AL KUT JOURNAL OF ECONOMIC AND ADMINISTRATIVE SCIENCES
Publisher: College of Economics and Management - Wasit University

إنتاج الوقود الحيوي (الإيثانول)

ومستقبل الطاقة البديلة المستدامة (تجارب دولية مع إشارة للعراق)

م . د . بشرى عاشور حاجم

قسم الاقتصاد / كلية الإدارة والاقتصاد

الجامعة المستنصرية

bushraashur@gmail.com

مستخلص :

أصبح إنتاج الوقود الحيوي (الإيثانول) واسعا في العديد من اقتصادات الدول الصناعية المتقدمة حيث يحقق توازنا بين النظام الاقتصادي والنظام البيئي باعتباره احد مصادر الطاقة البديلة للنفط ويسمح بتلافي المشكلات البيئية الناجمة عن استخدامه كالانبعاثات التي تتسبب بظاهرة الاحتباس الحراري وتغير المناخ ، ليوصف بذلك الوقود الحيوي كداعم رئيسي لأهداف التنمية المستدامة .

اما في الدول النامية ، فان إنتاج الوقود الحيوي قد لا يكون متداولا على نطاق واسع لافتقار إنتاج وتسويق هذه الصناعة إلى سياسات الدعم الملائمة والحافز التجاري والسوق المستدامة.

وفيما يخص العراق فان التجارب والبحوث العلمية الناجحة لإنتاج الوقود الحيوي (الإيثانول) من بقايا التمور والبطاطا التالفة ومن المخلفات العضوية ، تعد تجارب واعدة بمستقبل لهذه الصناعة على المدى المنظور والبعيد فيما لو توفر لها الدعم الحكومي الملائم.

وقد توصل البحث إلى مجموعة من استنتاجات اهمها :

1- ضعف الاستثمار الأجنبي في العراق وعدم وجود مستثمرين محليين في مجال إنتاج الوقود الحيوي (الإيثانول) وتقاعس الجهات الحكومية في دعمهم وتحفيزهم من خلال التسهيلات المالية .
2- عدم وجود اسواق لمنتجات هذه الصناعة محليا او ضمن المحيط الاقليمي وعدم وجود سيارات محورة او معدلة تتلائم مع هذه النوع من الوقود تعد عائقا امام صناعة الإيثانول في العراق

كما خرج البحث بعدة مقترحات منها :

1- توفير المناخ الاستثماري الملائم ، وإصدار التشريعات الخاصة التي تجذب المستثمرين المحليين والاجانب الذين يحجمون عن الاستثمار في مجال إنتاج الوقود الحيوي (الإيثانول) في العراق .

2- خلق الوعي و تشجيع القائمين في وزارة (النفط ، الصناعة ، النقل) بأهمية مزج (الإيثانول) بالبنزين بنسبة 80 - 20 للتقليل من الاضرار الصحية للمواطنين والتلوث البيئي .

الكلمات المفتاحية :

(الوقود الحيوي ، الإيثانول ، التنمية المستدامة ، تغيير المناخ ، الاحتباس الحراري ، تدوير النفايات)

Abstract :

Biofuel production (ethanol) has become widespread in many economies of advanced industrial countries, as it achieves a balance between the economic system and the ecosystem as one of the alternative energy sources for oil and allows to avoid environmental problems resulting from its use, such as emissions that cause global warming and climate change, to describe biofuels as a support key to the sustainable development goals.

In developing countries, the production of biofuels may not be widely traded because the production and marketing of this industry lacks appropriate support policies, trade incentives, and a sustainable market.

With regard to Iraq, the successful scientific experiments and research for the production of biofuel (ethanol) from the remains of dates and damaged potatoes and from organic waste, are promising experiments for the future of this industry in the advanced and long term, if appropriate government support is provided.

The research reached a set of conclusions, the most important of which are:

1- Weak foreign investment in Iraq, the absence of local investors in the field of biofuel production (ethanol), and the failure of government agencies to support and motivate them through financial facilities.

2- The absence of markets for the products of this industry locally or within the regional environment and the absence of modified or modified cars that are compatible with this type of fuel is an obstacle to the ethanol industry in Iraq

The research also came out with several suggestions

1- Providing the appropriate investment climate, and issuing special legislations that attract local and foreign investors who are reluctant to invest in biofuel production (ethanol) in Iraq.

2- Creating awareness and encouraging those in the Ministry of (Oil, Industry, and Transport) of the importance of mixing (ethanol) with gasoline at a ratio of 80-20 to reduce health damage to citizens and environmental pollution.

key words :

(Biofuels, ethanol, sustainable development, climate change, global warming, waste recycling)

مقدمة :

اكتسب الوقود الحيوي (الإيثانول) ، أهمية كبيرة في العقود الأخيرة في الولايات المتحدة والبرازيل ، وكثير من دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية ، لا سيما في مجال النقل ، وامن الطاقة ، فضلا عن المزايا البيئية واستندت هذه الدول لتحقيق أهدافها على سياسات الدعم الحكومي الكبير الذي جعل من إنتاج الوقود الحيوي كأحد مصادر الطاقة البديلة حدثاً هاماً في الساحة الاقتصادية الدولية .

وسنحاول بإطار بحثنا هذا إلقاء الضوء على جوانب من الوقود الحيوي وضمن المحاور الآتية:

أولا :- الوقود الحيوي والتنمية المستدامة

ثانيا :- إنتاج الوقود الحيوي والدعم الحكومي (تجربة البرازيل والولايات المتحدة انموذجا)

ثالثا :- إنتاج الوقود الحيوي في العراق

واستند البحث إلى فرضية مفادها (إن إنتاج الوقود الحيوي يمكن ان يحقق توازنا بين النظام الاقتصادي والنظام البيئي ، ويؤمن للأجيال القادمة طاقة بديلة أكثر استدامة وفقا السياسات الدعم الحكومي)

وتكمن أهمية البحث (ان خلط الوقود الحيوي (الإيثانول) مع البنزين في وقود السيارات قد اثبت بالتجربة فاعليته في البرازيل والولايات المتحدة في خفض التلوث في المدن ، وتقليل خطر الإصابة بمرض السرطان نتيجة استخدام الرصاص مع البنزين في وقود السيارات .

أولا :- الوقود الحيوي والتنمية المستدامة

1.1- مدخل تاريخي :

لا يعد الوقود الحيوي وقوداً جديداً ، اذ استخدم في الاضاءة عام 1850 ، كما استخدم هنري فورد Henry Ford الوقود الحيوي (الأيثانول) مع البنزين كوقود في نموذجه الافتراضي الأول عام 1908 . [1] ومع انخفاض أسعار النفط ، انحسرت اهمية الوقود الحيوي الذي مالبث ان اكتسب قدراً كبيراً من الاهتمام خلال أزمة الطاقة في السبعينات من القرن الماضي ، [2] فقد شهدت السوق النفطية مستويات غير مسبوقة في الارتفاع ، اذ تصاعدت أسعار النفط الخام من 2.80 دولار / برميل عام 1973 ، الى 32 دولار/برميل عام 1979. [3]

ومع بداية الثمانينات ، تراجع النمو الاقتصادي في الدول الصناعية ، وتراجع الطلب العالمي على النفط الذي ترافق مع فائض في المعروض النفطي ، وانخفض سعر برميل النفط الى 10 دولار / برميل عام 1986 . [4] وتصاعدت أزمة أسعار النفط من جديد في عام 2008 في النصف الاول من العام المذكور ، اذ وصل سعر برميل النفط الى 140 دولار / برميل وصولاً الى 90 دولار / برميل عام 2011 . [5]

الامر الذي دفع بالدول الصناعية الى السعي لتطوير انتاج الوقود الحيوي لتحسين امنها في مجال الطاقة وتنويع مصادرها التي تقيها تقلبات اسعار النفط . ويجنبها تحكم مصادر معينة في سوق الطاقة العالمي ، وكما موضح في الجدول (1).

