة ويقمن بجمع النفايات الإلكترونية والكهربائية س ويبعن أكياس الماء في المناطق التي تتم فيها كافة مراحل الإدارة غير السليمة للنفايات الإلكترونية والكهربائية (الشكل 17).

- **ظروف العمل والظروف الصحية والاجتماعية السيئة:** في تلك المواقع حيث يعمل الأطفال، ظروف العمل سيئة، وترتفع معدلات حوادث العمل والتسممات الكيميائية بالفلزات الثقيلة، وتنتشر المشاكل التلاؤمية (الأرغونومية) والنفسية الاجتماعية. إنهم يعيشون في ظروف صحية سيئة، ويعانون من الوصم والتحرش والاستغلال. إنهم من الفئات المستضعفة بشأن التهديد الذي تطرحه الأنشطة غير المنظمة والتأثيرات، بما في ذلك الحوادث المميتة وغير المميتة، والعجز المستديم، والاعتلالات الصحية، والأذية النفسية أو السلوكية أو العاطفية، فتلك الحوادث والعجز والاعتلالات والأذيات أكثر إيذاء وأكثر استدامة. إن أجسام الأطفال وعقولهم والمحاكمة لديهم في طور النمو؛ كما أن وظائف الجهاز الإنجابي والدماغ أكثر حساسية على وجه الخصوص. إن التعرض للسموم العصبية والممزقات الصماوية والمسرطنات أثناء هذه الفترة الهامة من العمر يمكن أن تكون غير مأمونة للغاية. كما أن انعدام الخبرة بالعمل والإشراف والوعي بشأن المخاطر والحالة يزيد الوضع سوءاً. أيضاً، يتعامل العمالُ الأطفالُ مع أصحاب عمل يسيئون استخدامهم، إضافة إلى المشاكل الاجتماعية الأخرى العديدة ذات الصلة ببقاء الإنسان على قيد الحياة في تلك الظروف والبيئة القاسية.

الشكل 16: طفل يقوم ببيع النفايات

الشكل 17: إناث يعملن في تفكيك النفايات

- **عدم التقيد بأهم تشريع دولي يحظر أسوأ أشكال عمل الأطفال:** يحَظَّر القيام بهذه الأعمال من قِبَل الأطفال بحسب الفقرة (د) من المادة (3) من اتفاقية منظمة العمل الدولية، 1999 (رقم 182) بشأن حظر أسوأ أشكال عمل الأطفال والإجراءات الفورية للقضاء عليها [نص الفقرة (د): الأعمال التي يرجح أن تؤدي، بفعل طبيعتها أو بفعل الظروف التي تُزاوَل فيها، إلى الإضرار بصحة الأطفال أو سلامتهم أو سلوكهم الأخلاقي، [وبحسب البند

(د) من الفقرة (3) من توصية تلك الاتفاقية، 1999 (رقم 190)] نص البند (د): الأعمال التي تزاول في بيئة غير صحية يمكن أن تعرض الأطفال، على سبيل المثال، لمواد أو عمليات خطرة، أو لدرجات حرارة أو مستويات ضوضاء أو اهتزازات ضارة بصحتهم[. ينطبق على المهام التي يقوم بها الأطفال بما يتعلق بالنفايات الإلكترونية والكهربائية ما جاء في تلك الاتفاقية وتوصيتها؛ فنبش النفايات يعتبر خَطِراً لأن هذا العمل يضر بصحة العمال الأطفال ويهدد نموهم السوي وحتى حياتهم، كما أن إعادة تدوير النفايات الإلكترونية والكهربائية بحكم طبيعتها وظروفها من المحتمل أن تسيء إلى صحة الأطفال وسلامتهم وأخلاقهم، وأيضاً يتعرض العمال الأطفال إلى مجموعة من المخاطر كسقوط الأشياء عليهم وسقوطهم من الشاحنات المحملة بالنفايات الإلكترونية والكهربائية وانقلاب تلك الشاحنات والدهس والجروح والحروق والصعق الكهربائي،...، وتعرضهم للمواد الكيميائية المختلفة]لاسيما الفلزات الثقيلة ومركبات الإثير ثنائي الفينيل متعددة البروم (PBDEs : Polybrominated diphenyl ethers) المعيقة للاشتعال[. كما تعتبر الإصابات أحد أهم التهديدَين للعمال الأطفال بالإضافة إلى التهديد الآخر ألا وهو التعرض للفلزات الثقيلة.

- **التأثيرات الصحية**: أشارت الدراسات إلى أن الأطفال في مواقع إعادة تدوير النفايات الإلكترونية والكهربائية يشكون من مشاكل طبية كالاضطرابات التنفسية والأخماج الجلدية وأمراض المعدة؛ كما أن الرُضَع، بسبب سلوك «اليد إلى الفم»، هم أكثر الفئات المستضعفة في المناطق التي تربتها وأغبرتها ملوثة بالرصاص. وكمثال آخر، في أهم منطقة في العالم لتداول النفايات الإلكترونية والكهربائية [غييو (Guiyu) في الصين]، وجد أن 80% من الأطفال يعانون من أمراض تنفسية، كما وجد ازدياد في عدد حالات ابيضاض الدم وتراكيز الرصاص في الدم لدى الأطفال، وازدياد حدوث

الأذية الجلدية والصداع والدوار والغثيان والتهاب المعدة المزمن وقرحات المعدة والعفج لديهم، بالإضافة إلى حوادث العمل.

7.6 التأثيرات على الجمهور (الصحة العامة وصحة البيئة) وعلى العاملين (الصحة المهنية)

أشار تقرير صادر عن برنامج البيئة التابع للأمم المتحدة إلى أن معظم الشركات المنتجة للأجهزة الإلكترونية تقوم بالتخلص من نفاياتها، مثل أجهزة الكمبيوتر ومستلزماته وأجهزة التلفاز والرقائق المدمجة، في دول افريقية موضحاً أن زهاء 50 مليون طن من القمامة الناتجة عن بضائع إلكترونية مهملة يتم التخلص منها سنوياً في تلك البقعة من الأرض. وأضاف التقرير أن اختيار القارة السمراء كمطمر لتلك النفايات جاء بعد أن قامت دول أسيوية مثل الصين والهند بفرض قيود مشددة على دخول تلك الأجهزة المتقادمة إليها بعد أن عانت من ويلات تلك النفايات والأضرار الناتجة عنها.

لهذا عقد مؤتمر دولي تحت مظلة ورعاية برنامج البيئة التابع للأمم المتحدة في العاصمة الكينية نيروبي لبحث سبل معالجة المشكلة التي تتفاقم مع مرور الوقت؛ وكان نحو 50 شخصاً لقوا حتفهم وأصيب أكثر من 70 ألف بأمراض مزمنة بسبب تصاعد أبخرة سامة من أكوام لتجميع الأجهزة الإلكترونية المتهالكة في مدينة أبيدجان عاصمة ساحل العاج. وفي دراسة أجرتها هيئة تسمى (شبكة بازل للعمل) تعنى بشؤون النفايات الإلكترونية أظهرت أن ما لا يقل عن 100 ألف جهاز حاسوب يتم إدخالها شهرياً عبر ميناء لاجوس النيجيري إضافة إلى أجهزة تلفاز وحواسيب وهواتف محمولة قديمة أو تالفة.

يذكر أن دولاً عدة صادقت على اتفاقية بازل التي تعنى بالتحكم في نقل النفايات الخطرة والمشعة والتخلص منها عبر الحدود بطرق لا تشكل خطراً على الإنسان أو البيئة.

وقد عقدت عدة مؤتمرات دولية لمناقشة سبل مكافحة النفايات الإلكترونية منها مؤتمر بالي بإندونيسيا والذي بحث طرق التخلص من النفايات وكذلك المخاطر المترتبة عن بعض أنواع هذه النفايات وعلى رأسها النفايات الإلكترونية.

لقد ناقش وزراء حكومات حوالي 170 بلداً مسألة إنشاء هيئة متخصصة في النفايات الإلكترونية بالإضافة إلي المخاطر الناجمة عن النفايات وآثارها على الإنسان والبيئة على حد سواء وتم بحث مسالة التخلص من النفايات الإلكترونية الهائلة من قبيل الهواتف المحمولة والحواسيب القديمة وقد كان تحت إشراف معاهدة بازل الدولية التي تقنن عمليات نقل النفايات الخطرة بهدف منع أو التقليل من إمكانية انتقالها عبر الحدود.

وكانت منظمة "السلام الأخضر- جرين بيس" المعنية بحماية البيئة قد بدأت حملة ضد نقل النفايات الإلكترونية الأمريكية إلى الصين، وقالت المنظمة أن عمالاً صينيين يقومون بتذويب بعض المواد المعدنية في الحواسيب، بهدف الحصول على معادن ثمينة تدخل في تركيب اللوحة الأم للحواسيب ومنها الذهب.

تُعدّ النفايات الإلكترونية والكهربائية نفايات خطرة نظراً لما تحتويه من مواد خطرة مثل الفسفور، الباريوم، الرصاص، الكادميوم، اللدائن وفقاً لما يلي:

- الفسفور الذي يتم دهن شاشات الحاسبات به وهو مادة شديدة السمية.
- الباريوم المستخدم في اللوح الأمامي للشاشة للحماية من الإشعاع.
- اللدائن من مادة كلوريد متعدد الفينيل، ومضادات اللهب والتي تحد من انتشار الحريق في خامات البلاستيك.
- الرصاص المستخدم في الشاشة والذي يقدر بحوالي 2-4 كغ تبعاً لحجم الشاشة، وكذلك الرصاص المستخدم في الدوائر المستخدمة في الدوائر المطبوعة والتي تغطى بالرصاص.
- الكادميوم المستخدم في الدوائر الإلكترونية المتكاملة والمقاومات والمكثفات الموجودة بالأجهزة الكهربائية.

7. التأثيرات البيئية للنفايات الإلكترونية والكهربائية

لقد أدت النفايات الإلكترونية والكهربائية المتراكمة على مر العقود والسوائل الراشحة من مدافن القمامة ومقالب النفايات السائبة – في العديد من بلاد العالم – إلى تلويث المياه الجوفية والتربة على نطاق العالم. وتسبب إلقاء النفايات في الأنهار والبحيرات والبحار في أضرار تهدد الزراعة وإمدادات المياه ومصادر الرزق التي تعتمد على تلك النظم المائية. وتعمل النفايات على سد المجارير ونظم الري، وهو ما يؤدي بدوره إلى الإضرار بالبنية التحتية والاقتصاد المحلي.

تتسرب المواد السامة التي توجد ضمن مكونات النفايات الإلكترونية والكهربائية إلى الموارد الطبيعية من ماء وهواء وتربة، والتي تصل عبر السلسلة الغذائية أو عن طريق الاستنشاق إلى الإنسان. يشار إلى أن معظم المعادن الثقيلة بما فيها الزئبق والكادميوم والقصدير التي تتواجد في مكبات النفايات تأتي من النفايات الإلكترونية والكهربائية، حيث تعمل هذه المعادن والمكونات الإلكترونية السامة الأخرى على تلويث المياه الجوفية. وهذا ما حدث في منطقة «غييو» الصينية التي كان معظم سكانها يعيشون على زراعة الرز في السابق وكانت من أنقى المناطق مناخاً وأصبحت حالياً ومنذ عام 1995 من أكبر مكبات النفايات الإلكترونية في العالم، حيث أصبحت مياه المنطقة غير صالحة للشرب تماماً، وصار أهالي المنطقة يجلبون المياه يومياً بالشاحنات من مدينة «نينجنج» التي تبعد عن «غييو» نحو 30 كيلومتراً. كما أن الأطفال والنساء العاملين في تفكيك هذه الأجهزة الإلكترونية تعرضوا لأمراض كثيرة، في مقدمتها السرطانات الصدرية والجلدية. وقدرت السلطات الصينية حجم عمالة إعادة تصنيع النفايات الإلكترونية في

«غييو» وحدها بنحو 100.000 شخص يتزايد عددهم يومياً. إلا أن حجم النفايات في تلك المنطقة غير قابل للتحديد لأنه في حركة دائمة. و«غييو» هي مثال بسيط لكثير من المناطق والقرى الصينية الأخرى الكثيرة التي فقدت شكلها المعهود وباتت تنام على جبال من النفايات الخطرة والتي هددت الزرع والضرع ولوثت الماء والهواء خلال 7 أعوام فقط وجعلت من تلك المنطقة مكاناً غير صالح للعيش.

إلى جانب احتوائها على الزئبق والرصاص، خاصة المستخدم في عمليات اللحام وأجهزة الشحن الكهربائي فمن مكونات هذا الكوكتيل السام توجد المعادن الثقيلة الأخرى مثل الكادميوم. كما رصد بعض الباحثين أن هذه النفايات تختلط بالنفايات العادية وتنشر مادة الديوكسين، وهي من السموم الخطيرة وعدو الهواء والتربة والمياه الجوفية، ومن ثم تهدد صحة الانسان والكائنات الحية من نبات وحيوان وتكفي بضعة شهور ليتحول الحاسب الآلي إلى قنبلة بيئية موقوتة خاصة أن نسبة الرصاص تصل إلى معدل 2 كيلو غرام لكل شاشة تلفاز ونحو 4 غرامات في كل شاشة حاسب آلي (الكمبيوتر).

بالنسبة للكثير من تيارات النفايات الإلكترونية والكهربائية، لا تحدث تأثيرات بيئية من جراء عمليات معالجة النفايات بذاتها والتخلص منها فقط، وإنما تستمد أيضاً وبشكل غير مباشر من فقد الموارد المحتملة من دورة اقتصادية. ويعني ذلك أنه يتعين إعادة إنتاج تلك الموارد مرة ثانية من مواد لم يسبق استخدامها (كثيراً ما تكون غير قابلة للتجدد)، ومن ثم فإن ذلك لا يعني فقط استنفاد أرصدة ثمينة من الموارد الطبيعية وإنما إدامة حلقة مفرغة من التردي البيئي واستنفاد الموارد أيضاً. ومن شأن الطلب الناجم المتزايد باستمرار على الموارد أن يجعل إدارة النفايات قضية عالمية.

تدخل معادن ثقيلة كالرصاص والزئبق والكاديوم والديوكسين في صناعة الإلكترونيات، وتحللها يعني تراكم العنصر، وتمازجه وانتقاله إلى التربة، حيث تعمل

هذه المواد السامة مجتمعة على تدهور نوعية التربة، فتصبح غير صالحة للزراعة بأي طريقة، ويمكن أن ينتقل الخطر إلى المياه الجوفية إن كانت قريبة من سطح الأرض، أو كانت التربة منفذاً جيداً للماء.

يعتبر الكادميوم مثله مثل الرصاص ساماً للنباتات والحيوانات والكائنات الحية المجهرية. والكادميوم ثابت ومستدام شأنه شأن جميع المعادن. ويتراكم بيولوجياً في كليتي وكبد الفقاريات في غالب الأحيان. كما أنه يتراكم بيولوجياً في اللافقاريات والطحالب المائية، من الكائنات الحيّة الأشد تحسساً به. ويسفر تراكم الكادميوم في النباتات عن دخول هذا الملوث إلى السلسلة الغذائية للإنسان. يتواجد الكادميوم في مقاومات الشرائح وعلى المكثفات وعلى رقائق التوصيل الصغيرة، كما يتواجد بشكل كبير على أنابيب الأشعة المهبطية (CRPs).

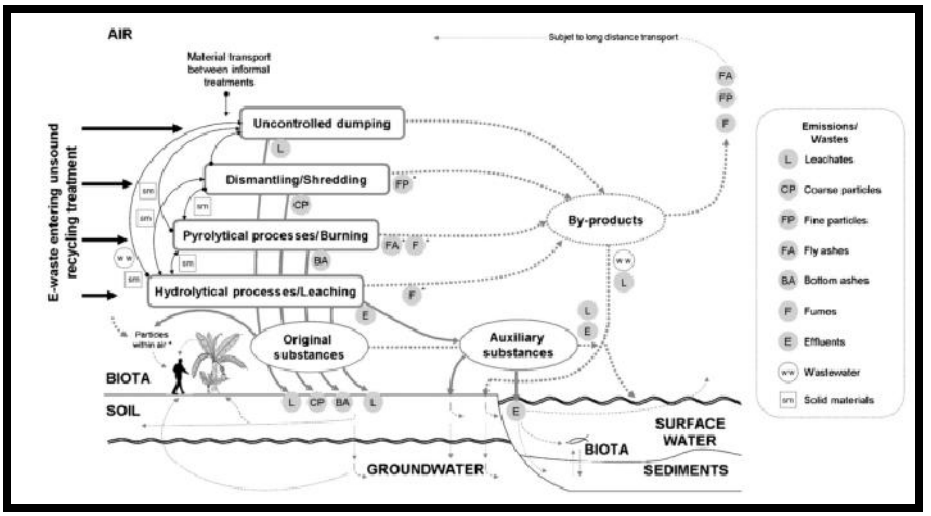
يؤذي الزئبق الأعضاء الداخلية وخاصة الدماغ والكلى ويؤثر سلبياً على تكوين الجنين. وينتج عن اختلاط الزئبق بالماء ميثالين الزئبق الذي يترسب داخل الأعضاء الحية بكل سهولة ويتركز في السلسلة الغذائية وخاصة الأسماك. وتشير الدراسات أن نحو 22 % من الاستهلاك السنوي للزئبق يتم عبر المعدات الكهربائية والإلكترونية والأجهزة الطبية والهواتف المحمولة وأجهزة الاستشعار. وقد ازداد استعمال الزئبق بصورة كبيرة مؤخراً بعد تطوير شاشات العرض الحديثة والمسطحة التي ظهرت لتحل محل أنابيب الأشعة المهبطية (CRPs) التقليدية.

تتعدى خطورة النفايات الإلكترونية والكهربائية إمكانية تخلل مكوناتها لطبقات المياه الجوفية أو تطاير تلك المكونات في الأجواء فتلوث الهواء إلى احتوائها على مركبات تدخل في تكوينها مواد مثل الكلورو فلورو كربون أوغازات أخرى لها تأثير على حدوث ظاهرة الاحتباس الحراري.

من الجدير بالذكر أن التداول العشوائي للنفايات الإلكترونية والكهربائية، الذي يحدث أثناء تدوير أو فك أو إعادة تركيب أو حرق أو تدمير النفايات

الإلكترونية والكهربائية، يؤدي إلى تسرب أو انطلاق أو تحرر بعض مكونات تلك النفايات. عند حرق هذه النفايات الشديدة السمية تنتج غازات مثل غاز ثنائي أوكسيد الكربون وأكاسيد الحديد والنحاس الثنائية وأكاسيد العناصر الثقيلة وغيرها ما يؤدي إلى تلوث الهواء، وعند تعرض هذه الغازات إلى الرطوبة والأمطار تتكون الأمطار الحامضية ما يؤدي إلى تلوث المياه والتربة.

يبيِّن الشكل التالي مخططاً لانبعاثات النفايات الإلكترونية والكهربائية في البيئة:



الشكل 18: انبعاثات النفايات الإلكترونية والكهربائية في البيئة

المصدر:

Sepúlveda, A, Schluep M, et al. 2010. A review of the environmental fate and effects of hazardous substances released from electrical and electronic equipment during recycling: Examples from China and India. Environmental Impact Assessment Review. 30 (1):28–41.

