E

الأمم المتحدة

Distr.
LIMITED

E/ESCWA/SDPD/2010/IG.1/4(Part IV)
20 September 2010
ORIGINAL: ARABIC

المجلس
الاقتصادي والاجتماعي

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)

لجنة الطاقة
الدورة الثامنة
بيروت، ١٣-١٤ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٠

البند ٥ (د) من جدول الأعمال المؤقت

السياسات والتدابير في مجال الطاقة لتعزيز التخفيف من حدة تغيّر المناخ في البلدان الأعضاء في الإسكوا

إنتاج الطاقة من النفايات

موجز

تهدف هذه الوثيقة بشكل عام إلى إبراز كيفية الاستفادة من معالجة النفايات الصلبة والسائلة لإنتاج الطاقة وتخفيف الانبعاثات. فتستعرض أنواع النفايات/المخلفات وخصائصها وفوائد معالجتها، وإمكانيات إنتاج الطاقة الحرارية والكهربائية بواسطة الحرق المباشر، أو عبر استخراج غاز الميثان وإنتاج الغاز الحيوي، أو عبر إنتاج الوقود البيولوجي الكحولي السائل سواء من النفايات الصلبة أو من النفايات السائلة وشبكات الصرف الصحي. كما تعرض الوثيقة بعض التجارب والمشاريع الريادية في هذا الإطار.

وتلقي الوثيقة الضوء على المعوقات والتحديات التي تحول دون الاستفادة من معالجات النفايات لإنتاج الطاقة والحد من انتشار التلوث البيئي، وبعض السياسات والالتزامات التي من شأنها تحفيز القطاعين العام والخاص على زيادة الاستثمارات في هذا القطاع والاستفادة منه بشقيه البيئي والطاقوي.

المحتويات

	الفقرات	الصفحة
مقدمة	١-٥	٣
الفصل		
أولاً- أنواع النفايات	٦-١٧	٣
ألف- النفايات الصلبة	٩-١٤	٤
باء- النفايات السائلة	١٥-١٧	٥
ثانياً- المعالجة وتخفيف الانبعاثات	١٨-٢٢	٦
ألف- الأساليب المتبعة في إدارة النفايات والمخلفات	١٨-٢١	٦
باء- الفوائد الناجمة عن المعالجة	٢٢	٧
ثالثاً- إنتاج الطاقة	٢٣-٤٤	٨
ألف- الحرق المباشر	٢٣-٣٢	٨
باء- استخراج غاز الميثان	٣٣-٣٦	٩
جيم- إنتاج الغاز الحيوي	٣٧-٤٣	١٠
دال- إنتاج الوقود البيولوجي السائل	٤٤	١٢
رابعاً- التجارب في بلدان منطقة الإسكوا	٤٥-٥٩	١٢
ألف- اليمن: استخدام تكنولوجيا الغاز الحيوي	٥٣	١٤
باء- لبنان: دراسة جدوى استخراج الغاز من مكب النفايات	٥٤	١٤
جيم- السودان: صناعات لإنتاج المضغوطات وصناعات أخرى	٥٥	١٥
دال- مصر: نظام متكامل لقولبة المخلفات النباتية	٥٦	١٥
هاء- الأردن: نظام التخلص من المخلفات الصلبة	٥٧	١٥
واو- مقارنة مع البلدان المتقدمة	٥٨-٥٩	١٥
خامساً- المعوقات والتحديات	٦٠	١٦
سادساً- السياسات والإجراءات المقترحة	٦١	١٧

مقدمـــة

١- تطرح النفايات الصلبة والسائلة تحدياً كبيراً في طريقة نقلها ومعالجتها والتخلص منها في أغلب البلدان. وتزداد التحديات في هذا المجال مع ازدياد التوجه نحو المجتمع الاستهلاكي والحياة المدنية وأساليب العيش فيهما، حيث يؤدي كل ذلك إلى ازدياد النفايات/المخلفات العضوية وغير العضوية. وقد باتت إدارة ومعالجة هذه النفايات/المخلفات من أبرز الاهتمامات في مجال المحافظة على البيئة والحد من التلوث. ولم يعد كافياً العمل فقط على جمع المخلفات في مساحات (مكبات) أو أماكن محددة بدون أية معالجة، وذلك لعوامل عدة أهمها ازدياد أحجامها وارتفاع نسب التلوث الناتج عنها في الهواء وفي التربة وفي المياه السطحية والجوفية

٢- وفي هذا السياق، أدرج موضوع إدارة المخلفات ضمن المواضيع الخمسة: (النقل، والكيميائيات، وإدارة المخلفات، والتعدين، والإطار العشري لأنماط الإنتاج والاستهلاك المستدامة) التي قررت لجنة التنمية المستدامة في الأمم المتحدة استعراض التقدم المحرز فيها على جميع المستويات لناحية تنفيذ الالتزامات والمقاصد والأهداف المتفق عليها تحضيراً لوضع السياسات بشأنها، وذلك في دورتيها الثامنة عشرة (أيار/مايو ٢٠١٠) والتاسعة عشرة (أيار/مايو ٢٠١١).

٣- ووافق مجلس جامعة الدول العربية على المستوى الوزاري في دورته العادية الـــ ١٣٠ (القاهرة، ٦-٨ أيلول/سبتمبر ٢٠٠٨) على النظام الأساسي لمرفق البيئة العربي الذي يلحظ ضمن مهامه "أهمية تطوير تقنيات مناسبة لمعالجة مياه الصرف الصحي والتصرف في النفايات الصلبة وإعادة استخدامها".

٤- وأدرجت الاستراتيجية العربية الإقليمية للاستهلاك والإنتاج المستدام، التي اعتمدها مجلس الوزراء العرب المسؤولين عن شؤون البيئة في دورته الحادية والعشرين (مرسى علم، مصر، ١٠-١١ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٠٩)[١]، إدارة النفايات ضمن المجالات ذات الأولوية في التنفيذ والتي شملت أيضاً تسخير الطاقة لأغراض التنمية المستدامة، وإدارة المواد المائية، والتنمية الريفية والقضاء على الفقر، والتعليم وأساليب الحياة المستدامة، والسياحة المستدامة.

٥- ولذلك أدرج موضوع إنتاج الطاقة من النفايات على جدول أعمال الدورة الثامنة للجنة الطاقة في إطار البند المتعلق بالسياسات والتدابير في مجال الطاقة لتعزيز التخفيف من حدة تغيّر المناخ في البلدان الأعضاء في الإسكوا.

أولاً- أنواع النفايات

٦- تطرح قضية التخلص من النفايات المنزلية والبلدية ومعالجتها في المدن الكبرى تحديات كبرى. وهذه النفايات منها الصلبة والمتضمنة مواداً عضوية وغير عضوية، ومنها السائلة من الصرف الصحي وخلافه. وهناك أيضاً من النفايات ما يتصل بالزراعة وعمليات الحصاد والصناعة الغذائية والمخلفات الحيوانية وخاصة في المزارع.

---

(١) http://www.arableagueonline.org/lasimages/picture_gallery/agenda 25-10-2009.doc.

٧- ويشمل مصطلح الكتلة الحيوية (أو الأحيائية) مختلف أنواع الوقود المشتقة من الأخشاب والزراعة والنفايات وتجهيز الأغذية أو الوقود من المحاصيل، لا سيما التي تزرع خصيصاً لتوليد الطاقة. ويمكن أن تشمل أيضاً حمأة مياه المجارير (Sewage Sludge) وروث الحيوانات. وتنشأ وقود الكتلة الحيوية من مخلفات الكائنات الحية البشرية والحيوانية والنباتية، ونظراً لإمكانية تجددها تعتبر من مصادر الطاقة المتجددة.

