اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

الطاقة الحيوية والتنمية المستدامة في الريف العربي

ورقة فنية

الأمم المتحدة
الاسكوا
ESCWA

E/ESCWA/SDPD/2019/TP.1

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

الطاقة الحيوية والتنمية المستدامة في الريف العربي

ورقة فنية

الأمم المتحدة
بيروت

© 2019 الأمم المتحدة
حقوق الطبع محفوظة

تقتضي إعادة طبع أو تصوير مقتطفات من هذه المطبوعة الإشارة الكاملة إلى المصدر.

توجّه جميع الطلبات المتعلقة بالحقوق والأذون إلى اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، البريد الإلكتروني: publications-escwa@un.org

النتائج والتفسيرات والاستنتاجات الواردة في هذه المطبوعة هي للمؤلفين، ولا تمثل بالضرورة الأمم المتحدة أو موظفيها أو الدول الأعضاء فيها، ولا ترتب أي مسؤولية عليها.

ليس في التسميات المستخدمة في هذه المطبوعة، ولا في طريقة عرض مادتها، ما يتضمن التعبير عن أي رأي كان من جانب الأمم المتحدة بشأن المركز القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو لسلطات أي منها، أو بشأن تعيين حدودها أو تخومها.

الهدف من الروابط الإلكترونية الواردة في هذه المطبوعة تسهيل وصول القارئ إلى المعلومات وهي صحيحة في وقت استخدامها. ولا تتحمل الأمم المتحدة أي مسؤولية عن دقة هذه المعلومات مع مرور الوقت أو عن مضمون أي من المواقع الإلكترونية الخارجية المشار إليها.

جرى تدقيق المراجع حيثما أمكن.

المقصود بالدولار دولار الولايات المتحدة الأمريكية ما لم يُذكر غير ذلك.

تتألف رموز وثائق الأمم المتحدة من حروف وأرقام باللغة الإنكليزية، والمقصود بذكر أي من هذه الرموز الإشارة إلى وثيقة من وثائق الأمم المتحدة.

مطبوعات للأمم المتحدة تصدر عن الإسكوا، بيت الأمم المتحدة، ساحة رياض الصلح، صندوق بريد: 8575-11، بيروت، لبنان.

الموقع الإلكتروني: www.unescwa.org

مصادر الصور:
الغلاف: ©iStock.com/Sladic, ©iStock.com/juanorihuela, ©iStock.com/Jan-Otto, ©iStock.com/georgeclerk
ص. 10: ©iStock.com/tchara
ص. 13: ©iStock.com/ipopba
ص. 16: ©iStock.com/Banksphotoss
ص. 22: ©iStock.com/Pixelfusion3d
ص. 26: ©iStock.com/Mailson Pignata
ص. 30: ©iStock.com/CreativeNature_nl
ص. 36: ©iStock.com/Smederevac

موجز تنفيذي

تؤثر مخلفات الكتلة الحيوية في حياة البشر منذ القدم وحتى الآن، من خلال استخدامها في أغراض الإنارة والتدفئة والطهي في كثير من المناطق الريفية والنائية في أفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية. وتتناول هذه الورقة الفنية في الفصل الأول وضع الطاقة الحيوية في العالم من حيث الاستخدام في أغراض التسخين/التدفئة، إنتاج الكهرباء، وكوقود في وسائل النقل. وتطرقت إلى الدور المزدوج الذي يمكن أن تلعبه الطاقة الحيوية - باعتبارها أحد مصادر الطاقة المتجددة - في المساهمة في تحقيق أهداف أجندة خطة 2030 للتنمية المستدامة، خاصة الهدف السابع حول الطاقة بشأن ضمان حصول الجميع على خدمات الطاقة الحديثة والموثوقة والمستدامة بتكلفة ميسورة، وما يتصل به من أهداف التنمية الأخرى مثل القضاء على الجوع والفقر من ناحية، وكذلك في الحد من تغير المناخ في سياق أهداف اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن التخفيف من تغير المناخ (1992) واتفاق باريس (2015) حول جهود جميع الأطراف، من خلال استخدامها كبديل عن الوقود الأحفوري - حال إنتاجها بشكل مستدام، وكذلك تثبيت الكربون في الغابات والتربة من خلال أنشطة التحريج والإدارة الجيدة للأراضي والغابات من ناحية أخرى.

ويتضمن الفصل الثاني شرحاً لتقنيات الطاقة الحيوية والتي تتنوع بين التقليدية، عن طريق الحرق المباشر لتوفير الطاقة الحرارية اللازمة لأغراض الطهي وتسخين المياه والتدفئة في المناطق الريفية والنائية، وتلك الحديثة، والتي تعتمد على عمليات معالجة المخلفات العضوية، لإنتاج وقود صلب مثل الفحم النباتي والقوالب الخشبية، أو وقود غازي (الغاز الحيوي/الميثان) أو وقود حيوي (الإيثانول، الديزل الحيوي)، مع تسليط الضوء على الوقود الحيوي من حيث مراحل تطور إنتاجه، ومقارنة بعض خصائصه مع المشتقات المُشابهة من الوقود الأحفوري. ويوضح هذا الفصل العلاقة بين إنتاج الوقود الحيوي وأسعار الغذاء، حيث يتمثل الجانب السلبي، حال إنتاج الوقود الحيوي اعتماداً على المحاصيل الزراعية الغذائية المنتجة في الدول النامية، في تغيير استخدام الأراضي وهدر المياه وارتفاع أسعار الغذاء، وانعكاس ذلك على المجتمع المحلي في الدول النامية والفقيرة. وينتهي هذا القسم بعرض تجربة إحدى الدول النامية في إنتاج الوقود الحيوي.

ويعرض الفصل الثالث وضع المرأة في المناطق الريفية النائية والمعزولة عن الشبكة في عديد من الدول النامية، من حيث تأثير غياب/نقص الخدمات الأساسية من طاقة حديثة وصحة وتعليم ومياه عذبة، الخ، والاعتماد على استخدام الكتلة الحيوية التقليدية، كمصدر تقليدي للطاقة، رغم انخفاض الكفاءة، والأضرار الصحية التي قد يتعرض لها الأطفال والمرأة بسبب استنشاق الانبعاثات الضارة الناجمة عن استخدامها في الطهي والتدفئة. وأن استخدام الطاقة الحيوية يعود بالنفع على المرأة، عبر توفير طاقة نظيفة وموثوقة يُعَول عليها وبكلفة معقولة، وتخفيف الأعباء المنزلية وإمكانية الطهي الآمن دون التعرض للانبعاثات الضارة صحياً، واستغلال وقت الفراغ في عمل مشاريع صغيرة داخل المنزل تساعد في زيادة دخل الأسرة. ويتضمن هذا الفصل موجز تجربة إحدى الدول النامية لدعم المرأة الريفية في مجال خدمات الطاقة الحديثة.

ويتناول الفصل الرابع العلاقات المتشابكة بين الطاقة الحيوية وتغير المناخ وأمن الغذاء من حيث الإيجابيات، فيما يتعلق بالمساهمة في توفير الطاقة الحديثة والحد من تغير المناخ، والسلبيات التي يمكن أن تنجم فيما يتصل بإنتاج الوقود الحيوي، اعتماداً على المحاصيل الزراعية الغذائية، وما ينتج عنه من تغيير في استخدام الأراضي وهدر المياه وارتفاع أسعار الغذاء وأثر ذلك على الدول النامية والفقيرة.

ويوضح الفصل الخامس وضع الطاقة الحيوية في المنطقة العربية، حيث لا تزال طاقة الكتلة الحيوية التقليدية تهيمن على مزيج الطاقة المتجددة في المناطق الريفية والنائية خاصةً الأقل نمواً، والموقف العربي من حيث استخدام المحاصيل الزراعية في الدول النامية لإنتاج وقود حيوي لقطاع النقل. ويعرض مستوى انتشار التقنيات ذات الصلة، والقدرات المركبة لغرض إنتاج الكهرباء وأهداف الطاقة الحيوية في بعض الدول العربية، وإمكانات الاستفادة من بعض المحاصيل الزراعية مثل الزيتون في إنتاج الطاقة، ودراسات حالة في عدة دول عربية.

وتنتهي الورقة بعرض ملامح عامة ومحددات لسياسات نشر استخدام الطاقة الحيوية، وخلصت إلى أهمية تصميم خطط نشر الطاقة الحيوية استناداً إلى دراسات شاملة للعلاقات المتداخلة بين الطاقة الحيوية والترابط بين الطاقة والماء والغذاء والبيئة بالتوازي مع توطين التقنيات المناسبة محليا، وتشجيع الاستثمار وتطوير القدرات المحلية وتمكين المرأة، وتعزيز التعاون الإقليمي والدولي في المجالات ذات الصلة للمساهمة في تنمية المجتمعات الريفية.

ملخص

تعرض هذه الورقة الفنية موقف الطاقة الحيوية في العالم، من حيث الاستخدام في أغراض التسخين/التدفئة، إنتاج الكهرباء، النقل البري، والدور المزدوج الذي يمكن أن تلعبه في المساهمة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة 2030 خاصة الهدف السابع حول الطاقة وما يتصل به من أهداف أخرى، فضلاً عن المساهمة في الحد من تغير المناخ. وتتضمن الورقة عرضاً لتقنيات الطاقة الحيوية، مع التركيز على الوقود الحيوي من حيث مراحل تطور إنتاجه وعلاقته بالأمن الغذائي. وتلقي الضوء على معاناة المرأة بدنياً وصحياً في المناطق الريفية المعزولة نتيجة استخدام طاقة الكتلة الحيوية التقليدية أو منتجات الوقود الأحفوري ذات الكفاءة المنخفضة لأغراض الطهي والتدفئة، وإمكانات الطاقة الحيوية الحديثة في تحسين ظروفها المعيشية. وتتناول الورقة وضع الطاقة الحيوية في المنطقة العربية، حيث لا تزال طاقة الكتلة الحيوية التقليدية تهيمن على مزيج الطاقة المتجددة في المناطق الريفية والنائية خاصةً في الدول الأقل نمواً، والموقف العربي الرافض لاستخدام المحاصيل الزراعية في الدول النامية لإنتاج وقود حيوي لقطاع النقل، والقدرات المركبة لغرض إنتاج الكهرباء وأهداف الطاقة الحيوية في بعض الدول العربية، وإمكانات الاستفادة من بعض المحاصيل الزراعية في إنتاج الطاقة، ودراسات حالة في مجال الاستفادة من مصادر الطاقة الحيوية. وتنتهي الورقة بعرض ملامح ومحددات تخطيط سياسات نشر استخدام الطاقة الحيوية في الريف، وعدة مخرجات حول علاقات الطاقة الحيوية وأمن الطاقة والترابط بين الطاقة والماء والغذاء والحد من تغير المناخ والبيئة الجاذبة للاستثمار والتعاون الإقليمي والدولي في هذا المجال.

المحتويات

ص. 3 موجز تنفيذي

ص. 5 ملخص

ص. 9 مقدّمة

ص. 11 1. الطاقة الحيوية في العالم
ص. 11 ألف. التدفئة/التسخين لقطاعي الصناعة والمباني
ص. 12 باء. إنتاج الكهرباء
ص. 12 جيم. قطاع النقل

ص. 15 2. تقنيات الطاقة الحيوية
ص. 15 ألف. الكتلة الحيوية التقليدية والحديثة
ص. 17 باء. الوقود الحيوي السائل
ص. 19 دال. تجربة من الدول النامية في مجال إنتاج الوقود الحيوي السائل

ص. 21 3. الطاقة الحيوية والمرأة الريفية
ص. 21 ألف. وضع المرأة في المناطق الريفية المعزولة في بعض الدول النامية
ص. 22 باء. المرأة الريفية واستخدام تكنولوجيا الطاقة الحيوية
ص. 23 جيم. تجربة إحدى الدول النامية لدعم المرأة الريفية في مجال خدمات الطاقة الحديثة

ص. 25 4. الطاقة الحيوية وتغير المناخ وأمن الغذاء
ص. 25 ألف. تغير المناخ
ص. 26 باء. أمن الغذاء

ص. 29 5. الطاقة الحيوية في المنطقة العربية
ص. 29 ألف. تقنيات الطاقة الحيوية المنتشرة في المنطقة العربية
ص. 30 باء. موقف الدول العربية من استخدام المحاصيل الغذائية لإنتاج الوقود الحيوي
ص. 31 جيم. إمكانات الاستفادة من بعض المحاصيل الزراعية في المنطقة العربية في إنتاج الطاقة
ص. 32 دال. دراسات حالة لإنتاج الطاقة الحيوية من المنطقة العربية

ص. 35 6. سياسات نشر استخدام الطاقة الحيوية الحديثة لغرض التنمية الريفية المستدامة
ص. 35 ألف. ملامح أسس عامة لسياسات نشر استخدام الطاقة الحيوية
ص. 35 باء. محددات نشر الطاقة الحيوية في الريف

ص. 37 الخلاصة
ص. 37 1. الترابط بين الطاقة والمياه والغذاء والبيئة
ص. 37 2. البيئة الجاذبة للاستثمار في الطاقة الحيوية في الريف
ص. 38 3. التعاون الإقليمي/الدولي

ص. 41 الحواشي

قائمة الجداول

ص. 21 الجدول 1. مقارنة بعض خصائص الوقود التقليدي مع الوقود الحيوي والغاز الحيوي
ص. 31 الجدول 2. تطبيقات الطاقة الحيوية المستخدمة ومستوى الانتشار في المنطقة العربية
ص. 33 الجدول 3. أهداف بعض الدول العربية في مجال استخدام الطاقة الحيوية في إنتاج الكهرباء
ص. 37 الجدول 4. مقترح ملامح أسس عامة لسياسات نشر استخدام الطاقة الحيوية الحديثة

قائمة الأشكال

ص. 13 الشكل 1. مساهمة الطاقة الحيوية في إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة في العالم، والاستهلاك القطاعي في عام 2016
ص. 17 الشكل 2. مخلفات زراعية مضغوطة
ص. 17 الشكل 3. نموذج لعملية تفحيم، باستخدام مصدر تسخين قد يكون مباشر أو غير مباشر
ص. 20 الشكل 4. مخلفات زراعية مضغوطة
ص. 23 الشكل 5. مثال لدور المرأة الريفية في توفير الطاقة والطهي في قرية نائية غرب السودان
ص. 27 الشكل 6. منظومة استخدام الكتلة الحيوية كجزء من دورة كربون مغلقة
ص. 32 الشكل 7. النسبة المئوية للقدرات المركبة من تقنيات الطاقة الحيوية لإنتاج الكهرباء في بعض الدول العربية
ص. 34 الشكل 8. شكل تخطيطي لمكونات محطة الخربة السمرا في الأردن
ص. 35 الشكل 9. تجربة قرية حاصيبا في إنتاج الحطب من ثفل الزيتون
ص. 35 الشكل 10. تجربة قرية حاصيبا في إنتاج الحطب من ثفل الزيتونمراحل التخمير لإنتاج الميثان من المخلفات الحيوانية واستخداماته في القطاع المنزلي الريفي

مقدّمة

يؤدي نقص/غياب خدمات الطاقة الحديثة في الريف إلى تدني فرص الحصول على الخدمات الأساسية من إنارة وصحة وتعليم وصرف صحي وغيرها، فضلاً عن انخفاض الاستثمارات وبالتالي نُدرة فرص العمل وارتفاع معدلات البطالة، خاصة بين الشباب والمرأة، ومن ثم تفاقم دوامة الفقر. ويتطلب تغيير هذا الوضع العمل على تحسين الظروف الحياتية وتنمية المجتمعات الريفية من خلال إيجاد فرص للنمو الاقتصادي المحلي ورفع مستوى الدخل.

