إنتاج الوقود الحيوي واستهلاكه في جمهورية جنوب إفريقيا

م. محمد علي أحمد عبد ربه
ماجستير جغرافيا من كلية الدراسات العليا – جامعة القاهرة

د. ماهر حامد سعداوي
أستاذ مساعد الجغرافيا الاقتصادية ونظم المعلومات الجغرافية بكلية الدراسات الإفريقية العليا – جامعة القاهرة

يُعرف الوقود الحيوي بأنه الطاقة المستمدة من الكائنات الحية سواءً الحيوانية منها أم النباتية، وهو مصدر من مصادر الطاقة المتجددة، على خلاف مصادر الطاقة غير المتجددة مثل البترول والفحم والغاز الطبيعي. وقد سعت الكثير من الدول لزراعة أنواع معيّنة من النباتات خصيصى لاستخدامها في إنتاج الوقود الحيوي، ومنها الذرة وفول الصويا في الولايات المتحدة الأمريكية، وقصب السكر في البرازيل، وزيت النخيل في شرق آسيا، ونباتات أخرى لا يتعارض إنتاجها مع الأمن الغذائي العالمي، مثل نبات الجاتروفا jatropha الذي تحتوي بذوره على كمية عالية من الزيت، والذي يمكن استخراجه ميكانيكاً واستخدامه في إنتاج وقود الديزل الحيوي.

تعانـــي بعض بلدان القـــارة الإفريقيـــة، وبخاصة البلدان التي لا تمتلك وقوداً أحفورياً، من زيادة الأسعار العالميـــة للوقود، وفي الوقت نفســـه تســـعى لمكافحة الفقـــر، مما أدى إلى توجهها نحو الوقود الحيوي، للحد من كلفة شـــراء الوقـــود الأحفوري، وتحســـين وضعها الاقتصادي، وكذلك لخفض انبعاث الغازات من عمليات حرق المخلفات الزراعية كمصدر تقليدي للطاقة، والتي تســـاهم في انبعاثات ثاني أكســـيد الكربون ومن ثَمّ في ارتفاع درجة الحرارة.

تم تطوير الوقود الحيوي بشـــكلٍ أساسي ليحل محل وقـــود النقـــل التقليدي، وثانياً لاســـتخدامه في الســـكن والإضـــاءة وكهربة الريف/ توليد الطاقـــة، ويمكن للوقود الحيوي أن يقدم فوائـــد للمجتمع، مثل الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري والاعتماد على الوقود الأحفوري، وتقديم فرص جديدة للتنمية الاجتماعية والاقتصادية.

تتمتع القـــارة الإفريقية بموارد كبيرة لإنتاج الطاقة المتجـــددة، تختلف مـــن منطقةٍ لأخـــرى، مثل الطاقة الشمســـية والمائية والرياح وطاقـــة الأرض الحرارية وطاقة الكتلـــة الحيوية، ويمكن أن تمثـــل تلك الموارد للطاقة المتجـــددة حلولاً لتلبيـــة الاحتياجات الخاصة بالدول الإفريقية. أما بالنســـبة للكتلة الحيوية (موضوع البحث) فتنقســـم إلى ثلاث فئات: (الوقود الخشـــبي؛ والمخلفات الزراعيـــة والصناعية؛ ومحاصيل الطاقة)، هذا بالنسبة للقارة بشكلٍ عام.

أما جمهورية جنوب إفريقيا، والتي يُنظر إليها غالباً بوصفها «قوة إفريقيـــا»، فهي تواجه تحديات كبيرة في مجـــال الطاقة، غير أن نقص الطاقـــة، وانقطاع التيار الكهربائـــي، وارتفاع أســـعار الطاقة، وســـنوات عديدة من نقص الاســـتثمار في البنيـــة التحتية للطاقة، وفقر الأســـر ذات الدخل المنخفض، هي القضايا الرئيســـة التـــي تواجه الدولـــة، لذلك أطلقـــت الحكومة العديد مـــن برامج ومبادرات كفاءة الطاقـــة، مع التركيز القوي في حلـــول الطاقة المتجـــددة خارج الشـــبكة، وطاقة الهيدروجيـــن، والبترول والغاز (بما فـــي ذلك الصخر الزيتي)، وركزت معظم مشاريع البناء الكبرى في البلاد، منذ عام ٢٠١٣م، في مشاريع الطاقة المتجددة، وتتطلع جنوب إفريقيا إلى بنـــاء «ثورة صناعية» تتضمن تطوير «الاقتصاد الأخضر»، الذي يمكن أن يعزز بشـــكلٍ كبير قاعدة التصنيع الوطنية[١].

وتتميـــز العديد من دول إفريقيـــا جنوب الصحراء بقـــدرة عالية علـــى إنتاج جميع الحاصـــلات الزراعية الإستراتيجية اللازمة لإنتاج الوقود الحيوي، خاصةً من الحاصلات الصيفية أو الاســـتوائية التي تتطلب أمطاراً غزيرة ووفرة مائية، مما أدى إلى ارتفاع نسبة مشاركتها في الحاصلات الإســـتراتيجية لإنتـــاج الوقود الحيوي. وتُظهر التوقعات العالمية لإمكانية إنتاج الطاقة الحيوية تبايناً كبيراً، وقد تم تحديـــد جمهورية جنوب إفريقيا منطقـــة ذات إمكانيات عالية لتوفيـــر الوقود الحيوي، نظـــراً لمناخها الملائـــم وتوافر الأراضـــي الصالحة للزراعة والمياه.

تمتلـــك إفريقيا جنـــوب الصحراء بصـــورةٍ عامة، وجمهورية جنوب إفريقيا بصـــورةٍ خاصة، كل مقومات النجـــاح في إنتاج الوقود الحيـــوي، حيث تملك الأخيرة إمكانيـــات كبيـــرة لإنتاج الكتلـــة الحيويـــة، لامتلاكها نحـــو ٤٢٠كم٢ من الغابـــات الطبيعية، و١٣٥٠٠كم٢ من المزارع[٢].

أهمية الموضوع:

١- توجُّـــه بلدان العالم في الســـنوات الأخيرة إلى إنتاج الطاقة من مصادرها المتجـــددة، وبخاصة إنتاج الوقود الحيوي.

٢- الاهتمام بالبحث عن بديل آخر للطاقة له العديد من المزايا والآفاق، ممثلاً في الطاقة الحيوية، التي تُعدّ

---

(١) Energy Africa Sub Sahara, 2007, 1:5.

(٢) عامر، علياء عبد الرؤوف علي، ٢٠١٩م، التركيب العمري والنوعي لسكان جمهورية جنوب إفريقيا وأثره على بعض مؤشرات التنمية البشرية- دراسة ديموغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية البحوث والدراسات الإفريقية، جامعة القاهرة، ص٣.

داعماً أساسياً في إطار عملية التنمية المستدامة.

٣- يُعدّ الوقود الحيوي من أنواع الوقود الصديق للبيئة لقلة انبعاثاته الغازية مقارنةً بالوقود الأحفوري.

٤- يمكن الحصول على الوقود الحيوي من التحليل الصناعي للمزروعات والفضلات وبقايا الحيوانات التي يمكن إعادة استخدامها.

٥- ارتفاع أسعار البترول، والتأثيرات السلبية للوقود الأحفوري في البيئة والمناخ.

تحديد منطقة البحث:

تقع جمهورية جنوب إفريقيا في أقصى جنوب القارة الإفريقية، انظر شكل (١)، وتمتد بين دائرتي عرض (٢٤° و ٢٩° جنوباً) وبين خطي طول (١٧° و ٣٣° شرقاً).

وتُعدّ جنوب إفريقيا دولة كبيرة الحجم، إذ تبلغ مساحة اليابس منها ١,٢٢٠,٨١٢ كم٢، وتشمل جزيرة برنيس إدوارد، بينما تبلغ مساحة المسطحات المائية بها نحو ٤,٦٢٠ كم٢. وتنقسم جمهورية جنوب إفريقيا إلى تسعة أقاليم: ويسترن كيب، نورث كيب، نورث ويسترن، ليمبوبو، مبومالانجا، جواتينج، فري ستيت، كوازولوناتال، إيسترن كيب. والعاصمة التشريعية للبلاد ومقر البرلمان هي كيب تاون[(١)].

شكل (١): الموقع الجغرافي والتقسيم الإداري وعلاقته المكانية بجمهورية جنوب إفريقيا عام ١٩٩٤م:

المصدر: من إعداد الباحثين، بتصرف، عن:
https://ar.maps-southafrica.com. 15/04/2022.

أهداف البحث:

١- التعرف على مدى توفير الوقود الحيوي لغرض الاستثمارات الزراعية، وتطوير نمو الدخل في المناطق الريفية، وتحسين الأمن الغذائي، في جمهورية جنوب إفريقيا.

٢- الاهتمام بتطوير وتنمية الوقود الحيوي في المناطق الريفية، حيث توجد فرص للزراعة.

٣- التعرف على دور الوقود الحيوي، ومدى مساهمته في التخفيف من حدة الفقر لصغار المزارعين، من خلال توفير الطاقة عن طريق زيادة دخل الفرد في جمهورية جنوب إفريقيا.

٤- دراسة التزام جمهورية جنوب إفريقيا بتعزيز سياسات إنتاج الوقود الحيوي، كجزء من خطتها للتخفيف من وطأة الفقر على الصعيد الوطني.

٥- بيان أن قطاع الوقود الحيوي قد يكون هدفاً جذاباً للتنمية في إفريقيا جنوب الصحراء.

أسباب اختيار الموضوع:

١- ندرة الدراسات الجغرافية التي تهتم بدراسة موضوع الوقود الحيوي.

٢- مقومات موقع جمهورية جنوب إفريقيا؛ لما تمتلكه من إمكانيات ملائمة لزراعة محاصيل إنتاج الوقود الحيوي.

٣- تهديدات التغيرات المناخية للتنمية المستدامة في إفريقيا.

