

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

تحسين كفاءة الطاقة واستخدام الوقود الأحفوري الأنظف
في قطاعات مختارة في بعض بلدان الإسكوا

الجزء الثاني: استخدامات الوقود الأحفوري الأنظف

Distr.
GENERAL

E/ESCWA/SDPD/2005/1(Part II)
7 April 2005
ORIGINAL: ARABIC

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

**تحسين كفاءة الطاقة واستخدام الوقود الأحفوري الأنظف
في قطاعات مختارة في بعض بلدان الإسكوا**

الجزء الثاني: استخدامات الوقود الأحفوري الأنظف

الأمم المتحدة
نيويورك، ٢٠٠٥

05-0194

المحتويات

الصفحة

ز	قائمة المصطلحات الفنية والمختصرات
١	مقدمة
<u>الفصل</u>	
٣	أولاً- الوقود الأحفوري والوضع الراهن لمواصفاته عالميا وفي بلدان الإسكوا
٣	ألف- الوقود الأحفوري: خصائصه والملوثات الناجمة عن استخدامه
٥	باء- الشروط العامة لمواصفات الغازولين والديزل وزيت الوقود
٧	جيم- المواصفات القياسية للغازولين والديزل عالميا
١١	دال- الوضع الراهن لمواصفات الوقود المنتج في بلدان الإسكوا ومقارنتها بالمواصفات العالمية
١٣	هـاء- التشريعات والقوانين الصادرة بخصوص مواصفات الوقود والحد من انبعاثاته في دول الإسكوا
١٩	ثانياً- أساليب تحسين مواصفات الوقود الأحفوري والحد من تأثيراته البيئية
١٩	ألف- أساليب تحسين مواصفات الوقود
٢٧	باء- التحول إلى أنواع الوقود الأحفوري الأنظف: الغاز الطبيعي في المركبات
٢٨	جيم- فحص وضبط المحركات لتعظيم الاستفادة البيئية من الوقود الأنظف
٣١	ثالثاً- تقييم إمكانات إنتاج الوقود الأنظف في مصافي النفط في بلدان الإسكوا
٣١	ألف- تقييم الوضع الراهن لإمكانات مصافي النفط لإنتاج وقود أنظف في بلدان الإسكوا
٣٩	باء- التطورات المحتملة عالميا في مصافي النفط لإنتاج وقود أنظف
٤١	رابعاً- التحول إلى الغاز الطبيعي باعتباره أحد مصادر الوقود الأحفوري الأنظف: دراسة حالة جمهورية مصر العربية في قطاعي الصناعة والنقل
٤١	ألف- الغاز الطبيعي في قطاع الصناعة
٤٢	باء- الغاز الطبيعي في وسائل النقل البرى

المحتويات (تابع)

الصفحة

٤٥	خامسا- المكاسب الممكنة من استخدام الوقود الأحفوري الأنظف في قطاعات مختارة في بلدان الإسكوا.....
٤٥	ألف- العوائد الاقتصادية والصحية عند استخدام الوقود الأنظف في قطاع النقل.....
٤٩	باء- الوفرة المحتمل في استهلاك الوقود نتيجة لتحسين مواصفات زيت الوقود والديزل في قطاعي الصناعة وتوليد الكهرباء.....
٤٩	جيم- المكاسب البيئية لدى استخدام الوقود الأنظف في قطاع النقل.....
٥١	دال- التخفيض المحتمل في الانبعاثات نتيجة لتحسين مواصفات الديزل في قطاعي الصناعة وتوليد الكهرباء.....
٥٥	سادسا- عوائق تنفيذ مشاريع الوقود الأحفوري الأنظف ومصادر تمويلها في دول الإسكوا.....
٥٥	ألف- تصنيف العوائق.....
٥٦	باء- عوائق وسبل التحول إلى الغازولين الخالي من الرصاص.....
٥٧	جيم- عوائق وسبل تشجيع التحول إلى الغاز الطبيعي في المركبات.....
٥٩	دال- أهم عوائق التحول إلى الوقود الأحفوري الأنظف في دول الإسكوا.....
٥٩	هاء- مصادر تمويل مشاريع الوقود الأحفوري الأنظف.....
٦٢	سابعا- الخلاصة والتوصيات.....
٦٢	ألف- الخلاصة.....
٦٤	باء- التوصيات.....
٦٧	المراجع.....

قائمة الجداول

٤	١- أهم الملوثات الناتجة عن استخدام الوقود ومسبباتها.....
٦	٢- تطور تحسين مواصفات الغازولين الخالي من الرصاص منذ الثمانينات.....
٧	٣- مواصفات الغازولين في أوروبا بين عامي ١٩٩٣ و ٢٠٠٩.....
٨	٤- مواصفات الديزل في أوروبا بين عامي ١٩٩٣ و ٢٠٠٩.....
٨	٥- التعهد العالمي لمواصفات الغازولين.....
٩	٦- التعهد العالمي لمواصفات الديزل.....

المحتويات (تابع)

الصفحة

٩	متوسط تركيز الكبريت في النفط الخام في مناطق مختلفة من العالم.....	٧-
١٠	تطور تخفيض تركيز الكبريت في الغازولين والديزل طبقا للمواصفات الأوروبية.....	٨-
١٠	تاريخ إزالة الرصاص من الغازولين في بعض دول العالم بين عامي ١٩٧٣ و ٢٠٠٣.....	٩-
١٥	الوضع الراهن لمواصفات الغازولين في بلدان الإسكوا مقارنة بالمواصفات القياسية.....	١٠-
١٦	الوضع الراهن لمواصفات الديزل في بلدان الإسكوا مقارنة بالمواصفات القياسية.....	١١-
١٦	الوضع الراهن لمواصفات زيت الوقود في بلدان الإسكوا مقارنة بالمواصفات القياسية.....	١٢-
٢٠	تأثير عمليات المعالجة على خواص ومكونات الغازولين.....	١٣-
٢٠	تأثير تغيير مواصفات الغازولين على الانبعاثات.....	١٤-
٢١	العلاقة بين تركيز الرصاص ورقم الأوكتان في الغازولين.....	١٥-
٢١	تكلفة تخفيض تركيز الرصاص في الغازولين بمصافي النفط.....	١٦-
٢٢	التغيير في الانبعاثات نتيجة تغيير مواصفات الديزل.....	١٧-
٢٣	نسبة تخفيض الانبعاثات عند تخفيض تركيز الكبريت بمقدار ٥٠ جزءا في المليون.....	١٨-
٢٣	العلاقة بين تركيز الكبريت في الديزل وانبعاث الجزيئات الدقيقة.....	١٩-
٢٤	تقدير كلفة خفض نسبة الكبريت في وقود الديزل بالهدرجة.....	٢٠-
	تقدير الاستثمارات لوحدة تخفيض الكبريت في الديزل بالهدرجة (بطاقة ٢ مليون طن/سنة).....	٢١-
٢٥	كلفة تخفيض الكبريت في الغازولين في بعض مناطق العالم.....	٢٢-
	تقدير كلفة تخفيض تركيز الكبريت في الديزل والغازولين المستخدمين في قطاع النقل في بلدان الإسكوا باستخدام الهدرجة والإضافات.....	٢٣-
٢٥	تأثير ضبط محركات المركبات على استهلاك الوقود وخفض الانبعاثات.....	٢٤-
٣٢	طاقات التكرير والمعالجة والتحويل في بلدان الإسكوا.....	٢٥-
	الجدول الزمني لخطة التحول إلى الغازولين الخالي من الرصاص في الجمهورية العربية السورية.....	٢٦-
٣٥	أهم المؤشرات الاقتصادية والبيئية للتحول إلى الغاز الطبيعي في قطاع الصناعة في جمهورية مصر العربية.....	٢٧-
٤٢	الوفر المحتمل في الوقود والخفض في الانبعاثات نتيجة للاستعاضة عن ٢٥ في المائة من زيت الوقود الثقيل، و ٢٣ في المائة من الديزل بالغاز الطبيعي في قطاع الصناعة في مصر.....	٢٨-

المحتويات (تابع)

الصفحة

٤٣	٢٩- الوفرة الشهري وفترة استرداد كلفة التحول من الغازولين إلى الغاز الطبيعي في مصر.....
٤٤	٣٠- التحويل المرحلي لنسبة ٢٢ في المائة من المركبات إلى الغاز الطبيعي والمردود البيئي لهذا التحول في مصر
٤٦	٣١- الوفرة المحتمل في الوقود نتيجة لتحسين مواصفات الغازولين والديزل في قطاع النقل في دول الإسكوا
٤٧	٣٢- الوفرة المحتمل في صيانة المركبات نتيجة لإزالة الرصاص من الغازولين المستخدم في قطاع النقل في عدد من دول الإسكوا.....
٤٨	٣٣- تأثير تركيز الرصاص في الدم على صحة الإنسان.....
٤٨	٣٤- انعكاسات تخفيض نسبة الرصاص في الغازولين على تلوث الهواء الجوي ودم الإنسان في بعض البلدان
٥٠	٣٥- الوفرة المحتمل في استهلاك الوقود نتيجة لتحسين مواصفات الديزل وزيت الوقود في قطاعي الصناعة وتوليد الكهرباء في بعض دول الإسكوا
٥٢	٣٦- التخفيض المحتمل في الانبعاثات نتيجة لتحسين مواصفات الغازولين في قطاع النقل في بلدان الإسكوا
٥٣	٣٧- التخفيض المحتمل في الانبعاثات نتيجة لتحسين مواصفات الديزل في قطاع النقل في بلدان الإسكوا
٥٤	٣٨- التخفيض المحتمل في الانبعاثات نتيجة للتحول إلى الغاز الطبيعي في قطاع النقل في بلدان الإسكوا

المرفقات

٧٠	١- إضافات الوقود
٧٢	٢- المعايير القياسية لانبعاثات المركبات في أوروبا وأمريكا.....
٧٤	ملخص تنفيذي (باللغة الإنكليزية)

قائمة المصطلحات الفنية والمختصرات

The English Terms

المصطلحات المرادفة للغة العربية

Fossil Fuel Cleaner	الوقود الأحفوري الأنظف
Crude Oil	النفط الخام
Oil Refineries	مصافي النفط
Gasoline	الغازولين (وقود مركبات الغازولين)
Unleaded Gasoline	غازولين خال من الرصاص
Leaded Gasoline	غازولين يحتوى على الرصاص
Diesel	الديزل/زيت الغاز (وقود مركبات الديزل)
Fuel Oil	زيت الوقود/المازوت/وقود الأفران
Fuel Specifications	مواصفات الوقود
Oxygenates	المواد المشبعة بالأكسجين
Tetra - ethyl Lead	رابع ايثيل الرصاص
Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE)	ميثيل ثلاثي بوتيل ايثر
Vapor Pressure	الضغط البخاري
Polyaromatics	العطريات المتعددة الحلقات
Total Aromatics	العطريات الكلية
Olefins	الأوليفينات
Sulfur Oxydes (Sox)	أكاسيد الكبريت
Nitrogen Oxides (NOx)	أكاسيد النيتروجين
Particulate Matters (PM)	الجزيات الدقيقة
Smoke	الدخان
Smoke Opacity	عتامة الدخان
Benzene - C6H6	البنزين/البنزين العطري
Carbon Residue	البقايا الكربونية
Hydrogenation	الهدرجة
Hydro-Desulphurization (HD)	الهدرجة لإزالة الكبريت
Hydrocracking	التكسير مع الهدرجة
Isomerization	الأزمنة
Alkylation	الألكلة
Reformation	إعادة التركيب
Viscreaking	تكسير اللزوجة
Steam Reforming	إعادة التشكيل البخاري
Fluid Catalytic Cracking (FCC)	التكسير بالعامل المساعد المتميع
Catalytic Converter	المحول الحفاز
Octane Number	رقم الأوكتان
Motor Octane Number (MON)	رقم الأوكتان - موتور
Research Octane Number (RON)	رقم الأوكتان - بحثي
Cetane Number	رقم السيتان
Pour Point	درجة (نقطة) الانسكاب
Flash Point	نقطة الوميض
Worldwide Fuel Charter	التعهد العالمي للوقود
International Fuel Quality Center (IFQC)	المركز العالمي لجودة الوقود

قائمة المصطلحات الفنية والمختصرات (تابع)

The English Terms

المصطلحات المرادفة للغة العربية

Worldwide Fuel Charter Gasoline Specifications	التعهد العالمي لمواصفات الغازولين
Worldwide Fuel Charter Diesel Specifications	التعهد العالمي لمواصفات الديزل
American Automobile Manufactures Association (AAMA)	رابطة مصنعي السيارات الأمريكية
Association des Constructeurs Européens d'Automobiles (ACEA)	رابطة مصنعي السيارات الأوروبية
Japanese Automobile Manufactures Association (JAMA)	رابطة مصنعي السيارات اليابانية
European Environment Bureau	مكتب البيئة الأوروبي
Environmental Protection Agency (EPA)	وكالة حماية البيئة
World Health Organization (WHO)	منظمة الصحة العالمية
Asian Clean Fuel Association (ACFA)	الرابطة الآسيوية للوقود النظيف
Clean Air Act (CAA)	قانون الهواء النظيف
European Program on Emissions, Fuels and Engine Technologies (EPEFE)	البرنامج الأوروبي للانبعاثات والوقود وتكنولوجيات المحركات
Clean Development Mechanism (CDM)	آلية التنمية النظيفة
Global Environment Facility (GEF)	مرفق البيئة العالمي
American Petroleum Institute (API)	معهد النفط الأمريكي
Part Per Million (ppm)	جزء في المليون (ج ف م)
Ton of oil equivalent (t.o.e.)	طن مكافئ لوقود (طن.ن.)
Gas To Liquid (GTL)	تحويل الغاز الطبيعي إلى سائل
Bio Catalysts	المواد الحفازة الحيوية
Ultra Low Sulfur Fuels	وقود لا يحتوي (تقريباً) على كبريت
Atomization	التذير
Liquefied Petroleum Gases LPG)	الغازات النفطية المسالة
Light Diesel Vehicles (LDV)	مركبات الديزل الخفيفة
Heavy Diesel Vehicles (HDV)	مركبات الديزل الثقيلة
Bi-fuel Engine	محرك يعمل بنظام الوقود المزدوج
Duel-fuel Engine	محرك يعمل بنظام الوقود الثنائي
Self Ignition Engine	محرك يعمل بنظام الاحتراق الذاتي
Spark Ignition Engine	محرك يعمل بنظام الاحتراق بالشرارة
Vehicle Emission Test (VET)	اختبار عادم المركبات

مقدمة

على الرغم من تنوع مصادر الطاقة المتوفرة في العالم، وبدء دخول بعض المصادر المتجددة حيز الاستخدام التطبيقي، تشير الدلائل إلى أن مصادر الوقود الأحفوري، وخاصة النفط والغاز، ستبقى الخيار الرئيسي لإمدادات الطاقة لعقود مقبلة، وذلك بالنظر إلى إسهام هذه المصادر الكبير في مجموع إمدادات الطاقة على النطاق العالمي. إلا أن إسهام هذه المصادر في تحقيق التنمية المستدامة يتطلب اتخاذ تدابير عديدة من أهمها العمل على ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها، فضلا عن الحد من الأضرار التي تلحقها بالبيئة، وتلوث الموارد الطبيعية والهواء والمياه والتربة. والتزاما بالعمل في هذا الاتجاه، أكدت مقررات الدورة التاسعة للجنة الأمم المتحدة للتنمية المستدامة^(*) وخطة جوهانسبرغ للتنفيذ^(**) أهمية العمل على تحسين كفاءة إنتاج واستخدام الطاقة مع الانتقال إلى تقنيات الوقود الأحفوري الأنظف، وذلك ضمن الأولويات الخمس الرئيسية لدعم التنمية المستدامة في قطاع الطاقة.

واسترشادا بهذا الاتجاه، وانسجاما مع مهام اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) في دعم برامج التنمية الاقتصادية والاجتماعية في بلدانها، وتنفيذا لتوصيات لجنة الطاقة في دورتها الرابعة، بشأن تضمين برامج عمل الإسكوا في مجال الطاقة دراسات وأنشطة لجعل استخدامات مصادر الطاقة التقليدية أكثر ملاءمة للبيئة، وكذلك تضمينها دراسات حالة متخصصة في المجالات الكثيفة الاستهلاك للطاقة، تضمن برنامج عمل الإسكوا في مجال الطاقة لفترة السنتين ٢٠٠٤-٢٠٠٥ دراسة عن تحسين كفاءة الطاقة واستخدام الوقود الأحفوري الأنظف في قطاعات مختارة في بعض بلدان الإسكوا، وتقع هذه الدراسة في جزءين. يتناول الجزء الأول تحسين كفاءة الطاقة في صناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة، ويتناول الجزء الثاني استخدامات الوقود الأحفوري الأنظف.

ويرد في هذه الوثيقة الجزء الثاني من الدراسة، ويتناول العوامل المرتبطة بتحديد إمكانات وسبل إنتاج واستخدام الوقود الأحفوري الأنظف في دول الإسكوا، مع استعراض الوضع الراهن لمواصفات الوقود الأحفوري في العالم وفي دول الإسكوا، وأساليب تحسين مواصفاته وأثر ذلك على الانبعاثات. ويقع هذا الجزء في سبعة فصول.

يتضمن الفصل الأول عرضا موجزا للمكونات والخصائص التي تؤدي دورا أساسيا في جودة كل من النفط الخام والغازولين والديزل وزيت الوقود، وأهم الملوثات الناجمة عنها ومسبباتها، ويتناول المواصفات القياسية للغازولين والديزل في العالم ووضعها الراهن في بلدان الإسكوا والتباين بين المستويين، والتوجه العالمي لإزالة الرصاص من الغازولين وخفض تركيز الكبريت من الغازولين والديزل، وأهم التشريعات والقوانين الصادرة بشأن مواصفات الوقود والحد من انبعاثاته في بلدان الإسكوا.

(*) الأمم المتحدة، تقرير لجنة التنمية المستدامة عن دورتها التاسعة، ٢٥ أيار/مايو ٢٠٠٢ و ٢٥-٢٦ نيسان/أبريل ٢٠٠١، E/2001/29، الفصل الأول.

(**) تقرير مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، جوهانسبرغ، ٢٦ آب/أغسطس - ٤ أيلول/سبتمبر ٢٠٠٢ (منشورات الأمم المتحدة، رقم المبيع A.03.II.A.1)، الفصل الأول، القرار ١، المرفق الثاني.

ويتضمن الفصل الثاني عرضاً لأساليب تحسين مواصفات الوقود الأحفوري والحد من تأثيراته البيئية، مع التركيز على عمليات التحويل والمعالجة في مصافي النفط واستخدام إضافات الوقود، وتأثير ذلك على تحسين المواصفات وانعكاساته على الانبعاثات، مع إيلاء مزيد من الاهتمام لخفض تركيز الكبريت وإزالة الرصاص، واستخدام الغاز الطبيعي باعتباره أحد مصادر الوقود الأحفوري الأنظف، إضافة إلى ضبط وصيانة المحركات لتعزيز الاستفادة البيئية من تحسين مواصفات الوقود، مع عرض تجارب بعض بلدان الإسكوا في هذا المجال.

ويتضمن الفصل الثالث عرضاً للوضع الراهن لمصافي النفط في بلدان الإسكوا، وتقييماً لقدراتها في مجال معالجة وتحويل النفط الخام ومشتقاته لإنتاج وقود عالي الجودة، بالإضافة إلى أهم التطورات العالمية المحتمل حدوثها في مصافي النفط لإنتاج وقود أنظف.

ويتناول الفصل الرابع المكاسب الاقتصادية والبيئية للتحويل إلى الغاز الطبيعي باعتباره أهم مصادر الوقود الأحفوري الأنظف، وذلك من خلال دراسة حالة مصر في قطاعي الصناعة والنقل.

ويتضمن الفصل الخامس عرضاً لأهم المكاسب الاقتصادية والبيئية والصحية التي يمكن تحقيقها من استخدام وقود ذي مواصفات محسنة في قطاعات النقل والصناعة وتوليد الكهرباء في بلدان الإسكوا، إضافة إلى الانخفاض المتوقع في الانبعاثات نتيجة للتحويل إلى الغاز الطبيعي في قطاع النقل.

ويتضمن الفصل السادس عرضاً لعوائق تحسين مواصفات الوقود الأحفوري الأنظف، مع التركيز على عوائق التحويل إلى الغازولين الخالي من الرصاص والتحول إلى الغاز الطبيعي في قطاع النقل، وإمكانية الاستفادة بلدان الإسكوا من المنح المقدمة من آلية التنمية النظيفة ومرفق البيئة العالمي لتمويل مشاريع الوقود الأحفوري الأنظف.

ويتضمن الفصل السابع ما خلصت إليه الدراسة من نتائج وتوصيات بشأن مواصفات وتقنيات تحسين جودة الوقود، والمؤشرات الاقتصادية والبيئية لإنتاج الوقود الأحفوري الأنظف واستخدامه، وعوائق التحويل إلى الوقود الأحفوري الأنظف في بلدان الإسكوا.

أولاً- الوقود الأحفوري والوضع الراهن لمواصفاته في العالم وفي بلدان الإسكوا

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، كما إن لبعض العناصر، مثل الكبريت والرصاص والمركبات العضوية والعطريات والسيطان 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 والراتنج أو الأسفلتينات، تختلف مواصفاته الفيزيائية والكيميائية من حقل إلى آخر، ويحتوي على بعض الشوائب العضوية وغير العضوية التي تحدث أثارا سلبية عند احتراقه. ومن أهم المركبات التي تؤثر سلبا في نوعية النفط الخام: (١) المركبات العضوية الهيدروكربونية، وفي طبيعتها الأوليفينات والأستيلينات والعطريات؛ (٢) المركبات العضوية غير الهيدروكربونية وأهمها مركبات الكبريت والنتروجين 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 ١٠٣ في المائة في الديزل المنتج من خام عربي خفيف يحتوي على ١٧٩ في المائة من الكبريت، في حين تنخفض هذه النسبة إلى ٠٫١٩ في المائة في حالة الديزل المنتج من خام برنت يحتوي على ٠٫٣٨ في المائة 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 انظف^(١).

(ب) الغازولين

هو مقطر نفطي يحتوي على خليط من مركبات هيدروكربونية ذات ذرات كربونية يتراوح عددها بين ٥ و١١، 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، والأوليفينات والألكلات والمركبات العضوية المتطايرة والأكسجين والإضافات. ويعتبر الضغط البخاري، وهو مقياس تطاير 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 18 و 31، ويستخدم في محركات الديزل العاملة بنظام الاحتراق الذاتي، وفي قطاعات الصناعة والأبنية وتوليد الكهرباء وغيرها. وتتأثر جودة الديزل بعدد من المكونات، أهمها الكبريت والعطريات والسيثان (وهو مقياس جودة الاشتعال)، والماء والشوائب والكثافة ودرجة حرارة المقطر لنسبة 90-95 في المائة واستقرار الوقود الذي يقاس بمقاومة الوقود على تكوين المواد الصمغية والمركبات الأوكسجينية غير القابلة للذوبان^(٢ و٣).

(د) زيت الوقود

هو منتج نفطي ثقيل، يحتوي على نسبة عالية من الكبريت والمعادن والأسفلتين 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 الناتجة 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؛ والثاني هو ظروف احتراق الوقود، وما يترتب عليها من ملوثات بسبب الاحتراق غير الكامل مثل أول أكسيد الكربون والمركبات الهيدروكربونية والجزئيات الدقيقة والمركبات العضوية المتطايرة وغيرها. والجدير بالذكر ان 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^(٤).

الجدول ١- أهم الملوثات الناتجة عن استخدام الوقود ومسبباتها

المسببات		الملوثات
ظروف احتراق الوقود	التركيب الكيميائي للوقود	
• احتراق غير كامل للوقود وتكسره حرارياً	• ارتفاع نسبة المركبات العطرية • وجود مركبات عطرية متعددة الحلقات • ارتفاع نسبة البنزين • وجود مركبات أوليفينية، خاصة الثنائية والمتعددة	• الجزئيات الدقيقة العالقة (خليط من الجزئيات الصغيرة والإيروسولات، المركبات الهيدروكربونية النشطة، الأتربة، الأدخنة، بخار الماء .. الخ)
• ظروف احتراق عالية الحرارة	• ارتفاع نسبة البنزين • تكسر المركبات الثقيلة إلى جزئيات صغيرة • وجود مركبات هيدروكربونية خفيفة (C ₄ H ₇) • وجود أوليفينات	• المركبات العضوية المتطايرة (مخاليط من المركبات الهيدروكربونية النشطة، الألديدات، الكيتونات، الأوليفينات، الديوكسين ... الخ)
	• ارتفاع نسبة الكبريت في الوقود	• أكسيد الكبريت (ثاني وثالث أكسيد الكبريت، الأمطار الحامضية)
• ظروف احتراق عالية الحرارة	• ارتفاع نسبة النيتروجين	• أكسيد النيتروجين (أول وثاني و متعدد أكسيد النيتروجين، الأمطار الحامضية، السحب السوداء)

الجدول ١ (تابع)

المسببات		الملوثات
ظروف احتراق الوقود	التركيب الكيميائي للوقود	
	• أكاسيد المعادن	• المعادن
• ظروف احتراق غير الكامل		• أول أكسيد الكربون
	• تفاعل المركبات العضوية المتطايرة وأكاسيد النيتروجين مع المركبات الهيدروكربونية	• السحب السوداء

المصدر: حمدي أبو النجا، أوضاع الوقود النظيف في دول مجموعة الإسكوا (الوضع الراهن، المواصفات، تحسين الإنتاج، الفوائد، التكاليف)، تقرير استشاري مقدم إلى الإسكوا، حزيران/يونيو ٢٠٠٤.

Environmental Protection Agency. *Implementer's Guide to Phasing Out Lead in Gasoline*. USA, March 1999.

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 البنزين لتقليل 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 الأكسجينية (إيثرات وكحولات)، وخاصة مركب ميثيل ثلاثي بيوتيل أثير (MTBE)، لرفع رقم الأوكتان بديلاً عن مركبات الرصاص التي ثبت ضررها للبيئة وإتلافها للمحول الحفاز^(٤) و^(٥) و^(٦). ويتضمن الجدول ٢ التطورات التي جرت منذ الثمانينات لإنتاج غازولين خال من الرصاص وصولاً إلى الغازولين المعدل.

٢- الديزل

للحصول على ديزل أقل تلويثاً، يراعى إجراء التعديلات التالية على مواصفات الديزل: (أ) رفع رقم السيتان إلى أكثر من ٥١، وقد وصل حالياً في بعض البلدان إلى ٥٨؛ (ب) خفض تركيز الكبريت لـ١٢٠٠

بين ٥٠٠ و ٥٠ جزء في المليون، ويجري العمل على تخفيضه إلى أقل من ١٠ أجزاء في المليون؛ (ج) تخفيض المركبات العطرية إلى ١٠ في المائة بالحجم كحد أقصى؛ (د) تخفيض نسبة النيتروجين إلى حدود ١٠ إلى ٢٠ جزء في المليون؛ (هـ) تخفيض نسبة العطريات المتعددة الحلقات إلى واحد في المائة بالحجم؛ (و) تخفيض الوزن النوعي عند درجة حرارة ١٥ درجة مئوية إلى ٨٥٥، ومن المتوقع الوصول إلى ٨٢٨ في

المستقبل؛ (ز) تخفيض درجة حرارة استرجاع نسبة ٩٥ في المائة بالحجم من المقطر إلى ٣٦٠ درجة مئوية، ومن المتوقع ان تصل إلى ٣٢٥ درجة مئوية في المستقبل^(١).

٣- زيت الوقود

انعكس تطور وحدات المعالجة والتحويل الخاصة بإنتاج أنواع الوقود البيضاء الأقل تلويثا في مصافي النفط سلبا على نوعية زيت الوقود، وزيادة في الانبعاثات الناتجة من احتراقه. وهذا يستدعي تكثيف الجهود لرفع جودته وجعله مقبولا بيئيا، وذلك من خلال خفض تركيز الكبريت فيه للاستخدام المدني إلى ٠.٢ في المائة، وللاستخدام الصناعي إلى ٢ في المائة، وللاستخدام البحري إلى ٤.٥ في المائة، وتخفيض نسبة الأسفلتينات والمركبات العطرية الثقيلة، ونسبة النيتروجين والمعادن، وخاصة النيكل إلى ٢٠ جزءا في المليون، ومجموع كل من الألومنيوم والسيلكون إلى ٨٠ جزءا في المليون، وخفض نسبة المعادن الأخرى، مثل الفاناديوم والفوسفور والحديد والمنغنيز إلى أقل قدر ممكن. كما يستدعي العمل على ثبات زيت الوقود أثناء النقل والتداول، واستخدام الطرد المركزي لفصل الرواسب والماء والأسفلتينات، والخلط مع مركبات أقل لزوجة مثل الديزل لخفض نقطة الانسكاب، واستخدام وحدات الترسيب، والمرشحات^(١).

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

الشروط اللازم تحقيقها	نوع الغازولين (تاريخ الإنتاج)
الاحتواء على نسبة ٢-٣ في المائة من المركبات الاكسجينية، وأوقف إنتاج هذا الغازولين منذ عام ١٩٩٥.	• الغازولين التقليدي (عقد الثمانينات)
الاحتواء على نسبة ٢.٧ في المائة بالوزن من الأكسجين (١٠-١٥ في المائة بالحجم من المركبات الأكسجينية)، مع الإقلال من انبعاث أكاسيد النيتروجين.	• الغازولين المحتوي على الأكسجين (بدءا من عام ١٩٩٢)
خفض نسبة العطريات إلى ٢٥ في المائة بالحجم - خفض نسبة البنزين إلى ١ في المائة بالحجم - خفض الضغط البخاري - خفض درجة استرجاع نسبة ٩٠ في المائة بالحجم من المقطر - خفض انبعاث المركبات السامة (مثل المركبات العضوية المتطايرة، الأوزون الأرضي، الأوليفينات) بنسبة ١٥ في المائة بالحجم - الاحتواء على المركبات الأكسجينية التي تحقق ٢ في المائة بالوزن من الأكسجين كحد أدنى.	• الغازولين المعدل تركيبه - مرحلة أولى. (عام ١٩٩٢)
خفض انبعاث المركبات العضوية المتطايرة بنسبة ٢٥ في المائة بالحجم - الاحتواء على الأكسجين بنسبة ١.٨-٢.٢ في المائة بالوزن - الالتزام بباقي اشتراطات الغازولين الأساسي المعدل تركيبه (مرحلة أولى).	• الغازولين المعدل تركيبه - مرحلة ثانية (عام ٢٠٠٠)

المصدر: حمدي أبو النجا، أوضاع الوقود النظيف في دول مجموعة الإسكوا (الوضع الراهن، المواصفات، تحسين الإنتاج، الفوائد، التكاليف)، تقرير استشاري مقدم إلى الإسكوا، حزيران/يونيو ٢٠٠٤.

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 وفنيا. وقد قطعت الدول الصناعية شوطا كبيرا في تطوير مواصفاتها القياسية المتعلقة بالوقود، كما هو موضح فيما يلي.

١- مواصفات الغازولين والديزل في أوروبا^(٧)

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 السيٲان 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^(٧)

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، تتضمن الفئة الأولى الحد الأدنى للتحكم في الانبعاثات، وتتضمن الفئة الثانية تحكما صارما في الانبعاثات، وتتضمن الفئة الثالثة وقودا يتطلب تكنولوجيا متقدمة للتحكم في الانبعاثات (كالتى تصمم 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 و٦ الفئات الأربع لهذا التعهد.

الجدول ٣- مواصفات الغازولين في أوروبا بين عامي ١٩٩٣ و ٢٠٠٩

البند	الوحدة	١٩٩٣	٢٠٠٠	٢٠٠٥	٢٠٠٩
الخصائص	غرام/لتر	٠.١٣	٠.٠٥	٠.٠٥	٠.٠٥
البنزين	النسبة المئوية بالحجم	٥٠	١٠	١٠	١٠
المركبات العطرية	النسبة المئوية بالحجم	-	٤٢	٣٥	٣٥
الاولوفينات	النسبة المئوية بالحجم	-	١٨	١٨	١٨
الأكسجين	النسبة المئوية بالحجم	٢٧	٢٧	٢٧	٢٧
الميثانول	النسبة المئوية بالحجم	-	٣٠	٣٠	٣٠
الايثانول	النسبة المئوية بالحجم	-	٥٠	٥٠	٥٠
الكحول	Isopropyl alcohol	-	١٠٠	١٠٠	١٠٠
	Tert-butyl alcohol	-	٧٠	٧٠	٧٠
	Iso-butyl alcohol	-	١٠٠	١٠٠	١٠٠

الجدول ٣ (تابع)

البند	الوحدة	١٩٩٣	٢٠٠٠	٢٠٠٥	٢٠٠٩
الايثيرات C5+	Ethers, C5+	-	١٥٠	١٥٠	١٥٠
الأكسجينات الأخرى	النسبة المئوية بالحجم	-	١٠٠	١٠٠	١٠٠
الكبريت	ج. ف. م.	٥٠٠	١٥٠	٥٠	١٠

المصدر: Gwilliam, K *et al.* Reducing Air Pollution from Urban Transport, Working Paper No. 30425. The World Bank, 2004. <http://www.cleanairnet.org/cai/1403/article-56396.html>
ملاحظة: (ج ف م) تعني الجزء في المليون.
(-) غير محددة.

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

البنء	الوءة	١٩٩٣	١٩٩٦	٢٠٠٠	٢٠٠٥	٢٠٠٩
الكبريت (ءء أءصى)	ج ف م (بالوزن)	٢٠٠٠	٥٠٠	٣٥٠	٥٠	١٠
السيتان (ءء أءنى)	الءءء	٤٩	٤٩	٥١	٥١	٥١
	الرقم القياسى	٤٦	٤٦	-	-	-
ءرءة ءرارة المقطر لنسبة ٩٥ فى المائة (ءء أءصى)	ءرءة مئوئة	٣٧٠	٣٧٠	٣٦٠	٣٦٠	٣٦٠
العطريات المتءءة (ءء أءصى)	النسبة المئوئة	-	-	١١	١١	١١
الكثافة (ءء أءصى)	ءرام/لتر	٠.٨٦٠	٠.٨٦٠	٠.٨٤٥	٠.٨٤٥	٠.٨٤٥

المصدر: Gwilliam, K *et al.* Reducing Air Pollution from Urban Transport, Working Paper No. 30425. The World Bank, 2004.
ملاحظة: (ج ف م) تعنى الجزء فى المليون.

الءءول ٥ - الءءءء العالمى لمواصفات الءازولن

البنء	الوءة	فئة ١	فئة ٢	فئة ٣	فئة ٤
رقم الأوءكئان - ءازولن ٩١ (ءء أءنى)	ءءئى - RON	٩١٠	٩١٠	٩١٠	٩١٠
رقم الأوءكئان - ءازولن ٩٥ (ءء أءنى)	موتور-MON	٨٢٥	٨٢٥	٨٢٥	٨٢٥
رقم الأوءكئان - ءازولن ٩٨ (ءء أءنى)	ءءئى - RON	٩٨٠	٩٨٠	٩٨٠	٩٨٠
	موتور-MON	٨٥٠	٨٥٠	٨٥٠	٨٥٠
الرصاص (ءء أءصى)	ءرام/لتر	٠.٤٠	صفر	صفر	صفر
الكبريت (ءء أءصى)	ج ف م (وزن)	١٠٠٠	٢٠٠	٣٠	ءال (*)
الأوءكسجن (ءء أءصى)	نسبة مئوئة بالوزن	٢٧	٢٧	٢٧	٢٧
الأولوفنات (ءء أءصى)	نسبة مئوئة بالءءم	ءرءة	٢٠	١٠	١٠
المركبات العطرىة (ءء أءصى)	نسبة مئوئة بالءءم	٥٠	٤٠	٣٥	٣٥
البنزن (ءء أءصى)	نسبة مئوئة بالءءم	٥٠	٢٥	١٠	١٠
الكثافة	كءم/مءر مكعب	٧٨٠-٧١٥	٧٧٠-٧١٥	٧٧٠-٧١٥	٧٧٠-٧١٥

المصدر: Gwilliam, K *et al.* Reducing Air Pollution from Urban Transport, Working Paper No. 30425, The World Bank 2004. <http://www.cleanairnet.org/cai/1403/article-56396.html>
ملاحظة: (ج ف م) تعنى الجزء فى المليون.