2.1- ماهية الوقود الحيوي / أنواعه :

يشير مصطلح الوقود الحيوي الى أشكال الوقود الحيوي (الصلب ، السائل ، الغازي) والذي ينتج من مصادر حيوية متجددة ، فالوقود الحيوي طاقة مستمدة من الكائنات الحية (نباتية ، حيوانية ، كائنات دقيقة) [6] ، وهو احد مصادر الطاقة المتجددة Renewable energy sources

التي تختلف عن غيرها من المواد الطبيعية من الوقود الاحفوري ، والفحم الحجري ، والغاز الطبيعي ، ويقسم الوقود الحيوي الى عدة اجيال طبقاً لشكله وللتقنية المستخدمة في صناعته وكما يأتي :

الجيل الاول – يعتمد استخدام المنتجات الزراعية (كمواد خام) ، كالذرة وقصب السكر والكسافا والقمح والكارتروفا .... وغيرها ، لانتاج الوقود الحيوي ، واهم اشكاله (الايثانول الحيوي Bioethanol والديزل الحيوي Biodiesel . [7]

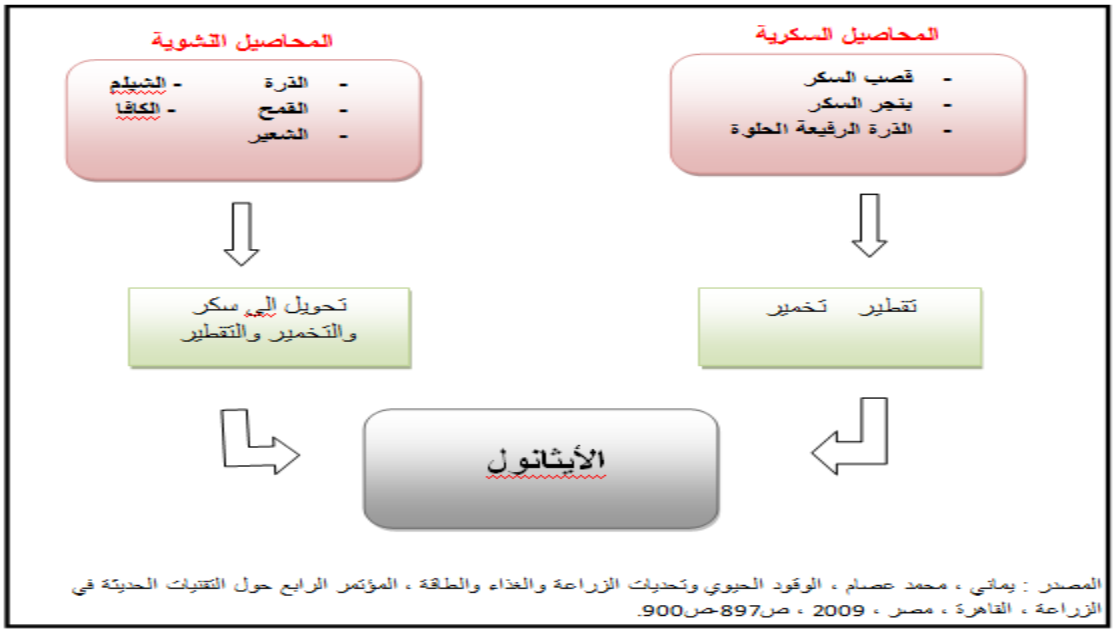
الجيل الثاني _ ويستخدم المخلفات الزراعية (سيقان القمح والذرة وقشور الارز ، نشارة الخشب) ، وتدوير النفايات البلدية ومخلفات الصرف الصحي لانتاج الايثانول والغاز الحيوي . [8]

الجيل الثالث _ ويقوم على اساس تحويل الطحالب ذات المحتوى الزيتي العالي الى وقود حيوي مطور .

الجيل الرابع _ يعتمد على انتاج الايثانول الحيوي من المواد السليلوزية وشبه السليلوزية ، كما يشمل انتاج الغاز الحيوي والهيدروجين الحيوي Biohydrogn من التعديل الوراثي للكائنات الحية الدقيقة (نوع من البكتريا يطلق عليها Labboratorium Mycoplasma لإفراز مواد هيدروكربونية وانتاج وقود حيوي يعد الاحدث عالمياً . [9]

ويعد الايثانول Bioethanol هو اكثر انواع الوقود الحيوي شيوعاً واستخداماً ينتج من تحويل مواد وسيطة كالمحاصيل السكرية مثل قصب السكر وبنجر السكر والذرة الرفيعة الحلوة والمواد الوسيطة النشوية كالقمح والذرة والكسوفا ... وغيرها ، واستخدام الكتلة الحيوية التي تحتوي على سكريات وتخميرها مباشرة لتصبح ايثانول . [10] كما موضح في الشكل (1)

شكل (1) تحويل المواد الزراعية الوسيطة الى ايثانول



المصدر : يماني ، محمد عصام ، الوقود الحيوي وتحديات الزراعة والغذاء والطاقة ، المؤتمر الرابع حول التقنيات الحديثة في الزراعة ، القاهرة ، مصر ، 2009 ، ص897-ص900.

والايثانول يولد ثلث الطاقة التي يولدها البنزين ، ومع ذلك فأنه يحترق بشكل اكثر كفاءة ، قابل للاشتعال يلتهب بلهب ازرق بدون دخان وهو قليل الضرر والسمية ما يسبب الحد الادنى من التلوث البيئي ، كما يستخدم في صناعة العطور والمعقمات وكمادة مذيبة في الصناعات الدوائية،وفي صناعة وقود السيارات وتوفير الطاقة ، ليسهم في تحقيق اهداف التنمية المستدامة في مجال الطاقة والبيئة .

جدول (1) تطوير إنتاج الوقود الحيوي عالمياً (2006 – 2016)* الف برميل يومياً

الانتاج / السنة	الايثانول الحيوي	الديزل الحيوي	الأجمالي
2006	716	125	841
2007	925	179	1104
2008	1.215	262	1477
2009	1.290	314	1604
2010	1.479	357	1836
2011	1.455	426	1881
2012	1.490	467	1957
2013	1.582	529	2111
2014	1.663	571	2234
2015	1.737	526	2263
2016	1.721	586	2307

المصدر: مدني ، حساني شحات محمد ، 2019 ، انتاج الوقود الحيوي واثره على الامن الغذائي بدولة جنوب افريقيا منذ

2007 ، رسالة ماجستير ، جامعة القاهرة ، كلية الدراسات الافريقية العليا / قسم السياسة والاقتصاد ، مصر . ص30 .

3.1 الوقود الحيوي ودعم اهداف التنمية المستدامة

تم ادراج الطاقة الحيوية وغيرها من انواع الطاقة المتجددة طوال العقود الماضية على جدول الاعمال الدولي حول التنمية المستدامة * فمؤتمر الامم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية (في جدول اعمال القرن 21) ، تم التأكيد على دور الطاقة الحيوية في الفصول التي تتعامل مع حماية الغلاف الجوي ، ومكافحة ازالة الغابات ، وتعزيز الزراعة المستدامة والتنمية الريفية . [11]

وفي المؤتمر الدولي للطاقة المتجددة الذي انعقد في بون / المانيا عام 2004 / حزيران ، تم التشديد خلاله على الطاقة الحيوية باعتبارها احد اكثر مصادر الطاقة الواعدة مستقبلا ، وقد تبنى المؤتمر اعلاناً سياسياً وبرنامجاً دولياً للعمل ، وهما يعتبران اسهامين هامين في عمل لجنة التنمية المستدامة ، التي تركزت على الطاقة في اجتماعاتها عامي 2006 و 2007 . [12]

وهذا يعني ان ايجاد مصدر للطاقة كالوقود الحيوي ، وبحسب ما جاء في تقرير منظمة الفاو ، يمكن ان يساهم في دعم خطط التنمية المستدامة في الدول النامية في خفض معدلات الفقر والجوع وتوفير مصادر الطاقة (لاسيما الكهرباء) والتي يفتقر لها قرابة (2) مليار نسمة في مستوى العالم .[13]

كما اكدت المبادرات الرامية الى تحسين سبل الاستفادة من خدمات الطاقة التي يمكن التعويل عليها وتحمل نفقاتها ، وتكون مجدية من الناحية الاقتصادية والبيئة لأغراض التنمية المستدامة ، مما يسهم في تحقيق الأهداف الإنمائية المتفق عليها دولياً .[14]