8. تقييم وتحليل المخاطر للنفايات الإلكترونية والكهربائية

تعتبر نفايات المعدات الإلكترونية المكوّن الأسرع تزايداً بين نفايات البلديات في كل أرجاء العالم، حيث تشكل نسبة تتراوح بين 20 و50 مليون طن من هذه النفايات سنوياً[1]. وغالباً ما تكون المعدات الإلكترونية التي يتم تبادلها تجارياً بوصفها "مستعملة" إما قد عفى عليها الزمن أو غير قابلة للتشغيل، أي أنها نفايات إلكترونية بالفعل. ويتم تصدير قدر كبير من هذه النفايات إلى البلدان النامية كالصين والهند ونيجيريا وكينيا، حيث يسبب إحراق النفايات والمعالجة غير الملائمة للمكونات السامة المستخلصة في الغالب باستعمال المطارق، أو محارق الغاز أو اليدين العاريتين مشكلات خطيرة في مجال الصحة والسلامة المهنية والبيئة[2]. وينقل تصدير المعدات الإلكترونية التي عفى عليها الزمن تكاليف إعادة تدويرها والتخلص منها على نحو سليم بيئياً من البلدان الصناعية لتقع على كاهل البلدان الفقيرة، والتي لا تملك القدرة في الغالب على إدارة نفايات الرصاص والكادميوم بصورة سليمة بيئياً[3]. وبذا، فإنه سيتم إطلاق بعض الرصاص والكادميوم في هذه

(1) Nakagawa L., Earth Trends, *Toxic Trade: The Real Cost of Electronics Waste Exports from the United States* (20006) http://earthtrends.wri.org/features/view_feature.php?theme =3&fid = 66.

(2) Associated Press, *American Consumers Unwittingly Fuel Toxic Trade in Electronic Waste*, International Herald Tribune, 17 Nov. 2007, http://www.iht.com/bin/printfriendly.php?id=8373931.

(3) Renckens, S., *A Network and Flows Perspective on E-waste Trade and Its Governance*, IIEB Draft Working Paper (Feb. 2007).

المعدات «في البيئة، حيث يتوقف مدى ذلك على طرق التخلص منها، وتكنولوجيات التحكم المطبقة وغيرها من العوامل»[1].

يمكن أن يسفر التخلص من النفايات الإلكترونية بصورة غير ملائمة عن إطلاق مقادير كبيرة من الرصاص والكادميوم في الهواء، والماء، والتربة، بما في ذلك من مقالب النفايات المفتوحة والمطامر سيئة الصيانة، وهذه هي القاعدة المتبعة في معظم البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية. ولا تعتبر المنتجات المحتوية على الرصاص والكادميوم «حيث أنه لا يتم عادة جمعها على نحو منفصل عن مجرى النفايات العام في البلدان النامية». وقد يكون الإحراق غير المضبوط للنفايات أو إلقاؤها بشكل عشوائي مصدراً هاماً من مصادر انبعاثات الكادميوم في الغلاف الجوي وإلى الأراضي والأنظمة المائية على المستويين المحلي والإقليمي[2]. ويشكل الرصاص المتكدس في المطامر وغير ذلك من رواسب النفايات مصدراً يمكن أن يكون هاماً لازدياد انطلاقها في البيئة[3]. ويشير تقرير صادر عن "المركز المرجعي الوطني للتسمم بالرصاص في الهند" إلى أن رمي وإعادة تدوير النفايات الإلكترونية دون أي إشراف أدى إلى ارتفاع مستوياته في دم نصف الأطفال في مدن مثل بنغالور، مما قد يسفر عن تدني حاصل الذكاء لديهم[4]. وقد تم في كل من الهند وزامبيا توثيق الفضلات السائلة الملوثة بالرصاص والكادميوم كمصدر لارتفاع مستويات هذين المعدنيين في المحاصيل الغذائية المزروعة محلياً[5].

---

(1) الاستعراض المؤقت للكادميوم، برنامج الأمم المتحدة للبيئة، الحاشية (1) الصفحة 89.

(2) لاستعراض المؤقت للكادميوم، برنامج الأمم المتحدة للبيئة، الحاشية (1) الصفحة 89.

(3) Nordic Council of Ministers, *supra* note 11, at 3.

(4) Simmons, D., *India's poor tackle toxic e-waste*, BBC News, 14 Oct. 2005, http://news.bbc.co.uk/1/hi/programmes/click_online/4341494.stm.

(5) University of Sussex, Science and Technology Policy Research Bulletin, *Contaminated irrigation water and food safety for the urban and periurban poor: Appropriate measures for monitoring and control from field research in India and Zambia* (Dec. 2005), http://www.sussex.ac.uk/spru/documents/bulletin_dfid.pdf.

1.8 خطوات تقييم المخاطر:

1.1.8 التعرف على المنشأة (الأنشطة والأعمال)

يتم تحديد هدف الدراسة ووصف عام للمنشأة ويمكن في حال كون المنشآت الكبيرة أو تمارس أكثر من نشاط في نفس الوقت، القيام بتقسيم العمل إلى خطوات ومراحل حسب نوع النشاط الذي تمارسه ودراسة كل مرحلة من مراحل العمل على حده.

2.1.8 التعرف على التعرضات والأخطار

حيث يتم التعرف على التعرضات والمخاطر في مواقع العمل لتتمكّن من معرفة ما يأتي:

- أنواع المخاطر والأحداث الغير مرغوب فيها.
- تحديد أسباب الحدوث.
- تحديد النتائج الممكن حدوثها عند حصول الخطر.

وكذلك تحديد قائمة أولية بالأخطار الموجودة في بيئة العمل من خلال:

- مسح الموقع ومقابلة العاملين.
- استبيان آراء الخبراء وتقارير اللجان الفنية.
- تحليل النظام والمقارنة مع الأنظمة المشابهة.
- استخراج الكود والمواصفات والأنظمة واللوائح والتعرف عليها.
- مراجعة البيانات والتقارير الفنية ذات العلاقة من بيانات التصميم والتشغيل والصيانة.

الجدول 5: الأخطار المحتملة في بيئة العمل أو الناتجة عنها

العنصر البشري	المخاطر الحيوية	المخاطر الكيميائية	المخاطر الفيزيائية	المخاطر الهندسية
السن	الجراثيم والفيروسات وسائر الطفيليات التي تنتقل بالعدوى من المرضى أو الطعام أو من مكان ملوث	تداول كافة المواد الكيماوية ونواتجها ومتبقياتها ومخلفاتها	الضوضاء	الكهرباء الساكنة والمتغيرة
الإهمال واللامبالاة			الاهتزازات	الآلات والمعدات الثابتة والمتحركة
الحالة الصحية			الإضاءة السيئة	اضطراب التنظيم
الحالة النفسية			الوطأة الحرارية	التخزين غير الملائم
التعب والإجهاد			وطأة البرد	مواقع عمل غير منظمة
عيوب الحواس			الرطوبة	توزيع سيئ للآلات
ضعف الخبرة وقلة التدريب			التهوية غير المناسبة	السلالم
			اضطراب الضغط الجوي	مشاكل تلاؤمية / أرغونومية

3.1.8. تقييم وتحليل الخطورة

يتم اللجوء إلى تقييم الخطر بهدف معرفة مقدار الخطر الممكن التعامل معه لتحديد وسائل وإجراءات التحكم والعمل على تحسينها وتطويرها.

هذا يعني أن التقييم هو عبارة عن إيجاد المعادلة بين القدرة الكامنة للخطر لإحداث الضرر واحتمال تكرار الخطر، بالإضافة إلى تقييم وسائل السلامة الموجودة ومدى فعاليتها.

يمكن تقييم وتحليل وتحديد قيمة التعرض للخطر بكل من الطرق الكيفية والكمية.

أ. الطرق الكيفية

للطرق الكيفية عدة أساليب منها:

- مصفوفة الأخطار Risk Matrix.
- التحليل بالتعليل الاستنتاجي Deductive Reasoning.
- تحليل نمط وتأثير الفشل Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).
- تحليل الخطر وقابلية الإجراء Hazard and Operability (Hazop)
- قائمة الفحص Checklist.
- ماذا – إذا What-If.
- مؤشر الحريق والانفجار Fire and Explosion Index.

ب. الطرق الكمية

وهي عبارة عن تقييم مدى الخطر بطريقة القياسات والمقارنة مع القيم الحدية، وتشمل كلاً من قياس بيئة العمل، والتقييم الطبي والحيوي.

- **قياسات بيئة العمل**

يتم استخدام أدوات قياس ملوثات بيئة العمل (ضجيج – إنارة – حرارة – كاشف الغازات...) والمقارنة مع الحدود العتبية.

الشكل 19: قياس بعض ظروف بيئة العمل

- **التقييم الطبي والحيوي**

من خلال إجراء الفحوص الطبية الدورية للعمال للكشف عن وجود أو غياب التأثيرات الصحية الضارة نتيجة التعرض، بالإضافة إلى مراقبة ظهور أي دليل حيوي أو سريري نتيجة مخاطر المهنة.

ويعتبر تحديد تركيز المواد السامة في جسم العمال المعرضين بمثابة عملية مكملة للمراقبة البيئية التي لا تعطي تقييماً حقيقياً للجرعة الممتصة نظراً لـ:

- وجود طرق امتصاص عبر الجلد والهضم.
- اختلاف معدل امتصاص الملوثات بين الأفراد: العمر - الجنس - اللياقة - الوراثة.
- اختلاف معدل امتصاص الملوثات تبعاً للجهد الفيزيائي.
- وجود تعرض لا مهني أحياناً.

4.1.8. السيطرة على المخاطر

لا بد من تنفيذ القائمة التالية التي تتضمن إجراءات الضبط وتنفيذها بشكل مناسب وفقاً لأهميتها (رقم 1 يحظى بالأولوية):

- الإزالة (استبعاد مصدر الخطر كلياً).
- هل من الممكن استبدال مصدر الخطر بشيء أكثر أماناً؟..
- هل يمكن العزل ما بين العامل ومصدر الخطر؟
- التقليل من مدة تعرض الشخص لمصدر خطر محدد.
- الإجراءات الخطية التي يفهمها ويعرفها الأشخاص المتأثرون.
- الإشراف الملائم الذي يقوم به أشخاص أكفاء بالشكل المطلوب.
- تحديد وتعريف حاجات التدريب.

- عمليات الإعداد الإداري والعادات المتعلقة بالصحة العامة.
- المعلومات/التعليمات (لافتات، شارات، نشرات).
- تجهيزات الوقاية الشخصية (القبعات القاسية، القفازات...الخ).

بعد ذلك يتم إجراء تقييم لاحق للتأكد من فعالية إجراءات السيطرة المطبقة.

التخمينات العامة/ النموذجية

- التخمينات العامة هي التخمينات التي تتم مرة واحدة فقط وتتعلق بنشاط محدد أو نوع ما من مقر العمل (مثلاً، حينما يوجد في الشركة عدة مواقع عمل يتم تنفيذ النشاط نفسه فيها، ومن ثم يتم التوصل إلى تخمين عام واحد بحيث يغطي النشاط جميع تلك المواقع). إن العائق الذي يعترض التخمينات العامة هو أنها يمكن أن تعطي نتائج ضبط رديئة ولا تؤدي إلى تحسين السلامة ما لم تتضمن مواصفات محددة (مثلاً، أن تكون الأبنية والآلات ذات تصميم مختلف)؛ ويجب أخذ أسوأ الحالات بعين الاعتبار. يجب أن يتم الاستعداد المسبق واتخاذ التدابير الاحتياطية لمراقبة تنفيذ ضوابط التخمين

التخمينات المحددة

- تتضمن نواحٍ من تشريع الصحة والسلامة تخمينات مخاطر كالتعامل اليدوي وتجهيزات شاشات العرض وضبط المواد التي تشكل خطراً على الصحة والعاملات الحوامل والعمال الصغار وتوجيهات وقت العمل... الخ.
- يكون التنسيق متشابهاً جداً ولكنه يتطلب تخميناً منفصلاً لكل فرد أو لكل مادة في حالة ضبط المواد التي تشكل خطراً على الصحة. أما الأشخاص الذين سيتم اختيارهم كمخمنين للمخاطر بهدف تنفيذ هذه الأنواع من التخمينات فيجب أن يخضعوا لمناهج تدريب خاصة لا أن يكون مجرد منهاج عام لتخمين المخاطر.

تقديرات المخاطر والأفعال التي لا بد من القيام بها

التقدير	الفعل الذي يجب القيام به
اقل من 10	الخطر مقبول ما لم تصبح التكاليف والجهد المطلوب للسيطرة عليه بشكل أكثر في فقرة الخطر المنخفض.
10 – 19	مقدار الخطر منخفض جداً ولا بد من القيام بشيء للتقليل منه على الرغم من أنه سيكون ضمن الأولويات المنخفضة ويجب أن يتناسب الوقت والجهد والمال المبذول مع الخطر.
20 – 49	مقدار الخطر متوسط ولا بد من القيام بفعل شيء ما للسيطرة عليه وربما تكون الإجراءات المؤقتة ضرورية على المدى القصير.
50 – 99	مقدار الخطر مرتفع ولا بد من القيام بالفعل بشكل عاجل للسيطرة على الخطر والإجراءات المؤقتة مطلوبة على المدى القصير ربما يكون هنالك حاجة لبذل الكثير من الجهد والوقت الخ للسيطرة على الخطر.
+ 100	مقدار الخطر غير مقبول نهائياً ولا بد من القيام بفعل فوري قبل متابعة أي نشاط في سياق العمل ويجب مراجعة تخمين المخاطر بفواصل زمنية منتظمة للتأكد من أن الخطر تحت السيطرة كما ينبغي وربما ينبغي أن تشتمل إجراءات الضبط والسيطرة على قدر كبير من الجهد والوقت لإمكانية السيطرة.

ملاحظة: إذا كان يمكن أن يتأثر أفراد من العامة أو أشخاص آخرون معرضون للإصابة بنشاطات العمل فلا بد من تطبيق إجراءات الضبط والسيطرة الملائمة.

تعاريف	
تافه/جدير بالإهمال	الإصابات التي تتضمن نتوءاً أو جرحاً صغيراً أو سحجة
إصابات ثانوية	تتضمن الإصابات التي قد تؤدي إلى التغيب عن العمل
إصابات هامة	تتضمن الأعضاء المكسورة وأذيات العيون والاختناق الخ
غير محتمل الحدوث	تكون درجة الاحتمال قريبة جداً من الصفر
بعيد الاحتمال	غير ممكن الحدوث
ممكن	يمكن أن يحدث أحياناً
محتمل	غير مدهش إذا وقع
أكيد	على الأرجح أنه سيقع ولكن متى

إذا كانت العلامة منخفضة وفقاً لإجراءات السيطرة الفعالة المطبقة، فإنه لا بد من القيام بالفعل للتأكد من استمرار هذه الإجراءات.

قائمة التحقق من صحة تخمين المخاطر الخاص بالتعامل اليدوي

تخمين المخاطر الخاصة بالتعامل اليدوي					
تخمين لـ:	إذا كان الجواب نعم ضع إشارة أمام مستوى المخاطر المناسب			المشاكل الناجمة عن المهمة	الفعل العلاجي المحتمل
أسئلة لا بد من أخذها بعين الاعتبار	منخفض	متوسط	مرتفع		
المهمة :					
1- وضع الحمولة بعيداً عن الجذع					
2- اللي والثني					
3- الانحناء					
4- الاتجاه إلى أعلى					
5- الحمل لمسافات بعيدة					
6- الدفع والسحب الشاق					
7- الحركة غير المتوقعة للحمولة					
8- التعامل المتكرر					
9- مدة الراحة غير الكافية للتماثل للشفاء					
10- نسبة العمل الذي تفرضه العملية					

11- ثقيلة					
12- كمية كبيرة/صعب الحمل لثقله أو ضخامته					
13- من الصعب إحكام القبضتين عليه					
14- غير ثابت/لا يمكن التنبؤ بحركته					
15- مؤذي/حاد/حار					
بيئة العمل (هل هي) :					
يوجد قيود على الوضعية أثناء العمل					
الأرضية سيئة					
اختلافات في السويات					
حر/برد/رطوبة					
الإضاءة سيئة					
القدرات الفردية (هل الوظيفة) :					
الأشخاص/المنطقة التي يشملها التخمين :					
اسم المنضد:		التوقيع:		التاريخ:	
الإجراءات العلاجية التي لا بد من إجرائها :					

قائمة التحقق من مراقبة المواد الخطرة على الصحة

اسم الشركة:			
العملية/النشاط:	الموقع:	التاريخ:	رقم المرجع:
المواد المخمنة			

الأشخاص المعرضين للإصابة	شدة التأثيرات الصحية المحتملة			
	تصنيف مصدر الخطر	مقياس التعرض: المستويات القصوى للتعرض/معايير التعرض المهني	الآثار على الجسم	الآثار المكتشفة في القوى العاملة
الأشـــخاص المعرضـــون بـــشكل خاص للخطر				

الاستنتاجات المتعلقة بالتأثيرات الصحية
احتمال حدوث سوء صحة

مسار التعرض	مستوى التعرض	مدة التعرض	تكرار حدوث التعرض	الضبط الحالي المُرضي

إجراءات الضبط الحالية

الاستنتاج المتعلق بالخطر				
المادة	غير متأثر	شدة التأثير على الصحة	احتمال الحدوث	نسبة الخطر
تقييم إجراءات الضبط المحتملة				

الوقاية من التعرض	التقليل من زمن/تكرار التعرض
البدائل	التنظيف الأكثر فعالية
تصميم وعملية التصميم	تجهيزات الوقاية الشخصية
إجراءات الضبط الهندسي	المنشآت الصحية
التهوية	التدريب والتعليمات
إجراءات التخزين والتخلص من الفضلات	رقم مرجع ورقة ضبط الإراقة
إجراءات ضبط الصيانة والاختبار	

إجراءات الضبط	متطلبات الصيانة	متطلبات الاختبار

الإشراف الصحي المطلوب	مراقبة التعرض المطلوبة
القائم بالتخمين	تاريخ مراجعة التخمين

2.8 تطبيق عملي لتقييم المخاطر الصحية للنفايات الإلكترونية والكهربائية

في إحدى المقاطعات (أ) بأحد البلدان الأفريقية (غ) مكان لتداول النفايات الإلكترونية والكهربائية، حيث تتم إدارتها بشكل غير سليم. ولتقييم الأخطار الصحية الناجمة عن الإدارة غير السليمة لتلك النفايات، جُمِعَت عينات من التربة في مكان تكديس تلك النفايات وإدارتها في مقاطعة (أ) وعينات من التربة في مكان

لا يتم فيه تكديس تلك النفايات وإدارتها في مقاطعة أخرى (م) في نفس البلد الأفريقي (غ)، وتمت معايرة الفلزات الثقيلة (الرصاص، القصدير، النحاس، التوتياء، الزرنيخ، الكادميوم، الزئبق) في عينات التربة التي جُمِعَت من المكانين في المقاطعتين (أ، م)، وتبين أن تراكيز الفلزات الثقيلة في تربة المكان في مقاطعة (أ) أكبر بشكل ذي مغزى إحصائي من تراكيز الفلزات الثقيلة في تربة المكان في مقاطعة (م)؛ كما جُمِعَت عينات من دم العاملين في مكان تكديس تلك النفايات وإدارتها في مقاطعة (أ) وعينات من دم العاملين في مكان لا يتم فيه تكديس تلك النفايات وإدارتها في مقاطعة أخرى (م) في نفس البلد الأفريقي (غ)، وتمت معايرة الفلزات الثقيلة (الرصاص، النحاس، التوتياء) في عينات الدم التي جُمِعَت من عمال المكانين في المقاطعتين (أ، م)، وتبين أن تراكيز الفلزات الثقيلة في دم عمال المكان في مقاطعة (أ) أكبر بشكل ذي مغزى إحصائي من تراكيز الفلزات الثقيلة في دم عمال المكان في مقاطعة (م). يؤكد ذلك أن الإدارة غير السليمة للنفايات الإلكترونية والكهربائية في المكان في المقاطعة (أ) أدت إلى ارتفاع تراكيز الفلزات الثقيلة في تربة المكان (أ) وارتفاع تراكيز الفلزات الثقيلة في دم العاملين في المكان (أ). يبيّن الشكل (18) مكان الدراسة المذكورة.

