الوقود الحيوي السائل (Liquid bio fuel)

المركز الوطني لبحوث الطاقة

م.عامر العمري

المحتويات

١- مقدمة: ١

١-١- نظرة تاريخية: ٢

٢- الوقود الحيوي (تعريفه-استخداماته): ٢

٣- أسباب إنتاج الوقود الحيوي: ٣

٤- أنواع الوقود الحيوي: ٧

٤-١- المصادر النباتية الأكثر احتواء على الوقود الحيوي السائل: ٧

٤-٢-١- الإيثانول (الإيثانول=Ethanol): ٨

٤-٢-١-١- تعريف الإيثانول وخواصه الفيزيائية والكيميائية: ٨

٤-٢-١-٢- مقارنة بين الإيثانول والبنزين: ٨

٤-٢-١-٣- مزايا مزج الإيثانول بالبنزين: ٨

٤-٢-١-٤- مراحل إنتاج وتصنيع الإيثانول: ١٠

٤-٢-١-٥- الإيثانول والبيئة: ١٣

٣-٢-١-٦- الإيثانول والأمن الغذائي والمائي العالميين: ١٤

٤-٢-٢- الديزل الحيوي(تعريفه-استخداماته-مصادره): ١٦

٤-٢-٢-١- نبات الجاتروفا (Jatrovha curcas): ١٨

٤-٢-٢-١-١- مواصفاتها: ١٨

٤-٢-٢-١-٢- استخدامات زيت الجاتروفا: ١٩

٤-٢-٢-١-٣- معلومات عامة عن إنتاج نبات الجاتروفا: ٢٠

٤-٢-٢-١-٤- الجاتروفا عالمياً واقتصاديا: ٢٠

٤-٢-٢-١-٤-١- تجربة زراعة الجاتروفا في مصر: ٢٠

٤-٢-٢-١-٥- ملخص عام: ٢١

٤-٢-٢-٢- الطحالب Algae: ٢٢

٤-٢-٢-٢-١- تعريف الطحالب: ٢٢

٤-٢-٢-٢-٢- كيفية استخراج الزيت من الطحالب : ٢٣

٤-٢-٢-٢-٣- مرحل استخلاص الزيت من الطحالب: ٢٤

٤-٢-٢-٢-٤- طرق زراعة الطحالب: ٢٥

٤-٢-٢-٥- المحاسن والمساوئ لاستخدام الطحالب في إنتاج الوقود الحيوي: ٢٨
٥- الصفات المطلوب تواجدها في النباتات التي تنتج الوقود الحيوي: ٣٠
٦- إحصائيات وأرقام وتجارب بعض الدول في استخدام الوقود الحيوي: ٣١
٦-١- الولايات المتحدة الأمريكية: ٣١
٦-٢- البرازيل: ٣١
٦-٣- دول الإتحاد الأوربي: ٣٢
٧- خاتمة و نظرة إلى المستقبل: ٣٣
الملحق: ٣٤
المراجع العربية: ٣٨
المراجع الأجنبية: ٣٩

١- مقدمة:

هذه المحاضرة إطلالة سريعة على العالم من حولنا تتيح لنا أن نرى وندرك ما يدور في العالم وما قامت به بعض الدول في مختلف بقاع الأرض لمعالجة مشكلة بدأت تطبق بآثارها على الحضارة الإنسانية وعلى الاقتصاد العالمي وهي مشكلة الطاقة.

ذلك أن العالم يقبل الآن على فترة ستتغير فيها كثير من الهياكل الاقتصادية العالمية بسبب التوجه إلى الطاقات البديلة والمتجددة ومن هذه الطاقات الوقود الحيوي Biofuel الذي يستخرج من مصادر بيولوجية هي في مجملها محاصيل زراعية ونباتات تزرع بغرض الحصول منها على الوقود،وهذا سينعكس على الخريطة الزراعية في مختلف بقاع العالم، ومن ناحية أخرى تسارعت الجهود من أجل البحث عن مصادر أخرى متجددة للطاقة لتكون بديلة عن النفط الآخذ في النضوب...

إن علينا الانتباه...لإيجاد الحلول...فإن الوقت يمر!!

إن قضية الوقود الحيوي ليست قضية اقتصادية فقط ولكنها على صلة وثيقة بالتقدم العلمي والبحث والتطوير،وهذا بدوره مرتبط بتطوير التعليم،وهكذا نجد أمامنا منظومة من التحديات علينا التعامل معها بوعي وتخطيط وإرادة وتصميم إذا أردنا أن نؤمن لأنفسنا ولأولادنا حياة مشرقة ونستشهد بما قاله رئيس أحد الدول العظمى في العالم:

(all of us must recognize that education and innovation will be the currency of the 21 st century)

وبالرغم من أن إنتاج الوقود الحيوي بدأ تقريباً عام ١٩٧٤ في البرازيل أيام أزمة النفط الأولى إلا أنه شهد ازدهاراً كبيراً مع بداية الألفية الحالية وخاصة وبعد ارتفاع أسعار النفط بشكل كبير وهيمنة بعض الدول العظمى عليه والتحكم بأسعاره وهو أحد أهم مصادر الطاقات النظيفة والتي تضم أيضاً طاقة الرياح والطاقة الشمسية وغيرها من الطاقات الأخرى وفيما يلي سيتم شرح على الوقود الحيوي ومستقبله في العالم .

١-١- نظرة تاريخية:

يرجع الاستخدام الأول للوقود الحيوي إلى العالم " رادولف ديزل " مخترع محرك الديزل و تشير الحقائق التاريخية إلى أن محركات الديزل في أول اختراعها كانت تعمل على الوقود الحيوي ولكن بسبب ظروف الحربين العالميتين و المصالح الشخصية لمالكي آبار البترول أدت إلى اندثار الوقود الحيوي و انقطاع ذكره ، ولكن وبعد فترة من الزمن وبوجود أزمة البترول التي عانت منها الولايات المتحدة أيام حرب ١٩٧٣م و موقف الدول العربية من المنظمة المصدرة للنفط (أوبك) قررت الولايات المتحدة أن تعيد التفكير من جديد في مصادر الوقود البديل للاستفادة منه استراتيجياً.

٢- الوقود الحيوي (تعريفه-استخداماته):

الوقود الحيوي :هو الوقود المستمد من الكائنات الحية سواء النباتية أو الحيوانية منها، وهو أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة، على خلاف غيرها من الموارد الطبيعية مثل النفط والفحم الحجري وكافة أنواع الوقود الأحفوري والوقود النووي.

والوقود الحيوي هو وقود نظيف يعتمد إنتاجه في الأساس على تحويل الكتلة الحيوية سواء كانت ممثلة في صورة الحبوب والمحاصيل الزراعية مثل الذرة وقصب السكر أو في صورة الزيوت مثل زيت فول الصويا والنخيل والجاتروفا وغيرها من النباتات وتحويلها إلى إيثانول كحولي أو ديزل عضوي وإجراء بعض المعالجات الكيميائية عليه حتى يجاري البترول في خصائصه و يصبح منافس حقيقي له ويصبح وقود بديل ومتجدد.

ويستخدم الوقود الحيوي غالباً في مجال النقل لأنه يتميز بإنبعاثات غازية أقل من إنبعاثات الوقود الأحفوري (النفط)، حيث يمزج الإيثانول أو الديزل الحيوي مع الوقود الأحفوري بنسب مختلفة، ويجب إجراء بعض التعديلات على محركات السيارات من أجل استخدام هذا المزيج، وفي البرازيل يستخدم الوقود الحيوي أيضاً في مجال توليد الكهرباء.

٣- أسباب إنتاج الوقود الحيوي:

مثلت المصادر الجديدة للطاقة خلال الثلاثة عقود الماضية أهم محاور البحث العلمي وذلك لتوفير أمن الطاقة وخوفاً من نضوب المصادر الحفرية كالبترول والفحم الحجري والغاز الطبيعي قبل نهاية القرن الحادي والعشرين،وتحتل الزراعة دائماً مكانة متميزة في الفكر العالمي بصفتها أول مصدر آمن للوقود والطاقة عرفه الإنسان من خلال حرق الحطب وأشجار الغابات وبالتالي كان فكر العودة إلى الزراعة بحثاً عن الطاقة وارداً وليس غائباً عن الأذهان مع تسخير التقدم العلمي والتكنولوجي في تطوير هذا المصدر الوقودي المرتقب ليتماشى مع ما هو موجود حالياً من آلات وسيارات وشاحنات وطائرات .

وفيما يلي سيتم عرض الأسباب التي أدت إلى البحث عن سبل جديدة لتأمين الوقود والطاقة المستقبلية:

١- ارتفاع أسعار البترول:

يعتبر الغرب أن ارتفاع أسعار البترول هو السبب الرئيسي للاتجاه نحو البحث عن وقود بديل نتيجة لأن البترول ليس منتج تنافسي وإنما تسيطر على أسعاره جهة واحدة وهي منظمة الدول المنتجة للبترول (أوبك)OPEK،وبالتالي فإن الأسعار المعلنة للنفط هي أسعار مفروضة وليست أسعار تنافسية،وخاصة وأن ٧٥% تقريباً من إنتاجه يتم من خلال دول الشرق الأوسط وحدها، كما أن زيادة الطلب عليه هو نتيجة التقدم الحضاري والتحول الكبير نحو الصناعة،إضافة إلى كونه مصدر الطاقة الوحيد حتى الآن،كل هذه الأسباب أدت إلى ارتفاع أسعاره بشكل دوري.

٢- أمن الطاقة والوقود:

يعد هذا السبب من الأسباب التي دعت العديد من دول العالم للبحث عن مصادر خاصة بها من أجل الحصول على الطاقة بدلاً من الوقوع في عبودية الدول المصدرة للبترول والغاز والاستسلام لأسعارها الإجبارية.

فعلى سبيل المثال فإن إنتاج البرازيل للإيثانول وفر لها حوالي ١٨ بليون دولار تقريباً خلال الفترة من ١٩٧٩- ١٩٩٠م.

وكذلك أيضاً الدول الصناعية الكبرى ومنها بريطانيا وألمانيا وفرنسا وإيطاليا تعتمد كلياً على استيراد الغاز الطبيعي من روسيا وهي ترى مخاطرة كبرى لما يمكن لروسيا أن تفرضه عليهم من ارتفاع في الأسعار وغيره من القرارات.

وكذلك الصين أيضاً ترى أن توفير احتياجاتها من الطاقة محلياً يؤمن لها مستقبلها الصناعي والتكنولوجي.

٣- تعديل الميزان التجاري:

ترى العديد من الدول المستوردة للبترول أنها تنفق الكثير من عملاتها الأجنبية الاحتياطية لاستيراد البترول بما يخل بميزانها التجاري ويقلل من الاحتياطي النقدي الأجنبي لديها خاصة الدول النامية والدول المنطلقة اقتصادياً مثل الهند والصين والبرازيل وتايلاند وإندونيسيا وكوريا ودول غرب إفريقيا والعديد من الدول الآسيوية.

٤- تغيرات المناخ:

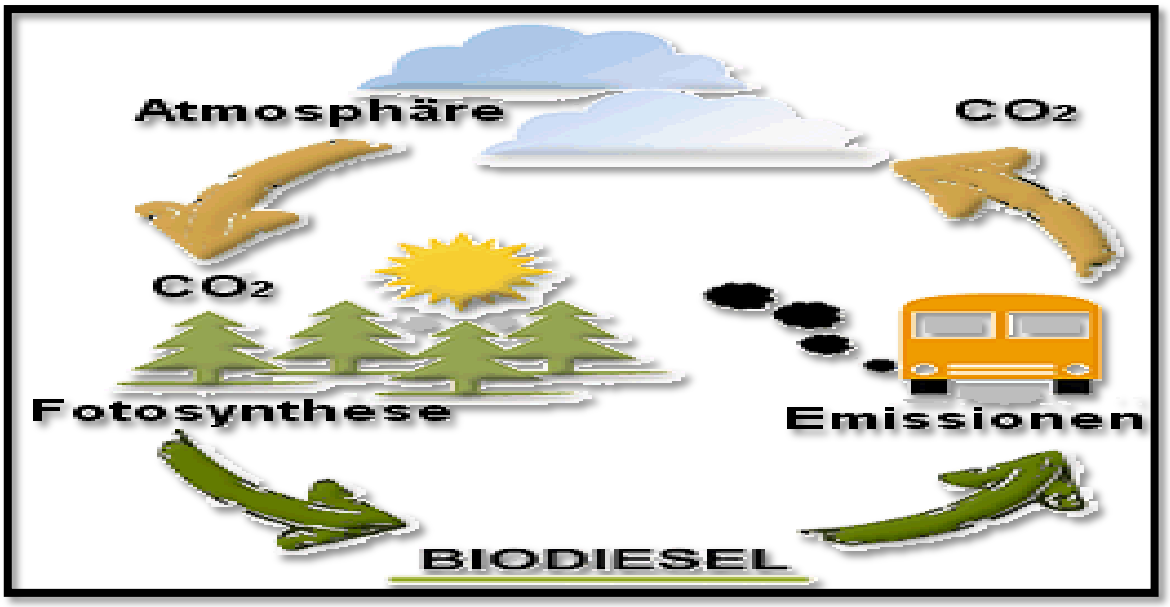
نظراً للاتجاه العالمي لتقليل الانبعاثات الحرارية للغازات الدفيئة المعروفة باسم ظاهرة إنبعاثات الصوبات الزراعية (ظاهرة البيت الزجاجي) وهي الظاهرة التي تسببت في ارتفاع درجة حرارة الأرض في الفترة الماضية و يتوقع العلماء و المختصون نتائج كارثية بسبب هذه الظاهرة.
ومن المتوقع أن استخدام الوقود الحيوي يساعد في تقليل الانبعاثات الكربونية والنيتروجينية وخاصة وأن إنتاج الوقود الحيوي يتطلب زيادة المساحات الزراعية والتي تقوم بامتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون من خلال عملية التمثيل الضوئي .

