الفصل الثالث

مواصفات منتجات (GTL)

مواصفات سوائل (GTL):

أهم المواصفات المميزة للسوائل المنتجة بتكنولوجيات (GTL) تشمل الآتي:

١. سوائل عالية النقاوة، خالية من الكبريت والعطريات.

٢. العادم المنبعث عن احتراقها يحتوي على نسب منخفضة للغاية من الملوثات الأساسية:

- ❖ أكاسيد الكبريت (SO_X)، خالي تماما.
- ❖ أكاسيد النيتروجين (NO_X).
- ❖ المركبات العضوية المتطاير Volatile Organic Compounds (VOC).
- ❖ الجزئيات الدقيقة Particulate Matter (PM)، وتشمل الجزئيات الغير كاملة الاحتراق
- ❖ أول أوكسيد الكربون (CO).

وذلك بالمقارنة مع الانبعاثات التي تحدث من احتراق السوائل المنتجة من تكرير الخامات البترولية، وحتى التي يطلق عليها الوقود النظيف، مثال الديزل النظيف.

٣. عدم انبعاث عادم ذى لون أزرق أو أسود، بل شفاف نقي، لعدم الاحتواء على الجزئيات الدقيقة.

٤. نواتج الاحتراق منخفضة السمية لانخفاض نسب احتوائها على المركبات العضوية المتطايرة، إضافة إلى انخفاض محتواها من المركبات العطرية.

٥. زيت الغاز (الديزل) الناتج من تكرير الخامات البترولية، يحقق رقم سيتان في الحدود ٤٨-٥٤ فقط، مما يعني أن كفاءة ديزل (GTL) كوقود لإدارة المحركات أفضل بكثير (رقم السيتان ٧٠-٧٦).

٦. عند الاحتراق تحقق طاقة متقاربة للسوائل البترولية.

٧. تحقق مستويات أداء جيدة، مما يعطي إمكانية التطوير في تصميمات المحركات، مع رفع للكفاءة في الأداء.

بالنسبة لأهم السلبيات في السوائل المنتجة بتكنولوجيات (GTL)، تنحصر في الآتي:

١. انخفاض كفاءة التزييت لأجزاء المحرك، ومما يلزم معه ضرورة استخدام إضافات محسنة للتزييت (Lubricating Additives).

٢. ارتفاع نسبي في معدلات الاستهلاك، نظرا لانخفاض الكثافة.

٣. أقل في معدلات السريان عند درجات الحرارة المنخفضة، لارتفاع نسبة احتوائها على المركبات البارفينية.

٢,٣ مقارنة مواصفات سوائل (GTL) مع الغاز الطبيعي:

توضح المقارنة بين مواصفات سوائل (GTL) مع الغاز الطبيعي المسال (LNG) أن سوائل (GTL) ترتبط بالآتي:

١. أقل في الحجم.

٢. تستخدم ذات البنى الفوقية.

٣. تحتاج إلى استثمارات أعلى ولكن بنسب محدودة.

٤. لا تحتاج إلى عمليات إعادة التحويل حتى تكون صالحة للاستخدام كوقود للأغراض المختلفة، مما يعتبر ميزة جيدة في حالة وقود المحركات والمركبات.

٥. مصدر جيد لغاز الهيدروجين، واللازم لتشغيل خلايا الوقود.

٦. يمكن نقلها إلى المواقع النائية والبحرية بسهولة، أو إقامتها في هذه المواقع، بينما لا تحقق عمليات إسالة الغاز الطبيعي هذه الإمكانيات.

إضافة إلى ما سبق، فإن نمو أسواق (LNG) يرتبط بكفاءة الاستخدام والتوزيع لتموين السيارات ووحدات النقل، خاصة الأتوبيسات والتاكسي، وهو ما يلزم استثمارات كبيرة لإتمامه.

وتوضح المقارنة مع الغاز الطبيعي المضغوط (CNG) الآتي:

١. يحتاج الغاز المضغوط إلى رفع الضغط إلى أعلى من ٢٦٠٠ رطل/ بوصة مربعة، قبل التجهيز للشحن أو التخزين أو التداول.

٢. يلزم استثمارات مرتفعة لإقامة وحدات الضغط للغاز الطبيعي.

وإجمالا فإن نوعي الغاز الطبيعي، سواء المسال أو المضغوط، يستخدمان البنى الفوقية ذاتها وكذلك خطوط الأنابيب والمنشآت وخلافه من المعدات والوسائل، وبأنهما بدائل ناجحة وأقل تلويثا للبيئة مقارنة بأنواع الوقود السائل البترولي، سواء الجازولين أو زيت الغاز (الديزل)، خاصة لما يتحقق عند احتراقهما من الخفض الكبير في انبعاث الجزئيات الدقيقة (PM)، وغيرها، مما يعرف بمسمى غازات الصوبة الخضراء (GHG)، وأهمها ثاني أوكسيد الكربون (CO_2).

١,٢,٣ مقارنة مواصفات وقود الديزل من المصادر المختلفة:

يشتمل الجدول رقم (٣, ١) على مقارنة مواصفات الديزل المنتج من المصادر التالية:

- تكرير الخامات البترولية.
- وحدات (GTL).
- وحدات الفحم (CTL).

