الفصل الأول

١ – التعريف بالوقود الحيوي

أنواع الوقود الذي يتم إنتاجه من الكتلة الحيوية، والتى تشمل أنواع النباتات : المخلفات العضوية، الأشجار والنباتات، وأي من المصادر غير البترولية.

أهم أنواع الوقود الحيوي:

أ – الكحولات: وتشمل الأيثيل، المثيل، البربويل، البيوتيل ... إلخ، والتي تنتج من عمليات التخمر لأنواع الكتلة الحيوية.

ب – الديزل الحيوي: الذي يصنع من التفاعل الكيميائي بين الكتلة الحيوية، خاصة الزيوت النباتية مع الكحولات، ثم بتفاعل الأسترة يتم إنتاجه، وعلى نفس المنوال يتم إنتاج الجازولين الحيوي ووقود النفاثات الحيوي.

هذا وقد سجلت لإنتاج أنواع الوقود الحيوي، ووقود النفاثات الحيوي عديد من براءات الاختراع في الدول التي اهتمت بإنتاجه، نذكر من هذه البراءات الآتي:

ألمانيا: بتاريخ ١٠/ ٨/ ١٨٥٣ (لا تحمل رقم براءة اختراع) لتفاعل الأسترة للزيوت النباتية، وقد أجراها العالمان E. Duffy and J. Patrick.

ألمانيا: بتاريخ ١٠/ ٨/ ١٨٩٣ بإدارة محرك ديزل باستخدام الزيوت النباتية الساخنة لخفض لزوجتها، وكانت منتجة من عصير حبوب الفول السوداني، وذلك بمعرفة مخترع محرك الديزل Redolf Diezel وكان ذلك هو السبب في أن يحمل يوم ١٠ أغسطس من كل عام مسمى «اليوم العالمي للديزل الحيوي».

فرنسا: في عام ١٩٠٠ قامت شركة (OTTO) بعرض محرك للديزل مع إدارته بوقود الديزل البترولي وكذلك بالزيوت النباتية.

ألمانيا: في عام ١٩١٢ تم إدارة محرك للديزل باستخدام الزيوت النباتية، وذلك للمقارنة بالديزل البترولي.

بلجيكا: براءة اختراع رقم ٤٢٢٨٧٧، بتاريخ ٣١/ ٨/ ١٩٣٧، باسم الباحث G. Chovanne لإنتاج الديزل.

البرازيل: في عام ١٩٧٧، ثم إنتاج وقود الديزل الحيوي.

جنوب أفريقيا: في عام ١٩٧٩، تم إنتاج وجود الديزل الحيوي، واستخدم في إنتاجه زيوت بذور نبات اللفت،

تشيكوسلوفاكيا، ألمانيا، السويد، فرنسا ... إلخ: تم إنتاج الديزل الحيوي خلال عقد التسعينيات من القرن العشرين ثم تم تجربة استخدام الديزل الحيوي كوقود للقطارات بالخلط بنسبة ٢٠٪ مع الديزل البترولي، وكان ذلك في عام ٢٠٠٧.

إنجلترا: بتاريخ ٢٤/ ٢/ ٢٠٠٨ تم تجربة استخدام وقود النفاثات الحيوي (Bio-Jet) في الطيران برحلة من مطار هيثرو إلى مطار أمستردام بهولندا.

هذا وفي نهاية العقد الأول من القرن الواحد والعشرين، فلا زالت التجارب مستمرة وتتسع على استخدام أنواع الوقود الحيوي، ولكن حتى ذلك التاريخ لم يساهم بعد العرب في هذه التجارب والأبحاث.