٥-التنمية الحضرية وزيادة الدخل:

التوسع الزراعي يوفر العديد من فرص العمل للعاطلين وللخريجين بما يساعد على الاستقرار وتنمية الريف وزيادة دخل المزارعين لأن معظم الحاصلات الزراعية المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي يمكن زراعتها في الأراضي الضعيفة والقاحلة بما يزيد من التوسع الزراعي ويحقق زيادة في الدخل القومي.

٦- تلوث الهواء:

يمكن التقليل من نسب تلوث الهواء باستخدام الوقود الحيوي لأن الانبعاثات الكربونية الصادرة من الوقود الحيوي أقل من مثيلاتها المنبعثة من الوقود الحفري إضافة إلى أن الوقود الحيوي لا يحتوي على الرصاص أو الفلزات الثقيلة الذي يحتويه العديد من أنواع البنزين والمازوت وبالتالي يقل الضغط على طبقة الأوزون الحامية للغلاف الجوي لكوكب الأرض ويقلل من تلوث الهواء بما ينعكس على الصحة العامة للبشر.



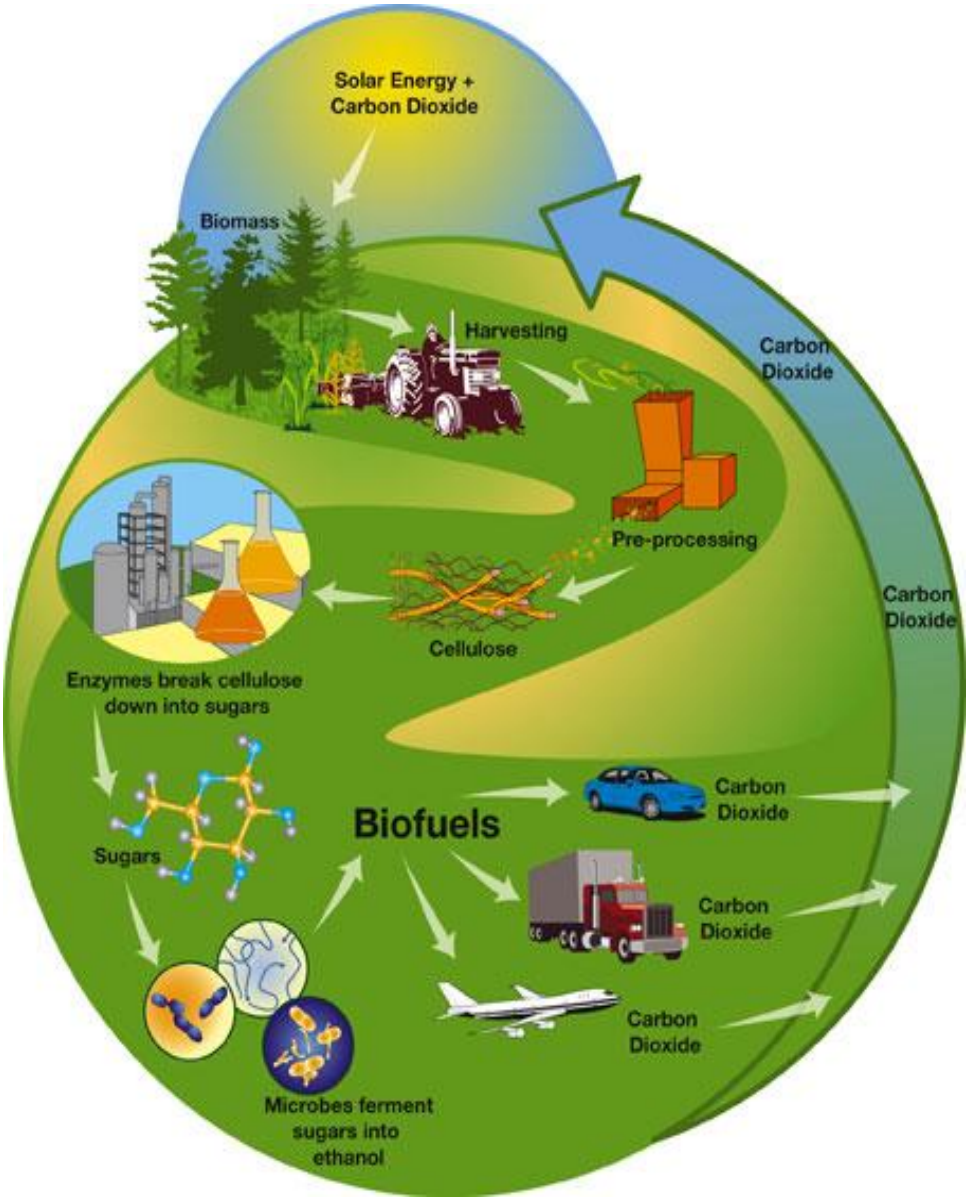
الشكل (٣-١) دورة انبعاثات الوقود الحيوي.

٧- حماية التربة الزراعية واستصلاح المزيد من الأراضي:

الحاجة إلى مساحات زراعية جديدة للتوسع في زراعة حاصلات الوقود الحيوي سوف تؤدي إلى استصلاح الكثير من الأراضي القاحلة وشبه القاحلة وضمها إلى الرقعة الزراعية ،كما أنها سوف تقلل من احتمال تدهور التربة واستصلاح الأراضي سيؤثر ايجابياً على الدولة من الناحية الاقتصادية.

٨- معالجة المخلفات الزراعية:

هناك مئات الملايين من أطنان المخلفات الزراعية تتراكم سنوياً في مختلف دول العالم ويعد التخلص منها مشكلة كبيرة مثل حرق قش الأرز وبقايا الحاصلات الزراعية وتسبب هذه المخلفات العديد من المشكلات البيئية بما يؤثر على الصحة العامة وتزيد من التلوث البيئي ،استخدام هذه المخلفات في إنتاج الوقود الحيوي بمختلف أنواعه بما فيه الغاز الحيوي يعد تخلصاً آمناً من هذه المخلفات ويحولها إلى طاقة منتجة ويوفر الكثير من النفقات التي تصرف في التخلص منها دون الاستفادة من الطاقة الحيوية الموجودة فيها.



الشكل (٣-٢) الدورة الطبيعة لإنتاج الوقود الحيوي.

٤- أنواع الوقود الحيوي:

يقسم الوقود الحيوي إلى ثلاثة أنواع:

١-الوقود الحيوي الصلب: ويشمل مخلفات الكائنات الحية الصلبة الموجودة على سطح الأرض ومن هذه المخلفات الأشجار الخشبية الزراعية وبعض المحاصيل السكرية والنشوية الزيتية.
٢- الوقود الحيوي السائل: يأتي بصيغ متعددة منها الإيثانول والديزل الحيوي أوالزيوت النباتية.
٣- الوقود الغازي(الغاز الحيوي): وهو عبارة عن مزيج من غاز الميتان وثاني أكسيد الكربون وغازات أخرى ولكن بنسب ضئيلة جداً وتنتج هذه الغازات عن طريق عملية الهضم أو التخمر اللاهوائي للمخلفات العضوية أي بمعزل عن الأوكسجين ومن هذه المخلفات روث الحيوانات ومياه الصرف الصحي (الحمأة).

وفي محاضرتنا هذه سوف نتكلم عن الوقود الحيوي السائل ومصادره وبعض أشكاله وأكثر النباتات إنتاجاً له.

٤-١- المصادر النباتية الأكثر احتواء على الوقود الحيوي السائل:

-النباتات الحاوية على السكر و النشاء مثل قصب السكر والذرة والشوندرالسكري ويستخرج منها الإيثانول عن طريق التخمير.

-النباتات الحاوية على الزيوت مثل الصويا وعباد الشمس والذرة ومن النباتات الحاوية أيضاً على الزيوت الجاتروفا و الطحالب وهذه النباتات لا تؤكل وسيتم التكلم عنها بشكل مفصل وذلك لأهميتها في إنتاج الزيت الحيوي، كل هذه النباتات يستخرج منها الزيوت ثم تعالج كيماوياً للحصول على الديزل الحيوي.

٤-٢- أشكال الوقود الحيوي السائل:يأتي الوقود الحيوي السائل بعدة أشكال وبصيغ مختلفة نذكر منها:

٤-٢-١- الإيثانول (الإيثانول=Ethanol):

٤-٢-١-١- تعريف الإيثانول وخواصه الفيزيائية والكيميائية:

- ✓ هو مركب كيميائي يعرف بالكحول الإيتيلي، صيغته الجزيئية C_2H_5OHوهو سائل عديم اللون له رائحة مميزة وقابل للاشتعال كثافته أقل من كثافة الماء حيث تبلغ ٠,٨ كغ/ليتر.
- ✓ يتميّز الإيثانول بتباين كبير بين درجتي حرارة تجمده وغليانه حيث تبلغ درجة تجمده -١١٠ C ودرجة غليانه ٧٨,٥ C.

٤-٢-١-٢- مقارنة بين الإيثانول والبنزين:

- ✓ درجة حرارة تبخر الإيثانول أعلى من البنزين لذلك فإن اشتعال الإيثانول أسوأ من اشتعال البنزين حيث تبلغ درجة حرارة تبخر الإيثانول ٩٠٤ C˚ أما البنزين فتقع في المجال (٣٨٠-٥٠٠) C˚.
- ✓ المحتوى الحراري للإيثانول تبلغ ٢٦.٨ kg/kj بينما للبنزين تبلغ٤٢.٧ kg/kj.

٤-٢-١-٣- مزايا مزج الإيثانول بالبنزين:

يمكن مزج الإيثانول مع البنزين بجميع النسب، ولكن في محركات السيارات يمكن مزج الإيثانول مع البنزين بشرط ألا تتجاوز النسبة الكلية عن ٢٠% وذلك بدون تعديل على المحرك بالتالي يتم التوفير في استهلاك البنزين. (وهذه الإيجابية تنطبق على الدول التي سعر الإيثانول فيها أقل من سعر البنزين)

ملاحظة هامة: يجب أن تكون نقاوة الإيثانول الممزوج مع البنزين عالية جداً، فلا ينبغي مزج الإيثانول الذي يحوي على الماء بنسبة ٥% الناتج عن عملية التقطير مع البنزين لأن ذلك يضر بالمحرك بشكل كبير.

لدى مقارنة واحدة الحجم تبين أن المحتوى الحراري للإيثانول يبلغ حوالي ٦٥ % من المحتوى الحراري للوقود التقليدي (البنزين)والجدول التالي يبين خواص لبعض أنواع الوقود:

الجدول(٤-١) خواص الوقود الفنية لكل من الإيثانول و البنزين والمازوت.

خواص الوقود		الإيثانول	البنزين (العادي)	المازوت "الديزل"
التركيب الوزني %	الكربون	٥٢	٨٦	٨٦
	الهيدروجين	١٣	١٤	١٣
	الأوكسجين	٣٥	٠	–
القيمة الحرارية	منسوبة إلى الكتلة *[MJ/kg]*	٢٦,٨	٤٢,٧	٤٢,٥
	منسوبة إلى الحجم *[MJ/l]*	٢١,٣	حوالي ٣٢	حوالي ٣٦
الكثافة عند ١٥ C° *[kg/l]*		٠,٧٩٤	٠,٧٢ – ٠,٧٨	٠,٨١٥ – ٠,٨٥٥
اللزوجة الحركية عند ٢٠ C° *[mm^2/s]*		١,٥	٠,٦	٤
درجة حرارة التبخر C°		٧٨	٢٥ – ٢١٥	١٨٠ – ٣٦٠
درجة حرارة الاشتعال الذاتي C°		٤٢٠	حوالي ٣٠٠	حوالي ٢٥٠
حرارة التبخر النوعية *[kJ/kg]*		٩٠٤	٣٨٠ – ٥٠٠	حوالي ٢٥٠

ولأن الإيثانول يمتلك ضغط تبخر أعلى من البنزين و كذلك حرارة تبخر نوعية أعلى، فإن خواص الاشتعال للإيثانول عند درجات حرارة المنخفضة هي أسوأ منها للبنزين. من خلال ذلك يتبين بشكل واضح أنه يلزم حرارة أكثر لتبخير الإيثانول؛ وبالتالي يستنتج من ذلك أن الهواء المسحوب إلى محرك الاحتراق يجب أن يكون أسخن نسبياً من أجل تأمين حرارة كافية للتبخر.