الشكل 20 : مكان الدراسة في المقاطعة (أ) في إحدى دول أفريقيا

ويوضح الجدول (6) مراحل تقييم الأخطار الصحية لهذا المثال.

الجدول 6 : تقييم الأخطار الصحية ذات الصلة بمراحل إدارة النفايات الإلكترونية والكهربائية

العمليات المتعلقة بالنفايات الإلكترونية والكهربائية	خصائص الممارسات (المخاطر)	الأخطار المحتملة على صحة الإنسان	استراتيجية التدخل للسيطرة على المخاطر
جمع النفايات	يتم جمع النفايات بتكنولوجيا بدائية، ويتنقل الأفراد ضمن المكان للبحث عن النفايات المناسبة وشرائها وهي مكدسة على الأرض في مكان مكشوف، ويحدث ذلك لساعات طويلة دون استخدام معدات الوقاية الشخصية	التعرض للدخان والأغبرة المحتوية على المواد الكيميائية الخطيرة والفلزات، وتعرض الجلد للأخطار المحتملة كالجروح،...	استخدام معدات الوقاية الشخصية
تفكيك النفايات وإعادة تدويرها	يتم التفكيك يدوياً، وتُستخدَم معدات بدائية، كالحجارة والمطارق والأزاميل،... لفصل الهياكل الخارجية اللدائنية (البلاستيكية)؛ إن بيئة العمل سيئة ويتم التعرض لفترات طويلة من الزمن؛ إن حرق الأسلاك والكابلات للحصول على الفلزات لبيعها يتم مكشوفاً؛ لا تُستخدَم معدات الوقاية الشخصية	التعرض للدخان والأغبرة المحتوية على المواد الكيميائية الخطيرة والفلزات، وتعرض الجلد للأخطار المحتملة كالجروح والحروق، ...	تقليل ساعات التعرض، واستخدام معدات الوقاية الشخصية، وتناوب العمال على المهام في حال العمل ضمن قطاع منظَّم، وجعل العمليات آلية، وإبعاد العمال ضمن مسافات مناسبة، و...
إعادة تأهيل النفايات	يتم تنظيف الحواسب، والقيام بأعمال الإصلاح، ولا تُستخدَم معدات الوقاية الشخصية	التعرض لسحب الدخان والغبار المحتوية على المواد الكيميائية الخطيرة والفلزات،...	استخدام وسائل الوقاية الفردية، والترتيب والتنظيف الجيدين،...
التخلص من	أكوام النفايات مكدسة	التعرض لسحب الدخان	طرق أكثر فعالية لزيادة

النفايات	في مكان مكشوف، ويتم الحرق في مكان مكشوف لاستخلاص المواد القيِّمة من النفايات	والغبار المحتوية على المواد الكيميائية الخطيرة والفلزات واستنشاقها وتعرض الجلد، واحتمال حدوث جروح في الجلد بسبب الأشياء الحادة وكذلك الحروق،...	عائدات التدوير لتقليل حجم النفايات التي سيتم التخلص منها، ووجود مكبات ومطامر للنفايات تحقق الشروط الصحية بدلاً من تكديسها في العراء،...

9. الإدارة السليمة للنفايات الإلكترونية والكهربائية

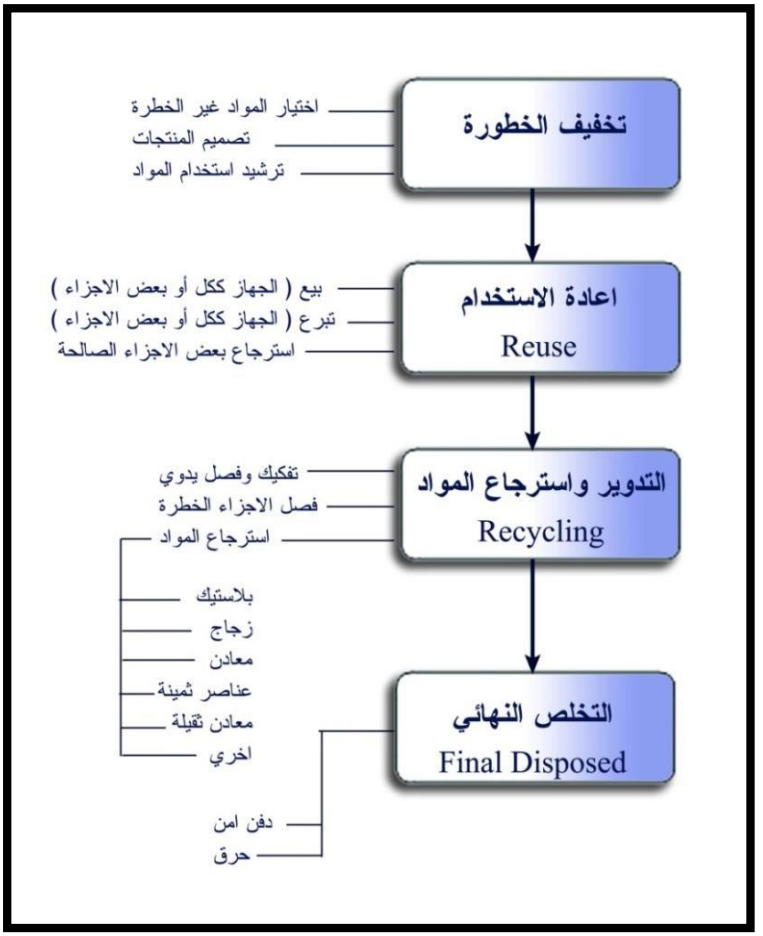
لتحقيق الإدارة الآمنة للمخلفات الإلكترونية والبلاستيكية وتلافي التأثيرات البيئية والصحية لعمليات التخلص غير المنظم في مواقع التفريغ أو الردم الصحي للمخلفات الصلبة، أو الحرق، فإن الاتجاه المناسب يستند إلى تطبيق مبدأ "الخفض وإعادة الاستخدام والتدوير والاسترجاع" من خلال إجراءات وأنشطة فنية متطورة وتكنولوجيا نظيفة أثناء مرحلة التصنيع والإنتاج، وأخرى بعد استخدام الأجهزة. ويدعم هذه الأنشطة إطار من التشريعات الملائمة والمساندة لسياسات محددة ومتفق عليها.

أ - أنشطة مرحلة التصنيع والإنتاج: تخفيض خطورة وكمية النفايات.

ب- أنشطة ما بعد استخدام الأجهزة: اختيار بدائل عمليات المعالجة والتخلص وفقاً للترتيب الهرمي التالي:

- إعادة الاستخدام، ويمثل أفضل الخيارات عندما يكون بالإمكان إجراء ذلك.
- إعادة التدوير واسترجاع المواد النافعة والطاقة.
- التخلص النهائي من نواتج المعالجة.
- في حالة عدم توفر البدائل سالفة الذكر، يتم التخلص من الأجهزة نفسها ومستلزماتها إما بالحرق أو بالردم المحكوم، على أن يتم اختيار المواقع والتكنولوجيا المناسبة بما يخفف الآثار السلبية المحتمل حدوثها.

ويوضح الشكل التالي الترتيب الهرمي لمعالجة والتخلص من مخلفات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية:



الشكل 21: الترتيب الهرمي للتحكم في النفايات الإلكترونية والكهربائية

1.9 تخفيض خطورة وكمية النفايات من المنبع

ويقصد به التخطيط السليم في مرحلة التصنيع واتخاذ الإجراءات التي من شأنها تخفيض خطورة أو كمية هذه النفايات (أو كليهما) أثناء مرحلة التصنيع. من هذه الإجراءات:

1. اختيار المواد المناسبة لتصنيع المعدات أو مكوناتها أو مستلزماتها من المواد عديمة أو ضعيفة السمية والقابلة لإعادة التدوير والاسترجاع. مثال ذلك:

- استبدال المادة المثبطة للاشتعال المحتوية على كلور أو بروم (Chlorinated or Brominated Flame Retardants) وهي المواد المصنفة كمواد محتمل أن تسبب السرطان، والتي تستخدم في معالجة الأجزاء البلاستيكية الداخلية للأجهزة (مثل الكابلات، الموصلات، وبعض الأجزاء الأخرى) بمواد خالية من الهالوجينات.

- إمكانية استخدام مواد مولدة لبوليمرات (مكثورات) خفيفة (Light emitting polymers LEPs) في وسائل العرض لبعض الأجهزة.

2. تصميم المنتجات بحيث يمكن تفكيكها بسهولة وتخفيض الوقت الذي تستغرقه عليه التفكيك مع تعليم أو ترقيم المكونات بما يساعد ويمكن من سهولة التفكيك. وأيضاً مراعاة متانة وقوة المنتج بما يضمن الحد الأدنى من المشاكل والأعطال.

3. ترشيد والإقلال من استخدام الطاقة والمواد مع إمكانية استخدام مواد معادة التدوير بنسبة أكبر بدون الإخلال بالمواصفات الفنية وكفاءة المنتج. فمثلاً تمكنت شركة سوني عام 1995 من إنتاج ما يسمى شاشة التليفزيون الأخضر وهو أخف وزناً وأقل استخداماً للطاقة. وقد تم تخفيض نسبة المواد البلاستيكية به بمقدار 40% عن التليفزيون الأساسي وذلك عن طريق استخدام تقنيات جديدة (11). كما تمكنت نفس الشركة من استخدام مواد معادة التدوير بنسبة 100% في صناعة إطار شاشة التليفزيون الأخضر. كذلك في صناعة اللوحات الكهربائية المطبوعة (Printed wiring board) أمكن إحداث وفر كبير في كمية الخامات المستخدمة مع زيادة الإنتاجية بتطوير طريقة التصنيع والمواد المستخدمة.

2. 9. إعادة الاستخدام

إذا كان بالإمكان استخدام الشيء مرة ثانية قبل التخلص منه، فإن ذلك يكون أفضل، وإذا ما تعذر ذلك، إعطاؤه إلى شخص آخر يمكن أن يستعمله أو يعيد إصلاحه لاستعماله مرة أخرى. والأمثلة على ذلك كثيرة في الحياة اليومية. إن الأمر من شأنه أن يحقق الآتي:

- التقليل من كمية المواد المستعملة وبخاصة المواد الطبيعية الداخلة في السلعة بشكل جزئي أو كلي.
- إطالة عمر المنتج أو زمن الاستخدام للمنتج، وهذا من شأنه أن يقلل الأعباء المالية على الفرد ذاته لشراء منتج جديد ويقلل بالتالي من كميات الإنتاج في المصانع والتي تستنزف موارد طبيعية كبيرة.
- التقليل من حجم النفايات المرسلة إلى أماكن الطمر الصحي.
- التقليل من التلوث البيئي والمساهمة الجادة في حماية البيئة الطبيعية.

تمثل «إعادة الاستخدام» الحل الأمثل لتخفيف حدة المشكلة كلما أمكن ذلك. ويتم هذا الإجراء للأجهزة المستخدمة أو القديمة تكنولوجياً التي مازالت قابلة للاستخدام أو لبعض أجزائها التي مازالت صالحة لأداء وظيفتها (مثل مشغلات القرص الصلب أو وحدات التخزين الثابتة أو المتنقلة أو لوحات الدوائر.. إلخ.).

تحقق عمليات إعادة الاستخدام الفوائد الآتية:

- تخفيف الآثار البيئية الناجمة عن تصنيع أجهزة أو مستلزمات جديدة.
- إتاحة الفرصة لغير القادرين لاستخدام هذه التكنولوجيا بسعر منخفض.

يمكن أن يتم تنفيذ أسلوب إعادة الاستخدام بأي من البدائل الآتية:

- إعادة بيع الجهاز كما هو لأفراد أو مؤسسات بأسعار منخفضة: ويفضل أن يتم ذلك من خلال تنظيمات مؤسسية يمكنها توفير نظم الجمع والنقل

والتخزين وبرامج الصيانة والتدريب المناسبة وكذلك اختبار الأجهزة وإعادة تأهيلها أو إجراء بعض الإصلاحات بها إذا لزم الأمر. ويتحدد سعر البيع هنا بالأخذ في الاعتبار تكلفة جميع العمليات سالفة الذكر.

- التبرع لأفراد أو لجهات أخرى لاستخدامها بشرط أن تكون هذه الأجهزة أو أجزاؤها مازالت صالحة للاستخدام.
- استرجاع الأجزاء النافعة حيث يتم فصل الأجزاء السليمة وإعادة استخدامها إما في أجهزة مشابهة أو في أجهزة أخرى، فمثلاً أنبوب الأشعة المهبطية (CRTS) وهو أهم مكونات شاشة الحاسب والتلفاز، يمكن إعادة استخدامه في تصنيع أجهزة التلفاز بعد فصله من أجهزة الحاسب بشرط إثبات صلاحيته التامة لذلك.

3. 9. التدوير واسترجاع المواد النافعة

يستخدم هذا البديل في الحالات التالية:

- تقادم الجهاز بدرجة لا تسمح بإعادة استخدامه.
- حدوث كسور أو مشاكل بالجهاز أو أجزائه لا يمكن إصلاحها.
- بعد فصل الأجزاء السليمة والقابلة لإعادة الاستخدام يتبقى أجزاء يمكن إعادة تدويرها لاسترجاع مكوناتها.

تحتوي أجهزة عديدة ومكوناتها مثل الشاشات والطابعات والناسخات وغيرها على مواد يمكن استرجاعها واستخدامها في منتجات أخرى. من أمثلة هذه المواد البلاستيك، الزجاج، الألومنيوم، النحاس، الذهب، الفضة. تشير بعض التقارير إلى أن أكثر من 97% من محتويات أجهزة الحاسبات الآلية قابلة لإعادة الاستخدام والتدوير مما يؤدي إلى تخفيض كبير في كمية النفايات المطلوب التخلص النهائي منها إذا أمكن إجراء ذلك بطرق آمنة؛ بالإضافة إلى العائد الاقتصادي الممكن.

ولتحقيق الفائدة المرجوة من عمليات الاسترجاع وزيادة فاعليتها يجب مراعاة الاعتبارات التالية:

- خصائص ومحتويات هذه الأجهزة أو مكوناتها من المواد الخطرة. فمثلاً الأجزاء البلاستيكية المعالجة بمثبطات اللهب ومنع الاشتعال تحتاج إلى تحديد وإتباع طرق فنية مناسبة لعمليات المعالجة واسترجاع البلاستيك.
- الأسواق المتاحة للمواد المعادة التدوير، وبالطبع يعتمد ذلك على خصائص المواد المسترجعة ومجالات استخدامها.
- التكلفة والعائد والتي ترتبط بكافة العمليات التي تتم حتى نهاية عملية الاسترجاع.
- الجانب المؤسسي والذي يعني أين تتم عمليات إعادة التدوير، فبعض الشركات الكبرى مثل شركة أي بي إم (IBM) وشركة هيليويت باكارد (HP) توفر هذه الخدمة ولديها برامج لذلك، وتقوم بتحصيل رسوم لإعادة التدوير (وقد تم تقنين هذه الرسوم)، كما تقوم بعض جهات التصنيع أو بعض الموردين باستعادة الأجهزة القديمة عند شراء أجهزة حديثة.

تتضمن عمليات التدوير والاسترجاع ثلاث مراحل أساسية:

المرحلة الأولى: وفيها يتم تفكيك الجهاز وفصل يدوي للأجزاء الكبيرة مثل (المحولات)؛ وهنا تبرز أهمية إعطاء أهمية لتصميم المنتج بحيث يسهل تفكيكه.

المرحلة الثانية: وفيها يتم فصل الأجزاء ذات الخطورة [مثل مدخرات (بطاريات) النيكل والكادميوم والليثيوم، المفاتيح المحتوية على الزئبق، أنابيب الأشعة المهبطية (CRTs)، واللوحات الكهربائية وغيرها] وتخزينها تخزيناً آمناً بما يتوافق مع الضوابط الخاصة بذلك، ثم إجراء عمليات استرجاع المواد النافعة منها بالطرق الفنية المناسبة.

المرحلة الثالثة: إجراء عمليات المعالجة الميكانيكية والفيزيائية أو الكيميائية المناسبة لباقي الأجزاء لفصل العديد من المكونات الأخرى مثل الزجاج، البلاستيك، المعادن مثل الألومنيوم والحديد والنحاس وغيرها.

من دون أدنى شك فإن عملية إعادة التدوير تحقق عوائد ومردوداً اقتصادياً كبيراً للقائمين عليها سواءأ كانوا وسطاء أو منتجين أو حتى مستهلكين. على سبيل المثال شركة أي بي إم (IBM) للأجهزة الإلكترونية تسترد أسبوعياً ما يقرب من 40 ألف جهاز إلكتروني من زبائنها في الولايات المتحدة الأمريكية ليتم تجديد 80% منها وليعاد استخدامها في دول أخرى من العالم. كما يتم في أمريكا أيضاً إعادة تدوير ما يقرب من 99 مليون طن من مادة البلاستيك سنوياً ولتمثل 11.7% من مجمل عمليات إعادة التدوير في أمريكا. وتحتل أوعية المياه والحليب النسبة الاكبر من كميات البلاستيك المعاد تدويره وتمثل نسبة 30 % من المواد البلاستيكية المعاد تدويرها، وهذا من شأنه أن يحقق لها عوائد مالية مضافة.

4. 9. التخلص النهائي

ويقصد به التخلص النهائي من الأجهزة نفسها أو متبقيات عمليات المعالجة (إعادة الاستخدام والتدوير والاسترجاع) ويتم ذلك عن طريق الدفن الأرضي الآمن أو الحرق المضبوط بعد إجراء الدراسات اللازمة واختيار المواقع المناسبة. يعتبر أسلوب الدفن الآمن من الأساليب الشائعة الاستخدام ولكن يشترط اختيار الموقع طبقاً لمعايير حماية البيئة وفي ضوء المخططات العمرانية، مع تجهيز الموقع وتبطينه ووضع خطة التشغيل وخطط الرصد والمراقبة والحماية ومواجهة الكوارث، مع ضرورة إجراء دراسة تقييم الآثار البيئية لهذا النشاط قبل البدء فيه.

