

تحسين كفاءة الطاقة واستخدام الوقود الأحفوري الأنظف

إعداد وتقديم /مدير الجودة والسلامة المهنية والبيئة
المهندس سمير خالد

ألف - الوقود الأحفوري : خصائصه والملوثات الناجمة عن استخدامه

يؤدي التركيب الكيميائي والخواص الفيزيائية للنفط الخام ومشتقاته دورا أساسيا في تحديد كمية الملوثات الناجمة عن الاحتراق ونوعيتها. فالمركبات العضوية الهيدروكربونية وغير الهيدروكربونية ومركبات المعادن والشوائب غير العضوية تحدث تأثيرا مباشرا في جودة النفط الخام، أما إن لبعض العناصر، مثل الكبريت والرصاص والمركبات العضوية و العطريات و السيتان الداخلة في تكوين الوقود النفطي، تأثيرا مباشرا في الانبعاثات، وكذلك لبعض خواص الوقود، مثل الكثافة والضغط البخاري واللزوجة ونقطة الوميض، تأثير بالغ في الانبعاثات. ولما كان تقييم كمية ونوعية الانبعاثات الصادرة عن أي من أنواع الوقود يتطلب التعرف الدقيق على خصائصه الكيميائية والفيزيائية، فيما يلي عرض عن مكونات وخواص النفط الخام وبعض مشتقاته، والتي من شأنها أن تؤدي دورا أساسيا في تحديد جودة الوقود، والملوثات الناجمة عن استخدامه.

١ - مكونات وخواص النفط الخام وبعض مشتقاته

أ - النفط الخام

هو خليط من مركبات هيدروكربونية متنوعة مشبعة وغير مشبعة وحلقية، .. الخ (مع نسب من المعادن و الراتنجات أو الأسفلتينات ، تختلف مواصفاته الفيزيائية والكيميائية من حقل إلى آخر، ويحتوي على بعض الشوائب العضوية وغير العضوية التي تحدث آثارا سلبية عند احتراقه) .

ومن أهم المركبات التي تؤثر سلبا" في نوعية النفط الخام :

١- المركبات العضوية الهيدروكربونية، (وفي طبيعتها الأوليفينات والأستييلينات والعطريات؛)

٢- المركبات العضوية غير الهيدروكربونية (وأهمها مركبات الكبريت والنيتروجين والأكسجين

والمعادن)

٣- الشوائب غير العضوية مثل المياه والأملاح المعدنية.

وتختلف خواص النفط الخام من حيث التركيب الكيميائي ونسبة الكبريت ونسب المعادن وغيرها، وهذا الاختلاف يؤثر على جودة الوقود المنتج ونوع الملوثات المنبعثة منه وكميتها. فتركيز الكبريت،

مثلا ، يصل إلى (١.٠٣ %) في الديزل المنتج من خام عربي خفيف يحتوي على (١.٧٩ %)

من الكبريت، في حين تنخفض هذه النسبة إلى (٠.١٩ %) في حالة الديزل المنتج من خام برنت يحتوي

على (٠.٣٨ %) من الكبريت. والجدير بالذكر أن الاختلاف في نوعية النفط الخام وخواصه يلقي عبئا

كبيرا" على مصافي النفط، وخاصة عند إدخال تحسينات على عمليات التكرير من أجل إنتاج وقود أنظف

ب - الغازولين

هو مقطر نفطي يحتوي على خليط من مركبات هيدروكربونية ذات ذرات كربونية يتراوح عددها بين (٥-١١) ويستخدم في محركات الاحتراق الداخلي التي تعمل بنظام الشرارة. ويحتوي الغازولين على عدد من

المكونات التي تؤثر في جودته، أهمها الرصاص والبنزين والكبريت والمركبات العطرية، و الأوليفينات

و الألكلات والمركبات العضوية المتطايرة والأكسجين والإضافات. ويعتبر الضغط البخاري ، وهو مقياس

تطابير الغازولين، من أهم الخواص التي تؤثر في جودته، وتخفيض الضغط البخاري هو وسيلة اقتصادية للتحكم في المركبات العضوية المتطايرة.

ج- الديزل أو زيت الغاز

يعرف بالمازوت في الجمهورية العربية السورية ولبنان وبالسولار في مصر، وهو مقطر نفطي يحتوي على مزيج من مركبات هيدروكربونية ذات ذرات كربونية يتراوح عددها بين (١٨ و ٣١) ويستخدم في محركات الديزل العاملة بنظام الاحتراق الذاتي، وفي قطاعات الصناعة والأبنية وتوليد الكهرباء وغيرها. وتتأثر جودة الديزل بعدد من المكونات، أهمها الكبريت و العطريات و السيتان (وهو مقياس جودة الاشتعال) والماء والشوائب والكثافة ودرجة حرارة المقطر لنسبة ٩٠ - ٩٥ % واستقرار الوقود الذي يقاس بمقاومة الوقود على تكوين المواد الصمغية والمركبات الأكسجينية غير القابلة للذوبان .

د- زيت الوقود

هو منتج نفطي ثقيل ، يحتوي على نسبة عالية من الكبريت والمعادن و الأسفلتين والبقايا الكربونية، ويستخدم وقوداً" للأغراض الصناعية والبواخر والسفن البحرية وتوليد الكهرباء وغيرها. وتتأثر جودة هذا المنتج ببعض الخصائص، مثل اللزوجة ونقطة الوميض ونقطة الانسكاب والوزن النوعي. ويفضل الإقلال من استخدامه، وخاصة داخل المدن والتجمعات السكنية، لما يسببه من معدلات تلوث مرتفعة.