٨- وتقتصر هذه الوثيقة على هذه الأنواع من النفايات والمخلفات ولا تتطرق إلى النفايات الصناعية والطبية والإلكترونية وغيرها، لما لها من خصوصيات تتعلق بكل حالة على حدة.

ألف- النفايات الصلبة

١- النفايات/المخلفات البلدية

٩- النفايات/المخلفات البلدية هي مجموع ما يرمى من المنازل والمؤسسات كنفايات يومية من مخلفات الأطعمة والأكياس والعلب وأدوات التنظيف والقناني والورق والثياب القديمة والأدوات المنزلية وغيرها. ولا تتضمن هذه النفايات المخلفات الاستشفائية والصحية والصناعية والكيميائية الخطرة والتي ينبغي التخلص منها بشكل علمي وسليم كل بحسب خصائصه.

١٠- وتتكون النفايات المنزلية والبلدية الصلبة من مواد عضوية كمخلفات الأطعمة وغير عضوية كالأجسام الزجاجية والمعدنية. وتفيد الاستراتيجية العربية الإقليمية للاستهلاك والإنتاج المستدام أن حوالي ٥٠ إلى ٦٠ في المائة من النفايات البلدية الصلبة هي عضوية، وحوالي ١٠ في المائة ورق، و٧ في المائة بلاستيك، و٤ في المائة زجاج، و٤ في المائة معادن، و٤ في المائة منسوجات. وتتغير كمية النفايات وتركيبها من بلد إلى آخر ومن منطقة إلى أخرى داخل البلد نفسه، بحسب مستوى المعيشة والظروف الاجتماعية والاقتصادية والمستوى الحضري. وأورد تقرير توقعات البيئة للمنطقة العربية الذي أعده برنامج الأمم المتحدة للبيئة[٢] أن الفرد العربي ينتج ما بين ٠,٥ كلغ و١,٧٥ كلغ من النفايات في اليوم الواحد. وما يميز المخلفات الصلبة البلدية عامة ارتفاع نسبة الرطوبة (حوالي ٣٠ إلى ٤٠ في المائة)، مما يخفف القيمة الحرارية الناتجة عن الحرق. كما أن القيمة الحرارية تتغير مع الظروف الاقتصادية والاجتماعية وهي ما بين ٧٥٠ كيلوكالوري و٥٠٠٠ كيلوكالوري للكيلوغرام الواحد من النفايات.

١١- ويتم تجميع النفايات البلدية غالباً من قبل البلدية أو متعهدين لها وتطرح في مساحات (مكبات) خاصة بعيدة نسبياً عن التجمعات السكنية. وفي بعض بلدان منطقة الإسكوا قد تصل نسبة ما يترك من النفايات المتولدة دون تجميع إلى ما يقارب ٥٠ في المائة، خاصة في المناطق النائية والريفية. وتشكل هذه النفايات خطراً بيئياً إذا تم رميها في المكبات بدون أية معالجة، لأنها تؤدي إلى إنتاج غاز الميثان، وهو أحد غازات الدفيئة، وإلى انتشاره في الهواء عند تحلل المواد العضوية. كما تمارس في بعض بلدان المنطقة طرق بدائية للتخلص من هذه النفايات عبر حرقها في الهواء الطلق أو رميها في البحر وفي المجاري المائية.

---

(٢) http://www.unep.org.bh/Publications/Files/EOAR%20brochure_ar_low%20res.pdf.

٢- النفايات الزراعية

١٢- تشمل النفايات الزراعية النفايات/المخلفات النباتية أو الحيوانية، ومنها مخلفات المحاصيل ومخلفات التصنيع الغذائي النباتي والحيواني، وقد تزايدت كمياتها زيادة هائلة في العقود الماضية بسبب التوسع الكبير في الإنتاج الزراعي والصناعة الغذائية.

١٣- وتختلف نوعية وكمية مخلفات المحاصيل بين بلد وآخر، كما تختلف بين عام وآخر تبعاً للعوامل الطبيعية وكميات الأمطار والمتساقطات والزراعات المعتمدة. وقد ورد في دراسة أعدتها المنظمة العربية للتنمية الزراعية بعنوان "تدوير المخلفات الزراعية في الدول العربية" وصدرت في حزيران/يونيو ٢٠٠٩ أن هذه المخلفات في البلدان العربية تتكون بالإجمال من أتبان وحطب وقش الأرز والعروش وسعف النخل وأوراق قصب السكر ونواتج تقليم الحمضيات والزيتون وبقايا أوراق وسيقان الموز وبقايا نباتية أخرى. أما مخلفات التصنيع الغذائي النباتي فتختلف بالتراكيب الكيميائية وتشمل التفل، والنخالة، ونوى التمر، وزيبار الزيتون، ومخلفات المخابز، ونواتج التخليل والتخمير والتعليب والتغليف والتجفيف والتجميد والغسل والتقشير. كما تختلف بحسب نوع التصنيع وكفاءة الاستخدام، وتتميز بمركبات الكربوهيدرات والنشاء والبكتين مع وجود أملاح غير عضوية بكميات عالية في التركيز. وتشمل المخلفات الحيوانية الروث ومخلفات الماشية والحيوانات، ومخلفات المسالخ ومصانع الأسماك ومنتجاتها ومصانع الألبان والأجبان.

١٤- وتختلف كمية ونوعية النفايات والمخلفات الزراعية والحيوانية بين بلد وآخر بحسب الثروات المحلية وأنماط استثمارها. ولكن وبشكل عام، تعتبر هذه المخلفات غنية بالمواد العضوية التي يمكن استعمالها في تسميد التربة وتغذية الحيوانات وإنتاج الطاقة.

باء- النفايات السائلة

١٥- تشمل النفايات السائلة المياه المبتذلة ومياه الصرف الصحي (مياه المجارير) من المنازل والمؤسسات. وهناك أيضاً النفايات السائلة السامة والمضرة من المستشفيات والمصانع والتي ينبغي التخلص منها بشكل ملائم لتفادي الأضرار التي تنجم عنها.

١٦- ويتم نقل النفايات السائلة في المدن والتجمعات السكنية عبر مجارير الصرف الصحي من المنازل والمؤسسات إلى أماكن التخلص منها. أما في القرى والمناطق الريفية، وغالباً بسبب عدم وجود مجارير للصرف الصحي، فيعمد إلى تصريف المياه المبتذلة في حفر صحية. ويؤدي التخلص من المياه المبتذلة بشكل مباشر على شواطئ البحر أو في المجاري المائية الطبيعية من أنهار وغيرها إلى نتائج سلبية على صعيد البيئة. كما أن وضعها في تشققات جوفية قد يؤدي إلى نفاذ مواد ملوثة إلى المياه الجوفية والتأثير على مصادر المياه، فلذلك تبرز أهمية معالجتها قبل التخلص منها.

١٧- وقد ورد في تقرير توقعات البيئة للمنطقة العربية أن نسبة السكان الذين يستخدمون المرافق الصحية المحسنة هي حوالي ٨٥ في المائة في المناطق الحضرية و٦٠ في المائة في المناطق الريفية، وبالتالي فإن معالجة النفايات السائلة يمكن أن تدخل بالإجمال في إطار عمل السلطات البلدية والمحلية.

