

الاقتصاد الدائري: كيفية تحويل الأعباء إلى موارد



الأستاذ الدكتور/ بيتر هيك

د. مايكل كناوس

رناها نسا داساياتكي، طالب دكتوراه

معهد الدراسات التطبيقية للتدفق المالي

جامعة ترير للعلوم التطبيقية، جامعة بيركنفيلد (الحرم الجامعي البيئي)، ألمانيا

1. النفايات باعتبارها عبئاً عالمياً

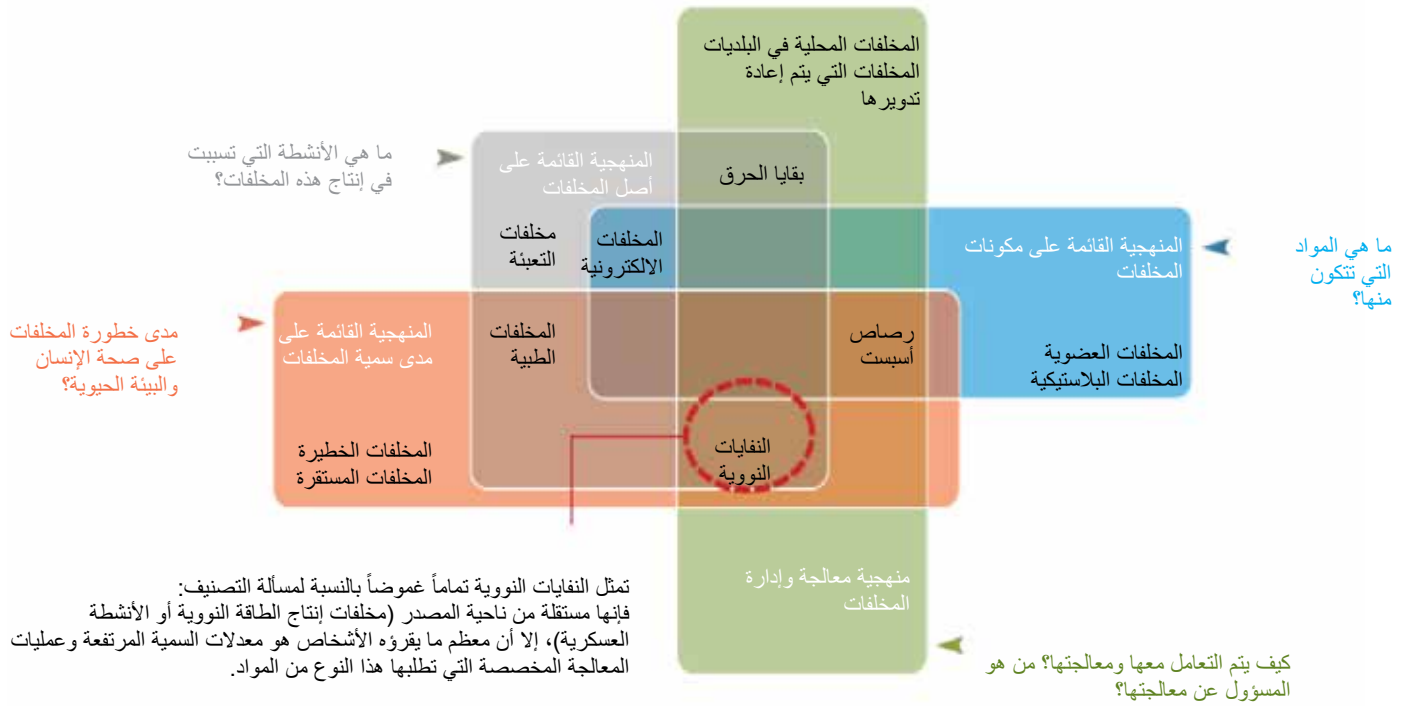
على الرغم من عدم التوصل إلى أي توافق عالمي بهذا الشأن، إلا أنه يوجد تعريفان رئيسيان لمصطلح النفايات يتم استخدامهما بشكل عام، ويعبران جيداً عن مفهوم النفايات (بالتالي فإنهما يحددان أيضاً المواد الخارجة عن نطاق هذا المصطلح).