10. تتبع النفايات الإلكترونية والكهربائية

بالنظر إلى خطورة النفايات الإلكترونية والكهربائية على الصحة والبيئة، نظراً لمكوناتها من المواد الكيميائية، في مقابل الفوائد الجمة التي يمكن الحصول عليها إذا تم جمعها وتفكيكها للحصول على مكوناتها الغنية، تقوم العديد من دول العالم بوضع وإقرار نظم فنية ومؤسسية لتتبع تلك النفايات من المنشأ إلى المآل.

عادة، يتم تتبع النفايات الإلكترونية والكهربائية خلال القيام بعملية إعادة التدوير التي تتضمن سلسلة من الأنشطة الرئيسية بدءاً من جمع النفايات حتى التخلص النهائي من المكونات غير القابلة للتدوير، على النحو التالي:

- التجميع
- النقل
- التقييم والفصل
- التخزين
- الإتلاف
- إعادة التدوير
- إعادة الاستخدام
- التصريف أو التخلص من النفايات غير القابلة للتدوير

لقد نشأت - خلال السنوات الماضية - شبكات للمعلومات ذات الصلة بتتبع النفايات الإلكترونية والكهربائية، على مستوى الدول، وداخل كل دولة. وللعديد من تلك الشبكات مواقع إلكترونية تدعو منتجي ومتداولي النفايات الإلكترونية

والكهربائية - من الأفراد والمؤسسات - للاتصال وبيان ما لديها من نفايات يمكن لشركات أو هيئات متخصصة الاستفادة منها.

لقد قامت بعض الدول بتفعيل ضريبة إعادة التدوير المتقدمة (Advanced Recycling Tax)، والقائمة على أسس "مسؤولية المنتِج الممتدة" و"تحمل الملوث مسؤولية الدفع Polluter Pays Principle" وتتبع المعدات إلى نهاية حياتها. في تلك الدول ، تستخدم الموارد المستمدة من ضريبة إعادة التدوير المتقدمة في بناء وإدارة منشآت معالجة نفايات حديثة وفعالة بهدف استرجاع المواد المفيدة وتقليل كمية المواد الخطرة المُرسلة إلى المطامر لدفنها.

يمثل الشكل التالي (22) نموذج استبيان يمكن استعماله مثالاً بغرض تتبع النفايات الإلكترونية والكهربائية في إحدى الدول.

---

1. ما هي أنواع النفايات الإلكترونية والكهربائية التي تقومون بتداولها /إدارتها؟

☐ أجهزة منزلية مثل الثلاجات ☐ الأفران ☐ السخانات ☐ المراوح ☐ الشفاطات ☐ غير ذلك ☐

☐ أجهزة مكتبية مثل الحاسب ☐ الآلة الكتابة ☐ آلة التصوير ☐ الطابعة ☐ غير ذلك ☐

☐ غير ذلك مثل الهواتف ☐ ..... ☐ ..... ☐ ..... ☐ ..... ☐

2. هل تشتمل المنشأة على برنامج داخلي خاص بإدارة النفايات الإلكترونية والكهربائية؟

☐ لا ☐ نعم، الأجهزة المستهلكة الخاصة بالاتصالات وتكنولوجيا المعلومات يتم:

☐ إعادة استخدامها ☐ إعادة تصنيعها ☐ تجديدها

☐ بيعها كمخلفات

☐ معالجتها كمخلفات صلبة:

☐ تباع ☐ تدفن في مواقع دفن النفايات ☐ تصدّر

☐ قطاع النفايات الإلكترونية غير الرسمي.

3. قم باختيار مجالات التعاون في إدارة النفايات الإلكترونية والكهربائية المطلوبة من قبل منشأتكم:

☐ السياسات والقوانين ☐ حملات التوعية ☐ إعادة التصنيع

☐ بناء القدرات ☐ التبرع بالمعدات الإلكترونية المستخدمة ☐ التجديد

☐ رعاية وتمويل النشاطات الخاصة بالنفايات الإلكترونية

☐ أخرى، نرجو التوضيح:

ملاحظات ومعلومات إضافية:

الشكل 22: نموذج استبيان يمكن استعماله
بغرض تتبع النفايات الإلكترونية والكهربائية

تقوم بلدية دبي حالياً بالإعداد لتزويد نحو 2500 مركبة لجمع ونقل النفايات بأجهزة إلكترونية بنظام تتبع لتحركاتها لحظياً على مدار الساعة. وقد توقع مدير إدارة النفايات في البلدية إنجاز المشروع في الربع الأخير من العام الجاري، وأكد في - نفس الوقت - أن المركبات غير المسجلة في النظام الإلكتروني لن تتمكن من دخول مكبات النفايات التابعة للبلدية. يمثل الشكل التالي (23) مثالاً لاستمارة تتبع النفايات الإلكترونية والكهربائية - أثناء نقلها - في إحدى الدول.

(أ) شهادة مصدر النفاية	أ- (1) وصف النفاية (الكمية والنوع) .... أ- (2) تم تجميع النفاية المذكورة في أ- (1) أعلاه جمعت من ..... بغرض النقل إلى ..... الاسم: ..... التوقيع ..... الوظيفة: ..... اسم المنشأة: ..... رقم الهاتف: ..... تاريخ جمع النفاية ..... العنوان: .....
(ب) شهادة ناقل النفاية	بهذا أشهد بأنني قد استلمت شحنة النفايات وأن المعلومات المذكورة في أ- (1) و أ- (2) صحيحة، خاضعة لأي تعديلات أذكرها كالآتي: .... استلمت هذه الشحنة بتاريخ: .....الساعة: ..... الاسم: ..... التوقيع:..... التاريخ: ..... رقم لوحة الشاحنة..... رقم الهاتف:..... إسم شركة النقل..... العنوان:..... .....
(ج) شهادة مستلم النفاية	اسم وعنوان مرفق المعالجة أو التخلص النهائي .... هذه النفاية تم نقلها بسيارة رقم لوحتها ..... في تمام الساعة ..... بتاريخ ..... وقد ذكر السائق أن اسمه..... بالإنابة عن..... وبهذا أشهد بأن المعلومات المذكورة في أ- (2) والمعدلة إذا لزم الأمر في (ب) أعلاه هي معلومات صحيحة، وخاضعة لأي تعديلات أذكرها كالآتي: ....

	الاسم: ..... التوقيع ..... الوظيفة:..... التاريخ: ..... اسم المؤسسة: .....
(د) شهادة إتمام المعالجة	وقد تمت معالجة النفاية أعلاه باستخدام تقنية ..... وتم التخلص منها من خلال..... الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: ..... اسم المؤسسة: .....

تعدّ من هذه الاستمـارة × نسـخ

الشكل (23): نموذج استمارة تتبع النفايات الإلكترونية والكهربائية أثناء نقلها

11. قضايا الصحة والسلامة المهنية والبيئية ذات الصلة بالنفايات الإلكترونية والكهربائية

11.1 برنامج الصحة والسلامة المهنية الأساسي

من الضروري الاهتمام بخدمات الوقاية إلى جانب توفير الرعاية الطبية للعاملين، بما في ذلك خدمات العيادة الخارجية، وخدمات الاختصاصيين والمستشفيات، وكذلك خدمات الصحة النفسية والأسنان، وتوفير إمكانات الفحوص الطبية، والفحص بالأشعة، وتوفير الدواء اللازم. كل ذلك متاح في البرنامج الأساسي للصحة والسلامة المهنية.

يشتمل برنامج الصحة والسلامة المهنية الأساسي على الأنشطة الآتية:

الفحص الطبي الابتدائي

يُجرى هذا الفحص عند دخول الخدمة، ويهدف إلى تقييم الحالة الصحية للمتقدم وتسجيلها عند بدء العمل، وتقييم قدراته البدنية والنفسية بغية وضع العامل المناسب في العمل المناسب؛ كما يساعد الفحص على اكتشاف الأمراض التي لم تكن معروفة للمتقدم بغية تقديم العلاج اللازم.

كذلك يساعد الفحص على تجنب توظيف المتقدم في وظيفة قد يكون فيها المتقدم مصدراً للخطورة لزملائه (إذا كان مريضاً بمرض معد، على سبيل المثال) أو لنفسه (كأن يكون مريضاً بأمراض القلب أو الصرع ....).

إجراء مسح وتقييم لبيئة العمل

وذلك بقصد التعرف على المخاطر الموجودة أو المحتمل وجودها؛ وتلك مسؤولية كل من طبيب الصحة المهنية وأخصائي صحة بيئة العمل وأخصائي السلامة المهنية، والذين يقدمون التوصيات بشأن الحاجة إلى وسائل هندسية أو غير ذلك للتحكم في المخاطر ووقاية العاملين، وكذلك وضع برنامج للسلامة والصحة المهنية والأمن الصناعي.

في الواقع، إن الجهود التي تبذل للتحكم في بيئة العمل يجب أن تبدأ منذ اللحظة الأولى للتخطيط لإنشاء مكان العمل، وإن اتخاذ الإجراءات الكفيلة بالتحكم في بيئة العمل يكون أسهل وأقل تكلفة في هذه المرحلة مما لو تأخر إلى مرحلة تالية.

الفحص الطبي الدوري

الهدف من الفحص الطبي الدوري هو الاكتشاف المبكر للأمراض المهنية في مرحلة يمكن شفاؤها أو التقليل من أضرارها.

و يختلف نوع الفحص ودوريته حسب نوع التعرض ودرجة خطورته. وتتراوح دورية الفحص من بضعة أسابيع – أو أقل – إلى سنة أو سنتين.

ويشمل الكشف الطبي الدوري فحصاً سريرياً مع بعض الفحوص والتحاليل الطبية التي تعتمد على طبيعة التعرض. ويركز الفحص على الأعضاء والأجهزة من الجسم التي تتأثر بالتعرض الذي يواجهه العامل (مثل فحص الصدر بالأشعة للمتعرضين للأغبرة، قياس حدة السمع للمتعرضين للضجيج (الضوضاء)، قياس مستوى تركيز الرصاص في الدم للمتعرضين لأبخرة الرصاص ....).

ولما كانت الفحوص الطبية الدورية تشمل أعداداً كبيرة من العاملين فإنه – عادة – يكتفى بفحوص الفرز (Screening tests) لاكتشاف المصابين أو من يشك في إصابتهم بالمرض، على أن تفحص الحالات المكتشفة بعد ذلك فحصاً شاملاً. إن فحوص الفرز فحوص بسيطة، سريعة، غير مكلفة، لا تستغرق من الوقت قدر ما

تستغرقه الفحوص الطبية الشاملة، وهي على قدر كاف من الدقة والحساسية للغرض الذي تستعمل من أجله. إن اكتشاف إصابة بعض العاملين بأمراض مهنية يعني أن وسائل الوقاية غير كافية.

فحوص طبية أخرى

تُجرى في مناسبات مختلفة، على سبيل المثال:

- الفحص الطبي للعائدين بعد إجازة مرضية طويلة للتأكد من تمام الشفاء، ولكي يعاد تقييم حالة العامل للتأكد من أنها لا تزال مناسبة للقيام بنفس العمل الذي كان يؤديه قبل مرضه، وإلا - إذا كان يعاني من عجز جزئي عن العمل - أصبح لزاماً تأهيله لعمل مناسب.
- الفحص الطبي عند الترقية أو الانتقال إلى عمل آخر للتأكد من أن قدرات العامل تتناسب مع متطلبات عمله الجديد.
- الفحص الطبي عند بلوغ سن المعاش.
- الفحص الطبي الدوري لأفراد الإدارة العليا، حيث أن هؤلاء يكونون قد بلغوا السن التي تكثر فيها معدلات الإصابة ببعض الأمراض مثل أمراض القلب والأوعية والداء السكري والأورام؛ وكذلك فإنهم يتعرضون لضغوط العمل بدرجة أكبر من غيرهم، كما أن انقطاعهم عن العمل بسبب المرض يسبب إرباكاً أكثر مما يحدث إذا تغيب من هم في مرتبة إدارية أقل.
- الفحص الطبي الدوري لمن تعدوا سناً معينة (45 سنة مثلاً) حيث ترتفع معدلات الإصابة ببعض الأمراض.

علاج الحالات الطارئة والإسعافات الأولية

بالإضافة إلى معدات الإسعافات الأولية التقليدية، والتي يجب أن تتوفر في كل مواقع العمل، فإن هناك معدات ومضادات خاصة بأنواع معينة من التعرضات تعتمد على نوع التعرض (الترياقات).

في جميع الحالات ينبغي تدريب وإعادة تدريب المسؤولين عن الإسعافات الأولية، والتأكد من أن المعدات والأدوية المطلوبة ما زالت كافية وصالحة للاستعمال.

الخدمات الصحية الوقائية

كانت الأنشطة الوقائية تشكل جزءاً هاماً من برامج الصحة والسلامة المهنية. يعتبر التحصين (التلقيح) أو زيادة المناعة ضمن أولويات الخدمات الصحية الوقائية. فلقد أشارت العديد من الدراسات المحلية والدولية إلى الأهمية القصوى لتحصين العاملين في منشآت الرعاية الصحية ضد التهاب الكبد الفيروسي البائي (B) والأنفلونزا والأمراض السارية الأخرى التي يمكن انتقالها إليهم من المرضى الذين يعالجونهم.

سلامة الغذاء في مكان العمل

بغرض التأكد من استيفاء الشروط الصحية في أماكن إعداد وحفظ وتناول الطعام، والإشراف الصحي على العاملين في إعداد وتقديم الطعام.

كذلك من واجب طبيب الصحة المهنية أن يقدم النصح إلى إدارة المؤسسة فيما يختص بنوعية الطعام الذي يقدم للعاملين، والحاجة إلى تقديم تغذية إضافية لبعض العاملين في مهن خاصة تزداد فيها حاجة الجسم إلي السعرات الحرارية أو البروتينات أو الأملاح المعدنية، أو الماء وملح الطعام (عند العمل في الجو الحار) أو بعض الفيتامينات.

تشخيص وعلاج الأمراض المهنية وإصابات العمل

كذلك التوجيه نحو تقديم خدمات التأهيل، وتقدير نسب العجز المتخلف عن تلك الحالات بغرض التعويض المالي عنها. وفي الحالات التي يتخلف فيها عجز جزئي يقوم طبيب الصحة المهنية بإعادة تقييم الحالة الصحية، وقدرات المصاب، والتوصية بتكليفه بعمل مناسب إذا لزم الأمر.

الإشراف على مقومات النظافة

في مكان العمل، يجب توفير القدر الكافي من المياه الصالحة للشرب والاغتسال، وتوفير دورات المياه بالعدد المناسب، وتوفير أماكن صحية لحفظ وتناول الطعام. كما يجب الاهتمام بالتخلص من النفايات بالطرق السليمة، بما في ذلك النفايات الصناعية. كما يجب أيضاً الاهتمام بمكافحة الحشرات والقوارض.

مكافحة الأمراض المعدية والمتوطنة والوقاية منها

بما في ذلك توفير التطعيمات اللازمة.

ينبغي أن تحتفظ البرامج المعنية بالصحة المهنية بسجلات التطعيم (التلقيح) الخاصة بجميع العاملين، حيث أن العاملين قد يتعرضون إلى العديد من الأمراض المعدية التي قد تنتقل عن طريق الهواء أو عن طريق الاحتكاك المباشر بالمرضى أو الدم بسبب وخزات الإبر أو الأدوات الحادة مثل:

- الأمراض التي تنتقل عن طريق الهواء: إن العديد من الأمراض المعدية التي تنتقل عن طريق الهواء يتم التحصين ضدها من خلال التطعيم (كالتلقيح ضدالحصبة الألمانية والحُماق) ويعد تحديد حالة التحصين الخاصة بالعاملين بالرعاية الصحية عنصراً هاماً من عناصر برنامج الصحة المهنية.
- الأمراض التي تنتقل عن طريق الدم: إن التهاب الكبد الفيروسي البائي "B" أحد أهم ثلاثة أمراض تنتقل عن طريق الدم اتصالاً بالعاملين بالرعاية الصحية. من الممكن مقاومة هذا المرض بالتحصين (التلقيح). وينبغي تحصين جميع العاملين بالرعاية الطبية الذين يحتمل تعرضهم لدم المريض أو سوائل جسمه الأخرى ضد التهاب الكبد الفيروسي البائي "B"؛ ويجب أن يكون ذلك مبكراً كلما أمكن قبل التعرض للدماء أو الإصابات التي تنجم عن الآلات الحادة.

التثقيف الصحي

يجب أن يشترك جميع أفراد فريق الصحة والسلامة المهنية في التثقيف الصحي للعاملين على كافة المستويات، بما في ذلك الإدارة العليا، إذ يجب أن يكون

العاملون على دراية تامة بمخاطر مهنهم، وبالطرق المأمونة لأداء العمل، وأن يشاركوا مشاركة إيجابية في برنامج منع الحوادث، وأن يشاركوا كذلك في مراقبة حسن أداء أجهزة التحكم والوقاية من مخاطر العمل، بما في ذلك أجهزة الوقاية الشخصية، وأن يلتزموا باستعمالها حيثما يجب ذلك، وأن يتأكدوا من صيانتها بما يؤدي إلى كفاءة أدائها.

كما يجب أن يكون العاملون على دراية بالأعراض المبكرة للأمراض المهنية، وبطرق الإسعافات الأولية في حالة حدوث إصابات، وكذلك بمبادئ النظافة الشخصية.

وتستعمل في التثقيف الصحي اللقاءات الشخصية، والملصقات، والأفلام والشرائح، والمحاضرات والندوات وبرامج التدريب، وغير ذلك.

التسجيل والتوثيق

يجب أن ينشأ لكل من العاملين ملف طبي خاص، تدون فيه البيانات الشخصية، ونوع العمل وطبيعة التعرض المهني إن وجد، ونتيجة الفحص الطبي الابتدائي، ونتائج الفحص الطبي الدوري، وبيانات كاملة عن عدد مرات التردد على عيادة المنشأة، والزيارات للاختصاصيين، ودخول المستشفى ونتائج الفحوص الطبية، والإجراءات الطبية، والإجازات المرضية وحوادث وإصابات العمل والأمراض المهنية.

ويجب أن تعامل الملفات الطبية الخاصة بالعاملين بسرية تامة.

وتُعدّ تقارير مجمعة على فترات، عن الحالة الصحية في المنشأة واتجاهاتها، في المنشأة ككل، وفي الأقسام المختلفة، وفي الأوقات المختلفة من العام، وعلاقة ذلك بأي تغيير في العمليات الصناعية والمواد الأولية المستعملة.

كما يجب أن يكون هناك سجل يومي لنشاط الخدمات الطبية يوضح أعداد العاملين المترددين، والأقسام التي يعملون بها، ومشكلاتهم الصحية، وما اتخذ من إجراءات للتعامل معها.

كما يجب أن ينشأ سجل للقياسات التي تجرى لتقييم بيئة العمل بصفة دورية، وكذلك سجل للحوادث والإصابات. كذلك تنشأ سجلات للفحص الطبي الابتدائي والدوري.