ثانياً- المعالجة وتخفيف الانبعاثات

ألف- الأساليب المتبعة في إدارة النفايات والمخلفات

١٨- تختلف عمليات إدارة النفايات حالياً بين مكان وآخر، فمنها ما يعتمد على أساليب قديمة مضرة بالبيئة، ومنها ما يلجأ إلى أساليب وتكنولوجيات حديثة تخفف من التلوث والانبعاثات وتؤدي إلى استعمالات من شأنها الاستفادة من النواتج الثانوية لعمليات المعالجة.

١- النفايات الصلبة المنزلية والبلدية

١٩- تتضمن إدارة النفايات الصلبة فرزاً تمهيدياً لإعادة تدوير بعضها أو إنتاج الأسمدة. ويتم تجميع ما يبقى منها في مساحات مفتوحة أو في مطامر صحية أو يُعمد إلى حرقه.

(أ) المساحات (المكبات) المفتوحة: يشكل تجميع النفايات في مساحات مفتوحة خطراً بيئياً يتمثل في انتشار الروائح والحشرات والميكروبات المضرة في المناطق المجاورة. وتؤدي عمليات تحلل المواد العضوية فيها إلى انبعاث كميات كبيرة من غازات الدفيئة، مما يرفع خطر اندلاع حرائق وتسرب الملوثات إلى المياه الجوفية؛

(ب) الطمر الصحي: يقضي بتغليف النفايات وتجميعها في مواضع عولجت بوضع عوازل لمنع تسرب الملوثات السائلة إلى المياه الجوفية. كما أن التغليف يمنع انتشار الملوثات في الهواء. ويعتبر الطمر الصحي للنفايات الصلبة أقل تلويثاً من المكبات المفتوحة، غير أن عملية المعالجة هي أعلى كلفة دون حصول استفادة من المنتوجات الثانوية الممكنة التي يمكن استعمالها، كغاز الميثان مثلاً، لإنتاج الطاقة؛

(ج) المحارق: يتم تجميع النفايات وحرقها في منشآت خاصة لهذه الغاية، غير أنه ينبغي احترام المقاييس العالمية للتخفيف من الانبعاثات المؤذية المترافقة مع الدخان الناتج عن عملية الحرق. وتنتج عملية الحرق طاقة حرارية يمكن استعمالها مباشرة أو تحويلها إلى طاقة كهربائية، عبر إنتاج بخار الماء اللازم لتغذية عنفات (توربينات) بخارية.

٢- النفايات الصلبة الزراعية

٢٠- تختلف سبل إدارتها ومعالجتها تبعاً لقيمتها الاقتصادية. فمخلفات الأتبان مثلاً تعتبر العنصر الأساسي في تأمين العلف للحيوان وقد تعالج بإضافة بعض المكونات من المخلفات الزراعية الأخرى لزيادة قيمتها الغذائية. كذلك تستعمل بعض المخلفات الزراعية في مجال التسميد إما بدفنها في التربة كأسمدة عضوية أو بمعالجتها وخلطها مع المخلفات الحيوانية للتسميد واستصلاح الأراضي، وفي بعض الصناعات كصناعة الأخشاب والورق والصناعات الريفية الصغيرة، وفي إنتاج الطاقة إما كوقود صلب للحرق أو عبر إنتاج الغاز الحيوي/الميثان أو الوقود البيولوجي السائل. ولكن تبقى الجدوى الاقتصادية العنصر الأهم في كيفية إدارة المخلفات الزراعية لناحية اعتماد صناعة العلف والسماد أو إنتاج الطاقة.

٣- النفايات السائلة

٢١- يتراوح ما يتم اعتماده حالياً من أساليب في بلدان المنطقة ما بين ملوث ومضر بالبيئة وآخر محافظ على البيئة، وذلك بحسب موقع المنشآت والأساليب ولو ضمن البلد الواحد. ومن هذه الأساليب:

(أ) تحويل مجاري الصرف الصحي والمياه المبتذلة إلى أقرب مجرى نهر وصب النفايات السائلة فيه مباشرة، مع ما يرافق ذلك من تلويث للأنهر والبيئة، بما في ذلك التأثير على مصادر المياه العذبة ومياه الري وعلى التربة والتوازن البيئي على ضفاف الأنهار وزيادة الانبعاثات في الهواء وتزايد الحشرات؛

(ب) تحويل مجاري الصرف الصحي والمياه المبتذلة إلى مصبات في البحر مما يؤثر سلباً على نظافة الشواطئ المحيطة وزيادة التلوث، مع ما لذلك من تأثير على التوازن الإيكولوجي والبيئي للمساحة المصابة مباشرة من المصبات المفتوحة؛

(ج) اعتماد الحفر الصحية في المناطق الريفية حيث لا يوجد شبكات صرف صحي، فيعمد الناس إلى إنشاء حفر صحية وهي شبه خزانات تصب فيها المياه المبتذلة والمستعملة. فإذا ما امتلأت هذه الخزانات يجري إفراغها بصهاريج خاصة يصار إلى إفراغ حمولتها في الوديان أو مجاري الأنهار أو البحر أو أقرب نقطة تصل إليها شبكات الصرف الصحي. وفي بعض المناطق تفرغ هذه الحفر الصحية مباشرة في مجاري مياه الأمطار عندما تمطر فينتج عن ذلك تلوث بيئي وانبعاثات غازات الدفيئة؛

(د) إنشاء محطات لمعالجة الصرف الصحي حيث تتم معالجة المياه المبتذلة والصرف الصحي لتنقيتها من الملوثات واستخراج الغازات منها قبل إعادة صبها في الأنهر او البحر. وهذا الأسلوب يعدّ صديقاً للبيئة لأنه يخفض نسب التلوث الناتجة من المخلفات الإنسانية، كما أن غاز الميثان الذي يمكن استخراجه صالح للاستفادة منه كمصدر للطاقة.

باء- الفوائد الناجمة عن المعالجة

٢٢- تخفف معالجة النفايات والمخلفات من تلوث البيئة وانبعاثات غازات الدفيئة، مما يساعد على تحقيق الأهداف الإنمائية للألفية المتعلقة بالجوانب الصحية (الهدف ٤: تخفيض معدل وفيات الأطفال؛ والهدف ٥: تحسين صحة الأمهات؛ والهدف ٦: مكافحة فيروس نقص المناعة البشرية/الإيدز والملاريا وغيرهما من الأمراض)، وتلك المتعلقة بالاستدامة البيئية (الهدف ٧: كفالة الاستدامة البيئية). ولمعالجة النفايات فوائد كثيرة، منها:

(أ) تخفيف استعمال الموارد الطبيعية عبر إعادة استعمال وتدوير بعض النفايات كالورق والكرتون والبلاستيك والزجاج والمعادن وغيرها؛

(ب) تخفيض الاعتماد على الأسمدة الصناعية والكيميائية، واستخدام الأسمدة العضوية مع زيادة إنتاجية وخصوبة التربة؛

(ج) تقليص الحاجة إلى مساحات أوسع للمكبات أو لأماكن التجميع؛

(د) تقليص تكاثر الحشرات والميكروبات المؤذية التي تتواجد وتتكاثر مع النفايات؛

(هـ) تخفيض معدلات التلوث البيئي وانتشار غازات الدفيئة من ثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان وغيرهما من الغازات التي تتكون من هضم (تخمر) النفايات العضوية وتفاعلها؛

(و) تخفيض تلوث الهواء والروائح الكريهة حول المكبات وأماكن التجميع والتصريف عبر حصر واستخدام غاز الميثان؛

(ز) التخفيف من حدة تغيّر المناخ عبر استخدام النفايات/المخلفات في إنتاج الطاقة، خاصة وأنها تعتبر من المصادر المتجددة.