وفقاً لمعاهدة بازل، يتم تعريف النفايات باعتبارها "المواد أو العناصر التي يتم التخلص منها أو التي من المفترض أن يتم التخلص منها، أو تلك التي ينبغي التخلص منها بموجب القوانين المحلية المطبقة"¹.

وبشكل أكثر تفصيلاً، فإن قسم إحصائيات الأمم المتحدة يعرف النفايات باعتبارها "المواد التي لا تعتبر بمثابة منتجات صالحة (أي لا تعتبر بمثابة منتجات يتم إنتاجها في إطار السوق) بالتالي لا يمكن استخدامها بواسطة المصنعين في أي استخدامات أخرى ضمن الأعمال الصناعية والإنتاجية، أو أعمال التحويل وإعادة التدوير والاستهلاك، أو تلك التي يكون من الضروري التخلص منها. وعلى سبيل التعميم، فإن التعريف يتضمن أيضاً "قد يتم إنتاج النفايات من خلال عمليات استخراج الخامات، وخلال مراحل تصنيع ومعالجة المواد والخامات الأولية لتحويلها إلى وسائط قابلة للتصنيع أو منتجات نهائية، وكذلك خلال عمليات استهلاك المنتجات النهائية، وغيرها من الأنشطة البشرية الأخرى. ويستثنى من ذلك التعريف المخلفات التي يتم إعادة تدويرها أو إعادة استخدامها في موقع إنتاجها"¹.

وكما تمت الإشارة لذلك أعلاه في التعاريف السابقة، تعتبر المخلفات بمثابة موضوع معقد، مما يجعل الأمر بالضرورة في غاية الصعوبة لتصنيفها بشكل صحيح. ويبدو ذلك في كثرة المتغيرات التي تؤثر على هذا الموضوع كما هو موضح في الشكل رقم (1) أدناه. كما تشير هذه التعريفات أيضاً إلى الصعوبة الكامنة في آليات "إدارة ومعالجة" هذه المخلفات، وهو موضوع مطروح للنقاش بشكل مكثف على المستوى العالمي.

الشكل رقم (1): تعقد موضوع المخلفات والتصنيفات المتداخلة فيما بينها
مصدر الصورة: جريدا اريندال، 2017. [http://www.grida.no/resources/5875]



على الرغم من النطاق الواسع لهذا الموضوع، فإننا نركز هنا على أكثر الفئات إزعاجاً فيما يتعلق بمسألة معالجة النفايات، وهي النفايات البلدية الصلبة (MSW)، وسنشرح هنا كيفية تحويل مثل هذا العبء إلى منافع ومكافآت من خلال استخدام ممارسات المعالجة الرشيدة للمخلفات والتقنيات المتعلقة.

وبالإضافة إلى التعريف الحالية والدلالات السلبيّة المرتبطة بها، تمثل "النفايات" بشكل عام عبئاً، وإزعاجاً، ومشكلة ينبغي التخلص منها بعيداً، بحيث تكون بعيدة تماماً عن المجتمعات الاجتماعية والاقتصادية. ولفترة طويلة، ظلت هذه الأماكن البعيدة للتخلص من النفايات عبارة عن ثقب غائر في الأرض أو داخل المسطحات المائية (سواء المتدفقة أو الراكدة، المالحة أو العذبة). ومع تزايد عدد السكان، والنمو الاقتصادي المتسارع، وتضاؤل توافر الأراضي والمساحات المخصصة لهذه الأغراض، والهوس المجتمعي المتزايد بمسألة النفايات، فإن هذه الأماكن البعيدة للتخلص من النفايات قد أصبحت بوتيرة سريعة وخطيرة تقترب تدريجياً من التجمعات الاجتماعية والاقتصادية نفسها التي تولد النفايات على الصعيد العالمي. وفي مطلع المرحلة الجيولوجية "الأنثروبوسين"، أدركنا أنه لا توجد في الحقيقة مساحات "بعيدة" بعد الآن للتخلص من المخلفات والنفايات الثانوية الناتجة عن أنشطة المجتمعات.