٤-٢-١-٤- مراحل إنتاج وتصنيع الإيثانول:

١- تحضير المواد الخام: وتشمل تقطيع وطحن المحاصيل السكرية مثل قصب السكر ثم تعصر لنحصل على المحلول السكري منها.

٢- التخمر:

الخميرة: هي كائنات عضوية دقيقة من فطريات وجراثيم تتكاثر بالانشطار، وتعمل على تحويل السكر إلى كحول.

نواتج التخمر النظرية:

الإيثانول (٥١,١%) وثاني أوكسيد الكربون (٤٨,٩%) .

والحرارة (١٤٧ kcal\kg).

نواتج التخمر الفعلية:

الإيثانول (٤٠÷٤٨)% والباقي ثاني أوكسيد الكربون وحرارة.

٣- التقطير:

وهي عملية فيزيائية يتم فيها فصل المزيج السائل إلى مكوناته الأساسية وفي هذه الحالة يتم فصل المزيج الخارج من التخمر إلى الإيثانول والماء.

وتتم هذه العملية بالاستفادة من الخاصتين التاليتين:

١- اختلاف درجة حرارة غليان كل من الإيثانول والماء عند ضغط ثابت.

٢- اختلاف ضغط بخار الماء عن ضغط بخار الإيثانول عند درجة غليان ثابتة.

ويُشار إلى أن درجة نقاوة الإيثانول الناتج عن التقطير لا تتجاوز (٩٥÷٩٦)%.

٤- التجفيف:

إذا كان الإيثانول المطلوب ذو نقاوة عالية (أعلى من ٩٦%) فيُلجأ للتجفيف بإحدى الطريقتين التاليتين:

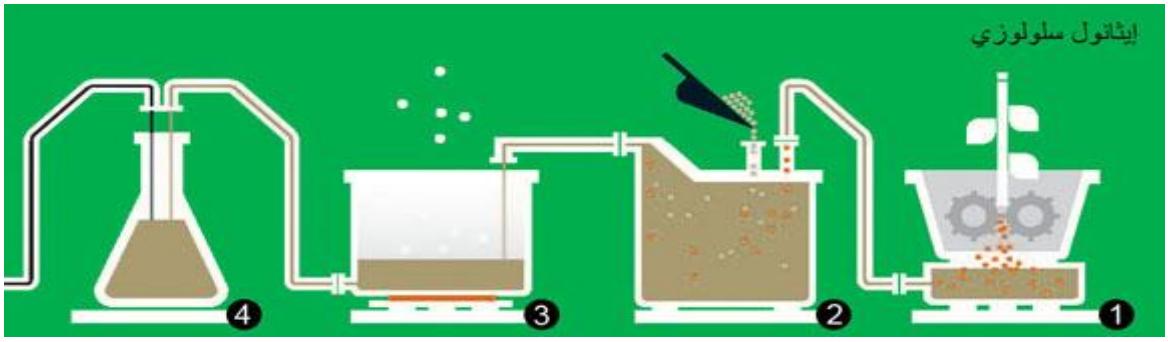
١- يضاف سائل ثالث للمزيج (مثل البنزين) فيتغير سلوك غليان المزيج فينفصل الإيثانول عن الماء تماماً.

١- طريقة الامتصاص الفيزيائية باستخدام غربال جزيئي ذي مسامات غاية في الصغر لا تسمح إلا بمرور الجزيئات الصغيرة، ويبقى بالغربال الجزيئات الكبيرة.

٥- معالجة المخلفات:

تستخدم المخلفات الصلبة كعلف للحيوانات.

أما المخلفات السائلة فيجب معالجتها قبل طرحها، لأن التخلص منها بشكل غير مدروس يضر بالتربة والنباتات وربما بالمياه الجوفية أيضاً.



الشكل (٤-١) يبين مراحل انتاج الإيثانول

شرح الرسمة السابقة:

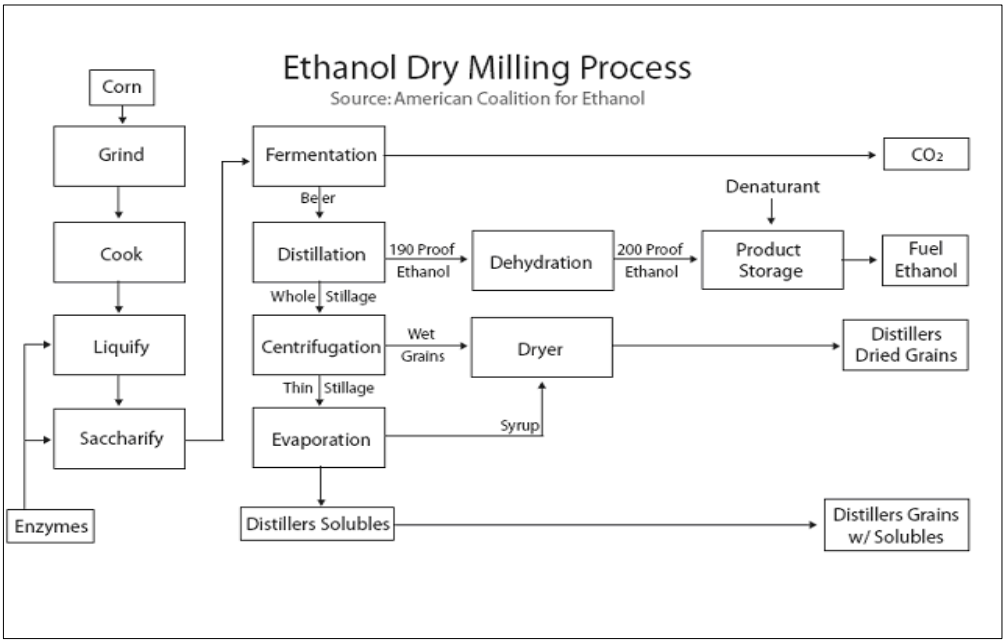
المرحلة الأولى: يتم انحلال الأحماض والإنزيمات وتحولها إلى سكريات.

المرحلة الثانية: تنقل السكريات إلى الحوض فتحوله الخميرة إلى مزيج من الإيثانول والماء.

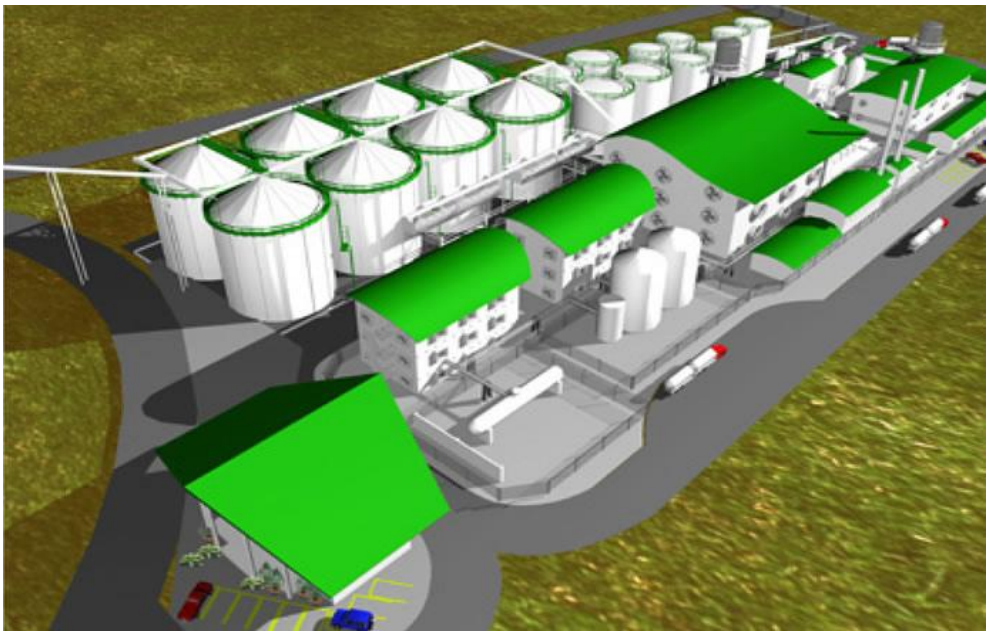
المرحلة الثالثة: يقطر المزيج لاستخراج الإيثانول وينطلق الماء وثاني أكسيد الكربون كناتجين جانبيين.

المرحلة الرابعة: يتم حرق الإيثانول مباشرة أو يتم خلطه مع البنزين.

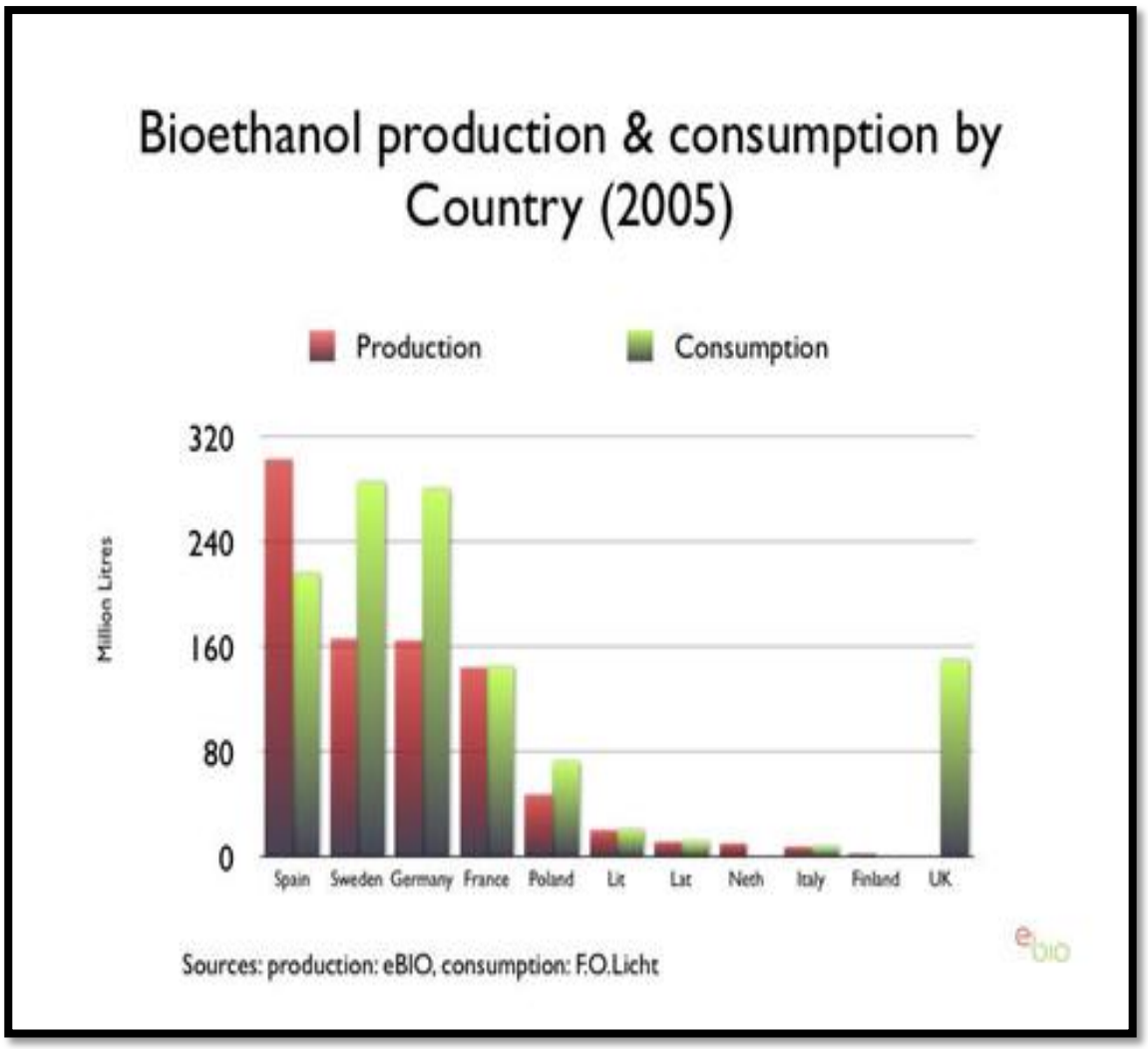
والشكل التالي أيضاً يبين مراحل إنتاج الإيثانول بشكل نظري.