فريق الصحة المهنية

العمل في برامج الصحة والسلامة المهنية يحتاج إلى فريق متكامل من الاختصاصيين، يتكون من:

- **طبيب الصحة المهنية:** ويقوم بالفحوص الطبية، وأعمال صحة البيئة، والطب الوقائي، والإشراف على سلامة الغذاء وعلى العاملين في إعداد وتقديم الطعام. ويقوم بأعمال الفحص الطبي الابتدائي والدوري، وعلاج الأمراض المهنية وإصابات العمل، والتأهيل، وتقدير نسب العجز، وعلاج الأمراض غير المهنية، والإسعافات الأولية. كما يشارك في التثقيف الصحي وفي استكمال وحفظ السجلات الطبية والبيئية.
- **الممرضة ودورها في الصحة والسلامة المهنية:** تساعد الممرضة الطبيب في أعمال الفحص الطبي وحفظ السجلات الطبية، وتقوم بأعمال التمريض التقليدية، بالإضافة إلى أنها من العناصر الهامة في القيام بالتثقيف الصحي، حيث أنها على صلة وثيقة بالعاملين، إذ أنها تمضي في مكان العمل وقتاً أطول من الطبيب، ويمكنها أن توثق علاقتها بالعاملين بطريقة فعالة.
- **اختصاصي صحة بيئة العمل (Occupational Hygiene Specialist):** ويقوم أساساً بالتفتيش على بيئة العمل للتعرف على المخاطر الحقيقية أو المحتملة، ويقوم في سبيل ذلك باستخدام التقنيات المختلفة في تقييم بيئة العمل، ومقارنة نتائج القياسات بالمعايير المسموح بها، واتخاذ القرار بشأن الحاجة إلى وسائل التحكم بالمخاطر المهنية.

- **اختصاصي السلامة المهنية (Occupational Safety Specialist)**: ويقوم بالتفتيش على بيئة العمل فيما يتعلق بالسلامة المهنية ولاسيما من ناحية السلامة الميكانيكية والكهربائية والفيزيائية الأخرى والكيميائية. ويقوم بإعداد وتنفيذ برنامج لمنع الحوادث، كما يقوم بإجراء التحقيق عند وقوع الحوادث وتحليلها لمعرفة الأسباب. ويشارك كذلك مشاركة فعالة في التثقيف الصحي وفي أعمال لجنة السلامة والصحة المهنية في المنشأة.
- **اختصاصي الفيزياء المهنية (Occupational Physicist)**: في أحوال خاصة، حيث توجد في مكان العمل مصادر للتعرض للمخاطر الفيزيائية مثل المصادر المشعة، فإن الموقف في هذه الأحوال يحتاج إلى مهارات خاصة لقياس الإشعاعات والتحكم بها في مصادرها.
- **اختصاصي هندسة التحكم في مخاطر بيئة العمل (EnvironmentalControl Engineer)**: يحتاج التحكم في المخاطر المهنية إلى مهارات هندسية لتصميم معدات التحكم وأنظمة التهوية والتطويق Enclosure وغير ذلك في مكان العمل؛ وهي مهارات تحتاج إلى تخصص هندسي دقيق.
- **اختصاصات أخرى مثل علم النفس**، والهندسة البشرية، وعلم السموم، والتغذية، وعلم وظائف الأعضاء، والإحصاء وطب المجتمع، وذلك حسب طبيعة العمل وأعداد العمال وأنواع التعرض والمشكلات الناجمة عن العمليات الصناعية والبيئة النفسية في مكان العمل، والقدر الذي تسمح به المؤسسة من البحث والتقصي.
- **الأطباء الاختصاصيون في فروع الطب المختلفة**، والذين يحوّل إليهم المرضى من عيادة الممارس العام.

11. 2. تطبيقات الضبط والسيطرة

11. 2. 1. *أساليب الضبط والتحكم الإدارية*

تعتمد السيطرة الإدارية في المنشآت الاقتصادية – ومنها منشآت تداول النفايات الإلكترونية والكهربائية – على وجود إدارة متفهمة تسعى إلى:

- حماية العاملين والمترددين على المنشأة.
- تقليل الخطر، وتعتمد هذه الطريقة على تقليل الزمن الذي يقضيه العامل في عمل محتمل الخطورة. أي تقليل كمية المخاطر والملوثات التي يتعرض لها العامل من خلال تقليل زمن التعرض. ومثال على ذلك:
  - تناوب العمال على العمل: التبديل بين عاملين أحدهما يعمل في عمل ذي خطورة والآخر يعمل في عمل عادي كل أربع ساعات بدلاً من جعل العامل الأول يعمل لمدة ثمان ساعات في نفس العمل وبالتالي تخفيض الملوثات التي يتعرض لها للنصف.
  - منح عمال الأماكن الخطرة فترات استراحة أطول في أماكن مجهزة لهذا الغرض.
  - تنظيم العمل بحيث تجرى العمليات الخطرة في ورديات عدد عمالها أقل.
  - إيجاد مشرفين ذوي خبرة بمخاطر المهنة.
  - عدم تعريض العمال للضغط النفسي أو البدني من أجل سرعة انجاز العمل مما يجعلهم يهملون الوقاية.
  - إبعاد المرأة الحامل والتي في سن الإنجاب عن المخاطر التي قد تؤثر عليها أو على الجنين.
  - الإدارة السليمة بيئياً للمواد والمنتجات والنفايات ذات الخطورة المحتملة، بمعنى: «اتخاذ جميع الخطوات العملية لضمان إدارة المواد والمنتجات والنفايات ذات الخطورة المحتملة والنفايات الأخرى بطريقة تحمي

الصحة البشرية والبيئة من الآثار المعاكسة التي قد تنتج عن هذه النفايات". يتطلب ذلك أن يتخذ كل طرف التدابير المناسبة بغية "ضمان إتاحة مرافق كافية للتخلص، لأغراض الإدارة السليمة بيئياً للنفايات الخطرة والنفايات الأخرى، تكون موجودة داخله قدر الإمكان، أياً كان مكان التخلص منها»، كما تتطلب من كل طرف "ضمان أن يتخذ الأشخاص المشتركون في إدارة النفايات الخطرة والنفايات الأخرى داخله الخطوات الضرورية لمنع التلوث من النفايات الخطرة والنفايات الأخرى الناجم عن تلك الإدارة، وخفض آثار ذلك التلوث على الصحة البشرية والبيئة إلى أدنى حد فيما إذا حصل مثل ذلك التلوث". لتحقيق الإدارة السليمة بيئياً للمواد والمنتجات والنفايات محتملة الخطورة، يوصي بضرورة استيفاء عدد من الشروط (معايير الإدارة السليمة بيئياً) القانونية، المؤسسية والتقنية، وبصفة خاصة:

(أ) أن تتضمن البنية الأساسية التنظيمية وتلك الخاصة بالإنفاذ و الامتثال للقوانين المطبقة؛

(ب) أن تكون المواقع والمرافق مرخصة وأن تكون ذات مستوى كاف من التكنولوجيا ووسائل مكافحة التلوث من أجل التعامل مع النفايات بالصورة المثلى، على أن تأخذ في اعتبارها مستوى التكنولوجيا ووسائل مكافحة التلوث؛

(ج) يُطلب، حسبما يتناسب، من مشغلي المواقع والمرافق التي سيتم فيها إدارة النفايات الخطرة القيام برصد آثار هذه الأنشطة؛

(د) أن يتم اتخاذ الإجراء المناسب عندما تعطي عملية الرصد مؤشرات بأن إدارة النفايات الخطرة ينتج عنها انبعاثات غير مقبولة؛

(هـ) أن يكون الأفراد المشتركون في عملية إدارة النفايات الخطرة على دراية بهذا الأمر وأن يكونوا مدربين تدريباً كافياً في مجال القدرات الخاصة بهذه العملية.

أما الأساليب الأخرى للتحكم الإداري، فتتضمن:

- العلامات والإشارات.
- التحكم بالدخول وتصاريح العمل.
- التعليم والتدريب والتعليمات.
- الممارسات التلاؤمية الصحيحة.
- الالتزام بحدود التعرض وقدرات العامل.
- نشر وتفعيل مدونات الممارسة العملية
- إجراءات التشغيل القياسية.
- الممارسات الآمنة الأخرى.
- تنظيم أوقات العمل والراحة.

11 .2. 2. *معدات وملابس الوقاية الشخصية*

الهدف من توفير معدات وملابس الوقاية الشخصية هو منع انتقال الأخطار إلى القائمين على تداول النفايات. الغرض من ذلك هو: وقاية العاملين من التعرض للكيماويات أو أصناف العدوى التي قد تكون في البيئة المحيطة بالعاملين وقد تنتقل إلى الأيدي أو الملابس. تشتمل أدوات الوقاية الشخصية على أنواع الواقيات المختلفة مثل القفازات والملابس الخاصة بالعمل والمآزر والأقنعة، وواقيات العين وغطاء الرأس وواقيات القدم. يتعين أن يقوم مدير المنشأة بتوفير هذه المعدات للعاملين وضمان حصول العاملين عليها بسهولة. يلتزم العاملون في كافة المنشآت باستخدام هذه المعدات بشكل منتظم وقاية لهم من الأخطار المنتشرة.

أصناف معدات وملابس الوقاية الشخصية

- القفازات شديدة التحمل

تستخدم تلك القفازات عند التعامل مع النفايات أو الأدوات الملوثة وعند القيام بأعمال التنظيف داخل المنشآت. ويمكن إعادة استخدام هذه القفازات ثانية بعد تنظيفها ثم تطهيرها بشكل مناسب بينما يجب التخلص منها إذا ما تعرضت للثقب أو التمزق.

دواعي استخدام القفازات شديدة التحمل

- عند التعامل مع النفايات.
- عند التعامل مع الأدوات الملوثة.
- عند تنظيف وتطهير آثار العمل (يفضل استخدام زوجين من القفازات العادية معاً وذلك لصعوبة تنظيف وتطهير القفازات شديدة التحمل).
- عند استخدام المنظفات والمطهرات والمواد الكيماوية. وتوفر مواد تصنيع القفازات الأخرى حماية إضافية ضد بعض أنواع المواد الكيميائية والتي تحتاج لزمن أطول عند العمل بها.

إرشادات عامة :

- ينبغي أن يقوم العامل بغسل القفازات شديدة التحمل قبل خلعها.
- يجب تنظيف الأيدي بعد خلع القفازات لاحتمال ثقب القفازات أثناء الاستخدام بالإضافة إلى سرعة تكاثر وانتشار الجراثيم على أيدي العامل الذي يرتدي القفاز.
- يحظر إعادة استخدام أي نوع من القفازات المخصصة للاستخدام الوحيد (مثل القفازات المصنوعة من مادة اللاتكس) حيث يصعب إعادة معالجتها وتطهيرها ثانية بشكل مناسب كما أنه يصعب الحفاظ عليها في حالة سليمة

عند تنظيفها وإعادة استخدامها الأمر الذي يضعف من قدرتها على الحماية من الأخطار.

- يفضل استخدام القفازات المصنوعة من مادة الفينيل أو النيتريل إذا كان لدى العامل حساسية من القفازات المصنوعة من مادة اللاتكس.

- المآزر والعباءات

- تستخدم المآزر في أغلب الأحيان لكي تحد من احتمالية تلوث الملابس أو الزي الرسمي للعاملين.
- يُعدّ القيام بارتداء المآزر أو العباءات البلاستيكية أحادية الاستخدام أمراً على قدر كبير من الأهمية أثناء تنفيذ بعض الأنشطة التي يمكن أن تؤدي إلى تناثر الكيماويات أو الشظايا أو أثناء القيام ببعض الإجراءات التي تؤدي إلى تلوث ملابس العاملين.
- يجب أن يقوم الشخص بارتداء ملابس إضافية مثل العباءات التي تغطي الذراعين والجزع والجزء العلوي من الساق وذلك عند احتمال انتقال التلوث إليه. وينصح أن تكون هذه العباءات (الأردية) المستخدمة لهذا الغرض ملساء وغير منفذة للسوائل.
- يشترط لإعادة استخدام المآزر البلاستيكية الشديدة التحمل أن يتم تنظيفها باستخدام الماء الدافئ والمنظفات ثم يتم تجفيفها جيداً؛ ثم يجب أن تطهر هذه المآزر بمحلول مطهر مثل أيزوبروبيل الكحول بتركيز 70٪ أو يمكن غمرها في محلول الكلور المخفف بالتركيز المناسب، ولا بد أن يتم تنظيفها وتطهيرها وتجفيفها بعد التعامل مع كل مريض وقبل الانتقال إلى مريض آخر.
- **ملحوظة:** العباءات المصنوعة من القطن منفذة للماء والسوائل ومن ثم لا ينصح بارتدائها.

- أغطية الرأس

يُنصح بارتداء أغطية للرأس التي يتم التخلص منها بعد الاستعمال بحيث تعمل على احتواء الشعر جيداً في بعض الإجراءات مثل القيام بإجراءات جراحية في غرفة العمليات، كما يجب أن تكون محكمه على الرأس. في حالة عدم توافر أغطية الرأس التي يتم التخلص منها بعد الاستخدام لمرة واحدة فقط يمكن أن يتم إعادة معالجة أغطية الرأس القطنية الشديدة التحمل عن طريق غسلها تحت درجة حرارة مرتفعة.

- توفير الحماية للوجه والعينين والجهاز التنفسي

- ينبغي أن يحرص العامل على ارتداء قناع الوجه وواقي العينين حينما تتزايد احتمالات تعرض وجهه أو عينيه لرذاذ المواد المتطايرة أثناء العمل.
- ومن دواعي استخدام واقي الوجه والعينين حماية العامل من التعرض لأي رذاذ كيميائي من شأنه أن يصيب وجهه أو عينيه.
- هناك نوعين من معدات الحماية الشخصية، فمنها ما يتكون من قناع منفصل للوجه وواقٍ للعين، بينما يتكون الآخر من قطعة واحدة تحتوي على واقٍ للعين وقناع للوجه، ويتم تصميم معظم أقنعة الوجه على أساس الاستخدام لمرة واحدة ثم يتم التخلص منها بعد ذلك. كما يوجد هناك نوع آخر من معدات الحماية الشخصية والذي يشتمل على واقٍ كامل للوجه لحماية العينين والفم، وهذا النوع يمكن أن يتم التخلص منه بعد الاستخدام أو أن يعاد استعماله مرة ثانية شريطة أن يتم تنظيفه وتطهيره جيداً بعد تعرضه للتلوث.

واقيات للجهاز التنفسي

- يجب استخدام قناع مطابق للمواصفات لدى تزايد احتمالات التعرض للرذاذ الملوث بالكيماويات أو الجراثيم.

- تفقد كل من الأقنعة القطنية أو الورقية المخصصة للاستعمال لمرة واحدة قدرتها على توفير الحماية في حالة تعرضها للرطوبة أو البلل إلا أنها توفر نوعاً من الحماية ضد حبيبات الرذاذ الأكبر حجماً، وذلك في حالة قلة الموارد.
- تعتبر الأقنعة الورقية المخصصة للاستعمال مرة واحدة فقط، والتي تحتوي على مادة مخلقة تعمل على تنقية الهواء، مناسبة بدرجة كبيرة للتعامل مع معظم العمال. ويقتصر استخدام مثل هذه الأقنعة لعامل واحد فقط، ويتم التخلص منها بعد ذلك فور انتهاء الإجراء المستخدمة من أجله، أما الأقنعة التي يعاد استخدامها ثانية مثل الأقنعة القطنية فيجب أن يتم غسلها. ولا تعد الأقنعة القطنية مناسبة لتوفير الحماية ضد الجراثيم، إلا أنه يفضل استخدامها لحماية الجهاز التنفسي في حالة عدم وجود أقنعة من نوع أفضل.
- يفضل استخدام واقي الجهاز التنفسي العالي الكفاءة بحيث يعمل على تنقية الهواء بكفاءة عالية لمقاومة المواد المعدية المنتقلة عبر الهواء.
- تشتمل هذه الواقيات على أقنعة تنفس أو أقنعة ذات قدرات عالية على ترشيح الهواء حيث تم تصميمها بحيث لا تسمح بمرور نسبة كبيرة جداً من الجزيئات (أكثر من 95%) التي يقل حجمها عن واحد ميكرون. وتتوافر تعليمات استخدام هذه الأجهزة عن طريق الشركة المصنعة التي راعت في تصميمها لهذه الأجهزة أن يتم إحكام الواقي جيداً عند منطقتي الأنف والفم لمستخدم هذا الواقي. وفي حالة عدم توافر هذه الأجهزة، يتحتم على العاملين الالتزام بارتداء الأقنعة لقياسية التي توفر لهم نوعاً من الحماية، ولا يستغنى بذلك عن الالتزام بالإجراءات الأخرى.

11 .2 .3 طرق الضبط والسيطرة الهندسية

أ- الإزالة أو الاستئصال

يُقصد به استئصال وإزالة المخاطر والتخلص منها بشكل نهائي من بيئة العمل وهو أكثر طرق التحكم فعالية. ويعتبر أسلوب إزالة المخاطر أو عمليات العمل

الخطرة أثناء طور تصميم المنشأة هو طريقة التحكم الأكثر سهولة وفعالية. وكما يمكن إتباع هذه الطريقة عند عمليات التطوير والتحديث للمنشأة.

تكمن أهمية عملية الإزالة للخطر أثناء التصميم من أن أي إجراء بسيط يمكن اتخاذه والمنشأة في طور البناء والتجهيز يمكن أن يشكل مشكلة معقدة بعد التنفيذ، كتعديل مواقع السلالم كأبسط مثال.

ب - الاستبدال

إذا تعذر إزالة المخاطر فيمكن اللجوء إلى مبدأ الاستبدال ويعني: تبديل وسيلة أو مادة كيميائية خطرة أو آلة أو عملية خطرة في العمل بأخرى أقل خطورة منها، أو بمعنى أصح أكثر أماناً. ومن أمثلة الاستبدال:

- مادة كيماوية: استبدال المنظفات الكيماوية بأخرى تُحَضَّر من منتجات طبيعية.
- عملية مساعدة: استبدال المكنسة اليدوية بمكنسة تعمل بمبدأ سحب الهواء على الأراضي الممتلئة بغبار المنشأة لمنع انتشاره في الهواء.

ج- التطويق

يقضي هذا المبدأ بتطويق الخطر في مصدره لمنع انتشاره، ويشمل تسوير الآلات، واستخدام الحساسات، وإجراءات التحكم في مصادر الطاقة. إذا ما تعذر استئصال أو استبدال المادة الخطرة أو عملية العمل الخطرة، فإن تطويقها هو الطريقة التالية الأفضل للتحكم، بحيث أن لا يتعرض العمال للمخاطر. فمثلاً:

- المواد السامة جداً التي يمكن أن تنطلق إلى الهواء، فإنه ينبغي أن تطوق من خلال استعمال أداة تداول آلية أو جهاز تطويق مغلق.
- عند وجود سيور متحركة على آلة ينبغي تطويق هذه السيور بغطاء خاص يمكن من العمل ويمنع احتكاك العامل مع الأجزاء الدوارة وبالتالي يخفض من إمكانية الإصابة.

- وضع حساسات للمكابس توقف الآلة عن العمل عند دخول يد العامل في مكان خاطئ.
- وضع أنظمة خاصة للتشغيل.

د- العزل

وهو عبارة عن عزل الآلة أو المادة الخطرة بعيداً عن باقي العاملين بالمنشأة.