وفقاً لتقرير للبنك الدولي، تقدر الأعباء العالمية للنفايات البلدية الصلبة بقيمة تتجاوز 2.2 بليون طن سنوياً، بمعدل توليد يبلغ 1.42 كجم للفرد الواحد بحلول عام 2025؛ حوالي 3 أضعاف المعدل السائد مقارنةً بعام الأساس (2002). انظر الجدول 1. الأمر الذي يؤكد حقيقة أنّ أساليب إدارة النفايات البلدية الصلبة التي تعاني بالفعل من عدم الكفاءة، مثل مدافن القمامة والحرق، ستتهار تماماً ولن تكون كافية تحت الضغوط المتزايدة، ليس فقط بسبب مشكلات محدودة القدرة على استيعاب كمّ النفايات، بل أيضاً بسبب العبء البيئي الهائل الناجم عنها. لذلك، توجد حاجة ماسة إلى إحداث نقلة نوعية في إدارة النفايات البلدية الصلبة.

السنة	سكان المدن العالمية [مليار]	النفايات البلدية الصلبة لكل فرد (كجم/ يوماً)	النفايات البلدية الصلبة سنوياً (مليون طن)
2002	2.9	0.64	0.68
2012	3.0	1.2	1.3
2025	4.3	1.42	2.2

الجدول 1 : التوجهات العالمية في توليد النفايات البلدية الصلبة

(مصدر البيانات: الحجم الهائل للنفايات: دراسة عالمية حول إدارة النفايات الصلبة، 2012، مجموعة البنك الدولي

<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTURBANDEVELOPMENT/0,,contentMDK:23172887~pagePK:210058~piPK:210062~theSitePK:337178,00.html>

وعلى ضوء ما تقدم، يتم تشجيع حرق النفايات البلدية الصلبة كبديل "عملي" حتى في الاقتصادات المتقدمة الواعية بيئياً، ويرجع ذلك جزئياً إلى المفاهيم الخاطئة وعدم فهم أسلوب العمل الداخلي لهذه الآليات الخاصة بالتخلص من النفايات. وفي بعض الحالات، يكون حرق المخلفات أفضل، بالمقارنة مع مدافن النفايات و / أو الدفن تحت المسطحات المائية، نظراً إلى أنّ حرق النفايات البلدية الصلبة يُنتج كمية كبيرة من الطاقة الصالحة للاستخدام (الكهرباء والحرارة) التي تؤدي إلى تعويضات أفضل من الناحية البيئية (انظر على سبيل المثال أساموي أند لوريشين (2012)¹. ومع ذلك، فكثيراً ما يتم إخراج المسألة من سياقها - بناء في بعض الأحيان على ادعاءات لا أساس لها من الصحة - باعتبار مسألة حرق النفايات بمثابة حلّ شامل وسليم بيئياً لمشكلة معالجة النفايات البلدية الصلبة. ويقدم ليونارد (2010)² وصفا شاملاً عن السبب وراء اعتبار ممارسات حرق النفايات البلدية الصلبة بمثابة خيار خاطئ تماماً، حيث يسلط الجدول 2 أدناه الضوء على بعض الحجج الرئيسية التي تعارض حرق النفايات البلدية الصلبة.

2. الدفن أو الحرق: كلاهما خيارات سيئة

بصرف النظر عن مستوى الدخل أو الوضع الاقتصادي لدولة ما، فإن معظم أساليب إدارة النفايات البلدية الصلبة المستخدمة على نطاق واسع حتى الآن هي استخدام مدافن القمامة والدفن في المسطحات المائية وحرق النفايات. حيث تمت دراسة الآثار السلبية المترتبة على مدافن القمامة و / أو الدفن في المسطحات المائية على نطاق واسع، وتم توثيق هذه النتائج توثيقاً علمياً دقيقاً، بالتالي أصبحت مفهومة تماماً، إلا أنها مع ذلك لا تزال تمارس في معظم أنحاء العالم. وتشمل بعض تلك الآثار (على سبيل المثال لا الحصر)؛ تلوث الهواء بسبب الغازات والرشح وما إلى ذلك، وتدهور الصحة العامة، وانخفاض معدلات جودة ونوعية الحياة السليمة، إضافة إلى تزايد الأعباء الاقتصادية على البلديات، وفقدان الموارد والإيرادات المرتبطة بها.