الءءول ٦ - الءءءء العالمى لمواصفات الءيزل

البنء	الوءة	فئة ١	فئة ٢	فئة ٣	فئة ٤
السيتان (ءء أءنى)	الءءء	٤٨	٥٣	٥٥	٥٥
	الرقم القياسى	٤٥	٥٠	٥٢	٥٢
الكثافة عند ١٥ م°	كلىم/مءر مكعب	٨٦٠-٨٢٠	٨٥٠-٨٢٠	٨٤٠-٨٢٠	٨٤٠-٨٢٠
للزوءة الكئماتىكئة عند ٤٠ م°	سئئى سئوك	٤٥-٢	٤٠-٢	٤٠-٢	٤٠-٢
الكبريت (ءء أءصى)	ج ف م	٥٠٠٠	٣٠٠	٣٠	ءال (*)

١٥	١٥	٢٥	غير محددة	نسبة مئوية بالحجم	المركبات العطرية (حد أقصى)
٢	٢	٥	غير محددة	نسبة مئوية بالحجم	المركبات العطرية متعددة الحلقات (حد أقصى)
٣٢٠	٣٢٠	٣٤٠	غير محددة	درجة مئوية	درجة حرارة المقطر لنسبة ٩٠ في المائة (حد أقصى)
٣٤٠	٣٤٠	٣٥٥	٣٧٠	درجة مئوية	درجة حرارة المقطر لنسبة ٩٥ في المائة (حد أقصى)

المصدر: Gwilliam, K *et al.* Reducing Air Pollution from Urban Transport, Working Paper No. 30425, The World Bank 2004
<http://www.cleanairnet.org/cai/1403/article-56396.html>
 ملاحظة: (*) ١٠-٥ أجزاء في المليون.
 (ج ف م) تعني الجزء في المليون.

٣- التوجه العالمي لتخفيض تركيز الكبريت وإزالة الرصاص

(أ) تخفيض تركيز الكبريت في الغازولين والديزل

يمكن خفض تركيز الكبريت في الوقود باستخدام نפט خام منخفض الكبريت أو بمعالجة الوقود بواسطة الهيدروجين أو باستخدام الإضافات، ويمكن استخدام أكثر من طريقة في وقت واحد. ويوضح الجدول ٧ تركيز الكبريت في النفط الخام في مناطق مختلفة من العالم^(٨)، والجدول ٨^(٩) تطور تخفيض تركيز الكبريت في الغازولين والديزل طبقاً لمواصفات اليورو، كما وضع مكتب البيئة الأوروبي هدفاً لاختراق السوق بالوقود الخالي من الكبريت بحلول عام ٢٠٠٧. والجدير بالذكر أن تركيز الكبريت في الديزل كان ٥٠٠ جزء في المليون في الولايات المتحدة الأمريكية في عام ١٩٩٣ وفي أوروبا في عام ١٩٩٦، إلا أنه لا يزال حتى تاريخه في بعض بلدان الإسكوا في حدود ١٠٠٠٠ جزء في المليون. وتشير الإحصاءات إلى أن أكثر من ٢٠ دولة في آسيا وأوروبا وأمريكا تعتمد رؤى وخططاً لتخفيض تركيز الكبريت في الديزل بحلول عام ٢٠١٠^(١٠).

الجدول ٧- متوسط تركيز الكبريت في النفط الخام في مناطق مختلفة من العالم

المنطقة/القارة	متوسط تركيز الكبريت (نسبة مئوية بالوزن)	أعلى قيمة (ج ف م)	أقل قيمة (ج ف م)
الشرق الأوسط	٠.٨ - ٢.٣	٣٣.٠٠٠	١.٠٠٠
أفريقيا	٠.٣ - ٠.١	٢١.٠٠٠	١.٠٠٠
آسيا	٠.١ - ٢.٠	١٠.٠٠٠	٢.٠٠
روسيا	٠.٢ - ١.٢	١٢.٠٠٠	١.٠٠
أوروبا	٠.٢٨ - ٠.٥	١٣.٠٠٠	١.٤٠٠
أمريكا الشمالية	٠.٢ - ١.١	١١.٠٠٠	٢.٠٠٠
أمريكا اللاتينية	٠.٨ - ٢.٥	٣٣.٠٠٠	٥.٠٠٠

المصدر: Michael P. Walsh "Low-Sulfur Gasoline & Diesel: The Key to Lower Vehicle Emissions"
http://www.walshcarlines.com/pdf/low_sulfur_gasoline_and_855.pdf

ملاحظة: (ج ف م) تعني جزء في المليون.

الجدول ٨- تطور تخفيض تركيز الكبريت في الغازولين والديزل طبقاً للمواصفات الأوروبية

يورو-٥(*)	يورو-٤	يورو-٣	يورو-٢	
١٠	٥٠	١٥٠	٥٠٠	تركيز الكبريت في الغازولين (ج ف م)
١٠	٥٠	٣٥٠	٥٠٠	تركيز الكبريت في الديزل (ج ف م)

المصدر: (م) ٩) NOYES DATA CORPORATION, *Boiler Fuel Additives for Pollution Reduction and Energy Saving*, Park Ridge, New Jersey, U. S. A., 1978.

ملاحظة: (*) يبدأ تطبيق يورو-٥ في عام ٢٠٠٥ ويشمل جميع دول أوروبا في عام ٢٠٠٩.

(ج ف م) تعني جزء في المليون.

(ب) إزالة الرصاص من الغازولين

نظرا للأضرار التي يلحقها الرصاص بالصحة العامة، يتجه العالم منذ أعوام نحو الغازولين الخالي من الرصاص. ووفقا للإحصاءات الصادرة عن المركز العالمي لجودة الوقود في شباط/فبراير ٢٠٠٣، شكل الغازولين الخالي من الرصاص، في عام ١٩٩٠، نسبة ٤٣ في المائة من مجمل الغازولين المستهلك في العالم، وارتفع إلى ٦٠ في المائة في عام ٢٠٠٠، ووصل إلى نحو ٨٥ في المائة في عام ٢٠٠٣. ووفقا لإحصاءات عام ٢٠٠٢، يستخدم حوالي ٨٨ بلدا في العالم الغازولين الذي يحتوي على الرصاص بتركيزات مختلفة، بمقدار يقل عن ١٠ في المائة من مجمل الغازولين المستهلك في العالم، معظمها في أفريقيا وأوروبا الوسطى والشرقية والشرق الأوسط، وبعضها في أمريكا الشمالية. وبدأت أوروبا الغربية إدخال الغازولين الخالي من الرصاص في مطلع الثمانينات. وفي الشرق الأوسط كانت الكويت أولى الدول التي تحولت بالكامل إلى الغازولين الخالي من الرصاص، ثم تبعتها دول كثيرة أخرى. ويوضح الجدول ٩ تاريخ إزالة الرصاص من الغازولين في بلدان من مختلف أنحاء العالم بين عامي ١٩٧٣ و٢٠٠٣^(٧٥).

الجدول ٩- تاريخ إزالة الرصاص من الغازولين في بعض دول العالم بين عامي ١٩٧٣ و ٢٠٠٣

العام	البلدان	العام	البلدان
١٩٧٣	أمريكا(*)	١٩٩٩	بنغلادش(**) - هونغ كونغ(**) - نيبال(**)
١٩٨٠	اليابان(*)	٢٠٠٠	الهند(**) - الصين الشعبية(**) - تايبي الصينية(**)
١٩٨٤	تايلند(*)	٢٠٠١	الفلبين(**) - فييت نام(**)
١٩٨٥	ماليزيا(*)	٢٠٠٢	سري لانكا(**)
١٩٩٦	أمريكا(**) - تايلند(**)	٢٠٠٣	إندونيسيا (مستهدف)(**)
١٩٩٨	ماليزيا(**) - سنغافورة(**)		

المصدر: Woo, Clarence. *Clean Gasoline Trends in East Asia*. Paper presented at seminar on "Clean Fuels and Vehicles in East Asia and North Africa" held at ESCWA, Beirut, 17 – 19 March 2004.

Gwilliam, K *et al*, Reducing Air Pollution from Urban Transport, Working Paper No. 30425, The World Bank 2004. <http://www.cleanairnet.org/cai/1403/article-56396.html>

ملاحظة: (*) بداية التخلص من الرصاص. (**) حظر استخدام الغازولين الذي يحتوي على رصاص.

دال- الوضع الراهن لمواصفات الوقود المنتج في بلدان الإسكوا ومقارنتها بالمواصفات العالمية

١- الوضع الراهن

يمكن تقسيم بلدان الإسكوا من حيث مواصفات الغازولين والديزل وزيت الوقود إلى ثلاث مجموعات، مجموعة أنجزت تحولا كبيرا في إنتاج الوقود الأنظف، ومجموعة ثانية تنفذ ذلك التحول تدريجيا 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^{(١) و(٣) و(١١)}. فبالنسبة إلى الغازولين أنجز ما يلي: (١) 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 الأوكسجينية مثل مركب الـ MTBE بديلا لرفع رقم الأوكتان، مع الالتزام بالحد الأقصى لنسبة الأوكسجين لتكون ٢.٧ في المائة بالوزن؛ (٢) تخفيض نسبة العطريات في الغازولين إلى ما بين ٣٥ و ٤٥ في المائة بالحجم؛ (٣) تخفيض نسبة البنزين إلى حوالي ٢ في المائة بالحجم؛ (٤) تخفيض الضغط البخاري ودرجة حرارة الاسترجاع بنسبة ٩٠ في المائة من المقطر؛ (٥) الالتزام بنسبة الأوليفينات بحيث تكون أقل من ٤.٣ في المائة بالحجم؛ (٦) العمل على خفض تركيز الكبريت إلى ٥٠-٢٠ جزءا في المليون حسب ظروف المعالجة. وكل ذلك يشير إلى ان هذه المجموعة من بلدان الإسكوا تسير طبقا للشروط البيئية لإنتاج الغازولين الأنظف. وبالنسبة إلى الديزل، تحقق معظم دول مجلس التعاون الخليجي الشروط المطلوبة لرقم السيتان (أعلى من ٥١ في المائة) ونسبة العطريات (أقل من ١٠ في المائة) والعطريات المتعددة الحلقات (أقل من واحد في المائة) ودرجة حرارة المسترجع لنسبة ٩٥ في المائة (أقل من ٣٦٠ درجة مئوية). وفي حالة الكبريت، يحتوي أغلب الإنتاج على تركيز في حدود ٥٠٠-٥٠ جزءا في المليون. 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 جهودا متنوعة لتحسين مواصفات الوقود^{(٣) و(١٢)}. فالأردن ينتج كميات محدودة من الغازولين الخالي من الرصاص، تمهيدا لإزالته الكاملة وفقا لخطة تدريجية تنتهي في عام ٢٠٠٨؛ والجمهورية العربية السورية تنتج جزءا من الغازولين الخالي من الرصاص، ويجري العمل ليكون معظم إنتاج الغازولين خاليا من الرصاص بحلول عام ٢٠٠٦؛ ومصر تنتج نحو ٩٠ في المائة من الغازولين الخالي من الرصاص وتخطط لأن يكون كله خاليا 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^(١).

٢- التباين بين مواصفات الوقود في بلدان الإسكوا والمواصفات القياسية العالمية

تتضمن الجداول ١٠ و ١١ و ١٢ ملخصا عن الوضع الراهن لمواصفات الغازولين والديزل وزيت الوقود في بلدان الإسكوا، مع مقارنتها بالمواصفات القياسية العالمية. ويتبين من هذه الجداول ما يلي:

(أ) وجود تباين بين مواصفات الوقود في بلدان الإسكوا 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 بلدان الإسكوا ٥٠٠٠ جزء في المليون ويصل إلى ١٠٠٠٠ جزء في المليون في بعض منها، كما إن تركيز الكبريت في الغازولين يتجاوز ١٥٠ جزء في المليون في الكثير من بلدان الإسكوا ويصل في بعضها إلى ٥٠٠ جزء في المليون، وتشير المواصفات القياسية إلى تركيز لا يتجاوز ٤٠ جزء في المليون، وكذلك يبلغ تركيز الكبريت في زيت الوقود معدلات مرتفعة في بلدان الإسكوا 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 بلدان الإسكوا نسبة العطريات الكلية والعطريات المتعددة الحلقات والنيتروجين، 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، وحوالي ٣٤ في المائة في بلدان أخرى، بينما لا تتجاوز القيمة القياسية ٢٥ في المائة.

(ب) يستخدم عدد من بلدان الإسكوا الغازولين الذي يحتوي على الرصاص كليا أو جزئيا، وهذا يتعارض مع التوجه العالمي لإزالة الرصاص من الغازولين؛

(ج) تخلو مواصفات زيت الوقود في معظم بلدان الإسكوا من تحديد نسبة الأسفلتين والمعادن والعطريات الكلية، رغم أهمية تلك العناصر في تحديد مدى قبول المنتج بيئيا، ولما كان عدد كبير من بلدان الإسكوا يعتمد على زيت الوقود مصدرا للطاقة، يجب الارتفاع بجودته وضبط خواصه ومواصفاته؛

(د) اختلاف مواصفات زيت الوقود، ليس فقط من مصفاة إلى أخرى، بل داخل المصفاة الواحدة، وذلك طبقا لظروف الإنتاج، من حيث نوع النفط الخام المستخدم ومكوناته، فضلا 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؛

(•) تقدم بعض خصائص الوقود المنتج في بعض بلدان الإسكوا على مضمون المواصفات المحلية المعتمدة في هذه البلدان، كما 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 بلدان الإسكوا، بل لكل بلد مواصفاته ومعاييره الخاصة، باستثناء بلدان مجلس التعاون الخليجي⁽¹⁾ التي بدأت العمل لإصدار مواصفات موحدة، وهذا يستلزم العمل لتوحيد المواصفات بين بلدان الإسكوا على غرار ما هو سائد بين بلدان أوروبا والعمل على الاستفادة من خبرات هذه البلدان في هذا المجال.

هاء- التشريعات والقوانين الصادرة بخصوص مواصفات الوقود والحد من انبعاثاته في دول الإسكوا

للتشريعات والقوانين وما تنص عليه من عقوبات واليات للتحفيز تأثير قوي في الاتجاه إلى إنتاج واستخدام وقود انظف، وفيما يلي عرض لأهم التشريعات ذات الصلة بمواصفات الوقود والحد من انبعاثاته في معظم بلدان الإسكوا.

١- الأردن

في عام ٢٠٠٠، صدرت المواصفة رقم ١٦٤/١٩٩٨ المتعلقة بتركيز الرصاص والكبريت ورقم الأوكتان والخواص الفيزيائية والكيميائية في الغازولين، والمواصفة رقم ١٩٥/١٩٩٩ المتصلة بمادة الكبريت ورقم السيتان والخواص الفيزيائية والكيميائية في الديزل، والمواصفة رقم ١٩٦/١٩٩٩ المتصلة بتركيز الكبريت والخواص الفيزيائية والكيميائية في زيت الوقود. والجدير بالذكر أنه يحظر تكرير النفط إذا تجاوزت نسبة الكبريت فيه ٢ في المائة بالوزن^(١٣).

ثم صدر قانون حماية البيئة (القانون المؤقت رقم ١ لسنة ٢٠٠٣)، وبدأ تطبيقه اعتباراً من مطلع عام ٢٠٠٣، ويعنى بالتشريعات الخاصة بالحدود القصوى للملوثات الناتجة من احتراق الوقود، والحد من استخدام زيت الوقود، والحد من استخدام واستيراد معدات الاحتراق الملوثة للبيئة، واستخدام الغازولين المحتوي على الرصاص، والتوعية بالوقود النظيف. كما توجد معايير لإضافات الوقود، وتتولى تسعير الوقود لجنة تحت إشراف مجلس الوزراء^(١٣).

٢- الإمارات العربية المتحدة

في عام ٢٠٠٣، صدرت المواصفات رقم ٢٠٠٢/٢٠٠٠١ عام ٢٠٠٢، ورقم ٤٧٧/٢٠٠٣، ورقم ٢٠٠٣/٢٠٠٠٢، المتصلة بتركيز الكبريت في كل من الديزل والغازولين الخالي من الرصاص وزيت الوقود، ورقم الأوكتان في الغازولين، ورقم السيتان في الديزل، كما تعنى هذه المواصفات بالخواص الفيزيائية والكيميائية للوقود، وتتضمن بعض معايير إضافات الوقود، وقد جرى التحول إلى الغازولين الخالي من

الرصاص في بداية عام ٢٠٠٢. وصدرت المواصفة رقم ١٩٩٣/١٤٤ لعام ١٩٩٣، بخصوص الملوثات المنبعثة من سيارات الديزل الثقيلة، والمواصفة رقم ٢٠٠١/١٠٤٠ لعام ٢٠٠١ بخصوص الملوثات المنبعثة من سيارات الخدمة الخفيفة، أما معايير ملوثات سيارات الغازولين الخالي من الرصاص فهي قيد الاعتماد. ويوجد توجه لإصدار مواصفة تعنى بالانبعاثات المتطايرة من الوقود والتحكم في تزويد السيارات بالوقود^(١٣).

٣- مملكة البحرين

ترتكز السياسة البيئية في البحرين على ثلاثة مبادئ رئيسية هي: (أ) منع الضرر أو الوقاية منه؛ (ب) تغريم الملوث وإلزامه بدفع كلفة إزالة التلوث وتأهيل البيئة المتضررة؛ (ج) المشاركة والتعاون وتفعيل دور جميع شرائح المجتمع للمشاركة الفعلية في حماية البيئة. وفي سبيل تحقيق هذه الأهداف، صدر المرسوم رقم ٢١ في عام ١٩٩٦ لحماية البيئة ووقف تدهورها من خلال وضع الخطط والسياسات اللازمة، واتخاذ الإجراءات والتدابير المناسبة للحد من الضرر البيئي. وصدرت عشرة قرارات تنفيذية لتطبيق هذا القانون، يهدف عدد منها، بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، إلى تحسين جودة الوقود. ومن تلك القرارات القرار رقم ٨ لعام ٢٠٠٢ بشأن معايير الملوثات الغازية المنبعثة من مركبات الغازولين والتفتيش عليها؛ القرار رقم ١ لعام ١٩٩٩ بشأن التحكم في المواد المستنفدة لطبقة الأوزون، ومنها الغازات الناتجة من احتراق الوقود؛ القرار رقم ١ لعام ١٩٩٨ بشأن التقييم البيئي للمشاريع ومنها مشاريع استغلال واستخدام الموارد الطبيعية ومنها النفط ومشتقاته؛ القرار رقم ١ لعام ٢٠٠١ بشأن إدارة المخلفات الخطرة والرعاية الصحية^(١٣).

٤- الجمهورية العربية السورية

في الجمهورية العربية السورية مصفان للنفط، هما مصفاة حمص ومصفاة بانياس، ولكل منهما مواصفات تتعلق بإنتاج الوقود. ففيما يتعلق بمصفاة حمص، صدرت المواصفات رقم SNS 67/2000 ورقم SNS 2397/2002 ورقم SNS 68/2000، وتعنى هذه المواصفات بتركيز الرصاص ورقم الأوكتان والخواص الفيزيائية والكيميائية وإضافات الغازولين وتركيز الكبريت في أنواع الوقود، وبدأ تطبيق هذه المواصفات في عام ٢٠٠٠؛ وفيما يتعلق بمصفاة بانياس، اعتمدت المواصفة رقم ASTM-D 3341 الخاصة بتركيز الرصاص في الغازولين، والمواصفة ASTM-D 1266 الخاصة بتركيز الكبريت في أنواع الوقود، والمواصفة ASTM-D 1552 الخاصة بتركيز الكبريت في النفط الخام، والمواصفة ASTM-D 2699 الخاصة برقم الأوكتان في الغازولين، والمواصفة ASTM-D 613 الخاصة برقم السيتان في الديزل^(١٣).

الجدول ١٠ - الوضع الراهن لمواصفات الغازولين في بلدان الإسكوا مقارنة بالمواصفات القياسية

البنود	مواصفات الجازولين القياسية	الأردن	الإمارات العربية المتحدة	البحرين	المملكة العربية السعودية	الجمهورية العربية السورية	العراق	عمان	قطر	الكويت	لبنان	مصر
رقم الأوكتان - طريقة البحث	٩٥	٩٦ & ٨٨	٩٨ & ٩٥	٨٤ر١ & ٩١	٨٣ & ٩٥	٩٠ & ٧٩	٩٦	٩٧ & ٩٠	٩٧ & ٩٠	٩٧ & ٩٠	٩٢ & ٧٥	٩٠ & ٨٠ ٩٥ &
الضغط البخاري بطريقة ريد، رطل/بوصة مربعة	٧ر١	٨ر٨	٦ر٤	٩ر٧	١١ر٤	٥ر٥	٧ر١	٨	٨ر٦	١٠ر٢	٩ر٤	١٠-٩
العطريات، (نسبة مئوية بالحجم)	٢٥	-	٥٠	-	-	٤٥-٣٠	-	أكبر من ٤٠	٤٣ر٢	-	-	٢٩ر٤
البنزين (C ₆ H ₆)، (نسبة مئوية بالحجم)	١	-	٣ر٥-٣	١ر٥	-	٥-١ر٥	-	٣	٢ر٥	-	٥	-
درجة حرارة المقطر لنسبة ٩٠ في المائة	١٥٨	١٤٩-١٤٣	١٨٠	١٩٠	١٩٠-١٨٥	١٨٠-١٥٠	١٦٠	١٧٣	١٥٩	١٨٠	١٨٠	١٨٠-١٦٥
نهاية الغليان (درجة مئوية)	-	٢٠٥	٢٢٥	٢٢٥	٢٢٥	٢٠٠	١٨٠	٢٠٥	٢٠٥	٢٠٥	-	-
الفاقد والمتبقي، (نسبة مئوية بالحجم)	-	-	٢	٢	٢	١ر٥	٠ر٨	٢	٢	٣	-	-
الكبريت (ج ف م)	٤٠	٣٨٠-١٠٠	٥٠٠	٣١٠	١٠٠	٤٠٠-١٥٥	٤٠	-	٢٠-١٤	-	٥٠٠	٥٠٠
الأوليفينات (نسبة مئوية بالحجم)	٤ر٣	-	١٠	٢٧ر١	٢٠	أكبر من ٢	-	صفر	١ر٣٣-١ر٢٤	-	-	-
الأكسجين (نسبة مئوية بالوزن)	٢ر٧-٢	-	٢ر٧-٢	-	٢	-	-	١ر٢٨	٠ر٦٥	٢ر٧	٢ر٥	٢ر٧
الخصائص (غرام/لتر)	صفر	٠ر١٥-٠	ج ف م	صفر	٠ر١٣	٠ر٤	٠ر٢٧	٠ر٠٢	٠ر٠٠١	٠ر٠١٣	٠ر٠١٣	٠ر٠١٣

المصدر: ١ و ٤ و ١٣ و ١٤.

ملاحظة: (ج ف م) تعني جزء في المليون.

الجدول ١١ - الوضع الراهن لمواصفات الديزل في بلدان الإسكوا مقارنة بالمواصفات القياسية

البنود	مواصفات الديزل القياسية	الأردن	الإمارات العربية المتحدة	البحرين	المملكة العربية السعودية	الجمهورية العربية السورية	العراق	عمان	قطر	الكويت	لبنان	مصر
رقم السيتان	٥٨-٥١	٥٢	٥٠	٥٣	٥٠	٤٦ & ٥٦	٥٦	٥٦	٥٩	٥١	٤٩	٤٦
الكبريت (ج ف م)	٥٠-٥٠٠	١٠٠٠٠	٥٠٠	٥٠٠٠	١٠٠٠٠	٧٠٠٠	١٠٠٠٠	٥٠٠	٣٠٠	٥٠٠	٣٥٠	٦٠٠٠
المركبات العطرية الكلية (نسبة مئوية بالحجم)	١٠	٢٢	-	-	-	-	-	-	٣٠	-	-	-
النيتروجين (ج ف م)	٢٠-١٠	-	-	-	-	٢٢٠	-	-	٣٠	-	-	-
العطريات المتعددة الحلقات (نسبة مئوية بالحجم)	١	-	-	-	-	-	-	-	٨ر١	-	-	-
الوزن النوعي عند حرارة ١٥ درجة مئوية	٠,٨٥٥	٠,٨٧	٠,٨٧	٠,٨٧	٠,٨٢٥	٠,٨٣٧	٠,٨٣٣	٠,٨٣٤	٠,٨٣١	٠,٨١٢	٠,٨١٢	٠,٨١٧
درجة حرارة المقطر لنسبة ٩٥ في المائة (درجة مئوية)	٣٦٠	٩٠ في المائة	٣٥٠	٣٥٧	٨٥ في المائة	٣٦٠	٣٥٠	٨٦ في المائة	٣٤١	-	٣٧٠	٨٥ في المائة

المصدر: ١ و ٤ و ١٣ و ١٤.
ملاحظة: (ج ف م) تعني الجزء في المليون.

الجدول ١٢ - الوضع الراهن لمواصفات زيت الوقود في بلدان الإسكوا مقارنة بالمواصفات القياسية

البنود	مواصفات زيت الوقود القياسية	الأردن	الإمارات العربية المتحدة	البحرين	المملكة العربية السعودية	الجمهورية العربية السورية	العراق	عمان	قطر	الكويت	لبنان	مصر
الكبريت (نسبة مئوية بالوزن)	٢ر١	٣ر٧	٢	-	١ر٧	٤-٣ر٥	٤ر٢-٣ر٣	٢	٣ر٤	٢	١	٤
النيتروجين (ملغرام/م ^٣)	٤٠٠	-	-	-	-	٢٤٠٠-٢٢٠٠	-	-	١٠٠٠	-	-	-
المياه والترسبات (نسبة مئوية بالحجم)	١	٠,٥	١	-	٠,٢	٠,٥	-	٠,٢٥	١	٠,٥	١	١
الرماد بالوزن (نسبة مئوية)	-	٠,١	٠,١٥	-	٠,١	٠,١-٠,٠٤	٠,١	٠,١	٠,٠٤	٠,٥	٠,١٥	-
نقطة الوميض (بنسكي مارتن مغلق)	٦٥	٦٦	٦٦	-	٦٦	١٣٠-١٠٠	٦٦	٦٢	٨٥	٦٦	٦٦	٦٥

المصدر: المراجع ١ و ٤ و ١٣.

٥- العراق

توجد معايير تتعلق بمادة الرصاص في الغازولين وبمادة الكبريت في كل من الديزل والغازولين والوقود الثقيل والنفط الخام في كل من كركوك والبصرة. كما توجد حدود للخواص الفيزيائية والكيميائية (مثل الكثافة واللزوجة ودرجة الوميض للغازولين والنفط الأبيض والديزل). وليس في العراق أي تشريع بشأن إنتاج الوقود الأنظف، بل هناك تعليمات صدرت سابقا عن وزارة النفط قبل الحرب على العراق^(١٣).

٦- عمان

صدرت المواصفة القياسية رقم م ق ع ٩٤/٥٦٨ والمواصفة رقم م ق خ ٩٤/٤٧٧ في عام ١٩٩٤، المتعلقة بتركيز الكبريت والخواص الفيزيائية والكيميائية لأنواع الوقود المختلفة، ورقم السيتان في الديزل، وبدأ تطبيقهما في عام ١٩٩٤. كما صدرت مواصفة قياسية خليجية تعنى بحدود الملوثات المنبعثة من السيارات التي تعمل بالغازولين الخالي من الرصاص. وتوجد مقترحات لمواصفات خليجية تتعلق برقم الأوكتان في الغازولين والخواص الفيزيائية والكيميائية وإضافات الوقود^(١٣). وصدر قانون حماية البيئة ومكافحة التلوث بالمرسوم السلطاني رقم ٨٢/١٠، ويشمل لوائح التحكم في ملوثات الهواء المنبعثة من المصادر الثابتة (والصادرة بالقرار الوزاري رقم ٨٦/٥ عام ١٩٨٦) وتناول تخزين المواد البترولية، وكذلك معايير بعض الانبعاثات الناتجة من الصناعات البترولية، ومعايير خاصة بصناعة الرصاص^(١٣).

٧- قطر

صدرت المواصفة م ق ق (١١٢٢) في عام ٢٠٠٤ والمواصفة م ق ق (٨١٨) في عام ٢٠٠١، الخاصتان بالغازولين وطرق اختياره ونسبة الرصاص فيه. وتختص المواصفة م ق ق (٨١٩) بتحديد رقم الأوكتان بطريقة البحث. وبين عامي ١٩٩٦ و ٢٠٠١، صدرت ثلاث مواصفات بالأرقام م ق ق (٤٧٧)، م ق ق (٨١٧)، و م ق ق (١٢٠٥)، وتتعلق بتركيز الكبريت في أنواع الوقود المختلفة. وصدر قرار وزير الاقتصاد والتجارة رقم (٢١) لعام ٢٠٠٤ بشأن تنظيم استيراد المركبات الميكانيكية المستعملة. وبين عامي ١٩٩٢ و ٢٠٠١، صدرت ١١ مواصفة قياسية، تعنى بطرق اختبار الملوثات المنبعثة من أنواع المركبات المختلفة، بالإضافة إلى المواصفة رقم م ق ق (٤٧٨) الخاصة بالكبروسين المنزلي، والمواصفتين م ق ق (٦٨٣) و م ق ق (٦٨٤) الخاصتين بالغازات النفطية المسالة وطرق اختبارها. كما صدر قرار وزير المالية والاقتصاد والتجارة رقم ٣٦ لعام ٢٠٠١ بشأن تعديل بعض أحكام القرار الوزاري رقم ٨ لعام ١٩٨٣ - مادة (١) المتعلقة بالحد الأقصى لأسعار المنتجات النفطية والغاز (م) (١٤). ويتضح أن قطر تولي اهتماما كبيرا للمعايير والتشريعات التي تدفع إلى استخدام الوقود الأحفوري الأنظف وحماية البيئة عموما.

٨- لبنان

في عام ٢٠٠٠، صدرت المواصفة رقم ٢٥٣ بشأن تركيب الغازولين الممتاز وخصائصه من حيث رقم الأوكتان والضغط البخاري وتركيز الكبريت والرصاص وغيرها من الخصائص، والمواصفة رقم ٢٥٤ بشأن تركيب الغازولين الخالي من الرصاص وخصائصه. وفي عام ٢٠٠٢، صدرت المواصفة القياسية رقم ٧٥٣ بشأن المتطلبات الفيزيائية والكيميائية للغازولين الممتاز ٩٨ أوكتان الخالي من الرصاص، واشتملت هذه المواصفات على الحدود الدنيا والقصى وطرق الفحص. وصدرت المواصفة القياسية رقم ٤٠٠ لعام ٢٠٠٠ للغاز أويل والمواصفة رقم ٤٨٤ في عام ٢٠٠١ للديزل، وتشملان المتطلبات الفيزيائية والكيميائية

لهاتين المادتين. وصدرت المواصفة القياسية رقم ٥٠١ لعام ٢٠٠١ بشأن المتطلبات الفيزيائية والكيميائية لزيت الوقود^(١٣). وصدر القانون رقم ٣٤١ في عام ٢٠٠١، المتعلق بتلوث الهواء الناتج من قطاع النقل وتشجيع الاتجاه إلى استعمال الوقود الأقل تلويثاً، ويعنى بشروط استيراد السيارات والمحركات ومواصفات الوقود والمعاينة والمراقبة والعقوبات في حال المخالفة. كما صدر المرسوم رقم ٦٦٠٣ المتعلق بتحديد شروط استعمال سيارات الشحن والباصات والمركبات الآلية العاملة على المازوت وكيفية مراقبتها ومستوى كثافة ونوعية الدخان المتصاعد منها. ويعنى القرار ١/٥٢ الصادر في عام ١٩٩٦ بتلوث الهواء والمياه والتربة ويحتوي الملحق رقم ١٤ منه على الحدود القصوى لملوثات الهواء الخارجي^(١٣).

٩- مصر

توجد مواصفتان قياسيتان لإنتاج الغازولين الخالي من الرصاص، الأولى خاصة بالغازولين رقم أوكتان ٨٠ و٩٠ و٩٥، وهي سارية المفعول اعتباراً من عام ٢٠٠٠، والثانية خاصة بالغازولين رقم أوكتان ٩٢، وهي سارية المفعول اعتباراً من عام ٢٠٠٣. ونصت المواصفتان على ألا يزيد تركيز الرصاص عن ٠.١٣ غرام/لتر، ويعتبر هذا الغازولين ضمناً خالياً من الرصاص، وتوجد مواصفة قياسية للديزل يصل تركيز الكبريت حسبها إلى ١٠٠٠٠ جزء في المليون. إلا أن الإنتاج الفعلي أقل من ذلك^(١٤). ويجري حالياً وضع الإطار التنفيذي لاستراتيجية الإنتاج الأنظف، وذلك من خلال جهاز شؤون البيئة التابع لوزارة الدولة لشؤون البيئة وبالتعاون مع الوزارات المعنية، ومنها وزارة البترول التي بذلت العديد من الجهود الذاتية لتحسين مواصفات الوقود، والتوسع في إحلال الغاز الطبيعي محل الوقود السائل في قطاعي الكهرباء والصناعة والنقل^(١٥). وقد اشتملت اللائحة التنفيذية لقانون البيئة رقم ٤ لعام ١٩٩٤ على الحدود القصوى لانبعاثات المركبات العاملة والحديثة التي جرى ترخيصها اعتباراً من عام ١٩٩٥، كما اشتمل القانون على مواصفات المداخن وارتفاعها، وحظر استخدام الفحم الحجري والمازوت والمنتجات النفطية الثقيلة والنفط الخام في المناطق السكنية والحضرية^(١٥).

١٠- المملكة العربية السعودية

في عام ١٩٩٤، صدرت المواصفة القياسية رقم ٨٤٤ المتصلة بتركيز الكبريت ورقم السيتان والخواص الفيزيائية والكيميائية للوقود، إلا أن تطبيقها على الكبريت يبقى اختيارياً. وفي عام ٢٠٠٠، صدرت المواصفات رقم ١٨٤٦، ورقم ١٩٨٩، ورقم ٦٧٢ المتعلقة بحدود ملوثات المركبات. وفي عام ٢٠٠٢، صدرت المواصفة رقم ٢٠٥٤ الخاصة بزيت الوقود. وفي عام ٢٠٠١، صدرت المواصفة رقم ١٩٥١ المتصلة بمواصفات الغازولين الخالي من الرصاص، وجرى إعداد مواصفة أخرى تعنى باستخدام ميثيل ثلاثي بيوتيل إيثر (MTBE) بديلاً عن الرصاص، ومتطلبات وشروط صحة وسلامة المستهلك، والأداء الجيد للمحرك، وتخفيف التلوث، وتصنيف الغازولين طبقاً لدرجة التطاير ونسبة الأبخرة المتطايرة من السوائل المقطرة، واستخدام المحول الحفاز في سيارات الغازولين^(١٦).

ويتضح مما سبق صدور عدد كبير من القوانين والتشريعات المعنية بمواصفات إنتاج الوقود واستخدامه والانبعاثات الصادرة عنه في بلدان الإسكوا، إلا أنها تحتاج إلى مراجعة وتحديث شاملين يحققان الوصول إلى مواصفات مثلى يمكن تطبيقها، وتجنب عدم التضارب بين تلك المواصفات، والعمل على تفعيل القوانين والتشريعات وتطبيقها على أرض الواقع، مع مراعاة المتطلبات المالية والآثار الاجتماعية للتطبيق، والظروف السائدة في كل بلد والإمكانات المتاحة لكل دولة.

ثانياً- أساليب تحسين مواصفات الوقود الأحفوري والحد من تأثيراته البيئية

يمكن الوصول إلى وقود أحفوري أنظف، إما بتحسين مواصفات أنواع الوقود النفطي، أو باستخدام وقود أحفوري أنظف مثل الغاز الطبيعي والهيدروجين والميثانول والإيثانول. وتختلف أساليب تحسين مواصفات الوقود النفطي من حيث التقنيات المستخدمة والكلفة والتأثيرات البيئية، وتتركز تلك الأساليب في تطوير تقنيات مصافي النفط وزيادة عمليات تحويل ومعالجة النفط ومشتقاته، واستخدام إضافات الوقود. ولتحقيق الهدف البيئي المرجو من تحسين مواصفات الوقود، يلزم اتباع الشروط الفنية والتشغيلية المطلوبة للآليات التي تستخدم هذا الوقود، وإجراء فحص لمحركاتها وضبطها، مما يؤكد الترابط من وجهة النظر البيئية بين تحسين أداء المحركات وضبطها من جهة، واستخدام الوقود الأنظف من جهة أخرى. والتوصل إلى المحرك الأقل تلويثا والوقود الأنظف يعد مهمة مشتركة يجب أن تتعاون في إنجازها مصافي التكرير ومنتجو إضافات الوقود وصانعو المركبات ومستخدموها.