هـ- التهوية

تعتبر التهوية من الأساليب الهامة جداً لأنها تحقق غايتين:

- سحب ملوثات الهواء الضارة كي لا تصل الملوثات في الهواء إلى الحيز الذي يتنفس ضمنه العاملين
- تبديل هواء مواقع العمل باستمرار كي لا تكون بيئة العمل حارة أو باردة أو جافة أو رطبة أكثر مما يجب.

ولتحقق التهوية المثلى يجب استخدام أسلوبين:

- تهوية *سالبة*: وتعني سحب الهواء المليء بالملوثات من موقع العمل.
- تهوية *موجبة*: تعويض الهواء النظيف في موقع العمل.

يمكن تقسيم التهوية بشكل عام إلى الأنواع التالية: التهوية الطبيعية، التهوية الصناعية، والتهوية المشتركة (طبيعية مع ميكانيكية).

التهوية الطبيعية: وهو أسلوب تهوية مشترك موجب وسالب ويعتمد على تغيير هواء بيئة العمل من خلال الاستفادة من سلوك الهواء الطبيعي عن طريق قوى الحمل الحراري، وقوى الرياح، وذلك من خلال الأبواب والشبابيك والفتحات المعدة لهذه الغاية في التصميم الهندسي للبناء. التهوية الطبيعية تعتمد على عدة عوامل أهمها:

- سرعة واتجاه حركة الهواء في الخارج.
- فرق درجة الحرارة بين جو الصالة والهواء الخارجي التي تؤثر على قوى الحمل الحراري.

- مواصفات البناء: من حيث حجم البناء، والتصميم الهندسي للبناء وتوزع الفتحات (الأبواب والنوافذ والفتحات الخاصة بالتهوية)، والمواد المستخدمة في البناء.

التهوية الصناعية (الميكانيكية): تعتمد هذه الطريقة على الوسائل الميكانيكية لسحب الهواء الملوث من جو الصالة وقد يتم تعويض الهواء النقي بدلاً منه. وتقسم هذه الطريقة إلى نوعين أساسيين هما التهوية العامة. والتهوية الموضعية.

أ- التهوية العامة: عبارة عن نظام ميكانيكي متكامل لسحب الهواء الملوث والتعويض بهواء نقي بدلاً عنه (أي موجب وسالب معاً) ويتم التحكم به إلكترونياً وهو أحد أكثر الطرق انتشاراً في الاستعمال.

- تستخدم هذه الطريقة لخفض تركيز الملوثات منخفضة ومتوسطة السمية إلى المستويات القياسية، وتوفير الهواء النقي في مواقع العمل،...

حالات استخدام التهوية العامة:

- توفير حاجة العمال من الهواء النقي.
- تنقية جو العمل أو تمديد تركيز الملوثات.
- تهوية الراحة: أي للتحكم بدرجات الحرارة والرطوبة.

ب- التهوية الموضعية: وهو أسلوب تهوية سالب فقط لأنه عبارة عن نظام سحب ميكانيكي للهواء يعمل باتجاه واحد. وتعمل هذه الطريقة على التخلص من ملوثات بيئة العمل الخطيرة والمرتفعة السمية من أقرب مسافة ممكنة من مصدر انتشارها لمنع انتشار هذه الملوثات في كافة أرجاء صالة العمل ويستحسن معالجة الهواء المسحوب قبل إطلاقه إلى البيئة.

ج- **التهوية المشتركة**: ويعتمد هذا النظام على التهوية الطبيعية بشكل رئيسي بالإضافة إلى مراوح ميكانيكية للمساعدة بإدخال أو إخراج الهواء أو الاثنين معاً.

يتوجب عند استعمال التهوية الموجبة، الأخذ في الاعتبار ما يأتي:

- فتحات لإدخال هواء نظيف كافٍ بشكل مدروس إلى حيز العمل بالنسبة للأماكن العامة ليتم تعويض الهواء المسحوب.
- الأماكن المغلقة والخطرة: يجب تأمين أجهزة تنفس محمولة مربوطة بقناع مثل:
  - اسطوانة هواء محمولة على الظهر
  - جهاز تهوية خارجية عن طريق خرطوم
  - يمكن استعمال فتحة هواء لإبعاد البقايا لتسهيل رؤية مكان العمل.

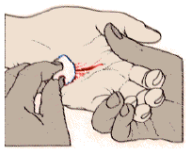
و- **إزالة الملوثات** عن طريق المراشح (الفلاتر)، والامتصاص، والادمصاص، والترطيب

- تنقية وتصفية عوادم الهواء بواسطة المراشح (الفلاتر): هذه الوسائل يمكنها إما أن تقضي تماماً على المواد الملوثة أو تعمل على فصل هذه المواد عن العادم المنطلق قبل أن ينبعث في الجو.
- السيطرة على الجسيمات المادية الدقيقة: الجسيمات الدقيقة هي أحد الملوثات الرئيسية في الهواء، وهي عبارة عن دقائق عالقة بالهواء تشمل الأغبرة وجسيمات الدخان والرذاذ. يمكن استخدام مرشحات الهواء للتحكم بالدقائق العالقة في الهواء الملوث.
- الترطيب عبارة عن نشر رذاذ المياه في بيئة العمل بغرض ترسيب الأغبرة والغبار العالق في جو العمل بالإضافة إلى خفض نسب الجفاف المؤثر على الخدمات المقدمة.

12. أحوال الطوارئ ذات الصلة بتداول النفايات الإلكترونية والكهربائية: الاستعداد والاستجابة

يجب أن يكون لكل منشأة نفايات خطرة خطة مفصلة لمواجهة حالات الطوارئ، وسيشير هذا الجزء إلى الإجراءات الأساسية لمواجهة حالات الطوارئ فيما يتعلق بإدارة النفايات الإلكترونية والكهربائية.

1.12. إصابات البشر (الأفراد)



- تحدث إصابات الأفراد بسبب الجروح والثقوب واحتكاك الأنسجة بالمواد المسننة وكذلك بسبب استنشاق المواد الكيميائية.

- ينبغي الحرص على توفير «صندوق للإسعافات الأولية» بكل من المنشآت التي تتعامل مع النفايات ذات الخطورة، بغرض تقديم خدمات الإسعاف للمصابين فوراً.
- في حال حدوث جرح/إصابة سطحية، فإن الإسعافات الأولية البسيطة تعتبر كافية للعلاج.
- في حال حدوث إصابات شديدة ينبغي العمل على استشارة الطبيب.
- في الأحوال القاسية ينبغي نقل المصاب إلى قسم الطوارئ لتلقي العلاج.
- في كل الأحوال يجب إبلاغ مسؤول/ مسؤولة وإدارة السلامة والصحة المهنية وكذلك مسؤولي التأمين الصحي بالحوادث والإصابات.

2.12. انسكاب/تناثر السوائل أثناء نقل مخلفات الرعاية الصحية ذات الخطورة

- إذا حدث انسكاب / تناثر للمواد الصلبة للنفايات ذات الخطورة داخل المنشأة، يجب على الفور جمع هذه النفايات بواسطة جاروف داخل كيس أو حاوية مناسبة.
- إذا حدث انسكاب/تناثر للمواد الصلبة للنفايات ذات الخطورة خارج المباني والطرقات الداخلية للمنشأة، يجب على الفور جمع هذه النفايات بواسطة جاروف داخل وعاء أو حاوية مخصصة لهذا النوع من النفايات بغض النظر عن كون هذه النفايات كانت داخل كيس أو حاوية تدل على خطورتها من عدمه.
- إذا حدث انسكاب لسوائل النفايات ذات الخطورة داخل المنشأة، يجب على الفور أن يقوم عامل جمع النفايات بإبلاغ مدير محطة تجميع النفايات الرئيسية بالحادث.
- إذا حدث انسكاب لسوائل النفايات ذات الخطورة خارج المباني والطرقات الداخلية للمنشأة، يجب على الفور إلقاء رمال أو التراب على موضع الانسكاب ثم جمعها بواسطة جاروف داخل وعاء أو حاوية مخصصة لهذا النوع من النفايات كما يجب العمل على إبلاغ مدير محطة تجميع النفايات الرئيسية بحوادث الانسكاب فور وقوعها.

إجراءات عملية للتعامل مع الانسكابات

- إخلاء المنطقة الملوثة.
- إزالة التلوث من عيون وجلد الشخص المتعرض فوراً.
- إبلاغ الشخص المسؤول المدرب على اتخاذ الإجراء المناسب، الذي يجب أن ينسق ويجري الترتيبات والتصرفات الضرورية.

- تحديد طبيعة المادة المنسكبة.
- إخلاء جميع الأفراد الذين ليس لهم علاقة بإجراءات التنظيف إذا كان الانسكاب يتعلق بمادة خطرة تحديداً.
- تقديم الإسعافات الأولية والعناية الطبية للأشخاص المصابين.
- تأمين المنطقة لمنع تعرض أشخاص إضافيين.
- توفير ملابس واقية مناسبة للأشخاص الذين يقومون بالتنظيف.
- الحد من انتشار المادة المنسكبة.
- معادلة أو تطهير المادة المنسكبة أو المادة الملوثة عند الحاجة إلى ذلك.
- جمع المواد المنسكبة والمواد الملوثة؛ لا يجب أبداً التقاط الأدوات الحادة باليد، ويجب استخدام فرشاة أو أداة للكنس أو الجاروف أو أي أدوات مناسبة أخرى. كما يجب أن توضع المادة المنسكبة والمواد الملوثة القابلة للتخلص منها والتي استخدمت في أعمال التنظيف في أكياس نفايات أو حاويات مناسبة للنفايات الخطرة.
- إزالة تلوث المنطقة مع تطهيرها وتجفيفها بقطعة قماش ماصة، مع الحد من نشر المادة الملوثة. كما يجب أن تتم عمليات إزالة التلوث من أقل الأجزاء تلوثاً لأكثرها تلوثاً، مع تغيير قطعة القماش الماص في كل مرحلة؛ ويجب استخدام قطع القماش الجافة في حالة انسكاب السائل، أما التناثر الصلب فيجب استخدام قطع قماش مبللة بالماء.
- شطف المنطقة وتجفيفها بمسحها بقطع القماش الماص.
- إزالة تلوث وتطهير أية أدوات تم استخدامها.
- خلع الملابس الواقية وإزالة تلوثها وتطهيرها إذا كان ذلك ضرورياً.
- طلب العناية الطبية إذا حدث تعرض للمادة الخطرة أثناء عمليات التنظيف.

3.12. حدوث قطع أو دمار بعبوات جمع النفايات بالأقسام أو حجرات التخزين الوسيطة

- إذا حدث قطع أو دمار بعبوات جمع النفايات (أكياس أو عبوات/حاويات) داخل أحد المنشآت، يجب على الفور إعادة تعبئة النفايات في كيس أو عبوة أخرى من نفس النوع المقطوع أو المدمر.

- إذا تناثرت المحتويات الحادة ينبغي أخذ أقصى خطوات الحذر والحيطة عند إعادة تعبئتها وذلك باستخدام قفازات سميكة خلال هذه العملية أو باستخدام جاروف لالتقاط المواد المتناثرة ووضعها في وعاء (حاوية).
- إذا تم قطع أو دمار أحد الأكياس الكبيرة في مواقع تخزين النفايات، يعاد تحميل الحاوية في أخرى سليمة.
- إذا تم قطع أو دمار أحد عبوات السوائل المختلفة بموقع تخزين النفايات، ينبغي إعادة ملء عبوات أخرى بالسوائل المتخلفة قبل انسكابها على الأرضية، وإذا حدث ذلك يجب العمل فوراً على تنظيف موضع الانسكاب.

4.12. وجود استعدادات لمكافحة الحريق

- وصف للموقع: (المساحة – الحدود) .
- وصف عناصر الموقع: المباني ومساحتها – نوعية البناء - عنابر الخدمات – المخازن – المرافق ويتضمن هذا عدد الأبواب وكافة أنواع التخزين في كل عنصر.
- خطة التأمين: تتضمن مصادر مياه شبكة الحريق بالتفصيل (عدد خزانات وحنفيات الحريق- سعة خزانات الحريق وطرق تشغيل شبكة الحريق-

البدائل الموجودة في حالة انقطاع التيار الكهربائي)، أجهزة الإطفاء اليدوية (عددها – نوع محتوياتها: مسحوق أو ثاني أكسيد الكربون أو رمل أو هالون – وزن المحتويات).

13. تقوية الهياكل التشريعية والمؤسسية والفنية ذات الصلة بإدارة النفايات الإلكترونية

1.13. تشريعات العمل الدولية والعربية ذات الصلة بإدارة النفايات الإلكترونية والصحة والسلامة المهنية

اتفاقية بازل

تعتبر اتفاقية بازل البروتوكول العالمي الوحيد الساري الذي يراقب عمليات نقل النفايات الإلكترونية والكهربائية الخطرة عبر الحدود. حيث توفر قاعدة عالمية لإدارة هذه النفايات بطريقة تحمي صحة البشر والبيئة.

جرى التصديق على اتفاقية بازل في 22 آذار عام 1989 كرد فعل للإنتاج العالمي السنوي لمئات الملايين من أطنان النفايات الخطرة على صحة الإنسان والبيئة، والحاجة الماسة للتدابير الدولية اللازمة للتعامل مع نقل هذه النفايات عبر الحدود، ولضمان إدارتها والتخلص منها بطريقة سليمة بيئياً. دخلت اتفاقية بازل الخاصة بالتحكم في نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود حيزَ النفاذ في أيار/مايو 1992؛ وتضم الآن 163 من الأطراف.

هناك بروتوكول بازل الخاص بإمكان التعويض عن الخسائر الناتجة عن نقل النفايات الخطرة عبر الحدود والتخلص منها. ويتناول هذا البروتوكول الخسائر التي قد تنتج خلال عمليات نقل النفايات الخطرة وغيرها عبر الحدود، ويشمل ذلك الاتجار غير المشروع وطرق التخلص منها. ويشمل البروتوكول نظامَ مسؤولية

صارماً على من لا يقوم بالإبلاغ، وضرورة عمل إجراءات للوقاية ووضع حدود مادية وزمنية للمسؤولية مع ضمانات تأمينية ومادية أخرى وآليات مادية لتعويض الخسائر؛ ولم توضَع هذه النقاط في حيز النفاذ بعد.

نجحت اتفاقية بازل في العقد الأول من عملها، في إرساء نظام عالمي فعال ينظم نقل النفايات الخطرة وغيرها من النفايات عبر الحدود. كما ساهمت في زيادة الوعي العام بهذه القضية الحرجة، وشكلت مبادرات إقليمية قوية لتسهيل التنفيذ الوطني، إلى جانب تطوير الجوانب التقنية والمبادئ التوجيهية من أجل الإدارة السليمة بيئياً للنفايات الخطرة وغيرها من النفايات.

تصنف النفايات الإلكترونية في اتفاقية بازل، وتوصف هذه النفايات بأنها نفايات خطرة بموجب الاتفاقية عندما تحتوي على مكونات مثل:

1. المركمات والمدخرات (البطاريات) الأخرى.
2. بدالات الزئبق والزجاج من مصابيح الأشعة المهبطية وغير ذلك من الزجاج المنشط.
3. مكثفات ثنائي الفينيل متعدد الكلور أو عندما تكون ملوثة بالكادميوم والزئبق والرصاص أو ثنائي الفينيل متعدد الكلور.
4. رماد المعادن النفيسة الناجم عن ترميد لوحات الدائرة المطبوعة، ونفايات الزجاج من مصابيح الأشعة المهبطية وغيره من الزجاج النشط.

اتفاقية مينماتا بشأن الزئبق

في 19 كانون الثاني/يناير 2013 - وصلت أكثر من 140 دولة إلى اتفاق على أول معاهدة دولية للحد من انبعاث الزئبق وانطلاقه في الهواء والماء والأرض. وقد تم التوقيع على الاتفاقية في تشرين الأول/أكتوبر 2013 في مينماتا، وهي المدينة اليابانية التي سميت الاتفاقية باسمها. وقد عانت مدينة مينماتا من تلوث

خطـير بـالزئبق بـسبب انطـلاق الزئبـق في خلـيج ميناماتـا مـن مـصنع محلـي للكيماويات، وقد قتل نتيجة لذلك أكثر من 10 آلاف شخص.

تحـد اتفاقيـة ميناماتـا مـن التوريـد والاتجـار في الزئبـق واسـتخدام الزئيـق المـضاف إلى المنتجـات والعمليـات الـصناعية (كالبطاريـات، ومـصابيح الفلورسـنت المدمجة، والمصابيح الفلورية الخطية، ومستحضرات التجميل، والمبيدات الحشرية، والأملغم السني، والأجهزة الطبية مثل موازين الحرارة). وسيتم ذلك على مراحل حتى حلول عام 2020. كما تحظر الاتفاقية التعدين الأولي للزئبق وتعمل على تخفيض استخدام الزئبق في محطات توليد الطاقة التي تعمل بالفحم، ومناجم الذهب الصغيرة، وفي إنتاج الأسمنت.

اتفاقية ستوكهولم

صدرت عن المجتمع الدولي اتفاقية «ستوكهولم للملوثات العضوية الثابتة» والتي بدأ العمل بها فعلياً بعد أن تم تصديق العدد المطلوب من الدول عليها.

إن أهمية هذه الاتفاقية ترجع إلى أنها تتعامل مع ما يسمى «المواد العضوية الثابتة» ويعتبر أبرز مثال لها هو المبيدات بأنواعها. وكذلك تلك الناجمة عن النفايات الإلكترونية والكهربائية.

ونظراً لانتشار المبيدات بأشكال مختلفة في حياتنا اليومية سواء المرتبطة بالزراعة أو المبيدات المنزلية، فإننا بحاجة ماسة للتعرف على هذه الاتفاقية وكيفية الإدارة والتعامل مع الملوثات العضوية الثابتة.

اتفاقية روتردام

لقد تم التصديق على اتفاقية روتردام والخاصة بإجراء الموافقة المبدئية المسبقة العلم على بعض الكيماويات والمبيدات الخطيرة في التجارة الدولية في 10 سبتمبر 1998 ودخلت حيز التنفيذ في 24 /2/2004 . والهدف منها هو حماية صحة الإنسان والبيئة من بعض الكيماويات الخطرة عن طريق دعم المشاركة في المسؤولية وتعاون الأطراف المختلفة فيما يتعلق بالتجارة الدولية والاستخدام

السليم بيئياً وذلك بتسهيل تبادل المعلومات الهامة وتقديم عملية متفق عليها لصنع القرارات الوطنية الخاصة باستيراد وتصدير هذه الكيماويات حيث تم توزيع هذه القرارات الوطنية على جميع الأطراف. وتتضمن الاتفاقية الإجراءات الخاصة للحصول على وتوزيع قرارات الدول المستوردة المتعلقة بعمليات الشحن المستقبلية لبعض الكيماويات والتأكد من التزام الدول المصدرة بهذه القرارات. والنتيجة هي أن جميع الأطراف ملزمون بعدم تصدير 41 نوعاً من المبيدات والكيماويات الصناعية التي حددتها الاتفاقية بدون موافقة الدولة المستوردة مسبقة العلم. وهناك شروط لتبادل المعلومات المحددة بين الإطراف ولتصنيف الكيماويات الخطرة التي قد تستورد أو تصدر، ولإعلام الأطراف بأي قرارات وطنية لحظر استخدام مادة كيماوية أو تقييد استخدامها بشدة. وسوف يتم إضافة كيماويات أخرى إلى قائمة الاتفاقية في المستقبل عن طريق عملية محددة تقوم فيها " لجنة مراجعة الكيماويات" بتقييم الكيماويات المرشح ضمها للقائمة والتي تشمل المبيدات الخطرة التي تحددها الدول النامية أو الدول التي يمر اقتصادها بمرحلة انتقالية وكذلك الكيماويات أو المبيدات التي تم حظرها أو تقييد استعمالها لأسباب تتعلق بالصحة والبيئة والتي يحددها الأطراف في موقعين جغرافيين على الأقل. ولقد اتفقت الأطراف على التعاون في عملية دعم المساعدة الفنية وبناء القدرات في تنفيذ الاتفاقية ولكن لا توجد آلية مادية محددة .

