



الطاقة الحيوية والتنمية المستدامة في الريف العربي

ورقة فنية



الأمم المتحدة

الاسكوا

ESCWA

الطاقة الحيوية والتنمية المستدامة في الريف العربي

ورقة فنية



الأمم المتحدة
بيروت

© 2019 الأمم المتحدة
حقوق الطبع محفوظة

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

توجه جميع الطلبات المتعلقة بالحقوق والآذون إلى اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (إسكوا)، 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 سلطات أي منها، أو بشأن تعريف 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 يذكر غير ذلك.

تنتألف 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: 11-8575، بيروت، لبنان.

الموقع الإلكتروني: www.unescwa.org

مصادر الصور:

- 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 تنفيذى

بين إنتاج الوقود الحيوى وأسعار الغذاء، حيث يتمثل الجانب السلبى، حال إنتاج الوقود الحيوى اعتماداً على المحاصيل الزراعية الغذائية المنتجة في الدول النامية، في تغيير استخدام الأراضى وهدر المياه وارتفاع أسعار الغذاء، وانعكاس ذلك على المجتمع资料 المحلى فى الدول النامية والفقيرة. وينتهي هذا القسم بعرض تجربة إحدى الدول النامية فى إنتاج الوقود الحيوى.

ويعرض الفصل الثالث وضع المرأة فى المناطق الريفية النائية والمعزلة عن الشبكة فى 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 تقليدى للطاقة، رغم انخفاض الكفاءة، والأضرار الصحية التي قد يتعرض لها الأطفال والمرأة بسبب استنشاق الانبعاثات الضارة الناجمة عن استخدامها فى الطهي والتندفعة. وأن استخدام الطاقة الحيوية يعود بالنفع على المرأة، عبر توفير طاقة نظيفة وموثوقة يُعول عليها وبكلفة معقولة، وتخفيض الأعباء المنزلية وإمكانية الطهي الآمن دون التعرض للانبعاثات الضارة صحياً، واستغلال وقت الفراغ فى عمل مشاريع صغيرة داخل المنزل تساعده فى زيادة دخل الأسرة. ويتضمن هذا الفصل موجز تجربة إحدى الدول النامية لدعم المرأة الريفية فى مجال خدمات الطاقة الحديثة.

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

تؤثر مخلفات الكتلة الحيوية فى حياة البشر منذ القدم وحتى الان، من خلال استخدامها فى أغراض الإنارة والتندفعة 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/التندفعة، إنتاج الكهرباء، وقود في وسائل النقل. وتطرقت إلى الدور المزدوج الذي يمكن أن تلعبه الطاقة الحيوية - باعتبارها أحد مصادر الطاقة المتتجدد - 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 والترة من خلال أنشطة التحرير والإدارة الجيدة للأراضي والغابات من ناحية أخرى.

ويتضمن الفصل الثاني شرحاً لتقنيات الطاقة الحيوية والتي تتتنوع بين التقليدية، عن طريق الحرق المباشر لتوفير الطاقة الحرارية اللازمة لأغراض الطهي وتسخين المياه والتندفعة في المناطق الريفية والنائية، وتلك الحديثة، والتي تعتمد على عمليات معالجة المخلفات العضوية، لإنتاج وقود صلب مثل الفحم النباتي والقوالب الخشبية، أو وقود غازى (الغاز الحيوى/الميثان) أو وقود حيوى (الإيثانول، الديزل الحيوى)، مع تسلیط الضوء على الوقود الحيوى من حيث مراحل تطور إنتاجه، ومقارنة بعض خصائصه مع المشتقات المشابهة من الوقود الأحفوري. ويوضح هذا الفصل العلاقة

وتنتهي الورقة بعرض ملامح عامة ومحددات سياسات 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 بالتواضي مع توطين التقنيات المناسبة محلياً، وتشجيع الاستثمار وتطوير القدرات المحلية وتمكين المرأة، وتعزيز التعاون الإقليمي والدولي في المجالات ذات الصلة للمساهمة في تنمية المجتمعات الريفية.

ويوضح الفصل الخامس وضع الطاقة الحيوية في المنطقة العربية، حيث لا تزال طاقة الكتلة الحيوية التقليدية تهيمن على مزيج الطاقة المتتجدة 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.

ملخص

المنطقة العربية، حيث لا تزال طاقة الكتلة الحيوية التقليدية تهيمن على مزيج الطاقة المتتجددة 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. وتنهي 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.

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 0302 خاصة الهدف السابع حول الطاقة وما يتصل به من أهداف أخرى، فضلاً عن المساهمة في الحد من تغير المناخ. وتتضمن الورقة عرضاً لنقنيات 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

المحتويات

موجز تنفيذي	ص. 3
ملخص	ص. 5
مقدمة	ص. 9
1. الطاقة الحيوية في العالم	ص. 11
ألف. التدفئة/التسخين لقطاعي الصناعة والمباني	ص. 11
باء. إنتاج الكهرباء	ص. 12
جيم. قطاع النقل	ص. 12
2. تقنيات الطاقة الحيوية	ص. 15
ألف. الكتلة الحيوية التقليدية والحديثة	ص. 15
باء. الوقود الحيوي السائل	ص. 17
DAL. تجربة من الدول النامية في مجال إنتاج الوقود الحيوي السائل	ص. 19
3. الطاقة الحيوية والمرأة الريفية	ص. 21
ألف. وضع المرأة في المناطق الريفية المعزلة في بعض الدول النامية	ص. 21
باء. المرأة الريفية واستخدام تكنولوجيا الطاقة الحيوية	ص. 22
جيم. تجربة إحدى الدول النامية لدعم المرأة الريفية في مجال خدمات الطاقة الحديثة	ص. 23
4. الطاقة الحيوية وتغير المناخ وأمن الغذاء	ص. 25
ألف. تغير المناخ	ص. 25
باء. أمن الغذاء	ص. 26
5. الطاقة الحيوية في المنطقة العربية	ص. 29
ألف. تقنيات الطاقة الحيوية المنتشرة في المنطقة العربية	ص. 29
باء. موقف الدول العربية من استخدام المحاصيل الغذائية لإنتاج الوقود الحيوي	ص. 30
جيم. إمكانات الاستفادة من بعض المحاصيل الزراعية في المنطقة العربية في إنتاج الطاقة	ص. 31
DAL. دراسات حالة لإنتاج الطاقة الحيوية من المنطقة العربية	ص. 32
6. سياسات نشر استخدام الطاقة الحيوية الحديثة لغرض التنمية الريفية المستدامة	ص. 35
ألف. ملامح أنس س نشر استخدام الطاقة الحيوية	ص. 35
باء. محددات نشر الطاقة الحيوية في الريف	ص. 35
الخلاصة	ص. 37
1. الترابط بين الطاقة والمياه والغذاء والبيئة	ص. 37
2. البيئة الجاذبة للاستثمار في الطاقة الحيوية في الريف	ص. 37
3. التعاون الإقليمي/الدولي	ص. 38
الحواشি	ص. 41