1.3.1 _ الوقود الحيوي وهدف التنمية السابع (الطاقة)

يتجه هدف التنمية المستدامة رقم (7) في ضمان حصول الجميع وبتكلفة ميسورة على خدمات الطاقة الحديثة والمستدامة بحلول عام 2030 ، وتحقيق زيادة كبيرة في حصة الطاقة المتجددة في مجموع الطاقة العالمية [15] الى جانب تعزيز التعاون الدولي من اجل تيسير الوصول الى بحوث ، وتكنولوجيا الطاقة النظيفة ، بما في ذلك المتعلقة بالطاقة المتجددة والكفاءة في استخدام الطاقة والتكنولوجيا المتقدمة للوقود الاحفوري وتشجيع الاستثمار في البنى التحتية للطاقة وتكنولوجيا الطاقة النفطية .[16]

ففي عام 2007 وافق 27 من رؤساء الدول او المكومات على زيادة 10% من استعمال الوقود الحيوي ، وتقدير مستهدف يبلغ 20% لاستعمال الطاقة المتجددة . بحلول عام 2020 ، وتتوقع الولايات المتحدة انه بحلول عام 2030 سيحل انتاجها من الوقود الحيوي بنسبة 30% محل النفط ،وكما موضح في الجدول(2) الذي يوضح ان كثير من الدول قد اتخذت اهدافاً لانتاج واستعمال الوقود الحيوي.[17]

جدول (2) : الإنتاج الحالي والاستعمال المتوقع للوقود الحيوي لدى المنتجين الرئيسيين

البلد	الانتاج الحالي		الاستعمال المتوقع
	بايو ايثانول	بايو ديزل	
البرازيل	$16.500X10^6L$	_	لا يوجد
الولايات المتحدة	$16.230X10^6L$	$X10^6L290$	ازاحة 30% من النفط بحلول عام 2030 وهو امر يقتضي مليار طن جاف من مواد التغذية المتمثلة في الكتلة الحيوية في السنة
الصين	$2.000X10^6L$	_	15% من احتياجات الطاقة بحلول عام 2020
الاتحاد الاوربي	$950X10^6L$	3.184.000tonnes	5.75 حصة السوق للوقود الحيوي في 2010 زيادة قدرها 10% في استعمال الوقود الحيوي بحلول عام 2020
الهند	$X10^6L300$	_	وزارة البترول خططت لتوفير بنزين مخلوط بالايثانول بمقدار 5% في البلد 2007/2006 تزداد الى خليط قدره 10% ثم 20% من البيوديزل عام 2012
المانيا	_	$10.920x10^6L$	على الاقل 5.75 من مجموع الاستهلاك للوقود من حيث مقدار الطاقة
فرنسا	tonnes161.172	$511X10^6L$	على الاقل 5.75 من مجموع الاستهلاك للوقود من حيث مقدار الطاقة
ايطاليا	_	$227X10^6L$	_

استراليا	لا انتاج يعتد به	$83X10^6L$	5.75% على اساس محتوى الطاقة

المصدر :- الامم المتحدة ، UNEP ، الاتفاقية المتعلقة بالتنوع البيولوجي ، قضايا جديدة وصاعدة تتعلق بالخطط والاستعمال المستدام للتنوع البيولوجي العلمية والتقنية والتكنولوجية ، الاجتماع الثاني عشر ، اليونيسكو باريس ، 20-6 تموز / يوليو 2007 ، البند 5-3 من جدول الاعمال المؤقت .

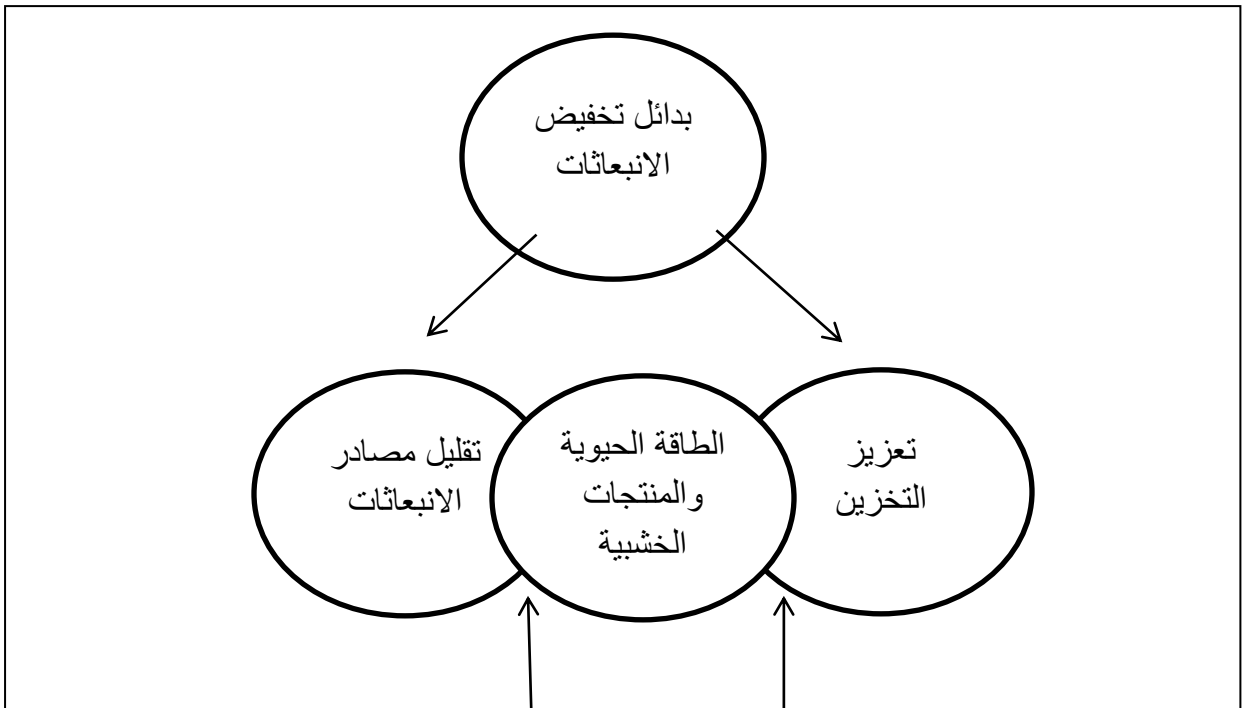
2.3.1 _ الوقود الحيوي وهدف التنمية (13) في الحد من تغيرات المناخ :

اشارت لجنة التنمية المستدامة في الدورة (14) الى اهمية الطاقة المتجددة من الوقود لحيوي في خفض معدلات تلوث الجو ، وتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة ، خاصة ثاني اوكسيد الكاربون ومن ثم الحد من تغير المناخ ، وارتفاع درجة الحرارة 1.5 درجة مئوية فوق مستويات ماقبل العصر الصناعي .[18]

ويمكن لانواع الوقود الحيوي ، بوصفها مصدراً للطاقة معادلة لانبعاثات ثاني اوكسيد الكاربون حال انتاجها بشكل مستدام ، وحيث ان خفض الانبعاثات هو احد المحركات المهمة لنشر الطاقة الحيوية ، فلا بد من الاخذ بالحسبان التأثيرات المتوقعة عند التخطيط لزراعة المزيد من محاصيل الطاقة التي تستخدم 1% من اجمالي الاراضي الزراعية ، لا لاسيما وان 15% من الانبعاثات العالمية للغازات الدفيئة مرتبط بأزالة الغابات وتوسع الانتاج الزراعي للغذاء .[19]

وتمثل اشكال الوقود الحيوي مخزن للكاربون في نطاق دورة مغلقة ، ويمكن تفسير ذلك من خلال النظر الى النبات كأحد العوامل المؤثرة في التغيرات المناخية عبر عملية البناء الضوئي وامتصاص ثاني اوكسيد الكاربون من الجو من خلال المسامات في الاوراق ومع استخدام الطاقة الشمسية الضوئية لانتاج الغذاء الازم للنمو والبقاء ينتج عن هذه العملية الاوكسجين الذي يطرح الى الهواء ، وعليه يتم التخزين طويل الاجل للكربون في الكتلة الحيوية وفي المنتجات الخشبية كما موضح في الشكل (2) .