جدول 2: لماذا يعتبر أسلوب حرق النفايات بمثابة خيار خاطئ (المصادر: ليونارد، 2010، NTN¹)

السبب	التفاصيل
1. إطلاق الملوثات الهوائية السامة وإنتاج الرماد السام	تشمل الانبعاثات الناتجة عن محارق النفايات العديد من الملوثات العضوية الثابتة (مثل الديوكسينات والفيورانات، وكذلك الجسيمات النانوية والمعادن الثقيلة السامة التي تؤثر على صحة الإنسان والنظام البيئي). وتنتج كافة محارق المخلفات الرماد (الرماد المتطاير والرماد الثقيل) الملوث بالعديد من الملوثات العضوية الثابتة الثقيلة وغيرها من أنواع الملوثات العضوية الثابتة الأخرى POPs.
2. أسوأ شكل من أشكال الطاقة التي تهدر الطاقة الكامنة	ينتج عن حرق النفايات العديد من الانبعاثات السامة والغازات المسببة للاحتباس الحراري. بالتالي فإنها تبديد الطاقة الكامنة في الموارد مثل البلاستيك أو البوليمرات الاصطناعية، ولا يُستغل إلا قدر ضئيل من الطاقة من خلال القيمة الحرارية الناتجة فقط.

السبب	التفاصيل
3. تفويض جهود إعادة التدوير وتدمير الموارد	إن القيمة الحرارية العالية "المخلفات المستخدمة كوقود لعملية الحرق" المطلوبة لتشغيل محارق النفايات، تعتبر أيضاً في حد ذاتها بمثابة موارد ذات قيمة سوقية عالية) مثل اللدائن والورق والخشب (والتي تحتوي على قدر من الطاقة الكامنة التي يمكن إعادة تدويرها بسهولة، والتي يتم حرقها وتدميرها لإنتاج الرماد السام.
4. الخيار الأكثر تكلفة لإدارة النفايات الذي يرسخ آليات الاقتصاد الخطي غير المستدام	تعتبر تكاليف حرق المخلفات ضمن أعلى المستويات مقارنة بجميع حلول معالجة النفايات حيث أن عملية [حرق المخلفات] تعتمد على إمدادات ثابتة من النفايات تمتد لعقود من الزمن. وهذا يشجع على توليد النفايات باستمرار من خلال استخدام الموارد البكر ويمنع إعادة التدوير، والحفاظ على اقتصاد خطي غير مستدام.

ومع التقنيات الحالية لمعالجة غازات العوادم، كما هو مطلوب بشكل قياسي في بعض الدول المتقدمة مثل ألمانيا في "دليل تعليمات السلامة التقنية للهواء (TA Luft)" يمكن تفادي أول سببين مذكورين أعلاه لأضرار حرق النفايات. حيث توجد مجموعة متقدمة من المرشحات عالية التقنية لإنجاز تلك الأمور، ولكن بتكلفة عالية. وفي المتوسط، تصل تكلفة المعالجة في محطات حرق النفايات في ألمانيا إلى حوالي 160 يورو لكل طن من النفايات البلدية الصلبة. مما يعتبر بمثابة قيمة مضافة سالبة تؤدي إلى ارتفاع أسعار الطاقة بشكل متزايد، وتعتبر بالتالي أعلى من التكلفة القياسية للطاقة (LCOE) التي تحققها التقنيات التنافسية للطاقة المتجددة.