٤- ما يتمتع به الوقود الحيوي من وسيلة لتوفير فرص العمل وتحفيز عملية التنمية الريفية وتوفير العملة الصعبة.

التساؤلات والفرضيات التي سيتم التحقق منها:

١- هل تمتلك جمهورية جنوب إفريقيا مقومات إنتاج الوقود الحيوي؟

٢- هل يوجد اكتفاء ذاتي من الوقود الحيوي يكفي القطاعات المختلفة بها؟

٣- ما أهم المحاصيل المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي فيها؟

٤- هل هناك جدوى اقتصادية من إنتاج الوقود

(١) عامر، علياء عبد الرؤوف علي، ٢٠١٩م، مرجع سابق، ص٣.

الحيوي بالاعتماد على الجيل الأول المعتمد بشكلٍ رئيسي على المحاصيل الزراعية ذاتها؟

٥- مدى الارتباط بين نقاط القوة ونقاط الضعف، والفرص والتحديات التي تقف أمام إنتاج الوقود الحيوي في جمهورية جنوب إفريقيا؟

٦- كيف يمكن تطوير إنتاج الوقود الحيوي في جمهورية جنوب إفريقيا ومواجهة مشكلاته؟

وتمثلت فروض البحث في النقاط الآتية:

١- توجد آثار سلبية من إنتاج الوقود الحيوي بسبب حرق المحاصيل والتهديدات البيئية.

٢- الإفراط في تحويل المزارع الواسعة الصالحة لزراعة الأغذية إلى محطات لإنتاج طاقة الوقود الحيوي؛ من شأنه أن يهدد الأمن الغذائي العالمي بشكلٍ عام والإفريقي جنوب الصحراء بشكلٍ خاص.

٣- مدى وجود علاقة ارتباطيةً بين توجُّه الدولة لإنتاج الوقود الحيوي بجمهورية جنوب إفريقيا؛ والمساحات المزروعة بالمحاصيل المنتجة لها.

٤- تنفيذ جمهورية جنوب إفريقيا لإستراتيجيات الاكتفاء الذاتي من الطاقة بشكلٍ خاص؛ والتنمية المستدامة للدولة بشكلٍ عام.

مناهج وأساليب البحث:

اعتمدت الدراسة على عدد من المناهج؛ ومنها: المنهج الإقليمي، والمنهج التاريخي، والمنهج الموضوعي، ويتضمن المنهجين المحصولي والحرفي، لربط موضوع البحث، من حيث كميات إنتاج الطاقة الناتجة من الوقود الحيوي، والعوامل المساعدة في إنتاجها وكيفية استهلاكها، والمنهج الوصفي التحليلي، لتحليل ووصف العوامل المساعدة على إمكانيات إنتاج الوقود الحيوي. إضافةً إلى عددٍ من الأساليب التي ساهمت في إخراج الرسالة بوضعها الحالي، وهي: الأسلوب الكمي الإحصائي، لاستخلاص النتائج الإيجابية والواقعية، والأسلوب الكارتوجرافي، المتمثل في ترجمة الجداول إلى أشكال وخرائط باستخدام برامج الحاسب الآلي.

وجاءت محاور البحث على النحو الآتي:

أولاً: أنواع الوقود الحيوي وأجياله.

ثانياً: تطور إنتاج الوقود الحيوي في جمهورية جنوب إفريقيا.

ثالثاً: التوزيع الجغرافي لمحطات إنتاج الوقود الحيوي.

رابعاً: امتيازات شركات القطاع الحكومي والخاص المنتجة للوقود الحيوي.

خامساً: إنتاج الوقود الحيوي بجمهورية جنوب إفريقيا.

سادساً: استهلاك الوقود الحيوي بجمهورية جنوب إفريقيا.

أولاً: أنواع الوقود الحيوي وأجياله:

يُعد الوقود الحيوي هو الطاقة المستمدة من الكائنات الحية سواء النباتية أم الحيوانية منها، وهو أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة، على خلاف غيرها من الموارد الطبيعية مثل البترول والفحم الحجري وكل أنواع الوقود الأحفوري والطاقة النووية. ويوضح شكل (٢) الغطاء الأرضي في جمهورية جنوب إفريقيا، واستخدامات الأراضي، وما تحتويه من موارد طبيعية يمكن استخدامها كمصادر للطاقة تقليديةً منها أو متجددة.

شكل (٢): استخدامات الأرض في جمهورية جنوب إفريقيا عام ٢٠٢٢م:

المصدر: من إعداد الباحثين، بتصرف، عن:
www.egis.environment.gov.za 01/05/2022

يُعدّ الوقــود الحيوي من أنظف مصــادر الطاقة، ويتم استخدامه على نطاقٍ واسع في دولٍ كثيرة، أبرزها الولايات المتحدة الأمريكية والبرازيل وألمانيا والسويد وكندا والصين والهند[١].

١- أنواع الوقود الحيوي:

يتم تقسيم الوقود المستخرج من الكتلة الحيوية إلى ثلاثة أنواع[٢]، وهي:

أ- الوقود الحيوي الصلب:

تُعدّ الأشجار التي يتم تقطيعها على شكل أخشاب، أو أجزاء تُجمع على شــكل نفايات زراعية، هي الوقود الحيوي الصلب المســتخدم في الأغــراض المنزلية، في الأماكن الريفية والنائية المنتشــرة بالدول الفقيرة والنامية بأمريكا اللاتينية وإفريقيا، وينتشــر هذا النوع منذ القدم، ويُطلق عليه «الوقود الحيوي التقليدي».

ب- الوقود الحيوي الغازي:

يُنتج الوقود الحيوي الغــازي في صورة غازية، من تحلل المواد العضوية التي تنتج من المخلفات الحيوانية والنباتية، وينتــج عن هذا التحلل غــاز الميثان، الذي يُستخدم لتوليد الكهرباء، أو كبديل للغاز الطبيعي.

ج- الوقود الحيوي السائل:

يُنتــج الوقود الحيوي الســائل من تحويــل الكتلة الحيوية، ســواء كانت في صورة محاصيل زراعية، مثل الذرة وقصب السكر، أو في صورة زيوت، مثل زيت فول الصويا وزيت النخيل والشحوم الحيوانية.

أثــار هذا النوع من الوقود جــدلاً عالمياً، حيث تم الدخول في عصر الإنتــاج الكثيف للوقود الحيوي على مستوى العالم، وتوقعت وكالة الطاقة الدولية أن الوقود الحيوي ســيوفر حوالي ٢٧٪ من الوقود المستخدم في عملية النقل بحلول عام ٢٠٥٠م.

وينقسم الوقود الحيوي السائل إلى نوعين؛ هما:

الديزل الحيوي البيوديزل[٣](*).

الإيثانول الحيوي البيوإيثانول(**).

ويتم اســتخدام منتجات الوقود الحيوي في الإنارة وتسيير المركبات، وتشــغيل المولدات الكهربائية، على نطاق واســع في دولٍ كثيرة، ويمكنه أن يجعل دولة نامية مثل البرازيل تستغني نهائياً عن استيراد النفط[٤].

٢- أجيال إنتاج الوقود الحيوي:

يتم تقسيم الوقود الحيوي إلي أربعة أجيال؛ وهي:

أ- الجيل الأول:

يتــم إنتاج الوقود الحيوي مباشــرةً من المحاصيل الغذائية، مثل القمح والســكر، وهي أكثر المواد الأولية إنتاجاً للإيثانــول الحيوي، ويمكن إنتاج الوقود منها عن طريق اســتخراج الزيوت لاستخدامها في وقود الديزل الحيوي أو إنتاج الإيثانــول الحيوي من خلال التخمير، بينما زيوت بذور اللفت وفول الصويا والنخيل والجاتروفا أكثر المواد استخداماً في وقود الديزل الحيوي[٥].

ب- الجيل الثاني:

يتــم إنتاج الجيــل الثاني من الوقــود الحيوي من المحاصيــل غير الغذائيــة مثل الخشــب، والنفايات العضويــة، ومخلفات المحاصيل الغذائيــة، ويُعدّ هذا

---

(١) جيلاني، إيمان رأفت، ٢٠١٥م، إنتاج الوقود وأثره على الغذاء والطاقة في بعض الدول الإفريقية، رسالة ماجستير غير منشورة، معهد البحوث والدراسات الإفريقية، جامعة القاهرة، ص١٨.

(٢) أبو العز، نهلة أحمد، ٢٠١١م، التغيرات المناخية وإنتاج الوقود الحيوي بالقارة الإفريقية: التأثيرات والآفاق، رسالة دكتوراه غير منشورة، معهد البحوث والدراسات الإفريقية، جامعة القاهرة، ص٣٩٢.

(٣) (×) ينتج الديزل الحيوي من بذور اللفت، وفول الصويا، وزيت النخيل، والجاتروفا، والكارينا، وبذور الخروع، والقطن.

(××) ينتج الإيثانول الحيوي البيوإيثانول من قصب السكر، وبنجر السكر، والذرة الرفيعة، والكاسافا، والمخلفات النباتية، ومخلفات تصنيع الأخشاب.

(٤) محمد، نادر نور الدين، ٢٠١١م، دول حوض النيل بين الاستثمار والاستغلال والصراع، مكتبة جزيرة الورد، القاهرة، ص١١٠.

(٥) حسن، فاطمة أحمد، ٢٠١٣م، أثر الطاقة الحيوية كبديل للنفط على الأمن الغذائي العالمي بالتطبيق على دول منظمة الأوبك وبعض الدول النامية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة، ص٧٦.

الجيل من إنتـــاج الوقود الحيوي تطويـــراً للجيل الأول الذي يُنتـــج من المحاصيل الزراعية، حفاظاً على الأمن الغذائي من تلك المحاصيل[١].