قائمة الجداول

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

قائمة الأشكال

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



مقدمة

ويعتمد إنتاج الطاقة الحيوية الحديثة على تعظيم الاستفادة من مخلفات المحاصيل الزراعية، مع مراعاة الإبقاء على ما يكفي من مخلفات المحاصيل على التربة لضمان تغذيتها واستعمال الأرض بشكل مستدام، وتعتمد الكمية التي يجب الإبقاء عليها على الظروف المناخية والدورات الخاصة بالمحاصيل. ورغم أهمية تقنيات الطاقة الحيوية الحديثة في الحد من تغير المناخ، خاصة في حال استخدام الوقود الحيوي في قطاع النقل، إلا أن إنتاج 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.

وتمثل 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 المنطقة¹ (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 (كريوسين، ديزل)، أو الحرق المباشر/التجفيف للمخلفات الزراعية والحيوانية كوقود للأفران المنزلية والتندفأة أو إنتاج سماد طبيعي. وتتضح المشكلة بصورة أكبر في الدول العربية الأقل نمواً، حيث تتواضع نسب السكان المزودين بخدمات الطاقة الحديثة، خاصة في الريف.

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

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 الاستثمار وبالتالي تدريج فرص العمل وارتفاع معدلات البطالة، خاصة بين الشباب والمرأة، ومن ثم تفاقم دوامة الفقر. ويتطبق تغيير هذا الوضع 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،أخذًا في الاعتبار تحقيق التنمية المستدامة، العمل على تضافر الجهود الإقليمية والدولية لتهيئة الظروف المواتية لتعزيز التكنولوجيات الصديقة للبيئة، والقضاء على الفقر. ويمكن للطاقة الحيوية المساهمة في تحقيق تنمية مستدامة في المجتمعات الريفية، خاصة 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 يبعث بمجرد تحلله على شكل غاز ثاني أكسيد الكربون. ويمكن الحصول على الطاقة الحيوية كالتالي:

أ- تقليدياً، عن طريق الحرق المباشر للمخلفات الزراعية والغابية والأحشاب 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 (الإيثanol، الديزل الحيوي)، (4) سماد طبيعي.



1. الطاقة الحيوية في العالم

ألف. التدفئة/التسخين لقطاعي الصناعة والمباني

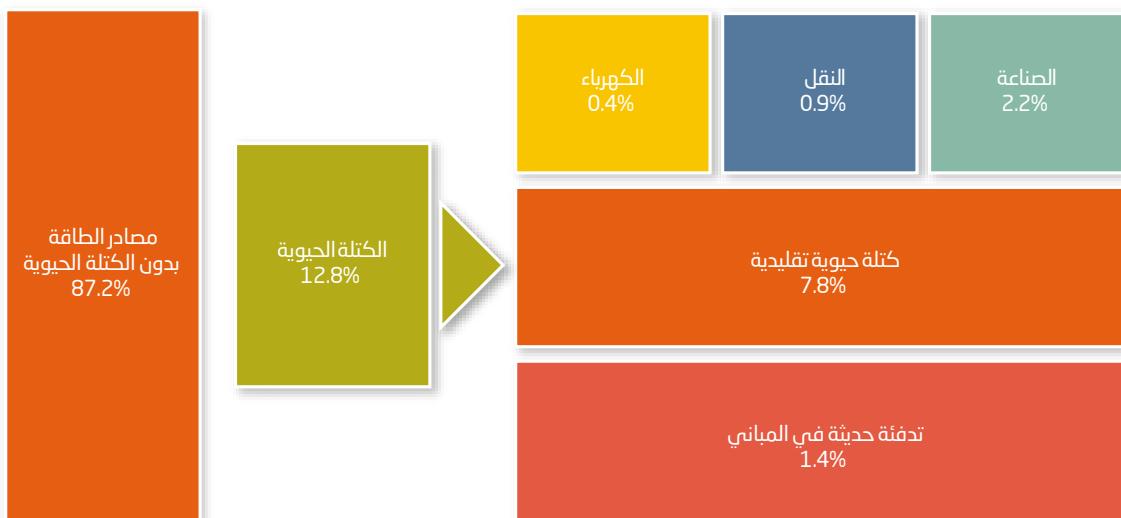
لا يزال استخدام الطاقة الحيوية التقليدية، من خلال معدات/أجهزة بسيطة، لأغراض الطهي والتدفئة منتشرًا على نطاق واسع في كثير من المجتمعات المحلية.

وهناك جهود مبذولة لتقليل استخدامها، لأن تارها 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 والتفايات البلدية الصلبة) بالبطء نسبياً في السنوات الأخيرة (أقل من 2 في المائة سنوياً)، بسبب انخفاض أسعار

الطاقة المتجدددة 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.

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



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 المتتجددة 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 السكني. 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

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 للتهدئة.

وُسْتَهَلَكَ حوالى 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.

جيم. قطاع النقل

باء. إنتاج الكهرباء

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

ومن المتوقع أن يصل معدل النمو السنوى في إنتاج الوقود الحيوى 3 في المائة على مدى السنوات الخمس المقبلة، مع معدل طلب متتسارع في الصين والهند وأمريكا اللاتينية خلال تلك الفترة. وسوف يرتفع الطلب على الوقود الحيوى من قطاعي النقل الجوى والبحرى إلى نسبة 11 في المائة بحلول عام 2030، أخذًاً في الحسبان اقتصاديات السوق والمتطلبات التقنية وطبيعة العلاقات الدولية المتعلقة بهذين المجالين.⁴

ارتفعت مساهمة الطاقة الحيوية في القدرات المركبة عالمياً لتوليد الكهرباء عام 2017 بنسبة حوالى 7 في المائة عن عام 2016، لتصل إلى 122 جيجاوات، في حين بلغت الطاقة الكهربائية المنتجة في ذات العام 555 تيراوات ساعة مسجلة 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 أوروبا 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 الأوروبي أعاد التأكيد - من خلال المرحلة الثانية لتوجيهات الطاقة المتتجددة - على أهمية الكتلة الحيوية في الحصول على الحرارة والتوافق مع متطلبات التشغيل المطلوبة من قبل مركز التحكم أو مشغلي الشبكات في محطات التوليد المشتركة للحرارة والكهرباء (& Combined Heat and Power-CHP). وعليه، فهناك جهود مبذولة من بعض دول الاتحاد (على سبيل المثال: ألمانيا، هولندا، الدنمارك) للتخلص التدريجي من استخدام الوقود

السياسات والتعاون بين الدول والقطاع الخاص والمنظمات والأوساط الأكademية المعنية، بشأن زيادة انتشار بدائل الوقود منخفضة الكربون على أساس مستدامة في مجال النقل دون انتظار تغيير الأسطول والبنية التحتية، وتعزيز تنسيق السياسات وإثارة القضايا ذات الصلة عالمياً.