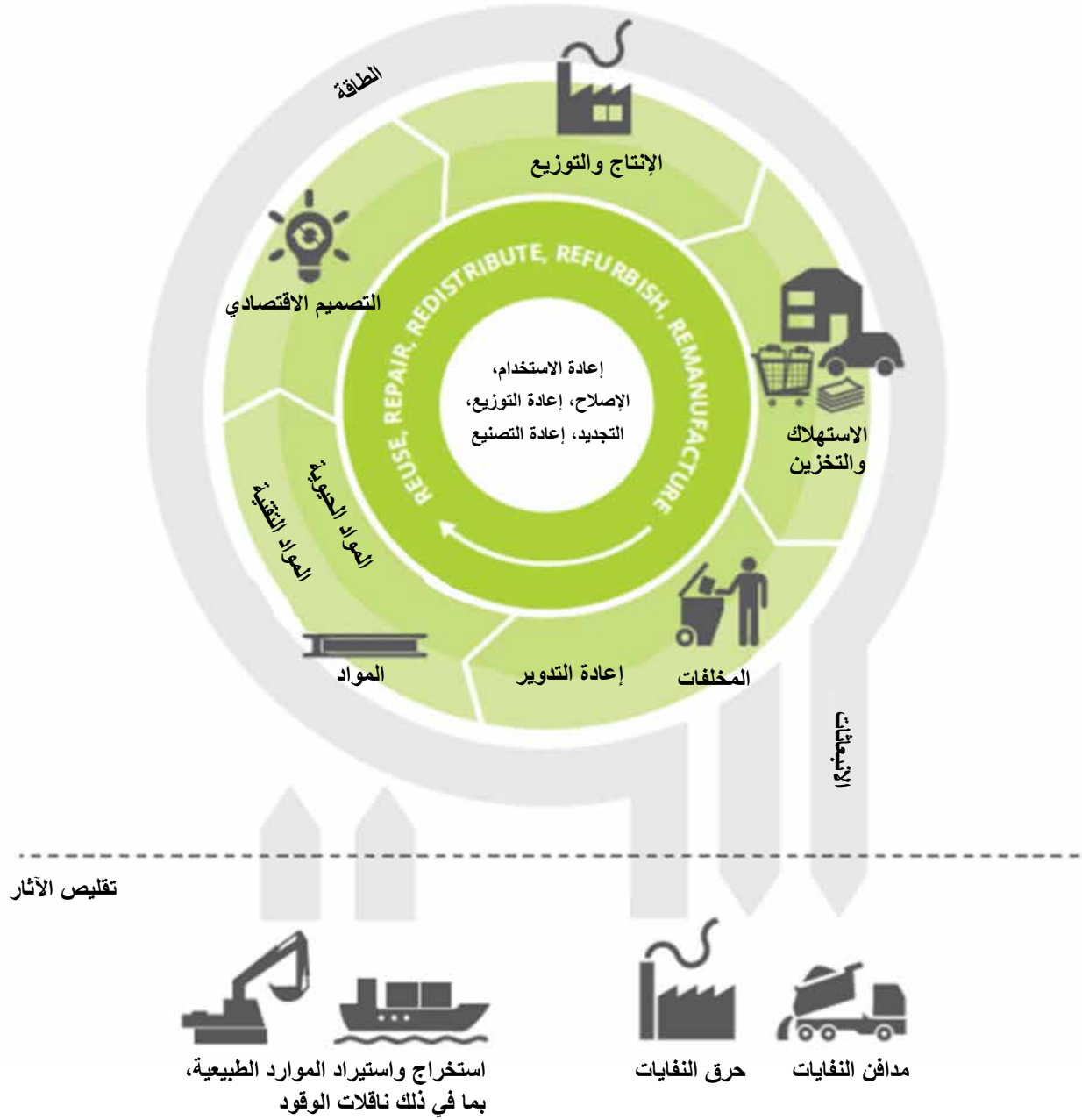
وعلى الرغم من وجود مجموعة واسعة من الأدلة المقنعة التي تعارض ممارسات المعالجة التقليدية للنفايات البلدية الصلبة، مثل المدافن، والدفن تحت مسطحات مائية، والحرق، فإنها لا تزال رائجة الاستخدام على الصعيد العالمي بسبب النقص العام للقوانين "النافذة" ونقص الاستعداد السياسي والاجتماعي للتغيير واستخدام البدائل الواقعية الأخرى. وتحقيقاً لهذه الغاية، فإن الحاجة الملحة في الوقت الحالي هي إحداث نقلة نوعية في مجال معالجة النفايات.

3. من نفايات إلى موارد: النقلة النوعية المطلوبة

يبدو من الممارسات الأوروبية للإدارة البيئية المستدامة أنه من الواضح أنّ النفايات لم تعد تعتبر بمثابة أعباء، وذلك بفضل سياسات التمكين والقوانين النافذة التي تدعم بنشاط نماذج إدارة الموارد المستدامة - مثل نموذج الاقتصاد الدائري، وتقنيات تحويل النفايات المفيدة بيئياً إلى موارد.