الشكل (٤-٢) مراحل إنتاج الإيثانول.



الشكل (٤-٣) صورة مجسمة لأحد معامل إنتاج الايثانول



الشكل (٤-٤) إنتاج واستهلاك الإيثانول حسب الدولة.

٤-٢-١-٥- الإيثانول والبيئة:

هناك تباين واضح بين آراء الخبراء حول صداقة الإيثانول للبيئة:

فالبعض ذهب إلى أن إنبعاثات الإيثانول ضارة بطبقة الأوزون وعلى أنه أسوأ من البنزين كمارك جاكوبسون أستاذ هندسة البيئة بجامعة ستانفورد حيث قال في خلاصة بحثه عن الإيثانول "إن وقود الإيثانول ليس أفضل من البنزين، بل يبدو أسوأ."

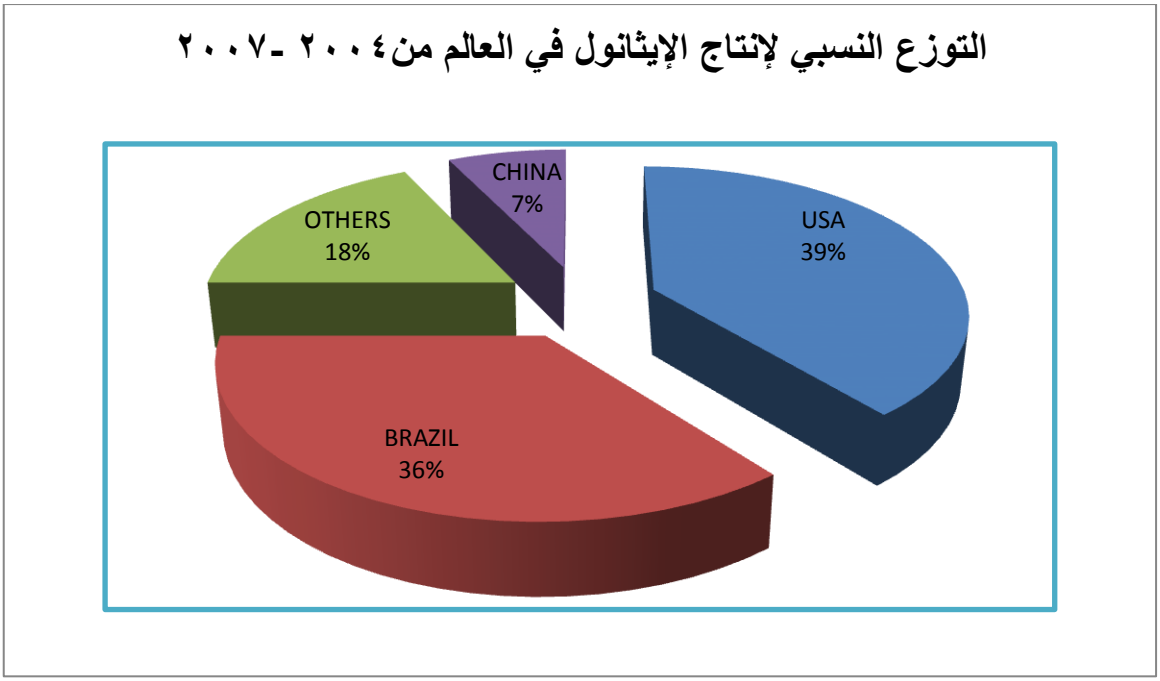
أما البعض الآخر فقادته أبحاثه العلمية إلى أن الإيثانول أقل ضرراً بالبيئة من الوقود الأحفوري.

٣-٢-١-٦- الإيثانول والأمن الغذائي والمائي العالميين:

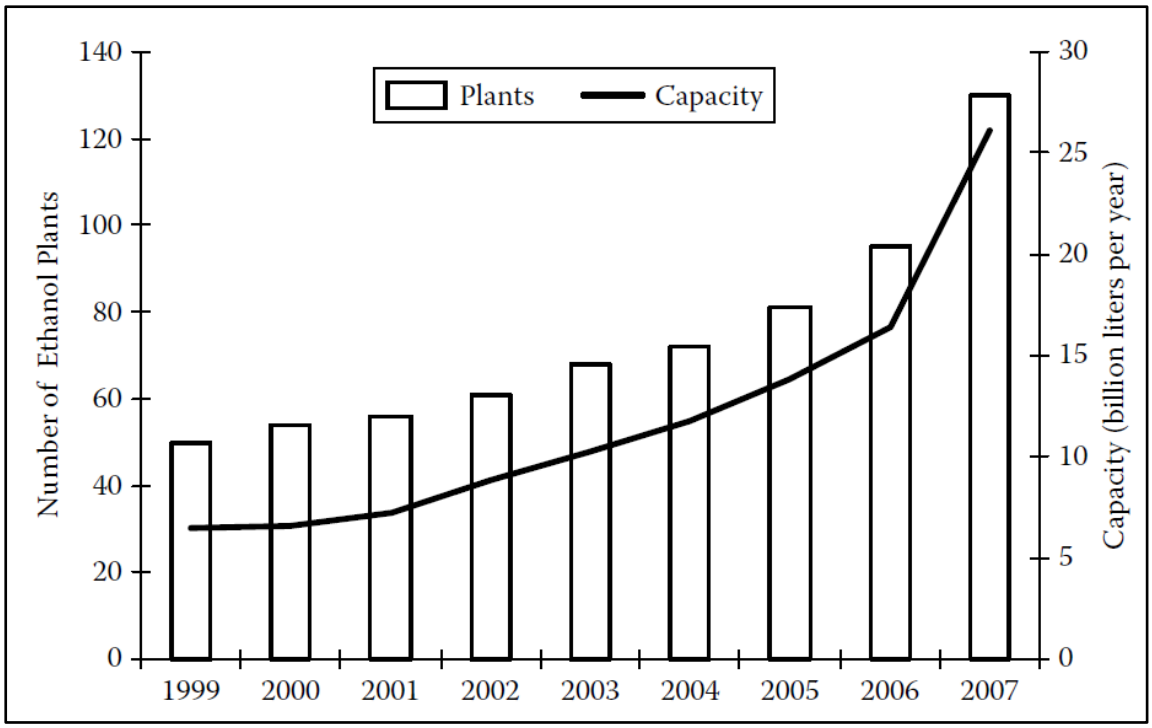
إنّ ما لا يختلف عليه أحد هو أن إنتاج الإيثانول يتطلب كمية هائلة من المحاصيل الزراعية القابلة للاستهلاك البشري مثل الذرة وقصب السكر وغيرها من المحاصيل الزراعية وبالتالي فإن ذلك أدى إلى ارتفاع واضح بأسعار هذه المحاصيل التي يستخرج منها الإيثانول وصل في بعض الحالات إلى الضِّعف !

والأسوأ من ذلك هو أن نسبة الكمية المستهلكة من المحاصيل الغذائية لإنتاج الإيثانول مقارنة بكمية الإيثانول المنتجة كبيرة نسبياً وهذا يهدد بحصول كارثة غذائية عالمية إذا ما اعتمدت الدول الكبرى الإيثانول كوقود بديل عن الوقود الأحفوري مستقبلاً.

أما بالنسبة لكمية المياه المستهلكة لريّ المحاصيل المستخدمة لإنتاج الإيثانول فهو مثير للقلق أيضاً، فقد أعربت منظمة الفاو عن نظرتها السلبية حول إنتاج الإيثانول، فحسب دراسة لها فإن البرازيل ومن أجل استخراج لتر واحد من وقود " الايثانول " من محصول قصب السكر ، يستهلك المزارعون كمية كبيرة من الماء في عملية الري !!



الشكل(٤-٥) التورع النسبي لإنتاج الإيثانول في العالم ٢٠٠٤-٢٠٠٧



الشكل (٤-٦) نمو انتاج الإيثانول في الولايات المتحدة من كانون الثاني ١٩٩٩ حتى تموز ٢٠٠٧

٤-٢-٢- الديزل الحيوي(تعريفه-استخداماته-مصادره):

وهو عبارة عن وقود يتم استخراجه من المحاصيل الزيتية مع إضافة نسب من الكحول وتسمى هذه العملية باسم الأسترة أو(التأستر) وتتم عملية الإنتاج بخلط (٨٠-٩٠%) تقريباً من الزيت مع

(١٠-٢٠%) كحول مع وجود حامض محفز أثناء التسخين وبالتالي ينتج كميات من الديزل الحيوي تكون مساوية لكمية الزيت الذي أضيف في بدء عملية الإنتاج،وهناك نظام يعرف باسم عامل باء وهو عامل يحدّد كمية وقود الديزل الحيوي في أي مزيج للوقود فمثلاً B20 هو خليط من الديزل الحيوي والديزل البترولي بنسبة٢٠% حجماً ديزل حيوي و٨٠% حجماً ديزل بترولي.

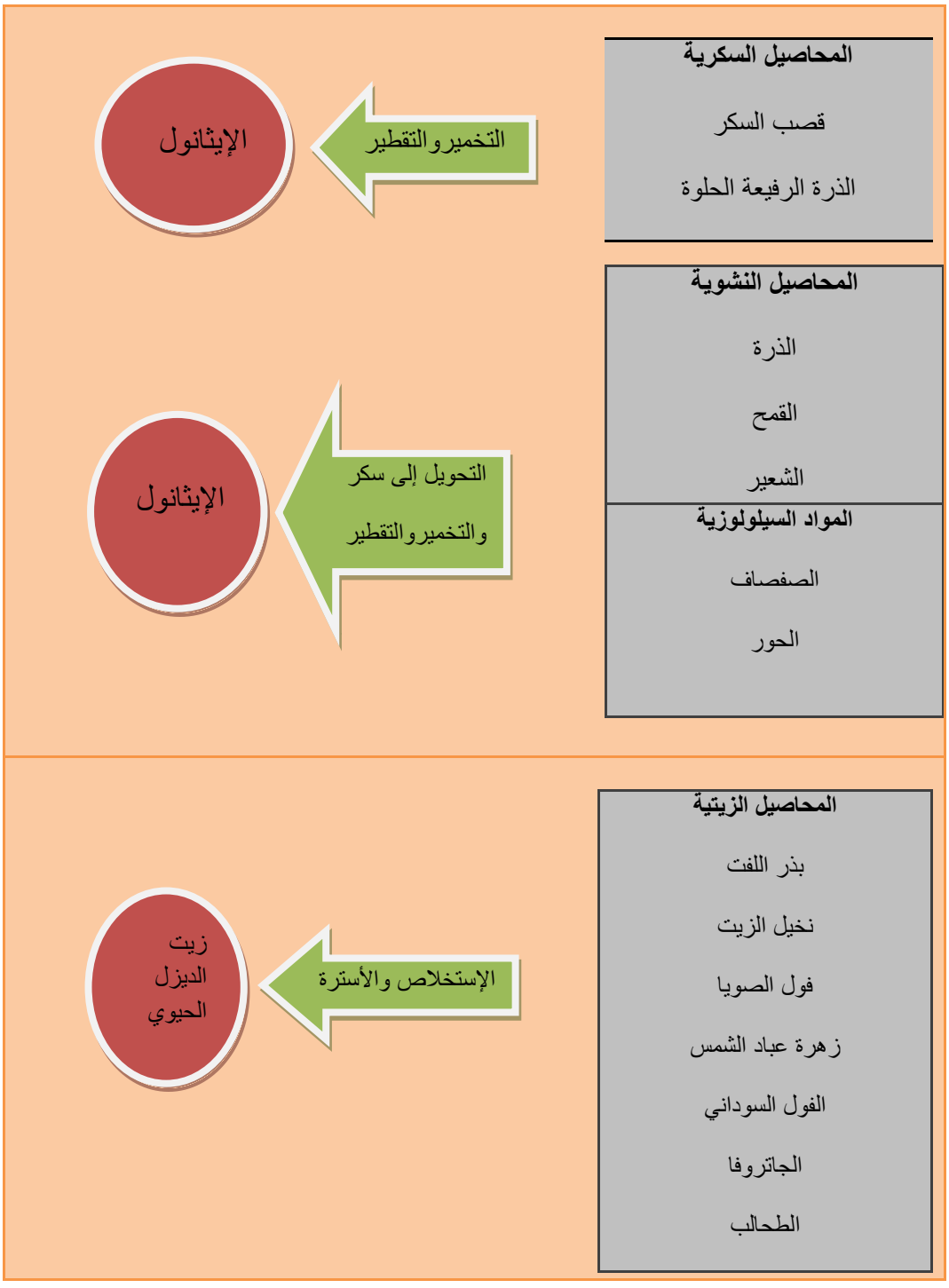
وللديزل الحيوي استخدامات كثيرة فمثلاً يستخدم كوقود للسيارات والشاحنات منفرداً أو بخلط مع الديزل البترولي.