جدير بالذكر أنه تم إطلاق "منصة المستقبل الحيوي"^٥، 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



2. تقنيات الطاقة الحيوية

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



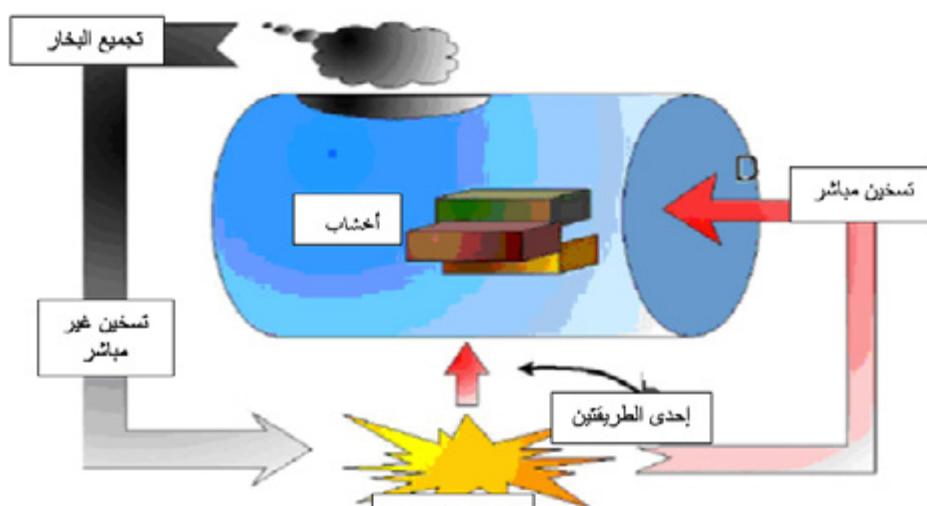
لالأفران الريفية والغازيات المنزلية، أو كمواد أولية لنظم الإنتاج المشترك للكهرباء والحرارة، المنشآت الصناعية الصغيرة (شكل 2⁶).

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. وتركز 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 وتترك في الهواء كي تجف. ويُشجع استخدام هذه الأساليب في المناطق الريفية في الدول النامية، لأغراض التدفئة والطهي وتسخين المياه.

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



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 متراً³/يوم من الغاز واستخدامه للطهي، وفي التدفئة وإدارة المحركات وتشغيل ماكينات الري وتوليد الكهرباء. ويؤدي تخمير متراً مكعب واحد من روث الماشية عند درجة حرارة 25 مئوي إلى إنتاج 0.3 متراً³/يوم غاز حيوي. وعليه، يكون إنتاج الغاز الحيوي في اليوم طبقاً للمعادلة: $1\text{م}^3/\text{يوم} = \text{حجم المخمر} \times 0.3$. وفي حالة الحجم الكبير السعة، يتراوح إنتاج الغاز بين 12 - 150 متراً³/يوم لاستخدامه في المصانع المحلية، حيث يقتصر استخدام هذه السعة على المنتجين الذين يمكنهم 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 المولدة.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 حمام الصرف قبل معالجتها لتحسين إنتاج الغاز. ويُستفاد بالغاز كوقود في توليد الكهرباء عبر محركات الاحتراق الداخلي أو التربينات الصغيرة. وتحتفل قدرات المحركات ذات الاحتراق الداخلي من بضعة كيلووات إلى أكثر من 4 ميجاوات، في حين أن نطاق التربينات الصغيرة يتراوح بين 30 و250 كيلووات. وتتراوح كفاءة الطاقة في هذه التقنية بين 25 - 35 في المائة. وتسهم الكهرباء المنتجة في الوفاء باحتياجات محطة الصرف الصحي من الطاقة جزئياً، وتستخدم الطاقة الحرارية في تلية متطلبات التدفئة وتوفير الحمل الحراري اللازم للهاضمات.¹¹

6- التسبييل، بمعنى تحويل الكتلة الحيوية، سواء كانت في صورة حبوب ومحاصيل زراعية أو في صورة زيوت

3- الانحلال الحراري (التقطير الإتلافى للأنحشاب - أي التسخين بمعزل عن الهواء) لإنتاج الفحم النباتي، من خلال استخدام مصدر حراري خارجي لإجراء عملية تكسير حراري وتفاعلات تكتيفية لمخلفات زراعية صلبة (خشبية)، موضوعة داخل جسم معدني (خاري من الهواء ويتخلله عدد من الفتحات)، لفصل المكونات العضوية والحصول على غازات وسائل 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، ثانوي الأكسيد الكربون بنسبة بين 20 - 25 في المائة، ونسبة محدودة من كبريتيد الهيدروجين والأمونيا وبخار الماء بنسبة 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. ويختلف أيضاً عن هذه العملية سداد عضوي غني في محتواه بالعناصر المفيدة للنبات، وخاري من الميكروبات واليرقات وبذور الحشائش الضارة حيث تُهلك أثناء عملية التخمير، ما يجعله ساماً نظيفاً لا

اللازم لإنتاج الديزل الحيوي من محاصيل البذور الزيتية (مثلاً بذور اللفت وفول الصويا وزهرة نبات دوار الشمس والذرة والنخيل وشجر الجاتروفا).

وتستخدم أيضاً كميات صغيرة من الدهون الحيوانية المستخلصة من عمليات التصنيع السمعي والحيواني في إنتاج زيت الديزل الحيوي. وتسفر عملية إنتاج عادةً عن منتجات ثانوية إضافية مثل العلف الحيوي 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 البارزة أو النامية بغرض المساهمة في تحقيق بعض أهداف التنمية المستدامة المتعلقة 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 ومالى)، والتي انخرطت في هذا النشاط بمستويات مختلفة، من حيث درجة تشابك قطاعاتها الزراعية والصناعية والخدمية المحلية المرتبطة بهذا النشاط، أو من حيث حجم وطبيعة ارتباطها 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 المائة¹³، 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 الحيوي¹⁴.

