Nature Conservation Center | Issam Fares Institute for Public Policy and International Affairs

دليل إدارة النفايات المنزليّة الصّلبة

© ٢٠١٦ الجامعة الأميركيّة في بيروت
صادر عن مركز حماية الطبيعة في الجامعة الأميركيّة في بيروت
ص.ب. ٢٣٦٠-١١
رياض الصلح
بيروت ١١٠٧٢٠٢٠، لبنان
www.aubnatureconservation.com
جميع الحقوق محفوظة

يُمنع استنساخ جميع الأرقام والرسوم التوضيحية الموجودة في هذا الدليل من دون الحصول على إذن خطّي مسبق من مركز حماية الطبيعة في الجامعة الأميركية في بيروت (AUB-NCC) إلا لأغراض تعليميّة. ويجب أن يصاحب أي استنساخ اقتباس صحيح للمرجع.

يمكن الإحالة الى النصّ الموجود في هذا الدليل بشكل كلّي أو جزئي وبأيّ شكل من الأشكال لأغراض تعليميّة ومن دون الحصول على إذن خاصّ من صاحب حقوق الطبع والنشر، شرط أن يتمّ ذكر المصدر وألّا يُستخدم لأغراض تجاريّة.

تم إعداد هذا المنشور بفضل هبة مقدَّمة من مؤسسة كارنيجي في نيويورك.
وتقع مسؤولية التصريحات والآراء الواردة فيه على عاتق المؤلفين وَحدَهم.

تمّت طباعة هذا الكتاب على ورق معاد تدويره.

1866
AUB
American University of Beirut
الجامعة الأميركية في بيروت

دليل إدارة النفايات المنزليّة الصّلبة

المؤلّفون الرئيسيون

الدكتورة ميّ مسعود، أستاذة مشاركة في دائرة صحّة البيئة، الجامعة الأميركيّة في بيروت.

الأستاذ فاروق مرعبي، مدير دائرة الصحّة البيئيّة، السلامة، ومعالجة المخاطر، الجامعة الأميركيّة في بيروت.

المساهمون

الدكتورة سوزان براتيس، أستاذة مساعدة في قسم علوم الحيوان والبيطرة، الجامعة الأميركيّة في بيروت.

الدكتورة كارمن جحا، أستاذة مساعدة زائرة في قسم الدروس السياسيّة والإدارة العامّة، الجامعة الأميركيّة في بيروت.

الدكتورة نسرين رزق، مُدرِّسة في قسم الطب الداخلي، الجامعة الأميركيّة في بيروت.

الدكتورة سلمى تلحوق، أستاذة في دائرة تصميم المساحات الخضراء وإدارة النظم البيئيّة، الجامعة الأميركيّة في بيروت.

الدكتورة نجاة صليبا، مديرة مركز حماية الطبيعة وأستاذة في الكيمياء، الجامعة الأميركيّة في بيروت.

فريق البحث

علي مروّة، مساعد أبحاث، مركز حماية الطبيعة، الجامعة الأميركية في بيروت.

سارة يقظان، محرّرة، مركز حماية الطبيعة، الجامعة الأميركية في بيروت.

التصميم: دونا راجح، مصمّمة جرافيكيّة

الرسوم: سابين خطّار، مصمّمة جرافيكيّة، مركز حماية الطبيعة، الجامعة الأميركية في بيروت.

بالإشتراك مع معهد عصام فارس للسياسات العامة والشؤون الدولية، مع شكر خاص لمدير الأبحاث، الدكتور ناصر ياسين.

شكر وتقدير

يودّ فريق عمل إدارة النفايات الصلبة في الجامعة الأمريكية في بيروت أن يشكر كلّ من ساهم في إتمام هذا العمل. ونخصّ بالشكر المتطوعين فرنسوا فيّاض، إدي عمار، وروزالي متّى، على مساعدتهم في تحديد شركات إعادة التدوير والتواصل معها. كما نتوجّه بالشكر إلى الجامعة الأميركيّة في بيروت لسماحها لنا بالعمل في كنفها، وللبلديات التي شاركت في ورشات العمل وساعدتنا على جمع المعلومات الضروريّة لتحسين هذا الدليل ورسم خارطة الطريق المقترحة، وبالأخصّ تلك المُشارِكة في برنامج "بلدتي بيئتي" الذي ينظّمه مركز حماية الطبيعة في الجامعة الاميركيّة في بيروت. يبقى أنّ هذا العمل لم يكن ممكناً لولا التنسيق والمتابعة الدائمين من قبل نارمين الحر منسّقة العلاقات العامّة وميخائل هاير مدير المنشورات في معهد عصام فارس، وديان عودة، مديرة العمليات في مركز حماية الطبيعة.

المحتويات

تمهيد ٤

مقدّمة ٦

الإدارة المتكاملة للنفايات المنزلية الصلبة ٦

تعريف ٦

المكوّنات ٦

إدارة النفايات المنزلية الصلبة في لبنان ٨

النطاق القانوني ٨

حقائق وأرقام ٨

لمحة عامة عن مكوّنات إدارة النفايات المنزلية الصلبة ١٣

التخفيف وإعادة الإستعمال ١٤

جمع النفايات ١٤

إعادة التدوير ١٥

التسبيخ ١٦

إسترداد الطاقة ١٦

الطمر الصحّي ١٨

خارطة الطريق لإدارة النفايات المنزليّة الصلبة ١٩

خارطة الطريق المقترحة ٢٠

نصائح للفرز من المصدر ٢٢

الجمع ٢٣

مركز الفرز ٢٤

الفرز والتسبيخ ٢٩

المطمر الصحّي ٣٢

سيناريوهات إدارة النفايات المنزليّة الصلبة ٣٣

توصيات أخيرة ٣٧

المراجع ٣٨

تمهيد

تمّ إقفال مطمر الناعمة في ١٧ تمّوز عام ٢٠١٥، بعد أن تخطّى قدرته الاستيعابيّة للنفايات بـ ٨ أضعاف. فبدأت النفايات بالتراكم في الشوارع وعلى ضفاف الأنهار في بيروت وجبل لبنان. وقد كان مطمر الناعمة معدّاً لاستقبال مليونيّ طنّ من النفايات على مدى خمس سنوات كجزء من خطّة طوارئ بعد إقفال مكبّ برج حمود. غير أنّ الحكومات المتعاقبة مدّدت لعمل المطمر من دون البحث عن موقع لمطمر جديد أو تنفيذ خطّة وزارة البيئة التي أعدّت عام ٢٠٠٦ وتمّ تعديلها في العام ٢٠١٠.

استجابةً لهذه الأزمة، قام عدد من الأساتذة والطلّاب والموظّفين من الجامعة الأميركيّة في بيروت بتشكيل فريق عمل إدارة النفايات الصلبة لمواجهة الجوانب التقنيّة والصحّيّة والسلوكيّة والبيئيّة للأزمة من خلال نشاطات عديدة، أهمّها:

- ٦ آب ٢٠١٥: ورشة عمل مع ممثّلي البلديّات لتقييم خبرة البلديات في مجال الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة. وبيّنت الورشة أنّ هذه البلديّات تنقصها الموارد الضروريّة والإستعداد اللازم، وهي بحاجة لمزيد من التوجيه.
- ١٥ أيلول ٢٠١٥: مؤتمر صحفيّ أعطى لمحة عامّة عن «خارطة الطريق» المقترحة من قبل فريق العمل للإدارة الفعّالة والمستدامة للنفايات في المناطق الريفيّة.
- ١٧ تشرين الأوّل ٢٠١٥: مؤتمر تمهيدي لمشاركة خارطة الطريق المقترحة وتوثيق أسئلة ومخاوف ممثّلي البلديّات المشاركة.
- ٢٢ تشرين الأوّل ٢٠١٥: لقاء بين ثلاثة أعضاء من فريق العمل ووزير الزّراعة أكرم شهيّب لتبادل الخطط والاستراتيجيّات، ووُجد انّ هذه الأخيرة على وفاق تام.
- ٢٩ تشرين الأوّل ٢٠١٥: ورشة عمل لإطلاق النسخة الإنجليزية من خارطة الطريق الّتي تضمنّت توصيات لمعالجة القضايا التي طُرحت في ١٧ تشرين الأوّل من العام نفسه.

تعتمد إستراتيجيّة فريق العمل على مشاركة الأفراد المستمرّة وعلى زيادة وعيهم بهدف خفض إنتاج النفايات والفرز من المصدر، يليها إعادة التدوير والتسبيخ وطمر النفايات غير القابلة للمعالجة فقط. كما تشدّد على أهميّة مراقبة الجوانب التقنيّة والبيئيّة والماليّة لأيّة مبادرة لإدارة النفايات.

إحدى مهامّ فريق العمل الأخيرة كانت جمع نتائج ورشات العمل في دليل مفصّل وواضح من شأنه أن يشجّع البلديّات على التعاون من أجل تخفيف الأعباء الماديّة واللوجستيّة لتطبيق خارطة الطريق المقترحة. ومن أهمّ أهداف هذا الدليل:

- عرض وتوضيح وتسليط الضوء على أهمّيّة الإدارة المتكاملة للنفايات المنزلية الصلبة.
- إعطاء لمحة عامّة عن الوضع الحالي لإدارة النفايات المنزلية الصلبة في لبنان.
- عرض خصائص ومتطلّبات جميع الخيارات الموجودة لإدارة النفايات المنزلية الصلبة.
- عرض خارطة الطريق المقترحة إلى جانب بعض السيناريوهات التوضيحيّة.

تجدر الإشارة إلى أنّه على الرغم من أنّ معظم المعلومات المعروضة في هذا الدليل يمكن تعميمها، إلّا أنّه موجّه بشكلٍ أساسيٍّ للمناطق الريفيّة، عوضاً عن المدن المكتظّة سكنيّاً كبيروت وطرابلس، إذ إنها تنتج كمّيّات كبيرة من النفايات وقد تتطلّب حلولاً أخرى.

أخيراً، يهدف هذا الدليل إلى توثيق إنجازات فريق عمل إدارة النفايات الصلبة في الجامعة الأميركيّة في بيروت بهدف مساعدة جميع الأطراف المعنيّة على اتّخاذ قرارات صائبة ومدروسة. كما يمكن أن يكون مرجعاً علميّاً لمن يحتاجه.

مقدّمة

يستمرّ إنتاج النفايات بالارتفاع كنتيجة طبيعيّة للتزايد السكّاني والنموّ الإقتصادي [١-٣]. وتعتمد نوعيّة وكميّة النفايات المنتجة على النشاطات البشريّة وأنماط الحياة ومستوى الوعي البيئي [٤]. بالتالي، تُعتبر إدارة النفايات تحدّياً بالنسبة لمعظم البلدان، ولا سيّما النامية منها مثل لبنان.

الإدارة المتكاملة للنفايات المنزلية الصلبة

تعريف

ينطبق مصطلح «الإدارة المتكاملة للنفايات المنزلية الصلبة» على جميع النشاطات المرتبطة بالنفايات الصلبة، ومن ضمنها: الحدّ من إنتاجها، الفرز، التخزين، الجمع والنقل، المعالجة، والتخلّص، وفقاً لمبادئ الصحّة العامّة، الإقتصاد، الهندسة، والإستدامة، مع أخذ الرأي العام بعين الإعتبار[٥].

عند وضع خطّة لإدارة النفايات الصلبة، يجب التنبّه إلى أنّه لا يوجد حلّ وحيد وشامل. إضافةً إلى ذلك، فإنّ كلّ منطقة تتميّز عن الأخرى ولديها واقع خاصّ بها فيما يتعلّق بإنتاج النفايات وإدارتها.