حيث أنّ الخروج من "النموذج الاقتصادي الخطي غير المستدام" القائم في الوقت الحالي، والذي يستند إلى فرضية هشة تتمثل في عدم محدودية الموارد، والقائم على منهجية "استخراج الموارد، ثم إدخالها في عمليات التصنيع، ثم استهلاكها، ثم التخلص منها كمخلفات" في دائرة مغلقة متكررة، إنّ آلية الخروج من هذا النموذج الاقتصادي الخطي تعتبر بحد ذاتها بمثابة نقلة نوعية هائلة. على سبيل المثال، تسارعت هذه العملية في ألمانيا من خلال تنفيذ سياسات "إغلاق مدافن القمامة بحلول عام 2005³. واتباع النموذج البديل؛ نموذج الاقتصاد الدائري المستدام، حيث لاحظت دائرة أبحاث البرلمان الأوروبي أنّ "قيمة المواد والمنتجات يتم الاحتفاظ بها بأعلى مستوى ممكن لأطول فترة ممكنة"، من خلال الاستخدام الدوري للمواد في الاقتصاد. كما تشير أيضاً إلى أنّ "نموذج الاقتصاد الدائري] يساعد على التقليل إلى أدنى حد ممكن من الحاجة إلى مدخلات جديدة من المواد والطاقة، مما يقلل من الضغط البيئي المرتبط بدورة حياة المنتجات، بداية من استخراج الموارد، من خلال الإنتاج والاستهلاك إلى نهاية دورة الحياة"⁴. ويعرض الشكل 2 مفهوم الاقتصاد الدائري بشكل متزامن حيث لم يعد ينظر إلى النفايات بمثابة أعباء، بل كمورد تحفز العديد من الأنشطة الاقتصادية الدورية. ويستند مفهوم الاقتصاد الدائري على المبادئ البيئية للتكامل وإعادة تدوير المواد في الطبيعة، وبالتالي طبقاً لمبادئها فإنّ نطاق تطبيقات الاقتصاد الدائري يعتبر واسعاً وفعالاً إلى حد كبير

الشكل 2: مفهوم الاقتصاد الدائري المستدام (مصدر الصورة: 2017، EPRS)



4. من أعباء إلى منافع: التجربة الألمانية

لتوضيح التطبيق العملي لإدارة النفايات المستدامة في الاقتصاد الدائري، نقدم هنا مثالا من الحرم الجامعي الأول في أوروبا الخالي تماماً من الانبعاثات، وهو مقر الجامعة البيئية بيركنفيلد [ECB].

يعتبر مقر الجامعة البيئية بيركنفيلد (أنشئ في عام 1996)؛ بمثابة مقر جامعي فرعي تابع لجامعة ترير للعلوم التطبيقية، وهو عبارة عن مبنى مجدد، كان قديماً بمثابة مستشفى غير مستخدم للقوات العسكرية الاحتياطية الأمريكية، حيث تم استخدام أساليب البناء الحديثة صديقة البيئة وتقنيات الانبعاثات الصفورية، ليصبح المبنى أول مقر جامعي خالي تماماً من الانبعاثات في أوروبا. ومن ضمن مجموعة واسعة من تقنيات الانبعاثات الصفورية المتطورة، يحافظ مقر الجامعة البيئية بيركنفيلد على استقلاليته من الطاقة حتى الآن؛ من خلال استخدام الطاقة الصفورية،