ويقدر الإنتاج العالمي من الوقود الحيوي، أي كل من الإيثانول الحيوي والديزل الحيوي على النحو التالي:

	الإيثانول الحيوي (بليون لتر)	الديزل الحيوي (بليون لتر)
أمريكا	٢٦,٠	١,٨
البرازيل	٢٠,٠	--
أوروبا	٢,٩	٦,٥
الصين	٣,٧	--
الهند	٢,٣	--

وتخطط أمريكا للاستغناء عن بترول الشرق الأوسط بنسبة ٧٥٪ مع حلول عام ٢٠١٥، وبافتراض الاحتياج إلى استثمارات بحدود ٨٠٠٪ عما هو جاري حاليًا.

١ – وقد تطورت مصادر إنتاج الوجود الحيوي، خلال ما يعرف بالأجيال الأربعة، وحيث كانت على النحو التالي:

الجيل الأول : المصادر من البذور والحبوب النباتية (الشعير، الصوبا، اللفت... إلخ).

الجيل الثاني : المصادر من أنواع الكتلة الحيوية والسيلولوز (نشارة الخشب، العسل الأسود، التبن، الأخشاب).

الجيل الثالث : المصادر من الطحالب، حيث زرع في أي أراضي تكون دافئة، ودون الاحتياج إلى ماء عذب، وبامتصاص كميات كبيرة من ثاني أوكسيد الكربون.

الجيل الرابع : إجراء التغيير في جينوم النباتات.

١/١ الديزل الحيوي: وقود ذو أساس كيميائي من مجموع الأستيرات (RCOCH)، والمتصلة مع سلاسل هيروكاربونية مختلفة: ميثيل (CH_3)، إيثيل (C_2H_5)، إلخ، حيث يتم إنتاجه من تفاعل الزيوت النباتية أو الدهون الحيوانية مع الكحولات في وجود عامل مساعد، وباشتراط أن تكون هيدروكاربونات مكونة من سلسلة واحدة لا غير.

هذا الوقود يستخدم بالخلط مع الديزل البترولي الناتج عن تقطير الخامات البترولية، وكذلك يمكن استخدامه بمفرده، والديزل البترولي محدد أن يقابل المواصفات الأمريكية (ASTM-D-6751).

وفي حالة الخلط بين الديزل الحيوي مع الديزل البترولي، فإنه لا يوجد احتياج لإجراء أي تعديلات في ميكانزيم أداء المحركات سواء عند بدء إدارتها أو خلال السير بالسرعات المختلفة، لكن عند استخدام الديزل الحيوي بمفرده فإنه يوجد احتياج إلى التعديل الميكانيكي في المحركات وظروف آدائها، مع لزوم تغير مرشحات الوقود بالمحرك عقب فترات قصيرة من بدء الاستخدام، حيث يقوم الديزل الحيوي بتنضيف المحرك من الرواسب الملتصقة به والسابق تكونها مع استخدام الديزل البترولي، حيث تقوم مرشحات الوقود باحتجازها وبالتالي في انسدادها، ولذا يكون الاحتياج إلى تنظيفها أو تغيرها.

ويرجع تسجيل إنتاج الديزل الحيوي كبراءة اختراع إلى تاريخ ١٩٣٠/٨/٣١، حيث توصل الباحث G. Chovanne، من جامعة بروكسل في بلجيكا إلى التسجيل لبراءة الاختراع البلجيكية، برقم ٤٢٢٨٧٧، حيث تم وصف كيفية التفاعل بين الزيوت النباتية مع الكحولات المختلفة لإنتاج مركب الأستير، وكان الهدف الأساسي من هذا الجهد هو فصل الأحماض الدهنية من أنواع الجليسرول، وذلك بإحلال الكحولات الخطية مكانها، بذلك كان هذا هو التسجيل الأول لإنتاج الديزل الحيوي أو ما يعرف بمسمى البيو ديزل (Bio-Diezel)، هذا وخليط الديزل الحيوي مع البترولي يحمل مسمى الحرف B مع ذكر النسبة المضافة من الديزل الحيوي، فإذا كان المسمى (B20)، فإن ذلك يعني أن ذلك الخليط يحتوي على نسبة ٢٠٪ من الديزل الحيوي، وعلى نفس المنوال إذا كان المسمى (B100) فإن ذلك يعني أنه بالكامل ديزل

حيوي. وعادة ما يتم الخلط بين نوعي الديزل في خزانات مخصصة لذلك، وقبل التدفيع المباشر إلى محطات خدمة السيارات لتموين أنواع المركبات.