الاتفاقية الدولية رقم 155 بشأن الصحة والسلامة المهنيتين:

المادة 1

- تنطبق هذه الاتفاقية على جميع فروع النشاط الاقتصادي
- يجوز لأي دولة عضو تصدق على هذه الاتفاقية، بعد التشاور بأسرع ما يمكن مع منظمات أصحاب العمل والعمال المعنية، أن تستثني من تطبيقها، جزئياً أو كلياً، فروعاً معينة من النشاط الاقتصادي تنشأ بشأنها مشاكل خاصة ذات طابع هام، مثل الشحن البحري أو صيد الأسماك.

- تبين كل دولة عضو تصدق على هذه الاتفاقية في التقرير الأول عن تطبيق الاتفاقية، الذي تقدمه بموجب المادة 22 من دستور منظمة العمل الدولية، الفروع التي استثنتها وفقاً للفقرة 2 من هذه المادة، مع بيان أسباب هذا الاستثناء. وتوضح التدابير المتخذة لتوفير حماية كافية لعمال الفروع المستثناة، وتبين في التقارير اللاحقة أي تقدم محرز صوب توسيع نطاق التطبيق.

المادة 2

- تنطبق هذه الاتفاقية على جميع العمال في فروع النشاط الاقتصادي التي تدخل في نطاقها.
- يجوز لأي دولة عضو تصدق على هذه الاتفاقية، بعد التشاور بأسرع ما يمكن مع منظمات أصحاب العمل والعمال المعنية، أن تستثني من تطبيقها، جزئياً أو كلياً، فروعاً معينة من النشاط الاقتصادي تنشأ بشأنها صعوبات معينة.
- تبين كل دولة عضو تصدق على هذه الاتفاقية في التقرير الأول عن تطبيق الاتفاقية، الذي تقدمه بموجب المادة 22 من دستور منظمة العمل الدولية، أي فئات محدودة من العمال تكون مستثناة وفقاً للفقرة 2 من هذه المادة، مع بيان أسباب هذا الاستثناء. وتبين في التقارير اللاحقة أي تقدم محرز صوب توسيع نطاق التطبيق.

الاتفاقية الدولية رقم 161 بشأن خدمات الصحة المهنية

المادة 3

- تتعهد كل دولة عضو بأن تقيم تدريجياً أقساماً للصحة المهنية لجميع العمال، بما فيهم العاملون في القطاع العام وأعضاء التعاونيات الإنتاجية، في جميع فروع النشاط الاقتصادي وفي جميع المؤسسات، وينبغي أن تكون الترتيبات المتخذة لهذا الغرض كافية ومناسبة لمواجهة المخاطر الخاصة بالمؤسسات.
- تضع كل دولة عضو خططاً لإقامة أقسام للصحة المهنية إن لم يكن في المستطاع إقامة هذه الأقسام فوراً في جميع المؤسسات، بالتشاور مع أكثر المنظمات تمثيلاً لأصحاب العمل والعمال، حيث وجدت.

- تشير كل دولة في التقرير الأول عن تطبيق الاتفاقية الذي تقدمه بموجب المادة 22 من دستور منظمة العمل الدولية، إلى الخطط التي وضعتها عملاً بالفقرة 2 من هذه المادة. وتبين في تقاريرها اللاحقة أي تقدم أحرز في تطبيقها.

الاتفاقية الدولية رقم 187 بشأن الإطار الترويجي للصحة والسلامة المهنية

يهدف الإطار الترويجي للصحة والسلامة المهنية إلى تأمين إدارة متماسكة ومنهجية للصحة والسلامة المهنية ودعم الاعتراف بالاتفاقيات الأخرى من أجل منع الحوادث والأمراض والوفيات المهنية:

أهم أهداف الاتفاقية هي:

- إجراء التحسينات المستمرة على الصحة والسلامة المهنية للوقاية من الإصابات والأمراض والوفيات المهنية؛
- اتخاذ تدابير نشطة ترمي إلى تحقيق بيئة عمل آمنة وصحية على تدريجي؛
- النظر، بصورة دورية، في التدابير التي يمكن اتخاذها للتصديق على اتفاقيات منظمة العمل الدولية ذات الصلة بالصحة والسلامة المهنية؛
- تعزيز ثقافة وقائية «للصحة والسلامة المهنية».

تدعو الاتفاقية إلى إجراء استشارات اللجان الثلاثية على ضوء معايير العمل الدولية وتطوير الأدوات التالية:

- سياسة وطنية: لتعزيز بيئة عمل صحية وآمنة
- نظام وطني: يشمل آليات عدة على غرار القوانين والأنظمة والأنشطة الثلاثية، والتعليم، والتدريب، والأبحاث، والإحصاءات لضمان تطبيق السياسة وفعاليتها
- برنامج وطني: يشمل الأولويات، والمهل الزمنية، ووسائل العمل، وتقييم التقدم في وضع الصحة والسلامة المهنية.

الاتفاقية الدولية (170) بشأن السلامة في استعمال المواد الكيميائية بالعمل

تمت مناقشة موضوع السلامة في استعمال المواد الكيميائية بالعمل باجتماع مؤتمر العمل الدولي بدورته الـ (77) بتاريخ 1990/6/6، وتقرر أنه من الضروري تقليل الأمراض والإصابات الراجعة إلى أسباب كيميائية في العمل، وذلك من خلال:

- ضمان تقييم كل المواد الكيميائية لتحديد مخاطرها.
- تزويد أصحاب العمل بوسيلة للحصول من المورّدين على المعلومات عن المواد الكيميائية.
- تزويد العمال بالمعلومات عن المواد الكيميائية في أماكن العمل والتدابير الوقائية المناسبة.
- وضع مبادئ لضمان استعمال المواد الكيميائية استعمالاً مأموناً.

وقد تقرر أن تتخذ هذه المقترحات شكل اتفاقية دولية، وسميت اتفاقية المواد الكيميائية، وتتألف من عدة عناصر، في ما يلي عرض سريع لها:

- تنطبق هذه الاتفاقية على كل فروع النشاط الاقتصادي التي تستعمل فيها المواد الكيميائية.
- يجوز للسلطة المختصة في الدولة العضو التي تصدق على الاتفاقية، وبعد التشاور مع أكثر المنظمات تمثيلاً لأصحاب العمل وللعمال، وعلى أساس تقييم الأخطار المتضمنة وتدابير الحماية واجبة التطبيق، ما يلي:
- أن تستثني من نطاق انطباق هذه الاتفاقية أو بعض أحكامها فروعاً من النشاط الاقتصادي أو منشآت أو منتجات معينة وذلك:
  - إذا ظهرت مشاكل خاصة ذات طابع جوهري.

▫ إذا كانت الحماية العامة المتاحة بموجب القوانين والممارسات الوطنية لا تقل في مجملها عن الحماية التي يمكن أن تنشأ عن التطبيق الكامل لأحكام هذه الاتفاقية.

- أن تضع السلطة المختصة أحكاماً خاصة لحماية المعلومات السرية التي يمكن لإفشائها لمنافس أن يسبب ضرراً لمشروع صاحب العمل، وعلى ألا يؤثر هذا على صحة وسلامة العمال.
- لا تنطبق هذه الاتفاقية على الأدوات التي تعرض العمال لمواد كيميائية خطرة في ظل الظروف الطبيعية أو التي يمكن توقعها للاستعمال.
- لا تنطبق هذه الاتفاقية على الكائنات العضوية، لكنها تنطبق على المواد الكيميائية المستمدة من الكائنات العضوية.

الاتفاقية العربية رقم (7) بشأن السلامة والصحة المهنية

وتنص في عدد من أحكامها على ما يلي:

- يجب الاهتمام بإنشاء أجهزة خدمات السلامة والصحة المهنية في المنشآت التي يحددها التشريع، للقيام بالإشراف على ظروف العمل، والقيام بالتثقيف الصحي والتوعية الوقائية.
- يجب إجراء الفحص الطبي للعامل قبل التحاقه بالعمل الذي يتناسب مع قدراته الصحية البدنية والعقلية والنفسية عند التعيين، وكذا إجراء الفحص الطبي الدوري على العمال للمحافظة على لياقتهم الصحية.
- يجب تقديم الإسعافات الأولية وعلاج الحالات الطارئة داخل المنشأة، كذا توفير الخدمات الطبية داخل أو خارج المنشأة كقسم مستقل.
- على صاحب العمل تسجيل حوادث العمل وأمراض المهنة وإخطار الجهات المختصة بها.

- يجب إنشاء جهاز تفتيش خاص بالسلامة والصحة المهنية مدعماً بالكوادر المتخصصة وبالأجهزة ومعدات القياس وإعطاء هذا الجهاز سلطة الضبطية القضائية وإشراكه في وضع اشتراطات السلامة والصحة المهنية للترخيص بإقامة المنشآت.
- يجب الاهتمام بالتدريب في هذا المجال عن طريق إنشاء مركز خاص بالأمن الصناعي في كل دولة عربية لإجراء التجارب وعرض أحدث وسائل الوقاية وتنظيم الدورات التدريبية.
- يجب أن تكون مادة السلامة والصحة المهنية ضمن برامج التعليم في الدراسات النظرية والتطبيقية وفي معاهد ومراكز التدريب الفني والمهني.
- ضرورة إنشاء لجنة عربية عليا للسلامة والصحة المهنية في إطار منظمة العمل العربية، وإنشاء لجنة وطنية على مستوى كل دولة عربية ولجان على مستوى المنشآت ذات النشاط الذي قد ينشأ عنه الخطر ويراعى في تشكيل هذه اللجان التمثيل الثلاثي، ما عدا لجان المنشآت فيكتفى فيها بالتمثيل الثنائي (العمال وأصحاب الأعمال)، وتختص هذه اللجان برسم وتنسيق السياسة الخاصة بالسلامة والصحة المهنية، والعمل على حماية العمال من المخاطر التي تنشأ عن العمل.

الاتفاقية العربية رقم (13) بشأن بيئة العمل

وتنص في عدد من أحكامها على ما يلي:

- تلتزم كل دولة عربية تصدق على هذه الاتفاقية بما يلي:

(أ) حمية وتحسين بيئة العمل وجعل محيطه أكثر إنسانية وملاءمة للقدرات البشرية للعاملين.

(ب) وضع معايير للحدود القصوى للعوامل المؤثرة في بيئة العمل.

- يجب اختيار مواقع مناسبة لإقامة المنشآت عليها ضماناً لما يلي:

(أ) حماية عمال هذه المنشآت من أخطار البيئة المجاورة لأماكن العمل.

(ب) حماية الجوار والبيئة العامة من الأخطار التي تنجم عن هذه المنشآت.

- يجب عند إقامة منشآت جديدة التنسيق بين كافة الأجهزة المعنية للتأكد من توفر الشروط الضرورية لحماية بيئة العمل.
- يجب أن تتوفر في أماكن العمل الشروط الصحية من حيث النظافة والسلامة من التلوث بالعوامل الحية المسببة للأمراض.
- يجب :

1- حماية العاملين وبيئة العمل من أخطار المواد الكيميائية (الصلبة – السائلة – الغازية) وتفاعلاتها.

2- اتخاذ الإجراءات اللازمة لاستبدال المواد الأولية الصناعية الخطرة والضارة بمواد أخرى أقل خطراً وضرراً.

3- العمل على تحقيق التلاؤم بين الإنسان والآلة والحد من الإرهاق والسعي للحصول على آلات سهل التعامل معها بأقل جهد ممكن.

4- العمل على تحويل الأعمال اليدوية المجهدة والمرهقة إلى أعمال آلية كلما أمكن ذلك شريطة ألا يؤثر ذلك على الإنتاج وقوة العمالة.

2.13 التشريعات الوطنية لعدد من الدول

يتضمن الإطار التشريعي لأي منظومة جانبين هامين، الجانب الأول يشمل القوانين واللوائح والقرارات والأحكام الوطنية أما الجانب الآخر فيشمل الاتفاقيات الدولية بين الحكومات. تشكل التشريعات (القوانين، القرارات، اللوائح) الأداة الضرورية لمساندة تنفيذ السياسات والأهداف المحددة وتحديد علاقات الارتباط والمسؤوليات وسبل الرقابة والمحاسبة، وتقنين الكيفية التي يجب أن تؤدى بها المهام

المختلفة. فمثلاً، يستلزم تطبيق سياسة «المسؤولية الممتدة» تحديد مسؤوليات وأدوار الجهات المشاركة خلال دورة الحياة الكاملة منذ بداية عملية الإنتاج واستخدام المواد المختلفة وحتى عمليات المعالجة والتخلص النهائي متضمناً عمليات إعادة الاستخدام والتدوير والاسترجاع، كما تستلزم أيضاً تقنين النواحي الاقتصادية الخاصة – مثلاً – بتوفير تكلفة العمليات المختلفة واسترجاع هذه التكاليف. وأيضاً، من البرامج التي تم تطبيقها في بعض الدول برامج إعادة مخلفات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية لجهات التصنيع لإعادة تدويرها مقابل مصروفات رمزية. لضمان تنفيذ هذا الإجراء يلزم إصدار تشريع ملزم بذلك.

(1) دول الاتحاد الأوروبي

حدد الاتحاد الأوروبي هدفين لمواجهة مشكلة مخلفات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية:

- الهدف الأول: منع تولد مخلفات كهربائية/إلكترونية وتشجيع عمليات إعادة الاستخدام والتدوير وبعض أشكال إعادة الاسترجاع لتخفيض كمية هذه النفايات حتى يمكن الوصول إلى منعها تماماً.
- الهدف الثاني: حظر استخدام المواد الخطرة في المعدات والأجهزة الكهربائية والإلكترونية لتحسين عمليات الاسترجاع والتدوير وتخفيض المخاطر البيئية وبالتالي حماية الصحة البشرية.

أصدر الاتحاد الأوروبي القرارات المساندة لتحقيق هذه الأهداف.

بالنسبة للهدف الأول: تضمنت هذه القرارات بنوداً عديدة ترتبط بمراحل دورة حياة النفايات، من هذه البنود:

أ- **مرحلة التصميم والتصنيع:** على الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي تشجيع تصميم وإنتاج الأجهزة التي يسهل تفكيك وإعادة استرجاع وتدوير مكوناتها.

ب- **مرحلة التجميع:** على الدول الأعضاء توفير نظم مستقلة لفصل وتفكيك هذه النفايات مع العمل على تخفيض كمية النفايات التي يتم التخلص منها غير مفككة، مع التأكد من الوصول إلى تحقيق بعض المرامي المحددة في هذا القرار.

ج- **مرحلة المعالجة.** على منتجي الأجهزة تطبيق أحدث الأساليب الفنية لعمليات المعالجة وإعادة التدوير والاسترجاع، وبما يتوافق مع الإرشادات التي تضمنتها هذه التشريعات، مع ضرورة حصول منشأة المعالجة على تصريح من الجهات المختصة.

د - **عمليات الاسترجاع:** على منتجي الأجهزة توفير النظم المناسبة للاسترجاع، وأن يصل متوسط نسبة الاسترجاع في نهاية كانون الأول/ديسمبر 2006 إلى 70% - 80 % على الأقل حسب نوع وحجم الأجهزة. ويتم تعديل هذه المرامي في نهاية كانون الأول/ديسمبر 2008.

بالنسبة للهدف الثاني: فقد صدر قرار بشأن حظر استخدام مواد خطرة معينة في الأجهزة الكهربائية والإلكترونية، وبموجبه بدءاً من شهر تموز/يوليو 2006، يتم استبدال المواد الخطرة التالية بمواد أخرى أقل خطورة: الرصاص، الزئبق، الكادميوم، الكروم سداسي التكافؤ، مركبات ثنائي الفينول متعددة البروم (PBBs, PBDEs).

(2) الولايات المتحدة الأمريكية

أصدرت الولايات المتحدة الأمريكية تشريعاً خاصاً بالنفايات الإلكترونية يهدف إلى:

- تشجيع عمليات إعادة الاستخدام والتدوير والاسترجاع وإرساء قواعد النظم الاقتصادية والفنية الملائمة.

- تخفيض خطورة هذه النفايات.
- حظر التخلص من هذه النفايات في مواقع النفايات البلدية.
- وقد تضمن هذا التشريع ضمن بنوده:

أ- في بعض الولايات: تشريع تجميع عشرة دولارات على كل جهاز يتم بيعه، وتجميع هذه المبالغ في صندوق خاص بتنشيط ودعم عمليات إعادة تدوير مخلفات هذه الأجهزة.

ب- **في ولايات أخرى**: بدء من أول كانون الثاني/يناير 2005 منع أي شخص أو جهة من التخلص من وحدات أنابيب الأشعة المهبطية ((CRTS في مواقع غير محددة لهذا الغرض (بواسطة السلطات المختصة) مع عدم استقبال المحطات الوسيطة أو مواقع الردم الصحي أو محارق النفايات لهذه الوحدات المستخدمة.

ج- حظر التخلص من الأجهزة المحتوية على مواد خطرة مع النفايات الصلبة البلدية، ومطالبة جهات التصنيع بتوفير مراكز تجميع وتفكيك لهذه النفايات مع برامج توعية.

د- إلزام كل مدينة بإنشاء مراكز تجميع دائمة لاستقبال الأجزاء الخطرة ومن بينها وحدات أنابيب الأشعة المهبطية (CRTS).

14. قصص النجاح

1.14. إعادة تدوير الحاسب بشركة دل (Dell)

اطلقت شركة دل (Dell) برنامجاً لتدوير منتجاتها من أجهزة الحاسب المستعمل، ونفس الشيء بالنسبة للطابعات والمواد الأخرى ذات الصلة بها، وذلك عبر 1500 مخزن في عموم الولايات المتحدة الأمريكية. ويعد هذا البرنامج الأكبر في برامج إعادة التدوير للمواد الإلكترونية في أمريكا وبشكل مجاني. تعد شركة دل (Dell) الرائدة في مجال تدوير مواد أجهزة الحاسوب، فقد استطاعت أن تجمع ما يقرب من 102 مليون رطل من مواد تجهيزات الحواسيب من المستهلكين عام 2007 وبزيادة قدرها 20 % عن سنة 2006 ويخضع هذا البرنامج لتعليمات واشراف وكالة الحماية البيئية (EPA) والذي ينص على منع تصدير النفايات أو دفنها أو أي مواد لها تأثير حساس وسالب على البيئة. وهذا البرنامج، بالإضافة إلى مردودة البيئي، فأنه له مردود تربوي يتمثل في زيادة الوعي لدى المستهلك بأهمية البيئة والحفاظ عليها، وإسهامه بشكل مباشر في برامج مجتمعية لحماية البيئية من خلال إعادة تدوير المواد الإلكترونية ذات الخطورة الكبيرة على البيئة.