ألف- أساليب تحسين مواصفات الوقود

١- تطوير تقنيات مصافي النفط وتأثير تحسين مواصفات الوقود على الانبعاثات

(أ) تقنيات مصافي النفط

تقع مسؤولية تحسين مواصفات الوقود النفطي في المقام الأول على عاتق مصافي النفط من خلال تطوير عمليات تحويل ومعالجة النفط ومشتقاته، والتي أهمها: (١) الهدرجة، وهي معالجة المقطرات النفطية بالتفاعل مع الهيدروجين في وجود عوامل مساعدة وتحت ظروف مناسبة؛ (٢) الهدرجة لإزالة الكبريت، وتهدف إلى خفض الكبريت أو إزالته في المقطرات النفطية، وذلك بالتفاعل مع الهيدروجين في وجود عوامل مساعدة؛ (٣) التكسير مع الهدرجة، ويعمل على تكسير المركبات النفطية الثقيلة مع هدرجة النواتج بالتفاعل مع الهيدروجين؛ (٤) الألكلة، وتتركز على إدخال مجموعة من السلاسل البارفينية أو الأوليفينية لترتبط مع حلقة من العطريات أو النيفثينات، مما يحسن خواص الوقود؛ (٥) الأزمنة، وتهدف إلى إعادة تغيير تركيب البارفينات المستقيمة لتصبح متفرعة (متشعبة) وذلك لرفع رقم الأوكتان للغازولين؛ (٦) إعادة التركيب، وتقوم على إعادة التركيب الكيميائي لمكونات الوقود من المركبات الهيدروكربونية (بارفينات، عطريات، نافيثينات) بهدف تحسين خواصه؛ (٧) تكسير اللزوجة، وتهدف إلى معالجة المقطرات الثقيلة حرارياً لخفض لزوجتها؛ (٨) التكسير بالعامل المساعد المتميع، ويعمل على تحويل المقطرات النفطية الثقيلة إلى مقطرات خفيفة، ذات خواص أفضل. والجدير بالذكر أن كلفة عمليات المعالجة والتحويل تختلف طبقاً لظروف كل مصفاة^{(١) و(٤) و(٦)}.

(ب) تأثير تحسين مواصفات الوقود على الانبعاثات

فيما يلي تناقش العلاقة بين تحسين مواصفات الوقود والانبعاثات الصادرة عنه. ونظراً لخصوصية وأهمية تأثير تركيز الكبريت في الغازولين والديزل، وإزالة الرصاص من الغازولين على الانبعاثات، سيجري تناول هذا الموضوع بمزيد من التوضيح.

(١) تأثير تحسين مواصفات الغازولين على الانبعاثات

يبين الجدول ١٣ تأثير عمليات المعالجة في مصافي النفط على مواصفات ومكونات الغازولين من حيث زيادة الأوكتان، وتخفيض كل من الضغط البخاري والأوليفينات والبنزين والبطريات، حيث تبين أن لهذه العمليات تأثيراً إيجابياً على معظم الخواص. ويوضح الجدول ١٤ تأثير تغيير مواصفات الغازولين على انبعاثات كل من الهيدروكربونات وأول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين والسموم.

الجدول ١٣ - تأثير عمليات المعالجة على خواص ومكونات الغازولين

نوع المعالجة	زيادة الأوكتان	تخفيض الضغط البخاري	تخفيض الأوليفينات	تخفيض البنزين	تخفيض العطريات
إزالة/فصل مكونات البيوتان الألكلة (Alkylate)	إيجابي	سليبي	إيجابي	إيجابي	إيجابي
إزالة البنجان (Isopentane)	إيجابي	سليبي	إيجابي	إيجابي	إيجابي
الأزمنة (C ₆ Isomerase)	سليبي	إيجابي	إيجابي	إيجابي	إيجابي
تكسير الناقتا-خفيف (Lt Fcc Naphta)	إيجابي	سليبي	سليبي	سليبي	إيجابي
تكسير الناقتا-ثقل (Hv Fcc Naphta)	سليبي	إيجابي	إيجابي/سليبي	إيجابي	سليبي
الإصلاح (Reforming)	إيجابي	إيجابي	إيجابي	سليبي	سليبي
إضافة (MTBE)	إيجابي	سليبي	إيجابي	إيجابي	إيجابي

المصدر: Walsh, M.P. *The Need for and Benefits of Elimination Lead from Gasoline*. Paper presented in Montevideo, Uruguay, June 2002. <http://www.walshcarlines.com/pdf/montevideo.pdf>

الجدول ١٤ - تأثير تغيير مواصفات الغازولين على الانبعاثات

تغيير الخاصية	الهيدروكربونات	أول أكسيد الكربون	أكاسيد النيتروجين	السموم
خفض درجة حرارة المقطر لنسبة ٥٠ في المائة	تخفيض	-	زيادة	-
خفض درجة حرارة المقطر لنسبة ٩٠ في المائة	تخفيض	-	-	تخفيض
خفض العطريات	تخفيض	تخفيض	تخفيض/زيادة	تخفيض
خفض الأولوفينات	-	-	تخفيض	-
خفض الكبريت	تخفيض(*)	تخفيض(*)	تخفيض(*)	تخفيض(*)
زيادة الأكسجينات	تخفيض	تخفيض	-	-
زيادة المنظفات	تخفيض	تخفيض	تخفيض	-

المصدر: Woo, Clarence. *Clean Gasoline Trends in East Asia*. Paper presented at seminar on Clean Fuels and Vehicles in Western Asia and North Africa" held at ESCWA, Beirut, 17-19 March 2004.

ملاحظات: تخفيض: تغيير الخاصية يؤدي إلى تخفيض الانبعاثات.
زيادة: تغيير الخاصية يؤدي إلى زيادة الانبعاثات.
- لا تأثير.
(*) مع استخدام المحول الحفاز.

ويعتبر الرصاص، الذي يضاف إلى الغازولين منذ حوالي ٨٠ عاماً، من أهم المركبات التي تؤثر في خواص الغازولين، فهو يحسن رقم الأوكتان ويساهم في الوصول إلى احتراق سلس. ويتناسب تركيز الرصاص طرداً مع رقم الأوكتان في الغازولين كما هو موضح في الجدول ١٥. ولما كان الرصاص يلحق أضراراً بصحة الإنسان، وخاصة الأطفال، ببذل العالم منذ الثمانينات من القرن العشرين جهوداً مكثفة لإزالته من الغازولين. وأشار تقرير البنك الدولي في عام ١٩٩٦، إلى أن تركيز الرصاص في الغازولين في البلدان النامية يتراوح بين ٠٫٨ و ١٫١ غرام/لتر. وقد حددت المواصفة الأمريكية (ASTMD439) تركيز

الرصاص بمقدار ١١١ غرام/لتر في الغازولين العادي، و١٣٠ غرام/لتر في الغازولين المنخفض الرصاص، و١٨٥٠ غرام/لتر في الغازولين الخالي من الرصاص^(١٨). واستغرقت الولايات المتحدة الأمريكية أكثر من ٢٠ عاما للتخلص من الرصاص^(٤). ومن أهم سبل إزالة وتخفيض تركيز الرصاص في الغازولين^(١٩): (أ) إنتاج غازولين مرتفع الأوكتان بواسطة عمليات الإصلاح وإعادة التركيب، وزيادة نسبة العطريات؛ (ب) التوسع في عمليات الأزمرة لقطفات النافتا وما تشمله من إعادة تركيب البارفينات المستقيمة لرفع رقم الأوكتان؛ (ج) استخدام الغاز الطبيعي بدلا من الغازولين؛ (د) استخدام مركبات أخرى لا تحتوي على الرصاص كبديل لرفع رقم الأوكتان ومنها مركبات عطرية تحتوي على النيتروجين والأكسجين مثل الأمينات والإسترات وغيرها، وكذلك مركبات غير عطرية تحتوي على الأكسجين مثل الكحولات والإثيرات ويطلق عليها عادة اسم المركبات الأكسجينية، وأهمها ميثيل ثلاثي بيوتيل (MTBE). والجدير بالذكر أن كلفة وحدات الـ MTBE تتراوح بين ٦ و ١٠ آلاف دولار للبرميل في اليوم، وتتراوح قيمة استثمارات إنتاج MTBE بين ٣٦ و ٥ مليارات دولار في الولايات المتحدة الأمريكية، وبين ٤ و ٦ مليارات دولار في سائر أنحاء العالم^(٢٠). وتختلف كلفة إزالة الرصاص باختلاف تقنيات مصافي النفط المستخدمة كما هو موضح في الجدول ١٦. وإزالة الرصاص مزايا اقتصادية وبيئية تعرض في الفصل الخامس.

الجدول ١٥ - العلاقة بين تركيز الرصاص ورقم الأوكتان في الغازولين

تركيز الرصاص (جم/لتر)	٠٫١	٠٫٢	٠٫٣	٠٫٤	٠٫٦	٠٫٨
الزيادة في رقم الأوكتان بطريقة البحث	٣	٤٫٥	٦	٧	٩	١١

المصدر: Environmental Protection Agency (EPA). *Implementer's Guide to Phasing Out Lead in Gasoline*. USA, March 1999.

الجدول ١٦ - كلفة تخفيض تركيز الرصاص في الغازولين بمصافي النفط

الكلفة (سنت/لتر)		مقدار التخفيض (غرام/لتر)
المصافي البسيطة	المصافي المركبة	
٢٫٥	١٫٥	من ٤٠ إلى صفر
١٫٠	٠٫٢٧	من ٤٠ إلى ١٥
١٫٢	٠٫٩٢	من ١٥ إلى ٥
٠٫٣	٠٫٣١	من ٥ إلى صفر
٠٫٢٥	٠٫٣٧٥	المتوسط لكل خفض مقداره ٠٫١ جم/لتر

المصدر: Walsh, M.P. *The Need for and Benefits of Elimination Lead from Gasoline*. Paper presented in Montevideo, Uruguay, June 2002. <http://www.walshcarlines.com/pdf/montevideo.pdf>

(٢) تأثير تحسين مواصفات الديزل على الانبعاثات

أجرى البرنامج الأوروبي للانبعاثات والوقود وتكنولوجيات المحركات سلسلة من الاختبارات على مركبات الديزل الخفيفة والثقيلة تضمنت ٢٠٠٠ اختبار، وذلك لدراسة تأثير خواص الديزل وتقنيات المحركات على الانبعاثات. ويوضح الجدول ١٧ نتائج هذه الاختبارات التي تبين التغيير في الانبعاثات نتيجة لتغيير مواصفات الديزل المستخدم^(٢٠).

الجدول ١٧ - التغيير في الانبعاثات نتيجة تغيير مواصفات الديزل*

الانبعاثات	١ نسبة تغيير الانبعاثات نتيجة تخفيض الكثافة بمقدار ١ غرام/ لتر	٢ نسبة تغيير الانبعاثات نتيجة تخفيض المركبات العطرية متعددة الحلقات بمقدار ١ في المائة	٣ نسبة تغيير الانبعاثات نتيجة زيادة رقم السيتان بمقدار ١	٤ نسبة تغيير الانبعاثات نتيجة خفض درجة حرارة المقتر لنسبة ٩٥ في المائة بمقدار درجة مئوية	(١+٢+٣+٤) إجمالي التغيير في الانبعاثات
أول أكسيد الكربون	- ٠.٢٢٤	+ ٠.٢٨٠	- ٢.٢٢٣	+ ٠.٥٣	- ٢.١١٤
الهيدروكربونات	- ٠.٠٨٦	+ ٠.١٠٦	- ٢.٠٣٤	+ ٠.١٨٥	- ١.٨٣٠
أكاسيد النتروجين	- ٠.٠٤٠	- ٠.٣٦١	- ٠.٠٤٧	+ ٠.٣٢	- ٠.٤١٧
الجزئيات الدقيقة	- ٠.٣٨٩	- ٠.٦٢٧	+ ٠.٣٢٥	- ٠.٧٧	- ٠.٧٦٨
ثاني أكسيد الكربون	- ٠.٠١٥	- ٠.١٢٠	- ٠.٠٤٩	+ ٠.٢٢	- ٠.١٦٢

المصدر: Asian Development Bank. *Cleaner Fuels: Policy Guidelines for Reducing Vehicles Emissions in Asia*. 2003, Manila. http://www.adb.org/Documents/Guidelines/Vehicle_Emissions/cleaner_fuels.pdf

ملاحظة: (*) حسب القيم في هذا الجدول اعتمادا على المرجع ١٩، وهي متوسط قيم انبعاثات مركبات الديزل الخفيفة والثقيلة نتيجة لتغيير المواصفات بمقدار وحدة واحدة.

ويتبين مما سبق أن العوامل المحددة لمواصفات الوقود ليست منفصلة عن بعضها، بل تتقاطع أحيانا. ولذلك يجب أن تنتج المواصفات النهائية للوقود من عملية موازنة بين جميع العوامل للوصول إلى مواصفات مثلى، تتيح تحقيق أقل قدر من الانبعاثات وأعلى كفاءة للألية المستهلكة للوقود، مع كلفة ملائمة لتطبيق المواصفة.

(٣) تأثير تركيز الكبريت على الانبعاثات وكلفة تخفيضه

أ- التأثير على الانبعاثات

جرى تقسيم كل من الغازولين والديزل من حيث تركيز الكبريت إلى ثلاث فئات^(٨): (١) فئة منخفضة تركيز الكبريت، أقل من ١٥٠ جزءا في المليون، يؤدي استخدامها إلى خفض انبعاثات أول أكسيد الكربون والهيدروكربونات وأكاسيد النيتروجين لمركبات الغازولين المزودة بمحول حفاز، وخفض الجزئيات الدقيقة للمركبات العاملة بالديزل؛ (٢) فئة قليلة تركيز الكبريت، أقل من ٥٠ جزءا في المليون، يؤدي استخدامها إلى زيادة كفاءة تقنيات التحكم في الانبعاثات من محركات الديزل (فلتر الجزئيات الدقيقة بنسبة ٥٠ في المائة، ومحفزات التحكم في أكاسيد النيتروجين بنسبة ٨٠ في المائة)؛ (٣) فئة شبه خالية من الكبريت، أقل من ١٠ أجزاء في المليون، تتيح استخدام مكثفات أكاسيد النيتروجين، ورفع التحكم في تلك الأكاسيد إلى ٩٠ في المائة، ورفع كفاءة فلتر الجزئيات الدقيقة إلى تحكم بنسبة ١٠٠ في المائة^(٩).

ويوضح الجدول ١٨ نسبة تخفيض الانبعاثات عند تخفيض تركيز الكبريت في كل من الغازولين والديزل بمقدار ٥٠ جزءا في المليون، وقد حسبت هذه القيم بناء على دراسات أجريت بهذا الصدد^{(٢٠) و(٢١)}. ويبين الجدول ١٩ العلاقة بين تركيز الكبريت في الديزل وانبعاثات الجزئيات الدقيقة^(١).

الجدول ١٨ - نسبة تخفيض الانبعاثات عند تخفيض تركيز الكبريت بمقدار ٥٠ جزءا في المليون

نوع الوقود	التخفيض في أول أكسيد	التخفيض في	التخفيض في أكاسيد	التخفيض في الجزئيات
------------	----------------------	------------	-------------------	---------------------

الديزل	الغازولين	الكربون (النسبة المئوية)	الهيدروكربونات (النسبة المئوية)	النتروجين (النسبة المئوية)	الدقيقة (النسبة المئوية)
٠.١٢٧	١.٢٩١	١.٢٦٤	١.٥٣٨	-	٠.٠٠٩٧
٠.٠٠٤٨	٠.٠١٦٠	٠.٠٠٤٨	٠.٠٠٩٧		

ملاحظة: قيم محسوبة اعتمادا على (٢٠ و ٢١).

الجدول ١٩ - العلاقة بين تركيز الكبريت في الديزل وانبعاث الجزيئات الدقيقة

تركيز الكبريت في الديزل (ج ف م)	١٠	٥٠	٥٠٠	١٠٠٠	١٥٠٠	٢٠٠٠	٢٥٠٠	٣٠٠٠	٣٥٠٠	٤٠٠٠	٤٥٠٠	٥٠٠٠
انبعاثات الجزيئات الدقيقة (غرام/لتر)	٠.٠٠٥	٠.٠٠١	٠.٠٠٦	٠.٠١٢	٠.٠١٧	٠.٠٢٤	٠.٠٢٨	٠.٠٣٤	٠.٠٤٠	٠.٠٤٥	٠.٠٥٢	٠.٠٥٦

المصدر: Walsh, M.P. *Beyond Lead: The Sulfur Challenge*. Paper presented at seminar on Clean Fuels and Vehicles in Western Asia and North Africa, held at ESCWA, Beirut, 17-19 March 2004.

ملاحظة: (ج ف م) تعني الجزء في المليون.

ب- كلفة تخفيض تركيز الكبريت

تختلف كلفة تخفيض تركيز الكبريت تبعا للتقنيات المستخدمة، وفق الآتي:

١٠، الكلفة في حال استخدام الهدرجة

تستخدم الهدرجة في مصافي النفط لتخفيض نسبة الكبريت في المقطرات النفطية، وتحقق خفصا بنسبة تتجاوز ٩٠ في المائة من الكبريت الموجود في المقطر النفطي. ويبين الجدول ٢٠ تقدير كلفة التخفيض المرحلي لتركيز الكبريت من ٣٠٠٠ جزء في المليون إلى ١٠ أجزاء في المليون في وقود الديزل، حيث تتراوح الكلفة بين ٠.٣ و ٢.٨ سنت/لتر طبقا لنسبة التخفيض المطلوبة، ويتضح ارتفاع الكلفة مع تزايد معدل التخفيض. وتقدر الكلفة الاستثمارية لوحدة إزالة الكبريت بالهدرجة على النحو الوارد في الجدول ٢١، حيث قدرت على أساس معالجة كمية ٢ مليون طن/سنة من الديزل المحتوي على ٥٠٠٠ جزء في المليون من الكبريت^{(١) و(١٦)}. ويوضح الجدول ٢٢ كلفة تخفيض الكبريت في الغازولين لكل غالون في بعض مناطق العالم (آسيا وأوروبا وأمريكا والصين)^(٤). والجدير بالذكر ان كلفة تخفيض الكبريت في الغازولين تقدر تقريبا بنصف الكلفة في حالة الديزل.

٢٠، الكلفة في حال استخدام الإضافات

تحقق خفصا يناهز ٣٥ في المائة من كمية الكبريت في الغازولين أو الديزل، وتتساوى تقريبا كلفة المعالجة بالإضافات لكل من الغازولين والديزل، وتقدر بنحو ٠.٠٨ سنت/لتر (باعتبار تغذية مقدارها ٤٠ ألف برميل/يوم، وتركيز كبريت ٤٠٠٠ جزء في المليون)^(١٦ و ٢٢).

٣٠، الكلفة في حال استخدام العوامل المساعدة

تحقق خفضاً تدريجياً في نسبة الكبريت يتراوح بين ٣٥ و ٥٠ في المائة، وقد يصل إلى ٧٥ في المائة. وتقدر كلفة تحقيق خفض مقداره ٣٥ في المائة بحوالي ٠.٦٥ سنت/لتر للغازولين أو الديزل؛ وبحوالي ٠.٢٥ سنت/لتر لتحقيق خفض يتراوح بين ٥٠ و ٧٥ في المائة للديزل فقط^(١٦ و ٢٢).

٤٤، الكلفة في حال استخدام المرشحات المسامية

تحقق خفضاً يتجاوز ٩٠ في المائة في الكبريت، وتتميز باستثماراتها الرأسمالية المحدودة، وتقدر الكلفة بنحو ٠.٥ سنت/لتر^(١٦).

ويوضح الجدول ٢٣ تقدير كلفة تخفيض تركيز الكبريت لمستويات مختلفة، باستخدام الهدرجة والإضافات، في كل من الديزل والغازولين في قطاع النقل في بلدان الإسكوا. وتشير التوقعات إلى أن الكلفة الإجمالية لتخفيض تركيز الكبريت في الديزل باستخدام الهدرجة في جميع بلدان الإسكوا من واقعها الحالي إلى ٥٠ جزءاً في المليون تقدر بنحو ٤٧٥ مليون دولار، وأن الكلفة الإجمالية لتخفيض الكبريت في الغازولين إلى ٣٠ جزءاً في المليون باستخدام الهدرجة تقدر بنحو ٢٢٦٧٥ مليون دولار.

وقدرت تكاليف خفض تركيز الكبريت في مجمل الديزل المستخدم إلى ١٥ جزءاً في المليون، في الولايات المتحدة الأمريكية، بحوالي ٤ مليارات دولار، بينما قدرت الفوائد البيئية والاقتصادية لذلك بحوالي ٧٠ مليار دولار، ما يعني تحقيق عائد صافي مقداره ٦٦ مليار دولار^(١). وتختلف جدوى تخفيض تركيز الكبريت من منطقة إلى أخرى طبقاً لاختلاف حالة المصافي، وجودة الوقود وتركيز الكبريت فيه، ومعايير الانبعاثات المطبقة. ولذلك ينبغي إجراء تحليل التكاليف والمكاسب للخيارات المتاحة لخفض الكبريت قبل الشروع في التنفيذ^(٨).

الجدول ٢٠ - تقدير كلفة خفض نسبة الكبريت في وقود الديزل بالهدرجة

التخفيض في تركيز الكبريت (ج ف م) الكلفة (سنت/لتر ديزل)	إلى ٣٠٠٠	إلى ١٠٠٠	إلى ٥٠٠	إلى ٣٥٠	إلى ٢٥٠	إلى ٥٠	إلى ١٠
	٠.٧٥-٠.٣	١.٢-٠.٧	١.٣-٠.٩	١.٥	٢.٠	٢.٣-٢.٦	٢.٨-٢.٦

المصدر: حمدي أبو النجا، أوضاع الوقود النظيف في دول مجموعة الإسكوا (الوضع الراهن، المواصفات، تحسين الإنتاج، الفوائد، التكاليف)، تقرير استشاري مقدم إلى الإسكوا، حزيران/يونيو ٢٠٠٤.

Walsh, M.P. *Beyond Lead: The Sulfur Challenge*. Paper presented at seminar on Clean Fuels and Vehicles in Western Asia and North Africa, held at ESCWA, Beirut, 17-19 March 2004.

ملاحظة: (ج ف م) تعني جزء في المليون.

الجدول ٢١ - تقدير الاستثمارات لوحداث تخفيض الكبريت في الديزل بالهدرجة (بطاقة ٢ مليون طن/سنة)

الخفض في نسبة الكبريت،(ج ف م) الاستثمارات (مليون دولار)	إلى ٣٠٠٠	إلى ١٠٠٠	إلى ٥٠٠	إلى ٣٥٠	إلى ٢٥٠	إلى ٥٠	إلى ١٠
	١٢٠-٥٠	١٨٠-١٠٠	١٩٠-١٥٠	٢١٠-١٧٠	٣٠٠	٤٢٠-٣٨٠	٤٥٠-٣٩٠

المصدر: Lesemann, M. & Schult, C., "Non-Capital Intensive Developments Reduce FCC Sulfur Content", *Hydrocarbon Processing* magazine, February 2003, Vol.82, No.2. pp. 69-76.

ملاحظة: (ج ف م) تعني جزء في المليون.

الجدول ٢٢ - كلفة تخفيض الكبريت في الغازولين في بعض مناطق العالم

المنطقة	مقدار التخفيض (ج ف م)	كلفة الخفض (سنت/غالون)
الصين	من ١٠٠٠-٨٠٠ إلى ٥٠٠	٠٫٨
الصين	من ١٠٠٠-٨٠٠ إلى ١٥٠	١٫١
أمريكا	من ٣٥٠-٣٠٠ إلى ٣٠	١٫٩
أوروبا	من ٥٠ إلى ١٠	٠٫٤-١٫١

المصدر: Blumberg, K.O. et al. *Low-Sulfur Gasoline & Diesel: The Key to Lower Vehicle Emissions*. Paper prepared for the International Council on Clean Transportation. May 2003. Website: <http://www.walshcarlines.com/mpwdocs.html>

ملاحظة: (ج ف م) تعني جزء في المليون.

الجدول ٢٣ - تقدير كلفة تخفيض تركيز الكبريت في الديزل والغازولين المستخدمين في قطاع النقل في بلدان الإسكوا باستخدام الهدرجة والإضافات (مليون دولار)

الدولة	الديزل						الغازولين
	تخفيض حتى ٣٠٠٠ ج ف م	تخفيض حتى ١٠٠٠ ج ف م	تخفيض حتى ٥٠٠ ج ف م	تخفيض حتى ٥٠ ج ف م	الإضافات	الهدرجة	
الأردن	٢٢٢٩	٤١٥	٤٨٠	١٠٢٩	٠٫٣٥	٤٢٥	٠٫٧٤
الإمارات العربية المتحدة	-	-	-	١٨١١	٠٫٥٩	١٤٢٥	٢٣٣
البحرين	١٣١	٢٣٧	٢٧٥	٦١١	٠٫٢٠	٣١١	٠٫٥٠
المملكة العربية السعودية	١٥٠٨	٢٧٢٩	٣١٦٠	٧٠٣٩	٢٣٠	٩٦٣٨	١٥٣٦
الجمهورية العربية السورية	١٢١٣	٢١٩٥	٢٥٤١	٥٦٦٠	١٨٥	١٢٢٨	١٩٦
فلسطين	-	-	-	٠٫٥٢	٠٫٠٢	٠٫٢٢	٠٫٠٤
العراق	٨١١	١٤,٦٨	١٧٠٠	٣٧٨٥	١٢٤	٢١٧٣	٣٢٤٦
عمان	-	-	-	٢٢٤٠	٠٫٧٣	٨٠٥	١٢٨
قطر	-	-	-	١٣١٠	٠٫٤٣	-	-
الكويت	-	-	-	٢٢٢٥	٠٫٧٣	٢٠٩٣	٣٣٣
لبنان	-	-	-	٩٥١	٠٫٣١	٩٣٠	١٤٨
مصر	٣٧١٦	٦٧٢٤	٧٧٨٥	١٧٣٤٠	٥٦٦	١٨٨١	٣٠٠
اليمن	٧٤	١٣٤	١٥٥	٣٤٥٢	١١٣	١٧٦٨	٢٨٢
الإجمالي	٨٣٤٨	١٥١٠٦	١٧٤٩١	٤٧٥	١٥٥١	٢٢٦٧٥	٣٦١٤

المصدر: قيم محسوبة استنادا على المراجع ١ و ٦ و ٨ و ١٣ و ٢٣.

٢- إضافات الوقود

هي مركبات كيميائية غير نفطية تضاف إلى الوقود لتحسين خواصه وتحقيق ثباته، وتنقسم إلى ثلاث مجموعات^(١ و٤): (أ) إضافات لتحسين أداء الوقود وكفاءة احتراقه وخفض الانبعاثات، وإضافات لتحسين سيولة الوقود وضبط لزوجته؛ (ب) إضافات لتحسين جودة الوقود، وتشتمل على موانع الأكسدة، ومثبطات المعادن؛ (ج) إضافات لتحسين نقل الوقود وتداوله وتخزينه.

وتعتبر الكلفة الاقتصادية لتحسين نوعية الوقود باستخدام الإضافات مقبولة إذا ما قورنت بالتعديلات المطلوبة لعمليات التحويل والمعالجة بمصافي النفط. ويراعى خلط الإضافات مع الوقود داخل مصافي النفط مما يحقق كفاءة المزج والخلط، ولا يترك الأمر للمستهلك لأنه قد لا يلتزم بالنسب المحددة، وربما لا يستخدم الإضافات على الإطلاق. ويجب توصيف مشاكل الوقود وحالته قبل تحديد نوع الإضافة المطلوبة وكميتها، كما يلزم استيعاب ومعرفة الأبعاد الفيزيائية والكيميائية للإضافات المستخدمة وما يترتب عليها من آثار. ويجب إدراك أنه لا يمكن حل كل مشاكل الوقود عن طريق استخدام الإضافات فقط^(٢ و٤). وفيما يلي أهم الإضافات المستخدمة لتحسين مواصفات الغازولين والديزل وزيت الوقود.

(أ) إضافات الغازولين

تشمل الإضافات المنظفة والمشتتة، وموانع الاستحلاب، والزيوت المسيلة للرواسب، وموانع الأكسدة والتآكل، ومثبطات المعادن، والأصبغ والمواد الملونة، والمركبات الاكسجينية لرفع رقم الأوكتان^(١ و٤).

(ب) إضافات الديزل

منها الإضافات المحسنة للاحتراق، ومحسنات رقم السيتان، والعوامل المساعدة على الاحتراق، ومعدلات الرواسب، وجميعها ذات تأثير فعال على تخفيض انبعاث الملوثات، وخاصة الجزيئات الدقيقة والمركبات العضوية المتطايرة والدخان الأسود، وإضافات معدلات الرواسب وتشتمل على المركبات العضوية للمعادن، بالإضافة إلى تنظيف بخاخات الوقود. وإلى جانب هذه الإضافات، تستخدم أنواع أخرى من إضافات الغازولين^(١ و٤).

(ج) إضافات زيت الوقود

وتنقسم إلى ثلاث مجموعات^(١ و٤): (١) الإضافات المثبتة لخواص الوقود، وتشمل إضافات لمنع تكون الرواسب والأصماغ، والإضافات المنظفة والممانعة لتآكل المعادن والمحسنة للتدفيع وتدقق الوقود عند درجة الحرارة المنخفضة والممانعة لتكوين المستحلبات؛ (٢) الإضافات المحسنة للاحتراق، وتشتمل محسنات الاشتعال، وتغير حجم وخواص الجزيئات الدقيقة العالقة، وإضافات تخفيض انبعاث أكاسيد الكبريت، وإضافات تخفيض انبعاث أكاسيد النيتروجين؛ (٣) إضافات معالجة اللهب، وتشتمل مزيلات الكربون الدقيق (الهباب)، والتحكم في شدة اللهب، وإضافات مساعدة على تجميع الجزيئات الدقيقة في المرسبات الإلكترونية، وإضافات مجمعة لأكاسيد الكبريت.

ويوضح المرفق الأول أهم أنواع إضافات الوقود وتركيباتها الكيميائية ونسب استخدامها وما تحدثه من تأثير على أداء المحرك أو تعديل في الخواص.

ويتوفر لدى مجمعات البتروكيماويات العاملة في بلدان الإسكوا (خاصة في المملكة العربية السعودية) العديد من المونومرات والكيماويات الأساسية، والتي يمكن الاستفادة منها في إنتاج إضافات وقود المحركات، ومنها المونومرات (مثل الإيثيلين وغيرها)، والبلمرات/الكوبلمرات (مثل البولي إيثيلين بأنواع مختلفة، وغيره)، والألكيلات الثقيلة للبنزين، والمذيبات والكيماويات الأساسية (مثل الكحول الميثيلي وغيرها)، وزيت التزييت الأساسية، وخاصة الخفيفة ذات اللزوجة المنخفضة، والغازات العالية النقاوة (مثل الأكسجين والنتروجين والهيدروجين وثاني أكسيد الكربون). وإضافة إلى ذلك، تستطيع هذه المجمعات إنتاج بعض الكيماويات والمواد الأخرى التي يمكن الاستفادة منها في تصنيع الإضافات التي لا يستدعى تحضيرها طرقاً معقدة أو متقدمة تكنولوجياً (مثل مشتقات الفينول). والإضافات التي يمكن إنتاجها في بلدان الإسكوا هي: (١) الإضافات المشتتة، وخاصة الأنواع القائمة على بلمرات البولي بيوتين والبولي أثير؛ (٢) الإضافات المنظفة، وخاصة أنواع السلفونيت، وكذلك أنواع مركبات الفوسفات والأمينات؛ (٣) زيوت التسييل للرواسب، وتنتج لدى مصافي تكرير الزيوت في العراق ومصر والمملكة العربية السعودية؛ (٤) محسنات الانسياب من أنواع البلمرات أو الكوبلمرات^(١).

باء- 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 وارداتها.

ويوجد الغاز الطبيعي حراً في آبار منفصلة، أو يكون مخلوطاً مع النفط. ويعتبر الميثان (CH₄) المكون الرئيسي للغاز الطبيعي، ويواجه استخدام الغاز الطبيعي في المركبات تحديات اقتصادية أكبر من التحديات التي يواجهها استخدامه في المراكب 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 والديزل. 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^(٢). 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^(٣).

ويتمتع الغاز الطبيعي بعدة مزايا تجعله صالحا ليكون وقودا جيدا للسيارات ومنها: (١) انخفاض الانبعاثات الناتجة من احتراقه؛ (٢) تحقيق أداء أفضل للمحركات لأن احتراقه كاملا؛ (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. ويلقي الفصل الرابع مزيدا من الضوء على المكاسب الاقتصادية والبيئية التي تحقق من التحول إلى الغاز الطبيعي باعتباره وقودا أحفوريا نظف، وذلك من خلال دراسة حالة مصر. وقد أدى الإقبال على استخدام الغاز الطبيعي وقودا للسيارات إلى توجه ١٢ شركة عالمية نحو إنتاج محركات الغاز الطبيعي^(١).

جيم- فحص وضبط المحركات لتعظيم 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 كلفة الصيانة، وتجنب حدوث أعطال جسيمة وفجائية تتطلب إخضاع المركبات لأعمال صيانة ضخمة. ومن جهة النظر البيئية، يعتبر ضبط وصيانة المحركات إجراء مهما 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: (أ) إنشاء هيكل مؤسسي يضم الجهات المعنية بالبرنامج مع تحديد مهام كل جهة؛ (ب) الدعم والمساندة من الجهات الرسمية لتطبيق البرنامج؛ (ج) تنفيذ البرنامج على مراحل مع مراعاة الحالة الفنية للمركبات؛ (د) تجهيز مراكز اختبارات وفحص المركبات، ووضع الخطوات الملائمة للاختبار والفحص؛ (هـ) تدريب القائمين على عملية الفحص والاختبار؛ (و) وضع معايير ومواصفات قياسية ملائمة لانبعاثات المركبات؛ (ز) مراقبة ومراجعة حكومية للبرنامج، مع مشاركة القطاع الخاص في التنفيذ؛ (ح) التوعية والإعلام بالبرنامج.

٢- برامج فحص وضبط محركات المركبات في بعض دول الإسكوا

(أ) برنامج فحص عادم المركبات في مصر

في إطار الجهود المبذولة في مصر لتخفيف حدة التلوث في محافظة القاهرة الكبرى، بدأ برنامج فحص عادم المركبات في عام ١٩٩٥ باختبار وضبط حوالي ١٢٨٠ سيارة، وقد أوضحت نتائج قياسات الانبعاثات أن أول أكسيد الكربون انخفض بنسبة ٦٢ في المائة، والهيدروكربونات انخفضت بنسبة ٢٥ في المائة، واستهلاك الوقود انخفض بنسبة ١٥ في المائة. وفي عام ١٩٩٩، أخضعت ١٣ ٠٠٠ سيارة أخرى لاختبار، تم على أساسه تقدير الوفر السنوي والانخفاض في الانبعاثات للمركبة الواحدة، كما هو مبين في الجدول ٢٤.

وقد تبين أن حوالي ٦٦ في المائة من السيارات التي اختبرت تتوافق مع المعايير البيئية المصرية و٣٤ في المائة تحتاج إلى ضبط محركاتها (أي ما يعادل ٥٠٠ ٠٠٠ سيارة غازولين و٢٠٠ ٠٠٠ سيارة ديزل). وإذا أنجز هذا الضبط من خلال برنامج على خمس مراحل لسيارات الغازولين وثلاث مراحل لسيارات الديزل، فيمكن تحقيق وفر في استهلاك الوقود يصل إلى حوالي ٣٥٠ ٠٠٠ طن في السنة، وخفض سنوي مقداره ١٦ ر ١ مليون طن في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وحوالي ١٢ ٠٠٠ طن من أكاسيد النيتروجين، وحوالي ٦٠ ٠٠٠

طن من أول أكسيد الكربون، و١١٤ رطن من المركبات العضوية المتطايرة غير الميثان، و١٠٠٠٠ طن من أول أكسيد الكربون، و٣٦٣٠٠٠ طن من غاز الميثان^(٢٣).

كما أخضعت عينة شملت حوالي ٢٠٠٠ دراجة نارية لاختبار العادم الذي أظهر ارتفاعا كبيرا في الانبعاثات، وخاصة الهيدروكربونات مقارنة بالسيارات. وبالإضافة إلى ذلك، جرى تنفيذ برامج لصيانة وضبط محركات الديزل في هيئة النقل العام في القاهرة، شمل التزويد بأجهزة للفحص الدوري لمستوى عتامة الدخان وأجهزة ضبط وصيانة أجزاء دورة الوقود. وقد تقرر إجراء الفحص الإلزامي لانبعاثات السيارات في وحدات المرور وذلك ضمن إجراءات الفحص الدوري الفني للمركبات^(٢٥).

الجدول ٢٤ - تأثير ضبط محركات المركبات على استهلاك الوقود وخفض الانبعاثات

نوع المركبة	استهلاك الوقود/مركبة (طن/سنة)	الوقود في الوفر في الوفر/مركبة (طن/سنة)	الخفض في الانبعاثات/مركبة (طن/سنة)				
			ثاني أكسيد الكربون	أول أكسيد النيتروجين	أول أكسيد النيتروجين	أكاسيد النيتروجين	أول أكسيد الكربون
غازولين	١٨٠	٢٧٠	٨٣٨	٠٠٠٠٦٢	٠٠٠٠٠٧	٠٠٠٠٧	٠١٠٠
ديزل	٧٦٥	١٤٧٥	٣٦٩٠	٠٠٠٠٢٦	٠٠٠٠٣١	٠٠٠٠٤١	٠٠٥١

المصدر: United Nations Economic and Social Commission for Western Asia. *Options and Opportunities for Greenhouse Gas Abatement in the Energy Sector of ESCWA Region. Volume I: The Transport Sector*, New York, 2001 (E/ESCWA/ENR/2001/15 (Vol. I)).