المكوّنات

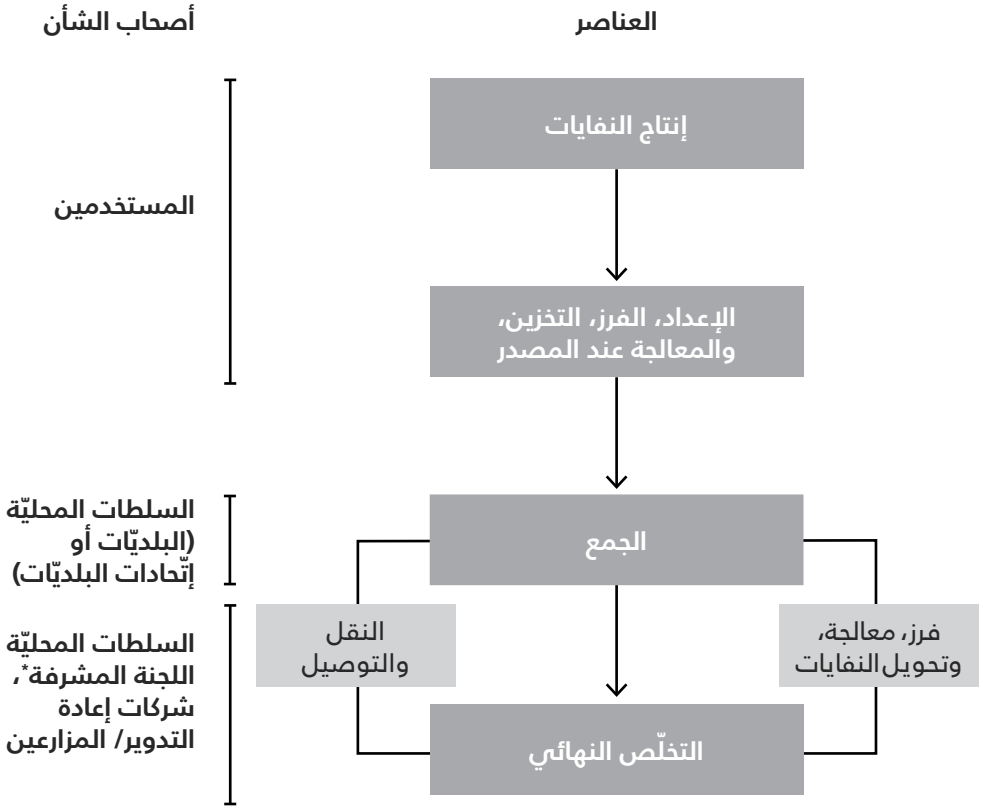
ثمّة ثلاثة مكوّنات رئيسيّة في أيّ نظام للإدارة المتكاملة للنفايات المنزلية الصلبة. لكلّ منها أهمّيّته ويجب أن يدرس بعناية أثناء عمليّة التخطيط [٦-٨]:

١. أصحاب الشّأن: وهم الأفراد والمؤسّسات والهيئات المشاركة أو المعنيّة بملفّ إدارة النفايات المنزلية الصلبة. في لبنان، يتضمّن هؤلاء المؤسّسات الحكوميّة، السلطات المحليّة (كالبلديّات أو إتّحادات البلديّات)، شركات إعادة التدوير، المنظمات غير الحكوميّة، المزارعين، المؤسّسات التجاريّة، والمستخدمين.

٢. العناصر:وهي جميع المكوّنات التقنيّة لنظام إدارة النفايات، وتتضمّن إنتاج النفايات، الفرز، التخزين، الجمع، المعالجة، والتخلّص النهائي.

٣. الجوانب: وهي كلّ ما يجب أخذه بعين الإعتبار للوصول إلى نظام مستدام. وتتضمن القضايا التقنيّة، الصحّة البيئيّة، العوامل الإجتماعيّة والإقتصاديّة، إلخ.

مستند ١. العناصر وأصحاب الشأن في خطّة الإدارة المتكاملة للنفايات المنزلية الصلبة.



*يجب أن تتضمّن اللجنة المشرفة ممثّلي الوزارات وأعضاء المجتمع المحلّي بالإضافة إلى متخصّصين في إدارة النفايات.

إدارة النفايات المنزلية الصلبة في لبنان

النطاق القانوني

لا توجد نصوص تشريعيّة مختصّة بإدارة النفايات الصلبة، بإستثناء بعض الفقرات والمبادئ التوجيهية العامّة [٩]. توجد خمسة نصوص قانونيّة تُعنى بهذا الملفّ:

- المرسوم ٨٧٣٥/١٩٧٤ يتناول التلوّث الناجم عن النفايات الصلبة ومياه الصرف الصحّيّ، ويحمّل البلديّات مسؤوليّة إدارة النفايات الصلبة.
- المرسوم ٩.٩٣/٢٠٠٢ يعطي حافزًا ماليًّا للبلديّات التي تُشيِّدُ مرفقًا لإدارة النفايات من خلال تقديم زيادة قدرها خمسة أضعاف لعائدات الصندوق البلدي المستقلّ في حال إقامة مطمر صحّيّ أو معمل لمعالجة النفايات الصلبة (محرقة، إعادة تدوير، تسبيخ، إلخ.) على أراضيها، وزيادة قدرها عشرة أضعاف إذا تمّ السماح لعشرة بلديّات على الأقلّ بالتخلّص من نفاياتها في هذا المرفق.
- القانون ٢١٦/١٩٩٣ يكلّف وزارة البيئة بتقييم جميع مصادر إنتاج النفايات الصلبة في لبنان.
- القانون ٤٤٤/٢٠٠٢ يحدّد معايير الطمر الصحّيّ للنفايات ويعزّز مبدأ إعادة التدوير.
- مشروع قانون للإدارة المستدامة للنفايات المنزليّة الصلبة، تمّت الموافقة عليه من قبل مجلس الوزراء عام ٢٠١٢ وأرسل إلى مجلس النوّاب للموافقة النهائيّة بموجب المرسوم ٨٠٠٣ بتاريخ ٢٠١٢/٤/٢٣، ولا يزال قيد المناقشة في مجلس النوّاب.

ومع ذلك، فإنّ توزيع الأدوار والمسؤوليّات في تنفيذ هذه القوانين والمراسيم غير واضح، والسلوك الإجرائي غير موجود عمليّاً. يعود هذا النقص إلى العوائق التوظيفيّة، غياب التدريب اللازم، قيمة الغرامات المنخفضة، والتدخّلات السياسيّة.

وبالتالي، فإنّ جمع النفايات هو من مسؤوليّة البلديّات بشكلٍ واضح، تحت وصاية وزارة الداخليّة والبلديّات، في حين أنّ المسؤوليّة القانونيّة لمعالجتها والتخلّص منها غامضة إلى حدٍّ ما. وقد أدّى هذا الأمر إلى تشغيل مرافق معالجة النفايات بطريقة غير منظمة، في حين استلم مجلس الإنماء والإعمار تشغيل المطامر الصحيّة الكبرى.

حقائق وأرقام

قبل إقفال مطمر الناعمة

في عام ٢٠١٠، تفاوت معدّل إنتاج النفايات من حوالي ٠,٨ كيلوغرام للفرد في اليوم (كغ/ف/ي) في المناطق الريفيّة إلى حوالي ١,١ كغ/ف/ي في المدن، أي حوالي ١,٠ كغ/ف/ي كمعدّل عامّ، وهو ما يعادل ١,٦ مليون طنّ من النفايات المنزلية الصلبة صادرة سنويًّا عن لبنان. وارتفع هذا المعدّل إلى ١,٠٥ كغ/ف/ي في العام ٢٠١٣، أو ٢ مليون طنّ من النفايات في لبنان. وهذا بدون احتساب النفايات الناتجة عن اللاجئين السوريّين علماً أنّ حوالي ٦٠٪ من هذه النفايات تُنتج في بيروت وجبل لبنان [١٠].

تُجمع كلّ النفايات تقريباً من قبل البلديّات أو شركات نقل خاصّة. تتكوّن هذه النفايات بمعظمها من موادّ عضويّة (٥٠-٥٥٪ في المدن والمناطق الريفيّة)، بينما ينقسم الباقي بين مواد قابلة لإعادة التدوير مثل الورق والكرتون (١٥-١٧٪)، البلاستيك (١٠-١٣٪)، المعادن (٥-٦٪)، والزجاج (٣-٤٪)، ومواد أخرى مثل القماش والخشب وغيرها (١٠-١٢٪). تمتاز هذه النفايات بارتفاع نسبة الرطوبة فيها، حيث تتخطّى الـ٦٠٪ [١١].

وقد تمّ وضع نظام متطوّر لإدارة النفايات الصلبة في بيروت وأجزاء من جبل لبنان (باستثناء جبيل) في العام ١٩٩٧. ويستند هذا النظام على الفرز اليدوي والميكانيكي، فصل المواد العضويّة، الكبس والتعبئة (الكرنتينا والعمروسيّة)، التسبيخ (الكورال)، والطمر الصحّيّ (الناعمة وبصاليم)، غير أنّ العمل بهذه الخطّة تعرقل بسبب العديد من التحدّيات، أبرزها قدرة المعامل الاستيعابيّة المنخفضة نسبيًّا ممّا أدّى إلى طمر أكثر من ٨٥٪ من النفايات في مطمر الناعمة [١٢].

أمّا خارج بيروت وجبل لبنان، فتوجد عدّة أنظمة لإدارة النفايات الصلبة، منها ما هو مكتمل ومنها ما هو جزئي، وتتضمّن:

- معمل فرز ومطمر صحّي (زحلة).
- مكبّ مراقب جزئيّاً (طرابلس).
- معمل فرز وهضم لاهوائي (صيدا).
- معامل فرز وتسبيخ صغيرة ومتوسّطة الحجم، البعض منها لا يزال قيد الإنشاء عبر مكتب وزير الدّولة لشؤون التنمية الإداريّة.
- معامل تسبيخ صغيرة في بعض القرى.

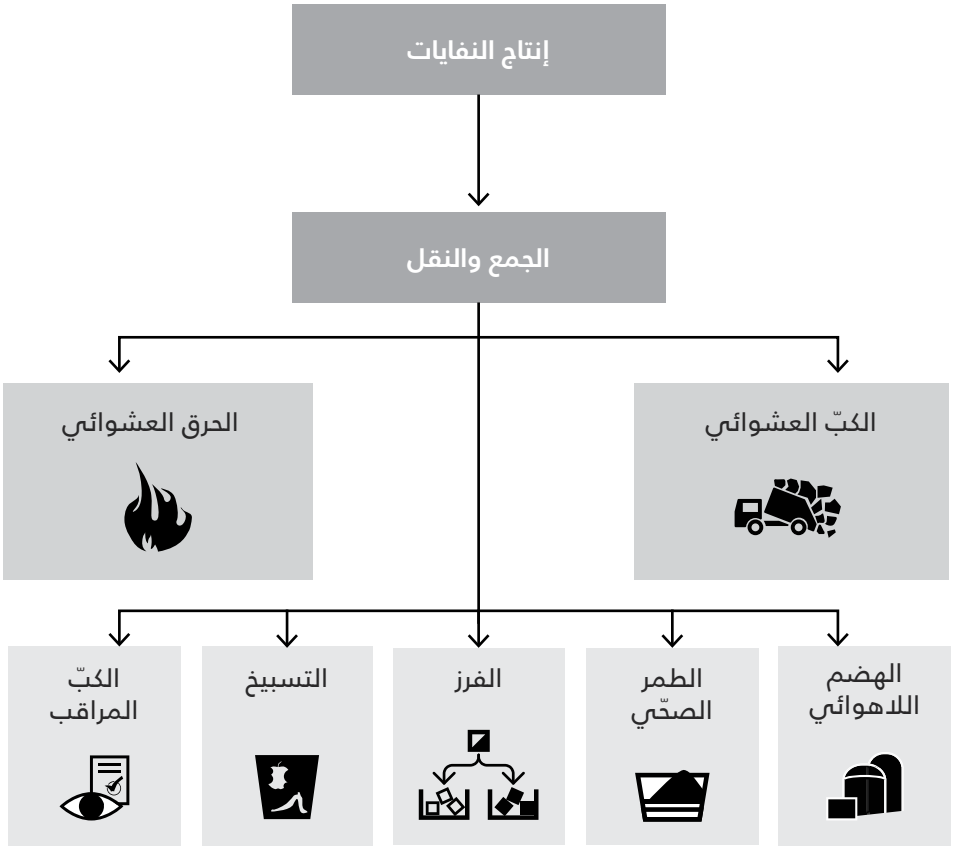
ويتمّ جمع ورمي النفايات بشكلٍ عشوائيّ وبدائيّ في غالبيّة المناطق الأخرى.

أزمة النفايات بعد إقفال مطمر الناعمة*

بعض المناطق لم تتأثّر بشكلٍ ملحوظ بإغلاق مطمر الناعمة، نظرًا لوجود معامل فرز، تسبيخ، هضم لاهوائي، أو مطامر صحّيّة ضمن نطاقها. كما تكيّفت بعضها مع الواقع باعتماد مكبّات مراقبة لنفاياتها، غير أنّ الغالبيّة العظمى من البلديّات ردمت نفاياتها عشوائيّاً على الطرقات، تحت الجسور، على ضفاف الأنهار، وفي الوديان، إلخ. وفي العديد من الأحيان، كانت هذه النفايات تُحرق كذلك (مستند ٢).

* تمّت طباعة هذا الدليل في كانون الثاني ٢٠١٦، وهو بالتالي لا يأخذ بعين الإعتبار التغيرات اللاحقة في وضع النفايات في لبنان.