ج- الجيل الثالث:

يعتمـــد هذا الجيل في إنتاج الوقـــود الحيوي على تحويل الطحالـــب الغنية بالزيوت إلى طاقة حيوية، مما يُعـــدّ من الأجيال الأكثر حداثةً لإنتـــاج الوقود الحيوي، ويتميز الجيل الثالث بارتفاع إنتاجيته من الوقود الحيوي عـــن الجيلَين الســـابقَين، ويتميز أيضـــاً بعدم إضراره بالبيئـــة أو مواردهـــا الطبيعية[٢]، ويملـــك هذا الجيل مميزات عدّة[٣].

د- الجيل الرابع:

يُعدّ الجيل الرابع من الأجيال المتطورة، التي يُعتمد إنتاج الوقود الحيـــوي منها على إجراء تغيير في جينوم أحـــد الكائنات الدقيقة[٤]، وهو نـــوع من البكتيريا التي يُطلق عليها «ميكوبلازما لابوراتوريـــوم»، وبهذا التغيير تصبـــح البكتيريا قادرةً على إنتـــاج الوقود الحيوي من غاز ثاني أكسيد الكربون، وبهذا يكون هذا الجيل أحدث الاتجاهات العالمية لإنتاج الوقود الحيوي[٥].

وتمتلك جمهورية جنوب إفريقيا موارد هائلة للوقود الحيوي، نتيجـــة زراعتها للمحاصيـــل المنتجة للوقود الحيوي، فهي تنتج سنوياً ١٨ مليون طن من المحاصيل الزراعيـــة ومخلفاتها، ومن الغابـــات[٦]، وبناءً على هذا الإنتـــاج تم اعتماد إســـتراتيجية وطنية لصناعة الوقود الحيـــوي فـــي ٢٠٠٨م، وظهر الإنتاج فعليـــاً من الوقود الحيوي الســـائل بشـــقيه: الإيثانول الحيـــوي والديزل الحيوي، وقد اســـتهدفت الإســـتراتيجية إنتاج ٢٪ من الوقود الســـائل المســـتخدم بجمهورية جنوب إفريقيا، وهو ما يعادل ٤٠٠ مليون لتر سنوياً[٧].

ثانياً: تطور إنتاج الوقود الحيوي في جمهورية جنوب إفريقيا:

بدأ إنتـــاج الوقود الحيوي بجمهورية جنوب إفريقيا منذ الأربعينيات حتى الســـتينيات مـــن القرن الماضي كالإيثانـــول، والذي تم تســـويقه تحت الاســـم التجاري Union Spirit، والذي خُصص له مضخات في العديد من محطات الخدمة في المجتمعات الريفية بجمهورية جنوب إفريقيا، حيث تنتشـــر الزراعة على نطاقٍ أوسع، وقد تم إعطـــاء الأولوية لهذه المناطـــق الريفية، حيث يـــؤدي تطوير صناعـــة الوقود الحيـــوي دوراً مهماً في تعزيز قطاع الزراعة، بالإضافة إلى الفوائد البيئية لدمج الوقود الحيوي في وســـائل نقـــل الوقود، ومن ثَمّ حدث تطور واسع النطاق في صناعة الوقود الحيوي[٨].

ويتتبع هذا المحور بشـــكلٍ زمني أهم مراحل تطور

---

(١) الشحات، أحمد إبراهيم عبدالحميد، ٢٠١٦م، نحو تعزيز استخدام الوقود الحيوي كأحد مصادر الطاقة المتجددة للتخفيف من أزمة الطاقة في مصر، رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة، ص٥٠.

(٢) حسن، فاطمة أحمد، ٢٠١٣م، مرجع سابق، ص٣٦.

(٣) فهي لا تنافس الزيوت النباتية والمحاصيل الزراعية المخصصة للاستهلاك البشري، كما أن الطحالب لا تتسبب بإضافة مزيد من غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الهواء، حيث إن ما تستهلكه أثناء زراعتها ونموها يعادل تقريباً ما ينبعث منها عند احتراق الوقود الحيوي المنتج منها. كما أن زراعة الطحالب لا تكون على حساب الأراضي الزراعية، كما لا تؤثر على مصادر المياه العذبة، إذ يمكن زراعتها باستخدام مياه البحار أو المياه العادمة المعالَجة (حسن، ٢٠١٣م، ص٣٦).

(٤) تتميز البكتيريا (الطحالب) عن بقية المواد المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي بأنها تنمو في المياه، ولذا فإنها بعيدة عن مشكلة التنافس على الأرض مع المحاصيل الزراعية الأخرى. وبعض الأشكال الشائعة من الطحالب هي أعشاب بحرية، ولا تعد نباتات حقيقية، ولكنها تقوم بعملية التمثيل الضوئي، حيث يمكن للطحالب تخزين ما يصل إلى ٥٠٪ من وزن أجسامها من الدهون، ومن ثم تنتظر تحويلها إلى الغاز لإنتاج الإيثانول (قاسم، ٢٠١٦م، ص٣٣:٣٧).

(٥) قاسم، عبدالوهاب شلبي، ٢٠١٦م، الطاقة من الكتلة الحيوية، دار الإيمان، الإسكندرية، ص٣٣:٣٧.

(٦) Energy Development Corporation, August 2021.

(٧) Biofuels Industrial Strategy of the Republic of South Africa, p.11.

(٨) https://www.energy.gov.za/. 26/04/2022.

سياسة حكومة جنوب إفريقيا التي أعطت زخماً لتطوير الطاقة المتجددة، بما في ذلك صناعة الوقود الحيوي.

في عام ١٩٩٨م وُضع «الكتاب الأبيض» حول سياسة الطاقة في البلاد، واعترف بأهمية وقود النقل البديل وتنويع مصادر الطاقة.

وفي عام ٢٠٠٢م؛ استضافت جمهورية جنوب إفريقيا مؤتمر القمة العالمية حول التنمية المستدامة، وكانت نتيجتها إلزام جمهورية جنوب إفريقيا بتطوير تقنيات الطاقة المتجددة، بما في ذلك الوقود الحيوي.

وفي عام ٢٠٠٣م وُضع «الكتاب الأبيض» حول الطاقة المتجددة، ليحدد هدفاً للطاقة المتجددة بمقدار ١٠٠٠٠جيجا واط/ ساعة (أي ما يعادل ٠,٨ مليون طن من الطاقة) التي يتعين تحقيقها بحلول عام ٢٠١٣م، ويشكل الوقود ٣٠٪ من استهلاك الطاقة (حسب محتوى الطاقة)، و٧٠٪ (من حيث القيمة)، لذلك فإن قطاع النقل هو قطاع طاقة مهم، لذلك يجب مراعاته من حيث تطوير مصادر وتقنيات الطاقة المتجددة.

وفي عام ٢٠٠٣م أيضاً وُضع قانون تعديل المنتجات البترولية، (القانون رقم ٥٨ لعام ٢٠٠٤م)، والذي يمنح وزير المعادن والطاقة الحق في أن يطلب من تجار الجملة المرخصين للوقود السائل والمنتجين توريد وبيع المنتجات البترولية المصنوعة من «المواد النباتية»، ويعتبر هذا أداة تشريعية مهمة لتطوير الوقود الحيوي في البلاد[١].

وافقت الخزانة الوطنية في عام ٢٠٠٥م على زيادة الإعفاء الضريبي لوقود الديزل الحيوي من ٣٠٪ إلى ٤٠٪، وقد تم تقديم الإعفاء في عام ٢٠٠٣م، ويسمح بإعفاء بنسبة ١٠٠٪ لمنتجي الديزل الحيوي (أقل من ٣٠٠م٣ سنوياً)، ويسمح أيضاً بشطب ضريبة الاستهلاك بنسبة ٢٠:٣٠:٥٠ بالمائة على ثلاث سنوات لكل من يستثمر في إنتاج الوقود الحيوي.

وفي يوليو ٢٠٠٥م؛ أصدرت وزارة الخزانة الوطنية ورقة مناقشة حول البيئة والضرائب، والتي اقترحت تمديد حافز الإعفاء من ضريبة الوقود ليشمل البيوإيثانول، وأن يكون أساس الحوافز مرتبطاً بالمنافع الخارجية. ثم في سبتمبر من العام نفسه وافقت الخزانة الوطنية على رأس مال الطاقة المتجددة ومخطط الدعم الذي تديره بورصة دبي للطاقة، وتم دعم الإيثانول الحيوي بمقدار ٢٧,٣ سنت/ للتر الديزل الحيوي، بحد أقصى ٢٠ مليون راند. ومع ذلك تتطلب المشاريع العالمية ذات التكلفة التنافسية عادةً استثماراً في حوالي مليار راند، وبالفعل؛ فإن هذا الدعم المقترح يصل إلى ٢٪ من المطلوب استثماره[٢].

في عام ٢٠٠٦م؛ دعمت إدارة العلوم والتكنولوجيا DST مكتب جمهورية جنوب إفريقيا للمعايير المستخدمة في تطوير القدرة التحليلية والفنية المطلوبة لإجراء تحليل الوقود الحيوي. وفي العام نفسه قام برنامج الوقود الأنظف بالتخلص التدريجي من البنزين المحتوي على الرصاص وخفض الكبريت فيه والديزل بحد أقصى ٠,٠٥٪ (كتلة)، وتم نشر اللوائح في الجريدة الرسمية للبترول، والتي تتضمن قانون تعديل المنتجات في يونيو ٢٠٠٦م لدعم هذا البرنامج، وإستراتيجية صناعة الوقود الحيوي، وتفويضات بمواصفات الوقود حسب المعايير الوطنية لجمهورية جنوب إفريقيا.

وأنهت شركة SANS مواصفات وقود الديزل الحيوي ووقود الإيثانول، وتم تطوير معيار لوقود الإيثانول الهلامي، وأصبحت هذه المعايير تتماشى مع المعايير الأوروبية والولايات المتحدة الأمريكية واليابانية.

وفي نوفمبر ٢٠٠٦م؛ تم تقديم مسودة الإستراتيجية الوطنية للوقود الحيوي إلى مجلس الوزراء، والتي تم إصدارها لاحقاً في مايو ٢٠٠٧م، وتعكس هذه الوثيقة التغييرات التي تم إجراؤها في وضع مسودة إستراتيجية بناءً على تحليل فريق عمل الوقود الحيوي لتعليقات

(١) https://www.energy.gov.za/. 16/05/2022.

