



منظمة اقطار العربيه المصدرة للبترول
أوابك

النفط والتعاون العربي



المجلد الثاني والأربعون 2016 - العدد 159

15

الأبحاث

■ إنتاج الوقود الأنظف في الدول الأعضاء في أوابك

الجزء الأول

■ مزيج الطاقة في الدول الأعضاء في منظمة أوابك:

الواقع الحالي وفرص التنوع

■ تقرير حول الدورة الخامسة لمؤتمر التعاون العربي

الصيني في مجال الطاقة

مؤتمرات

البيبليوغرافيا



النفط والتعاون العربي

الاشتراك السنوي : 4 أعداد (ويشمل أجور البريد)

البلدان العربية

للأفراد : 8 د. ك أو 25 دولاراً أمريكياً

للمؤسسات : 12 د.ك أو 45 دولاراً أمريكياً

البلدان الأخرى

للأفراد : 30 دولاراً أمريكياً

للمؤسسات : 50 دولاراً أمريكياً

الاشتراكات باسم : منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول

النفط

والتعاون العربي



عباس علي النقي

عبد الكريم عايد

رئيس التحرير

نائب رئيس التحرير

هيئة التحرير

د. سعد عكاشة

د. احمد الكواز

عماد مكي

د. سمير القرعيش

عبد الفتاح دندي

د. اسامة الجمالي

قواعد النشر في المجلة

تعريف بالمجلة واهدافها

النفط والتعاون العربي مجلة فصلية محكمة تعني بشؤون النفط والغاز والطاقة حيث تستقطب نخبة من المتخصصين العرب والأجانب لنشر أبحاثهم وتعزيز التعاون العلمي في المجالات التي تغطيها المجلة، كما تقوم على تشجيع الباحثين على إنجاز بحوثهم المبتكرة والأسهام في نشر المعرفة والثقافة البترولية وتلك المتعلقة بالطاقة وتعميمها والعمل على متابعة التطورات العلمية في مجال الصناعة البترولية.

الأبحاث

كافة الأبحاث التي تتعلق بالنفط والغاز والطاقة والتي تهدف إلى الحصول على إضافات جديدة في حقل الفكر الإقتصادي العربي.

مراجعة الأبحاث والكتب

تقوم المجلة بنشر المقالات التي تقدم مراجعة تحليلية لكتب أو دراسات تم نشرها حول صناعة النفط والغاز والطاقة عموماً، بحيث تكون هذه المقالات مرجعاً للباحثين حول أحدث وأهم الإصدارات المتعلقة بالصناعة البترولية.

التقارير

تتناول التقارير وقائع مؤتمر أو ندوة حضرها الكاتب، شريطة أن تكون مواضيعها ذات صلة بالنفط والغاز والطاقة، كما يشترط استئذان الجهة التي أوفدته للمؤتمر أو المؤسسات المشرفة عليه لكي تسمح له بنشرها في مجلتنا. وان لا تزيد عدد صفحات التقرير عن 10 صفحات مع كافة الاشكال والخرائط والجداول ان وجدت.

شروط البحث



- نشر الأبحاث العلمية الأصيلة التي تلتزم بمنهجية البحث العلمي وخطواته المتعارف عليها دولياً ومكتوبة باللغة العربية.
- ان لا يتجاوز البحث العلمي المنشور على 40 صفحة، (متن البحث، الجداول والاشكال) بدون قائمة المراجع، ويرسل إلكترونياً كاملاً إلى المجلة على شكل word document.
- ترسل الاشكال، الخرائط والصور في ملف اضافي على شكل JPEG.
- استخدام خط Times New Roman في الكتابة وبحجم 12، وان تكون المسافة بين الاسطر 1.5. وان تكون تنسيق الهوامش الكلمات بطريقة Justified.
- ان يتم الاشارة الى مصادر المعلومات بطريقة علمية واضحة.

- عند اقتباس اي معلومات من اي مصدر (اذا كانت المعلومات رقميه او رؤيه معينه او تحليل ما) يجب ان لا يتم الاقتباس الحرفي وانما يتم اخذ اساس الفكرة واعادة صياغتها بأسلوب الباحث نفسه، والاشارة الى مصدر الإقتباس. أما في حالات الإقتباس الحرفي فتضع المادة المقتبسة بين علامتي الإقتباس ("...").
- يفضل ان تذكر المدن ومراكز الابحاث والشركات والجامعات الاجنبية الواردة في سياق البحث باللغة الانجليزية ولا تكتب باللغة العربية.
- أرفاق نسخة من السيرة العلمية إذا كان الباحث يتعاون مع المجلة للمرة الأولى.
- تعبر جميع الافكار المنشورة في المجلة عن آراء كاتبها ولا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر جهة الإصدار ويخضع ترتيب الأبحاث المنشورة وفقاً للاعتبارات الفنية.
- البحوث المرفوضة يبلغ اصحابها من دون ابداء الأسباب.
- يمنح لكل كاتب بحث خمسة أعداد من العدد الذي نشر فيه بحثه.

ترسل المقالات والمراجعات باسم رئيس التحرير، مجلة النفط والتعاون العربي، أوابك،
ص.ب: 20501 الصفاة-الرمز البريدي: 13066 دولة الكويت
الهاتف: 00965- 24959000 أو 00965-24959779
الفاكس: 00965 - 24959755
البريد الالكتروني oapec@oapecorg.org
موقع الأوابك على الانترنت www.oapecorg.org

المحتويات

الأبحاث

- 7 **إنتاج الوقود الأنظف في الدول الأعضاء في أوابك** 
الجزء الأول
عماد مكي
- 147 **مزيج الطاقة في الدول الأعضاء في منظمة أوابك؛
الواقع الحالي وفرص التنوع** 
الطاهر الزيتوني

مؤتمرات

- 235 **تقرير حول الدورة الخامسة لمؤتمر التعاون العربي الصيني
في مجال الطاقة**
عبد الفتاح دندي

البيبلوغرافيا

- 257 **عربية**

مجلة عربية تهتم بنشر المعرفة والثقافة البترولية وتلك المتعلقة بالطاقة وتعميمها والعمل على متابعة التطورات العلمية في مجال الصناعة البترولية
المقالات المنشورة في هذه المجلة تعكس آراء مؤلفيها ولا تعبر بالضرورة عن رأي منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول - أوابك

البحث الأول

إنتاج الوقود الأنظف في الدول الأعضاء في أوبك

الجزء الأول

عماد مكي *

ملخص الدراسة إنتاج الوقود الأنظف في الدول الأعضاء في أوبك

أولاً: المواصفات القياسية لجودة الوقود

تصاعدت الأصوات المنادية بضرورة اتخاذ الإجراءات اللازمة للحد من الانعكاسات السلبية لانبعاثات وقود النقل على صحة الإنسان والبيئة، مما دفع الهيئات الحكومية إلى إعداد معايير خاصة لضبط جودة الهواء الجوي، لتشكل فيما بعد قاعدة انطلاق للبدء بإصدار مواصفات قياسية لوقود النقل تساعد على الحد من كمية انبعاثات عوادم المركبات.

✓ أهداف إصدار المواصفات القياسية لجودة الوقود

تتركز الأهداف الأساسية لإعداد المواصفات القياسية لوقود النقل في حماية صحة الإنسان وسلامة البيئة، وذلك من خلال تخفيض الانبعاثات الناتجة عن استخدام الوقود، وتأمين مواصفات تضمن أفضل أداء ممكن لمحرك المركبة، إضافة إلى فوائد أخرى غير مباشرة، كتحسين الدخل القومي من خلال تعزيز صادرات الدولة من الوقود، وخفض نفقات علاج الأمراض الناشئة عن تلوث الهواء الجوي بانبعاثات المركبات، وخلق فرص عمل تنشأ من مشاريع تطوير المصافي لإنتاج الوقود الأنظف.

✓ تصنيف مواصفات وقود النقل

لكل منتج من المنتجات البترولية مجموعة من المواصفات تعبر عن الخصائص التي يتميز بها، ومدى صلاحيته للاستخدام في مجالات محددة. وقد تطورت هذه المواصفات مع الزمن وفق ما تستدعيه الحاجة وتطور صناعة المركبات وتعدد أنواعها وأشكالها. فعلى سبيل المثال، يعبر الرقم الأوكتاني عن قدرة

الغازولين على مقاومة الاشتعال الذاتي Auto-Ignition الذي يسبب حدوث ظاهرة الطرق Knocking، والتي يمكن أن تؤدي إلى تعطل أو حتى كسر أجزاء محرك المركبة. كما يساهم رفع الرقم الأوكتاني في خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO₂ المنطلقة من عوادم المركبات.

أما محتوى الكبريت في الوقود فله تأثير كبير على انبعاثات المركبات، نظراً لدوره في خفض كفاءة المحولات الحفازة المستخدمة لمعالجة انبعاثات عادم المركبة، إضافة إلى تأثيره السلبي على عمل أجهزة قياس نسبة أوكسجين غازات العادم.

تعتبر العطريات والأولييفينات من المركبات الضرورية لرفع الرقم الأوكتاني للغازولين، إلا أن لها تأثير سلبي على أداء محرك المركبة، نظراً لدورها في تعزيز تشكل الرواسب داخل المحرك وفي غرفة الاشتعال. كما أن خفض نسبة العطريات في الغازولين له تأثير مباشر على خفض انبعاثات عوادم المركبات، كالبنزين العطري الذي يعتبر من المواد المسرطنة، والهيدروكربونات، وأكاسيد النيتروجين، وثاني أكسيد الكربون.

لخصائص تطاير الغازولين تأثير مهم أيضاً على كل من أداء المحرك، وكمية انبعاثات عادم المركبة. حيث يؤثر الضغط البخاري إلى نسبة المواد الخفيفة في الغازولين، فعندما ترتفع قيمته تزداد فرصة تبخر الغازولين أثناء التخزين، وخاصة في فصل الصيف، عندما تكون درجة حرارة الطقس مرتفعة. كما للضغط البخاري تأثير على جودة اشتعال الوقود في بداية إقلاع المحرك.

يتميز وقود الديزل بأنه أكثر اقتصادية من الغازولين بحوالي 20-40%، خصوصاً عند استخدامه في المركبات الخفيفة، علاوة على ميزة أخرى تتعلق بسلامة التعامل معه، حيث أنه أقل قابلية للاشتعال من الغازولين في درجات الحرارة العادية. أما أهم مساوئ وقود الديزل فهي ارتفاع نسبة الملوثات الضارة بالبيئة الناتجة عن احتراقه في محركات المركبات، وأهمها ثاني أكسيد الكبريت،

وأكسيد النيتروجين، والجسيمات الدقيقة. كما لنسبة الكبريت في وقود الديزل تأثير على عمر محرك المركبة، من خلال دوره في حدوث تآكل الأجزاء المعدنية. إن لتركيز الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات في الديزل تأثير على درجة حرارة اللهب، وهذا يؤثر بالتالي على نسبة انبعاثات أكاسيد النيتروجين من العادم أثناء حرق الوقود.

ومن الخصائص الأخرى لوقود الديزل التي تؤثر على أداء محرك المركبة وكمية الانبعاثات الناتجة من العادم خاصة الرقم السيتاني، أو معامل السيتان، ومنحنى التقطير، ودرجة الكثافة، واللزوجة، ومحتوى الرماد والمعادن، ودرجة الوميض، ودرجة الحموضة، والثبات ضد الأكسدة، والخاصة التزيبية.

✓ خطة تطوير المواصفات القياسية لجودة الوقود

تتكون خطة تطوير المواصفات القياسية الوطنية لجودة وقود النقل من عدة مراحل، تبدأ بتحديد الأهداف المنشودة من إعداد المواصفات، سواء كانت تحسين جودة الهواء الجوي، أو تحسين أداء محركات المركبات، تتبعها مرحلة دراسة تطورات المواصفات القياسية لجودة الوقود في مناطق العالم الأخرى، وذلك للحصول على معلومات تساعد في ملاءمة المواصفات القياسية الوطنية مع مثيلتها في الدول المجاورة. ثم تأتي مرحلة تقييم الوضع الحالي ومقارنته مع الأهداف المرسومة لمشروع تطوير المواصفات القياسية لجودة الوقود، وذلك من خلال إجراء مراجعة شاملة لنتائج رصد وقياس نسب الملوثات في الهواء الجوي، في كافة المناطق، والتركيز على المواقع المزدحمة، وتحديد النقاط الحرجة التي تتجاوز فيها القيم المحددة في معايير جودة الهواء الجوي المحلية، أو المعتمدة من قبل الهيئات الدولية المختصة. أما المرحلة الأخيرة فتتضمن إعداد تقرير يتضمن توصيات تتعلق بخطة مراجعة دورية لانعكاسات القرارات الجديدة، ومتابعة نتائجها وجودة تنفيذها، وتحديد نقاط الخلل الواجب تصحيحها في المراجعات القادمة.

✓ عوامل نجاح خطة إعداد المواصفات القياسية لجودة الوقود

لضمان نجاح خطة إعداد المواصفات القياسية الوطنية لوقود النقل يجب الأخذ بالاعتبار بعض العوامل، أهمها ضرورة مشاركة كافة المؤسسات ذات العلاقة في عملية الإعداد والمراجعة، وتقييم الانعكاسات والفوائد المباشرة وغير المباشرة للتعديلات المقترحة، وترتيب الأولويات حسب الأهمية ودرجة الخطورة على البيئة، واختيار الجدول الزمني المناسب لتنفيذ القرارات بما يتناسب مع إمكانيات وقدرات الجهات المعنية بالتنفيذ. كما تساهم عوامل أخرى في نجاح خطة إعداد ومراجعة معايير جودة وقود النقل، كالدعم الحكومي، وتوفير قاعدة بيانات تطور الانبعاثات وانعكاساتها، ودعم أنشطة البحث العلمي، والقيام بحملات توعية للجمهور للتعريف بأهمية وفوائد إنتاج الوقود الأنظف في حماية البيئة من التلوث.

ثانياً: تطور المواصفات القياسية لوقود النقل في العالم

شهدت عملية تطوير المواصفات القياسية لجودة وقود النقل تطورات هامة في معظم مناطق العالم خلال العقود الثلاث الماضية. وعلى الرغم من اختلاف الدوافع التي كانت وراء هذه التطورات من منطقة لأخرى، إلا أن جميعها يشترك في تحقيق هدف أساسي هو تحسين جودة الهواء الجوي من خلال خفض الانبعاثات الضارة بصحة الإنسان والبيئة.

✓ تطور المواصفات القياسية لوقود النقل في الولايات المتحدة الأمريكية

يعتبر حظر استخدام مركبات الرصاص في الولايات المتحدة بمثابة الخطوة الأولى في رحلة تعديل مواصفات الغازولين، التي انطلقت في بداية عقد السبعينات من القرن الماضي، وجاءت على مراحل استمرت لغاية عام 1991، وذلك لتمكين مصافي النفط من البحث عن البدائل التي تمكنها من المحافظة على الرقم الأوكتاني ومعدلات إنتاج الغازولين.

أدى قانون حظر استخدام مركبات الرصاص إلى نشوء مشكلة أخرى ناتجة عن الحاجة إلى تعويض النقص الذي حصل في الرقم الأوكتاني للغازولين المنتج، حيث ارتفعت نسبة العطريات في الغازولين ووصلت في بعض الأنواع إلى 50% حجماً. ولمعالجة المشكلة صدرت عام 1992 تعليمات تلزم المصافي بإضافة الأوكسجينات في 40 ولاية من الولايات المتحدة الأمريكية.

بدأت حملة خفض نسبة الكبريت في الغازولين تدريجياً في الولايات المتحدة إلى أن وصلت إلى 30 ج.ف.م. ويتوقع أن تنخفض إلى 10 ج.ف.م. بحلول عام 2017.

لم تحدد قيم إلزامية للكثافة في المواصفات القياسية لوقود الديزل، بينما حددت قيمة للزوجة، كما ركزت على وضع حد أدنى وأقصى لدرجة التقطير عند T90 بالقيمة 282-338 °م.

وبالنسبة لخصائص الجريان البارد Cold Flow Properties فقد ترك تحديدها للاتفاق بين المصنع والموزع، وفقاً للغرض والمكان والزمان الذي سيستهلك فيه الوقود، وذلك بسبب تنوع ظروف المناخ في الولايات التي سيستهلك فيها الوقود.

كما لم تحدد قيم إلزامية لمقاومة الأكسدة Oxidation Stability في المواصفات القياسية لوقود الديزل، وذلك بسبب أن اختبارات الثبات ضد الأكسدة المعمول بها لا تعبر بشكل دقيق عن التغيرات التي تحصل على الوقود نتيجة لاختلاف شروط التخزين، وتباين التركيب الكيميائي لأنواع وقود الديزل.

✓ تطور المواصفات القياسية لجودة وقود النقل في أوروبا الغربية

بدأت مرحلة تحسين جودة مواصفات وقود النقل في أوروبا الغربية استجابة لمتطلبات معيار جودة الهواء الذي صدر عام 1993، تبعها إصدار

معايير تنظم انبعاثات المركبات الخفيفة والثقيلة التي تعمل على الديزل والغازولين، ثم أدخل عليها العديد من التعديلات بشكل تدريجي، والتي يشار إليها بالأرقام العربية للمركبات الخفيفة يورو-1، ويورو-2، ويورو-3، يورو-4، يورو-5، ويورو-6، وبالأرقام الرومانية للمركبات الثقيلة يورو-I، ويورو-II، ويورو-III، ويورو-IV، ويورو-V، ويورو-VI

في عام 1975 صدرت تعليمات تتعلق بخفض الحد الأقصى المسموح لنسبة الكبريت في كافة أنواع الوقود المستخدم إلى المجال 3000-8000 ج.ف.م، تبعاً لنوع الوقود، ودرجة حساسية الظروف البيئية للمنطقة التي سيستهلك فيها الغازولين. وبعد ثلاث سنوات صدر قانون خفض نسبة الرصاص في الغازولين من 0.40 غ/لتر، إلى 0.005 غ/لتر، وكان اختيارياً، إلى أن أصدر الإتحاد الأوروبي قراراً إلزامياً حدد فيه تاريخ 1 كانون الثاني/يناير 2000 كموعده النهائي للالتزام بقانون حظر استخدام مركبات الرصاص في أوروبا، مع منح بعض الاستثناءات حتى عام 2005.

في عام 2000 اقترح البرنامج الأوروبي لمواصفات الوقود تثبيت نسبة العطريات في الغازولين عند القيمة 42% حجماً على أن يتم تخفيضها إلى 35% حجماً بحلول عام 2005.

قبل عام 2004، كانت مادة الميثيل ثلاثي بيوتيل إيثير MTBE هي الأكثر استخداماً لرفع الرقم الأوكتاني نظراً لانخفاض تكلفة إنتاجها، ولكن بعد أن قررت دول الإتحاد الأوروبي تشجيع استخدام الطاقة المتجددة في وسائل النقل أصبح الإيثيل ثلاثي بيوتيل إيثير ETBE، والإيثانول المنتجين من المصادر الحيوية هما الأكثر استخداماً لرفع الرقم الأوكتاني للغازولين، فكان نتيجة ذلك أن ارتفعت الحصة السوقية للإيثيل ثلاثي بيوتيل إيثير ETBE في أوروبا من 15% عام 2002 إلى 60% عام 2010، بينما تقلصت الطاقة الإنتاجية للميثيل ثلاثي بيوتيل إيثير MTBE.

في آذار/مارس عام 1987 اعتمد مجلس وزراء البيئة في الاتحاد الأوروبي قرار خفض مستوى الكبريت في كافة أنواع زيت الغاز، وفي عام 1992 اعتمد المجلس قراراً بخفض نسبة الكبريت في الديزل إلى 0.2% وزناً ثم إلى 0.05% وزناً، بحلول 1 تشرين الأول/أكتوبر 1996. وفي عام 2000 خفضت إلى 350 ج.ف.م، وذلك لمواكبة متطلبات معيار انبعاثات المركبات يورو-3، ثم خفضت بعد صدور المعيار يورو-4 في عام 2005 إلى 50 ج.ف.م. وفي عام 2009 صدر المعيار يورو-5 فخفضت النسبة إلى 10 ج.ف.م.

في عام 2000 حدد المعيار الأوروبي 98/70/EC الحد الأقصى لنسبة الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات PAH في الديزل بمقدار 11% وزناً، ثم خفضت إلى 8% وزناً. وفي عام 2009 وافق الإتحاد الأوروبي على خفض الحد الأقصى لنسبة العطريات المتعددة الحلقات PAH إلى 8% وزناً.

أثار موضوع إضافة الوقود الحيوي إلى الديزل مشكلة انسداد فلتر الوقود في المركبات، وخاصة في المناطق الشديدة البرودة. وتختلف شدة المشكلة تبعاً لنوع المادة الخام التي يصنع منها الميثيل إيثيرات الحمض الدسم FAME، مما دفع الإتحاد الأوروبي إلى تحديد قيم متغيرة لخصائص جريان الديزل حسب طبيعة المنطقة وتغير حالة الطقس على مدار أشهر السنة، وهي درجة انسداد الفلتر البارد Cold Filter Plugging Point-CFPP، ودرجة التغييم Cloud Point، والكثافة Density، واللزوجة Viscosity، والرقم السيتاني Cetane Number.

✓ تطور المواصفات القياسية لجودة وقود النقل في اليابان

بدأت عملية ضبط مواصفات الغازولين في اليابان بحظر استخدام الرصاص في الغازولين العادي عام 1975، ثم للغازولين الممتاز في عام 1986.

قبل عام 2000 كان محتوى الكبريت في الغازولين 100 ج.ف.م وزناً ثم خفض إلى 50 ج.ف.م وزناً اعتباراً من عام 2005، ثم في عام 2009 خفض إلى 10 ج.ف.م.

في عام 2012 صدر تعديل لمعيار جودة الغازولين JIS 2202 يتضمن إضافة الإيثانول بنسبة تصل إلى 10% للنوع الممتاز (أوكتان 96 بطريقة البحث)، ونسبة 3% حجماً كحد أقصى للغازولين العادي (أوكتان 89 بطريقة البحث)، أو ما يعادل 7% كحد أقصى من الإيثير، على شكل ميثيل ثلاثي بيوتيل إيثير MTBE، بعد ذلك تم اعتماد الإيثيل ثلاثي بيوتيل إيثير ETBE.

أما بخصوص نسبة العطريات والأوليفينات فلم يحدد لها قيم في المواصفات القياسية اليابانية باعتبار أنها دائماً أدنى من النسب المحددة في المواصفات القياسية الأوروبية، واكتفت بإدراج قيمة لنسبة البنزين العطري 1% حجماً كحد أقصى.

في عام 1989 طلب من مصنعي الوقود التعاون مع مصنعي محركات المركبات من خلال خفض نسبة الكبريت في الديزل من 5000 ج.ف.م إلى 2000 ج.ف.م بحلول عام 1992، ثم إلى 500 ج.ف.م بحلول تشرين الأول/أكتوبر 1997. ثم في آذار/مارس 2007 أضيفت ست مواصفات أخرى على الديزل الخاص B₅، الحاوي على نسبة عالية من الميثيل إيثير الحموض الدسمة FAME، وهي مقاومة الأكسدة، والرقم الحمضي، ومحتوى الثلاثي غليسريدات، ومحتوى الميثانول، ودرجة الحموضة، ومحتوى ميثيل إيثير الحموض الدسمة FAME، كما تم خفض نسبة الكبريت في وقود الديزل بشكل مماثل لمواصفات الغازولين إلى 10 ج.ف.م.

✓ تطور المواصفات القياسية لجودة وقود النقل في روسيا

بدأت عملية تحسين مواصفات وقود النقل في روسيا مع بداية ثمانينيات القرن الماضي بحظر استخدام الرصاص في الغازولين في بعض المدن الرئيسية، إلى أن توقف إنتاج واستهلاك الغازولين الحاوي على الرصاص في كافة المدن الروسية في عام 2003.

في بداية عام 2006 أعلنت وزارة الصناعة والطاقة الروسية عن خطة لاعتماد المواصفات القياسية الأوروبية، يورو-3-4-5 لكل من الغازولين والديزل على ثلاث مراحل تبدأ في الأول من كانون الثاني/يناير من الأعوام 2009-2010-2013 على التوالي. ثم عدلت المواعيد لمنح الفرصة لمصافي النفط لتعديل عملياتها حتى تتمكن من الالتزام بمتطلبات المواصفات القياسية الجديدة.

✓ تطور المواصفات القياسية لجودة وقود النقل في الصين

بدأت عملية تنظيم جودة الوقود في الصين عام 1999 بإصدار المواصفات القياسية الأولى China I التي تتضمن متطلبات إنتاج الغازولين الخالي من الرصاص اعتباراً من مطلع عام 2000. وفي تشرين الأول/أكتوبر 2000 صدرت المواصفات القياسية الصينية الأولى للديزل China I تتضمن خفض محتوى الكبريت في الديزل إلى 2000 ج.ف.م بحلول عام 2002، ثم صدرت المواصفات القياسية الثانية للديزل China II عام 2003 خفض بموجبها محتوى الكبريت إلى 500 ج.ف.م، تبعها المواصفات القياسية الصينية الثانية للغازولين China II عام 2004، التي تضمنت خفض محتوى الكبريت في الغازولين إلى 500 ج.ف.م اعتباراً من الأول من حزيران/يونيو 2005.

في عام 2006 صدرت المواصفات القياسية الثالثة III China التي تتضمن خفض محتوى الكبريت في الغازولين إلى 150 ج.ف.م، وخفض محتوى الكبريت في الديزل إلى 350 ج.ف.م، اعتباراً من 31 كانون الأول/ديسمبر 2009.

في شباط/فبراير 2013 أصدر مجلس الدولة الصيني توجيهاً بضرورة خفض نسبة الكبريت في الغازولين والديزل في كافة أرجاء الصين إلى أدنى من 10 ج.ف.م، مع نهاية عام 2017، وخلال بضعة أشهر قامت الهيئات التشريعية في الصين بترجمة هذا التوجيه إلى تشريع من خلال إصدار ثلاث معايير جديدة.

أما المواصفات الأخرى الخاصة بالغازولين فقد تم تعديلها ضمن برنامج تطوير المواصفات القياسية الصينية في عام 2006 لتحديد الحد الأقصى لمحتوى العطريات في الغازولين عند القيمة 40 % حجماً وتخفيض الأوليفينات من 30% إلى 24% حجماً، وتخفيض الحد الأقصى لنسبة المنغيز من 16 إلى 8 ملغ/لتر، ثم إلى 2 ملغ/لتر. وتثبيت الحد الأقصى للأوكسجين عند القيمة 2.7% وزناً، وتخفيض الرقم الأوكتاني بطريقة البحث لنوعي الغازولين من 90-97 إلى 89-95.

✓ تطور المواصفات القياسية لجودة وقود النقل في أفريقيا

تعاني معظم الدول الأفريقية من صعوبات عديدة تحول دون مواكبة المواصفات القياسية العالمية لجودة وقود النقل، فمنها ما يتبع المواصفات القياسية الأوروبية "يورو-II"، ومنها ما يتبع المواصفات القياسية "يورو-III"، وعلى الرغم من وجود بعض المصافي المتطورة التي يمكنها إنتاج وقود بمواصفات متوافقة مع أحدث المواصفات القياسية الأوروبية "يورو-V" إلا أن بعض الدول مازالت تستخدم مركبات الرصاص لرفع

الرقم الأوكتاني للغازولين، فضلاً عن ارتفاع محتوى الكبريت في وقود الديزل ليصل إلى 7000 ج.ف.م.

في آذار/ مارس 2006 أصدرت رابطة المكررين الأفارقة African Refiners Association-ARA مواصفات قياسية أفريقية للغازولين والديزل مماثلة للمواصفات القياسية الأوروبية، مع تحديد إطار زمني للتنفيذ.

✓ ميثاق الوقود العالمي للوقود

يتكون ميثاق الوقود العالمي للوقود World-Wide Fuel Charter من مجموعة من التوصيات الخاصة بمواصفات الغازولين والديزل.

يهدف الميثاق الذي شارك في إعداده مجموعة من الهيئات العالمية إلى تعزيز الوعي بمتطلبات جودة وقود النقل، والعمل على مقاربة وتوحيد مواصفات جودة الوقود عبر كافة مناطق العالم، مع الأخذ بعين الاعتبار متطلبات المستهلك، وأداء المركبة، وتقنيات خفض انبعاثات المحرك. تساهم هذه التوصيات في مساعدة مصنعي المركبات والمحركات على تقديم نصائح مفيدة لصانعي القرار الراغبين بإعداد معايير وتشريعات الحد من انبعاثات المركبات، سواء من البداية، أو تعديل وتطوير التشريعات الحالية.

انطلقت فكرة الميثاق العالمي للوقود عام 1998 بإصدار الفئة الأولى من مواصفات كل من الغازولين الخالي من الرصاص ووقود الديزل، ثم صدرت مراجعة لهذه الفئة سميت الفئة الثانية في عام 2000، ثم الفئة الثالثة في عام 2002، والرابعة في عام 2006، ثم صدرت الفئة الخامسة في أيلول/ سبتمبر عام 2013.

ثالثاً: خيارات مصافي النفط لإنتاج الوقود الأنظف

تحتاج مصافي النفط إلى اتخاذ بعض الإجراءات التي تساهم في تعزيز قدرتها على تلبية متطلبات المواصفات القياسية لجودة الوقود الأنظف، وقد تكون هذه الإجراءات بسيطة يمكن تنفيذها بسهولة، أو معقدة ويتطلب تنفيذها فترة زمنية طويلة، علاوة على الحاجة إلى توظيف استثمارات باهظة، تتركز معظمها في إضافة عمليات معالجة هيدروجينية لخفض نسبة الكبريت في الوقود المنتج.

✓ خيارات تلبية متطلبات المواصفات القياسية للغازولين

يمكن خفض تركيز العطريات في الغازولين، إما بفصل البنزين العطري من لقيم وحدة تهذيب النافثا بالعامل الحفاز، أو من منتج الوحدة (نافثا التهذيب Reformate) ثم تحول إلى وحدة إشباع Saturation أو أزمرة Isomerization أو ألكلة Alkylation، أو استخلاص Extraction. ويمكن أيضاً خفض نسبة العطريات بإضافة الأوكسجينات إلى منتج الغازولين النهائي.

كما يمكن خفض محتوى الكبريت في الغازولين من خلال المعالجة الهيدروجينية لنافثا العمليات التحويلية، كالتكسير بالعامل الحفاز، والتفحيم، وكسر اللزوجة. أو معالجة لقيم وحدات التكسير بالعامل الحفاز المائع. وقد تلجأ المصفاة إلى تكرير نפט خام يحتوي على نسبة كبريت منخفضة في حال تعذر إنشاء وحدات معالجة هيدروجينية.

✓ خيارات تلبية متطلبات المواصفات القياسية لوقود الديزل

يمكن تلبية متطلبات المواصفات القياسية لجودة وقود الديزل بطرق مختلفة، فعلى سبيل المثال يمكن خفض نسبة الكبريت اعتماداً على حلول باهظة التكاليف، كإنشاء وحدات معالجة هيدروجينية جديدة، أو اللجوء إلى

بعض الحلول التي لا تحتاج إلى استثمارات كبيرة، كاختيار عوامل حفازة متطورة تتميز بفعالية أعلى، أو تعديل شدة ظروف تشغيل وحدات المعالجة الهيدروجينية، أو رفع درجة نقاوة الهيدروجين، أو تغيير نوعية النفط الخام المكرر، أو استيراد وقود ديزل يحتوي على نسبة منخفضة من الكبريت.

✓ العوامل المؤثرة في إنتاج الوقود الأنظف

يؤثر في قدرة مصافي النفط على إنتاج الوقود الأنظف العديد من العوامل، منها نوع وجودة النفط الخام المكرر في المصفاة، وحجم الطاقة التكريرية للمصفاة ودرجة تعقيدها، ونوع التكنولوجيا المستخدمة في عمليات التكرير، وتوفر النفط الخام في منطقة قريبة من موقع المصفاة، ومستوى الدعم الحكومي لقطاع تكرير النفط.

✓ انعكاسات إنتاج الوقود الأنظف على صناعة تكرير النفط

قبل البدء بتطبيق متطلبات المواصفات القياسية لجودة الوقود الأنظف يجب دراسة التكاليف المحتملة، والفوائد التي يمكن الحصول عليها نتيجة إدخال التعديلات الجديدة، وإجراء تقييم لانعكاسات تلك التعديلات على صناعة التكرير، وأية جهة أخرى يمكن أن يكون لها علاقة بالعملية.

رابعاً: إنتاج الوقود الأنظف في الدول الأعضاء في أوابك

شهدت فترة ثمانينيات القرن الماضي مرحلة مهمة في عملية إنتاج الوقود الأنظف، وذلك من خلال تطوير المواصفات القياسية لوقود النقل، بما يتوافق مع التطورات الحديثة لصناعة المركبات في العالم.

في مطلع القرن الحادي والعشرين بدأت ثمار تنامي الوعي البيئي في دفع الهيئات الحكومية نحو تعديل المواصفات القياسية الوطنية لوقود النقل

بهدف تحسين جودة الهواء، والحد من الانبعاثات الملوثة للبيئة، والتركيز بشكل خاص على نسبة الكبريت في وقود النقل.

✓ المواصفات القياسية للغازولين في الدول الأعضاء في أوبك

على الرغم من الاهتمام الموجه نحو المواصفات القياسية للغازولين في كافة الدول الأعضاء، باعتباره الوقود الأكثر استخداماً في وسائل النقل الخفيفة في المنطقة، لا تزال معظم المواصفات القياسية في بعض الدول أدنى من المستوى المحدد في المواصفة الأوروبية "يورو-V".

✓ المواصفات القياسية لوقود الديزل في الدول الأعضاء في أوبك

تختلف قيم المواصفات القياسية لوقود الديزل في الدول الأعضاء تبعاً لإمكانيات مصافي النفط العاملة في الدولة ودرجة تطورها، ونوع ودرجة تطور التقنيات المستخدمة في عمليات التكرير.

✓ أهداف تطوير المواصفات القياسية الوطنية للوقود في الدول الأعضاء

لم تقتصر أهداف المواصفات القياسية الوطنية لجودة وقود النقل في الدول الأعضاء على تحسين جودة الهواء الجوي وحماية البيئة من التلوث، لكن كان لديها أهداف أخرى تتركز في مواكبة المعايير السائدة في الأسواق الخارجية المستهدفة لتصدير منتجاتها البترولية، فضلاً عن السعي إلى مقاربة المواصفات المحلية مع مثيلاتها في الدول المجاورة، بهدف تعزيز فرص تبادل المنتجات البترولية فيما بينها.

✓ تحديات إنتاج الوقود الأنظف في الدول الأعضاء في أوبك

على الرغم من توفر الإمكانيات والموارد وعوامل النجاح التي تمتلكها، تواجه الدول الأعضاء في أوبك العديد من التحديات التي تعيق تقدمها في مواكبة مسار تطوير إنتاج الوقود الأنظف في العالم. يأتي في

مقدمتها ضخامة استثمارات تمويل مشاريع تطوير مصافي النفط لتمكينها من إنتاج الوقود الأنظف، وأعباء اقتناء التكنولوجيا المتطورة لعمليات التكرير، وصعوبات أخرى تتعلق بنوعية النفط الخام المكرر.

✓ إجراءات تعزيز إنتاج الوقود الأنظف في الدول الأعضاء في أوابك

لتعزيز قدرتها على إنتاج الوقود الأنظف تخطط معظم الدول الأعضاء في أوابك لإنشاء مصاف جديدة وتطوير المصافي القائمة، ودعم أنشطة البحث والتطوير، وتعزيز التعاون مع شركات النفط العالمية.

قائمة المصطلحات Abbreviations

ACEA	European Automobile Manufacturers Association	رابطة مصنعي السيارات الأوروبية
AMMA	American Automobile Manufacturers Association	رابطة مصنعي السيارات الأمريكية
AQIRP	Air Quality Improvement Research Program	برنامج أبحاث تحسين جودة الهواء
ARA	African Refiners Association	رابطة المكررين الأفارقة
ASTM	American Society for Testing and Materials	الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد
b/d	Barrels per day	برميل في اليوم، ب/ي
Btu	British thermal unit used to measure fuels by their energy content	وحدة حرارية بريطانية
CAA	Clean Air Act	قانون الهواء النظيف
CAFE	Corporate Average Fuel Economy standards	معايير متوسط اقتصاد الوقود للشركات
CFPP	Cold Filter Plugging Point	درجة انسداد الفلتر البارد
CI	Cetane Index	معامل السيتان
CN	Cetane Number	الرقم السيتاني
CONCAWE	Conservation of Clean Air and Water in Europe	حماية الهواء النظيف والماء في أوروبا
CO _x	Carbon Oxides	أكاسيد الكربون
°C	Degree Celsius	درجة مئوية °م
DI	Diesel Index	معامل الديزل
DPF	Diesel Particulate Filter	مرشح الجسيمات الدقيقة لمركبات الديزل
EIA	U.S. Energy Information Administration	إدارة معلومات الطاقة الأمريكية
EMA	Engine Manufacturers Association	رابطة مصنعي المحركات
EPEFE	European Program on Emissions, Fuels and Engine Technologies	البرنامج الأوروبي لتقنيات الانبعاثات والوقود والمحركات
ETBE	Ethyl Tertiary Butyl Ether	
FAME	Fatty Acid Methyl Ester	ميثيل إيستر الحمض الدهني
FCC	Fluid Catalytic Cracking	تكسير بالمعامل الحفاز المائع
°F	Degree Fahrenheit	درجة فهرنهايت °ف
GSO	Gulf Standards Organization	منظمة المعايير الخليجية
HC	Hydrocarbon Compounds	مركبات هيدروكربونية
ICCT	International Council on Clean Transportation	المجلس العالمي للنقل النظيف
IEA	International Energy Agency	وكالة الطاقة العالمية
IFQC	International Fuel Quality Center	مركز جودة الوقود العالمي
Isomerase	Product of Isomerisation Process	نافثا الأزمنة
JAMA	Japan Automobile Manufacturers Association	رابطة مصنعي السيارات اليابانية
JATOP	Japan Auto-Oil Program	برنامج المركبات/النفط الياباني
JCAPI	Japan Clean Air Program I	برنامج الهواء النظيف الياباني الأول

JPEC	Japan Petroleum Energy Center	المركز الياباني للطاقة البترولية
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry	وزارة الاقتصاد والتجارة والصناعة اليابانية
MON	Motor Octane Number	الرقم الأوكتاني بطريقة المحرك
MTBE	Methyl Tertiary Butyl Ether	ميثيل ثلاثي بيوتيل إيثير
NO	Nitrogen Oxide	أكسيد النيتروجين
NOx	Nitrogen Oxides	أكاسيد النيتروجين
OS	Oxidation Stability	مقاومة الأكسدة (الثبات ضد الأكسدة)
PM	Particulate Matter	الجسيمات الدقيقة
PPM	Part Per Million	جزء في المليون (ج.ف.م)
Reformate	Product of Catalytic Reforming Process	نافثا التهذيب
RON	Research Octane Number	الرقم الأوكتاني بطريقة البحث
VOCs	Volatile Organic Compounds	مركبات عضوي طيارة
WHO	World Health Organization	منظمة الصحة العالمية
WWFC	World-Wide Fuel Charter	ميثاق الوقود العالمي

الفصل الأول

المواصفات القياسية لجودة الوقود

- 1-1: تصنيف انبعاثات وقود النقل
- 2-1: معايير جودة الهواء الجوي
- 3-1: فوائد إنتاج الوقود الأنظف
- 4-1: تصنيف مواصفات وقود النقل
- 5-1: خطة تطوير المواصفات القياسية لجودة الوقود
- 6-1: عوامل نجاح خطة إعداد المواصفات القياسية لجودة الوقود

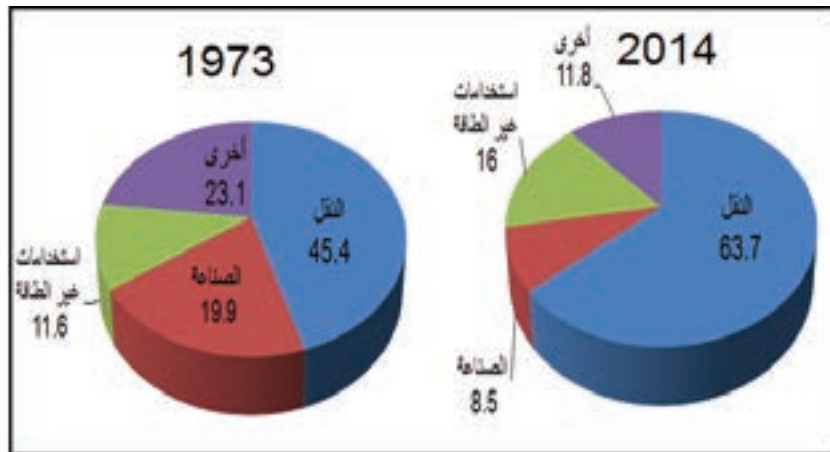
الفصل الأول

المواصفات القياسية لجودة الوقود

مقدمة

ارتفعت الأصوات المنادية بضرورة تحسين جودة مواصفات وقود وسائل النقل في العقود الثلاثة الماضية، كأحد إجراءات الحد من أخطار التلوث الهوائي الناتج عن تنامي عدد المركبات في العالم، حيث ارتفعت نسبة استهلاك وقود النقل من 45.4% من إجمالي استهلاك النفط في العالم عام 1973 إلى 63.7% بحلول عام 2014. يبين الشكل (1-1) تطور حصة وقود النقل من إجمالي استهلاك النفط في العالم خلال الفترة 1973-2014. (PCFN, 2014)

الشكل (1-1): تطور حصة وقود النقل من إجمالي استهلاك النفط في العالم خلال الفترة (1973-2014)



المصدر: PCFN, 2014

يتناول هذا الفصل تعريفاً بأنواع الانبعاثات التي تنتج عن حرق وقود النقل، والخصائص التي تميز أنواع الوقود، ودورها في التأثير على كل من الانبعاثات الضارة بصحة الإنسان وسلامة البيئة، وعلى أداء محرك المركبة، مع الإشارة إلى أهمية وفوائد إنتاج الوقود الأنظف كأحد الإجراءات الضرورية للحد من الانبعاثات الملوثة للبيئة التي تنتج عن استخدام الوقود في وسائل النقل. كما يتضمن هذا الفصل عرضاً لمراحل إعداد المواصفات القياسية الوطنية لجودة وقود النقل، والصعوبات التي تعترض تنفيذها، وأهم الإجراءات والعوامل الواجب أخذها بعين الاعتبار للتغلب على تلك الصعوبات وضمان الحصول على النتائج المستهدفة من إعدادها.

1-1: تصنيف انبعاثات وقود النقل

ينتج عن استخدام الوقود في وسائل النقل أشكال عديدة من الملوثات البيئية، فهي إما انبعاثات تصدر من عادم المركبة، أو أبخرة هيدروكرونية تنبعث عند إعادة تعبئة المركبة بالوقود، وأخرى على شكل أبخرة تنبعث من محرك المركبة. يبين الشكل (2-1) مصادر انبعاثات وقود وسائل النقل.

عند حرق الوقود في محرك المركبة تتشكل انبعاثات مثل أكاسيد الكربون CO_x ، وأكاسيد النيتروجين NO_x ، وبخار الماء، وفي حال عدم احتراق الوقود بشكل كامل تنطلق من عادم المركبة أكاسيد النيتروجين NO ، وأول أكسيد الكربون CO ، وهيدروكربونات غير محترقة.

الشكل (2-1): مصادر انبعاثات وقود وسائل النقل

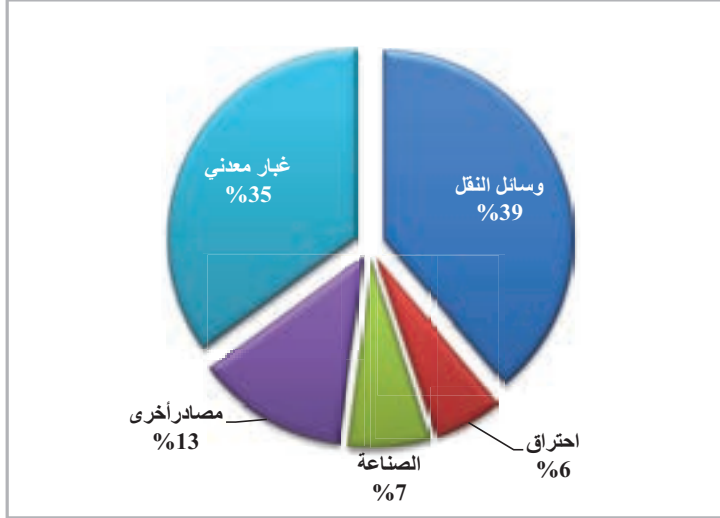


المصدر: Transportation, 2008

تصنف انبعاثات وقود وسائل النقل الضارة بصحة الإنسان والبيئة عند وجودها بنسب عالية، إلى انبعاثات أولية، وأخرى ثانوية. تعرف الانبعاثات الأولية بأنها المواد التي تنبعث مباشرة من المصدر، أما الثانوية فهي التي تتشكل في طبقات الهواء الجوي نتيجة تفاعلات كيميائية تحدث عند وجود الانبعاثات الأولية. (Daly, A., & Azmnetti, P., 2008)

تتكون الانبعاثات الأولية من المركبات التالية:

- ✓ مركبات الكربون، مثل أول أكسيد الكربون CO، وثاني أكسيد الكربون CO₂، والميثان CH₄، والمركبات العضوية المتطايرة VOCs.
- ✓ مركبات النيتروجين، مثل أول أكسيد النيتروجين NO، وأكسيد النيتروز N₂O، والأمونياك NH₃.
- ✓ مركبات الكبريت، مثل كبريتيد الهيدروجين H₂S، وثاني أكسيد الكبريت SO₂
- ✓ مركبات الهالوجين Halogen Compounds، مثل الكلوريدات، والفلوريدات، والبروميدات.
- ✓ الجسيمات الدقيقة Particulate Matter-PM، تتواجد على شكل ذرات صلبة أو سائلة، متناثرة في الهواء الجوي، وهي قابلة للاستنشاق، وذلك نظراً لصغر حجمها وسهولة دخولها إلى الأنف والفم. وتصنف إلى عدة مجموعات حسب أبعادها، منها مجموعة الجسيمات التي قطرها أصغر أو يساوي 10 ميكرون PM₁₀، ومجموعة الجسيمات الدقيقة التي قطرها أصغر أو يساوي 2.5 ميكرون PM_{2.5}. تعتبر الجسيمات الدقيقة ثاني أكبر مصادر التلوث الهوائي من حيث الخطورة على صحة الإنسان. كما تعتبر وسائل النقل أحد أكبر مصادر الجسيمات الدقيقة في الهواء الجوي، حيث تشكل حوالي 39% من إجمالي الجسيمات الناتجة عن الأنشطة الأخرى. يبين الشكل (1-3) توزيع نسب مصادر الجسيمات الدقيقة في الهواء الجوي.

الشكل (3-1): توزيع نسب مصادر الجسيمات الدقيقة في الهواء الجوي

المصدر: AFDB, 2015

أما الانبعاثات الثانوية فهي المواد التي تتشكل في الهواء الجوي من تفاعل الانبعاثات الأولية، وأهمها:

✓ ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 ، وحمض النيتريك HNO_3 ، وهي مواد تتكون من أول أكسيد النيتروجين NO .

✓ الأوزون O_3 ، يتشكل الأوزون نتيجة التفاعلات الكيميائية الضوئية Photo Chemical بين أكاسيد النيتروجين NO_x والمركبات العضوية الطيارة VOCs .