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.

وشحوم حيوانية، إلى وقود سائل من خلال إجراء معالجات، كالتخمير للحصول على إيثانول كحولي، أو كيميائية للحصول على الديزل الحيوي. ويعُد الوقود السائل من أفضل أنواع الوقود باعتباره مصدر طاقة نظيفة، ويسهل نقله بالأنايبير وتخزينه، واستخدامه في محركات وسائط النقل المختلفة وتشغيل مولدات الطاقة الكهربائية. ونظراً لأهمية موضوع إنتاج 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 (الإيثانول، الديزل الحيوي)، بمعناه الحديث، في نطاق المشروعات ذات اقتصادات الحجم الكبير، حيث تتشابك عمليات إنتاجه وتداروه على المستويين: (1) الرأسى، من حيث انتشاره إنتاجه في البلد الواحد، (2) الأفقي، من حيث انتشاره الجغرافي بين أكثر من بلد، بدأيةً من المزارع 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:

- الإيثانول: 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

الشكل 4. دورة إنتاج الوقود الحيوي



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 نقيّة يتم معالجتها كيميائياً.

وتتميز الطحالب¹⁶ بأنها تنتج الدهون (بشكل يفوق الإنتاج 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. وتستخدم بعض أنواعها في غذاء ودواء الإنسان، أو كغذاء للحيوان والدواجن والأسماك، أو كسماد طبيعي. ويتوقف الانتاج التجاري للطحالب الخضراء على استخدام تقنيات مختلفة للإنتاج، كاستخدام الأنابيب الشفافة أو حاويات تسمى المفاعلات الحيوية (نظام مغلق)، أو استخدام المجاري المائية (نظام مفتوح)، وذلك في حال الانتاج الصناعي الكبير. وأمكن مؤخراً استخدام النظامين، المغلق في المرحلة الأولى، ثم المفتوح لاحقاً. ولم ينتشر استخدام الطحالب في إنتاج الوقود الحيوي تجارياً لارتفاع تكلفة الإنتاج.

الجيل الرابع: يعتمد على إجراء تغيير في جينوم نوع من البكتيريا الدقيقة، بحيث تصبح قادرة على تحويل السكريات النباتية إلى 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 متبعاً برقم يشير إلى نسبة الإضافة، بينما في حال إضافة الديزل الحيوي إلى الديزل النفطي، يُستعمل الحرف B متبعاً برقم يبين نسبة الخلط.¹⁷ والحد المسموح به لمزيج 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 المستخدمة¹⁸.

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 إنتاج الوقود الحيوي يأتي على حساب سلة الغذاء العالمية والفقراء. وقد وُجه 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، وتحتوي الطحالب على أقدم أنواع الحياة على الأرض. وتحتوي الطحالب على نسبة عالية من المادة الدهنية وبعض معادن مفيدة للصحة، وتنمو ب معدل سريع.

وتقوم الطحالب¹⁵ 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

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

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

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

تعتبر البرازيل²¹ والتي تحتل المركز الثاني عالمياً في إنتاج الوقود الحيوي السائل مثلاً واضحاً للدول التي تتبع في استخدامه في قطاع النقل بشكل كبير. فقد عملت البرازيل - خلال الثلاث العقود الأخيرة - على تطوير صناعة الإيثانول المستخرج من قصب السكر، والذي تعتمد جدواه الاقتصادية على التكلفة المنخفضة والإنتاجية العالمية لم الحصول القصب، ووفرة الأراضي وغزاراة مياه الأمطار الالزمه للتتوسع في زراعته في منطقة جنوب ووسط البرازيل.²².

وتحتل عدة شركات ضخمة تعلم في صناعة السكر معظم معامل التقطر في البرازيل. وتتيح هذه المقدرة لأصحاب الشركات الاستفادة من التقليبات النسبية في أسعار السكر والإيثانول، وكذلك الاستفادة من القيمة الأكبر ارتفاعاً التي يمكن الحصول عليها من استخدام المولاس (مخلفات صناعة السكر من القصب) في إنتاج الإيثانول. عليه، 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 بيئية للأعمال الخاصة بصناعة السكر والإيثانول، وخففت من قلق المستهلكين من احتمال نقص الإيثانول.

جدير بالذكر أن الجمعية العمومية للمنظمة الدولية للطيران المدني التابعة للأمم المتحدة (ICAO) في اجتماعها رقم (39) في أكتوبر 2016¹⁹، اعتمدت قراراً بشأن "السعى 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 القائم أو مزيج منها والمتابعة على المستوى الوطني للإنتاج المستدام من أنواع وقود الطيران البديلة". وعليه، فقد تناول الاهتمام بشأن استخدام الوقود الحيوي في النقل الجوي في العالم.

وتعمل شركات مصنعة للطائرات، مثل الأوروبية 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 الكبيرة²⁰.



3. الطاقة الحيوية والمرأة الريفية

ألف. وضع المرأة في المناطق الريفية المعزلة 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 الأحاطب/مخلفات زراعية أو لشراء الكيروسين أو الشموع لتلبية احتياجات الأسرة من طهي وتدفئة وإضاءة، إلى جانب مسؤولية 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 حالياً من الإضاءة، من بعد غروب الشمس لعدم الإحساس بالأمان. عليه، تُشكل مسألة الحصول على خدمات طاقة حديثة مستدامة، بمستوى جهد وتردد مستقر

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.

الشكل 5. مثال لدور المرأة الريفية في توفير الطاقة والطهي في قرية نائية غرب السودان



- السلامة والأمان إلى حد كبير في الشوارع والأماكن العامة، بما يسمح بمزيد من حرية الحركة والعمل مسأء 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 المتعلمات من ذات المجتمع وأو 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 لشخص 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 يسهرون في ميزانية الأسرة. وقد يكون مفيدةً تأزر 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 التوسيع في استخدام الطاقة الحيوية، يتطلب من الحكومة والمحليات وأصحاب المصلحة والمنظمات

وتكلفة مناسبة، أولوية كبرى في قاموس مفردات الحياة اليومية للمرأة الريفية. ويُوضح الشكل (5) أمثلة لوضع المرأة في إحدى القرى السودانية النائية، 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 بالميزات والتكلفة وآلية السداد (ميسرة ومناسبة للوضع الاقتصادي والبيئي للمجتمع الريفي) وأساليب التشغيل والإصلاح والصيانة وتأمين خدمات ما بعد البيع.