ثالثاً- إنتاج الطاقة

ألف- الحرق المباشر

٢٣- يؤمن الحرق المباشر إنتاج الطاقة الحرارية، كما هو الحال مع الوقود الأحفوري. ويمكن تحويل هذه الطاقة إلى طاقة ميكانيكية وكهربائية وفق الأنظمة المعروفة، وتتراوح القدرة الحرارية ما بين ٧٥٠ كيلوكالوري و ٥٠٠٠ كيلوكالوري للكيلوغرام الواحد من النفايات.

٢٤- وينصح عادة بمعالجة النفايات الصلبة قبل احراقها. ويختلف مستوى المعالجة ما قبل الإحراق، ولكن يتوجب عموماً التخلص من المعادن والمواد الأخرى التي لا تحترق والكبيرة الحجم ثم تقطيع النفايات ليصار إلى استخدامها كوقود للحرق. وتشمل الإدارة البيئية الفعالة لعمليات حرق النفايات الصلبة استبعاد المواد السامة في حال وجودها قبل الحرق لمنع تلوث الهواء.

٢٥- وفي المناطق الريفية، تستخدم كافة أنواع المخلفات الزراعية الجافة أساساً أو بعد تجفيفها كوقود تقليدي (أحطاب القطن وقش الذرة ومخلفات تقليم الأشجار والأشجار اليابسة)، وتستخدم بعض المخلفات الزراعية النباتية ونواتج التقليم لإنتاج الفحم الذي يستخدم لاحقاً كوقود خاص. كما تستخدم نفايات الصناعات الغذائية لإنتاج الطاقة الحرارية مثلما يحصل مثلاً في الأردن والجمهورية العربية السورية ولبنان بحرق الجفت الناتج عن عصر الزيتون في معاصر إنتاج الزيت.

١- منافع الحرق المباشر

٢٦- من منافع الحرق المباشر للنفايات الصلبة إنتاج الطاقة مع الحد من حجم النفايات بنسبة تصل إلى ٩٠ في المائة. ولكن يبقى الاهتمام بالتخلص من الرماد والتحكم بالانبعاثات الملوثة للهواء الناجمة عن عملية الاحتراق.

٢٧- ويؤدي حرق النفايات الصلبة، في محطات تحويل النفايات إلى طاقة، إلى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، غير أن ذلك يبقى أفضل من تحلل هذه النفايات وتولد غاز الميثان المسبب للاحتباس الحراري بقدرة تزيد حوالي ٢٥ مرة عن قدرة ثاني أكسيد الكربون.

٢٨- ويتميز إنتاج الطاقة من حرق النفايات عن تطبيقات الطاقة المتجددة الأخرى بإمكانية الحصول على الطاقة في أي وقت، على عكس طاقة الرياح والطاقة الشمسية التي تنتج فقط عند هبوب الرياح أو خلال النهار ضمن ظروف مناخية معينة.

٢- مشاكل الحرق المباشر

٢٩- يولد الحرق المباشر انبعاثات في الهواء، وتختلف هذه الانبعاثات تبعاً لنوعية الوقود والتكنولوجيا المستخدمة. وتتفاوت كميات انبعاثات أكاسيد النيتروجين إلى حد كبير بين مرافق الاحتراق تبعاً لتصميمها والضوابط الموضوعة ونوعية المواد المحترقة. كما قد ينبعث أول أكسيد الكربون في بعض الأحيان على مستويات أعلى من تلك التي نجدها في محطات الفحم.

٣٠- وتشكل الجسيمات المتطايرة قلقاً إضافياً لناحية تلوث الهواء، ويمكن التحكم بسهولة بهذه الانبعاثات من خلال التكنولوجيات المتاحة.

٣١- وقد تشمل الانبعاثات مواداً سامة كآثار المعادن مثل الرصاص والكادميوم والزئبق، والآثار العضوية مثل الديوكسين. وتشكل هذه المواد السامة مشكلة بيئية في حالة انتشارها في الهواء أو إذا دخلت في التربة ووصلت إلى المياه الجوفية. وتعتبر السيطرة على المواد السامة وتلوث الهواء من السمات الرئيسية للقوانين البيئية التي ينبغي أن تحكم استعمال النفايات الصلبة كوقود لتوليد الطاقة.

٣٢- والمطلوب ممارسة أقصى قدر من السيطرة على التلوث ضمن التكنولوجيا المتاحة، بما في ذلك ضبط الجسيمات والانبعاثات الغازية الخطرة وغسيل المعدات ومراقبة مستوى الحموضة، والرصد المستمر لكفاءة الاحتراق والاختبار الدوري للمداخن.

باء- استخراج غاز الميثان

١- آلية استخراج غاز الميثان

٣٣- تنتج مكبات النفايات الكبيرة غاز الميثان، إذ أن الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في المواد العضوية مثل فضلات الطعام أو قصاصات الورق تسبب تحلل المواد بما يؤدي إلى إنتاج غاز مكبات النفايات، الذي يتألف عادة من نحو ٦٠ في المائة من الميثان و٣٥ في المائة من ثاني أكسيد الكربون. ويتم استخراج الغاز عن طريق حفر "آبار" في مكبات النفايات، وجمع كمياته من خلال الأنابيب.

٢- منافع استخراج غاز الميثان

٣٤- تكمن الفائدة الأساسية من استخراج الغاز من مكبات النفايات، بالمقارنة مع الاحتراق المباشر، في إمكانية استخدامه في تجهيزات متنوعة من محطات توليد الكهرباء. وبعد معالجة الغاز المستخرج، يمكن دمجه مع الغاز الطبيعي كوقود للمراجل التي تزود التوربينات البخارية بالبخار، أو استخدامه كوقود في محركات الديزل. ويمكن استخدامه أيضاً في نظام الدورة المركبة وتكنولوجيات خلايا الوقود التي تستخدم التفاعلات الكيميائية لتوليد الكهرباء.

٣٥- ومن منافع استخدام غاز مكبات النفايات لتوليد الكهرباء أنه يقلل من الآثار البيئية الضارة، فمحطات الطاقة العاملة على غاز مكبات النفايات تحد من انبعاثات غاز الميثان لأنها تحرق الميثان الذي كان سيطلق في الجو أو كان سيحرق بلا استفادة منه، فغاز الميثان هو مساهم رئيسي في تغيّر المناخ العالمي لأن كل كيلوغرام من انبعاثات غاز الميثان يوازي تأثيره على الاحتباس الحراري تأثير ٢٥ كيلوغرام من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون[٣]، في حين أن حرق كيلوغرام واحد من الميثان يؤدي فقط إلى إصدار ٣,٦٦ كيلوغرام من ثاني أكسيد الكربون.

٣- مشاكل استخراج غاز الميثان

٣٦- تنتج التجهيزات العاملة على غاز المكبات انبعاثات أكاسيد النيتروجين التي تختلف اختلافاً كبيراً بين موقع وآخر، وبحسب نوع هذه التجهيزات وإلى أي مدى اتخذت خطوات للتحكم بهذه الانبعاثات والحد منها.