✓ رذاذ حمض الكبريت الذي يتشكل من غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 ، وقطرات حمض النيتريك التي تتشكل من غاز ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 .

✓ هباء كبريتات ونيترات الأمونيوم، يتشكل من تفاعل كل من قطرات حمض الكبريت، وقطرات حمض النيتريك مع غاز الأمونياك NH_3 على التوالي.

✓ الهباء العضوي **Organic Aerosols**، يتشكل من تفاعلات تحول المركبات العضوية الطيارة VOCs من غاز إلى حبيبات.

2-1: معايير جودة الهواء الجوي

اهتم الباحثون بشؤون حماية البيئة بدراسة انعكاسات انبعاثات وقود النقل على صحة الإنسان والبيئة، وتصاعدت الأصوات المناهضة بضرورة اتخاذ الإجراءات اللازمة للحد من هذه الملوثات، مما دفع الهيئات الحكومية إلى إعداد معايير لضبط جودة الهواء الجوي، لتشكل فيما بعد قاعدة انطلاق للبدء بتنفيذ إجراءات تساعد على الحد من كمية الانبعاثات، والتخفيف من انعكاساتها على صحة الإنسان والبيئة. يبين الجدول (1-1) معايير جودة الهواء الجوي في الولايات المتحدة الأمريكية، والاتحاد الأوروبي، ومنظمة الصحة العالمية.

الجدول (1-1): معايير جودة الهواء الجوي في الولايات المتحدة الأمريكية، والاتحاد الأوروبي، ومنظمة الصحة العالمية

الملوثات	وحدة القياس	متوسط الزمن	الحد الأقصى لمتوسط التركيز		
			الولايات المتحدة	الاتحاد الأوروبي	منظمة الصحة العالمية
أوزون O3	ج.ف.م	1سا/8سا	0.08/-	0.01/-	100/- ميكروغرام/م ³
أول أكسيد الكربون CO	ج.ف.م	15دقيقة/1سا/8سا	9/35/-	8.3/25/83	10/30/100 ملغ/م ³
ثاني أكسيد النيتروجين NO ₂	ج.ف.م	1سا/سنة	0.053/-	0.033/0.17	40/200 ميكروغرام/م ³
ثاني أكسيد الكبريت SO ₂	ج.ف.م	1سا/24سا/سنة	0.03/0.14/-	-/0.10/0.29	-/20/- ميكروغرام/م ³
جسيمات دقيقة PM ₁₀	ميكروغرام/م ³	24سا/سنة	50/150	40/50	20/50
جسيمات دقيقة PM _{2.5}	ميكروغرام/م ³	24سا/سنة	15/65	-/-	10/25
رصاص	ميكروغرام/م ³	30يوم/ربع سنة/سنة	-/1.5/-	0.5/-/-	-
كبريتات	ميكروغرام/م ³	24 سا	-	-	-

المصدر: WHO, 2014

3-1: فوائد إنتاج الوقود الأنظف

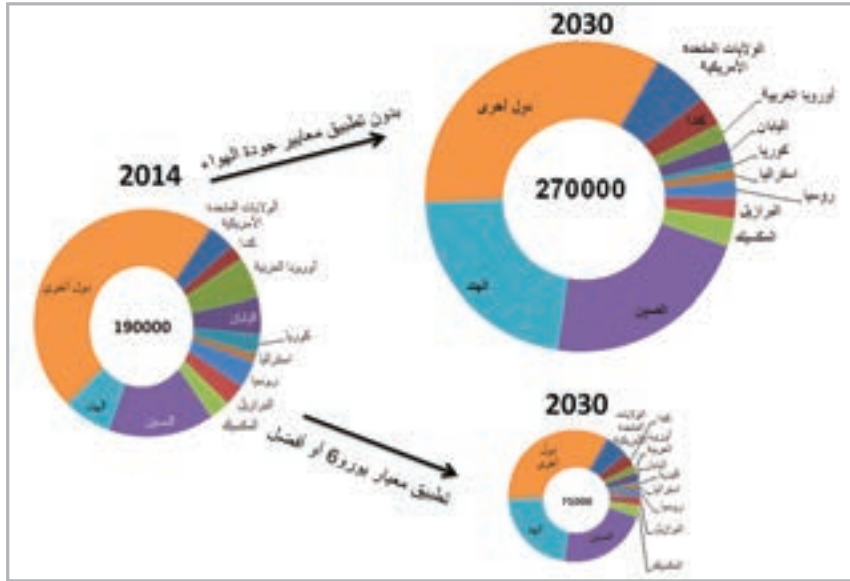
تتركز الأهداف الأساسية لإنتاج الوقود الأنظف في حماية كل من مستخدميه وسائل النقل والبيئة، وذلك من خلال تخفيض الانبعاثات الناتجة عن استخدام الوقود لضمان حماية البيئة من التلوث، علاوة على تأمين مواصفات تضمن أفضل أداء ممكن لمحرك المركبة. فيما يلي أهم فوائد إنتاج الوقود الأنظف. (Ehsani, S., 2008)

■ المحافظة على صحة الإنسان والبيئة

أكدت العديد من الدراسات التي نشرتها منظمة الصحة العالمية على وجود علاقة بين نسبة الملوثات الناتجة عن وقود المركبات في الهواء الجوي، وانتشار أمراض انسداد أغشية الجهاز التنفسي المزمنة، وتنامي عدد الوفيات الفجائية الناتجة عن الإصابة بأمراض القلب، وسرطان الرئة. (EPA, 2003)

في عام 2014 نشر المجلس العالمي لوقود النقل ICCT نتائج دراسة حول فوائد تطبيق معايير جودة الوقود، أشارت إلى أن عدد الوفيات المبكرة الناتجة عن انبعاثات عوادم المركبات الخفيفة والثقيلة في العالم يبلغ 190 ألف حالة وفاة في السنة، ويتوقع أن ترتفع إلى 270 ألف حالة في السنة بحلول عام 2030، وسيخفض العدد إلى 71 ألف حالة في حال تطبيق متطلبات المعيار الأوروبي الجديد لجودة الهواء الجوي "يورو-VI". يبين الشكل (4-1) تطور عدد الوفيات المبكرة الناتجة عن انبعاثات عوادم المركبات الخفيفة والثقيلة في العالم نتيجة تطبيق المواصفة القياسية لوقود النقل في دول الاتحاد الأوروبي "يورو-VI". (EPA, 2014)

الشكل (4-1): تطور عدد الوفيات المبكرة الناتجة عن انبعاثات عوادم المركبات الخفيفة والثقيلة في العالم نتيجة تطبيق معيار جودة الهواء "يورو-VI"



المصدر: EPA, 2014

■ تحسين جودة الهواء الجوي

نشرت وكالة حماية البيئة الأمريكية تقريراً عن التغيرات التي طرأت على كمية أهم الملوثات الهوائية، نتيجة تحسين خصائص الوقود، وتطوير تكنولوجيا محركات المركبات، حيث أشار التقرير إلى أن تحسين جودة وقود المركبات ساهم بشكل فعال في الحد من نسب الملوثات في الهواء الجوي، حيث انخفضت كمية الانبعاثات في الولايات المتحدة الأمريكية من 301.5 مليون طن/السنة عام 1970 إلى 141 مليون طن/السنة عام 2005. يبين الجدول (2-1) تطور كمية الانبعاثات في الولايات المتحدة الأمريكية خلال الفترة 1970-2005. (Chevron, 2007)

الجدول (2-1): تطور كمية الانبعاثات في الولايات المتحدة الأمريكية خلال الفترة (1970-2005) (مليون طن/السنة)

2005	2000	1995	1990	1985	1980	1975	1970	
89	102.9	120.0	143.6	169.6	177.8	184.0	197.3	أول أكسيد الكربون CO
19	22.3	24.7	25.2	25.8	27.1	26.4	26.9	أكاسيد النيتروجين NOx
2	2.3	3.1	3.2	3.6	6.2	7.0	12.2	الجسيمات الدقيقة PM
15	16.3	18.6	23.1	23.3	25.9	28.0	31.2	ثاني أكسيد الكبريت SO ₂
16	26.9	21.6	23.1	26.9	30.1	30.2	33.7	الأبخرة العضوية المتطايرة VOCs
0.003	0.003	0.004	0.005	0.022	0.074	0.16	0.221	الرصاص
141	160.2	188.0	218.2	249.2	267.2	275.8	301.5	الإجمالي

المصدر: Chevron, 2007

من جهة أخرى يساهم إنتاج الوقود الأنظف في تحسين أداء المرشحات التي تلتقط الجسيمات الدقيقة PM من عوادم المركبات التي تعمل على وقود الديزل، حيث أن هذه المرشحات تفقد فعاليتها عندما ترتفع نسبة الكبريت في الوقود إلى أعلى من 50 ج.ف.م، وتعمل بأفضل كفاءة عند نسبة كبريت أقل من 10 ج.ف.م. (Akumu, J., 2015)

■ تحسين أداء محركات المركبات

إن تحسين خصائص الوقود يساهم في تحسين أداء المركبات، وذلك من خلال توفير المواصفات التي تلبي متطلبات تصميم المحرك، وتفاذي تشكل الرواسب التي تؤدي إلى خفض كفاءة احتراق الوقود.

■ المحافظة على الموارد الطبيعية

لإنتاج الوقود الأنظف دور مهم في المحافظة على الموارد الطبيعية من خلال خفض استهلاك الطاقة نتيجة تحسين خصائص أداء الوقود، علاوة على التطورات الحديثة التي ظهرت في مجال تحسين كفاءة استهلاك الوقود في محركات وسائل النقل. (Miller, J., & Facanha, C., 2014)

■ تحسين الدخل القومي

لا تقتصر فوائد إنتاج الوقود الأنظف على خفض الانبعاثات الملوثة للبيئة، وتخفيف انعكاساتها على صحة الإنسان، وتعظيم أداء محركات المركبات، بل هناك فوائد أخرى غير مباشرة، كتحسين الدخل القومي من خلال خفض نفقات العلاج التي تنفقها الحكومة على معالجة الأمراض الناشئة عن تلوث الهواء الجوي بانبعاثات المركبات. (Hurnall, J., 2015)

نشرت مجلة الصحة البيئية *Journal of Environmental Health* في عام 2012 نتائج دراسة أشارت إلى أن حظر استخدام مركبات الرصاص في الغازولين، قد حقق فائدة للعالم تقدر بحوالي 2.4 تريليون دولار أمريكي في السنة، أو ما يعادل 4% من إجمالي الناتج المحلي العالمي، وذلك من خلال خفض مستوى الأمراض التي كانت تسببها مركبات الرصاص، كأمراض القلب والجهاز التنفسي. (PCFN, 2014)

■ تعزيز فرص التبادل التجاري

يساهم إنتاج الوقود الأنظف في توحيد مواصفات ومعايير جودة وقود النقل، مما يسهل عملية تبادل المنتجات البترولية بين الدول المتجاورة.

■ حماية المستهلك

إن تحسين مواصفات وقود المركبات من خلال خفض محتوى الشوائب الكبريتية التي تؤدي إلى تآكل واهتراء الأجزاء المعدنية لمحرك المركبة يؤدي بالتالي إلى تحسين كفاءة استخدام الوقود، وخفض التكاليف التي يدفعها المستهلك لصيانة محرك المركبة.

■ خلق فرص عمل

يتطلب إنتاج الوقود الأنظف إنشاء مشاريع تطوير لمصافي النفط، تتضمن إضافة وحدات جديدة، وتوسيع الوحدات الخدمية، وهي مشاريع تحتاج إلى العديد من فرص العمل المباشرة وغير المباشرة.

4-1: تصنيف مواصفات وقود النقل

لكل منتج من المنتجات البترولية مجموعة من المواصفات تعبر عن الخصائص التي يتميز بها المنتج، ومدى صلاحيته للاستخدام في مجالات محددة. وقد تطورت هذه المواصفات مع الزمن وفق ما تستدعيه الحاجة وتطور صناعة المركبات وتعدد أنواعها وأشكالها. وعلى الرغم من وجود تداخل في دورها ووظائفها، يمكن تصنيف المواصفات والخصائص الرئيسية لوقود النقل في ثلاث فئات على النحو التالي: (Mikkonen, S., 2014)

- ✓ **مواصفات تحقيق هدف محدد Fit on Purpose**، وتهدف إلى ضمان تشغيل آمن للمركبة، وتنظيم شروط سلامة التعامل مع الوقود، كمواصفات نسبة الشوائب، ودرجة الاشتعال، والضغط البخاري.
- ✓ **مواصفات الأداء Performance Specifications**، وتشمل المواصفات التي تساعد على ضمان أداء مقبول لمحرك المركبة، كالرقم الأوكتاني.
- ✓ **مواصفات التمكين Enabling Specifications**، وتشمل المواصفات التي تضمن سلامة عمل مرشحات غازات عادم المركبة، كمواصفة محتوى الكبريت الذي يؤدي وجوده بنسب مرتفعة إلى تسمم العامل الحفاز المستخدم في هذه الأجهزة، كما أن وجود مركبات الرصاص أيضاً يؤدي إلى تسمم العامل الحفاز في مرشحات عوادم المركبات.

1-4-1: مواصفات الغازولين

حصل الغازولين على أهميته منذ أن بدأ استخدامه كوقود في المحركات عام 1892 مع انطلاق صناعة المركبات، وهو سائل يحتوي على طاقة تقدر بحوالي 114 ألف وحدة بريطانية/الغالون.

ينتج عن حرق الغازولين غازات ملوثة للبيئة، وتصنفه وكالة حماية البيئة الأمريكية بأنه أحد أكبر مصادر الانبعاثات المسرطنة في هواء المدن

المزدحمة، حيث يشكل حوالي 75% من إجمالي الملوثات المسرطنة الناتجة عن النشاط البشري، ويشكل الديزل حوالي 12%، بينما تشكل الصناعات الأخرى حوالي 13%. (CFDC, 2011).

فيما يلي أهم خصائص الغازولين وأثرها على أداء المحركات ونسبة الانبعاثات الناتجة عن استخدامه.

■ الرقم الأوكتاني

يعبر الرقم الأوكتاني عن قدرة الغازولين على مقاومة الاشتعال الذاتي Auto-Ignition، الذي يسبب حدوث ظاهرة الطرق Knocking، والتي يمكن أن تؤدي إلى تعطل، أو حتى كسر أجزاء محرك المركبة. (Transportation, 2008)

يقاس الرقم الأوكتاني للغازولين بطريقتين، تسمى الأولى طريقة البحث Research Octane Number-RON، أما الثانية فتسمى طريقة المحرك Motor Octane Number-MON. تعتبر طريقة البحث الأكثر شيوعاً في مناطق العالم. كما يستخدم في أمريكا الشمالية قياس مؤشر الرقم الأوكتاني Octane Index، ويحسب بمتوسط قيمة الرقمين، أو $(RON+MON)/2$.

يصمم محرك المركبة عادة ليعمل ضمن مجال محدد من الرقم الأوكتاني، وعندما يستخدم المستهلك غازولين برقم أوكتاني أدنى من القيمة المطلوبة تحدث ظاهرة الطرق التي تؤدي إلى خفض أداء المحرك، إضافة إلى تلف أجزاء محرك المركبة.

يساهم رفع الرقم الأوكتاني للغازولين في خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO₂ المنطلقة من عوادم المركبات، وذلك من خلال دوره في تحسين اقتصاد الوقود Fuel Economy، حيث أثبتت التجربة العملية أن

المركبة المصممة لتعمل على غازولين برقم أوكتاني 95 بطريقة البحث RON ترتفع كفاءة محركها بحدود 3% مقارنة بالمركبة التي تعمل على غازولين برقم أوكتاني 91 بطريقة البحث RON. (WWFC, 2013).

■ محتوى الكبريت

تختلف نسبة الكبريت في النفط الخام من نوع لآخر حسب المصدر، حيث ينتقل إلى المنتجات البترولية، ويتم نزعها منها بواسطة عمليات المعالجة الهيدروجينية في المصفاة.

للكبريت تأثير كبير على انبعاثات المركبات، نظراً لدوره في خفض كفاءة العامل الحفاز المستخدم في المحولات الحفازة المستخدمة لمعالجة انبعاثات عادم المركبة، إضافة إلى تأثيره السلبي على عمل حساسات قياس أوكسجين غازات العادم.

في عام 2000 نشرت الهيئة الأوروبية لحماية البيئة تقريراً يتضمن دراسة شارك في إعدادها مجموعة خبراء من شركات تكرير النفط ومصنعي السيارات. هدفت الدراسة إلى بيان فوائد خفض تركيز الكبريت في وقود النقل، وخلص التقرير إلى النتائج التالية: (Bandivadekar, A., & Bansal, G., 2013)

✓ يسبب وجود الكبريت في الغازولين حدوث تآكل واهتراء في الأجزاء المعدنية لمحرك المركبة.

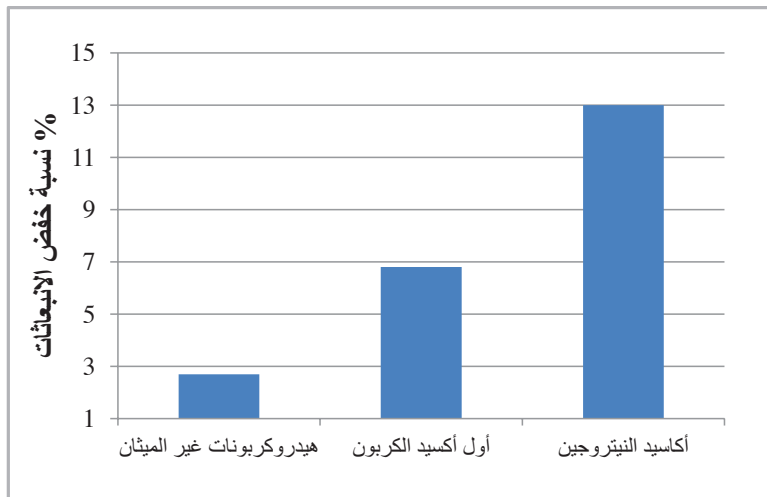
✓ إن خفض تركيز الكبريت في الغازولين يساهم في خفض معدل انبعاثات الهيدروكربونات HC، و أكاسيد الكربون COx، وأكاسيد النيتروجين NOx من عادم المركبة.

✓ يساهم تخفيض نسبة الكبريت في الغازولين من 50 ج.ف.م إلى قيمة أدنى من 10 ج.ف.م في خفض تركيز كل من الجسيمات الدقيقة PM المكونة من الكبريتات Sulphates، وإجمالي غاز ثاني أكسيد الكبريت SO₂. إلا أن

معدل انخفاض الانبعاثات يكون أدنى مقارنة بحالة تخفيض تركيز الكبريت من 3000 إلى 150 ج.ف.م أو من 150 إلى 50 ج.ف.م. ✓ إن خفض محتوى الكبريت في وقود النقل إلى 10 ج.ف.م يساهم في تحسين أداء المحولات الحفازة المركبة على عوادم المركبات.

وفي عام 2008 نشر معهد بيمبينا Pembina Institute في كندا دراسة حول تأثير الكبريت في الغازولين على معدل انبعاثات عوادم المركبات، بين فيه أن خفض مستوى الكبريت في الغازولين من 30 جزء في المليون إلى 10 جزء في المليون يؤدي إلى خفض معدل انبعاثات عوادم المركبات بنسبة 3% للهيدروكربونات غير الميثان¹ NMHC، وبنسبة 7% لغاز أول أكسيد الكربون CO، بينما تصل نسبة انخفاض أكاسيد النيتروجين إلى أعلى من 12%. **الشكل (5-1)** تأثير خفض مستوى الكبريت من 30 إلى 10 ج.ف.م على نسبة خفض انبعاثات عوادم المركبات. (Row, J., & Doukas, A., 2008)

الشكل (5-1): تأثير خفض مستوى الكبريت من 30 ج.ف.م إلى 10 ج.ف.م على نسبة خفض انبعاثات عوادم المركبات



المصدر: Row, J., & Doukas, A., 2008

¹ Non-Methane Hydrocarbons-NMHC

■ محتوى العطريات والأوليفينات

تعتبر العطريات من المركبات الضرورية لرفع الرقم الأوكتاني للغازولين، إلا أن لها تأثير سلبي على أداء محرك المركبة، نظراً لدورها في تعزيز تشكل الرواسب داخل المحرك وفي غرفة احتراق الوقود. كما أن خفض نسبة العطريات في الغازولين له تأثير مباشر على خفض انبعاثات عوادم المركبات، كالبينزين العطري الذي يعتبر من المواد المسرطنة، والهيدروكربونات HC، وأكاسيد النيتروجين NOx، وثاني أكسيد الكربون CO₂. (GRPE, 2014).

تعتبر انبعاثات أكاسيد النيتروجين NOx والمركبات العضوية الطيارة VOCs، من الملوثات الضارة بصحة الإنسان والبيئة، باعتبارها من المواد المخرشة لطبقة الأوزون في الغلاف الجوي.

وقد أظهرت دراسة قام بها برنامج أبحاث تحسين جودة الهواء في الولايات المتحدة الأمريكية AQIRP أن خفض نسبة العطريات في الغازولين من 45% إلى 20% يساهم في تخفيض الانبعاثات السامة من المركبات المزودة بأجهزة معالجة الانبعاثات بالعامل الحفاز، بحوالي 23-38%. (GRPE, 2014).

أما الأوليفينات فهي هيدروكربونات غير مشبعة، لها دور مماثل للعطريات من حيث مساهمتها في تعزيز الرقم الأوكتاني للغازولين، كما أن ارتفاع نسبتها في الغازولين يؤدي إلى تشكل الرواسب، وزيادة انبعاثات عوادم المركبات.

■ محتوى الأوكسجين

تستخدم مواصفة محتوى الأوكسجين للتعبير عن نسبة إضافة الأوكسجينات إلى الغازولين لمعالجة مشكلة ارتفاع نسبة العطريات الناتجة عن حظر استخدام مركبات الرصاص لرفع الرقم الأوكتاني. فقد أشارت

دراسة قام بها مجلس موارد الهواء في كاليفورنيا¹ CARB خلال الفترة 1990-1995 أن استخدام الغازولين الحاوي على الإيثانول بنسبة 10% حجماً يخفض نسبة الانبعاثات السامة بنسبة 2%، وغاز أول أكسيد الكربون بنسبة 10%، إلا أنه يؤدي إلى رفع نسبة أكاسيد النيتروجين NOx بحوالي 14%، وإجمالي الهيدروكربونات HC بنسبة 10%، وتشكيل الأوزون بنسبة 9% مقارنة بالغازولين الحاوي على ميثيل ثلاثي بيوتيل إيثير MTBE بنسبة 11% حجماً، خصوصاً في المركبات القديمة التي لا تحتوي على منظمات الكترونية لحرق الوقود في المحرك. (EPA, 2013)

تجدر الإشارة إلى أن لإضافة الأوكسجينات، كالإيثانول على سبيل المثال، تأثير سلبي على كفاءة المحرك نظراً لحاجة الإيثانول إلى حرارة أعلى للتبخير، وبالتالي فإن استخدام غازولين يحتوي على 10% حجماً من الإيثانول يطلق انبعاثات ناتجة عن التبخر بنسبة تزيد عن 10% مقارنة بالغازولين الخالي من الأوكسجينات. (GRPE, 2014)

■ خصائص التطاير Volatility

لخصائص تطاير الغازولين تأثير على كل من أداء المحرك، وكمية انبعاثات عادم المركبة. تقاس درجة تطاير الغازولين من خلال عدة اختبارات، أهمها الضغط البخاري Vapour Pressure، والتقطير Distillation، والكثافة Density، ونسبة الأبخرة إلى السوائل V/L Ratio. (Hart Energy, 2014)

✓ الضغط البخاري

يؤشر الضغط البخاري إلى نسبة المواد الخفيفة في الغازولين، فعندما ترتفع قيمته تزداد فرصة تبخر الغازولين أثناء التخزين، وخاصة في فصل الصيف، عندما تكون درجة حرارة الطقس مرتفعة.

¹ California Air Resources Board CARB

كما للضغط البخاري تأثير على جودة اشتعال الوقود في بداية إقلاع المحرك. فأتناء الطقس الحار يجب ضبط قيمة الضغط البخاري بعناية لتفادي حدوث ظاهرة قفل الأبخرة Vapour Lock، أو زيادة انطلاق الأبخرة من عادم المركبة نتيجة زيادة الحمل على علبه تنظيم الهواء والوقود في المحرك Carbon Canister. أما في درجات حرارة الطقس المنخفضة فيجب ضبط مواصفة الضغط البخاري عند قيمة مرتفعة لضمان سهولة إقلاع المحرك. وتحدد القيمة المثالية تبعاً لطبيعة المناخ في كل منطقة، وقد تلجأ بعض الدول إلى إدراج حدين أعلى وأدنى لكل من فصلي الشتاء والصيف في المواصفات القياسية للغازولين. (Wyborny, L., 2009)

✓ منحنى التقطير

لمنحنى تقطير الغازولين تأثير على أداء محرك المركبة ونسبة انبعاثات عادم المركبة. ولضبط قيم منحنى التقطير بما يحقق أعلى مستوى أداء للمحرك صممت الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد ASTM اختباراً أسمته مؤشر قدرة القيادة للغازولين Drivability Index، بحيث لا يتجاوز الحد الأقصى 1250 °ف (677 م°) عند بوابة المصفاة، ويحسب بالمعادلة التالية:

$$\text{مؤشر قدرة القيادة للغازولين } DI = 1.5 (T10) + 3 (T50) + (T90)$$

حيث أن T10، T50، T90 هي درجات الحرارة التي يتبخر عندها 10%، و50% و90% من الغازولين على التوالي. (Dunham, A., et al., 2000) ولتحقيق أفضل أداء للمحرك يجب أن تكون درجة الحرارة التي يتبخر عندها 10% من الوقود T10 منخفضة إلى الحد الذي يضمن إقلاع محرك المركبة في درجات الحرارة العادية. كما أن ارتفاع

درجة الحرارة التي يتبخّر عندها 50% من الوقود (نقطة منتصف الغليان T50) يؤدي إلى ضعف خصائص إقلاع المحرك في الطقس الحار والمعتدل. أما درجتا حرارة تبخير 90%، ونهاية الغليان فيجب أن تكونا منخفضتين إلى الحد الذي يضمن عدم انحلال الوقود في زيت تزييت المحرك.

الجزء الفاصل بين درجتي التقطير 30% و 50% يتأثر بإضافة بعض المكونات إلى الغازولين، كالإيثانول والميثيل ثلاثي بيوتيل إيثير MTBE، أو أية إضافات أخرى. فعلى سبيل المثال، يظهر الغازولين الحاوي على نسبة من الإيثانول تتراوح بين 5-10% انحداراً أقل في منحنى التقطير عند المجال 30% - 50%، ثم يعود إلى معدل انحداره العادي بعد تبخر كامل كمية الإيثانول الموجودة في عينة الاختبار. وكلما انخفضت نسبة الإيثانول ازدادت سرعة عودة المنحنى إلى مساره العادي.

من جهة أخرى، يتأثر منحنى التقطير بارتفاع نسبة بعض المكونات. فعلى سبيل المثال، ينتج عن ارتفاع نسبة نافثا التهذيب Reformate ظهور تحدب في منحنى التقطير بين درجتي تبخير 50% و 90%، ويكون مركز التحدب عند الدرجة التي يتبخّر عندها 70% من الغازولين. (RFF, 2009)

✓ نسبة الأبخرة إلى السوائل

إن زيادة نسبة الأبخرة إلى السوائل في الغازولين تسبب مشكلات ناتجة عن ارتفاع نسبة التبخر، وحدوث ما يسمى بظاهرة قفل الأبخرة، التي تحدث عندما تتجمع الأبخرة الزائدة في منظومة دفع الوقود فتتشكل حاجزاً أمام جريان الوقود السائل يعيق جريانه إلى المحرك فتضعف كفاءته.

حددت نسبة الأبخرة إلى السوائل في الغازولين عند القيمة 20، والتي تشير إلى نسبة حجم الأبخرة المنطلقة في ظروف الضغط الجوي إلى حجم الوقود.

■ خاصية التنظيف Detergency

تشير خاصية التنظيف إلى قدرة الوقود على المحافظة على نظافة المحرك، فالوقود الذي يتميز بمستويات تنظيف عالية تكون له قدرة أعلى على خفض معدل توضع الرواسب. وقد اهتم ميثاق الوقود العالمي بخاصية التنظيف من خلال مراقبة المواصفات التالية:

✓ الصمغ الكلية أو الصمغ غير المغسولة بالمذيب Unwashed Gums

✓ الصمغ الموجودة Existent، أو المغسولة بالمذيب Washed Gums

✓ نظافة محقن الوقود Fuel Injector Cleanliness

✓ نظافة صمام الدخول Intake Valve Cleanliness

✓ رواسب غرفة الوقود Fuel Chamber Deposits

✓ الثبات ضد الأكسدة Oxidation Stability

تتواجد الشوائب في الغازولين بعدة أشكال، فهي إما على شكل صمغ، أو معادن، أو جسيمات صلبة.

✓ الصمغ

عندما يتأكسد الغازولين بوجود الهواء يشكل نواتج غير مرغوبة على شكل بيروكسيدات أو صمغ. وهذه المواد تكون منحلّة بالوقود لكنها تترسب على سطوح المحاقن والمنظمات على شكل مواد لزجة بعد تبخر الوقود. تقاس نسبة الصمغ بطريقتين، الأولى طريقة الصمغ المغسولة Washed Gums، أو الصمغ غير المغسولة Unwashed Gums، أو الصمغ الموجودة Existent Gums. تقاس

كمية الصموغ الموجودة بتبخير عينة من الغازولين، ثم وزن الرواسب المتبقية، وهذه الطريقة لا تقيس فقط الصموغ الناتجة عن الأكسدة بل تقيس أيضاً المواد المضافة، كالمنظفات وغيرها. أما الطريقة الثانية فهي طريقة الصموغ المغسولة Washed Gums، فتقاس بغسل العينة بالمذيب لإزالة الصموغ الناتجة عن الإضافات ثم وزن العينة.
(Bromhead, A., 2001)

✓ المعادن

يؤدي وجود المعادن في الغازولين، مثل الرصاص، والفسفور، والسيليكون، والمنغنيز، والحديد إلى تشكل الرواسب وتوضعها على شمعات الاشتعال، علاوة على أنها تسمم العامل الحفاز لأجهزة التقاط انبعاثات عوادم المركبات.

يضاف الرصاص إلى الغازولين على شكل مركب رابع إيثيل الرصاص TEL لرفع الرقم الأوكتاني. ويعتبر الرصاص من المعادن الثقيلة الخطرة جداً على صحة الإنسان، وله دور كبير في إتلاف العامل الحفاز في المحولات الحفازة المركبة على عادم المركبة.

من أهم العوامل المرتبطة بزيادة نسبة الفوسفور هو التركيب الكيميائي للنفط الخام الذي أنتج منه الغازولين، وزمن تخزينه، والإضافات الكيميائية المستخدمة في عمليات التكرير، أو من استخدام بعض المواد التي تضاف إلى الغازولين لمنع اهتراء صمامات محرك المركبة.
(WWFC, 2013)

يأتي السيليكون من المواد الكيماوية التي تضاف إلى الغازولين بعد خروجه من المصفاة لتحسين بعض المواصفات، أو من الكيماويات التي تضاف أثناء عمليات التكرير كمادة مانع الرغوة التي تضاف في وحدات

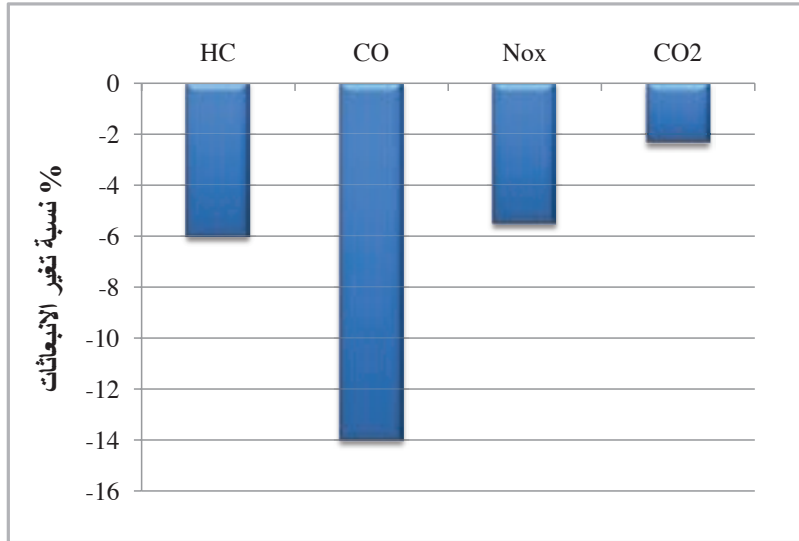
التفحيم Delayed Coker، أو من تحلل أجزاء المحرك التي يدخل في تركيبها السيليكون، كموانع التسرب Gasket Sealant. للسيليكون تأثير سلبي على محرك المركبة، وعلى أنظمة معالجة انبعاثات العادم، فوجوده في الوقود، حتى بنسبة ضئيلة، يؤدي إلى تعطل عمل أجهزة قياس الأوكسجين في محرك المركبة، إضافة إلى توضع كميات كبيرة من الرواسب على سطوح المحرك. (Wyborny L. 2009)

أما الحديد فيأتي من المركبات التي تضاف إلى الغازولين في بعض الحالات لرفع الرقم الأوكتاني كبديل عن مركبات الرصاص، وللحديد تأثير ضار بمحرك المركبة، حيث يؤدي إلى تشكل الرواسب وتوضعها على شمعات الاشتعال، وإضعاف كفاءة الاحتراق داخل المحرك، فضلا عن تأثيره في إضعاف كفاءة عمل المحولات الحفازة المركبة على عوادم المركبات. (WWFC, 2013)

أثبتت العديد من الدراسات أن تحسين خصائص تنظيف الوقود له فوائد عديدة، أهمها: (Row, J., & Doukas, A., 2008)

- ✓ تحسين كفاءة استهلاك الوقود.
- ✓ خفض كمية الرواسب في صمامات دخول الوقود إلى المحرك.
- ✓ خفض نسبة الهيدروكربونات HC بنسبة تزيد عن 5%، وأول أكسيد الكربون CO بنسبة تصل إلى 15%، وأكاسيد النيتروجين NOx بنسبة 5% في انبعاثات عوادم المركبات.
- يبين الشكل (6-1) نسبة تغير انبعاثات عوادم المركبات باستخدام وقود بخاصية تنظيف عالية.

الشكل (6-1): نسبة تغير انبعاثات عوادم المركبات باستخدام وقود بخاصية تنظيف عالية



المصدر: Row, J., & Doukas, A., 2008

2-4-1: مواصفات وقود الديزل

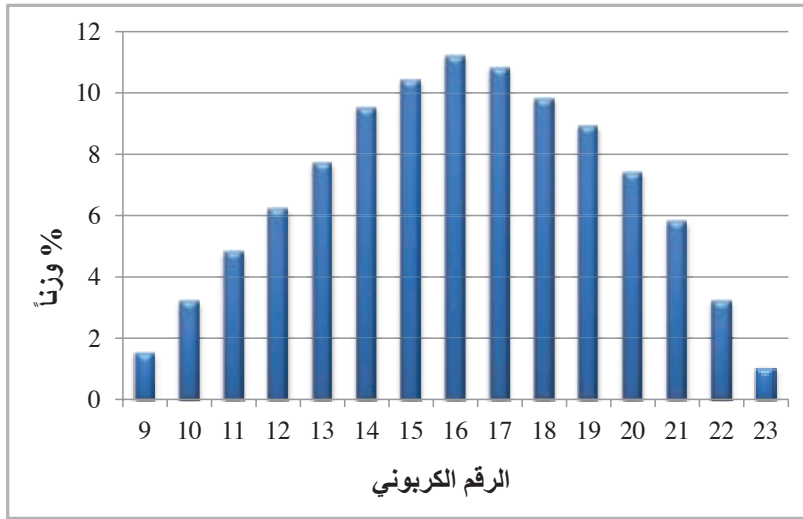
يتميز وقود الديزل بأنه أكثر اقتصادية من الغازولين بحوالي 20-40%، خصوصاً عند استخدامه في المركبات الخفيفة، علاوة على ميزة أخرى تتعلق بسلامة التعامل معه، حيث أنه أقل قابلية للاشتعال من الغازولين في درجات الحرارة العادية. (Transportation, 2008)

أما أهم مساوئ وقود الديزل فهي ارتفاع نسبة الملوثات الضارة بالبيئة الناتجة عن احتراقه في محركات المركبات، وأهمها ثاني أكسيد الكبريت SO_2 ، وأكاسيد النيتروجين NOx والجسيمات الدقيقة PM . (Transportation, 2008)

يتكون وقود الديزل من مزيج معقد من المركبات الهيدروكربونية ذات أرقام كربون تتراوح بين 10 إلى 22. يبين الشكل (7-1) النسبة المئوية لمكونات وقود الديزل حسب الرقم الكربوني. تصنف هذه المركبات الهيدروكربونية على أنها بارافينية، أو نافتينية، أو عطرية، ولكل نوع من

هذه الأنواع خصائصه الكيميائية والفيزيائية المختلفة. وتختلف خصائص وجوده وقود الديزل باختلاف نسبة تركيز هذه الأنواع الثلاثة من المركبات. يبين الجدول (3-1) العلاقة بين نوع المكونات الهيدروكربونية وبعض خصائص وقود الديزل.

الشكل (7-1): النسبة المئوية لمكونات وقود الديزل حسب الرقم الكربوني



المصدر: Chevron, 2007

الجدول (3-1): العلاقة بين نوع المكونات الهيدروكربونية وخصائص وقود الديزل

عطريات Aromatics	نافثينات Naphthanes	إيزوبارافينات Isoparaffins	بارافينات نظامية Normal Paraffins	خصائص الوقود
-/0	+/0	+/0	+	الرقم السيتاني
+	+	+/0	-	خصائص الجريان البارد
+	0	-	-	القيمة الحرارية الحجمية

(+) تؤشر إلى دور إيجابي ومفيد في خصائص الوقود

(-) تؤشر إلى دور سلبي وضار في خصائص الوقود

(0) تؤشر إلى دور محايد في خصائص الوقود

المصدر: Chevron, 2007

■ محتوى الكبريت

ينتج عن وجود الكبريت في وقود الديزل تشكل الجسيمات الدقيقة PM من خلال تشكل الكبريتات Sulphates في عادم المركبة، ثم تنطلق إلى الهواء الجوي. ويزداد تأثير الكبريت على نسبة انبعاثات الجسيمات الدقيقة في عوادم المركبات الثقيلة أكثر من الأنواع الخفيفة. علاوة على أن ارتفاع نسبة الكبريت في الديزل يؤدي إلى إضعاف كفاءة عمل المحولات الحفازة المركبة على عادم المركبة من خلال تسميم العامل الحفاز المستخدم في الجهاز. (EPA, 2003)

كما لنسبة الكبريت في وقود الديزل تأثير على عمر محرك المركبة، حيث أن الكبريت يؤدي إلى حدوث تآكل واهتراء في الأجزاء المعدنية. وقد أثبتت دراسة أجرتها وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة الأمريكية عام 2008 أن خفض نسبة الكبريت في الديزل من 2500 إلى 500 ج.ف.م يؤدي إلى خفض معدل اهتراء محرك المركبة بنسبة 10-20% وترتفع النسبة إلى 33% عند خفض نسبة الكبريت من 5000 إلى 500 ج.ف.م (Wyborny, L., 2009)

■ الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات

تتكون الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات Polycyclic Aromatic Hydrocarbons-PAH من جزيئات تحتوي حلقة بنزين واحدة على الأقل. يؤثر مستوى تركيز الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات في الديزل على درجة حرارة اللهب، وهذا يؤثر بالتالي على نسبة انبعاثات أكاسيد النيتروجين من العادم أثناء حرق الوقود. وقد أشارت نتائج دراسة أجرتها هيئة حماية الهواء النظيف والماء في أوروبا CONCAWE إلى أن انخفاض نسبة الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات في وقود الديزل يؤدي إلى انخفاض

نسبتها في انبعاثات عوادم المركبات، علاوة على خفض نسبة الهيدروكربونات HC، والجسيمات الدقيقة PM، وأكاسيد النيتروجين NOx.

■ خصائص الجريان البارد

يحتوي وقود الديزل على نسبة عالية من الهيدروكربونات البارافينية، قد تصل إلى 20%، وهذه البارافينات تتميز بأن لها قابلية ضعيفة للانحلال في الوقود. وعندما تنخفض درجة حرارة الوقود إلى قيمة محددة تنفصل هذه البارافينات عن الزيت على شكل شمع، لهذا يوجه الاهتمام نحو جودة أداء الوقود أثناء الاستخدام في درجات الحرارة المنخفضة، واعتبرت خصائص الجريان البارد إحدى المواصفات التي تميز جودة وقود الديزل، وذلك من خلال الاختبارات التالية:

✓ **درجة التجميد Cloud Point-CP**، وهي درجة الحرارة التي تبدأ عندها البارافينات الأثقل بالترسب وتشكيل بلورات شمعية، أي يتحول لون الوقود إلى لون الغيوم.

✓ **درجة انسداد الفلتر البارد Cold Filter Plugging Point-CFPP**، وهي أخفض درجة حرارة يمكن للوقود أن يعبر عندها الفلتر.

تحدد قيم خصائص الجريان البارد في المواصفات القياسية لجودة وقود الديزل تبعاً للتركيب الكيميائي للوقود، وطبيعة المناخ، ومعدلات درجات الحرارة خلال فصول السنة في المنطقة التي سيستهلك فيها.

■ الرقم السيتاني ومؤشر السيتان

يستخدم الرقم السيتاني Cetane Number لتقييم جودة اشتعال وقود الديزل، ويقاس الرقم السيتاني بواسطة محرك اختباري، حيث تتم مقارنة جودة اشتعال الوقود مع جودة اشتعال خليط من السيتان والهيبتوميثيل نونان Heptomethyl Nonane. أما مؤشر السيتان Cetane Index فتحدد قيمته حسابياً، اعتماداً على قيم بعض الخصائص الأخرى للديزل، مثل الكثافة، ودرجات حرارة منتصف الغليان T50.

كلما كانت قيمة الرقم السيتاني مرتفعة تزداد قابلية الوقود للاحتراق. كما للرقم السيتاني تأثير على خاصية الاشتعال أثناء الإقلاع الأولي للمركبة في ظروف درجات الحرارة المنخفضة. يصنف الرقم السيتاني إما طبيعي أو اصطناعي. يشار إلى الرقم السيتاني أنه طبيعي عندما لا تضاف إلى الديزل مواد كيميائية محسنة للرقم السيتاني Cetane Improver.

يساهم رفع الرقم السيتاني في تحسين قابلية الوقود للاحتراق، وخفض انبعاث الدخان الأبيض من عادم المركبة أثناء بداية إقلاع المحرك، وخاصة في ظروف درجات حرارة الطقس المنخفضة. كما يساعد الرقم السيتاني المرتفع على خفض إمكانية حدوث مشكلة تأخير الاشتعال، ويعزز من ثبات احتراق الوقود، وخصوصاً في محركات الديزل الحديثة التي تستخدم تقنية تدوير كميات كبيرة من غازات العادم Exhaust Gas Recirculation (Chevron, 2007).

للرقم السيتاني تأثير على انبعاثات أكاسيد النيتروجين NOx من عادم المركبة، كما أشارت دراسة قام بها البرنامج الأوروبي لتقنيات الانبعاثات والوقود والمحركات EPEFE إلى أن رفع الرقم السيتاني من 50 إلى 58 يؤدي إلى خفض كمية انبعاثات الهيدروكربونات HC وأول أكسيد الكربون CO بمعدل 26%. (Row., J., & Doukas, A., 2008). يبين الجدول (4-1) تأثير الرقم السيتاني على انبعاثات أكاسيد النيتروجين من عوادم المركبات.

الجدول (4-1): تأثير الرقم السيتاني على انبعاثات أكاسيد النيتروجين في عوادم المركبات

نسبة خفض انبعاثات أكاسيد النيتروجين NOx	الزيادة في الرقم السيتاني من 40 إلى:
2.7%	45
4.5%	50
5.4%	55

المصدر: Row., J., & Doukas, A., 2008

■ منحنى التقطير

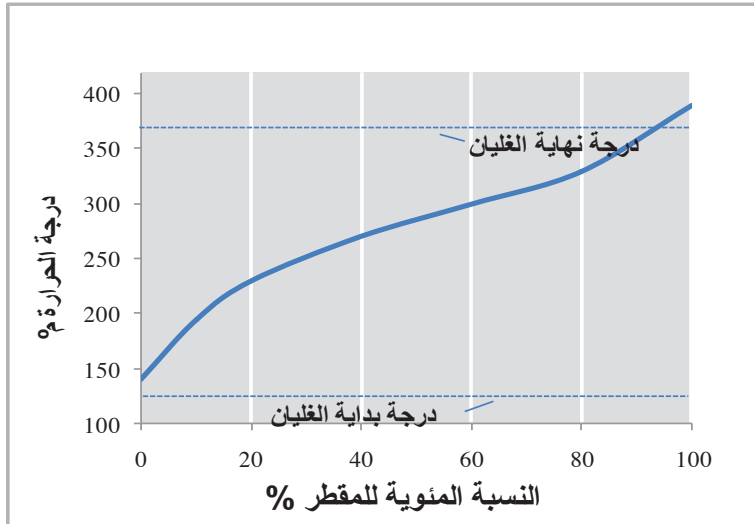
يشير منحنى تقطير وقود الديزل إلى نسبة المكونات التي تتبخر عند درجة حرارة محددة. يبين الشكل (8-1) مخطط منحنى تقطير وقود الديزل. ويمكن تجزئة المنحنى إلى ثلاثة أجزاء على النحو التالي: (WWFC, 2013)

✓ المكونات الخفيفة التي تؤثر في خاصية بداية إقلاع المحرك
.Startability

✓ المنطقة المحيطة بنقطة تبخير 50% التي ترتبط بخصائص أخرى للوقود كاللزوجة والكثافة.

✓ المكونات الثقيلة، أو التي يرمز لها بدرجة تبخير 90% (T90)، و95% (T95)، ودرجة نهاية الغليان FBP، وهي المكونات التي تؤدي زيادتها في الوقود إلى زيادة انبعاثات عوادم المركبات من السخام الأسود Soot، والدخان Smoke، والجسيمات الدقيقة PM.

الشكل (8-1): مخطط منحنى تقطير وقود الديزل



المصدر: WWFC, 2013

في دراسة قام بها البرنامج الأوروبي لتقنيات الانبعاثات والوقود والمحركات EPEFE لاختبار تأثير منحنى تقطير الديزل على انبعاثات عوادم المركبات الثقيلة، أظهرت أن تغيير درجة تقطير الديزل T95 ضمن المجال 320-370 °م لم يكن له تأثير يذكر على انبعاثات عوادم المركبات الثقيلة، إلا أنه لوحظ إمكانية انخفاض أكاسيد النيتروجين وارتفاع نسبة الهيدروكربونات HC كلما انخفضت درجة نهاية الغليان. أما في المركبات الخفيفة فقد لوحظ أن خفض درجة غليان T95 من 370 إلى 320 °م أدى إلى خفض الجسيمات الدقيقة بمعدل 7%، بينما زادت نسبة أكاسيد النيتروجين بمعدل 4.6% من كمية انبعاثات عادم المركبة. (WWFC, 2013)

■ الكثافة واللزوجة

لدرجة كثافة وقود الديزل تأثير على قوة دفع محرك المركبة، من خلال تأثيرها على أنظمة حقن الوقود، وبالتالي ينعكس ذلك على كمية انبعاثات العادم ومعدل استهلاك الوقود في المركبة. وللمحافظة على أعلى أداء للمحرك وأدنى مستوى انبعاثات من عادم المركبة تم اختيار حدين أعلى وأدنى لكثافة وقود الديزل بناء على نتائج التجربة والأبحاث العلمية.