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

- توفير طاقة نظيفة وموثوقة يُعول 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 للتَّعلُّم/اكتساب بعض مهارات تسهم في خلق فرص عمل لهن،

الطاقة الحيوية مع نظام استرشادي، بناء القدرات المحلية، تمكين الأنشطة للتغلب على عوائق السوق، نشر المعلومات، إزالة عوائق التمويل.

تشمل التكنولوجيات المستهدفة 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 ثلاثة فئات:

- النساء والأطفال،

- صغار المزارعين والمهمشين،

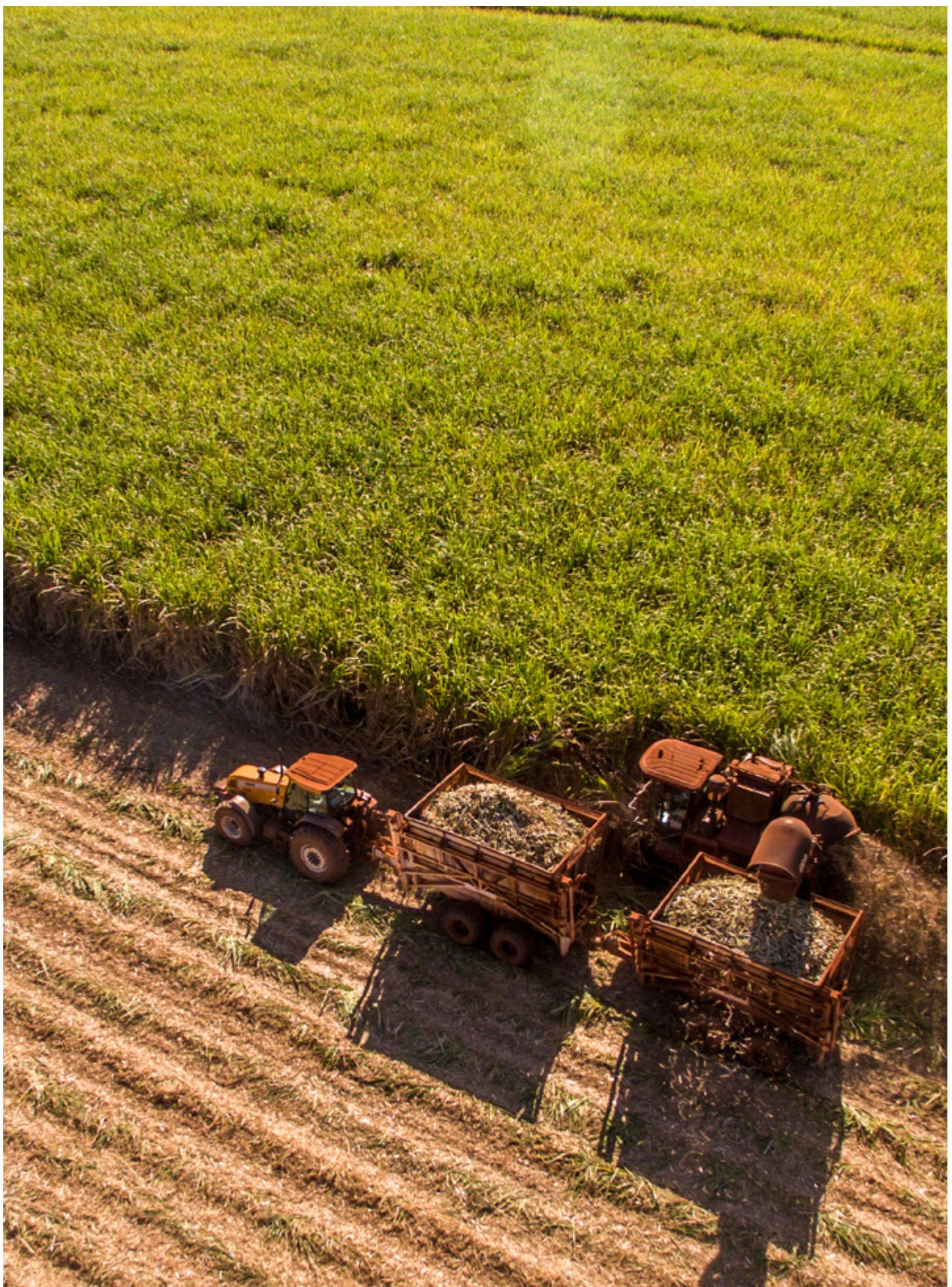
- الأسر المعdenة التي لا تمتلك أرضاً.

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 المواقف/أفران طهي الطعام للمساهمة في إنهاء معاناة النساء اليومية في الحصول على الطاقة التقليدية، والحفاظ على صحتها وأطفالها من أمراض الجهاز التنفسى نتيجة الحد من الانبعاثات الضارة، فضلاً عن فتح المجال أمامها للقيام بأنشطة لزيادة الدخل.

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، بالتوافق 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 الحديقة

اعتمدت الهند²⁵ مشروع خاص بالطاقة الحيوية في الريف لتطبيقه في 24 قرية بإحدى المقاطعات خلال الفترة 2001 – 2006، وتم مده حتى نهاية عام 2012. هدف البرنامج التنفيذي للمشروع إلى وضع وتنفيذ حزمة إجراءات لنشر تكنولوجيا الطاقة الحيوية لتلبية الطلب على الطاقة على أساس مستدام، من خلال 6 بنود هي: حزمة مواصفات التكنولوجيا، دليل مفهوم



4. الطاقة الحيوية وتغير المناخ وأمن الغذاء

مستوى يحول دون تدخل خطير من جانب الإنسان في النظام المناخي، واتفاق باريس (2015)²⁷ الذي يرمي إلى توطيد الاستجابة العالمية للتهديد الذي يُشكّله تغيير المناخ في سياق التنمية المستدامة وجهود القضاء على الفقر، من خلال مساهمات محددة وطنياً 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 تغيير المناخ²⁸.