جدول رقم (٣, ١): مواصفات وقود الديزل من المصادر المختلفة.

الخـــواص	ديزل من تكرير الخامات البترولية	ديزل من الغاز الطبيعي بوحدات (GTL)	ديزل من وحدات الفحم (CTL)
❖ رقم السيتان	٤٨-٥٤	<٧٤	<٧٤
❖ غازات الصوبة الخضراء (GHG)	١٦٥	١٨	٣٥
❖ الكبريت، ج.ف.م	٥٠٠/٥٠	صفر ـــ<١	صفر ـــ<١
❖ العطريات، ٪ بالحجم	٨-١٠	صفر ـــ<٠,٢	صفر ـــ<٠,٢
❖ الكثافة، جم/ سم^3	٠,٨٣ — ٠,٨٧	٠,٧٧	٠,٧٧

من الواضح أن أنواع الديزل المنتجة بتفاعل (F-T)، بدءا من تحويل الغاز الطبيعي أو غاز الميثان (في حالة إنتاجه من الفحم) تحقق مميزات:

- ارتفاع رقم السيتان.
- الخلو من الكبريت.
- الخلو من العطريات.

لكن مع انخفاض الكثافة، مما يعني ارتفاع الأحجام التي يلزم احتراقها لتحقيق ذات الطاقة المتولدة حراريا باستخدام ذات الكتلة (الوزن).

يتضمن الجدول رقم (٣, ٢) المقارنة بين وقود الديزل المنتج بتكنولوجيات (GTL) مع الديزل التقليدي النظيف ذى نسبة الكبريت المنخفضة (٥٠ ج ف م) أو أقل، كذلك المقارنة مع المخاليط المحضرة، بنسبة ٢٠:٨٠ ديزل نظيف: ديزل (GTL) & ونسبة ٥٠:٥٠ من كل منهما، والديزل النظيف الذي يحقق المواصفات الأوروبية لعام ٢٠٠٥ (EU 2005).

هذا.. ويتضمن الجدول رقم (٣, ٣) تحديد الإيجابيات والسلبيات المتحققة من مواصفات أنواع الديزل المصنع بتفاعل (F-T)، حيث يتضح، إضافة لما سبق، الآتي:

- انخفاض الكثافة يقلل من انبعاث الجزئيات الدقيقة (PM)، ولكن يؤدي إلى ارتفاع معدلات الاستهلاك مع تحقيق قوى أقل للمحرك.
- ارتفاع نسبة البارفينات تعني أن السوائل أكثر قابلية للتحلل بالبكتريا، وهو ما قد يعتبر ميزة إيجابية، ولكن هذا يتسبب في أن معدل السريان عند درجات الحرارة المنخفضة أقل.
- أقل في نسبة المركبات القطبية (Polar Species)، والتي تتسبب أيضا في الإقلال من كفاءة التزييت والثبات ضد الأكسدة.

جدول رقم (٣, ٢)

المقارنة بين مواصفات وقود الديزل المنتج بتكنولوجيات (GTL) مع الديزل التقليدي النظيف وكذلك مع المخاليط بينهما.

الخاصيـــة	الوحـــدة	ديزل نظيف مواصفة (EU2005)	ديزل (GTL)	(GTL)/ (EU) (20/80)	(GTL)/ (EU) (50/50)
الكثافة عند ٢٠°م	كيلو جرام/ لتر	٠,٨٣٢	٠,٧٦٥	٠,٨٢١	٠,٨٠٢
اللزوجة كينماتيك عند ٤٠°م	سنتي ستوك	٢,٨٧	١,٩٧	٢,٧٩	٢,٥٤
رقم السيتان		٥٣	٧٦	٥٨	٦٢
نقطة انسداد المرشح البارد	°م	١٧-	١٩-	١٧-	٨-
الكبريت الكلي	جزء في المليون (ج.ف.م)	٨	١>	٦	٤
العطريات الكلية	٪ بالوزن	٢٨	٠,١٤	٢١,٧	١٣,٥
نسبة الهيدروجين/ الكربون	جزيء	١,٨٣	٢,١	١,٩١	١,٩٨
نقطة الوميض	°م	٨٢	٥٩	٧٦	٦٦
معامل التزييت	ميكرو متر	٣٩٤	٣٧٠	٤٠٠>	٤٠٠>
التقطير:					
استعادة ١٠٪ بالحجم	°م	٢٢١	١٨٧	٢١٢	٢٠١
استعادة ٩٥٪ بالحجم	°م	٣٥٤	٣٢١	٣٣٩	٣٣٧
أقل قيمة حرارية	كيلوجول/ كيلو جرام	٤٣٠٧٣	٤٣٨٣٦	٤٣٢٠٠	٤٣٥٠٠

جدول رقم (٣,٣): إيجابيات وسلبيان الديزل المصنع بتفاعل (F-T).