يؤدي انخفاض درجة كثافة وقود الديزل إلى خفض انبعاثات الهيدروكربونات، وأول أكسيد الكربون، والجسيمات الدقيقة من كافة أنواع المركبات الثقيلة والخفيفة، وإلى خفض انبعاثات أكاسيد النيتروجين من المركبات الثقيلة، وخاصة في المركبات القديمة. أما محركات المركبات الحديثة المزودة بنظام الحقن الإلكتروني، وآلية تنظيم الوقود بالكمبيوتر، فتأثرها بتغير الكثافة يكون ضعيفاً.

كما أن لخاصة اللزوجة تأثير مشابه على معدل استهلاك الوقود، حيث أن انخفاض اللزوجة يؤدي إلى ارتفاع الاستهلاك، وارتفاعها إلى

درجة عالية يؤدي إلى إعاقة مرور الوقود في مضخة الحقن مما يؤدي إلى انخفاض أداء محرك المركبة.

■ محتوى الرماد Ash

يتشكل الرماد نتيجة احتراق المعادن الموجودة في وقود الديزل داخل محرك المركبة فيؤدي إلى انسداد فوهات محقن الوقود. كما للرماد دور في إضعاف كفاءة أجهزة التقاط الجسيمات الدقيقة PM المركبة على عامد المركبة.

يتشكل الرماد بسبب وجود بعض المواد في الوقود، والتي لها عدة أشكال، منها:

✓ **حبيبات صلبة معلقة Suspended Solids** تسبب اهتراء المحقن، ومضخة الوقود، والمكبس، والحلقة، إضافة إلى دورها في توضع الرواسب داخل أجزاء المحرك.

✓ **صابون معدني منحل Soluble Metallic Soaps**، وهي مواد ليس لها دور في اهتراء أجزاء المحرك، لكنها تساعد على تشكل الرواسب داخل المحرك.

✓ **معادن منحلّة** ناتجة من سوء معالجة الديزل الحيوي المصنوع من أصل نباتي، المضاف إلى وقود الديزل.

✓ **معادن** يعود أصلها إلى المياه المرافقة للوقود.

■ درجة الوميض Flash Point

تعتبر درجة الوميض عن درجة الحرارة التي تشتعل عندها الأبخرة المنطلقة من الوقود، وتكتسب أهميتها من دورها في ضمان سلامة التعامل مع الوقود أثناء عمليات النقل والتخزين، كما يؤدي ارتفاعها إلى زيادة المركبات العضوية المتطايرة VOCs، التي تنطلق إلى الهواء الجوي أثناء عمليات التخزين والتعبئة.

■ درجة الحموضة

تقاس درجة حموضة الديزل عادة بقيمتين، الأولى هي الحموضة القوية Strong Acidity وتقاس كمية المكونات الحامضية ذات الأثر التآكلي الشديد، أما الحموضة الكلية Total Acidity فتقاس كافة المكونات الحامضية ذات التأثير القوي والضعيف. تزداد درجة حموضة الديزل كلما ارتفع محتواه من الكبريت، وبالتالي فإن الديزل المنخفض الكبريت تكون درجة حموضته أدنى. بالمقابل ترتفع درجة الحموضة عند إضافة الوقود الحيوي إلى الوقود ذي الأصل البترولي.

لدرجة الحموضة تأثير غير مباشر على انبعاثات المركبات، من خلال الأثر الذي تتركه الحموض على تآكل واهتراء الأجزاء المعدنية لمحرك المركبة.

■ تآكل شريط النحاس

يؤشر اختبار تآكل صفيحة النحاس على احتمال وجود أثر أكال للوقود على النحاس، وسبائك النحاس التي تصنع منها منظومة حقن الوقود في محرك المركبة. (Bromhead, A., 2001)

■ نسبة الماء

للماء دور في حدوث ظاهرة تآكل المعادن، وتعزيز نمو البكتيريا في الوقود، ويؤدي ارتفاع نسبة المياه إلى قيم عالية إلى انسداد فلتر الوقود في منظومة حقن الوقود في محرك المركبة.

■ الثبات ضد الأكسدة

تتكون تفاعلات الأكسدة من تحول كيميائي لبعض مكونات الوقود إلى مركبات أخرى ذات وزن جزيئي أعلى، وتتميز بانخفاض قابليتها

للانحلال في الوقود، وهي بشكل رئيسي مركبات تحتوي على النيتروجين والكبريت، وحموض عضوية، وأوليفينات نشطة. وتقوم بعض المعادن المنحلة، وخاصة النحاس، بدور العامل الحفاز لتفاعل الأكسدة. كما تتوقف قابلية انحلال هذه الرواسب على التركيب الكيميائي لوقود الديزل.

تؤثر الرواسب المتشكلة من عملية الأكسدة سلباً على جودة احتراق الوقود في محرك المركبة عند توضعها في الأجزاء الداخلية للمحرك. ويمكن معالجة مشكلة الأكسدة بإضافة مواد كيميائية إلى وقود الديزل، تسمى مانع أكسدة Anti-Oxidant.

■ الخاصة التزييتية

يتميز وقود الديزل بوظيفة تزييت بعض الأجزاء المعدنية المتحركة ومنظومة ضخ الوقود لحمايتها من التآكل والاهتراء الناتج عن الاحتكاك. في حال نقص الخاصة التزييتية يتعرض محرك المركبة للاهتراء، الذي يسبب ارتفاع نسبة الانبعاثات الملوثة للبيئة من عادم المركبة.

إن لعمليات نزع الكبريت من وقود الديزل في المصفاة دور في خفض نسبة المكونات التي تكسب الوقود الخاصة التزييت الطبيعية، ولهذا تزداد خطورة انعكاسات نقص الخاصة التزييتية لوقود الديزل مع خفض نسبة الكبريت، علماً أن بعض حالات انخفاض الخاصة التزييتية رصدت في الديزل الحاوي على نسبة كبريت مرتفعة.

للخاصة التزييتية تأثير غير مباشر على انبعاثات عوادم مركبات وقود الديزل، وذلك نتيجة حدوث اهتراء في أجزاء مضخة الوقود. ويمكن تحسين الخاصة التزييتية بإضافة مواد كيميائية إلى وقود الديزل، وهي طريقة زهيدة التكلفة، بدلاً من تغيير عمليات التكرير في المصفاة.

(Row., J., & Doukas, A., 2008)

5-1: خطة تطوير المواصفات القياسية لجودة الوقود

لكل دولة مواصفات قياسية وطنية تنظم جودة الوقود، وتختلف درجة صرامتها تبعاً للأهداف المتوقع تحقيقها، أو المشكلات المطلوب حلها، سواء كانت تحسين جودة الهواء الجوي، من خلال خفض الانبعاثات الملوثة للبيئة من عوادم المركبات، أو تحسين أداء محركات المركبات بأنواعها الخفيفة والثقيلة، وحمايتها من التلف.

يتولى تنفيذ خطة تطوير المواصفات القياسية الوطنية لوقود النقل هيئة يمثل فيها خبراء صناعة تكرير النفط، والهيئات المختصة بالرعاية الصحية وحماية البيئة من التلوث، إضافة إلى خبراء مختصين بصناعة المركبات، وممثلين عن الهيئات الحكومية المسؤولة عن التمويل وتنفيذ المشاريع. تقوم الهيئة بإجراء مراجعة دورية للمواصفات القياسية لجودة وقود النقل، بهدف التأكد من استمرار صلاحيتها، والبحث عن فرص تطويرها بما يتوافق مع متطلبات قوانين حماية البيئة، أو المستجدات التي تطرأ على تصميم محركات المركبات. وتتضمن عملية المراجعة والتعديل الخطوات الرئيسية التالية:

1-5-1: تحديد الأهداف

تختلف أهداف المواصفات القياسية لوقود النقل من بلد لآخر تبعاً للمشكلات التي يعاني منها البلد بسبب مواصفات الوقود المستخدم، سواء كانت تحسين جودة الهواء الجوي، من خلال خفض الانبعاثات الملوثة للبيئة من عوادم المركبات، أو تحسين أداء محركات المركبات بأنواعها الخفيفة والثقيلة. وقد تكون الأهداف اقتصادية ترتبط بتحسين مواصفات المنتجات البترولية بما يتوافق مع متطلبات الأسواق المستهدفة للتصدير.

(Marsden, Jacop, 2015)

2-5-1: مراجعة التطورات العالمية

تختلف مناطق العالم من حيث تطورات مراحل إعداد المواصفات القياسية للوقود الأنظف. ولكل منطقة من مناطق العالم تجربتها الخاصة التي واجهت فيها العديد من الصعوبات إلى أن حققت النتائج والأهداف التي كانت تطمح لتحقيقها. وللاستفادة من تجارب الدول الأخرى تقوم الهيئة المكافئة بتطوير المواصفات القياسية لجودة الوقود بمراجعة المراحل التي مرت بها عملية تطوير المواصفات القياسية لجودة الوقود في دول العالم، وتقييم النتائج التي توصلت إليها والصعوبات التي واجهتها والحلول المتبعة لتذليلها. (Al-hazmi, A., 2012)

كما لدراسة المواصفات القياسية للوقود في مناطق العالم فائدة أخرى، وهي الحصول على معلومات تساعد في ملاءمة المواصفات القياسية الوطنية مع معايير الدول المجاورة، أو دول الأسواق المحتملة للتصدير بالنسبة للدول المنتجة والمصدرة للمشتقات البترولية.

3-5-1: تقييم الظروف الراهنة

لتقييم الوضع الحالي ومقارنته مع الأهداف المرسومة لمشروع تطوير المواصفات القياسية لجودة مواصفات الوقود يجب إجراء مراجعة شاملة لنتائج رصد وقياس نسب الملوثات في الهواء الجوي، في كافة المناطق، والتركيز على المواقع المزدحمة، وتحديد النقاط الحرجة التي تتجاوز فيها القيم المحددة في معايير جودة الهواء الجوي المحلية، أو المعتمدة من قبل الهيئات الدولية المختصة. وفيما يلي أهم القضايا التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند تقييم الظروف الراهنة: (Hurnall, J., 2015)

✓ تحديد كافة المصادر التي تساهم في رفع معدلات التلوث عن القيم القصوى المسموحة.

- ✓ تحديد الآثار المترتبة عن ارتفاع معدلات الانبعاثات الملوثة للبيئة.
- ✓ اختيار الهيئات الواجب استشارتها في مدى صحة القرارات التي يمكن أن تتخذها الهيئة.
- ✓ تقييم الإنجازات والفوائد التي أمكن تحقيقها من خلال المراجعات السابقة للمواصفات القياسية على مستوى الملوثات الهوائية، والأوضاع الصحية وتطور الحالات المرضية.
- ✓ دراسة التحديات والصعوبات التي تمنع تطور المواصفات القياسية لجودة مواصفات وقود النقل، واقتراح الحلول المناسبة.
- ✓ تحديد كافة الخيارات الممكنة لمعالجة المشكلات المحتمل مواجهتها أثناء تطبيق متطلبات التعديلات الجديدة.
- ✓ تقييم فوائد وانعكاسات خيارات تعديل المواصفات القياسية لجودة مواصفات وقود النقل على كافة الجهات والهيئات التي يمكن أن تتأثر بها، منها على سبيل المثال، مصافي النفط العاملة، ومحطات تحميل وتوزيع المنتجات البترولية، ودراسة الإجراءات الواجب توفيرها حتى تتمكن كل جهة من اتخاذ الإجراءات التي تساعدها على التغلب على الآثار المحتملة من تلبية متطلبات التعديلات الجديدة.

4-5-1: إعداد التوصيات

بعد دراسة كافة الانعكاسات المحتملة للتعديلات المقترحة على مواصفات الوقود، تقوم الهيئة المكلفة بمراجعة المواصفات القياسية بإعداد تقرير نهائي يتضمن توصيات الهيئة حول التعديلات المقترحة، وأهميتها وفوائد تنفيذها، والجهات المسؤولة عن عملية التنفيذ، والجدول الزمني لمراحل التنفيذ.

كما يتضمن التقرير توصيات تتعلق بخطة المراجعة الدورية لانعكاسات القرارات الجديدة، ومتابعة جودة تنفيذها، والنتائج التي يجري تحقيقها، وتحديد نقاط الخلل الواجب تصحيحها في المراجعات القادمة. مع

التأكيد على أهمية نشر البيانات المتعلقة بقرارات وتوصيات الهيئة في كافة وسائل الإعلام المتاحة حتى يتسنى للجمهور الاطلاع عليها ومساندتها.

6-1: عوامل نجاح خطة إعداد المواصفات القياسية لجودة الوقود

لنجاح خطة إعداد المواصفات القياسية لجودة وقود النقل يجب الأخذ بعين الاعتبار الأمور والإجراءات التالية:

■ دمج المؤسسات ذات العلاقة

عند البدء بدراسة إمكانية تعديل المواصفات القياسية لجودة وقود النقل، يجب دعوة كافة الجهات والمؤسسات ذات العلاقة، فبالإضافة إلى ممثلي صناعة تكرير النفط ومصنعي المركبات، يجب أن يكون لهيئات حماية البيئة والمجتمع المدني ومؤسسات العناية بالصحة العامة دور فعال في العملية، وذلك بهدف تعزيز فرص المشاركة للحصول على أفضل الآراء والمقترحات، وتحقيق أفضل النتائج. (SAPIA, 2008)

■ تقييم الفوائد والتكاليف

عند دراسة الجدوى الاقتصادية لتعديل المواصفات القياسية لجودة الوقود يجب أن لا يقتصر تقييم الفوائد على النتائج الاقتصادية والتكاليف الأتية المترتبة عن التغيير، بل يجب الأخذ بعين الاعتبار كافة الانعكاسات والفوائد غير المباشرة، كالتالي ستنتج عن تحسين الظروف الصحية، وما يتبعها من خفض تكاليف معالجة الأمراض، وانعكاساتها على الاقتصاد والمجتمع. (Row., J., & Doukas, A., 2008)

■ ترتيب الأولويات حسب الأهمية

يجب أن تتضمن خطة إعداد ومراجعة المواصفات القياسية لجودة وقود النقل تصنيفاً للإجراءات المطلوب تنفيذها ضمن خطط قصيرة

وطويلة الأجل، تبعاً للظروف الخاصة والإمكانيات المتاحة، سواء من حيث التمويل أو كفاءة مصافي النفط، أو درجة خطورة المواصفة على الصحة العامة، فعلى سبيل المثال، لجأت معظم دول العالم إلى إعطاء أولوية قصوى لحظر استخدام مركبات الرصاص في الغازولين نظراً لخطورة هذه المركبات على صحة الإنسان والبيئة قبل ضبط المواصفات الأخرى كنسبة العطريات ومحتوى الكبريت.

■ اختيار جدول زمني مناسب

تحتاج مصافي النفط إلى تنفيذ العديد من التعديلات التي تمكنها من إنتاج الوقود الأنظف، قد تستغرق مدة زمنية طويلة، تبعاً لظروف المصفاة حتى تتمكن من الالتزام بمتطلبات المواصفات القياسية لجودة مواصفات الوقود الجديدة.

يجب اختيار البرنامج الزمني الأنسب لتنفيذ مشروع إنتاج وتوزيع الوقود الأنظف، بحيث يتوافق مع الإمكانيات والموارد المتاحة وقدرة المصافي على تلبية المتطلبات الجديدة، وتحديد مراحل زمنية للتدرج في عملية تحسين خصائص الوقود، والاستفادة من تجارب الآخرين في هذا المجال، حيث أثبتت بعض الدراسات أن القفز إلى مرحلة إنتاج الوقود الخالي من الكبريت من خلال تطوير مصافي النفط، يمكن أن يكون له فائدة اقتصادية أكبر، مقارنة بأسلوب التدرج في تخفيض نسبة الكبريت في منتجات مصافي النفط. (Blumberg, K., et, al., 2003)

■ التنسيق والتعاون مع الدول المجاورة

يهدف التنسيق مع الدول المجاورة إلى توحيد جودة مواصفات الوقود، حتى لا تتأثر عمليات تبادل المنتجات البترولية فيما بينها، وأن لا

يشكل ذلك عائقاً أمام مشروع إنتاج الوقود الأنظف أو تطوير المواصفات القياسية الوطنية لجودة الوقود. (Vietnam Road Map, 2014)

■ توفر قاعدة بيانات

يساهم وجود قاعدة بيانات المواصفات القياسية لجودة مواصفات وقود النقل في مساعدة صانعي القرار على إعداد الخطط المستقبلية، علاوة على تسهيل فرص تبادل الخبرات بين المصافي حول أفضل الخيارات الممكنة لإنتاج الوقود الأنظف.

تتضمن قاعدة البيانات معلومات تتعلق بتطور تركيز الملوثات في الهواء الجوي، وعدد الحالات المرضية الناتجة عن التلوث، والتحديات التي تواجه عملية إعداد المواصفات القياسية الوطنية لجودة الوقود، وسبل مواجهتها. (ESCWA, 2009)

■ تكامل تعديل المواصفات القياسية لجودة الوقود مع أداء المركبات

لكي تحقق خطة تعديل المواصفات القياسية لجودة الوقود الفوائد المرجوة يجب مراعاة الحالة الفنية للمركبات المستخدمة في البلد، وأن تتضمن الإجراءات دراسة إعداد جدول زمني لاستبدال المركبات القديمة، إضافة إلى تحسين كفاءة استخدام الوقود في محركات المركبات الحديثة. (CEDARE, 2015)

■ حملات توعية الجمهور

يعتمد نجاح مشروع تطوير المواصفات القياسية لجودة الوقود على مدى إدراك أصحاب القرار والجمهور بأهمية دورها في خفض الملوثات وتحسين أداء محركات المركبات. وتساعد حملات التوعية في توضيح فوائد تحسين جودة مواصفات الوقود، وذلك بهدف الحصول على دعم الرأي العام للمشروع. (Sugathapala,T., 2011)

■ الدعم الحكومي

يساهم الدعم الحكومي للهيئات ذات العلاقة بإنتاج الوقود الأنظف في تمكينها من تلبية متطلبات المواصفات القياسية لجودة الوقود .
(Blumberg, K., et, al., 2003)

■ دعم أنشطة البحث العلمي

إن الخصوصية التي تميز كل بلد عن الآخر تتطلب إجراء دراسات وأبحاث لتقييم انعكاسات تعديل المواصفات القياسية لجودة الوقود على كافة الجهات ذات العلاقة، ومراعاة كافة الجوانب البيئية والصحية والاقتصادية السائدة في البلد. ولضمان نجاح هذه الأبحاث لابد من دعم المؤسسات البحثية لتتمكن من تحقيق أهدافها. (Naida, V., 2007)

الفصل الثاني

تطور المواصفات القياسية لجودة وقود النقل في العالم

- 1-2: تطور المواصفات القياسية لجودة الوقود في الولايات المتحدة الأمريكية
- 2-2: تطور المواصفات القياسية لجودة الوقود في أوروبا الغربية
- 3-2: تطور المواصفات القياسية لجودة الوقود في اليابان
- 4-2: تطور المواصفات القياسية لجودة الوقود في روسيا
- 5-2: تطور المواصفات القياسية لجودة الوقود في الصين
- 6-2: تطور المواصفات القياسية لجودة الوقود في أفريقيا
- 7-2: ميثاق الوقود العالمي للوقود
- 8-2: الدروس المستفادة

الفصل الثاني

تطور المواصفات القياسية لجودة وقود النقل في العالم

مقدمة

شهدت عملية تطوير المواصفات القياسية لجودة وقود النقل اهتماماً كبيراً في معظم مناطق العالم خلال العقود الثلاث الماضية. وعلى الرغم من اختلاف الدوافع التي كانت وراء تطوير المواصفات من منطقة لأخرى، إلا أن جميعها تشترك في تحقيق هدف أساسي هو خفض الانبعاثات الناتجة عن حرق الوقود، والتي لها آثار ضارة على صحة الإنسان والبيئة.

انطلقت مبادرات إصدار معايير التحكم بانبعاثات عوادم السيارات في مطلع ستينات القرن الماضي في كل من الولايات المتحدة الأمريكية، واليابان ودول أوروبا الغربية، وذلك في إطار جهود مواجهة الأخطار التي ظهرت على صحة الإنسان، نتيجة التلوث الناجم عن التطور الصناعي وتنامي أعداد وسائل النقل.

تركزت المحاولات الأولى لتطوير المواصفات القياسية لجودة وقود النقل في العمل على خفض انبعاثات المركبات بتحسين كفاءة استهلاك الوقود، بالتوازي مع تركيب أجهزة على عادم المركبة لمعالجة والتقاط الانبعاثات، ثم توجه الاهتمام نحو تحسين مواصفات الوقود المستخدم. (RFF, 2009)

يتناول هذا الفصل دراسة المراحل التي مرت بها تجربة بعض مناطق العالم الرئيسية، كالولايات المتحدة الأمريكية، وأوروبا الغربية، واليابان والصين، في إعداد المواصفات القياسية لجودة وقود النقل، والفوائد التي أمكن الحصول عليها في كل مرحلة، مع الإشارة إلى الصعوبات التي واجهت مراحل تطويرها، والحلول التي اتبعت لتذليلها.

1-2: تطور المواصفات القياسية لجودة الوقود في الولايات المتحدة الأمريكية

يختلف مسار تطور المواصفات القياسية لجودة وقود النقل في الولايات المتحدة الأمريكية من ولاية لأخرى، مما أدى إلى وجود تباين في صرامة بعض التشريعات وزمن نفاذها.

شكل قانون الهواء النظيف Clean Air Act-CAA نقطة البداية في مسار إصدار تشريعات حماية البيئة من التلوث في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1963، ثم عدل بعد ذلك عدة مرات في الأعوام 1970، 1977، 1990 على التوالي، وذلك بهدف مواجهة مشكلة التلوث الهوائي الشديد الذي تفاقم في بعض المدن، إلى مستويات خطيرة.

في عام 1970 تولت الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد ASTM مسؤولية تشكيل لجنة مهمتها إعداد مواصفات قياسية لجودة المنتجات البترولية، يمثل فيها منتجي الوقود، ومصنعي السيارات إضافة إلى فريق ثالث مثل مستهلكي الوقود، والهيئات الحكومية، ومستشارين. كما شاركت وكالة حماية البيئة الأمريكية في إعداد برامج تهدف إلى حماية الصحة العامة والبيئة بما يتوافق مع متطلبات قانون الهواء النظيف. (HartEnergy, 2014)

تضمن التعديل الأول لقانون الهواء النظيف في عام 1970 إعداد خطة لخفض انبعاثات عوادم المركبات المكونة من الهيدروكربونات HC، وأول أكسيد الكربون، وأكاسيد النيتروجين NOx بمعدل 90% بحلول عام 1975. إلا أن التنفيذ كان اختيارياً، ولم تمنح وكالة حماية البيئة الأمريكية التي شكلت في ذلك التاريخ السلطة القانونية لإلزام تنفيذ بنود القانون، مما أدى إلى ارتفاع نسبة التلوث في الهواء الجوي إلى أن أصبحت انبعاثات المركبات في عام 1989 المصدر الأكبر للتلوث الهوائي في الولايات المتحدة الأمريكية. (Segal, S., 2001)

على الرغم من أن القانون منح الولايات الأمريكية فترة زمنية كافية لاتخاذ الإجراءات التي تمكنهم من تلبية متطلبات معايير جودة الهواء، إلا أن نص التعديلات تضمن التأكيد على الطلب من الولايات أن تعمل كل ما بوسعها للحد من مصادر الانبعاثات الملوثة للبيئة، ومنها الانبعاثات التي تطلقها عوادم المركبات. (Cheremisinoff, P. 2002)

في عام 1989، قامت هيئة برنامج أبحاث تحسين جودة الهواء الأمريكية AGIRP¹ بدراسة إمكانية خفض تلوث الهواء من خلال تحسين مواصفات وقود النقل. تكونت الهيئة من 14 شركة نفط وثلاث شركات تصنيع سيارات. وقد أكدت نتائج الدراسة على وجود علاقة واضحة بين مواصفات الوقود المستخدم وكمية انبعاثات عوادم المركبات، وأن تعديل مواصفات الوقود يمكن أن يؤدي إلى خفض الانبعاثات الناتجة عن وسائل النقل، وتحسين جودة الهواء الجوي، وذلك من خلال النتائج التالية: (Rippon, 2010)

- ✓ خفض محتوى العطريات في الغازولين يخفض الانبعاثات السامة.
- ✓ خفض درجة حرارة تقطير 90% من الغازولين (T90) أو 50% (T50) يخفض كمية الهيدروكربونات المنبعثة من عوادم المركبات، ويحسن جودة طبقة الأوزون.
- ✓ خفض محتوى الكبريت في الغازولين يؤدي إلى خفض انبعاثات الهيدروكربونات، وأول أكسيد الكربون، وأكاسيد النيتروجين، والمواد السامة، والأوزون من عوادم المركبات.
- ✓ خفض تركيز الأوليفينات في الغازولين يؤدي إلى خفض الأوزون وأكاسيد النيتروجين، ولكن يؤدي إلى زيادة انبعاثات الهيدروكربونات في عوادم المركبات.

¹ Air Quality Improvement Research Program

- ✓ إضافة الأوكسجينات إلى الغازولين يخفض انبعاثات أول أكسيد الكربون من عوادم المركبات القديمة والحديثة.
- ✓ خفض الضغط البخاري للغازولين يؤدي إلى خفض الانبعاثات الناتجة عن التبخر، إضافة إلى خفض انبعاثات عادم المركبة.

كان الهدف الأساسي من هذه الدراسة هو تقديم البيانات التي تساعد صانعي القرار على صياغة التشريعات والإجراءات التي تساهم في الحد من كمية انبعاثات عوادم وسائل النقل التي تؤثر على جودة الهواء الجوي، وذلك من خلال تطوير أداء وكفاءة محركات المركبات لخفض استهلاك الوقود، وفي نفس الوقت التوجه نحو تحسين مواصفات الوقود المستخدم بهدف تخفيض الانبعاثات الضارة الناتجة عن استخدامه في محركات المركبات. (Rippon, 2010)

1-1-2: تطورات مواصفات الغازولين في الولايات المتحدة الأمريكية

أظهرت الدراسات التي أجريت في الولايات المتحدة أن أي تغيير في مكونات الغازولين له انعكاسات إيجابية وأخرى سلبية على كل من مصافي النفط والمركبات التي تستخدم الوقود، سواء كان هدف التغيير هو تحسين جودة الوقود، أو زيادة كمية إنتاجه، أو تخفيض الأثر البيئي لاستخدامه، وبالتالي لابد من تحقيق التوازن بين المواصفات البيئية للغازولين وخصائص أدائه، بالتزامن مع تطوير محركات السيارات (SAPIA, 2008). وفيما يلي أهم مراحل تطور مواصفات الغازولين في الولايات المتحدة الأمريكية.

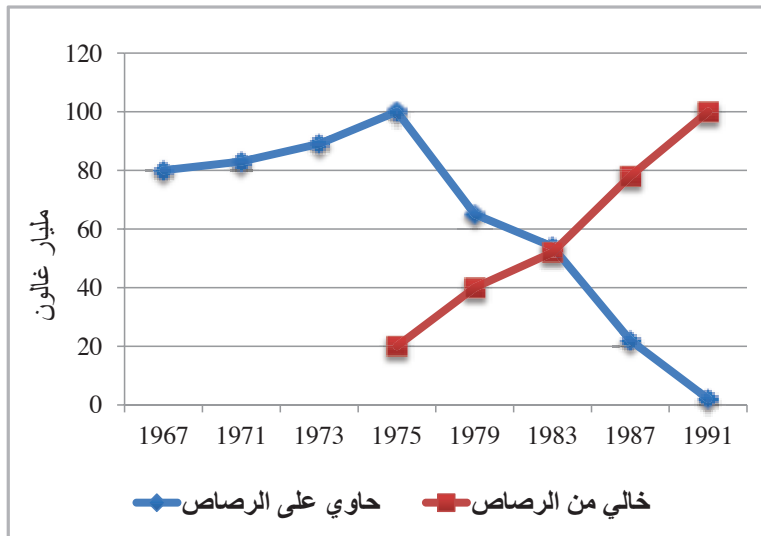
■ الرقم الأوكتاني

تعتبر الدعوة إلى حظر استخدام مركبات الرصاص في الولايات المتحدة بمثابة الخطوة الأولى في رحلة تعديل مواصفات الغازولين، التي انطلقت في بداية عقد السبعينات من القرن الماضي. وكان لحظر استخدام مركبات الرصاص التي

كانت تضاف إلى الغازولين لتحسين الرقم الأوكتاني بتكلفة زهيدة أثر كبير في إنقاذ حياة العديد من المواطنين، فضلاً عن فوائد خفض التكاليف التي كانت تنفق على معالجة الأمراض المزمنة الناتجة عن استنشاق تلك الملوثات.

جاءت عملية حظر استخدام مركبات الرصاص على مراحل استمرت لغاية عام 1991، وذلك لتمكين مصافي النفط من البحث عن البدائل التي تمكنها من المحافظة على مستوى الرقم الأوكتاني دون الحاجة إلى خفض معدلات إنتاج الغازولين. يبين الشكل (1-2) تطور إنتاج الغازولين الخالي من الرصاص في الولايات المتحدة الأمريكية خلال الفترة (1967-1991) (CFDC, 2011)

الشكل (1-2): تطور إنتاج الغازولين الخالي من الرصاص في الولايات المتحدة الأمريكية خلال الفترة (1967-1991)



المصدر: CFDC, 2011

العطريات

أدى قانون حظر استخدام مركبات الرصاص إلى نشوء مشكلة أخرى ناتجة عن الحاجة إلى تعويض النقص الذي حصل في الرقم

الأوكتاني للغازولين المنتج، حيث بدأت مصافي النفط بالبحث عن بديل لمركبات الرصاص. وكان الحل الأمثل لدى مصافي النفط في تلك الفترة هو التوجه نحو اختيار حلول داخلية، منها رفع شدة ظروف تشغيل وحدات تهذيب النفاثا Naphtha Reforming Units، أو تصنيع العطريات لاستخدامها في رفع الرقم الأوكتاني للغازولين، وتتكون هذه العطريات بشكل أساسي من التولوين والبنزين والزايلين. فحسب مجلة أويل أند غاز، العدد 16 من المجلد 89، لعام 1991، ارتفعت نسبة العطريات في الغازولين المباع في الولايات المتحدة الأمريكية من حوالي 22% حجماً عام 1970 لتصل إلى 33% حجماً في عام 1990، ووصلت في بعض أنواع الغازولين الممتاز إلى 50% حجماً. وبدأت ترتفع الأصوات التي تشير إلى ما أكدته بعض الدراسات البحثية بوجود مؤشرات تدل على دور المركبات العطرية في ارتفاع معدلات أمراض القلب والسرطان وأمراض الجهاز التنفسي، كما صنفت العطريات من قبل وكالة حماية البيئة EPA على أن احتراقها في محرك المركبة يؤدي إلى إطلاق ملوثات خطيرة على صحة الإنسان والبيئة.

وقد نجحت الضغوط الشعبية الناتجة عن تنامي الوعي لدى الجمهور بخطورة تلوث البيئة في إقناع الكونغرس الأمريكي بتصديق قرار تعديل قانون الهواء النظيف المتضمن إضافة بعض الفقرات الخاصة بما يسمى الغازولين النظيف المعاد تشكيله (Reformulated Gasoline (RFG)، وكان لهذه التعديلات دور كبير في تحسين مواصفات الغازولين. فبالإضافة إلى دورها في رفع الرقم الأوكتاني، تساهم الأوكسجينات في تحسين عملية حرق الغازولين داخل محرك المركبة، وتخفيض نسبة انبعاث أول أكسيد الكربون من عوادم المركبات، وخاصة المركبات القديمة.

في عام 1990 صدرت تعديلات لقانون الهواء النظيف، يطلب فيها الكونغرس فرض استخدام الغازولين المعاد تشكيله في بعض الأجزاء من الولايات التي تعاني من التلوث الهوائي الشديد. كما تضمنت التعديلات فرض إضافة بعض المنظفات إلى الغازولين لمنع تجمع الرواسب داخل محركات المركبات، أو في منظومة ضخ الوقود إلى المحرك. (Powers, M., 2012)

وفي عام 1992 صدرت تعليمات تلزم المصافي بإضافة الأوكسجينات في 40 ولاية من الولايات المتحدة الأمريكية، فتم رفع الحد الأقصى المسموح لنسبة الأوكسجين في الغازولين إلى 2.7%. (Dunham, A., 2000)

كما صدر في هذه المرحلة برنامج سمي ببرنامج الوقود المتجدد Renewable Fuel Program يلزم بعض المدن باستخدام الوقود من المصادر المتجددة مثل الإيثانول إلى الغازولين، وكان الهدف من هذا القرار تخفيف الاعتماد على استيراد النفط من الخارج، والحد من نسبة العطريات في الغازولين، إضافة إلى محاولة توحيد مواصفات الوقود في الولايات لتسهيل تبادل المنتجات البترولية فيما بينها. (Powers, M., 2012)

في عام 1995 أصدرت حكومة الولايات المتحدة تشريعاً لإدخال الغازولين المعاد تشكيله Reformulated Gasoline-RFG، وذلك في إطار برنامج حماية طبقة الأوزون في الغلاف الجوي.

ترافقت تشريعات إدخال الغازولين المعاد تشكيله مع وضع حد أقصى لنسبة البنزين العطري Benzene في الغازولين، بحيث لا تتجاوز 1% حجماً، وتخفيض الضغط البخاري، بهدف خفض درجة التطاير في الغازولين، وذلك من خلال إضافة الأوكسجينات. (Cheremisinoff, P. 2002)

في هذه المرحلة بدأ بحث مصافي النفط عن حلول تساعد على تلبية متطلبات خفض نسبة البنزين العطري مع المحافظة على درجة الرقم الأوكتانى، لكن لسوء الحظ لجأت المصافي إلى رفع نسبة المركبات العطرية الأخرى التي لم تدرج في تعديلات قانون الهواء النظيف لعام 1990، مثل التولوين الذي صنف على أنه أحد المصادر الرئيسية لتشكيل الهباء العضوي الثانوي (Secondary Organic Aerosol (SOAs) الذي يعتبر بدوره أحد المصادر الهامة لتشكيل الجسيمات الدقيقة $PM_{2.5}$ الشديدة الخطورة في الهواء الجوي، وخصوصاً في المدن المزدحمة، حيث أثبتت الدراسات أن هذه الجسيمات تسبب العديد من المشكلات الصحية كأعراض الرئة والجهاز التنفسي، وأمراض القلب.

ولمعالجة مشكلة ارتفاع نسبة العطريات اقترحت وكالة حماية البيئة الأمريكية في عام 2007 رفع نسبة مزج الأوكسجينات، مثل الميثيل ثلاثي بيوتيل إيثير Methyl Tertiary Butyl Ether-MTBE، والإيثانول، إلا أنه بعد فترة قصيرة منع استخدام الميثيل ثلاثي بيوتيل إيثير MTBE في ولاية كاليفورنيا عندما ظهرت مؤشرات تدل على حدوث تلوث في المياه الجوفية نظراً لقابلية انحلال هذه المادة بالماء عند تسربها من الخزانات إلى التربة. وهذا ما أدى إلى تحول الولايات المتحدة الأمريكية من استخدام الإيثيرات إلى استخدام الإيثانول على الرغم من خصائصه الأكلية التي تجعل عملية نقله ممزوجاً بالغازولين لمسافات طويلة غير عملي.

في عام 2010 أكدت نتائج بعض الدراسات والأبحاث العلمية على خطورة الآثار الصحية للجزيئات الدقيقة في الهواء الجوي، التي يتعزز وجودها بارتفاع نسبة العطريات في الغازولين، وأعدت التأكيد على ضرورة رفع نسبة إضافة الإيثانول، مع الإشارة إلى أن الفائدة غير المباشرة

لإضافة الإيثانول التي يمكن الحصول عليها ستكون أكبر، من خلال خفض تكاليف الإنفاق على معالجة الأمراض التي تصيب الإنسان بسبب تعرضه لتلوث الهواء بالجسيمات الدقيقة، والتي تقدر بمليارات الدولارات سنوياً. وفي آذار/مارس من عام 2011 أصدرت وكالة حماية البيئة الأمريكية تقريراً يفيد بأن الفوائد الناجمة عن خفض الملوثات الهوائية، كالجسيمات الدقيقة، ونسبة الأوزون الأرضي في الهواء الجوي نتيجة تطبيق قرار تعديل قانون الهواء النظيف لعام 1990، والتي أمكن الحصول عليها في عام 2010 وحده، هي تفادي حدوث الخسائر التالية: (CFDC, 2011)

✓ 160 ألف حالة موت مفاجئ

✓ 130 ألف حالة أزمة قلبية

✓ 1.7 مليون نوبة ربو

✓ خسارة 13 مليون ساعة عمل

كما أشار التقرير إلى أنه يتوقع أن ترتفع هذه الأرقام في عام 2020

لتصبح على النحو التالي:

✓ 230 ألف حالة موت مفاجئ

✓ 200 ألف حالة أزمة قلبية

✓ 2.4 مليون نوبة ربو

✓ خسارة 17 مليون ساعة عمل

■ الكبريت

ظهرت أهمية خفض نسبة الكبريت في الغازولين من خلال دوره في تسميم العامل الحفاز المستخدم في أجهزة التقاط الملوثات المركبة على عوادم السيارات، حيث بدأت حملة خفض نسبة الكبريت في الغازولين تدريجياً إلى أن وصلت إلى 30 ج.ف.م ويتوقع أن تنخفض إلى 10 ج.ف.م

بحلول عام 2017، نتيجة تطبيق معيار تنظيم انبعاثات المركبات الخفيفة (Tier 3) المتضمن خفض نسبة الكبريت في الغازولين إلى 10 ج.ف.م. (Hart Energy, 2014)

■ الخصائص الأخرى للغازولين

من الخصائص الأخرى التي حددتها لجنة إعداد مواصفات جودة المنتجات البترولية مواصفة الثبات ضد الأكسدة Oxidation Stability في الاختبار ASTM D 4814 بقيمة 240 دقيقة كحد أدنى.

كما تم ضبط مواصفة الضغط البخاري للغازولين للحد من انطلاق الأبخرة الهيدروكربونية إلى الهواء الجوي نتيجة التعامل مع الغازولين، وذلك على مراحل بدأت في صيف عام 1989 وانتهت في عام 1992، وذلك لإعطاء فرصة لمصافي النفط أن تتعامل مع متطلبات تعديل الضغط البخاري، والبحث عن خيارات بديلة لحقن البيوتان في منتج الغازولين. (Wyborny, L. 2009)

في عام 1997 أصدرت وكالة حماية البيئة قراراً بضرورة إضافة منظفات للوقود Fuel Detergent Additive لمنع توضع الرواسب على السطوح الداخلية للمحرك أو أنظمة ضخ الوقود. أما نسبة الإضافة فتترك تحديدها للشركات المصنعة للمنظفات.

ومنذ بضعة سنوات تم إدخال مواصفة تأكل صفيحة الفضة، وذلك بعد ملاحظة أن بعض مركبات الكبريت النشطة يمكن أن تسبب تأكل بعض الخلائط المعدنية التي يدخل في تركيبها معدن الفضة، مثل أجهزة قياس المستوى في خزان وقود المركبة.

يبين الجدول (1-2) مواصفات الغازولين في الولايات المتحدة الأمريكية

عام 2014.

الجدول (1-2): مواصفات الغازولين في الولايات المتحدة الأمريكية عام 2014

القيمة	الوحدة	المواصفات	
87/89/91	حد أدنى	Octane Index (MON+RON)/2	مؤشر الرقم الأوكتاني
80	ج.ف.م (وزناً)، حد أقصى	Total Sulphur	الكبريت الكلي
0.013	غ /Pb، حد أقصى	Lead Content	محتوى الرصاص
0.62	% حجماً، حد أقصى	Benzene	البنزين
103	كيلو باسكال، حد أقصى	Vapour Pressure @ 37.8 °C	الضغط البخاري عند 37.8 °م
1050	حد أقصى	VLI	مؤشر الأبخرة إلى السوائل
		Distillation	التقطير
70	°م، حد أقصى	10% Vol Recovered @	10% حجماً يقطر عند
77-121	°م، حد أدنى/حد أقصى	50% Vol Recovered @	50% حجماً يقطر عند
190	°م، حد أقصى	90% Vol Recovered @	90% حجماً يقطر عند
225	°م، حد أقصى	F.B.P	درجة نهاية الغليان
2.0	% حجماً، حد أقصى	Residue	المتبقي
0.0013	غ /لتر، حد أقصى	Phosphorus Content	محتوى الفوسفور
240	دقيقة، حد أدنى	Induction Period	زمن الحث (فترة مقاومة الأكسدة)
5	ملغ/100مللتر، حد أقصى	Solvent Washed Gum	الشمع الموجود
No.1	(صف)، حد أقصى	Copper Strip Corrosion (3hrs @ 50°C)	تآكل شريط النحاس (3 ساعات عند 50°م)
1	(صف)، حد أقصى	Silver Corrosion	تآكل شريط الفضة
2.7	% حجماً، حد أقصى	Oxygen	الأوكسجين
27.7	% حجماً، حد أقصى	Aromatics	العطريات
1.21	% حجماً، حد أقصى	Benzene	البنزين
12	% حجماً، حد أقصى	Olefins	أوليفينات

المصدر: Hart Energy, 2014.

1-2-2: تطورات مواصفات وقود الديزل في الولايات المتحدة الأمريكية

تتضمن المواصفات القياسية الأولية لوقود الديزل في الولايات المتحدة الأمريكية ASTM D 975 مجموعة من الخصائص الواجب الالتزام بها في معظم الولايات الأمريكية، وتشمل كافة أصناف الديزل بما في ذلك الديزل الحاوي على نسبة كبريت منخفضة جداً ULSD. وقد طرأ على هذه المواصفات العديد من التعديلات، كان آخرها في عام 2014.

■ محتوى الكبريت

تم تخفيض محتوى الكبريت في الديزل على مرحلتين خلال الخمسة عشر عاماً الماضية، في المرحلة الأولى خفض إلى 500 ج.ف.م عام 1993، وفي الثانية إلى 30 ج.ف.م عام 2000 نتيجة إصدار تعديل قانون انبعاثات المركبات الثاني (Tier 2).

بخلاف معظم بلدان العالم التي خفضت محتوى الكبريت في الديزل إلى أدنى من 10 ج.ف.م، حافظت وكالة حماية البيئة الأمريكية US-EPA على القيمة عند 15 ج.ف.م. ويعود السبب في ذلك إلى منح مصافي النفط المرونة الكافية للتغلب على مشكلة احتمال ارتفاع النسبة نتيجة تلوث الديزل بمحتويات منتجات أخرى كوقود النفايات في الخزانات وخطوط أنابيب النقل، على الرغم من التزام معظم المصافي بإنتاج زيت الديزل بمحتوى كبريت لا يتجاوز 7 ج.ف.م.

في عام 2014 أصدرت وكالة حماية البيئة الأمريكية التعديل الثالث لقانون انبعاثات المركبات (Tier 3)، تضمنت فقراته خفض نسبة الكبريت في الديزل والغازولين إلى 10 ج.ف.م، اعتباراً من الأول من كانون الثاني/يناير 2017. (EPA, 2014)

■ الرقم السيتاني

في عام 1993 تم الطلب من مصافي النفط الالتزام بأحد خيارين، إما أن يكون الحد الأدنى لمؤشر السيتان بقيمة 40، أو أن لا تزيد نسبة العطريات عن 35% حجماً. وكان الدافع الرئيس وراء خفض نسبة الكبريت والعطريات، ورفع مؤشر السيتان هو محاولة الحد من انعكاسات ارتفاع تركيز أكاسيد النيتروجين NOx والجسيمات الدقيقة PM في الهواء الجوي على صحة الإنسان والبيئة، حيث أن عدد المركبات العاملة على وقود الديزل يمثل نصف إجمالي المركبات العاملة في الولايات المتحدة الأمريكية.

لم تنجح المطالبات المتكررة لمصنعي المحركات والمركبات برفع قيم الحد الأدنى للرقم السيتاني في الديزل، أسوة بمعظم مناطق العالم التي حددت قيمة عالية للرقم السيتاني 50، أو 51، حيث لم تتجاوز قيمته في الولايات المتحدة الأمريكية عن 40، والسبب في ذلك هو ضمان توفير أعلى كمية ممكنة من الديزل لتأمين حاجة الأسواق المحلية، حيث أن مصافي النفط في الولايات المتحدة الأمريكية مصممة لإنتاج أعلى كمية ممكنة من الغازولين، أي أنها تحتوي على درجة عالية من عمليات التكسير، وبالتالي فإن معظم مكونات وقود الديزل ذات رقم سيتاني منخفض، فضلاً عن أن العديد من الخبراء يرى أن رفع الرقم السيتاني إلى قيم عالية لا يساهم بشكل جوهري في تحسين أداء محرك المركبة، حيث أن أكثر المركبات العاملة على الديزل في الولايات المتحدة الأمريكية هي من النوع الثقيل Heavy Duty، مقارنة بعدد المركبات الخفيفة (الصغيرة)، وبالتالي لن يكون لرفع الرقم السيتاني تأثير يذكر على خفض الانبعاثات الملوثة للبيئة. (Hart Energy, 2014)

■ الكثافة واللزوجة

لم تحدد قيم إلزامية للكثافة في المواصفات القياسية لوقود الديزل ASTM D 975، بينما حددت قيمة للزوجة، حيث أن هيئات مراجعة المواصفات القياسية للوقود كانت تعتبر الكثافة ليست ذات أهمية في تقييم جودة مواصفات الديزل، إلا عندما يتم ربطها بخصائص أخرى. لكن بالمقابل تم تحديد قيم دنيا وقصى للزوجة في مواصفات الديزل، حيث أن الحد الأدنى يمنع هدر الطاقة الناتج عن زيادة الحمل على مضخة الحقن أو تسرب الوقود من المحقن Injector، بينما حددت القيمة القصوى لاعتبارات تتعلق بحجم وتصميم محرك المركبة.

■ منحى التقطير

ركزت المواصفات القياسية لوقود الديزل في الولايات المتحدة الأمريكية على وضع حد أدنى وأقصى لدرجة التقطير عند T90 بالقيمة 282-338 م°، بينما تركت بقية درجات التقطير دون تحديد.

■ خصائص الجريان البارد

لم تحدد قيم إلزامية لخصائص الجريان البارد Cold Flow Properties في المواصفات القياسية لوقود الديزل ASTM D-975، وترك تحديدها للاتفاق بين المصنع والموزع، وفقاً للغرض والمكان والزمان الذي سيستهلك فيه الوقود، وذلك بسبب تنوع ظروف المناخ في الولايات التي سيستهلك فيها الوقود.

■ الثبات ضد الأكسدة

لم تحدد قيم إلزامية لمقاومة الأكسدة Oxidation Stability في المواصفات القياسية لوقود الديزل ASTM D-975، ويعود السبب في ذلك إلى أن اختبارات الثبات ضد الأكسدة المعمول بها لا تعبر بشكل دقيق عن التغيرات التي تحصل على الوقود نتيجة لاختلاف شروط التخزين، وتباين التركيب الكيميائي لأنواع وقود الديزل، ويجري حالياً إعادة النظر في تحديد قيم جديدة للمواصفة.