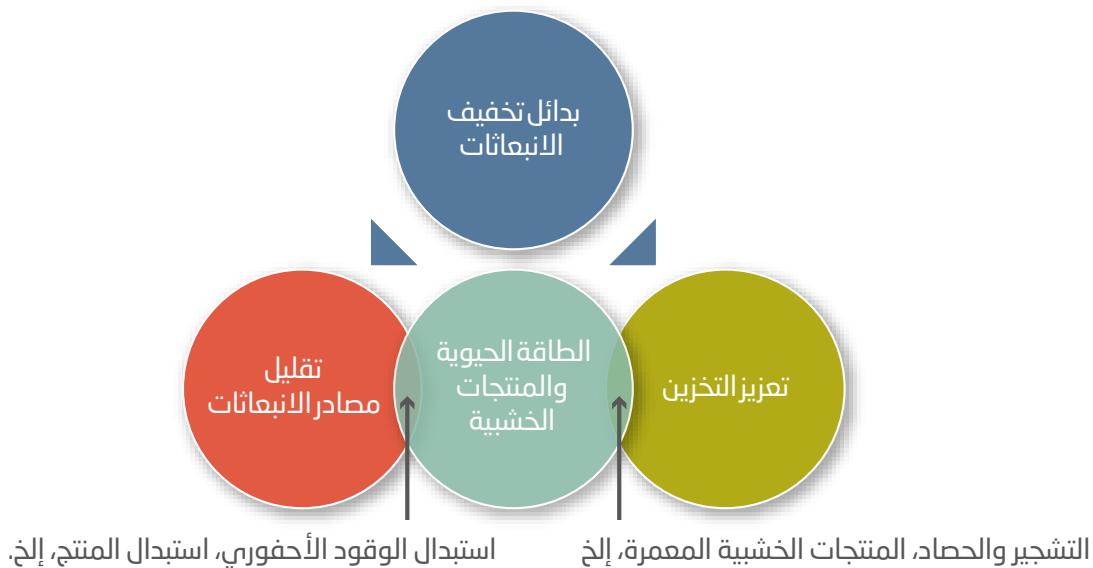
ويمكن لأنواع الوقود الحيوى، بوصفها مصدر طاقة معادل لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، الإسهام في الحد من تغيير المناخ عبر استبدال أنواع الوقود الأحفوري، حال إنتاجها بشكل مستدام، وكذلك تثبيت الكربون في الغابات والتربة من خلال أنشطة التحرير والإدارة الجيدة للأراضي والغابات، بينما يؤدي الحرق

لا شك أن استخدام الوقود الحيوى، 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 تغيير المناخ، ولكن يمكن أن يتحول ذلك الوضع عكسياً إذا ما أدى مشروعات الطاقة الحيوية إلى تغيير في استخدام الأراضي وهدر المياه فيما يتعلق بإنتاج الوقود الحيوى اعتماداً على المحاصيل الزراعية الغذائية. وفيما يلى عرضاً للتداخل بين تطبيقات الطاقة الحيوية وتغير المناخ وأمن الغذاء وما لها وعليها من إيجابيات وسلبيات.

ألف. تغيير المناخ

في سياق اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن التخفيف من تغيير المناخ (1992)²⁶ بهدف تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند

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



المباشر للنباتات والأخشاب والفحم النباتي إلى انبعاث أكسيد الكربون.

يُمثل موضوع استخدام الوقود الحيوى أحد القضايا الخلافية التي أثارت جدلاً وأخذت بعدها أخلاقياً في العالم، من حيث اختيار استخدام المحاصيل الزراعية في الدول النامية لإنتاج وقود حيوى 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 الحيوى في أن لها عدة أوجه مشابكة وتؤثر على الدول النامية والفقيرة، ويمكن النظر إليها على النحو التالي:

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

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

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

- البيئة، من خلال المساعدة في منع انجراف التربة من خلال توفير غطاء يقلل من أثر المطر ونقل الرواسب، وإعادة تأهيل الأراضي التي أزيلت أشجارها أو المتدهورة أو المهملية لتصبح مزارع لإنتاج الطاقة الحيوية، والمساهمة في مواجهة التصحر.³²

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

وتمثل 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 تخزين 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 التغيرات في استخدام الأراضي المرتبطة بإزالة الغابات وتوسيع الإنتاج الزراعي للغذاء ب نحو 15 في المائة من الانبعاثات العالمية لغازات الدفيئة. ويستخدم حوالي 1 في المائة من إجمالي الأراضي الزراعية في العالم لزراعة محاصيل الوقود الحيوى. 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 2015³¹).

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.

- 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 المهمشة والمرأة المعيلة.
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 المنتجين 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 التوسيع في إنتاج الوقود الحيوي في الدول النامية والفقيرة، والتي يمكن إيجاز أهمها فيما يلي:
- هدر الأراضي الزراعية/الرعوية،



5. الطاقة الحيوية في المنطقة العربية

ألف. تقنيات الطاقة الحيوية المنتشرة في المنطقة العربية

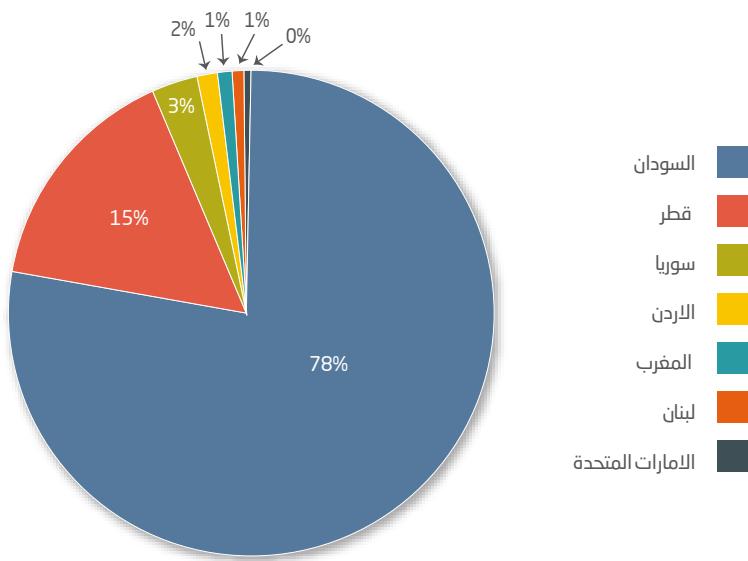
تحصل أغلب المجتمعات الريفية والنائية على الطاقة لأغراض الطهي والتدفئة من مصادر الكتلة الحيوية التقليدية (المخلفات الزراعية/الحيوانية/الغابية) من خلال الحرق المباشر. ويصل إجمالي الطاقة المستهلكة من مصادر الكتلة الحيوية التقليدية في المنطقة العربية إلى حوالي أكثر من ثلثي الطاقة المتجددة المستهلكة³⁴. وتنفذ بعض المشاريع الريادية للحصول على الغاز الحيوي من المخلفات الزراعية والحيوانية وتدوير ومعالجة المخلفات الصلبة للصرف الصحي في عدة دول (مثلاً الأردن والإمارات العربية المتحدة ومصر والجزائر والمغرب). ويوضح الجدول (2)، تطبيقات الطاقة الحيوية المستخدمة ومستوى الانتشار في المنطقة.