الخواص المؤثرة	الإيجابيات	السلبيات
رقم سيتان أعلى	- أقل في انبعاث الملوثات الغازية: أول أوكسيد الكربون، أكاسيد النتروجين، الهيدروكاربونات غير الكاملة الاحتراق، الجزئيات الدقيقة (PM).	
كثافة أقل	- أقل في انبعاث الجزئيات الدقيقة.	- أعلى في معدل الاستهلاك. - يحقق للمحرك قوة أقل.
أعلى في نسبة البارفينات	- أكثر قابلية للتحلل بالبكتريا.	- أقل في معدل السريان عند درجات الحرارة المنخفضة.
أقل في نسبة العطريات	- أقل تأثيرا على الأجزاء الكاوتشوكية بالمحرك (جوانات، خراطيم...إلخ).	- أقل في كفاءة التزييت لأجزاء المحرك.
أقل في نسبة الكبريت	- أقل في انبعاث الجزئيات الدقيقة العالقة.	- أقل في الثبات ضد الأكسدة
أقل في نسبة المركبات القطبية (Polar Species)		- أقل في كفاءة التزييت لأجزاء المحرك. - أقل في الثبات ضد الأكسدة.

٢,٢,٣ مواصفات سوائل الكيماويات:

تشتمل الكيماويات من سوائل (GTL) على الآتي، مع إيضاح أهم المواصفات الخاصة بها، وطرق إنتاجها، واستخداماتها:

١. مركب ثاني مثيل إيثر:

ينتج من كحول الميثانول بإجراء عملية فصل لجزئ الماء، طبقا للمعادلة الآتية:

$$2CH_3OH \xrightarrow{-H_2O} CH_3OCH_3 + H_2O$$

تتركز الاستخدامات في الآتي:

- غاز ناشر في عبوات الأيروسول للمنتجات المختلفة.

- وقود نظيف خالي من انبعاث الملوثات لاحتوائه على نسبة ٣٥٪ أوكسجين.
- وقود مناسب لتوليد الكهرباء وإدارة محركات الديزل.
- يتميز عن الديزل التقليدي بالخواص التالية:
  - رقم سيتان مرتفع ٥٥-٦٠.
  - خواص جيدة عند درجات الحرارة المنخفضة.
  - خالي من الكبريت والعطريات.

لكن هناك احتياجًا إلى تعديل ظروف التخزين والتداول والنقل، نظرا لسرعة تبخره عند درجات الحرارة العادية، لذلك فإن هناك قيودا على استخدامه في السيارات، بينما في الإمكان استخدامه مع الأتوبيسات والتاكسي داخل المدن.

لازال السوق الحالي لهذا المركب محدودًا، لكن في الإمكان التوسع في الاستخدام كوقود لمحركات الديزل، مع الاحتياج إلى إقامة البنى الفوقية اللازمة والمناسبة، كذلك إمكانية الاستفادة من البنى الفوقية السابق إقامتها لنقل وتداول وتخزين الغاز الطبيعي، سواء المضغوط أو المسال.

٢. كحول الميثانول:

ينتج كحول الميثانول من الغاز الطبيعي بتكنولوجيا (GTM) السابق ذكرها. وكحول الميثانول هو اللقيم الرئيسي لإنتاج:

- مركب الفورمالدهيد
- حامض الخليك
- إضافة (MTBE) ـــ ميثل ثلاثي بيوتيل إيثر.

وإضافة (MTBE) تستخدم مع الجازولين لرفع رقم الأوكتان، وإن كانت توجد معارضة لاستخدامه، حيث إن هناك ادعاء بتلويثه لمياه الشرب، حسبما حدث في ولاية كاليفورنيا بأمريكا.

كذلك يستخدم الميثانول كوقود للمحركات بديلا عن الجازولين، منذ أكثر من ثلاث عقود، سواء كان هذا الاستخدام للميثانول على حالته أو مخلوطا بنسب متفاوتة مع الجازولين (غالبا أقل من ٢٠٪ بالحجم)، ولكن لم يتحقق التوسع في هذا الاستخدام للميثانول؛ للأسباب التالية:

- ارتفاع تكلفة إنتاج الميثانول من المصادر النباتية، مما جعل أسعاره أعلى من الجازولين، ولذا فإن تكنولوجيا (GTL) مع ما تحققه من خفض في الأسعار، قد تكون دافعًا لمعاودة التوسع في هذا الاستخدام.
- الطاقة الحرارية المتولدة من الميثانول أقل مقارنة بالجازولين.
- سهولة الذوبان والاختلاط مع الماء، مما يتسبب في انفصاله عن الجازولين.
- انبعاث نسب من غازات الصوبة الخضراء(GHG).
- هناك احتمالية لتحوله إلى فورمالدهيد أثناء عملية الاحتراق، وبالتالي انبعاث الفورمالدهيد كعادم.

ويصنف الميثانول بأنه وقود للاستخدام مع خلايا الوقود، وبالتالي للسيارات ذات المحركات العاملة بهذه الخلايا، خاصة لمحتواه المرتفع من الهيدروجين وصلاحيته النسبية كوقود سائل.