٢- الملوثات الناجمة عن استخدام الوقود ومسبباتها

يؤثر عاملان في تكوين الملوثات :

الأول : هو التركيب الكيميائي للوقود : ويختلف باختلاف الخامات النفطية المستخدمة وعمليات التكرير، وما يتبعها من عمليات تحويل ومعالجة

الثاني : هو ظروف احتراق الوقود، وما يترتب عليها من ملوثات بسبب الاحتراق غير الكامل مثل أول أكسيد الكربون والمركبات الهيدروكربونية والجزيئات الدقيقة والمركبات العضوية المتطايرة وغيرها والجدير بالذكر أن فحص وضبط وصيانة محركات المركبات من أهم الإجراءات التي تتيح التوصل إلى احتراق أمثل ومن ثم خفض الملوثات.

ويتضمن الجدول ١ عرضاً موجزاً لأهم الملوثات الناتجة من حرق الوقود ومسبباتها

المسببات		الملوثات
ظروف احتراق الوقود	التركيب الكيميائي للوقود	
• احتراق غير كامل • للوقود وتكسره	• ارتفاع نسبة المركبات العطرية • وجود مركبات عطرية متعددة الحلقات • ارتفاع نسبة البنزين • وجود مركبات أوليفينية، خاصة الثنائية والمتعددة	- الجزيئات الدقيقة العالقة (خليط من الجزيئات الصغيرة والايروسولات، المركبات الهيدروكربونية النشطة، الأتربة، الأدخنة، بخار الماء .. الخ)
ظروف احتراق عالية الحرارة	• ارتفاع نسبة البنزين • تكسر المركبات الثقيلة إلى جزيئات صغيرة • وجود مركبات هيدروكربونية خفيفة (C4 H7) • وجود أوليفينات	- المركبات العضوية المتطايرة (مخاليط من المركبات الهيدروكربونية النشطة، الألهيدات، الكيتونات، الأوليفينات، الديوكسين ... الخ)
	• ارتفاع نسبة الكبريت في الوقود	- أكسيد الكبريت (ثاني وثالث أكسيد الكبريت، الأمطار الحامضية)
• ظروف احتراق عالية	• ارتفاع نسبة النيتروجين الحرارة	- أكسيد النيتروجين (أول وثاني و متعدد أكسيد النيتروجين، الأمطار الحامضية، السحب السوداء)
	• أكاسيد المعادن	- المعادن
ظروف احتراق غير كاملة		- أول أكسيد الكربون
	تفاعل المركبات العضوية المتطايرة و أكاسيد النيتروجين مع المركبات الهيدروكربونية	- السحب السوداء

الجدول رقم ١

باء - الشروط العامة لمواصفات الغازولين والديزل وزيت الوقود

١ -الغازولين

عندما بدأت مصافي النفط في إنتاج الغازولين الخالي من الرصاص، لجأت إلى زيادة نسب العطريات والإيزوبارافينات في مكونات الغازولين لرفع رقم الأوكتان، مما تسبب في زيادة انبعاث المركبات العضوية المتطايرة والغازات السامة، ومن ثم بروز الاتجاه إلى الحد من نسب العطريات واستخدام مركبات تحتوي على الأكسجين، إذ لوحظ أنها تحقق زيادة في رقم الأوكتان وتساهم في خفض الملوثات، وخاصة أول أكسيد الكربون والمركبات العضوية المتطايرة والبنزين . وقد أجريت تعديلات على مواصفات الغازولين بهدف تحقيق التوافق مع الشروط البيئية .ومن هذه التعديلات :

- أ - (**خفض الضغط البخاري**) بهدف تخفيف انبعاث المركبات العضوية المتطايرة
- ب - (**خفض نسبة العطريات**) من ٤٥ في المائة إلى ٢٥ في المائة بالحجم، لخفض انبعاث البنزين والمركبات السامة والحد من تكون الرواسب على أجزاء المحرك؛
- ج - (**خفض نسبة البنزن**) للتقليل من المركبات السامة
- د - (**خفض نسبة الأوليفينات**) لتقليل انبعاث المركبات السامة والحد من تكون الرواسب على أجزاء المحرك
- هـ - (**تخفيض تركيز الكبريت**) من ٢٠٠٠ جزء في المليون قبل عام ١٩٩٥ إلى ٥٠٠ جزء في المليون في عام ١٩٩٥ ، ثم إلى ١٥٠ جزء في المليون في عام ٢٠٠٠ ، ويسعى العالم إلى أن يصبح هذا التركيز أقل من ٥٠ جزء في المليون
- و - (**عدم احتواء الغازولين على أي معدن**)
- ز - (**استخدام المركبات الأوكسجينية**) (ايثرات وكحولات) وخاصة مركب ميثيل ثلاثي بيوتيل أيثر لرفع رقم الأوكتان (MTBE) بدلا" عن مركبات الرصاص التي ثبت ضررها للبيئة وإتلافها للمحول الحفاز ويتضمن الجدول ٢ التطورات التي جرت منذ الثمانينات لإنتاج غازولين خال من الرصاص وصولا إلى الغازولين المعدل .

٢ -الديزل

للحصول على ديزل أقل تلويثا" ، يراعى إجراء التعديلات التالية على مواصفات الديزل :

- رفع رقم السيتان إلى أكثر من ٥١ وقد وصل حاليا" في بعض البلدان إلى ٥٨
- خفض تركيز الكبريت ليتراوح بين ٥٠٠ و ٥٠ ب ب م ، ويجري العمل على تخفيضه إلى أقل من ١٠ ب ب م
- تخفيض المركبات العطرية إلى ١٠ % حجما" كحد أقصى
- تخفيض نسبة النيتروجين إلى حدود ١٠ إلى ٢٠ ب ب م
- تخفيض نسبة العطريات المتعددة الحلقات إلى ١ % حجما"
- تخفيض الوزن النوعي عند درجة حرارة ١٥ درجة مئوية إلى ٠.٨٥٥ ومن المتوقع الوصول إلى

٠.٨٢٨ في المستقبل)