جيم- إنتاج الغاز الحيوي

٣٧- يعتبر الهضم (التخمر) اللاهوائي للنفايات العضوية، مثل مخلفات الطعام وتجهيز الأغذية والمخلفات الإنسانية والحيوانية إلخ، عملية بيولوجية تنتج غازاً يتكون بصورة رئيسية من الميثان وثاني أكسيد الكربون ويعرف باسم الغاز البيولوجي (الحيوي). ويقلل الهضم اللاهوائي من الروائح ومشاكل التخلص من النفايات وينتج وقود الغاز الحيوي الذي يمكن استخدامه للتسخين و/أو توليد الكهرباء.

٣٨- ويمكن أن تحدث عمليات الهضم اللاهوائي إما طبيعياً أو في بيئة مسيطر عليها مثل مصنع الغاز الحيوي، حيث يتم وضع النفايات العضوية، وهي تحتوي عادة على أنواع مختلفة من البكتيريا، في وعاء محكم الإغلاق عن الهواء، يسمى الهاضم (المخمِّر). وتبعاً لمصادر النفايات وتصميم النظام، يتكون الغاز الحيوي المولد عادة من ٦٠ إلى ٦٥ في المائة من الميثان النقي، و٣٠ إلى ٣٥ في المائة من ثاني أكسيد الكربون، ونسبة من الغازات الأخرى مثل كبريتيد الهيدروجين وغيرها. وهناك إمكانيات حالية لإنتاج غاز حيوي مكون من أكثر من ٩٥ في المائة من الميثان النقي.

---

(٣) Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Climate Change 2007*, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report, chap. 2, p. 212. www.ipcc.ch.

٣٩- وتتكون عملية الهضم اللاهوائي من ثلاث مراحل:

- المرحلة الأولى: تحلل المواد النباتية والحيوانية (تحلل مائي)، وهذه الخطوة تكسر المواد العضوية إلى جزيئات قابلة للاستخدام مثل السكر؛
- المرحلة الثانية: تحويل المواد المتحللة إلى أحماض عضوية؛
- المرحلة الثالثة: تحويل الأحماض إلى غاز الميثان.

٤٠- وتؤثر درجة حرارة العملية على معدل الهضم، وينبغي المحافظة عليها في نطاق ٣٥-٣٨ درجة مئوية. كما يمكن أن تكون في نطاق ٥٧-٦٣ درجة مئوية، وتستعمل الحفر المعزولة عن الهواء كمكان للتخمير ولتوليد الغاز الحيوي.

٤١- وهناك الكثير من تكنولوجيات الغاز الحيوي التي تبدأ من الأبسط وتصل إلى الأكثر تعقيداً، وهناك العديد من الأحجام المتاحة، منها الهاضم العائلي الصغير ومنها نصف الصناعي متوسط الحجم ومنها الصناعي كبير الحجم، وكلها يتم إنشاؤها/تصنيعها في البلدان النامية لملاءمتها للمناطق الريفية (الهند، والصين، وبنغلاديش، وغيرها)، ولذلك فإن معظم تكنولوجياتها متاحة تجارياً وقد نجح استخدامها لتأمين الطاقة للطبخ والإنارة، عبر معالجة المخلفات الزراعية النباتية والحيوانية ومياه الصرف الصحي. وتجدر الإشارة في هذا السياق إلى أن جائزة زايد لطاقة المستقبل (الامارات العربية المتحدة) قد منحت في عام ٢٠٠٩ لصاحب مشروع إيصال حلول الطاقة النظيفة إلى أرياف بنغلاديش حيث تم إنشاء أكثر من ستة آلاف محطة لإنتاج الغاز الحيوي من نفايات البقر والدجاج واستخدامه في الطبخ والإنارة. وغالباً ما تكون مخلفات الهضم اللاهوائي غنية بمغذيات زراعية يمكن استعمالها كأسمدة عضوية.

٤٢- وتبلغ القدرة الحرارية للغاز الحيوي المنتج حوالي ٥٦٠٠ كيلوكالوري للمتر المكعب القياسي الواحد. وللمقارنة، تجدر الإشارة إلى أن القدرة الحرارية لليتر الواحد من مادة الكيروسين هي بحدود ٩١٠٠ كيلوكالوري، وأن القدرة الحرارية لبعض مصادر الطاقة الأخرى في الكتلة الأحيائية الشائعة هي بالكيلوكالوري للكيلوغرام الواحد[٤] على النحو التالي:

الخشب	حطب القطن	حطب الذرة	قش الأرز	أقراص الروث
٥٠٠٠	٤٠٠٠	٣٦٠٠	٣٥٠٠	٢٧٠٠

٤٣- وينتج الكيلوغرام الواحد من روث الدواجن في الهاضمات اللاهوائية ما معدله ١,٦ م^3 من المادة العضوية المهضومة، في حين ينتج الكيلوغرام الواحد من روث الخنازير ١,١ م^3 وروث البقر ٠,٨ م^3. وتأكيداً لإمكانية تلبية حاجات العائلات في القرى للطاقة، يظهر الجدول ١ الاحتياجات من الغاز الحيوي للاستخدامات المختلفة[٥].

---

(٤) جامعة الدول العربية، مداولات الدورة التدريبية على دراسة تصميم وإنشاء وتشغيل وصيانة وحدات إنتاج الغاز الحيوي في المجتمعات الريفية العربية، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، دمشق، ٢٢ حزيران/يونيو - ٢٠ تموز/يوليو ١٩٩٦.

(٥) المرجع نفسه.

الجدول ١- الاحتياجات من الغاز الحيوي للاستخدامات المختلفة

الغرض	المواصفات	معدل استهلاك الغاز
الطبخ لأسرة متوسطة	خمسة أفراد	١,٥ م^{٣}/يوم
موقد صغير	قطر ٣ سم	٢٣٠ ليتر/ساعة
موقد متوسط	قطر ٤,٥ سم	٣٠٠ ليتر/ساعة
موقد كبير	قطر ٦ سم	٣٩٠ ليتر/ساعة
فرن	متوسط الحجم	٥٠٠ ليتر/ساعة
الإضاءة	مصباح	١٠٠ ليتر/ساعة
آلة احتراق داخلي	قوة حصان	٤٥٠-٦٠٠ ليتر/ساعة
ثلاجة تبريد	٦ قدم^{٣}	١٢٠٠ ليتر/ساعة

دال- إنتاج الوقود البيولوجي السائل

٤٤- يمكن الاستفادة من المخلفات النباتية الغنية بالسكر والنشاء، كمخلفات قصب السكر مثلاً، وتحضيرها لإنتاج الكحول (الإيثانول) الذي يمكن استعماله بفعالية كوقود أنظف في محركات وسائل النقل، إما منفرداً أو بعد مزجه بنسب معينة بالوقود البترولي التقليدي، مما يساهم في تخفيف الانبعاثات.

رابعاً- التجارب في بلدان منطقة الإسكوا

٤٥- تضمنت الدراسة التي أجرتها الإسكوا حول إمكانات وآفاق إنتاج الكهرباء من الطاقة المتجددة في منطقة الإسكوا[٦]، ما يعود إلى نظم الكتلة الحيوية وتطبيقاتها، واستعرضت حالات كل من الأردن، والجمهورية العربية السورية، ولبنان، ومصر، واليمن.

٤٦- وينتشر العديد من وحدات إنتاج الطاقة من النفايات/المخلفات في القرى للاستعمال الفردي المنزلي، وهي في معظمها عبارة عن هاضمات لاهوائية للمخلفات الحيوانية والحمأة حيث يستعمل الغاز الحيوي الناتج عن عملية الهضم في التدفئة والطهو بشكل مباشر. وتبنى هذه الهاضمات في مكان مجاور للمنزل وتشكل المخلفات الحيوانية من روث وما شابه وكذلك المخلفات البشرية من مياه الصرف الصحي، مصدر المواد لتلك الهاضمات. ويساعد ذلك بشكل كبير في تقليص التلوث والانبعاثات الناتجة عن إبقاء المخلفات في الهواء الطلق أو التخلص منها في مجاري الأنهار.