(٢) https://www.energy.gov.za/. 10/07/2022.

ومداخلات أصحاب المصلحة[١].

وقام مجلس الوزراء لجمهورية جنوب إفريقيا بتوجيه إدارة المعادن والطاقة DME لقيادة وتنسيق تطوير صناعة الوقود الحيوي، من خلال فريق عمل الوقود الحيوي المشترك بين الإدارات، وتقديم إستراتيجية للتطوير لمجلس الوزراء، واقترح فريق العمل المشترك مرحلة تجريبية بنسبة ٤,٥٪ من الوقود الحيوي لمزجه مع البنزين، ولكن أصدر مجلس الوزراء قراره في ٥ ديسمبر ٢٠٠٧م بأنه من الحكمة بدء الصناعة مع مرحلة تجريبية بنسبة ٢٪، معادل الطلب الوطني على الوقود؛ للنظر في المخاطر والعواقب غير المقصودة وغير المعروفة التي قد تنشأ عن تطوير صناعة الوقود الحيوي[٢]. وبناءً على ذلك؛ بلغ إجمالي تجميع الوقود الوطني في ذلك الوقت ٢٣ مليار لتر/ سنوياً، وهذا يُترجم إلى هدف تصنيع الوقود الحيوي بمعدل ٤٦٠ مليون لتر سنوياً.

كما أجرت إدارة الموارد المعدنية والطاقة دراسة لتحديد قيمة مضافة لمزج الإيثانول الحيوي مع البنزين التقليدي، وتقديم البنزين المخلوط للمستخدمين النهائيين. هذه القيمة، والتي تُسمى «قيمة مزج الإيثانول الحيوي»، تحدد فوائد وتكاليف الإيثانول الحيوي، كأحد مكونات مزيج البنزين، وقد تكون إيجابية أو سلبية. وقد تم تحديد قيمة المزج لتكون بتركيز ٢٪، والتي جاءت بنتائج أفضل من المزج بنسبة تركيز تصل إلى ٥٪ أو بنسبة ١٠٪، عند تطبيق مخطط الدعم، ومن ثَمّ فإن مقدار الدعم لكل لتر من المخلوط قد يرتبط بتركيز الإيثانول الحيوي في البنزين المخلوط، بتركيز ٢٪ على الأقل[٣].

ثالثاً: التوزيع الجغرافي لمحطات إنتاج الوقود الحيوي:

قامت وزارة الصناعة في جمهورية جنوب إفريقيا بالعمل بالإستراتيجية الوطنية لصناعة الوقود الحيوي، والتي تعمل على منح تراخيص لعدد من المنشآت لبدء إنتاج الوقود الحيوي؛ وأن تُعامل تلك المنتجات كأحد المنتجات البترولية التي يحكم عملها قانون المنتجات البترولية رقم ١٢٠ لعام ١٩٧٧م وتعديلاته، والذي تم من خلاله منح عدد من المنشآت رخص البدء في النشاط، انظر جدول (١)، وسوف نوضح فيه بعض المنشآت التي حصلت على الدعم المطلوب من الحكومة وهي في مرحلة التخطيط قبل التنفيذ؛ وهي:

جدول (١): التوزيع الجغرافي لمنشآت إنتاج الوقود الحيوي في جمهورية جنوب إفريقيا:

اسم المنشأة	موقع المنشأة	المحاصيل المستخدمة	الإنتاج (مليون لتر/ سنة)
مابيلي فيول Fuels M	بوثافيللي- فري ستيت	الذرة الرفيعة	١٥٨
Ubuhle Renewable Energy	جوزيني- كوازولو ناتال	قصب السكر	٥٠
E10 Petroleum Africa CC	جامستون- جوانينغ	قصب السكر	٤٠٢
Arengo 316 PTY-LTD	كرادوك- إيسترن كاب	الذرة الرفيعة وبنجر السكر	١٨٠
رينبو للوقود الحيوي Rainbow Nation Renewable .Fuels Ltd	ميناء اليزابث- إيسترن كاب	فول الصويا	٣٩٢.٢
Exol Oil Refinery	كريرجرزدوب- جوانينغ	مخلفات الخضراوات الزيتية	٢٨٨
فيتو للطاقة Energy P	ميناء اليزابث- إيسترن كاب	الكانولا	٥٠٠
Basfour 3528 باسفور- PTY LTD	برلن- إيسترن كاب	فول الصويا	١٧٠

.DOE, Pretoria, 2014, 8

(١) .Cartwright, 2007, 30

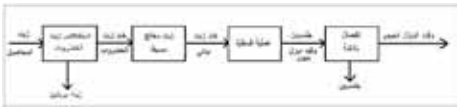
(٢) .https://www.energy.gov.za/. 13/01/2022

(٣) .Cartwright, 2007, 32

١- الكانولا للديزل الحيوي في إيسترن كيب:

يمكــن إنتاج وقود الديزل الحيــوي من أي نوع من الزيوت النباتية، عن طريق تحويل زيت ثلاثي الجليسريد إلى اســترات الميثيــل، في عملية قســطرة ينتج عنها الجلسرين مثل أحد المنتجات الثانوية، انظر شكل (٣). والبذور الزيتية التي يشــيع استخدامها في هذه العملية تشــمل بذور اللفت الزيتية أو الكانــولا، وفول الصويا، وتبّاع الشمس.

شكل (٣): المراحل التخطيطية لإنتاج وقود الديزل الحيوي من الزيوت النباتية:



المصدر: من إعداد الباحثين، بتصرف، عن: Stellenbosch University, 2019.

تُعــدّ محافظة إيســترن كيب محــوراً للعديد من مشــاريع الوقود الحيــوي، لامتلاكهــا إمكانيات هائلة للتنمية الزراعية ذات أهمية قصوى؛ لذلك يتم تفضيلها عندما يتعلق الأمر بتخصيص تراخيص لمنتجي البترول فــي الفترة الماضية، وقد تم إنشــاء مشــروعات في إيســترن كيب، يتم إدارتها بواســطة مجموعة شركات الطاقة النباتية فــي جمهورية جنوب إفريقيا، ويبدو أن الهدف من هذه المشــاريع هو الترويــج للبذور الزيتية كمحصول لإنتاج وقــود الديزل الحيــوي. كما أطلقت مجموعة شركات الطاقة النباتية مؤخراً أنواعاً مختلفة مــن بذور نبــات الكانولا، من أجل تحديــد ما إذا كان المحصول يمكن زراعتــه بنجاح في المنطقة وما يمكن أن تكــون عليه المحاصيل، بهدف الحصول على مصدر مهم من المواد الأولية، وبذلك تكون الشركة قادرة على توفيــر معمل إنتاج يحتوي على مــواد خام كافية لإنتاج وقود الديزل الحيوي طوال العام[١].

٢- إنتاج فول الصويا للديزل الحيوي في إيسترن كيب:

يرجع ســبب اختيار إيســترن كيب كمنطقة لإقامة مصنع لإنتاج الوقود الحيوي إلى الاســتفادة من الموقع المناســب لهذه المنطقة، وأيضاً إلى التشــريعات التي تفضل الإنتاج في المناطق غير المســتغلة في جمهورية جنــوب إفريقيا، وكانت الشــركة التي تقوم بتشــغيل المشــروع في المنطقة مملوكة إلى شركة l Biofuels Group Pty Ltd في أســتراليا. ويتم تحويل ١ مليون طن من فــول الصويا إلى وقود الديــزل الحيوي. وقد قامت المنشأة بإنتاج ســنوي يقارب ٨٠٠ ألف طن من فول الصويا، و٢٥٠ ألف طن من زيت فول الصويا، والتي بدورهــا يمكن تحويلها إلى ٢٨٨ مليــون لتر تقريباً من وقود الديزل الحيوي، ويقع المشــروع بمنطقة Coega للتنمية الصناعية على الساحل، مما يجعل الوصول إلى الأسواق ميسور التكلفة نسبياً[٢].

٣- إنتاج الإيثانول من الذرة وبنجر السكر في شمال ويسترن كيب:

تم استبعاد الذرة كمادة وسيطة لإنتاج الإيثانول من الإســتراتيجية الصناعية للوقود الحيوي في جمهورية جنوب إفريقيا، بسبب مخاوف الأمن الغذائي، ومع ذلك توجد ثغرة في الإســتراتيجية الصناعية للوقود الحيوي في جمهورية جنوب إفريقيا، وهي الحصول على ترخيص يتطلب إنتــاج الإيثانول للوقود من المنتج بموجب قانون المنتجات البترولية لعام ٢٠٠٣م، ومع ذلك كان إنتاج هذا النوع من المنتجات ناجحاً في الوقت الحاضر، حيث كان يُنتج ١ مليون لتر من الإيثانول من مصنع واحد ســنوياً، وكانت الذرة المستخدمة في إنتاج الإيثانول من منطقة المزارع المحيطة التي يمتلكها الســكان، ويتم تأجيرها لإنتاج الإيثانول، وقد خلق ذلك نموذجاً مستقراً يستفيد منه الطرفان (المزارع، وأصحــاب المصانع التي تنتج

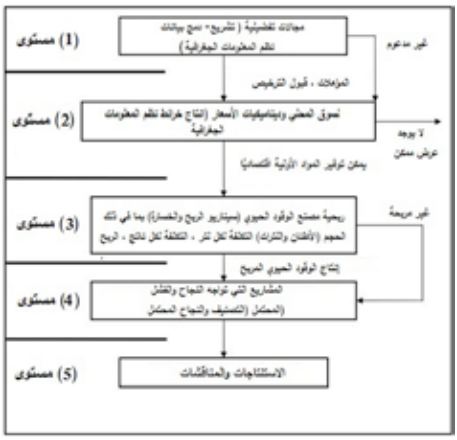
(١) Funke, A., & Ziegler, F. 2010. Hydrothermal carbonization of biomass: a summary and discussion of chemical mechanisms for process engineering. Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 4(2), p.101.