٣,٣ الغازات المنتجة:

١. غاز الهيدروجين

ينتج الهيدروجين خلال عملية تحضير الغاز المصنع، ويستخدم في تشغيل خلايا الوقود، أي ليتحول إلى توليد الكهرباء خلال عملية كهروكيميائية تجري عند حرارة منخفضة نسبيا، وتتميز خلايا الوقود بالفاعلية مع عدم انبعاث للملوثات.

تجري حاليا أبحاث بمعرفة صانعي المحركات لتطوير خلايا الوقود ورفع كفاءتها، مما يتوقع معه الوصول إلى هذه النوعية من السيارات، أي المدارة بخلايا الوقود خلال السنوات القادمة، أو على الأقل وضع نموذج للمحركات التجريبية، مع توقع أن يتحقق انخفاض في أسعارها، لكن خلال فترة تمتد من ١٠ إلى ١٥ عامًا.

٢. الأمونيا:

تنتج الأمونيا من تفاعل النتروجين مع الهيدروجين ثم الأكسدة (NH_4OH)، وتستخدم لإنتاج مركب اليوريا اللازم كسماد، وتصل النسبة المستخدمة عالميا من الأمونيا لإنتاج اليوريا إلى حوالي ٨٧٪.

تحتاج الأمونيا إلى وسائل خاصة للإنتاج تحت ضغط، سواء للتخزين أو النقل والتداول.

٣. الأوليفينات:

كما سبق الذكر يتم إنتاج العديد من الأوليفينات من تفاعل (F-T) تشمل C_2-C_4 ، وأحيانا C_5&C_6 ، ومن الأفضل أن توجه كميات الأوليفينات إلى مصانع البتروكيماويات (وحدات البلمرة)، أو إلى الهدرجة لتتحول إلى بارفينات، ويحتاج إنتاج الأوليفينات إلى استثمارات مرتفعة، كما يفضل إنتاجها من حقول الغاز الطبيعي ذات السعة الكبيرة.

٤,٣ كفاءة أداء ديزل (GTL):

أجريت العديد من الدراسات لتقييم كفاءة أداء أنواع الديزل المصنعة بتكنولوجيات(GTL)، من حيث الآتي:

- نسب انبعاث الملوثات:
  - أول أوكسيد الكربون (CO).
  - أكاسيد النيتروجين (NO_X).
  - الجزئيات الدقيقة (PM).
  - المركبات الهيدروكابونية (HC)، وتشمل المركبات العضوية المتطايرة (VOC).
  - ثاني أوكسيد الكربون (CO_2).
- الطاقة الحرارية الناتجة.
- الأداء في الأنواع المختلفة من المحركات:
  - محركات ديزل خفيفة.
  - محركات ديزل شاقة الخدمة.
- كفاءة التزييت للأجزاء المعدنية من المحرك.

هذا مع المقارنة بأنواع وقود الديزل التقليدية، وكذلك المحتوية على نسب منخفضة من الكبريت، ويتضمن الجدول رقم (٣, ٤) مقارنة مواصفات أنواع الديزل المختبرة في هذه التجارب، حيث استخدمت الأنواع الأربعة التالية:

- ديزل منخفض الكبريت من الخامات البترولية.
- ديزل تقليديًا من الخامات البترولية.
- ديزل (GTL) (إنتاج ماليزيا).
- ديزل (GTL) (إنتاج جنوب إفريقيا).

وأجريت الاختبارات على شاحنات نقل وأتوبيسات ركاب.

يلاحظ من الجدول (٣, ٤) خلو ديزل (GTL)من الكبريت، والعطريات والمركبات القطبية، مع ارتفاع نسبة المركبات المشبعة (البارفينية)، ولكن ديزل جنوب إفريقيا به نسبة مرتفعة من العطريات (١٠٪ بالحجم)، وهذا راجع إلى طريقة التصنيع المستخدمة في إنتاجه من الفحم.

أشارت نتائج قياس الانبعاثات، الواردة بالجدول (٣, ٥) والمتضمنة المقارنة بين ديزل تقليدي منخفض الكبريت، وديزل (GTL) إنتاج ماليزيا، ثم المقارنة باستخدام نوع آخر من الديزل التقليدي منخفض الكبريت وخليط منه مع ديزل (GTL) إنتاج ماليزيا.