- تخفيض درجة حرارة استرجاع نسبة ٩٥ % حجماً من المقطر إلى ٣٦٠ درجة مئوية، ومن المتوقع أن تصل إلى ٣٢٥ درجة مئوية في المستقبل

٣ - زيت الوقود

انعكس تطور وحدات المعالجة والتحويل الخاصة بإنتاج أنواع الوقود البيضاء الأقل تلويثاً في مصافي النفط سلباً على نوعية زيت الوقود، وزيادة في الانبعاثات الناتجة من احتراقه. وهذا يستدعي تكثيف الجهود لرفع جودته وجعله مقبولاً بيئياً، وذلك من خلال خفض تركيز الكبريت فيه للاستخدام المدني إلى ٠.٢%، وللاستخدام الصناعي إلى ٢%، وللاستخدام البحري إلى ٤.٥%، وتخفيض نسبة الأسفلتينات والمركبات العطرية الثقيلة، ونسبة النيتروجين والمعادن، وخاصة النيكل إلى ٢٠ ب ب م، ومجموع كل من الألومنيوم والسيلكون إلى ٨٠ ب ب م، وخفض نسبة المعادن الأخرى، مثل الفاناديوم و الفوسفور والحديد و المنغنيز إلى أقل قدر ممكن. كما يستدعي العمل على ثبات زيت الوقود أثناء النقل والتداول، واستخدام الطرد المركزي لفصل الرواسب والماء و الأسفلتينات، والخلط مع مركبات أقل لزوجة مثل (الديزل لخفض نقطة الانسكاب، واستخدام وحدات الترسيب، والمرشحات)

الجدول ٢ - تطور تحسين مواصفات الغازولين الخالي من الرصاص منذ الثمانينات

الشروط اللازم تحقيقها	نوع الغازولين (تاريخ الإنتاج)
- الاحتواء على نسبة ٢-٣ % من المركبات الاكسجينية، وأوقف إنتاج هذا الغازولين منذ عام ١٩٩٥	الغازولين التقليدي (عقد الثمانينات)
- الاحتواء على نسبة ٢.٧ % وزناً من الأكسجين (من ١٠-١٥% حجماً من المركبات الاكسجينية) مع الإقلال من انبعاث كاسيد النيتروجين	الغازولين المحتوي على الأكسجين (بدءاً من عام ١٩٩٢)
- خفض نسبة العطريات إلى ٢٥ % بالحجم - خفض نسبة البنزين إلى ١ % بالحجم - خفض الضغط البخاري - خفض درجة استرجاع نسبة ٩٠ % بالحجم من المقطر - خفض انبعاث المركبات السامة (مثل المركبات العضوية المتطايرة، الأوزون الأرضي، الأوليفينات) بنسبة ١٥ % بالحجم - الاحتواء على المركبات الاكسجينية التي تحقق ٢ % بالوزن من الأكسجين كحد أدنى	الغازولين المعدل تركيبه (مرحلة أولى عام ١٩٩٢)
- خفض انبعاث المركبات العضوية المتطايرة بنسبة ٢٥ % بالحجم	

<p>الغازولين المعدل تركيبه (مرحلة ثانية عام ٢٠٠٠)</p>	<p>- الاحتواء على الأكسجين بنسبة ١.٨ - ٢.٢ % بالوزن - الالتزام بباقي اشتراطات الغازولين الأساسي المعدل تركيبه (مرحلة أولى)</p>
---	--

جيم - المواصفات القياسية للغازولين والديزل عالميا

المواصفات القياسية، بما تشمل من شروط خاصة بمكونات الوقود وخواصه، هي بمثابة الدليل واللائحة التنفيذية لإنتاج وقود مطابق للمعايير المطلوبة بيئيا و"فنيا" وقد قطعت الدول الصناعية شوطا كبيرا في تطوير مواصفاتها القياسية المتعلقة بالوقود، أما هو موضح فيما يلي.

١ - مواصفات الغازولين والديزل في أوروبا

شهدت مواصفات الغازولين في أوروبا تطورا ملحوظا منذ عام ١٩٩٣ ومن المتوقع استمرار هذا التطور حتى عام ٢٠٠٩، وهذا ما يوضحه الجدول ٣. وبينما يوضح الجدول ٤ تطور مواصفات وقود الديزل بين عامي ١٩٩٣ و ٢٠٠٩، يتضح انخفاض تركيز الكبريت تدريجيا حتى عام ٢٠٠٩، وارتفاع رقم السيستان وانخفاض كثافة الديزل، وانخفاض درجة حرارة المقطر بنسبة ٩٥ في المائة. والجدير بالذكر أن ألمانيا كانت أكثر صرامة في تخفيض الكبريت، إذ وضعت حدا أقصى ٥٠ ج ف م في عام ٢٠٠١ ثم ١٠ ج ف م ابتداء من عام ٢٠٠٣. والجدير بالذكر أيضا أن المواصفات الأمريكية تشير إلى انخفاض تركيز الكبريت في الديزل من ٣٠٠ ج ف م في عام ٢٠٠٤ إلى ٨٠ ج ف م في عام ٢٠٠٦.

٢ - التعهد العالمي للوقود

في محاولة لتوحيد المواصفات القياسية عالميا واعتماد بنود وقيم موحدة لتلك المواصفات، قام ما يسمى بالتعهد العالمي للوقود بوضع مواصفات قياسية موحدة للوقود على مستوى العالم، وأطراف هذا التعهد هم: جمعية مصنعي السيارات الأمريكية، وجمعية مصنعي السيارات الأوروبية، وجمعية مصنعي السيارات اليابانية. واحتوى هذا التعهد على المواصفات القياسية للغازولين والديزل مقسمة إلى أربع فئات، وتتضمن الفئة الأولى الحد الأدنى للتحكم في الانبعاثات، وتتضمن الفئة الثانية تحكما صارما في الانبعاثات، وتتضمن الفئة الثالثة وقودا يتطلب تكنولوجيا متقدمة للتحكم في الانبعاثات (كالتصميم وتستخدم حاليا)، وتتضمن الفئة الرابعة وقودا يتطلب مزيدا من التقنيات المتقدمة للتحكم في الانبعاثات. وأفسح هذا التعهد بفئاته الأربع مجالا للأسواق والمناطق والدول على مستوى العالم للانضمام إلى أي من تلك الفئات بحسب ظروف وإمكانات كل منها. ويوضح الجدولان ٥ و ٦ الفئات الأربع لهذا التعهد.