ولكن نتيجة لزيادة كثافة الزيت في المناطق الباردة والمعتدلة فإن استخدام زيوت النباتات قد لا يكون مناسباً للعمل المباشر على محركات الديزل العادية ولا بد من إجراء تعديلات محددة على هذه المحركات ومنها وجود التسخين المسبق قبل تشغيل المحرك على الديزل الحيوي خاصة وأن المحركات الحديثة للديزل تستخدم الإشعال الإلكتروني وما زالت التجارب قائمة لإمكانية التخلص من هذه المشكلة وذلك بخلط الديزل الحيوي مع الديزل البترولي.

وهناك مصادر كثيرة من النباتات لاستخراج الديزل الحيوي ولكن بكفاءات مختلفة نذكر أهمها والتي تكون ذو كفاءة عالية في إنتاج الديزل الحيوي :

الجاتروفا والطحالب والنخيل والذرة والقمح وغيرها من النباتات الأخرى.

والشكل التالي يبين الحاصلات الزراعية والنباتات المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي:



الشكل (٤-٧) الحاصلات الزراعية والنباتات المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي

٤-٢-٢-١- نبات الجاتروفا (Jatrovha curcas):

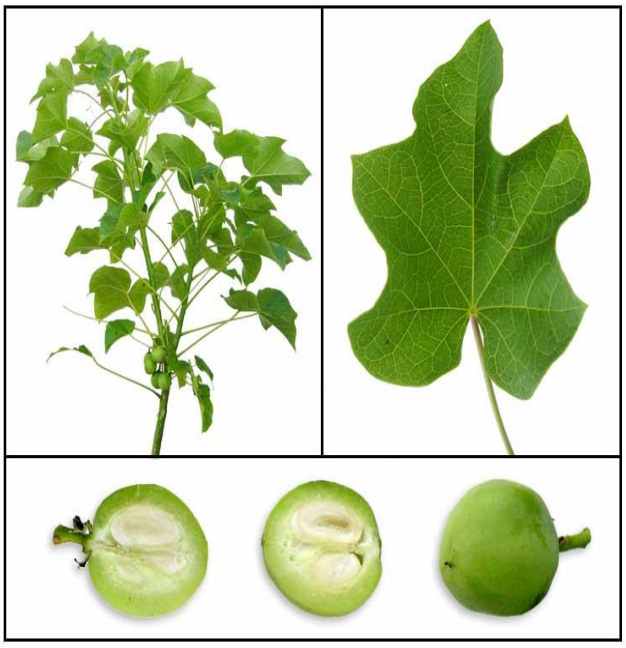
إن الموطن الأصلي للجاتروفا هو المكسيك وأمريكا الوسطى ومنها انتشرت الشجيرات إلى العديد من المناطق الجافة وشبه الجافة والاستوائية من العالم.

تصمد نبتة الجاتروفا أمام الحرارة المرتفعة أو المنخفضة، وكلما كانت الشجرة أكبر سناً كلما كان ذلك أفضل من حيث صمودها في الظروف الجوية المختلفة، وتتحمل الجفاف ويمكنها أن تعيش على رطوبة الهواء، حيث يمكن زراعتها في جميع أنواع الترب الرملية والمالحة والصخرية.

وقد زاد الاهتمام في المعرض الدولي لترويج الوقود الحيوي في طوكيو بشجرة الجاتروفا حيث وصفت بأنها كنز من كنوز الطبيعة والبديل المهم للطاقة الحالية.

٤-٢-٢-١-١- مواصفاتها:

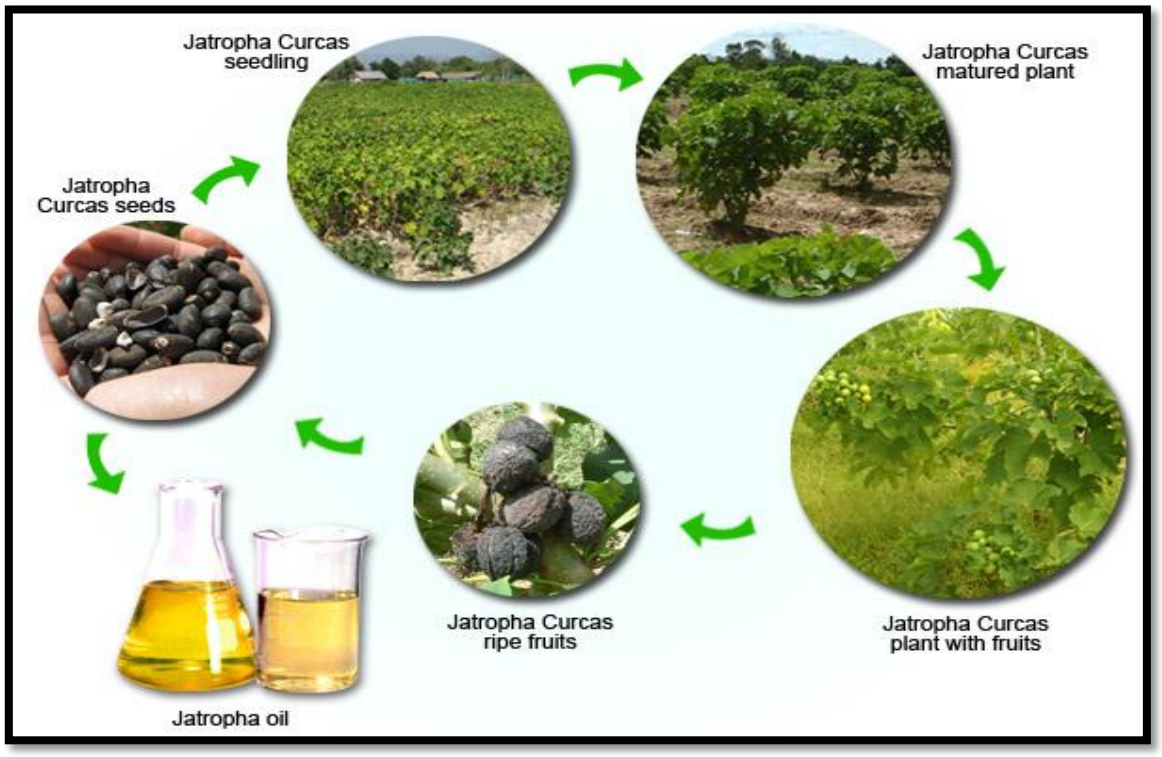
١. شجرة صغيرة ارتفاعها تقريباً من (٧-١٠)م.
٢. الأفرع غليظة.
٣. الأوراق خماسية طولها حوالي ٨.٥سم.
٤. الأزهار صفراء مخضرة.
٥. الثمار كبسولية طولها ٢.٥سم تقريباً.
٦. تبلغ نسبة الزيت في البذور من (٣٠-٤٠)%.
٧. تصل نسبة الدهون المشبعة في زيت الجاتروفا إلى ٢٠%، والدهون غير المشبعة إلى ٧٩%.



الشكل(٤-٨) نبات الجاتروفا

٤-٢-٢-١-٢- استخدامات زيت الجاتروفا:

يستعمل زيت الجاتروفا في إنتاج الديزل الحيوي حيث يحترق الديزل الحيوي عند الدرجة ١٦٨ درجة مئوية مقابل ٧٠ درجة مئوية عند الديزل العادي ، وعند احتراقه يعطي نسبة أقل من أول أكسيد الكربون والغازات السامة لذا يطلق عليه الزيت الصديق للبيئة.



الشكل (٤-٩) مراحل نمو نبتة الجاتروفا.

والعجينة الناتجة من استخلاص الزيت من بذور الجاتروفا هي عجينة شديدة السمية غير ملائمة لتغذية الحيوانات ،لكن يمكن استخدامها لإنتاج الأسمدة لاحتوائها على النتروجين بنسبة (٣.٢-٣.٨)% والبوتاسيوم بنسبة ١.٥٥%والفوسفور بنسبة ٠.٤٥%، ويمكن استخدامها كوقود لتوليد الكهرباء في التوربينات البخارية.

كما ويستفاد من الدهون المستخلصة من عملية التصنيع في أوربا في عمليات غزل الصوف وصناعة النسيج وتستخدم أيضاً في صناعة الصابون المنزلي.

٤-٢-٢-١-٣- معلومات عامة عن إنتاج نبات الجاتروفا:

- كل ١ هكتار من الأرض يستوعب حوالي ٢٢٠٠ شجرة من نبات الجاتروفا ويلزم لزراعته حوالي ٨ كغ من البذور.
- الإنتاج السنوي لشجرة الجاتروفا حوالي ٣.٥كغ من البذور، وبالتالي ينتج الهكتار الواحد (٧-٨) طن من البذور.
- ينتج الهكتار الواحد حوالي (٢.٥-٣) طن من الزيت.

٤-٢-٢-١-٤- الجاتروفا عالمياً واقتصاديا:

إن نبات الجاتروفا يمكن أن يشكل البديل الأكثر واقعية لمصادر الطاقة التقليدية وذلك للأسباب التالية:

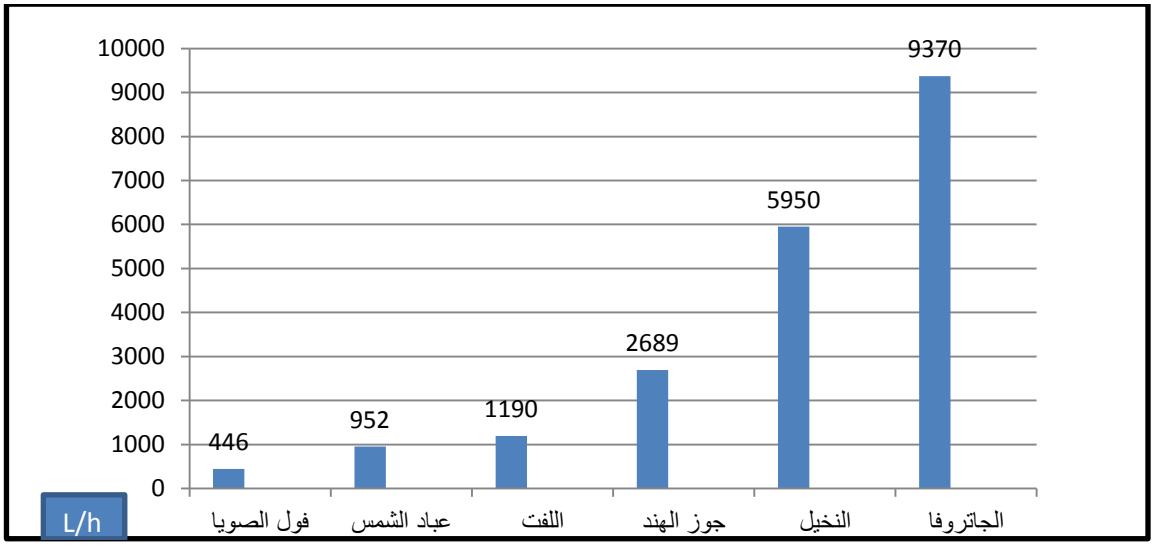
- عدم استخدام كميات هائلة من الذرة وقصب السكر في إنتاج الزيت الحيوي.
- تشجير أراضي غير صالحة للاستخدام وبالتالي زيادة المساحات الخضراء وحماية البيئة.
- تقليل استخدام المياه والأسمدة الزراعية.
- زيادة فرص العمل.
- مصدر جديد للطاقة والتي يرتفع سعرها يوماً بعد يوم.
- الحد من الانبعاثات الناتجة عن الاحتراق.

٤-٢-٢-١-٤-١- تجربة زراعة الجاتروفا في مصر:

- نجحت زراعة الجاتروفا في صعيد مصر (الأقصر)حيث تمت الزراعة بالغابة التي تروى على مياه الصرف الصحي وذلك ضمن المشروع القومي للاستخدام الآمن لمياه الصرف الصحي المعالج في زراعة الغابات الشجرية.
- تمت زراعة الشتلات في تربة صحراوية.
- مسافات الزراعة بين كل شجيرة هي ثلاث أمتار (٤٦٦نبات/فدان أي حوالي ١٢٦٠نبات/هكتار).

- لم يتم إضافة أي نوع من أنواع التسميد.
- بلغ محصول الشجرة الواحدة بعد سنتين من٣إلى٤ كغ ومن المتوقع أن يصل تقريباً من (١٢-١٨) كغ/شجرة بعد مرور أربع إلى خمس سنوات.
- تم إنتاج الزيت الحيوي من بذور الجاتروفا وتم تكريره بأحد المعامل الإنجليزية وثبت من النتائج أن مستوى إنتاج هذا الزيت الحيوي أعلى من نظيره في البلاد الأخرى.