(ب) الفحص الفني للمركبات في الأردن

يجري هذا الفحص عند التسجيل والترخيص ويمر بأربع مراحل هي: الفحص الظاهري، والفحص الفني، وفحص طفاية الحريق والمثلث العاكس وصندوق الإسعاف، واعتماد الفحص من رئيس اللجنة. ويشمل الفحص الفني قياس غازات أول وثاني أكسيد الكربون والهيدروكربونات والأكسجين وكثافة الدخان^(٢٦).

(ج) برنامج الفحص الفني الدوري للسيارات في المملكة العربية السعودية

قامت المملكة العربية السعودية بتطبيق برنامج للفحص الفني الدوري للسيارات، بهدف المحافظة على سلامة مستخدمي السيارات من حوادث المرور والحد منها، والمحافظة على البيئة والحد من التلوث الناتج من السيارات. ويشمل البرنامج فحص كل من غازات العادم، والمكابح (الفرامل)، وانحراف العجل، والفحص السفلي، والأنوار الأمامية، بالإضافة إلى الفحص الظاهري. ويشمل البرنامج أيضا إدخال بيانات السيارة ونتائج الفحص في قاعدة بيانات. وقد أدى تطبيق هذا البرنامج إلى انخفاض انبعاثات كل من أول أكسيد الكربون بنسبة ٤٠ في المائة، والهيدروكربونات بنسبة ٣٢ في المائة، وثاني أكسيد الكربون بنسبة ١٨ في المائة، إضافة إلى انخفاض عدد حوادث السير بنسبة ١١ إلى ١٤ في المائة وعدد الإصابات المميّنة بنسبة ٣٢ إلى ٣٨ في المائة، فضلا عن إطالة عمر السيارة ومدة خدمتها. وكان للبرنامج فوائد أخرى منها تزويد الوزارات والمؤسسات الحكومية والهيئات الرسمية بالحالة الفنية للسيارات العاملة على الطرق، وإتاحة قاعدة بيانات شاملة تتضمن معلومات دقيقة عن أعطال السيارات^(٢٧).

(د) نظام المعاينة الميكانيكية للمركبات في لبنان

منذ مطلع عام ٢٠٠٤، أعادت الحكومة اللبنانية العمل بنظام المعاينة الميكانيكية الإلزامية من خلال القطاع الخاص. وفي هذا الإطار، أقيمت أربعة مراكز أساسية يجري فيها فحص ميكانيكي شامل للسيارات والآليات العاملة في المناطق المختلفة. وتجرى المعاينة مرة واحدة سنويا للسيارات والدراجات النارية العاملة على الغازولين والتي يزيد عمرها عن ثلاث سنوات، ومرتين سنويا للآليات العاملة على الديزل. ونظرا لوضع السيارات وحالتها في لبنان، رأت السلطات المعنية أن المطلوب في المرحلة الحالية أن تجتاز السيارة ست نقاط أساسية تتعلق بالانبعاثات وحالة الإطارات وأنظمة الإنارة والفرملة، على أن تستكمل نقاط الفحص الأخرى في مراحل لاحقة^(٢٨).

(٥) التفتيش على المركبات في مملكة البحرين

تنفيذا للمرسوم رقم (٢١) لعام ١٩٩٦، بشأن حماية البيئة، صدر القرار رقم (٨) لعام ٢٠٠٢ بشأن معايير ملوثات المركبات والتفتيش عليها. ويحدد هذا القرار المعدلات المسموح بها لملوثات المركبات التي تعمل بالغازولين وطرق قياس تركيز تلك الملوثات، مما يمكن المفتشين، بالتنسيق مع الإدارة العامة للمرور في المملكة، من ضبط وإثبات المخالفات على المركبات التي ينبعث منها دخان كثيف^(١٣).

ولكي تحقق برامج فحص وضبط المركبات أهدافها، يراعى دعم واستمرار التنسيق والتعاون بين الجهات المعنية وتفعيل التشريعات والقوانين التي تدفع بهذه البرامج نحو التطبيق، مع ضرورة وضع وتطوير المعايير القياسية لانبعاثات المركبات في بلدان الإسكوا بما يتلاءم مع مواصفات الوقود وإمكانات وظروف كل بلد. ويتضمن المرفق الثاني نمودجا للمعايير القياسية لانبعاثات المركبات في أوروبا وأمريكا.

ثالثا- تقييم إمكانات إنتاج الوقود الأنظف في مصافي النفط في بلدان الإسكوا

تعتبر عمليات التحويل والمعالجة في مصافي النفط المسؤولة الأولى عن تحسين مواصفات الوقود، وبقدر ما تحتوي مصفاة النفط على طاقات للتحويل والمعالجة تكون مؤهلة لإنتاج وقود أنظف، ويعتبر ارتفاع نسبة المنتجات البيضاء (مثل الغازولين والكيروسين والديزل) وانخفاض نسبة المنتجات السوداء (مثل زيت الوقود الثقيل والأسفلت) مؤشرا لقدرة المصفاة على إنتاج وقود أنظف (أقل تلويثا). ولذلك يتناول هذا الفصل الوضع الراهن لمصافي النفط في بلدان الإسكوا وتقييم قدراتها على إنتاج وقود عالي الجودة، إضافة إلى التطورات المتوقعة عالميا لمصافي النفط بحيث تتمكن من إنتاج وقود أنظف.

ألف- تقييم الوضع الراهن لإمكانات مصافي النفط لإنتاج وقود انظف في بلدان الإسكوا

١- طاقات المعالجة والتحويل في مصافي النفط

توجد في بلدان الإسكوا ٤٦ مصفاة نفط، وتقدر نسبة الزيادة السنوية في طاقات التكرير خلال الفترة ٢٠٠٠-٢٠٠٥ بنحو ٤ر٨ في المائة. وتتركز تلك الزيادة في الإمارات العربية المتحدة وقطر ومصر والمملكة العربية السعودية. وتعتبر المنتجات البيضاء ذات قيمة اقتصادية أعلى وأقل تلويثا للبيئة، وتحتوي على كبريت وعطريات أقل. فبينما تتراوح المنتجات البيضاء في معظم مصافي بلدان الإسكوا بين ٥٠ و٦٥ في المائة من الخامات النفطية التي يجري تكريرها، تناهز ٩١ في المائة في أمريكا و٨٣ في المائة في أوروبا، وهذا ما يشكل تحديا أمام المصافي في بلدان الإسكوا، يتمثل في العمل على زيادة إنتاجها من المنتجات البيضاء الأقل تلويثا^(١).

وتتراوح نسبة طاقات وحدات التحويل والمعالجة من طاقات التكرير الكلية بين ٩٢ر٦ في المائة في الكويت و١٠ر٢ في المائة في اليمن (بمتوسط حوالى ٦٤ في المائة في بلدان الإسكوا). وهذا الفارق يشير إلى وجود إمكانات كبيرة لإنتاج وقود أنظف في عدد من بلدان الإسكوا، مثل قطر والكويت، وحاجة البعض الآخر إلى إقامة المزيد من وحدات التحويل والمعالجة لتحسين جودة الوقود المنتج، مثل الأردن ومصر واليمن. وعلى مستوى بلدان الإسكوا، تأتي الهدرجة في طليعة عمليات المعالجة والتحويل لإنتاج وقود أنظف، إذ تشكل ٥٣ر٢١ في المائة (٨٤ر٦ مليون طن في السنة) من مجموع طاقات المعالجة والتحويل، وأقلها الأكلتة بنسبة ٠ر٨٧ في المائة (١ر٣ مليون طن في السنة)، كما يبين الجدول ٢٥.

٢- الوضع الراهن لإمكانات مصافي النفط لإنتاج وقود أنظف

(أ) الأردن

مصفاة النفط الأردنية هي المصفاة الوحيدة في الأردن. وكانت طاقتها الإنتاجية عند إنشائها في عام ١٩٦٠ حوالى ١٠٠٠ طن/يوم، وفي عام ١٩٧٠ وصلت إلى ٢٢٥٠ طن/يوم، وزادت إلى ٤٩٠٠ طن/يوم عام ١٩٧٣، ثم إلى ١١٨٠٠ طن/يوم في عام ١٩٨٣، ويجري حاليا التوسيع الرابع. ولا تتجاوز كميات الإنتاج الأردني من النفط الخام والغاز نسبة ٥ في المائة من مجمل الطاقة المستهلكة، ويجري سد باقي الاحتياجات من المملكة العربية السعودية. وتقوم مصفاة النفط الأردنية حاليا بإنتاج غازولين عادي يحتوي على رصاص (أوكتان ٨٧)، وتبلغ نسبته حوالى ٧٤ر٥ في المائة من مجمل الإنتاج، وغازولين ممتاز يحتوي على الرصاص (أوكتان ٩٥)، بنسبه ٢٤ في المائة، وغازولين خال من الرصاص (أوكتان ٩٥) بنسبة ١ر٨ في المائة فقط.

الجدول ٢٥ - طاقات التكرير والمعالجة والتحويل في بلدان الإسكوا

	الأردن	الإمارات العربية المتحدة	البحرين	المملكة العربية السعودية	الجمهورية العربية السورية	العراق	عمان	قطر	الكويت	مصر	اليمن	الإجمالي
أعداد المصافي	١	٥	١	٨	٢	١٢	١	٢	٣	٩	٢	٤٦*
طاقات مصافي التكرير (ألف برميل/يوم)	١٠٣	٧٧٨	٢٨٠	١٩٩٥	٢٤٥	٥٧٠	٨٠	١٣٧	٩٠٥	٨١٩	٢٠٠	٦١١٢
طاقات التكرير (مليون طن/سنة)												
عام ٢٠٠٠	٤٦٦٢	٢٠٧١	١٢٦٦	٨٠٩٣	١١٧٧	٢٤٣٦	٣٦٦	٢٧٥	٤٠٩	٣٤٩	٩٠	٢٤٦٠٧
عام ٢٠٠٥ (مخطط)	٤٦٦٢	٢٦٥٧	١٢٦١	٨٧٧٨	١١٧٧	٢٤٣٦	٣٦٦	٥٩٧	٤٠٩	٣٩٦٨	٩٠	٢٦٦٢٨
تطور طاقات التكرير (٢٠٠٥-٢٠٠٠) (النسبة المئوية)	٠	٢٨٣	٠	٨٥	٠	٠	٠	١١٧١	٠	١٣٧	٠	٨٤
طاقة المعالجة والتحويل (عام ٢٠٠٠) (مليون طن/سنة)												
الهدرجة	٠٧١	٦٢٢	٢٨٩	٢٤١٢	٤٨٦	١٢٦٣٣	٧٩٥	١٧٣	٢٢٢	٧١	٢٥	٨٣٦١٨
إعادة التركيب بالعامل المساعد	٠٤٦	١٧٦	٠٦٩	٩٤٢	١٣٣٣	٢٩٩	٦٥٣	٤٧	٢١	٧٢	٦٨	٢٣٢٧٦
الأزمنة	-	-	-	١١	٣٩٢	-	-	١١	-	٩٣٥	-	٢٥٣٧
الألكلة	-	٠٤٣	٠٢٥	١٠٥	-	-	-	-	١٨	٠٥	-	١٣٤٨
التكسير	٠٢١	٠٦٧١	١٧٤	٥٧	-	-	-	-	٩٦	-	-	١٠٢٨١
التكسير مع الهدرجة	٠٣٧	١٣	-	٦٤١	٠٩١	١٧٤	٨٢	-	٥٤	٠٨	-	٣٨٢
تكسير اللزوجة	-	١٣	١٠٧	٧٦٩	١٢	-	-	-	-	-	-	١١٢٦
التفحيم	-	-	-	-	٠٩١	-	-	-	٣	٠٩	-	٤٨١
إجمالي طاقة المعالجة والتحويل	١٧٥	١٠٤١	٦٤٢	٥٥٤٩	٨٧	١٧٤	٢٦٨	٢٣١	٣٧٨٦	١٢٤١٥	٠٩٣	١٥٧٩٤٣
النسبة المئوية طاقات المعالجة والتحويل إلى طاقات التكرير (عام ٢٠٠٠)	٣٨٣	٥٠٣	٥٠٩	٦٨٦	٧٤٤	٧١٣	٦٣٠	٨٣٦	٩٢٦	٣٥٥٧	١٠٣	٦٤١

المصدر: المراجع ١ و ٣ و ١١.

(*) في لبنان مصفائتان قديمتان عاطلتان عن العمل منذ سنوات ولا يوجد مصافي في فلسطين.

وتوجد خطة للتحويل التدريجي إلى الغازولين الخالي من الرصاص في الأردن، لكن دون النظر إلى باقي الاشتراطات الأخرى مثل نسبة العطريات أو البنزين. كما تقوم المصفاة بإنتاج نوعين من الديزل، أحدهما بنسبة كبريت ١٠٠٠٠ جزء في المليون، وهو المطروح في الأسواق، والآخر بنسبة ٥٠٠٠ جزء في المليون، ويستخدم على نطاق محدود، أما رقم السيتان في الديزل المنتج فيساوي ٥٢، لكن بنسبة عطريات مرتفعة تصل إلى ٢٢ في المائة. وتستخدم الهدرجة لخفض نسبة الأوليفينات في الغازولين، ويتم فصل مكونات البيوتان بهدف خفض الضغط البخاري للغازولين، وتضاف العطريات الأمينية والفينولات إلى الغازولين لمنع الأكسدة، وتضاف مركبات الأزو (AZO) للأصباغ. ويضاف البولي الكيل ميثا كريلات بنسبة ٥٠ جزء في المليون إلى الديزل لتحسين درجة الانسياب. وتوجد خطة تنتهي بحلول عام ٢٠٠٨، لجعل جميع المشتقات النفطية المنتجة في الأردن مطابقة للمواصفات العالمية، بحيث يكون الغازولين خاليا من الرصاص، ويتاح الوصول بتركيز الكبريت في الديزل إلى ٥٠ جزء في المليون^(٣ و٤ و١٢).

والجدير بالذكر أن لدى الأردن نوعية جيدة من الصخر الزيتي، الذي يحتوي على نسبة هيدروكربونات تزيد عن ١٥ في المائة بالوزن، ويمكن استغلاله بطرق متعددة سواء بالحرق المباشر بعد طحنه أم باستخلاص ما يحتويه من مركبات هيدروكربونية وتقطيرها ومعالجتها وتحويلها إلى منتجات بترولية مطابقة للمواصفات. وتشير الدراسات إلى أن استغلال هذا الصخر الزيتي ينطوي على جدوى اقتصادية مقبولة، وخاصة في حالة ارتفاع أسعار النفط^(١).

(ب) الإمارات العربية المتحدة

تكرر دولة الإمارات العربية المتحدة النفط الخام في خمس مصاف هي أم النار والرويس واينوك والفجيرة والفال. وتعمل شركة اينوك منذ فترة على إنشاء مصفاة جديدة. وتصل الطاقة الإجمالية لهذه المصافي إلى حوالي ٧٧٨ ٠٠٠ برميل/يوم. وتراعي دولة الإمارات العربية المتحدة أن يكون تكرير وتسويق مشتقات النفط متفقا مع الاشتراطات والقوانين البيئية، سواء المحلية أم العالمية. وفي سبيل الوصول إلى مشتقات نفطية آمنة وتستوفي شروط البيئة النظيفة والصحة والسلامة، أجري ما يلي: (١) خفض نسبة الكبريت في الديزل تدريجا إلى ٥٠٠ جزء في المليون؛ (٢) تأسيس شركة (ايزو أوكتان) لإنتاج مركب ايزو أوكتان بطاقة ٤٠ ٠٠٠ برميل/يوم اعتبارا من عام ٢٠٠١، لاستخدامه كإضافة لرفع رقم الأوكتان في خلطات الغازولين الخالي من الرصاص، ومرشح كبديل عن مركب ميثيل ثلاثي بيوتيل أثير (MTBE)؛ (٣) التحويل التدريجي إلى استخدام الغاز الطبيعي بدلا من الديزل وزيت الوقود في محطات توليد الكهرباء والقطاعات المختلفة، باستيراده من قطر من خلال مشروع دولفين؛ (٤) بدء إنتاج الغازولين الخالي من الرصاص في عام ١٩٩٥، ووقف استخدام الغازولين المحتوي على الرصاص اعتبارا من مطلع عام ٢٠٠٢، ويستخدم مركب (MTBE) بنسبة ١٥ في المائة بالحجم (حد أقصى) لتحسين رقم الأوكتان بدلا من مركبات الرصاص. وتعتمد المصافي على عدد من وحدات التحويل والمعالجة أهمها التهذيب بالعامل الحفاز، والمعالجة والتكسير بالهيدروجين، والتكسير بالعامل الحفاز المتميع، وتكسير للزوجة والأزمره^(١ و٣ و١٢).

(ج) البحرين

تبلغ طاقة التكرير في البحرين حوالي ٢٦٢ ٠٠٠ برميل/يوم، تنتج حقول البحرين حوالي سدس هذه الكمية، ويستكمل الباقي من المملكة العربية السعودية. ويبلغ تركيز الكبريت في النفط الخام المستخدم ٢ في المائة وتركيز الأملاح ٥٤ كيلوغرام/١ ٠٠٠ برميل، ومعامل معهد البترول الأمريكي للنفط الخام

(API 33). وتنتج البحرين نوعين من الغازولين، العادي والممتاز، ويعتبر الغازولين الوقود الرئيسي مقارنة بالديزل، وقد طرح الغازولين الخالي من الرصاص في الأسواق اعتباراً من تموز/يوليو ٢٠٠٠، وأنجز التحول الكامل إلى الغازولين الخالي من الرصاص بطاقة إنتاجية قدرها ٨٠٠ ٠٠٠ طن سنوياً، وتستخدم إضافات موانع التآكل (١٧٢٤ ر ١ كيلو غرام لكل ١٠٠٠ برميل)، ومثبطات المعادن (٥٩٦ ر ٠ كيلو غرام لكل ١٠٠٠ برميل)، ومركبات الأزو (كيلوغرام واحد لكل ١٠٠٠ برميل). وتجري إزالة أو فصل مكونات البيوتان لتخفيض الضغط البخاري، وتستخدم وحدات إزالة الكبريت مع الهدرجة (HDS) لتخفيض تركيز الكبريت في الغازولين. وما زالت تبذل جهوداً لتحسين مواصفات الغازولين، وخاصة تخفيض تركيز الكبريت. أما بالنسبة إلى الديزل، فتوجد وحدات للتكسير بالعوامل الحفازة ووحدات للتكسير مع الهدرجة، وهناك مشروع لتخفيض الكبريت، إذ من المتوقع تخفيض تركيز الكبريت من ٥٠٠٠ إلى ٢٥٠٠ جزء في المليون بحلول الربع الثاني من عام ٢٠٠٧، ثم تخفيضه إلى ٥٠٠ جزء في المليون بحلول عام ٢٠١٠، وذلك تمشياً مع توجهات مجلس التعاون الخليجي لتحسين نوعية الديزل في الأسواق. واستناداً إلى ذلك، تكون البحرين قد حققت إنتاج غازولين وديزل أقل تلويثاً^(١٣).

(د) الجمهورية العربية السورية

تطور استهلاك المنتجات النفطية في الجمهورية العربية السورية من حوالي ٨ ملايين طن في عام ١٩٩٠ إلى ١٠ مليون طن عام ٢٠٠٠، بزيادة سنوية معدلها ٢٥ في المائة تقريباً. وبدأت مساهمة الغاز الطبيعي منذ سنوات، باعتباره أحد مصادر الطاقة الأقل تلويثاً، اعتماداً على معامل معالجة الغاز المنشأة في منطقة السويدية ودير الزور. ويجري تكرير نوعين من النفط الخام: نفط ثقيل ويمثل ٥٨ في المائة، تتراوح نسبة الكبريت فيه بين ٤١ و ٣٧ في المائة، ونفط خفيف يمثل ٤٢ في المائة، ويبلغ تركيز الكبريت فيه حوالي واحد في المائة^(١٣). وتوجد في الجمهورية العربية السورية مصفّاتان للنفط، الأولى هي مصفاة حمص، وتكرر النفط الخام بنوعيه الخفيف والثقيل. وأنشئت هذه المصفاة في عام ١٩٥٩ بطاقة مليون طن/سنة، وتضم وحدة لإعادة التركيب بالعامل المساعد بطاقة ١٠٠ ٠٠٠ طن/سنة لإنتاج الغازولين برقم أوكتان ٨٦، ووحدة للهدرجة بطاقة ١٥ ٦٠٠ طن/سنة تستخدم في معالجة الديزل، ووحدة للتفحيم وأخرى لفصل الكبريت. وتعتمد مصفاة حمص خطة لتحديث وحدات الأزمرة، وإعادة التركيب، والهدرجة مع إزالة الكبريت، والتفحيم، وغيرها من الطرق، وذلك سعياً إلى إنتاج المشتقات الأكثر بياضاً. والمصفاة الثانية هي مصفاة بانياس، بدأت إنتاجها في عام ١٩٧٩ باستخدام خليط من خام سوري ثقيل مع نسبة من الخامات الخفيفة وبطاقة تصميمية قدرها ستة ملايين طن في السنة. وقد جرى تطوير المصفاة لتشمل وحدات أزمرة الناقتا الخفيفة بطاقة ٢٩٢ ٠٠٠ طن في السنة، وهدرجة المقطرات الثقيلة بطاقة ١٢٥٦ ر ١ مليون طن في السنة، وهدرجة الناقتا لتغذية الأزمرة (كانت تعمل سابقاً في هدرجة الكيروسين)، وميروكس لفصل الكبريت لإنتاج وقود النفاثات (الكيروسين)، وميروكس لمعالجة الناقتا الخفيفة وإنتاج غاز البترول المسال (LPG)، ووحدة فصل الغازات بطاقة ١٦٠ ٠٠٠ طن/سنة. وفي إطار التكامل بين المصفاتين، تقوم مصفاة بانياس بمعالجة الناقتا المنتجة من مصفاة حمص لإنتاج الغازولين إلى جانب تكريرها للنفط الخام^(١٣). وتعمل الجمهورية العربية السورية للتحويل التدريجي إلى الغازولين الخالي من الرصاص ضمن خطة بدأت في عام ٢٠٠٤ وتنتهي في عام ٢٠٠٦، وفق الجدول ٢٦.

الجدول ٢٦ - الجدول الزمني لخطة التحول إلى الغازولين الخالي من الرصاص في الجمهورية العربية السورية

العام	تركيز الرصاص غرام/لتر	كمية الغازولين الخالي من الرصاص (طن/سنة)	كمية الغازولين المحتوي على رصاص (طن/سنة)
٢٠٠٤	٠,٢	٢٢٥٠٠٠	٢٧٥٠٠٠
٢٠٠٥	٠,١	٣٤٥٠٠٠	٦٣٠٠٠
٢٠٠٦	٠,١٣	٤١٠٠٠٠	٦٠٠٠٠

المصدر: استبيان حول استخدامات الوقود الأحفوري الأنظف في قطاعات مختارة بدول الإسكوا، ٢٠٠٤.

(٥) العراق

تبلغ طاقة تكرير النفط الخام في العراق حوالي ٦٤١ ٠٠٠ برميل في اليوم، منها ٨٥ في المائة تقطير ابتدائي و ١٥ في المائة تقطير فراغي، وتختلف نسبة الكبريت في النفط الخام العراقي من منطقة إلى أخرى، فتنبع ٤ في المائة في شرقي بغداد، و ٢٥ في المائة في كركوك، و ١٩ في المائة في البصرة؛ وتبلغ نسبة الأملاح حوالي ٣٠ جزءاً في المليون. وقد بلغ استهلاك المشتقات النفطية ١٦٤ مليون طن في عام ١٩٩٠، وارتفع إلى ١٧٧ مليون طن في عام ٢٠٠٠. ويجري تكرير النفط في ثلاث مصافي، هي صلاح الدين في الشمال والدورة في الوسط والبصرة في الجنوب. وتضم مصفاة صلاح الدين وحدات للأزمنة والهدرجة والتكسير مع الهدرجة، بينما تضم مصفاتي الدورة والبصرة وحدات للأزمنة والهدرجة فقط. وتمثل عمليات الهدرجة ٥١ في المائة، وعمليات الأزمنة ١٤ في المائة، وعمليات التكسير مع الهدرجة ٦٩ في المائة. وكان من المخطط إضافة وحدة أزمنة ووحدة هدرجة في كل من المصافي الثلاث لرفع رقم الأوكتان في الغازولين، وإضافة مصفاة جديدة في وسط العراق، لكن لم ينفذ أي من هذه المشاريع، بسبب الوضع البالغ الصعوبة التي واجهها قطاع النفط، في ظل الظروف التي يمر بها العراق منذ عام ١٩٩١^(١) و^(٢). ويحتوي الغازولين المنتج في العراق على رصاص يتراوح تركيزه بين ٠,٠٧ و ٠,١٥ غرام/لتر للغازولين العادي، وحوالي ٠,٢٧ غرام/لتر للغازولين المحسن. وقد جرى تطبيق بعض الإجراءات في مصافي النفط لتحسين جودة الغازولين وجعله أقل تلويثاً، مثل إضافة مادة MMT بدلاً من TEL. ويحتوي الديزل على نسبة مرتفعة من الكبريت، تتراوح بين ٩٥٠٠ و ١٠٠٠٠ جزء في المليون، وتتراوح نسبة الكبريت في زيت الوقود بين ٣٣ و ٢٤ في المائة بالوزن. وهناك توجه إلى هدرجة الديزل في شركة مصفاة الدورة في الوسط (المرحلة العاشرة)^(١١).

(و) سلطنة عمان

بدأت مصفاة نفط عمان إنتاجها في عام ١٩٨٢ بطاقة ٥٠ ٠٠٠ برميل/يوم، ويشمل الإنتاج غاز البترول المسال والغازولين والكيروسين والديزل وزيت الوقود الثقيل. ومع ارتفاع الطلب على المشتقات النفطية، زادت طاقة المصفاة إلى ٨٠ ٠٠٠ برميل/يوم، وجرى تطويرها لإنتاج غازولين خال من الرصاص ومنخفض الكبريت. وفي ظل تزايد الطلب على المنتجات النفطية، أنشئت مصفاة صحار في عام ١٩٩٩ بطاقة ٧٥ ٠٠٠ برميل/يوم مع استخدام وحدات التكسير بالعامل المساعد المتميز للمقطرات الثقيلة، وذلك لإنتاج الغازولين الخالي من الرصاص والديزل المنخفض الكبريت. وفي إطار التكامل بين المصفاتين، تستخدم مصفاة صحار المخلفات والمنتجات الثقيلة المتوفرة لدى مصفاة عمان لتحويلها إلى منتجات عالية الجودة أقل تلويثاً^(١). ويجري تخفيض نسبة الكبريت بواسطة وحدات إزالة الكبريت مع الهدرجة (HDS)، ولتحسين مواصفات الغازولين يجري تخفيض الضغط البخاري للغازولين عن طريق إزالة مكونات البيوتان. وعموماً تضاف المركبات الأكسجينية

مثل (MTBE) للغازولين بنسبة أقل من ١٥ في المائة لتحسين رقم الأوكتان، كما تضاف مركبات الأزو (AZO) بنسبة أقل من ٣٧٧ غرام/متر مكعب للأصباغ والمواد الملونة، وتضاف محسنات الانسياب لتحسين خواص الديزل^(١٣).

(ز) فلسطين

يوجد لدى المسؤولين عن برنامج الطاقة الفلسطيني رؤية واضحة عن مواصفات الوقود الأنظف الذي يستوفي الشروط البيئية، لكن لا توجد حتى الآن مصاف للنفط تديرها فلسطين، فهي تستورد ما تحتاج إليه من المنتجات النفطية من الخارج^(١٤).

(ح) قطر

تبلغ طاقة التكرير الكلية في قطر حوالي ١٣٧ ٠٠٠ برميل في اليوم، منها حوالي ٨٠ ٠٠٠ برميل من النفط الخام، وحوالي ٥٧ ٠٠٠ برميل من المكثفات. والنفط الخام القطري هو خليط من الهيدروكربونات البرافينية والنافثية والعطريات، يحتوي على ١٣ في المائة بالوزن من الكبريت، وعلى حوالي ٢٢٧ كيلوغرام/١٠٠٠ برميل من الأملاح، ويبلغ وزنه النوعي حوالي ٠.٨٢٠٠. أما المكثفات المصاحبة للغاز، فهي من مصادر الطاقة النظيفة، تحتوي على حوالي ٠.٢ في المائة فقط من مركبات الكبريت ولا تحتوي على أملاح.

وتتخذ مصافي النفط القطرية عدة إجراءات لتحسين الغازولين، منها خفض الضغط البخاري بواسطة إزالة مكونات البيوتان والأوليفيات الثنائية، وكذلك خفض نسبة البنزين والمركبات المسببة لتكوينه من خلال التقطير والفصل وإعادة تركيب المقطرات الخفيفة والتشيع والأزمنة، كما تستخدم وحدات إزالة الكبريت مع الهدرجة (HDS) لخفض نسبة الكبريت. أما الهدرجة وإزالة البننتان فيستخدمان لخفض نسبة الأوليفيات. وقد جرى خفض نسبة المركبات السامة والمركبات العضوية المتطايرة في الغازولين من خلال خفض نسبة البنزين والعطريات والكبريت والأوليفيات، فضلا عن استخدام عدد من الإضافات لإدخال مزيد من التحسينات على الغازولين، مثل ميثل ثلاثي بيوتل ايثر (MTBE) لتحسين رقم الأوكتان، والعطريات الأمينية لمنع الأكسدة، ومركبات الأزو (AZO) كأصباغ. وأنشئت أيضا ثلاث وحدات لمعالجة الديزل بالهيدروجين لتقليل نسبة الكبريت والنيتروجين.

وانطلاقاً من حرص دولة قطر على حماية البيئة، لا يستعمل زيت الوقود المنتج، والذي تبلغ نسبة الكبريت فيه ٣٥ في المائة بالوزن محلياً، بل يصدر إلى الخارج. كما تعمل قطر على تحويل الغاز الطبيعي إلى سوائل نفطية للحصول على وقود متميز، يحتوي على نسب منخفضة من المركبات العطرية والبنزين، ويخلو من المعادن. والغازولين المنتج، الذي تبلغ كميته حوالي ١٤٨٧ مليون طن/سنة، كله خال من الرصاص وتستخدم فيه مادة الـ MTBE بدلاً من الرصاص^(١٣ و ١٤). واستناداً إلى ما سبق، تكون دولة قطر قد قطعت أشواطاً بعيدة في إنتاج غازولين وديزل أقل تلويثاً.

(ط) الكويت

يكرر النفط في الكويت في ثلاث مصاف تابعة لشركة البترول الوطنية الكويتية (ميناء الأحمدى وميناء عبد الله وميناء الشعبية). وتبلغ الكميات التي يجري تكريرها نحو ٤١ مليون طن سنويا، وتجري مصافي الكويت عمليات المعالجة والتحويل اللازمة لإنتاج الوقود الأنظف، وتتميز مصفاة ميناء الأحمدى بإمكانات كبيرة لإنتاج وقود عالي الجودة. وقد بدأت الكويت إنتاج الغازولين الخالي من الرصاص اعتبارا من تشرين الأول/أكتوبر ١٩٩٨، وفي سنوات قليلة حققت التحول التام إلى الغازولين الخالي من الرصاص. أما الديزل فينتج بنسبة كبريت قدرها ٥٠٠ جزء في المليون. ومنذ فترة، يجري العمل على إنشاء وحدات جديدة لخفض الكبريت في كل من مصفاة الأحمدى ومصفاة ميناء عبد الله ليصل إلى ٥٠ جزء في المليون، فيستوفي الشروط البيئية المقبولة عالميا. وفي إطار حماية البيئة، بدأ في مصفاة الشعبية استرجاع غازات الشعلة والاستفادة منها كوقود، وبدأت كذلك معالجة غازات العادم الناتجة من المصفاة للاستفادة من أكاسيد الكبريت وتحويلها إلى كبريتيد الهيدروجين ثم إلى الكبريت. وضمن إجراءات حماية البيئة في مصفاة ميناء عبد الله، يجري تجميع غبار الفحم الناتج من وحدة التفحيم للتخلص منه بطريقة آمنة^(١ و٣).

(ي) لبنان

توجد في لبنان مصفاتان للنفط وهما متوقفتان منذ سنوات. ويستورد لبنان ما يحتاج إليه من المشتقات النفطية. وتقدر الكمية المستوردة سنويا بحدود ٤٧ مليون طن تشمل مختلف المنتجات النفطية (الغازولين ٢٨ في المائة، والديزل ٢٩ في المائة، وزيت الوقود ٣٤ في المائة، ومنتجات أخرى ٩ في المائة). وقد حظر استعمال الغازولين المحتوي على الرصاص واستعمال وقود السولار في سيارات الشحن والحافلات اعتبارا من عام ٢٠٠٢^(٢ و٣).

(ك) مصر

توجد في مصر تسع مصاف لتكرير النفط، ثمان منها ملك للقطاع العام، وواحدة تستثمرها شركة بترول الشرق الأوسط (ميدور) في الاسكندرية ضمن القطاع الاستثماري المشترك. وتصل طاقة التكرير في مصر إلى حوالي ٧٢٨ ٠٠٠ برميل يوميا (٤٠ مليون طن/سنة). وفيما يخص عمليات التحويل والمعالجة، يتضح ما يلي: (١) تمثل شركة النصر للبتروك أكبر المصافي وشركة طنطا التابعة لشركة القاهرة لتكرير البترول أقل المصافي من حيث طاقة التقطير الابتدائي حيث تبلغ هذه الطاقة نحو ٧ ملايين طن/سنة ١٧ مليون طن/سنة على الترتيب؛ (٢) تتوفر في كل من شركات القاهرة والاسكندرية والعامرية لتكرير البترول وشركة السويس لتصنيع البترول طاقات للمعالجة والتحويل؛ (٣) تعتمد شركة النصر للبتروك في إنتاج الغازولين والديزل على وحدات التحويل والمعالجة القائمة لدى شركة السويس لتصنيع البترول؛ (٤) يتم في كل من مصفاة طنطا وشركة أسبوط لتكرير البترول رفع رقم الأوكتان للغازولين باستخدام رابع ايثيل الرصاص، أما باقي المصافي في مصر، فتننتج الغازولين الخالي من الرصاص منذ عام ١٩٩٩؛ (٥) بلغ مجموع طاقات المعالجة والتحويل المقامة في مصر في عام ٢٠٠٠ إلى حوالي ١٢٢٤ مليون طن، بنسبة ٣٥٦ في المائة من طاقة التكرير الكلية، ومن المتوقع زيادتها في المستقبل إلى ١٦ مليون طن. وتشكل وحدات الهدرجة الوسيلة الرئيسية لمعالجة المقطرات حيث تصل طاقتها إلى حوالي ١٠٢٣ مليون طن، أي ما يقارب ٢٥ في المائة من الكمية التي يجري تقطيرها، مما يبرز الحاجة إلى مزيد من وحدات المعالجة والتحويل، وخاصة الأزمره والألكلة والتكسير مع الهدرجة^(١ و٣ و٣٠).

وفي إطار الجهود الرامية إلى إنتاج وقود أنظف وتحقيق التكامل بين صناعتي التكرير والبتروكيماويات لتحويل المشتقات الثقيلة إلى خفيفة، أنشئت خلال السنوات الأخيرة أربع شركات، الأولى هي شركة بترول الشرق الأوسط، وهي تنتج مختلف أنواع الوقود (عدا زيت الوقود) بالإضافة إلى الكبريت والفحم، وتبلغ طاقة التقطير الابتدائي فيها نحو ٥ ملايين طن/سنة. وتعمل هذه الشركة بتقنيات حديثة باستخدام خام عربي خفيف، أو خليط من خام عربي خفيف مع خام عربي ثقيل، ولديها عمليات للمعالجة والتخلص من الكبريت بالإضافة إلى عمليات التكسير مع الهدرجة والتفحيم، تتيح تحويل المنتجات الثقيلة إلى متوسطة وخفيفة، وجعلها أعلى من حيث القيمة الاقتصادية وأقل تلويثاً للبيئة. وتنتج الشركة نوعين من الغازولين برقم أوكتان ٩٥ و٩٨، وبنسبة كبريت لا تتجاوز ٣٠ جزءاً في المليون، وبنسبة رصاص لا تتجاوز ٠٫٠٠٩ في المائة بالوزن، وتقدر نسبة العطريات الكلية بنسبة ٣٥ في المائة بالحجم في الغازولين، وبحدود واحد في المائة بالحجم. وتصل نسبة الكبريت في الديزل المنتج في الشركة إلى ٥٠٠ جزء في المليون، ودرجة حرارة المسترجع لنسبة ٩٥ في المائة بالحجم ٣٧٠ درجة مئوية. أما باقي مواصفات الديزل، مثل الكثافة واللزوجة ودرجة الوميض ورقم السيستان ونسبة العطريات واللون ونسبة المياه، فجميعها في الحدود المقبولة. وبوجه عام تعتبر منتجات الشركة مطابقة للمواصفات العالمية المتعارف عليها^(١). والشركة الثانية هي الإسكندرية الوطنية للتكرير والبتروكيماويات، وهي متخصصة في إنتاج البتروكيماويات الأساسية ومعالجة الغازولين وتحسين جودته، وتقوم حالياً بعمليات معالجة وتحويل الناقتا المنتجة في شركة الإسكندرية للبتترول، حيث تحولها إلى غازولين خال من الرصاص برقم أوكتان ٩٠ و٩٢، وتبلغ نسبة العطريات الكلية في هذا الغازولين حوالي ٤٢ في المائة بالحجم، ونسبة البنزين حوالي ٢ في المائة بالحجم. والشركة الثالثة هي الإسكندرية للزيوت المعدنية، وهي تختص في إنتاج زيوت التزييت الأساسية المطابقة لمواصفات زيوت التزييت المستوردة، وتقوم بعمليات تكسير للمنتج الثقيل لتحوله إلى ديزل بتركيز كبريت قدره ٥٠٠٠ جزء في المليون. والجدير بالذكر أن الشركتين الثانية والثالثة هما متخصصتان في البتروكيماويات وزيوت التزييت، وإمكاناتهما تتيح تحويل المقطرات أو المخلفات الثقيلة إلى الغازولين والديزل. والشركة الرابعة هي شركة أكبا، وهي متخصصة في إنتاج إضافات المشتقات النفطية، وأيضاً كيماويات الحقول النفطية المستخدمة في إنتاج الخامات النفطية^(١ و٣ و٢٠).