شكل (2) : منظومة استخدام الطاقة الحيوية كجزء من دور كاربون مغلقة



التشجير والحصاد ، المنتجات الخشبية المعمرة،....الخ

استبدال الوقود الاحفوري ، استبدال المنتج ،..... الخ

المصدر :-الامم المتحدة ، لجنة الامم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغرب اسيا (الاسكوا ESCWA) ، الطاقة الحيوية التنمية المستدامة في الريف ، 2019 ، ص27 .

ان الوقود المستمد من مصادر متجددة اقرب الى ان يكون (محايد كاربونياً) اذ ان الكاربون المنطلق خلال احتراق الوقود الحيوي ، يمكن من الناحية النظرية ان تمتصه النباتات النامية ، كما ان الوقودات البيولوجية السائلة تبعث قدرا اقل من غازات الدفيئة مقارنة بالوقود الاحفوري ، [20]كونه صديق للبيئة لان الغازات المنبعثة من احتراقه في محركات السيارات اقل من كمية الغازات المنبعثة من احتراق البنزين او الديزل النفطي في المحركات نفسها ، فالديزل الحيوي يولد احتراقه خمس كمية CO_2 من احتراق الديزل الاحفوري وهذا يعني اختزال 80% من الاضرار التي يسببها الديزل النفطي للبيئة [21] ، وكما موضح في الجدول (3)

جدول (3) تخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناجمة عن مجموعة مختارة من انواع الوقود الحيوي (مقارنة بالبنزين وبالديزل)

الوقود الحيوي	التخفيضات في الانبعاثات (بالنسبة المئوية)	الوقود الحيوي	التخفيضات في الانبعاثات (بالنسبة المئوية)
ايثانول قصب السكر	65 – 105	الديزل الحيوي من زيت النخيل	30 – 75
ايثانول القمح	5− – 105	الديزل الحيوي من الجاتروفا	40 – 100
ايثانول الذرة	20− –55	الديزل الحيوي من فول الصويا	52 – 70
ايثانول بنجر السكر	30 – 60	الايثانول الخشبي السليلوزي	5 – 120
الديزل الحيوي من بذور اللفت	20 – 80	الايثانول الخشبي من السليلوز	45 – 112أ

المصدر :- الفاو FAO ، الوقود الحيوي والامن الغذائي ، تقرير فريق الخبراء رفيع المستوى المعني بالامن الغذائي والتغذية ، يونيو / حزيران 2013 ، ص75 : اخذا عن منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية في الميدان الاقتصادي 2008 ، ومصدر الرصد العالمي 2007 .

- الارقام السالبة تشير الى زيادات في انبعاثات غاز الاحتباس الحراري .

أ- تشمل المخلفات الحرجية ومحاصيل انتاج الطاقة (من قبيل الاشجار القصيرة منها الحور) والدخن العضوي ومخلفات المحاصيل مثل حبوب العلف .

نستنتج مما تقدم ان الوقود الحيوي هو احد مصادر الطاقة المتجددة المستدامة كونه يستمد انتاجه من المنتجات الزراعية والمخلفات الزراعية والبلدية ... وغيرها ،وان استخدامها سليم بيئياً ومقبول اجتماعياً على اساس مستدام ، وبالتالي يمكن ان يسهم في تحقيق امن الطاقة وخفض انبعاثات غازات الدفيئة ، وكان ذلك سبباً لتبني انتاج الوقود الحيوي (الايثانول) في الدول المتقدمة (لاسيما الولايات المتحدة والبرازيل) وتوفيرها الدعم الحكومي لنجاح تجربتهما .

ثانياً :- إنتاج الوقود الحيوي والدعم الحكومي (تجربة البرازيل والولايات المتحدة)

تشجع الحكومات وتدعم تنمية إنتاج الوقود الحيوي في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية ،من خلال حزمة من أدوات سياسة الدعم الشائعة كالإعلانات والحوافز الضريبية والتشريعات ولولا هذا الدعم ما كان لينتج إنتاج الوقود الحيوي ويصبح قادراً على المنافسة تجارياً في كثير من الأحيان ، وقد اثر هذا الدعم وبشكل حاسم على تطور إنتاج الإيثانول في البرازيل والولايات المتحدة اللذان شرعا بإنشاء قطاع للوقود الحيوي ، من خلال استفادتهما من القدرات القائمة في مجال الإنتاج الزراعي ، اذ شجعت وفرة الإنتاج وأسعار المنتجات المنخفضة في البحث عن منافذ بديلة .[22]

1.2 – إنتاج الإيثانول في البرازيل

تعد البرازيل من الدول الرائدة في إنتاج الوقود الحيوي منذ عام 1975 ، عندما باشرت برنامجها لإنتاج الإيثانول كمصدر للطاقة المتجددة من قصب السكر بعد أزمة النفط عالمياً ،مما دفع الحكومة البرازيلية إلى توجيه نصف إنتاجها من قصب السكر اي ما يقارب 1% من الإنتاج العالمي لإنتاج الوقود الحيوي البديل للبنزين .[23]

وتضمّن برنامج الدعم الحكومي في البرازيل لإنتاج الوقود الحيوي اربعة مراحل : [24]

المرحلة الاولى : من عام 1975 – 1979 وتضمن التوجيه بدعم محطات تقطير قصب السكر وزيادة محتوى الإيثانول في البنزين .

المرحلة الثانية :- من 1980 – 1986 ، أدخلت البرازيل السيارات المعدلة التي تعمل بالإيثانول ، وطورت تكنولوجيا هذه السيارات في المراكز البحثية العامة ، و وصلت نسبة المبيعات من السيارات المعدلة إلى 94.4% من اجمالي المبيعات عام 1986 .

المرحلة الثالثة :- من 1989 – 2003 ، تم خلط البنزين بالإيثانول بنسبة 24% ، لا سيما بعد ان ظهرت المزايا البيئية في خفض معدل التلوث في المدن الكبرى ، إلى جانب دوره في خلق فرص عمل في المناطق الريفية ، فكان هذا مبرراً للتوسع في إنتاج الإيثانول اعتباراً من عام 1999 .

المرحلة الرابعة :- من 2003 وما بعدها ، حيث حفزت الشواغل بارتفاع أسعار النفط ، وامن الطاقة وتغير المناخ الاستثمارات الجديدة والضخمة في مجال إنتاج الوقود الحيوي ، مع تزايد الطلب المحلي على الإيثانول بفضل السيارات المعدلة للعمل به .

وفي عام 2006 ، تم إنتاج نحو 17.8 لتر مليار من الإيثانول باستخدام نحو 209 مليار هكتار من الاراضي ، واصبح سعر الإيثانول منافساً للأسعار الدولية للنفط ،اذ اصبح سعره يعادل 42 دولار / البرميل ، لذا تعد البرازيل من النماذج الناجحة في صناعة الوقود الحيوي ، واستطاعت خفض استهلاكها من البنزين بنحو 40% وحل محله الإيثانول .[25]

وأصبحت البرازيل اول دولة في العالم تستخدم الوقود الحيوي (الإيثانول) كوقود في قطاع النقل ، حيث يحتوي اللتر الواحد من الإيثانول على 66% من الطاقة التي يوفرها اللتر الواحد من البنزين ، ولتحسين اداءه من جهة وتجنب الانبعاثات السامة من جهة اخرى ، تم مزجه بادئ الامر بنسبة 85 – 15 وهذا ماعرف بـ (E85) . [26]

ويوصف الإيثانول المستخرج من قصب السكر (الذي يزرع في وسط وجنوب البرازيل) من ارخص انواع الوقود الحيوي في العالم ، وتقدر التكلفة المالية لإنتاجه من 0.23 دولار إلى 0.29 دولار لكل لتر (1 دولار = 2.40 ريال برازيلي للدولار الامريكي) 40 ريال برازيلي للدولار الامريكي) حسب السعر السائد في الوقت الذي تكون فيه تكلفة إنتاجه من مواد اخرى اعلى بكثير ، اذ تبلغ تكلفة الوقود الحيوي (الديزل) 79 دولار / برميل ، بينما الجدوى الاقتصادية لإنتاج الإيثانول في البرازيل تعتمد اعتماداً حاسماً على تكلفة إنتاج قصب السكر . [27]