الجدول ٣ - مواصفات الغازولين في أوروبا بين عامي ١٩٩٣ و ٢٠٠٠

٢٠٠٩	٢٠٠٥	٢٠٠٠	١٩٩٣	الوحدة	البند
٠.٠٠٥	٠.٠٠٥	٠.٠٠٥	٠.٠١٣	غرام/لتر	الرصااص
١	١	١	٥	% حجما"	البنزين
٣٥	٣٥	٤٢	-	% حجما"	المركبات العطرية
١٨	١٨	١٨	-	% حجما"	الاولفينات
٢.٧	٢.٧	٢.٧	٢.٧	% حجما"	الاكسجين
٣	٣	٣	-	% حجما"	الميثانول
٥	٥	٥	-	% حجما"	الايثانول
١٠	١٠	١٠	-	% حجما"	Isopropyl alcohol
٧	٧	٧	-	% حجما"	Tert-butyl alcohol
١٠	١٠	١٠	-	% حجما"	Iso-butyl alcohol
١٥	١٥	١٥	-	% حجما"	Ethers, C + الايثيرات
١٠	١٠	١٠	-	% حجما"	الأكسجينات الأخرى
١٠	٥٠	١٥٠	٥٠٠	ج ف م.	الكبريت

الجدول ٤ - مواصفات الديزل في أوروبا بين عامي ١٩٩٣ و ٢٠٠٩

٢٠٠٩	٢٠٠٥	٢٠٠٠	١٩٩٦	١٩٩٣	الوحدة	البند
١٠	٥٠	٣٥٠	٥٠٠	٢٠٠٠	ج ف م وزنا"	الكبريت (حد أقصى)
٥١	٥١	٥١	٤٩	٤٩	العدد	السيتان (حد أدنى)
-	-	-	٤٦	٤٦	الرقم القياسي	
٣٦٠	٣٦٠	٣٦٠	٣٧٠	٣٧٠	درجة مئوية	درجة حرارة المقطر لنسبة ٩٥ في المائة (حد أقصى)
١١	١١	١١	-	-	%	العطريات المتعددة (حد أقصى)
٠.٨٤٥	٠.٨٤٥	٠.٨٤٥	٠.٨٦٠	٠.٨٦٠	غ/ل	الكثافة (حد أقصى)

الجدول ٥ -التعهد العالمي لمواصفات الغازولين

فئة - ٤	فئة - ٣	فئة - ٢	فئة - ١	الوحدة	البند
٩١	٩١	٩١	٩١	بحثي - RON	رقم الأوكتان - غازولين ٩١ (حد أدنى)
٨٢.٥	٨٢.٥	٨٢.٥	٨٢.٥	موتور - MON	
٩٥	٩٥	٩٥	٩٥	بحثي - RON	رقم الأوكتان - غازولين ٩٥ (حد أدنى)
٨٥	٨٥	٨٥	٨٥	موتور - MON	
٩٨	٩٨	٩٨	٩٨	بحثي - RON	رقم الأوكتان - غازولين ٩٨ (حد أدنى)
٨٨	٨٨	٨٨	٨٨	موتور - MON	
صفر	صفر	صفر	٠.٤	ع/ل	الرصاص (حد أقصى)
خالي	٣٠	٢٠٠	١٠٠٠	ج ف م (وزنا")	الكبريت (حد أقصى)
٢.٧	٢.٧	٢.٧	٢.٧	% وزنا"	الأوكسجين (حد أقصى)
١٠	١٠	٢٠	غير محده	% حجما"	الاولوفينات (حد أقصى)
٣٥	٣٥	٤٠	٥٠	% حجما"	المركبات العطرية (حد أقصى)
١	١	٢.٥	٥	% حجما"	البنزين (حد أقصى)
٧٧٠-٧١٥	٧٧٠-٧١٥	٧٧٠-٧١٥	٧٨٠-٧١٥	كغ/م ^٣	الكثافة

الجدول ٦ - التعهد العالمي لمواصفات الديزل

فئة - ٤	فئة - ٣	فئة - ٢	فئة - ١	الوحدة	البند
٥٥	٥٥	٥٣	٤٨	العدد	السيتان (حد أدنى)
٥٢	٥٢	٥٠	٤٥	رقم القياسي	
٠.٨٤٠-٠.٨٢٠	٠.٨٤٠-٠.٨٢٠	٠.٨٥٠-٠.٨٢٠	٠.٨٦٠-٠.٨٢٠	كغ/م ^٣	الكثافة عند ١٥ م
٤-٢	٤-٢	٤-٢	٤.٥-٢	سنتي ستوك	اللزوجة الكينماتيكية عند ٤٠ م
خال	٣٠	٣٠٠	٥٠٠٠	ج ف م	الكبريت (حد أقصى)
١٥	١٥	٢٥	غير محده	% حجما"	المركبات العطرية (حد أقصى)
٢	٢	٥	غير محده	% حجما"	المركبات العطرية متعددة الحلقات (حد أقصى)
٣٢٠	٣٢٠	٣٤٠	غير محده	منوية	درجة حرارة المقطر لنسبة ٩٠% (حد أقصى)
٣٤٠	٣٤٠	٣٥٥	٣٧٠	منوية	درجة حرارة المقطر لنسبة ٩٥% (حد أقصى)

دال - الوضع الراهن لمواصفات الوقود المنتج في بعض البلدان العربية

ومقارنتها بالمواصفات العالمية

١ - الوضع الراهن

يمكن تقسيم البلدان العربية من حيث مواصفات الغازولين والديزل وزيت الوقود إلى ثلاث مجموعات، مجموعة أنجزت تحولاً كبيراً في إنتاج الوقود الأنظف، ومجموعة ثانية تنفذ ذلك التحول تدريجياً خلال الأعوام المقبلة، ومجموعة ثالثة لم تضع بعد برامج زمنية للتحول إلى وقود أنظف.