لا تزال طاقة الكتلة الحيوية التقليدية تهيمن على مزيج الطاقة المتتجدد في المناطق الريفية والنائية في بعض الدول العربية، خاصةً الأقل نمواً. وتستخدم الكتلة الحيوية في المجتمعات الريفية، في دول مثل المغرب وتونس وسوريا، للتندفأة والطهي، اعتماداً على الأحطب في المقام الأول، وأيضاً الفحم النباتي والقوالب الخشبية المضغوطة والتي تحترق بكفاءة أعلى من الكتلة الحيوية التقليدية، في حين تعتمد المجتمعات الصحراوية النائية على الحطب في الطهي والتندفأة. ومع التوسع في مد شبكات الكهرباء الوطنية في كثير من الدول العربية واستخدام غاز البترول المسال وبمعدات قرية من العالمية، فإن استخدام الحطب في الطهي وتندفأة الأماكن في هذه الحالات هو اختيار واعٍ، حيث تمثل أنماط الاستخدام هذه حصة صغيرة نسبياً من إجمالي استخدام الكتلة الحيوية في المنطقة العربية، وهو ما لا يزال - إلى حد كبير - مؤشراً على الفقر وحدودية القدرة على الوصول إلى خدمات طاقة حديثة ذات جودة عالية³⁵.

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

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

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



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 تدريجياً في المستقبل القريب مع تحقيق تقدم في التوسيع في إمداد المناطق الريفية والنائية بخدمات الطاقة الحديثة، اعتماداً على استخدام النظم الشمسية الكهروضوئية.

تستخدم عدة دول عربية بعض تقنيات الطاقة الحيوية (اعتماداً على الوقود الحيوي الصلب، الغاز الحيوي) في إنتاج الكهرباء. وفي 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. 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 المتعددة 2018، 2017 عن الوكالة الدولية للطاقة المتعددة)³⁵.

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 الاستخدامات³⁷.

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

توجد إمكانات كبيرة لاستغلال هذا الكتلة الحيوية في الدول العربية الزراعية. ويوضح الجدول (3) بعض الدول العربية التي وضعت أهدافاً خاصة بالطاقة الحيوية لإنتاج الكهرباء³⁶.

وتضم قائمة الدول المنتجة للمخلفات العضوية في المنطقة السودان، مصر، الجزائر، اليمن، العراق، سوريا، 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

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

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

(المياه العادمة الناتجة عن عملية عصر الزيتون) وصلبة (ثفل الزيتون)، بالإضافة إلى روائح كريهة منبعثة من مخلفات 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 تتكدب المعاصر تكاليف باهظة لنقل الثفل خارج مواقعها. ويمكن الاستفادة من ثفل الزيتون في إنتاج الوقود الحيوي من خلال إجراء معالجات متعددة كما يلي:

المحاصيل المنتجة للوقود الحيوي عوضاً عن الغذاء، نظراً لشح المياه ومحدودية الأراضي الصالحة للزراعة. وحدّر 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، والبحث على إنتاجه من المخلفات العضوية.³⁸

1- الحرق المباشر

من الاستخدامات الشائعة لثفل الزيتون في مجال الطاقة، استخدامه في التدفئة، ويمكن إنتاج طاقة قدرها 650,4 كيلوات حراري ساعة/طن عن طريق الحرق المباشر لنفايات الزيتون الصلبة. ويمكن استخدام الرماد الناتج من الحرق كمصدر للمعادن في التربة. وينبغي لا 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.

وينتاج عن الحرق المباشر لقشر الزيتون عدة مشتقات، منها: (أ) رماد القاع، ويتكون من المواد غير المحتقرة

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 الزيتون³⁹، الذي تنتشر زراعته في كثير من الدول العربية المتوسطية، للحصول على طاقة، حيث تشمل هذه المخلفات على نفايات سائلة

لاستخدامه في المساهمة في إنتاج حوالي 80 في المائة من الكهرباء الالزمة لتشغيل المحطة. بالإضافة إلى ذلك، توليد طاقة هيدروليكيّة في مدخل وخرج المحطة (باستخدام تربيعات مائية)، بإجمالي 230 م وساعة/يوم. وتنتج المحطة 133 مليون متر مكعب من المياه المعالجة العالية الجودة سنويًا، لاستخدامها 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 السمراء في الأردن.

الشكل 8. شكل تخطيطي لمكونات محطة الخربة السمراء في الأردن



مفتاح الشكل (8):

1. مدخل المياه غير المعالجة، 2. الترسيب الابتدائي،
3. المعالجة الأحيائية، 4. التنقية، 5. التطهير النهائي،
6. التكتُف الأولى للحمأة، 7. تعويم الحمأة المنشطة، 8. الهضم اللاهوائي، 9. النظام الميكانيكي لإزالة المياه، 10. خواياات 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 وللتلبية الاحتياجات المتزايدة من خالل 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

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 (الغبار)، وأول أكسيد الكربون، والهيدروكربونات، وأكسيد النيتروجين، باستثناء ثاني أكسيد الكبريت. وبينفي الحرر بشأن ما يصدر عن هذه العملية من انبعاثات في الهواء وضرر من نقل المخلفات على البيئة.

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

رص ثفل الزيتون في ألواح من الخشب في معظم الجوانب (للستخدام في المعاصر أو للتدافئة في المنازل)، كوسيلة بسيطة لتحسين معالجة ثفل الزيتون عند استخدامه في التطبيقات الصغيرة أو المحلية، باستثناء إمكانية انبعاث رواح كريهة. ويشكّل الرص جزءاً هاماً في عملية الاستخدام. ويمكن رص 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 العادمة⁴⁰، 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 18 ألف متر مكعب،

الأحجام والأوزان تقربياً، عبر معالجتها في آلة خاصة سميت "معمل الحطب الصناعي".

4- مصر

تنفيذ مشروع استرشادي للطاقة الحيوية⁴⁴ 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 للمخلفات الصلبة والزراعية طبقاً لما جاء في الخطة القومية للعمل البيئي 2002-2017، والسعى لتوطين وخلق سوق لتقنيات 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 الماشي 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 للتتخمير. ويتحمل صاحب المشروع تكلفة إنشاء الوحدة 1500 جنيه، أي ما يعادل حوالي 84 دولاراً، وتحمّل الدولة باقي التكاليف (4000 جنيه، أي ما يعادل حوالي 225 دولاراً). وجاري تدريب الشباب لمدة 90 يوماً على إنشاء شركات تقوم بتنفيذ المشروع وتقديم خدمة ما بعد البيع وتوفير المواد اللازمة لتركيبه من مواد ومواسير وسخانات (شكل 10)⁴⁵.