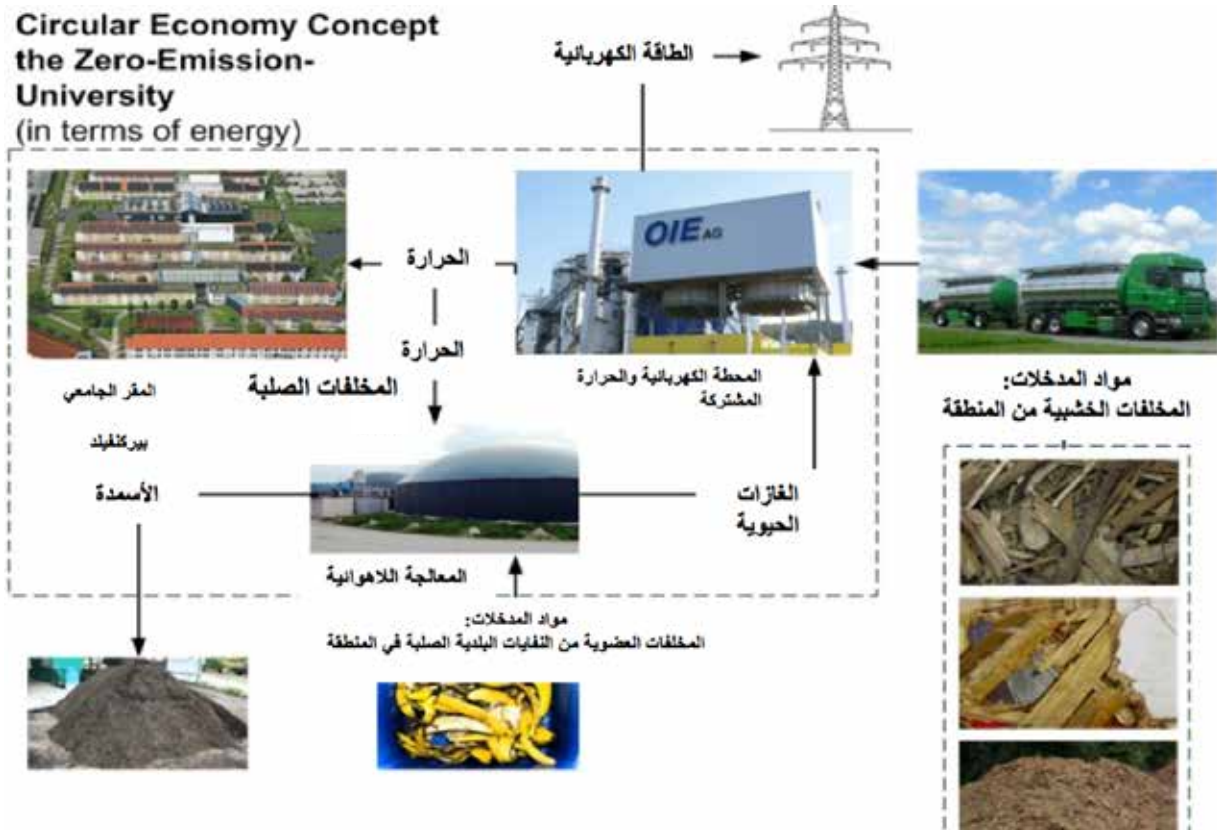
المتجددة، والخضراء، وذلك من خلال استخدام الكتلة الحيوية المتاحة في المنطقة. يتم توفير الطاقة - الحرارة والكهرباء - بواسطة محطة مجاورة للكتلة الحيوية وهي محطة متكاملة للحرارة والطاقة، والتي تستخدم النفايات الخشبية المتاحة في المنطقة والنفايات العضوية البلدية الصلبة.

واستناداً إلى مبادئ التكامل الصناعي [IS]، يرتبط مقر الجامعة البيئية بيركنفيلد بالمجمع الصناعي صديق البيئة المجاور، عن طريق نظام التدفئة المركزي وشبكة نقل الكهرباء ذات الجهد المنخفض (لتدفقات الطاقة الكهربائية)، وحتى يتم تبادل التدفقات، يتم تزويد الكتلة الحيوية في الحرم الجامعي إلى محطة الطاقة المجاورة القائمة على الكتلة الحيوية.

أنشئت محطة الطاقة القائمة على سرائح الخشب في عام 1997، ولديها قدرة حرارية مثبتة بسعة 28 ميغا وات، حيث تستخدم حوالي 65,000 طن من الأخشاب منخفضة ومرتفعة التلوث سنوياً، الناتجة عن الأعمال المحلية لإدارة الغابات وأعمال الزراعة والبستنة الطبيعية والصناعة، وذلك لإنتاج الحرارة بسعة 8 ميغا وات وإنتاج 37.5 طن لكل ساعة من البخار وما يصل إلى 8.3 ميغا وات من الكهرباء لمقر الجامعة البيئية بيركنفيلد والمرافق الصناعية المجاورة، وشبكة الكهرباء الوطنية.