أ - المجموعة الأولى

تضم بلدان مجلس التعاون الخليجي التي اهتم معظمها بتطوير مواصفات الوقود بحيث تتوافق مع الشروط البيئية فبالنسبة إلى الغازولين أنجز ما يلي :

- عدم استخدام رابع أيثيل الرصاص وفي حالة استخدامه لا يزيد تركيزه عن ٠.١٥ غرام/لتر، ولفترة زمنية محدودة تمهيدا للتخلص منه، وجرى الاعتماد على إضافة المركبات الأكسجينية بديلاً لرفع رقم الأوكتان مثل مركب ال MTBE ، مع الالتزام بالحد الأقصى لنسبة الأكسجين لتكون ٢.٧% وزناً
- تخفيض نسبة العطريات في الغازولين إلى ما بين ٣٥ و ٤٥ % حجماً
- تخفيض نسبة البنزين إلى حوالي ٢ في % حجماً
- تخفيض الضغط البخاري ودرجة حرارة الاسترجاع بنسبة ٩٠ % من المقطر؛
- الالتزام بنسبة الأوليفينات بحيث تكون أقل من ٤.٣ % حجماً
- العمل على خفض تركيز الكبريت إلى (٢٠-٥٠ ب ب م) حسب ظروف المعالج

وكل ذلك يشير إلى أن هذه المجموعة من البلدان تسير طبقاً للشروط البيئية لإنتاج الغازولين الأنظف وبالنسبة إلى الديزل، تحقق معظم دول مجلس التعاون الخليجي الشروط المطلوبة لرقم السيتان (أعلى من ٥١ %) ونسبة العطريات (أقل من ١٠ %) والعطريات المتعددة الحلقات (أقل من واحد %) ودرجة حرارة المسترجع لنسبة ٩٥ % (أقل من ٣٦٠ درجة مئوية) وفي حالة الكبريت، يحتوي أغلب الإنتاج على تركيز في حدود (٥٠ - ٥٠٠) وبالنسبة إلى زيت الوقود، فلا تستخدمه بعض بلدان مجلس التعاون الخليجي، مثل قطر، والبعض الآخر يحول أكثره إلى مقطرات خفيفة أو متوسطة باستخدام طرق التكسير المختلفة، ولكن البعض يستخدمه، وخاصة في محطات توليد الكهرباء، مثل المملكة العربية السعودية.

ب - المجموعة الثانية

تضم الأردن والجمهورية العربية السورية ومصر، وهي تبذل جهوداً متنوعة لتحسين مواصفات الوقود فالأردن ينتج كميات محدودة من الغازولين الخالي من الرصاص، تمهيداً لإزالته الكاملة وفقاً لخطة تدريجية تنتهي في عام ٢٠٠٨ ؛ والجمهورية العربية السورية تنتج جزءاً من الغازولين الخالي من الرصاص، ويجري العمل ليكون معظم إنتاج الغازولين خالياً من الرصاص بحلول عام ٢٠٠٦ ؛ ومصر تنتج نحو ٩٠ في المائة من الغازولين الخالي من الرصاص وتخطط لأن يكون كله خالياً من الرصاص في المستقبل. ويبلغ متوسط العطريات في الإنتاج الحالي من الغازولين الخالي من الرصاص لدى البلدان الثلاثة نسبة تتراوح

بين ٣٥ و ٤٥ في المائة بالحجم، ومتوسط كمية البنزين نحو ٢ إلى ٣ في المائة بالحجم. وقد تزيد هذه النسب في بعض المصافي، لكن من المفترض إقامة مزيد من وحدات المعالجة والتحويل، لجعل الغازولين متوافقا مع الشروط البيئية العالمية. أما مواصفات وقود الديزل في هذه البلدان فما زالت تسمح بتركيز مرتفع للكبريت، يصل إلى واحد في المائة بالوزن أو أكثر.

ج- المجموعة الثالثة

تضم العراق واليمن، وهما بلدان يرغبان في التحول إلى الوقود الأنظف والعمل على تحقيق ذلك في المستقبل، ولكن من غير تحديد خطة زمنية معينة. أما فلسطين ولبنان، فلا توجد لديهما مصافي نפט عاملة، ويستوردان احتياجاتهما من الخارج

٢ - التباين بين مواصفات الوقود في البلدان العربية والمواصفات القياسية العالمية

تتضمن الجداول ١٠ و ١١ و ١٢ ملخصاً عن الوضع الراهن لمواصفات الغازولين والديزل وزيت الوقود

في البلدان العربية مع مقارنتها بالمواصفات القياسية العالمية. ويتبين من هذه الجداول ما يلي :

أ - وجود تباين بين مواصفات الوقود في البلدان العربية والمواصفات القياسية العالمية، ومن معالم هذا التباين:

١- ارتفاع تركيز الكبريت في كل من الغازولين والديزل ، ففي وقت يتجه العالم نحو إنتاج (الديزل الخالي من

الكبريت، يتجاوز تركيز الكبريت في الديزل في الكثير من البلدان العربية (٥٠٠٠ ب ب م) ويصل إلى

(١٠٠٠٠ ب ب م) في بعض منها، أما إن تركيز الكبريت في الغازولين يتجاوز (١٥٠ ب ب م) في الكثير