■ الخاصة التزييتية

في تسعينيات القرن الماضي، أثناء إعداد المواصفات القياسية لجودة وقود الديزل، لقيت فكرة وضع قيم إلزامية لمواصفة الخاصة التزييتية Lubricity معارضة كبيرة من قبل شركات صناعة تكرير النفط في الولايات المتحدة الأمريكية، وذلك لعدة أسباب، أولها أن معظم كمية وقود الديزل تستهلك في المركبات الثقيلة ذات التصميم القديم، والثاني أن الديزل المنتج لا يتعرض إلى ظروف قاسية في عمليات معالجة هيدروجينية تؤثر

سلباً على خاصته التزبينية، والسبب الثالث هو عدم ملاحظة مؤشرات تؤكد حدوث أعطال أو مشكلات في المحركات ناتجة عن وجود خلل في الخاصة التزبينية. أما عندما بدأت الولايات المتحدة الأمريكية بعملية خفض نسبة الكبريت في الديزل أصبح من الضروري إعادة النظر في مواصفة الخاصة التزبينية، مما دفع وكالة حماية البيئة الأمريكية إلى إدخالها إلى المواصفات القياسية للديزل ASTM D-975، مع الأخذ بعين الاعتبار طلب شركات تكرير النفط بأن تكون القيمة 520 ميكرون عند الدرجة 60 °م، استناداً إلى تقارير استببانية تفيد بعدم وجود مشكلة عند هذه القيمة في الديزل الحواري على نسبة كبريت منخفضة جداً ULSD. (Hart Energy, 2014).

يبين الجدول (2-2) مواصفات وقود الديزل في الولايات المتحدة الأمريكية عام 2014.

الجدول (2-2): مواصفات وقود الديزل في الولايات المتحدة الأمريكية عام 2014

القيمة	الوحدة	المواصفات
40	حد أدنى	Cetane Number الرقم السيتاني
40	حد أدنى	Cetane Index مؤشر السيتان
15	ج.ف.م، حد أقصى	Sulphur Content محتوى الكبريت
35	% حجماً، حد أقصى	Total Aromatics إجمالي العطريات
1.9-4.1	سنتي ستوك حد أدنى، حد أقصى	Viscosity @ 40 °C اللزوجة عند 40 °م
		Distillation التقطير
338-282	°م حد أدنى، حد أقصى	90% Vol. Recovered @ 90% حجماً يقطر عند
52	°م، حد أدنى	Flash Point نقطة الوميض
0.35	% وزناً، حد أقصى	Carbon Residue 10% متبقي الكربون 10%
0.05	% حجماً، حد أقصى	Water & Sediment الماء والرواسب
0.01	% وزناً، حد أقصى	Ash الرماد
520	ميكرون، حد أقصى	Lubricity, HFRR, Wear scar diam @ 60 °C الخاصة التزبينية عند 60 °م
No.3	% حجماً، حد أقصى	تآكل النحاس (3 ساعات عند 50 °م) Copper Strip Corrosion (3hrs @ 50 °C)
25	بيكوسيمنز/متر، حد أدنى	Conductivity @ Ambient Temp الناقلية عند درجة الحرارة العادية
5	% حجماً، حد أقصى	FAME Content محتوى الميثيل إيثر الحموض الدسمة

المصدر: Hart Energy, 2014

2-2: تطور المواصفات القياسية لجودة الوقود في أوروبا الغربية

بدأت مرحلة تحسين جودة مواصفات وقود النقل في أوروبا الغربية استجابة لمتطلبات معيار جودة الهواء الذي صدر عام 1993، تبعتها إصدار معايير تنظم انبعاثات المركبات الخفيفة والثقيلة التي تعمل على الديزل والغازولين، ثم أدخل عليها العديد من التعديلات بشكل تدريجي، والتي يشار إليها بالأرقام العربية للمركبات الخفيفة "يورو-1"، و"يورو-2"، و"يورو-3"، و"يورو-4"، و"يورو-5"، و"يورو-6"، وبالأرقام الرومانية للمركبات الثقيلة "يورو-I"، و"يورو-II"، و"يورو-III"، و"يورو-IV"، و"يورو-V"، و"يورو-VI". يبين الجدول (3-2) تطور المعايير الأوروبية لانبعاثات مركبات الديزل، كما يبين الجدول (4-2) المعايير الأوروبية لانبعاثات مركبات الغازولين.

الجدول (3-2): تطور المعايير الأوروبية لانبعاثات مركبات الديزل

معييار اليورو	التاريخ	CO (غ/كم)	NOx (غ/كم)	PM (ملغ/كم)
يورو-1	تموز/يوليو 1992	2.72	-	0.14
يورو-2	كانون الأول/يناير 1996	1	-	0.08
يورو-3	كانون الأول/يناير 2000	0.62	0.5	0.05
يورو-4	كانون الأول/يناير 2005	0.5	0.25	0.025
يورو-5	أيلول/سبتمبر 2009	0.5	0.18	0.005
يورو-6	أيلول/سبتمبر 2014	0.5	0.08	0.005

المصدر: Autoexpress, 2015

الجدول (4-2): تطور المعايير الأوروبية لانبعاثات مركبات الغازولين

معييار اليورو	التاريخ	CO (غ/كم)	NOx (غ/كم)	PM (ملغ/كم)
يورو-1	تموز/يوليو 1992	2.7	-	-
يورو-2	كانون الأول/يناير 1996	2.2	-	-
يورو-3	كانون الأول/يناير 2000	2.3	0.15	-
يورو-4	كانون الأول/يناير 2005	1.0	0.08	-
يورو-5	أيلول/سبتمبر 2009	1.0	0.6	0.005
يورو-6	أيلول/سبتمبر 2014	1.0	0.06	0.005

المصدر: Autoexpress, 2015

ولتلبية متطلبات معايير انبعاثات المركبات تم إلزام مصنعي المركبات بتحسين كفاءة استخدام الوقود، كما تم إلزام منتجي الوقود بمتطلبات سميت بالموصفات القياسية لجودة وقود المركبات.

في عام 1994 أطلق الاتحاد الأوروبي برنامجاً لدراسة تأثير بعض خصائص الوقود على انبعاثات عوادم السيارات التي تستخدم كل من الغازولين والديزل، وقد أنجزت الدراسة عام 2000 وتوصلت إلى النتائج التالية:

- ✓ خفض محتوى العطريات في الغازولين يخفض انبعاثات الهيدروكربونات HC وأول أكسيد الكربون CO من عوادم المركبات.
- ✓ رفع درجة منتصف التقطير (T50) للغازولين يخفض من الهيدروكربونات المنبعثة من عوادم المركبات.
- ✓ خفض درجة الغليان 90% (T90) للغازولين يؤدي إلى خفض نسبة الجسيمات الدقيقة PM المنطلقة من المركبات الخفيفة، وإلى خفض أكاسيد النيتروجين NO_x من المركبات الثقيلة.
- ✓ خفض كثافة الديزل يؤدي إلى خفض انبعاثات الهيدروكربونات HC، وأول أكسيد الكربون CO، والجسيمات الدقيقة PM من مركبات الديزل الخفيفة، ويخفض أكاسيد النيتروجين NO_x من مركبات الديزل الثقيلة.
- ✓ خفض تركيز الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات في وقود الديزل يؤدي إلى خفض أكاسيد النيتروجين NO_x، والجسيمات الدقيقة PM من مركبات الديزل الخفيفة، وخفض الهيدروكربونات HC، وأكاسيد النيتروجين NO_x، والجزيئات الدقيقة PM من مركبات الديزل الثقيلة.
- ✓ رفع الرقم السيتاني للديزل يؤدي إلى خفض انبعاثات الهيدروكربونات HC، وأول أكسيد الكربون CO.

تولت اللجنة الأوروبية للتقييس عملية الإشراف على إعداد المواصفات القياسية لجودة الوقود في أوروبا. اشتملت اللجنة على ممثلين من كافة الدول الأعضاء في القارة الأوروبية، مع خبراء في صناعة تكرير النفط، وهي الجهة المسؤولة عن تصنيع الوقود ونقله وتوزيعه وتخزينه، وممثلين من صناعة المركبات، وخبراء في التحاليل المخبرية للمنتجات البترولية، ومستشارين من مراكز الأبحاث والتطوير.

يعتبر إصدار إرشادات جودة الوقود Fuel Quality Directive نقطة انطلاق عملية تطوير المواصفات القياسية لجودة وقود النقل في أوروبا الغربية، حيث تضمنت هذه الإرشادات مجموعة من المواصفات التي يجب الالتزام بها لتحقيق متطلبات معايير جودة الهواء، وذلك من خلال تحسين أداء محرك المركبة، وتعديل خصائص الوقود التي تؤدي إلى طرح الملوثات الضارة بصحة الإنسان وسلامة البيئة.

في عام 1993 صدرت أول مجموعة من المواصفات القياسية لجودة الوقود في دول الاتحاد الأوروبي، وكانت اختيارية لمراقبة انعكاسات تطبيقها على شركات تكرير النفط، تبعها بعد ذلك في عام 1998 إصدار ثلاث مواصفات قياسية إلزامية خاصة بوقود المركبات، الأول يغطي جودة مواصفات وقود الديزل (EN 590)، والثاني لجودة الغازولين (EN 228)، والثالث لغاز البترول المسال LPG المستخدم في المركبات (EN 589). وفي عام 2003 صدرت أول مراجعة لهذه المواصفات، ثم صدرت المراجعة الثانية عام 2009. (Transportpolicy, 2014)

تضمنت المواصفات القياسية تحديد العديد من المواصفات لكل من الغازولين والديزل، كمحتوى الكبريت، والرصاص في الغازولين، والرقم السيتاني ومحتوى الكبريت، وميثيل إستيرات الحمض الدسم Fatty Acid Methyl Esters-FAME في الديزل. (Lindqvist, K., 2012)

من الأسباب الأخرى التي كانت وراء إصدار المواصفات القياسية لجودة الوقود هي العمل على توحيد مواصفات وخصائص المنتجات المعتمدة في الدول الأوروبية، لتفادي أي مشكلة يمكن أن تحول دون تبادل وقود النقل فيما بينها. يبين الجدول (5-2) تطور معايير جودة الهواء والمواصفات القياسية للوقود في دول الاتحاد الأوروبي.

الجدول (5-2): تطور معايير جودة الهواء والمواصفات القياسية للوقود في الاتحاد الأوروبي

جودة الوقود		معايير انبعاثات المركبات		
التغيرات الرئيسية في الخصائص	السنة	المركبات الثقيلة	المركبات الخفيفة	السنة
تخفيض الكبريت والرصاص تدريجياً	1976-80		ما قبل يورو-1	1980-90
إضافة إلى خفض الرصاص والكبريت، البدء بتنظيم نسبة البنزين (5%) والرقم الأوكتاني بطريقة البحث (RON 95)	1989	يورو-0 1988/7/1		1988
		يورو-I 1992/7/1		1992
			يورو-1	1993
خفض آخر لنسبة الكبريت	1994			
		يورو-II 1995/5/1		1995
	1996		يورو-2	1996
الإرشادات Directive 98/70/EC ✓ وقف استخدام الرصاص في الغازولين ✓ نسبة الكبريت في الغازولين 150 ج.ف.م، وفي الديزل 350 ج.ف.م ✓ العطريات 42%، أوليفينات 18%، البنزين 1% حجماً	2000/1/1	يورو-III 2000/10/1	يورو-3	2000
الإرشادات 2003/17/EC و 98/70/EC ✓ تركيز الكبريت في الغازولين والديزل 50 ج.ف.م (يجب توفير وقود بمحتوى كبريت 10 ج.ف.م) ✓ العطريات في الغازولين 35% حجماً	2005/1/1	يورو-IV 2005/10/1	يورو-4	2005
		يورو-V 2008/10/1		2008
الإرشادات 2003/17/EC ✓ محتوى الكبريت 10 ج.ف.م في الغازولين والديزل	2009/1/1		يورو-5 2009/9/1	2009
الإرشادات Directive 2009/30/EC ✓ إضافة الإيثانول E10 وتوفير E5 في السوق لغاية 2013 ✓ تحديد نسبة الديزل الحيوي B7 ✓ الهيدروكربونات متعددة العطريات PAH 8% وزناً، حد أقصى	/1/1 2011			2011

المصدر: IFQC, 2010

2-2-1: تطور المواصفات القياسية لجودة الغازولين في أوروبا الغربية

انطلقت الخطوة الأولى في عملية إعداد المواصفات القياسية لجودة الغازولين في أوروبا عام 1970 بصدور إرشادات حظر استخدام مركبات الرصاص لتحسين الرقم الأوكتاني في الغازولين، بشكل تدريجي وعلى مراحل. في عام 1975 صدرت تعليمات تتعلق بخفض الحد الأقصى المسموح لنسبة الكبريت في كافة أنواع الوقود إلى المجال 3000-8000 ج.ف.م، تبعاً لأنواع الوقود، ودرجة حساسية الظروف البيئية للمنطقة التي سيستهلك فيها الغازولين. وبعد ثلاث سنوات صدر قانون خفض نسبة الرصاص في الغازولين من 0.40 غ/لتر، إلى 0.005 غ/لتر، على مراحل وفق خطة زمنية. كان الدافع الرئيسي وراء هذين القرارين هو الحد من الآثار السلبية لانبعاثات عوادم السيارات الناتجة عن حرق مركبات الرصاص والكبريت في محركات المركبات على صحة الإنسان والبيئة.

وقد تباينت درجة امتثال الدول الأوروبية بهذا القرار، حيث قامت كل من ألمانيا وهولندا باتخاذ إجراءات فورية، كتقديم حوافز لتشجيع استخدام الغازولين الخالي من الرصاص، واعتماد استخدام المحولات الحفازة Catalytic Convertors. أما في فرنسا وإيطاليا فلم تتخذ إجراءات تنفيذ القرار إلا في عام 1978، حيث لم تصل نسبة الغازولين الخالي من الرصاص في أسواق إيطاليا إلا إلى 5% من إجمالي الغازولين المباع، مقارنة بحوالي 67% في ألمانيا.

استمرت هذه الحالة إلى أن أصدر الإتحاد الأوروبي قراراً إلزامياً حدد فيه تاريخ 1 كانون الثاني/يناير 2000 كموعد نهائي للالتزام بقانون حظر استخدام مركبات الرصاص في أوروبا، مع منح بعض الاستثناءات للحالات الخاصة حتى عام 2005. (Simon, B., 2000)

الكبريت

في عام 2000 نشرت الهيئة الأوروبية لحماية البيئة تقريراً يتضمن دراسة استشارية شارك في إعدادها مجموعة خبراء من شركات تكرير النفط، ومصنعي السيارات لدراسة مدى الحاجة إلى خفض تركيز الكبريت في الغازولين والديزل إلى أدنى من 50 ج.ف.م، وخلص التقرير إلى النتائج التالية:

- ✓ للكبريت تأثير كبير على العمر الافتراضي لمحرك المركبة بسبب دوره الأكال لمعادن منظومة المحرك، كما أن خفض تركيز الكبريت في الغازولين يساهم في خفض معدل انبعاثات الهيدروكربونات وأول أكسيد الكربون CO وأكاسيد النيتروجين NOx من عادم المركبة.
- ✓ يساهم تخفيض نسبة الكبريت في الغازولين إلى 10 ج.ف.م في خفض تركيز كل من الجسيمات الدقيقة المكونة من الكبريتات، وإجمالي غاز ثاني أكسيد الكبريت SO₂، إلا أن معدل انخفاض الانبعاثات ليس بالقيمة التي أمكن الحصول عليها من تخفيض تركيز الكبريت من 3000 إلى 150 ج.ف.م أو من 150 إلى 50 ج.ف.م.
- ✓ إن الانتقال إلى محتوى 10 ج.ف.م في الوقود يساهم في تحسين أداء أجهزة التقاط الجزيئات الدقيقة المركبة على عوادم السيارات.
- ✓ إمكانية خفض كمية انبعاثات أكاسيد النتروجين NOx بحدود 21%، والهيدروكربونات غير الميثان بمعدل 13% مقارنة بالوقود المرتفع الكبريت.

المنغيز

في عام 2007 أشارت دراسة أعدتها هيئة حماية البيئة الأوروبية إلى أن إضافة مركبات المنغيز¹ MMT لتحسين الرقم الأوكتاني للغازولين

¹ Methylcyclopentadienyl Manganese Tricarbonyl

يمكن أن يؤدي إلى اهتراء محرك السيارة وأجهزة التحكم بانبعثات العادم، مما يؤدي إلى زيادة كمية الانبعثات، وإضعاف أداء المحرك، وارتفاع تكاليف الصيانة والاستبدال.

على الرغم من محدودية استخدام مركبات المنغيز في الدول الأوروبية، وحصرها في إحدى المصافي البلجيكية وبعض دول أوروبا الشرقية، إلا أنه صدر في عام 2011 قرار يتضمن تحديد الحد الأقصى لكمية الإضافات المعدنية التي تعتمد على المنغيز بمعدل 6 ملغ/لتر. وبحيث تنخفض إلى 2 ملغ/لتر بحلول عام 2014، وذلك كإجراء وقائي، وأوصت بمتابعة البحث لدراسة انعكاسات استخدام الإضافات المعدنية على صحة الإنسان والبيئة.

في عام 2013 صدرت نتائج دراسة أخرى تشير إلى أن استخدام الإضافات المعدنية ليس له أي آثار سلبية على صحة الإنسان أو البيئة، ونتيجة لذلك قررت الهيئة التراجع عن توصيتها، وأبقت الحد الأقصى المسموح لنسبة إضافة مركبات المنغيز عند 6 ملغ/لتر.

■ العطريات

في عام 1989 نشرت هيئة حماية الهواء النظيف والماء في أوروبا CONCAWE¹ تقريراً حول الانعكاسات الاقتصادية لخفض نسبة العطريات والبنزين في الغازولين، حيث كانت نسبة البنزين العطري في تلك الفترة حوالي 2.6% حجماً، والعطريات 34% حجماً. وأشار التقرير إلى أن رفع الرقم الأوكتاني بطريقة البحث لكامل الغازولين المباع في أوروبا إلى 95 سيؤدي إلى ارتفاع نسبة البنزين العطري إلى 3.2% حجماً، والعطريات إلى 43% حجماً، وأوصى التقرير بزيادة نسبة إضافة الأوكسجينات

¹ Conservation of Clean Air and Water in Europe

والإيزوميرات Isomerase، لكي تتمكن المصافي من تخفيض نسبة العطريات في الغازولين إلى المجال 30-35% حجماً.

في عام 1996 خلص البرنامج الأوروبي لتقنيات الانبعاثات والوقود والمحركات EPEFE¹ إلى أن تخفيض محتوى العطريات في الغازولين يؤدي إلى تخفيض انبعاثات الهيدروكربونات HC وغاز أول أكسيد الكربون CO، لكنه يزيد من انبعاثات أكاسيد النيتروجين NOx، وبالتالي تنخفض كمية انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO₂ عند خفض نسبة العطريات بسبب تأثيرها في تغيير نسبة الهيدروجين إلى الكربون في الغازولين H/C.

في عام 2000 اقترح البرنامج الأوروبي لمواصفات الوقود تثبيت نسبة العطريات في الغازولين عند القيمة 42% حجماً على أن يتم تخفيضها إلى 35% حجماً بحلول عام 2005.

■ الأوكسجينات

في عام 2000 تم إضافة فقرة جديدة إلى الإرشادات الأوروبية للغازولين 98/70/EC تتضمن تحديد الحد الأقصى المسموح لمحتوى الأوكسجين في الغازولين بقيمة 2.7% وزناً، ورفع الحد الأقصى لنسبة العطريات إلى 42% حجماً، وذلك لتمكين مصافي النفط من تعويض نقص الرقم الأوكتاني الذي نشأ نتيجة حظر استخدام مركبات الرصاص، وقد تم اختيار القيمة 2.7% اعتماداً على الخبرة السابقة للولايات المتحدة الأمريكية التي توصلت من خلال الدراسات والأبحاث المستفيضة إلى أن هذه القيمة تعتبر مثالية من حيث أنها تحقق أدنى نسبة انبعاثات، وفي نفس الوقت يمكن تفادي الآثار السلبية المحتملة لارتفاع نسبة الأوكسجينات في الغازولين.

¹ European Programme on Emissions, Fuels and Engine Technologies

في عام 2009 صدر تعديل آخر للمواصفات القياسية الأوروبية للغازولين 98/70/EC تضمن رفع الحد الأقصى المسموح لمحتوى الأوكسجين في الغازولين من 2.7% وزناً إلى 3.7% وزناً، وذلك لتحقيق الأهداف التالية:

✓ توفير إمكانية رفع نسبة إضافة الإيثانول إلى الغازولين لضمان تحقيق خطة الاتحاد الأوروبي القاضية برفع معدل استخدام الإيثانول، في إطار خطة خفض انبعاثات غازات الدفينة.

✓ الحاجة إلى رفع نسبة إضافة الأوكسجينات لتمكين المصافي من خفض الحد الأقصى لنسبة العطريات في الغازولين إلى 35% حجماً، لمعالجة الارتفاع الذي حصل نتيجة حظر استخدام مركبات الرصاص.

تستخدم الأوكسجينات لرفع الرقم الأوكتاني وزيادة حجم منتج الغازولين، ولها عدة أنواع منها، الميثيل ثلاثي بيوتيل إيثير MTBE، والإيثانول، والميثانول، والإيثيل ثلاثي بيوتيل إيثير ETBE، وثلاثي بيوتيل الكحول TBA، والكحول الإيزوبروبيلي، والكحول الإيزوبيوتيلى. تختلف كل مادة من هذه المواد في نسبة محتواها من الأوكسجين، وذلك تبعاً لتركيبها الكيميائي. فالإيثانول يحتوي على نسبة 34.8% وزناً من الأوكسجين، والبيوتانول يحتوي على 21.9% وزناً أوكسجين، وبالتالي فإن الحد الأقصى المسموح لنسبة إضافة المادة إلى الغازولين يعتمد على محتوى هذه المادة من الأوكسجين وتأثيره على الحد الأقصى المسموح في المواصفات القياسية لجودة الغازولين. يبين الجدول (2-6) الحد الأقصى لإضافة الأوكسجينات في المواصفات القياسية الأوروبية.

الجدول (2-6): الحد الأقصى لإضافة الأوكسجينات في المواصفات القياسية الأوروبية

المادة	2009-2000	ما بعد 2009
أوكسجين، %وزناً	2.7	3.7
ميثانول، %حجماً	3	3
إيثانول، %حجماً	5	10
الكحول الإيزوبروبيلي، %حجماً	10	12
ثلاثي بيوتيل الكحول، %حجماً	7	15
كحول إيزوبيوتيلي، %حجماً	10	15
إيثيرات (خمس ذرات كربون أو أكثر)، %حجماً	15	22
أوكسجينات أخرى، %حجماً	10	15

المصدر: Directive 98/70/EC

في عام 2003 أصدر الاتحاد الأوروبي إرشادات جديدة تحمل رقم 2003/30/EC تهدف إلى تشجيع استخدام الوقود الحيوي، وحدد فيها قيمة مستهدفة لنسبة استخدام الوقود الحيوي والأنواع الأخرى من الوقود ذات المصدر المتجدد بمعدل 5.75% من إجمالي كمية الطاقة المستهلكة في وقود وسائل النقل بحلول عام 2010. في ذلك الوقت لقي الوقود الحيوي والمتجدد دعماً كبيراً من الحكومات، حيث اعتبر أنه يساهم في خفض انبعاثات الكربون الناتجة عن وسائل النقل.

في عام 2009 أصدر الإتحاد الأوروبي قراراً ملزماً يتضمن رفع نسبة استخدام الطاقة المتجددة في وقود النقل إلى 10% بحلول عام 2020، إضافة إلى إلزام منتجي وقود النقل بخفض غازات الدفيئة بنسبة 6% بحلول عام 2020. ونتيجة لذلك تم رفع النسبة المسموحة لإضافة الإيثانول إلى 10% حجماً في الدول الأعضاء في الإتحاد، وبقيّة الأوكسجينات على النحو المبين في الجدول (2-6).

قبل عام 2004، كانت مادة الميثيل ثلاثي بيوتيل إيثير MTBE هي الأكثر استخداماً لرفع الرقم الأوكتاني نظراً لانخفاض تكلفة إنتاجها، ولكن بعد أن قررت دول الاتحاد الأوروبي تشجيع استخدام الطاقة المتجددة في وسائل النقل أصبح الإيثيل ثلاثي بيوتيل إيثير ETBE، والإيثانول المنتجين من المصادر الحيوية هما الأكثر استخداماً لرفع الرقم الأوكتاني للغازولين، فكان نتيجة ذلك أن ارتفعت الحصة السوقية للإيثيل ثلاثي بيوتيل إيثير ETBE في أوروبا من 15% عام 2002 إلى 60% عام 2010، بينما تقلصت الطاقة الإنتاجية للميثيل ثلاثي بيوتيل إيثير MTBE.

في عام 2013 نشرت مؤسسة Delft دراسة حول خيارات زيادة نسبة الوقود الحيوي في وقود النقل في دول الإتحاد الأوروبي إلى أعلى من 10% حجماً، وأقرت الدراسة إمكانية رفع نسبة إضافة الإيثانول إلى الغازولين إلى 20% حجماً، ولكن في مركبات الوقود المرنة Flexible Fuel Vehicle أو المركبات الثنائية الوقود Dual Fuels Vehicles، وهي المركبات التي تتميز بمرونة استخدام الغازولين الحاوي على الإيثانول بنسب مختلفة تتراوح من الصفر وحتى 85% أو ما يطلق عليه رمز (E85)، مع التأكيد على ملاحظة انخفاض كفاءة الوقود نتيجة زيادة نسبة الإيثانول.

على الرغم من بعض الخصائص الإيجابية للإيثانول، والتي تساهم في تحسين كفاءة أداء المحرك، كرفع الرقم الأوكتاني، ودرجة حرارة التبخر الكامنة، إلا أن بعض دول أوروبا الغربية تأخرت في اتخاذ قرار استخدامه بسبب آثاره الجانبية العديدة الناتجة عن انخفاض القيمة الحرارية، وقد أشارت مؤسسة Hart Energy للأبحاث والاستشارات في دراسة تحليلية نشرت عام 2014 إلى أنه على الرغم من قرار رفع الحد الأقصى لإضافة الإيثانول إلى 10% حجماً فإن الحجم الحقيقي لاستخدام الإيثانول في الدول

الأوروبية لا يزال أدنى من هذه النسبة، حيث تتراوح في دول جنوب أوروبا بين 0% حجماً إلى 1% حجماً، وفي معظم الدول الأوروبية الأخرى تتراوح ضمن المجال من 1% إلى 4% حجماً، باستثناء ثلاث دول تصل فيها نسبة الإضافة إلى 10% حجماً هي فينلاندا وفرنسا وألمانيا. يبين الجدول (7-2) فوائد ومسائى إضافة الأوكسجين والإيثانول إلى الغازولين.

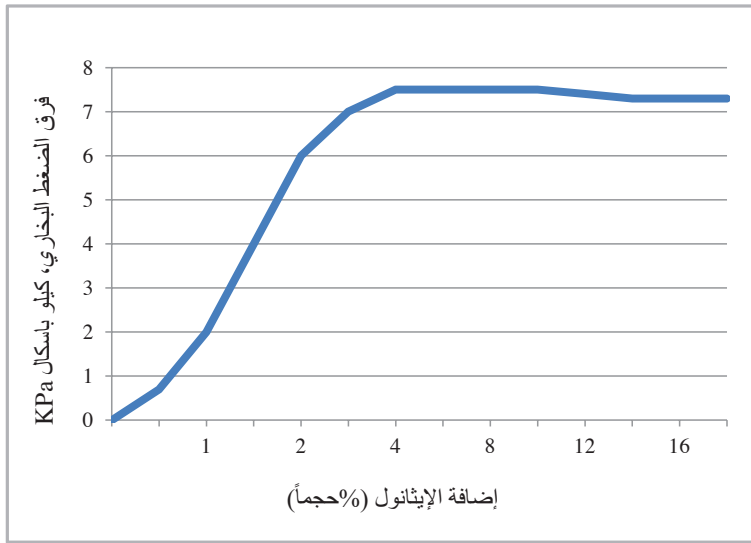
الجدول (7-2): فوائد ومسائى إضافة الأوكسجين والإيثانول إلى الغازولين

المسائى	الفوائد
تجاوز حد نسبة الأوكسجين يمكن أن يؤدي إلى ارتفاع نسبة أكاسيد النيتروجين في انبعاثات عادم المركبة، وخصوصاً في حال استخدام الإيثانول. كما يساهم في زيادة نسبة تآخير المركبات العضوية الطيارة VOCs	يشير اختبار انبعاثات المحرك التي لا تحتوي على أنظمة تحكم معقدة أن إضافة الأوكسجينات تؤدي إلى خفض انبعاثات أول أكسيد الكربون CO والهيدروكربونات HC
يساهم في خفض كفاءة الوقود مقارنة بالوقود الأحفوري	يوجد احتمال خفض معدل انبعاثات غازات الدفيئة باستبدال الميثيل ثلاثي بيوتيل إيثير MTBE بالإيثيل ثلاثي بيوتيل إيثير ETBE
ينتج عن استخدام الأوكسجينات ارتفاع نسبة انبعاثات الأسيت ألدهيد والفورم ألدهيد وخصوصاً عند استعمال الإيثانول والإيثيل ثلاثي بيوتيل إيثير	إضافة الإيثيل ثلاثي بيوتيل إيثير ETBE تؤدي إلى خفض الضغط البخاري للغازولين وبالتالي خفض انبعاثات المركبات العضوية الطيارة VOCs
مزج الغازولين يحتوي على نسبة 10% حجماً إيثانول E10 مع آخر يحتوي على 5% حجماً، E5 يؤدي إلى تجاوز الحد المسموح للضغط البخاري، لذلك يجب بيع الغازولين E10 في محطات التعبئة بشكل منفصل عن الأنواع الأخرى	المركبات الحديثة يمكنها التعامل مع غازولين يحتوي على نسب أعلى من الإيثانول مقارنة بالمركبات القديمة، وبالتالي يمكن خفض انبعاثات أكاسيد النيتروجين NOx
قد يؤدي مزج الإيثانول مع الغازولين إلى عدم تجانس في المزيج ينتج عنه تآكل معادن المحرك	يساهم استخدام الميثانول في تعزيز أمن موارد الطاقة من خلال تنويع المصادر
يؤدي إلى حدوث مشكلات في حساسات الأوكسجين، في محركات المركبات القديمة	يساهم في خفض انبعاثات غازات الدفيئة عبر دورة حياة الوقود، وخفض الاعتماد على الوقود الأحفوري

المصدر: Hart Energy, 2014

بما أن لإضافة الإيثانول والأوكسجينات الأخرى تأثير على درجة تطاير الغازولين، والتي ترتبط بشكل مباشر بأداء محرك المركبة والانبعثات التي تنطلق من العادم فقد قرر الإتحاد الأوروبي عام 2000 إدخال قيم محددة للضغط البخاري، في المواصفات القياسية لجودة الغازولين 98/70/EC، تلزم مصافي النفط، وخصوصاً المصافي التي تضيف الإيثانول أو الأوكسجينات الأخرى إلى الغازولين. يبين الشكل (2-2) تأثير نسبة إضافة الإيثانول على الضغط البخاري للغازولين.

الشكل (2-2): تأثير نسبة إضافة الإيثانول على الضغط البخاري للغازولين



المصدر: Martini, G.et al., 2007

يبين الجدول (8-2) مواصفات أنواع الغازولين المباعة في أوروبا

الغربية.

الجدول (2-8): مواصفات أنواع الغازولين المباعة في أوروبا الغربية

النوع	Grade	وحدة القياس	خالي من الرصاص	خالي من الرصاص E10
تاريخ النفاذ	Date		أيار/مايو 2009	نيسان/أبريل 2013
الرقم الأوكتاني (بحث)	RON	حد أدنى	95	95
الرقم الأوكتاني (محرک)	MON	حد أدنى	85	85
الكبريت الكلي	Total Sulphur	ج.ف.م (وزناً)، حد أقصى	10	10
محتوى الرصاص	Lead Content	غ /لتر، حد أقصى	0.005	0.005
منغنيز	Manganese	غ /لتر، حد أقصى	2	2
البنزين	Benzene	% حجماً، حد أقصى	1	1
العطريات	Aromatics	% حجماً، حد أقصى	35	35
أوليفينات	Olefins	% حجماً، حد أقصى	18	18
الضغط البخاري عند 37.8 °C	Vapour Pressure @ 37.8 °C	كيلو باسكال، حد أقصى	60-45	60-45
مؤشر الأبخرة/السائل	VLI	حد أقصى	1064	1050
الكثافة	Density		720-775	720-775
التقطير	Distillation			
حجم المتبخر عند الدرجة 70°م	E70	% حجماً، حد أقصى/حد أدنى	20-48 (Class A)	22-50 (Class A)
حجم المتبخر عند الدرجة 100°م	E100	% حجماً، حد أدنى/حد أقصى	46-71	46-72
حجم المتبخر عند الدرجة 150°م	E150	% حجماً، حد أدنى	75	75
درجة نهاية الغليان	FBP	م، حد أقصى	210	210
المتبقي	Residue	% حجماً، حد أقصى	2	2
الأوكسجين	Oxygen	% وزناً، حد أقصى	2.7	3.7
الأوكسجينات	Oxygenates			
الميثانول	Methanol	% حجماً، حد أقصى	3	3
الإيثانول	Ethanol	% حجماً، حد أقصى	10	12
كحول إيزوبروبيل	Iso-propyl Alcohol	% حجماً، حد أقصى	12	12
كحول إيزوبوتيل	Iso-butyl Alcohol	% حجماً، حد أقصى	15	15
كحول ثلاثي بيوتيل	Tert-butyl Alcohol	% حجماً، حد أقصى	15	15
إيثيرات (5 ذرات كربون أو أكثر)	Ethers (5C Atoms or more)	% حجماً، حد أقصى	22	22
أخرى	Others	% حجماً، حد أقصى	15	15
محتوى الفوسفور	Phosphorus	غ /لتر، حد أقصى	0	0
زمن الحث (فترة مقاومة الأكسدة)	Induction Period	دقيقة، حد أدنى	360	360
الصمغ الموجود	Existent Gum	ملغ/100ملتر، حد أقصى	5	5
تآكل شريط النحاس (3 ساعات عند 50 °C)	Copper Strip Corrosion (3hrs @ 50 °C)	(صف)، حد أقصى	No.1	No.1
المظهر	Appearance		صافي وشفاف	صافي وشفاف
محتوى الأصباغ	Dye Content	ملغ/100ملتر، حد أقصى	مسموح	مسموح
الإضافات	Additives	(2)	مسموح	مسموح

(1) متغير حسب فصول السنة

(2) الحد الأقصى المسموح للإضافات المعدنية مثل MMT-Methylcyclopentadienyl هو 6 ملغ/لتر

المصدر: Hart Energy, 2014

2-2-2: تطور المواصفات القياسية لجودة الديزل في أوروبا الغربية

تناولت المعايير الأوروبية تنظيم العديد من المواصفات الخاصة بوقود الديزل أهمها نسبة الكبريت، والكثافة، ونسبة العطريات المتعددة الحلقات، والرقم السيتاني، ومعدل إضافة الديزل الحيوي FAME. (Simon, B., 2000)

■ محتوى الكبريت

في آذار/ مارس عام 1987 اعتمد مجلس وزراء البيئة في الاتحاد الأوروبي قرار خفض الحد الأقصى لمحتوى الكبريت في كافة أنواع زيت الغاز، باستثناء الأنواع المستخدمة في قطاع النقل البحري، أو الاستخدامات الأخرى، إلى 0.3% وزناً، مع منح بعض الدول الأعضاء صلاحية خفض النسبة إلى 0.2% في المناطق الشديدة التلوث. وفي عام 1992 اعتمد المجلس قراراً بخفض نسبة الكبريت في الديزل على النحو التالي:

✓ خفض نسبة الكبريت في كافة أنواع زيت الغاز والمقطرات الوسطى، والديزل إلى 0.2% وزناً بحلول تشرين الأول/ أكتوبر 1994.

✓ خفض نسبة الكبريت في وقود الديزل إلى 0.05% وزناً، بحلول تشرين الأول/ أكتوبر 1996.

في عام 2000 خفضت نسبة الكبريت في الغازولين ووقود الديزل إلى 350 ج.ف.م، وذلك من خلال تعديل الإرشادات 98/70/EC لمواكبة متطلبات معيار انبعاثات المركبات "يورو-3".

بعد صدور المعيار "يورو-4" في عام 2005 تم خفض نسبة الكبريت في الغازولين والديزل إلى 50 ج.ف.م.

في عام 2009 صدر المعيار "يورو-5"، فتم تعديل الإرشادات 98/70/EC لتخفيض نسبة الكبريت في الغازولين والديزل إلى 10 ج.ف.م.

■ الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات

في عام 2000 حدد المعيار الأوروبي 98/70/EC الحد الأقصى لنسبة الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات PAH في الديزل بمقدار 11% وزناً، وبناء على دراسة أجرتها CONCAWE تبين أن نسبة الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات في انبعاثات عوادم السيارات ترتفع بارتفاع عمر المركبة، وتتناسب الزيادة طردياً مع نسبة وجودها في الديزل. وأوصت الدراسة خفض الحد الأقصى لنسبة الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات في الديزل إلى 8% وزناً. وفي عام 2009 صدرت موافقة الإتحاد الأوروبي على هذه القيمة.

■ الديزل الحيوي

في إطار الجهود الرامية لتطبيق خطة رفع نسبة الطاقة المتجددة في وقود النقل أصدر الإتحاد الأوروبي تعديلاً للمعيار 98/70/EC، والمواصفات القياسية للديزل EN 590 يتضمن تحديد النسبة القصوى لإضافة الديزل الحيوي، على شكل ميثيل إيثيرات الحمض الدسم FAME، بمقدار 7% حجماً، ابتداءً من عام 2009.

■ خصائص الجريان البارد

أثار موضوع إضافة الوقود الحيوي إلى الديزل مشكلة انسداد فلتر الوقود في المركبات، وخاصة في المناطق الشديدة البرودة. وتختلف شدة المشكلة تبعاً لنوع المادة الخام التي يصنع منها الميثيل إيثيرات الحمض الدسم FAME، مما دفع الإتحاد الأوروبي إلى تحديد قيم متغيرة لبعض خصائص جريان الديزل حسب طبيعة المنطقة وتغير حالة الطقس على مدار أشهر السنة. من أهم خصائص جريان الديزل درجة انسداد الفلتر البارد Cold Filter Plugging Point-CFPP، ودرجة التثقيب Cloud Point، والكثافة Density، واللزوجة Viscosity، والرقم السيتاني Cetane Number، ومؤشر السيتان Cetane Index.

يبين الجدول (9-2) مواصفات وقود الديزل في أوروبا الغربية.

الجدول (9-2): مواصفات وقود الديزل في أوروبا الغربية

EN 590 July 2013	الوحدة	المواصفات	
طقس معتدل 51	حد أدنى	Cetane Number	الرقم السيتاني
طقس بارد (47-49)			
طقس معتدل 46	حد أدنى	Cetane Index	مؤشر السيتان
طقس بارد (43-46)			
10	ج.ف.م حد أقصى	Sulphur Content	محتوى الكبريت
8	% وزناً حد أقصى	Polyaromatics	العطريات متعددة الحلقات
845	كغ/م ³ حد أقصى	Density @ 15 °C	الكثافة عند 15 °م
2.0-4.5	سنتي ستوك حد أدنى-حد أقصى	Viscosity @ 40 °C	اللزوجة عند 40 °م
		Distillation	التقطير
360	°م حد أقصى	90% Vol. Recovered @	90% حجماً يقطر عند
10	% حجماً حد أقصى	E180	المتبخر عند 180 °م
65	% حجماً حد أقصى	E250	المتبخر عند 250 °م
(1) 95	% حجماً حد أدنى	E340	المتبخر عند 340 °م
85	% حجماً حد أدنى	E350	المتبخر عند 350 °م
55 أعلى من	°م حد أدنى	Flash Point	نقطة الوميض
0.3	% وزناً حد أقصى	Carbon Residue 10%	متبقي الكربون 10%
5+ للطقس المعتدل حتى 44 للطقس شديد البرودة	°م حد أقصى	CFPP	نقطة انسداد الفلتر البارد
10 - حتى 34	°م حد أقصى	Cloud Point	درجة التجميد
200	ج.ف.م حد أقصى	Water	الماء
0.01	% وزناً حد أقصى	Ash	الرماد
24	ج.ف.م حد أقصى	Total Contamination	إجمالي الشوائب
460	مكرون، حد أقصى	Lubricity, HFRR, wear scar diam @ 60 °C	الخاصة التزييتية عند 60 °م
No.1	الصنف، حد أقصى	Copper Strip Corrosion (3hrs @ 50°C)	تآكل شريط النحاس (3 ساعات عند 50 °م)
25	ملغ/100 مللتر حد أقصى	Oxidation Stability	الثبات ضد الأكسدة
مسموح	غ/100 لتر	Dye Content	محتوى الأصباغ
مسموح		Use of Additive	استعمال الإضافات
7	% حجماً، حد أقصى	FAME Content	محتوى ميثيل إيثر الحموض الدسمة

(1) تطبيق للمناطق شديدة البرودة فقط

المصدر: Hart Energy, 2014

2-3: تطور المواصفات القياسية لجودة الوقود في اليابان

بدأ الإهتمام بإعداد المواصفات القياسية لجودة الوقود في اليابان منذ سبعينات القرن الماضي، نتيجة التلوث الشديد في الهواء الجوي الذي حصل بسبب تنامي عدد المركبات، وخصوصاً في المدن المزدحمة.

تم تطوير المواصفات القياسية اليابانية لجودة الوقود خلال الفترة 1997-2012 من خلال سلسلة من الأبحاث التي تهدف إلى ضبط المواصفات بما يتوافق مع المتطلبات الوطنية، مع الأخذ بعين الاعتبار دراسة انعكاسات المواصفات الجديدة على انبعاثات المركبات، وتقييم أثرها على صحة الإنسان والبيئة. وقد تولى إصدار هذه المواصفات القياسية وتطويرها كل من الهيئات التالية:

- ✓ الهيئة اليابانية للمعايير الصناعية JIS التي تعمل بإشراف وزارة الإقتصاد والتجارة والصناعة اليابانية METI.
- ✓ برنامج الهواء النظيف الياباني الأول والثاني JCAP-I و JCAP-II.
- ✓ برنامج المركبات/النفط الياباني JATOP بإشراف المركز الياباني للطاقة البترولية JPEC.

2-3-1: المواصفات القياسية للغازولين

كانت الخطوة الأولى لضبط مواصفات الغازولين في حظر استخدام الرصاص في الغازولين العادي بحلول عام 1975، ثم في الغازولين الممتاز في أيلول/سبتمبر 1986، حيث أن اليابان كانت تنتج نوعين من الغازولين، الأول برقم أوكتان 96 بطريقة البحث، والثاني برقم أوكتان 89 بطريقة البحث كحد أدنى. ولم يتم إدراج قيمة لنسبة الرصاص في المواصفات القياسية للغازولين، واكتفت بقرار الحظر وعدم التسامح بوجود أي نسبة مهما بلغت في كافة أنواع الغازولين. (PAJ, 2013)

قبل عام 2000 كانت نسبة الكبريت في الغازولين 100 ج.ف.م. وزناً، ثم خفضت إلى 50 ج.ف.م. اعتباراً من عام 2005، ثم خفضت في عام 2009 إلى 10 ج.ف.م.

في عام 2012 صدر تعديل للمواصفات القياسية لجودة الغازولين JIS-2202 يتضمن إضافة الإيثانول بنسبة تصل إلى 10% للنوع الممتاز (أوكتان 96 بطريقة البحث)، ونسبة 3% حجماً كحد أقصى للغازولين العادي (أوكتان 89 بطريقة البحث)، أو ما يعادل 7% كحد أقصى من الإيثير، على شكل ميثيل ثلاثي بيوتيل إيثير MTBE، بعد ذلك تم اعتماد الإيثيل ثلاثي بيوتيل إيثير ETBE. (PAJ, 2013)

حظيت مواصفة مقاومة الأكسدة اهتماماً بالغاً من قبل صناعة المركبات اليابانية، فتم إدراج قيمة منخفضة في المواصفات القياسية لجودة الغازولين بحيث لا يزيد الحد الأدنى عن 240 دقيقة، مقارنة بقيمة 360 دقيقة في المواصفات القياسية الأوروبية.

أما بخصوص نسبة العطريات والأوليفينات فلم يحدد لها قيم في المواصفات القياسية اليابانية باعتبار أنها دائماً أدنى من النسب المحددة في المواصفات القياسية الأوروبية، واكتفت بإدراج قيمة منخفضة لنسبة البنزين العطري 1% حجماً كحد أقصى. يبين الجدول (2-10) المواصفات القياسية للغازولين في اليابان.

الجدول (2-10): مواصفات الغازولين في اليابان

النوع		الوحدة	المواصفات
عادي/ممتاز (E)	عادي/ممتاز		
89/96		حد أدنى	الرقم الأوكتاني بطريقة البحث RON
10		ج.ف.م (وزناً)، حد أقصى	Total Sulphur الكبريت الكلي
1		% حجماً، حد أقصى	Benzene البنزين
-	0.013	غ/Pb/لتر، حد أقصى	Lead Content محتوى الرصاص
-	0.62	% حجماً، حد أقصى	Benzene البنزين
صيفاً 44-65	صيفاً 44-65	كيلو باسكال، حد أقصى	الضغط البخاري عند 37.8 °م Vapour Pressure @ 37.8 °C
شتاء 55-93 ⁽¹⁾	شتاء 44-65		
783		كغ/م ³ ، حد أقصى	Density @ 15 °C الكثافة عند 15 °م
			التقطير Distillation
70		°م، حد أقصى	10% Vol. Recovered @ 10% حجماً يقطر عند
صيفاً 105-70	75-110	°م، حد أدنى/ حد أقصى	50% Vol. Recovered @ 50% حجماً يقطر عند
شتاء 105-65			
180		°م، حد أقصى	90% Vol. Recovered @ 90% حجماً يقطر عند
220		°م، حد أقصى	F.B.P درجة نهاية الغليان
2.0		% حجماً، حد أقصى	Residue المتبقي
1.3-3.7	أقصى حد 1.3	% ووزناً، حد أدنى/ حد أقصى	Oxygen الأوكسجين
			الأوكسجينات Oxygenates
10	3	% حجماً، حد أقصى	Ethanol إيثانول
7 ⁽²⁾		% حجماً، حد أقصى	Ethers (5C Atoms or more) إيثيرات (5 ذرات كربون أو أكثر)
240		دقيقة، حد أدنى	Induction Period زمن الحث (فترة مقاومة الأوكسدة)
5		ملغ/100ملتر، حد أقصى	Solvent Washed Gum الصمغ الموجود المغسول
20		ملغ/100ملتر، حد أقصى	Solvent Unwashed Gum الصمغ الموجود غير المغسول بالمذيب
No.1		(صف)، حد أقصى	تآكل شريط النحاس (3 ساعات عند 50 °م) Copper Strip Corrosion (3hrs @ 50 °C)
برتقالي			Color اللون

(E) الغازولين الحاوي على إيثانول أعلى من 3% حجماً
(1) إذا كانت درجة حرارة الطقس أدنى من -10 تحدد القيمة الدنيا للضغط البخاري ب 60 كيلو باسكال MTBE (2)

المصدر: JSA, 2015

2-3-2: المواصفات القياسية للديزل في اليابان

في ثمانينيات القرن الماضي، تم إصدار معايير لانبعاثات محركات المركبات الثقيلة التي تعمل على وقود الديزل. ولتلبية متطلبات هذه المعايير

طلب من مصنعي المركبات تركيب أجهزة معالجة لانبعاثات محركات الديزل تعتمد على تدوير غازات العادم - Exhaust Gas Reserculation- EGR والعوامل الحفازة للأكسدة Oxidation Catalyst، كما طلب من مصنعي الوقود التعاون مع مصنعي محركات المركبات من خلال خفض نسبة الكبريت في الديزل من 5000 ج.ف.م إلى 2000 ج.ف.م بحلول عام 1992، ثم إلى 500 ج.ف.م بحلول تشرين الأول/ أكتوبر 1997.