وكان أهم هذه الملاحظات عن عيوب ومشكلات استخدام الديزل الحيوي الآتي:

١ – إذابة الجوانات والخراطيم الكاوتشوكية الموجودة بالمحركات، حيث كان يستخدم في تصنيعها المطاط الطبيعي، لذا روعي بعد ذلك أن يتم تصنيعها باستخدام أنواع المطاط الصناعي المقاومة للذوبان، وقد تم ذلك التعديل في عام ١٩٩٢ واستمر بعد ذلك.

٢ – المقدرة على إذابة أنواع الرواسب التي يكونها الديزل البترولي أثناء استخدامه في إدارة المحركات (كما سبق الذكر) وتوجد ملتصقة على الأجزاء المختلفة من المحركات. ومما ينتج عنه سرعة انسداد هذه المرشحات، ومما فرض التوصية بأن يتم تغيير هذه المرشحات أو تنظيفها عقب فترة قصيرة من بدء استخدام الديزل الحيوي. سواء كانت هذه المرشحات مستخدمة مع المحركات أو السخانات.

٣ – في حالة استخدام الزيوت النباتية أو عصير بعض أنواع حبوب النباتات (مثل الفول السوداني أو اللفت أو غيرها)، فإن ارتفاع اللزوجة يتسبب في صعوبة استخدامها في إدارة المحركات عند تدفيعها، مع صعوبة احتراقها لإعطاء الكفاءة المطلوبة للمحرك، والذي يعمل بضغط خليط من جزئيات الوقود مع الهواء، وبالتالي كان الحل هو أن يتم تسخين هذه الزيوت لخفض لزوجتها، ومما يسهل بالتالي إمكانيات تدفيعها مع تحقيق الاستفادة الكاملة بها. وقد استدعى ذلك إضافة وحدة أو معدة لتسخين الزيوت النباتية إلى أجزاء محرك الديزل. وقد وجد أحيانًا أن ذلك الحل ليس مرضيًا، كما أنه أحيانًا يصعب تنفيذه.

ونظرًا إلى تلك العيوب فقد وجد أن الحل الأسهل والأكثر مناسبة وكفاءة هو استخدام الديزل البترولي، خاصة إذا كان محتواه من الكبريت منخفضًا، ولا زال ذلك الحل هو المتبع حتى الآن في العديد من الدول.

ومع اختلاف أنواع الزيوت النباتية، وكذلك أنواع الكحولات التي استخدمت في هذا التفاعل، فقد تم التوصل إلى العديد من الاستيرات كمنتجات نهائية مع فصل الجلسرول الذي ينتج عن هذا التفاعل.

ومن أهم مميزات الديزل الحيوي الخواص التالية:

١ – إمكانية الخلط مع الديزل البترولي بأي نسب.

٢ – في حالة الخلط مع الديزل البترولي المعالج بالهدرجة لخفض نسبة الكبريت، فإن الديزل الحيوي يُكسب الديزل البترولي كفاءة تزييت عالية، حتى لو كانت إضافته بنسبة ضئيلة.

٣ – يحقق انبعاثات أقل: على سبيل المثال الآتي :

* أكاسيد الكبريت بنسبة ١٠٠٪.
* أول أكسيد الكربون بنسبة في حدود ١٠-٥٠٪.
* الجزئيات الدقيقة العالقة بنسبة في حدود ١٠-٥٠٪.
* أكاسيد النيتروجين بحدود ٥-١٠٪.
* خفض نسبة تكون الرماد المتخلف عن احتراق الوقود بحدود ٤٠-٦٠٪.

والاختلاف في هذه النسب لخفض الانبعاثات يرجع بالأساس إلى الاختلاف في نوعية وعمر تشغيل المحركات، وكذلك أسلوب وطريقة القيادة.