(ل) المملكة العربية السعودية

في المملكة العربية السعودية ثمان مصافي للنفط، تملك وتدير شركة أرامكو السعودية خمس مصاف مخصصة للإنتاج المحلي، كما تملك أرامكو ٥٠ في المائة من مصفاتي مخصصتين للتصدير، وتبلغ طاقة المصافي القائمة حوالي ١٫٨ مليون برميل/يومياً. وتزداد نسبة استهلاك المنتجات النفطية بنحو ٢٫٣ في المائة سنوياً. وقد تنامي إنتاج الغاز الطبيعي، كأحد بدائل الوقود الأحفوري الأنظف، من ١١٦ مليون برميل مكافئ نفط في عام ١٩٨٦ (بنسبة ٢٩٫٣ في المائة من الإجمالي) إلى ٢٣٢ مليون برميل مكافئ نفط في عام ٢٠٠٠ (بنسبة ٣٥ في المائة من الإجمالي)، من المتوقع أن يصل إلى ٥٤٣ مليون برميل مكافئ نفط في عام ٢٠١٠ (بنسبة ٥٤٫١ في المائة من الإجمالي)، مما يؤكد الدور الأساسي للغاز الطبيعي في تغطية استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية في الحاضر والمستقبل. ولدى تقييم إمكانات مصافي النفط على إنتاج الوقود الأنظف، تبين الآتي: (١) تتوفر في المصافي المخصصة للتصدير العديد من وحدات المعالجة والتحويل، وخاصة مصفاة سامرف في ينبع؛ (٢) تضم مصفاة رأس تنورة طاقات متنوعة لإنتاج الوقود الأنظف، وخاصة إذا ما قورنت بمصفاة رابغ؛ (٣) يوجد تصنيع لمركب الـ MTBE لرفع رقم الأوكتان في الغازولين كبديل عن أكاسيد الرصاص لدى مصافي التصدير فقط؛ (٤) يتركز تحسين مواصفات الوقود على وحدات الهدرجة وإعادة التركيب بالعامل المساعد^(٣ و١)؛ (٥) يجري العمل على إقامة وحدات ملحقة بمصافي النفط لإزالة الكبريت أو تخفيضه إلى أدنى مستوى. وفي مطلع عام ٢٠٠٠، تمت إزالة

الرصاص من الغازولين، وتقدر نسبة الغازولين المنتج من مصافي النفط البسيطة بنحو ٣٠ في المائة. وتقدر النسبة المنتجة من مصافي النفط المركبة بنحو ٧٠ في المائة^(١٣).

(م) اليمن

بلغ إنتاج النفط في اليمن حوالي ١٥٩ر٨ مليون برميل في عام ٢٠٠٠. والنفط هو من أهم مصادر الدخل القومي في اليمن، ويجري تكريره في مصفاتي عدن ومأرب. وقد بدأ الإنتاج في مصفاة عدن في عام ١٩٥٤ وتغطي حوالي ٨٥ في المائة من استهلاك اليمن. أما مصفاة مأرب فقد أنشئت في عام ١٩٨٦ بطاقة ١٠٠٠٠ برميل/يوم، ويجري توسيعها لتصل إلى ٢٥٠٠٠ برميل/يوم، ويعتمد إنتاج الغازولين على التقطير الابتدائي فقط مع استخدام مركبات الرصاص لرفع رقم الأوكتان. وطبقا لبيانات عام ٢٠٠٠، لا توجد عمليات تحويل أو معالجة لخفض نسبة الكبريت أو لزيادة الإنتاج من المقطرات البيضاء^(١٤).

ويتبين مما ذكر أن هناك جهودا ومحاولات في بلدان الإسكوا لتطوير تقنيات مصافي النفط وإدخال مزيد من وحدات التحويل والمعالجة بهدف الارتقاء بنوعية الوقود وجعله أقل تلويثا. إلا أن تلك الجهود والمحاولات تصطدم بضرورة تأمين الاستثمارات، لا سيما وإن إدخال تقنيات متطورة إلى مصافي النفط يحتاج إلى استثمارات كبيرة. وذلك يستدعي ترتيب خيارات إنتاج الوقود الأنظف وفقا لمعايير متكاملة اقتصاديا وبيئيا واجتماعيا، وبما يتماشى مع ظروف وخصوصية كل بلد، مع التأكيد على ضرورة تعزيز التعاون والتكامل ونقل الخبرات بين بلدان الإسكوا في مجال تقنيات مصافي النفط، وخاصة تقنيات التحويل والمعالجة وإضافات الوقود.

باء- التطورات المحتملة عالميا في مصافي النفط لإنتاج وقود أنظف

تتوسع التطورات المحتملة لبدائل وقود وسائل النقل، وطرق استغلال مصادر الطاقة المتجددة، والزيادة المتوقعة في معدلات إنتاج أنواع النفط الثقيل، ودخول خلايا الوقود في تشغيل السيارات، بعد أن أصبحت أكثر كفاءة وأقل كلفة. كل ذلك سيملي على صناعة تكرير النفط إجراء العديد من التغييرات. فاستخدام الغازولين أو الديزل في خلايا الوقود يتطلب تحسين جودة الوقود، مما يجعل تقنيات التكرير الحالية غير مجدية اقتصاديا، وقد يملي على المصافي إنتاج مركبات هيدروكربونية محددة من النفط بدلا من منتجات ذات صفات عامة، إضافة إلى تطوير تقنيات الوقود "الأخضر" الأقل تلويثا. وسيكون لقيم المصافي خليطا من الغاز الطبيعي والنفط ويعامل بتقنيات متقدمة^(١٥)، وفيما يلي مزيد من الإيضاح عن التطورات المحتملة عالميا لإنتاج وقود أنظف.

١- استخدام وحدات تحويل الغاز الطبيعي إلى سائل: تستخدم هذه الوحدات في تحويل الغاز الطبيعي إلى أنواع من الوقود الأقل تلويثا: وتعتمد عمليات التصنيع أساسا في هذه الوحدات على تفاعلات إعادة التشكيل البخاري. ومن مزايا هذه التفاعلات إمكانية استخدام لقيم يضم العديد من المواد الأولية الأخرى، مثل الفحم الحجري ومخلفات النفط وغيرها من المواد الكربونية. ويستخدم الغاز الخليط من أول أكسيد الكربون والهيدروجين الناتج من هذه التفاعلات في عمليات صناعية لاحقة لإنتاج الكحول الميثيلي (الميثانول)، وثنائي ميثيل إيثر (DME)، والغازولين، والديزل المصنع باستخدام تفاعلات فيشر-تروپش (Fisher-Tropsch) مع مواد حفازة يدخل في تركيبها الحديد والروثينيوم والنيكل والكوبالت. وقد استخدمت هذه العملية على نطاق واسع في جنوب أفريقيا عند فرض قيود اقتصادية عليها. ويتميز الغازولين والديزل المنتجان بهذه الطريقة بنقاوتهما من شوائب الكبريت، وإمكانية تحديد مكوناتهما، وتجنب احتوائهما على العطريات، مما يحد من التلوث البيئي الناتج من الاحتراق، كما إن نقاوة الغازولين المنتج تجعله مثاليا لاستخدامه مصدرا للهيدروجين في خلايا الوقود.

٢- استخدام وحدات التحويل إلى غاز وإنتاج الطاقة (IGCC) ووحدات فيشر تروپش (Fisher Tropsch Process) لتحويل النفط إلى غاز: يستخدم في هذه العملية نظام متكامل للأكسدة الجزئية للمخلفات، بحيث يتم إنتاج أنواع مختلفة من الوقود الأنظف، مثل الهيدروجين والكحول الميثيلي والأثير الميثيلي والغازولين والديزل النظيفين، بالإضافة إلى إنتاج الطاقة الكهربائية.

٣- استخدام وحدات متطورة لإنتاج الأنواع الجديدة من وقود السيارات والديزل الأنظف، بما في ذلك وحدات تحويل باستخدام المواد الحفازة الإحيائية، ومن خلالها يتم إنتاج ديزل يقل فيه تركيز الكبريت عن ٣٠ جزءاً في المليون.

٤- استخدام تقنيات جديدة لتحويل أنواع النفط الثقيلة ومخلفات النفط، مما يؤدي إلى زيادة التكامل بين مصافي النفط ووحدات إنتاج البتروكيماويات ووحدات إنتاج الطاقة الكهربائية.

رابعاً- التحول إلى الغاز الطبيعي باعتباره أحد مصادر الوقود الأحفوري الأنظف: دراسة حالة جمهورية مصر العربية في قطاعي الصناعة والنقل

ألف- الغاز الطبيعي في قطاع الصناعة

يتمتع الغاز الطبيعي بمزايا بيئية واقتصادية، إذا ما قورن بالمنتجات النفطية. وهذه المزايا تدفع الكثير من بلدان الإسكوا إلى التحول نحوه. وفي إطار الجهود الرامية إلى الحد من التلوث البيئي واستخدام الطاقة لأغراض التنمية المستدامة، شهدت مصر خلال الأعوام الماضية عمليات تحول إلى الغاز الطبيعي في القطاعات المختلفة، ومنها قطاع الصناعة، حيث ارتفع استهلاك هذا القطاع من الغاز من نحو ٠٤٨٧ مليون طن مكافئ نפט في سنة ١٩٨٢/١٩٨١ إلى ٣٠١٤ مليون طن مكافئ نפט في سنة ٢٠٠٢/٢٠٠١. وقد أجريت دراسة لتقييم الفوائد البيئية والاقتصادية الناتجة من التحول إلى الغاز الطبيعي في قطاع الصناعة، شملت ٢٠ شركة تعمل في صناعات مختلفة^(٣٢).

وتضمنت الدراسة تحليلاً لتكاليف ومكاسب التحول من الوقود الثقيل والديزل إلى الغاز الطبيعي. وقد شملت تكاليف التحول شبكة الغاز داخل الشركة، ومحطة خفض ضغط الغاز (إن وجدت)، وتكاليف تحويل الآلية ذاتها إلى الغاز الطبيعي، ونظم التحكم في الغاز. وتتمثل المكاسب الناتجة من التحول إلى الغاز الطبيعي في الوفرة المحقق نتيجة لفرق السعر بين الغاز الطبيعي والوقود السائل؛ والوفرة في الطاقة المستهلكة، إذ إن الغاز الطبيعي لا يحتاج إلى عمليات تجهيز قبل الاحتراق مثل التسخين والضح والتذرية، كما هي حال الوقود السائل؛ والوفرة في كلفة صيانة المعدات نتيجة للتحول إلى الغاز؛ والوفرة نتيجة لعدم تخزين الغاز وشغل مساحات داخل المصانع؛ والوفرة نتيجة لتلافي بعض مشاكل التشغيل، مثل انسداد مسارات الوقود، وخاصة عند استخدام الوقود الثقيل في فصل الشتاء، وتكون رواسب هبابية على مسارات العادم وتآكل مواسير العادم بسبب أكاسيد الكبريت. وقد روعيت عدة اعتبارات في هذه الدراسة، أهمها عمر المشروع ومعدل التضخم والأسعار المستقبلية للمشتقات النفطية والغاز الطبيعي. أما خفض الانبعاثات فهو نتيجة لسببين، الأول هو الوفرة في استهلاك الوقود والذي يقدر بحوالي ٨٤ في المائة في حالة التحول من زيت الوقود إلى الغاز، وحوالي ٧٤ في المائة في حالة التحول من الديزل إلى الغاز؛ والثاني هو الفرق بين معامل الانبعاث (كمية الانبعاثات لكل طن) للغاز الطبيعي والوقود السائل. وقد تراوحت فترة استرداد تكاليف التحول من الديزل إلى الغاز بين ٠١٩ و ١٤٤ سنة بمتوسط قدره ٠٣١ سنة، وفي حالة زيت الوقود بين ٢٧ و ٧٧ سنة بمتوسط قدره ٣١٩ سنة. واستنتجت الدراسة أن كل طن يخفض من ثاني أكسيد الكربون نتيجة لهذا التحول، يصحبه وفر قدره ١٠٣ دولارات في حالة الديزل، و١٤ دولاراً في حالة الوقود الثقيل، كما هو موضح في الجدول ٢٧. ومن هنا يتضح أن التحول في حالة الديزل أكثر جدوى من حالة زيت الوقود، ويعزى ذلك بالدرجة الأولى إلى ارتفاع سعر الديزل مقارنة بسعر زيت الوقود في مصر.

واستناداً إلى المؤشرات المستخلصة من الشركات التي شملتها الدراسة، وضع عدد من السيناريوهات لتقييم جدوى التحول إلى الغاز الطبيعي في قطاع الصناعة في مصر. ومن أكثر هذه السيناريوهات ملاءمة الاستعاضة عن ٢٤ في المائة من الوقود السائل المستخدم بالغاز الطبيعي، وتمثل هذه النسبة نحو ٤٧٣٣ مليون طن مكافئ نפט سنوياً (٣٠٤١ مليون طن مكافئ نפט زيت ووقود + ١٦٩٢ مليون طن مكافئ نפט ديزل)، وتقدر كلفة هذا السيناريو بحوالي ٦٤٢ مليون دولار، ويبلغ العائد السنوي حوالي ٢٠٥٤ مليون دولار، ومدة استرداد الكلفة ٠٣١ سنة. ويوضح الجدول ٢٨ الوفرة المحقق في الوقود والانخفاض المحقق في الانبعاثات نتيجة لهذا التحول.

الجدول ٢٧ - أهم المؤشرات الاقتصادية والبيئية للتحويل إلى الغاز الطبيعي في قطاع الصناعة في جمهورية مصر العربية

التحول من زيت الوقود إلى الغاز الطبيعي	التحول من الديزل إلى الغاز الطبيعي	
٥ر١	٧١ر٦	نسبة الوفرة في كلفة الوقود (في المائة)
٣ر١٩	٠ر٣١	متوسط فترة استرداد رأس المال (سنة)
١٠٢٠	٨٠٠	خفض ثاني أكسيد الكربون لكل ١٠٠٠ متر مكعب غاز (كغ)
٣٢ر٧	٢٧ر٧	نسبة الانخفاض في ثاني أكسيد الكربون (في المائة)
١٤	١٠٣	العائد المحقق لكل طن ثاني أكسيد الكربون تم تخفيضه (دولار)

المصدر: Kandil, S. Fuel Substitution of Oil with Natural Gas in Industrial Sector in Egypt, OECF Final Report, April 1997

الجدول ٢٨ - الوفرة المحتمل في الوقود والخفض في الانبعاثات نتيجة للاستعاضة عن ٢٥ في المائة من زيت الوقود الثقيل، و ٢٣ في المائة من الديزل بالغاز الطبيعي في قطاع الصناعة في مصر

خفض الانبعاثات				الوفرة في الوقود ١٠٠٠ طن/سنة	
ثاني أكسيد الكبريت ١٠٠٠ طن/سنة	أكسيد النتروز طن/سنة	الميثان(*) طن/سنة	ثاني أكسيد الكربون ١٠٠٠ طن/سنة		
١٤٠	١٦٨	٢٣ر٤-	٣٤٧٣	٣٢٢	الاستعاضة عن ٢٥ في المائة (٣ر٠٤) مليون طن مكافئ نفط في السنة) من زيت الوقود بالغاز الطبيعي
٢٥ر٧	٩٠	١٢ر٩-	١٥٢٢	١٥١	الاستعاضة عن ٢٣ في المائة (١ر٦٩٢) مليون طن مكافئ نفط في السنة) من الديزل بالغاز الطبيعي
١٦٥ر٧	٢٥٨	٣٦ر٣-	٤٩٩٥	٤٧٣	الإجمالي (زيت الوقود + الديزل)

المصدر: Kandil, S. Fuel Substitution of Oil with Natural Gas in Industrial Sector in Egypt, OECF Final Report, April 1997

(*) التحول إلى الغاز الطبيعي يؤدي إلى زيادة انبعاثات الميثان.

باء- الغاز الطبيعي في وسائل النقل البري

كان الدافع إلى استخدام الغاز الطبيعي وقودا للسيارات في مصر مزايها البيئية والاقتصادية، وتوفر مخزون كبير منه، ووجود شبكة للغاز ممتدة في أنحاء مصر. وفي عام ١٩٩٢، كانت التجربة الأولى لاستخدام الغاز الطبيعي في السيارات في مصر. وفي عام ١٩٩٦/١٩٩٧ أنشئت شركتا غازتك وكارجاز التابعتان لقطاع النفط، وقامتا بتحويل نحو ٩٥ في المائة من السيارات العاملة بالغاز الطبيعي في مصر حتى الآن. وفي إطار مشروع تحسين هواء القاهرة، الذي جرى تنفيذه مع الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية بين عامي ١٩٩٧ و٢٠٠٣، جرى استيراد ٥٠ شاسيه بمحرك يعمل على الغاز الطبيعي، وتشغيلها في شركة أوتوبيس القاهرة الكبرى وهيئة النقل العام بالقاهرة بعد تجهيزها من شركة النصر للسيارات. وفي عام ٢٠٠٣، أنشئت شركة غاز إكسبرس التابعة لشركة شل، وأنشئت الشركة العربية للغاز، وارتفع عدد السيارات العاملة بالغاز الطبيعي من ١٠٦٠٠ في عام ١٩٩٨ إلى ٢٤٥٠٠ في عام ٢٠٠٠ إلى حوالي ٥١٠٠٠ في عام ٢٠٠٣. وتمثل سيارات الأجرة حوالي ٧٥ في المائة من مجموع السيارات المحولة إلى الغاز، والسيارات الخاصة ١٣ في المائة، والأوتوبيسات ٩ في المائة، والشاحنات ٣ في المائة. وارتفع عدد محطات إمداد السيارات بالغاز من ٢١ محطة في عام ١٩٩٨ إلى ٤٢ محطة في عام ٢٠٠٠ إلى ٨٢ محطة في عام ٢٠٠٣. ويمتلك العالم الآن أكثر من ١ر٢٨

مليون سيارة تعمل بالغاز الطبيعي وتحتل مصر المرتبة السادسة بين بلدان العالم التي تمتلك هذا النوع من السيارات.

١ - المكاسب الاقتصادية

بينت التجربة المصرية أن تحويل المركبات إلى الغاز الطبيعي يقلل تكاليف صيانة السيارة بنسبة ٣٥ في المائة تقريبا. ويتراوح الوفرة الشهري الناتج من التحول من الغازولين إلى الغاز الطبيعي للسيارة الواحدة بين ٢٩٠ جنيها مصريا (٤٩ دولارا) و ١٢٩٠ جنيها مصريا (٢٢٠ دولارا)، وذلك نتيجة لفرق السعر بين الغازولين والغاز الطبيعي؛ وتتراوح فترة استرداد كلفة تحويل السيارة بين أربعة أشهر و ١٩٢ شهرًا، وذلك حسب الاستهلاك اليومي للغازولين (عدد الكيلومترات المقطوعة يوميا)، كما هو موضح في الجدول ٢٩. وتقتصر فترة استرداد الكلفة مع تزايد استهلاك الغازولين، وقد أجريت هذه الحسابات باعتبار أن سعر لتر الغازولين جنيها مصري واحد وسعر المتر المكعب من الغاز الطبيعي ٠ر٤٥، وكلفة التحول ٥٠٠٠ جنيها (٨٥٤ دولار) للسيارة الواحدة.

الجدول ٢٩ - الوفرة الشهري وفترة استرداد كلفة التحول من الغازولين إلى الغاز الطبيعي في مصر

٧٠	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٢٠	١٠	استهلاك السيارة من الغازولين (لتر/اليوم)
١٢٩٠	١٠٩٠	٩٠٠	٦٣٠	٥٦٠	٣٩٠	٢٩٠	(جنيها مصري)
٢٢٠	١٨٧	١٥٤	١٠٨	٩٦	٦٧	٥٠	(دولار) ^(*)
٤	٥ر٢	٦	٧	١٠ر٥	١٤	١٩ر٢	فترة استرداد الكلفة (شهر)

المصدر: United Nations Economic and Social Commission for Western Asia. *Options and Opportunities for Greenhouse Gas Abatement in the Energy Sector of ESCWA Region. Volume I: The Transport Sector*, New York, 2001 (E/ESCWA/ENR/2001/15 (Vol.I)).

(*) الدولار = ٥ر٨٥ جنيها.

٢ - المكاسب البيئية

إذا جرى تحويل ٢٥ في المائة من مركبات الغازولين العاملة في مصر إلى الغاز الطبيعي على خمس مراحل (٥ في المائة لكل مرحلة)، وتحويل ١٥ في المائة من مركبات الديزل على ثلاث مراحل (٥ في المائة لكل مرحلة)، تمثل هذه النسبة، طبقا لأعداد المركبات في مصر، حوالي ٤٠٠ ٠٠٠ مركبة غازولين و ١٥٠ ٠٠٠ مركبة ديزل، أي ٥٠٥ ٠٠٠ مركبة يقدر استهلاكها من الوقود بحوالي ١ر٥٢٣ مليون طن سنويا (٧٢٠ ٠٠٠ طن غازولين و ٨٠٣ ٠٠٠ طن ديزل). واستنادا إلى الحسابات، يلاحظ أن نسبة خفض ثاني أكسيد الكربون تبلغ نحو ١٩ر٨ في المائة، وأكاسيد النيتروجين نحو ٦٩ في المائة، وأول أكسيد الكربون نحو ٩٧ في المائة، والمركبات العضوية المتطايرة غير الميثان نحو ٧٨ في المائة، كما هو موضح في الجدول ٣٠.

وانطلاقا من المكاسب الاقتصادية والبيئية وتشجيعا لأصحاب السيارات، اتخذ عدد من الإجراءات لتشجيع التحول إلى الغاز الطبيعي في مصر، أهمها إعفاء مالك السيارة من دفع أي مبلغ مقدما عند تحويل السيارة، على أن يشتري الغاز بسعر ٩٠ قرشا للمتر المكعب بدلا من ٤٥ قرشا إلى أن يكمل تسديد كلفة تحويل السيارة، وقدرها ٥٠٠٠ جنيها تقريبا، وبعد ذلك يصبح سعر شراء الغاز ٤٥ قرشا.

وقياسا على حالة مصر، جرى تقدير خفض الانبعاثات نتيجة لتعميم تجربة الغاز الطبيعي في المركبات في بلدان الإسكوا كما هو موضح في الفرع باء من الفصل الخامس.

الجدول ٣٠ - التحويل المرحلي لنسبة ٢٢ في المائة من المركبات إلى الغاز الطبيعي والمردود البيئي لهذا التحويل في مصر

الإجمالي	التحول من الديزل إلى الغاز			التحول من الغازولين إلى الغاز الطبيعي					المرحلة
	الثالثة	الثانية	الأولى	الخامسة	الرابعة	الثالثة	الثانية	الأولى	
٥٠٥	١٠٥	٧٠	٣٥	٤٠٠	٣٢٠	٢٤٠	١٦٠	٨٠	عدد المركبات المقترح
٢٢	١٥	١٠	٥	٢٥	٢٠	١٥	١٠	٥	تحويلها
١٥٢٣	٨٠٣	٥٣٥	٢٦٧	٧٢٠	٥٧٦	٤٣٢	٢٨٨	١٤٤	متوسط استهلاك الوقود (ألف طن/سنة)
٤٨١٣	٢٥٧٨	١٧١٨	٨٥٩	٢٢٣٥	١٧٨٨	١٣٤١	٨٩٢	٤٤٧	قبل التحويل
٣٨٠٠	٢٠٠٤	١٣٣٦	٦٦٧	١٨٥٨	١٤٨٧	١١١٥	٧٤٣	٣٧٢	بعد التحويل
٩٥١	٥٧٤	٣٨٣	١٩١	٣٧٧	٣٠٢	٢٢٦	١٥١	٧٥	مقدار الخفض
١٩٧٦ في المائة									
٤٨٦٣٢	٢٨٦٨١	١٩١٢١	٩٥٦٠	١٩٩٥١	١٥٩٦١	١١٩٧١	٧٩٨٠	٣٩٩٠	قبل التحويل
١٥٠٣٨	٢٨٦٨	١٩١٢	٩٥٦	١٢١٧٠	٩٧٣٦	٧٣٠٢	٤٨٦٨	٢٤٣٤	بعد التحويل
٣٣٥٩٤	٢٥٨١٣	١٧٢٠٩	٨٦٠٤	٧٧٨١	٦٢٢٥	٤٦٦٩	٣١١٢	١٥٥٦	مقدار الخفض
٦٩٠٨ في المائة									
٣٠١٨٦٤	٣٥٨٥٢	٢٣٩٠١	١١٩٥١	٢٦٦٠١٢	٢١٢٢٨٠٩	١٥٩٦٠٧	١٠٦٤٠٥	٥٣٢٠٢	قبل التحويل
٩٤١٤	١٤٣٤	٩٥٦	٤٧٨	٧٩٨٠	٦٣٨٤	٤٧٨٨	٣١٩٢	١٥٩٦	بعد التحويل
٢٩٢٤٤٩	٣٤٤١٨	٢٢٩٤٥	١١٤٧٣	٢٥٨٠٣١	٢٠٦٤٢٥	١٥٤٨١٩	١٠٣٢١٣	٥١٦٠٦	مقدار الخفض
٩٦٨٨ في المائة									
٥٧٠٤٨	٧١٧٠	٤٧٨٠	٢٣٩٠	٤٩٨٧٧	٣٩٩٠٢	٢٩٩٢٦	١٩٩٥١	٩٩٧٥	قبل التحويل
١٢٥٤١	٧٢	٤٨	٢٤	١٢٤٦٩	٩٩٧٥	٧٤٨٢	٤٩٨٨	٢٤٩٤	بعد التحويل
٤٤٥٠٧	٧٠٩٩	٤٧٣٢	٢٣٦٦	٣٧٤٠٨	٢٩٩٢٦	٢٢٤٤٥	١٤٩٦٣	٧٤٨٢	مقدار الخفض
٧٨٠٢ في المائة									

المصدر: United Nations Economic and Social Commission for Western Asia. *Options and Opportunities for Greenhouse Gas Abatement in the Energy Sector of ESCWA Region. Volume I: The Transport Sector*, New York, 2001 (E/ESCWA/ENR/2001/15 (Vol. I)).

خامسا- المكاسب الممكنة من استخدام الوقود الأحفوري الأنظف في قطاعات مختارة في بلدان الإسكوا

يعتمد قرار التحول إلى الوقود الأنظف في المقام الأول على الجدوى الاقتصادية والبيئية وما يترتب على عملية التحول من تكاليف وما ينجم عنها من فوائد مباشرة وغير مباشرة. ولذلك سيتناول هذا الفصل أهم المكاسب الاقتصادية والبيئية المحتمل تحقيقها، نتيجة لاستخدام الوقود الأحفوري الأنظف في بعض القطاعات في بلدان الإسكوا، مع تقديم بعض المؤشرات التي من شأنها دعم اتخاذ القرار في عملية التحول. ولما كان قطاع النقل هو المستهلك الرئيسي للغازولين والديزل، كما إن الانبعاثات الناتجة من هذا القطاع تحدث تأثيرا مباشرا في البيئة والصحة العامة، سيجري التركيز في هذا الفصل على تقييم أهم المكاسب الاقتصادية والبيئية لتحسين جودة الغازولين والديزل في قطاع النقل.

ألف- العوائد الاقتصادية والصحية عند استخدام الوقود الأنظف في قطاع النقل

١- الوفر المحتمل في استهلاك الوقود نتيجة تحسين مواصفات الغازولين والديزل

تبين من تجارب الأداء التي أجريت على بعض أنواع محركات الغازولين ومحركات الديزل أن استخدام الغازولين ذي المواصفات المحسنة يؤدي إلى ترشيد استهلاكه بنسبة ٥ إلى ١٠ في المائة، واستخدام الديزل ذي المواصفات المحسنة يحقق ترشيدا في استهلاكه بنسبة تتجاوز ١٥ في المائة^(١). وبناء على ذلك، جرى تقدير الوفر السنوي المحتمل من استهلاك الغازولين والديزل بالمواصفات المحسنة في قطاع النقل في بلدان الإسكوا، بافتراض أن نسبة الوفر في الغازولين والديزل ٦ و١٣ في المائة في دول مجلس التعاون الخليجي على الترتيب و٨ و١٥ في المائة في سائر بلدان الإسكوا، نظرا لجودة مواصفات الغازولين والديزل في دول الخليج. واحتسب الوفر المتوقع تحقيقه في كل بلد من بلدان الإسكوا، والذي يعادل مجموعه العام حوالي ٢٣ مليون طن مكافئ نفط سنويا من الغازولين، و٢٤ مليون طن مكافئ نفط سنويا من الديزل. وهكذا يكون بإمكان التحول إلى الوقود الأنظف (غازولين وديزل) في قطاع النقل أن يحقق وفرا إجماليا قدره ٤٧ مليون طن مكافئ نفط، أي ما يعادل حوالي ٩٢ في المائة من الكمية المستهلكة في قطاع النقل في بلدان الإسكوا. وهذا ما يبيئه الجدول ٣١.

٢- الوفر المحتمل في كلفة صيانة المركبات التي تستخدم الغازولين الخالي من الرصاص

يلحق الرصاص أضرارا بأجزاء المحركات العاملة على الغازولين، ومنها مثلا، التسبب بخفض كفاءة شموع الإشعال، وتآكل نظام إخراج وصمامات العادم، وتلوث زيت المحرك مما يسبب تآكل وصدا بعض أجزاء المحرك. وتشير مصادر متعددة، منها الوكالة الأمريكية لحماية البيئة، أن استخدام الغازولين الخالي من الرصاص يطيل عمر المحرك ويخفض نفقات الصيانة. وقد أوضحت المقارنة بين كلفة الصيانة طوال فترة خدمة السيارة في الولايات المتحدة الأمريكية لدى استخدامها أنواعا من الغازولين بتركيزات رصاص مختلفة مع الغازولين الذي يحتوي على رصاص بتركيز ٠.٦٣ غرام/لتر، أنه يمكن تحقيق وفر قدره ٥٥٠ دولارا للسيارة الواحدة إذا خفض تركيز الرصاص من ٠.٦٣ إلى ٠.١٥ غرام/لتر، ويبلغ هذا الوفر حوالي ٨٠٠ دولار عند استخدام غازولين خال من الرصاص، وذلك طوال عمر المحرك (٢٠٠ ٠٠٠ كيلومتر). ولدى إجراء هذه المقارنة على حالة مصر، تبين أن الوفر بلغ حوالي ٣٢٧ دولارا (١٩١٣ جنيها مصريا) في حالة الغازولين المحتوي على رصاص بتركيز منخفض (٠.١٥ غرام/لتر)، وحوالي ٤٣٧ دولارا (٢٥٥٦ جنيها مصريا) في حالة استخدام الغازولين الخالي من الرصاص. وهذا الوفر هو نتيجة لتباعد فترات

تغيير شموع الإشعال وزيت المحرك ونظام إخراج العادم والصمامات، بالإضافة إلى تقليل معدل التجديد الكامل أو الجزئي للمحرك^(٤).

الجدول ٣١ - الوفر المحتمل في الوقود نتيجة لتحسين مواصفات الغازولين والديزل في قطاع النقل في دول الإسكوا (ألف طن مكافئ نفط/سنة)

الدولة	الغازولين		الديزل		إجمالي الوفر	
	الوفر المحتمل		الوفر المحتمل		النسبة المئوية	الكمية
	النسبة المئوية	الكمية	النسبة المئوية	الكمية		
الأردن	٨	٥٦	١٥	٥٦	١١١	١٠ر٤
الإمارات العربية المتحدة	٦	١٣١	١٣	٨٢	٢١٣	٧ر٦
البحرين	٦	٢٨	١٣	٢٨	٥٦	٧ر٩
المملكة العربية السعودية	٦	٨٦٤	١٣	٣١٧	١١٨١	٧ر٠
الجمهورية العربية السورية	٨	١٤٧	١٥	٢٩٥	٤٤١	١١ر٦
السلطة الفلسطينية	٨	٣	١٥	٣	٥	١٠ر٥
جمهورية العراق	٨	٢٦٠	١٥	١٩٧	٤٥٧	١٠ر٠
سلطنة عمان	٦	٧٢	١٣	١٠١	١٧٣	٨ر٧
دولة قطر	٦	٣٨	١٣	٥٧	٩٥	٨ر٩
دولة الكويت	٦	١٨٨	١٣	١٠٠	٢٨٨	٧ر٤
الجمهورية اللبنانية	٨	١١١	١٥	٥٠	١٦١	٩ر٣
جمهورية مصر العربية	٨	٢٢٥	١٥	٩٠٢	١١٢٧	١٢ر٨
الجمهورية اليمنية	٨	٢١١	١٥	١٨٠	٣٩١	١٠ر٢
الإجمالي	٦ر٧	٢٣٣٦	١٤ر٤	٢٣٦٤	٤٦٩٩	٩ر٢

المصدر: قيم محسوبة بالاستناد إلى المراجع ١ و١٣ و٢٣.

ويوضح الجدول ٣٢ الوفر المحتمل في صيانة المحركات نتيجة لإزالة الرصاص في بعض بلدان الإسكوا التي ما زالت تستخدم الغازولين المحتوي على الرصاص، ومنها الأردن والجمهورية العربية السورية والعراق ومصر واليمن. وقدّر العائد السنوي لهذه البلدان بحوالي ١٩٠١ و ١١٠١ و ٩٠٠٩ و ١١٠٨ و ٧٤ مليون دولار على الترتيب، بقيمة إجمالية قدرها ٢٠٧ مليون دولار سنوياً. وتراوحت فترة استرداد الكلفة بين ٠ر٢٤ و ٢ سنة (إذا كانت كلفة إزالة الرصاص لكل لتر سنة) و ٠ر٩٥ سنة (إذا كانت كلفة إزالة الرصاص لكل لتر سنة). وهذا يشير إلى الجدوى الاقتصادية لإزالة الرصاص، إذ إن الحسابات شملت فقط الوفر في صيانة المحركات ولم تشمل الفوائد الاقتصادية الناتجة من تحسين الصحة العامة بسبب إزالة الرصاص والتي يلقي الضوء عليها لاحقاً.

ويصعب تقدير الوفر في كلفة الصيانة نتيجة لتحسين مواصفات الديزل وزيت الوقود، نظراً للاختلاف والتباين في استخدامات كل منهما في القطاعات المختلفة، ووجود تطبيقات متعددة لكل منها خصوصيتها وظروفها في تكاليف الصيانة. ولذلك يتعذر التوصل إلى مؤشرات واضحة في هذا الصدد^(١).

الجدول ٣٢ - الوفير المحتمل في صيانة المركبات نتيجة لإزالة الرصاص من الغازولين المستخدم في قطاع النقل في عدد من دول الإسكوا

الإجمالي	اليمن	مصر	العراق	الجمهورية العربية السورية	الأردن	
٩٨٥٤	٣٥٢١	٥٦٢١	٤٣٢٩	٥٣٠٧	٩١٠٧	استهلاك الغازولين الحاوي على رصاص في قطاع النقل (مليون لتر/السنة)
٢١	٢١	٢١	٢١	٢١	٢١	الوفير المحتمل في صيانة المركبات نتيجة لإزالة الرصاص (دولار/١٠٠٠ لتر)
٢٠٧	٧٤	١١٨	٩٠٩	١١١	١٩١	إجمالي تكاليف إزالة الرصاص (مليون دولار) إذا كانت الكلفة ٠.٠ سنت/لتر
٤٩٣	١٧٦	٢٨١	٢١٦٤	٢٦٥	٤٥٥	إجمالي تكاليف إزالة الرصاص (مليون دولار) إذا كانت الكلفة ٢ سنت/لتر
١٩٧	٧٠٤	١١٢٤	٨٦٥٨	١٠٦١	١٨٢١	فترة استرداد التكاليف (سنة) إذا كانت الكلفة ٠.٠ سنت/لتر
٠٢٤	٢٤	٠٢٤	٠٢٤	٠٢٤	٠٢٤	فترة استرداد التكاليف (سنة) إذا كانت الكلفة ٠.٠ سنت/لتر
٠٩٥	٠٩٥	٠٩٥	٠٩٥	٠٩٥	٠٩٥	فترة استرداد التكاليف (سنة) إذا كانت كلفة الإزالة ٢ سنت/لتر (سنة)

المصدر: قيم محسوبة بالاعتماد على المراجع ١٣ و ٢٢.