الشكل (٤-١٠) يبين إنتاج الجاتروفا مقارنة بالمحاصيل الأخرى:



الشكل (٤-١٠) يبين نسبة إنتاج الزيت بين النباتات

٤-٢-٢-١-٥- ملخص عام:

تعتبر زراعة الجاتروفا (صناعة الديزل الحيوي)أداة عظيمة بالنسبة لدول العالم من خلال:

- تشجير أراضي غير صالحة للاستخدام .
- تقليل استخدام المياه والأسمدة الزراعية.
- توفير فرص العمل وبالتالي زيادة في مستوى الدخل.
- مصدر بديل البترول الذي يرتفع سعره يوماً بعد يوم وتنخفض معدلات إنتاجه سنة بعد سنة.
- كفاءته في الحد من الانبعاثات الناتجة عن الاحتراق وقلة تكلفته.

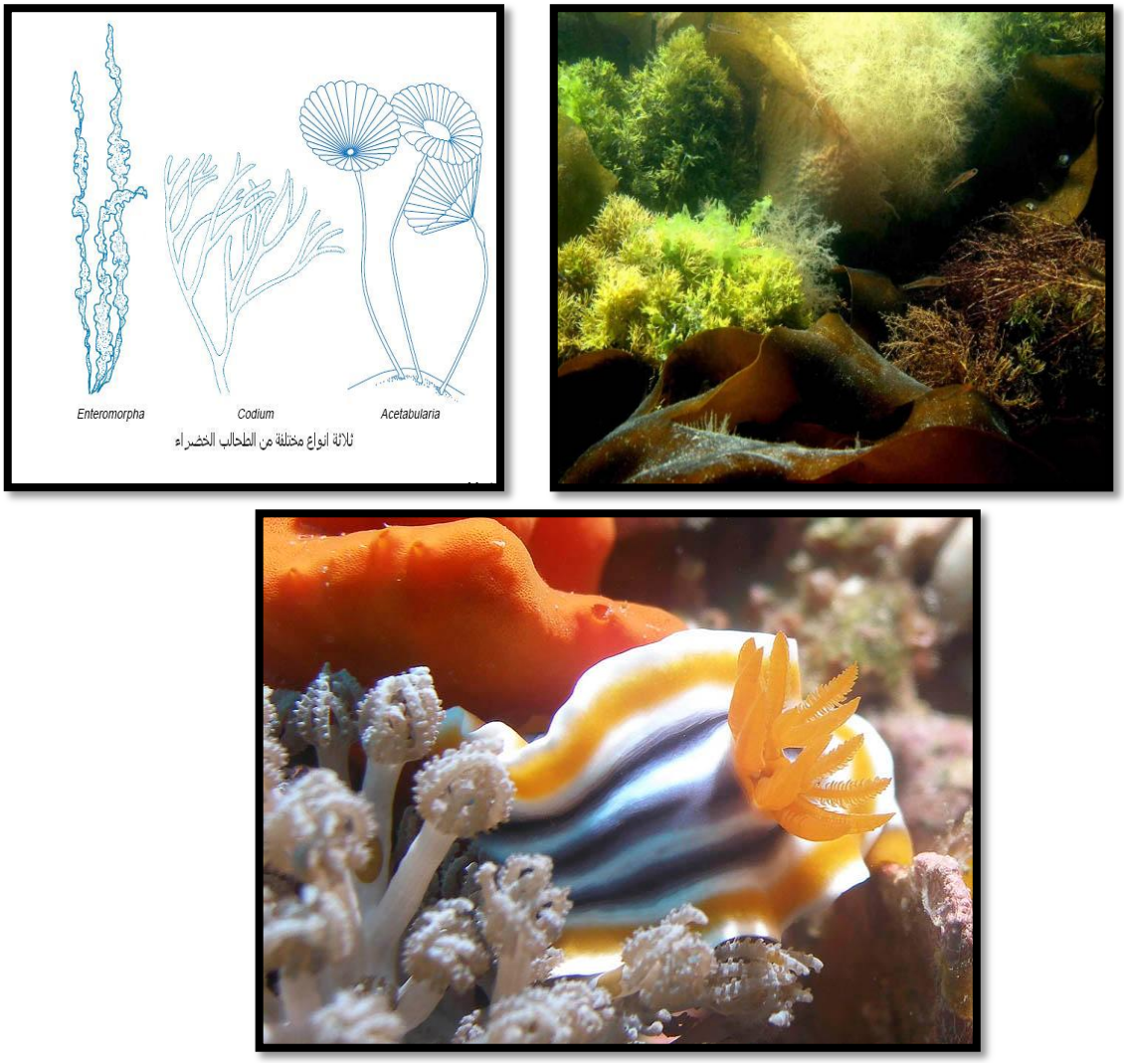
٤-٢-٢-٢- الطحالب Algae:

٤-٢-٢-٢-١- تعريف الطحالب:

الطحالب عبارة عن كائنات ثالوسية التركيب (أي لا يكون بأجسامها جذور أوسيقان أو أوراق)ولها أحجام مختلفة فقد يصل طول بعضها إلى ١٠٠م مثل طحلب اللامينياريا البني، ولها عدة أنواع تصل إلى ٢٢ ألف نوع تقريباً.

وتحتوي الطحالب على صبغة اليخضور كصبغة رئيسية للقيام بعملية التمثيل الضوئي وبعضها يحتوي بالإضافة إلى اليخضور على صبغات أخرى تعطيها ألواناً متمايزة.

ويبين الشكل (٤-١١) بعض أشكال الطحالب:

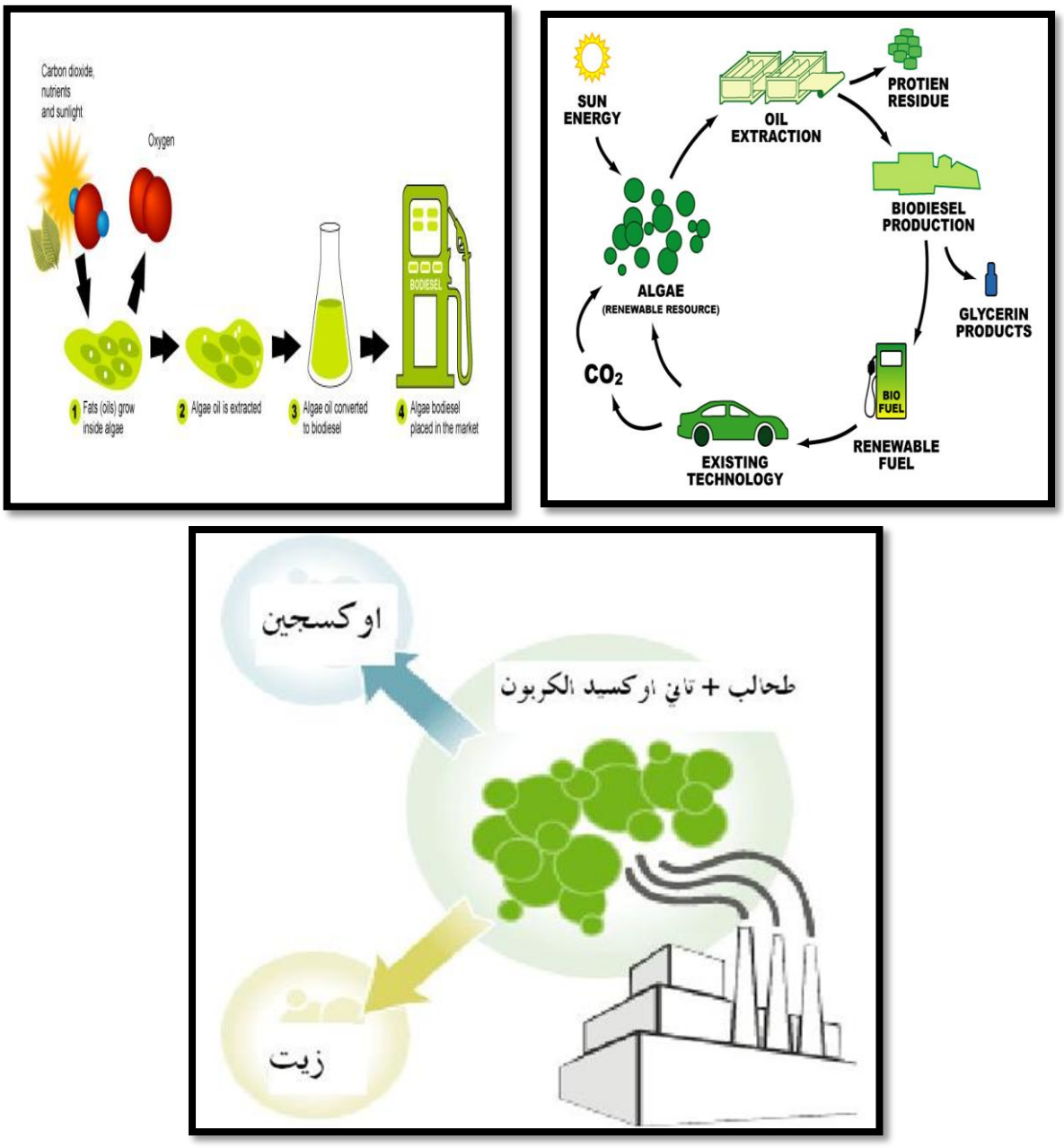


الشكل(٤-١١) بعض أشكال الطحالب.

٤-٢-٢-٢-٢- كيفية استخراج الزيت من الطحالب :

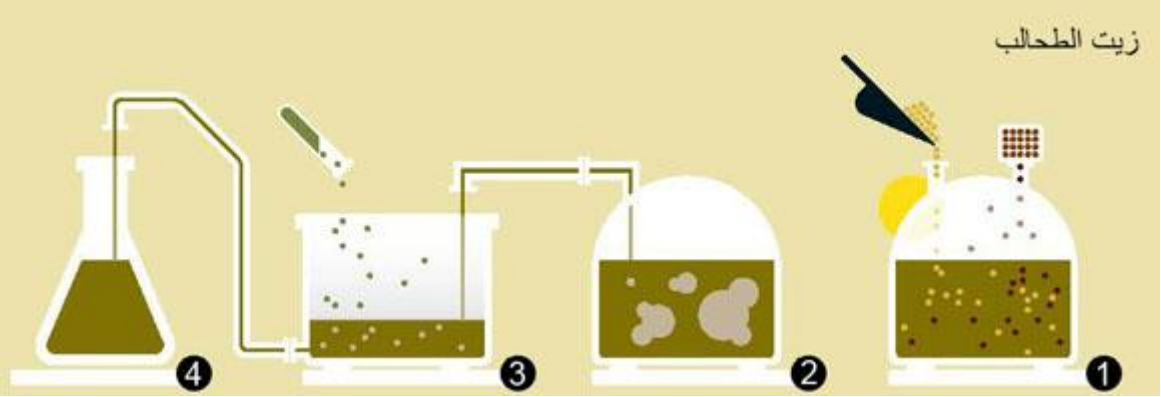
تمتص الطحالب ثاني أكسيد الكربون وتقوم أشعة الشمس والمياه بإفراز السكريات باستخدام طريقة التمثيل الضوئي ثم تتحلل هذه السكريات إلى زيوت دهنية وبروتينات وتكون هذه الزيوت بنسب كبيرة وهذا ماجعل هذه النباتات تلقى اهتماماً كبيراً وواسعاً من العلماء والباحثون.

والشكل (٤-١٢) يبين الفكرة العلمية لكيفية استخراج الزيت من الطحالب:



الشكل (٤-١٢) يبين الفكرة العلمية لكيفية استخراج الزيت من الطحالب.

٤-٢-٢-٢-٣- مرحل استخلاص الزيت من الطحالب:



الشكل (٤-١٣) مراحل استخلاص الزيت من الطحالب.

المرحلة الأولى: تعرض الطحالب الموجودة ضمن البحيرات أو الأحواض لأشعة الشمس وتغذى بثاني أكسيد الكربون والمغذيات.

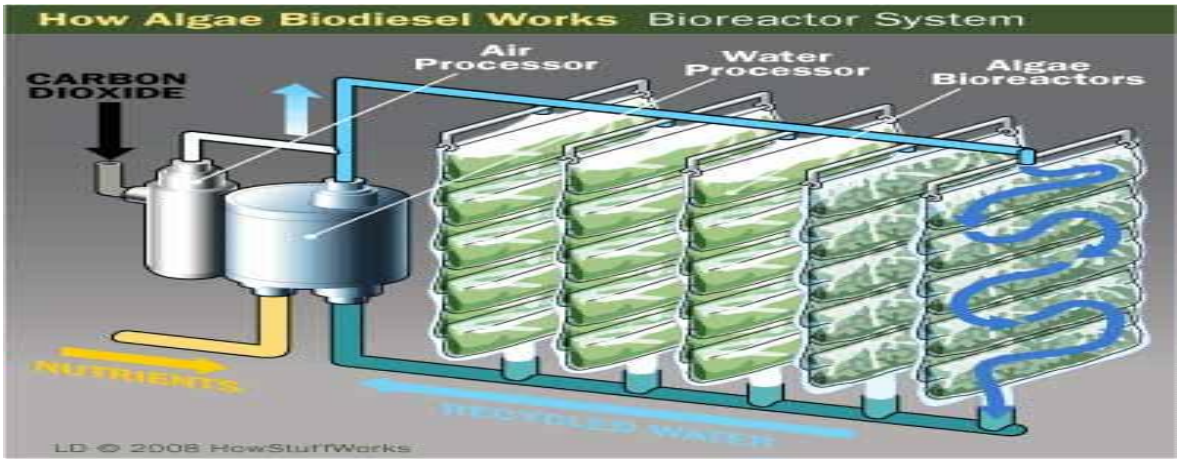
المرحلة الثانية: تتكاثر الطحالب وتنتج زيوت ضمن نطاق واسع من الخلايا ويتم جمع الخلايا الناضبة بطرق مختلفة وسنذكر بعض هذه الطرق لاحقاً.