في الفترة ما بين 2005-2007 أجريت مراجعة لمعايير انبعاثات محركات مركبات وقود الديزل، والتي تضمنت خفض مستويات الانبعاثات إلى مستويات لا يمكن تحقيقها إلا بتركيب أجهزة معالجة انبعاثات العادم، مثل مرشحات الجسيمات الدقيقة Diesel Particulate Filter-DPF بالتوازي مع خفض محتوى الكبريت في الديزل إلى 50 ج.ف.م أو أدنى في نهاية عام 2004. (PAJ, 2013).

ركز مجلس البيئة المركزي CEC التابع لوزارة البيئة اليابانية اهتمامه في البداية على تعديل ثلاث مواصفات رئيسية في وقود الديزل، وهي الرقم السيتاني، ونسبة الكبريت، ودرجة تقطير T90. ثم في آذار/مارس 2007 أضيفت ست مواصفات أخرى على الديزل الخاص B₅، الحاوي على نسبة عالية من الميثيل إيثير الحموض الدسمة FAME، وهي مقاومة الأكسدة، والرقم الحمضي، ومحتوى الثلاثي غليسريدات، ومحتوى الميثانول، ودرجة الحموضة، ومحتوى ميثيل إيثير الحموض الدسمة FAME، كما تم خفض نسبة الكبريت في وقود الديزل، بشكل مماثل لمواصفات الغازولين، إلى 10 ج.ف.م، على الرغم من أنه كان متوفراً في الأسواق منذ عام 2005. (PAJ, 2013).

ونظراً لتباين درجات حرارة الطقس في مناطق اليابان فقد تم إصدار خمسة أنواع من وقود الديزل، تختلف فيما بينها بمواصفات درجة الانسكاب، ودرجة انسداد الفلتر البارد. وقد انعكس ذلك على مواصفات الرقم السيتاني ومؤشر السيتان، والكثافة واللزوجة، حيث تختلف قيمة الرقم السيتاني من 45-50 حسب نوع وقود الديزل المستخدم. وهذه الأنواع تسمى الديزل العادي، حيث تحتوي على ميثيل إيثير الحموض الدسمة FAME بنسبة تصل إلى 0.1% كحد أقصى، أما الديزل الخاص B5 فيحتوي على نسبة تتراوح من 0.1% إلى 5% كحد أقصى.

يبين الجدول (11-2) مواصفات أنواع الديزل العادي في اليابان، كما يبين الجدول (12-2) مواصفات وقود الديزل الخاص B₅ في اليابان.

الجدول (11-2): مواصفات أنواع الديزل العادي في اليابان

النوع	الوحدة	المواصفات
صنف خاص 1/صنف 1/صنف 2 صنف 3/صنف خاص 3		
(1) 45/45/45/50/50	حد أدنى	Cetane Number الرقم السيتاني
(1) 45/45/45/50/50	حد أدنى	Cetane Index مؤشر السيتان
10	ج.ف.م، حد أقصى	Sulphur Content محتوى الكبريت
860	كغ/م ³ ، حد أقصى	Density @ 15 °C الكثافة عند 15 °م
(2) 1.7/2.2.5/2.7/2.7	سنتي ستوك حد أدنى- حد أقصى	Viscosity @ 40 °C اللزوجة عند 40 °م
		Distillation التقطير
(2) 330/330/350/360/360	°م، حد أقصى	90% Vol Recovered @ 90% حجماً يقطر عند
45/45/50/50/50	°م، حد أدنى	Flash Point نقطة الوميض
0.1	% وزناً، حد أقصى	Carbon Residue 10% متبقي الكربون 10%
-19/-12/-5/-1/-	°م، حد أقصى	CFPP نقطة انسداد الفلتر البارد
-30/-20/-7.5/-2.5/5	°م، حد أقصى	Pour Point درجة الإنصباب

(1) يمكن استعمال الرقم السيتاني أو مؤشر السيتان
(2) T90 يجب أن تكون 350 °م كحد أقصى إذا كانت اللزوجة 4.7 سنتي ستوك كحد أقصى

المصدر: JSA, 2015

الجدول (2-12): مواصفات وقود الديزل الخاص B₅ في اليابان

المواصفات	الوحدة	
مؤشر السيتان	Cetane Index	حد أدنى 45
محتوى الكبريت	Sulphur Content	ج.ف.م، حد أقصى 10
التقطير	Distillation	
90% حجماً يقطر عند	90% Vol. Recovered @	°م حد أقصى 360
الرقم الحمضي الكلي	Total Acid Number	ملغ KOH/غ، حد أقصى (1)
الحموضة، عضوي	Acidity, Organic	% وزناً حد أقصى (2) 0.003
الكحول	Alcohol	
ميثانول	Methanol	%حجماً، حد أقصى 0.01
ثلاثي غليسريدات	Triglycerides	% وزناً، حد أقصى 0.01
ميثيل إيثير الحمض الدسم	FAME Content	% وزناً، حد أقصى 5

(1) 0.12 ملغ KOH حيث أن قيمة الحمض تنمو عند 16 ساعة ودرجة حرارة 115 °م
(2) إجمالي حمض النمل، وحمض الخل، وحمض البيروبيونيك.

المصدر: JSA, 2015

4-2: تطور المواصفات القياسية لجودة الوقود في روسيا

بدأت عملية تحسين مواصفات وقود النقل في روسيا مع بداية ثمانينيات القرن الماضي بحظر استخدام الرصاص في الغازولين في بعض المدن الرئيسية، إلى أن توقف إنتاج واستهلاك الغازولين الحاوي على الرصاص في كافة المدن الروسية في عام 2003.

في بداية عام 2006 أعلنت وزارة الصناعة والطاقة الروسية عن خطة لاعتماد المواصفات القياسية الأوروبية، "يورو-3-4-5" لكل من الغازولين والديزل على ثلاث مراحل تبدأ في الأول من كانون الثاني/يناير من الأعوام 2009-2010-2013 على التوالي. ثم عدلت المواعيد لمنح الفرصة لمصافي النفط لتعديل عملياتها حتى تتمكن من الالتزام بمتطلبات هذه المواصفات القياسية، وذلك وفق الجدول الزمني التالي:

(Transportpolicy, 2014)

✓ تطبيق المواصفة القياسية "يورو-3" المتضمنة تحديد الحد الأقصى للكبريت في الديزل 350 ج.ف.م، وفي الغازولين 150 ج.ف.م، اعتباراً من كانون الثاني/يناير 2013.

✓ تطبيق المواصفة القياسية "يورو-4" المتضمنة تحديد الحد الأقصى للكبريت في الديزل والغازولين عند 50 ج.ف.م، اعتباراً من كانون الثاني/يناير 2015.

✓ تطبيق المواصفة القياسية "يورو-5" المتضمنة تحديد الحد الأقصى للكبريت في الديزل والغازولين عند 10 ج.ف.م، اعتباراً من كانون الثاني/يناير 2016.

2-5: تطور المواصفات القياسية لجودة الوقود في الصين

بدأت عملية تنظيم جودة الوقود في الصين عام 1999 بإصدار المواصفات القياسية الأولى "China I" التي تتضمن متطلبات إنتاج الغازولين الخالي من الرصاص اعتباراً من مطلع عام 2000.

في تشرين الأول/أكتوبر 2000 صدرت المواصفات القياسية الصينية الأولى للديزل "China I" تتضمن خفض محتوى الكبريت في الديزل إلى 2000 ج.ف.م بحلول عام 2002، ثم صدرت المواصفات القياسية الصينية الثانية للديزل "China II" عام 2003، حيث خفض بموجبها محتوى الكبريت إلى 500 ج.ف.م. وفي عام 2004 صدرت المواصفات القياسية الصينية الثانية للغازولين "China II"، التي تتضمن خفض محتوى الكبريت في الغازولين إلى 500 ج.ف.م اعتباراً من حزيران/يونيو 2005. (ICCT, 2014)

في عام 2006 صدرت المواصفات القياسية الصينية الثالثة للغازولين "China III" حيث خفض محتوى الكبريت إلى 150 ج.ف.م اعتباراً من 31 كانون الأول/ديسمبر 2009، ثم صدرت المواصفات

القياسية الثالثة للديزل "China III" التي تتضمن خفض محتوى الكبريت في الديزل إلى 350 ج.ف.م في 31 كانون الأول/ ديسمبر 2009.

في شباط/ فبراير 2013 أصدر مجلس الدولة الصيني توجيهاً بضرورة خفض نسبة الكبريت في الغازولين والديزل في كافة أرجاء الصين إلى أدنى من 10 ج.ف.م، مع نهاية عام 2017، وخلال بضعة أشهر قامت الهيئات التشريعية في الصين بترجمة هذا التوجيه إلى تشريع من خلال إصدار ثلاث مواصفات قياسية جديدة، هي التالية:

✓ المواصفة القياسية الصينية للديزل "China IV"، صدرت في شباط/ فبراير 2013 تتضمن خفض محتوى الكبريت في الديزل إلى 50 ج.ف.م.

✓ المواصفة القياسية الصينية الخامسة للديزل "China V"، صدرت في حزيران/ يونيو 2013، تتضمن خفض محتوى الكبريت في الديزل إلى 10 ج.ف.م.

✓ المواصفة القياسية الصينية الخامسة للغازولين "China V"، صدرت في كانون الأول/ ديسمبر 2013، تتضمن خفض محتوى الكبريت في الغازولين إلى 10 ج.ف.م.

ساهمت هذه التشريعات في تمهيد الطريق نحو إعداد خطة للوصول بالمواصفات القياسية للوقود في الصين إلى المستويات العالمية. يبين الجدولان (2-13) و (2-14) مراحل إصدار المواصفات القياسية لجودة الغازولين والديزل في الصين.

الجدول (13-2): مراحل إصدار المواصفات القياسية لجودة الغازولين في الصين

المرحلة	رقم المعيار	محتوى الكبريت (ج.ف.م) حد أقصى	تاريخ الإصدار	تاريخ النفاذ
China I	GB 17930-1999	حظر الرصاص	28 ديسمبر 1999	1 يناير 2000
China II	GB 17930-1999 (معدل)	500	2 ديسمبر 2004	1 يوليو 2005
China III	GB 17930-2006	150	6 ديسمبر 2006	31 ديسمبر 2009
China IV	GB 17930-2011	50	12 مايو 2011	31 ديسمبر 2013
China V	GB 17930-2013	10	18 ديسمبر 2013	31 ديسمبر 2017

المصدر: ICCT, 2014

الجدول (14-2): مراحل إصدار المواصفات القياسية لجودة الديزل في الصين

المرحلة	رقم المواصفة القياسية	محتوى الكبريت (ج.ف.م) حد أقصى	تاريخ الإصدار	تاريخ النفاذ
China I	GB 252-2000	2000	27 ديسمبر 2000	2 يناير 2002
China II	GB/T 1947-2003	500 (تطوعي)	23 مايو 2003	1 أغسطس 2003
China III	GB 1947-2009	350	12 يونيو 2009	1 يناير 2010 - 1 يوليو 2011
China IV	GB 1947-2013	50	7 فبراير 2013	31 ديسمبر 2014
China V	GB 1947-2013	10	8 يونيو 2013	31 ديسمبر 2017

المصدر: ICCT, 2014

أما المواصفات الأخرى الخاصة بالغازولين فقد تم تعديلها ضمن برنامج تطوير المواصفات القياسية الصينية في عام 2006 على النحو التالي:

- ✓ تحديد الحد الأقصى لمحتوى العطريات عند القيمة 40% حجماً في المواصفة "China III"، وإبقائها على مستواها في "China IV"، و"China V"
- ✓ تخفيض الأوليفينات من 30% حجماً في المواصفة "China III" إلى 28% حجماً في "China IV"، ثم إلى 24% حجماً في "China V"
- ✓ تخفيض الحد الأقصى لمحتوى المنغنيز من 16 ملغ/لتر في المواصفة القياسية "China III" إلى 8 ملغ/لتر في "China VI" ثم إلى 2 ملغ/لتر في المواصفة "China V"
- ✓ تثبيت الحد الأقصى للأوكسجين عند القيمة 2.7% وزناً.

✓ تخفيض الرقم الأوكتاني بطريقة البحث لنوعي الغازولين من 97-90 إلى 95-89.

يبين الجدول (2-15) المواصفات القياسية لجودة الغازولين في الصين، كما يبين الجدول (2-16) المواصفات القياسية لجودة الديزل في الصين.

الجدول (2-15): تطور المواصفات القياسية لجودة الغازولين في الصين

China V	الوحدة	المواصفات
89/95	حد أدنى	ON الرقم الأوكتاني (بحث)
10	ج.ف.م (وزناً)	Total Sulphur الكبريت الكلي
40	% حجماً، حد أقصى	Aromatics العطريات
24	% حجماً، حد أقصى	Olefins الأوليفينات
1	% حجماً، حد أقصى	Benzene البنزين
0.013	غ/Pb/لتر، حد أقصى	Lead Content محتوى الرصاص
0.62	% حجماً، حد أقصى	Benzene البنزين
5	ملغ/100مللتر، حد أقصى	Gums Content محتوى الصمغ
720 - 775	كغ/م ³ ، حد أقصى	Density الكثافة عند 20 °م
صيفا 40-65 (1) شتاء 45-65 (2)	كيلو باسكال، حد أقصى	Vapour Pressure @ 37.8 °C الضغط البخاري عند 37.8 °م
2	ملغ/لتر، حد أقصى	Manganese منغنيز
2.7	،% حد أقصى	Oxygen الأوكسجين

(1) تشرين الأول/ أكتوبر - نيسان/ أبريل

(2) أيار/ مايو - تشرين الثاني/ نوفمبر

المصدر: ICCT, 2014

الجدول (2-16): المواصفات القياسية لجودة الديزل في الصين

القيمة	الوحدة	المواصفات
11	% حجماً، حد أقصى	Polyaromatics الهيدروكربونات متعددة الحلقات
10	ج.ف.م، حد أقصى	Sulphur Content محتوى الكبريت
40	حد أدنى	Cetane Number الرقم السيتاني
810 - 850	كغ/م ³	Density الكثافة عند 20 °م
55	°م، حد أدنى	Flash Point نقطة الوميض
0.01	% وزناً، حد أقصى	Ash الرماد
3-8	مم ² /ثانية، حد أدنى - حد أقصى	Viscosity @ 40 °C اللزوجة عند 40 °م

المصدر: ICCT, 2014

2-6: تطور المواصفات القياسية لجودة الوقود في أفريقيا

تعاني معظم الدول الأفريقية من صعوبات عديدة تحول دون مواكبة المواصفات القياسية العالمية لجودة وقود النقل، وذلك لعدة أسباب يأتي في مقدمتها نقص التمويل اللازم لتمكين مصافي النفط المحلية من إنتاج مشتقات بمواصفات عالية الجودة.

يختلف مستوى جودة المواصفات القياسية لوقود النقل في الدول الأفريقية، فمنها ما يتبع المواصفة الأوروبية "يورو-II"، ومنها ما يتبع المواصفة "يورو-III"، وعلى الرغم من وجود بعض المصافي المتطورة التي يمكنها إنتاج وقود بمواصفات متوافقة مع أحدث المعايير الأوروبية "يورو-V" إلا أن بعض الدول مازالت تستخدم مركبات الرصاص لرفع الرقم الأوكتاني للغازولين، فضلاً عن ارتفاع محتوى الكبريت في وقود الديزل ليصل إلى 7000 ج.ف.م.

في آذار/ مارس 2006 أصدرت رابطة المكررين الأفارقة "ARA"¹ معايير أفريقية لمواصفات المنتجات النفطية مماثلة للمعايير الأوروبية، مع تحديد إطار زمني للتنفيذ.

على الرغم من أهمية مبادرة رابطة المكررين الأفارقة، إلا أنها لم تحصل على الدعم الكافي للتطبيق، نظراً لحاجة معظم المصافي إلى استثمارات باهظة لتطويرها حتى تتمكن من الالتزام بمتطلبات المواصفات القياسية المقترحة. يبين الجدول (2-17) المواصفات القياسية الأفريقية للغازولين والديزل. (Koffi, A., 2010)

¹ African Refiners Association

الجدول (17-2): المواصفات القياسية الأفريقية للغازولين والديزل

AFRI-4	AFRI-3	AFRI-2	AFRI-1	
الغازولين				
91	91	91	91	الرقم الأوكتاني، حد أدنى RON
81	81	81	81	الرقم الأوكتاني، حد أدنى MON
خالي	خالي	خالي	خالي	محتوى الرصاص
0.015	0.03	0.05	0.1	محتوى الكبريت، % وزناً (حد أقصى)
1	5	-	-	محتوى البنزين، % حجماً (حد أقصى)
الديزل				
0.005	0.05	0.35	0.8	محتوى الكبريت، % وزناً (حد أقصى)
880/820	890/800	890/800	890/800	الكثافة عند 15 م° كغ/الليتر (حد أدنى/ حد أقصى)
45	45	45	42	الرقم السيتاني، حد أدنى
460	460	-	-	الخاصة التزبينية ميكرون، حد أقصى

المصدر: Koffi, A., 2010

7-2: ميثاق الوقود العالمي للوقود

يتكون ميثاق الوقود العالمي للوقود World-Wide Fuel Charter من مجموعة من التوصيات الخاصة بمواصفات الغازولين والديزل. شارك في إعداد الميثاق كل من الهيئات التالية:

✓ رابطة مصنعي السيارات الأمريكية AMMA

✓ رابطة مصنعي السيارات الأوروبية ACEA

✓ رابطة مصنعي المحركات EMA

✓ رابطة مصنعي السيارات اليابانية JAMA

يهدف ميثاق الوقود العالمي إلى تعزيز الوعي بمتطلبات جودة وقود المركبات، والعمل على مقارنة وتوحيد المواصفات القياسية لجودة الوقود في مناطق العالم، مع الأخذ بعين الاعتبار متطلبات المستهلك، وأداء المركبة، وتقنيات خفض انبعاثات المحرك. تساهم هذه التوصيات في مساعدة مصنعي المركبات والمحركات على تقديم نصائح مفيدة لصانعي القرار الراغبين بإعداد مواصفات قياسية للوقود، وتشريعات خفض انبعاثات المركبات، سواء من البداية، أو تعديل وتطوير التشريعات الحالية. وذلك لتحقيق الأهداف والغايات التالية: (WWFC, 2013)

✓ خفض الآثار السلبية للمركبات على البيئة، من خلال خفض انبعاثاتها.
✓ المساعدة في تقديم أفضل أنواع الوقود بما يساهم في التخفيف من تعقيد تصميم المركبات، وخفض تكاليف الشراء والتشغيل التي يتحملها المستهلك.
✓ زيادة رضا المستهلك من خلال تحسين أداء المركبة.
انطلقت فكرة ميثاق الوقود العالمي عام 1998 بإصدار الفئة الأولى من المواصفات القياسية لكل من الغازولين الخالي من الرصاص ووقود الديزل، ثم صدرت مراجعة لهذه الفئة سميت الفئة الثانية في عام 2000، ثم الفئة الثالثة في عام 2002، والرابعة في عام 2006، ثم صدرت الفئة الخامسة للمواصفات القياسية في أيلول/سبتمبر عام 2013. (Jama, 2014)
تهدف المراجعة إلى تعديل بعض المواصفات بما يتوافق مع تطور متطلبات المواصفات القياسية لجودة الوقود في العالم، وتقنيات التحكم بالانبعاثات المركبات، وذلك على النحو التالي: (WWFC, 2013)

- **الفئة الأولى:** وهي فئة مواصفات الوقود في المناطق التي لا يوجد فيها تشريعات للتحكم بالانبعاثات، أو أنها في مراحلها الأولى، مثل المعيار الأمريكي Tier 0، أو المعيار الأوروبي يورو-1، أو ما يعادلها.
- **الفئة الثانية:** وهي فئة المواصفات المتوافقة مع معايير الانبعاثات الأوروبية "يورو-2"، و"يورو-3"، والمعيار الأمريكي Tier 1.
- **الفئة الثالثة:** وهي فئة المواصفات ذات المتطلبات المقابلة للمعيار الأوروبي "يورو-4"، أو المعيار الأمريكي LEV، أو معيار كاليفورنيا ULEV، والمعيار الياباني JP 2005.
- **الفئة الرابعة:** وهي الفئة التي تمكن من استخدام أجهزة معالجة أكاسيد النيتروجين والجسيمات الدقيقة، وتشمل متطلبات متقدمة لمعايير التحكم بالانبعاثات مثل المعايير الأمريكية (Tier 2) و (Tier 3) و (Tier 4)،

ومعيار كاليفورنيا للمركبات الخفيفة LEV-II، ومعايير الانبعاثات الأوروبية "يورو-4"، و"يورو-5"، و"يورو-6"، والمعيار الياباني JP 2009. **الفئة الخامسة:** تشمل المعايير ذات المتطلبات المتقدمة جداً للتحكم بالانبعاثات، وكفاءة الوقود، مثل معيار US-2017 الخاص بكفاءة وقود المركبات الخفيفة والثقيلة، ومعايير كاليفورنيا LEV-III. **يبين الجدول (18-2) تطور مواصفات الغازولين حسب فئات ميثاق الوقود العالمي، كما يبين الجدول (19-2) تطور مواصفات الديزل حسب فئات ميثاق الوقود العالمي.**

الجدول (18-2): تطور مواصفات الغازولين حسب فئات ميثاق الوقود العالمي

المواصفات/الفئة	وحدة القياس	حد أقصى/ حد أدنى	الفئة الأولى	الفئة الثانية	الفئة الثالثة	الفئة الرابعة	الفئة الخامسة
الرقم الأوكتاني 91 (بحث)	البحث	حد أدنى	91	91	91	91	*
الرقم الأوكتاني 95 (بحث)	البحث	حد أدنى	95	95	95	95	*
الرقم الأوكتاني 98 (بحث)	البحث	حد أدنى	98	98	98	98	
مقاومة الأكسدة Oxidation Stability	دقيقة	حد أدنى	360	480	480	480	480
محتوى الكبريت Sulphur Content	ملغ/كغ	حد أقصى	1000	150	30	10	10
محتوى المعادن Fe، Mn، Pb، وأخرى	ملغ/كغ	حد أقصى	غ.م	غ.م	غ.م	غ.م	غ.م
محتوى الفوسفور Phosphorus	ملغ/كغ	حد أقصى	غ.م	غ.م	غ.م	لا يوجد	غ.م
محتوى السيليكون Silicon Content	ملغ/كغ	حد أقصى	غ.م	غ.م	غ.م	غ.م	غ.م
محتوى الأوكسجين Oxygen Content	% وزناً	حد أقصى	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
محتوى الأوليفينات Olefins Content	% حجماً	حد أقصى	غ.م	18	10	10	10
محتوى العطريات Aromatic Content	% حجماً	حد أقصى	50	40	35	35	35
محتوى البنزين Benzene Content	% حجماً	حد أقصى	5	2.5	1	1	1
التطاير Volatility	أنظر الجدولين (1-18-2) و (2-18-2)						
الرواسب Sediments	ملغ/لتر	حد أقصى	غ.م	1	1	1	1
الصمغ غير المغسولة Unwashed Gums	ملغ/100 ملتر	حد أقصى	70	70	30	30	30
الصمغ المغسولة Washed Gums	ملغ/100 ملتر	حد أقصى	5	5	5	5	5
الكثافة Density	مجال		715-780	715-770	715-770	715-770	720-775
المظهر Appearance	صافي وشفاف، وخالي من الماء أو الجسيمات						

غ.م: غير موجود
المصدر: WWFC, 2013

الجدول (2-18-1): أنواع خصائص تطاير الغازولين للنفثة الأولى في ميثاق الوقود العالمي حسب درجة حرارة الطقس

E	D	C	B	A	حد أقصى/ حد أدنى	وحدة القياس	المواصفات/الصنف*
أدنى من -15	-5 إلى -15	-5 إلى +5	5 إلى 15	أعلى من 15		°م	مجال درجة حرارة الطقس
85-105	75-90	65-80	55-70	45-60		كيلو باسكال	الضغط البخاري
55	60	65	70	70	حد أقصى	°م	درجة حرارة تقطير 10% ، T10
77-110	77-110	77-110	77-110	77-110	مجال	°م	درجة حرارة تقطير 50% ، T50
130-190	130-190	130-190	130-190	130-190	مجال	°م	درجة حرارة تقطير 90% ، T90
215	215	215	215	215	حد أقصى	°م	نهاية الغليان EP
25-47	25-47	25-45	15-45	15-45	مجال	%	المقتر عند 70 °م E70
55-70	55-70	50-65	50-65	50-60	مجال	%	المقتر عند 100 °م E100
85	85	85	85	85	حد أدنى	%	المقتر عند 180 °م E180

الجدول (2-18-2): أنواع خصائص تطاير الغازولين للنفثات الثانية والثالثة والرابعة والخامسة في ميثاق الوقود العالمي حسب درجة حرارة الطقس

E	D	C	B	A	حد أقصى/ حد أدنى	وحدة القياس	المواصفات/الصنف*
أدنى من -15	-5 إلى -15	-5 إلى +5	5 إلى 15	أعلى من 15		°م	مجال درجة حرارة الطقس
85-105	75-90	65-80	55-70	45-60		كيلو باسكال	الضغط البخاري
45	50	55	60	65	حد أقصى	°م	10% درجة حرارة تقطير ، T10
77-100	77-100	77-100	77-100	77-100	مجال	°م	50% درجة حرارة تقطير ، T50
130-175	130-175	130-175	130-175	130-175	مجال	°م	90% درجة حرارة تقطير ، T90
195	195	195	195	195	حد أقصى	°م	نهاية الغليان EP
20-47	20-47	20-45	20-45	20-45	مجال	%	المقتر عند 70 °م E70
55-70	55-70	50-65	50-65	50-60	مجال	%	المقتر عند 100 °م E100
90	90	90	90	90	حد أدنى	%	المقتر عند 180 °م E180
550	555	560	565	570	حد أقصى	°م	مؤشر قوة الدفع، D.I

*يعتمد الصنف على أدنى درجة حرارة متوقعة للطقس في المكان الذي سيستهلك فيه الغازولين

الجدول (2-19): مواصفات الديزل حسب فئات ميثاق الوقود العالمي

الفئة الخامسة	الفئة الرابعة	الفئة الثالثة	الفئة الثانية	الفئة الأولى	حد أقصى/ حد أدنى	وحدة القياس	المواصفات	
55	55	53	51	48	حد أدنى		الرقم السيتاني Cetane Number	
(52) 55	(52) 55	(50) 53	(48) 51	(45) 48	حد أدنى		مؤشر السيتان Cetane Index	
820	820	820	820	820	حد أدنى	كغ/م ³	الكثافة Density	
2	2	2	2	2	حد أدنى	مم ² /ثانية	اللزوجة عند 40 °م Viscosity @ 40 °C	
10	10	50	300	2000	حد أقصى	ملغ/كغ	محتوى الكبريت Sulphur	
1 أو غير مكتشف، أيهما أقل				غ.م	حد أقصى	ملغ/كغ	محتوى المعادن Ca، Zn، Cu، Mn وأخرى	
15	15	20	25	غ.م	حد أقصى	% وزناً	محتوى العطريات Aromatic Content	
2	2	3	5	غ.م	حد أقصى	% وزناً	محتوى الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات PAH	
320	320	320	340	غ.م	حد أقصى	°م	درجة حرارة تقطير 90% T90	
340	340	340	355	370	حد أقصى	°م	درجة حرارة تقطير 95% T95	
350	350	350	365	غ.م	حد أقصى	°م	نهاية الغليان EP	
55	55	55	55	55	حد أدنى	°م	درجة الوميض Flash Point	
0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	حد أقصى	% وزناً	متبقي الكربون Carbon Residue	
يجب أن تكون درجة انسداد الفلتر البارد، أو درجة التغير، أدنى من درجات حرارة الطقس								خصائص الجريان البارد Cold Flow Characteristics
200	200	200	200	500	حد أقصى	ملغ/كغ	محتوى الماء Water Content	
25	25	25	25	25	حد أقصى	غ/م ³	الثبات ضد الأكسدة Oxidation Stability	
100	100	100	غ.م	غ.م	حد أقصى	مليتر	حجم الرغوة Foam Volume	
15	15	15	غ.م	غ.م	حد أقصى	ثانية	زمن زوال الرغوة Foam Vanishing Time	
صفر	صفر	صفر	صفر	غ.م	حد أقصى		النمو البيولوجي Growth Biological	
غير مكتشف	غير مكتشف	5	5	5	حد أقصى	% حجماً	محتوى ميثيل إيثير الحمض الدسم FAME	
غير مكتشف	غير مكتشف	غير مكتشف	غير مكتشف	غير مكتشف	حد أقصى	% حجماً	محتوى الإيثانول والميثانول Ethanol Content & Methanol	
0.08	0.08	0.08	0.08	غ.م	حد أقصى	ملغ/KOH/غ	الحموضة الكلية Total Acid Content	
صداً خفيف	صداً خفيف	صداً خفيف	صداً خفيف	غ.م	حد أقصى		تآكل الحديد Ferrous Corrosion	
1	1	1	1	1	حد أقصى	درجة	تآكل النحاس Copper Corrosion	
0.001	0.001	0.01	0.01	0.01	حد أقصى	% وزناً	محتوى الرماد Ash Content	
10	10	10	10	10	حد أقصى	ملغ/كغ	إجمالي الجسيمات الدقيقة Particulate Contamination, Total	
13/16/18 ISO 4406	13/16/18 ISO 4406	13/16/18 ISO 4406	13/16/18 ISO 4406	غ.م	حد أقصى	رمز التعداد	توزع أبعاد الجسيمات الدقيقة Particulate Contamination, Size Distribution	
شفاف، صافي، وخالي من المياه والجسيمات								المظهر Appearance
85	85	85	85	غ.م	حد أقصى	% نضج جريان الهواء	نظافة المحقن Cleanliness Injector	
400	400	400	400	400	حد أقصى	ميكرون	الخاصة التزييتية، قطر سلك عند 60 °م Lubricity HFRR wear Diameter @ 60 °C	

غ.م: غير موجود

المصدر: WWFC, 2013

2-8: الدروس المستفادة

من خلال استعراض تجارب بعض مناطق العالم، المتقدمة منها والنامية، ودراسة الصعوبات والإنجازات التي تحققت أثناء إصدار المواصفات القياسية لجودة وقود النقل، يمكن استنتاج الدروس المستفادة التالية:

1. على الرغم من اختلاف الدوافع التي كانت وراء إصدار المواصفات القياسية لوقود النقل من منطقة لأخرى، إلا أن جميعها يشترك في تحقيق هدف أساسي هو تحسين جودة الهواء الجوي من خلال خفض الانبعاثات الضارة بصحة الإنسان والبيئة، والنتيجة عن حرق الوقود.
 2. التدرج في صرامة متطلبات المواصفات القياسية لجودة الوقود بما يتناسب مع إمكانيات الأطراف ذات العلاقة، فعلى سبيل المثال، تعتبر الدعوة إلى حظر استخدام مركبات الرصاص في الولايات المتحدة بمثابة الخطوة الأولى في رحلة تطوير مواصفات الغازولين، التي انطلقت في بداية عقد السبعينات من القرن الماضي، وجاءت على مراحل استمرت لغاية عام 1991، وذلك لتمكين مصافي النفط من البحث عن البدائل التي تمكنها من المحافظة على الرقم الأوكتاني ومعدلات إنتاج الغازولين. كما تم تخفيض محتوى الكبريت في الغازولين والديزل في الولايات المتحدة على مرحلتين خلال الخمسة عشر عاماً الماضية، حيث خفض في المرحلة الأولى إلى 500 ج.ف.م عام 1993، وفي الثانية إلى 30 ج.ف.م عام 2000، ويتوقع أن يخفض إلى 10 ج.ف.م بحلول عام 2017.
- وفي دول الاتحاد الأوروبي صدر قانون خفض نسبة الرصاص في الغازولين من 0.40 غ/لتر، إلى 0.005 غ/لتر، في عام 1978

وكان اختياريًا، إلى أن أصدر الإتحاد قراراً إلزامياً حدد فيه تاريخ 1 كانون الثاني/يناير 2000 كموعده النهائي للالتزام بقانون حظر استخدام مركبات الرصاص في أوروبا، مع منح بعض الاستثناءات للحالات الخاصة حتى عام 2005.

3. مراعاة انعكاسات التعديلات الجديدة في المواصفات القياسية لجودة الوقود بحيث لا يكون لها تأثير سلبي على المواصفات الأخرى، فعلى سبيل المثال، أدى قانون حظر استخدام مركبات الرصاص في الولايات المتحدة الأمريكية إلى نشوء مشكلة أخرى ناتجة عن الحاجة إلى تعويض النقص الذي حصل في الرقم الأوكتاني للغازولين المنتج، حيث ارتفعت نسبة العطريات في الغازولين ووصلت في بعض الأنواع إلى 50% حجماً. ولمعالجة المشكلة صدرت عام 1992 تعليمات تلزم المصافي بإضافة الأوكسجينات في 40 ولاية.

المثال الآخر حدث في تسعينيات القرن الماضي، أثناء إعداد المواصفات القياسية لجودة وقود الديزل، حيث لقيت فكرة وضع قيم إلزامية لمواصفة الخاصة التزبينية Lubricity معارضة كبيرة من قبل شركات صناعة تكرير النفط في الولايات المتحدة الأمريكية، أما عندما بدأت عملية خفض نسبة الكبريت في الديزل أصبح من الضروري إعادة النظر في مواصفة الخاصة التزبينية، مما دفع وكالة حماية البيئة الأمريكية إلى إدخالها إلى المواصفة القياسية للديزل.

4. مراعاة الظروف المناخية في تحديد القيم المثالية لبعض مواصفات الوقود، فعلى سبيل المثال، ترك تحديد القيم المناسبة لخصائص الجريان البارد في وقود الديزل للاتفاق بين المصنع والموزع، وفقاً للغرض والمكان والزمان الذي سيستهلك فيه الوقود، وذلك بسبب تنوع

ظروف المناخ في الولايات المتحدة الأمريكية. وفي دول الاتحاد الأوروبي، أثار موضوع إضافة الوقود الحيوي إلى الديزل مشكلة انسداد فلتر الوقود في المركبات، وخاصة في المناطق الشديدة البرودة، مما دفع الإتحاد إلى تحديد قيم متغيرة لخصائص جريان الديزل حسب طبيعة المنطقة وتغير حالة الطقس على مدار أشهر السنة، وهي درجة انسداد الفلتر البارد Cold Filter Plugging Point-CFPP، ودرجة التغير Cloud Point، والكثافة Density، واللزوجة Viscosity، والرقم السيتاني Cetane Number، ومؤشر السيتان Cetane Index.

5. ملاءمة إجراءات تعديل المواصفات القياسية لجودة وقود النقل مع تطور تركيز الانبعاثات الملوثة للبيئة، فعلى سبيل المثال، بدأت مرحلة تحسين جودة مواصفات وقود النقل في أوروبا الغربية استجابة لمتطلبات معيار جودة الهواء الذي صدر عام 1993، تبعها إصدار معايير تنظم انبعاثات المركبات الخفيفة والثقيلة التي تعمل على الديزل والغازولين، ثم أدخل عليها العديد من التعديلات بشكل تدريجي بما يتوافق مع تطور نسب الملوثات في الهواء.

6. الاستفادة من تجارب الآخرين، فعلى سبيل المثال، تتشابه تجارب الصين وروسيا مع تجربة الإتحاد الأوروبي في إصدار المواصفات القياسية لجودة الوقود من حيث مراحل الإصدار والمراجعة.

7. تعزيز دور البحث العلمي في تحديد القيم المثالية للمواصفات القياسية لجودة الوقود، فعلى سبيل المثال، في عام 2011 صدر قرار في الإتحاد الأوروبي يتضمن تحديد الحد الأقصى لكمية الإضافات المعدنية التي تعتمد على المنغنيز بمعدل 6 ملغ/لتر، وبحيث ينخفض إلى 2 ملغ/لتر بحلول عام 2014، وذلك كإجراء وقائي، وأوصت بمتابعة البحث لدراسة انعكاسات استخدام الإضافات المعدنية على

صحة الإنسان والبيئة. وفي عام 2013 صدرت نتائج الدراسات تشير إلى أن استخدام الإضافات المعدنية ليس له أي آثار سلبية على صحة الإنسان أو البيئة، ونتيجة لذلك قررت الهيئة التراجع عن توصيتها، وأبقت الحد الأقصى لنسبة إضافة مركبات المنغنيز عند 6 ملغ/لتر.

8. المرونة في تحديد مواعيد الالتزام بمتطلبات المعايير الجديدة لجودة مواصفات النقل، فعلى سبيل المثال، في بداية عام 2006 أعلنت وزارة الصناعة والطاقة الروسية عن خطة لاعتماد المواصفات القياسية الأوروبية، يورو-3-4-5 لكل من الغازولين والديزل على ثلاث مراحل تبدأ في الأول من كانون الثاني/يناير من الأعوام 2009-2010-2013 على التوالي. ثم عدلت المواعيد إلى 2013، و2015، و2016 على التوالي، وذلك لمنح الفرصة لمصافي النفط لتعديل عملياتها حتى تتمكن من الالتزام بمتطلبات هذه المعايير.

9. ضرورة التعاون بين الهيئات الدولية المختصة في مراجعة وتطوير المواصفات القياسية لجودة الوقود، وتبادل الخبرات في التوصل إلى أفضل الممارسات، وتحديد القيم المثالية للمواصفات بما يحقق مصلحة كافة الأطراف، فعلى سبيل المثال، اتفقت مجموعة من الهيئات العالمية على إصدار ميثاق عالمي للوقود World-Wide Fuel Charter يتكون من مجموعة من التوصيات التي تهدف إلى مساعدة صانعي القرار في تطوير مواصفات الغازولين والديزل، والمساهمة في توحيد المواصفات في مناطق العالم، والاستفادة من خبرات الآخرين.

الفصل الثالث

خيارات مصافي النفط لإنتاج الوقود الأنظف

- 1-3: خيارات تلبية متطلبات المواصفات القياسية للغازولين
- 2-3: خيارات تلبية متطلبات المواصفات القياسية لوقود الديزل
- 3-3: العوامل المؤثرة في إنتاج الوقود الأنظف
- 4-3: انعكاسات إنتاج الوقود الأنظف على صناعة تكرير النفط

الفصل الثالث

خيارات مصافي النفط لإنتاج الوقود الأنظف

مقدمة

تحتاج مصافي النفط إلى اتخاذ بعض الإجراءات التي تساهم في تعزيز قدرتها على تلبية متطلبات المواصفات القياسية للوقود الأنظف، وقد تكون هذه الإجراءات بسيطة يمكن تنفيذها بسهولة، أو معقدة ويتطلب تنفيذها مدة زمنية طويلة، علاوة على الحاجة إلى توظيف استثمارات باهظة، تتركز معظمها في إضافة عمليات معالجة هيدروجينية لخفض نسبة الكبريت في الوقود المنتج.

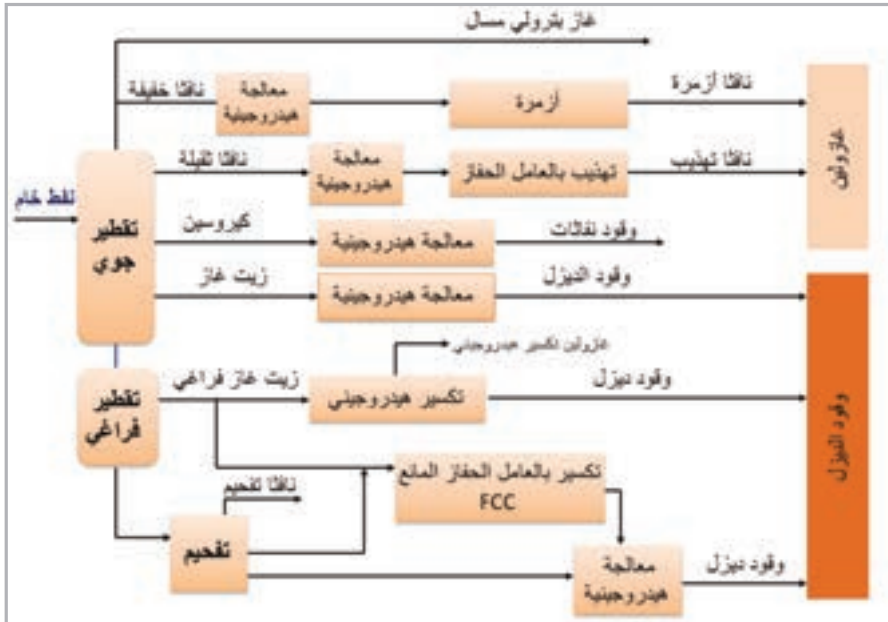
تبدأ عملية إنتاج وقود النقل في مصافي النفط بعملية التقطير الجوي التي يتم فيها تجزئة النفط الخام إلى عدة قطرات تختلف فيما بينها في درجة الغليان والكثافة. تسحب النافثا من أعلى البرج لتفصل إلى نافثا خفيفة وثقيلة ثم تعالج في وحدات معالجة هيدروجينية لنزع الكبريت والشوائب قبل إدخالها إلى عمليات التهذيب بالعامل الحفاز والأزمرة لرفع الرقم الأوكتاني لتشكيل المكونات الرئيسية لمنتج الغازولين.

تسحب المنتجات المتوسطة، وهي الكيروسين وزيت الغاز، من جانب برج التقطير الرئيسي إلى وحدات معالجة هيدروجينية لتخليصها من الكبريت والشوائب الأخرى. أما المكونات الثقيلة فتسحب من أسفل البرج ليعاد تقطيرها تحت الضغط الفراغي، وذلك للحصول على منتجات ذات قيمة أعلى، كزيت الغاز الفراغي الخفيف والثقيل تطبق عليها عمليات لاحقة مثل التكسير بالعامل الحفاز المائع FCC، والتكسير الهيدروجيني لتحويلها إلى منتجات عالية الجودة كالغازولين ووقود الديزل.

تسحب المخلفات الثقيلة لعملية التقطير الفراغي Vacuum Residue من قاع البرج لتجرى عليها عمليات تحويلية لاحقة، كالتفحيم وتكسير اللزوجة....، وذلك لتعظيم نسبة المنتجات الخفيفة عالية القيمة. يبين الشكل (1-3) مخطط مبسط لسير عمليات إنتاج وقود النقل في مصافي النفط.

يتناول هذا الفصل أهم الحلول التي تمكن مصافي النفط من تلبية متطلبات المواصفات القياسية لجودة الوقود، وأهم العوامل المؤثرة في نجاح مشروع إنتاج الوقود الأنظف، مع الإشارة إلى انعكاسات تنفيذ كل حل من هذه الحلول على الأداء الاقتصادي والتشغيلي للمصفاة.

الشكل (1-3): مخطط سير عمليات إنتاج وقود النقل في مصافي النفط



1-3: خيارات تلبية متطلبات المواصفات القياسية للغازولين

لتلبية متطلبات المواصفات القياسية للغازولين يمكن للمصافي القيام بعدة إجراءات، ويعتمد اختيار الحل الأنسب على نوع النفط الخام المكرر، والتكنولوجيا المتبعة في عمليات التكرير في المصفاة. وفيما يلي أهم هذه الإجراءات:

1-1-3: تعديل خصائص التبخر Volatility

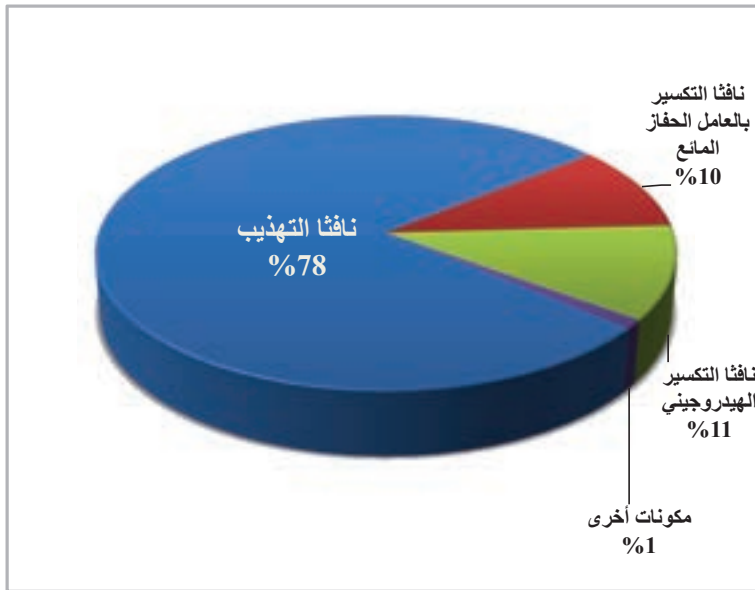
تتطلب المواصفات القياسية لجودة الغازولين ضبط خصائص التبخر، والتي يعبر عنها بالضغط البخاري، ودرجة الوميض، والوزن النوعي، ومنحنى التقطير. وذلك لأهميتها في تحديد مستوى أداء محرك المركبة، إضافة إلى دورها في خفض الانبعاثات. ولتخفيض الضغط البخاري للغازولين يمكن إتباع الخيارات التالية: (Hart Energy, 2013)

- نزع المركبات الخفيفة من مكونات منتج الغازولين، وذلك من خلال رفع شروط عمل أبراج التثبيت في الوحدات المنتجة للنافثا الخفيفة كوحدات التقطير الجوي، أو التكسير الهيدروجيني، أو وحدات التكسير بالعامل الحفاز المائع FCC.
- تخفيض الضغط التشغيلي في وحدة التهذيب بالعامل الحفاز بهدف تخفيض الضغط البخاري لنافثا التهذيب Reformat المنتجة من الوحدة، والتي تشكل الجزء الأكبر من مكونات منتج الغازولين.
- تخفيض معدل حقن غاز البيوتان، الذي يحقن أحياناً في منتج الغازولين لرفع الرقم الأوكتاني.

2-1-3: ضبط محتوى العطريات

تأتي النسبة العظمى للعطريات والبنزين العطري Benzene في منتج الغازولين من نافثا التهذيب Reformate المنتجة من عمليات التهذيب بالعامل الحفاز، حيث تشكل ما يعادل 50-75%، والباقي يأتي من النافثا الخفيفة المنتجة من وحدات التقطير، والتكسير الهيدروجيني والتكسير بالعامل الحفاز المائع FCC. يبين الشكل (2-3) مصادر العطريات في منتج الغازولين النهائي.