٣ - المكاسب الصحية لإزالة الرصاص

ينبعث الرصاص على شكل جزيئات دقيقة غير عضوية وعلى شكل مركبات عضوية متطايرة. وتخرق الجزيئات الدقيقة الرئتين مع هواء التنفس لتصل إلى الدم، أما المركبات العضوية، وهي على درجة عالية من السمية، فيمتصها الجسم بسرعة. وتسبب انبعاثات الرصاص عددا من الأمراض قد تكون في بعض الأحيان سببا في الوفاة. ويوضح الجدول ٣٣ العلاقة بين تركيز الرصاص في الدم والأمراض التي يسببها للأطفال والبالغين^(٢٩). ولهذه الأمراض انعكاسات سلبية اقتصادية واجتماعية متداخلة من حيث تكاليف العلاج وانخفاض إنتاجية الأفراد وما يترتب على ذلك من آثار اجتماعية على مستوى الأسرة والمجتمع. ومن هذا المنظور، تكون إزالة الرصاص ذات جدوى اقتصادية كبيرة. ووفقا لمصادر البنك الدولي، حققت إزالة الرصاص في الولايات المتحدة الأمريكية، عائدا يناهز ١٥ مليار دولار في حين لم تتجاوز كلفة إزالة الرصاص مليار دولار^(٣٠).

وفي عام ١٩٩٩، أجرت الوكالة الأمريكية لحماية البيئة دراسة في الولايات المتحدة الأمريكية، لتحديد تأثير خفض نسبة الرصاص في الغازولين على دم الأفراد. فلو حظ أن استخدام الغازولين التقليدي الذي يحتوي على رصاص بتركيز قدر ٠.٧ غرام/لتر يسبب انبعاث حوالي ٧٠٠ طن/سنة من الرصاص في الهواء الجوي، مما يجعل تركيز الرصاص في الهواء حوالي ١.٤ غرام/متر مكعب. ومع خفض الرصاص في الغازولين إلى ٠.١٥ غرام/لتر، تنخفض كمية الرصاص المنبعثة إلى ٥٠ طن/سنة، وينخفض معها تركيز الرصاص في الهواء إلى حوالي ٠.١٥ غرام/متر مكعب. ونتيجة لذلك ينخفض تركيز الرصاص في دم البالغين بمقدار ٢.٦ ميكرو غرام/لتر، وفي دم الأطفال بمقدار ٥.٢ ميكرو غرام/لتر. ولدى استخدام الغازولين الخالي من الرصاص، يزداد مقدار الانخفاض إلى ٢.٨ ميكرو غرام/لتر للبالغين و٨.٥ ميكرو غرام/لتر للأطفال^(٤). ونتيجة للإجراءات التي اتخذت لإزالة الرصاص من الغازولين في بعض المواقع في الولايات المتحدة الأمريكية بين عامي ١٩٨٠ و ١٩٨٨، وبناء على القياسات التي أجريت في ١٨٩ موقعا، انخفض تركيز الرصاص في الجو بنسبة ٨٧ في المائة، وتبعه انخفاض تركيز الرصاص في الدم من ٩.٢ إلى ٢.٨ ميكرو غرام/ديسيلتر^(٧).

وأجريت اختبارات الذكاء على عينة من الأطفال حتى عمر خمس سنوات، ف لوحظ أن مقدار الفقد في مستوى الذكاء يبلغ حوالي ٧٤ درجة إذا كان تركيز الرصاص في الدم في حدود ١٠-٣٠ ميكروغرام/ديسيلتر، وإذا انخفض التركيز إلى حدود ١-١٠ ميكروغرام/ديسيلتر، يكون الفقد حوالي ٢٥ درجة^(٣٣). وفي عام ١٩٩٤، وجد أن ثلاثة ملايين من أطفال جاكارتا تحت عمر عشر سنوات يفتقدون الذكاء بمعدل مرتفع نتيجة لتلوث الهواء الجوي بالرصاص الذي وصل إلى ١٣ ميكروغرام/متر مكعب^(٤). والجدير بالذكر أن الحدود التي أقرتها منظمة الصحة العالمية هي حوالي ٥٠ ميكروغرام/متر مكعب^(١٨). ويبين الجدول ٣٤ العلاقة الطردية بين نسبة الرصاص في الغازولين ونسبة تركيزه في الهواء ودم الإنسان في بعض البلدان الأوروبية^(٢٨)، حيث يتبين أن زيادة تركيز الرصاص في الغازولين يتبعه زيادة التركيز في الهواء، ومن ثم زيادة التركيز في دم الإنسان.

ويتضح مما سبق أن تركيز الرصاص في الغازولين يؤثر سلبا في الحالة الصحية للأطفال والبالغين، فضلا عن تأثيره السلبي في درجة الذكاء، مما يضر بالحالة الاقتصادية والاجتماعية للمجتمع. والجدير بالذكر أن احتراق الغازولين في وسائل النقل البري هو المسؤول الرئيسي عن انبعاثات الرصاص، فتلوث وسائل النقل، في إنكلترا مثلا، هي مصدر ٦٠ في المائة من الرصاص الموجود في الجو^(١٧).

الجدول ٣٣ - تأثير تركيز الرصاص في الدم على صحة الإنسان

تركيز الرصاص في الدم (ميكروغرام/ديسلتر)	التأثير على الأطفال	التأثير على البالغين
أقل من ١٠	التأثير على درجة ذكاء الأطفال؛ القدرة على السمع، التأثير على معدل النمو	ارتفاع ضغط الدم
١٠ إلى ٢٠	خاصة التوصيل العصبي	
من ٢٠ إلى ٥٠	التأثير على إنتاج كرات الدم الحمراء	القدرة على السمع، أمراض الكلى، ارتفاع ضغط الدم الانقباضي قدرة الإنجاب، التأثير على إنتاج كرات الدم الحمراء
من ٥٠ إلى ١٠٠	المغص، الأنيميا، أمراض الكلى، أمراض المخ.	أمراض المخ، الأنيميا
من ١٠٠ إلى ١٥٠	الوفاة	

المصدر: مكافحة التلوث بالرصاص، تكنولوجيا نظيفة، مشروع تحسين هواء القاهرة (مطوية).

الجدول ٣٤ - انعكاسات تخفيض نسبة الرصاص في الغازولين على تلوث الهواء الجوي ودم الإنسان في بعض البلدان

البلد	تخفيض نسبة الرصاص في الغازولين (غرام/لتر)	الانخفاض في تركيز الرصاص في الهواء (ميكروغرام/متر مكعب)	الانخفاض في تركيز الرصاص في الدم (ميكروغرام/ديسيلتر)
أثينا	من ٠.٤ إلى ٠.١٥	من ١.٨ إلى ٠.٥	من ١٧ إلى ٦
بريطانيا	من ٠.٤ إلى ٠.١٥	من ١.١ إلى ٠.٥	من ١٣ إلى ٧
بودابست	من ٠.٧ إلى ٠.١٥	من ٣ إلى ٠.٦	-

المصدر: فريد شعبان ، نحو تخفيف انبعاثات الرصاص والكبريت من قطاع النقل البري في لبنان، ورقة مقدمة في الحلقة الدراسية حول الوقود النظيف ووسائل النقل البري في دول غربي آسيا وشمال أفريقيا، بيروت، ١٧-١٩ آذار/مارس ٢٠٠٤. (E/ESCWA/SDPD/2004/WG.2/3).

٤ - مكاسب تخفيض تركيز الكبريت

بينت الدراسات ان تخفيض التركيز من ٢٥٠٠ إلى ٥٠٠ جزء في المليون يقلل معدل تآكل المحركات بنسبة تتراوح بين ١٠ و ٢٠ في المائة وتصل إلى حوالي ٣٣ في المائة، إذا انخفض تركيز الكبريت من ٥٠٠٠ إلى ٥٠٠ جزء في المليون، كما إن تخفيض تركيز الكبريت يسهم في ترشيد استهلاك زيت المحركات، نتيجة لتباعد فترات تغيير الزيت^(٣٣)، وهذا بالطبع يؤدي إلى تخفيض تكاليف صيانة المحركات. فضلا عن ذلك، يؤدي خفض تركيز الكبريت إلى خفض انبعاثات أكاسيد الكبريت، ومن ثم الحد من الضرر الصحي الناجم عنها، وكذلك الحد من الامطار الحمضية وما تسببه من أضرار اقتصادية.

باء- الوفرة المحتمل في استهلاك الوقود نتيجة لتحسين مواصفات زيت الوقود والديزل في قطاعي الصناعة وتوليد الكهرباء

أجريت اختبارات عديدة على أنواع مختلفة من زيت الوقود، ومن المتبقي في أبراج التقطير الجوي والفراغي في عدد من مصافي التكرير، وباستخدام إضافات متنوعة لتعديل الاحتراق وخفض الانبعاثات، وذلك لدراسة تأثير تحسين مواصفات زيت الوقود على ترشيد الطاقة. ولم تتوصل تلك التجارب إلى نتائج مؤكدة في هذا الصدد. ويعزى السبب في ذلك إلى أن زيت الوقود يعامل في مصافي التكرير على أنه المستودع لأي فوائض أو مقطرات نفطية خارجة عن المواصفات، الأمر الذي يؤدي إلى تغيير مستمر في تركيبه الكيميائي، إذ تختلف نسبة الكبريت والأسفلتين والعطريات في زيت الوقود من مصفاة إلى أخرى^(١)، وبالتالي يختلف أدائه عند استخدامه كوقود باختلاف تركيبه الكيميائي، وتختلف استجابته لأنواع الإضافات المختلفة. إلا أن التجارب التي أجريت لتقدير الوفرة في زيت الوقود نتيجة لتحسين مواصفاته، بينت أن نسبة الوفرة تتراوح بين صفر و ٤ في المائة. وباقتراض نسبة الوفرة ٣ في المائة في زيت الوقود ١٥ في المائة في الديزل، يقدر إجمالي الوفرة في قطاع الصناعة في كل من الأردن والجمهورية العربية السورية ولبنان ومصر بحوالي ٧٤٩ ٠٠٠ طن مكافئ نפט سنويا، أي ما يعادل ٧ر٨ في المائة من مجمل استهلاك الديزل وزيت الوقود في قطاع الصناعة في تلك البلدان. ويقدر الوفرة في قطاع توليد الكهرباء في كل من الأردن ولبنان ومصر بحوالي ٢٦٦ ٠٠٠ طن مكافئ نפט سنويا، أي ما يعادل ٥ر٤ في المائة من مجمل استهلاك الديزل وزيت الوقود في قطاع توليد الكهرباء في تلك البلدان، كما هو مبين في الجدول ٣٥.

جيم- المكاسب البيئية لدى استخدام الوقود الأنظف في قطاع النقل

١- التخفيض في الانبعاثات نتيجة لتحسين مواصفات الغازولين

ينعكس تحسين مواصفات الغازولين إيجابا على تخفيض انبعاثات المحركات من ناحيتين، الأولى في التأثير المباشر، إذ إن تحسين مواصفات الغازولين، بإزالة الرصاص وتخفيض الكبريت، يؤدي مباشرة إلى تخفيض الانبعاثات، والثانية في التأثير غير المباشر الذي يتمثل في تحسين أداء المحركات، ومن ثم ترشيد استهلاك الوقود. ويقدر نسبة الوفرة في الاستهلاك تكون نسبة التخفيض في الانبعاثات، فضلا عن أن تحسين مواصفات الغازولين يحسن فعالية أداء تكنولوجيات الحد من الملوثات، الأمر الذي يسهم في تخفيض الانبعاثات.

الجدول ٣٥ - الوفير المحتمل في استهلاك الوقود نتيجة لتحسين مواصفات الديزل وزيت الوقود في قطاعي الصناعة وتوليد الكهرباء في بعض دول الإسكوا (ألف طن مكافئ نفط/سنة)

الدولة	الديزل		زيت الوقود		إجمالي الوفير		في المائة
	الاستهلاك		الاستهلاك		المحتمل		
	في المائة	الكمية	في المائة	الكمية	في المائة	الكمية	
قطاع الصناعة							
المملكة الأردنية الهاشمية	٥٧٠	٨٦	١٥	٢٨٥	٩	٣	٩٥
الجمهورية العربية السورية	٦١٤	٩٢	١٥	١١٣٣	٣٤	٣	١٢٦
الجمهورية اللبنانية	٣٢٠	٤٨	١٥	٣١٦	٩	٣	٥٧
جمهورية مصر العربية	٢٣٢٢	٣٤٨	١٥	٤٠٢١	١٢١	٣	٤٦٩
الإجمالي	٣٨٢٦	٥٧٤	١٥	٥٧٥٩	١٧٣	٣	٧٤٩
قطاع توليد الكهرباء							
المملكة الأردنية الهاشمية	٨٤	١٣	١٥	١٤٥٩	٤٤	٣	٥٧
الجمهورية اللبنانية	٨٨١	١٣٢	١٥	٩٣٦	٢٨	٣	١٦٠
جمهورية مصر العربية	٢٨	٤	١٥	١٤٩٨	٤٥	٣	٤٩
الإجمالي	٩٩٣	١٤٩	١٥	٣٨٣٩	١١٧	٣	٢٦٦

المصدر: قيم محسوبة بالاستناد إلى المراجع ١ و ١٣ و ٢٣.

وفي ضوء ما سبق، يعزى تخفيض الانبعاثات نتيجة لتحسين مواصفات الغازولين في بلدان الإسكوا إلى ثلاثة أسباب: (أ) تخفيض تركيز الكبريت في الغازولين؛ (ب) إزالة الرصاص والاستعاضة عنه بمركب (MTBE)، إذ أن إضافة هذا المركب بنسبة ١١ في المائة إلى الغازولين يؤدي إلى تخفيض أكاسيد النيتروجين بنسبة ٢ في المائة، وأول أكسيد الكربون بنسبة ١٣ في المائة، والجزيئات الدقيقة بنسبة ٢٥ في المائة، والهيدروكربونات غير المحترقة بنسبة ٩ في المائة^(٣٥)؛ (ج) الوفير في الغازولين نتيجة لتحسين أداء المحركات الناتج من تحسين مواصفات الغازولين. وقد جمل الانخفاض في الانبعاثات في بلدان الإسكوا، نتيجة لاستخدام الغازولين الأنظف، بنسبة ٦٨ في المائة تقريباً لثاني أكسيد الكربون، و ١٧٢ في المائة لأكاسيد النيتروجين، و ٣٩٢ في المائة لأول أكسيد الكربون، و ٣٥ في المائة للجزيئات الدقيقة، و ٢٢٧ في المائة للهيدروكربونات غير المحترقة، كما هو موضح في الجدول ٣٦. وهنا يتضح التأثير الإيجابي لتحسين مواصفات الغازولين على الحد من الانبعاثات، وخاصة أول أكسيد الكربون والجزيئات الدقيقة والهيدروكربونات.

٢- خفض الانبعاثات نتيجة لتحسين مواصفات الديزل

يؤدي استخدام الديزل الأنظف إلى تخفيض الانبعاثات وفق ثلاثة محاور، (أ) تحسين مواصفات الديزل (مثل تخفيض الكبريت، وضبط الكثافة، وخفض المركبات العطرية المتعددة الحلقات، وزيادة السيتان) يؤدي مباشرة إلى خفض الانبعاثات؛ (ب) تحسين مواصفات الديزل يتيح استخدام المحول الحفاز، واستخدام هذا المحول في ٣٠ في المائة فقط من محركات الديزل في بلدان الإسكوا يؤدي إلى تخفيض أول أكسيد الكربون بنسبة ٢٧ في المائة، والجزيئات الدقيقة بنسبة ٢٥ في المائة، والهيدروكربونات بنسبة ٢٧ في المائة والمركبات العضوية المتطايرة بنسبة ٢٤ في المائة؛ (ج) تحسين مواصفات الوقود يؤدي إلى تحسين أداء المحرك وترشيد استهلاك الوقود ومن ثم تخفيض الانبعاثات.

وفي ضوء ما سبق، واستناداً إلى الجداول ١١ و ١٧ و ٣١، ووفقاً لما يوضحه الجدول ٣٧، احتسبت نسبة خفض الانبعاثات نتيجة لتحسين مواصفات الديزل المستهلك من قطاع النقل في بلدان الإسكوا، حيث قدرت

بحوالي ١٤٧ في المائة لثاني أكسيد الكربون، و١٦ في المائة لأكاسيد النيتروجين، و٥٤ في المائة لأول أكسيد الكربون، و٤٢٣ في المائة للجزيئات الدقيقة، و٥٦٥ في المائة للهيدروكربونات، و٣٨٧ في المائة للمركبات العضوية المتطايرة.

٣- خفض الانبعاثات نتيجة للتحويل إلى الغاز الطبيعي في المركبات

قياسا على حالة مصر المعروضة في الفرع باء من الفصل الرابع، من المتوقع أن يكون لاستخدام الغاز الطبيعي في المركبات مزايا بيئية واقتصادية كبيرة على مستوى بلدان الإسكوا. وإذا جرى تحويل ٢٥ في المائة من سيارات الغازولين و١٥ في المائة من سيارات الديزل إلى الغاز الطبيعي، وهو ما يعادل حوالي ٣١ مليون سيارة تستهلك حوالي ١٠٤ مليون طن سنويا من الوقود، فسيكون من شأن ذلك خفض ثاني أكسيد الكربون بمعدل ٦٦٦ مليون طن سنويا، أي بنسبة ٢٠٨ في المائة؛ وأكاسيد النيتروجين بمعدل ٢٤٥ ٠٠٠ طن سنويا، أي بنسبة ٧٢٤ في المائة؛ وأول أكسيد الكربون بمعدل ١٨٨ مليون طن سنويا، أي بنسبة ٩٦٨ في المائة؛ والمركبات العضوية المتطايرة بمعدل ٢٧٤ ٠٠٠ طن سنويا، أي بنسبة ٧٨٨ في المائة، كما هو مبين في الجدول ٣٨. ونظرا لأن نقل الغاز الطبيعي وتصديره يواجهان مشاكل اقتصادية وفنية مقارنة بنقل النفط الخام ومشتقاته، من المجدي تعظيم استخدامات الغاز الطبيعي محليا في القطاعات المختلفة ومنها قطاع النقل، والعمل على زيادة تصدير النفط الخام ومشتقاته، لا سيما وإن معظم بلدان الإسكوا تمتلك مخزونا كبيرا من الغاز الطبيعي.

دال- التخفيض المحتمل في الانبعاثات نتيجة لتحسين مواصفات الديزل في قطاعي الصناعة وتوليد الكهرباء

تقدر كمية الانبعاثات الناتجة من استخدام الديزل في قطاع الصناعة في الأردن والجمهورية العربية السورية ولبنان ومصر بحوالي ١١٥ مليون طن من ثاني أكسيد الكربون، و١٢٤ ٠٠٠ طن من أكاسيد النيتروجين، و١٥٥ ٠٠٠ طن من أول أكسيد الكربون، و٩ ٠٠٠ طن من الجزيئات الدقيقة، و١١٦ طن من الهيدروكربونات، و٣١ ٠٠٠ طن من المركبات العضوية. وقدرت الانبعاثات في قطاع توليد الكهرباء في الأردن ولبنان ومصر بحوالي ٣ ملايين طن من ثاني أكسيد الكربون، و٣٢ ٠٠٠ طن من أكاسيد النيتروجين، و٤٠ ٠٠٠ طن من أول أكسيد الكربون، و٢٤ ألف طن من الجزيئات الدقيقة، و٣ أطنان من الهيدروكربونات و٨ ٠٠٠ طن من المركبات العضوية. ويمكن تحقيق انخفاض في انبعاثات قطاعي الصناعة وتوليد الكهرباء نتيجة لتحسين مواصفات الديزل بسبب عاملين، الأول هو أن تحسين المواصفات يؤدي إلى تخفيض مباشر في الانبعاثات؛ والثاني أن تحسين المواصفات يؤدي إلى تحسين أداء معدات الاحتراق وترشيد استهلاك الوقود. ونتيجة لذلك، يمكن خفض ثاني أكسيد الكربون بنسبة ١٥٥ في المائة، وأكاسيد النيتروجين بنسبة ١٦٨ في المائة، وأول أكسيد الكربون بنسبة ٢٧٥ في المائة، والجزيئات الدقيقة بنسبة ١٨ في المائة، والهيدروكربونات بنسبة ٣٢ في المائة، والمركبات العضوية المتطايرة بنسبة ١٥٥ في المائة.

الجدول ٣٦ - التخفيض المحتمل في الانبعاثات نتيجة لتحسين مواصفات الغازولين في قطاع النقل في بلدان الإسكوا (بالنسبة المئوية)

الدولة	ثاني أكسيد الكربون		أكاسيد النيتروجين		أول أكسيد الكربون		الجزئيات الدقيقة		الهيدروكربونات غير المحترقة				
	الوضع الراهن (طن)	التخفيض نتيجة لتحسين المواصفات	الوضع الراهن (طن)	التخفيض نتيجة لتحسين المواصفات	الوضع الراهن (طن)	التخفيض نتيجة لتحسين المواصفات	الوضع الراهن (طن)	التخفيض نتيجة لتحسين المواصفات	الوضع الراهن (طن)	التخفيض نتيجة لتحسين المواصفات			
											نتيجة استخدام MTBE	نتيجة استخدام MTBE	نتيجة استخدام MTBE
الأردن	١٩٥٣	٨	١٦٩٢٣	١٦٠٠	٢٢٥٦٣٥	٢٧	٢٢٠	٢٩١	١٥٧	٢٥	١٣٦	١٥	٩
الإمارات العربية المتحدة	٦١٦١	٦	٥٣٣١٩	١٤٠٠	٧١٠٩١٩	٢٥	٢٥	٩١٥	١٥٩	٢٥	٤٢٩	١٣	٩
البحرين	١٤٣٦	٦	١٢٤٤٨	١٤٠٠	١٦٥٩٧٧	٢٥	٢٥	٢١٣	١٥٩	٢٥	١٠٠	١٣	٩
المملكة العربية السعودية	٤٠٥٣٠	٦	٣٥٠٩٥٧	١٤٠٠	٤٦٧٩٤٢٤	٢٥	٢٥	٦٠١٩	٨٢	٢٥	٢٨٢١	١٣	٩
الجمهورية العربية السورية	٥١٦٤	٨	٤٤٧١٠	١٦٠٠	٥٩٦١٣٩	٢٧	٢٧	٧٦٧	٩١	٢٥	٣٥٩	١٥	٩
فلسطين	٩٤	٨	٨١٣	١٦٠٠	١٠٨٤٥	٢٧	٢٧	١٤	١٠٢	٢٥	٠٠٧	١٥	٩
العراق	٩١٣٩	٨	٧٩١٧٣	١٦٠٠	١٠٥٥٦٣٤	٢٧	٢٧	١٣٥٧	١٠٢	٢٥	٦٣٦	١٥	٩
عمان	٣٧٦٨	٦	٢٩٣٢٠	١٤٠٠	٣٩٠٩٣٠	٢٥	٢٥	٥٠٣	٧١	٢٥	٢٣٦	١٣	٩
قطر	١٧٧٣	٦	١٥٣٧٦	١٤٠٠	٢٠٥٠١٦	٢٥	٢٥	٢٦٤	٧١	٢٥	١٢٤	١٣	٩
الكويت	٨٨٠٠	٦	٧٦٢١١	١٤٠٠	١٠١٦١٤٤	٢٥	٢٥	١٣٠٧	٩٣	٢٥	٦١٢	١٣	٩
لبنان	٦٤٤٦	٨	٣٣٨٦٢	١٦٠٠	٤٥١٤٩٦	٢٧	٢٧	٥٨١	١٢٤	٢٥	٢٧٢	١٥	٩
مصر	١٠٥٩٦	٨	٦٨٥٤٢	١٦٠٠	٩١٣٨٨٩	٢٧	٢٧	١١٧٥	١٢٤	٢٥	٥٠١	١٥	٩
اليمن	٧٤٢١	٨	٦٤٣٩٣	١٦٠٠	٨٥٨٥٧١	٢٧	٢٧	١١٠٤	١٢٤	٢٥	٥١٧	١٥	٩
الإجمالي	١٠٣٢٨١	٦٨	٨٤٦٠٤٦	١٥٢	١١٢٨٠٦٢٠	٢٦٢	٢٦٢	١٤٥٠٩	١٠١	٢٥	٦٨٠٠	١٣٧	٩
إجمالي نسبة التخفيض		٦٨		١٧٢		٣٩٢			٣٥١			٢٢٧	

المصدر: قيم محسوبة بالاستناد إلى المراجع ١ و ١٣ و ٢٣ و ٣٦.

الجدول ٣٧ - التخفيض المحتمل في الإنبعاثات نتيجة لتحسين مواصفات الديزل في قطاع النقل في بلدان الإسكوا
(بالنسبة المئوية)

المركبات العضوية		الهيدروكربونات غير المحترقة			الجزيئات الدقيقة			أول أكسيد الكربون			أكاسيد النتروجين		ثاني أكسيد الكربون		الدولة		
التخفيض		التخفيض			التخفيض			التخفيض			التخفيض نتيجة لتحسين المواصفات	الوضع الراهن (طن)	التخفيض نتيجة لتحسين المواصفات	الوضع الراهن (طن)			
نتيجة لاستخدام المحول الحفاظ	نتيجة لتحسين المواصفات	الوضع الراهن (طن)	نتيجة لاستخدام المحول الحفاظ	نتيجة لتحسين المواصفات	الوضع الراهن (طن)	نتيجة لاستخدام المحول الحفاظ	نتيجة لتحسين المواصفات	الوضع الراهن (طن)	نتيجة لاستخدام المحول الحفاظ	نتيجة لتحسين المواصفات						الوضع الراهن (طن)	نتيجة لاستخدام المحول الحفاظ
٢٤	١٥ر٦	٣٠٠٥	٢٧	٣١ر٨	١ر١	٢٥ر٥	١٩ر٣	٨٨٧	٢٧	٢٧ر٥	١٥٠٩٦	١٧ر١	١٢٠٧٧	١٥ر٦	١١١٧	الأردن	
٢٤	١٣ر٥	٥٠٨٩	٢٧	٢٦ر٧	١ر٩	٢٥ر٥	١٥ر٨	١٥٠٢	٢٧	٢٥ر٥	٢٥٥٦٩	١٤ر٢	٢٠٤٥٦	١٣ر٥	١٨٩١	الإمارات العربية المتحدة	
٢٤	١٣ر٦	١٥٥٢	٢٧	٢٥ر٤	٠ر٦	٢٥ر٥	١٥ر٨	٤٥٨	٢٧	٢٥ر٥	٧٧٨٦	١٤ر٣	٦٢٢٩	١٣ر٦	٥٧٨	البحرين	
٢٤	١٣ر٤	١٩٧٨٠	٢٧	٢٨ر٩	٧ر٤	٢٥ر٥	١٤ر٨	٥٨٣٦	٢٧	٢٥ر٥	٩٩١٨٦	١٤ر٨	٧٩٣٤٩	١٣ر٤	٧٣٥١	المملكة العربية السعودية	
٢٤	١٥ر٦	١٥٩٠٦	٢٧	٣٢ر٧	٥ر٩	٢٥ر٥	١٥ر٥	٤٦٩٣	٢٧	٢٧ر٥	٧٩٨٢٨	١٦ر٧	٦٣٨٦٢	١٥ر٦	٥٩١٣	الجمهورية العربية السورية	
٢٤	١٥ر٤	١٤٧	٢٧	٢٥ر٨	٠ر١	٢٥ر٥	١٦ر٦	٤٣	٢٧	٢٧ر٥	٧٣٥	١٦ر٣	٥٨٨	١٥ر٤	٥٤	فلسطين	
٢٤	١٥ر٣	١٠٦٣٨	٢٧	١٩ر٥	٤ر٠	٢٥ر٥	١٨ر٨	٣١٣٩	٢٧	٢٧ر٥	٥٣٣٠١	١٦ر٧	٤٢٦٤١	١٥ر٣	٣٩٥٣	العراق	
٢٤	١٣ر٤	٦٢٩٦	٢٧	٢٤ر٢	٢ر٤	٢٥ر٥	١٤ر٠	١٨٥٨	٢٧	٢٥ر٥	٣١٥٤٥	١٤ر٠	٢٥٢٣٦	١٣ر٤	١٩٢٣	عمان	
٢٤	١٣ر٤	٣٥٤٩	٢٧	٢٤ر٤	١ر٣	٢٥ر٥	١٣ر٩	١٠٤٧	٢٧	٢٥ر٥	١٧٧٩٧	١٤ر٠	١٤٢٣٧	١٣ر٤	١٣١٩	قطر	
٢٤	١٣ر٥	٦٢٥٢	٢٧	٢٤ر٧	٢ر٣	٢٥ر٥	١٣ر٨	١٨٤٥	٢٧	٢٥ر٥	٣١٣٢٨	١٤ر١	٢٥٠٦٢	١٣ر٥	٢٣٢٣	الكويت	
٢٤	١٥ر٢	٢٦٧٣	٢٧	٢٤ر٠	١ر٠	٢٥ر٥	١٧ر٩	٧٨٩	٢٧	٢٧ر٥	١٣٤١٣	١٦ر١	١٠٧٣٠	١٥ر٢	١٠٦٥	لبنان	
٢٤	١٥ر٥	٤٨٧٢٨	٢٧	٣٢ر٩	١٨ر٢	٢٥ر٥	١٨ر١	١٤٢٧٨	٢٧	٢٧ر٥	٢٤٤٣٢٣	١٦ر٩	١٩٥٤٥٨	١٥ر٥	١٠٩٣١	مصر	
٢٤	١٥ر٥	٩٧٠١	٢٧	٣٠ر٩	٣ر٦	٢٥ر٥	١٨ر٣	٢٨٦٢	٢٧	٢٧ر٥	٤٨٦٣٦	١٦ر٩	٣٨٩٠٩	١٥ر٥	٣٦٠٥	اليمن	
٢٤	١٤ر٧	١٣٣٣١٥	٢٧	٢٩ر٥	٤٩ر٨	٢٥ر٥	١٦ر٨	٣٩٣٣٦	٢٧	٢٦ر٩	٦٦٨٥٤١	١٦ر٠	٥٣٤٨٣٣	١٤ر٧	٤٢٠٣٤	الإجمالي	
٣٨ر٧			٥٦ر٥				٤٢ر٣				٥٣ر٩			١٦ر٠			إجمالي نسبة التخفيض

المصدر: قيم محسوبة بالاستناد إلى المراجع ١ و ١٣ و ٢٣ و ٣٦.

الجدول ٣٨ - التخفيض المحتمل في الانبعاثات نتيجة للتحويل إلى الغاز الطبيعي في قطاع النقل في بلدان الإسكوا

الدولة	نوع الوقود	المركبات المقترحة تحويلها إلى الغاز الطبيعي		متوسط استهلاك الوقود (ألف طن/سنة)	مقدار الانخفاض المتوقع في الانبعاثات (ألف طن/سنة)		
		عدد المركبات (ألف)	النسبة من الإجمالي (%)		أكاسيد ثاني أكسيد الكربون	أكاسيد النيتروجين	أول أكسيد الكربون
البحرين	غازولين	٣٥٨٧	٢٥	٦٤٢٢	٣٣٦	٠٧	٢٣
	ديزل	٤٠٩	١٥	٣٧٦	٢٦٩	١٢	١٦
مصر	غازولين	٤٠٠	٢٥	٧٢٠	٣٧٧	٧٨	٢٥٨
	ديزل	١٠٥	١٥	٨٠٣٣	٥٧٤	٢٥٨	٣٤٢٤
العراق	غازولين	١٧١٨١	٢٥	٣٠٨	١٦١٣	٣٣	١١٠٤
	ديزل	٥٢٣	١٥	٤٠٤١	٢٨٨٨	١٣	١٧٢
الأردن	غازولين	٤٧٥	٢٥	٨٥٥	٤٤٨	٠٩	٣٠٦
	ديزل	١٤٨١	١٥	١٠٧٧	٧٦٩	٣٥	٤٦
الكويت	غازولين	١٨٦٨	٢٥	٣٣٦٢	١٧٦	٣٦	١٢٠
	ديزل	٢١٨١	١٥	١٦١٢	١١٥٢	٥٢	٦٩
لبنان	غازولين	٣٢٤٩	٢٥	٥٨٤٧	٣٠٦٢	٦٣	٢٠٩٦
	ديزل	١٣٨٨	١٥	١٠٥٧	٧٥٥	٣٤	٤٥
عمان	غازولين	٦١٣	٢٥	١١٠٣	٥٧٨	١٢	٣٩
	ديزل	١٦٨١	١٥	١٢٢٨	٨٧٨	٣٩	٥٣
قطر	غازولين	٤١٢	٢٥	٧٤٨١	٣٨٨	٠٨	٢٦٦
	ديزل	١١٩	١٥	٩٠٨	٦٤٩	٢٩	٣٩
المملكة العربية السعودية	غازولين	٨٧٣	٢٥	١٥٧١٤	٨٢٢٨	١٧	٥٦٣٢
	ديزل	٤٤٩٨	١٥	٣٤٤١٨	٢٤٥٨٩	١١٠٦	١٤٧٤
الجمهورية العربية السورية	غازولين	٣٤٦	٢٥	٦٢٣	٣٢٦	٠٧	٢٢٣
	ديزل	٤٥٤	١٥	٣٤٧٧	٢٤٨٤	١١٢	١٤٩
الإمارات العربية المتحدة	غازولين	٨٢٩	٢٥	١٤٩٣	٧٨٢	١٦	٥٣٥
	ديزل	١٣٢	١٥	١٠١٢	٧٢٣	٣٣	٤٣
اليمن	غازولين	٨٠	٢٥	١٤٤٩	٧٥٩	١٦	٥١٩
	ديزل	٦٢٧	١٥	٤٧٩٨	٣٤٢٩	١٥٤	٢٠٦
إجمالي الإسكوا	غازولين	٢٣٣٩	٢٥	٤٢١١	٢٢٠٤	٤٥	١٥٠٩
	ديزل	٨١٠٨	١٥	٦٢٠٢٩	٤٤٣٢	١٩٩٣	٢٦٥٨
الإجمالي (غازولين + ديزل)		٣١٥٠٣	٢٢	١٠٤١٤	٦٦٣٧٢	٢٤٤٨	١٤٤٧٩
متوسط نسبة التخفيض في الانبعاثات (النسبة المئوية)					٢٠	٧٢	٩٦

المصدر: United Nations Economic and Social Commission for Western Asia. *Options and Opportunities for Greenhouse Gas Abatement in the Energy Sector of ESCWA Region. Volume I: The Transport Sector*, New York, 2001 (E/ESCWA/ENR/2001/15 (Vol. I)).

سادسا- عوائق تنفيذ مشاريع الوقود الأحفوري الأنظف ومصادر تمويلها في دول الإسكوا

ألف- تصنيف العوائق

تصنف عوائق إنتاج واستخدام الوقود الأحفوري الأنظف بين عوائق مالية ومؤسسية وفنية وعوائق متعلقة بمفهوم الوقود الأنظف^(١٣ و ٣٧).

١- عوائق مالية واقتصادية

تتركز هذه العوائق في الكلفة المرتفعة لإنتاج ووقود أنظف، مع قصور آليات التمويل أو غيابها وعدم معرفة مصادرهما، فضلا عن الاعتقاد الخاطئ بأن الاستثمار في تحسين جودة الوقود وحماية البيئة هو مخاطرة مالية، كما إن بعض المصارف ومصادر التمويل قد لا تشجع القروض والاستثمارات ذات الأهداف البيئية، ويضاف إلى ذلك أن الاستثمارات في مجال حماية البيئة ربما لا تكون ذات قيمة عينية واضحة، وقد لا تكون مغرية من الناحية الاقتصادية (من حيث الكلفة والمردود) إذا ما قورنت بفرص استثمارية أخرى. ولعل القصور في تنفيذ دراسات الجدوى البيئية الدقيقة من عوائق الاستثمار في مجال تحسين نوعية الوقود وحماية البيئة عموما. ويمكن للحكومات تشجيع الاستثمار في مجال الوقود الأنظف من خلال: (أ) وضع سياسات ذات منحى بيئي مثل الإعفاء من الضرائب على الوقود الأنظف أو تخفيضها وفرض ضرائب وغرامات على الوقود الأكثر تلويثا؛ (ب) تقديم المساعدات والدعم المالي وضمن قروض المشاريع التي تشجع استخدام الوقود الأنظف؛ (ج) إعادة النظر في نظم تسعير المنتجات النفطية وربطها بجودة الوقود؛ (د) وضع وتطوير المعايير والتشريعات ذات الصلة بالوقود الأنظف من خلال الشركاء المعنيين.