من البلدان العربية ويصل في بعضها إلى (٥٠٠ ب ب م) ، وتشير المواصفات القياسية إلى تركيز لا يتجاوز (

٤٠ ب ب م) وكذلك يبلغ تركيز الكبريت في زيت الوقود معدلات مرتفعة في البلدان العربية تصل في بعض

الأحيان إلى ضعف القيم القياسية؛

٢- انخفاض رقم السيستان في الديزل في بعض البلدان إلى أقل من ٥١

٣- ارتفاع درجة حرارة المقطر لنسبة ٩٥ في المائة للديزل و ٩٠ في المائة للغازولين

٤- عدم تضمن معظم مواصفات الديزل في البلدان العربية نسبة العطريات الكلية والعطريات المتعددة الحلقات

والنيروجين، وعدم تضمن معظم مواصفات الغازولين نسبة الأوليفيات والبنزين، وإن تضمنتها فتكون شديدة

الارتفاع، مع أن هذه المركبات تعتبر من أهم العناصر التي تحدد التقدم المحرز في التوصل إلى وقود أنظف

٥- ارتفاع نسبة العطريات في الغازولين إذ تتجاوز ٤٠ في المائة بالحجم في عدد من البلدان و حوالى ٣٤ في

المائة في بلدان أخرى، بينما لا تتجاوز القيمة القياسية ٢٥ في المائة.

ب - يستخدم عدد من البلدان العربية الغازولين الذي يحتوي على الرصاص كلياً أو جزئياً" ، وهذا

يتعارض مع التوجه العالمي لإزالة الرصاص من الغازولين

ج- تخلو مواصفات زيت الوقود في معظم البلدان العربية من تحديد نسبة الأسفلتين والمعادن والعطريات الكلية،

رغم أهمية تلك العناصر في تحديد مدى قبول المنتج بيئياً" ، ولما كان عدد كبير من البلدان العربية

يعتمد على زيت الوقود مصدر الطاقة، يجب الارتقاء بجودته وضبط خواصه ومواصفاته؛

د- اختلاف مواصفات زيت الوقود، ليس فقط من مصفاة إلى أخرى، بل داخل المصفاة الواحدة، وذلك طبقاً لظروف الإنتاج، من حيث نوع النفط الخام المستخدم ومكوناته، فضلاً عن أن ما يتوفر في المصفاة من مقطرات نفطية غير مطابقة للمواصفات ويصعب التصرف فيها، يضاف إلى خزانات زيت الوقود ليستفاد منه كوقود، الأمر الذي يؤدي إلى عدم ثبات مواصفات زيت الوقود، ولذلك لا توجد حدود معيارية متفق عليها بين بلدان العالم لمواصفات زيت الوقود

هـ - تقدم بعض خصائص الوقود المنتج في بعض البلدان العربية على مضمون المواصفات المحلية المعتمدة في هذه البلدان، أما هو الحال في الجمهورية العربية السورية وعمان ومصر، ولذلك يجب تحديث المواصفات المحلية دورياً ، بحيث تكون متقدمة دائماً" على مواصفات المنتج الفعلي؛

و - عدم وجود مواصفات ومعايير موحدة بين البلدان العربية ، بل لكل بلد مواصفاته ومعاييره الخاصة، باستثناء بلدان مجلس التعاون الخليجي التي بدأت العمل لإصدار مواصفات موحدة، وهذا يستلزم العمل لتوحيد المواصفات بين البلدان العربية على غرار ما هو سائد بين بلدان أوروبا والعمل على الاستفادة من خبرات هذه البلدان في هذا المجال.

الجدول ١٠ - الوضع الراهن لمواصفات الغازولين في البلدان العربية مقارنة بالمواصفات القياسية

سوريا	السعودية	البحرين	الإمارات	الأردن	مواصفات الغازولين القياسية	البند
٩٠ و ٩٠.٥	٨٣ و ٩٥	٨٤.١ و ٩١	٩٨ و ٩٥	٩٨ و ٩٦	٩٥	رقم الاوكتان - طريقة البحث
٨.٥-٥.٥	١١.٤ - ٩	٩.٧-٩.٦	٦.٤	٨.٨- ٦.٥	٧.١	الضغط البخاري (ريد) - psig
٤٥-٣٠	-	-	٥٠	-	٢٥	العطريات - % حجما"
٥ - ١.٥	-	١.٥-٠.٦	٣.٥-٣	-	١	البنزن (C6H6) - % حجما"
١٨٠-١٥٠	١٩٠-١٨٥	١٩٠	١٨٠	١٤٩-١٤٣	١٥٨	درجة حرارة المقطر ٩٠% - مئوية
٢٠٠	٢٢٥	٢٢٥	٢٢٥	٢٠٥	-	نهاية الغليان - مئوية
١.٥	٢	٢	٢	-	-	الفاقد والمتبقي % حجما"
٤٠٠-١٥٥	١٠٠	٣١٠	٥٠٠	٣٨٠-١٠٠	٤٠	الكبريت - ج ف م
٢ <	٢٠	٢٧.١	١٠	-	٤.٣	الاوليفينات - % حجما"
-	٢		٢.٧ - ٢	-	٢.٧ - ٢	الاولوكسجين - % وزنا"
٠.٤-٠.٠٠١	٠.١٣	صفر	١١٣ ج ف م	٠.١٥ - ٠	صفر	الرصاص - غ/ل

تابع الجدول ١٠ - الوضع الراهن لمواصفات الغازولين في البلدان العربية مقارنة بالمواصفات القياسية