الشكل (2-3): مصادر العطريات في منتج الغازولين النهائي



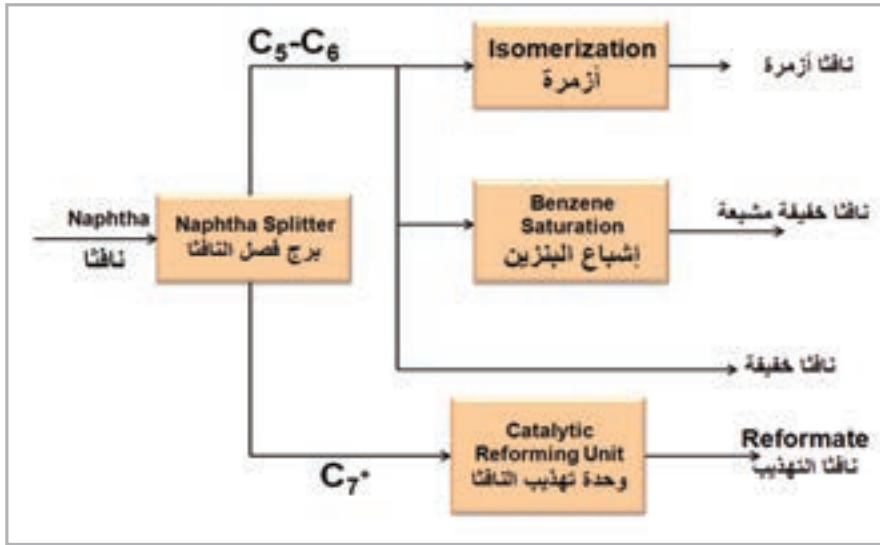
المصدر: Courty, P., & Gruson, J., 2001

يمكن لمصافي النفط خفض تركيز البنزين العطري في الغازولين، وذلك بتطبيق أحد الخيارات التالية:

■ فصل البنزين العطري من لقيم وحدة تهذيب النافثا بالعامل الحفاز، حيث يتم فصل القطعة الخفيفة التي تتألف من المركبات الحلقية للبنتان

والهكسان C_5 , C_6 في أعلى برج فصل النافثا قبل دخولها إلى وحدة التهذيب بالعامل الحفاز، ثم تحول هذه القطفة إما إلى وحدة إشباع Benzene Saturation أو إلى وحدة الأزمرة Isomerization لرفع الرقم الأوكتاني، ثم تمزج مع منتج الغازولين النهائي. يبين الشكل (3-3) مخطط فصل البنزين العطري قبل وحدة التهذيب بالعامل الحفاز.

الشكل (3-3): مخطط فصل البنزين العطري قبل وحدة التهذيب بالعامل الحفاز



■ فصل البنزين العطري من نافثا التهذيب Reformate، حيث تفصل

القطفة الخفيفة من نافثا التهذيب وتحول إلى إحدى العمليات التالية:

- ✓ الإشباع Saturation: التي يتم فيها تحويل البنزين العطري إلى هكسان حلقي بواسطة الهيدروجين، إلا أن هذه العملية ينتج عنها خفض في قيمة الرقم الأوكتاني للنافثا الخفيفة بمقدار 5-6 أرقام.
- ✓ الأزمرة Isomerization: التي تتم فيها عمليتا إشباع وأزمرة للبارافينات، وهذه العملية ترفع الرقم الأوكتاني للنافثا الخفيفة بمعدل

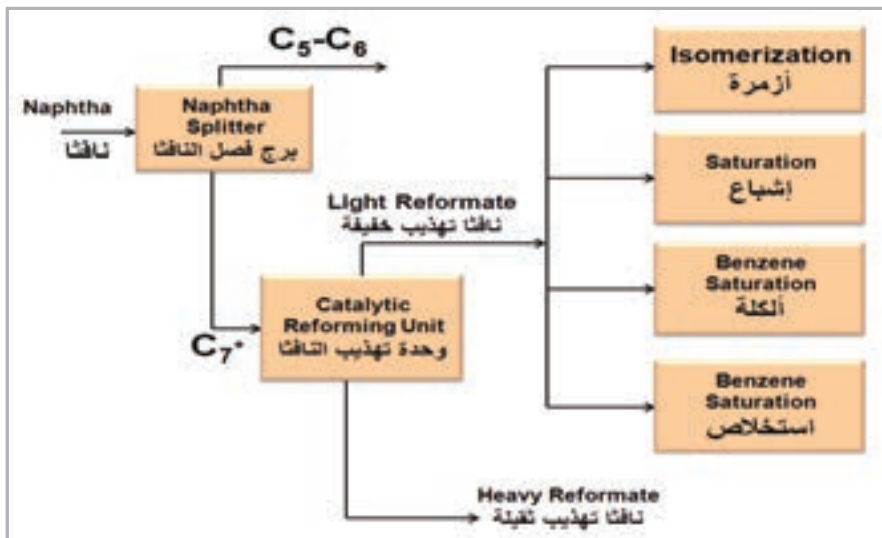
خمس أرقام في الوحدات أحادية المرحلة Once-through، وقد تصل إلى عشرة أرقام في الوحدات ثنائية المرحلة.

✓ **الألكلة Alkylation**: يتم فيها تفاعل البنزين مع البروبيلين، وهي الطريقة الوحيدة لتحويل البنزين العطري بدون استخدام هيدروجين، إلا أن الجدوى الاقتصادية لإنشاء هذه الوحدة يعتمد على عدة عوامل، أهمها توفر البروبيلين في المصفاة، أو إمكانية الحصول عليه من الجوار.

✓ **الفصل بالاستخلاص Extraction**: وهي عملية يتم فيها فصل البنزين العطري عن نافثا التهذيب بالاستخلاص. إلا أن اقتصادية تطبيق هذه العملية تعتمد على توفر الوحدات البتروكيماوية التي تستهلك البنزين العطري، أو عندما يتوفر طلب لهذه المادة في الأسواق المجاورة.

يبين الشكل (4-3) مخطط فصل البنزين العطري من نافثا التهذيب الخفيفة.

الشكل (4-3): مخطط فصل البنزين العطري من نافثا التهذيب الخفيفة



■ إنتاج غازولين منخفض الرقم الأوكتاني، بما أن خفض نسبة العطريات يحتاج إلى خفض نسبة نافثا التهذيب من مكونات الغازولين، وهذا يؤدي إلى خفض الرقم الأوكتاني، فقد تلجأ المصفاة في هذه الحالة إلى رفع نسبة إنتاج الغازولين المنخفض الرقم الأوكتاني، في حال عدم توفر وحدات لفصل العطريات.

■ إضافة الأوكسجينات

تضاف الأوكسجينات إلى الغازولين بهدف تلبية متطلبات خفض الحد الأقصى لنسبة العطريات في الغازولين، والتي بدأت بالارتفاع نتيجة حظر استخدام مركبات الرصاص لرفع الرقم الأوكتاني. كما تستخدم الأوكسجينات لرفع الرقم الأوكتاني وزيادة حجم منتج الغازولين، ولها أنواع عديدة منها، الميثيل ثلاثي بيوتيل إيثير MTBE، والإيثانول، والميثانول، والإيثيل ثلاثي بيوتيل إيثير ETBE، وثلاثي بوتيل الكحول TBA، والكحول الإيزوبروبيلي، والكحول الإيزوبيوتيلى. تختلف كل مادة من هذه المواد في نسبة محتواها من الأوكسجين، وذلك تبعاً لتركيبها الكيميائي. فالإيثانول يحتوي على نسبة 34.8% وزناً من الأوكسجين، والبيوتانول يحتوي على 21.9% وزناً من الأوكسجين.

لتلبية متطلبات الحد الأقصى المسموح من محتوى الأوكسجين في الغازولين يجب اختيار النوع الأنسب من الأوكسجينات، وتحديد نسبة الإضافة المناسبة بحيث لا ترتفع نسبة الأوكسجين في المنتج النهائي عن الحد المسموح في المواصفة. ويبين الجدول (1-3) أهم الأوكسجينات الشائعة الاستخدام وخصائص كل منها.

الجدول (1-3): أهم الأوكسجينات المستخدمة وخصائصها

الأوكسجينات	مؤشر الرقم الأوكتاني* (R+M)/2	الضغط البخاري ريد رطل/البوصة المربعة	نسبة الأوكسجين %وزناً
الكحولات:			
ميثانول	116	60-50	49.9
إيثانول	113	22-17	34.7
كحول إيزوبروبيلي	108	15-10	26.0
الإثيرات:			
MTBE	108	10-8	18.2
TAME	105	5-3	15.7
ETBE	110	5-3	15.7
DIPE	104	5-4	15.7

*مؤشر الرقم الأوكتاني هو مجموع رقمي الأوكتان بطريقة البحث RON وبطريقة المحرك MON مقسوماً على 2

المصدر: Mathpro, 2011

تجدر الإشارة إلى أن الخيار الثاني الذي يتضمن نزع البنزين من القطعة الخفيفة لنافتا التهذيب يعتبر أفضل من خيار النزع من النافتا قبل دخولها إلى وحدة التهذيب بالعامل الحفاز، وخاصة عندما يطلب خفض نسبة البنزين في الغازولين النهائي إلى أقل من 1% حجماً، وذلك لأن التفاعلات في وحدة التهذيب سينتج عنها أيضاً تشكّل بنزين عطري، وفي كل الأحوال يجب على المصفاة أن تأخذ بعين الاعتبار العوامل التالية عند اتخاذ القرار الأنسب:

- ✓ الحد الأقصى المسموح لمحتوى العطريات والبنزين العطري في المواصفات القياسية لجودة الغازولين.
- ✓ قابلية تشكّل البنزين العطري في وحدة تهذيب النافتا بالعامل الحفاز.
- ✓ نوع عمليات التكرير في المصفاة.
- ✓ نوع ومصدر النفط الخام المكرر.

3-1-3: خيارات خفض نسبة الأوليفينات

تأتي معظم الأوليفينات إلى منتج الغازولين من وحدات التكسير العامل الحفاز المائع FCC، وعمليات التكسير الحراري للقطفات الثقيلة، كالتفحيم وكسر اللزوجة. ولخفض محتوى الأوليفينات في الغازولين يمكن إتباع الطرق التالية:

■ هدرجة القطفات الثقيلة المنتجة من وحدات التكسير العامل الحفاز المائع FCC والتفحيم وكسر اللزوجة.

■ فصل الأوليفينات C₅ من قطفات وحدات التكسير العامل الحفاز المائع FCC، والتفحيم وكسر اللزوجة وتحويلها إلى إثيرات TAME، أو إشباعها أو أكلتها. (Korpelshoek, M., et, al., 2010)

3-1-4: خيارات خفض محتوى الكبريت في الغازولين

يأتي الكبريت إلى منتج الغازولين بشكل رئيس من المكونات غير المعالجة، كالنافثا المنتجة من وحدات التكسير العامل الحفاز المائع FCC، والتفحيم، وكسر اللزوجة. يبين الجدول (2-3) محتوى الكبريت في مكونات منتج الغازولين.

الجدول (2-3): محتوى الكبريت في مكونات منتج الغازولين

المصدر	المكونات	نسبة المزج % حجماً	نسبة الكبريت ج.ف.م
تقطير النفط الخام وحدات تحسين الرقم الأوكتاني	نافثا التقطير	5 - 10	~ 120
	نافثا الأزمرة Isomerase	0 - 10	1
	ألكيلات Alkylate	5 - 10	أقل من 10
وحدات تحويلية Conversion Units	نافثا التهذيب Reformate	20 - 30	أقل من 4
	نافثا تكسير FCC	30 - 35	500-1500
	نافثا تفحيم Coker	0 - 5	~ 500
	نافثا تكسير هيدروجيني Hydrocracked	5 - 15	أقل من 4
	سوائل الغاز الطبيعي	0 - 5	~ 150
مستوردات	ميثيل ثلاثي بيوتيل إيثير MTBE	0 - 15	أقل من 5
	إيثانول	0 - 10	أقل من 5

المصدر: Mathpro, 2011

ولخفض نسبة الكبريت في الغازولين يمكن إتباع ما يلي:

■ المعالجة الهيدروجينية لنافثا التكسير بالعامل الحفاز المائع

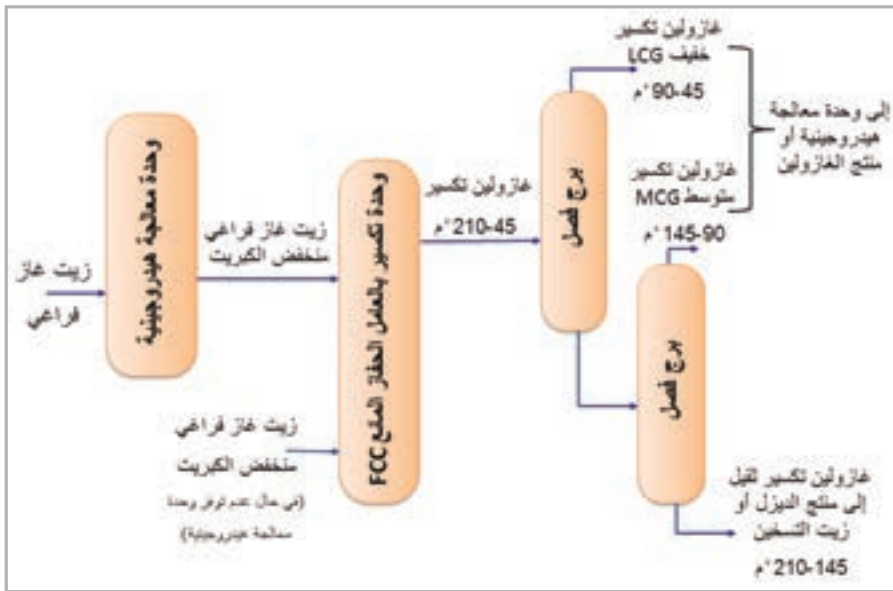
بما أن المكونات الثقيلة المنتجة من وحدات التكسير بالعامل الحفاز المائع FCC، والتفحيم، وكسر اللزوجة تحتوي على نسبة كبريت أعلى من نافثا التهذيب فيمكن خفض نسبة الكبريت في الغازولين من خلال تحويل هذه المكونات إلى وحدات المعالجة الهيدروجينية، إلا أن لهذه الطريقة بعض المساوئ، من أهمها أن عملية المعالجة الهيدروجينية تسبب إشباع الأوليفينات، وبالتالي خفض الرقم الأوكتاني، نظراً لدور الأوليفينات في تعزيز الرقم الأوكتاني في الغازولين، فضلاً عن أن عملية المعالجة الهيدروجينية تستهلك كمية كبيرة من الهيدروجين الباهظ التكلفة، لهذا قد يلجأ البعض إلى معالجة الجزء الثقيل من هذه القطعة بعد فصل المواد الخفيفة منها، وتحويله إلى وحدات المعالجة الهيدروجينية، حيث أن المكونات الثقيلة لا تفقد الكثير من الرقم الأوكتاني. (Korpelshoek, M., et al., 2010)

■ معالجة لقيم وحدات التكسير بالعامل الحفاز المائع

الخيار الثاني لخفض نسبة الكبريت في الغازولين هو إنشاء وحدة معالجة هيدروجينية لزيت الغاز الفراغي VGO قبل إدخاله كلقيم إلى وحدة التكسير بالعامل الحفاز المائع. ولهذه الطريقة فوائد عديدة، أهمها: رفع نسبة التحويل الكلية في وحدة التكسير بالعامل الحفاز المائع، وخفض محتوى الكبريت في كافة منتجاتها وليس فقط في النافثا. إلا أن من مساوئها ارتفاع كلفة المعالجة الهيدروجينية لزيت الغاز الفراغي، حيث تزيد 15 ضعفاً عن كلفة معالجة النافثا الثقيلة الناتجة عن التكسير بالعامل الحفاز المائع FCC، وأن استهلاك الهيدروجين يزيد عن 20 ضعفاً.

كما أن زيادة شدة ظروف تفاعل المعالجة الهيدروجينية لخفض نسبة الكبريت في لقيم وحدة التكسير بالعامل الحفاز سيؤدي إلى توجيه العامل الحفاز نحو نموذج التشغيل بنسبة مرتفعة من العطريات متعددة النوى Poly Nuclear Aromatics-PNA. وهذا النموذج من التشغيل على الرغم من فوائده العديدة إلا أنه يمكن أن يخفض من زمن دورة العامل الحفاز نتيجة ارتفاع درجات الحرارة. يبين الشكل (5-3) مخطط خفض نسبة الكبريت في لقيم وحدة التكسير بالعامل الحفاز المانع FCC.

الشكل (5-3): مخطط خيارات خفض نسبة الكبريت لقيم وحدة التكسير بالعامل الحفاز المانع FCC



المصدر: Watkins, B., et al., 2014

تكرير نبت خام يحتوي على نسبة كبريت منخفضة

قد تلجأ بعض المصافي إلى شراء نبت خام يحتوي على نسبة منخفضة من الكبريت، فينخفض بذلك محتوى الكبريت في كافة المنتجات،

وهي طريقة سهلة ولا تحتاج إلى تكاليف استثمارية لإنشاء وحدات معالجة هيدروجينية وملحقاتها من وحدات إنتاج الهيدروجين الباهظة التكلفة. إلا أن هذا الخيار يحتاج إلى دراسة جدوى اقتصادية وفنية لبحث الانعكاسات المحتملة على عمليات التكرير في المصفاة، والطاقة الإنتاجية للوحدات المختلفة في المصفاة، وتغير معدل إنتاج المشتقات الأخرى. (Rama, M., et al., 2011)

2-3: خيارات تلبية متطلبات المواصفات القياسية لوقود الديزل

تترواح الخيارات الممكنة لتلبية متطلبات المواصفات القياسية لوقود الديزل بين الحلول البسيطة التي تعتمد على إضافة المواد الكيميائية لتحسين بعض الخصائص، وحتى الحلول التي تحتاج إلى تكاليف استثمارية باهظة، كإنشاء عمليات جديدة، مثل وحدات المعالجة الهيدروجينية أو وحدات التكرير الهيدروجيني.

تختلف خصائص وقود الديزل المنتج تبعاً لنوع النفط الخام المكرر في المصفاة ومصدر مكوناته. يبين الجدول (3-3) نموذجاً لنسب مزج وخصائص مكونات وقود الديزل.

الجدول (3-3): نموذج نسب وخصائص مكونات وقود الديزل

الخصائص				نسبة المزج % حجماً	المكونات	المصدر
الكثافة النوعية	عطريات % حجماً	الرقم السيستاني	كبريت (ج.ف.م.)			
0.82	19	45	3000 ~	33-25	Strait Run Kerosene	تقطير النفط
0.85	21	53	7000 ~	35-31	Strait Run Distillate	
0.93	80	22	12500 ~	21-15	زيت تقليب خفيف تكسير بالعامل الحفاز المانع FCC Light Cycle Oil	العمليات التحويلية
0.89	40	33	32000 ~	10-8	Coker Distillate	
0.86	20	45	100 ~	15-7	مقطرات تكسير هيدروجيني Hydrocracked Distillate	

المصدر: Mathpro, 2011

1-2-3: خفض نسبة الكبريت في الديزل

يمكن خفض نسبة الكبريت في وقود الديزل بطرق عديدة أهمها عملية المعالجة الهيدروجينية التي تصنف على أنها أكثر فعالية ولكنها تحتاج إلى استثمارات باهظة التكاليف. وتزداد هذه التكاليف كلما ارتفعت نسبة الكبريت في النفط الخام المكرر. كما تزداد تكاليف نزع الكبريت كلما كانت النسبة المستهدفة في المنتج النهائي منخفضة، فتكاليف خفض محتوى الكبريت في وقود الديزل من 50 إلى 10 ج.ف.م تبلغ حوالي عشرة أضعاف تكاليف خفضها من 5000 إلى 500 ج.ف.م. (Song, C., 2002)

يمكن للمصفاة أن ترفع نسبة إنتاج وقود الديزل الحاوي على نسبة منخفضة من الكبريت اعتماداً على بعض الحلول البسيطة التي لا تحتاج إلى استثمارات كبيرة، وذلك من خلال تعظيم الاستفادة من الطاقة الإنتاجية للوحدات القائمة، وفيما يلي بعض هذه الحلول: (Osmen, S., 2014)

■ اختيار عوامل حفازة متطورة

مع تطور تكنولوجيا تصنيع العوامل الحفازة لوحدات المعالجة الهيدروجينية والتكسير الهيدروجيني، أمكن إنتاج أنواع تتميز بفعالية أعلى بظروف تشغيل مماثلة من درجات الحرارة والضغط وغيرها، يمكن من خلالها زيادة مردود نزع الكبريت والشوائب الأخرى دون الحاجة إلى تعديل تصميم المعدات أو إضافة معدات جديدة.

■ تغيير شدة ظروف تشغيل وحدات المعالجة الهيدروجينية

يمكن اللجوء إلى رفع طاقة نزع الكبريت في وحدات المعالجة الهيدروجينية القائمة، وذلك من خلال تغيير ظروف تشغيل الوحدة (درجة حرارة، ضغط، سرعة فراغية، ونسبة الهيدروجين/الزيت... إلخ). على الرغم من أن مردود هذا الإجراء ليس كبيراً لكنه قد يساعد المصفاة على

تفادي تكاليف الاستثمارات الباهظة اللازمة لإنشاء عمليات معالجة هيدروجينية جديدة. (Palmer, E., et al., 2009)

■ رفع درجة نقاوة الهيدروجين

يمكن تحسين كفاءة نزع الكبريت في وحدات المعالجة الهيدروجينية من خلال رفع درجة نقاوة الهيدروجين المستخدم في العملية. ويتم ذلك إما بتطوير أداء وحدة إنتاج الهيدروجين القائمة، أو تركيب وحدات تنقية لغازات التقليل، أو للهيدروجين المستورد من عمليات أخرى، كوحدات تهذيب الناقتا بالعامل الحفاز.

■ خفض تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في غاز التقليل

يمكن خفض تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في غازات التقليل في عملية المعالجة الهيدروجينية بواسطة عمليات معالجة كيميائية، وبالتالي يمكن تحسين كفاءة نزع الكبريت من وقود الديزل المنتج بمعدل يصل إلى 60%.

■ مزج منتجات خفيفة تحتوي على نسب منخفضة من الكبريت

يمكن الاستفادة من فرصة وجود منتجات تحتوي على نسبة كبريت منخفضة، أو تحتوي على نسبة أدنى من الكبريت، أو يمكن معالجتها بطريقة كيميائية منخفضة التكلفة، ومزجها مع منتجات أخرى لتحسين خصائصها. فعلى سبيل المثال يمكن مزج الكيروسين مع وقود الديزل لخفض نسبة الكبريت ودرجة الكثافة.

■ تغيير نوعية النفط الخام المكرر

تتميز أنواع النفط الخام التي تحتوي على نسب كبريت منخفضة بأنها لا تحتاج إلى طاقة معالجة هيدروجينية كبيرة، ويتوقف القرار الأنسب للاختيار على عوامل عديدة تتعلق بظروف المصفاة، وتوفر مثل هذه الخامات، والجدوى الاقتصادية من تكريرها.

■ استيراد وقود ديزل يحتوي على نسبة منخفضة من الكبريت

قد تلجأ بعض المصافي التي لا تمتلك طاقة كافية من عمليات المعالجة الهيدروجينية إلى استيراد كمية من وقود الديزل يحتوي على نسبة منخفضة من الكبريت لمزجه مع منتج المصفاة حتى تتمكن من تلبية متطلبات معايير الوقود الأنظف. وتساعد عملية التكامل بين المصافي المتجاورة في تحقيق هذه الاستراتيجية، كما تطبق غالباً أثناء التوقفات الطارئة لبعض وحدات المصفاة، أو التوقف المبرمج لإجراء الصيانة الدورية.

على الرغم من انخفاض تكلفة الحلول البسيطة التي تعتمد على تعديل ظروف تشغيل الوحدات القائمة، إلا أن لها بعض المساوئ مقارنة بالحلول المعقدة التي تعتمد على إنشاء وحدات معالجة هيدروجينية جديدة. حيث أن الوحدات الجديدة يراعى في تصميمها تحقيق القيمة المطلوبة لنسبة الكبريت في الوقود المنتج بأقل التكاليف وباستخدام أحدث التقنيات المتاحة، كأن تصمم المفاعلات لتعمل بضغط مرتفعة مما يساعد على تخفيض حجم العامل الحفاز، والحصول على مرونة أعلى لتلبية متطلبات التغيرات المحتملة في المستقبل.

في حال عدم كفاية الحلول البسيطة المذكورة أعلاه فإنه لا بد من إنشاء وحدات جديدة كعمليات المعالجة الهيدروجينية، وعمليات التكسير الهيدروجيني، المخفف أو العميق، حسب حاجة المصفاة وطاقاتها التكريرية، ومحتوى الكبريت المستهدف في المواصفات القياسية الوطنية، إضافة إلى الوحدات المساندة لها كوحدات إنتاج الهيدروجين، وذلك لتحقيق الأهداف التالية:

✓ تخفيض محتوى الكبريت في القطفات الوسطى إلى القيمة المطلوبة.

✓ تخفيض محتوى المركبات العطرية من خلال تفاعلات الإشباع التي تتم في مفاعل المعالجة الهيدروجينية.

✓ رفع معدل إنتاج وقود الديزل من خلال توفير إمكانية إدخال قطفات ذات مواصفات أدنى كلقيم إلى وحدات التكسير الهيدروجيني، وتحويلها إلى منتجات مطابقة للمواصفات المطلوبة.

2-2-3: تحسين الرقم السيتاني

يمكن تحسين الرقم السيتاني من خلال تطوير تقنيات المزج، لاختيار مكونات منتج وقود الديزل بالطريقة التي تحقق الهدف المطلوب بأقل التكاليف، اعتماداً على الاختلاف بين خصائص هذه المكونات. فعلى سبيل المثال، تتميز القطفة الناتجة من وحدات التقطير الجوي بأن رقمها السيتاني مرتفع، بينما المقطرات الوسطى المنتجة من وحدات التكسير الحراري تحتوي على نسبة عالية من العطريات ورقمها السيتاني منخفض، أما منتج وحدات التكسير الهيدروجيني فرقمه السيتاني مرتفع.

من الطرق الأخرى المتبعة لتحسين الرقم السيتاني للديزل إضافة محسنات الرقم السيتاني مثل البيروكسيدات، إلا أن استخدامها يعتبر محدوداً، بسبب تأثيرها على ثبات مزيج مكونات منتج وقود الديزل. ويمكن إضافة منتجات تقنية تحويل الغاز الطبيعي إلى سائل (GTL) Gas To Liquids نظراً لارتفاع رقمها السيتاني إلى أعلى من 75، وانخفاض محتواها من الكبريت والعطريات.

كما تساهم عمليات المعالجة الهيدروجينية لوقود الديزل في رفع الرقم السيتاني ولكن بدرجات بسيطة تتراوح بين 1-2.5 درجة. (Dunham, A., 2000)

3-2-3: خفض محتوى الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات PAH

بما أن نسبة الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات في وقود الديزل تعتمد بشكل كبير على نوع النفط الخام المكرر في المصفاة، وظروف تشغيل عمليات المعالجة الهيدروجينية، يمكن للمصفاة إجراء الخيارات التالية لخفض نسبتها في الديزل. (Hart Energy, 2014)

■ تخفيف شدة ظروف تشغيل عمليات المعالجة الهيدروجينية

على الرغم من فعالية خفض نسبة الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات في الديزل بتخفيف شدة ظروف التشغيل في عملية المعالجة الهيدروجينية إلا أن لهذا الإجراء أثر سلبي على كفاءة نزع الكبريت في الوحدة. وتعتمد إمكانية تطبيقه على مدى توفر طاقة كافية لعمليات المعالجة الهيدروجينية في المصفاة.

■ تغيير نوع اللقيم الداخل إلى عمليات المعالجة الهيدروجينية

يعتمد تركيز العطريات في الديزل على نوع النفط الخام المكرر في المصفاة، فعندما تتوفر إمكانية تغيير نوع النفط الخام المكرر يمكن أن تنخفض نسبة العطريات إلى القيمة المطلوبة.

■ إنشاء وحدات معالجة هيدروجينية متطورة

ساهمت التطورات العلمية الحديثة في تصميم عمليات معالجة هيدروجينية جديدة تعتمد على مبدأ خفض العطريات إضافة إلى دورها الأساسي في خفض نسبة الكبريت، إلا أنها مازالت عالية التكلفة.

3-3: العوامل المؤثرة في إنتاج الوقود الأنظف

يحتاج مشروع إنتاج الوقود الأنظف إلى الكثير من الجهد والوقت، نظراً لكثرة العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار، وفيما يلي أهم العوامل المؤثرة في إنتاج الوقود الأنظف:

■ نوع النفط الخام المكرر

تختلف أنواع النفط الخام في نسب المنتجات الخفيفة والثقيلة والمكونات والشوائب التي تحتوي عليها كنسبة الكبريت والعطريات والأوليفينات، حيث تزداد الحاجة إلى طاقة عمليات المعالجة الهيدروجينية اللازمة لخفض محتوى الكبريت في وقود الديزل والغازولين كلما ارتفعت نسبة الكبريت في النفط الخام المكرر، وبالتالي تزداد التكاليف الاستثمارية اللازمة لإنتاج الوقود الأنظف، كما تزداد حاجة المصفاة إلى عمليات تعديل نسب العطريات والأوليفينات باختلاف نسبها في النفط الخام. يبين الجدول (4-3) مقارنة بين جودة بعض أنواع النفط الخام. (Venezia, C., 2014)

الجدول (4-3): مقارنة بين جودة بعض أنواع النفط الخام

باكين Bakken	إيغيل فورد Eagle Ford	غرب تكساس معتدل WTI	بوني خفيف Boney Lt	
42	45	40	35	درجة الجودة °API
0.2	0.4	0.33	0.15	الكبريت % وزناً
نسب المنتجات % حجماً				
3.5	3.8	1.5	1.7	القطعة الخفيفة
35.7	40.1	29.8	22.2	النافثا C5-165 م°
13	12.6	14.9	15.8	وقود نفاثات 235-165 م°
17.8	17.1	23.5	37.4	ديزل 360-235 م°
24.8	21.2	22.8	18.3	زيت غاز فراغي 540-360 م°
5.2	5.2	7.5	4.6	بواقي 540 + م°
تحليل النافثا C5-165 م° % حجماً				
23	21	38	51	نافثينات
13	11	12	12	عطريات

المصدر: Venezia, C., 2014

■ الطاقة التكريرية للمصفاة

تواجه المصافي الصغيرة الحجم مشكلة عدم تحمل تكاليف إنتاج الوقود الأنظف، وذلك بسبب ضعف الجدوى الاقتصادية من إنشاء وحدات معالجة هيدروجينية بطاقة إنتاجية منخفضة، لأنها لا تستفيد من اقتصاد الحجم الذي يميز المصافي ذات الطاقة التكريرية العالية.
(Birch, C., & Ulivieri, K., 2000)

■ درجة تعقيد المصفاة

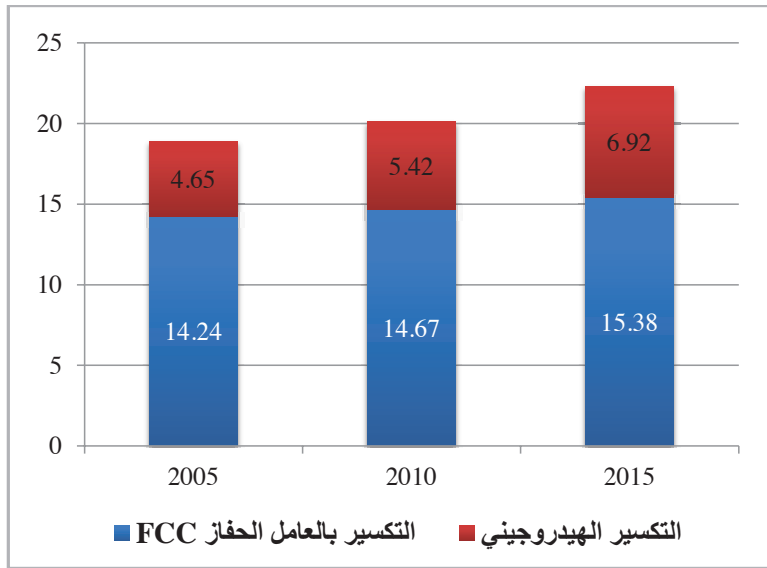
تقاس درجة تعقيد المصفاة بنسبة طاقة العمليات التحويلية، كعمليات التكسير الهيدروجيني، والتكسير بالعامل الحفاز المائع FCC، وعمليات المعالجة الهيدروجينية، إلى طاقة تقطير النفط الخام. فكلما كانت درجة تعقيد المصفاة مرتفعة تزداد قدرة المصفاة على إنتاج مشتقات بترولية بمواصفات عالية الجودة بتكاليف تشغيل أقل، فضلاً عن ارتفاع قدرتها على تكرير أنواع مختلفة من النفط الخام، كالنفوط الثقيلة والحامضية الرخيصة الثمن.

■ نوع عمليات التكرير في المصفاة

تختلف قدرة مصافي النفط على تلبية متطلبات المواصفات القياسية لجودة مواصفات الوقود الأنظف باختلاف نوع عمليات التكرير، فعلى سبيل المثال، عندما تعتمد المصفاة على عمليات التكسير بالعامل الحفاز المائع FCC لتحويل القطفات الثقيلة إلى منتجات خفيفة عالية القيمة فإنها تحتاج إلى تكاليف استثمارية عالية لإنشاء وحدات جديدة لنزع الكبريت من الغازولين والديزل، مقارنة بالمصفاة التي تعتمد على عمليات التكسير الهيدروجيني التي تقوم بدور نزع الكبريت إضافة إلى تفاعلات تكسير القطفات الثقيلة. **الشكل (3-6)** تطور

طاقة عمليات التكسير الهيدروجيني والتكسير بالعامل الحفاز المائع
في العالم خلال الفترة (2005-2015)

الشكل (3-6): تطور طاقة عمليات التكسير الهيدروجيني والتكسير بالعامل الحفاز المائع في العالم خلال الفترة (2005-2015)
(مليون ب/ي)



المصدر: أوابك، تقرير الأمين العام السنوي (2005، 2010، 2015)

■ مرونة تعديل هيكل إنتاج المصفاة من المشتقات البترولية

عند إضافة طاقات جديدة لعمليات المعالجة الهيدروجينية أو العمليات التحويلية، كوحدة التكسير الهيدروجيني والتكسير بالعامل الحفاز، تتغير نسب بعض منتجات المصفاة، وقد لا يتوافق التغيير المحتمل مع التزامات تلبية الطلب المحلي على بعض المنتجات التي تتأثر بعمليات التحويل، لذلك يجب إجراء دراسة دقيقة لتحديد انعكاسات الوحدات التحويلية الجديدة على نسب المنتجات، واختيار الحلول التي تلائم الظروف الخاصة بالمصفاة.

■ نوع التكنولوجيا المتبعة في عمليات التكرير

تختلف قدرة المصفاة على تلبية متطلبات إنتاج الوقود الأنظف باختلاف درجة تطور التكنولوجيا المستخدمة في عمليات التكرير، فعلى سبيل المثال، عندما تمتلك المصفاة وحدة تهذيب للنافثا بطريقة التنشيط المستمر¹ CCR تستطيع التحكم بالرقم الأوكتاني ونسبة العطريات في نافثا التهذيب بدرجة أعلى، وبتكلفة أدنى من المصفاة التي تمتلك وحدة تهذيب بطريقة التنشيط المتقطع Semi-Regeneration. كما تتميز وحدة التهذيب بطريقة التنشيط المستمر بمرونة تعديل نسبة إنتاج الهيدروجين كمنتج ثانوي لتفاعلات تهذيب النافثا بما يتناسب مع حاجة المصفاة مع المحافظة على كفاءة عمل الوحدة في رفع الرقم الأوكتاني للغازولين. (Birch, C., &Ulivieri, K., 2000)

كما تتأثر قدرة المصفاة على إنتاج الوقود الأنظف بمدى تطبيق التطورات التي تطرأ على عمليات التكرير نتيجة الأبحاث العلمية الحديثة، فعلى سبيل المثال، ساهمت التطورات الحديثة لعملية التكسير الهيدروجيني خلال الفترة 1960 إلى 2010 في إدخال العديد من التحسينات، كرفع كفاءة نزع الكبريت في الديزل المنتج من الوحدة، حيث أمكن تخفيض محتوى الكبريت من المجال 100-500 ج.ف.م إلى المجال 5-10 ج.ف.م، ورفع نسبة تكسير الجزيئات الثقيلة في اللقيم وتحويلها إلى منتجات خفيفة عالية القيمة من المجال 10-20% إلى 25-70%. يبين الجدول (3-5) تطور تكنولوجيا التكسير الهيدروجيني خلال الفترة (1960-2010)

¹ Continues Catalytic Reforming (CCR)

الجدول (3-5): تطور تكنولوجيا التكسير الهيدروجيني خلال الفترة (1960-2010)

2010	1960	خصائص وحدة التكسير الهيدروجيني
60 -50	20 -10	متوسط الطاقة الإنتاجية ألف ب/ي
3.0 -2.0	1.0 -0.5	نسبة الكبريت في اللقيم %وزناً
أعلى من 2000	1000 -500	محتوى النيتروجين في اللقيم (ج.ف.م)
70 -25	20 -10	نسبة تكسير اللقيم %
وقود نفاثات/ديزل	نافثا/وقود نفاثات	المنتجات الأساسية
5 -0.5	10 -0.5	محتوى الكبريت في النافثا المنتجة (ج.ف.م)
10 -5	500 -100	محتوى الكبريت في الديزل المنتج (ج.ف.م)

المصدر: Torchia, D., et al., 2012

■ إمكانية تعديل الوحدات القائمة

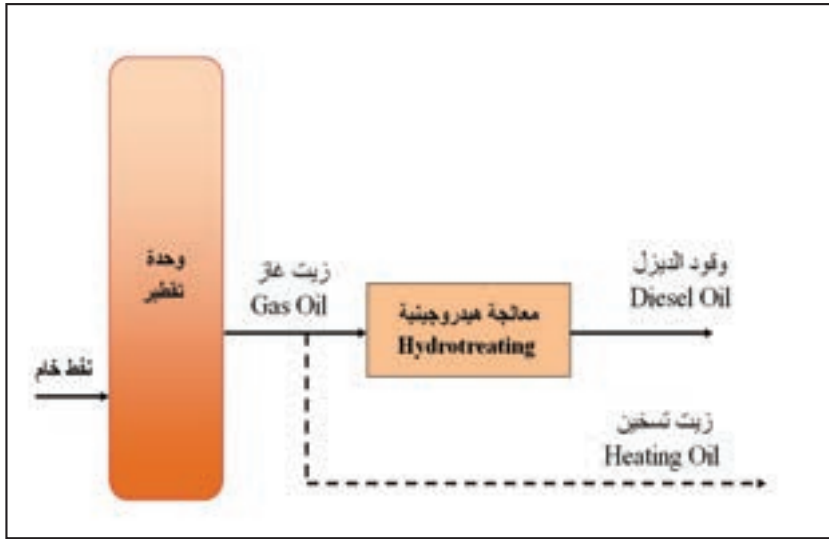
عند تعديل وتطوير الوحدات القائمة قد تواجه المصفاة مشكلة عدم توفر المساحة اللازمة لإضافة معدات جديدة تساعد على تحسين كفاءتها، فعلى سبيل المثال، يمكن إضافة مفاعل آخر في وحدة المعالجة الهيدروجينية لرفع طاقة نزع الكبريت من الوقود، إلا أن هذا الخيار يحتاج إلى مساحة مناسبة لتركيب المفاعل الجديد وملحقاته من أنابيب وأوعية ومضخات.

■ مرونة تعديل نسبة المنتجات

عندما لا تتوفر إمكانية إضافة طاقة عمليات جديدة لتلبية متطلبات معايير الوقود الأنظف تلجأ بعض المصافي إلى خفض كمية إنتاج الوقود العالي الجودة بما يتوافق مع طاقة وحدات المعالجة الهيدروجينية، أو وحدات رفع الرقم الأوكتاني للغازولين، وتحويل الباقي إلى منتجات أخرى. فعلى سبيل المثال، عندما لا تتوفر في المصفاة طاقة

معالجة كافية لنزع الكبريت من وقود الديزل، يمكن تحويل جزء من زيت الغاز اللقيم الداخل إلى وحدة المعالجة الهيدروجينية ومزجه مع منتج زيت التسخين Heating Oil، وتحدد كمية التحويل بما يتوافق مع طاقة وحدة المعالجة الهيدروجينية، ونسبة الكبريت المطلوب تخفيضها في وقود الديزل، وإمكانية تصريف الكمية الفائضة من زيت التسخين إلى الأسواق المحلية أو الخارجية. يبين الشكل (7-3) مخطط تغيير معدل إنتاج وقود الديزل تبعاً لكفاءة وحدة المعالجة الهيدروجينية.

الشكل (7-3): مخطط تغيير معدل إنتاج الديزل تبعاً لكفاءة وحدة المعالجة الهيدروجينية



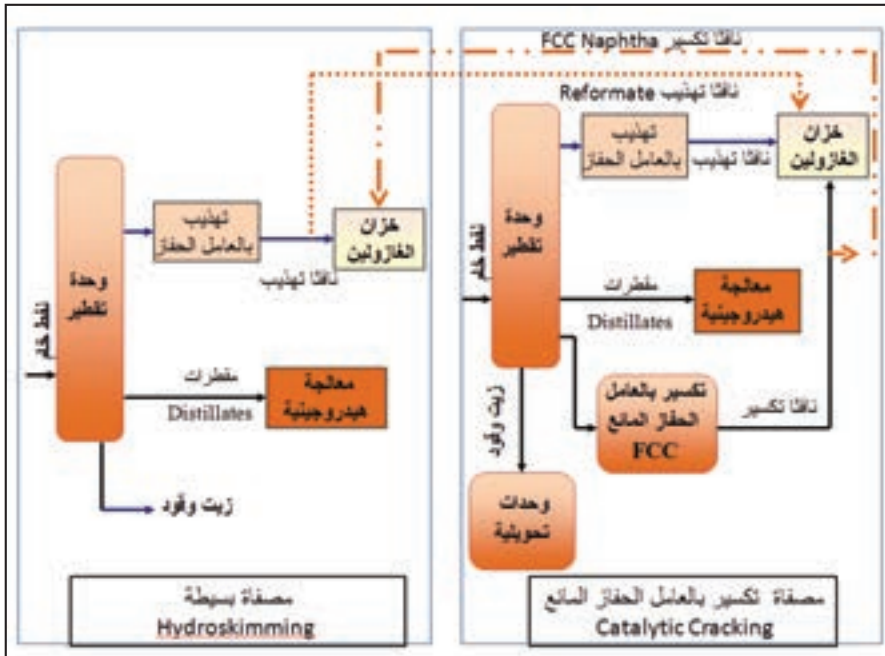
المصدر: أوابك، إدارة الشؤون الفنية

■ التكامل بين المصافي المتجاورة

عند وجود عدة مصافي متجاورة تختلف فيما بينها بنوع عمليات التكرير، أو التكنولوجيا المستخدمة، يمكن اللجوء إلى تبادل بعض المنتجات أو اللقائم فيما بينها لتكامل ما تحتاجه من منتجات قد تكون فائضة لدى المصفاة الأخرى، وبذلك تتخفض تكاليف إنتاج الوقود الأنظف على

المصفايتين. فعلى سبيل المثال، يمكن للمصفاة البسيطة Hydroskimming Refinery التي لا تمتلك وحدات تحويلية أن تتغلب على صعوبات تلبية متطلبات المواصفات القياسية لجودة الغازولين الخاصة بالحد الأقصى لنسبة العطريات 35% حجماً، وذلك من خلال مبادلة نافثا التهذيب Reformat في مصفاة أخرى، فتستخدمها لتخفيف تركيز العطريات في منتج الغازولين، بينما تستفيد المصفاة الثانية في رفع إنتاجها من الغازولين من خلال حصولها على نافثا التهذيب من المصفاة الأولى. يبين الشكل (8-3) مخطط تكامل منتجات مصفاة نפט لتلبي متطلبات المواصفات القياسية للغازولين. (Birch, C., & Olivieri, K., 2000)

الشكل (8-3): مخطط تكامل منتجات مصفاة نפט لتلبية متطلبات المواصفات القياسية للغازولين



المصدر: أوبك، إدارة الشؤون الفنية

■ توفر النفط الخام

عندما يتوفر النفط الخام اللقيم في منطقة قريبة من موقع المصفاة تنخفض تكاليف النقل والتفريغ في موانئ الاستقبال، مما يساهم في خفض تكاليف التشغيل، وبالتالي تزداد قدرة المصفاة على مواجهة تكاليف إنتاج الوقود الأنظف.

■ الدعم الحكومي

يساهم الدعم الحكومي للهيئات ذات العلاقة، وخاصة مصافي النفط في دفعها نحو إنتاج الوقود الأنظف، وذلك من خلال تقديم التمويل اللازم لمشاريع التطوير أو لإنشاء العمليات الجديدة التي تمكنها من تلبية متطلبات المواصفات القياسية لجودة الوقود، وتذليل الصعوبات التي تواجهها. كما أن لسياسات الإعفاء الضريبي، أو دعم أسعار الوقود الأنظف دور مهم في تفعيل برامج إنتاج الوقود الأنظف.

(Blumberg, K., et, al., 2003)

3-4: انعكاسات إنتاج الوقود الأنظف على صناعة تكرير النفط

قبل البدء بتطبيق متطلبات المواصفات القياسية لجودة الوقود الأنظف يجب دراسة التكاليف المحتملة، والفوائد التي يمكن الحصول عليها نتيجة إدخال أية تعديلات جديدة، وإجراء تقييم دقيق لانعكاسات تلك التعديلات على كل من صناعة التكرير والمؤسسات الحكومية، وأية جهة أخرى يمكن أن يكون لها علاقة بالعملية.

إن إدخال أي تغيير على مواصفات الوقود له انعكاسات ايجابية وأخرى سلبية على كل من مصافي النفط والمركبات التي تستخدم الوقود، سواء كان هدف التغيير هو زيادة كمية الإنتاج، أو تحسين أداء محرك المركبة كرفع الرقم الأوكتاني للغازولين، أو كان الهدف تخفيض الأثر

البيئي لاستخدام الوقود، كتحديد حد أقصى لنسبة العطريات. كما أن أي تغيير جديد في مواصفات الوقود قد يؤدي إلى خلق صعوبات جديدة قد تؤدي إلى حدوث خلل في التوازن بين المواصفات البيئية للوقود وخصائص أدائه، وهذا يؤكد على أهمية دور التكامل بين مساري تطوير محركات المركبات لتحسين أدائها وتحسين مواصفات الوقود المستخدم. فعلى سبيل المثال، أشارت دراسة أجرتها وكالة حماية البيئة الأمريكية عام 2003 أن استخدام وقود الديزل الحاوي على نسبة كبريت منخفضة جداً ULSD في المركبات التي لا تستخدم فيها أجهزة معالجة غازات العادم يساهم في خفض انبعاثات الجسيمات الدقيقة بمعدل 5-9%، بينما ترتفع النسبة إلى حوالي 90% في حالة استخدام نفس الوقود في المركبات المزودة بأجهزة معالجة الانبعاثات. (EPA, 2003)

كما يجب دراسة كافة الآثار المحتملة من إجراء أي تغيير في المواصفات القياسية لجودة وقود النقل على فرص تصدير المنتجات إلى الأسواق المجاورة أو الخارجية، أو الحاجة إلى تعديل القوانين والتشريعات البيئية النافذة، أو تعديل طريقة المراقبة لرصد مدى الالتزام بالمواصفات القياسية الجديدة المعتمدة. (Row, J., & Doukas, A., 2008)

تختلف درجة تأثير المصفاة بمتطلبات إنتاج الوقود الأنظف تبعاً لعوامل عديدة، كحجم المصفاة ونوع عمليات التكرير، ومعامل تعقيدها Complexity Index. وقد سجلت العديد من حالات إغلاق مصافي النفط في العالم نتيجة عدم قدرتها على مواجهة متطلبات المعايير الصارمة لإنتاج الوقود الأنظف، وخاصة في كل من منطقتي الولايات المتحدة الأمريكية، وأوروبا الغربية. وفيما يلي أهم انعكاسات إنتاج الوقود الأنظف على مصافي النفط.