وتتطلب النظرة المستقبلية لتحسين كفاءة إدارة موارد الطاقة والمياه واستخدام التكنولوجيات المناسبة للظروف المحلية والتخطيط لاستراتيجيات وطنية متكاملة للطاقة، أخذاً في الاعتبار تحقيق التنمية المستدامة، العمل على تضافر الجهود الإقليمية والدولية لتهيئة الظروف المواتية لتعميم التكنولوجيات الصديقة للبيئة، والقضاء على الفقر. ويمكن للطاقة الحيوية المساهمة في تحقيق تنمية مستدامة في المجتمعات الريفية، خاصةً في الدول النامية.

ويرمز مصطلح " الطاقة الحيوية" إلى الطاقة أو الحرارة أو الكهرباء التي يمكن الحصول عليها عبر عمليات مختلفة على مصادر الكتلة الحيوية المتنوعة التي تختزن الكربون الذي ينبعث بمجرد تحلله على شكل غاز ثاني أكسيد الكربون. ويمكن الحصول على الطاقة الحيوية كالتالي:

أ- تقليدياً، عن طريق الحرق المباشر للمخلفات الزراعية والغابية والأخشاب لإنتاج الطاقة الحرارية اللازمة لأغراض الطهي وتسخين المياه والتدفئة في المناطق الريفية والنائية،

ب- طرق حديثة، تتضمن استغلال/معالجة المخلفات العضوية بغرض إنتاج: (1) وقود صلب (فحم نباتي، قوالب خشبية)، (2) غاز حيوي (كوقود لتوليد الكهرباء أو استخدامه في العمليات الحرارية)، (3) الوقود الحيوي السائل (الإيثانول، الديزل الحيوي)، (4) سماد طبيعي.

ويعتمد إنتاج الطاقة الحيوية الحديثة على تعظيم الاستفادة من مخلفات المحاصيل الزراعية، مع مراعاة الإبقاء على ما يكفي من مخلّفات المحاصيل على التربة لضمان تغذيتها واستعمال الأرض بشكل مستدام. وتعتمد الكميّة التي يجب الإبقاء عليها على الظروف المناخية والدورات الخاصّة بالمحاصيل. ورغم أهمية تقنيات الطاقة الحيوية الحديثة في الحد من تغير المناخ، خاصة في حال استخدام الوقود الحيوي في قطاع النقل، إلا أن انتاج الطاقة اعتماداً على مدخلات زراعية غذائية قد يؤدي إلى نتائج سيئة على الدول النامية والفقيرة من حيث استخدام الأرض وأسعار الغذاء.

ويمكن لتقنيات الطاقة الحيوية الحديثة المساهمة في التنمية الريفية، فضلاً عن تحسين الظروف الحياتية للمرأة الريفية، حال استخدامها في أداء المهام المنزلية بدلاً من مصادر الكتلة الحيوية التقليدية التي ينجم عنها آثار سيئة تسبب أضراراً صحية لها ولأطفالها.

وتُمثل التنمية المستدامة في الدول العربية المصدرة والمستوردة للطاقة تحدياً كبيراً، خاصة في المناطق الريفية والنائية، حيث تعيش نسبة كبيرة من السكان تصل في المتوسط إلى حوالي 42 في المائة من إجمالي عدد سكان المنطقة [1] (البالغ تعدادهم حوالي 400 مليون نسمة). ويعاني السكان في الريف من التهميش الاجتماعي والاقتصادي، وبالتالي نقص/سوء أداء في الخدمات الأساسية، والتي من أهمها إمدادات الطاقة الحديثة. ويعتمد كثير من سكان الريف على مصادر تقليدية لإنتاج طاقة منخفضة الكفاءة، مثل مشتقات الوقود الأحفوري (كيروسين، ديزل)، أو الحرق المباشر/التجفيف للمخلفات الزراعية والحيوانية كوقود للأفران المنزلية والتدفئة أو إنتاج سماد طبيعي. وتتضح المشكلة بصورة أكبر في الدول العربية الأقل نمواً، حيث تتواضع نسب السكان المزودين بخدمات الطاقة الحديثة، خاصة في الريف.

ويتطلب نشر استخدام تقنيات الطاقة الحيوية في الريف العمل على عدة محاور تشمل سياسات تحفيزية متكاملة، مع تآزر جهود أصحاب المصلحة شاملاً التنسيق بين البلديات ومنظمات المجتمع المدني.

1. الطاقة الحيوية في العالم

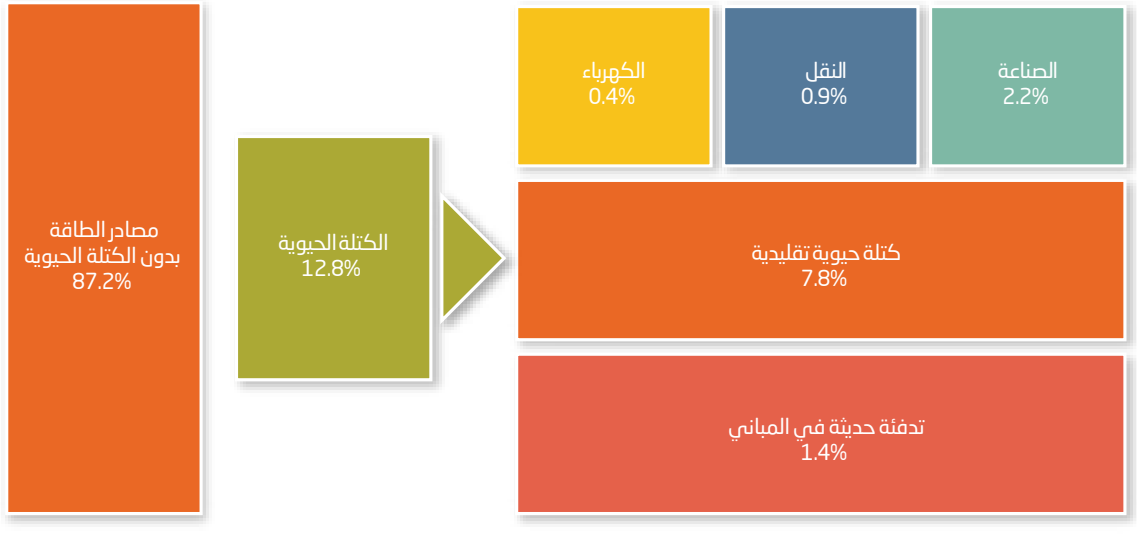
تُعتبر الطاقة الحيوية[2] أكبر مساهم من تطبيقات الطاقة المتجددة المتنوعة في الطلب العالمي النهائي على الطاقة بنسبة حوالي 13 في المائة من الإجمالي. ويُشكل الاستخدام التقليدي لمصادر الكتلة الحيوية في البلدان النامية لأغراض الطهي والتدفئة ما يقرب من 8 في المائة من هذه النسبة، بينما يتوزع باقي النسبة على استخدام الطاقة الحيوية الحديثة في التسخين والتدفئة لقطاعي الصناعة والمباني، وإنتاج الكهرباء، والنقل، وكما هو موضح في الشكل (1).

وتلعب تقنيات الطاقة الحيوية دوراً متنامياً في ثلاثة مجالات رئيسية هي: التدفئة/التسخين بقطاعي المباني والصناعة، إنتاج الكهرباء، وسائل النقل، مرتبة وفقاً للأهمية. وفيما يلي موجز لأهم المعلومات حول سوق الطاقة الحيوية في العالم في المجالات الثلاث.

ألف. التدفئة/التسخين لقطاعي الصناعة والمباني

لا يزال استخدام الطاقة الحيوية التقليدية، من خلال معدات/أجهزة بسيطة، لأغراض الطهي والتدفئة منتشراً على نطاق واسع في كثير من المجتمعات المحلية. وهناك جهود مبذولة لتقليل استخدامها، لآثارها السلبية على الصحة والبيئة فضلاً عن عدم استدامتها، وذلك في سياق تحسين الوصول إلى خدمات الطاقة الحديثة. ويتسم معدل النمو في استخدام الطاقة الحيوية الحديثة لغرض التسخين (اعتماداً على الكتلة الحيوية الصلبة، ومساهمة من الغاز الحيوي والنفايات البلدية الصلبة) بالبطء نسبياً في السنوات الأخيرة (أقل من 2 في المائة سنويًا)، بسبب انخفاض أسعار

الشكل 1. مساهمة الطاقة الحيوية في إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة في العالم، والاستهلاك القطاعي في عام 2016



الوقود الأحفوري وغياب الاهتمام الكافي بالسياسات ذات الصلة. وفي عام 2017، بلغ إجمالي السعة من تطبيقات الطاقة الحيوية الحديثة لغرض التسخين 314 جيجاوات حراري. وتعتبر أوروبا وأمريكا الشمالية المستخدمين الرئيسيين للطاقة الحرارية الحيوية الحديثة في قطاع المباني للتدفئة.

وتُستهلك حوالي 6.8 في المائة من الحرارة المنتجة بواسطة الطاقة الحيوية في العمليات المتعلقة بصناعات الورق والخشب والأغذية والتبغ. ويتركز استخدام أكثر من 50 في المائة من الحرارة الناتجة بواسطة الطاقة الحيوية في الصناعة في البرازيل والهند والولايات المتحدة.

باء. إنتاج الكهرباء

ارتفعت مساهمة الطاقة الحيوية في القدرات المركبة عالميا لتوليد الكهرباء عام 2017 بنسبة حوالي 7 في المائة عن عام 2016، لتصل إلى 122 جيجاوات، في حين بلغت الطاقة الكهربائية المنتجة في ذات العام 555 تيراوات ساعة مسجلة نسبة زيادة قدرها 11 في المائة. وتعتبر الصين الأولى في مجال توليد الكهرباء من مصادر الكتلة الحيوية، فالولايات المتحدة الأمريكية، ثم البرازيل فألمانيا ثم اليابان، بينما تحتل أوربا المركز الأول على مستوى القارات حيث ارتفع معدل إنتاج الكهرباء من مصادر الكتلة الحيوية (خاصةً القوالب الخشبية المضغوطة) فيها بنسبة 11 في المائة عن عام 2016.

جدير بالذكر أن الاتحاد الأوربي أعاد التأكيد - من خلال المرحلة الثانية لتوجيهات الطاقة المتجددة - على أهمية الكتلة الحيوية في الحصول على الحرارة والتوافق مع متطلبات التشغيل المطلوبة من قبل مركز التحكم او مشغلي الشبكات في محطات التوليد المشترك للحرارة والكهرباء (Combined Heat & Power-CHP). وعليه، فهناك جهود مبذولة من بعض دول الاتحاد (على سبيل المثال: ألمانيا، هولندا، الدنمارك) للتخلص التدريجي من استخدام الوقود الأحفوري في محطات القوى بحلول عام 2030، مع نمو متوقع في الطلب على استخدام الكتلة الحيوية الخشبية (القوالب الخشبية المضغوطة) كمصدر طاقة بديل وموثوق ويعول عليه في حال استخدام مصادر الطاقة المتجددة ذات الطبيعة المتقطعة ودون الحاجة إلى الاعتماد على احتياطي من الوقود الأحفوري، وذلك حال استخدامه في محطات القوى لتوليد الكهرباء والحرارة التي توجه في الأساس للتدفئة في القطاع السكنى. ومن الملاحظ أن عملية استبدال الوقود الأحفوري في محطات القوى بوقود نباتي المصدر لا تحتاج إجراء عمليات تجديد رئيسة، مما يجعل من الطاقة الحيوية حلاً سريعاً وفعال التكلفة[3].

جيم. قطاع النقل

يُستخدم معظم الوقود الحيوي في النقل البري، مع استهلاك محدود في النقل الجوي والبحري بسبب التحديات الاقتصادية والفنية التي تواجهها وسائل النقل لمسافات طويلة وفي تحديد وسائل إزالة الكربون من الوقود. وقد ارتفع إنتاج الوقود الحيوي (حوالي 65 في المائة إيثانول، 29 في المائة وقود الديزل الحيوي، 6 في المائة زيوت نباتية معالجة بالهيدروجين) إلى 143 مليار لتر (ما يعادل حوالي 81 مليون طن مكافئ نفط) في عام 2017، بنسبة زيادة 2.5 في المائة مقارنةً بعام 2016. ويجري إنتاج واستخدام نسبة 80 في المائة من الوقود الحيوي في الولايات المتحدة والبرازيل والاتحاد الأوروبي مجتمعةً.