جدول رقم (٣, ٤): مقارنة مواصفات أنواع الديزل المختبرة

نوع المحرك / المركبة	شاحنات نقل		أتوبيسات ركاب	
الاختبار	ديزل منخفض الكبريت من الخامات البترولية	ديزل (GTL) إنتاج ماليزيا	ديزل تقليدي من الخامات البترولية	ديزل (GTL) من إنتاج جنوب إفريقيا
الكثافة، جم/ سم٣	٠,٨٣٢٩	٠,٧٨٤٥	٠,٨٣٢٨	٠,٨٠٠٧
رقم السيتان	٥٤	٧٤	٤٩	٥٢
نسبة الكبريت، ج.ف.م.	١٠٠	خالي	٥٠٠	١٠
نسبة العطريات، ٪ حجم	١٨,١	٠,١	٢٤,٧	١٠,١
نسب المركبات البارفينية، ٪حجم	٧٤,٣	٩٩,٨	٧٣,٨	٩٩,٩
نسبة الأوليفينات، ٪حجم	٠,٨	٠,١	١,٥	٠,١
نقطة الوميض، °م	٧٢	٩٨	٧٤	١٠٠
نسب الماء والرواسب، ٪ بالوزن	<٠,٠١	<٠,٠٢	<٠,٠١	<٠,٠١
نسبة الرماد، ٪ بالوزن	٠,٢	<٠,٠٠١	٠,٢	<٠,٠٠١
شريط النحاس	١A	١A	١A	١A
نسب الكربون / الهيدوجين:				
الكاربون، ٪ بالوزن	٨٥,٩	٨٤,٩١	٨٦,١١	٨٥,٣
بالهيدروجين، ٪ بالوزن	١٤,١	١٤,٩٤	١٣,٣٧	١٤,٧
النيتروجين، ٪ بالوزن	٠,٠٤	٠,٥٧	٠,٠٣	٠,٥٨
حرارة الاحتراق				
الحرارة الكلية، وحدة حرارية/ رطل	١٩٦١٨	٢٠٢٧٤	١٩٧٢٦	١٩٦٠٠
الحرارة النهائية،وحدة حرارية/ رطل	١٨٤٣٥	١٨٨٨٤	١٨٥١٣	١١٤٠٠

جدول رقم (٣, ٥): نتائج قياس الانبعاثات (جم/ ميل).

نوع الديزل	أول أوكسيد الكربون (CO)	أكاسيد النيتروجين (NO_x)	المركبات الهيدروكاربونية (HC)	الجزئيات الدقيقة (PM)	ثاني أوكسيد الكربون (CO_2)
ديزل تقليدي منخفض الكبريت	٤	١٣,٣٥	٠,٦٧	٠,٤٨	١٩٦٠
ديزل (GTL) إنتاج ماليزيا	٣,٣	١١,٧١	٠,٤	٠,٣٦	١٥٩٥
نسبة الانخفاض في الانبعاثات، ٪	٪١٨	٪١٢	٪٤٠	٪٢٥	٪٦
ديزل تقليدي منخفض الكبريت	٣,٩	١٣,٥٧	٠,٧٥	٠,٥٢	١٦٥٥
٥٠/ ٥٠ خليط ديزل (GTL) إنتاج ماليزيا مع ديزل تقليدي منخفض الكبريت	٣,٥	١٢,١٣	٠,٥٦	٠,٤٦	١٥٩٢
نسبة الانخفاض في الانبعاثات،٪	٪١٠	٪١١	٪٢٥	٪١٢	٪٤

يلاحظ في الحالة الأولى أن الانخفاض في الانبعاثات قد حقق أفضل النتائج في حالة المركبات الهيدروكابونية بنسبة ٤٠٪، تلي ذلك الجزئيات الدقيقة ٢٥٪، أول أوكسيد الكربون ١٨٪، أكاسيد النتروجين ١٢٪، وأخيرا ثاني أوكسيد الكربون ٦٪.

ومع تغيير نوع الشاحنات واختبار أنواع الديزل المذكورة في جدول (٣, ٥)، فقد تحققت النتائج التالية: المركبات الهيدروكاربونية ٢٥٪، الجزئيات الدقيقة العالقة ١٢٪، أكاسيد النتروجين ١١٪، أول أوكسيد الكاربون ١٠٪، وأخيرا ثاني أوكسيد الكربون ٤٪.

أي إن الخلط يحقق انخفاضًا في نسب الانبعاثات، رغم اختلاف أنواع الشاحنات (المحركات)، وهذا ما يؤكد أن ديزل (GTL) يحقق خفضًا ملموسًا في نسب الانبعاثات، حتى عند الخلط بنسبة ٥٠٪ مع الديزل المنخفض الكبريت.

وبالنسبة إلى ما أوضحته نتائج الأداء إلى انخفاض كفاءة التزييت لوقود الديزل (GTL) بمختلف أنواعه، فإن ذلك يتسبب في الآتي:

- زيادة التآكل في أجزاء المحرك، خاصة مضخة تدفيع الوقود.
- انخفاض سرعة سريان الوقود.
- زيادة الانبعاثات.
- زيادة الاستهلاك من الوقود.

ومن ثم، فمن الممكن أن تؤدي إطالة مسافات الاستخدام لديزل (GTL) إلى تلف مضخة الوقود، وضرورة استبدالها، وفي الحالات الحادة يمكن حدوث هذا على نحو سريع.

لذلك من اللازم والمهم أن يستخدم مع وقود ديزل (GTL) بمختلف أنواعه الإضافات المعروفة بمصطلح إضافات تحسين التزييت (Lubricity Improver Additives)، وهذه مركبات كيميائية ذات تركيب من الأحماض أو الاستبرات طويلة السلسلة الهيدروكاربونية، وتتراوح نسب الاستخدام ٢٥-٢٠٠ ج.ف..م، وكذلك يمكن الخلط مع البيو ديزل بنسبة ٢٪ بالحجم.