(٢) Funke, 2010, p.102.

الإيثانول)، حيث تستخدم الحبوب المجففة المقطرة مع المواد القابلة للذوبان التي يتم إنتاجها من الإيثانول كمكون تغذية للماشية في المزرعة[١].

٤- إنتاج الإيثانول من قصب السكر في كوازولو ناتال:

يُعدّ إنتاج الإيثانول من السكر في جمهورية جنوب إفريقيا ذا تكاليف متناسبة مع العملية الإنتاجية المقدّرة؛ ومع ذلك يبدو أن عدم وجود التزام من الحكومة من حيث الخلط الإلزامي لمعدلات الإنتاج يعيق الصناعة أكثر من غيرها، ووفقاً للتنمية الصناعية فإن هناك تطويراً لمصنع قصب السكر لإنتاج الإيثانول قيد التنفيذ في ماكاتيني في شمال كوازولو ناتال، ويشير التخطيط الأولي إلى أن المصنع يُنتج ٢٨٠ مليون لتر سنوياً من الإيثانول من حوالي ٣,٥ ملايين طن من قصب السكر سنوياً، وتُعدّ الكهرباء منتجاً ثانوياً لهذه العملية، ويتم إعادة بيعها إلى شركة الكهرباء الوطنية، بمجرد الانتهاء من التغذية في مخطط التعريفة من قِبَل مزود الكهرباء الوطني[٢] ESKOM.



يوضح الشكل (٤) «شجرة القرار» التي تُستخدم كجزء من أسلوب تحليلي من أعلى إلى أسفل؛ وتحتوي المستويات من (١ إلى ٥) على بحث مفصل يتعلق بالجوانب المختلفة للجدوى من المشاريع، وفي كل مستوى من هذه المستويات يتم تسجيل المشاريع الفردية بناءً على ملاءمتها العامة، وتساعد شجرة القرار على استخلاص النتائج بناءً على الحقائق والأرقام الإجمالية التي تم التوصل إليها، وفيما يلي ملخص لما تضمنته هذه المستويات:

يهتم المستوى الأول بالمجالات ذات الأهمية فيما يتعلق بالتشريعات القانونية الخاصة بسياسات استخدام الوقود الحيوي المحلي داخل جمهورية جنوب إفريقيا. بينما يحلل المستوى الثاني ديناميكيات عملية الإنتاج لأنواع الوقود الحيوي المختلفة، ويركز على السلع المختلفة المقترحة لاستخدامها في إنتاج الوقود الحيوي، وكذلك في أسواقها الحالية والتأثيرات المستقبلية التي يمكن أن يحدثها هذا الطلب الإضافي على الصناعة.

في حين يركز المستوى الثالث على الربحية الإجمالية لمختلف مشاريع إنتاج الوقود الحيوي بالنظر إلى سيناريوهين مستقبليين، والاستجابات ذات الصلة داخل الصناعة، وكذلك الافتراضات فيما يتعلق بمشاركة الحكومة، من أجل تحقيق أهداف التنمية الريفية، كما تم إعدادها على أساس إطار السياسات القائمة وسياسات الوقود الحيوي التي لها أهداف سياسية عديدة، من أبرزها: الحد من استخدام النفط المحلي؛ وتلوث الهواء؛ والازدحام المروري؛ وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون[٣].

ويقرر المستوى الرابع: أيّ المشاريع المذكورة يواجه احتمال عدم الوجود وعدم الفائدة تجارياً، والنظر في خيارات بديلة فيما يتعلق بنماذج التخطيط الإستراتيجي والتجاري الشامل الخاصة بها، وكذلك المخاطر والمضاعفات، ثم النظر في خيارات السياسة البديلة.

(١) Funke, 2010, p.103.

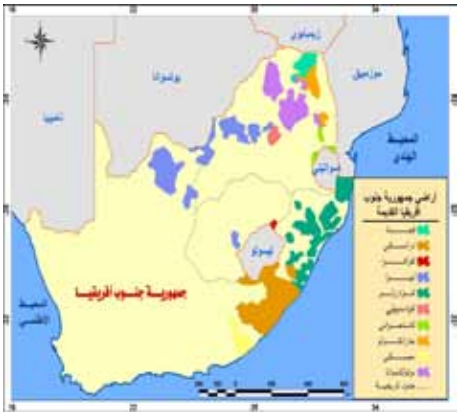
(٢) Eskom: هي مرفق عام للكهرباء في جنوب إفريقيا، تأسس عام ١٩٢٣م باسم لجنة إمداد الكهرباء ESCOM، والمعروفة أيضًا باسمها الأفريقاني (Funke، ٢٠١٠، ١٠٣).

(٣) De Gorter & Just, 2009.

ويلخص المستوى الخامس قضايا العرض والربحية[1]؛ حيث تشترك التشريعات القانونية في كلٍّ من جمهورية جنوب إفريقيا والاتحاد الأوروبي في خصائص مماثلة، كلٌّ منها خاص بمنطقة جغرافية معيّنة.

يوضح الشكل (٥) أراضي جمهورية جنوب إفريقيا القديمة، والتي يُفضّل استخدامها في إنتاج المحاصيل الزراعية المنتجة للوقود الحيوي.

شكل (٥): أراضي جمهورية جنوب إفريقيا القديمة:



المصدر: من إعداد الباحثين، بتصرف، عن:

Funke, A., & Ziegler, F. 2010. Hydrothermal carbonization of biomass: a summary and discussion of chemical mechanisms for process engineering. Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 4(2),, p.103.

تركز إستراتيجية جمهورية جنوب إفريقيا أكثر في التنمية الريفية؛ وتؤكد حقيقةً مفادها أن «الإستراتيجية الصناعية الوطنية للوقود الحيوي مدفوعة إلى حدٍّ كبير من خلال الحاجة إلى معالجة قضايا الفقر والتنمية الاقتصادية»، وذكرت كذلك أن «الإستراتيجية تستهدف المناطق الأكثر تضرراً من الفقر والحرمان في جمهورية جنوب إفريقيا».

يوضح شكل (٥) أيضاً موقع المناطق التي يمكن اعتبارها من الآن فصاعداً مناطق ذات أولوية عالية لحكومة جنوب إفريقيا، وتم تحديد المناطق في جميع أنحاء الجمهورية كما يأتي: مقاطعة «نورث ويسترن»، وكوانديبيلي في «جواتينج»، وليبوا وفيندا في مقاطعة «ليمبوبو»، والمناطق الخضراء التي تمثل موطن كوازولو ناتال الواقع في مقاطعة «كوازولو ناتال»، بينما يقع كل من ترانسكي وسيسكي في «إيسترن كيب».

رابعاً: امتيازات شركات القطاع الحكومي والخاص المنتجة للوقود الحيوي:

تعطي جمهورية جنوب إفريقيا بعض الامتيازات لصنّاع ومنتجي الوقود الحيوي، على شكل وضع خطط إستراتيجية تتبناها الدولة، ومن بعض هذه الامتيازات:

١- دعم القطاع الزراعي المحلي والمزارعين السود:

يتم دعم القطاع الزراعى المحلي والمزارعين السود عن طريق وضع خطة إستراتيجية تتبناها جمهورية جنوب إفريقيا؛ وتتمثل محاورها فيما يأتي:

- دعم الزراعة في الدولة بهدف إنتاج الجيل الأول من الوقود الحيوي؛ لذلك يجب الحصول على المواد الأولية الزراعية المستخدمة في تصنيع الوقود الحيوي من مصادرها المحلية من المزارعين.
- يُسمح للمصنعين باستيراد المواد الأولية للإنتاج في حالة فشل محاصيل إنتاج الوقود الحيوي في حالة الكوارث الطبيعية، في تلك الفترة المحدودة.
- التزام الإدارات المختصة بكلٍّ من الزراعة وأراضي الإصلاح والتنمية الريفية بالموافقة اللازمة لاستيراد المواد الأولية في حالة فشل المحصول بسبب حوادث طبيعية غير متوقعة.
- وضع بروتوكول المواد الأولية للوقود الحيوي لمصنّعي الوقود الحيوي، والنهوض

(١) Rajagopal, & Zilberman, 2007, p.43.

بأهداف الحكومة الوطنية لدعم التنمية الريفية، وتقديم برامج جديدة للمزارعين، وكذلك مبادرات استرداد الأراضي والإصلاح[١].

٢- آلية دعم الوقود الحيوي:

توجد عدة آليات مختلفة لدعم الوقود الحيوي، بما في ذلك:

أ- تقديم دعم على أساس الفرق بين سعر التحويل وتكلفة إنتاج الوقود الحيوي كما تم حسابها من «مصنع الوقود الحيوي المرجعي»، والدعم المطلوب استرداده من سعر الوقود باعتباره «دعماً للوقود الحيوي».

ب- القيام بعملية مناقصة تنافسية لـ«دعم الوقود الحيوي»، التي يتم من خلالها تصنيع الوقود الحيوي التنافسي للحصول على دعم بناءً على تكلفة تحويل الوقود الحيوي (أو التكلفة الثابتة) والتكاليف المتغيرة (المواد الأولية)، ويكون من المقرر استرداد الدعم المطلوب من سعر الوقود «دعم الوقود الحيوي».

وقد أصدر مجلس الوزراء تعليماته، في أبريل ٢٠١٩م، لإدارة الموارد المعدنية والطاقة، لتصميم آلية دعم تفيد المزارعين بشكلٍ مباشر، وأنه لن يتم استخدام دعم الوقود الحيوي إلا لدعم مشاريع الجيل الأول من الوقود الحيوي.

٣- دعم مزارعي الوقود الحيوي:

تقرر أنه يجب على وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي والتنمية الريفية أن تتطور في إدارة برنامج دعم المزارع والمزارعين السود الجدد المشاركين في برنامج الوقود الحيوي.