٤٧- وقد عمدت الإسكوا منذ أواخر الثمانينات من القرن الماضي إلى نشر هذه التكنولوجيا، فنفذت مشروعاً اختبارياً في جنوب اليمن. وتعتبر هذه الوسائل ناجعة في توفير الطاقة وضمان أمنها في المناطق الريفية، وفي المساهمة في تخفيف الانبعاثات وتحسين الظروف الصحية والاقتصادية والاجتماعية خدمة للأهداف الإنمائية للألفية. ويوجد حالياً العديد من الهاضمات في بلدان منطقة الإسكوا، ومنها وحدات إفرادية

(٦) ESCWA, *Potential and Prospects for Renewable Energy Electricity Generation in the ESCWA Region*-Volume I, E/ESCWA/ENR/2001/4.

ضمن مشروع "بيوغاز" في منشية ناصر في مصر حيث يتم استخدام النفايات وأجهزة التخمير لإنتاج حوالي ساعتين من الغاز للطبخ من كل جهاز وإنتاج سماد يعاد بيعه؛ والعشرات من الهواضم المنزلية بحجم إفرادي يبلغ ١٤ م^{٣} في المحافظات السورية؛ كما تخطط الجهات المختصة في الأردن لتوليد الكهرباء من البيوغاز في المزارع باستعمال وحدات صغيرة بقدرة إفرادية تبلغ ١ كيلوواط. وتجدر الإشارة إلى وجود شركات تصنيع محلي لوحدات إنتاج الغاز الحيوي في كل من الأردن والجمهورية العربية السورية.

٤٨- وإذا ما قورنت هذه المشاريع بما يوجد في الصين أو الهند في هذا المجال، نرى أن آفاق الاستفادة الريفية منها ما زالت في مهدها في منطقة الإسكوا. ففي الصين مثلاً وبنهاية عام ٢٠٠٧، كان هناك أكثر من ٢٦,٥ مليون أسرة ريفية تستخدم الغاز الحيوي المنتج في الهاضمات المنزلية، موفرة بذلك حوالي ١٦ مليون طن معادل فحم سنوياً وما يرافقه من انبعاثات تبلغ ٤٤ مليون طن من ثاني أكسيد الكربون[٧].

٤٩- أما الوحدات ذات الحجم الأكبر فغالباً ما تكون معتمدة في مشاريع حكومية أو محلية، وتهدف إلى الاستفادة من معالجة النفايات الصلبة والسائلة في التجمعات السكنية، وخاصة في المدن الكبرى في إنتاج الطاقة، لدواع بيئية ولتخفيف الانبعاثات.

٥٠- ولكن تبقى المشاريع المولدة للطاقة سواء الحرارية أو الكهربائية نادرة في بلدان منطقة الإسكوا، وأهمها: في الأردن، حيث يوجد في الرصيفة محطة لإنتاج الطاقة الكهربائية بقدرة ٤ ميغاواط باستعمال الغاز الحيوي الناتج عن مكب النفايات؛ وفي مصر، حيث يوجد في الجبل الأصفر محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي والمياه المبتذلة يتم فيها إنتاج ١٨,٥ ميغاواط، أي ما يعادل ٧٠ في المائة من حاجاتها البالغة ٢٦,٦ ميغاواط؛ وفي لبنان، حيث يوجد في طرابلس محطة لتكرير مياه الصرف الصحي مجهزة لإنتاج نصف حاجاتها من الطاقة من الغاز الحيوي المستخرج؛ وفي الإمارات العربية المتحدة، حيث يوجد مشروع لإنتاج الطاقة في محطة تعالج ٦٥٠٠ طن من النفايات يومياً؛ وفي اليمن، حيث يوجد خطة لإنشاء مشروع مقلب قمامة صنعاء لإنتاج الطاقة من النفايات، بتمويل من آلية التنمية النظيفة.

٥١- وفي بعض المناطق الريفية في منطقة الإسكوا، هناك محطات لمعالجة المياه المبتذلة تقوم بإدارتها السلطات المحلية (البلديات). ولكن، وبسبب عدم الاستفادة من الطاقة كمنتج ثانوي، يقع ثقل كامل تكلفة الطاقة اللازمة للتشغيل على البلديات، مما يهدد استدامة هذه المحطات.

٥٢- وعلى صعيد آخر، أقيمت عدة مشاريع صناعية صغيرة في منطقة الإسكوا، ومنها على سبيل المثال، جهزت شركة إندفكو (Indevco) اللبنانية مؤخراً مراجل بقوة ٢٥ كيلوواط تحرق زيبار الزيتون ومخلفاته بالتوازي مع المراجل الأخرى والعاملة على وقود الديزل أويل. وفيما يلي عرض لبعض التجارب في بلدان المنطقة.

---

(٧) Information Office of the State Council of China, *China's Policies and Actions for Addressing Climate Change*, October 2008. Report presented at the Technical Consultation Among Developing Countries on Large-Scale Biogas Technology, Beijing.

ألف- اليمن: استخدام تكنولوجيا الغاز الحيوي

٥٣- كانت الإسكوا قد باشرت في عام ١٩٨٧ تنفيذ عدة مشاريع في اليمن، لإدخال تكنولوجيا الغاز الحيوي، في إطار برنامج مكثف للإرشاد الاجتماعي بهدف تحسين الظروف المعيشية والاجتماعية والاقتصادية في القرى اليمنية[٨]. وقد اعتبر المشروع الثالث منها من المشاريع الريادية الناجحة على المستوى الدولي في حينه. وقد كان من مخرجات هذه المشاريع حينذاك، إنشاء إدارة جديدة سميت الإدارة العامة للطاقة الجديدة والمتجددة في وزارة الكهرباء والطاقة للقيام بتطوير تكنولوجيات الطاقة المتجددة مع تركيز خاص على تكنولوجيا الغاز الحيوي في المناطق الريفية؛ وتكوين مجموعات بحث في مجال الطاقة المتجددة في جامعتي عدن وصنعاء. وحالياً تتابع الإدارة العامة لتنمية المرأة الريفية في وزارة الزراعة والري استخدامات الغاز الحيوي في القرى اليمنية، وذلك عبر جمعيات أهلية تستفيد من دعم مالي، ودعم شراء التجهيزات من قبل القرويين، إذ يتحمل المستفيد ٥٠ في المائة فقط من سعر الشراء. وهناك العديد من هذه التجهيزات التي تنتشر حالياً في قرى محافظتي ريمة والحديدة، كما أن هناك بحثاً في تنفيذ مشروع من قبل السلطات البلدية في محافظة صنعاء لإنتاج قدرة كهربائية تبلغ ٢ ميغاواط من خلال معالجة مياه الصرف الصحي.