مستند ٢. ممارسات إدارة النفايات المنزلية الصلبة المعتَمَدة بعد إقفال مطمر الناعمة



تسبّب هذه الممارسات غير المنضبطة (الكبّ والحرق العشوائيّان) أخطاراً كبيرة على البيئة والصحّة العامّة، سيتمّ إستعراض بعضها أدناه:

جدول ١. الآثار الصحّيّة للكبّ والحرق العشوائيين للنفايات المنزليّة الصلبة

الكبّ العشوائي:

- إمتصاص التربة للسموم.
- إنبعاث الروائح الكريهة والغازات الدفيئة.
- خطر تلوّث المياه السطحيّة والجوفيّة بسبب المادّة الراشحة.
- خسارة المواد الممكن إعادة تدويرها أو استخدامها في إنتاج الطاقة.
- القوارض بسبب مصادر الغذاء المتاحة لها. تحمل القوارض البريّة مجموعة من الميكروبات والطفيليّات التي قد تسبّب أمراض معدية للبشر والحيوانات الأليفة، كما أنّ بعضها لا تسبّب أعراضًا واضحة [١٣، ١٤].
- تكاثر ناقلات الأمراض الأخرى، وأهمّها الحشرات كالبعوض والبراغيث والصراصير، بالإضافة إلى الفطريّات والقراد [١٥، ١٦].
- مخاطر الحرائق والسلامة الشخصيّة المتعلّقة بالإلتماس المباشر والإصابات الجسديّة التي قد تسبب حساسيّات وأمراض جلديّة أو حتّى أمراض سرطانيّة مختلفة [١٧، ١٨].
- زيادة التهديدات الميكروبيّة، بما في ذلك [١٩-٢١]:
  - البكتيريا (السلمونيلا، البكتيريا القولونية، الكوليرا، إلخ) التي تنتشر عن طريق الطعام، الالتماس المباشر مع الحيوانات، الحشرات، القوارض، وموارد المياه. كما أنّ هذه البكتيريا قد تصبح مقاوِمة للمضادات الحيوية.
  - الفطريّات التي تنتشر عن طريق الهواء والمياه الملوّثة، وتسبّب مضاعفات في الجهاز التنفّسي كالربو وحساسيات في الشّعب الهوائيّة.
  - الطفيليّات التي تنتشر عبر المياه الملوّثة والطعام والحشرات والكلاب وغيرها.
  - الفيروسات (الإلتهاب الكبدي، داء الكلب، إلخ) التي تنتشر عن طريق الحشرات والفئران والدجاج والخفافيش والكلاب.

الحرق العشوائي:

- إنتاج الرواسب والغازات السامّة التي قد تسبّب مضاعفات في الجهاز التنفّسي.
- خطر الإنفجارات أو إنتشار الحرائق.
- إنبعاث مواد ضارّة مثل الغازات الدفيئة والأسبستوس والبنزين والغازات الحمضيّة والمعادن والهيدروكربونات الأروماتيّة متعدّدة الحلقات، والأسوأ من ذلك كلّه، الديوكسين.
- إرتفاع خطر الإصابة بالسرطان في المجتمعات المجاورة، وخاصّةً بسبب الديوكسينات التي تعتبر من أكثر المواد خطراً على الإنسان وذلك لأنها موادّ مسرطنة، كما تسبّب اختلالاً في الهورمونات وتُورّث إلى الأطفال. أظهرت دراسة* أجريَت بعد الأزمة إرتفاعاً هائلًا لخطر الإصابة بالسرطان في المناطق المجاورة لمواقع الحرق، حيث أن خطر الإصابة بالسرطان عند الأطفال ارتفع من طفل واحد في المليون إلى ١٧٢ طفل في المليون.

يتوضّح لنا إذًا أنّ أن الكبّ والحرق العشوائيّين يحملان مخاطر جسيمة على الموارد الطبيعيّة، تؤدّي إلى تلويثها بفعل موادّ خطرة وسامّة تزيد من إحتمال إصابة سكّان المناطق القريبة منها بأمراض والتهابات مزمنة قد تكون قاتلة كذلك (جدول ١). كما أنّها تزيد من إمكانيّة إنتشار الأمراض المعدية وأمراض الجهاز التنفّسي والحساسيّات الموضعيّة والإصابات البدنيّة. وبالتالي، فإنّ الحرق العشوائي يجب أن يحظر نهائيّاً. ويجب إقفال وإعادة تأهيل جميع المكبّات العشوائيّة، ومراقبتها لتفادي التداعيات الصحّيّة الكارثيّة التي قد تنتج عنها.

من المهمّ أيضاً لسكّان المناطق المعرّضة للخطر التشديد على النظافة العامّة، وذلك من خلال إرتداء أقنعة واقية مخصّصة، وبالتحديد أجهزة تنفّس N95 التي تعمل على تصفية ٩٥٪ على الأقلّ من الجسيّمات العالقة في الهواء [٢٢]. وأخيراً، لا بدّ من تجنّب إستعمال المبيدات الكيميائيّة لأنّها قد تلحق ضرراً بالانسان والحيوان، كما يمكن أن تنتج غازات سامّة وجسيّمات في حال رشّها على المكبّات العشوائيّة التي تُحرق لاحقًا. إذا كان من الضروري إستخدام المبيدات، فمن الأفضل إستخدام الكلس الذي يعتبر أقلّ سمّيّةً ويلحق ضرراً أقلّ بالإنسان [٢٣] أو الشّراك اللاصقة للقضاء على القوارض أو الحدّ منها على الأقلّ. وأخيراً، يجب اعتبار أزمة النفايات فرصة حقيقيّة لإعادة النظر في الإصلاح المطلوب، والدعوة إلى تحقيق اللامركزيّة الإداريّة، وتعزيز الإستدامة البيئيّة. ولتحقيق ذلك، قد يكون من المفيد تقييم الوضع الحالي لإدارة النفايات و دراسة جدوى اللامركزية فيه (الموارد البشرية والماليّة والتقنيّة) بهدف توفير الهيكليّات والشراكات والتمويل اللازم للبلديّات [٢٤، ٢٥].

* أُجريَت هذه الدراسة من قبل وحدة دراسة جودة الهواء المؤلّفة من مختبرات الجامعة الأميركيّة في بيروت، جامعة القدّيس يوسف، وجامعة سيّدة اللويزة، بمبادرة من المجلس الوطني للبحوث العلميّة وبقيادة الدكتورة نجاة صليبا.

لمحة عامة عن مكوّنات إدارة النفايات المنزلية الصلبة

من الواضح أن المخاطر الصحّيّة والبيئيّة للكبّ والحرق العشوائيّين مقلقة جدّاً. لذا، فمن المهمّ للغاية البدء بتنفيذ خطّة مستدامة لإدارة النفايات الصلبة من أجل منع وقوع هذه المخاطر أو معالجتها للوصول إلى إدارة متكاملة للنفايات. توجد حاليًا عدّة بدائل للكبّ العشوائي قيد الإستخدام يمكن إدراجها ضمن هذه الخطّة [٨، ٢٦-٢٨]، وأهمّها:

- تخفيف الإنتاج وإعادة الإستعمال
- جمع النفايات
- إعادة التدوير
- التسبيخ
- إسترداد الطاقة
- الطمر الصحّيّ

لجأت العديد من السلطات المعنيّة بإدارة النفايات الصلبة إلى استعمال التسلسل الهرمي لإدارة النفايات كمرجع عام. يشجّع هذا التسلسل الهرميّ على تخفيف النفايات من المصدر، إعادة إستعمالها، إعادة تدويرها أو تسبيخها، عوضاً عن مجرّد طمرها [٢٩، ٣٠]. ولكن هذا التسلسل يعكس الجوانب البيئيّة فقط، ولا يأخذ بعين الإعتبار الجوانب الأخرى، خصوصاً الماليّة/الإقتصاديّة، والتي تعتبر عوامل مُقيِّدة في معظم الأحيان.

مستند ٣. تسلسل إدارة النفايات الصلبة

قبل البتّ بأيّ خطّة تعنى بإدارة النفايات، يجب إجراء تحليل شامل يتضمّن دراسة للأثر البيئي والجدوى الإقتصادية.

التخفيف وإعادة الإستعمال

يمكن تقليص كمّيّة النفايات المنتجة عبر تخفيض الإستهلاك، زيادة متانة المنتجات والمواد، إعادة إستعمالها، والحدّ من الموارد المستخدمة لتطويرها وتسويقها، وخاصّةً التعبئة والتغليف. كما يمكن تصنيف الإستراتيجيات المعتمدة للحدّ من النفايات تحت العناوين التالية: التثقيف (حملات التوعية)، البرامج التطوّعيّة (المبادرات الأهليّة مثلاً)، الحوافز والموانع الإقتصادية (مكافآت وغرامات نقديّة مقابل الفرز الصحيح من المصدر)، والإجراءات الإداريّة والتنظيميّة (تنفيذ التشريعات من قبل السلطات البلديّة وغيرها).

جمع النفايات

بعد تخفيف كمّيّة النفايات المنتجة، يجب جمع هذه النفايات. تختلف طرق الجمع المعتمدة عالميّاً [٣١]، وأكثرها اعتمادًا:

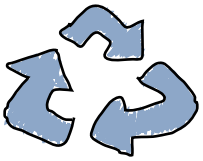
جدول ٢. الطرق المختلفة لجمع النفاياتّ

الجمع على الرصيف	يقوم صاحب المنزل بوضع أكياس النفايات في مكان مخصّص على الرصيف في وقت محدّد. هذه الطريقة مجدية في المناطق الريفيّة لأنّها قليلة السكّان.
الجمع من الشارع	يقوم صاحب المنزل بوضع النفايات داخل مستوعبات موجودة في كلّ حي.
الجمع من المنازل مع الرد	يقوم العمّال بجمع المستوعبات الموجودة خارج المنازل ويفرغونها، ثم يعيدونها إلى مكانها بالتزامن مع عمّال آخرين يقومون بتحميل الشاحنات بها.
الجمع من المنازل	شبيهة بالخيار السابق، غير أنّ صاحب المنزل مسؤول عن إعادة المستوعبات إلى أماكن تخزينها.

يعتمد خيار طريقة الجمع على جهوزيّة المجتمع و مدى استعداد السكان لتغطية كلفة هذه الخدمة. قد لا يتم قبول آخر خيارين في لبنان إذ أنّهما يُستعملان للمنازل الفرديّة وليس للمباني السكنيّة، وسيكونان أكثر كلفةً وصعوبة.

من المهمّ أيضاً إعتماد المسار الأقلّ كلفةً عند الجمع لتخفيف التكاليف غير الضروريّة. يمكن تحقيق ذلك بعد دراسة تفصيليّة للطرقات المتاحة أو من خلال التجربة. كما يمكن تخفيف وتيرة الجمع في المناطق الريفيّة التي تمتاز بكثافة سكّانيّة متدنّية وبالتالي تُنتج كميات أقلّ من النفايات. بعد الجمع، يتمّ نقل النفايات لمعالجتها أو التخلّص منها.

إعادة التدوير



تجد مشاريع إعادة التدوير تشجيعاً قويّاً في معظم الدول المتقدّمة. من المنظور البيئي، يمكن إعتبار إعادة التدوير خياراً مثالياً [٣٢،٣٣]، نظرًا لتأثيره السلبي المنخفض على البيئة، ودوره في الحفاظ على المواد الأوليّة من خلال استخدام النفايات كبديل لها، فضلاً عن الحدّ من عمليّات إستخراج المواد الأوليّة، ما يخفّف من إستهلاك الطاقة. تجدر مع ذلك الإشارة إلى أنه لا يمكن إعادة تدوير كل مكوّنات النفايات في لبنان.

تعتمد إعادة التدوير على أربع خطوات أساسيّة:

- فرز المواد الممكن إعادة تدويرها عن النفايات الأخرى.
- جمع هذه المواد في محطّات مركزيّة.
- تخزين ونقل هذه المواد إلى معامل المعالجة والشركات الصناعيّة.
- معالجة النفايات القابلة لإعادة التدوير لتهيئتها للشحن أو لإعادة التصنيع.

تتأثّر فعاليّة إعادة التدوير بنوعيّة وفعاليّة الفرز، سواء عند المصدر أو في معمل فرز.

الفرز

يمكن فرز النفايات من المصدر مباشرةً أو في معمل فرز. يتطلّب الفرز من المصدر أن يخصّص الأفراد وأصحاب المصالح مساحةً وعدداً من المستوعبات لاحتواء المواد المفرزة. تفرض بعض المجتمعات فصل المواد القابلة لإعادة التدوير حسب نوعها (الزجاج عن الورق مثلاً) أو حسب خصائص معيّنة (فرز الزجاج الشفّاف عن الزجاج الملوّن)، بينما يقبل البعض الآخر أن تكون المواد القابلة لإعادة التدوير ممزوجةً في نفس الحاوية بشرط أن تكون جافّة ونظيفة ومنفصلة عن المواد غير القابلة لإعادة التدوير. كما يمكن أن يتمّ فرز هذه المواد في معامل فرز متخصّصة تقدر على استيعاب كمّيّات كبيرة من المواد من خلال استقبالها ومعالجتها وشحنها وتخزينها. قد تعتمد هذه المعامل على الفرز اليدوي أو على الماكينات المتطوّرة الّتي هي بطبيعة الحال أكثر فعالية، ولكنّها أكثر كلفةً وتتطلّب خبرة تقنية أوسع [٣٤].

إحدى أهمّ المشاكل التي قد تواجهها معامل الفرز هي عدم توفّر سوق لبعض منتجاتها. لذلك، من الضروري التخطيط مسبقًا وتحليل سوق العمل لضمان نجاح وإستمرارية المعمل.

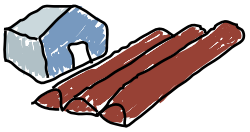
التخزين والنقل

على معظم برامج إعادة التدوير أن تخطط لتخزين موادها لبضعة أيّام أو لغاية شهر كامل حسب معدّل إنتاج النفايات في المنطقة المعنيّة. يعتمد هذا على طلب السوق للمواد القابلة لإعادة التدوير وقدرة المنشأة الإستيعابيّة.