ولدى طرح مشاريع الوقود الأنظف (مثل إزالة الرصاص من الغازولين أو خفض تركيز الكبريت في الديزل والغازولين) على جهات التمويل، ينبغي تقديم مقترح المشروع مفصلا ومشتملا على توصيف الإجراءات والآليات وبرنامج التنفيذ، وتحديد الاحتياجات الفنية والتقنيات والمعدات والخبرات اللازمة للتنفيذ، وتقدير القيمة الإجمالية للاستثمارات وبنودها، وتقييم الفوائد المالية المباشرة وغير المباشرة للمشروع، وكذلك الفوائد الناتجة من تحسين الأداء والوفز في الوقود والفوائد البيئية، وتقدير المدة الزمنية لاسترداد الكلفة.

٢- عوائق مؤسسية وهيكلية

يحتاج إنتاج ووقود أنظف واستخدامه إلى تضافر جهود عدد كبير من الشركاء، ومنهم منتجو الوقود، ومصنعو المركبات ومستخدموها، والسلطات التشريعية والتنفيذية ذات الصلة بالنفط والنقل والبيئة، والجمارك، والمعنيون بالتخطيط وتحديد المواصفات والمقاييس. ولذلك يجب تحديد الأدوار وخطط التنفيذ ووضع نظام إداري متكامل للتنسيق بين هذه الأطراف توصلا إلى إنتاج ووقود أنظف واستخدامه.

٣- عوائق فنية وتقنية

كثيرا ما يستلزم تحسين مواصفات الوقود إجراء تعديلات تقنية في نظم مصافي النفط، ويتطلب ذلك خبرة فنية قد تفتقر إليها تلك المصافي. كما إن إيقاف بعض الوحدات لإجراء التعديلات المطلوبة يعد عائقا، لذلك يراعى إدخال تقنيات الوقود الأنظف عند إجراء توسيعات لمصافي النفط وإنشاء مصافي جديدة. ويعتبر الافتقار إلى المعلومات الفنية ذات الصلة بالوقود الأنظف، مثل خواص الوقود وتقنيات مصافي النفط

والأساليب التقنية لخفض الانبعاثات من المركبات وغيرها، من العوائق الفنية التي تحول دون اعتماد وقود أنظف، وكذلك تأهيل محركات المركبات العاملة فنيا وإنتاج سيارات جديدة ملائمة لخواص الوقود الأنظف.

٤ - عوائق متعلقة بقصور الوعي

يمثل عدم الاهتمام بإنتاج الوقود الأنظف، أو قلة هذا الاهتمام، وعدم إحاطة الأطراف المعنية والمجتمع بأسره بموضوع الوقود الأقل تلويثاً، أو الفهم الخاطئ له، عائقاً كبيراً أمام اعتماد وقود أنظف، يرافقه شعور عام لدى المؤسسات والأفراد بأن لا جدوى من المساعي الرامية إلى حماية البيئة، وأن لا داعي لإضاعة الوقت في الشؤون البيئية، وأن هناك أولويات تتقدم على المسائل البيئية. وهنا يبرز دور الإعلام والتوعية بأهمية مفهوم الوقود الأنظف على كل المستويات، ولا ينبغي أن تقتصر التوعية على الحملات الإعلامية الموجهة للجمهور وتشجيعه على التحول إلى الوقود الأنظف، بل يجب أن تشمل التدريب والتثقيف الفني من خلال البرامج التدريبية والندوات العلمية وورشات العمل والمؤتمرات للمهندسين والفنيين، بل ومتخذي القرار في مجال صناعة النفط والسيارات والمجالات الأخرى ذات الصلة بإنتاج الوقود الأنظف واستخدامه. وبذلك فقط تزال الضبابية وتوضح الحقائق الاقتصادية والبيئية والفنية. وكذلك من المفيد تثقيف الشركاء المعنيين وتقديم المعلومات التقنية والفنية المبسطة المتعلقة بإنتاج الوقود الأنظف واستخدامه، وصياغتها بلغة مالية وقانونية تساعد المؤسسات المالية للاستثمار في هذا المجال، فضلاً عن حث صانعي القرار على اعتماد الوقود التقليدي الأنظف، باعتباره عنصراً طبيعياً وأصيلاً في سياسات وخطط إنتاج واستخدام المنتجات النفطية.

والجدير بالذكر أن تصنيف العوائق على النحو الوارد آنفاً، وإن كان يتناول العوائق التي تواجه إنتاج الوقود الأنظف واستخدامها من منظور عام، يبقى شيء من التباين ضمن العوائق المذكورة التي تواجه التطبيقات المختلفة. فالعوائق المؤسسية والهيكلية والعوائق الناجمة عن قصور الوعي، مثلاً، تنعكس على جميع أنشطة ومشاريع التحول إلى الوقود الأنظف، ولكل منها خصوصيته، بينما تتخذ العوائق المالية والاقتصادية وكذلك الفنية والتقنية منحى أكثر تبايناً طبقاً لنوع الوقود وتقنياته. ولذلك نتناول الفقرتان التاليتان عوائق وسبل التحول إلى الغازولين الخالي من الرصاص والتحول إلى الغاز الطبيعي في المركبات، ويضاف إلى ما تقدم أن نتائج الاستبيان الذي أجرته الإسكوا قد أوضح أن هناك عدداً من العوائق المشتركة بين البلدان الأعضاء يتناولها هذا الفصل في الفرع دال.

باء- عوائق وسبل التحول إلى الغازولين الخالي من الرصاص

١- العوائق

من أهم عوائق التحول إلى الغازولين الخالي من الرصاص:

- (أ) الشك في كفاءة بدائل الرصاص؛
- (ب) عدم وضوح تكاليف التحول مقارنة بالفوائد المحققة؛
- (ج) بطء مصافي النفط في إجراء التحول؛
- (د) عدم تحمس مستخدمي السيارات لاستخدام الغازولين الخالي من الرصاص؛
- (هـ) ضعف الدعم الإعلامي والترويجي للتحول؛

(و) وجود بعض الاعتقادات والمفاهيم التي تعرقل التحول منها^(١ و٤): أن المحركات القديمة لا يصلح لها الغازولين الخالي من الرصاص، وشيوع هذا الرأي راجع إلى أن احتواء الغازولين على الرصاص

يكون طبقة على قواعد صمامات المحرك مما يحمي هذه القواعد من التآكل والكسر، وقد عولجت هذه المشكلة؛ أن من الضروري استخدام المحول الحفاز مع الغازولين الخالي من الرصاص، وهذا اعتقاد خاطئ وعكسه صحيح؛ أن استخدام الغازولين الخالي من الرصاص يؤدي إلى زيادة انبعاث المركبات العضوية المتطايرة، وقد يكون ذلك صحيحا إذا ارتفعت نسبة العطريات الكلية والبنزين والأولييفينات في الغازولين، لذلك يجب ضبط نسب تلك المركبات.

٢- سبل التحول

توصلا إلى استخدام الغازولين الخالي من الرصاص، يجب اتباع آلية متكاملة تشمل السبل التالية:

(أ) تطوير مصافي النفط لإنتاج الغازولين الخالي من الرصاص والعمل على تهيئة السيارات من الناحية الفنية لاستخدامه؛

(ب) إيجاد البديل المناسب للرصاص لرفع رقم الأوكتان في الغازولين؛

(ج) وضع وتنفيذ خطة فعالة لنقل الغازولين الخالي من الرصاص وتوزيعه؛

(د) وضع معايير لانبعاثات السيارات وتطوير التشريعات البيئية ووضع سياسات لتسعير الوقود تشجع على التحول إلى الغازولين الخالي من الرصاص؛

(هـ) وضع وتنفيذ برنامج قومي للتوعية الجماهيرية والتشجيع على استخدام الغازولين الخالي من الرصاص^(١٦).

ويراعى ألا تخضع عملية إزالة الرصاص من الغازولين لقرار يتخذ دون النظر في أفضل السبل وإجراء الدراسات اللازمة للتحول.

جيم- عوائق وسبل تشجيع التحول إلى الغاز الطبيعي في المركبات

١- العوائق

من أهم عوائق التحول إلى الغاز الطبيعي:

(أ) ارتفاع كلفة السيارات المصممة للعمل على الغاز الطبيعي، وكذلك كلفة تحويل السيارات العاملة على الوقود السائل إلى الغاز الطبيعي؛

(ب) عدم وجود أو استكمال البنية التحتية للإمداد بالغاز (شبكات الغاز ومحطات الإمداد بالغاز)؛

(ج) وزن أسطوانة الغاز الذي يبلغ حوالي ٩٠ كيلو غراما وشغلها حيزا في السيارة؛

(د) تخوف الجهات المعنية وأصحاب السيارات من عدم استيفاء الغاز لشروط الأمن والسلامة في حالة تشغيل السيارة بالغاز الطبيعي، وهنا يبرز دور التوعية والإعلام في تبديد هذا التخوف.

٢- سبل التشجيع

وتوصلا إلى استخدام الغاز الطبيعي ينبغي اتباع آلية تشمل السبل التالية:

(أ) إنشاء وتطوير البنية الأساسية للغاز الطبيعي وفي مقدمتها تطوير ومد خطوط الغاز؛

(ب) التنسيق والتكامل والعمل من خلال نظام متكامل وتحديد الأدوار بين الأطراف المعنية بالغاز الطبيعي وإمداد السيارات بالغاز، بما في ذلك الشركات المنتجة والموزعة للغاز وشركات تحويل السيارات، ومصنعو السيارات، والسلطات التشريعية والتنفيذية؛

(ج) خفض الضرائب والرسوم الجمركية المترتبة على تقنيات الغاز الطبيعي وقطع الغيار اللازمة لها، والعمل على جلب وتوطين تقنية الغاز الطبيعي في السيارات، ومنها محطات الغاز وملحقاتها، واسطوانات ونظم الغاز؛

(د) العمل على وضع مواصفات قياسية ومعايير لتقنيات الغاز الطبيعي في السيارات، تشمل المحطات وأسطوانات ونظم الغاز مع التركيز على شروط الأمن والسلامة؛

(هـ) إشراك القطاع الخاص في أنشطة التحول إلى الغاز الطبيعي في السيارات؛

(و) اتباع سياسة الحوافز لتشجيع أصحاب السيارات على التحول إلى الغاز الطبيعي، وأهمها: جعل سعر الغاز منافسا للغازولين والديزل؛ خفض تكلفة تحويل السيارات للغاز الطبيعي ومنح تسهيلات لسداد كلفة التحويل عن طريق التقسيط أو السداد من فرق السعر بين الوقود السائل والغاز الطبيعي؛ جعل عملية التمويل ميسرة لأصحاب السيارات؛ خفض كلفة صيانة نظم الغاز وتوفير قطع الغيار لها؛

(ز) البدء بتحويل سيارات الغازولين نظرا للسهولة وانخفاض كلفة تحويلها مقارنة بسيارات الديزل؛

(ح) تطوير التشريعات والقوانين التي تدفع إلى استخدام الغاز الطبيعي في السيارات، بما في ذلك التشريعات البيئية؛

(ط) الاهتمام ببرامج التوعية والإعلام لإبراز الدور الإيجابي للغاز الطبيعي كوقود على مستوى الفرد والمجتمع، مع التركيز على مزايا الغاز الطبيعي على مستوى الأمن والسلامة.

دال- أهم عوائق التحول إلى الوقود الأحفوري الأنظف في دول الإسكوا

استنادا إلى ما ذكر وإلى مجمل آراء عدد من بلدان الإسكوا، جاءت عوائق إنتاج واستخدام الوقود الأنظف مرتبة حسب الأهمية على النحو التالي^(١٣): (١) ارتفاع كلفة الاستثمارات المطلوبة لإنتاج واستخدام وقود أحفوري أنظف، وخاصة كلفة تطوير تقنيات مصافي النفط وتحويل المعدات المستهلكة للوقود (وخاصة المركبات) إلى استخدام الوقود الأنظف؛ (٢) صعوبة تنفيذ تعديلات وإدخال تقنيات متطورة على مصافي النفط القائمة من أجل إنتاج وقود أنظف؛ (٣) غياب التشريعات والقوانين الفعالة المتعلقة بإنتاج واستخدام الوقود الأقل تلويثا؛ (٤) عدم ملاءمة الإطار المؤسسي لإنتاج واستخدام وقود أنظف؛ (٥) عدم توفر التقنيات والخبرات المحلية لإنتاج واستخدام وقود أنظف؛ (٦) غياب التنسيق بين الأطراف ذات الصلة (منتجي الوقود-مصنعي المعدات المستهلكة للطاقة مثل السيارات-مستهلكي الوقود ...)؛ (٧) عدم ملاءمة المعدات الموجودة حاليا من سيارات وغلايات وغيرها لاستخدام وقود متطور أنظف؛ (٨) ضعف الوعي بمشاكل التلوث وأضراره؛ (٩) الافتقار إلى المعلومات والبيانات والأجهزة المتعلقة بالوقود الأنظف.

هاء- مصادر تمويل مشاريع الوقود الأحفوري الأنظف

تبين مما سبق أن عدم توفير مصادر التمويل هو العائق الرئيسي للتحول إلى وقود أحفوري أنظف في بلدان الإسكوا، ويمكن للدولة تأمين التمويل من مصادر ذاتية أو من خلال البحث عن جهات مانحة. ويراعى تحقيق الشروط المطلوبة حتى تتمكن الدولة من الاستفادة من الجهات المانحة، وفيما يلي ثلاثة مصادر يمكن من خلالهما تمويل مشاريع الوقود الأحفوري الأنظف.

١ - آلية التنمية النظيفة

يتولى إدارة الآلية مجلس تنفيذي مؤلف من عشرة أعضاء يمثلون مجموعات الأمم المتحدة الخمس (أفريقيا، وآسيا، وأمريكا اللاتينية والكاريبي، ووسط وشرق أوروبا، ومجموعة الدول الصناعية). وللمجلس أن يعتمد هيئات مستقلة تتولى التحقق من المشاريع المقترحة للاستفادة من الآلية، وكذلك التحقق من نتائج خفض الانبعاثات وإصدار الشهادات وحفظ السجلات المتعلقة بهذه المشاريع. وقد حدد بروتوكول كيوتو عددا من المعايير التي يفترض أن تحققها المشاريع المؤهلة للاستفادة من هذه الآلية ومنها: (أ) أن يحقق المشروع المقترح خفضا في الانبعاثات؛ (ب) أن يكون المشروع متوافقا مع أهداف التنمية المستدامة للدولة مما يعني أن تكون للمشروع أبعاد اجتماعية (مثل تحسين ظروف المعيشة، والحد من الفقر، وتحقيق المساواة)، وأبعاد اقتصادية تحقق ريعا ماليا يساهم بأثر إيجابي في ميزان المدفوعات، وأبعاد بيئية منها الحد من الانبعاثات والمحافظة على المصادر المحلية، مع تحقيق فوائد صحية وبيئية والتوافق مع سياسات الطاقة والبيئة.

وتمول المشاريع من القروض والمنح، ويمول جزء منها من بيع شهادات خفض الانبعاثات. ومن المجالات التي تغطيها آلية التنمية النظيفة استخدام الوقود الأحفوري الأنظف؛ وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في قطاعات الاستهلاك النهائي وقطاعات الإنتاج؛ واستخدام تقنيات الطاقة المتجددة. ويشترط للاستفادة من آلية التنمية النظيفة أن تستوفي المشاركة ثلاثة شروط رئيسية هي: المشاركة الطوعية؛ وتأسيس هيئة وطنية لآلية التنمية النظيفة؛ والمصادقة على بروتوكول كيوتو. ويجري تنفيذ أي مشروع تشملته آلية التنمية النظيفة وفق مراحل محددة تبدأ بإعداد وثيقة المشروع وتنتهي بالتحقيق من النتائج واعتمادها.

ويتوفر العديد من الوثائق والدراسات حول آلية التنمية النظيفة ويعتبر الدليل الذي أعده برنامج الأمم المتحدة للبيئة من أهم هذه الوثائق، فهو يقدم شرحا وافيا عن الآلية. ويمكن الاطلاع على التفاصيل المتعلقة بآلية التنمية النظيفة وسبل الاستفادة منها من خلال بعض المواقع على الإنترنت ومنها:

<http://carbonfinance.org> Carbon Finance at the World Bank -
[http://www.cd4cdm.org/UNEP RISØ Centre](http://www.cd4cdm.org/UNEP_RISØ_Centre) -

٢- مرفق البيئة العالمي

هو جهاز مالي مستقل يساعد البلدان على التصدي لمشاكل البيئة العالمية من خلال تزويد البلدان النامية بمنح تمكنها من تمويل المشاريع التي تحمي البيئة العالمية وتقدم منافع أساسية ومستدامة للمجتمعات المحلية. ويعتمد المرفق على القدرات الإدارية للمنظمات التنفيذية الثلاث المتمثلة في برنامج الأمم المتحدة الإنمائي وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة والبنك الدولي. ويبلغ عدد الدول الأعضاء في مرفق البيئة العالمي ١٧٦ دولة، ويعمل على تعزيز فرص التعاون وتمويل العمليات الرامية إلى التصدي لأربعة تهديدات رئيسية تشكل خطرا جسيما على البيئة العالمية، وهي فقدان التنوع البيولوجي، وتدهور المياه الدولية، وتآكل طبقة الأوزون، وتغير المناخ. ويسعى إلى تحقيق عدد من الأهداف تتماشى مع أهداف مشاريع الوقود الأحفوري الأنظف، منها إزالة العقبات التي تعوق تحقيق كفاءة الطاقة والمحافظة عليها، تخفيض التكاليف الطويلة الأجل المتعلقة بالطاقة التي تصدر قدرا أقل من الغازات الحافظة للحرارة، ودعم تطور النقل المستدام.

وهناك عدد من الشروط التي يجب استيفاؤها لتمويل المشاريع هي: (أ) أن يجسد أي مشروع أولويات البلد المعني، ويستوفي اعتباراته، ويحظى بموافقة حكومته، وأن يصادق على المشروع المقترح الشخص الرئيسي المكلف بالاتصال نيابة عن صندوق المرفق أو مركز التنسيق في البلد المعني؛ (ب) أن يصمم مقترح المشروع بحيث يوضح المشكلة، وماذا يحدث في حال عدم تنفيذ المشروع، ولا سيما بدون مساندة من المرفق، وما الذي سينجز عن طريق اشتراك المرفق في هذا المشروع، مع توضيح الفرق بين السيناريو الأول أي مع مساندة من المرفق والسيناريو الثاني أي بدون مساندة من المرفق؛ (ج) أن يراعي المشروع قابلية المحاكاة وتكون الخبرة العملية المكتسبة من خلال المشروع قابلة للنقل إلى مشاريع وبلدان أخرى.

وتقدم مقترحات المشاريع إلى أمانة المرفق عن طريق ملء طلبات وتقديم مستندات خاصة حسب نوع التمويل المطلوب. وتتضمن الطلبات عادة معلومات عن نوعية المشروع وتأثيره الإيجابي المتوقع على البيئة، ومدة تنفيذ المشروع، والموافقة الحكومية والدعم المادي المطلوب. وكذلك يجب تقديم ملخص تنفيذي عن المشروع يتضمن كل هذه المعلومات. وتتولى أمانة المرفق مراجعته الطلب والتأكد من استيفائه كل شروط الأهلية المطلوبة، ثم يعرض الطلب على لجان علمية متخصصة تتولى دراسته، وتقديم الملاحظات والتوصيات اللازمة إلى الأمانة. ولمزيد من المعلومات يمكن دخول موقع مرفق البيئة العالمي على الإنترنت: www.gefweb.org

٣- الشراكة من أجل وقود وسيارات أنظف

هي شراكة عالمية أقرها مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، تعني أساسا بمعالجة تلوث الهواء بسبب السيارات في المناطق الحضرية، وذلك من خلال السعي إلى التخلص من الغازولين المحتوي على الرصاص، وخفض نسبة الكبريت في الديزل والغازولين، مع الاتجاه إلى استخدام تكنولوجيات نظيفة للطاقة في السيارات. وقد خصصت حكومة الولايات المتحدة الأمريكية مبلغ ٤ر ١ مليون دولار أمريكي لصالح الشراكة من أجل وقود

وسيارات أنظف. وتركز هذه الشراكة على ما يلي: (أ) مساعدة الدول النامية في وضع خطط عمل لاستكمال التخلص من الغازولين المحتوي على الرصاص وخفض تركيز الكبريت في الغازولين والديزل؛ (ب) دعم تطوير واعتماد معايير ومتطلبات الوقود والسيارات الأنظف وذلك من خلال توفير قاعدة لتبادل الخبرات والممارسات الناجحة، وكذلك تقديم المساعدات التقنية بين البلدان المتقدمة والبلدان النامية؛ (ج) إتاحة مواد إعلامية للجماهير، وبرامج تعليمية، وتنظيم حملات توعية، وتعديل الأدوات الاقتصادية والتخطيطية بحيث تناسب الوقود والسيارات الأنظف، مع التركيز على موضوع غش الوقود؛ (د) تشجيع ورعاية الشراكات الرئيسية بين الحكومات والصناعات والمنظمات غير الحكومية والجماعات الأخرى المهتمة بالموضوع سواء على مستوى البلد أم بين البلدان، وذلك لتسهيل تطبيق الالتزامات المتعلقة بالوقود والسيارات الأنظف. والجدير بالذكر أن الشراكة من أجل وقود وسيارات أنظف، التي تقودها الولايات المتحدة الأمريكية والوكالة الأمريكية لحماية البيئة، تشمل كذلك عددا كبيرا من الدول، وهيئات القطاع الخاص، والمجتمع المدني، ومنظمات وهيئات دولية منها إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية التابعة للأمم المتحدة، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ومنظمة الصحة العالمية. ولمزيد من المعلومات يمكن دخول الموقع الخاص بالشراكة على الإنترنت: <http://www.unep.org/pcf/main/main.htm>

سابعاً- الخلاصة والتوصيات

تناولت هذه الدراسة أهم خواص الوقود الأحفوري والوضع الراهن لمواصفاته عالمياً وفي بلدان الإسكوا والتباين بين المستويين، وأساليب تحسين مواصفاته وأثر ذلك في الانبعاثات، وتقييم إمكانات مصافي النفط وقدراتها الحالية على إنتاج وقود أنظف في بلدان الإسكوا، بالإضافة إلى التحول إلى الغاز الطبيعي باعتباره أحد مصادر الوقود الأحفوري الأنظف، ومناقشة المكاسب الاقتصادية والبيئية لاستخدام الوقود الأحفوري الأنظف في قطاعات مختارة، وعوائق تنفيذ مشاريع الوقود الأحفوري الأنظف، ومصادر تمويلها.

ألف- الخلاصة

١- مواصفات وتقنيات تحسين جودة الوقود في دول الإسكوا

لدى استعراض المواصفات الفنية وتقنيات تحسين جودة الوقود ومقارنتها بالمواصفات العالمية تبين ما يلي:

(أ) وجود تباين بين مواصفات الوقود في بلدان الإسكوا والمواصفات القياسية العالمية، وخاصة من حيث ارتفاع تركيز الكبريت في كل من الديزل والغازولين وزيت الوقود، وانخفاض رقم السيستان في الديزل في بعض البلدان، وارتفاع نسبة العطريات والنيتروجين والأوليفيات والبنزين، واستمرار عدد من بلدان الإسكوا في استخدام الغازولين المحتوي على الرصاص كلياً أو جزئياً، وقد تبين أن بعض خصائص الوقود المنتج في بعض بلدان الإسكوا أفضل مما تحدده المواصفات المحلية المعتمدة، وأن هذه البلدان تفتقر إلى مواصفات موحدة فيما بينها، باستثناء بلدان مجلس التعاون الخليجي التي تسعى إلى توحيد مواصفاتها؛

(ب) عدم انفصال العوامل المحددة لمواصفات الوقود عن بعضها، فتحسين أحد خواص الوقود ربما لا يتفق مع خاصية أخرى، ولذلك تحدد المواصفات المثالية للوقود، نتيجة للموازنة بين جميع العوامل للتوصل إلى مواصفات تحقق أقل قدر من الانبعاثات، وأعلى كفاءة للألية المستهلكة، للوقود وأدنى كلفة في التطبيق؛

(ج) ضبط محركات الغازولين في بعض بلدان الإسكوا يمكن أن يحقق وفراً في الوقود يصل إلى ١٥ في المائة، ومراقبة أداء المحركات وضبطها وصيانتها يتكامل مع تحسين مواصفات الوقود من حيث المؤثرات البيئية، والتوصل إلى كل من الوقود الأنظف والمحرك الأقل تلويثاً هي مهمة مشتركة يجب تنفيذها من خلال التعاون بين كل من مصافي النفط وصانعي المحركات ومستخدميها؛

(د) تقاس كفاءة مصافي النفط في إنتاج الوقود الأنظف بارتفاع نسبة المنتجات الخفيفة البيضاء (مثل الغازولين والكيروسين والديزل) وانخفاض نسبة المنتجات الثقيلة السوداء (مثل زيت الوقود الثقيل والأسفلت)، وأوضحت الدراسة أن نسبة المنتجات البيضاء في معظم المصافي في بلدان الإسكوا تتراوح بين ٥٠ و ٦٥ في المائة من الخامات النفطية التي يجري تكريرها، بينما تتراوح هذه النسبة في البلدان المتقدمة بين ٨٣ و ٩١ في المائة، مما يشكل تحدياً أمام مصافي النفط في بلدان الإسكوا للعمل على زيادة إنتاجها من المنتجات البيضاء.

٢- المؤشرات الاقتصادية والبيئية لإنتاج واستخدام الوقود الأحفوري الأنظف في بلدان الإسكوا

بينت الدراسة أن حماية البيئة من التلوث عن طريق استخدام وقود أنظف ذي مواصفات محسنة، هو أكثر فعالية من الطرق الأخرى التي تعالج الملوثات بعد تكوينها، وإن لتحسين مواصفات الوقود تأثيراً إيجابياً كبيراً على البعدين البيئي والاقتصادي، فالتأثير على البعد البيئي هو نتيجة مباشرة لتخفيض الانبعاثات بسبب تحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية للوقود، ونتيجة غير مباشرة لتعزيز فعالية تقنيات الحد من الملوثات، والتأثير على البعد الاقتصادي هو نتيجة لرفع كفاءة المحركات وغيرها من معدات الاحتراق، مما يؤدي إلى ترشيد استهلاك الوقود وتخفيض تكاليف الصيانة، وقد توصلت الدراسة إلى عدد من المؤشرات الاقتصادية والبيئية لإنتاج واستخدام الوقود الأحفوري الأنظف أهمها:

(أ) تشير التقديرات إلى أنه إذا انخفض تركيز الكبريت في الديزل المستهلك في قطاع النقل باستخدام الهدرجة إلى ٣٠٠٠ جزء في المليون، تكون الكلفة الإجمالية لهذا الخفض ٨٣٥ مليون دولار، وإذا انخفض إلى ١٠٠٠ جزء في المليون، يقدر أن تبلغ الكلفة ١٥١ مليون دولار، وإذا انخفض إلى ٥٠٠ جزء في المليون تكون الكلفة ١٧٥ مليون دولار، وإذا انخفض إلى ٥٠ جزء في المليون تصل الكلفة إلى ٤٧٥ مليون دولار، وتقدر الكلفة الإجمالية لخفض الكبريت في الغازولين المستخدم في قطاع النقل إلى ٣٠ جزءاً في المليون بحوالي ٢٢٦٧٥ مليون دولار؛

(ب) تشير التوقعات إلى تحقيق مكاسب اقتصادية هامة من استخدام الغازولين الخالي من الرصاص في قطاع النقل في بلدان الإسكوا، ومن هذه المكاسب الوفرة في صيانة المركبات الذي يصل إلى حوالي ٢٠٧ ملايين دولار/سنة، وتبلغ الكلفة الإجمالية لإزالة الرصاص من الغازولين في هذا القطاع ٤٩٣ مليون دولار، وتبلغ فترة استرداد الكلفة ٠٫٢٤ سنة إذا كانت كلفة الإزالة ٠٫٥ سنت/لتر، أما إذا ارتفعت كلفة الإزالة إلى ٢ سنت/لتر، ترتفع الكلفة الإجمالية إلى ١٩٧ مليون دولار وتتبعها زيادة فترة استرداد الكلفة إلى ٠٫٩٥ سنة، هذا باستثناء المردود الاقتصادي والاجتماعي لتحسن الصحة العامة الناتج من استخدام الغازولين الخالي من الرصاص؛

(ج) يقدر الوفرة المتوقع في الوقود المستهلك في قطاع النقل نتيجة لتحسين مواصفات الغازولين بحوالي ٢٣ مليون طن مكافئ نפט سنوياً (٦٧ في المائة)، وحوالي ٢٤ مليون طن مكافئ نפט سنوياً (١٤ في المائة) للديزل، بما يعادل ٩٢ في المائة من كمية الغازولين والديزل المستهلكين في قطاع النقل في بلدان الإسكوا؛

(د) طبقاً لدراسة حالة التحول إلى الغاز الطبيعي في مصر، تبين أن التحول من زيت الوقود إلى الغاز الطبيعي يحقق وفراً في زيت الوقود المستهلك في قطاع الصناعة بنسبة ٨٤ في المائة، وحوالي ٧٤ في المائة في حالة التحول من الديزل إلى الغاز، ومتوسط فترة استرداد كلفة التحول من الديزل إلى الغاز حوالي ٠٫٣١ سنة، ومن زيت الوقود إلى الغاز ٣١٩ سنة، كما إن استخدام الغاز الطبيعي في المركبات يقلل كلفة الصيانة بنسبة ٣٥ في المائة تقريباً، وتتراوح فترة استرداد كلفة تحويل مركبات الغازولين إلى الغاز الطبيعي بين ٤ أشهر و ١٩٢ شهراً وذلك طبقاً للكيلومترات المقطوعة يومياً؛

(٥) تبين أن تحسين مواصفات الوقود ينعكس إيجاباً على تخفيض انبعاثات المحركات في نتيجة مباشرة لتحسين الخواص الكيميائية والفيزيائية للوقود، ونتيجة غير مباشرة لتحسين أداء تقنيات الحد من الملوثات، وتحسين أداء المحركات ومن ثم ترشيد استهلاك الوقود، وبالتالي تقليص الانبعاثات، وبناء على ذلك، قدرت نسبة انخفاض الانبعاثات من قطاع النقل بنسبة ٦٨ في المائة لثاني أكسيد الكربون، و ١٧٢ في المائة لأكاسيد النيتروجين، و ٣٩٢ في المائة لأول أكسيد الكربون، و ٣٥ في المائة للجزيئات الدقيقة، و ٢٢٧ في المائة

للدهيدروكربونات غير المحترقة نتيجة لتحسين مواصفات الغازولين، وبنسبة ١٤٧ في المائة لثاني أكسيد الكربون، و١٦ في المائة لأكسيد النيتروجين، و٥٤ في المائة لأول أكسيد الكربون، و٤٢٣ في المائة للجزيئات الدقيقة، و٥٦ في المائة للدهيدروكربونات، و٣٨٧ في المائة للمركبات العضوية المتطايرة نتيجة لتحسين مواصفات الديزل؛

(ز) يحقق التحول من الوقود السائل إلى الغاز الطبيعي مكاسب بيئية هامة، منها تخفيض ثاني أكسيد الكربون بمقدار ٢٧٧ في المائة في حالة التحول من الديزل إلى الغاز الطبيعي في قطاع الصناعة، وحوالي ٣٢٧ في المائة في حالة التحول من زيت الوقود إلى الغاز الطبيعي.

٣- عوائق إنتاج واستخدام الوقود الأحفوري الأنظف في دول الإسكوا

يواجه إنتاج واستخدام الوقود الأنظف عوائق أهمها: (أ) حجم الاستثمارات المطلوبة؛ (ب) صعوبة تنفيذ تعديلات وإدخال تقنيات متطورة على مصافي النفط؛ (ج) القصور في التشريعات والقوانين وتفعيلها؛ (د) عدم ملاءمة الإطار المؤسسي؛ (هـ) عدم توفر التقنيات والخبرات المحلية؛ (و) انعدام التنسيق بين الأطراف ذات الصلة (منتجي الوقود، مصنعي السيارات، مستهلكي الوقود...); (ز) عدم ملاءمة المعدات العاملة حالياً وأولها السيارات لاستخدام وقود متطور أنظف؛ (ح) الافتقار إلى الوعي بمشاكل التلوث وأضرارها؛ (ط) الافتقار إلى المعلومات والبيانات والأجهزة المتعلقة بالوقود الأنظف.

وتبين أن معرفة متطلبات وتقنيات إنتاج الوقود الأنظف، وتحديد العوائق وكيفية التغلب عليها، وتحديد المهام وتوزيعها على الجهات المعنية، ووضع أولويات التنفيذ بناء على معايير محددة، هي نقاط البداية لإنتاج واستخدام وقود أحفوري أنظف. والدروس المستفادة من التجارب الناجحة التي طبقت عالمياً لتحسين جودة الوقود خلال ثلاثة عقود مضت تؤكد إمكانية تحقيق تقدم ملموس في بلدان الإسكوا إذا ما اتخذت التدابير اللازمة في هذا المجال.

باء- التوصيات

خلصت الدراسة إلى التوصيات التالية:

١- يقترح تحسين مواصفات الوقود طبقاً للتوجه العالمي، وفق ما يلي:

(أ) الغازولين: خفض الضغط البخاري إلى ٥٠ كيلوغرام/سنتيمتر مربع، ونسبة العطريات إلى ٢٥ في المائة بالحجم، ونسبة البنزين إلى واحد في المائة بالحجم، ونسبة الأوليفينات إلى ٤٣ في المائة بالحجم، وتركيز الكبريت إلى ٤٠ جزءاً في المليون، وتركيز الأكسجين إلى نسبة تتراوح بين ٢ و٢٧ في المائة بالوزن، والتخلص من الرصاص واستخدام المركبات الأكسجينية، وخاصة مركب ميثيل ثلاثي بيوتيل إيثر (MTBE) لرفع رقم الأوكتان؛

(ب) الديزل: رفع رقم السيتان إلى أكثر من ٥١، وخفض تركيز الكبريت ليتراوح بين ٥٠٠ و٥٠ جزءاً في المليون، والمركبات العطرية إلى ١٠ في المائة بالحجم، والنيتروجين إلى نسبة تتراوح بين ١٠ و٢٠ جزءاً في المليون، والعطريات المتعددة الحلقات إلى واحد في المائة بالحجم، والوزن النوعي عند حرارة ١٥ درجة مئوية إلى ٠،٨٥٥، وحرارة استرجاع نسبة ٩٥ في المائة بالحجم من المقطر إلى ٣٦٠ درجة مئوية؛

(ج) زيت الوقود: خفض تركيز الكبريت للاستخدام المدني إلى ٠.٢ في المائة، وللاستخدام الصناعي إلى ٢ في المائة، وللاستخدام البحري إلى ٤ في المائة بالوزن، ومن المتوقع تخفيضها مستقبلاً إلى ٠.١ في المائة و١ و٤ في المائة في الاستخدامات الثلاثة على الترتيب؛ وخفض نسبة النيكل إلى ٢٠ جزءاً في المليون للاستخدام الصناعي؛ وخفض مجموع كل من الألومنيوم والسيكون إلى ٨٠ جزءاً في المليون، وخفض نسبة المعادن الأخرى، مثل الفاناديوم والفوسفور والحديد والمنغنيز، إلى أقل قدر ممكن؛ وخفض نسبة الأسفلتين والعطريات الكلية وتعديل اللزوجة وخفض نقطة الانسكاب.

٢- تقترح مراجعة وتحديث ما صدر من مواصفات قياسية وتشريعات خاصة بتحسين مواصفات الوقود والحد من انبعاثاته، مع مراعاة تحقيق التجانس والتكامل بين هذه المواصفات في البلد، والعمل على تطبيقها مع مراعاة المتطلبات المالية والآثار الاجتماعية والظروف والإمكانات المتاحة، على أن تتماشى معايير انبعاثات المركبات مع معايير ومواصفات الوقود وتتناسق معها.

٣- بذل مزيد من الجهود لتطوير تقنيات صناعة النفط في بلدان الإسكوا لمواجهة التطورات المتوقعة، مع متابعة التطورات الفنية العالمية في مجال تقنيات مصافي النفط ومعالجة الوقود واستخدام الإضافات من أجل إنتاج وقود أنظف بأقل كلفة ممكنة، ويراعى أن تجرى التطويرات والتعديلات المطلوبة لمصافي النفط وفق برامج زمنية محددة، ويمكن خفض التكاليف إذا جرت عمليات التطوير بالتزامن مع تنفيذ التوسيعات المطلوبة، وأيضاً عند إنشاء مصاف جديدة.

٤- دعم برامج التوعية الجماهيرية، مع تخصيص ميزانيات مالية وتغطية إعلامية أوسع، لما لتلك البرامج من دور أساسي في الترويج لاستخدام الوقود الأنظف، وتعزيز مشاركة جمعيات ومؤسسات المجتمع المدني في هذا المجال.