إضافة إلى ما سبق فقد وجد أن خفض انبعاث أكاسيد النيتروجين، وكذلك المركبات الهيدروكاربونية (غير المتفاعلة) فإن ذلك يؤدى إلى عـــــدم تكون الأوزون (O_3)، والذي يعرف بمسمى الأوزون الأرضي، حيث يتكون وينبعث من احتراق وقود الديزل البترولي في وجود ضوء الشمس.

والأوزون بالأساس عنصر مفيد عند تواجده في الغلاف الجوي (طبقة الاستراتوسفير على بعد ١٥-٥٠ كيلو مترًا) بعيدًا عن سطح الأرض، إذ يمتص الأشعة فوق البنفسجية ويحمي الأرض بالتالي من المضار التي تسببها هذه الأشعة، ويقدر ذلك الانخفاض في انبعاث الأوزون الأرضي عند استخدام الديزل الحيوي بمقدار ٥٠٪ مقارنة مع الديزل البترولي.

كذلك أوضحت النتائج أن الديزل الحيوي يحقق انخفاضًا في انبعاث ثاني أوكسيد الكربون بنسبة تصل إلى ٧٨،٥٪، مقارنة عما يحققه احتراق الديزل البترولي، والذي يزيد من فاعلية الديزل الحيوي في خفض ثاني أوكسيد الكربون هو استخدام النباتات في تصنيعه، ومما يعني أن هذه النباتات لن تنتج ثاني أوكسيد الكربون، ومما يعني المزيد من الخفض له.

٢/١ كحول الاثيانول الحيوي: ينتج كحول الإثيانول الحيوي باستخدام تركيبات السيلولوز الخشبي، والذي يدخل في تكوين أنواع النباتات المختلفة، حيث يشمل إضافة إلى السيلولوز المكونات

من المادة الخشبية التي تصنع نسيج السيلولوز الخشبي، كما يدخل من ضمن أنواع السيلولوز الخشبي بقايا نبات القمح، وأنواع التبن والحشائش الجافة، والطحالب، ونشارة الخشب، والمنتجات الثانوية، التي تتجمع عند تهذيب الأشجار، أو تهذيب وتقليم الحشائش، بذلك يتحقق إنتاج الوقود الحيوي دون الإهدار للمصادر الغذائية أو للحبوب النباتية المستخدمة في الأطعمة أو إنتاج الزيوت النباتية، وكذلك بالنسبة إلى قصب السكر، لكن تحتاج هذه التكنولوجيا إلى المزيد من العمل لإنتاج السكر من هذه الأنواع من السيلولوز، وحتى يمكن للكائنات الدقيقة العمل على تخميرها، وتحويلها إلى كحول الإثيانول، وأغلب هذه النباتات يمكن نموها وتجميعها دون أي تكلفة أو مجهود يذكر، سواء لزراعتها، أو تنميتها، لذا يجري عليها حاليًا العديد من الأبحاث، خاصة مع ما تعطيه من إنتاجية عالية من أنواع الأراضي المختلفة، وحيث إن السيلولوز موجود في كافة نواع النباتات، سواء الطبيعة، أو المزروعة، أو أنواع الأشجار، أو الصوبات، أو الحشائش، أو الغابات، وفي مختلف أرجاء المعمورة، ودون أي مجهود يذكر لزراعتها، أو تكلفة اقتصادية أثناء رعايتها ونموها، بالإضافة إلى أن نموها يحقق خفضًا لانبعاثات غازات الصوبا الخضراء، وبنسبة تصل إلى ٥٥ ٪ مقارنة بانبعاثات حرق بنزين السيارات.