المعالجة

تُنتج المعالجة مواد نظيفة ومتجانسة يمكن كبسها أو فرمها لتقليص حجمها وتسهيل نقلها. تعتمد الكثير من الدول على معامل الفرز لأنّها مجدية، وخاصّةً في حال التعاون بين البلديّات. يمكن تصميم مراكز الفرز لخدمة البلديّات الكبيرة، إتّحادات البلديّات، أو حتّى الأقضية والمحافظات. تُنقل النفايات إلى معامل متخصّصة فتُستخدم بعدئذٍ في إنتاج مواد ومنتجات جديدة (يتمّ تحويل القناني البلاستيكيّة إلى براميل للنفايات على سبيل المثال).

التسبيخ



التسبيخ هو عمليّة تحويل المواد العضويّة إلى منتج نهائيّ مستقرّ من خلال عمل الميكروبات [٣٥، ٣٦]. يشكّل التسبيخ تقنيّة صديقة للبيئة ومجدية إقتصاديّاً لمعالجة النفايات المنزليّة الصلبة [٣٧، ٣٨]. هناك ثلاثة أنواع رئيسيّة من التسبيخ: التسبيخ وفق خطوط، التسبيخ وفق أكوام، والتسبيخ داخل مُفاعل [٣٩].

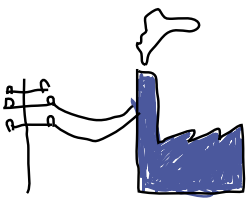
عند إختيار تقنيّات التسبيخ الأمثل، يجب أخذ العوامل التالية بعين الإعتبار:

- المساحة الموجودة
- نسبة الكربون إلى النتروجين (C:N)
- الإستخدام المتوقّع للسماد
- سرعة التسبيخ
- إنتاج الروائح والغاز والراشح
- كلفتا الإستثمار والتشغيل

يعتمد التسبيخ على ديناميكيّة السوق، كما يؤثّر سعر السماد المُنتَج على جدوى المشروع بشكلٍ مباشر [٤٠]. وبالتالي، فمن الضروري إتّخاذ جميع التدابير اللازمة لإنتاج سماد ذا جودة عالية. تشمل العوامل التي تؤثّر على نوعيّة السماد: التقنيّة المتّبعة والآلات المُستخدمة، التخطيط والهندسة السليمَيْن، والإشراف الدائم، بالإضافة إلى وجود عمّال ذوو خبرة عمليّة (وخاصّةً فيما يتعلق بتكوين النفايات وتغيّره).

بالإضافة إلى ذلك، يجب معالجة الروائح و الراشح الناتجيْن عن عمليّات التسبيخ بعناية لتجنّب التهديدات الخطيرة على الأحياء المجاورة والبيئة. تحتوي النفايات كذلك على كمّيّات من الزجاج والبلاستيك والمعادن والمواد الخطرة التي قد تلوّث السماد النهائي. لذلك، فإن فرز هذه الملوّثات عن المواد العضويّة في معمل التسبيخ ليس كافٍ، إذ أنها ستكون قد أصبحت ممزوجة وصعبة الفرز بدون كلفة مرتفعة. نرى إذاً أهمّيّة الفرز من المصدر، الذي يُعتبر وسيلة أفضل بيئيّاً وتقنيّاً لتحسين جودة السماد، قبل الجمع.

إسترداد الطاقة



إسترداد الطاقة يعني تحويل النفايات إلى مصدر للطاقة، عادةً ما يكون على شكل الكهرباء. يُفضّل التسلسل الهرمي لإدارة النفايات إسترداد الطاقة من النفايات عن الطمر الصحّي [٢٩، ٣٠]. إضافةً إلى ذلك، تلجأ العديد من معامل إسترداد الطاقة إلى الإستفادة من الحرارة التي تنتجها، ما يسمّى التوليد المشترك للطاقة والحرارة [٤١]. بذلك، تستطيع معامل إسترداد الطاقة أن تفيد المجتمع من خلال تأمين الكهرباء والتدفئة للسكّان.

تشمل تقنيّات إسترداد الطاقة الحرق (مع التوليد المشترك للطاقة والحرارة)، التغويز، التحلّل الحراري، والهضم اللاهوائي. تختلف هذه العمليّات وفقاً لطبيعتها (حراريّة، بيولوجيّة، أو غيرها)، درجة حرارة تشغيلها، منتجاتها ومنتجاتها الثانويّة، إلخ.

تجدر الإشارة إلى أنّ جميع معامل إسترداد الطاقة تُستخدم عند وجود كمّيّات كبيرة من النفايات، وتتّبع نفس الخطوات الأساسيّة التالية [٤٢]:

- إستقبال النفايات في مكان مخصّص وإعدادها للمعالجة.
- المعالجة الحراريّة/البيولوجيّة التي تحرّر الطاقة من النفايات.
- تحويل وإعداد هذه الطاقة للتمكّن من نقلها (كهرباء، حرارة، وقود، إلخ.).
- معالجة الإنبعاثات والرواسب لضمان التخلّص السليم والصحّي منها.

على الرغم من كثرة معامل إسترداد الطاقة، وخاصّةً في دول أوروبا، غير أنّها تعاني من بعض القيود، منها ما يتعلّق بنوعيّة وتكوين النفايات، بالإضافة إلى ارتفاع كلفتها من حيث الإستثمار والتشغيل (٤١، ٤٣). كما يجب أخذ تقنيّات المعالجة الحرارية وتكنولوجيا تحويل الطاقة والطاقة اللازمة لتشغيل المعمل بعين الإعتبار عند تقييم الفوائد البيئيّة الإجماليّة.

من الشروط الضروريّة لمعامل إسترداد الطاقة:

- وجود نظام سليم لإدارة النفايات يُطبَّق منذ عدّة سنوات.
- تزويد المعمل بالنفايات القابلة للحرق بشكلٍ مستمرّ.
- وجود نظام سليم لمكافحة التلوّث، يشمل معالجة الرماد ومخلّفات الحرق والتخلّص منها في مطامر خاصّة ومراقبة جيّداً.
- إمتلاك تصريح بيئي.
- إشراف دائم ومراقبة دقيقة.
- توظيف أشخاص ذوي خبرة والحفاظ عليهم.
- إستعداد المجتمع لاستيعاب ازدياد كلفة المعالجة من خلال رسوم إداريّة وضرائب وغيرها.
- وجود بيئة ملائمة ومجتمع مستقرّ بما يكفي للتخطيط لـ١٥ سنة أو أكثر.

يُعتبر الحرق أبرز أنواع "إسترداد الطاقة" وأكثرها شهرةً. فهو وسيلة فعّالة لتخفيض حجم النفايات وبالتالي مساحة الطمر المطلوبة. تشمل الفوائد الأخرى للحرق سرعة المعالجة، التخلّص من التهديدات البيولوجيّة، وإنتاج الحرارة والطاقة إن كان هناك استرداد للطاقة.

بشكلٍ عامّ، يُستخدم الحرق في المناطق المكتظّة بالسكّان أو في البلدان محدودة الأراضي. وهو ينتج ثلاثة أنواع رئيسيّة من المخلفات (رماد القاع، رماد متطاير، والمخلّفات المراقبة المُلوّثة للهواء [٤٤]. يمكن إدارة هذه المخلفات عبر إعادة التدوير والطمر الصحّي، ولكنّها تحتوي على جسيّمات خطرة قد تكون سامّة للكائنات الحيّة، ما يجعلها مثيرة للقلق.

كما أنّ الرماد المتطاير يحتوي على الديوكسين والمعادن الثقيلة والكلوريدات والكبريتات، وهي مواد سامّة. والأسوأ من ذلك أنّ غازات المداخن تحتوي ملوّثات مثل أول أكسيد الكربون، ثاني أكسيد الكربون، النترات، الكبريتات، المركّبات العضويّة المتطايرة، الديوكسينات، والفورانات [٤٥]. رغم ذلك، يمكن تصفية، معالجة، وإزالة خطر هذه المواد قبل إعادة تدويرها أو طمرها، ما يحدّ من خطرها، ولكن ذلك يتطلّب معدّات باهظة الثمن وعمليّات معقّدة.

تُعتبر المحارق من بين الخيارات الأكثر غلاءً لمعالجة النفايات المنزليّة الصلبة ولا سيّما تدابير مراقبة ومعالجة الإنبعاثات، والتي تتطلّب عمّال ذوي مهارات عالية ،بالإضافة إلى صيانة دوريّة. من بين العوامل الأخرى التي تؤثّر على عمليّة الحرق هي تكوين النفايات، حيث أنّ فعاليّة الحرق تنخفض بشكلٍ ملحوظ إذا كانت القيمة الحراريّة للنفايات منخفضة [٤٤].

من الضروري إذاً خلال فترة التخطيط والتصميم إعداد دراسة شاملة للطبيعة وكمّية النفايات التي سيتمّ حرقها.

الطمر الصحّي

تتطلّب أيّة خطّة لإدارة النفايات الصلبة مطمرًا صحّيًا لضمان التخلّص البيئي السليم من النفايات. يعمل أي مطمر من خلال عزل هذه النفايات حتى تصبح آمنة بفعل العوامل الطبيعيّة. المطمر هو إذًا ضروريّاً، ليس فقط للتخلّص من النفايات بشكل عام، بل للتخلّص من بقايا عمليّات إعادة التدوير والتسبيخ والحرق وغيرها. كما يمكن الإعتماد على المطامر في حال تعطّل أحد المرافق الأخرى.

لكي يُعتبر أيّ مطمر مطمرًا صحّيًا، يجب أن تتوفّر تدابير رقابيّة معيّنة، أهمّها:

- عازل باطني: يعزل الجزء السفلي من المطمر لحماية البيئة ومصادر المياه.
- نظام تجميع الراشح: يجمع أيّ سائل يرشح إلى الأسفل (يحتوي هذا السائل على كمّيّات كبيرة من المواد السامّة) .
- نظام معالجة الراشح: يعالج الراشح قبل تصريفه.
- نظام تجميع الغاز: يجمع الغازات التي قد تتسرّب في الهواء، وخاصّةً غاز الميثان. يجب إدارة هذه الغازات من خلال إعادة استعمالها، حرقها لإنتاج الطاقة، أو معالجتها.
- التغطية المستمرّة: يتمّ تغطية المطمر من الأعلى لتجنّب انبعاث الروائح الكريهة وانتشار الأمراض أو ما قد يؤدّي لمشاكل صحّيّة.
- الرقابة الدائمة: تُستخدم المسابير وتؤخذ القياسات والعيّنات لمراقبة المياه السطحيّة والجوفيّة المجاورة، بالإضافة إلى نوعيّة الهواء.

يجب كذلك أخذ بعض المسائل المتعلّقة بالتخطيط والبيئة بعين الإعتبار، أهمّها أنّه:

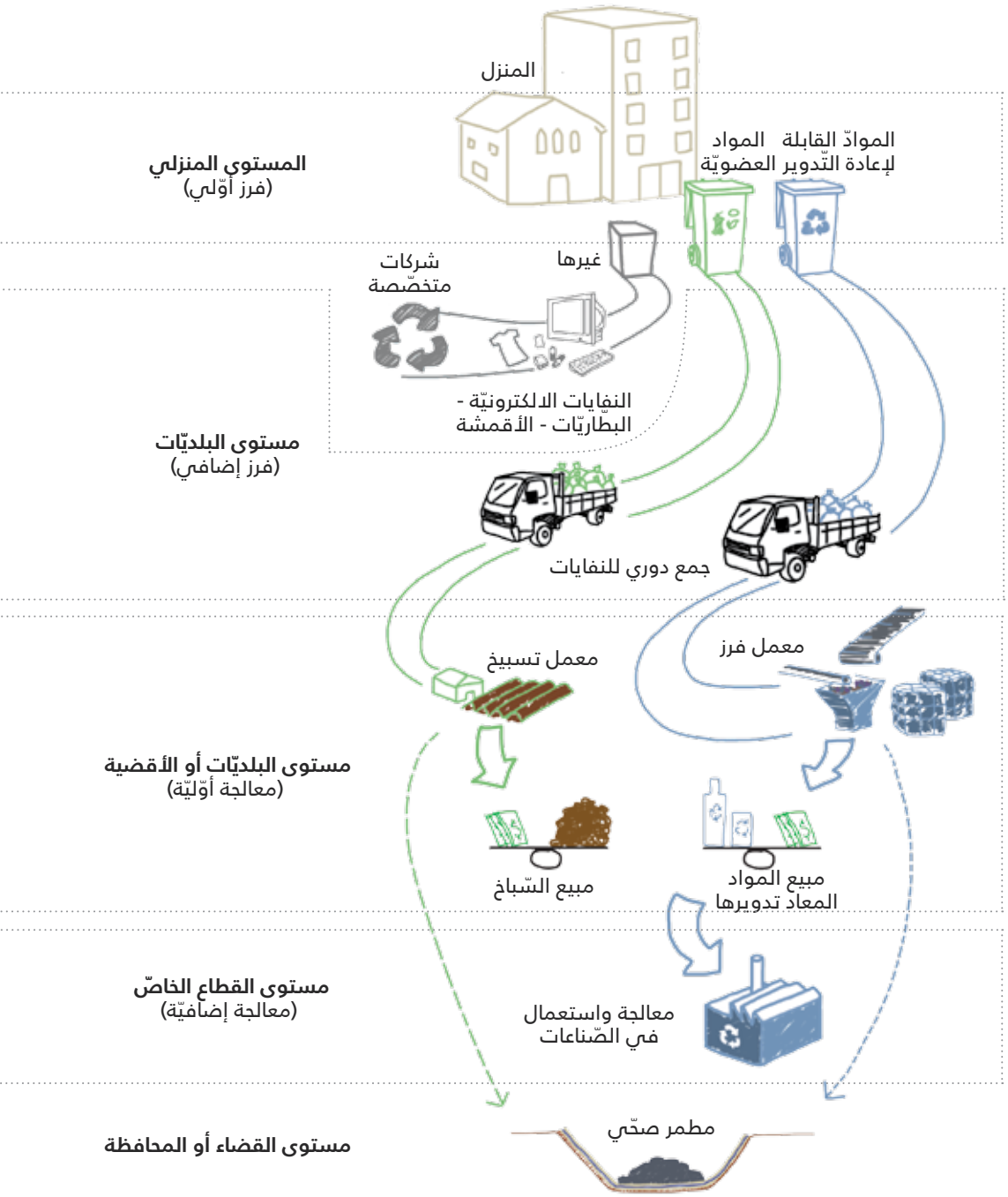
- يجب أن يلتزم المطمر بالمعايير المحلّيّة لاستخدام الأرض وتقسيمها، بما في ذلك قيود الأوزان على الطرقات وغيرها، لكي لا يؤثّر على المناطق الخارجية الحسّاسة بيئيّاً.
- يجب أن تكون طريق المطمر سالكة في كافّة الأحوال الجوّيّة.
- يجب حماية المياه السطحيّة والجوفيّة.
- يجب السيطرة على الإنبعاثات الغازية والراشح.
- يجب توفّر مادة سهلة الإستخدام لتغطية النفايات.
- ينبغي أن يحتوي المطمر على مساحة تكفي لإقامة منطقة عازلة عن المناطق المجاورة وتحفظ إمكانيّة توسيع المطمر لاحقاً.
- يجب أخذ كلفة نقل النفايات من المسافات البعيدة بعين الإعتبار أثناء إختيار موقع للمطمر.

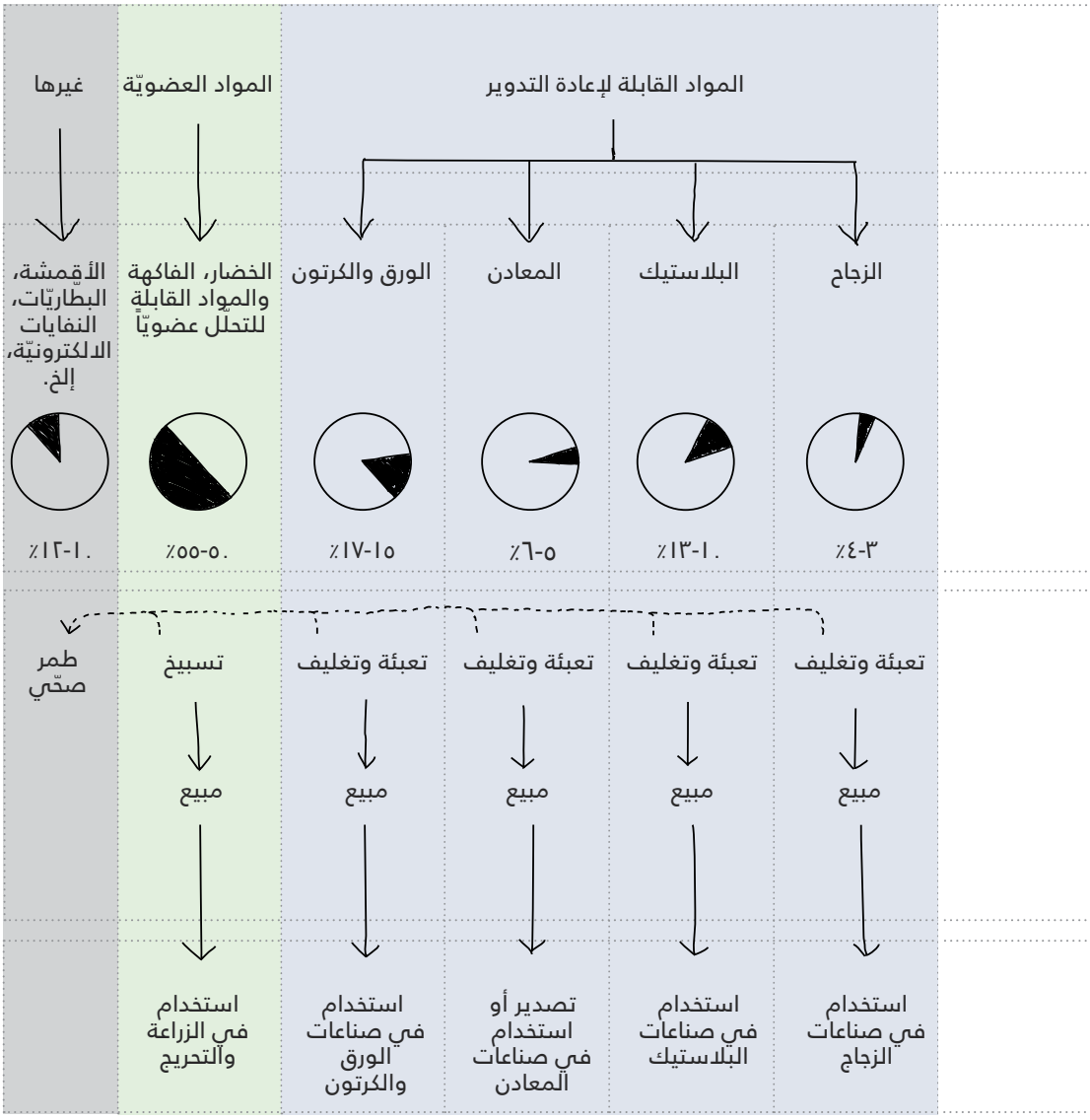
خارطة الطريق لإدارة النفايات المنزليّة الصلبة

سيتمّ عرض وتوضيح خارطة الطريق المقترحة من قبل فريق عمل إدارة النفايات الصلبة في الجامعة الاميركيّة في بيروت والتي أُعِدّت بعد دراسة جميع الخيارات التي طرحت سابقاً ومقارنة أثرها البيئي وجدواها الإقتصادية في لبنان في الصفحات القليلة المقبلة.

تأخذ خارطة الطريق هذه الرأي العام بعين الإعتبار، وهي معرّضة للتغيير في المستقبل أمام أيّة تغيّرات أو تطوّرات قد تحصل. كما يمكن تعديلها لتلائم إحتياجات كل بلديّة أو إتّحاد بلديّات على حدة. مع ذلك، قد تجد المدن الكبرى مثل بيروت أو طرابلس بدائل أخرى كاسترداد الطاقة أكثر تلاءماً بعد تقييم أثرها البيئي وإجراء جميع التحاليل اللازمة.

خارطة الطريق المقترحة



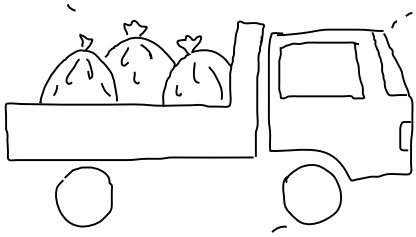

المواد القابلة لإعادة التدوير
المواد العضويّة
غيرها
الزجاج
البلاستيك
المعادن
الورق والكرتون
الخضار، الفاكهة والمواد القابلة للتحلّل عضويًّا
الأقمشة، البطّاريّات، النفايات الالكترونيّة، إلخ.
٣-٤٪
١٠-١٣٪
٥-٦٪
١٥-١٧٪
٥٠-٥٥٪
١٠-١٢٪
تعبئة وتغليف
تعبئة وتغليف
تعبئة وتغليف
تعبئة وتغليف
تسبيخ
طمر صحّي
مبيع
مبيع
مبيع
مبيع
مبيع
استخدام في صناعات الزجاج
استخدام في صناعات البلاستيك
تصدير أو استخدام في صناعات المعادن
استخدام في صناعات الورق والكرتون
استخدام في الزراعة والتحريج

نصائح للفرز من المصدر

جدول ٣. نصائح للفرز من المصدر

نوع النفايات	مواد قابلة لإعادة التدوير	مواد عضويّة	غيرها
في المستوعب	قوارير، عبوات معدنيّة، أكواب، صناديق، أواني، أدوات، قطع غيار للسيّارات والدرّاجات، جرائد، ورق وكرتون، مجلّات، إلخ	نفايات المطبخ (فاكهة، خضار، خبز، لحوم، عظام صغيرة، بن، أكياس الشّاي، محارم)، نفايات الحدائق (أعشاب، زهور، إلخ)	ملابس، بطّاريّات، مصابيح فلوريّة، مواد خطرة (طلاء، تنر، إلخ.)، نفايات إلكترونيّة، إلخ
لا يوضع في المستوعب	زجاج النوافذ، مصابيح، صحون فخّار، مواد التغليف المركّبة (علب كالحليب أوالعصير)، فيلم فوتوغرافي، حاويات الطّعام والشّراب ذات الإستخدام الواحد	أوساخ الكنس، أكياس المكانس الكهربائيّة، أعقاب السّجائر، الحفّاضات، الفوط الصحّية، القطن، الأغلفة، العظام الكبيرة، زيت الطهي	
الشروط	يجب أن تكون جافّة ونظيفة	يجب أن تُستخرج من الغلاف وتُقَلّص كمّيّة السوائل فيها	يجب تفقّد الالكترونيّات والألعاب للتأكّد من إزالة البطّاريّات منها
ترسل إلى	معامل الفرز	معامل التّسبيخ	يمكن التبرّع بالملابس للفقراء، أو طمرها صحّيّاً. أمّا المواد الأخرى الخطرة، فيجب إرسالها إلى شركات متخصّصة.

الجمع

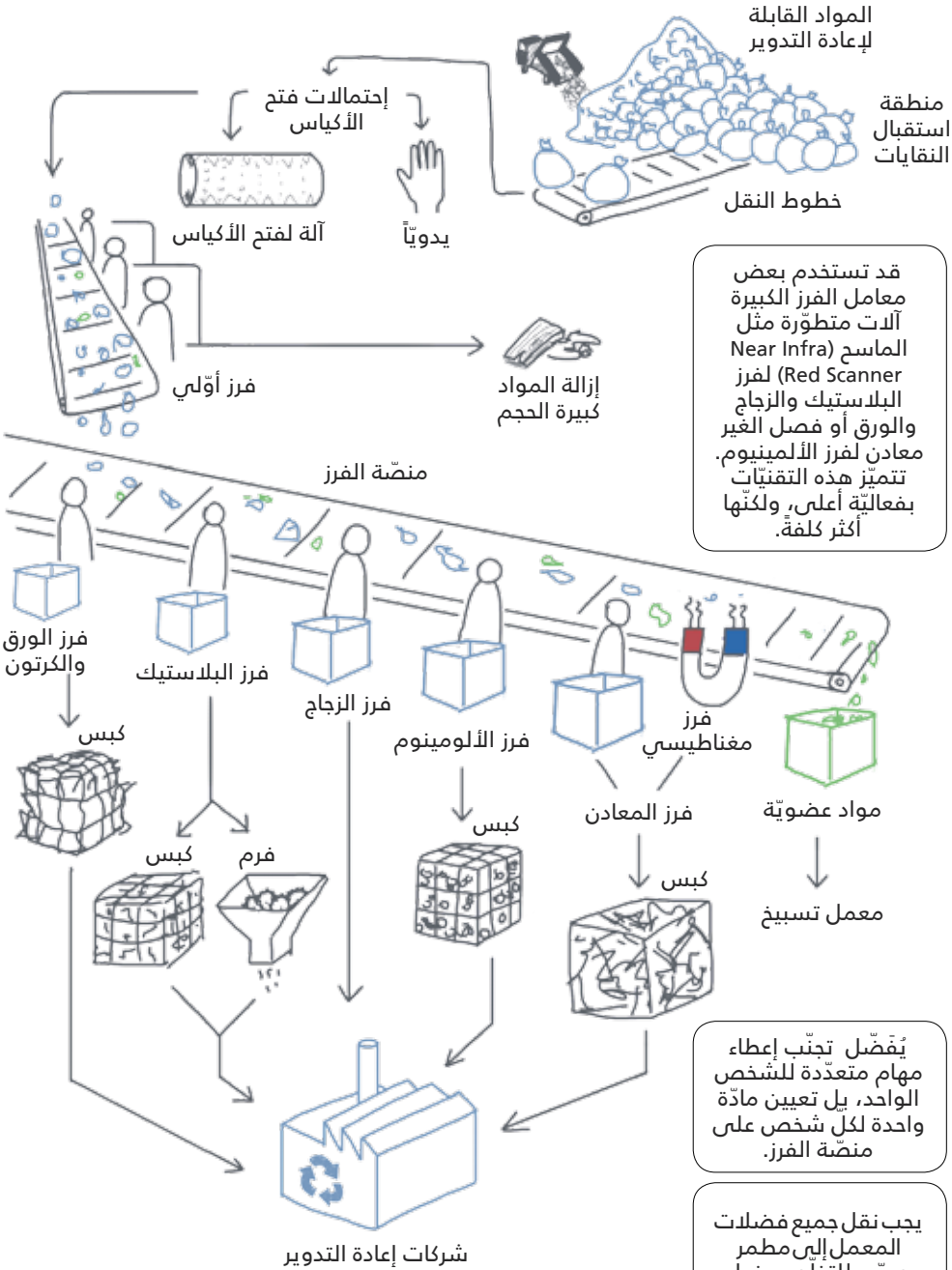


يجب عدم كبس النفايات أثناء نقلها من منطقة الجمع إلى مرفق المعالجة، لتفادي خفض فعاليّة معامل الفرز.