ومقارنة هذه الأنواع من الديزل، توضح أن أنواع الديزل (GTL) أكثر عرضة للتحليل البيولوجي بالبكتريا، أي أقصر في فترات الثبات أثناء التخزين.

ويشتمل الجدول رقم (٦,٣) على مقارنة نتائج نسب الانبعاثات من ثلاث أنواع من وقود ديزل بترولي نظيف ذى نسبة كبريت أقل من ٥٠ ج.ف.م، مع الديزل المنتج بتكنولوجيات (GTL) وحسبما تم قياسه بمعرفة جميعة مهندسى السيارات الأمريكية (SAE) (Society of Automotive Engineers)، وكذلك المقاس بطريقة معهد جنوب الغرب بالولايات المتحدة الأمريكية (South West Institute (SWI)، حيث يتضح أن مقدار الخفض في الانبعاثات يصل إلى أعلى من ٩٠٪، وذلك من أول أوكسيد الكرنون (CO)، والمركبات الهيدروكاربونية (HC)، وإلى حوالي ٣٠٪ في الجزئيات الدقيقة، مع تحسين محدود في انبعاثات أكاسيد النتروجين.

جدول رقم (٦،٣): مقارنة نسب الانبعاثات من وقود ديزل نظيف مع ديزل منتج بتكولوجيات (GTL) (جرام/ ميل).

نوع الوقود	(CO)	(HC)	(PM)	(NO_X)
وقود/ نظيف ١	١٥,٥	١,٢	٠,١	٥
وقود/ نظيف ٢	١٤,٤	٣,٥	٠,١	٤
وقود/ نظيف ٣	٧,٢	٢,٥	٠,٠٥	٤
ديزل (GTL)				
- نتائج (SAE)	٠,٩٧	٠,٢	٠,١	٤,٦
- نتائج (SWI)	٠,٩٨	٠,٣٤	٠,١١	٣,٧

كذلك يشتمل الجدول رقم (٣, ٧) على مقارنة نسب الانبعاثات من وقود ديـزل (GTL) مع الكحول الايثيلي، الكحول المثيلي، الغاز الطبيعي المضغوط، حيث يتضـح مقدار الانخفاض في انبعاث الملوثات.

جدول رقم (٣, ٧): مقارنة نسب الانبعاثات من وقود ديزل(GTL) مع الكحولات والغاز الطبيعي المضغط (جرام/ ميل).

الوقود	(CO)	(HC)	(PM)	(NO_X)
ديزل (GTL)	٣,٧١	٠,٤١	٠,٣٧	١٤
كحول إيثيلي	٣٩,٥	١٢,٣	٠,٥٦	١٧,٧
كحول ميثلي	١٦,٧٥	١٩,٨	٠,٢٥	٩,٢٢
غاز طبيعي مضغوط	١,٧	١٥,٤	٠,٠٢	٢٠,٥٧

٥,٣ البيوديزل:

هناك اهتمام متزايد بإنتاج أنواع من سوائل الوقود والكيماويات باستخدام تكنولوجيا الكتلة الحيوية، أي توليد غاز الميثان، ثم إدخال الميثان إلى وحدات (GTL)، ويطلق على إنتاج السوائل من الكتلة الحيوية رمز (BTL) اختصار للإصلاح (Bio-mass to Liquids)، وفي الولايات المتحدة الأمريكية ذات المساحات الشاسعة من الغابات، فمن المتوقع أن هذه الغابات ستكون كافية لإنتاج أنواع السوائل من الوقود والكيماويات لفترة تمتد إلى حوالي ٧٥٠ عامًا، ومما يعني احتمال انتهاء عصر البترول والغاز الطبيعي، خاصة المتوافر لدى الدول الصحراوية، وانتقال الثقل إلى الدول التي لديها الغابات وغيرها من مصادر الكتلة الحيوية.

ينتج البيو ديزل حاليا مـن أنـواع النباتـات والخضروات، مثـال: فـول الصـويا، القمح، الذرة، عباد الشمس، بذور القطـن،..إلـخ؛ حيـث يـتم التوصـل إلى مركـب (Mono-alkyl Esters) مركب أحادي ألكيل الإسترات، وكذلك يـتم الإنتـاج مـن الدهون الحيوانية، والطحالب، وزيوت الطعام السابق استخدامها.

يتميز البيوديزل بانخفاض انبعاث الملوثات، مقارنة بالديزل التقليدي الناتج من تكرير الخامات البترولية، ويتساوى مع الديزل (GTL) في هذا الانخفاض، واستخدام خليط من البيو ديزل مع الديزل التقليدي، بنسبة ٥٠٪، لا تستدعي التعديل في أنواع المحركات أو محطات توليد الكهرباء.

وحاليا فإن البيو ديزل منافس للديزل (GTL)، إذ يصل الإنتاج السنوي من البيو ديزل على مليون طن/ سنة،ينتج منها قرابة ٨٥٪ في أوروبا، ومن المتوقع أن يصل الإنتاج السنوي إلى ٣ ملايين طن خلال الأعوام القليلة القادمة.