باء- لبنان: دراسة جدوى استخراج الغاز من مكب النفايات

٥٤- كان مكب برج حمود للنفايات على ساحل البحر المتوسط في ضاحية بيروت الشمالية، يتضمن لدى إجراء الدراسة ٣,٥ ملايين متر مكعب من النفايات الصلبة البلدية قدرت نسبة المواد العضوية فيها بـــ ٦٥ في المائة. وتوصلت دراسة الجدوى الاقتصادية التي وضعها الاستشاري شركة سويكو (SWECO) السويدية في حينه، إلى أن ١٧٠ مليون متر مكعب قياسي من الغاز يمكن استخراجها في الـــ ١٥ سنة الأولى (٢٠٠١-٢٠١٥) وتتضاءل الكمية المستخرجة سنوياً من ٢٧ مليون متر مكعب في عام ٢٠٠١ لتصل إلى ٥ ملايين متر مكعب في عام ٢٠١٥، ويبقى ٢٥ مليون متر مكعب احتياطي يمكن الاستمرار في استخراجه بعد هذه الفترة. كما أن نسبة الميثان من هذا الغاز تتراوح بين ٤٥ و٥٥ في المائة، وقدرت قيمته الحرارية بـــ ٥ كيلوواط ساعة لكل متر مكعب قياسي، أي أن كمية الطاقة الإجمالية قدرت بحوالي ٨٥٠ جيغاواط ساعة حراري، على أن يتم الاستخراج من ٧٠ بئراً يتم حفرها وضخ الغاز منها في أمكنة متفرقة من المكب. وتمت دراسة إنتاج الطاقة الكهربائية من حرق هذا الغاز في محركات للاحتراق الداخلي بقدرة إفرادية تصل إلى ١,٢ ميغاواط، وقدرت القدرة الكهربائية الممكن إنتاجها بـــ ٥ ميغاواط في البدء ثم تتضاءل لتصل إلى ١ ميغاواط في عام ٢٠١٥. وقدرت كمية الانبعاثات الإجمالية التي يتم تحاشيها في حال تم تنفيذ المشروع بـــ ١,٦ مليون طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون. ولم تتأكد الجدوى الاقتصادية للمشروع في حينه، إذ أنه لم يؤخذ ثمن هذه الانبعاثات بعين الاعتبار ولم يكن ممكناً في حينه الاستفادة من آلية التنمية النظيفة. ومن المؤكد أن المشروع كان مجدياً من الناحية الاقتصادية لو تم أخذ العامل البيئي بعين الاعتبار. أما العوائد التي أخذت بالاعتبار فكانت فقط ثمن الطاقة الكهربائية الممكن إنتاجها. وقد حال دون الاستفادة من غازات المكب لإنتاج الكهرباء أن مؤسسة كهرباء لبنان التي تملك حصرياً حق إنتاج الطاقة الكهربائية في لبنان لا ترغب القيام بمشاريع صغيرة الحجم كهذا المشروع.

---

(٨) الإسكوا، تكنولوجيا الغاز الحيوي وتطوير المرأة الريفية في اليمن (E/ESCWA/NR/1993/11-E/ESCWA/SD/1993/1).

جيم- السودان: صناعات لإنتاج المضغوطات وصناعات أخرى

٥٥- نشأت في السودان عدة صناعات لإنتاج المضغوطات بغية استعمالها كمحروقات صلبة، وقد استعرضت ورقة العمل التي أعدتها المنظمة العربية للتنمية الزراعية تحت عنوان "تدوير المخلفات الزراعية في الدول العربية"، وتم عرضها في اجتماع فريق الخبراء حول النقل من أجل التنمية المستدامة في المنطقة العربية وعلاقته بقضايا تغيّر المناخ، الذي نظمته الإسكوا بالتعاون مع جامعة الدول العربية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (القاهرة، ٢٩ أيلول/سبتمبر - ١ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠٠٩)، أهم هذه الصناعات ومنها: مشروع مصنع قشر الفول السوداني المضغوط في غرب السودان، ومشاريع إنتاج مضغوطات سيقان القطن، ومشاريع إنتاج مكعبات البقاس. كما تضمنت الخطة الوطنية لجمهورية السودان للحد من تغيّر المناخ تطوير إنتاج الطاقة الحيوية من المخلفات الحيوية، وبوشر العمل بإنتاج الإيثانول في مصنع لشركة سكر كنانة بطاقة تبلغ حالياً حوالي ٦٠ مليون ليتر في السنة، وستصل إلى حدود ٢٠٠ مليون ليتر سنوياً في الفترة القادمة، ومصنع لشركة سكر النيل الأبيض بطاقة تصل إلى ٣٠ مليون ليتر، ومصنع لشركة السكر السودانية بطاقة سنوية تصل إلى ٢٥ مليون ليتر، ومشروع مشترك بين السودان وبعض بلدان منطقة الخليج العربية في إطار برنامج النهضة الزراعية بالسودان ٢٠٠٨-٢٠١١، يقدر إنتاجه بحوالي ٣٠ مليون ليتر من الإيثانول سنوياً و٤٥ ميغاواط من الكهرباء. كما يتم التخطيط لإنشاء مشروع سوداني مصري مشترك "سكر سابيتا" لإنتاج السكر وإنتاج ٩٠ مليون ليتر من الإيثانول سنوياً في الوقت نفسه.

دال- مصر: نظام متكامل لقولبة المخلفات النباتية

٥٦- نفذت هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر مشروعاً بحثياً لتطوير نظام متكامل متنقل لقولبة المخلفات النباتية في الحقول (حطب القطن وقش الأرز). وقد تم تصنيع واختبار النظام الذي يتكون من ماكينة لفرم المخلفات الزراعية ومجفف لما يتم فرمه ومكبس لإنتاج القوالب بقدرة إنتاجية تبلغ ما بين ٣٠٠ و٤٠٠ طن في الساعة، وموقد وفرن لاستخدام القوالب في المنازل بدلاً من البوتاغاز الشائع حالياً. كما نفذت الهيئة مشروعاً بحثياً لتصميم وإنتاج نظام صغير نظيف لتفحيم الأخشاب بدلاً من النظم المعتمدة حالياً والملوثة للبيئة، وقد تم تصنيع وتشغيل النموذج التجريبي.

هاء- الأردن: نظام التخلص من المخلفات الصلبة

٥٧- منح البنك الدولي في أيلول/سبتمبر ٢٠٠٨ الأردن قرضاً بقيمة ٢٥ مليون دولار أمريكي لمساعدة الحكومة على تحسين الأداء التشغيلي والمالي والبيئي لنظام التخلص من المخلفات الصلبة، ومن ضمن ذلك توليد الكهرباء مع الحد من انبعاثات غازات الدفيئة المسببة للاحتباس الحراري.

واو- مقارنة مع البلدان المتقدمة

٥٨- تبقى هذه المشاريع غير كافية بالمقارنة مع ما يجري في البلدان المتقدمة. ففي فرنسا على سبيل المثال ومنذ التسعينات من القرن الماضي، وبهدف تحسين الحاجات الطاقوية في صناعة الترابة، يُستبدل جزء من المواد الأحفورية (الفحم، والوقود الثقيل، إلخ) بمواد أخرى قابلة للاحتراق. وحالياً يؤمن حرق

النفايات أكثر من ثلث الطاقة الحرارية المستعملة في صناعة الإسمنت في فرنسا، مما يتيح توفير ٥٠٠ ٠٠٠ طن نفط مكافئ في السنة[٩].

٥٩- ويتبين من البيانات الإحصائية للوكالة الدولية للطاقة أنه لا يزال على بلدان منطقة الإسكوا بذل مزيد من الجهود لاستغلال الكثير من الفرص المتاحة للاستفادة من النفايات في إنتاج الطاقة، فقد كان إنتاج الطاقة في بلدان منطقة الإسكوا على النحو المبين في الجدول ٢.