ومن المتوقع أن يصل معدل النمو السنوي في إنتاج الوقود الحيوي 3 في المائة على مدى السنوات الخمس المقبلة، مع معدل طلب متسارع في الصين والهند وأمريكا اللاتينية خلال تلك الفترة. وسوف يرتفع الطلب على الوقود الحيوي من قطاعي النقل الجوي والبحري إلى نسبة 11 في المائة بحلول عام 2030، أخذاً في الحسبان اقتصاديات السوق والمتطلبات التقنية وطبيعة العلاقات الدولية المتعلقة بهذين المجالين[4].

جدير بالذكر أنه تم إطلاق "منصة المستقبل الحيوي"[5]، بمبادرة من البرازيل في نوفمبر 2016 من المغرب، تزامناً مع الدورة 22 لمؤتمر الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ في مراكش، وتضم 20 دولة منها دولتين عربيتين هما مصر والمغرب، وذلك كآلية متعددة الأطراف للحوار حول السياسات والتعاون بين الدول والقطاع الخاص والمنظمات والأوساط الأكاديمية المعنية، بشأن زيادة انتشار بدائل الوقود منخفضة الكربون على أسس مستدامة في مجال النقل دون انتظار تغيير الأسطول والبنية التحتية، وتعزيز تنسيق السياسات وإثارة القضايا ذات الصلة عالمياً.

2. تقنيات الطاقة الحيوية

تختلف تقنيات الطاقة الحيوية في ضوء تعدد المصادر، من مخلفات زراعية أو حيوانية، ريفية أو حضرية، منزلية/خدمية أو صناعية/إنشاءات، وكذلك الغرض من الاستخدام. وتُركز هذه الورقة على أهم التقنيات المنتشرة عالمياً وفكرة عملها – بصورة مبسطة، اعتماداً على المخلفات النباتية والحيوانية.

ألف. الكتلة الحيوية التقليدية والحديثة

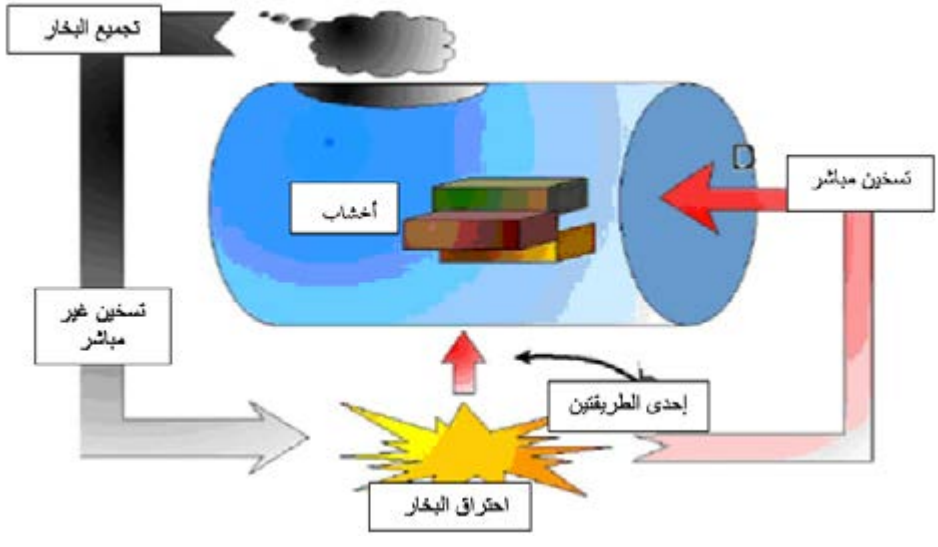
1- الحرق المباشر للمخلفات الزراعية (الطريقة التقليدية) أو تجفيف المخلفات الزراعية في الهواء لتحويلها إلى حطب، أو تحويل النفايات الحيوانية إلى وقود صلب، من خلال رصّها على شكل قوالب وتُترك في الهواء كي تجف. ويَشيع استخدام هذه الأساليب في المناطق الريفية في الدول النامية، لأغراض التدفئة والطهي وتسخين المياه.

2- فرم/ضغط/كبس المخلفات الزراعية (حطب القطن، قش الأرز، المخلفات الغابية ...) لإنتاج قوالب خشبية مضغوطة صغيرة منتظمة الشكل للاستخدام كوقود

الشكل 2. مخلفات زراعية مضغوطة

للأفران الريفية والغلايات المنزلية، أو كمواد أولية لنظم الإنتاج المشترك للكهرباء والحرارة، المنشآت الصناعية الصغيرة (شكل 2[6]).

الشكل 3. نموذج لعملية تفحيم، باستخدام مصدر تسخين قد يكون مباشر أو غير مباشر



3- الانحلال الحراري (التقطير الإتلافي للأخشاب - أي التسخين بمعزل عن الهواء) لإنتاج الفحم النباتي، من خلال استخدام مصدر حراري خارجي لإجراء عملية تكسير حراري وتفاعلات تكثيفية لمخلفات زراعية صلبة (خشبية)، موضوعة داخل جسم معدني (خالي من الهواء ويتخلله عدد من الفُتحات)، لفصل المكونات العضوية والحصول على غازات وسوائل ورواسب قطران ومادة صلبة هي الفحم. وتتوقف جودة الفحم المنتج، من حيث نسبة الرطوبة والتي تتراوح بين 5 – 8 في المائة، على مدة التفحيم. ويوضح الشكل (3)[7] نموذج لعملية تفحيم، باستخدام مصدر تسخين قد يكون مباشر أو غير مباشر.

4- الهضم (التخمير) اللاهوائي للمخلفات العضوية (زراعية، حيوانية)، ويعتبر من أكثر التطبيقات شيوعاً في الريف في كثير من الدول النامية لسهولة الحصول على واستخدام التكنولوجيا والتي تعتمد على المواد والمدخلات المتاحة في المجتمع المحلي وكلفتها المنخفضة. تعتمد تقنية الهضم اللاهوائي على استخدام مخمر (هاضم)، خزان (حاوية) للغاز الحيوي (غاز الميثان) الناتج، وحجرة خلط مواد التغذية، وغرفة خروج ومنطقة تخزين وتجفيف المستحلب المتخمر، وشبكة توصيل الغاز ومعدات استخدامه، وحظيرة ماشية ودورة مياه.

تؤدي عملية التخمير اللاهوائي إلى تحلل المواد العضوية الرطبة من مصادر نباتية أو حيوانية بفعل الأحياء الدقيقة (ميكروبات) في غياب الأكسجين، وإنتاج غاز حيوي يتكون من خليط من غاز الميثان بنسبة تتراوح بين 50 – 70 في المائة، ثاني أكسيد الكربون بنسبة بين 20 – 25 في المائة، ونسب محدودة من كبريتيد الهيدروجين والأمونيا وبخار الماء بنسب بين 5 – 10 في المائة. ويتميز غاز الميثان بأنه عديم اللون والرائحة وأقل كثافةً من الهواء، غير ضار وآمن في الاستخدام، كما أن تكلفة إنتاجه رخيصة نسبياً مقارنة بتكنولوجيات طاقتي الشمس والرياح. ويتخلف أيضاً عن هذه العملية سماد عضوي غني في محتواه بالعناصر المفيدة للنبات، وخالي من الميكروبات واليرقات وبذور الحشائش الضارة حيث تُهلك أثناء عملية التخمير، ما يجعله سماداً نظيفاً لا يلوث البيئة. وبالتالي يمكن استخدامه في تسميد الأرض الزراعية أو إضافته إلى العلف كمصدر غني بالبروتين للحيوانات والطيور الداجنة[8].

يمكن استخدام مخمر للأسرة الريفية لإنتاج 2 متر^3/يوم من الغاز واستخدامه للطهي، وفي التدفئة وإدارة المحركات وتشغيل ماكينات الري وتوليد الكهرباء. ويؤدي تخمير متر مكعب واحد من روث الماشية عند درجة حرارة 25 مئوي إلى إنتاج 0.3 متر^3/يوم غاز حيوي. وعليه، يكون إنتاج الغاز الحيوي في اليوم طبقا للمعادلة: 1م^3/يوم= 0.3 × حجم المخمر[9]. وفي حالة الحجم الكبير السعة، يتراوح إنتاج الغاز بين 12 - 150 متر^3/ يوم للاستخدام في المصانع المحلية، حيث يقتصر استخدام هذه السعة على المنتِجين الذين يُمكنهم الحصول على كميات كبيرة من المخلفات العضوية، بشكل مستدام، لاستخدامها كمدخلات في عملياتهم، وكوقود في محطات القوى لإنتاج الكهرباء وضخها على الشبكات القادرة على استقبال الطاقة المولّدة[10].

5- التغويز، أي تحويل الكتلة الحيوية الصلبة إلى وقود غازي بالحرق المباشر في جو محدود الهواء (أي أكسدة جزئية) يمكن استخدامه في محطات الكهرباء أو في إدارة محطة ذات نظام مشترك لتوليد الطاقة والحرارة، كما هو الحال في محطة معالجة الصرف الصحي. ويجري ذلك من خلال تخفيض مستوى المياه في حمأة الصرف قبل معالجتها لتحسين إنتاج الغاز. ويُستفاد بالغاز كوقود في توليد الكهرباء عبر محركات الاحتراق الداخلي أو التربينات الصغيرة. وتختلف قدرات المحركات ذات الاحتراق الداخلي من بضعة كيلوات إلى أكثر من 4 ميجاوات، في حين أن نطاق التربينات الصغيرة يتراوح بين 30 و250 كيلوات. وتتراوح كفاءة الطاقة في هذه التقنية بين 25 - 35 في المائة. وتسهم الكهرباء المنتجة في الوفاء باحتياجات محطة الصرف الصحي من الطاقة جزئيا، وتستخدم الطاقة الحرارية في تلبية متطلبات التدفئة وتوفير الحمل الحراري اللازم للهاضمات [11].

6- التسييل، بمعنى تحويل الكتلة الحيوية، سواء كانت في صورة حبوب ومحاصيل زراعية او في صورة زيوت

وشحوم حيوانية، إلى وقود سائل من خلال إجراء معالجات، كالتخمير للحصول على إيثانول كحولي، أو كيميائية للحصول على الديزل الحيوي. ويُعدُّ الوقود السائل من أفضل أنواع الوقود باعتباره مصدر طاقة نظيفة، ويسهل نقله بالأنابيب وتخزينه، واستخدامه في محركات وسائط النقل المختلفة وتشغيل مولدات الطاقة الكهربائية. ونظراً لأهمية موضوع انتاج الوقود الحيوي اعتماداً على المحاصيل الزراعية وأثر ذلك على أسعار الغذاء، والمتداول على الصعيد العالمي، فمن المهم تسليط مزيد من الضوء على إشكالية الوقود الحيوي السائل من جوانب متعددة.

باء. الوقود الحيوي السائل

يأتي إنتاج الوقود الحيوي السائل (الايثانول، الديزل الحيوي)، بمعناه الحديث، في نطاق المشروعات ذات اقتصادات الحجم الكبير، حيث تتشابك عمليات إنتاجه وتداوله على المستويين: (1) الرأسي، من حيث مراحل إنتاجه في البلد الواحد، (2) الأفقي، من حيث انتشاره الجغرافي بين أكثر من بلد، بدايةً من المُزارع البسيط، مروراً بالشركات الصغيرة والمراكز البحثية التي تبيع تقنياتها، وانتهاءً بالشركات الكبرى متعددة الجنسيات عابرة القارات، والتي قد تستأجر مساحات شاسعة في بعض البلدان النامية في أفريقيا أو آسيا لهذا الغرض.

يمكن الحصول على الوقود الحيوي السائل كالتالي:

- **الايثانول:** يعتمد إنتاجه على استخدام أي مادة وسيطة تحتوي على كميات كبيرة من السكر (مثل قصب السكر، وبنجر السكر، وبدرجة أقل الذرة الرفيعة) أو مواد نشوية (مثل الذرة والقمح والكسافا) يمكن تحويلها إلى إيثانول من خلال عمليات التخمير، وهي أبسط طريقة لإنتاج الإيثانول.

- **الديزل الحيوي:** يعتمد إنتاجه على مزج الزيت النباتي أو الدهون الحيوانية بكحول مع عامل مساعد من خلال عمليات كيميائية. ويُستخرج الزيت اللازم لإنتاج الديزل الحيوي من محاصيل البذور الزيتية (مثل بذور اللفت وفول الصويا وزهرة نبات دوار الشمس والذرة والنخيل وشجر الجاتروفا). وتستخدم أيضا كميات صغيرة من الدهون الحيوانية المستخلصة من عمليات التصنيع السمكي والحيواني في إنتاج زيت الديزل الحيوي. وتسفر عملية الإنتاج عادةً عن منتجات ثانوية إضافية مثل العلف الحيواني والجلسرين الذي أمكن إنتاجه من الطحالب حديثاً.

وقد تزايد اهتمام العديد من الدول بصناعة الوقود الحيوي السائل والتوسع في استخدامه، خاصةً في قطاع النقل البري، منها تلك المتقدمة بهدف تقليص اعتمادها على النفط والوفاء بالتزاماتها بشأن الحد من تغير المناخ، وأخرى ذات الاقتصادات البازغة أو النامية بغرض المساهمة في تحقيق بعض أهداف التنمية المستدامة المتصلة بالحد من الفقر وضمان حصول الجميع على خدمات الطاقة الحديثة وخلق فرص عمل والحفاظ على البيئة.

وتمتد الاستثمارات العالمية المرتبطة بصناعة الوقود الحيوي من الدول الصناعية المتقدمة (مثل الولايات المتحدة واليابان وألمانيا وكندا) إلى الدول الصاعدة والنامية والفقيرة (مثل الصين والهند والبرازيل وماليزيا وكينيا ومالي)، والتي انخرطت في هذا النشاط بمستويات مختلفة، من حيث درجة تشابك قطاعاتها الزراعية والصناعية والخدمية المحلية المرتبطة بهذا النشاط، أو من حيث حجم وطبيعة ارتباطاتها بالأسواق والتجارة الدولية للوقود الحيوي والأنشطة ذات الصلة (المصافي، خدمات دعم فني)[12].