■ إضافة أعباء مالية مكلفة

لكي تتمكن المصفاة من إنتاج الوقود الأنظف قد تحتاج إلى تخصيص استثمارات باهظة التكلفة لإنشاء وحدات أو تركيب معدات جديدة، أو تعديل وتطوير الوحدات القائمة، وقد لا تتمكن المصفاة من الحصول على التمويل الكافي لتنفيذها.

■ تغيير ظروف عمل الوحدة المنتجة للهيدروجين

قد تحتاج المصفاة إلى تعديل ظروف تشغيل الوحدات المنتجة للهيدروجين كمنتج جانبي مثل وحدة تهذيب الناftا بالعامل الحفاز بهدف تخفيض نسبة العطريات في منتج الغازولين فينتج عن ذلك انخفاض كمية الهيدروجين المنتج من هذه الوحدة. عندئذ يجب إعادة النظر في كمية الهيدروجين المنتج والبحث عن مصادر أخرى إما الاستيراد من خارج المصفاة، أو إنشاء وحدات جديدة لإنتاج الهيدروجين، والتي تتميز بارتفاع تكاليف الإنشاء والتشغيل. (AFPM, 2014)

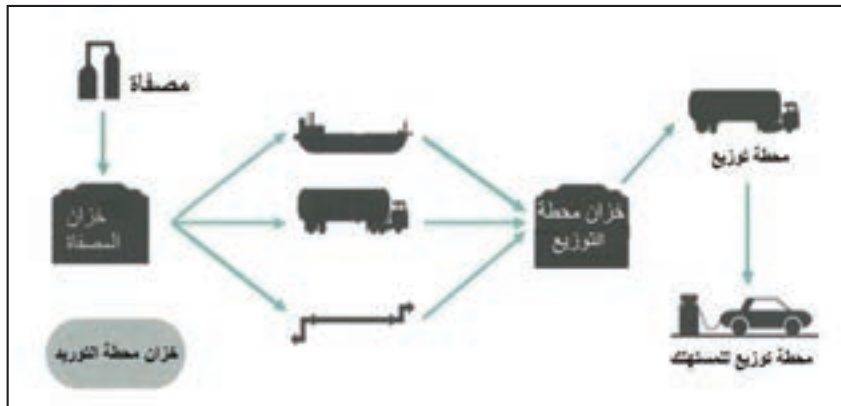
■ تغيير ظروف عمل شبكات تخزين ونقل وتوزيع المنتجات البترولية

تبدأ رحلة نقل المنتجات البترولية من مستودعات تخزين المنتجات النهائية في المصفاة إلى محطة التجميع الرئيسية، عبر السفن أو القطارات، أو خطوط الأنابيب، أو الناقلات البرية، ومنها تنقل المنتجات إلى محطات التعبئة للمستهلك، عبر الناقلات البرية. يبين الشكل (3-9) مخطط توزيع المنتجات البترولية من المصفاة وحتى محطات التوزيع بالتجزئة.

ف عند تعديل خصائص أحد المنتجات قد تتغير مواصفاته عن القيم المحددة عند خزانات التجميع الرئيسية في المصفاة بسبب اختلاط المنتج ببعض محتويات الخطوط والخزانات الفرعية.

كما يمكن أن تتعرض الشبكات إلى مخاطر تسرب المنتجات إلى التربة، فعلى سبيل المثال، قد ينشأ عن استخدام الأوكسجينات مشكلة تلوث المياه الجوفية في حال حدوث تسرب للمواد من الخزانات وشبكات خطوط الأنابيب.

الشكل (9-3): مخطط توزيع المنتجات البترولية من المصفاة وحتى محطات التوزيع بالتجزئة



■ تغير الميزان المادي للمصفاة

قد ينتج عن إجراءات تحسين خصائص الوقود أن تزيد أو تنخفض كمية بعض منتجات المصفاة، وفيما يلي بعض الأمثلة:

(Bandivadekar, A., & Bansal, G., 2012)

✓ زيادة كمية نافثا التهذيب Reformate المنتجة من وحدة التهذيب بالعامل الحفاز، نتيجة تخفيض شدة شروط التفاعل لتحقيق متطلبات مواصفة نسبة العطريات والبنزين العطري.

✓ ارتفاع كمية الغازولين النهائي نتيجة إضافة المركبات الأوكسجينية مثل ميثيل ثلاثي بيوتيل إيثير MTBE الذي يستورد غالباً من خارج المصفاة.

✓ انخفاض كمية الغازولين النهائي نتيجة خفض فرص حقن غاز البيوتان في منتج الغازولين، بهدف تعديل الضغط البخاري بما يتوافق مع المواصفات المطلوبة.

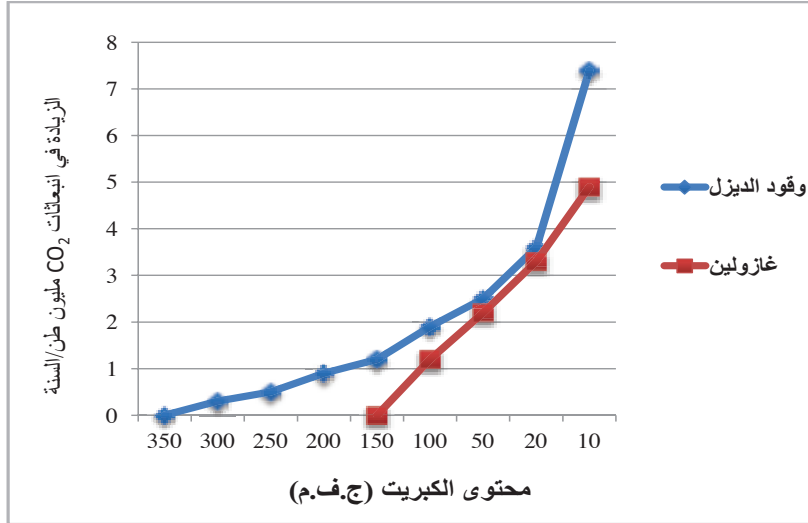
■ تعديل مواصفات المنتجات الثقيلة

قد تلجأ مصافي النفط إلى نقل الأجزاء الثقيلة من وقود النقل إلى منتجات أخرى لتعديل نهاية الغليان أو خفض نسبة الكبريت. لذلك يفضل اتخاذ كافة الإجراءات الممكنة لتفادي تحويل الكبريت المستخلص من أحد المنتجات إلى منتج آخر، كأن يتم تركيز الكبريت في زيت الوقود الثقيل المستخدم كوقود في الناقلات البحرية، وذلك من خلال البحث عن بدائل أخرى غير ضارة بالبيئة. (Blumberg, K., et al., 2003)

■ ارتفاع معدل انبعاثات مصافي النفط

تزداد حاجة مصافي النفط إلى عمليات جديدة لتحسين مواصفات المنتجات بما يتوافق مع متطلبات المواصفات القياسية للوقود الأنظف، كعمليات المعالجة الهيدروجينية التي تستهلك كميات كبيرة من الهيدروجين، إضافة إلى الوقود المستخدم في هذه العملية، وهذا بالتالي ينعكس على معدل انبعاثات الوقود في المصفاة، فكلما ارتفعت جودة مواصفات الوقود المنتج ترتفع كمية الانبعاثات التي تطرحها المصفاة إلى البيئة. يبين الشكل (10-3) علاقة نسبة الكبريت في الغازولين والديزل بمعدل انبعاثات الكربون في المصافي الأوروبية.

الشكل (3-10): علاقة نسبة الكبريت في الغازولين والديزل بمعدل انبعاثات الكربون في المصافي الأوروبية



المصدر: Reinaud, J., 2005

تغيير ميزان التبادل التجاري

إن تغيير مواصفات الوقود ينتج عنه تباين في المواصفات القياسية لجودة الوقود السائدة في الدول المجاورة، يمكن أن يؤثر ذلك سلباً على حركة تبادل الوقود بين هذه الدول، سواء من حيث الاستيراد أو التصدير. (Row, J., & Doukas, A., 2008)

يتبع الجزء الثاني في العدد القادم 160

يشتمل الجزء الثاني من الدراسة على الفصلين الرابع والخامس وأهم الاستنتاجات والتوصيات، يتناول الفصل الرابع التطور التاريخي للمواصفات القياسية الوطنية لوقود النقل في الدول الاعضاء في أوابك، ومقارنة القيم الحالية للمواصفات القياسية للغازولين والديزل مع المواصفة الأوروبية «يورو-V» والتحديات التي تعترض مصافي النفط في إنتاج الوقود الأنظف، وأهم الخطط المستقبلية والإجراءات المتخذة لتمكين المصافي من تلبية متطلبات إنتاج الوقود الأنظف.

كما يتناول الفصل الخامس أهم المراحل التي مرت بها عملية إعداد ومراجعة المواصفات القياسية لوقود النقل، في كل دولة من الدول الأعضاء في أوابك، ومقارنة المواصفات القياسية الحالية مع المعايير المتبعة في العالم، والدوافع التي تقف وراء إنتاج الوقود الأنظف، والإجراءات المخطط تنفيذها لتمكين المصافي من الوصول إلى المستويات العالمية.

وفي الختام تستعرض الدراسة بعض الاستنتاجات والدروس المستفادة، وأهم التوصيات التي يمكن أن تساهم في تطوير إنتاج الوقود الأنظف في الدول الأعضاء في أوابك.

البحث الثاني

مزيج الطاقة في الدول الأعضاء في منظمة أوبك: الواقع الحالي وفرص التنوع

الطاهر الزيتوني *

ملخص تنفيذي

يتركز في الدول الأعضاء في منظمة أوبك أكثر من نصف الاحتياطيات العالمية المؤكدة من النفط، وأكثر من ربع الاحتياطيات العالمية المؤكدة من الغاز الطبيعي. وفي نفس الوقت، تتمتع الدول الأعضاء بإمكانات هائلة من موارد الطاقات المتجددة، خاصة طاقة الرياح والطاقة الشمسية اللتان تتوفران في العديد من المواقع الواعدة في عدد من الدول الأعضاء. ومع ذلك، لاتزال معظم الدول الأعضاء تعتمد بشكل شبه كامل على النفط والغاز الطبيعي لتلبية الإحتياجات المحلية من الطاقة، ولا تستغل المصادر المتوفرة من الطاقات المتجددة الاستغلال الأمثل، ولا تعكس مساهمة هذه المصادر في مزيج الطاقة بالدول الأعضاء حقيقة الإمكانات المتاحة منها.

وخلال السنوات الأخيرة، بدأ يبرز خيار التوجه نحو استغلال مصادر الطاقة المتجددة المتاحة، ونقل التقنيات الخاصة بها إلى الدول الأعضاء كخيار استراتيجي للدول الأعضاء بهدف تأمين وتنويع مصادر الطاقة لديها، وإرساء صناعتها محلياً، ومن ثم تسويقها إقليمياً في بادئ الأمر، فعالمياً في مرحلة لاحقة؛ لتشكل رافداً قوياً للمصادر البترولية وتساهم في تعزيز مصادر الدخل عبر تحرير المزيد من النفط والغاز من أجل التصدير.

وقد أعلنت بعض الدول الأعضاء أهدافها المستقبلية لمساهمة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة ببلدانها بنسب تراوحت ما بين 4.3% إلى 40%، للمساهمة إما كنسبة من الطاقة الكهربائية المنتجة أو كنسبة من الطاقة الأولية. كما أعلنت بعض الدول الأعضاء مؤخراً عن رغبتها في إضافة الطاقة النووية إلى مزيج الطاقة في بلدانها، وذلك لمواجهة الطلب المتنامي على الكهرباء، وتنويع مزيج الطاقة وتحرير المزيد من النفط والغاز للتصدير، وتعتبر الإمارات والسعودية ومصر من الدول الأعضاء التي حققت تقدماً باتجاه تحقيق أهدافها المقررة لإنشاء وتشغيل مفاعلات نووية محلية للأغراض السلمية.

ولتسليط الضوء على هذا الموضوع، تهدف هذه الدراسة إلى استعراض الواقع الحالي لمزيج الطاقة في الدول الأعضاء في منظمة أوبك و استطلاع ملامحه الرئيسية، واستشراف فرص التنوع في مزيج الطاقة في الدول الأعضاء وفق منظور الموارد المتاحة والأهداف المعلنة. وقد تناولت الدراسة هذا الموضوع من خلال ستة محاور رئيسية.

تناول المحور الأول التعريف بموقع الدول الأعضاء في منظمة أوبك في ميزان الطاقة العالمي، وتطرق المحور الثاني إلى استهلاك الطاقة في الدول الأعضاء، واستعرض المحور الثالث المزيج الحالي للطاقة في الدول الأعضاء، وخصص المحور الرابع لاستشراف الآفاق المستقبلية لمزيج الطاقة في الدول الأعضاء، وخصص المحور الخامس لاستعراض فرص التنوع في مزيج الطاقة في الدول الأعضاء، وقدم المحور السادس والأخير النتائج والتوصيات.

مزيج الطاقة في الدول الأعضاء في منظمة أوبك "الواقع الحالي وفرص التنوع"

مقدمة

تمتلك الدول الأعضاء في منظمة أوبك أهم مصادر الطاقة الاحفورية في العالم، فهي تستحوذ على أكثر من 55% من الاحتياطيات المؤكدة من النفط، وأكثر من 27% من الاحتياطيات المؤكدة من الغاز الطبيعي. وفي نفس الوقت، تستأثر الدول الأعضاء بحوالي 29% من الإنتاج العالمي للنفط، وحوالي 40% من الإنتاج العالمي من سوائل الغاز الطبيعي، ونحو 14.8% من الكميات المسوقة عالمياً من الغاز الطبيعي. وفي المقابل، تستهلك الدول الأعضاء حوالي ثلث إجمالي انتاجها من الطاقة، وبذلك فهي تمتلك فائضاً كبيراً من مصادر الطاقة، فحصنتها من إجمالي الصادرات العالمية من النفط الخام تصل إلى 40%، وحوالي 14.5% من إجمالي الصادرات العالمية من المنتجات النفطية، ونحو 17.7% من إجمالي الصادرات العالمية من الغاز الطبيعي.

وبالرغم من تمتع الدول الأعضاء بإمكانات هائلة من موارد الطاقات المتجددة، إلا أنها لم تستغل هذه المصادر الاستغلال الأمثل في معظم تلك الدول. فمساهمة الطاقات المتجددة في مزيج الطاقة في الدول الأعضاء لا تعكس حقيقة الإمكانيات المتاحة منها، خاصة طاقة الرياح والطاقة الشمسية اللتان تتوفران في العديد من المواقع الواعدة في عدد من الدول الأعضاء.

وتعتمد معظم الدول الأعضاء وبشكل شبه كامل على النفط والغاز الطبيعي لتلبية الاحتياجات المحلية من الطاقة حيث بلغت حصة هذين المصدرين حوالي 99% من إجمالي استهلاك مصادر الطاقة الأولية خلال عام 2015، ولم تتجاوز حصة المصادر الأخرى نسبة 1%. وبالنسبة للطاقات المتجددة، تشكل الطاقة الكهرومائية حصة 85.7% من إجمالي

الطاقات القصوي لقدرات توليد الكهرباء من الطاقات المتجددة في الدول الأعضاء، ويتركز انتاجها في أربع دول أعضاء، وهي مصر والعراق وسوريا ثم الجزائر. ولا يوجد في الوقت الحاضر أى محطة نووية لتوليد الكهرباء في الدول الأعضاء داخل الخدمة، حيث يتوقع أن تدخل أولى محطات توليد الكهرباء من الطاقة النووية الخدمة في الدول الأعضاء في دولة الإمارات العربية المتحدة عام 2017.

والجدير بالذكر، أنه هناك اهتمام متزايد في الدول الأعضاء بأهمية التوجه نحو تنويع مصادر الطاقة، بعد أن أثبتت دراسات عديدة أن المنطقة تتمتع بمصادر وفيرة من الطاقة المتجددة خاصة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، حيث تبرز التوجهات نحو خيار استغلال مصادر الطاقة المتجددة المتاحة، ونقل التقنيات الخاصة بها إلى الدول الأعضاء كخيار استراتيجي للدول الأعضاء لتأمين وتنويع مصادر الطاقة لديها، وإرساء صناعتها محلياً، ومن ثم تسويقها إقليمياً في بادئ الأمر، فعالمياً في مرحلة لاحقة؛ لتشكل رافداً قوياً للمصادر البترولية وتساهم في تعزيز مصادر الدخل عبر تحرير المزيد من النفط والغاز من أجل التصدير.

وقد أعلنت بعض الدول الأعضاء أهدافها المستقبلية لمساهمة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة ببلدانها بنسب تراوحت ما بين 4.3% إلى 40%، للمساهمة إما كنسبة من الطاقة الكهربائية المنتجة أو كنسبة من الطاقة الأولية. كما أعلنت بعض الدول الأعضاء مؤخراً عن رغبتها في إضافة الطاقة النووية إلى مزيج الطاقة في بلدانها، وذلك لمواجهة الطلب المتنامي على الكهرباء، وتنويع مزيج الطاقة وتحرير المزيد من النفط والغاز للتصدير، وتعتبر الإمارات والسعودية ومصر من الدول الأعضاء التي حققت تقدماً بإتجاه تحقيق أهدافها المقررة لإنشاء وتشغيل مفاعلات نووية محلية للأغراض السلمية.

تهدف هذه الدراسة إلى استعراض الواقع الحالي لمزيج الطاقة في الدول الأعضاء في منظمة أوبك و استطلاع ملامحه الرئيسية، واستشراف فرص التنوع في مزيج الطاقة في

الدول الأعضاء وفق منظور الموارد المتاحة والأهداف المعلنة. وقد تناولت الدراسة هذا الموضوع من خلال ستة محاور رئيسية.

تناول المحور الأول التعريف بموقع الدول الأعضاء في منظمة أوبك في ميزان الطاقة العالمي، لبيان أهميته من خلال المؤشرات الرئيسية المتمثلة في الاحتياطيات والإنتاج والصادرات من النفط والغاز، وقدم لمحة عن الموارد المتاحة من الطاقات المتجددة وحجم الإنتاج الحالي منها. وتطرق المحور الثاني إلى استهلاك الطاقة في الدول الأعضاء، وتم بيان تطور استهلاك إجمالي الطاقة وزيادة الطلب المحلي عليها، وتباين معدلات النمو داخل مجموعة الدول الأعضاء، وتزايد حصة الاستهلاك المحلي من الطاقة من إجمالي انتاجها، وارتفاع مؤشر متوسط استهلاك الفرد من الطاقة وكثافة الإستهلاك. واستعرض المحور الثالث، مزيج الطاقة في الدول الأعضاء، من حيث السمات الرئيسية لهيكل استهلاك الطاقة، والتي تمثلت في النمو القوي في معدل استهلاكها في الدول الأعضاء مقارنة بمناطق العالم الأخرى، والإعتماد الكبير على النفط والغاز الطبيعي، وتواضع مساهمة المصادر الأخرى، ثم تناول التطور التاريخي في استهلاك الغاز الطبيعي والنفط ومنتجاته بالدول الأعضاء خلال الفترة (1980-2015). وخصص المحور الرابع لاستشراف الآفاق المستقبلية لمزيج الطاقة في الدول الأعضاء، من خلال التوقعات المستقبلية لإستهلاك النفط والغاز الطبيعي في الدول الأعضاء و المشاريع والأهداف المستقبلية للتوسع في انتاج الطاقات المتجددة و الطاقة النووية، والآفاق المستقبلية لمزيج الطاقة العالمي وفي الدول الأعضاء. وخصص المحور الخامس لإستعراض فرص التنوع في مزيج الطاقة في الدول الأعضاء، ودواعي التوجه نحو التوسع في استغلال الموارد المتاحة من الطاقات المتجددة، وأهم عوائقه. وقدم المحور السادس والأخير النتائج والتوصيات.

أولاً: موقع الدول الأعضاء في منظمة أوبك في ميزان الطاقة العالمي

تتمتع الدول الأعضاء في منظمة أوبك بوفرة مصادر الطاقة الاحفورية على المستوى العالمي، فهي تملك أكثر من 55% من الاحتياطيات المؤكدة من النفط، وحوالي 27% من الاحتياطيات المؤكدة من الغاز الطبيعي. وفي نفس الوقت تستأثر هذه الدول بحوالي 29% من الإنتاج العالمي من النفط، ونحو 14.8% من الإنتاج العالمي من الغاز الطبيعي المسوق. وفي المقابل، تستهلك الدول الأعضاء حوالي ثلث إجمالي انتاجها من الطاقة، وبذلك فهي تمتلك فائضاً كبيراً من الطاقة.

ولم تحظى الطاقات المتجددة في الوقت الحاضر بالتواجد الذي يجب أن تكون عليه في معظم الدول الأعضاء، ولا تعكس مساهمتها في مزيج الطاقة بالدول الأعضاء حقيقة الإمكانيات المتاحة منها، خاصة طاقة الرياح والطاقة الشمسية اللتان تتوفران في العديد من المواقع الواعدة في عدد من الدول الأعضاء. وقد أثبتت العديد من الدراسات أن المنطقة تتمتع بمصادر وفيرة من الطاقة المتجددة خاصة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، حيث تقع معظم الدول الأعضاء في منطقة الحزام الشمسي، كما تتمتع معظم دولها بإمكانات جيدة في مجال طاقة الرياح لتوليد الكهرباء، علاوة على مصادر الطاقة المائية في بعض الدول التي تتوفر فيها المساقط المائية.

ولأجل توضيح الأهمية النسبية لموقع الدول الأعضاء في منظمة أوبك في ميزان الطاقة العالمي سوف يتم التطرق إلى مساهمتها في احتياطيات وإنتاج وتصدير مصادر الطاقة العالمية.

1. النفط

يشكل النفط الركيزة الأساس لموقع الدول الأعضاء في منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوبك) في ميزان الطاقة العالمي، فهي تملك أكثر من 55% من الاحتياطيات العالمية المؤكدة من النفط، وتنتج أكثر من 29% من الإنتاج العالمي من النفط الخام، وحوالي 40% من الإنتاج العالمي من سوائل الغاز الطبيعي¹، وتستحوذ على ما يقارب 40% من إجمالي الصادرات العالمية من النفط الخام وحوالي 14.5% من إجمالي الصادرات العالمية من المنتجات النفطية

1.1. الإحتياطيات

ترجع أهمية الدول الأعضاء في منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوبك) في سوق النفط الدولية بشكل رئيسي إلى حجم احتياطياتها النفطية الضخمة المؤكدة، كونها تستحوذ على أكثر من نصف الإحتياطيات النفطية المؤكدة في العالم.

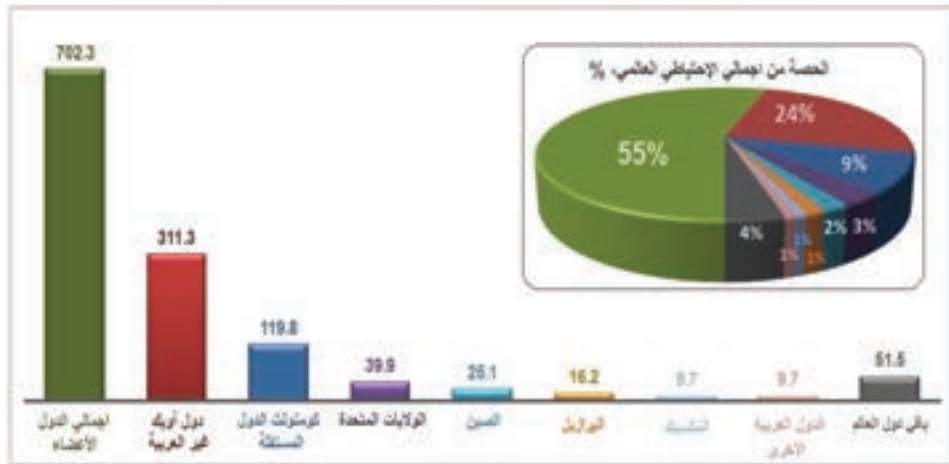
وتشير تقديرات عام 2015 إلى أن إجمالي الإحتياطيات النفطية المؤكدة بالدول الأعضاء في أوبك قد بلغت حوالي 702.3 مليار برميل، لتمثل حصتها ما نسبته 55% من إجمالي الإحتياطيات العالمية المؤكدة.

وبالمقارنة مع المجموعات الدولية الرئيسية في العالم، تجاوز إجمالي الإحتياطيات النفطية المؤكدة بالدول الأعضاء في أوبك أكثر من ضعفي إجمالي الإحتياطيات النفطية المؤكدة بدول أوبك غير العربية مجتمعة من النفط التقليدي المقدرة بحوالي 311.3 مليار برميل، وناهز إجمالي الإحتياطيات النفطية المؤكدة بالدول الأعضاء حوالي ستة أضعاف إجمالي الإحتياطيات النفطية المؤكدة بمجموعة كومنولث الدول المستقلة والمقدرة بحوالي

¹ سوائل الغاز الطبيعي: هي تلك الأجزاء من الغاز التي تستخلص كسوائل في أجهزة الفصل ومرافق الحقل وحدات معالجة الغاز ، وتشمل الإيثان والبروبان والبيوتان ومكثفات أخرى.

119.8 مليار برميل، وحوالي 18 ضعفاً لإجمالي الإحتياطيات النفطية المؤكدة بالولايات المتحدة الأمريكية متضمناً زيت السجيل المقدرة بحوالي 39.9 مليار برميل، ويوضح الشكل التالي التوزيع الجغرافي لإحتياطيات النفط العالمية المؤكدة لعام 2015:

التوزيع الجغرافي لإحتياطيات النفط العالمية المؤكدة خلال عام 2015، مليار برميل

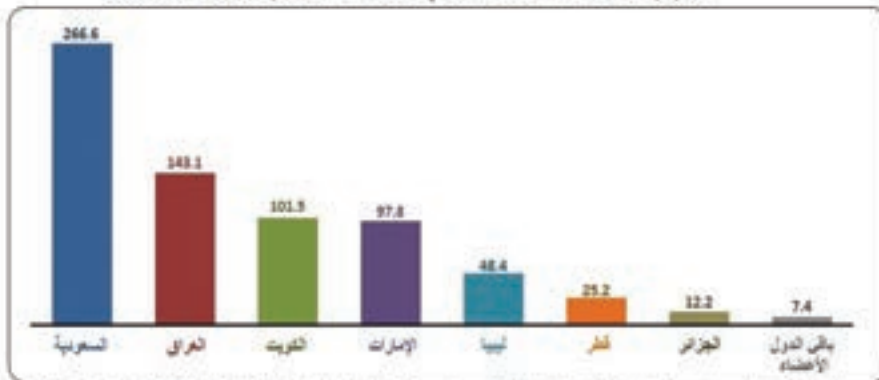


- المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي، أوابك 2015.
- احتياطيات دول أوبك غير العربية لا تشمل احتياطيات النفط الثقيلة جدا والبيثومين في فنزويلا.
 - احتياطيات باقي دول العالم لا تشمل احتياطيات النفط غير التقليدية الكندية، ومنها الاحتياطي الموجود في رمال القار.
 - احتياطيات الولايات المتحدة تتضمن احتياطيات زيت السجيل.

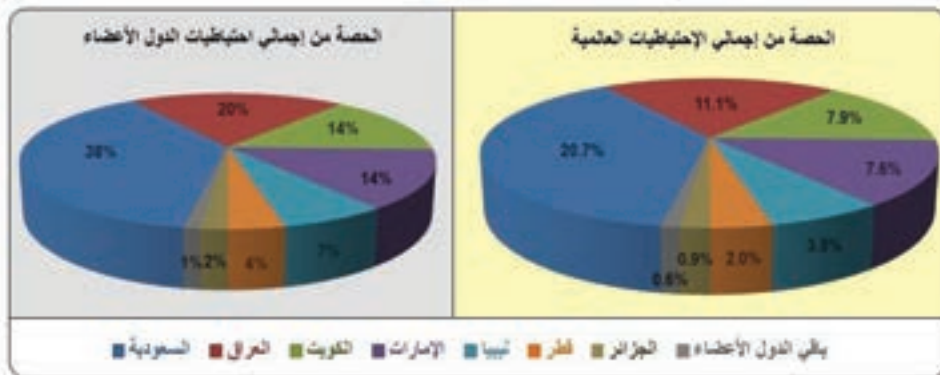
أما بالنسبة لتوزيع احتياطيات النفط للدول الأعضاء، يتركز حوالي 38% من إجمالي الإحتياطيات النفطية المؤكدة للدول الأعضاء بالمملكة العربية السعودية التي تقدر إحتياطياتها منه بحوالي 266.6 مليار برميل، مشكلة ما نسبته 20.7% من إجمالي الإحتياطيات العالمية المؤكدة لعام 2015، بينما تقدر الإحتياطيات النفطية المؤكدة للعراق بحوالي 143.1 مليار برميل، أي ما يزيد عن خمس إجمالي الإحتياطيات النفطية المؤكدة للدول الأعضاء، وما نسبته 11.1% من إجمالي الإحتياطيات العالمية المؤكدة لعام 2015، بينما تستحوذ الكويت على حوالي 14.4% والإمارات على حوالي 13.9% من إجمالي الإحتياطيات النفطية المؤكدة

للدول الأعضاء، في حين بلغت حصة ليبيا حوالي 6.9% وتوزعت باقي الحصة البالغة حوالي 6.4% على باقي الدول الأعضاء، ويوضح الشكل والجدول التاليين حجم الإحتياطيات النفطية المؤكدة في الدول الأعضاء وحصة كل دولة من إجمالي احتياطيات الدول الأعضاء لعام 2015:

حجم الإحتياطيات النفطية المؤكدة في الدول الأعضاء لعام 2015، مليار برميل



حصة الدول الأعضاء من إجمالي احتياطياتها النفطية ومن إجمالي الإحتياطيات النفطية العالمية المؤكدة لعام 2015، %



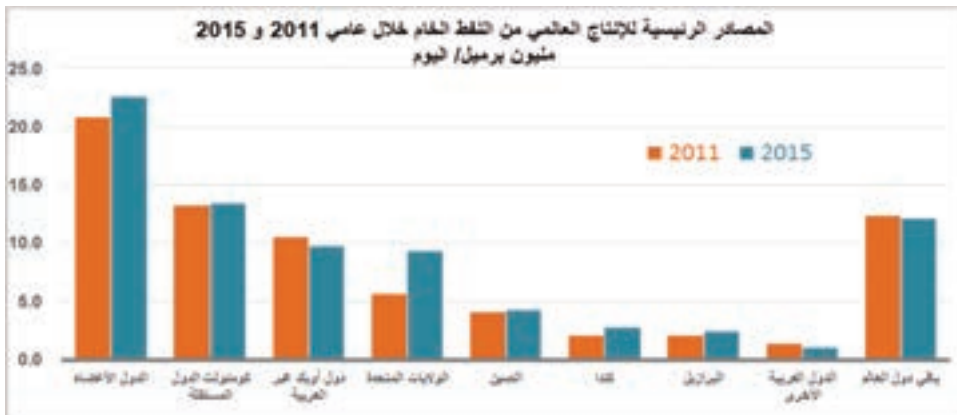
الدولة	السعودية	العراق	الكويت	الإمارات	ليبيا	قطر	الجزائر	مصر	سورية	تونس	البحرين	إجمالي الدول الأعضاء
حجم الإحتياطيات (بمليار برميل)	266.6	143.1	101.5	97.8	48.4	25.2	12.2	4.8	2.5	0.4	0.1	702.3

المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي، 2015.
(* احتياطيات كل من السعودية والكويت تشمل نصف احتياطي المنطقة المقسومة.)

2.1. إنتاج النفط الخام وسوائل الغاز الطبيعي

ارتفع إجمالي إنتاج النفط الخام للدول الأعضاء مجتمعة من حوالي 20.9 مليون برميل/اليوم في عام 2011 ليصل إلى 22.7 مليون برميل/اليوم في عام 2015 وذلك بزيادة حوالي 8.6% ليشكل نسبة 29.1% من إجمالي الإنتاج العالمي من النفط الخام خلال عام 2015.

وقد ارتفع إجمالي الإنتاج العالمي من النفط الخام بحوالي 5.5 مليون برميل/اليوم خلال الفترة (2011-2015)، بحيث كانت الزيادة في إنتاج الولايات المتحدة من النفط الصخري والبالغة حوالي 3.8 مليون برميل/اليوم المصدر الرئيسي للزيادة في إجمالي الإنتاج العالمي من النفط الخام، بينما ساهمت الدول الأعضاء بحوالي ثلث الزيادة في إجمالي الإنتاج العالمي من النفط الخام خلال هذه الفترة، وبدرجة أقل، ساهمت الزيادة في إنتاج كندا والبرازيل ودول كومونولث الدول المستقلة في إجمالي الزيادة في الإنتاج العالمي من النفط الخام خلال الفترة (2011-2015)، بينما شهد إجمالي إنتاج دول أوبك غير العربية وباقي دول العالم الأخرى تراجعاً بنسب متفاوتة خلال هذه الفترة، كما هو موضح بالشكل والجدول التاليين:

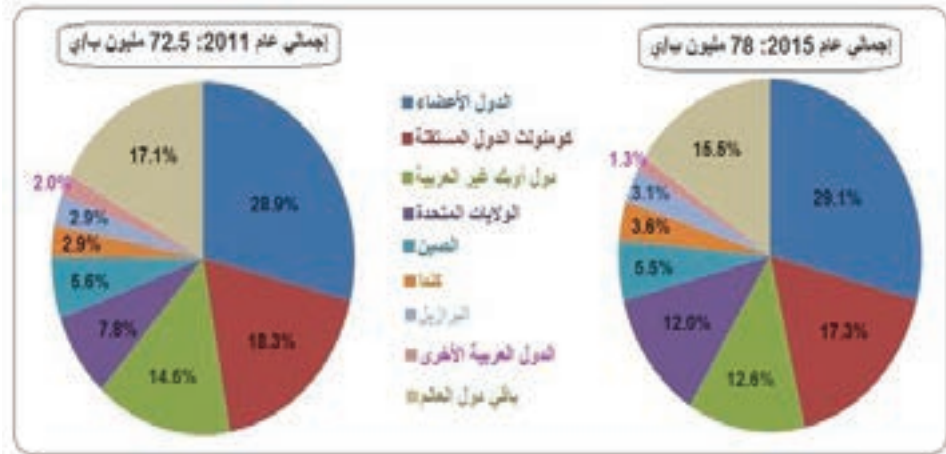


إجمالي العالم	باقي دول العالم	الدول العربية الأخرى	البرازيل	كندا	الصين	الولايات المتحدة	دول أوبك غير العربية	كومنولث الدول المستقلة	الدول الأعضاء	
78.0	12.1	1.0	2.4	2.8	4.3	9.4	9.8	13.5	22.7	*2015
72.5	12.4	1.4	2.1	2.1	4.1	5.6	10.6	13.3	20.9	2011
5.5	0.3 -	0.4 -	0.3	0.7	0.2	3.8	0.8 -	0.2	1.8	حجم التغير

المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتروك (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي، 2015.

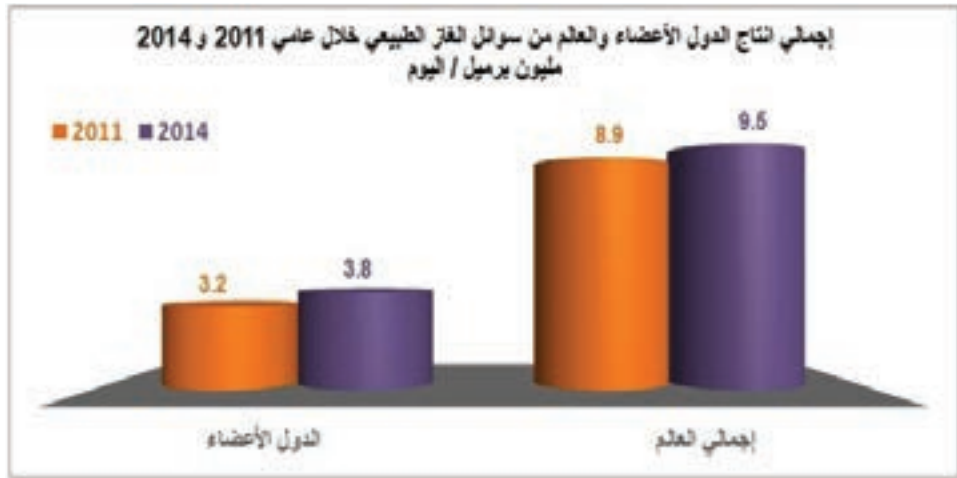
وكنتيجة لذلك، استقرت حصة الدول الأعضاء عند مستوى 29.1% من إجمالي الإنتاج العالمي من النفط الخام خلال عام 2015، مرتفعة بحوالي 0.2% مقارنة بحصتها لعام 2011، لتتصدر بذلك المصادر الرئيسية لإنتاج النفط الخام في العالم. وفي المقابل، قفرت حصة الولايات المتحدة الأمريكية من إجمالي الإنتاج العالمي من النفط الخام من 7.8% خلال عام 2011 إلى 12% خلال عام 2015، في حين ارتفعت مساهمة كندا والبرازيل بحوالي 0.7% و 0.2% من إجمالي الإنتاج العالمي من النفط الخام خلال الفترة (2011-2015)، في حين شهدت كل المجموعات الدولية الأخرى تراجعاً بنسب متفاوتة في حصصها من إجمالي الإنتاج العالمي من النفط الخام خلال هذه الفترة كما هو موضح بالشكل التالي:

توزع الإجمالي العالمي لإنتاج النفط الخام خلال عامي 2011 و 2015، (%)



المصدر: الجدول السابق.

وشهد إجمالي إنتاج الدول الأعضاء من سوائل الغاز الطبيعي ارتفاعاً بحوالي 600 ألف برميل/اليوم ما بين عامي 2011 و 2014 من حوالي 3.2 مليون برميل/اليوم في عام 2011 ليصل إلى 3.8 مليون برميل/اليوم في عام 2014 ، أي بزيادة قدرها حوالي 18.8%، كما ارتفع إجمالي الإنتاج العالمي بنفس القدر من حوالي 8.9 مليون برميل/اليوم في عام 2011 ليصل إلى 9.5 مليون برميل/اليوم في عام 2014، لترتفع حصة الدول الأعضاء من إجمالي الإنتاج العالمي من سوائل الغاز الطبيعي من حوالي 35.9% في عام 2011 إلى حوالي 40% في عام 2014، ويوضح الشكل التالي إجمالي إنتاج الدول الأعضاء والعالم من سوائل الغاز الطبيعي خلال عامي 2011 و 2014:



المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي، 2015.

3.1. الصادرات النفطية

تبرز أهمية موقع الدول الأعضاء في ميزان الطاقة العالمي في كونها المزود الأول لأسواق النفط العالمية باحتياجاتها من النفط، حيث بلغ إجمالي صادراتها النفطية (نفط خام ومنتجات) خلال عام 2014 حوالي 19.7 مليون برميل/اليوم، لتشكل حصتها 29.7% من إجمالي الصادرات النفطية العالمية، متجاوزة بذلك إجمالي الصادرات النفطية لمجموعتي دول أوروبا الشرقية والغربية مجتمعين، واللذان احتلنا المرتبة الثانية والثالثة ضمن المجموعات الدولية الرئيسية من حيث حجم الصادرات النفطية بحصة بلغت 15.4% و 12.5% على التوالي. كما تجاوزت حصة الدول الأعضاء مجموع حصص دول أمريكا الشمالية وأمريكا اللاتينية و باقي دول أفريقيا مجتمعة، حيث بلغت حصص هذه المجموعات الدولية الرئيسية من إجمالي الصادرات النفطية العالمية 10.4% و 9.4% و 7.4% على التوالي خلال عام 2014، الأمر الذي يبرز بشكل واضح دور الدول الأعضاء في تجارة النفط العالمية، كما هو موضح بالشكل والجدول التاليين:

توزيع إجمالي الصادرات النفطية حسب المجموعات الدولية الرئيسية خلال عام 2014، مليون برميل/يوم

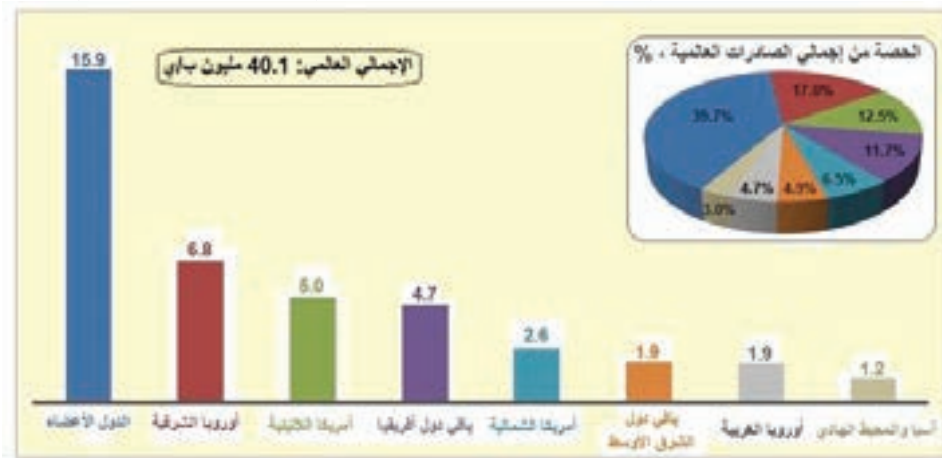


الدول الأعضاء	أوروبا الشرقية	أوروبا الغربية	أوروبا الغربية	أمريكا الشمالية	أمريكا الشمالية	أوروبا الغربية	باقي دول أفريقيا	الدول الأعضاء
إجمالي دول العالم	19.7	10.2	8.3	7.4	6.9	6.2	4.9	2.7

المصدر: - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول (أوابك)، بنك المعلومات.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول (أوابك)، التقرير الإحصائي السنوي 2015.

ويبرز الوزن الاستراتيجي للدول الأعضاء في ميزان الطاقة العالمي بشكل واضح عند الحديث عن تجارة النفط الخام، والذي تناهز حصتها منها حوالي 40% من إجمالي تجارته الدولية العابرة للحدود، حيث بلغ إجمالي صادرات الدول الأعضاء خلال عام 2014 حوالي 15.9 مليون برميل/اليوم، متجاوزة بذلك مجموع حصص دول أوروبا الشرقية وأمريكا اللاتينية وأمريكا الشمالية مجتمعة، حيث بلغت حصص هذه المجموعات الدولية الرئيسية من إجمالي الصادرات النفطية العالمية خلال عام 2014 نسبة 17% و 12.5% و 6.5% على التوالي. كما تجاوزت حصة الدول الأعضاء من إجمالي صادرات النفط الخام العالمية مجموع حصص كل دول العالم من خارج أوروبا، و ناهزت مجموع حصص كل دول العالم من خارج أمريكا، مما يعكس دور الدول الأعضاء في ميزان الطاقة العالمي كلاعب رئيسي في التجارة الدولية للنفط الخام، ويوضح الشكل والجدول التاليين حجم صادرات النفط الخام حسب المجموعات الدولية لعام 2014:

توزع صادرات النفط الخام حسب المجموعات الدولية خلال عام 2014، مليون برميل/يوم

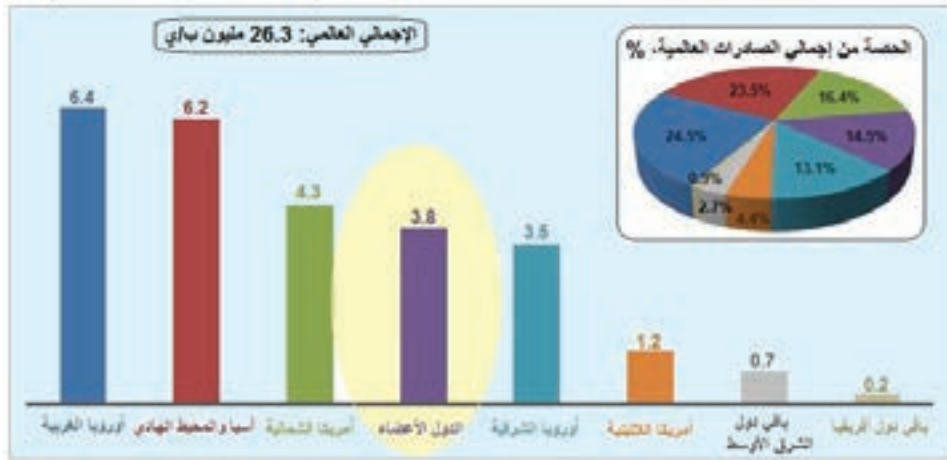


الدول الأعضاء	أوروبا الشرقية	أمريكا اللاتينية	أمريكا الشمالية	باقي دول أفريقيا	باقي دول الشرق الأوسط	أوروبا الغربية	آسيا والمحيط الهادئ	إجمالي دول العالم
15.9	6.8	5.0	2.6	4.7	1.9	1.9	1.2	40.1

المصدر: - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، بنك المعلومات.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، التقرير الإحصائي السنوي 2015.

ومن جهة أخرى تكمن أهمية تجارة النفط الخام بالنسبة لمجموعة الدول الأعضاء في استحوادها على الحصة الأكبر من إجمالي صادراتها النفطية (الخام والمنتجات)، حيث شكلت صادرات النفط الخام حوالي 80.7% من إجمالي الصادرات النفطية للدول الأعضاء خلال عام 2014. وقد استحوذت الدول الأعضاء على نسبة 39.7% من إجمالي الصادرات العالمية للنفط الخام خلال عام 2014، ولم تتجاوز حصتها نسبة 14.5% من إجمالي صادرات المنتجات النفطية العالمية لذات العام. وقد حلت الدول الأعضاء في المرتبة الرابعة ضمن المجموعات الدولية الرئيسية من حيث حجم صادرات المنتجات النفطية بعد مجموعة أوروبا الغربية التي حلت في المرتبة الأولى بحصة بلغت 24.5%، ومجموعة دول آسيا والمحيط الهادي التي حلت في المرتبة الثانية بحصة بلغت 23.5% ثم مجموعة دول أمريكا الشمالية التي حلت في المرتبة الثالثة بحصة بلغت 16.4%، كما هو موضح بالشكل والجدول التاليين:

توزع صادرات المنتجات النفطية حسب المجموعات الدولية خلال عام 2014، مليون برميل/ يوم



إجمالي دول العالم	بقي دول أفريقيا	بقي دول الشرق الأوسط	أمريكا اللاتينية	أوروبا الشرقية	الدول الأعضاء	أمريكا الشمالية	آسيا والمحيط الهادي	أوروبا الغربية
26.3	0.2	0.7	1.2	3.5	3.8	4.3	6.2	6.4

المصدر: - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوابك)، بنك المعلومات.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوابك)، التقرير الإحصائي السنوي 2015.

2. الغاز الطبيعي

يمثل الغاز الطبيعي ركيزة رئيسية أخرى (بعد النفط) لموقع الدول الأعضاء في منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك) في ميزان الطاقة العالمي، فهي تملك حوالي 27% من الاحتياطيات العالمية المؤكدة منه، وتنتج أكثر من 14.8% من الإنتاج العالمي من الغاز الطبيعي المسوق، كما تبرز أهمية موقع الدول الأعضاء في تجارة الغاز الطبيعي كونها المزود الثاني للأسواق الخارجية بأكثر من خمس احتياجاتها منه.