واصبح الوقود الحيوي يشكل نصف الوقود الذي تستخدمه البرازيل لوسائل النقل ، وبعد أكثر من ثلاثة عقود من البحث عن بدائل للطاقة المتجددة المستدامة ، باتت محطات التعبئة في البرازيل مجهزة بثلاثة بدائل للبنزين (الإيثانول الخالص ، مزيج البنزين بالإيثانول ، والغاز المضغوط) مما جعل من البرازيل من الدول الرائدة في إنتاجه إلى جانب الولايات المتحدة ، والدولة الاولى في تصدير الإيثانول وكما موضح في الجدول (2)

جدول (2) صادرات الإيثانول البرازيلي نحو العالم (مليون لتر) للفترة (2005 – 2007)

المقاطعة	2005	%	2006	%	2007	%
الولايات المتحدة الأمريكية	270.97	10.5	1777.43	51.9	932.75	26.4
مقاطعات بحر الكاريبي *	554.15	21.4	530.55	15.5	910.29	25.8
الاتحاد الأوربي	530.73	20.5	587.31	17.1	1004.17	28.4
اليابان	315.39	12.2	225.40	6.6	364.00	10.3
مجموع صادرات العالم	2592.29	100	3426.86	100	3532.67	100

***الدول المعنية فقط هي (جاميكا ، سلفادور ، كوستريكا ، ترينداد ، توباغو ، المكسيك)**

المصدر : حلام ، زواوية ، دور اقتصاديات الطاقة المتمددة في تحقيق التنمية المستدامة في الدول المغاربية ، أطروحة دكتوراه ، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التيسير ، الجزائر ، 2012 – 2013 ، ص68 .

2.2 – إنتاج الوقود الحيوي الإيثانول في الولايات المتحدة الامريكية :-

تعد الولايات المتحدة من الدول الرائدة في إنتاج الإيثانول المصنوع من الذرة ، اذ ان حاجة الولايات المتحدة للطاقة بأعتبارها القوة الاقتصادية الاولى في العالم دفعها للبحث لايجاد بدائل اخرى للطاقة ، وكونها المنتج الاول للذرة في العالم ، فأنها عملت على إنتاج وتطوير الوقود الحيوي بأستعمال الذرة ، فبدأ إنتاج الإيثانول في الولايات المتحدة من الذرة في الولايات الوسط الغربي المعروفة بأسم (حزام الذرة) [28] . وانصب التركيز على الذرة كمادة اولية لإنتاج الإيثانول في الولايات المتحدة التي تعد اكبر منتج ومصدر للذرة في العالم ، وتستأثر بنحو 50% من التجارة العالمية لها . [29]

وازدادت حصة الذرة الموجهة لإنتاج الإيثانول في الولايات المتحدة من 16 مليون طن عام 2000 إلى 55 مليون طن عام 2006 ، وفي عقد واحد ازدادت حصة الذرة الموجهة لصناعة الإيثانول من اقل من 10% إلى أكثر من 40% في السنة المحصولية 2010 / 2011 ، مما ادى إلى ارتفاع أسعار الذرة وأسعار اقرب المنتجات البديلة لها مثل القمح في الاسواق

العالمية ، وتحفيز أسعار الأغذية ، وذلك يمثل طلباً جديدة ومستمراً على الذرة ، وهو ما ادى بالتأكيد إلى تحفيز ديناميكيات الأسعار . [30]

وكانت الولايات المتحدة قد اعتمدت حزمة من أدوات سياسة الدعم لإنتاج الوقود الحيوي (الإيثانول) لعل اهمها . [31]

1- التشريعات وتتمثل :-

- إصدار قانون ضريبية الطاقة لسنة 1978 والذي ينص على اعفاء البنزين والإيثانول من ضريبة البنزين المقدرة بـ (4) سنتات للغالون .
- قانون امن الطاقة للعام 1980 الذي نص على برنامج اتحادي يهدف 90% جازولين خالي من الرصاص .
- استبدال (مثيل ثالث بوتيل الاثير) بالإيثانول والاستغناء عنه تدريجياً ثم حظه الذي اوجد سوقاً للإيثانول بلغ حجمها 35 مليار غالون اي 13.2 مليار لتر . [32]
- وفي عام 2007 تقرر إنتاج 15 مليار غالون من الإيثانول الحيوي من الذرة ،اي 56.8 مليار لتر بحلول عام 2015 والمستوى المستهدف هو3 مليار غالون،اي 136 مليار لتر عام 2022 منها 21 مليار غالون،اي 80 مليار إلى من الوقود الحيوية المطور[33]

2- حوافز الضريبية :-

شملت تخفيضات ضريبية لمزيج الإيثانول والبنزين ، وتخفيضات ضريبية لإنتاج الإيثانول وتخفيضات للمنتجين والموزعين ، حيث خفضت الضرائب الاولى 15 مليون غالون منتجه ب10 سنتات لكل غالون حتى نهاية 2010 . [34]

كما تم تعديل القرض الضريبي للإيثانول من قانون المزارع لسنة 2008 بتخفيض من 51 سنتاً إلى 45 سنتاً للغالون المنتج من الذرة ، واستحداث قرض ضريبي جديد بقيمة 1.01 دولار لكل غالون من الإيثانول السليلوزي ، ويوضح الجدول (3) التخفيضات الضريبية لمزيج الإيثانول والبنزين وتخفيضات لإنتاج الإيثانول في بعض الولايات الامريكية .

جدول (3) : الحوافز الضريبية لدعم الإيثانول في بعض الولايات الامريكية

الولاية	تخفيضات ضريبية لمزيج الإيثانول والبنزين	تخفيضات ضريبية لإنتاج الإيثانول (الوحدة دولار للغالون)
هاواي	اعفاء من ضريبية مبيعات التجزئة	_
ايداهو	تخفيضات إلى 10% من ضريبة البنزين	_
ايوا	تخفيض 0.01	0.2
مينسوتا	0.02	0.2
ميسوري	0.02	0.2
كارولينا الشمالية	_	قرض ضريبي 30% من تكلفة منشاءات الإنتاج
اوريغون	0.05	تخفيض 50% من الرسوم العقارية لوحدات إنتاج الإيثانول في الولاية
واشنطن	_	تخفيض 60% من الضريبية لكل غالون يتم مزجه

Source : ENVIRONEMENT CANADA , WWW . ec . ge . ca / cleanoir – airpur / CAOL / trans port / publications / ethgas

3- الإعانات المالية :-

ويعود الفضل الكبير في نجاح الولايات المتحدة في مجال الطاقة المتجددة إلى الدعم المالي المتواصل من وزارة الطاقة للبحوث المختصة ، حيث اعلنت الولايات المتحدة عن حزمتين تشجيعتين ماليتين منذ اكتوبر 2007 ، حيث خصصت 112 مليار دولار من مجموع 972 مليار دولار للإنفاق على كفاءة الطاقة المتجددة . [35]

وحقق مشروع إنتاج الوقود الحيوي (ايوداكوتا) الجنوبية 6 مليار دولار لاقتصاد الولاية ، واسهم في توفير 82 ألف وظيفية ، وحقق 3.7 مليار دولار كدخول . [36]

كما رصد قانون امن واستقلال الطاقة مبلغ 500 مليون دولار لتشجيع استخدام التكنولوجيا الحيوية للمدة مابين 2007 – 2015 ، و 200 مليون دولار مخصصة لدعم محطات توزيع مزيج (E85) ، كما تم تقديم دعم مالي بقيمة 100 مليون دولار سنة 2006 ، وارتفع هذا الدعم إلى 400 مليون دولار عام 2008 . [37]

وكانت الحكومة الامريكية قد فرضت ضريبة تعادل (54) سنتاً على كل غالون مستورد من الإيثانول من الخارج ، ومن المعروف ان البرازيل هي الدولة الوحيدة المصدرة للإيثانول للولايات المتحدة ، وهذه الحماية تشكل عائقاً امام صادرات الإيثانول البرازيلي.[38]

وبشكل عام اسهم إنتاج الوقود الحيوي في الولايات المتحدة في خلق تشابكات قطاعية (امامية وخلفية) ، اثبتت اهمية الإيثانول في تنمية الاعتماد المتبادل بين مختلف القطاعات الاقتصادية ، ولعل القطاع الزراعي قد حاز المرتبة الاولى في الاهمية النسبية لهيكل مدخلال الوقود الحيوي بمساهمة تفوق 84.49% ، يليه قطاع الطاقة والمياه بمساهمة وصلت إلى 6% ثم قطاع الصناعات الكيميائية مساهمته ما يقارب 5.41% وحسب ما موضح في الجدول (4) .