وحيث أن معدل الزيادة السنوية في إنتاج الوقود الحيوي لقطاع النقل في عام 2017 لم تتعد 2.5 في المائة [13]، فمن الملاحظ أنه لن يؤثر بشكل بارز في موضوع أمن الطاقة، بقدر تأثيره في أمن وأسعار الغذاء خاصةً على الدول النامية والفقيرة. ويوضح الشكل (4) عناصر دورة إنتاج الوقود الحيوي[14].

وقد تطور إنتاج الوقود الحيوي عبر أربعة أجيال متتابعة، مع ملاحظة أن الجيلين الأول والثاني يسهمان معاً بقدر كبير من الإنتاج الكلي المتداول في السوق العالمي. وفيما يلي معلومات موجزة عن كل جيل.

الشكل 4. دورة إنتاج الوقود الحيوي

الجيل الأول: دخل في طور الإنتاج الاقتصادي ويساهم في الشطر الأكبر من التجارة الدولية للوقود الحيوي، ويعتمد على استخدام البذور والحبوب النباتية، مثل الذرة والقمح وفول الصويا وقصب السكر واللفت والشعير وغيرها. ويعيب ذلك الاتجاه أن انتاج الوقود الحيوي يأتي على حساب سلة الغذاء العالمية والفقراء. وقد وُوجه باحتجاجات عالمية واسعة النطاق.

الجيل الثاني: استخدام المخلفات النباتية، لمحاصيل مثل القمح والذرة والسكر والزيتون، فضلاً عن غيرها من المحاصيل غير الغذائية، مثل القش التبن ونشارة الخشب.

الجيل الثالث: الاستفادة من الطحالب، وهي نباتات لا زهرية (ليس لها جذور، سيقان) وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا، هائلة الأنواع، متعددة الألوان (منها الأخضر وهو الأكثر شيوعاً في الاستخدام، الأحمر، البني، الأسود، إلخ)، وتعيش في الماء العذب/المالح/المستنقعات/الصخور في شكل مستعمرات، وتعتبر من أقدم أنواع الحياة على الأرض. وتحتوي الطحالب على نسبة عالية من المادة الدهنية وبعض معادن مفيدة للصحة، وتنمو بمعدل سريع.

وتقوم الطحالب [15] بعملية التمثيل الضوئي اعتماداً على ثاني أكسيد الكربون والمياه وأشعة الشمس مع نسب بسيطة من الفوسفات والنترات، يمكن الحصول عليها من مياه الصرف، ليتضاعف نموها خلال 24 ساعة، حيث يمكن للطحالب تخزين ما يصل إلى 50 في المائة من وزنها من الدهون. وتعتمد فكرة الاستفادة من الطحالب الخضراء، كمصدر للوقود الحيوي، على استخدام مذيب لدهون الطحالب، ثم الفصل بواسطة الترشيح للتخلص من الماء والبروتينات، والحصول على دهون نقية يتم معالجتها كيميائياً.

وتتميز الطحالب[16] بأنها تنتج الدهون (بشكل يفوق الانتاج من المحاصيل الزراعية)، إلى جانب البروتين ومركبات الكربون والسكريات، ويمكن زراعتها في الأماكن التي لا تصلح للزراعة حيث تتحمل مدى واسع من درجة الملوحة وبالتالي لا تحتاج إلى المياه العذبة، كما لا تتنافس مع المواد الغذائية. وتُستخدم بعض أنواعها في غذاء ودواء الانسان، أو كعلف للحيوان والدواجن والأسماك، أو كسماد طبيعي. ويتوقف الانتاج التجاري للطحالب الخضراء على استخدام تقنيات مختلفة للإنتاج، كاستخدام الانابيب الشفافة أو حاويات تسمي المفاعلات الحيوية (نظام مغلق)، أو استخدام المجاري المائية (نظام مفتوح)، وذلك في حال الانتاج الصناعي الكبير. وأمكن مؤخراً استخدام النظامين، المغلق في المرحلة الاولي، ثم المفتوح لاحقا. ولم ينتشر استخدام الطحالب في إنتاج الوقود الحيوي تجاريا لارتفاع تكلفة الإنتاج.

الجيل الرابع: يعتمد على إجراء تغيير في جينوم نوع من البكتيريا الدقيقة، بحيث تصبح قادرة على تحويل السكريات النباتية الى وقود حيوي، ولا يزال في طور البحث والتطوير.

وفي حال استخدام الوقود الحيوي في قطاع النقل البري، فيتم تمييز وقود السيارات المخلوط بنسبة من الإيثانول بالحرف E متبوعاً برقم يشير إلى نسبة الإضافة، بينما في حال إضافة الديزل الحيوي إلى الديزل النفطي، يُستعمل الحرف B متبوعاً برقم يبين نسبة الخلط[17]. والحد المسموح به لمزج الإيثانول مع البنزين قد تجاوز نسبة 20 في المائة دون إجراء تعديلات في مكونات محرك وتصميم السيارة، ولم تتجاوز نسبة خلط الديزل الحيوي مع الديزل النفطي 20 في المائة. ويوضح الجدول (1) مقارنة بين بعض خصائص الوقود التقليدي والوقود الحيوي والغاز الحيوي، مع الأخذ في الاعتبار عدم ثبات المواصفات الفنية للوقود الحيوي بسبب تغيرها قليلاً مع نوع المخلفات العضوية والتكنولوجيا المستخدمة[18].

الجدول 1. مقارنة بعض خصائص الوقود التقليدي مع الوقود الحيوي والغاز الحيوي

الوقود	الكثافة النوعية	المحتوى الحراري (مليون جول/كيلو جرام)	رقم الأوكتان (مقياس لمقدرة البنزين على مقاومة الاحتراق المبكر)	رقم السيتان (مؤشر لسرعة الاحتراق في وقود الديزل)	مكافئ النفط
البنزين/الجازولين	**0.76**	**42.7**	**92 - 98**		**1**
الإيثانول	0.79	26.8	أكثر من 100		0.65
الديزل النفطي	0.84	42.7	-	50	1
الديزل الحيوي	0.88	37.1	-	56	0.91
الغاز الحيوي (الميثان)	**0.72**	**50**	**130**		**1.4**

جديرٌ بالذكر أن الجمعية العمومية للمنظمة الدولية للطيران المدني التابعة للأمم المتحدة (ICAO) في اجتماعها رقم (39) في أكتوبر 2016[19]، اعتمدت قراراً بشأن "السعي على المدى المتوسط أن تحقق الهدف العالمي الطموح المتمثل في الإبقاء على صافي الانبعاثات العالمية من الكربون الناجمة عن الطيران الدولي ابتداء من عام 2020 على نفس المستوى، وأن تأخذ في الحسبان: الظروف والقدرات الخاصة بكل دولة من الدول لا سيما البلدان النامية؛ ومدى نضج أسواق الطيران؛ والنمو المستدام لقطاع الطيران الدولي"، وطلبت من الدول الأعضاء:"اعتماد التدابير اللازمة لضمان الاستدامة لأنواع وقود الطيران البديلة والبناء على النهج القائمة أو مزيج منها والمتابعة على المستوى الوطني للإنتاج المستدام من أنواع وقود الطيران البديلة". وعليه، فقد تنامى الاهتمام بشأن استخدام الوقود الحيوي في النقل الجوي في العالم.

وتعمل شركات مصنعة للطائرات، مثل الأوربية Air Bus والأمريكية Boeing، في تطوير وقود حيوي للطائرات. وواصلت القوات الجوية الأمريكية أنشطة تطوير وقود الطيران الحيوي لأغراض الدفاع، والعمل مع عدد من الشركات لإنشاء مرافق الإنتاج. وفي القطاع البحري، توجد مبادرة في هولندا لتطوير وقود حيوي لاستخدامه في النقل البحري. وتقوم مجموعة ميرسك الدنماركية للنقل البحري باختبار استخدام الوقود الحيوي المنتج من مجموعة متنوعة من المصادر في السفن الكبيرة[20].

دال. تجربة من الدول النامية في مجال إنتاج الوقود الحيوي السائل

تُعتبر البرازيل[21] والتي تحتل المركز الثاني عالمياً في إنتاج الوقود الحيوي السائل مثالاً واضحاً للدول التي تتوسع في استخدامه في قطاع النقل بشكل كبير. فقد عملت البرازيل – خلال الثلاث العقود الأخيرة - على تطوير صناعة الايثانول المستخرج من قصب السكر، والذي تعتمد جدواه الاقتصادية على التكلفة المنخفضة والإنتاجية العالية لمحصول القصب، ووفرة الأراضي وغزارة مياه الأمطار اللازمة للتوسع في زراعته في منطقة جنوب وسط البرازيل[22].

وتمتلك عدة شركات ضخمة تعمل في صناعة السكر معظم معامل التقطير في البرازيل. وتتيح هذه المقدرة لأصحاب الشركات الاستفادة من التقلبات النسبية في أسعار السكر والايثانول، وكذلك الاستفادة من القيمة الأكثر ارتفاعا التي يمكن الحصول عليها من استخدام المولاس (مخلفات صناعة السكر من القصب) في إنتاج الإيثانول. وعليه، يمكن استخدامه كوقود للمركبات، خاصةً الخفيفة، بإضافته إلى البنزين بنسب تتراوح بين 20 إلى 25 في المائة. وأدت زيادة عدد السيارات التي تعمل بهذا المزيج (حوالي 50 في المائة من إجمالي عدد السيارات في البرازيل) إلى جاذبية بيئة الأعمال الخاصة بصناعة السكر والإيثانول، وخففت من قلق المستهلكين من احتمال نقص الايثانول.

3. الطاقة الحيوية والمرأة الريفية

تعاني أغلب المجتمعات الريفية في عديد من الدول النامية من الفقر وغياب/نقص/سوء أداء الخدمات الأساسية من طاقة حديثة وصحة وتعليم ومياه عذبة وغيرها، ما يؤدي إلى تدني مستوى الظروف المعيشية، وتضاؤل الاستثمارات، وندرة فرص العمل، ومن ثم الهجرة من الريف إلى المدن.

ويعتمد السكان المحليون في كثير من المناطق الريفية على استخدام الكتلة الحيوية (المخلفات الزراعية والحيوانية) أو استخدام الوقود الأحفوري (الكيروسين، الديزل)، كمصدر تقليدي للطاقة، رغم اتسامهما بانخفاض الكفاءة، فضلاً عن الأضرار الصحية التي قد يتعرض لها الأطفال أو المرأة بسبب استنشاق الانبعاثات الناتجة عن حرق المخلفات أو الوقود عند الاستخدام لأغراض الإضاءة والطهي والتدفئة، فضلاً عن تلوث البيئة. ويؤدي أيضاً نقص الطاقة في الريف إلى معاناة الأطفال الذين يلتحقون بمدارس ابتدائية تفتقر إلى الكهرباء، ما يمكن أن يتسبب في نتائج تعليمية سيئة.

ألف. وضع المرأة في المناطق الريفية المعزولة في بعض الدول النامية

عادةً ما تكون المرأة الريفية هي الطرف الأكثر معاناة فيما يتعلق بقضايا الوصول لخدمات الطاقة الحديثة، حيث تقطع المسافات للحصول على الأحطاب/مخلفات زراعية أو لشراء الكيروسين أو الشموع لتلبية احتياجات الأسرة من طهي وتدفئة وإضاءة، إلى جانب مسئولية جلب المياه، وهكذا تمضي بها الحياة. ومع ذلك، فهي أيضاً وأطفالها يتعرضون للأمراض بسبب تلوث هواء المنزل نتيجة الانبعاثات الضارة الناجمة عن استخدام طاقة الكتلة الحيوية التقليدية. وتتسرب كثير من الفتيات من التعليم للمساعدة في أداء الأعمال المنزلية، أو ضغط نفقات الأسرة، إلى جانب عدم الخروج إلى الطريق الذي يكون غالباً خالياً من الإضاءة، من بعد غروب الشمس لعدم الإحساس بالأمان. وعليه، تُشكل مسألة الحصول على خدمات طاقة حديثة مستدامة، بمستوى جهد وتردد مستقر

الشكل 5. مثال لدور المرأة الريفية في توفير الطاقة والطهي

وتكلفة مناسبة، أولوية كبرى في قاموس مفردات الحياة اليومية للمرأة الريفية. ويُوضح الشكل (5) أمثلة لوضع المرأة في إحدى القرى، كمسؤولة عن توفير مصدر للطاقة والطهي[23].

باء. المرأة الريفية واستخدام تكنولوجيا الطاقة الحيوية

من المهم أن يكون للمرأة دوراً بارزاً في عملية نشر تقنيات الطاقة المتجددة عموماً، وقبل أن يتم استخدامها، من خلال تهيئة المجتمع بكل عناصره من مسؤولين محليين ورجال ونساء وشباب لقبول والتعامل مع التقنيات المراد نشرها من حيث التعريف بالمميزات والتكلفة وآلية السداد (مُيسرة ومناسبة للوضع الاقتصادي والبيئي للمجتمع الريفي) وأساليب التشغيل والإصلاح والصيانة وتأمين خدمات ما بعد البيع.

ولا شك أن استخدام الطاقة الحيوية المستدامة، خاصة بالنسبة لإنتاج الكهرباء وفي الطباخات/المواقد النظيفة التي لا ينبعث عنها أدخنة، ملائماً لظروف المجتمعات الريفية والنائية من حيث بساطة التكنولوجيا والكلفة المالية وأنشطة السكان، كما وأنها تعود بالنفع على المرأة في الريف من حيث:

- توفير طاقة نظيفة وموثوقة يُعَول عليها، وبكلفة معقولة،
- تخفيف الأعباء المنزلية وإمكانية الطهي الآمن دون التعرض للانبعاثات الضارة صحياً،
- استغلال وقت الفراغ في عمل مشاريع صغيرة داخل المنزل تساعد في زيادة دخل الأسرة،
- مساعدة الفتيات اللاتي انقطعن عن التعليم بإتاحة الفرصة للتَعَلُم/اكتساب بعض مهارات تسهم في خلق فرص عمل لهن،
- السلامة والأمان إلى حد كبير في الشوارع والأماكن العامة، بما يسمح بمزيد من حرية الحركة والعمل مساءً داخل المجتمع القروي، ما يؤدي إلى زيادة في الدخل،
- ارتفاع الوعي العام الجمعي للسكان المحليين بقضايا الطاقة والبيئة.