2.14. تجربة تايوان في تدوير الأقراص المدمجة (CD)

وضعت جمعية حماية البيئة في تايوان برنامج وتعليمات لتشجيع تدوير الأقراص المدمجة حيث تعتبر تايوان أكبر منتج في العالم للأقراص المدمجة، أذ يبلغ إنتاجها بحدود 2.8 مليار قرص بالسنة ويصدر منها ما يقرب من 4.7 مليار قرص والمتبقي من الإنتاج والبالغ 800 مليون قرص يتم استهلاكها في السوق المحلية

وليتحول في نهاية المطاف إلى مواقع الدفن للنفايات أو الأفران لحرقها على الرغم من احتوائها على مواد متنوعة وخطرة مثل الألومنيوم، الفضة، التيتانيوم، البلاستيك والتي يمكن أن يتولد منها مواد سامة وخطرة على البيئة.

وفي دراسة للجمعية وجدت وبشكل تقريبي بأن عمر القرص يمكن أن يستمر بحدود 3 إلى 4 سنوات، وأن معدل التالف من مجموع الإنتاج المحلي يمثل 60 مليون قرص مدمج وهو ما يساوي نحو 990 طن ترمى كل سنة. ومن الممكن لهذه الأرقام أن تتسع وتكبر مستقبلاً من جراء الاستخدام الواسع المتنوع للأقراص المدمجة. ومن أجل ذلك فقد وضع هذا البرنامج لتدوير الأقراص المدمجة واستطاعت إحدى الشركات في تايوان من إنتاج ما يقرب من 400 طن من المواد البلاستيكية شهرياً ومن خلال إعادة التدوير للأقراص المدمجة.

3.14 إعادة تدوير مواد البلاستيك في مدينة نيويورك

اتخذت إدارة مدينة نيويورك قراراً بالمصادقة على المقترح المقدم من مجلس الكيمياء الأمريكي (American Chemistry Council) لمدينة نيويورك والذي يتعلق بإقرار قانون في إعادة تدوير المواد والأكياس البلاستيكية المستخدمة من قبل المستهلكين عند تعاملهم مع تجار التجزئة. يتضمن المشروع تزويد أصحاب المتاجر الكبيرة لزبائنها بأكياس معينة لجمع مواد وأكياس البلاستيك التي تكون بحوزتهم لاحقاً وتسليمها إلى صناديق مخصصة لذلك لإعادة تدويرها مرة أخرى لكي يتم تحويلها إلى منتجات جديدة كالحقائب، الأساور البلاستيكية، مواد الزينة للمناسبات والاحتفالات، لعب الأطفال. وتشير الإحصاءات أنه بعد تطبيق هذا القانون في عموم المدينة ازدادت نسبة تدوير المواد البلاستيكية بمقدار 26 % عما هو عليه في سنة 2006 ويتوقع أن تزداد الكمية بشكل كبير لإعادة التدوير بدلاً مما كان معمول به في السابق بإرسالها إلى مواقع طمر النفايات وما يترتب على ذلك

من أضرار كبيرة في البيئة جراء الفترة الزمنية الطويلة التي تستغرقها لكي تتحلل بالتربة والتي قد تصل إلى 1000 سنة؛ علماً بأن الإحصاءات تشير إلى كون المواد البلاستكية تكون بمعدل عام نسبته 5 – 8 % من مجمل النفايات المرسلة إلى مواقع الطمر.

4.14 بنك إعادة التدوير

تتحمل إدارة مدينة هارتفورد Hartford في الولايات المتحدة الأمريكية مبلغ قدره 72 دولار من أجل قيامها بعملية سحب طن واحد من النفايات وإيصالها إلى موقع الطمر، وقد قامت في عام 2005 بسحب ما يقرب من 109 ألف طن من النفايات المتولدة في المدينة. ولمواجهة هذه التكلفة العالية فقد قامت إدارة المدينة وبالتعاون مع أحد المصارف بوضع برنامج على شبكة الانترنت وعلى موقعها الرسمي، لتشجيع المواطنين للقيام بعملية إعادة التدوير للنفايات وقد أاطلقت على هذا البرنامج اسم "بنك إعادة التدوير Recycle Bank " للحفاظ على البيئة. وبموجب البرنامج يستطيع المواطن أن يحقق عدداً من النقاط نظير قيامه بعمليات التدوير والمساهمة بها، ويحصل مقابل ذلك على كوبونات تخفيض لمشترياته في أكثر من 400 شركة ومتجر في المدينة وبمختلف المجالات من السلع والخدمات. إن الهدف من هذا البرنامج هو جعل الناس أكثر وعياً تجاه البيئة وأهمية حمايتها من جانب، ولتتمكن إدارة بلدية المدينة من تخفيض كمية النفايات التي تقوم بسحبها؛ وهذا من شأنه أن ينعكس على تخفيض في التكاليف التي تتحملها من أجل تحقيق نظافة المدينة من النفايات وتقليل تأثيرها السلبي على البيئة. ومن أجل تنفيذ المشروع فقد وضعت البلدية حاويات بلاستيكية مختلفة الألوان لرمي النفايات فيها وكل حسب مجموعتها من الأوراق، الزجاج، البلاستيك، الفولاذ، الأطعمة..الخ)

حققت الحملة لاحقاً نجاحات كبيرة وللطرفين: المواطن وإدارة البلدية). وفي هذا الجانب يمكن الإشارة أيضاً إلى أن ولاية كاليفورنيا تعُد من أفضل الولايات في إعادة التدوير حيث تصل المواد المعاد تدويرها إلى 60 % من مجمل المواد التي تتعامل بها، وتأتي من بعدها - بحدود 45 % - ولايات جورجيا وأركانسو وألاسكا، حيث تصل المواد المعاد تدويرها فيها إلى نسبة 23 – 32 % من مجمل المواد التي تتعامل بها.

15. خلاصة وتوصيات

1.15 خلاصة

خلال العقود الثلاثة الماضية حدث ارتفاع كبير في معدلات استخدام الأجهزة الكهربائية والإلكترونية بشكل عام، وأجهزة الاتصالات والمعلومات بشكل خاص. أيضاً، زادت – بشكل كبير – أعداد الأفراد الذين يستخدمون هذه الأجهزة؛ بالتالي، من المتوقع حدوث زيادة كبيرة الآن وخلال السنوات القادمة في عدد هذه الأجهزة؛ ومع تقادم الأجهزة المستخدمة بالفعل منذ سنوات عديدة، فمن المتوقع أيضاً زيادة كمية النفايات الناتجة عنها.

بالرغم من بذل بعض الجهود في مجال إعادة استخدام وإعادة تدوير بعض مكونات هذه الأجهزة في عدد من البلدان العربية، فإن عملية استرجاع المواد الخطرة والثمينة والمواد ذات القيمة الاقتصادية تحتاج إلى التنظيم بهدف زيادة فاعليتها وتخفيف المخاطر الصحية والبيئية التي يمكن أن تنجم عنها.

أيٌ كانت مستويات تنفيذ الأنشطة المتعلقة بالتدوير، فإن مشكلة التخلص من هذه النفايات تمثل تهديداً بعيد المدى للبيئة والصحة العامة (نظراً لأنها مصدر للمعادن الثقيلة والملوثات العضوية في النفايات الصلبة) خاصة في ضوء الأوضاع القائمة في كثير من الدول وضعف مستويات إدارة النفايات الصلبة بشكل عام مع محدودية البيانات المتوفرة عن النفايات الإلكترونية والكهربائية وانخفاض مستوى الوعي بخطورتها.

بناء على ذلك، إن كيفية التعامل والتخلص من الكميات المتزايدة من مخلفات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية ومنع إلقائها في مقالب النفايات البلدية هي من التحديات المستقبلية في مجال إدارة النفايات الصلبة.

من هنا تزداد أهمية الاستناد إلى التخطيط العلمي السليم والإعداد لاستراتيجيات قومية وأهداف محددة وبرامج متكاملة لإنشاء نظام مستدام وفقاً لسياسات مدروسة وأطر مؤسسية وتشريعية واقتصادية مناسبة مع بنية تقنية لتوفير البيانات والمعلومات اللازمة ولتطوير عمليات جمع ونقل ومعالجة هذه النفايات وتخفيض خطورتها وتخفيض الكميات التي تحتاج إلى التخلص منها بالحرق أو الدفن الآمن.

2.15 توصيات

من أجل تحقيق إدارة متكاملة سليمة بيئياً وصحياً للمخلفات الإلكترونية والكهربائية، يوصى بتنفيذ البرامج المناسبة من المقترحات التالية، على أن يتضمن كل برنامج الجوانب التقنية والمؤسسية والاقتصادية وآليات التمويل واسترجاع التكلفة:

1- برنامج لتوفير البيانات والمعلومات الخاصة بهذه النفايات من حيث الكميات والأصناف والمكونات، ومصادر الخطورة، ومعدلات التولد.

2- برامج توعية وتثقيف بأهمية وخطورة هذه النفايات وأساليب التعامل معها تتاح لكافة المستويات الاجتماعية.

3- دراسة وتحديد السياسات والمبادئ الأساسية الملزمة لجميع الجهات ذات العلاقة، ومراجعة وتعديل الأطر التشريعية التي تتناسق مع هذه السياسات، وإدخال التعديلات اللازمة أو إصدار قوانين وقرارات إضافية للتنظيم والتحكم بهذه النفايات.

4- دعم عملية إنشاء مراكز استقبال وتجميع هذه الأجهزة أو أجزائها وفقاً لبدائل مدروسة تتناسب مع طبيعة كل مجتمع وإمكانياته.

5- برنامج لإعادة الأجهزة المستعملة إلى جهات التوريد أو التصنيع، مع تحديد آليات التنفيذ والأدوات الاقتصادية وسبل التشجيع والتحفيز.

6- برامج لإصلاح وإعادة تأهيل الأجهزة المستخدمة والقابلة لإعادة الاستخدام، وإعادة التدوير واسترجاع المواد النافعة.

7- برامج لتقليص كميات النفايات وتخفيض خطورتها من المصدر، بما تتضمنه هذه البرامج من أنشطة بحثية وعلمية.

16. المراجع ومصادر المعلومات

- **المراجع العربية :**

- أ. د عادل رفقي عوض، د. محمد توفيق أبو العلا؛ هندسة المدن وعلوم البيئة؛ المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم؛ تونس؛ 2003م (مجلدان).

- أ. د. شاهين هيثم، معالجة النفايات الصلبة-الفصل الرابع–النفايات الإلكترونية، منشورات جامعة تشرين، اللاذقية/الجمهورية العربية السورية، 2014.

- المعهد العربي لإنماء المدن، أبحاث وأوراق عمل ندوة (إدارة النفايات الصلبة)، الرباط/المملكة المغربية، 2001.

- المعهد العربي لإنماء المدن، أبحاث وأوراق عمل ندوة (إدارة النفايات الصلبة القابلة للتدوير وإعادة الاستخدام)، بنغازي/ الجماهيرية الليبية، 2003.

- المعهد العربي لإنماء المدن، أبحاث وأوراق عمل ندوة (الإدارة البيئية للنفايات في المدن العربية)، حلب/الجمهورية العربية السورية، 2004.

- المعهد العربي لإنماء المدن، أبحاث وأوراق عمل ندوة (الإدارة المتكاملة للنفايات)، جدة/المملكة العربية السعودية، 1999.

- المعهد العربي لإنماء المدن، النظافة العامة والتخلص من النفايات في المدن العربية ـ دراسة استطلاعية، 1986، (مجلدان).

- النعيم، عبد الله العلي؛ تقنية التخلص من النفايات وتجربة مدينة الرياض ـ بحث قدم في مؤتمر مسقط بسلطنة عمان؛ 2003.

- **المراجع الأجنبية:**

- Adediran, YA. 2011. E-waste: Generation, danger and management. Ilorin. Available at yinusaade@ya hoo.com.
- Allam, H. (2010): E-waste Management in the Arab Region: Status and Opportunities (Powerpoint). Centre for Environment and Development for the Arab Region and Europe, Cairo, Egypt. At: http://www.cedare.int/.
- Allam, H. (2010): Study on E-Waste Management in the Arab Region, focused on ICT equipment. Centre for Environment and Development for the Arab Region (CEDARE), Cairo, Egypt. (not published).
- Allam, H. and Inauen, S. (2009): E-Waste Management Practices in the Arab Region. Centre for Environment and Development for the Arab Region (CEDARE), Cairo, Egypt. At: http://www.cedare.int/.
- Basel Convention (2012): Draft technical guidelines on transboundary movements of e-waste and used electrical and electronic equipment, in particular regarding the distinction between waste and non-waste under the Basel Convention, version 22 December 2012. At: http://www.basel.int/.
- chancerel, P, k schischke, and F IZM. 2011. Worldwide Impacts of Substance Restrictions of ICT Equipment. Bonn: UNU/StEP.
- Dittke, S. The Health and environmental impacts of e-waste. EnviroSence. PowerPoint Presentation. Available at www.envirosensecc.co.za.
- Electronics TakeBack Coalition.. 2014. Facts and Figures on E-Waste and Recycling. Available at www.electronicstakeback.com.

- Europe, Activities of the European Union, Summaries of Legislation: "Waste electrical and electronic Equipment" Updated 28. 05. 2004. http:/europe.eu.int/scad plus/leg/en/ivb/12120.htm.
- European Parliament, Directorate – general for Research, Division for the Environment, Energy and Research, STOA, "Electronic Waste (WEEE) 5.5. 1998.www.europarl.eu.int/.
- Grant, K, FC Goldizen, PD Sly, M-N Brune, M Neira, Martin van den Berg, and RE Norman. 2013. Health consequences of exposure to e-waste: a systematic review. Lancet Glob Health 2013; 1: e350–61.
- IARC. 2014. List of classifications of carcinogens by cancer site, Vol. 1-111. Lyon.
- International Environmental Technology Centre. 2007. E-waste Management Manual. E-waste: Volume II. Osaka: UNEP.
- LaDou, J. 1997. Occupational & environmental medicine. 2nd Edition. Connecticut: Appleton & Lange.
- Lebanese American University (LAU) News: Green buildings and e-waste in Lebanon (9 June 2010). www.lau.edu.lb/news-events/news/archive/green_buildings_and_electronic.
- Lundgren, K. 2012. The global impact of e-waste: Addressing the challenge. Geneva: ILO.
- Minnesota Pollution Control Agency, "Managing Electronic Equipment Waste / Hazardous Waste # 4. 15 July 2002.
- NCEL, National Caucus of Environmental Legislators, "Introduced Electronic waste Legislation 2003 – 2004" As of 6/11/03. http: // WWW. Ncel.net/base. Cgim ?template = waste. 0303.
- Nebraska Department of Environmental Quality: Electronic waste: A New "challenge for A New Millennium". Summer 2001. http: //www.dep.state ne. us/newslett.nsf/ pages/sum/01-49.

- Nukpezah, D, HA Okine, M Oteng-Ababio, and BD Ofori. 2014. Electronic waste risk assessment and management in Ghana. Proceedings of the 28th EnviroInfo 2014 Conference, Oldenburg, Germany. BIS-Verlag, Oldenburg.
- Saskatchewan Ministry of Environment. 2012. Health and environmental effects of burning waste plastics. Available at www.environment.gov.sk.ca.
- Sheftel, VO. 1995. Handbook of toxic properties of monomers and additives.. Florida: CRC Lewis.
- State of California, Integrated Waste Management Board, Contractors Report to the board "Best Management Practices for Electronic Waste" Santa Clara Country Department of Environmental Health, San Jose, California, April 2004. www.ciwmb. Ca.gov / publications.
- The World Bank , "African Development Indicators" 2002.
- The Regional Solid Waste Exchange of Information and Expertise Network in Mashreq and Maghreb Countries, at: http://www.sweep-net.org/.
- The World Bank, "World Development Indicators", 1998, 1999, 2002, 2004.
- UNEP and UNU/StEP. 2009. RECYCLING-FROM E-WASTE TO RESOURCES: Sustainable Innovation and Technology Transfer, Industrial Sector Studies. Nairobi: UNEP.
- UNEP, Basel Convention on the Control of Transboundary movements of Hazardous Wastes and their Disposal, Secretariats, Series / SBC No. 98/006, Geneva, December, 1998.
- UNU/StEP. 2014. One Global Definition of E-waste. Bonn.

- UNU/StEP. 2014. Overview of e-waste related information: World. Available at www.step-initiative.org.
- UNU/StEP. 2014. What is e-waste?. Available at www.step-initiative.org.
- Wang, F, R Kuehr, D Ahlquist, and J Li. 2012. e-waste in China: A country report. Bonn: UNU/StEP.
- ikipedia. 2014. Electronic waste. Available at www.en.wikipedia.org.
- World of Teaching. Electronic waste. PowerPoint Presentation. Available at www.worldofteaching.com.
- Related websites:
- www.beeatoona.org/
- www.bcrc-egypt.org
- http://www3.cedare.int
- www.collectun-d3e-recyclage.com/
- www.eercegypt.com
- ewasteguide.info/ewaste/case-studies
- www.gesi.org
- UNEP - Global Partnership on Waste Management (http://www.unep.org/gpwm/InformationPlatform/CountryWasteManagementProfiles/tabid/104472/Default.aspx)
- http://www.unep.org/gpwm/InformationPlatform/CountryNeedsAssessmentAnalysis/Yemen/tabid/106542/Default.aspx
- greenict.gov.eg
- ifixit.org/category/e-waste-2/
- www.maan-ctr.org/press.php#HealthCrisis
- www.mcit.gov.eg/

- www.recyclinginternational.com
- www.step-initiative.org/
- www.environmental-expert.com/waste-recycling/electronic-wasterecycling/products/keyword-electronicwaste-scrap-29954/location-algeria

قائمة الخبراء المشاركين في اجتماع الخبراء
حول «الإدارة السليمة للنفايات الإلكترونية والكهربائية

الخبراء العرب:

- **الدكتورة بهيرة لطفي**

أستاذ الطب المهني والبيئي في كلية الطب / جامعة القاهرة

- **الدكتور جهاد أبو العطا**

أستاذ الطب المهني والبيئي في كلية الطب / جامعة القاهرة

- **الدكتور أكرم ريشه**

خبير منظمة العمل العربية

- **الدكتور عامر عدي**

مدير مديرية الصحة والسلامة المهنية في المؤسسة العامة للتأمينات الاجتماعية / سورية

- **الدكتور بسام أبو الدهب**

رئيس دائرة الصحة المهنية في وزارة الصحة / سورية

- **الدكتور هيثم شاهين**

أستاذ في المعهد العالي لبحوث البيئة / جامعة تشرين

خبراء منظمة العمل العربية
المعهد العربي للصحة والسلامة المهنية

- **الدكتورة رانية رشدية**

القائم بأعمال مدير المعهد العربي للصحة والسلامة المهنية

- **الصيدلانية صبا حاتم**

اختصاصية في المعهد العربي للصحة والسلامة المهنية