كانت المحاولة الأولى لإنتاج كحول الإثيانول باستخدام الأخشاب فى ألمانيا ومنذ أكثر من مائة عام (عام ١٨٩٨)، حيث تم استخدام حامض مخفف لتحويل السيلولوز إلى مركب الجولوكوز، وتم حينئذ النجاح في إنتاج حوالى ٧.٦ لتر باستخدام ١٠٠ كيلو جرام من مخلفات الأخشاب، أو ما يعادل ٧٥ لتر كحول باستخدام طن واحد من الأخشاب، وحيث عمل الألمان عندئذ على إقامة وتطوير هذه الصناعة، وقد تم التطوير لزيادة الإنتاج ليصل إلى حدود ٢٠٠ لتر باستخدام طن واحد من الأخشاب، وأعقب ذلك أن أخذت هذه الصناعة طريقها إلى الولايات المتحدة، وليقام خلال الحرب العالمية الأولى مصنعين كبيرين لإنتاج الكحول الإيثيلي من الأخشاب، وحيث اعتمدت على الطريقة التى عرفت بمسمى العملية الأمريكية، والتي تم فيها استخدام حامض الكبريتيك المخفف في إسالة الأخشاب، لكن عاب هذه الطريقة انخفاض كميات الكحول الناتج، حيث كانت حوالى ٤٠ لترًا فقط باستخدام طن واحد من الأخشاب، ولكن الوحدات كانت بطاقة إنتاجية كبيرة، ثم مع انتهاء الحرب العالمية الأولى فقد حدث الانخفاض لكميات الأخشاب المتوافرة، وكان ذلك السبب لغلق هذه المصانع، فى أعقاب انتهاء الحرب مباشرة.

ومن ثم بدأت في أمريكا مراحل البحث والتطوير لعمليات الإسالة بالأحماض المخففة على أخشاب الغابات المختلفة، ثم عادت أمريكا ثانية في ظروف الحرب العالمية الثانية إلى إنتاج الإثيانول من السيلولوز، ومع التطوير لإنتاج كحول البيتانول، والذي كان لازمًا لإنتاج الكاوتشوك الصناعي، واستمر ذلك خلال سنوات هذه الحرب، لكن كانت غير محققة للأرباح؛ ومما دفع ثانية إلى إغلاقها مع انتهاء الحرب العالمية الثانية.

ومع التطور السريع في تكنولوجيات الإنزيمات خلال العقود الأخيرة من القرن العشرين، فقد تم استبدال عملية الإسالة بالحامض إلى أن تكون باستخدام الإنزيمات، لكن استدعت تلك الطريقة الفصل للسيلولوز النقي؛ حتى يمكن معالجته بالإنزيمات، ومن ثم تم الرجوع إلى تطوير عملية الإسالة باستخدام الحامض، واعتمادًا على التقنيات الأولى لهذه الطريقة، وقد أشار الرئيس بوش في خطابه إلى الأمة بتاريخ ٣١ يناير ٢٠٠١ إلى أن الخطة تشمل إنتاج قرابة ١٥٠ بليون لتر من الكحول الإيثيلي في عام ٢٠١٧، باستخدام نبات القمح وغيره من النباتات والأخشاب، وقد خصص لذلك ميزانية تقاربة ٣،٦ بليون دولار خلال الفترة ٢٠٠٧-٢٠١٧، وفي مارس ٢٠٠٧ تم صرف مبلغ ٣٨٥ مليون دولار للإنتاج من المصادر غير التقليدية، مثل النشارة والحشائش وخلافه، وكان ذلك في ٦ مصانع، ثلاثة منها يعمل بالطريقة الحرارية الكيميائية، وثلاثة تنتج باستخدام أنواع السيلولوز، هذا وأقيم أول مصنع في نوفمبر من عام ٢٠٠٧ لإنتاج ٤٠٢ مليون لتر كحول إيثيلي من السيلولوز، وحاليًا يتم إنتاج ١،٣ بليون طن في العام من الكتلة الحيوية للسيلولوز، وذلك يكافئ تقريبًا كمية ٤ بلايين برميل من خام البترول، وما يشكل ٦٥ ٪ من استهلاك الولايات المتحدة الأمريكية.