تختلف وتيرة جمع النفايات بين المناطق وفي أوقات مختلفة من السّنة. من المستحسن مثلًا تخفيف الوتيرة في المناطق الريفيّة، أثناء الفصول الباردة، أو في المناطق المحدودة الميزانيّة.

يجب اختيار مسار شاحنات الجمع الأقصر والأمثل من أجل الحدّ من استهلاك الوقود وتلويث الهواء.

مركز الفرز



قد تستخدم بعض معامل الفرز الكبيرة آلات متطوّرة مثل الماسح (Near Infra Red Scanner) لفرز البلاستيك والزجاج والورق أو فصل الغير معادن لفرز الألمينيوم. تتميّز هذه التقنيّات بفعاليّة أعلى، ولكنّها أكثر كلفة.

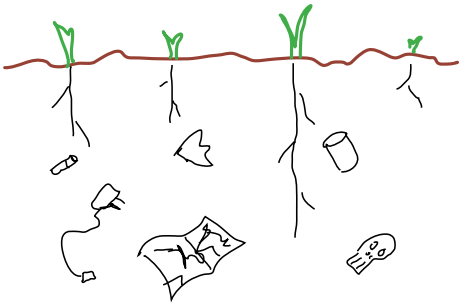
يُفَضّل تجنّب إعطاء مهام متعدّدة للشخص الواحد، بل تعيين مادّة واحدة لكل شخص على منصّة الفرز.

يجب نقل جميع فضلات المعمل إلى مطمر صحّي للتخلّص منها.

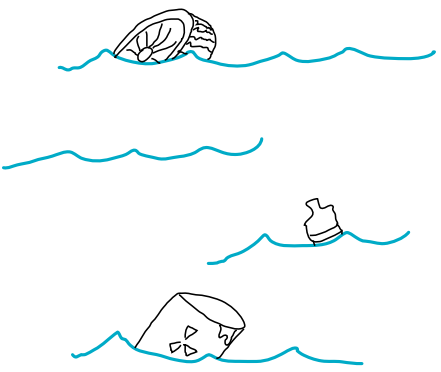
يمرّ الوقت، وتبقى النفايات

يختلف الوقت اللازم للتحلّل بين مادّة وأخرى (جدول ٤). بالتالي، من المهم الإنتباه إلى أنّه على الرّغم من اعتماد المطامر الصحّيّة على نطاق واسع، لا تزال تتطلّب هذه المواد وقتاً حتّى تتحلّل داخل المطمر. ينطبق الأمر نفسه على رمي النفايات في البحر، حيث من المرجّح أن تتراكم هذه النفايات أسرع ممّا تتحلّل.

جدول ٤. معدّل الوقت اللازم لتحلّل بعض المواد



المادّة	الوقت اللازم للتحلّل في التربة
إطارات	١٠٠ سنة على الأقلّ
قناني بلاستيكيّة	١٠٠ - ١٠٠٠ سنة
علب ألومينيوم	١٠ - ١٠٠ سنة
زجاج	٤٠٠ – ٤٠٠٠ سنة
نايلون	٤٠٠ سنة
محارم	٣ أشهر
أعقاب سجائر	١ – ١٢ سنة
عود كبريت	٦ أشهر
علكة	٥ سنوات
حفّاضات	٤٠٠ سنة
مجلّات	٦ أشهر – ١٠ سنوات



المادّة	الوقت اللازم للتحلّل في البحر
إطارات	غير معلوم
عبوات بلاستيكيّة	١٠٠٠ سنة
علب ألومينيوم	٥٠٠ سنة
زجاج	١٠٠٠ سنة
نايلون	٥٠٠ سنة
محارم	٣ أشهر
أعقاب سجائر	٢ – ١٢ سنة
عود كبريت	٦ أشهر
علكة	٥ سنوات
حفّاضات	٢٠٠ سنة
مجلّات	شهرين

بعض شركات إعادة التدوير

الشركة	رقم الهاتف	المواد المعاد تدويرها					
		ورق وكرتون	بلاستيك	معادن	زجاج	الكترونيات	إطارات
الزجاج اليدوي	٠٣/٩٠٦٠٩١				X		
ألوكسال Aluxal	٠٥/٤٨٠٤٠٦			X			
أرك أن سيال Arcenciel	٠١/٤٩٥٥٦١	X	X	X			
بيئتنا	٠١/٢٤٩٦٥٣					X	
مؤسّسة كارلو للتجارة والصناعة	٠١/٤٩٧١٠٠			X			
كامابلاست	٠٧/٢٢٢٢٠٠		X				
الشركة اللبنانيّة للمواد الأوّليّة	٠٣/٢٨١٤٣٤			X			
ليبانيز ريسايكلنغ ورکس	٠١/٨٠٩٣٨٣		X				
الإصغاء L'Ecoute	٧٠/٣٩١٩٠٨	X	X	X		X	
ليفيكو LEFICO	٠٨/٩٢١٢٢٢		X				
مزار بلاست	٠٨/٥٠٠٦٨٣		X				
ميموسا MIMOSA	٠٦/٤٠١٨٧٦	X					
Ola 3R	٠٣/٩٧٧٠٤١						X
عريبي	٠٨/٥١٠١٩٤			X			
بندا بلاست	٠١/٦٥٠٨٨٨		X				
بلاستيك شحيم	٠٣/٣٣٧٧٨٨		X				

الشركة	رقم الهاتف	المواد المعاد تدويرها					
		ورق وكرتون	بلاستيك	معادن	زجاج	الكترونيات	إطارات
بلاست وود	١/٤٩١١٥٢.		X				
ببليتكس Publitex	٣/٦.٧٦٧٨.		X				
روكي بلاست	٩/٧٩٥٦٦٦.		X				
شارمتل Sharmetal	١/٨٢٣٦٧٥.			X			
سيكومو SICOMO	٨/٥..٥٥.	X					
سيبكو SIPCO	٥/٤٣٣٥٥٣.	X					
جمعيّة الأرض - لبنان	٥/٩٢٣.٦.	X	X	X	X		
يونيباك UNIPACK	٩/٤٧٨٩١١.	X					
يونايتد غلاس برودكتس	٦/٣٨٩١.٧.				X		
Waste	١/٢٥٨٣٦٩.						X
زيرو وايست آكت Zero Waste Act	١/٣٨١٣٨١.	X	X	X			

بعض مصادر النفايات الشائعة

الفولاذ
سكك الحديد – الأجهزة المنزليّة الأساسيّة – السيّارات – المسامير والبراغي – الغسالات والبرادات – الأنابيب – المعدّات الثقيلة – أثاث المكاتب – العدّة الصناعيّة

البلاستيك
قناني المشروبات الغازيّة – الأكياس – الأنابيب – خزّانات الوقود المخصّصة للمركبات – قوارير المُنظّفات – مكوّنات الحاسوب (الأقراص الصلبة) – أنابيب الصرف الصحّي – أغلفة الأطعمة – عبوات المياه والعصير – الطاولات والكراسي – حاويات النفايات – أباريق الحليب – العوازل الكهربائيّة – القوارير المضغوطة – معلّبات اللبن – السجّاد – ملابس الشتاء – الأكواب والأوعية الجاهزة – مكبّرات الصوت

البرونز
الملاقط الكهربائيّة والمشابك – المحرّكات والمضخّات – وصلات المحرّكات الكهربائيّة – المطارق – الأجراس

الكرتون
صناديق الكرتون – كراتين البيض – الكرتون المموّج

الألمينيوم
علب المشروبات الغازيّة – الرقائق المعدنيّة – قطع السيّارات – أدوات الطبخ – مواد البناء – خطوط النقل الكهربائيّة

الزجاج
الزجاج الشفاف – الزجاج البنّي – الزجاج الأخضر

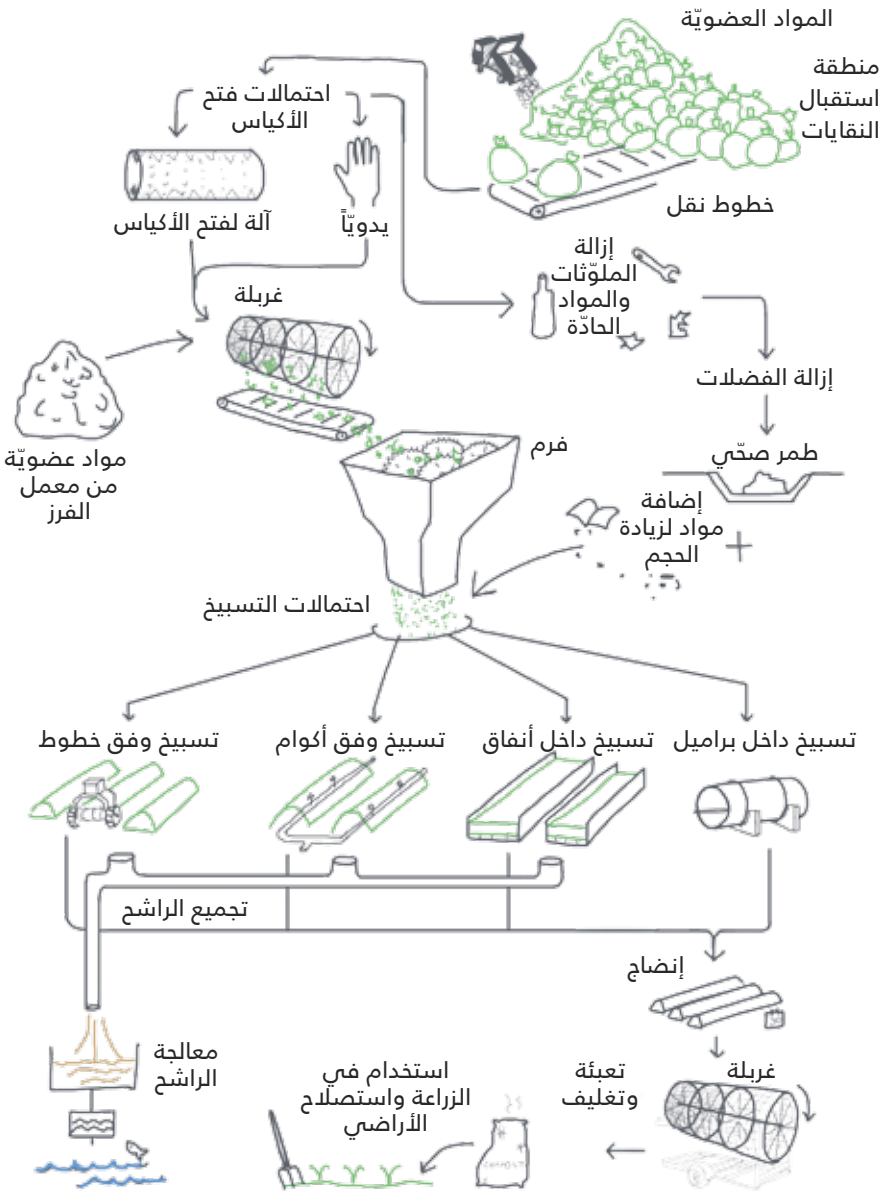
الرصاص
طلقات الرصاص – بطّاريّات السيّارات – مواد البناء – الأوزان

النحاس
الأجهزة الالكترونيّة – الأسلاك الكهربائية – المحوّلات – الصمّامات المفرّغة – المفاتيح الكهربائيّة – صنابير المياه – الأقفال – الذخائر – المولّدات – الهياكل المعماريّة – مقابض الأبواب – سخّانات المياه

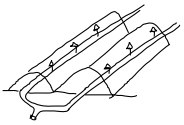
الورق
الورق الأبيض – المجلّات – الجرائد

النسيج
الثياب البالية

الفرز والتسبيخ



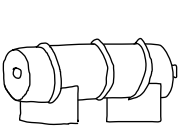
مقارنة بين طرق التسبيخ المختلفة ومتطلباتها