وسيتم تنسيق برنامج دعم مزارعي الوقود الحيوي في المستوى الوطني؛ والذي سيشمل ما يلي:

أ- المساعدة المالية لإنشاء البنية التحتية التي تغطي أنظمة الري، ومرافق الصرف الصحي، والتجهيز والتعبئة والتغليف.

ب- مساعدات مالية لمدخلات الإنتاج الأولية، بما في ذلك البذور والمبيدات.

ج- الدعم الفني لإدارة المحاصيل والمزارع.

د- البحث لتطوير بذور محاصيل عالية الإنتاجية لإنتاج الوقود الحيوي، بالتعاون مع الجامعات ومراكز الأبحاث الأخرى ذات الصلة ومؤسسات مثل ARC[٢] و CSIR.

ه- الدعم المالي للمزارعين من أجل المشاركة في رأس المال في تصنيع الوقود الحيوي بالنبات الذي يزودونه به.

و- يتعين على الخزانة الوطنية بوزارة الزراعة وإصلاح الأراضي والريف تخصيص ميزانية سنوية لدعم برنامج المزارعين للوقود الحيوي.

٤- دعم مصنعي الوقود الحيوي:

هناك عدد من أدوات الدعم المالي الحكومي للاستثمارات الجديدة، ومشاريع البنية التحتية، والمشاريع الصناعية التي يمكن لمصنعي الوقود الحيوي التقدم لها، وفضلاً عن ذلك يتعين على وزارة التجارة والصناعة إنشاء آلية دعم مصنعي الوقود الحيوي برأس المال لمرّة واحدة في مراحل محددة مسبقاً أثناء البناء؛ ومرحلة التكليف لمشاريع الوقود الحيوي المختارة. وتحدد الخزانة الوطنية المبلغ وكذلك إدارة الوقود الحيوي لدعم رأس المال للمصنعين؛ وتتولى إدارة الدعم المتغير طويل الأجل[٣].

تم تطوير مسودة الإستراتيجية من قِبَل فريق عمل الوقود الحيوي المعيَّن من قِبَل مجلس الوزراء في ديسمبر ٢٠٠٥م، مع تفويض لتطوير إستراتيجية صناعة

(١) www.gpwonline.co.za.

(٢) www.gpwonline.co.za. 7/2/2020.

(٣) Energy Mineral Resources, 2020.

الوقود الحيوي الوطنية التي تستهدف خلق وظائف في سلسلة قيمة محاصيل الطاقة والوقود الحيوي، والعمل كجسر بين الأول والثاني. وبعد ذلك تم تغيير في مسودة الإستراتيجية لفترة تجريبية لمدة خمس سنوات لتحقيق مستوى مزج ٢٪ للوقود الحيوي بالوقود السائل ما يعادل ٤٠٠ مليون لتر سنوياً، وقد تمت مراجعة الهدف نزولاً من ٤٫٥٪ الذي تم اقتراحه في البداية في المسودة إلى ٢٪، وقد تم اقتراح محاصيل قصب السكر وبنجر السكر وتبّاع الشمس لإنتاج الإيثانول، والكانولا وفول الصويا لإنتاج الديزل. ولا تزال هناك حاجة لمزيد من البحث لاختبار قابلية استخدام هذه التجربة في تحقيق مستوى ٢٪ دون تعريض الأمن الغذائي للخطر[١].

تستهدف الإستراتيجية الجديدة إضافة الأراضي الصالحة للزراعة، والتي تمثل ١٤٪ من الأراضي الصالحة للزراعة في الأماكن القديمة بجمهورية جنوب إفريقيا غير المستغلة. وأيضاً يجب تخصيص حافز للمشاريع التي تساعد في تحقيق هدف إستراتيجية الـ٢٪، وسيضمن هذا العمل توسيعاً للإنتاج الزراعي؛ وزيادة الإمدادات الغذائية، وفي حالة الجفاف وفشل زراعة المحاصيل سيتم إعادة توجيهها إلى سوق المواد الغذائية لمعالجة النقص بها. كما يتعين على حكومة جمهورية جنوب إفريقيا دعم تطوير الأراضي غير المستغلة لتصل إلى مستوى تنافسي تجاري للمزارعين؛ وتشجيعهم من خلال التعاونيات على المشاركة في تشغيل الوقود الحيوي للمصافي.

يتمتع وقود الديزل الحيوي حالياً بإعفاء من ضريبة الوقود بنسبة ٤٠٪، وزاد هذا الإعفاء من الضريبة إلى ٥٠٪ من شهر سبتمبر ٢٠٠٨م، ويُقترح إعفاء ضريبة الوقود بنسبة ١٠٠٪ للإيثانول الحيوي، حيث يمكن استخدامه في أسواق أخرى غير البنزين؛ لذلك يجب أن يساعد الدعم المقترح خلال المراحل الأولية المستثمرين لتحقيق عائد معقول على الاستثمارات للحد من مخاطر المشروعات المتعلقة بتوفير المواد الأولية، ومزيد من الدعم للمزارعين، وبخاصة المجتمعات التي تعيش على الأراضي المستغلة بالكامل. ويمكن القيام بذلك من خلال برامج الدعم الزراعي القائم، ومن خلال دعم الاستثمارات المقدمة بالمشروعات في التنمية الزراعية.

وتُعدّ لوائح وحوافز السياسة الحكومية الواضحة شرطاً مسبقاً لتطوير صناعة الوقود الحيوي، وهذا يرجع بشكلٍ خاص إلى الطبيعة المتقلبة لأسعار المنتجات النفطية.

خامساً: إنتاج الوقود الحيوي بجمهورية جنوب إفريقيا:

مما سبق دراسته؛ يُعدّ الوقود الحيوي بديلاً للوقود المستخدم الآن، ويُستخلص من النباتات ومشتقاتها، وينقسم إلى نوعين من الوقود الحيوي، وهما: (الإيثانول الحيوي)، والذي يُستخلص من مشتقات قصب السكر والذرة والحبوب والكسافا. و(الديزل الحيوي)، والذي يُستخلص من مشتقات فول الصويا والكانولا وتبّاع الشمس، وتُعدّ تلك هي محاصيل الطاقة الرئيسة في العالم، التي يُستخلص منها الوقود الحيوي بنوعيه السابقَين.

١- إنتاج جمهورية جنوب إفريقيا من الوقود الحيوي:

بدأت العديد من البلدان الإفريقية الاستثمار في تطوير إنتاج الكتلة الحيوية لإنتاج الوقود الحيوي للاستهلاك المحلي، إذ تفتقر عديد من الدول الإفريقية لمصادر الطاقة، وتُسبّب واردات منتجات الطاقة خللاً كبيراً في هيكل وارداتها[٢].

وقد وضعت العديد من الدول الإفريقية جنوب الصحراء خططاً ومبادرات وطنية لدعم صناعة الوقود الحيوي لديها، وبخاصة جمهورية جنوب

(١) https://www.energy.gov.za/. 03/06/2022.

(٢) Food agriculture organization, 2020.

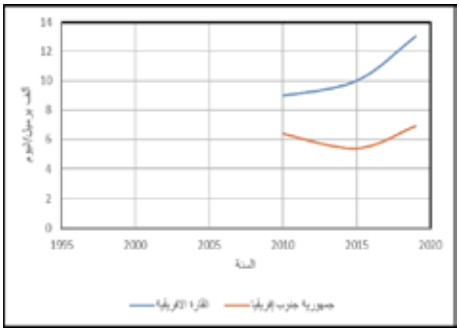
إفريقيـــا ودول حـــوض النيل، ويلاحـــظ أن هناك اتجاهـــاً تصاعدياً لإنتاج الوقـــود الحيوي في بعض الدول الإفريقية الواقعة جنـــوب الصحراء، وهو ما يوضحه الجدول (٢) والشكلان (٦-٧)، حيث اتجهت جمهورية جنوب إفريقيا لتطوير بدائل لإنتاج الطاقة النظيفة منذ عـــام ١٩٩٨م، نظراً لاعتمادها الكثيف على الطاقة التقليدية، وبخاصة الفحم الملوث للبيئة، ومنـــذ عام ٢٠٠٧م أصدرت جمهورية جنوب إفريقيا الإســـتراتيجية الوطنية لإنتاج الوقود الحيوي، وقد بدأ الإنتاج الفعلي للوقود الحيوي منذ عام ٢٠٠٨م.

جدول (٢): إنتاج الوقود الحيوي بالعالم والقارة الإفريقية وجنوب إفريقيا (٢٠٠٠م-٢٠١٩م) بالمكافئ بألف برميل/اليوم:

السنة	العالم	القارة الإفريقية	جمهورية جنوب إفريقيا	جمهورية جنوب إفريقيا إلى القارة ٪	جمهورية جنوب إفريقيا إلى العالم ٪
٢٠٠٠	٢٣٣	–	–	–	–
٢٠٠٥	٥٦١	–	–	–	–
٢٠١٠	١٨٦٨	٩	٦.٤	٧١	٠.٣
٢٠١٥	٢٢٠١	١٠	٥.٤	٥٤	٠.٢
٢٠١٩	٢٤٣٢	١٣	٦.٩	٥٣	٠.٣

Source: U.S. Energy Information Administration EIA, Biofuels Statistics, monthly Energy review July 2022, 179.

شكل (٦): إنتاج جمهورية جنوب إفريقيا من الوقود الحيوي مقارنة بالقارة الإفريقية خلال المدة (٢٠٠٠م-٢٠١٩م):



المصدر: من إعداد الباحثين، اعتماداً على بيانات جدول (٢).