ومن المهم التركيز على المرأة، خاصةً في حالة التقنيات المتعلقة بالقطاع المنزلي، والتي قد تحتاج إلى بعض التحفيز لحثها على المشاركة، مع الاهتمام بالمجتمعات التي تخضع للأعراف والتقاليد بشدة، وتعاني فيها المرأة من بعض أشكال التمييز والقيود المفروضة على حركتها. وقد يكون من المفيد الاستعانة بسيدات متعلمات من ذات المجتمع و/أو منظمات أهلية نسائية للمشاركة في زيادة وعي المرأة والفتاة الريفية حول أهمية ومزايا استخدام تقنيات الطاقة الحيوية الحديثة، وتقديم المساندة لتشجيعها على تنفيذ مشروعات صغيرة في هذا المجال.

وعند النظر في فرص حصول المرأة الريفية على خدمات مالية لتوفير تمويل المشروعات الصغيرة فمن الملاحظ أنه غالباً ما تكون قروض النساء أقل من قروض الرجال، حتى عندما تكون الأنشطة واحدة. وفي أحيان كثيرة قد تنهار المشروعات الصغيرة الخاصة بالنساء بسبب اضطرارهن إلى شراء معدات أو مواد من نوعية متدنية لرخص أسعارها أو لغياب المعرفة الفنية ولقلة الخبرة في سوق الأعمال.

وتدل البحوث على أنه يقع عبء تسديد القروض المتناهية الصغر على النساء بينما يستخدم الرجال القروض ولا يسهمون في ميزانية الأسرة. وقد يكون مُفيداً تآزر الجهود الجماعية بين النساء، من خلال تشكيل مجموعات نسائية بغرض تعزيز الحقوق وفرص الحصول على الخدمات، كإحدى وسائل التمكين الاجتماعي والاقتصادي، عبر العمل كفريق لتعزيز الإنتاج والدخل ومجابهة المشاكل وحلها [24].

إن تحقيق تقدم ملموس في تنمية الريف، من خلال التوسع في استخدام الطاقة الحيوية، يتطلب من الحكومة والمحليات وأصحاب المصلحة والمنظمات

الأهلية ذات الصلة، خاصةً المعنية بالنساء، تضافر الجهود والتعاون والتنسيق الجيد بين أصحاب المصلحة لانتهاج عدد من الخطوات، تتضمن سياسات واضحة تتعلق بتمكين المرأة في رسم سياسات المجتمع المحلي، اختيار تقنيات للطاقة الحيوية ملائمة للموارد والظروف المحلية. وقد يكون من المناسب تنفيذ نموذج استرشادي للطاقة الحيوية في أحد المواقع الهامة في المجتمع المحلي، بالتوازي مع حملات توعية بكيفية عمل ومزايا النموذج، واعتماد آلية تمويل مرنة وإجراءات إدارية مبسطة للحصول على التقنية/التقنيات المراد نشرها، مع إتاحة برامج تدريبية على التشغيل والصيانة.

جيم. تجربة إحدى الدول النامية لدعم المرأة الريفية في مجال خدمات الطاقة الحديثة

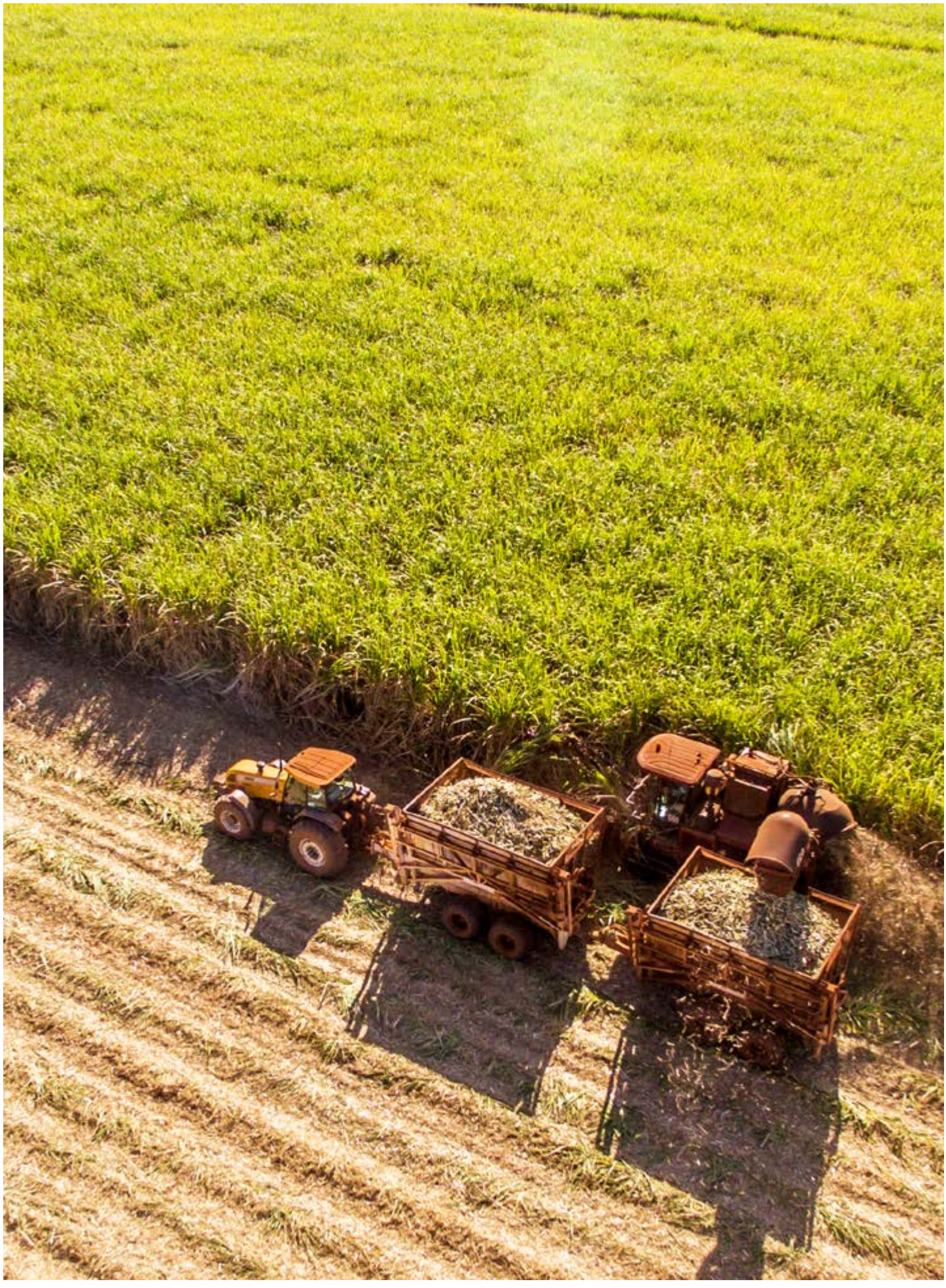
اعتمدت الهند[25] مشروع خاص بالطاقة الحيوية في الريف لتطبيقه في 24 قرية بإحدى المقاطعات خلال الفترة 2001 – 2006، وتم مَده حتى نهاية عام 2012. هَدف البرنامج التنفيذي للمشروع إلى وضع وتنفيذ حزمة إجراءات لنشر تكنولوجيا الطاقة الحيوية لتلبية الطلب على الطاقة على أسس مستدامة، من خلال 6 بنود هي: حزمة مواصفات التكنولوجيا، دليل مفهوم الطاقة الحيوية مع نظام استرشادي، بناء القدرات المحلية، تمكين الأنشطة للتغلب على عوائق السوق، نشر المعلومات، إزالة عوائق التمويل.

تشمل التكنولوجيات المستهدف ترويجها المخمر اللاهوائي لإنتاج الغاز الحيوي واستخدامه في محطات القوى لتوليد الكهرباء لأغراض الإنارة في المنازل والشوارع وإدارة مضخات المياه للري، والطهي، وإنتاج سماد طبيعي.

ستهدف البرنامج ثلاث فئات:

- النساء والأطفال،
- صغار المزارعين والمهمشين،
- الأسر المعدمة التي لا تمتلك أرضاً.

وفيما يتصل بفئة النساء والأطفال، فقد تضمن تصميم البرنامج العمل على تمكين النساء من إنتاج الطاقة الحيوية من خلال حجز 30 في المائة من جميع المناصب في لجان القرى للنساء. وركز المشروع على إنتاج الغاز الحيوي واستخدامه في المواقد/أفران طهي الطعام للمساهمة في إنهاء معاناة النساء اليومية في الحصول على الطاقة التقليدية، والحفاظ على صحتها وأطفالها من أمراض الجهاز التنفسي نتيجة الحد من الانبعاثات الضارة، فضلاً عن فتح المجال أمامها للقيام بأنشطة لزيادة الدخل.



4. الطاقة الحيوية وتغير المناخ وأمن الغذاء

لا شك أن استخدام الوقود الحيوي، كأحد تطبيقات الطاقة الحيوية، في قطاع النقل البري بعد خلطه مع البنزين، يساهم في تقليل فاتورة الوقود الأحفوري المستورد وتحقيق أمن الطاقة والحد من آثار تغير المناخ. ولكن يمكن أن يتحول ذلك الوضع عكسياً إذا ما أدت مشروعات الطاقة الحيوية إلى تغيير في استخدام الأراضي وهدر المياه فيما يتعلق بإنتاج الوقود الحيوي اعتماداً على المحاصيل الزراعية الغذائية. وفيما يلي عرضاً للتداخل بين تطبيقات الطاقة الحيوية وتغير المناخ وأمن الغذاء وما لها وعليها من إيجابيات وسلبيات.

ألف. تغير المناخ

في سياق اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن التخفيف من تغير المناخ (1992)[26] بهدف تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوى يحول دون تدخل خطير من جانب الإنسان في النظام المناخي، واتفاق باريس (2015)[27] الذي يرمي إلى توطيد الاستجابة العالمية للتهديد الذي يُشكله تغير المناخ في سياق التنمية المستدامة وجهود القضاء على الفقر، من خلال مساهمات محددة وطنيا مع مراعاة دعم البلدان النامية في التنفيذ الفعال للجهود ذات الصلة، يمكن أن تسهم الطاقة الحيوية في إنتاج طاقة نظيفة، حال استخدامها بدلاً من الوقود الأحفوري الذي يؤدي استخدامه إلى انبعاث غازات الدفيئة (خاصة ثاني أكسيد الكربون)، وبالتالي الحد من تغير المناخ[28] .

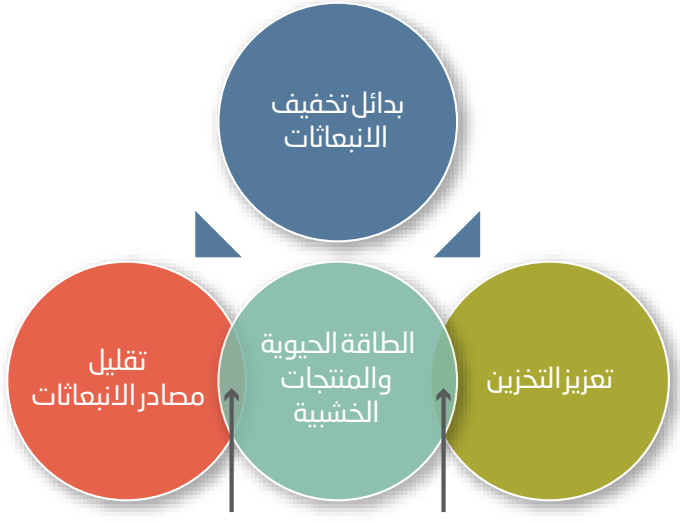
ويمكن لأنواع الوقود الحيوي، بوصفها مصدر طاقة معادل لانبعاثات ثاني أكسيد الكاربون، الإسهامَ في الحدّ من تغيّر المناخ عبر استبدال أنواع الوقود الأحفوري، حال إنتاجها بشكل مستدام، وكذلك تثبيت الكربون في الغابات والتربة من خلال أنشطة التحريج والإدارة الجيدة للأراضي والغابات، بينما يؤدي الحرق المباشر للنباتات والأخشاب والفحم النباتي إلى انبعاث أكاسيد الكربون.

وتُمثل أشكال الكتلة الحيوية مخزن للكربون في نطاق دورة مغلقة. ويمكن تفسير ذلك من خلال النظر إلى النبات كأحد العوامل المؤثرة في التغيرات المناخية، عبر عملية التمثيل الضوئي التي تعتمد على امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الجو بواسطة فتحات صغيرة على الأوراق والحصول على الماء والمعادن من الجذور، مع استخدام الطاقة الشمسية الضوئية، لإنتاج الغذاء اللازم للنمو والبقاء على قيد الحياة. وينتج عن هذه العملية الأكسجين الذي يخرج إلى الجو. وعليه، يتم التخزين طويل الأجل للكربون في الغابات وفي الكتلة الحيوية الأرضية الحية وفي المنتجات الخشبية. ويوضح الشكل (6) منظومة استخدام الكتلة الحيوية كجزء من دورة كربون مغلقة[29].

وتساهم التغييرات في استخدام الأراضي المرتبطة بإزالة الغابات وتوسيع الإنتاج الزراعي للغذاء بنحو 15 في المائة من الانبعاثات العالمية للغازات الدفيئة. ويستخدم حوالي 1 في المائة من إجمالي الأراضي الزراعية في العالم لزراعة محاصيل الوقود الحيوي. وحيث أن خفض الانبعاثات هو أحد المحركات المهمة لنشر الطاقة الحيوية، فلابد من الأخذ في الحسبان التأثيرات المتوقعة عند التخطيط لزراعة مزيد من محاصيل الطاقة[30].