١,٥,٣ مقارنة مواصفات البيوديزل مع ديزل (GTL):

- ديزل (GTL) أعلى في رقم السيتان، لذا لا يوجد احتياج إلى استخدام إضافات لرفع رقم الستيان مع كل من البيو ديزل وديزل (GTL).
- كلا النوعين خالي من الكبريت والعطريات؛ أي يحققان البيئة النظيفة.
- البيو ديزل أعلى نسبيا في انبعاث (NO_x)،لذا يفضل استخدامه مع المحركات الخافضة لانبعاثات (NO_x).
- البيو ديزل أعلى في كفاءة التزييت، لذا يمكن استخدامه كإضافة لتحسين هذه الخاصية في ديزل (GTL). ويوصى بأن تكون النسبة بحدود ٢٪ بالوزن، بل يمكن استخدامه لذلك الغرض مع الديزل البترولي (التقليدي أوالنظيف)، ولا يوجد ما يمنع من زيادة هذه النسبة إلى أعلى من ذلك (٢٠-٥٠٪).
- إضافات تحسين التزييت منخفضة الثمن، وتستخدم بنسب ضئيلة (٢٠-٢٠٠ج.ف.م)، لذا قد لا تعتبر هذه الخاصية للبيو ديزل ميزة تنافسية.
- نقطة الوميض لكل من البيو ديزل وديزل (GTL)، أقل من الديزل البترولي التقليدي، ولكن في حدود المواصفات القياسية المطلوبة.
- تحقق عملية الأزمرة (Isomerisation) رفع نسبة مركبات الإيزو بارفينات في ديزل (GTL)، وبالتالي يحقق تحسينًا في خواص الانسياب عند درجات الحرارة المنخفضة، وهذه ميزة تنافسية إذا ما قورن مع البيو ديزل، الذي يحقق انسدادًا للمرشحات عند درجات الحرارة المنخفضة (في الحدود -٣ إلى -١٥°م)، ومما يلزم معه التحقق جيدا من الصلاحية عند الاستخدام في الاماكن ذات البرودة الشديدة، لذلك يفضل أن يخلط البيو ديزل مع الديزل البترولي التقليدي، حتى يحقق كفاءة الاستخدام في الحرارات المنخفضة، مع كفاءة الاستجابة لإضافات خفض نقطة الانسكاب.
- البيو ديزل أقل ثباتا أثناء التخزين؛ نظرا لاحتوائه على مركبات أوكسجين قابلة للتحلل، ومكونة لرواسب تتسبب في انسداد المرشحات.

- لازال البيو ديزل المنتج من النباتات أعلى سعرا من ديزل (GTL)، وكذلك من البيو ديزل المنتج بتكنولوجيات (BTL).

٦,٣ اختبارات تقييم الأداء الميكانيكي:

المقصود باختبارات تقييم الأداء لمختلف أنواع الوقود،هو التعرف على الآتي:

- صلاحية الوقود للاستخدام في السيارات، الشاحنات، المعدات بأنواعها (خفيفة، متوسطة، ثقيلة)، المعدات الحربية ... الخ، ومما يحدد درجة الملاءمة والصلاحية.
- تشمل درجة الملاءمة والصلاحية تبين أداء الوقود تحت الظروف المتغيرة من: درجات الحرارة، التضاريس الجغرافية (المرتفعات، المنخفضات)، درجة الرطوبة.
- كذلك تشمل الملاءمة: نوعية المحركات، المعدات، كمية الأحمال، المسافات المقطوعة، الفترات الزمنية للتشغيل.
- درجة التجانس بين أنواع الوقود أي المنتجة من الخامات البترولية أو بتكنولوجيات (BTL, CTL, GTL)، هذا مع التركيز على أنواع الوقود النظيف.
- عدد مرات بدء التشغيل أو التوقف خاصة في أنواع المحركات الثقيلة (الشاحنات، الأتوبيسات).
- معدلات استهلاك الوقود، تحت الظروف المختلفة للاستخدام.
- التأثير على معدلات استهلاك زيوت التزييت المستخدمة، سواء بالقياس للزمن أو المسافات المقطوعة.

١,٦,٣ العوامل المؤثرة على اختبارات تقييم الأداء الميكانيكي:

تشمل هذه العوامل الآتي:

١ التغير في خواص أنواع الوقود (GTL) المنتجة في المفاعلات المستخدمة للهواء، مقارنة مع المستخدم بها الأوكسجين، أي بالتحديد تأثير وجود النتروجين في الوقود، ومما يؤدي إلى رفع نسبة الانبعاثات من أكاسيد النتروجين (NOx).

٢ تأثير ظروف (GTL) على التركيب الكيميائي للوقود الناتج، خاصة لانبعاث الملوثات، من الجزئيات الدقيقة العالقة (PM)، والتي ترجع أيضا إلى تأثير إضافات تحسين الحريق المستخدمة مع وقود الديزل، ومما يلزم معه إجراء اختبارات تقييم الأداء لتحديد المطلوب.