الجدول ٢- إنتاج الطاقة في بلدان منطقة الإسكوا

	الكتلة الحيوية الصلبة الأولية (تيرا جول)	الغاز الحيوي (تيرا جول)
الأردن	١١٧	١٢٠
الإمارات العربية المتحدة	-	-
البحرين		
الجمهورية العربية السورية	٢٥٨	-
السودان	٤٤٧ ٥٤١	-
العراق	١ ١٠٠	-
عُمان	-	-
قطر	١٤	-
الكويت	-	-
لبنان	٥ ٨٣٧	-
مصر	٦٢ ٠٥٦	-
المملكة العربية السعودية	٣	-
اليمن	٣ ٢٤٠	-
المجموع	٥٢٠ ١٦٦	١٢٠
النسبة من الرقم العالمي	١,١ في المائة	١,٧٦ من عشرة آلاف

المصدر: الوكالة الدولية للطاقة، بيانات عام ٢٠٠٧ الصادرة حديثاً.

خامساً- المعوقات والتحديات

٦٠- تحول معوقات وتحديات كثيرة دون الاستفادة من معالجات النفايات لإنتاج الطاقة، وذلك لأسباب مختلفة تعود لنوع وطبيعة النفايات/المخلفات والتكاليف العالية وغيرها. ويمكن تصنيف هذه المعوقات والتحديات كما يلي:

(أ) المعوقات الاقتصادية: تعتبر الطاقة من معالجة النفايات والمخلفات منتجاً ثانوياً لعملية المعالجة، المعروفة بأنها عالية الكلفة، إذا لم يؤخذ بعين الاعتبار في الوقت نفسه سعر الطاقة المنتجة والعامل البيئي لناحية تخفيض كمية الانبعاثات وتخفيض التلوث، والعامل الصحي لناحية تخفيف فرص انتشار

(٩) http://www.infociments.fr.

الأوبئة. كما تزيد من الكلفة مصاريف نقل وتجميع النفايات/المخلفات، لا سيما في المناطق الريفية حيث تنخفض الكثافة السكانية. غير أنه في المدن، حيث تشكل عملية التخلص من النفايات مشكلة للبلديات والمجالس المحلية، فإن كلفة النقل والتجميع لا بد منها، لذلك يجب أن لا تدخل ضمن كلفة المعالجة وإنتاج الطاقة لدى وضع دراسة الجدوى الاقتصادية؛

(ب) المعوقات الفنية: فقدان العنصر البشري المدرب في مجالات إجراء الإحصاءات وجمع المعلومات حول كمية ونوعية النفايات/المخلفات، مما يؤدي إلى عدم وجود بيانات إحصائية دقيقة في القطاعات المختلفة، وعدم الإلمام بالتقنيات المتوفرة الحديثة وعدم الإلمام بآليات المعالجة الفضلى، يضاف إلى ذلك هشاشة البنى التحتية الضرورية. وعلى صعيد آخر، فإن التنوع الكبير واختلاف خصائص هذه النفايات/المخلفات، الصلبة الناشفة أو الرطبة التي يجب تجفيفها، والسائلة العضوية أو غير العضوية، يجعل توحيد عمليات المعالجة وإنتاج الطاقة أمراً معقداً؛

(ج) المعوقات الاجتماعية: تدني الوعي الاجتماعي البيئي وسوء السلوكيات وفقدان استجابة المجتمع للمساعدة في تقليص حجم النفايات/المخلفات عن طريق الفرز المسبق والتدوير والاستفادة لاحقاً من النفايات لإنتاج الطاقة وتخفيض الانبعاثات؛

(د) المعوقات المؤسسية: عدم وجود وحدة مؤسسية كمرجعية مسؤولة وضعف التنسيق بين المؤسسات والوزارات التي تعنى بالنفايات/المخلفات من جهة، وبالطاقة من جهة أخرى، وغياب الرؤيا المتكاملة للمعالجة البيئية وتقليص التلوث والانبعاثات وفي الوقت نفسه إنتاج الطاقة. كما يشكل عدم وجود هكذا وحدة عائقاً أمام توحيد الإحصاءات وجمع المعلومات، ويقلص الاهتمام والمتابعة والبحث العلمي التطبيقي.

سادساً- السياسات والإجراءات المقترحة

٦١- إن معالجة النفايات/المخلفات مع إمكانية الاستفادة الإضافية بإنتاج الطاقة، أمر مطلوب للتخفيف من التلوث وحماية البيئة والتخفيف من حدة تغيّر المناخ. ولتحقيق ذلك، لا بد من الأخذ بعين الاعتبار طبيعة وظروف كل بلد وكل ناحية أو محافظة في كل بلد، فإن ما يمكن الاستفادة منه في المدن الكبرى قد يختلف اختلافاً جذرياً عما يمكن الاستفادة منه في الريف، وذلك نظراً للاختلاف في البنى التحتية وفي طبيعة العيش والاعتماد على الموارد.

٦٢- ولذلك، فإن على السياسات والإجراءات أن تاخذ بعين الاعتبار كل المعطيات وأن تكون على جميع المستويات. وفيما يلي السياسات والإجراءات المقترحة:

(أ) بناء القدرات عبر ورشات عمل ودورات تدريبية للمتخصصين لزيادة المعرفة الفنية؛

(ب) القيام بحملات إعلانية للتوعية بأهمية المعالجة في التخفيف من التلوث وإمكانية الاستفادة من إنتاج الطاقة؛

(ج) الاهتمام بالبحث والتطوير العلمي والعملي التطبيقي والإحصائي على صعيد تعظيم إمكانية الاستفادة من الطاقة الموجودة في النفايات/المخلفات؛

(د) تشجيع إقرار الإدارة المستدامة المتكاملة للنفايات، ووضع أطر سياسية وقانونية ومؤسساتية داعمة لهذه الإدارة بشكل متكامل؛

(هـ) إنشاء خلية وطنية مركزية تتألف من المؤسسات المختلفة في الدولة، والتي تعنى بقضايا النفايات/المخلفات والبيئة والطاقة، وتكون مهمتها إيجاد الطرق الأجدى لحل مشاكل النفايات/المخلفات مع الاستفادة من الطاقة المنتجة منها؛

(و) العمل على إيجاد سبل مستدامة لتخفيف التلوث واستخدام الطاقة من النفايات لحاجات المواطنين بتكلفة قليلة، وكمثال على ذلك اعتماد المناطق الريفية على أسلوب الهضم اللاهوائي من المخلفات الإنسانية والحيوانية للاستحصال على غاز الميثان واستعماله في الطهو ثم استعمال بقايا النفايات/المخلفات لأغراض التسميد؛

(ز) تحسين أساليب إدارة ومعالجة النفايات/المخلفات والتشجيع على فرزها وتدويرها وإنتاج الطاقة عندما يكون ذلك ممكناً؛

(ح) تضمين دراسات الجدوى الاقتصادية كلفة الأثر البيئي؛

(ط) التعاون الإقليمي والدولي في مجال البحث والتدريب والتطوير وزيادة الوعي وتبادل الخبرات ونقل التكنولوجيا، والتمويل، والإسراع في قيام مرفق البيئة العربي بمباشرة مهامه والتصديق عليه من قبل الدول التي لم تصدق عليه بعد؛

(ي) وضع مؤشرات التنمية المستدامة في هذا المجال، ومن ثم متابعة تطبيق هذه المؤشرات؛

(ك) دعم جهود الدول في هذا المجال عبر توفير التمويل المطلوب من المنظمات الإقليمية والدولية وعبر إشراك القطاع الخاص في الاستثمار، وتبادل المعلومات والخبرات.