جدول (4) : الأهمية النسبية للقطاعات المجهزة لصناعة الوقود الحيوي في الاقتصاد الأمريكي

القطاعات	المدخلات	% مؤشر الأهمية النسبية
القطاع الزراعي	33110	84.49
الصناعات الكيميائية	2120	5.41
الطاقة والمياه	2317	5.91
الصيانة الصناعية	346	0.88
النقل	100	0.25
الخدمات العامة	412	1.05
قطاعات اخرى	783	200
جميع المخلات	39188	

المصدر :- بن نونه ، فاتح ، اثر سياسة الوقود الحيوي على أسعار السلع الزراعية سعر حالة الإيثانول في الولايات المتحدة 2004 / 2013 ، مجلة اداء المؤسسات الجزائرية ، العدد 08 ، 2015 ، ص172 .

ثالثاً :- إنتاج الإيثانول في العراق / بحوث وتجارب علمية واعدة

يمتلك العراق عدداً من المراكز البحثية المتخصصة في مجال الطاقة ، لعل ابرز هذه المراكز (مركز بحوث النهرين للطاقة المتجددة والنانونية) ، الذي تأسس في بغداد عام 2014 كمركز متخصص في مجال الطاقة المتجددة ، كبدائل للطاقة التقليدية الناضبة ، ويعد قسم بحوث الطاقة الحيوية هو احد اقسام المركز البحثي الذي يهتم باجراء البحوث والدراسات الاساسية

والتطبيقية لإنتاج طاقة الكتلة الحيوية لاغراض توليد الغاز والكهرباء وادارة مشاريع الطاقة باشكالها المختلفة ، كما يدعم الدراسات التطبيقية في استخدامات الكتلة الحيوية في مناطق الطمر الصحي واماكن تجميع النفايات البلدية ، والنفايات المصنعة لإنتاج الوقود الحيوي (الإيثانول). [39]

كما يعتبر مركز بحوث الطاقة والوقود في الجامعة التكنولوجية / العراق الذي تأسس في بغداد عام 2004 ، من اهم المراكز البحثية في تنمية واستغلال الطاقة المتجددة ، بالاضافة إلى بحوث ترشيد الطاقة البديلة الذي يهدف اجراء البحوث المتخصصة في مجال إنتاج الطاقة والوقود واقامة الندوات المتخصصة في مجال الطاقة البديلة . [40]

ويحظى موضوع استغلال الطاقة المتجددة والبديلة بأهتمام الباحثين العراقيين لاهميتها المتميزة ضمن الخطط الطاقوية الإستراتيجية المستقبلية ، فعكف عدد من الباحثين العراقيين على اجراء البحوث العلمية والتجارب المختبرية لإنتاج الوقود الحيوي لا سيما (الإيثانول) كطاقة بديلة ومستدامة للوقود الاحفوري الناضب وباستخدام مصادر متنوعة .

1.3 – إنتاج الإيثانول من تمور (الزهدي) التالفة

اجرت باحثة عراقية في عام 2009 بحثاً علمياً عن امكانية إنتاج الوقود الحيوي ، من فضلات التمور (الزهدي) الشائعة في العراق من خلال إنتاج (دبس التمر) واضافة مغذيات خارجية إلى المزيج لتحسين فعالية واستخدام الهضم اللاهوائي الحراري ، فكانت نتيجة البحث ان الوقود الحيوي (الغازي) الناتج احتوى على 67% غاز الميثان بناتج مقداره 0.57 لتر غاز لكل غرام من المواد الصلبة الطيارة من المواد الغذائية . [41]

كما تمكن باحثان عراقيان اخران [42]، في قسم الهندسة الميكانيكية / جامعة بابل عام 2011 من إنتاج وقود حيوي سائل (الإيثانول) من التمور العراقية (الزهدي) نظراً لانخفاض أسعارها ووفرتها وارتفاع محتواها السكري وتوصل الباحثين إلى تقنية لتحسين إنتاج وقود الإيثانول (السائل) من عدة مراحل (إنتاج الدبس ، التخمير ، التقطير ، التجفيف) وتم اجراء هذه المراحل تحت ظروف الضغط الجوي.

ويمكن لمشروع إنتاج الإيثانول من التمور التالفة ، ان يكون رافداً كبيراً في عملية الاضافة للبانزين ، حيث يتم الحصول على 300 لتر من الإيثانول من كل طن واحد من التمر الزهدي التالف ومن المعروف ان التمر يحتوي على أكثر من 70% من السكر وقصب السكر يحتوي على 11% السكر ، مما يجعل للتمور ميزة في إنتاج وقود الإيثانول الحيوي السائل ، اي بمقدار 208 لتر مقابل 75 لتر من قصب السكر . [43]

كما أظهرت النتائج لهذه البحوث أهمية استخدام التمور التالفة كمصدر لإنتاج الطاقة المتجددة حيث بلغت تكلفة إنتاج لتر واحد من الإيثانول المنتج تقدر بـ (1020) دينار عراقي اي مايعادل (85) سنت امريكي ويمكن تخفيض التكلفة في حالة الإنتاج التجاري ، وان هذا السعر مقارب لأسعار (الإيثانول) المنتج عالمياً من مصادر مثل قصب السكر او البنجر السكري .

ويوصف الإيثانول الحيوي المنتج من التمور بطريقة بايولوجية كمركب عضوي يتم استخدامه مصدراً للطاقة يساعد استخدام 50% منه في وقود السيارات إلى تخفيض اول اوكسيد الكاربون في الجو بنسبة تقارب 30% . [44]

2.3 – إنتاج الوقود الحيوي (الإيثانول) من مخلفات وبقايا البطاطا التالفة

توصل الباحثين العراقيين إلى امكانية إنتاج الإيثانول من تخمير فضلات البطاطا ، باستخدام خميرة الخبز (سكرومايس سرفيسيا) . وتحضير مسحوق البطاطا وطبخها وتجفيفها عند درجة حرارة 75 مْ ولمدة ساعتين ، والتخمير عند درجة 35 مْ لمدة 48 ساعة باستخدام خميرة الخبز المذكورة ، ليتم الحصول على وقود الإيثانول وبتركيز 33 غم / لتر [45].

3.3 – إنتاج الإيثانول من المخلفات الزراعية والبلدية :

ان عملية توليد وإنتاج الطاقة من النفايات هي احدى الطرق المستدامة لتوليد الطاقة المتجددة ، ويمكن العائد الاقتصادي من اعادة تدوير النفايات الصلبة في تخفيض معدلات التلوث البيئي الناشيء عن حرق النفايات وانبعاثات غاز اول وثاني اوكسيد الكاربون وغازات اخرى ، قد تسهم في تزايد ظاهرة الاحتباس الحراري ، وبالتالي ارتفاع درجة حرارة الارض وظهور السحب السوداء . [46]

ولعل ابرز البحوث العراقية في هذا المجال هي :

1- تحسين إنتاج الإيثانول الحيوي من النفايات الصلبة . [47]

2- تقييم الفطريات المعزولة من النفايات الزراعية الناتجة من البيوإيثانول . [48]

ويمتلك العراق (4) معامل لتدوير النفايات ، اثنان منها في بغداد ، احدهما قيد الانجاز ، والاخر يعمل بواقع (121) يوم فقط في السنة ، ويقع في اطراف بغداد ، وتقدر الكميات المعاد تدويرها من النفايات 65 طن في اليوم وبواقع 7955 طن سنوياً ، اي ما نسبته 10% فقط من كمية المخلفات ، اما في المحافظات الاخرى فيوجد معمل واحد لتدوير النفايات في ذي قار (متوقف عن العمل) . [49]

مما تقدم ، فأن انشاء مشاريع الإنتاج الوقود الحيوي في العراق ، ومحاكاة للتطور العالمي في مجال الطاقة المتجددة سيسهم في توفير وظائف وفرص عمل جديدة ، ويعزز التكامل بين القطاعين الزراعي والصناعي ، فضلاً عن تقليل التلوث البيئي .