وعلـــى الرغم من تدني مشـــاركة جمهورية جنـــوب إفريقيا في الإنتـــاج العالمي من الوقود الحيـــوي؛ فإنها تُعدّ دولة رائدة في إنتاج الوقود الحيوي بإفريقيا، إذ تســـتحوذ علـــى أكثر من نصـــف إنتاجه بالقارة، بنســـبة بلغت نحو ٧١٪ عـــام ٢٠١٠م، لكنه انخفض في عـــام ٢٠١٥م، ليصل إلـــى ٥٤٪، ثم اســـتقر الإنتاج عند ٥٤٪ و٥٣٪ على التوالي حتى عام ٢٠١٩م. وقد يكون هـــذا الانخفاض نتيجةً لزيادة مســـاهمة الدول الإفريقية وبخاصـــة دول حوض النيل في إنتاج الوقود الحيوي (مدني، ٢٠١٩، ٤٨)[١].

ويلاحظ فـــي ســـنوات ٢٠١٧م و٢٠١٨م و٢٠١٩م و٢٠٢٠م ثبـــات الإنتـــاج عند ٠,٠٩ ألف برميل/ يوم، وذلك لعدة عوامل، منها: أن العالم شهد انخفاضاً كبيراً في أسعار البترول بيـــن ٢٧ دولاراً فـــي ٢٠١٦م؛ و٦٥ دولاراً في ٢٠١٩م، حتى جاء فبراير ٢٠٢٠م لتعاود أسعار النفط الهبوط الحاد مدفوعـــة بوباء كورونا، ليصل ســـعر البرميل برنت ٢٥،٦ دولار، مما جعل سياسة جمهورية جنوب إفريقيا في هذه المرحلة تعود للاعتماد على الطاقة التقليدية لرخص ثمنها[٢].

٢- إنتـاج جمهوريـة جنـوب إفريقيـا مـن الإيثانول والديزل الحيوي:

تنتج جمهورية جنوب إفريقيا حوالي ١٣٦٢,٢ مليون لتر سنوياً من طاقة الوقود الحيوي، انظر جدول (٣) وشكل (٧).

(١) مدني، حساني شحات، ٢٠١٩م، اقتصاديات إنتاج الوقود الحيوي وأثره على الأمن الغذائي بدولة جنوب إفريقيا منذ ٢٠٠٧م، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الدراسات الإفريقية العليا، جامعة القاهرة، ص٤٨.

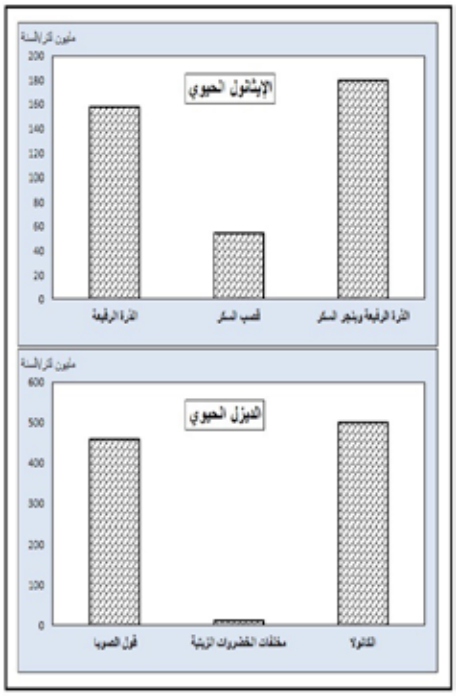
(٢) EIA, U.S. Energy Information Administration, Biofuels Statistics, monthly Energy review July 2022, 179.

جدول (٣): الكميات المنتجة سنوياً من نوعي الوقود الحيوي في جمهورية جنوب إفريقيا عام ٢٠١٧م:

الموقع	المحصول	كمية الإنتاج (مليون لتر/السنة)
الإيثانول الحيوي Bio-Ethanol		
إقليم فري ستيت	الذرة الرفيعة	١٥٨
كوازولوناتال-جواتينج	قصب السكر	٥٤,٢
إيسترن كيب	الذرة الرفيعة، وبنجر السكر	١٨٠
الإجمالي	٣٩٢,٢	
الديزل الحيوي Bio-Diesel		
إيسترن كيب	فول الصويا	٤٥٨
جواتينج	مخلفات الخضراوات الزيتية	١٢
إيسترن كيب	الكانولا	٥٠٠
الإجمالي	٩٧٠	

المصدر: من إعداد الباحثين، بتصرف، عن (مدني، ٢٠١٩).

شكل (٧): الكمية المنتجة من أنواع الوقود الحيوي بجمهورية جنوب إفريقيا:



المصدر: من إعداد الباحثين، اعتماداً على بيانات جدول (٣).

بلغ نصيب الإيثانول الحيوي من الإنتاج نحو ٣٩٢,٢ مليون لتر في السنة، في حين بلغ نصيب الديزل الحيوي نحو ٩٧٠ مليون لتر في السنة، وقد توزعت كميات الإنتاج على أربعة أقاليم رئيسية، هي: (فري ستيت- كوازولوناتال- جواتينج- إيسترن كيب)، وذلك في إنتاج الإيثانول الحيوي من محاصيل الذرة الرفيعة وقصب وبنجر السكر، في حين كانت أكبر كمية منتجة لصالح وقود الديزل الحيوي، والذي تركزت مناطق إنتاجه في أقاليم: (إيسترن كيب- وجواتينج)، وخاصةً في استخلاص الوقود من محاصيل فول الصويا والكانولا ومخلفات الخضراوات الزيتية.

سادساً: استهلاك الوقود الحيوي بجمهورية جنوب إفريقيا:

يُصنف اقتصاد جمهورية جنوب إفريقيا كأحد الاقتصاديات كثيفة الاستهلاك للطاقة، حيث يعتمد الاقتصاد القومي لها على الصناعات المستهلكة للطاقة بصورة كثيفة، خاصة الاعتماد على الفحم، ويتسم قطاع الطاقة بأنه قطاعٌ غير متنوع، حيث تمتلك جمهورية جنوب إفريقيا كميات صغيرة من الاحتياطات المؤكدة من النفط الخام والغاز الطبيعي.

١- استهلاك القطاع الاقتصادي من إجمالي مركب الطاقة:

هناك تزايد مضطرد في الطلب على الطاقة بجميع أشكالها في جمهورية جنوب إفريقيا، خاصةً

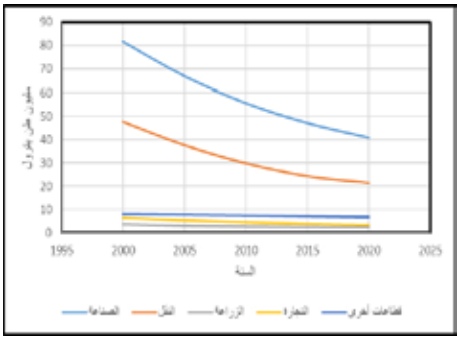
في قطاع الصناعة، الــذي يحتل المرتبة الأولى بين القطاعات الأخرى في الطلــب على الوقود. ويوضح جدول (٤) وشــكل (٨) استهلاك القطاع الاقتصادي من إجمالي مركب الطاقة؛ كالآتي:

جدول (٤): توزيع الوقود المستهلك في قطاعات الأنشطة الاقتصادية بجمهورية جنوب إفريقيا خلال المدة (٢٠٠٠م–٢٠٢٠م) بالمليون طن بترول:

السنة / النشاط	٢٠٠٠	٢٠٠٥	٢٠١٠	٢٠١٥	٢٠٢٠	المتوسط المليون طن بترول
الصناعة	٨١.٦	٦٦.٩	٥٥.٥	٤٧	٤٠.٧	٥٨.٣
النقل	٤٧.٧	٣٧.٧	٢٩.٩	٢٤.٤	٢١.٥	٣٢.٢
الزراعة	٣.٧	٣.١٥	٢.٨	٢.٦	٢.٥	٢.٩
التجارة	٦.٣	٥.٣	٤.٥	٣.٨	٣.٤	٤.٧
قطاعات أخرى	٨.١٣	٧.٨٢	٧.٥	٧.١	٦.٧	٧.٥
الإجمالي	١٤٧.٤٣	١٢٠.٨٧	١٠٠.٢	٨٤.٩	٧٤.٨	١٤٦.٣

المصدر: بتصرف عن (مدني، ٢٠١٩، ٤٦) (قام الباحثون بتعديل قيمة بيانات الجدول من وحدة القياس petajoule، إلى وحدة قياس طن مكافئ بترول للطاقة والواحد بيتاجول = ٢٣٨٨٤,٦ طن مكافئ بترول.

شكل (٨): توزيع الوقود المستهلك في قطاعات الأنشطة الاقتصادية بجمهورية جنوب إفريقيا خلال المدة (٢٠٠٠م–٢٠٢٠م) بالمليون طن بترول:



المصدر: من إعداد الباحثين، بالاعتماد على بيانات جدول (٤).

تسعى جمهورية جنوب إفريقيا نحو التحول الصناعي، فمن الطبيعي أن يأتي قطاع الصناعة فــي المرتبة الأولى، وقطــاع النقل في المرتبة الثانيــة، ثم تأتي القطاعات الأخرى في المرتبة الثالثة، ثم التجارة والزراعة في المرتبة الرابعة والخامسة على التوالي.

٢- استهلاك القطاع الاقتصادي من الوقود الحيوي:

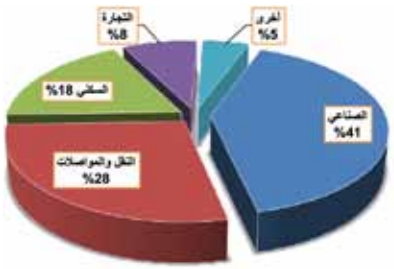
تُعــدّ طاقة الكتلــة الحيوية مصــدراً مهماً للطاقــة في المناطــق الريفية التي تســتخدم الأشجار كوقود للطهي، ويوضح جدول (٥) وشكل (٩) نسبة اعتماد القطاعات المختلفة في الدولة على طاقة الوقود الحيوي، ويتضح منهما الآتي:

جدول (٥): نسبة اعتماد القطاعات الخدمية في الدولة على طاقة الوقود الحيوي ٢٠٢١م:

الاستخدام	النسبة (٪)
الصناعي	٤١
النقل والمواصلات	٢٨
السكني	١٨
التجارة	٨
أخرى	٥
الإجمالي	١٠٠

المصدر: الوكالة الدولية للطاقة (٢٠٢١) معلومات موازين الطاقة العالمية ومصادر الطاقة المتجددة.