وبالإضافة إلى ذلك، فإن وحدة التوليد المشترك للطاقة تستخدم إنتاج الغاز الحيوي من جهاز المعالجة اللاهوائية القريب الذي يعالج حوالي 40,000 طن من النفايات البيولوجية سنوياً، التي يتم جمعها من بلديات بيركنفيلد (بما في ذلك المواد الغذائية والنفايات العضوية الأخرى لمقر الجامعة البيئية بيركنفيلد) وباد كريوزناش. يتم توفير المنتجات الثانوية من المعالجة اللاهوائية للنفايات الحيوية للمزارعين المحليين سواء كمخلفات سائلة أو صلبة، وذلك لاستخدامها كسماد ومحسنات للتربة في الأراضي الزراعية، وبالتالي يتم إغلاق دورة المغذيات الإقليمية بشكل مستدام. الأمر الذي يقلل من تلوث التربة والمياه والهواء بسبب التخلص من النفايات الحيوية في مكبات النفايات التقليدية. كما أن هذا الإجراء يعزز الاقتصاد الإقليمي عن طريق الحد من الهدر النقدي، وذلك من خلال تقليص الحاجة إلى شراء الأسمدة الصناعية لإنتاج المحاصيل. ويعرض الشكل 3 أدناه المخطط الهيكلي لنظام تحويل النفايات إلى موارد لدى مقر الجامعة البيئية بيركنفيلد استناداً إلى نموذج الاقتصاد الدائري.

الشكل 3: منظومة تحويل النفايات إلى موارد في الاقتصاد الدائري المستدام (مصدر الصورة: 2017، IfaS)



بالإضافة إلى ما سبق، فإن هذه المبادرة المتعلقة بتحويل النفايات إلى موارد، والتي وضعتها الجامعة البيئية بيركنفيلد قد أوجدت بالفعل عدداً كبيراً من الوظائف المباشرة وغير المباشرة في قطاعي الطاقة والإدارة البيئية. كما أنها بمثابة "مشروع ريادي" على المستوى الإقليمي والوطني فيما يتعلق بأساليب الانبعاثات الصفرية، والاقتصاد الدائري، كما أنها تعتبر أسلوب فعال لنشر المعرفة التنموية على المستويات الإقليمية. يقوم عدد كبير من الطلاب والباحثين وموظفي القطاعين العام والخاص وجماعات المصالح والمواطنين بزيارة هذه الكلية سنوياً للاستفادة من المثال العملي المطبق، الذي ينظم كجزء من جهود نشر المعرفة لدى الجامعة البيئية بيركنفيلد⁵.

المراجع:

1. أساموي، بي.، أند لوريشين، واي.، 2012، المقارنة البيئية لمدفن النفايات مقابل حرق النفايات الصلبة البلدية، إدارة النفايات، 32، -1019-1030.
2. ليونارد إيه، 2010، قصة المخلفات، سيمون اند شوستر، الولايات المتحدة الأمريكية، الصفحات 272-279.
3. وقد أطلق الاتحاد الأوروبي "تعليمات إدارة مدافن المخلفات": EC / 1999/31، بحلول عام 2005، أغلقت جميع مدافن القمامة في ألمانيا وتمت مواءمتها مع تعليمات الاتحاد الأوروبي بشأن التخلص من المواد الخاملة.
انظر: <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/waste-resources/waste-disposal/landfill>
4. 2017، EPRS، نحو اقتصاد دائري - إدارة النفايات في الاتحاد الأوروبي، ص 16-17.
انظر: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2017/581913/EPRS_STU\(2017\)581913_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2017/581913/EPRS_STU(2017)581913_EN.pdf)
5. للاطلاع على المزيد، يرجى زيارة
<https://www.umwelt-campus.de/ucb/index.php?id=home&L=1> and <http://www.stoffstrom.org/en/>