٥- دعم التعاون الثنائي والإقليمي بين البلدان الأعضاء في الإسكوا، والعمل على الاستفادة من الخبرات المتراكمة لدى البلدان التي تملك خبرة في مجال الوقود الأنظف وما يتعلق به من تقنيات وإضافات، وفيما يلي بعض مجالات التعاون:

(أ) الاستفادة من تجارب البلدان التي قطعت شوطاً في تحسين مواصفات الغازولين والديزل (بلدان مجلس التعاون الخليجي)، توفيراً للوقت والجهد وتفادياً لعوائق التحول التي مرت بها تلك البلدان؛

(ب) تعميم محاولة بلدان مجلس التعاون الخليجي في وضع مواصفات موحدة للوقود على بلدان الإسكوا، والعمل على إصدار مواصفات قياسية موحدة كما هي الحال في بلدان الاتحاد الأوروبي التي تصدر مواصفات اليورو؛

(ج) تطوير الصناعات ذات الصلة بتقنيات الوقود الأحفوري الأنظف، وخاصة تكنولوجيات الحد من التلوث وإضافات الوقود، التي تملك بعض بلدان الإسكوا المواد الخام والخبرات اللازمة لإنتاجها، والعمل على تعظيم الاستفادة من مركب MTBE المنتج في منطقة الشرق الأوسط، والبالغ أكثر من ١٠٠ ٠٠٠ برميل في اليوم^(٣٨)، واستخدامه بدلاً من مركبات الرصاص في الغازولين؛

(د) التنسيق والتكامل والتخطيط المستقبلي بين مصافي النفط وبين الصناعات البتروكيمياوية، وذلك للاستفادة القصوى من المقطرات الثقيلة المنتجة من المصافي وإدخالها في مراحل معالجة لإنتاج منتجات خفيفة أقل تلويثاً.

٦- الاهتمام بتنفيذ برامج فحص وضبط محركات المركبات في موازاة جهود تحسين مواصفات الوقود، ووضع البرامج التدريبية وتنظيم ورشات العمل في هذا المجال؛

٧- يمكن أن يكون للآلية الإقليمية لتطوير استخدامات الطاقة من أجل التنمية المستدامة في الإسكوا دور في تفعيل التعاون بين بلدان الإسكوا، وإيجاد جمعية ممثلة للمجتمع المدني في هذه البلدان لعرض الآراء والرؤى والاقتراحات ذات الصلة بالوقود الأحفوري الأنظف على غرار الجمعية الآسيوية للوقود النظيف التي تعنى بقضايا الوقود الأنظف.

المراجع

- (١) د. حمدي أبو النجا، أوضاع الوقود النظيف في دول مجموعة الإسكوا (الوضع الراهن، المواصفات، تحسين الإنتاج، الفوائد، التكاليف)، تقرير استشاري مقدم إلى الإسكوا، حزيران/يونيو ٢٠٠٤.
- (٢) مأمون عيسى حليبي، مستقبل صناعة تكرير النفط عربيا وعالميا ودور البحث العلمي في تطويرها، ورقة مقدمة في مؤتمر الطاقة العربي السابع، القاهرة، ١١-١٤ أيار/مايو ٢٠٠٢.
- (٣) مؤتمر الطاقة العربي السابع، الأوراق القطرية للدول الأعضاء في الإسكوا، القاهرة، ١١-١٤ أيار/مايو ٢٠٠٢.
- (٤) Environmental Protection Agency (EPA). *Implementer's Guide to Phasing Out Lead in Gasoline*. USA, March 1999.
- (٥) Woo, Clarence. *Clean Gasoline Trends in East Asia*. Paper presented at seminar on Clean Fuels and Vehicles in Western Asia and North Africa, held at ESCWA, Beirut, 17-19 March 2004.
- (٦) Walsh, M.P. *Beyond Lead: The Sulfur Challenge*. Paper presented at seminar on Clean Fuels and Vehicles in Western Asia and North Africa, held at ESCWA, Beirut, 17-19 March 2004.
- (٧) Gwilliam, K et al. *Reducing Air Pollution from Urban Transport*. Working Paper No. 30425. The World Bank, 2004. <http://www.cleanairnet.org/cai/1403/article-56396.html>.
- (٨) Blumberg, K.O. et al. *Low-Sulfur Gasoline & Diesel: The Key to Lower Vehicle Emissions*. Paper prepared for the International Council on Clean Transportation, May 2003. Website: <http://www.walshcarlines.com/mpwdocs.html>.
- (٩) NOYES DATA CORPORATION. *Boiler Fuel Additives for Pollution Reduction and Energy Saving*, Park Ridge, New Jersey, USA, 1978.
- (١٠) Lucas, A.G. [Ed.] *Modern Petroleum Technology - Volume 2: Downstream*, Published on behalf of the Institute of Petroleum, John Wiley & Sons, Ltd.
- (١١) منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، تطور صناعة التكرير في الدول العربية خلال التسعينات، إعداد إدارة الشؤون الفنية، الكويت، تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٠٠.
- (١٢) سامر توفيق حتامله، الاحتياجات والإجراءات المطلوبة في المملكة الأردنية الهاشمية للتقليل من مادة الرصاص في البنزين ومادة الكيريت في مادة البنزين والديزل، ورقة مقدمة في الحلقة الدراسية حول الوقود النظيف ووسائل النقل البري في دول عربي آسيا وشمال أفريقيا، بيروت، ١٧-١٩ آذار/مارس ٢٠٠٤، (E/ESCWA/SDPD/2004/WG.2/6).
- (١٣) استبيان حول استخدامات الوقود الأحفوري الأنظف في قطاعات مختارة بدول الإسكوا، ٢٠٠٤.
- (١٤) Asian Clean Fuel Association. *Asian Biofuels Developments*. ACFA NEWS. Volume 2, Issue 9, 27 September 2004. Website: www.acfa.ws.
- (١٥) مصر، جهاز شؤون البيئة، القانون رقم ٤ لسنة ١٩٩٤، بإصدار قانون في شأن حماية البيئة ولائحته التنفيذية، القاهرة، الهيئة العامة لشؤون المطابع الأميرية، ١٩٩٧.

- (١٦) Lesemann, M. & Schult, C., Noncapital Intensive Technologies Reduce FCC Sulfur Content- Part 1, *Hydrocarbon Processing*, Vol. 82, Number 2, pp. 69-76, February 2003.
- (١٧) Walsh, M.P. *The Need for and Benefits of Elimination Lead from Gasoline*. Paper presented in Montevideo, Uruguay, June 2002. <http://www.walshcarlines.com/pdf/montevideo.pdf>.
- (١٨) وزارة الدولة لشؤون البيئة، جهاز شؤون البيئة، التقرير الشهري عن نوعية الهواء في مصر، آذار/مارس ٢٠٠٤.
- (١٩) عادل الغمري، البدائل المختلفة للتخلص من الرصاص في بنزين السيارات، مجلة البترول، وزارة البترول، مصر، أيلول/سبتمبر ١٩٩٦.
- (٢٠) Asian Development Bank. *Cleaner Fuels: Policy Guidelines for Reducing Vehicles Emissions in Asia*. Manila, 2003, http://www.adb.org/Documents/Guidelines/Vehicle_Emissions/cleaner_fuels.pdf.
- (٢١) Executive Summary, *Fuel Sulphur Content*, CEMT/CM/ENV(2001)11/FINAL <http://www1.oecd.org/cem/online/council/2001/CM0111Fe.pdf>.
- (٢٢) *The Petroleum Handbook*, Sixth Edition, (Compiled by staff of the Royal Dutch/Shell Group of Companies). Elsevier, 1983.
- (٢٣) United Nations, Economic and Social Commission for Western Asia. *Options and Opportunities for Greenhouse Gas Abatement in the Energy Sector of ESCWA Region. Volume I: The Transport Sector*. November 2001, (E/ESCWA/ENR/2001/15 (Vol.I)).
- (٢٤) Dyer, D. *Boiler Efficiency Improvement*. Boiler Efficiency Institute, 1991, Alabama, USA. Website: <http://www.boilerinstitute.com>.
- (٢٥) سمير عطية الموافي، التحكم في انبعاثات وسائل النقل: أضواء على التجربة المصرية، ورقة مقدمة في الحلقة الدراسية حول الوقود النظيف ووسائل النقل البري في دول غربي آسيا وشمال أفريقيا، بيروت، ١٧-١٩ آذار/مارس ٢٠٠٤، (E/ESCWA/SDPD/2004/WG.2/5).
- (٢٦) رندا الربضي، دراسة تقييم الاحتياجات والوسائل والعمليات المطلوبة للتقليل من مادة الرصاص في البنزين ولتقليل مادة الكبريت من البنزين والديزل: الإجراءات المتبعة في المملكة الأردنية الهاشمية الخاصة بالفحص الفني للمركبات، ورقة مقدمة في الحلقة الدراسية حول الوقود النظيف ووسائل النقل البري في دول غربي آسيا وشمال أفريقيا، بيروت، ١٧-١٩ آذار/مارس ٢٠٠٤.
- (٢٧) المملكة العربية السعودية، البرنامج الحديث للفحص الفني الدوري للسيارات، ورقة مقدمة في الحلقة الدراسية حول الوقود النظيف ووسائل النقل البري في دول غربي آسيا وشمال أفريقيا، بيروت، ١٧-١٩ آذار/مارس ٢٠٠٤.
- (٢٨) فريد شعبان، نحو تخفيف انبعاثات الرصاص والكبريت من قطاع النقل البري في لبنان، ورقة مقدمة في الحلقة الدراسية حول الوقود النظيف ووسائل النقل البري في دول غربي آسيا وشمال أفريقيا، بيروت، ١٧-١٩ آذار/مارس ٢٠٠٤، (E/ESCWA/SDPD/2004/WG.2/3).
- (٢٩) مصر، مكافحة التلوث بالرصاص: تكنولوجيا نظيفة، مشروع تحسين هواء القاهرة، مطوية.
- (٣٠) الهيئة المصرية العامة للبترول، إدارة تخطيط الإنتاج، الخام المقطر والمنتجات بمعامل التكرير في مصر، تموز/يوليو ٢٠٠٢ - حزيران/يونيو ٢٠٠٣، إصدار ٢٠٠٤.
- (٣١) مأمون حليبي وحسن قبازرد، "بدائل الوقود واقتصادياتها"، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد الثلاثون، العدد ١٠٨،

شتاء ٢٠٠٤، الأمانة العامة لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك).

Kandil, S. *Fuel Substitution of Oil with Natural Gas in Industrial Sector*, OECP Final Report – (٣٢)
Part II, Programme for Support of National Action Plan (SNAP), Cairo, April 1997.

Walsh, M.P. *Lead Free and Sulfur Free – The Keys to Clean Air and Energy Efficiency*. (٣٣)
Presentation at the Seminar on Clean Fuels and Vehicles in Western Asia and North Africa, Beirut,
17–19 March 2004.

Canfield, R. L *et al.* Intellectual impairment in children with blood lead concentrations below 10 (٣٤)
(mu)g per deciliter. *New England Journal of Medicine*, Vol. 348, Issue 16, p 1517-1526, 17/04/
2003, Boston, USA.

Asian Clean Fuels Association. *MTBE as a Performance Gasoline – Blending Component*, ACFA (٣٥)
News, Vol. 2, Issue 3, 25 March 2004. Website: www.acfa.ws.

Intergovernmental Panel on Climate Change, National Greenhouse Gases Inventories Programme, (٣٦م)
Emission Factor Database (EFDB). Website: [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/
find_ef_sl.php](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/find_ef_sl.php).

تقرير وتوصيات حلقة العمل حول الإنتاج الأنظف، أبو ظبي، ٢٢-٢٤ آذار/مارس ٢٠٠٤، الإمارات العربية المتحدة. (٣٧)

سعد الله الفتحي، "مستقبل مادة ميثيل ثلاثي بيوتيل إيثر ومقارنتها بمحسّنات الغازولين الأخرى"، مجلة النفط والتعاون (٣٨)
العربي، المجلد الثلاثون، العدد ١٠٥، ٢٠٠٣. الأمانة العامة لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول.

المرفق الأول

إضافات الوقود

الجدول (أ-١) - التركيب الكيميائي ونسب الاستخدام لأهم إضافات وقود الغازولين وما تحدثه من تأثير

نوع الإضافات	أهم التركيبات الكيميائية المنتجة عالمياً	حدود ونسب الاستخدام في وقود الغازولين	ما تحدثه من تأثير على المحرك والوقود
محسّنات رقم الأوكتان	المركبات الأوكسجينية مثيل ثلاثي بيوتيل اثير (MTBE)	٥-٧ في المائة بالوزن	خفض معدلات خبط المحرك. خفض انبعاث الملوثات
إضافات التنظيف	الامينات الحامضية الامينات العضوية مركبات الارثو فرسفات	١٢-١٢٠ ج ف م	إزالة الرواسب من غرفة الاحتراق والرشاشات والصمامات ... إلخ
إضافات التشييت	امينات البولي بيوتين امينات البولي اثير الكيلات السيكسينميد	٢٠-٦٠ ج ف م	تمنع ترسيب موانع الاحتراق على أجزاء غرفة الاحتراق والرشاشات والصمامات
زيوت التسييل	زيوت معدنية خفيفة بولي استيرات بولي بروبيلين سائل	١٠٠٠-٢٠٠٠ ج ف م	تقلل من تكون الرواسب في غرفة الاحتراق
موانع تكون الثلج	العوامل المنشطة للسطوح الكحولات الجلبكولات	١٥-٦٠ ج ف م	تمنع تكون الثلج في الكاربيراثير وأجزاء نظام الوقود بالمحرك
موانع التآكل	مركبات الأحماض العضوية (السلفونيك-الفوسفوريك) الاميدات والامينات الحامضية	٤-٤٠ ج ف م	تمنع التآكل لأجزاء المحرك المعدنية
موانع الأكسدة	العطريات الامينية الفينولات الامينية	١٢-٢٠ ج ف م	تمنع أكسدة الوقود وتكون الاصماغ والرواسب بالمحرك
مثبطات المعادن	المركبات الحلقية الامينية	٤-١٦ ج ف م	تمنع أكسدة الوقود وتكون الرواسب بفعل المعادن (خاصة النحاس)
موانع الاستحلاب	البولي جلبكول العوامل المنشطة للسطوح (غير أيونية)	٤-١٠٠٠ ج ف م	تعجل من سرعة انفصال الماء عن الوقود
الأصبغ والمواد الملونة	مركبات الأزو (AZO)	١-٥ ج ف م	تلوين الوقود (خاصة الغازولين) التميز بين الأنواع العادية والممتازة، كذلك المحتوية على الرصااص أو الخالية من الرصااص

المصدر: حمدي أبو النجا، أوضاع الوقود النظيف في دول مجموعة الإسكوا (الوضع الراهن، المواصفات، تحسين الإنتاج، الفوائد، التكاليف)، تقرير استشاري مقدم إلى الإسكوا، حزيران/يونيو ٢٠٠٤.

ملاحظة: (ج ف م) تعني الجزء في المليون.

الجدول (أ-٢) التركيب الكيميائي ونسب الاستخدام لأهم إضافات الديزل وما تحدّثه من تأثير

نوع الإضافة	أهم التركيبات الكيميائية	حدود ونسب الاستخدام (ج ف م)	ما تحدّثه من تأثيرات على المحرك والوقود
معدلات الاحتراق	المركبات العضوية لمعادن الباريوم، الكالسيوم، المانجنيز، الحديد،... الخ	١٣٠٠-٣٣٠٠	تحسين أداء المحرك مع خفض معدل استهلاك الوقود وتكون الملوثات
محسّنات رقم السيتان	الكيلات النيترو، النيتروز، البيروكسيد	١٥٠٠-٥٠٠	رفع رقم السيتان مع تحسين أداء المحرك.
محسّنات الانسياب	البولي ميثا كريات. البولي الكيل ميثا كريات	١٥٠٠-٥٠٠	خفض درجة الانسكاب والتغيش وانسداد المرشح على البارد
مضادات البكتريا	مركبات متنوعة	نسب مختلفة	القضاء على البكتريا والفطريات
مشتتات الشحنة الاستاتيكية	مركبات متنوعة	نسب مختلفة	تشتيت الشحنات الاستاتيكية

المصدر: حمدي أبو النجا، أوضاع الوقود النظيف في دول مجموعة الإسكوا (الوضع الراهن، المواصفات، تحسين الإنتاج، الفوائد، التكاليف)، تقرير إستشارى مقدم إلى الإسكوا، حزيران/يونيو ٢٠٠٤.

ملاحظة: (ج ف م) تعني الجزء في المليون.

الجدول ٣- أنواع إضافات زيت الوقود ونسب استخدامها وتركيباتها الكيميائية

نوع الإضافة (نسبة الاستخدام)	التركيبات الكيميائية
تثبيت خواص الوقود (٣٠٠-٥٠٠ ج ف م)	الأمينات، البولي أمينات- سالبسيل الدهيد، الأسترات - الكيل فينول- بيوسيكلو كان - صابون المنجنيز - مكثفات المانيش
إضافات التثبيث (٠,١-٠,٠٠١ في المائة بالوزن)	استرات الفورماميد - فوسفات أمونيوم - فوسفات حمض دهني - الكينيل سيكسينيك غير مائي - هيدروكاربونات فوسفوكبريتيد
محسّنات الانسياب & مخفضات درجة الانسكاب (٠,١-٢ في المائة بالوزن)	بولي الكيل اكريلات - استرات فينيل ايتلين - ثنائي الكيل فينيل كاربينول
موانع التآكل (٠,١-٠,٠٠١ في المائة بالوزن)	سكسينات الكيل اسيتير - نيترو الكانيات - امينات الكانول
محسّنات الاحتراق (٠,٢-٠,٥ في المائة بالوزن)	ظمي الكالسيوم - كاربونات الكالسيوم - باريوم وماغنيزيم أكسيد
مخفضات الأدخنة (٠,٢-١ في المائة بالوزن)	أحماض كاربوكسيلية - أملاح أمونيوم
إضافات معالجة اللهب (٠,٥-٠,٧٥ في المائة بالوزن)	ماغنيزيم & ألومنيوم هيدروكسيد

المصدر: حمدي أبو النجا، أوضاع الوقود النظيف في دول مجموعة الإسكوا (الوضع الراهن، المواصفات، تحسين الإنتاج، الفوائد، التكاليف)، تقرير إستشارى مقدم إلى الإسكوا، حزيران/يونيو ٢٠٠٤.

ملاحظة: (ج ف م) تعني الجزء في المليون.

المرفق الثاني

المعايير القياسية لانبعاثات المركبات في أوروبا وأمريكا

بدأت أوروبا في عام ١٩٧٠، في وضع حدود قياسية لانبعاثات المركبات الخفيفة الجديدة، وفي عام ١٩٩٤ وضعت حدودا معيارية أشد صرامة طبقت في عام ١٩٩٦. وتعتبر المعايير الواردة في يورو-٣ ويورو-٤ أحدث المعايير المطبقة بشأن انبعاثات المركبات في أوروبا، ويوضح جدولاً هذا المرفق ١ و٢ الحدود القياسية لانبعاثات سيارات الركاب العاملة بالغازولين والديزل، ابتداء من يورو-١ مروراً بيورو-٤، خلال الفترة ١٩٩٢-٢٠٠٥، وانتهاء بيورو-٥ المقرر تطبيقها في عام ٢٠٠٨^(٧). ويوضح جدولاً المرفق ٣ و٤ المعايير القياسية لانبعاثات المركبات الخفيفة والثقيلة طبقاً للمواصفات الفدرالية الأمريكية^(٧).

الجدول ١ - الحدود القياسية الأوروبية لانبعاثات سيارات الركاب العاملة على الديزل والغازولين خلال الفترة ١٩٩٢-٢٠٠٥ (غرام/كيلومتر)

المواصفة	السنة	أول أكسيد الكربون	الهيدروكربونات	الهيدروكربونات + أكاسيد النتروجين	أكاسيد النتروجين	الجزيئات الدقيقة
سيارات الديزل						
يورو - I	١٩٩٢	٢٧٢	-	٠.٩٧	-	٠.١٤
يورو - I (حقن غير مباشر)	١٩٩٦	١٠	-	٠.٧	-	٠.٠٨
يورو - II (حقن مباشر)	١٩٩٦-١٩٩٩	١٠	-	٠.٩	-	٠.١
يورو - III	٢٠٠٠	٠.٦٤	-	٠.٥٦	٠.٥	٠.٠٥
يورو - IV	٢٠٠٥	٠.٥	-	٠.٣	٠.٢٥	٠.٢٥
سيارات الغازولين						
يورو - II	١٩٩٦	٢.٢	-	٠.٥	-	-
يورو - III	٢٠٠٠	٢.٣	٠.٢	-	٠.١٥	-
يورو - IV	٢٠٠٥	١.٠	٠.١	-	٠.٠٨	-

المصدر: Gwilliam, K et al, Reducing Air Pollution from Urban Transport, Working Paper No. 30425, The World Bank, 2004, <http://www.cleanairnet.org/cai/1403/article-56396.html>

الجدول ٢ - الحدود القياسية الأوروبية لانبعاثات مركبات الديزل الثقيلة (غرام/كيلوات/ساعة)

المواصفة	السنة والرتبة	دورة الاختبار	أول أكسيد الكربون	الهيدروكربونات	أكاسيد النتروجين	الجزيئات الدقيقة
يورو - I	١٩٩٢-أقل من ٨٥ ك و	ECE R-49	٥.٤	١.١	٨	٠.٦١٢
	١٩٩٢-أكبر من ٨٥ ك و	ECE R-49	٥.٤	١.١	٨	٠.٣٦
يورو - II	١ - ١٩٩٦	ECE R-49	٤	١.١	٧	٠.٢٥
	١ - ١٩٩٦-١	ECE R-49	٤	١.١	٧	٠.١٥
يورو - III	١٠ - ١٩٩٩	ESC and ELR	١.٥	٠.٢٥	٢	٠.٠٢
	١ - ٢٠٠٠	ESC and ELR	٢.١	٠.٦٦	٥	٠.١
يورو - IV	١ - ٢٠٠٥	ESC and ELR	١.٥	٠.٤٦	٣.٥	٠.٠٢
	١ - ٢٠٠٨	ESC and ELR	١.٥	٠.٤٦	٢	٠.٠٢

المصدر: Gwilliam, K et al, Reducing Air Pollution from Urban Transport, Working Paper No. 30425, The World Bank, 2004, <http://www.cleanairnet.org/cai/1403/article-56396.html>

European Load Response : ELR European Stationary Cycle : ESC

الجدول ٣ - المواصفات الفدرالية الأمريكية لانبعاثات المركبات الخفيفة (غرام/كيلومتر)

الجزيئات الدقيقة PM	أكاسيد النتروجين NO _x	أول أكسيد الكربون CO	المركبات الهيدروكربونية غير الميثان NMHC	الجزيئات الدقيقة PM	أكاسيد النتروجين NO _x	أول أكسيد الكربون CO	المركبات الهيدروكربونية غير الميثان NMHC	نوع المركبة
١٠ سنوات أو ١٦٠ ألف ك.م.				٥ سنوات أو ٨٠ ألف كلم				
٠.٠٦	٠.٣٨	٢٦٣	٠.١٩	٠.٠٥	٠.٢٥	٢١٣	٠.١٦	LDV
٠.٠٦	٠.٣٨	٢٦٣	٠.١٩	٠.٠٥	٠.٢٥	٢١٣	٠.١٦	LDT1
٠.٠٦	٠.٦١	٣٤٤	٠.٢٥	٠.٠٥	٠.٤٤	٢٧٥	٠.٢٠	LDT2
١١ سنة أو ١٩٢ ألف كلم				٥ سنة أو ٨٠ ألف ك.م.				
٠.٠٦	٠.٦١	٤٠٠	٠.٢٩	-	٠.٤٤	٢٧٥	٠.٢٠	LDT3
٠.٠٨	٠.٩٦	٤٥٦	٠.٣٥	-	٠.٦٩	٣١٣	٠.٢٤	LDT4

المصدر: Gwilliam, K et al, Reducing Air Pollution from Urban Transport, Working Paper No. 30425, The World Bank, 2004, <http://www.cleanairnet.org/cai/1403/article-56396.html>

LDV: المركبات الخفيفة (سيارات الركاب أو المركبات ١٢ راكبا وأقل) LDT1: مركبات النقل الخفيف (حتى وزن ٣٧٥٠ رطلا)
 LDT2: مركبات النقل الخفيف (أكثر من ٣٧٥٠ رطلا)
 LDT3: مركبات النقل الثقيل/الخفيف (حتى وزن ٧٥٠ رطلا)
 LDT4: مركبات النقل الثقيل الخفيف (أكثر من ٥٧٥٠ رطلا)

الجدول ٤ - المواصفات الفدرالية الأمريكية لانبعاثات المركبات الثقيلة (غرام/كيلوات/ساعة)

السنة	أول أكسيد الكربون CO	الهيدروكربونات HC	المركبات الهيدروكربونية غير الميثان وأكاسيد النتروجين NMHC+ NO _x	أكاسيد النتروجين NO _x	الجزيئات الدقيقة PM	درجة عتامة العادم Smoke ^a
١٩٩٠	٢٠٨	١٧	-	٨٠	٠.٨٠	٥٠/١٥/٢٠
١٩٩٣-١٩٩١	٢٠٨	١٧	-	٦٧	٠.١٣/٠.٣٤ ^b	٥٠/١٥/٢٠
١٩٩٧-١٩٩٤	٢٠٨	١٧	-	٦٧	٠.٠٩/٠.١٣ ^c ٠.٠٧/ ^d	٥٠/١٥/٢٠
+١٩٩٨	٢٠٨	١٧	٣٢ أو ٣٤ر حدود ٠.٧ على NMHC	٥٤	٠.٠٧/٠.١٣ ^d	٥٠/١٥/٢٠
+٢٠٠٤	٢٠٨	-	-	-	٠.٠٧/٠.١٣ ^d	٥٠/١٥/٢٠
٢٠٠٧	٢٠٨	٠.١٩ for NMHC ^e	-	٠.٢٧	٠.١٣	-

المصدر: EPA. 1997 a.

ملاحظات: (أ) عند العجلة/الفرامل/السرعة القصوى؛ (ب) القيم القياسية للأوتوبيسات المدن لعام ١٩٩٣؛ (ج) القيم القياسية للأوتوبيسات المدن لعام ١٩٩٤-١٩٩٥؛ (د) القيم القياسية للأوتوبيسات المدن عن عام ١٩٩٦ وما بعدها؛ (هـ) القيم القياسية للأوتوبيسات المدن ما بين ٢٠٠٧-٢٠١٠ - غير محددة.

المصدر: Gwilliam, K et al, Reducing Air Pollution from Urban Transport. Working Paper No. 30425, The World Bank, 2004, <http://www.cleanairnet.org/cai/1403/article-56396.html>

ملخص تنفيذي

This study is published in two parts, namely: "Part I: Energy efficiency in selected energy-intensive industries"; and "Part II: Applications of cleaner fossil fuels" (both in Arabic). This is a summary of the second part; and while it endeavours to highlight the salient issues covered in this report, a fuller description is available in Arabic in the main body of this study.

Within the overall objective of encouraging the production and use of cleaner fossil fuels, this study was prepared in line with recommendations emanating from a number of international and intergovernmental meetings, including as follows: (a) the outcomes of the World Summit on Sustainable Development (WSSD), particularly the Johannesburg Plan Of Implementation (JPOI); (b) the guidelines of the ninth session of the Committee on Sustainable Development (CSD-9); and (c) the recommendations of the fourth session of the Committee on Energy of the Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA).

Globally, the energy sector plays an important and effective role in achieving economic and social development. However, the environmental impacts of energy uses are among the main challenges facing sustainable development. Principally, these environmental challenges call for the wide-scale adoption of cleaner fuels and upgrading relevant technologies and equipments, including vehicles and boilers, in order to increase efficiencies and reduce pollution. Many countries have taken measures over the past three decades aimed at controlling emissions from energy uses in various sectors, particularly transport, by improving fuel quality and by using less polluting alternative fuels. Within that context, there has been a significant shift towards unleaded gasoline and sulphur reduction in both gasoline and diesel.

By sharp contrast to other sectors, the transport sector has the most adverse environmental impact on the public health of the region. This can be attributed to the emissions from gasoline and diesel, which are the prominent fuels used in that sector. Consequently, the main themes of this report focus on the following:

(a) Current specifications, with comparisons to international norms, of gasoline, diesel and fuel oil in ESCWA member countries, which can be classified into three groups as follows: (i) countries of the Gulf region, where considerable efforts have been made to improve fuel quality in order to match international norms; (ii) Egypt, Jordan and the Syrian Arab Republic, which are moving towards cleaner fossil fuels; and (iii) Iraq and Yemen where, despite an expressed interest in upgrading fuel quality in those countries, no obvious plans have been adopted;¹

(b) Measures adopted for improving the quality of fossil fuels and for reducing emissions, particularly lead elimination from gasoline and sulphur reduction in gasoline and diesel. Assuming an average lead elimination cost of \$0.02 per liter,² the total elimination cost in ESCWA member countries that still use unleaded gasoline is estimated at \$197 million and the pay back period is under one year. In terms of sulphur reduction by hydrogenation in diesel, the respective costs for the ESCWA region amount to some \$83.5 million for sulphur reduction to 3,000 parts per million (ppm), \$151 million for 1,000 ppm, \$175 million for 500 ppm, and \$475 million for 50 ppm.³ Similarly, the cost of sulphur reduction from 350 ppm to 30 ppm in gasoline is estimated at \$226.7 million;

(c) Expected economic benefits of using cleaner fossil fuels in ESCWA member countries, paying more attention to gasoline and diesel used in the transport sector. From an economic perspective, improving

¹ Lebanon and Palestine have no operational refineries and import fuel from other countries. Within the context of the former, Lebanon has recently adopted measures to ban the use of leaded fuel.

² The cost of lead elimination differs according to refining technologies. For example, if the concentration of lead is 0.4 grammes per litre (g/l), the elimination is estimated at \$0.025 per litre for simple refineries, and \$0.0105 per litre for complex refineries.

³ The cost of sulphur reduction by hydrogenation in diesel varies according to the resulting levels of sulphur, ranging from \$0.003-\$0.0075 per litre for 3,000 ppm, to \$0.026-\$0.028 per litre for 10 ppm.

fuel quality leads to fuel savings and to reductions in maintenance costs of vehicles, which are estimated as follows for the region: (i) fuel savings in the transport sector by a factor of some 2.3 million tons per year, which is equivalent to 6.7 per cent of total gasoline consumption in transport; (ii) fuel savings in diesel amounting to approximately 2.4 million tons per year, which is equivalent to 14.4 per cent of total diesel consumption in transport; (iii) total savings in gasoline and diesel of approximately 9.2 per cent; (iv) net savings estimated at \$207 million per year accrued in vehicle maintenance costs by using unleaded gasoline in Egypt, Iraq, Syrian Arab Republic and Yemen; (v) a drop of the engine corrosion rate by a factor of 10-20 per cent by reducing sulphur levels from 2,500 ppm to 500 ppm; and (vi) decrease in economic and social burdens arising from improved fuel quality, which represents the most significant indirect benefit.⁴

(d) Projected environmental benefits of using cleaner fossil fuels in ESCWA member countries, which reduce emissions directly by improving fuel specifications and fuel savings, and indirectly by enhancing catalytic converter efficiency. These benefits can be summarized as follows: (i) in the area of gasoline used in the transport sector, the reduction in carbon dioxide (CO₂), nitrogen oxides (NO_x), carbon monoxide (CO), particulate matters (PMs) and hydrocarbon (HC) emissions are estimated at 6.8 per cent, 17.2 per cent, 39.2 per cent, 35 per cent, and 22.7 per cent, respectively; (ii) in diesel, the reduction of CO₂, NO_x, CO, PM, HC, and volatile organic compounds (VOCs) can reach 14.7 per cent, 16 per cent, 54 per cent, 42.3 per cent, 56.5 per cent and 38.7 per cent, respectively; and (iii) the use of natural gas in transport, as an innately cleaner fossil fuel than gasoline and diesel, can reduce the emissions of CO₂, NO_x, CO, VOCs by 20.1 per cent, 72.4 per cent, 96.8 per cent and 78.8 per cent, respectively;⁵

(e) Barriers facing the production and use of cleaner fossil fuels in ESCWA member countries, which are outlined as follows: (i) investments required for implementing cleaner fuel projects; (ii) difficulties with regard to implementing modifications and to introducing modern technologies in existing oil refineries; (iii) lack of adequate regulations and legislations, and difficulties in enforcing such regulations; (iv) incompatibility of institutional frameworks; (v) lack of local technologies and experiences related to cleaner fossil fuels; (vi) weak coordination between concerned parties, including, among others, fuel producers and distributors, and vehicle manufacturers and users; (vii) unsuitability of existing vehicles with regard to cleaner fuels; (viii) absence of awareness programmes related to cleaner fuels, particularly in terms of their importance in environmental protection; and (ix) insufficient information and data relevant to cleaner fuels and their technologies.

There is, therefore, a strong need to revise and modify the fuel specifications in the ESCWA region in order to match international norms, while taking into consideration the harmonization, unification and integration of specifications issued within member countries. Specifically, modifications are needed for the following:

(a) *Gasoline*: Vapour pressure needs to be set at 7.1 pounds per square inch (psi), aromatics at 25 per cent volume, benzene (C₆H₆) at 1 per cent volume, olefins at 4.3 per cent volume, sulphur at 40 ppm, distillation temperature (T₉₀) at 158 degrees Celsius (°C), and lead and metals at zero (0);

(b) *Diesel*: The cetane number needs to be set at higher than 51, sulphur at 500-50 ppm, aromatics at 10 per cent volume, nitrogen at 10-20 ppm, specific gravity at 0.840, and distillation temperature (T₉₅) at 360°C;

⁴ For example, lead emission causes many diseases, particularly among children, which can sometimes result in death. According to the World Bank, while lead elimination in the United States of America would cost an estimated \$1 billion, it would result in savings of approximately \$16 billion in the fields of public health and environmental protection. Similarly, while the cost of sulphur reduction to 5 ppm level in diesel is estimated at \$4 billion in the United States, the economic and environmental benefits are projected to rise to some \$70 billion.

⁵ The case of Egypt indicates that using natural gas in diesel vehicles reduces maintenance by 35 per cent. Moreover, savings in fuel cost owing to conversion from diesel and fuel oil to natural gas in the industrial sector are estimated at 71.6 per cent and 5.1 per cent, respectively; the pay back periods are 0.31 and 3.19 years, respectively; and the revenue per one ton of CO₂ reduced amounts to approximately \$103 and \$14, respectively.

(c) *Fuel oil*: Sulphur levels need to be set at 0.2 per cent, 2 per cent and 4.5 per cent for civilian, industrial and maritime uses, respectively; and there is a need to reduce the contents of nitrogen, metal, asphaltenes, aromatics and total aromatics, and viscosity and pour point.

Moreover, laws and regulations that incorporate penalties and incentives could be effective tools in promoting and supporting the production and use of cleaner fuels. While several member countries have such regulations related to fuel specifications and emissions, it is recommended to revise, modify and activate these regulations, while taking into consideration national circumstances and priorities, in addition to financial requirements and social impacts.

Within that context, options for improving fuel quality within member countries must be evaluated and ranked according to an integrated economic, environmental, technical and social vision. Some general guidelines in that regard include the following: (a) the elimination of lead from gasoline needs to become a high priority for those countries that have not implemented the process, in addition to setting benzene and total aromatics to acceptable levels; (b) whenever natural gas is available, it is favourable to shift from liquid fuel to natural gas; (c) efforts must be made to lower sulphur levels in diesel gradually to match international norms, particularly where such levels are significantly high; (d) new constructions or major renovations of existing oil refineries need to be designed such that they are able to deliver transport fuels with ultra-low sulphur content;⁶ and (e) steps must be taken to prevent the adulteration of fuel and the smuggling of low-quality fuels from abroad, with provisions to hold fuel marketers legally responsible for the quality of fuels sold.

Additionally, fuels and vehicles need to be treated as an integrated system such that cleaner fuels equate with cleaner vehicle emissions. Within that context, the standards of fuel specifications and vehicle emissions need to be compatible; and vehicle inspection, tuning and maintenance programmes must be implemented in parallel with upgrading fuel specifications.

Furthermore, coordination and integration is needed at various levels, including the following: (a) among oil refineries and with petrochemical industries in order to treat such heavy products as fuel oil and asphalt, and to convert them into less polluted light products, including naphtha, gasoline and diesel; (b) among all stakeholders to support and encourage the local manufacturing of cleaner fossil fuel technologies and additives; and (c) among international, regional and national organizations and bodies aimed at exchanging experiences and success stories in the field of cleaner fuels.⁷

Finally, civil societies need to become active partners in the field of cleaner fuels and transport by participating in relevant awareness and media campaigns. This could be achieved by establishing an appropriate association representing civil society within ESCWA member countries.⁸

⁶ In addition to taking into consideration the investment required to produce cleaner fuels, these refineries need to be encouraged to substitute lead with Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE).

⁷ Such regional cooperation could be facilitated within the framework of the existing Regional Mechanism on the Development of Energy Uses for Sustainable Development (RMDEUSD).

⁸ Such a union exists in Asia, namely, the Asian Clean Fuels Association (ACFA).