مما تقدم ، فأن انشاء مشاريع الإنتاج الوقود الحيوي في العراق ، ومحاكاة للتطور العالمي في مجال الطاقة المتجددة سيسهم في توفير وظائف وفرص عمل جديدة ، ويعزز التكامل بين القطاعين الزراعي والصناعي ، فضلاً عن تقليل التلوث البيئي .

الاستنتاجات والتوصيات

اولا - الاستنتاجات :-

1- يعد الوقود الحيوي (الايثانول) احد مصادر الطاقة البديلة ، الذي يمكن ان يسهم في دعم عملية التنمية الاقتصادية في مجال الطاقة والنقل ، وتوفير فرص العمل والتقليل من اثر الاحتباس الحراري وتغير المناخ .

2- يوصف الوقود الحيوي ليس متاحاً في صيغته الطبيعية الصرفة ، اذ يحتاج الى الحرارة والكهرباء لتوليده ، ومدى تقدم البحوث والتكنولوجيا ، ورغبة المجتمعات في الحصول على هذا النوع من الوقود وتهيئة الظروف الملائمة لطرحه في الأسواق ، والية التسعير لان هذه المنتجات ستطرح بالضرورة الى جانب الوقود الاحفوري .

3- على الرغم من عدم حسم الجدل حول الآثار الاقتصادية والبيئية والاجتماعية التي يمكن ان يفرزها انتاج واستخدام (الايثانول) ، الا ان ذلك لم يمنع دولاً مثل الولايات المتحدة والبرازيل من السعي لزيادة معدلات إنتاجه وبوتيرة متسارعة قد تستمر في الآجل المنظور والمتوسط .

4- يجري في العراق حالياً تحدياً بين الباحثين لانتاج (الايثانول) من المخلفات العضوية (النفايات) ، وهي تجارب أثبتت نجاحها في مختبرات البحث العلمي .

5- عدم وجود مستثمرين محليين في العراق يتوجهون الى هذا النوع من الصناعة ، ناهيك عن تقاعس الجهات المختصة في جذبهم وتقديم التسهيلات المالية والفنية لهم .

6- عدم توفر الاسواق لمنتجات الوقود الحيوي السائل (الايثانول) في العراق او ضمن المحيط الاقليمي ، لعدم وجود سيارات معدلة تتلائم محركاتها مع هذا النوع من الوقود .

ثانياً – التوصيات :-

1- خلق الوعي لدى القائمين على وزارتي النفط والنقل والمواصلات في العراق على اهمية مزج الوقود الحيوي (الايثانول) مع البنزين بنسبة 80-20 بدل الرصاص (وكما هو شائع في الولايات المتحدة والبرازيل) كونه يسهم في تقليل نسبة التلوث البيئي ، وتقليل من من الأضرار الصحية للمواطنين خاصة الاصابة بالسرطان نتيجة استخدام الرصاص مع البنزين في وقود السيارات .

2- تشجيع المستثمرين المحليين للتوجه نحو صناعة الوقود الحيوي (الايثانول) ومنحهم الائتمان والدعم اللازم .

3- توفير المناخ الاستثماري الملائم لجذب الاستثمارات الاجنبية في مجال الطاقة الحيوية ، واتاحة الفرصة امام المستثمرين الاجانب الذين يحجمون عن الاستثمار في العراق وتشجيعهم لتقديم خبراتهم في هذا المجال .

4- دعم البحث العلمي وتوفير متطلبات نجاحه في مجال الطاقة الحيوية وتفعيل البحوث العلمية ذات العلاقة بانتاج الايثانول (والتي اشرنا الى بعض منها في بحثنا) حتى لا تظل حبيسة أدراج ورفوف المختبرات .

5- ينبغي ان يقدم المسؤولين في العراق اهتماما اكبر لقطاع الطاقة بشكل عام (ومنها الطاقة الحيوية) لان الوقت قد حان والعالم يستهلك اخر مخزون له من البترول والغاز.

6- ان انتاج الوقود الحيوي في العراق تتوفر له كل المقومات والمصادر والدراسات والبحوث العلمية المتقدمة ، الا ان فرص تنفيذه محددة جدا ، مالم يتوفر الدعم الحكومي الذي يترجم البحوث العلمية في مجال انتاج الوقود الحيوي الى واقع ، ويشرع بانشاء محطات لتدوير النفايات ، ومحطات لانتاج الايثانول من قصب السكر والبنجر والتمور (لاسيما التالفة منها)، ويبذل اهتمام اكبر بالقطاعين الزراعي والصناعي ، ويواكب العالم في مجال الطاقة الحيوية المتجددة.

المصادر :

1- National Agricultural Library , Fuel From Farms (A Guide to small – scale Ethanol production) Second Edition , published by Technical information office , U.S. May , 1982 , p8.

2- United states Environmental protection Agency , Economics of Biofuels , in December 12 , 2016 , at https : // www. Epa . gov / environmental – economics – biofuels .

3- بدير ، اسامة ، وسامي محمود ، تداعيات الازمة المالية العالمية على الغذاء في مصر (الواقع والتحديات والافاق المستقبلية) ، مركز الارض لحقوق الانسان ، سلسلة الارض والفلاح ، العدد (48) ، القاهرة ، 2009 ، ص10

4- حساني ، شحات محمد مدني ، اقتصاديات انتاج الوقود الحيوي واثره على الامن الغذائي بدولة جنوب افريقيا منذ عام 2007 ، رسالة ماجستير ، جامعة القاهرة ، كلية الدراسات الافريقية ، 2019 ، ص12 .

5- محمد ، فاطمة احمد حسن ، اثر الطاقة الحيوية كبديل للنفط على الامن الغذائي العالمي (بالتطبيق على دول منظمة اوبك وبعض الدول النامية) ، اطروحة دكتوراه ، جامعة القاهرة ، كلية الاقتصاد والعلوم السياسية ، 2013 ، ص5 .

6- المشط ، بسام حسين ، انتاج الوقود الحيوي والتنمية المستدامة ، مجلة العلوم البيولوجية السعودية ، العدد 18 ، 2011 ، ص54 .

7- مرحب ، حكيم ، واخرون ، الطرق البديلة في الامارات العربية المتحدة ، امكانية انتاج الوقود الحيوي المستمد من اشجار المانغروف في اماره رأس الخيمة ، مؤسسة القاسمي لبحوث السياسة العامة ، الامارات العربية المتحدة ، 2019 ، ص2 – ص8 .

8- الشحات ، احمد عبدالحميد ، نحو تعزيز استخدام الوقود الحيوي كأحد مصادر الطاقة البديلة المتجددة للتخفيف من ازمة الطاقة في مصر ، رسالة ماجستير ، جامعة القاهرة ، كلية الاقتصاد والعلوم السياسية ، 2016 ، ص50 .

9- المشط ، بسام حسن ، مصدر سابق ، ص54 .

10- الامم المتحدة ، منظمة الاغذية والزراعة FAO ، حالة الاغذية والزراعة ، 2008 ، ص11 .

- **التنمية المستدامة :- هي عملية تنمية وتطوير الوضع الحالي دون التأثير على قدرات وموارد اجيال المستقبل** .

11- الامم المتحدة ، UNEP الاتفاقية المتعلقة بالتنوع البيولوجي ، قضايا جديدة وصاعدة ، اليونيسكو ، باريس ، 6-2 تموز / يوليه ، 2007 ، البند 5-3 من جدول الاعمال المؤقت

12- المؤتمر الدولي للطاقة المتجددة REN21 ، للفترة 1-4 حزيران / يونيه ، 2004 ، المانيا ، بون .