ومن المهم أن تعكس مساهمة الطاقة الحيوية في التخفيف من حدة تغير المناخ التوازن بين الأهداف القريبة المدى مثل أمن الطاقة والهدف طويل الأجل المتمثل في مواصلة الجهود الرامية إلى الحد من ارتفاع درجة الحرارة عند 1.5 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل العصر الصناعي (مؤتمر الأمم المتحدة لتغير المناخ في باريس 2015[31]).

الشكل 6. منظومة استخدام الكتلة الحيوية كجزء من دورة كربون مغلقة



ويتوقف مستوى/درجة التأثيرات السلبية الناتجة عن تنفيذ مشروعات الطاقة الحيوية على عدة عوامل منها التكنولوجيا المستخدمة، موقع وحجم المشروع، وتيرة التنفيذ، نوعية الأرض المستخدمة (غابات، مراعي، أراضي هامشية، أراضي محاصيل)، نموذج الأعمال والممارسات القائمة.

باء. أمن الغذاء

يُمثل موضوع استخدام الوقود الحيوي أحد القضايا الخلافية التي أثارت جدلاً وأخذت بُعداً أخلاقياً في العالم، من حيث اختيار استخدام المحاصيل الزراعية في الدول النامية لإنتاج وقود حيوي واستخدامه في قطاع النقل من خلال خلطه بنسب متدرجة مع وقود السيارات والطائرات، بينما هناك ملايين من الجائعين على هذا الكوكب لا يستطيعون الحصول على طعام.

تتمثل إشكالية الوقود الحيوي في أن لها عدة أوجه متشابكة وتؤثر على الدول النامية والفقيرة، ويمكن النظر إليها على النحو التالي:

1. العلاقة بين الترويج لإنتاج الوقود الحيوي وإعادة النظر في هيكل القطاع الزراعي من حيث نوعية المحاصيل/الأشجار اللازمة لإنتاجه، من جانب، والحاجة إلى تأمين الحصول على طاقة مستدامة من خلال الإنتاج والاستخدام المحلي للوقود الحيوي، من جانب آخر.

2. ارتفاع الطلب على المدخلات الزراعية الغذائية (مثل الذرة، فول الصويا، الزيوت النباتية، الخ) للوقود الحيوي يؤدي إلى التوسع في زراعتها في الدول النامية، ما يعود بالنفع على:

- المجتمع المحلي، من حيث زيادة إنتاج الغذاء، وارتفاع دخل المنتجين، وتوفير فرص عمل، وبالتالي تحقيق تنمية ريفية.

- البيئة، من خلال المساعدة في منع انجراف التربة من خلال توفير غطاء يُقلِّل من أثر المطر ونقل الرواسب، وإعادة تأهيل الأراضي التي أُزيلت أشجارها أو المتدهورة أو المهملة لتصبح مزارع لإنتاج الطاقة الحيوية، والمساهمة في مجابهة التصحّر[32].

3. المساهمة في الحد من تغير المناخ نتيجة استخدامه كمصدر للطاقة بدلاً عن الوقود الأحفوري، خاصةً في قطاع النقل.

4. يُقابل ذلك - من جهة أخرى - ارتفاع أسعار الغذاء لعدة أسباب، منها زيادة طلب الدول المتقدمة على الوقود الحيوي، وانعكاس ذلك على المجتمعات المحلية (من منتجين ومستهلكين) في الدول النامية والفقيرة، بينما يعود تحقيق المكاسب على الدول المتقدمة والنامية التي لديها أراضي مناسبة لمثل هذا النشاط.

5. النظر إلى الآثار السلبية لأنشطة التوسع في إنتاج الوقود الحيوي في الدول النامية والفقيرة، والتي يمكن إيجاز أهمها فيما يلي:

- هدر الأراضي الزراعية/الرعوية،
- استخدام حصة المياه المخصصة لمحاصيل الغذاء،
- ارتفاع أسعار الغذاء،
- زيادة أسعار الأعلاف الخاصة بالثروة الحيوانية بسبب استخدام السلع الزراعية في إنتاج الوقود الحيوي، ما يؤدي إلى زيادة أسعار اللحوم والدواجن،
- انخفاض القوة الشرائية وما له من تداعيات حادة خاصةً على الأسر الفقيرة والمجموعات المُهَمشة والمرأة المعيلة.

5. الطاقة الحيوية في المنطقة العربية

لا تزال طاقة الكتلة الحيوية التقليدية تهيمن على مزيج الطاقة المتجددة في المناطق الريفية والنائية في بعض الدول العربية، خاصةً الأقل نمواً. وتستخدم الكتلة الحيوية في المجتمعات الريفية، في دول مثل المغرب وتونس والجمهورية العربية السورية، للتدفئة والطهي، اعتماداً على الأحطاب في المقام الأول، وأيضًا الفحم النباتي والقوالب الخشبية المضغوطة والتي تحترق بكفاءة أعلى من الكتلة الحيوية التقليدية، في حين تعتمد المجتمعات الصحراوية النائية على الحطب في الطهي والتدفئة. ومع التوسع في مد شبكات الكهرباء الوطنية في كثير من الدول العربية واستخدام غاز البترول المسال وبمعدلات قريبة من العالمية، فإن استخدام الحطب في الطهي وتدفئة الأماكن في هذه الحالات هو اختيار واعٍ، حيث تُمثل أنماط الاستخدام هذه حصة صغيرة نسبياً من إجمالي استخدام الكتلة الحيوية في المنطقة العربية، وهو ما لا يزال - إلى حد كبير - مؤشراً على الفقر ومحدودية القدرة على الوصول إلى خدمات طاقة حديثة ذات جودة عالية[33].

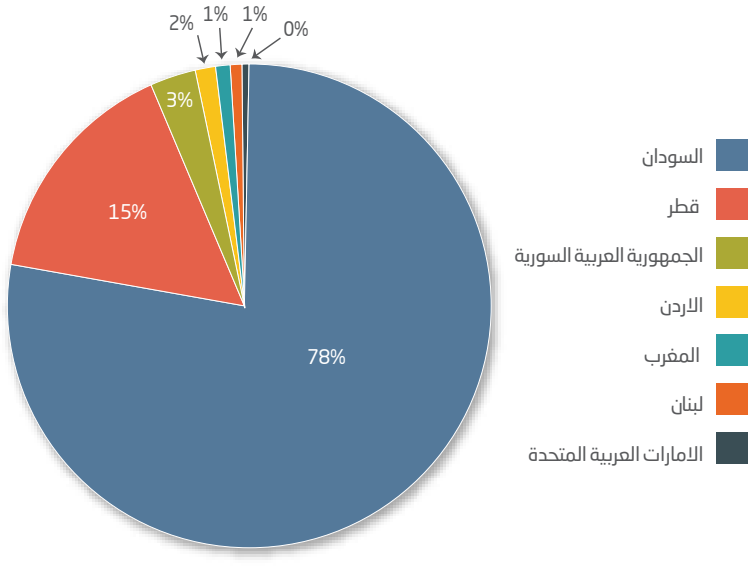
ألف. تقنيات الطاقة الحيوية المنتشرة في المنطقة العربية

تحصل أغلب المجتمعات الريفية والنائية على الطاقة لأغراض الطهي والتدفئة من مصادر الكتلة الحيوية التقليدية (المخلفات الزراعية/الحيوانية/الغابية) من خلال الحرق المباشر. ويصل إجمالي الطاقة المستهلكة من مصادر الكتلة الحيوية التقليدية في المنطقة العربية إلى حوالي أكثر من ثلثي الطاقة المتجددة المستهلكة [34]. وتُنفّذ بعض المشاريع الريادية للحصول على الغاز الحيوي من المخلفات الزراعية والحيوانية وتدوير ومعالجة المخلفات الصلبة للصرف الصحي في عدة دول (مثل الأردن والإمارات العربية المتحدة ومصر والجزائر والمغرب). ويوضح الجدول (2)، تطبيقات الطاقة الحيوية المستخدمة ومستوى الانتشار في المنطقة.

الجدول 2. تطبيقات الطاقة الحيوية المستخدمة ومستوى الانتشار في المنطقة العربية

التطبيق	مستوى الانتشار
• الحرق المباشر للمخلفات الحيوية.	• منتشر على نطاق واسع، خاصةً في الدول الأقل نمواً.
• قوالب خشبية كوقود للأفران الريفية، فحم نباتي.	• شائع
• الغاز الحيوي (الميثان) + سماد طبيعي (مخلفات زراعية وحيوانية، مكبات النفايات).	• منتشر في عديد من الدول.
• محطات معالجة المياه/الصرف الصحي، إنتاج الغاز الحيوي واستخدامه في توليد الكهرباء، للمساهمة في توفير الطاقة اللازمة لمحطات المعالجة.	• محدود (مصر، الأردن، المغرب، الجزائر والإمارات العربية المتحدة..).
• إنتاج الوقود الحيوي السائل من بعض المحاصيل: - الايثانول من مخلفات القصب، - الديزل الحيوي من أشجار الجاتروفا، الطحالب، زيوت الطعام سبق استخدامها	• تجارياً في السودان. • البحث والتطوير، مشاريع رائدة/استرشادية (الأردن، الإمارات العربية المتحدة، السودان، مصر، المغرب..).

الشكل 7. النسبة المئوية للقدرات المركبة من تقنيات الطاقة الحيوية لإنتاج الكهرباء في بعض الدول العربية



تستخدم عدة دول عربية بعض تقنيات الطاقة الحيوية (اعتماداً على الوقود الحيوي الصلب، الغاز الحيوي) في إنتاج الكهرباء. ففي نهاية عام 2017، وصل إجمالي القدرات المركبة من مشروعات الطاقة الحيوية لإنتاج الكهرباء إلى 190 م و في السودان، 38 م و في قطر، 7 م و في سوريا، 4 م و في الأردن، 2 م و في المغرب، 2 م و في لبنان، 1 م و في الإمارات المتحدة، وبقيمة إجمالية 244 م و. ويوضح الشكل (7) النسبة المئوية للقدرات المركبة من تقنيات الطاقة الحيوية لإنتاج الكهرباء لكل دولة من المجموع الإجمالي لهذه القدرات (استناداً إلى التقريرين الإحصائيين للطاقة المتجددة 2018، 2017 عن الوكالة الدولية للطاقة المتجددة)[35].

توجد إمكانات كبيرة لاستغلال هذا الكتلة الحيوية في الدول العربية الزراعية. ويوضح الجدول (3) بعض الدول العربية التي وضعت أهدافاً خاصة بالطاقة الحيوية لإنتاج الكهرباء[36].

وتضم قائمة الدول المنتجة للمخلفات العضوية في المنطقة السودان، مصر، الجزائر، اليمن، العراق، الجمهورية السورية العربية، الأردن، حيث تُستخدم الطاقة الحيوية بشكل واسع في القطاع المنزلي الريفي. ونظراً لكون معظم أجزاء المنطقة تتمتع بمناخ جاف/شبه جاف، فإن موارد الطاقة الحيوية المحتملة تأتي بشكل أساسي من المخلفات الصلبة ومكبات النفايات، والمخلفات الزراعية والحيوانية، والمخلفات الزراعية الصناعية. ويتركز استهلاك الطاقة الحيوية التقليدية كمصدر أساسي للطاقة في الريف في عدد محدود من البلدان (السودان، موريتانيا، اليمن). ومن المتوقع أن يتراجع هذا الاتجاه تدريجيا في المستقبل القريب مع تحقيق تقدم في التوسع في إمداد المناطق الريفية والنائية بخدمات الطاقة الحديثة، اعتماداً على استخدام النظم الشمسية الكهرضوئية.

باء. موقف الدول العربية من استخدام المحاصيل الغذائية لإنتاج الوقود الحيوي

أوضحت استراتيجية التنمية الزراعية العربية المستدامة 2005 –2025 القيمة المضافة التي يحصل عليها المزارع من استخدام النفايات الزراعية في إنتاج الوقود الحيوي، وأثره الإيجابي على البيئة وتأمين الوقود لمختلف الاستخدامات[37].

ويقضي الموقف الرسمي للدول العربية بالاستفادة من المخلفات العضوية لإنتاج الوقود الحيوي، وعدم زراعة

الجدول 3. أهداف بعض الدول العربية في مجال استخدام الطاقة الحيوية في إنتاج الكهرباء

الدولة	القدرة المركبة المستهدفة من تطبيقات الطاقة الحيوية لتوليد الكهرباء (ميجا وات - م و)،	النسبة المئوية في إجمالي المزيج الوطني للطاقة المتجددة	إجمالي القدرات المركبة (م و) المستهدفة في مزيج الطاقة المتجددة الوطني (شمسية، رياح، طاقة حيوية)	المدى الزمني
الجزائر	360 1000	15% 27%	**4375** **21600**	2020 2030
البحرين	1000	5%	21500	2030
الأردن	50	10%	1850	2020
دولة فلسطين	21	10%	130	2020
المملكة العربية السعودية	3000	30%	54000	2040
السودان	68	11%	1582	2031
الجمهورية العربية السورية	250	30%	4550	2030
اليمن	6	15%	714	2025

المحاصيل المنتجة للوقود الحيوي عوضا عن الغذاء، نظراً لشح المياه ومحدودية الأراضي الصالحة للزراعة. وحذّر الإعلان الوزاري العربي حول تغير المناخ، الصادر في ديسمبر 2007 عن الدورة التاسعة عشر لمجلس الوزراء العرب المسؤولين عن شؤون البيئة في جامعة الدول العربية، من عواقب اتجاه الدول المتقدمة إلى تشجيع الدول النامية على زراعة المحاصيل المنتجة للوقود الحيوي، ومضاعفات ذلك على أزمة الغذاء العالمية، والحث على إنتاجه من المخلفات العضوية[38].