البنود	مواصفات الغازولين القياسية	العراق	عمان	قطر	الكويت	مصر
رقم الاوكتان - طريقة البحث	٩٥	٧٩ و ٩٦	٩٧ و ٩٠	٩٧ و ٩١	٩٧ و ٩١	٩٠ و ٨٠
الضغط البخاري (ريد) - psig	٧.١	١١.٢ - ٧.١	٨	٨.٧ - ٨.٦	١٠.٢ - ٦.٥	١٠ - ٩
العطريات - % حجما	٢٥	-	٤٠ <	٤٣.٢ - ٢٦.٥	-	٢٩.٤ - ٢٧.٩
البنزن (C6H6) - % حجما	١	-	٣	٢.٥ - ١.٣	-	-
درجة حرارة المقطر ٩٠% - مئوية	١٥٨	١٦٠	١٧٣	١٥٩ - ١٥٦	١٨٠	١٨٠ - ١٦٥
نهاية الغليان - مئوية	-	١٨٠	٢٠.٥	٢٠.٥	٢٠.٥	-
الفاقد والمتبقي % حجما	-	٠.٨	٢	٢	٣	-
الكبريت - ج ف م	٤٠	٤٠	-	٢٠ - ١٤	-	٥٠٠
الاوليفينات - % حجما	٤.٣	-	صفر	١.٣٣ - ١.٢٤	-	-
الاوكتجين - % وزنا	٢ - ٢.٧	-	١.٢٨	٠.٦٥	٢.٧ - ٢	٢.٧
الرصاص - غ/ل	صفر	٠.٢٧ - ٠.٠٧	٠.٠٠٢ >	٠.٠٠٠١	٠.٠١٣	٠.٠١٣

ج ف م : جزء بالمليون

الجدول ١١ - الوضع الراهن لمواصفات الديزل في البلدان العربية مقارنة بالمواصفات القياسية

سوريا	السعودية	البحرين	الإمارات	الأردن	مواصفات الديزل القياسية	البنود
٥٦ و ٤٦	٥٠	٥٣	٥٠	٥٢	٥٨-٥١	رقم السيتان
٧٠٠٠-٦٣٠٠	١٠٠٠٠	٥٠٠٠	٥٠٠	١٠٠٠٠	٥٠٠-٥٠	الكبريت - ج ف م
-	-	-	-	٢٢	١٠	المركبات العطرية الكلي - %حجما"
٢٢٠	-	-	-	-	٢٠-١٠	النتروجين - ج ف م
-	-	-	-	-	١	العطريات المتعددة الحلقات -%حجما"
٠.٨٧-٠.٨٢٥	٠.٨٢	٠.٨٧-٠.٨٢٥	٠.٨٧-٠.٨٢	٠.٨٧-٠.٨٢	٠.٨٥٥	الوزن النوعي عند ١٥ مئوية
٣٦٠ النسبة ٨٥%	٣٥٠ النسبة ٨٥%	٣٥٧	-	٣٥٠ النسبة ٩٠%	٣٦٠	درجة حرارة المقطر لنسبة ٩٥ % مئوية

مصر	الكويت	قطر	عمان	العراق	مواصفات الديزل القياسية	البنود
٤٦	٥١	٥٩	٥٦	٥٦	٥٨-٥١	رقم السيتان
٦٠٠٠-٥٠٠٠	٥٠٠	٣٠٠	٥٠٠	١٠٠٠٠	٥٠٠-٥٠	الكبريت - ج ف م
-	-	٣٠	-	٢٢	١٠	المركبات العطرية الكلي - %حجما"
-	-	٣٠	-	-	٢٠-١٠	النتروجين - ج ف م
-	-	٨.١	-	-	١	العطريات المتعددة الحلقات -%حجما"
٠.٨٧-٠.٨٢٠	٠.٨٧-٠.٨٢	٠.٨٣١	٠.٨٣٤	٠.٨٣٣	٠.٨٥٥	الوزن النوعي عند ١٥ مئوية
٣٥٠ النسبة ٨٥%	-	٣٤١	٣٥٠ النسبة ٨٦%	٣٥٠	٣٦٠	درجة حرارة المقطر لنسبة ٩٥ % مئوية

الجدول ١٢ - الوضع الراهن لمواصفات زيت الوقود في البلدان العربية مقارنة بالمواصفات القياسية

سوريا	السعودية	البحرين	الإمارات	الأردن	مواصفات الديزل القياسية	البنود
٤-٣.٥	١.٧	-	٢	٣.٧	٢.١	الكبريت - % وزنا"
٢٤٠٠-٢٢٠٠	-	-	-	-	٤٠٠	النتروجين - ملغرام/م ^٣
٠.٥	٠.٢	-	١	٠.٥	١	المياه والترسبات - % حجما"
٠.١-٠.٠٤	٠.١	-	٠.١٥	٠.١	-	الرماد - % وزنا"
١٣٠-١٠٠	٦٦	-	٦٦	٦٦	٦٥	نقطة الوميض (بنسكي مارتن مفلق)

مصر	الكويت	قطر	عمان	العراق	مواصفات الديزل القياسية	البنود
٤	٢	٣.٤	٢	٤.٢-٣.٣	٢.١	الكبريت - % وزنا"
-	-	١٠٠٠ ج ف م	-	-	٤٠٠	النتروجين - ملغرام/م ^٣
١	٠.٥	١	٠.٢٥	-	١	المياه والترسبات - % حجما"
-	٠.٥	٠.٠٤	٠.١	٠.١	-	الرماد - % وزنا"
٦٥	٦٦	٨٥	٦٢	٦٦	٦٥	نقطة الوميض (بنسكي مارتن مفلق)