المرحلة الثالثة: يحلل المذيب الكيميائي الخلايا فيقتلها ويطلق الزيت.

المرحلة الرابعة: يتم تكرير الزيوت إلى أنواع مختلفة من الوقود مثل الديزل الحيوي والبنزين الحيوي ولكن يتطلب هذا التكرير معدات متخصصة.

يبين الشكل (٤-١٤) البيئة الحاضنة للطحالب:

وهي عبارة عن مياه تكون موجودة في أكياس بلاستيك شفافة يوضع بها الطحلب ويكون موصل بها أنبوب لمدها بثاني أكسيد الكربون ومعرضة لضوء الشمس وتكون هذه المياه مخلوطة بالمحلول المغذي.



الشكل (٤-١٤) البيئة الحاضنة للطحالب .

٤-٢-٢-٢-٤- طرق زراعة الطحالب:

توجد طرق مختلفة لزراعة الطحالب واستخراج الزيت نذكر منها:

١- طريقة البرك المفتوحة:

يتم بهذه الطريقة غمر الطحالب في مياه بحرية مليئة بالمواد المغذية ووضعها في اسطوانات ولا تلامس هذه الاسطوانات التربة ولا يهم أن يكون الموقع قريب من البحر وتعتبر عملية إنتاج الوقود الحيوي بطريقة البرك المفتوحة هي الطريقة المفضلة حتى الآن على الرغم من التكاليف الرأس مالية العالية بسبب الحاجة إلى مساحات كبيرة من الأرض.

الشكل (٤-١٥) بركة مفتوحة.

٢-طريقة المفاعلات الحيوية الضوئية:

إن عملية المفاعلات الحيوية الضوئية تعتبر نموذجاً مغلقاً على عكس البرك المفتوحة وبالتالي فإنها تقلل عملية التلوث ولكن هذه الطريقة تحتاج إلى تكاليف رأسمالية أعلى بكثير من الطريقة السابقة.

وتتضمن هذه الطريقة تصميم حاويات ضخمة وشفافة لتسمح بمرور ضوء الشمس. ويمكن أن تكون حاويات عمودية يبلغ ارتفاعها عدة أمتار وتتم تهويتها بالهواء المشبّع بثاني أُكسيد الكربون.

الشكل (٤-١٦)الأنابيب التي يمر عبرها الطحالب والمياه

الشكل (٤-١٧) المفاعلات الحيوية التي يتم معالجة الطحالب فيها

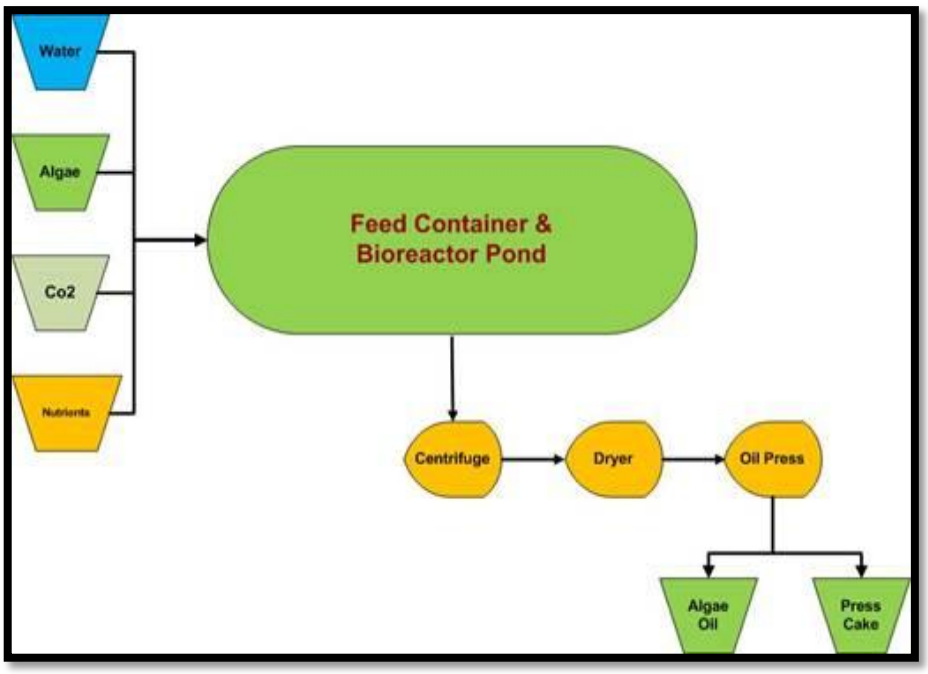
كيفية عمل هذه الطريقة:

يمر خليط من الطحالب والمياه الجارية عبر سلسلة من الأنابيب الأفقية،و في البداية ستكون المياه خالية من الشوائب، مع إضافة بعض المواد الغذائية يمكن ضخ الخليط مباشرة إلى المصنع، ويمكن تصفية الطحالب لتتم معالجتها وتحويلها إلى وقود عن طريق ما يسمى بالمفاعلات الحيوية حيث يتم سحب أجزاء من السائل من المفاعل باستمرار ويتم تجفيفها على شكل فطائر من الطحالب المركزة

حيث يمكن تحويلها إلى وقود ديزل حيوي أو ايثانول من خلال المزيد من المعالجة الكيميائية للزيت المستخرج .

الأمر لا يحتاج إلى أكثر من ٣.٥ ساعة تقريباً داخل المفاعل الحيوي لكي تتحول الطحالب إلى زيوت تتم معالجتها لتصبح ديزل حيوياً.

الشكل (٤-١٨) يبين المواد الداخلة في إنتاج الطحالب وكيفية تحولها إلى زيت حيوي:



الشكل (٤-١٨) المواد الداخلة في إنتاج الطحالب وكيفية تحولها إلى زيت حيوي

٣-طريقة التخمير المغلقة:

هي عملية فريدة من نوعها تستخدم نوعاً من الطحالب يعيش على غيره heterotrophic algae ويمكنه النمو في الظلام، على عكس أنواع الطحالب التي تستخدم في الطريقتين السابقتين، هذا النوع من الطحالب لا يمكنه صنع غذائه عن طريق التمثيل الضوئي ولكن يتم تغذيته بالسكريات. إن طريقة التخمير المغلقة لها مستقبل واعد، حيث إنها تتطلب تكاليف رأسمالية أقل من باقي الطرق، وتحتاج هذه الطريقة إلى مساحات أقل من الطرق السابقة، وهي ذات إنتاجية عالية.

لكن على الرغم من كون التكاليف الرأسمالية لهذه الطريقة رخيصة إلا أن تكاليفها التشغيلية ليست كذلك، حيث إن الجلوكوز اللازم لتغذية الطحالب مكلفة نوعاً ما، لذلك تتركز جهود البحث

والتطوير لإيجاد طرق أرخص لتغذية الطحالب مثل استخدام النفايات أو المواد السليلوزية من دون تخفيض نوعية الزيوت التي يتم إنتاجها.

الشكل (٤-١٩) المعالجة الكيميائية المخبرية للزيت الطحلبي

٤-٢-٢-٢-٥- المحاسن والمساوئ لاستخدام الطحالب في إنتاج الوقود الحيوي:

المحاسن:

- بما أن الطحالب مادة غير غذائية فهي إحدى أهم المحاسن مقارنة مع نباتات الطاقة الأخرى، بالإضافة إلى إمكانية الاستفادة من الأراضي الخصبة الصغيرة والمتطرفة،
- المياه التي تغذي الطحالب يمكن أن تكون مياه مالحة.
- كمية الزيوت النباتية الموجودة في بعض سلالات الطحالب تصل تقريباً إلى٥٠% من إجمالي الطحالب، كما أن معدل نمو الطحالب سريع للغاية، وهو ما يعني أنه لن يكون هناك عجز في توفير أي كميات مطلوبة لإنتاج الوقود الحيوي، وهو ما يجعل من هذه الطحالب نموذجاً مثالياً لمصادر الطاقة المتجددة
- الطحالب تستطيع مضاعفة حجمها في الظروف الملائمة خلال فترات قليلة.

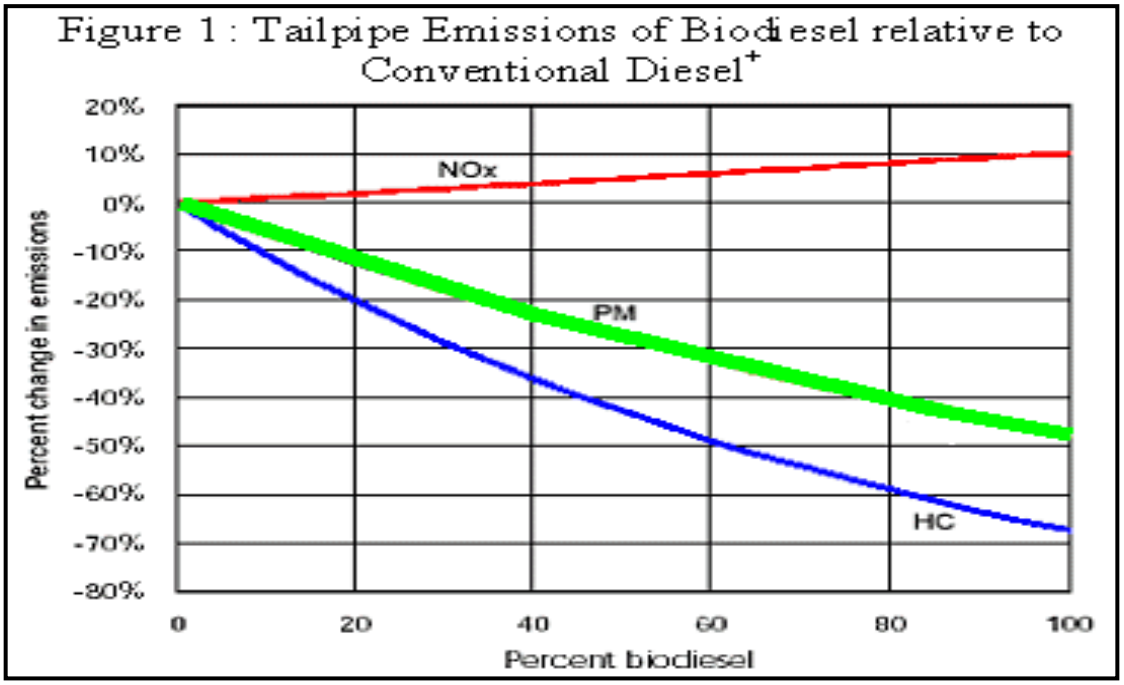
- ❖ تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة جيدة.
- ❖ الطحالب تستطيع النمو في مختلف الظروف المناخية بما في ذلك المناطق الحارة والمناطق الباردة، بل يمكن نموها في مناطق صحراوية ، ولذلك يمكن القول إن الطحالب يمكن أن تكون مصدر الوقود للبشرية في المستقبل.

المساوئ:

- ❖ التحديات التي تواجه إنتاج الطاقة من الطحالب تتمثل في تقليل التكلفة حيث أن العائق الرئيسي لانطلاق الطحالب كمصدر للوقود هو تكلفة الإنتاج.
- ❖ إن زراعة الطحالب في البرك المفتوحة تقلل تكاليف الإنتاج، ولكن تجعل الطحالب تتلوث بسهولة لوجود بعض المواد المرشحة طبيعياً.

هذا وقد تلقى أخيراً موضوع استخدام الطحالب كمصدر جديد للكتلة الحيوية لإنتاج الطاقة المتجددة الكثير من الاهتمام والدراسة في الكثير من المراكز البحثية المتخصصة في العالم.