جيم. إمكانات الاستفادة من بعض المحاصيل الزراعية في المنطقة العربية في إنتاج الطاقة

تنتشر زراعات متنوعة في المنطقة العربية يمكن الاستفادة من مخلفاتها في إنتاج الوقود الحيوي، منها الزيتون والتمور والأرز والقطن وقصب السكر. وتعرض الورقة – على سبيل المثال لا الحصر – بعض تقنيات مناسبة حول إمكانات الاستفادة من مخلفات صناعة الزيتون[39]، الذي تنتشر زراعته في كثير من الدول العربية المتوسطية، للحصول على طاقة، حيث تشتمل هذه المخلفات على نفايات سائلة (المياه العادمة الناتجة عن عملية عصر الزيتون) وصلبة (ثفل الزيتون)، بالإضافة إلى روائح كريهة منبعثة من مخلّفات الزيتون بعد عصره، بسبب تركه في الهواء الطلق ليتخمر ويتحول إلى سماد. وتعتمد صناعة الصابون العربي التقليدية على استخراج زيت الزيتون من ثفل الزيتون (زيت الثفل). ويمثل التخلص من ثفل الزيتون مشكلة، حيث تتكبد المعاصر تكاليف باهظة لنقل الثفل خارج مواقعها. ويمكن الاستفادة من ثفل الزيتون في إنتاج الوقود الحيوي من خلال إجراء معالجات متنوعة كما يلي:

1- الحرق المباشر

من الاستخدامات الشائعة لثفل الزيتون في مجال الطاقة، استخدامه في التدفئة. ويمكن إنتاج طاقة قدرها 4650 كيلوات حراري ساعة/طن عن طريق الحرق المباشر لنفايات الزيتون الصلبة. ويمكن استخدام الرماد الناتج من الحرق كمصدر للمعادن في التربة. وينبغي ألا يتجاوز معدل رطوبة مخلفات الزيتون 20 في المائة. وتكون مخلفات الزيتون المعصور في المصانع التقليدية لاستخراج الثفل مكسّرة وجافة، وتستخدم كوقود ملائم لغرف الاحتراق والغلايات، وتشبه الفحم العادي من حيث القيمة الحرارية.

وينتج عن الحرق المباشر لقشر الزيتون عدة مشتقات، منها: (أ) رماد القاع، ويتكوّن من المواد غير المحترقة

والجزء الذي لا يمكن حرقه من قشر الزيتون. ويحتوي هذا الرماد على كميات كبيرة من المعادن، وكميات قليلة من المواد العضوية غير المحترقة، ويمكن استخدامه لتغذية التربة؛ (ب) رماد متطاير، يحتوي على النحاس وأحياناً الكلور. ويمكن إضافة اليوريا إلى قشر الزيتون قبل حرقه لخفض سمية الرماد المتطاير، حيث يعتبر ضاراً للبيئة ويحتاج إلى معالجة خاصة؛ (ج) منتجات للتنظيف.

وتوجد آثار بيئية سلبية لحرق مخلفات الزيتون، تتمثل في زيادة كمية انبعاثات الجسيمات (الغُبار)، وأول أكسيد الكربون، والهيدروكربونات، وأكاسيد النيتروجين، باستثناء ثاني أكسيد الكبريت. وينبغي الحذر بشأن ما يصدر عن هذه العملية من انبعاثات في الهواء وضرر من نقل المخلّفات على البيئة.

2- رصّ ثفل الزيتون في قوالب (ألواح)/أقراص

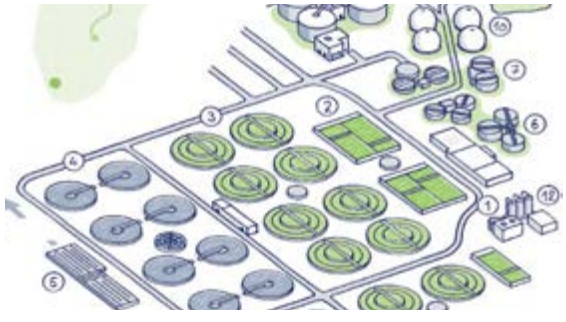
رصّ ثفل الزيتون في ألواح من الخشب في معظم الجوانب (للاستخدام في المعاصر أو للتدفئة في المنازل)، كوسيلة بسيطة لتحسين معالجة ثفل الزيتون عند استخدامه في التطبيقات الصغيرة أو المحلية، باستثناء إمكانية انبعاث روائح كريهة. ويشكّل الرصّ جزءاً هاماً في عملية الاستخدام. ويمكن رصّ مخلفات الزيتون في أقراص، إلا أنه يقابلها بعض المشاكل نظراً إلى سهولة تبعثر هذا الثفل، ما يستلزم إجراء مزيد من البحث والتطوير، لاكتشاف أفضل مزيج لإنتاج هذه الأقراص.

دال. دراسات حالة لإنتاج الطاقة الحيوية من المنطقة العربية

1- الأردن

مشروع محطة الخربة السمراء لمعالجة المياه العادمة[40]، حيث يمكنها معالجة ما يصل إلى 267 ألف متر مكعب من المياه العادمة يومياً، أي أكثر من 70 في المائة من مجموع المياه المعالجة في جميع أنحاء البلاد. وتستخدم الحمأة الناتجة عن عملية المعالجة لإنتاج الغاز الحيوي، الذي يوضع في خزانات ذات سعة كلية قدرها 18ألف متر مكعب، لاستخدامه في المساهمة في إنتاج حوالي 80 في المائة من الكهرباء اللازمة لتشغيل المحطة. بالإضافة إلى ذلك، توليّد طاقة هيدروليكية في مدخل ومخرج المحطة (باستخدام تربينات مائية)، بإجمالي 230 م و ساعة/يوم. وتنتج المحطة 133 مليون متر مكعب من المياه المعالجة العالية الجودة سنوياً، للاستخدام في الزراعة، وبما يمثل 10 في المائة من استهلاك المياه في البلاد. وقد انخفض تلوث المياه بشكل، وساعد ذلك على تحويل نهر الأردن الذي كان شديد التلوث إلى أحد أنظف الأنهار في البلاد. ويوضح الشكل (8) منظر تخطيطي لمكونات محطة الخربة السمرا في الأردن.

الشكل 8. شكل تخطيطي لمكونات محطة الخربة السمرا في الأردن



مفتاح الشكل (8):

1. مدخل المياه غير المعالجة، 2. الترسُّيب الابتدائي، 3. المعالجة الأحيائية، 4. التنقية، 5. التطهير النهائي، 6. التكثُّف الأولي للحمأة، 7. تعويم الحمأة المنشطة، 8. الهضم اللاهوائي، 9. النظام الميكانيكي لإزالة المياه، 10. حاويات الغاز الحيوي، 11. توليد الكهرباء، اعتماداً على الغاز الحيوي، 12. ضبط الروائح.

2- السودان

في ظل الاستراتيجية الوطنية لمواجهة الطلب على الطاقة، تستثمر السودان كثيراً في الطاقة الحيوية للحد من وارداتها النفطية ولتلبية الاحتياجات المتزايدة من خلال تشجيع استخدام الطاقة البديلة [41]. وعليه، فقد أنشأت شركة سكر كنانة (أكبر منتج للسكر في السودان) في عام 2009 أكبر محطة لإنتاج الإيثانول في أفريقيا

بخبرة برازيلية تعتمد على تقنية الجيل الأول (تخمير المولاس) بطاقة إنتاجية تبلغ 65 مليون لتر سنوياً مع خطة لزيادة الإنتاج الي 200 مليون لتر بحلول العام 2020. ويتم تصدير نسبة 90 في المائة من الإنتاج إلى الاتحاد الأوروبي، ويستخدم المتبقي داخلياً في المجال الطبي وغيره. وفي عام 2013، تم تدشين مشروع (Nile-Ultra) لخلط الإيثانول مع البنزين بنسبة 10 في المائة (بشراكة مع شركة النيل للبترول)، لاستخدامه أولاً - كتجربة رائدة - في أسطول سيارات شركة سكر كنانة، وتقييمها لمدة عامين. وبعد نجاح التجربة، تم إدخال الوقود المخلوط في عدد 6 محطات للتزود بالوقود في ولاية الخرطوم على مرحلتين. ولكن لم يستمر توفر هذا المنتج في محطات الوقود لارتفاع سعره مقارنة بسعر بيع البنزين[42].

3- لبنان

استفادت إحدى القرى اللبنانية (قرية حاصبيا – الشكل 9)[43] من مخلفات صناعة عصر الزيتون، الذي يُعتبر محصول رئيسي فيها، من خلال معالجة ثفل الزيتون وتحويله إلى حطب، للتدفئة في أوقات الشتاء الصعبة، حيث تميز بسرعة الاشتعال، وقدرة حرارية قوية اللهب، ما جعله يلقي رواجاً شعبياً. ويمكن إيجاز مراحل إنتاج الحطب من ثفل الزيتون التي نفذها أبناء القرية كما يلي:

أ- تجميع الثفل الناتج عن عملية عصر الزيتون، ومن ثم عزله،

ب- التخمير لمدة 4 أشهر،

ج- عملية التصنيع (وتبدأ في مطلع شهر يونيو) لتحويل الثفل من فتات متناثر إلى قطع حطبية متساوية الأحجام والأوزان تقريباً، عبر معالجتها في آلة خاصة سميت "معمل الحطب الصناعي".

الشكل 9. تجربة قرية حاصبيا في إنتاج الحطب من ثفل الزيتون

4- مصر

تنفيذ مشروع استرشادي للطاقة الحيوية [44] من أجل التنمية الريفية المستدامة، بالتعاون بين عدة جهات وطنية ومرفق البيئة العالمي وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي، بهدف التقليل من استخدام الوقود الأحفوري والحد من الانبعاثات الضارة، والإدارة البيئية السليمة للمخلفات الصلبة والزراعية طبقا لما جاء في الخطة القومية للعمل البيئي 2002-2017، والسعي لتوطين وخلق سوق لتكنولوجيات الطاقة الحيوية المناسبة.

يتضمن المشروع إنشاء 1000 وحدة لإنتاج الغاز الحيوي (الميثان) لاستخدامها في الطهي والإنارة وإنتاج أسمدة طبيعية في بعض المحافظات (مستهدف 250 ألف وحدة على المدى الطويل)، اعتماداً على مخلفات المواشي بالمناطق الريفية كمرحلة أولى، ثم لاحقاً تطبيق المشروع باستخدام أنواع مختلفة من المخلفات العضوية من خلال معالجة المخلفات - التي تُخلط بكمية معادلة من المياه - في غرفة للتخمير. ويتحمل صاحب المشروع تكلفة إنشاء الوحدة (1500 جنيه، أي ما يعادل حوالي 84 دولار)، وتتحمل الدولة باقي التكاليف (4000 جنيه، أي ما يعادل حوالي 225 دولار). وجاري تدريب الشباب لمدة 90 يوماً على إنشاء شركات تقوم بتنفيذ المشروع وتقديم خدمة ما بعد البيع وتوفير المواد اللازمة للتركيب من مواقد ومواسير وسخانات (شكل10[45]).

الشكل10 مراحل التخمير لإنتاج الميثان من المخلفات الحيوانية واستخداماته في القطاع المنزلي الريفي

6. سياسات نشر استخدام الطاقة الحيوية الحديثة لغرض التنمية الريفية المستدامة

ألف. ملامح أسس عامة لسياسات نشر استخدام الطاقة الحيوية

يؤدي زيادة الاعتماد على الطاقة الحيوية في الريف إلى المساهمة في الوفاء بالخدمات والقيام بأنشطة اقتصادية واجتماعية لتحسين الظروف الحياتية واجتذاب الاستثمارات خاصةً الصغيرة والمتوسطة، وإتاحة فرص عمل جديدة وتحقيق التنمية المستدامة. وللطاقة الحيوية دوراً مميزاً في الربط بين بعض أهداف خطة التنمية المستدامة 2030 والتنمية، خاصةً ما يتعلق بمواضيع القضاء على الفقر والجوع وتوفير خدمات الطاقة الحديثة والمياه والنظافة الصحية والحد من آثار تغير المناخ، وترشيد استخدام الطاقة والمياه والحفاظ على البيئة. وعلى الحكومات اعتماد سياسات تحفيزية لدعم استخدام تقنيات الطاقة الحيوية الحديثة المناسبة في الريف. ويوضح الجدول (4) مقترح ملامح أسس عامة لسياسات نشر استخدام الطاقة الحيوية الحديثة.

باء. محددات نشر الطاقة الحيوية في الريف

تُشكل قضايا التنمية المستدامة والبيئة والمناخ وتقليص الاعتماد على الطاقة الأحفورية التقليدية محاور رئيسة للخطط التي تعتمدها الدولة لتحقيق أهداف التنمية المستدامة. ولكن تكمن نقطة الضعف في الريف خاصة

الجدول 4. مقترح ملامح أسس عامة لسياسات نشر استخدام الطاقة الحيوية الحديثة

تقييم المصادر، تحديد البدائل التكنولوجية	تحديد أصحاب المصلحة، آليات التنفيذ	بناء القدرات، التعليم، الوعي العام	تعاون جنوب - جنوب، تعاون إقليمي/دولي
• قياسات وبيانات، تقييم مواقع، دراسة الظروف المحلية، معدل الزيادة السكانية، أنشطة اقتصادية، أنماط انتاج واستهلاك، الخ. • تقييم البدائل التكنولوجية، نسبة المكون المحلي، تحليل التكلفة/العائد، اختيار الأنسب (تصنيع محلي، التسويق، خدمات ما بعد البيع ...). • متطلبات فنية (شبكة محلية - معدات تقنية - معايير ومواصفات .....).	• الحكومة، القطاعين العام/الخاص، الصناعة، المراكز البحثية، المحليات، المجتمع المدني والمنظمات غير الحكومية، المواطن. • مراجعة السياسات الحالية لتقليص دعم الطاقة التقليدية، تشريعات/سياسات تحفيزية، دعم مشاريع الطاقة الحيوية الصغيرة والمتوسطة الحجم في المناطق الريفية، .... • آليات التمويل، مؤشرات التنفيذ، المتابعة، رصد التقدم المحرز والتقييم.	• بناء القدرات/المهارات، تطوير التعليم الفني/دعم التدريب المهني. • دعم البحث والتطوير في المجالات ذات الصلة. • دور المنظمات غير الحكومية والمجتمع المدني في الترويج لنشر الطاقة الحيوية في الريف. • الوعي العام بشأن قضايا البيئة وترشيد استخدام الطاقة والمياه. • سياسات وبرامج لدعم/تمكين المرأة الريفية لنشر استخدام تقنيات الطاقة الحيوية بغرض تحسين ظروفها الحياتية.	• تبادل المعلومات والخبرات والدروس المستفادة في المجالات ذات الصلة بين الدول ذات الظروف المتشابهة. • التعاون الإقليمي والدولي في مجال نقل التكنولوجيا والمعرفة الفنية وبناء القدرات والتمويل • استراتيجيات/برامج تعاون إقليمي لتصنيع بعض مكونات تقنيات الطاقة الحيوية (تصريح من شركة عالمية، شراكة عامة - خاصة، إلخ)، سوق إقليمي ...