جيم - التحول إلى أنواع الوقود الأحفوري الأنظف: الغاز الطبيعي في المركبات

تؤدي بدائل الوقود إلى نتائج متميزة في الحد من الملوثات، وأهم تلك البدائل الغاز الطبيعي والهيدروجين والميثانول والايثانول. ويعتبر الغاز الطبيعي أكثر البدائل استخداماً فهو يتمتع بمزايا بيئية واقتصادية مهمة مقارنة بالغازولين والديزل، كما إن استخدامه يقلل من الاعتماد على المشتقات النفطية، مما يتيح تصديرها أو يقلص من وارداتها. ويوجد الغاز الطبيعي حراً في آبار منفصلة، أو يكون مخلوطاً مع النفط. ويعتبر الميثان (CH₄) المكون للغاز الرئيسي للغاز الطبيعي، ويواجه استخدام الغاز الطبيعي في المركبات تحديات اقتصادية أكبر من التحديات التي يواجهها استخدامه في المراجل والأفران. وتكمن المشكلة في أن الطاقة التي يحتويها حجم معين من الوقود السائل تكافئ مئات أضعاف الطاقة التي يحتويها الحجم ذاته من الغاز الطبيعي تحت الضغط الجوي. ولذلك يلزم ضغط الغاز إلى حوالي ٢٠٠ بار لتقليل حجمه وتخزينه في أسطوانات يمكن حملها بالسيارة، الأمر الذي يستدعي توفير الاستثمارات لإنشاء محطات تختص بضغط الغاز لإمداد المركبات بالغاز الطبيعي المضغوط. وتنقسم محركات الغاز الطبيعي إلى ثلاثة نظم

- ١- محرك يعمل بالغاز فقط، وهو مصمم ومنتج من الشركة ليعمل بالغاز الطبيعي؛
- ٢- محرك يعمل بنظام الوقود المزدوج، حيث يتم تحويل محرك الغازولين ليعمل بالغازولين أو الغاز الطبيعي، ولكن لا يستخدمان معاً في الوقت ذاته؛
- ٣- محرك الوقود الثنائي، حيث يتم تحويل محرك الديزل ليعمل بخليط من الغاز الطبيعي و الديزل. وتتراوح كلفة تحويل محرك الغازولين إلى نظام الوقود المزدوج (غاز طبيعي/غازولين) بين ٩٠٠ و ١١٠٠ دولار، بينما تصل كلفة تحويل محرك الديزل لاستخدام الغاز الطبيعي إلى قيمة تتراوح بين ٤٠٠٠ و ٥٠٠٠ دولار ويتطلب استخدام الغاز الطبيعي في السيارات تعاوناً وتنسيقاً بين الجهات المنتجة والموزعة والمستخدمة للغاز بهدف وضع خطة لعملية التحويل؛ ووضع مواصفات ومعايير استخدام الغاز في المركبات، وخاصة معايير الأمن والسلامة؛ ومد خطوط الغاز وإنشاء المحطات وتحويل السيارات؛ واتخاذ إجراءات ترخيص واعتماد سيارات الغاز؛ وفحص واختبار سيارات ومحطات الغاز؛ والاضطلاع بمشاريع البحث والتطوير وإجراء دراسات الجدوى والدراسات البيئية؛ وبناء الكوادر الفنية من خلال اعتماد البرامج التدريبية وتنظيم ورشات العمل وغيرها **ويتمتع الغاز الطبيعي بعدة مزايا** تجعله صالحاً ليكون وقوداً جيداً للسيارات ومنها :

- ١- انخفاض الانبعاثات الناتجة من احتراقه
- ٢- تحقيق أداء أفضل للمحركات لأن احتراقه كاملاً؛
- ٣- سهولة الصيانة وانخفاض تكاليفها؛
- ٤- ارتفاع رقم أوكتان الغاز الطبيعي، بحيث يؤدي إلى زيادة القدرة والكفاءة الحرارية

لمحركات الغاز الطبيعي مقارنة بمحركات الغازولين

٥- التفوق على الغازولين من حيث الأمن والسلامة.

وسوف نلقي مزيداً من الضوء على المكاسب الاقتصادية والبيئية التي تتحقق من التحول إلى الغاز الطبيعي باعتباره وقوداً أحفورياً أنظف، وذلك من خلال دراسة حالة مصر. وقد أدى الإقبال على استخدام الغاز الطبيعي وقوداً للسيارات إلى توجه ١٢ شركة عالمية نحو إنتاج محركات الغاز الطبيعي

هاء- فحص وضبط المحركات لتعزيز الاستفادة البيئية من الوقود الأنظف

١ - مزايا وعناصر برنامج فحص المحركات وضبطها

يؤدي ضبط وصيانة محركات المركبات إلى ترشيد استهلاك الوقود والحد من انبعاث الملوثات، وتقليل آفة الصيانة، وتجنب حدوث أعطال جسيمة وفجائية تتطلب إخضاع المركبات لأعمال صيانة ضخمة. ومن وجهة النظر البيئية، يعتبر ضبط وصيانة المحركات إجراءً مهمًا يعظم الاستفادة من تحسين مواصفات الوقود. وتبرز أهمية هذا الإجراء، وخاصة في معرض الحديث عن الوقود الأحفوري الأنظف، وتزداد هذه الأهمية إذا كانت كفاءة المركبات وحالتها الفنية متدنية. ويشمل برنامج فحص وضبط محركات المركبات مجموعة من العناصر المتكاملة أهمها :

- إنشاء هيكل مؤسسي يضم الجهات المعنية بالبرنامج مع تحديد مهام كل جهة
- الدعم والمساندة من الجهات الرسمية لتطبيق البرنامج
- تنفيذ البرنامج على مراحل مع مراعاة الحالة الفنية للمركبات
- تجهيز مراكز اختبارات وفحص المركبات، ووضع الخطوات الملائمة للاختبار والفحص
- تدريب القائمين على عملية الفحص والاختبار
- وضع معايير ومواصفات قياسية ملائمة لانبعاثات المركبات
- مراقبة ومراجعة حكومية للبرنامج، مع مشاركة القطاع الخاص في التنفيذ
- التوعية والإعلام بالبرنامج.

إعداد / مدير الجودة والسلامة المهنية والبيئة

المهندس سمير خالد