الشكل 10 مراحل التخمير لإنتاج الميثان من المخلفات الحيوانية واستخداماته في القطاع المنزلي الريفي



بخبرة برازيلية تعتمد على تقنية الجيل الأول (تخمير المولاس) بطاقة إنتاجية تبلغ 65 مليون لتر سنوياً مع خطة لزيادة الإنتاج إلى 200 مليون لتر بحلول العام 2020. ويتم تصدير نسبة 90% في المائة من الإنتاج إلى الاتحاد الأوروبي، ويستخدم المتبقى داخلياً في المجال الطبيعي وغيره. وفي عام 2013، تم تدشين مشروع (Nile-Ultra) لخلط الإيثانول مع البنزين بنسبة 10% في المائة (بشراكة مع شركة النيل للبتروول)، لاستخدامه أولًا كتجربة رائدة - في أسطول سيارات شركة سكر كنانة - وتقيمها لمدة عامين. وبعد نجاح التجربة، تم إدخال الوقود المخلوط في عدد 6 محطات للتزويد 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 حاصيبا - الشكل 9) من مخلفات صناعة عصر الزيتون، الذي يعتبر محصول رئيسي فيها، من خلال معالجة ثفل الزيتون وتحويله إلى حطب، للتدفئة في أوقات الشتاء الصعبة، حيث تميز بسرعة الاحتumble، وقدرة حرارية قوية اللهب، ما جعله يلقي رواجاً شعبياً. ويمكن إيجاز مراحل إنتاج الحطب من ثفل الزيتون التينفذها أبناء القرية كما يلي:

- أ- تجمیع 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 متناشر إلى قطع حطبية متساوية

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





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

على البيئة. وعلى الحكومات اعتماد سياسات تحفيزية لدعم استخدام تقنيات الطاقة الحيوية الحديثة المناسبة في الريف. ويوضح الجدول (4) مقترن ملامح أساس عامة لسياسات نشر استخدام الطاقة الحيوية الحديثة.

باء. محددات نشر الطاقة الحيوية في الريف

تشكل قضايا التنمية المستدامة والبيئة والمناخ وتقليل الاعتماد على الطاقة الأحفورية التقليدية محاور رئيسية للخطط التي تعتمد其ها الدولة لتحقيق أهداف التنمية المستدامة. ولكن تكمن نقطة الضعف في الريف خاصة

ألف. ملامح أساس 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 بمواقع القضاء على الفقر والجوع وتوفير خدمات الطاقة الحديثة والمياه والنظافة الصحية والحد من آثار تغير المناخ، وترشيد استخدام الطاقة والمياه والحفاظ

الجدول 4. مقترن ملامح أساس عامة لسياسات نشر استخدام الطاقة الحيوية الحديثة

تعاون جنوب - جنوب، تعاون إقليمي/دولي	بناء القدرات، التعليم، الوعي العام	تحديد أصحاب المصلحة، آليات التنفيذ	تقييم المصادر، تحديد البديل التكنولوجية
<ul style="list-style-type: none"> تبادل المعلومات والخبرات والدوريات المستفادة في المجالات ذات الصلة بين الدول ذات الظروف المتشاربة. 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 ... 	<ul style="list-style-type: none"> 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 بغض تحسين ظروفها الحياتية. 	<ul style="list-style-type: none"> الحكومة، القطاعين العام/ الخاص، الصناعة، المراكز البحثية، المحليات، المجتمع المدني والمنظمات غير الحكومية، المواطن. مراجعة السياسات الحالية لتقليل 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. 	<ul style="list-style-type: none"> قياسات وبيانات، تقييم الواقع، دراسة الظروف المحلية، معدل الزيادة السكانية، أنشطة اقتصادية، أنماط انتاج واستهلاك، الخ. تقييم البديل التكنولوجية، نسبة المكون المحلي، تحليل التكلفة/العائد، اختيار الأنسب (تصنيع محلي، التسويق، خدمات ما بعد البيع ...). متطلبات فنية (شبكة محلية - معدات تقنية - معايير ومواصفات).

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 ومؤسسات 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.

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.

ويمكن 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

الخلاصة

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

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

■ **البيئة والتغيرات المناخية:** تلعب الطاقة الحيوية دورًا 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 بالأثار السلبية التي تترجم عن التوسع في استخدام الوقود الحيوي على الدول النامية، خاصة في مجالات الأمن الغذائي واستخدامات الأراضي والحفاظ على البيئة.

1. الترابط بين الطاقة والمياه والغذاء والبيئة

■ **توفير الطاقة:** تتيح الطاقة الحيوية ضمن مصادر الطاقة البديلة، التي تسهم في تأمين الوصول إلى خدمات الطاقة الحديثة على أساس مستدامًا بكلفة معقولة، خاصة في المناطق الريفية المعزلة، في إطار المزيج الوطني للطاقة.

2. البيئة الجاذبة للاستثمار في الطاقة الحيوية في الريف

■ **المعرفة والتكنولوجيا:** الاعتماد على تطبيقات طاقة الكتلة الحيوية البسيطة والملائمة محليًّا، ربطًا 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.

■ **الحكومة الرشيدة:** من المهم وجود منظومة جيدة للبلديات تُراعي التخلص الآمن والاقتصادي من النفايات، وتشجع على استخدام الطاقة الحيوية، استنادًًا إلى أهداف وطنية وسياسات محلية واضحة، ووعي كامل بالفرص المتاحة، وقدرة على تحويل أسلوبها - على سبيل المثال - بمزارع نخيل الزيت لإنتاج الوقود الحيوي. وأن زيادة الأسعار سوف تتفق عائقًا 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.

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

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 للتوجه في استخدام الطاقة الحيوية في إعادة صياغة القطاعات الزراعية، من حيث إمدادات المواد الأولية الزراعية اللازمة كمدخلات إنتاجه ونمو فرص التشغيل وزيادة الدخل، فضلًا عن توليد الكهرباء، وإتاحة الطاقة النظيفة لأغراض الطهي والتدفئة، ونشر ثقافة الأعمال ارتباطا بالصناعات الصغيرة والمتوسطة.

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 ميسرة من مؤسسات التمويل الإقليمية والدولية للدول النامية بهدف دعم نشر التكنولوجيا الخضراء والتنمية المستدامة في المناطق الريفية.

■ **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 مساحتها 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.

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 الفرعى 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/