شكل (٩): نسبة اعتماد القطاعات الخدمية على الوقود الحيوي بجمهورية جنوب إفريقيا:



المصدر: من إعداد الباحثين، اعتماداً على بيانات جدول (٥).

يعتمد القطـــاع الصناعي علـــى الوقود الحيوي بنسبة كبيرة جداً تبلغ ٤١٪، حيث يحتل المرتبة الأولى بين القطاعات الأخرى المعتمـــدة على طاقة الوقود الحيوي، يليه قطاع النقل والمواصلات بنســـبة ٢٨٪ (يعتمد معظم قطاع النقـــل والمواصلات في جنوب إفريقيا على وقود الديـــزل الحيوي)، ثم في المرتبة الثالثة القطاع الســـكني ١٨٪، ثم في المرتبة الرابعة والخامسة قطاع التجارة وقطاعات أخرى غير مذكورة بنسبة ٨٪ و٥٪ على التوالي.

النتائج والتوصيات:

النتائج:

أظهرت الدراســـة عدة نتائج، يمكن إيجازها في النقاط الآتية:

١- النتائج المتعلقة بإنتاج واستهلاك الوقود الحيوي في جمهورية جنوب إفريقيا:

• أن جمهورية جنوب إفريقيا تُنتج ســـنوياً حوالي ١٨ مليـــون طن من المحاصيـــل الزراعية ومخلفاتها ومن الغابات، وهو ما يكافئ ٤٠٠ مليون لتر سنوياً من البترول، وأن اهتمامها بطاقة الوقود الحيوي بدأ منذ أربعينيات وحتى ستينيات القرن الماضي.

• أن جمهورية جنـــوب إفريقيا تمتلك العديد من المنشـــآت المرخص لها إنتاج الوقود الحيوي، ومنها: (منشأة ما بيلي فويل، أبهيلي للطاقة النظيفة، بترول إفريقيـــا، أرينجو ٣١٦، رينبو للوقـــود الحيوي، فيتو للطاقة، باســـفور)، وتتوزع علـــى أربعة أقاليم: (فري ســـتيت، كوازولو ناتال، جواتينغ، إيسترن كيب)، تتسم هذه المنشآت بأنها ذات قدرة عالية في إنتاج الطاقة الحيوية، مما يمهد لجمهورية جنوب إفريقيا المضي قُدماً نحو الإنتاج والتصنيع.

• أن جمهورية جنـــوب إفريقيا تنتج نوعين من أنواع الوقود الحيـــوي، وهما: (الإيثانول الحيـــوي- والديزل الحيـــوي)، اللذين يتم اســـتخلاصهما مـــن المحاصيل الزراعية؛ مثل: الذرة الرفيعة- وقصب وبنجر الســـكر- وفول الصويا- والكانولا- ومخلفات الخضراوات الزيتية.

• أن قطـــاع الصناعة يحتل النســـبة الأكبر من حيث اعتماده على طاقة الوقود الحيوي، بنسبة ٤١٪، تليه قطاعات: النقل والمواصلات ٢٨٪، والاستخدام السكني ١٨٪، وقطاع التجارة ٨٪، والقطاعات الأخرى غير المبينة ٥٪.

٢- النتائج المتعلقة بمشكلات إنتاج الوقود الحيوي في جمهورية جنوب إفريقيا:

• أن إنتاج الوقود الحيوي من أهم مصادر الطاقة النظيفة، وعلى الرغم من ذلك فإن تأثيراته المباشرة والمهمة على الأســـواق الزراعيـــة العالمية، والبيئة، والأمن الغذائي، تثير جدلاً كبيراً من حيث الإيجابيات والســـلبيات، لذلك تواجه عمليـــة الإنتاج العديد من المشكلات؛ أهمها ارتفاع أسعار المحاصيل الغذائية؛ والملوثات البيئية الناتجـــة عن عملية الإنتاج؛ فضلاً عن ارتفـــاع تكلفة إنتاج ونقل الوقود نفســـه؛ ونقص العمالـــة الزراعية المنتجة للطاقـــة الحيوية؛ وبعض المشكلات الأخرى الاقتصادية منها والاجتماعية.

• أن حكومة جمهورية جنوب إفريقيا تتبنى خطة إستراتيجية لمواجهة هذه المشـــكلات، ومنها زيادة ملكيـــة الأصول الإنتاجية، والمشـــاركة في الاقتصاد لخفـــض انعدام الأمـــن الغذائي، وزيادة التنافســـية والربحيـــة الزراعية والمشـــروعات الريفية المملوكة إدارتها بواســـطة هيئة مختصة بالأمن الغذائي، لرفع مستويات التغذية وسلامة الأغذية بين الأفراد الذين يعانون من انعدام الأمن الغذائي.

• أوضحت الدراســـة أهمية وجـــود فرص عمل زراعيـــة في الريف، لمواجهة هجـــرة الأيدي العاملة الزراعيـــة المنتجـــة للوقـــود الحيوي إلـــى المدن، الأمر الذي يؤثر في إنتاجيـــة الدولة من المحاصيل المستخدمة في الوقود الحيوي.

• كما أظهرت الدراسة أن السياسات الحكومية لهـــا دورٌ كبير فـــي رفع إنتاجية الدولـــة من الوقود الحيـــوي، عـــن طريـــق تبنّـــي الحكومـــة لخطط إستراتيجية تتيح للمزارعين امتلاك بعض الحيازات

الزراعية، إضافةً للتشـــجيع على الاستثمار في هذا النوع خاصةً.

التوصيات:

خلصت الدراســـة إلى عـــدة توصيات من خلال معطيات الدراسة، يمكن إيجازها في الآتي:

• ضرورة إطلاق حكومة جمهورية جنوب إفريقيا للعديد من المبادرات والبرامج فضلاً عن المشـــاريع الكبرى في مجال الطاقة المتجددة، لتشـــجع جميع القطاعات في الاستثمار في قطاع الطاقة، وبخاصة طاقة الوقود الحيوي.

• تفعيل دور الإعلام، ليســـاهم فـــي رفع ثقافة المجتمع عن أهمية طاقة الوقود الحيوي، لكونه أحد مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة.

• ضرورة اســـتغلال كل مصادر الطاقة المتوفرة في الدولة فـــي إنتاج الطاقة النظيفـــة، وخاصةً أن جمهوريـــة جنوب إفريقيا تمثـــل بيئة خصبة صالحة لجميع مصادر الطاقة المتجددة.

• تتســـم الأراضي في جمهورية جنـــوب إفريقيا بغناها بأنـــواع عديدة من التربـــات الطبيعية، حيث يوجد بها تســـعة عشـــر نوعاً من أنواع التربة حسب التصنيف الأمريكـــي؛ وجميعها تربات ذات خصائص مختلفة، لذلـــك لابد من العمل على اســـتغلال هذه التربات في تحديد الأنسب منها في زراعة محاصيل إنتاج الوقود الحيوي بالدولة.

• زيادة القدرة التصنيعية في اســـتخلاص طاقة الوقود الحيوي عن طريق إنشاء مصانع أخرى جديدة، وخاصةً أن الدولة يوجـــد بها جميع المحاصيل التي تُنتج نوعي الوقود الحيوي (الإيثانول الحيوي، والديزل الحيوي).

• دعم قطاع المزارعين، ولا ســـيما المشـــتغلون بزراعة محاصيل الوقـــود الحيوي، خاصةً في أوقات الجفاف، للمساهمة في تشجيع الإنتاج وتنميته.

• ضرورة وجـــود الدعم الفني لإرشـــاد مزارعي محاصيل إنتاج الوقود الحيوي، لتحسين جودة الإنتاج.

• تقديم مســـاعدات مالية لإنشاء بنية تحتية من شـــبكة الري والصرف الجيد، وشراء بذور ومبيدات جيدة الإنتاج.

• تخصيص ميزانية ســـنوية من الخزانة الوطنية للدعم المالي لجميع مشـــاريع إنتاج وتصنيع الوقود الحيوي.

• اســـتحداث قوانين وتشـــريعات جديدة تحمي المزارعين وتشجعهم على الاستثمار، خاصةً في مجال إنتاج الوقود الحيوي بالدولة.

• ضرورة التوسع في إنشاء محطات ومصانع في جميـــع أقاليم الدولة، لأن محطـــات ومصانع تصنيع وإنتـــاج الوقود الحيوي توجد فـــي أربعة أقاليم فقط كما سبق ذكره.

• ضرورة اتباع نظام تسعيرة المحاصيل الموحدة عن طريق تســـاوي أســـعار المحاصيل، حتى لا يتجه المزارعون نحو زراعة محاصيل بعينها بغرض التربح أو لأن ســـعرها عالٍ، مما يمكـــن أن يقلل من زراعة محاصيل إنتاج الوقود الحيوي بالدولة.

• العمل على تنمية قطاع الريف في جمهورية جنوب إفريقيـــا، لمواجهة هجرة الأيدي العاملة الزراعية من الريف إلى المدن.

• اتباع سياســـة حكومة الولايـــات المتحدة في إنتاج محاصيل الوقـــود الحيوي وتصنيعها، لكونها أكبر الدول المنتجة له، عن طريق إرسال فنيين زراعيين للتدريب والاطلاع على الأساليب الحديثة في الإنتاج، من أجل نقل هذه الخبرات إلى جمهورية جنوب إفريقيا.

• دراســـة إنتاج الوقود الحيـــوي من الجيل الثالث، فهـــو لا يؤثر على مصادر المياه العذبة، لكونه يعتمد على استعمال مياه الصرف الصحي والمياه غير الصالحة للشرب أو للزراعة.

• دراســـة إنتاج الوقود الحيـــوي من الجيل الرابع؛ لكونه أحدث اتجاه عالمي لإنتاج الوقود الحيوي ■