13- منظمة الاغذية والزراعة FAO ، الطاقة الحيوية ، الدورة 19 ، روما – ايطاليا ، 19 ابريل ، نيسان ، 2005 ، البند 7 من جدول الاعمال المؤقت .

14- الامم المتحدة ، الجمعية العامة ، تعزيز مصادر الطاقة المتجددة بما في ذلك تنفيذ البرنامج العالمي للطاقة الشمسية (1996 – 2005) ، الدورة 58 ، البند 94 من جدول الاعمال ، ص2 – ص6 .

15- الامم المتحدة ، قرار الجمعية العامة للامم المتحدة في 25 ايلول / سبتمبر 2015 ، تحويل عالمنا : خطة التنمية المستدامة لعام 2030 ، الدورة 58 ، البندان 15-16 من جدول الاعمال ، ص25 – ص26 .

16- حسن ، احمد ابراهيم عبدالعال ، الطاقة المتجددة والبديلة للحفاظ على البيئة وتحقيق التنمية المستدامة ، ورقة بحثية مقدمة لكلية الحقوق جامعة طنطا ، 2018 ، ص10 .

17- الامم المتحدة ، الاسكوا ESCWA ، (تحويل عالمنا : خطة التنمية المستدامة لعام 2030) ، 2015 ، ص25 – ص26 .

18- برنامج الامم المتحدة للبيئة ، الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC ، التقرير الخاص بشأن مصدر الطاقة المتجددة والتخفيف من اثار تغير المناخ ، 2011 ، ص63 .

19- الامم المتحدة ، UNEP ، الاتفاقية المتعلقة بالتنوع البيولوجية ، الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتقنية والتكنولوجية ، الاجتماع 14 ، نيروبي ، 10-21 مايو / ايار 2010 ، البند 4-1-2 من جدول الاعمال المؤقت .P7 – P10

20- الامم المتحدة ، الاسكوا ESCWA ، الطاقة الحيوية والتنمية المستدامة في الريف ، 2019 ، ص27 .

21- الحسين ، زينب عبدالجبار ، تقنيات الجاتروفا كمصدر للوقود الحيوي ، مجلة التنمية الزراعية في الوطن العربي ، العددان الاول والثاني ، بغداد ، ص56 .

22- المنتدى العربي للبيئة والتنمية ، سيارات البرازيل وقودها كحول القصب ، مجلة البيئة والتنمية ، بيروت ، العدد 116-2007 ، متاح على :

Http : //www. Afedmage . com

23- Davvid . N , Cassuto , The Evolution of the Brazilian Regulation of Ethanol and possible Lessons for the United States , pace University , pace Law faculty publications , 2012 , VOL . 30 , NO . 3 , P483 – P486 . https : // core . ac . UK .

24- تقرير اللجنة التوجيهية لفريق الخبراء رفيع المستوى المعنى بالامن الغذائي والتغذية ، يونيه / حزيران ، 2013 ، ايطاليا ، روما ، ص38 .

25- Jose Goldembrg : The Brazilian biofuel industry (sao Paulo :National center for biotechnology , 2008) , at : https : // biotechnology forbiofuels . biomedcenteral . com

26- Sergio Barros : Brazil Biofuels Annul Report (Sao Paulo : Global Agriculture Network information , 2016 , at https://gain.fas.usda.gov/

27- البنك الدولي ، امكانية استخدام الوقود الحيوي في النقل في البلدان النامية ، العدد الرابع ، سلسلة تبادل المعارف ، مايو / ايار 2006 ، ص2-ص4.

28- 28. Gregory D. Hanson , " Financial Analysis of a proposed large – scale ethanol cogeneration project southern Journal of Agricultural Economics " , December , 1985 p67-p75.

29- عبدالجليل ابراهيم ، دبلوماسية الايثانول ، مجلة البيئة والتنمية ، العدد 109 ، ابريل / نيسان ، 2007 ، المنتدى العربي للبيئة AFED .

30- الامم المتحدة ، منظمة الاغذية والزراعة FAO ، لجنة الامن الغذائي ، الدورة السابعة ، روما من 3/13 – 1982/4/7.

31- الامم المتحدة ، منظمة الاغذية والزراعة FAO ، الوقود الحيوي والامن الغذائي ، تقرير فريق الخبراء الرفيع المستوى المعني بالامن الغذائي والتغذية ، يونيو / حزيران ، 2013 ، ص 78.

32- الملتقى الدولي في الجزائر وحتمية التوجه نحو الاقتصاد الاخضر لتحقيق التنمية المستدامة 2030 ، مايو 2018 ، ص 9.
33- بن نونة ، فاتح ، اثر سياسات الوقود الحيوي على اسعار السلع الزراعية ، مجلة اداء المؤسسات الجزائرية ، العدد 08 ، لسنة 2015 ، ص 173.
34- البنك الدولي ، تقرير التنمية في العالم 2008 ، الوقود الحيوي الافاق والمخاطر والفرص ، ايطاليا ، روما ، 2008 ، ص 28-ص30.
35- الامم المتحدة ، منظمة الاغذية والزراعة FAO ، حالة الاغذية والزراعة 2008 ، ص28.
36- زكريا ، نفاح و يطيب عبدالوهاب ، الاقتصاد الدائري كدعامة اساسية لتحقيق جودة الحياة ، دراسة شركة DSM الهولندية ، كلية العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية ، جامعة طاهري محمد بشار ، الجزائر ، 2018 ، ص 2.
37- بن نونة ، فاتح مصدر سابق ، ص 174.
38- الفاو FAO ، 2008 ، مصدر سابق ، ص 30.
39- مركز بحوث النهرين للطاقة المتجددة ، دليل جامعة النهرين للعام الدراسي 2015-2016 ، بغداد ، 2016 ، ص380-ص382.
40- مطر ، سليم ، كتاب ميزو بوتاميا ، (جنيف ، بغداد) ، دار الكلمة الحرة ، بيروت ، 2010 ، ص196.
41- عبدالخالق جعفر ، خالدة ، النخيل والطاقة ، مجلة المرشد ، الادارة العامة للزراعة ، ابو ظبي ، العدد 28 ، 2008.
42- قحطان ابراهيم ، عدنان وهارون عبدالكاظم ، بحث منشور ، الجامعة الاسلامية ، العراق ، النجف الاشرف ، 2016 ، ص91.
43- علي عباس ، رغد و حسين فليح ، انتاج الوقود الحيوي من التمور رديئة النوعية ، المجلة العراقية للهندسة الكيمياوية ، العراق ، بغداد ، 2019 ، ص41-ص47.
44- البصام ، رعد ، انتاج الوقود الحيوي من التمور ، متاح :
Https://www.researchgate.net
45- محمد ، علاء كريم ، وصفاء عبدالرسول ، وجميل هادي جياد ، انتاج الايثانول الحيوي من نفايات البطاطا " ، مجلة الخوارزمي الهندسية ، المجلد 10 ، العدد 3 ، العراق ، بغداد ، ص62-ص67.
46- B.T.Nigaguna, Biogas Technology ,Newage International limited publisher , New Delhi , 2002 , p29.
47- حيدر ، نديم وحسين فالح ، تحسين انتاج الايثانول الحيوي من النفايات الصلبة البلدية القابلة للتحليل الحيوي باستخدام منهجية سطح الاستجابة RSM ، مجلة الهندسة والتنمية المستدامة ، المجلد 22 ، العدد 1 ، لسنة 2018، الجامعة المستنصرية ، العراق.
48- كبة ، اياد جابر ، واخرون ، تقييم الفطريات المحللة للسليلوز المعزولة من المخلفات لانتاج الايثانول ، مجلة العلوم الزراعية العراقية ، لسنة 2016 ، المجلد 47 ، العدد 4 ، ص111-ص117.
49- وزارة البيئة العراقية ، تقرير حالة البيئة في العراق ، 2016 ، متاح على الموقع الرسمي لوزارة البيئة :
Https://www.moen.gov.iq/portals.