في المناطق الفقيرة، حيث يتطلب الأمر تحسين ظروف الإنتاج والمعيشة في الريف، وتسريع وتيرة التنمية الريفية باستخدام مصادر الطاقة الحيوية لإتاحة خدمات طاقة حديثة للسكان المحليين.

ويُمكن القول إن نشر استخدام الطاقة الحيوية في المناطق الريفية يساهم في جذب الاستثمارات المحلية للمشاركة في التنمية الريفية. ولكن من المهم أن يكون هناك تخطيط متعدد المراحل - في إطار زمني محدد - لتحويل صناعة الطاقة الحيوية إلى صناعة متخصصة في الريف، من خلال تشجيع سلاسل الإمداد لمكونات تقنياتها المناسبة للموارد والبيئة والخبرات البشرية المتراكمة، بالتوازي مع دعم التصنيع الزراعي، ما يؤدي إلى رفع العائد الاقتصادي الزراعي، وزيادة فرص العمل.

ويتطلب تعزيز مساهمة الطاقة الحيوية في التنمية الريفية المستدامة الأخذ في الاعتبار عدد من المحددات المؤثرة، منها طبيعة الموقع الجغرافي، الموارد الطبيعية والمالية، البنية التحتية، مدخلات الإنتاج اللازمة لتقنيات الطاقة الحيوية، العلاقات بين المسؤولين المحليين والسكان ومنظمات المجتمع المدني، طبيعة الأنشطة الاقتصادية، مصادر ومستويات الدخل، عدد السكان ودرجة الوعي العام، مستويات الخدمات الأساسية المقدمة للسكان (تعليم ومياه وكهرباء وصحة، الخ)، العادات والتقاليد السائدة ووضع المرأة في هذا المجتمع.

الخلاصة

يعتمد نشر استخدام تقنيات الطاقة الحيوية المناسبة، للمساهمة في التنمية الريفية، على وضع خطط وبرامج وآليات تنفيذ ومتابعة وتقييم عمل في إطار زمني محدد، استناداً إلى دراسات شاملة للعلاقات المتداخلة بين ثلاثة محاور هامة هي:

1. الترابط بين الطاقة والمياه والغذاء والبيئة

- **توفير الطاقة:** تتبر الطاقة الحيوية ضمن مصادر الطاقة البديلة، التي تسهم في تأمين الوصول إلى خدمات الطاقة الحديثة على أسس مستدامة بكلفة معقولة، خاصة في المناطق الريفية المعزولة، في إطار المزيج الوطني للطاقة.

- **الطاقة والمياه والغذاء:** تأمين إمدادات الطاقة أساس إنجاز خطط التنمية، خاصة ما يتعلق بتوفير الخدمات الأساسية من طاقة حديثة والمياه الصالحة للشرب وصرف صحي وغذاء وتعليم وصحة، الخ. وأن أمن المياه لا ينفصل عن أمن الطاقة، والتي بدونها لا تُجرى عمليات توفير مياه شرب صالحة أو معالجة مياه الصرف. وأنه لن يكون هناك غذاء بدون مياه، كما أن تحويل محاصيل زراعية للغذاء إلى وقود يزيد من أسعار المواد الغذائية ويُمثل هدر للمياه، وتبوير الأرض (تدمير غابات، اقتلاع أشجار)، خاصة في آسيا، واستبدالها – على سبيل المثال - بمزارع نخيل الزيت لإنتاج الوقود الحيوي. وأن زيادة الأسعار سوف تقف عائقاً أمام الدول الفقيرة لاستيراد احتياجاتها من الطعام بسعر مناسب. وعليه، فإن اعتماد نهج الترابط لتحقيق أمن الطاقة والمياه والغذاء من خلال سياسات متكاملة بين كافة القطاعات المعنية أصبح ضرورة حتمية.

- **النقل النظيف:** أصبح الوقود الحيوي بالفعل من المنتجات المتداولة تجارياً في العالم، خاصة بالنسبة للمركبات، ولكن لن يستطيع وحده أن يقلل من الاعتماد على الوقود الأحفوري، حيث أن دوره في هذا القطاع سيظل محدوداً.

- **البيئة والتغيرات المناخية:** تلعب الطاقة الحيوية دوراً في هذا المجال، من حيث إمكانية خفض دورة الانبعاثات ذات الأثر السلبي في البيئة بتكلفة أقل من تلك المرتبطة بخيارات أخرى من تكنولوجيات الطاقة المتجددة مثل النظم الشمسية، وبفاعلية أكبر مقارنة بالوقود الأحفوري، مع الاهتمام بالآثار السلبية التي تنجم عن التوسع في استخدام الوقود الحيوي على الدول النامية، خاصة في مجالات الأمن الغذائي واستخدامات الأراضي والحفاظ على البيئة.

2. البيئة الجاذبة للاستثمار في الطاقة الحيوية في الريف

- **المعرفة والتكنولوجيا:** الاعتماد على تطبيقات طاقة الكتلة الحيوية البسيطة والملائمة محلياً، ربطاً بالقدرات الصناعية الوطنية، بما في ذلك المعدات وقطع الغيار والمواصفات والمعايير الفنية، مع الاهتمام بأنشطة البحث والتطوير في التقنيات ذات الأولوية الوطنية، بالإضافة إلى تطوير القدرات الفنية ذات الصلة.

- **الحوكمة الرشيدة:** من المهم وجود منظومة جيدة للبلديات تُراعى التخلص الآمن والاقتصادي من النفايات، وتُشجع على استخدام الطاقة الحيوية، استناداً إلى أهداف وطنية وسياسات محلية واضحة، ووعي كامل بالفرص المتاحة، وقدرة على تحليل

ومجابهة التحديات، وتعاون وتنسيق كامل بناءً على حوار متواصل وشفاف مع كافة عناصر المجتمع المحلي، بما في ذلك تعزيز دور المنظمات الأهلية.

- **تنمية المجتمعات الريفية:** يساهم الترويج للتوسع في استخدام الطاقة الحيوية في إعادة صياغة القطاعات الزراعية، من حيث إمدادات المواد الأولية الزراعية اللازمة كمدخلات إنتاجه ونمو فرص التشغيل وزيادة الدخل، فضلاً عن توليد الكهرباء، وإتاحة الطاقة النظيفة لأغراض الطهي والتدفئة، ونشر ثقافة الأعمال ارتباطا بالصناعات الصغيرة والمتوسطة.

- **وضع المرأة الريفية:** "تمكين النساء والفتيات الريفيات أمر لا غنى عنه لبناء مستقبل ينعم فيه جميع الناس بالازدهار والإنصاف والسلام على كوكب ينعم بالعافية" [46]. وعليه، فمن المهم تبني سياسات/برامج عمل رسمية لدعم/تمكين المرأة بوصفها طرفاً من أصحاب المصلحة في مجتمعها المحلي الصغير، وزيادة الوعي بدورها الفاعل في هذا المجتمع، من خلال عملها في المنزل أو في مساندة الأسرة بقيامها بأعمال أخرى (زراعة، رعي، جمع مخلفات زراعية/حيوانية/غابية كمصدر للطاقة، أشغال يدوية، الخ) دون أجر، ومن ثم مساهمتها في الناتج المحلي. ولابد أن تراعي هذه السياسات مجابهة ما تتعرض له المرأة من أشكال متعددة في التمييز، وإتاحة الفرصة لها في التعليم/الحصول على بعض المهارات، إلى جانب توفير خدمات طاقة حديثة مستدامة وموثوقة وبتكلفة معقولة، لتحسين ظروفها الحياتية وإمكانية زيادة دخلها.

- **القطاع الخاص:** من اللاعبين الرئيسيين في مجال نشر استخدام الطاقة الحيوية المناسبة للظروف المحلية، وخاصة على مستوي المشاريع الصغيرة والمتوسطة في الريف، أخذاً في الحسبان التشريعات والسياسات الداعمة، والمساندة الفنية، وحزم تمويلية مرنة (فائدة بسيطة، فترة سماح مناسبة، أقساط سنوية معقولة) لتحسين بيئة الاستثمار المحلية، إلى جانب التنسيق بين البلديات والجمعيات الأهلية ذات الصلة.

3. التعاون الإقليمي/الدولي

- **التعاون دون الإقليمي/الإقليمي/الدولي، جنوب - جنوب، في مجالات الطاقة الحيوية:** يمكن للمنظمات الإقليمية والدولية القيام بدور مميز في بناء القدرات والمساندة الفنية في مجال السياسات وتبادل المعرفة والدروس المستفادة من تجارب مماثلة في دول نامية ونقل التكنولوجيا المناسبة للبيئة المحلية، مع إيلاء مزيد من الاهتمام بسياسات دعم وتمكين المرأة، خاصة في الريف.

- **التمويل:** إتاحة حزم تمويلية مُيسرة من مؤسسات التمويل الإقليمية والدولية للدول النامية بهدف دعم نشر التكنولوجيا الخضراء والتنمية المستدامة في المناطق الريفية.

الحواشي

1. E/ESCWA/SDPD/2015/4. p. 10
2. REN21, GSR2018, p. 22, 25,41, 46, 47, 48, 49, 69, 70, 71, 72, 73.
3. worldbioenergy.org/uploads/Magazine%20Issue%206_lq.pdf, nr. 6 (Oct. 2018), p. 24 & 26.
4. www.iea.org/tcep/transport/biofuels/
5. biofutureplatform.org
6. REN21, GSR2017, p.45
7. E/ESCWA/SDPD/2009/5, p. 12, 13
8. www.eeaa.gov.eg/portals/0/eeaaReports/AgrWasteRecycleGuide/energy_p66_77.pdf
9. gcsar.gov.sy/ar/wp-content/uploads/نشرة-ارشادية-عن-الغاز-الحيوي-.pdf
10. E/ESCWA/SDPD/2009/5, p. 16
11. www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/publications/files/water-energy-nexus-renewable-energy-module-arabic_0.pdf p. 16.
12. www.caus.org.lb/PDF/EmagazineArticles/bouhothaqtisadiah63-64dinajalal.pdf
13. www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/17-8652_GSR2018_FullReport_web_final_.pdf p. 22.
14. www.arageek.com/2015/09/19/the-biofuels-new-energy.html
15. www.gafrd.org/posts/758553
16. www.ecomena.org/algae-ar/
17. https://qafilah.com/ar/أربعة-أجيال-من-الوقود-الحيوي/
18. E/ESCWA/SDPD/2011/2, 19 Sept. 2011, P. 26 & Rutry, D. and Jansen, R., 2007, p. 55, 89, 114
19. www.icao.int/Meetings/a39/Documents/Resolutions/a39_res_prov_ar.pdf, p. 21, 24.
20. REN21, GSR2017, p. 51.
21. www.gteplanet.com/ar/technology/biomass-and-biofuels
22. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/17958/37486Ar.pdf?sequence=5
23. gadgillab.berkeley.edu/research/energy/cookstoves/#tab-1, gadgillab.berkeley.edu/wp-content/uploads/2013/07/thesolutionsjournal-Stove-Solutions-V41-March2013.pdf, practicalaction.org/blog/wp-content/uploads/2013/04/DSC01023.jpg
24. http://siteresources.worldbank.org/INTGENAGRLIVSOUBOOK/Resources/ExecutiveSummaryArabic.pdf
25. www.moef.nic.in/sites/default/files/bioenergy-for-rural-india---demonstration-of-decentralized-sub-m.pdf
26. p. 4. https://unfccc.int/sites/default/files/convarabic.pdf
27. p.3. https://unfccc.int/sites/default/files/arabic_paris_agreement.pdf
28. www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2013/10/Bioenergy-Land-Use-Change-and-Climate-Change-Mitigation-Background-Technical-Report.pdf
29. www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2013/10/6_pospapa4.pdf
30. www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2013/10/Bioenergy-Land-Use-Change-and-Climate-Change-Mitigation-Background-Technical-Report.pdf
31. https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/ara/l09r01a.pdf
32. www.fao.org/docrep/meeting/009/J4028A.htm
33. www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/publications/files/gtf-regional-report-arab-region-progress-sustainable-energy-english_1.pdf p.117.
34. UNESCWA: GTF Regional Report: Arab region progress in sustainable energy, p. 116
35. http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/
36. Arab Future Renewable Energy Index (AFEX), RCREEE, 2016, p. 35
37. المنظمة العربية للتنمية الزراعية، "التنمية الزراعية المستدامة للعقدين (2005-2025)"، البرنامج الفرعي لتطوير تقانات استخدام المخلفات الزراعية، 2007، ص 30
38. www.envfriends.org.lb/essaydetails.php?eid=38&cid=18
39. E/ESCWA/SDPD/2012, Sept. 2011, p. 18, 23, 24, 25.
40. E/ESCWA/SDPD/2017/TOOLKIT.3, 17-00504, p. 47, 48.
41. www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/publications/files/water-energy-nexus-renewable-energy-module-arabic_0.pdf p. 22 & Ministry of Petroleum, General Directorate for Energy Affairs, Renewable Resources, Data of 2015-2017
42. Fatima M. G., Ali M. H. A, Hazir Farouk (2018), Performance and emission characteristics of a diesel engine fuelled by biodiesel-ethanol-diesel fuel blends, International Journal of Advanced Thermofluid Research Vol. 4 (1): 26-36.
43. www.khiyam.com/news/article.php?articleID=12541
44. https://pulpit.alwatanvoice.com/content/print/447161.html
45. www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/events/files/medhat_escwa_ws_24-25_may_2016_session_4.pdf
46. www.un.org/ar/events/ruralwomenday/

19-00051