يبين الشكل (٤-٢٠) مخطط توضيحي للمقارنة بين انبعاثات الغازات السامة للوقود الأحفوري والوقود الحيوي:



الشكل (٤-٢٠) مخطط توضيحي للمقارنة بين انبعاثات الغازات السامة للوقود الأحفوري والوقود الحيوي

٥- الصفات المطلوب تواجدها في النباتات التي تنتج الوقود الحيوي:

يتعين عند اختيار النبات الذي سيوظف للحصول منه على وقود أن تتحقق فيه الاعتبارات التالية:

١) أن لا تكون احتياجاته المائية عالية.
٢) أن يكون النبات ذو إنتاجية عالية للوقود.
٣) أن لا تحتاج زراعته الكثير من المخصبات.
٤) أن تكون زراعته عالية الكثافة.
٥) أن يقاوم الجفاف.
٦) أن يقاوم مسببات الأمراض.

٦- إحصائيات وأرقام وتجارب بعض الدول في استخدام الوقود الحيوي:

٦-١- الولايات المتحدة الأمريكية:

شهدت الولايات المتحدة الأمريكية أكبر نمو للوقود الحيوي حيث تدعمه تسهيلات ضريبية عديدة.. وإنتاج الوقود الحيوي في الولايات المتحدة ازداد من ٠.٢٥ مليون برميل يومياً إلى نحو ٠.٨٥ مليون برميل يومياً بحلول منتصف عام ٢٠٠٩.

في عام ٢٠٠٩ شكل الإيثانول نحو ٨% من استهلاك الولايات المتحدة من البنزين، إذ يتم مزج ٣٠% من البنزين بالوقود الحيوي تقريباً.

إن وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة تسمح بمزج ١٠% من حجم الإيثانول مع البنزين التقليدي كحد أقصى. وهذا الحد الأقصى الحالي للمزج يشكل عقبة مهمة تحول دون زيادة استهلاك الإيثانول،استناداً إلى الاتجاهات الحالية للطلب على البنزين ومستويات استهلاك الإيثانول الإلزامية.

٦-٢- البرازيل:

لفترة طويلة ظلت البرازيل مركزاً رئيسياً لإنتاج الوقود الحيوي مستغلة صناعة قصب السكر الهائلة لديها لإنتاج الإيثانول،حيث بلغت صادرات الإيثانول البرازيلي إلى الدول الأوروبية خلال شهرين ٥٥٧ ألف ليتر..

و تتميز البرازيل عن غيرها من الدول بغناها بمصادر الإيثانول حيث تمتلك ٣٢٠ مركباً لتحضيره من عصير قصب السكر فيما تعمل الآن على بناء ٥٠ مركباً جديداً ينتظر أن تكتمل خلال السنوات القليلة القادمة.

٦-٣- دول الإتحاد الأوربي:

على مدى السنوات العديدة الماضية تم الترويج للوقود الحيوي في أوروبا باعتباره وسيلة لمعالجة أمن إمدادات الطاقة والمخاوف المتعلقة بتغير المناخ، كذلك للمساعدة على زيادة الدخل بالنسبة إلى القطاع الزراعي. هذه الأهداف انعكست في سياسات طموحة من جانب الاتحاد الأوروبي في هذا المجال، حيث وافق رؤساء دول وحكومات الاتحاد الأوروبي والبرلمان الأوروبي في كانون الأول (ديسمبر) ٢٠٠٨ على تنفيذ حزمة من الإجراءات لتغير المناخ وتحديد أهداف للطاقات المتجددة. هذه الأهداف تشمل ما يلي : الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة بنسبة ٢٠% عن مستويات عام ١٩٩٠ بحلول عام ٢٠٢٠؛ تحقيق ٢٠% من حصة الطاقة المتجددة في إجمالي استهلاك الطاقة في الاتحاد الأوروبي بحلول عام ٢٠٢٠، والتوصل إلى ١٠% كحد أدنى من حصة الوقود الحيوي من مجمل استهلاك البنزين والديزل في مجال النقل في الاتحاد الأوروبي بحلول عام ٢٠٢٠.

إن أسواق الوقود الحيوي في أوروبا خلافاً لنظيراتها في كل من الولايات المتحدة والبرازيل يأتي وقود الديزل الحيوي فيها في المقام الأول، حيث إن إنتاج الإيثانول في أوروبا عام ٢٠٠٨ كان نحو ٥٠ ألف برميل يومياً، مقارنة بـــ١٥٠ ألف برميل يومياً من الديزل الحيوي، وذلك حسب إحصائيات وكالة الطاقة الدولية .IEA لكن أهداف الوقود الحيوي في الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي على المدى القريب توحي بأن الإيثانول في أوروبا يجب أن ينمو بشكل كبير في السنوات القليلة القادمة .

٧- خاتمة و نظرة إلى المستقبل:

أنظار العالم تتجه الآن وبشدة نحو البحث عن الطاقة البديلة والنظيفة لعصر ما بعد النفط و الذي من المنتظر أن يشهد القرن الحادي والعشرون نهايته وعلى الرغم من أن طاقة الرياح و الطاقة الشمسية وطاقة المياه يمكن استغلالها بشكل تجاري واسع إلى جانب الطاقة النووية إلا أن العالم فضل الاتجاه إلى الطاقة الأسهل وهي الطاقة المستخرجة من الحاصلات الزراعية والتي من الواضح أنها ستنافس الإنسان في طعامه وشرابه إن لم تكن هذه المنافسة قد بدأت فعلاً.

وقد أنشئت منظمات دولية لمتابعة أمور الوقود الحيوي والنهوض به ولحل مشكلاته ومن هذه المنظمات وكالة الطاقة الدولية International Energy Agency(IEA)،والمنتدى الدولي للوقود الحيوي The International Biofuels Forumالذي يضم البرازيل والصين والهند وجنوب أفريقيا والولايات المتحدة الأمريكية والمفوضية الأوربية European Commission.وتتبنى كل من الدول المعنية بالوقود الحيوي خطة مدروسة في هذا الصدد فيما يعرف باسم (خريطة الطريق)Roadmap لرسم الخطط التي تحقق التقدم المطلوب في كل مرحلة،وهذا يحقق التقدم كما يحول دون وقوع آية أزمات أومفاجآت تضر بمواطنيها أو اقتصادها،وتعتمد البنية الأساسية في هذه الخطط على العلم من جانب والتعليم من جانب آخر.

الملحق:

إنتاج الوقود الحيوي لمختلف المواد الوسيطة في معظم البلدان العالمية:

المحصول	التقديرات العالمية والقطرية	الوقود الحيوي	إنتاج المحصول طن/هكتار	كفاءة التحويل لترات/طن	إنتاج الوقود الحيوي لترات/طن
قصب السكر	العالمية	الإيثانول	٦٥	٧٠	٤٥٥٠
الذرة	العالمية	الإيثانول	٤,٩	٤٠٠	١٩٦٠
الأرز	العالمية	الإيثانول	٤,٢	٤٣٠	١٨٠٦
القمح	العالمية	الإيثانول	٢,٨	٣٤٠	٩٥٢
قصب السكر	البرازيل	الإيثانول	٧٣,٥	٧٤,٥	٥٤٧٦
قصب السكر	الهند	الإيثانول	٦٠,٧	٧٤,٥	٤٥٢٢
نخيل الزيت	ماليزيا	زيت الديزل الحيوي	٢٠,٦	٢٣٠	٤٧٣٦
نخيل الزيت	إندونيسيا	زيت الديزل الحيوي	١٧,٨	٢٣٠	٤٠٩٢
الذرة	الولايات المتحدة الأمريكية	الإيثانول	٩,٤	٣٩٩	٣٧٥١
الذرة	الصين	الإيثانول	٥	٣٩٩	١٩٩٥
فول الصويا	الولايات المتحدة الأمريكية	زيت الديزل الحيوي	٢,٧	٢٠٥	٥٥٢
فول الصويا	البرازيل	زيت الديزل الحيوي	٢,٤	٢٠٥	٤٩١

المصادر: Rajagopal بالنسبة للبيانات العالمية ٢٠٠٧، Naylor بالنسبة للبيانات القطرية ٢٠٠٧

إنتاج الوقود الحيوي في معظم بلدان العالم

البلد	الإيثانول		زيت الديزل الحيوي		المجموع	
	ملايين اللترات	ملايين الأطنان من معادل النفط	ملايين اللترات	ملايين الأطنان من معادل النفط	ملايين اللترات	ملايين الأطنان من معادل النفط
البرازيل	١٩٠٠٠	١٠.٤٤	٢٢٧	٠.١٧	١٩٢٢٧	١٠.٦٠
كندا	١٠٠٠	٠.٥٥	٩٧	٠.٠٧	١٠٩٧	٠.٦٢
الصين	١٨٤٠	١.٠١	١١٤	٠.٠٨	١٩٥٤	١.٠٩
الهند	٤٠٠	٠.٢٢	٤٥	٠.٠٣	٤٤٥	٠.٢٥
إندونيسيا	٠	٠	٤٠٩	٠.٣٠	٤٠٩	٠.٣٠
ماليزيا	٠	٠	٣٣٠	٠.٢٤	٣٣٠	٠.٢٤
الولايات المتحدة الأمريكية	٢٦٥٠٠	١٤.٥٥	١٦٨٨	١.٢٥	٢٨١٨٨	١٥.٨٠
الإتحاد الأوربي	٢٢٥٣	١.٢٤	٦١.٩	٤.٥٢	٨٢٦١	٥.٧٦
بلدان أخرى	١٠١٧	٠.٥٦	١١٨٦	٠.٨٨	٢٢.٣	١.٤٤
العالم	٥٢٠٠٩	٢٨.٥٧	١٠٢٠٤	٧.٥٦	٦٢٢١٣	٣٦.١٢

ملاحظة: تم تقريب البيانات المعروضة.

المصدر:استناداً إلى F.O.licht ٢٠٠٧،والبيانات مستمدة من قاعدة بياناتAglink-cosimo لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الإقتصادي– منظمة الأغذية والزراعة.

الجدول التالي يبين المحتوى الحراري لمنتجات بترولية محددة

المنتج	الكثافة Kg/m3	اللترات لكل طن	المحتوى الحراري الإجمالي(MJ/kg)	المحتوى الحراري الصافي(MJ/kg)
الإيثان	366.3	2730	51.90	47.51
البروبين	507.6	1970	50.32	46.33
البيوتان	572.7	1746	49.51	45.72
الغاز البترولي المسال	522.2	1915	50.08	46.15
النفط	690.6	1448	47.73	45.34
بنزين الطائرات	716.8	1395	47.40	45.03
بنزين المحركات	740.7	1350	47.10	44.75
وقود المحركات التوربينية للطائرات	802.6	1246	46.23	43.92
أنواع الكيروسين الأخرى	802.6	1246	46.23	43.92
زيت الغاز/الديزل	843.8	1185	45.66	43.38
زيت الوقود كبريت منخفض	925.1	1081	44.40	42.81
زيت الوقود كبريت عالي	963.4	1038	43.76	41.57

وحدات الطاقة وأهم التحويلات:

طن بترول مكافئ	مليون وحدة حرارة بريطانية	جيجا كالوري	ميجاوات ساعة	جيجا جول
1	39.69	10	11.63	41.87
0.025	1	0.25	0.29	1.05
0.1	3.97	1	1.16	4.19
0.086	3.41	0.86	1	3.6
0.024	0.95	0.24	0.28	1

طن زيت خام = 0.995 طن بترول مكافئ

طن غاز طبيعي = 1.111 طن بترول مكافئ

طن بنزين = 1.103 طن بترول مكافئ

طن مازوت = 0.972 طن بترول مكافئ

طن بترول = 7.3 طن بترول مكافئ

برميل مكافئ غاز طبيعي = 5000 قدم مكعب غاز طبيعي

طن غاز طبيعي = ١٣٣٠ م٣

متر مكعب غاز طبيعي = ٣٥.٣١٥ قدم مكعب

طن متري = ١٠٠٠ كيلو غرام

المراجع العربية:

تقارير منظمة الأغذية والزراعة الدولية (FAO)١٩٩٠-٢٠٠٨.

تقارير ونشرات هيئة الطاقة الذرية -٢٠٠١-٢٠٠٨.

تقرير أعمال المؤتمر الدولي حول الوقود الحيوي الذي انعقد في ساو باولو- البرازيل٢٠٠٨.

تطور إنتاج بدائل وقود النقل والانعكاسات على الدول الأعضاء بمنظمة الأوبك – تموز ٢٠١٠.

دراسات الوكالة الدولية للطاقة ٢٠٠٧.

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة.

مجلس الطاقة العالمي.

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة.

المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة.

مواقع بيئية مختلفة.

جامعة دمشق.

المراجع الأجنبية:

.www.iea.org

.www.rcreee.org

.www.ren21.net

www.irena.org.

http--re_emsd_gov_hk-english-other-biofuel-bio_tech.htm.

http://www1.eere.energy.gov/biomass/index.html.

http://en.wikipedia.org/wiki/Ethanol_fuel

www.eeaa.gov.eg/arabic/main/env_forests_jatropha.asp

www.world energy.org.