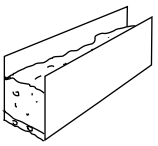


	التسبيخ وفق خطوط	التسبيخ وفق أكوام
القدرة الاستيعابيّة	٢ – ٣٠٠ طن/يوم	أكثر من ٣٠ طن/يوم
مدّة التسبيخ	٨ – ٢٤ أسبوع	٢ – ١٠ أسابيع
مدّة الإنضاج	٣ – ٦ أسابيع	٣ – ٦ أسابيع
إنتاج الروائح	مرتفع	متوسّط – منخفض
استهلاك الكهرباء	منخفض	متوسّط
إنتاج الراشح	مرتفع	متوسّط
المساحة المطلوبة*	X٢ م٢	X+ م٢
اليد العاملة المطلوبة**	مدير للموقع	مدير للموقع
	سائق آليّات	سائق آليّات
	عمّال	عمّال
	فريق صيانة	فريق صيانة
	عامل متخصّص	عامل متخصّص
تكاليف الاستثمار	منخفضة – متوسّطة	متوسّطة
تكاليف التشغيل والصيانة	منخفضة	منخفضة – متوسّطة
الماكينات والمواد الضروريّة	آلة فرم	آلة فرم
	آلة لتقليب السباخ	نظام تهوئة (مراوح، أنابيب، إلخ.)
	غربال	غربال
	مولّد كهربائي	مولّد كهربائي
	بيوفيلتر	بيوفيلتر
	نظام لمعالجة الراشح	نظام لمعالجة الراشح
	جرافة/بوبكات	جرافة/بوبكات

* تقدير المساحة (X) لسيناريو معمل بسعة ٣٠٠ طن في اليوم

** يختلف عدد العمّال المطلوبين حسب تقنيّة التسبيخ المعتمدة والقدرة الاستيعابيّة للمعمل



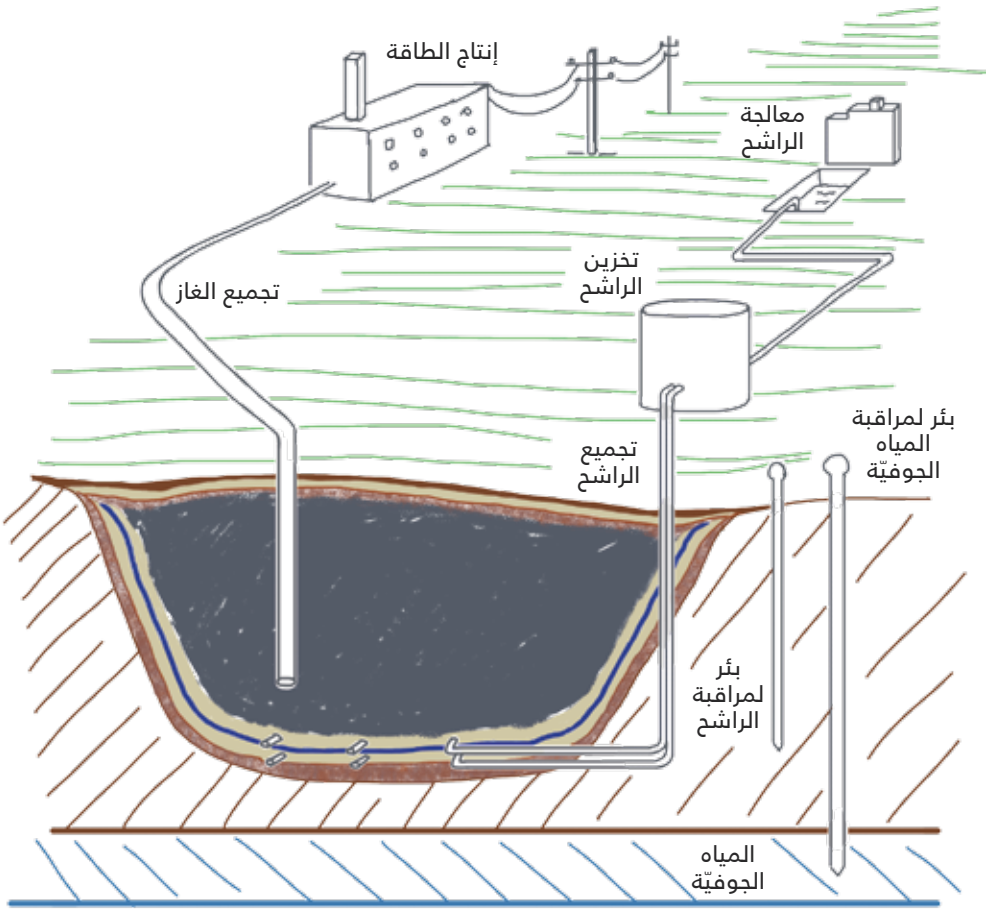


	التسبيخ داخل براميل	التسبيخ داخل أنفاق
القدرة الاستيعابيّة	٢ – ٣٠ طن/يوم	٣٠ – ١٠٠ طن/يوم
مدّة التخمير	أسبوع أو أقلّ	٣ – ٤ أسابيع
مدّة الإنضاج	٣ – ٦ أسابيع	٣ – ٦ أسابيع
إنتاج الروائح	منخفض	متوسّط
استهلاك الكهرباء	مرتفع	متوسّط
إنتاج العصارة	منخفض	متوسّط
المساحة المطلوبة*	X م٢	X م٢
اليد العاملة المطلوبة**	مدير للموقع	مدير للموقع
	سائق آليّات	سائق آليّات
	عمّال	عمّال
	فريق صيانة	فريق صيانة
	عامل متخصّص	عامل متخصّص
تكاليف الاستثمار	مرتفعة	متوسّطة – مرتفعة
تكاليف التشغيل والصيانة	متوسّطة – مرتفعة	مرتفعة
الماكينات والمواد الضروريّة	آلة فرم	آلة فرم
	برميل أو براميل	نظام تهوئة (مراوح – أنابيب...)
	غربال	غربال
	مولّد كهربائي	مولّد كهربائي
	(غير ضروري)	بيوفيلتر
	(غير ضروري)	نظام لمعالجة الراشح
	جرافة/بوبكات	جرافة/بوبكات

* تقدير المساحة (X) لسيناريو معمل بسعة ٣٠ طن في اليوم

** يختلف عدد العمّال المطلوبين حسب تقنيّة التسبيخ المعتمدة والقدرة الاستيعابيّة للمعمل

المطمر الصحّي



طبقات المطمر

خصائص المطمر الصحّي المستخدم كمثال:

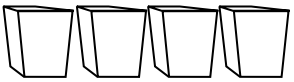
مساحة المطمر	٢٠،٠٠٠ م^{٢}
العوادم الناتجة عن ١٠٠ طن/يوم من النفايات	٣٠ طن/يوم
حجم العوادم بعد الكبس والتغطية	٥٠ م^{٣}/يوم
حجم النفايات في السنة	١٨،٢٥٠ م^{٣}
ارتفاع المواد في المطمر	حوالي ١٤ م
معدّل عمر المطمر	١٥ سنة

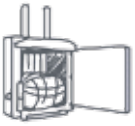
سيناريوهات إدارة النفايات المنزليّة الصلبة

تتكوّن إذًا خارطة الطريق من عدد من العناصر المهمّة التي تساهم بتكامل واستدامة الخارطة. من أجل إعطاء فكرة أفضل عن المعدّات، اليد العاملة، الآلات، المساحات، وأعمال البناء الضروريّة لعمل هذه العناصر، سوف يتمّ عرض أربع سيناريوهات لمناطق تتميّز بمعدّلات متفاوتة لإنتاج النفايات.

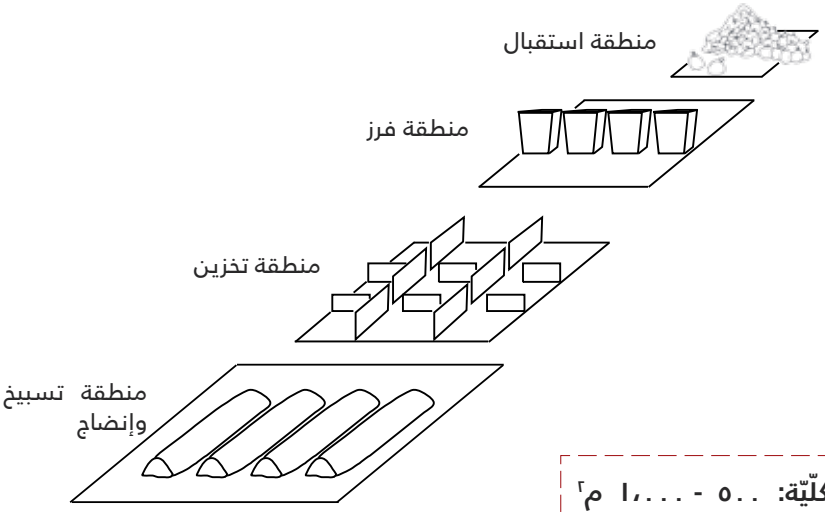
السيناريو الأوّل: على نطاق صغير جدّاً (حوالي ١ طن/يوم)

الآلات والمعدّات الضروريّة





أعمال البناء الضروريّة



المساحة الكلّيّة: ٥٠٠ - ١،٠٠٠ م٢

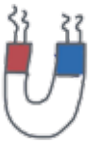
السيناريو الثاني: على نطاق صغير (حوالي ١٠ طن/يوم)

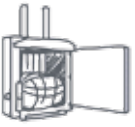
الآلات والمعدّات الضروريّة

عدد العمّال: ٦ – ٨

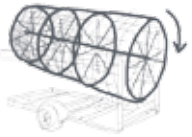
مولّد كهربائي

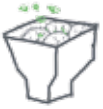
خط فرز وتحويل المواد العضويّة لمعمل التسبيخ


مغناطيس فوق خط الفرز

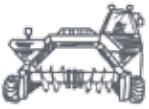

آلة الكبس للمواد القابلة لإعادة التدوير

آلة فرم للبلاستيك

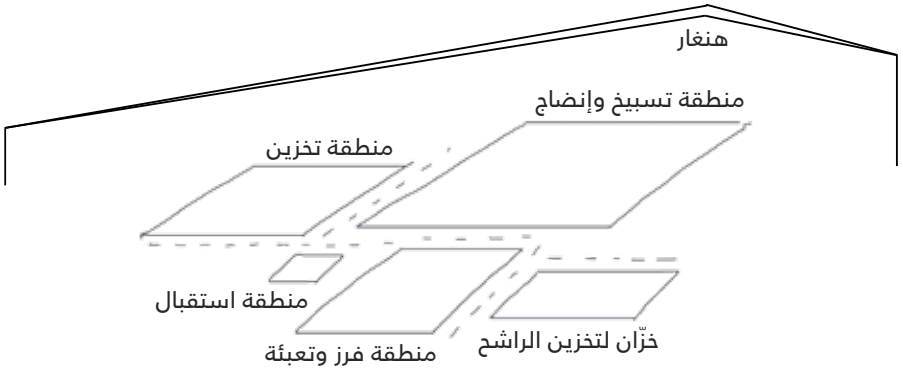

غربال للسباخ


آلة فرم للمواد العضويّة

بوبكات


آلة صغيرة لتقليب السباخ أو براميل للتسبيخ

أعمال البناء الضروريّة

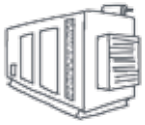


المساحة الكلّيّة: ١٬٥٠٠ - ٢٬٠٠٠ م٢

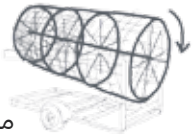
السيناريو الثالث: على نطاق متوسّط (حوالي ٣٠ طن/يوم)

الآلات والمعدّات الضروريّة

عدد العمّال: ١٢ -١٤

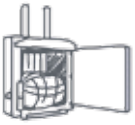


مولّد كهربائي كبير



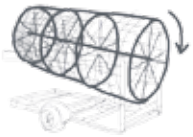
منصّة للفرز تتضمّن غربال ونقل المواد العضويّة لمعمل التسبيخ