٣ انخفاض كفاءة التزييت (GTL) تتسبب في زيادة التآكل لأجزاء المحركات ووحدات حقن الوقود، لذلك يصبح استخدام إضافات تحسين التزييت ضرورة حاكمة.

٤ انخفاض الناتج الحراري لاحتراق سوائل (GTL)، ومما يعني الزيادة في معدلات الاستهلاك.

٥ درجة كفاءة زيوت التزييت (GTL)، ذات نسب البارفينات المرتفعة (تصل إلى ١٠٠٪ بالوزن)، على إذابة اللازم من الإضافات (عدا إضافات تحسين معامل اللزوجة إذ لا يوجد احتياج لها)، وبالتالي يلزم التعديل بالخلط مع زيوت التزييت المنتجة من الخامات البترولية، أو استبدال أنواع الإضافات بأخرى مناسبة لزيوت (GTL).

٦ تبين درجة التجانس مع أنواع الجوانات الكاوتشوكية (مقدار الانتفاخ، نسبة التآكل ...إلخ)

٧ مشكلات بدء إدارة المحركات الباردة تحت ظروف درجات الحرارة المنخفضة؛ إذ إن ارتفاع نسب البارفينات في سوائل (GTL) يتسبب في أن تترسب على صورة بلورات صغيرة في البداية، ثم مع انخفاض درجات الحرارة تزداد وتنمو في الحجم، مما يتسبب في انسداد المرشحات، وربما تتجمد نسب من الوقود، إضافة إلى عدم الصلاحية للاستخدام في تشغيل خلايا الوقود.

٢,٦,٣ التعديلات المقترحة لاختبارات تقييم الأداء الميكانيكي:

تشمل التعديلات المقترحة لاختبارات تقييم الأداء الآتي:

١ تحديد أنواع من المحركات الأكثر استخداما، وبسعات وطاقات متباينة، وأن تكون في مجموعات متماثلة ومتساوية لتسهيل المقارنة.

٢ التشغيل بأنواع الوقود والزيوت، المنتجة بوحدات (GTL) ، مع المقارنة بالأنواع التقليدية المنتجة من الخامات البترولية، وطبقا لبرامج محددة مسبقا.

٣ إجراء الاختبارات تحت ظروف متنوعة من حيث: درجات الحرارة، التضاريس الجغرافية، الأحمال،المسافات، مرات التوقف، الظروف البيئية...الخ. مع تحديد كفاءة الأداء ومعدلات استهلاك الوقود، درجة تدهور زيوت التزييت المستخدمة ومعدلات استهلاك.

٤ نوعية الإضافات اللازمة، وحساب الاقتصاديات المصاحبة لاستخدامها على أن تستمر الاختبارات لفترة قد تصل إلى ٦ شهور، ومعدل تشغيل يومي بحدود ٣-٨ ساعات، مع ضرورة صيانة المحركات في المواعيد المحددة، وإصلاحها إن لزم ذلك، وأن يتم تسجيل وتصنيف النتائج والبيانات مع الجدولة وإخضاعها للمؤشرات الإحصائية، وتحديد نقاط الاتفاق ومواقع الاختلاف.

٥ يفضل أن تتم جميع الاختبارات باستخدام ذات البنى الفوقية القائمة، والتي يتم من خلالها نقل وتخزين وتدفيع الوقود البترولي التقليدي، وفي حالة الضرورة أو الاحتياج يتم تعديلها.

٦ قياس انبعاث الملوثات، والتي تشمل (كما سبق الذكر):

- الجزئيات الدقيقة (PM).
- أكاسيد النتروجين (NOx).
- المركبات العضوية المتطايرة (VOC).
- أول أوكسيد الكربون (CO)

مع قياس أكاسيد الكبريت للوحدات العاملة بالوقود البترولي التقليدي أو النظيف، وبفضل الاعتماد على استخدام وحدات دينامومتر لهذه الاختبارات، وأن تكون متصلة بحاسب آلي للرقابة والمتابعة وسرعة الإنجاز.

٣,٦,٣ ضرورات لتحسين الأداء الميكانيكي:

من اللازم لتحسين أداء أنواع سوائل (GTL) إجراء الآتي:

١ اختيار وتحديد أنسب أنواع الإضافات الكيميائية اللازم استخدامها مع وقود (GTL)، وكذلك مع أنواع زيوت التزييت (GTL).

٢ درجة التأثير على الجوانات الكاوتشوكية، سواء درجة الانتفاخ أو الانكماش أو معدلات التآكل.

٣ عند تحديد أنسب أنواع الإضافات الكيميائية، يقترح دراسة إمكانيات إنتاجها أو خلط مكوناتها داخل البلدان العربية.

٤ دراسة تأثير إضافة نسب أقل من العطريات،للمساعدة على رفع كفاءة الإذابة للإضافات، مع تبين مدى التأثير على نوع ونسب الملوثات المنبعثة، ومما يحدد النسب التي تظل فيها الانبعاثات صديقة البيئة.

٥ إجراء العديد من اختبارات تقييم الأداء لدى المعاهد العربية والعالمية المتخصصة، مع المقارنة والتقييم للنتائج.