مغناطيس فوق خط الفرز

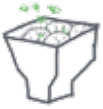


آلة الكبس للمواد القابلة لإعادة التدوير

آلة فرم للبلاستيك

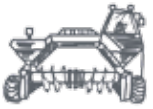


غربال للسباخ

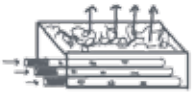


آلة فرم للمواد العضويّة

بوبكات عدد ٢

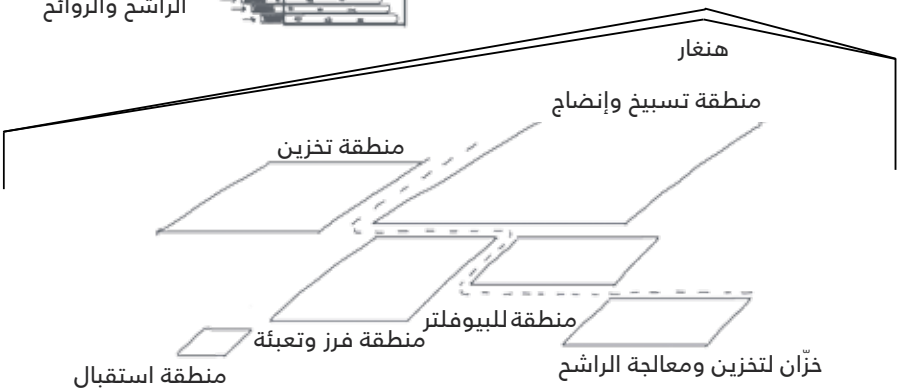


آلة لتقليب السباخ أو براميل للتسبيخ



بيوفلتر لمعالجة الراشح والروائح

أعمال البناء الضروريّة

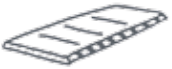


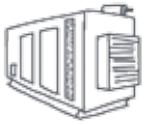
المساحة الكلّيّة: ٢،٥٠٠ - ٤،٠٠٠ م٢

السـيناريو الرابع: على نطاق كبير (حوالي ١٠٠ طن\يوم) *

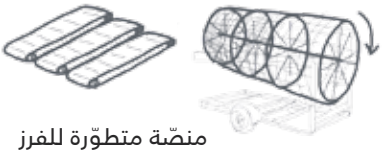
الآلات والمعدّات الضروريّة

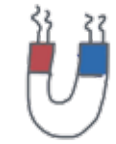
عدد العمّال: ٢٦ - ٣٠

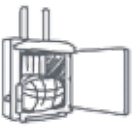

قبّان (جسر ميزان)


مولّد كهربائي كبير

آلة لفتح الأكياس

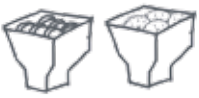

منصّة متطوّرة للفرز تتضمّن غربال وتنقل المواد العضويّة لمعمل التسبيخ


مغناطيس فوق خط الفرز

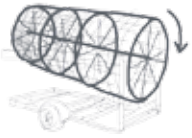

آلة الكبس للمواد القابلة لإعادة التدوير

المساحة الكلّيّة: ٧٥٠٠ - ١٠٠٠٠ م٢

آلة فرم للبلاستيك

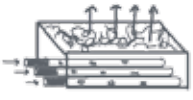

آلات لإنتاج الوقود المشتقّ من النفايات

جرافة كبيرة وبوبكات عدد ٢


غربال للسباخ

آلة لتقليب السباخ أو براميل للتسبيخ

آلة فرم للمواد العضويّة


بيوفلتر لمعالجة الرائحة والروائح

* أعمال البناء الضروريّة لهذا السيناريو مطابقة للسيناريو السابق.

توصيات أخيرة

بعد توضيح الخيارات المختلفة لإدارة النفايات وعرض خارطة الطريق المقترحة من قبل فريق العمل في الجامعة الأميركيّة في بيروت، يقع على عاتق أصحاب الشّأن، وخاصّةً السلطات البلديّة والأفراد المعنيّين، اتّخاذ الخطوات العمليّة اللازمة لتطبيقها. فمن الضروري أن تؤسّس البلديّات شراكات مع بعضها من أجل تخفيف الأعباء الماديّة والإداريّة لهكذا خطّة. ويساعد هذا التعاون على تقليص التكاليف الاقتصاديّة في عمليّة إدارة النفايات، ما يؤدّي إلى تسهيل تنفيذ الإدارة المستدامة لها من قبل البلديّات أو حتّى الأقضية.

بالإضافة إلى ذلك، من المهم أن يشارك الأفراد على نحو فعّال، سواء في المنزل أو في العمل، للمساهمة في انتقال لبنان إلى إدارة مستدامة للنفايات. ومن أجل ذلك، يجب على المواطنين تحمّل الأعباء والمسؤوليّات المرافقة لهذا التحوّل والبدء بتنفيذ توصيات الخطّة المقترحة في حياتهم اليوميّة، وأبرزها الفرز من المصدر.

يبقى أنّ خارطة الطريق ينبغي أن تُؤخذ كمرجع. فمن الضروري، حسب المرسوم ٨٦٣٣/٢ . ١٢، تقييم الأثر البيئي لأي مشروع يُعنى بملف إدارة النفايات المنزليّة الصلبة قبل الشروع بتنفيذه. ويساعد هذا التقييم صانعو القرارات من خلال دراسة جميع العوامل الاقتصاديّة والاجتماعيّة والبيئيّة التي قد تؤثّر بشكل مباشر أو غير مباشر على المشروع أو على المجتمع ككلّ. يمكن لدراسة الأثر البيئي تعديل وتحسين المشروع المُقترح، ضمان استخدام الموارد بشكل فعّال، تعزيز الجوانب الاجتماعيّة للمشروع، وتحديد التدابير اللازمة لمراقبة وإدارة الآثار الناتجة عنه. كما تساعد هذه الدراسة في اتّخاذ القرارات السليمة من أجل التخفيف أو الحدّ من الآثار السلبيّة المتوقّعة وتعزيز الفوائد الممكنة [٤٦، ٤٧].

وبالتالي، فمن الواضح أنّ الإدارة المستدامة للنفايات المنزليّة الصلبة تتطلّب جهداً من أصحاب الشأن، ولكنّها ليست عمليّة بالغة التعقيد أو مستحيلة. لذا، يأمل فريق عمل إدارة النفايات المنزليّة الصلبة في الجامعة الأميركيّة في بيروت أن يكون هذا الدليل أداة طيّعة بيد جميع الأطراف لمساعدتهم على تحقيق إدارة مستدامة للنفايات.

للأسئلة: aubtaskforce@gmail.com

المراجع

1. UNDESA. (2010). *TRENDS IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT: Chemicals, mining, transport and waste management*.
2. Modak, P. (2012). Municipal Solid Waste Management: Turning Waste into Resources *Shanghai Manual – A Guide for Sustainable Urban Development in the 21st Century*: United Nations Department of Economic and Social Affairs (UNDESA).
3. Jining, C., & Yi, Q. (2009). *Point Sources of Pollution: Local Effects and Their Control* (Vol. 1): EOLSS Publishers Co Ltd.
4. UNEP. (2011). *Toward a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*: Kogan Page Ltd.
5. Massoud, M. A., El-Fadel, M., & Abdel Malak, A. (2003). Assessment of public vs private MSW management: a case study. *Journal of Environmental Management, 69*, 15-24.
6. Anschütz, J., IJgosse, J., & Scheinberg, A. (2004). *Putting Integrated Sustainable Waste Management into Practice Using the ISWM Assessment Methodology* (A. Scheinberg Ed.).
7. van de Klundert, A., & Anschütz, J. (2001). *Integrated Sustainable Waste Management - the Concept*.
8. UNHSR. (2010). *SOLID WASTE MANAGEMENT IN THE WORLD'S CITIES WATER AND SANITATION IN THE WORLD'S CITIES 2010*: Earthscan.
9. MOE, EU, & UNDP. (2014). *Lebanon Environmental Assessment of the Syrian Conflict & Priority Interventions*.
10. Sweepnet. (2014). *Country report on the Solid Waste Management in LEBANON*.
11. MOE, EU, & UNDP. (2011). *State and Trends of the Lebanese Environment*.
12. CDR/LACECO. (2011). Supervision of Greater Beirut Sanitary Landfills - Annual Report.
13. Li, W., Guan, D., Su, J., Takeda, N., Wakita, T., Li, T. C., & Ke, C. W. (2013). High prevalence of rat hepatitis E virus in wild rats in China. *Vet Microbiol*, 165(3-4), 275-280. Doi:10.1016/j.vetmic.2013.03.017
14. Ostfeld, R. S., Canham, C. D., Oggenfuss, K., Winchcombe, R. J., & Keesing, F. (2006). Climate, deer, rodents, and acorns as determinants of variation in Lyme-disease risk. *PloS Biol*, 4(6), e145.
15. Collinet-Adler, S., Babji, S., Francis, M., Kattula, D., Premkumar, P. S., Sarkar, R., . . . Naumova, E. N. (2015). Environmental Factors Associated with High Fly Densities and Diarrhea in Vellore, India. *Appl Environ Microbiol*, 81(17), 6053-6058. doi:10.1128/aem.01236-15

16. Echeverria, P., Harrison, B. A., Tirapat, C., & McFarland, A. (1983). Flies as a source of enteric pathogens in a rural village in Thailand. *Appl Environ Microbiol, 46*(1), 32-36.

17. Hagemeyer, O., Bunger, J., van Kampen, V., Raulf-Heimsoth, M., Drath, C., Merget, R., . . . Broding, H. C. (2013). Occupational allergic respiratory diseases in garbage workers: relevance of molds and actinomycetes. *Adv Exp Med Biol*, 788, 313-320. doi:10.1007/978-94-007-6627-3_42

18. Allmers, H., Huber, H., & Baur, X. (2000). Two year follow-up of a garbage collector with allergic bronchopulmonary aspergillosis (ABPA). *Am J Ind Med, 37*(4), 438-442.

19. Bunchu, N., Silaram, M., Sukontason, K., Sukontason, K. L., & Chaiwong, T. (2014). Isolation of Toxocara eggs from flies in Northeast Thailand. *J Med Assoc Thai, 97 Suppl 4*, S25-28.

20. Reiss, J. (1995). Moulds in containers with biological wastes. *Microbiol Res, 150*(1), 93-98.

21. Zaki, S. A., & Karande, S. (2011). Multidrug-resistant typhoid fever: a review. *J Infect Dev Ctries, 5*(5), 324-337.

22. The National Personal Protective Technology Laboratory. (January 20, 2012). Respirator Fact Sheet.

23. EFSA. (2011). Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance calcium carbonate. *European Food Safety Authority, 9*(7). doi:10.2903/j.efsa.2011.2298

24. *Local Governments and Public Goods: Assessing Decentralization in the Arab World*. (2015). The Lebanese Center for Policy Studies.

25. Antoun, R. (2009). Towards a National Anti-corruption Strategy.

26. Pan American Health Organization. (2005). Analysis of the Municipal Solid Waste Management Situation *Report on the Regional Evaluation of Municipal Solid Waste Management Services in Latin America and the Carribbean*.

27. DEFRA. (2013). *Incineration of Municipal Solid Waste*.

28. EPA. (1995). *DECISION MAKER'S GUIDE TO SOLID WASTE MANAGEMENT*.

29. EPA. (2015, November 19, 2015). Sustainable Materials Management: Non-Hazardous Materials and Waste Management Hierarchy.

30. EEA. (2013). *Managing municipal solid waste - a review of achievements in 32 European countries*. Copenhagen.

31. Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. A. (1993). *Integrated Solid Waste Management*. New York: McGraw Hill.

32. Arafat, H. A., Jijakli, K., & Ahsan, A. (2015). Environmental performance and energy recovery potential of five processes for municipal solid waste treatment. *Journal of Cleaner Production, 105*, 233-240.

33. Song, Q., Wang, Z., & Li, J. (2013). Environmental performance of municipal solid waste strategies based on LCA method: a case study of Macau. *Journal of Cleaner Production, 57*, 92-100.

34. The Dougherty Group LLC. (2006). *Materials Recovery Facilities – MRFs Comparison of efficiency and quality*.

35. Pathak, A. K., Singh, M. M., & Kumar, V. (2011). COMPOSTING OF MUNICIPAL SOLID WASTE: A SUSTAINABLE WASTE MANAGEMENT TECHNIQUE IN INDIAN CITIES – A REVIEW. *International Journal of Current Research, 3*(12), 339-346.

36. EPA. (2012). *Food Scrap Recycling: A Primer for Understanding Large-Scale Food Scrap Recycling Technologies for Urban Areas*.

37. Hargreaves, J. C., Adl, M. S., & Warman, P. R. (2008). A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment, 123*, 1-14.

38. Environment Canada. (2013). *Technical Document on Municipal Solid Waste Organics Processing*.

39. Renkow, M., & Rubin, A. R. (1998). Does municipal solid waste composting make economic sense? *Journal of Environmental Management, 53*, 339-347.

40. Hoornweg, D., Thomas, L., & Otten, L. (2000). *Composting and Its Applicability in Developing Countries*.

41. World Energy Council. (2013). Waste to Energy *World Energy Resources 2013 survey*: World Energy Council.

42. The World Bank. (1999a). *Decision Makers' Guide to Municipal Solid Waste Incineration*. Washington, D.C.

43. UNEP. (2005). *Solid Waste Management* (Vol. I).

44. The World Bank. (1999b). *Municipal Solid Waste Incineration*. Washington, D.C.

45. Soria, J., Gauthier, D., Flamant, G., Rodriguez, R., & Mazza, G. (2015). Coupling scales for modelling heavy metal vaporization from municipalsolid waste incineration in a fluid bed by CFD. *Waste Management, 43*, 176-187.

46. Pavlickova, K., & Vyskupova, M. (2015). A method proposal for cumulative environmental impact assessment based on the landscape vulnerability evaluation. *Environmental Impact Assessment Review, 50*, 74-84.

47. Leunga, W., Nobleb, B., Gunnc, J., & Jaeger, J. A. G. (2015). A review of uncertainty research in impact assessment. *Environmental Impact Assessment Review, 50*, 116-123.

للمزيد من المعلومات:
aubtaskforce@gmail.com