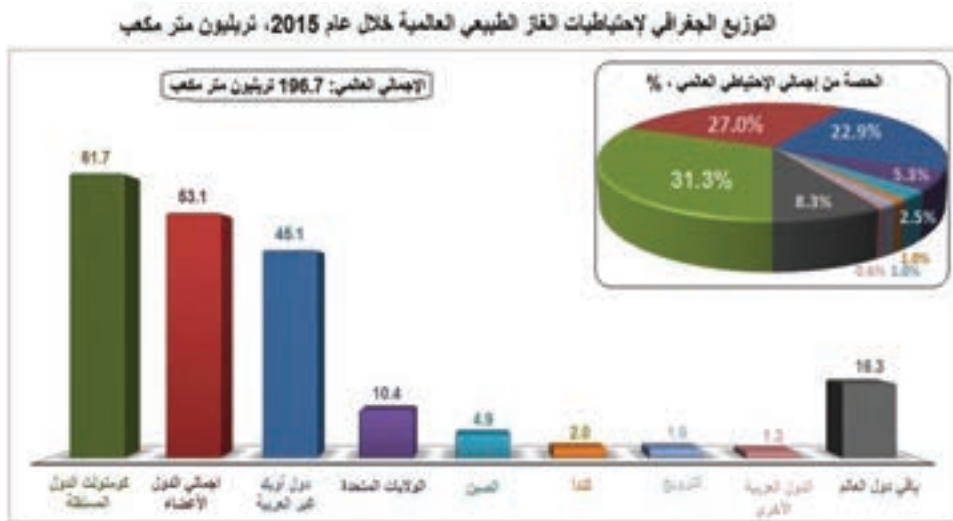
2-1. الإحتياطيات المؤكدة من الغاز الطبيعي

تكمن أهمية موقع الدول الأعضاء في أسواق الغاز العالمية بشكل رئيسي في: أولاً امتلاكها احتياطيات ضخمة منه، فهي تستحوذ على أكثر من ربع احتياطيات الغاز الطبيعي المؤكدة في العالم، وثانياً في انخفاض تكاليف إنتاجه والموقع الجغرافي الذي تتمتع به الدول الأعضاء من حيث قربها من أسواق استهلاكه الرئيسية في أوروبا وآسيا.

وتشير تقديرات عام 2015 إلى أن إجمالي احتياطيات الغاز الطبيعي المؤكدة بالدول الأعضاء في أوابك قد بلغت حوالي 53.1 تريليون متر مكعب، مشكلة ما نسبته 27% من إجمالي الإحتياطيات العالمية المؤكدة لعام 2015 والمقدرة بحوالي 196.7 تريليون متر مكعب.

وبالمقارنة مع المجموعات الدولية الرئيسية الأخرى، جاءت مجموعة الدول الأعضاء في المرتبة الثانية من حيث حجم احتياطيات الغاز الطبيعي المؤكدة لعام 2015، بعد مجموعة كومونولث الدول المستقلة التي قُدرت احتياطياتها المؤكدة من الغاز الطبيعي بحوالي 61.7 تريليون متر مكعب، بحصة بلغت 31.3% من إجمالي الإحتياطيات العالمية المؤكدة لعام

2015. كما تجاوز حجم احتياطات الغاز الطبيعي المؤكدة بالدول الأعضاء نظيره بمجموعة دول أوبك غير العربية، وتجاوز أيضاً إجمالي احتياطات الغاز الطبيعي المؤكدة بباقي دول العالم الأخرى مجتمعة، ويوضح الشكل التالي التوزيع الجغرافي لإحتياطات الغاز الطبيعي العالمية المؤكدة لعام 2015:

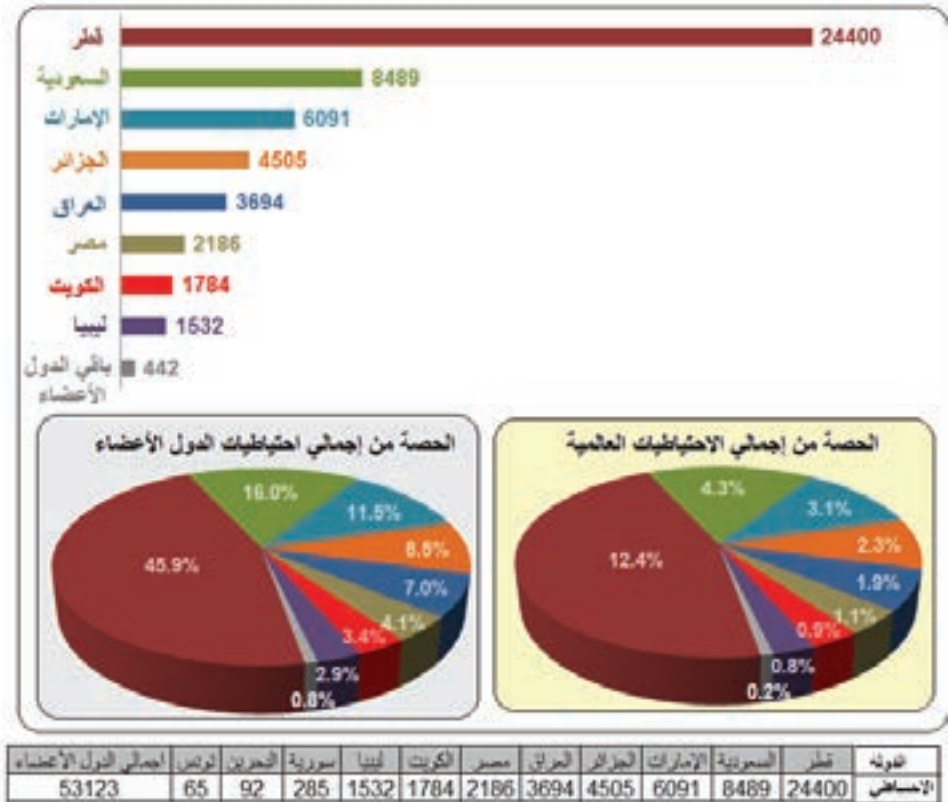


المصدر: - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي 2015.

أما بالنسبة لتوزيع احتياطات الغاز الطبيعي بالدول الأعضاء، يتركز الاحتياطي الأكبر منه والذي يمثل حوالي 46% من احتياطات الدول الأعضاء بدولة قطر التي تقدر احتياطاتها بحوالي 24.4 تريليون متر مكعب، مشكلة بذلك ما نسبته 12.4% من إجمالي الاحتياطات العالمية المؤكدة لعام 2015، تليها السعودية بنسبة 16% من إجمالي احتياطات الغاز الطبيعي المؤكدة للدول الأعضاء ونسبة 4.3% من إجمالي الاحتياطات العالمية المؤكدة، ثم الإمارات بنسبة 11.5% من إجمالي احتياطات الغاز الطبيعي المؤكدة للدول الأعضاء ونسبة 3.1% من إجمالي الاحتياطات العالمية المؤكدة، فالجزائر بنسبة 8.5% من إجمالي

احتياطيات الغاز الطبيعي المؤكدة للدول الأعضاء ونسبة 2.3% من إجمالي الاحتياطيات العالمية المؤكدة، ويوضح الشكل والجدول التاليين توزيع احتياطيات الغاز الطبيعي في الدول الأعضاء لعام 2015، وحصّة كل دولة من إجمالي احتياطيات الغاز الطبيعي المؤكدة للدول الأعضاء و إجمالي الاحتياطيات العالمية المؤكدة:

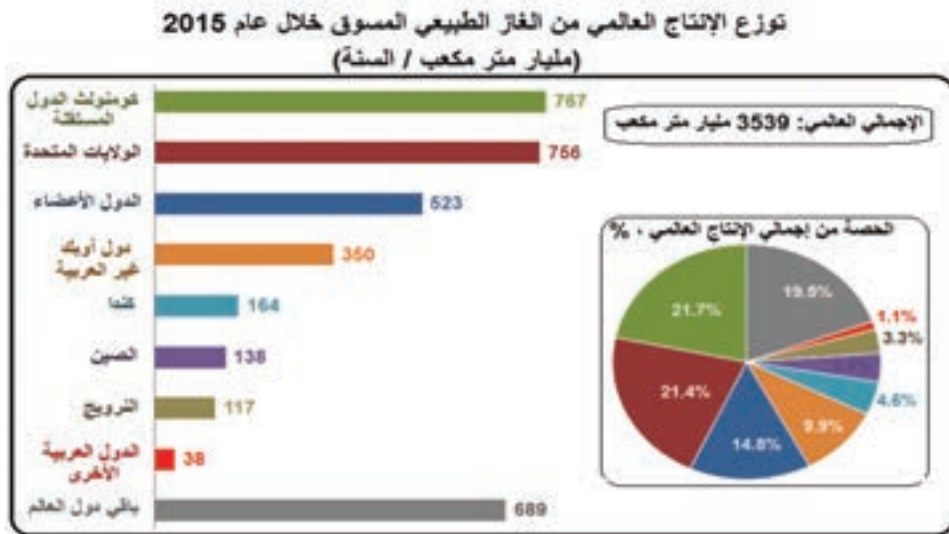
توزع احتياطيات الغاز الطبيعي في الدول الأعضاء لعام 2015
(مليار متر مكعب)



المصدر: - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي 2015.

2-2. الإنتاج المسوق من الغاز الطبيعي

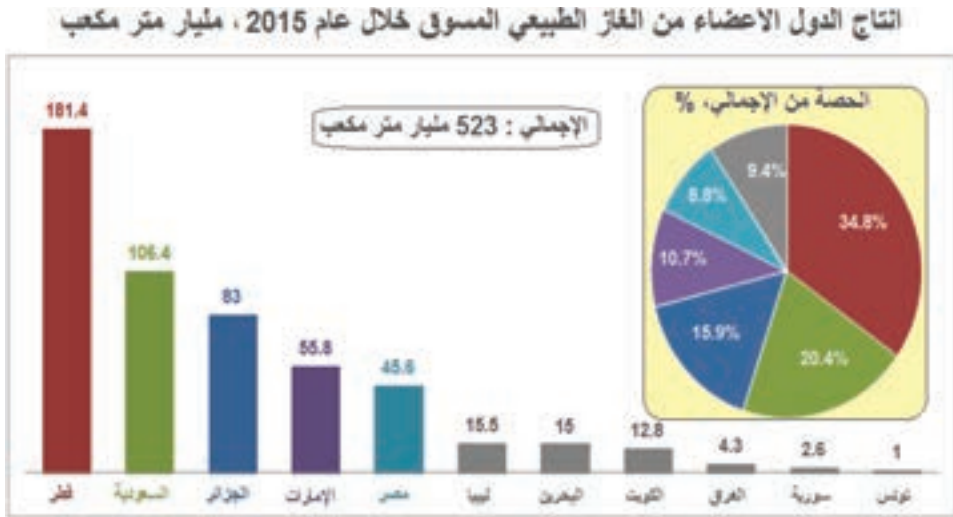
تحتل مجموعة الدول الأعضاء المرتبة الثالثة ضمن أكبر المصادر الرئيسية لإنتاج الغاز الطبيعي المسوق في العالم، حيث تصدرت القائمة الولايات المتحدة الأمريكية بإجمالي إنتاج بلغ حوالي 767 مليار متر مكعب، أي بحصة بلغت 21.7% من الإنتاج العالمي من الغاز الطبيعي المسوق خلال عام 2015، تليها مجموعة كومنولث الدول المستقلة التي بلغ حجم انتاجها 756 مليار متر مكعب، مستأثرةً بأكثر من خمس حجم الإنتاج العالمي من الغاز الطبيعي المسوق، بينما جاءت مجموعة الدول الأعضاء في المرتبة الثالثة بإجمالي إنتاج بلغ حوالي 523 مليار متر مكعب، أي بحصة بلغت 14.8% من الإنتاج العالمي من الغاز الطبيعي المسوق، متخطية بذلك إجمالي إنتاج دول أوبك غير العربية مجتمعة بمقدار يناهز نصف انتاجها، ومتجاوزة أيضاً إجمالي إنتاج كل من كندا والصين والنرويج مجتمعة، كما هو موضح بالشكل التالي:



المصدر: - بترنتش وبتروليوم، التقرير الإحصائي السنوي، يونيو 2016.

ويتركز حوالي 90.6% من إجمالي إنتاج الدول الأعضاء من الغاز الطبيعي المسوق والبالغ حوالي 523 مليار متر مكعب خلال عام 2015، في خمس دول أعضاء وهي بالترتيب: قطر والسعودية والجزائر والإمارات ومصر، بينما تتشارك باقي الدول الأعضاء في حصة 9.4% من إجمالي إنتاج المجموعة.

وتعتبر قطر الدولة المنتجة الأكبر بين الدول الأعضاء للغاز الطبيعي المسوق بإجمالي بلغ حوالي 181.4 مليار متر مكعب خلال عام 2015، مساهمة بحصة بلغت 34.8% من إجمالي إنتاج الدول الأعضاء، تليها السعودية بإجمالي إنتاج بلغ حوالي 106.4 مليار متر مكعب، وبحصة بلغت 20.4% من إجمالي إنتاج الدول الأعضاء، ثم جاءت الجزائر فالأمارات ثم مصر بإجمالي إنتاج بلغ حوالي 83 و 55.8 و 45.6 مليار متر مكعب، وبحصص من إجمالي إنتاج الدول الأعضاء بلغت 15.9% و 10.7% و 8.8% تبعاً، كما هو موضح بالشكل التالي:

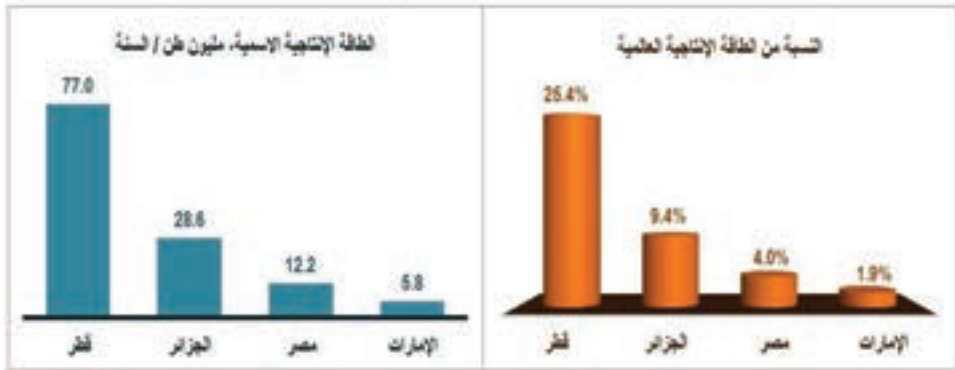


المصدر: - بترنتس بتروليوم، التقرير الإحصائي السنوي، يونيو 2016

وتعتبر الجزائر الدولة الرائدة في مجال صناعة تسييل الغاز الطبيعي بتصديرها لأول شحنة غاز طبيعي مسال إلى السوق الأوروبية (المملكة المتحدة وفرنسا) في عام 1964 من ميناء أرزيو².

ودخلت بعدها كل من قطر ومصر والإمارات صناعة وتصدير الغاز الطبيعي المسيل، لتبلغ حصة هذه الدول الأعضاء الأربع حوالي 40.7% من إجمالي الطاقة الإنتاجية الأسمية للغاز الطبيعي المسيل في العالم كما في نهاية عام 2014، وتأتي قطر صاحبة الإحتياجات الضخمة في المقدمة بطاقة انتاجية بلغت حوالي 77 مليون طن/السنة، مستحوذة على أكثر من ربع إجمالي الطاقة الإنتاجية الأسمية للغاز الطبيعي المسيل في العالم كما في نهاية عام 2014. وجاءت الجزائر في المرتبة الثانية بطاقة انتاجية بلغت حوالي 28.6 مليون طن/السنة، لتشكل حصتها حوالي 9.4% من إجمالي الطاقة الإنتاجية الأسمية للغاز الطبيعي المسيل في العالم، ويوضح الشكل التالي توزيع الطاقة الإنتاجية الأسمية للغاز الطبيعي المسيل في الدول الأعضاء نهاية عام 2014:

توزيع الطاقة الإنتاجية الأسمية للغاز الطبيعي المسيل في الدول الأعضاء نهاية عام 2014

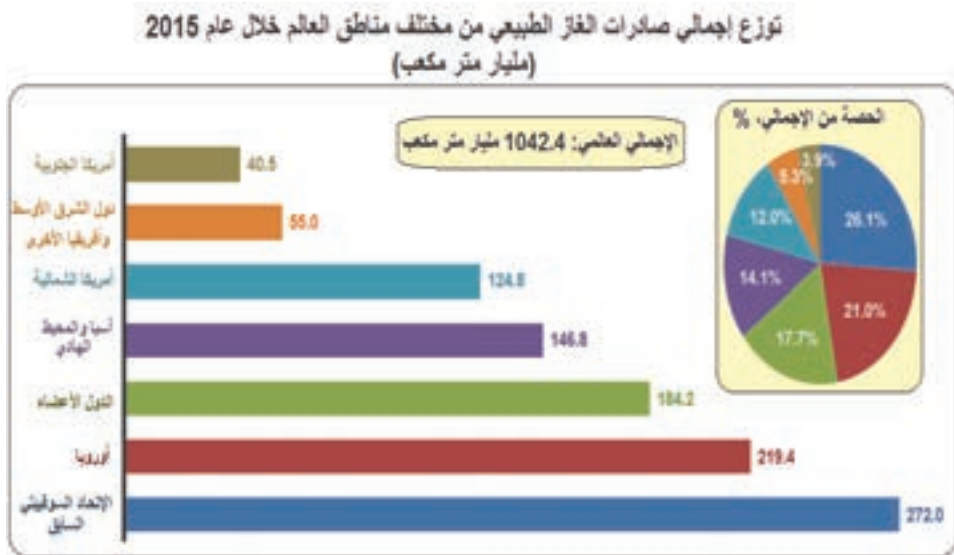


المصدر: - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي 2015.

²تطور سوق الغاز الطبيعي في الإتحاد الأوروبي والانعكاسات على الطلب على الغاز من الأقطار الأعضاء، أوابك، يونيو 2009.

3-2. صادرات الغاز الطبيعي بنوعيه (المسال وغاز الأنابيب)

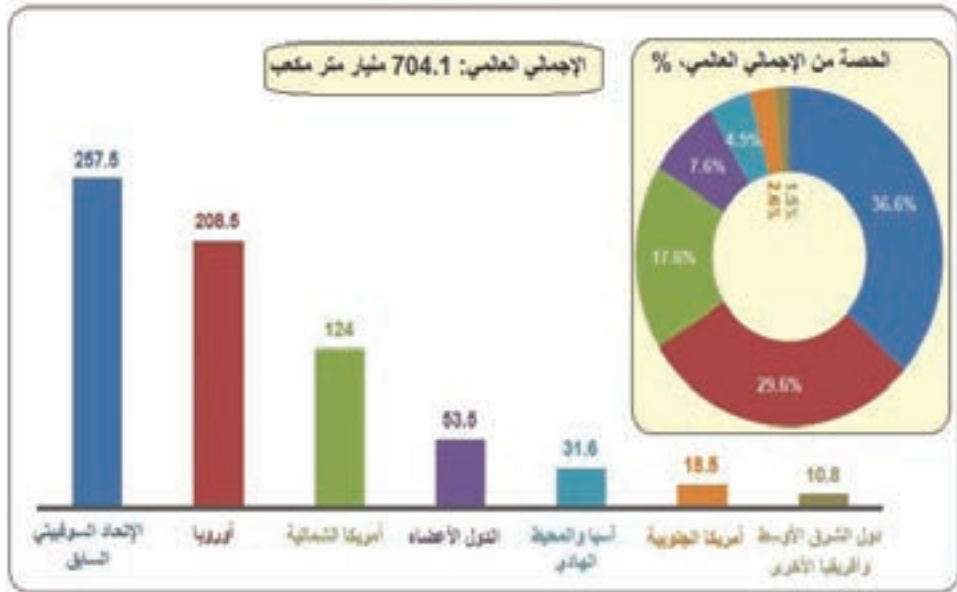
تكمن أهمية الدول الأعضاء في أسواق الغاز الطبيعي كونها المزود الثالث للأسواق الخارجية بأكثر من سدس احتياجاتها من الغاز، حيث بلغ إجمالي صادراتها من الغاز الطبيعي عام 2015 حوالي 184.2 مليار متر مكعب مشكلة حصة 17.7% من إجمالي الصادرات العالمية من الغاز الطبيعي، تحتل بذلك المرتبة الثالثة في قائمة المصدرين الرئيسيين بعد مجموعة دول الإتحاد السوفييتي السابق التي جاءت في المرتبة الأولى بحجم صادرات سنوية بلغت 272 مليار متر مكعب مستحوذة بذلك على حصة 26.1% من حجم الأسواق الخارجية، ومجموعة دول أوروبا التي جاءت في المرتبة الثانية بحجم صادرات سنوية بلغت 219.4 مليار متر مكعب مستحوذة على حصة 21% من إجمالي الصادرات العالمية من الغاز الطبيعي كما هو موضح بالشكل التالي:



المصدر: - بترتس بتروليوم، التقرير الإحصائي السنوي، يونيو 2016.

وتتراجع مرتبة مجموعة الدول الأعضاء بين قائمة المصدرين الرئيسيين للغاز الطبيعي عن طريق الأنابيب، حيث حلت في المرتبة الرابعة بإجمالي صادرات بلغ حوالي 53.5 مليار متر مكعب خلال عام 2015، أي بنسبة لا تتجاوز 29% من إجمالي صادراتها من الغاز الطبيعي خلال العام، وبحصة 7.6% من إجمالي الصادرات العالمية للغاز الطبيعي عن طريق الأنابيب، كما هو موضح بالشكل والجدول التاليين:

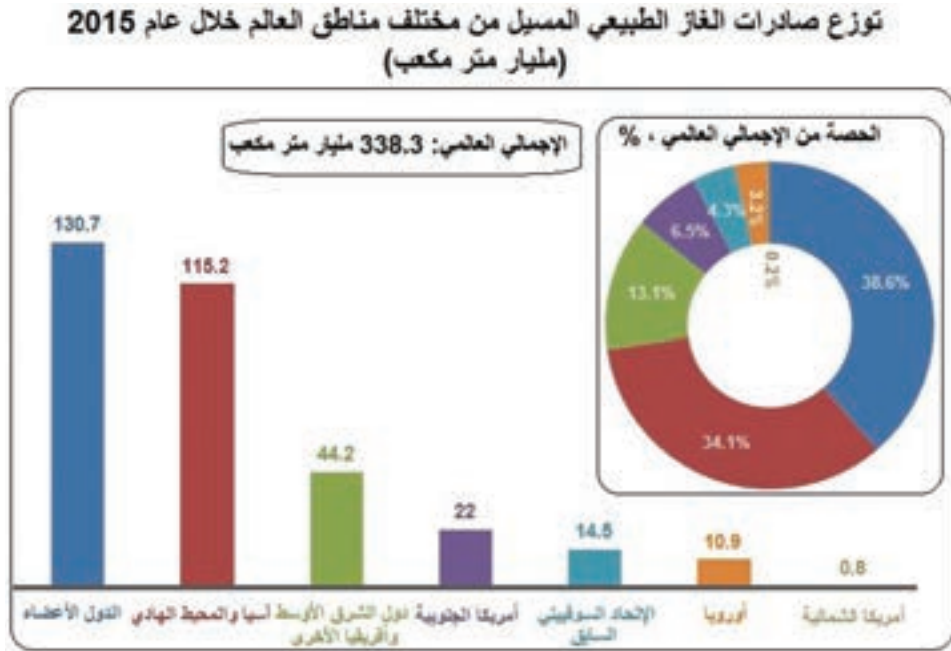
توزيع صادرات الغاز الطبيعي عن طريق الأنابيب من مختلف مناطق العالم خلال عام 2015 (مليار متر مكعب)



المصدر: - بترتس بتروليوم، التقرير الإحصائي السنوي، يونيو 2016.

وبالمقابل، تصدرت مجموعة الدول الأعضاء قائمة المصدرين الرئيسيين للغاز الطبيعي المسيل في العالم، وجاءت في المرتبة الأولى بإجمالي صادرات بلغ حوالي 130.7 مليار متر مكعب خلال عام 2015، أي بنسبة 71% من إجمالي صادراتها من الغاز الطبيعي خلال

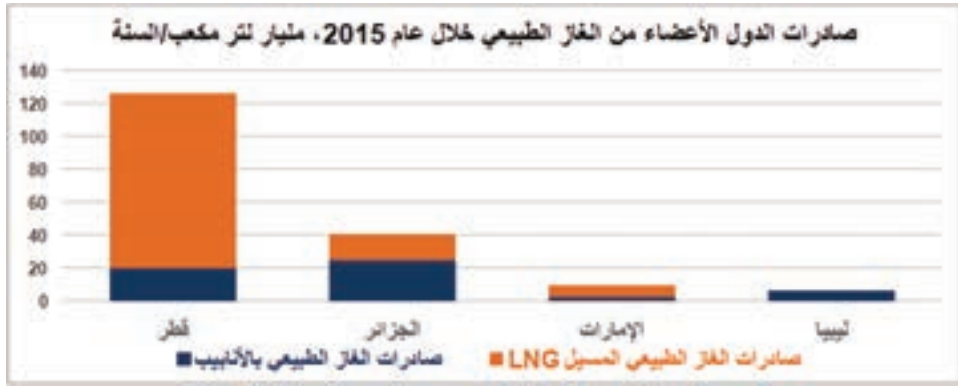
العام، وبحصة 38.6% من إجمالي الصادرات العالمية من الغاز الطبيعي المسيل، كما هو موضح بالشكل التالي:



المصدر: - بترنتش بتروليوم، التقرير الإحصائي السنوي، يونيو 2016.

وتستحوذ دولة قطر (صاحبة الاحتياطي الأكبر من الغاز الطبيعي بين الدول الأعضاء والأعلى إنتاجاً منه) على حوالي 68.5% من إجمالي صادرات الدول الأعضاء من الغاز الطبيعي، وحوالي 81.4% من إجمالي صادرات الدول الأعضاء من الغاز الطبيعي المسيل، حيث بلغ إجمالي صادراتها من الغاز الطبيعي حوالي 126.2 مليار متر مكعب عام 2015، شكّل الغاز الطبيعي المسيل الجزء الأكبر منه بإجمالي 106.4 مليار متر مكعب، أي بنسبة 84.3% من إجمالي صادراتها من الغاز الطبيعي، وحوالي 31.5% من إجمالي الصادرات العالمية من الغاز الطبيعي المسيل لعام 2015، بينما شكل التصدير عن طريق

الأنابيب الجزء الأكبر من صادرات الجزائر من الغاز الطبيعي، بنسبة بلغت نحو 60.7% من إجمالي صادراتها من الغاز الطبيعي لعام 2015 والبالغة حوالي 41.2 مليار متر مكعب، ويوضح الشكل والجدول التاليين صادرات الدول الأعضاء من الغاز الطبيعي بنوعيه خلال عام 2015:



نسبة صادرات المسيل إلى إجمالي الصادرات	نسبة صادرات الأنابيب إلى إجمالي الصادرات	الإجمالي	صادرات الغاز الطبيعي المسيل LNG	صادرات الغاز الطبيعي بالأنابيب	الدولة
84.3%	15.7%	126.2	106.4	19.8	قطر
39.3%	60.7%	41.2	16.2	25.0	الجزائر
79.2%	20.8%	9.6	7.6	2.0	الإمارات
0.0%	100.0%	6.5	0.0	6.5	ليبيا
71.0%	29.0%	183.5	130.2	53.3	إجمالي الدول الأعضاء

المصدر: - بترنتش بتروليوم، التقرير الإحصائي السنوي، يونيو 2016.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتروول (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي 2015.

والجدير بالإشارة هو تواضع حجم صادرات الدول الأعضاء من الغاز الطبيعي عن طريق الأنابيب مقابل ارتفاع حصة تصديره مسيلاً، حيث تعتبر الفجوة الكبيرة بين الإمكانيات الهائلة لمنطقة الشرق الأوسط بشكل خاص بالإضافة إلى شمال أفريقيا على وجه العموم وبين شبكات البنى التحتية للغاز الطبيعي المحدودة نسبياً من أهم العقبات الرئيسية التي تقف حجر عثرة أمام تقدم وانتشار الغاز الطبيعي للدول الأعضاء في أسواق الطاقة العالمية عموماً وأسواق أوروبا على وجه الخصوص، فالغاز الطبيعي ليس بالمنتج السهل نقله مثل النفط وإنما

يحتاج إلى أنظمة أنابيب داخلية وأنابيب تمتد لمسافات طويلة لأغراض التصدير، فبينما تعاني الشبكات الداخلية من التقادم الذي يهدد زيادة الطاقات الإنتاجية والتصديرية، تحتاج عملية استحداث وتطوير شبكات فاعلة وقادرة على استيعاب الطاقات الكامنة للمنطقة إلى استثمارات كبيرة وعملاقة تلعب الظروف الجيوسياسية والأمنية غير المستقرة بالمنطقة دوراً كبيراً في الحد من توافرها.

كما تجدر الإشارة أيضاً إلى التوجه السائد في السياسة الإنتاجية والتصديرية لبعض الدول الأعضاء التي تمتلك احتياطات ضخمة من الغاز الطبيعي، وتعتبر من البلدان الرئيسية المنتجة للغاز، بإعطاء الأولوية لتلبية احتياجات السوق المحلية من الغاز قبل التصدير، خصوصاً وأنه مصدر طاقة نظيف ويتميز بقيمة حرارية عالية وتكاليف استثمارية منخفضة نسبياً بالمقارنة مع زيت الوقود.

بالإضافة إلى ذلك فإن التوسع في استخدامه يفسح المجال أمام تحرير كميات من النفط لأغراض التصدير. وهذا ما يفسر عدم وجود هذه الدول في قائمة الدول المصدرة الرئيسية رغم حجم انتاجها المرتفع واحتياطياتها الكبيرة، حيث إن الاستخدام الأساسي والأهم للغاز الطبيعي بهذه الدول هو استخدامه كوقود سواء كان ذلك في توليد الكهرباء وتحلية المياه أو في القطاع الصناعي، إضافة إلى استخدامه ككقيم في الصناعات البتروكيمياوية وصناعة الأسمدة التي تشهد توسعاً ملحوظاً.

3. الطاقات المتجددة

تمتلك الدول الأعضاء إمكانيات هائلة من مصادر الطاقات المتجددة، فهي تقع في منطقة جغرافية تمتاز بأعلى سطوع شمسي على الأرض وسرعات ريحية معتدلة إلى مرتفعة، ولدى بعض الدول الأعضاء موارد كبيرة أيضاً من مصادر الطاقة المائية، إضافة إلى كميات لا يستهان بها من مصادر الكتلة الحيوية، وجميع هذه الدول مؤهلة لاستغلال هذه الموارد المتجددة.

وبالرغم من هذه الموارد الهائلة، إلا أن الطاقات المتجددة لم تحظى حتى الآن بالاستغلال الأمثل الذي يجب أن تحظى به في معظم الدول الأعضاء. ولا تعكس مساهمتها في مزيج الطاقة بالدول الأعضاء حقيقة الإمكانيات المتاحة منها، حيث لم تتجاوز الطاقة القصوى لصافي قدرات توليد الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة في الدول الأعضاء حوالي 8.4 جيجا واط خلال عام 2014، أي ما يمثل نسبة 0.5% من إجمالي الطاقات القصوى لصافي قدرات توليد الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة في العالم والبالغة حوالي 1828.7 جيجا واط خلال نفس العام.

ويتركز أكثر من 90% من إجمالي الطاقات القصوى لصافي قدرات توليد الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة بالدول الأعضاء في ثلاث دول هي مصر والعراق وسورية، وتشكل الطاقة الكهرومائية النسبة الأكبر من إجمالي الطاقات المتجددة المنتجة بالدول الأعضاء، حيث بلغ إجمالي الطاقة الكهرومائية المنتجة بالدول الأعضاء خلال عام 2014 حوالي 7163 ميغا واط، أي بحصة بلغت حوالي 85.7% من إجمالي الطاقات المتجددة المنتجة، وتركز إنتاجها في أربع دول أعضاء هي مصر والعراق وسورية ثم الجزائر.

ونعرض فيما يلي لمحة عن حجم موارد الطاقات المتجددة وإنتاجها بالدول الأعضاء:

1-3. موارد الطاقات المتجددة

تمتلك الدول الأعضاء موارد وفيرة من مصادر الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الكهرومائية، ولا يمثل الجزء المستغل منها سوى حصة لا تذكر أمام إمكاناتها الضخمة. وبالنسبة للطاقة الحيوية، فبالرغم من جهود بعض الدول الأعضاء في مشاريع إعادة تدوير النفايات التي يلقى جزء كبير منها في مناطق مخصصة كمكبات، إلا أن جهود إنشاء محطات تحويل نفايات إلى طاقة لا تزال في طور الأفكار التي تطرح من حين لآخر كحل للتقليل من عدد المكبات ومشاكلها المتعلقة بالتلوث الأرضي والهوائي. وتعتمد فرص هذه التقنيات النظيفة والمتطورة على التكلفة الاقتصادية لها والفرص التي ستجعلها تتقدم في بعض الدول الأعضاء.

1-1-3. الطاقة الشمسية

تتمتع منطقة شمال أفريقيا والشرق الأوسط بشكل عام بموقع استراتيجي متميز حيث السطوع الشمسي على مدار العام، وهي ميزة من شأنها أن تحوّل أشعة الشمس القاسية في فصل الصيف لتصبح أحد مصادر الثروة في المنطقة، والتي طالما اشتهرت بكونها مصدراً رئيسياً للنفط والغاز الطبيعي.

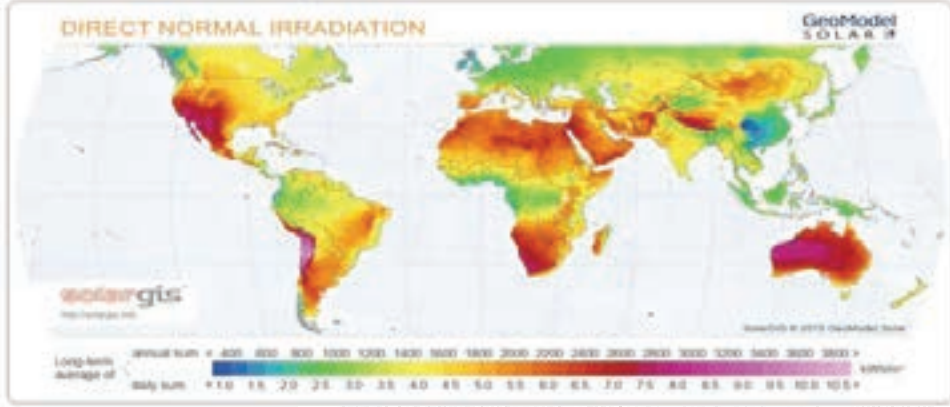
يذكر أن الطاقة تنتقل من الشمس إلى الأرض في شكل موجات كهرومغناطيسية شبيهة بموجات الراديو، ولكن بنطاق ترددات مختلف. ويعتمد حجم الطاقة الشمسية المتوفرة، بالدرجة الأساس، على مدى ارتفاع الشمس ودرجة سطوعها التي تتوقف على حالة الغيوم في السماء، حيث يقدر مقدار الإشعاع الشمسي المتوفر في اليوم المشمس الصاف بحوالي 1000 واط على المتر المربع من سطح الأرض.

✓ الإشعاع الشمسي الطبيعي المباشر (Direct Normal Irradiation-DNI)

الإشعاع الشمسي الطبيعي المباشر (DNI) هو عبارة عن كمية الأشعة الشمسية الساقطة مباشرة على سطح الأرض، ويعتبر بمثابة المورد الرئيسي أو الوقود المحرك لجميع محطات الطاقة الشمسية المركزة (Concentrating Solar Power-CSP)، التي تعمل بتكنولوجيا امتصاص وتحويل الأشعة الشمسية إلى طاقة كهربائية، حيث تعكس الأشعة الشمسية على أجهزة الاستقبال المعروفة بالخلايا الشمسية، ولذلك فهي بحاجة إلى أشعة شمسية قادمة بشكل مباشر، أو في خط مستقيم يصل من الشمس إلى سطح الأرض، بحيث يمكن تركيزها واستقبالها كطاقة ضوئية مركزة.

وتمتلك منطقة شمال أفريقيا والشرق الأوسط امكانيات ضخمة لتوليد الطاقة الشمسية نظراً لتمتعها بمستويات عالية من الإشعاع الشمسي وانخفاض معدلات تواجد الغيوم، توهلها للتموضع في مصاف مقدمة مناطق العالم المؤهلة لإنتاج الطاقة الشمسية، حيث توضح خارطة الإشعاع الشمسي الطبيعي المباشر (Direct Normal Irradiation-DNI) أن منطقة شمال أفريقيا والشرق الأوسط من ضمن أكثر مناطق العالم تعرضاً لأشعة الشمس، حيث يتراوح فيها معدل الإشعاع الطبيعي المباشر ما بين (5.5 - 7.5) كيلووات ساعة لكل متر مربع يومياً، وما بين (2000- 2800) كيلووات ساعة لكل متر مربع سنوياً، كما هو موضح بالشكل التالي:

خريطة الإشعاع الشمسي الطبيعي المباشر (DNI)



تصوير: الصورة من SolarGIS إلى GeoModel SOLAR 4 2016 / الإشعاع الطبيعي

وتشير دراسة لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة³ نشرت في شهر يونيو 2007، إلى أن المعدلات السنوية للإشعاع الطبيعي المباشر بكل الدول الأعضاء قد تجاوز الحد الأدنى للجدوى الفنية لمحطات الطاقة الشمسية المركزة والمقدر بحوالي 1800 كيلووات ساعة لكل متر مربع سنوياً، والحد الأدنى للجدوى الاقتصادية لمحطات الطاقة الشمسية المركزة والمقدر بحوالي 2000 كيلووات ساعة لكل متر مربع سنوياً، وذلك يعني أن تكاليف مشاريع توليد الكهرباء باستخدام محطات الطاقة الشمسية المركزة بكل الدول الأعضاء تعتبر تنافسية على المدى المتوسط مع مصادر الطاقة التقليدية و الطاقات المتجددة الأخرى، ويوضح الجدول التالي معدلات الإشعاع الشمسي الطبيعي المباشر على الدول الأعضاء:

معدلات الإشعاع الشمسي الطبيعي المباشر على الدول الأعضاء كيلووات ساعة لكل متر مربع سنوياً

الإمارات	البحرين	تونس	الجزائر	السعودية	سورية	العراق	قطر	الكويت	ليبيا	مصر
2200	2050	2400	2700	2500	2200	2000	2000	2100	2700	2800

المصدر: Current Status of Renewable Energies in the Middle East – North African Region, UNEP / ROWA, June 2007

³ Current Status of Renewable Energies in the Middle East – North African Region, UNEP / ROWA, June 2007.

✓ الإشعاع الشمسي الأفقي العالمي (Global Horizontal Irradiation -GHI)

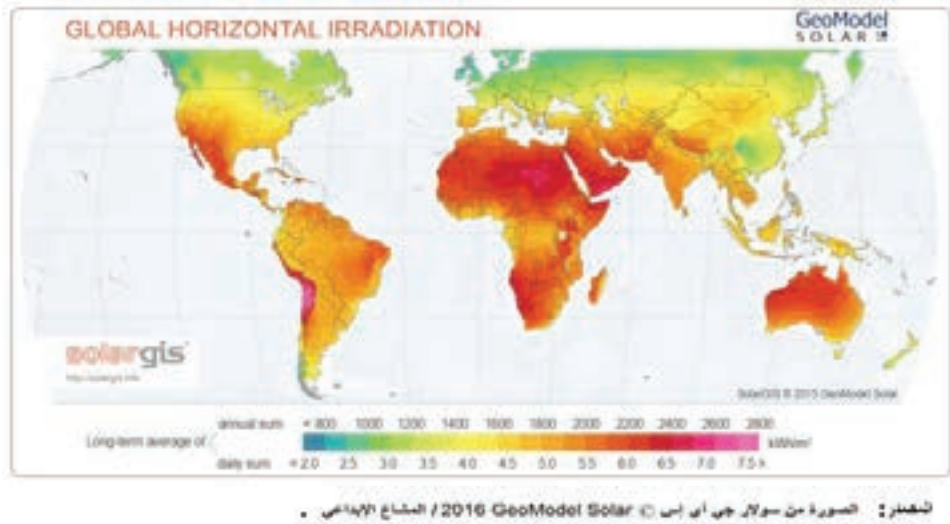
الإشعاع الشمسي الأفقي العالمي (GHI) هو عبارة عن المجموع الكلي لكمية الأشعة الشمسية الساقطة على سطح الأرض، شاملاً الأشعة الشمسية المنتشرة في السماء والساقطة على سطح الأرض بشكل أفقي مبعثر (Diffuse Horizontal Irradiation -DHI) بالإضافة إلى الأشعة المباشرة، وبذلك يمثل الإشعاع الشمسي الأفقي المجموع الكلي للأشعة الشمسية الساقطة على المستقبليات والمتمثلة في خلايا غريتل الشمسية، ومحولات فولتوضوئية، والألواح الكهروضوئية بشكل غير مركز، أي أنه مجموع الأشعة الشمسية الأفقية بغض النظر عن اتجاه الفوتونات (الأشعة الشمسية).

وبالمقابل توضح خارطة الإشعاع الشمسي الأفقي العالمي (Global Horizontal Irradiation -GHI) أن أعلى مناطق العالم تعرض لأشعة الشمس الأفقية هي المنطقة الممتدة في طول الجنوب الليبي والجنوب الغربي لمصر والشمال الغربي للسودان وشمال تشاد بالإضافة إلى صحراء أتاكاما في تشيلي، حيث يتجاوز معدل الإشعاع الشمسي الأفقي في هذه المناطق 7.5 كيلووات ساعة لكل متر مربع يومياً، وحوالي 2800 كيلووات ساعة لكل متر مربع سنوياً.

وتشير بيانات خارطة الإشعاع الشمسي الأفقي العالمي (GHI) أدناه، أن معدلات الإشعاع الشمسي الأفقي بكل الدول الأعضاء قد تجاوزت معدل 1800 كيلووات ساعة لكل متر مربع سنوياً، وهي معدلات تؤهل الأنظمة الفولتوضوئية (Photovoltaic Systems) للعمل بكفاءة عالية في كل الدول الأعضاء، مما يؤكد جدوى الاستثمار في الطاقة الشمسية بالدول الأعضاء.

كما توضح خارطة الإشعاع الشمسي الأفقي، أن منطقة الصحراء الكبرى والتي تشمل النصف الجنوبي من الجزائر و أغلب الأراضي الليبية والمصرية (باستثناء الشريط الساحلي على ضفاف المتوسط) وعلى امتداد النصف الغربي من الأراضي السعودية تقع ضمن ثاني أعلى المناطق في العالم تعرضاً للإشعاع الشمسي الأفقي الذي يتراوح معدله ما بين 6-7 كيلووات ساعة لكل متر مربع يومياً، وما بين 2200-2500 كيلووات ساعة لكل متر مربع سنوياً، كما هو موضح بالشكل التالي:

خريطة الإشعاع الشمسي الأفقي العالمي (GHI)

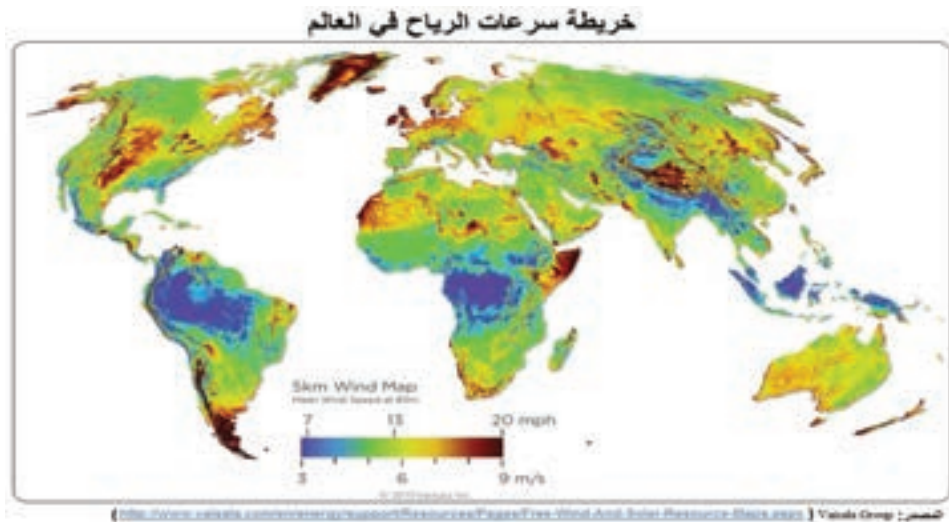


2-1-3. طاقة الرياح

تحول طاقة الحركة الموجودة في الرياح إلى أشكال عملية من الطاقة الميكانيكية والكهربائية، وتعتمد كمية الطاقة المتحولة أساساً على سرعة الرياح بالإضافة إلى كثافة الهواء التي تتأثر بدرجة حرارة الجو والضغط الجوي والارتفاع. ويتناسب حجم الطاقة المنتجة بواسطة توربينات الرياح مع سرعة الرياح، ولذلك ترتفع درجة فعالية هذه التوربينات في

المناطق الأكثر ارتفاعاً على مستوى سطح البحر والتي ترتفع فيها سرعات الرياح، وتعتبر طاقة الرياح أقل أنواع الطاقات المتجددة تكلفة حالياً من حيث التكنولوجيا، حيث تقدر التكلفة الحالية لتوليد الكهرباء من طاقة الرياح بحوالي 5 سنت أمريكي لكل كيلو واط للساعة، بينما تشير تقارير الأمم المتحدة إلى أن إجمالي الإمكانيات المتاحة لتوليد الكهرباء من طاقة الرياح عالمياً يتجاوز إجمالي الطلب العالمي على الكهرباء بأضعاف⁴.

وتتمتع منطقة شمال أفريقيا والشرق الأوسط بموارد هامة من الرياح تؤهلها لتكون من ضمن أحد أكبر مصادر طاقة الرياح في العالم، حيث تتجاوز سرعة الرياح في جميع أنحاء المنطقة 5 متر/ ثانية كما هو موضح بالشكل التالي:



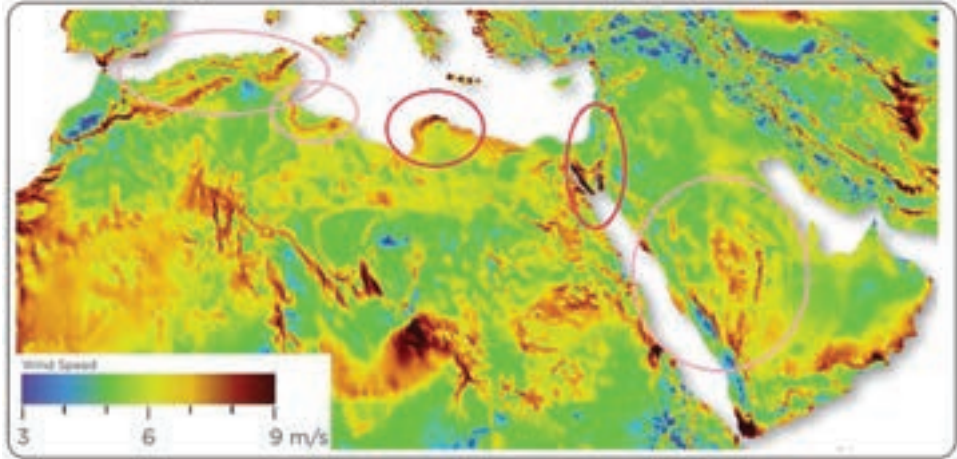
وتشير خريطة سرعة الرياح في العالم، أن أعلى المناطق من حيث سرعات الرياح بالدول الأعضاء في منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتروول (أوابك) تتمثل في الساحل الغربي لسيناء بجمهورية مصر العربية المتاخم للبحر الأحمر من الإسماعيلية شمالاً وحتى

⁴ Current Status of Renewable Energies in the Middle East – North African Region, UNEP / ROWA, June 2007.

الطور جنوباً بالإضافة إلى الضفاف الغربية لسيناء على خليج العقبة، وكذلك السواحل الشرقية من ليبيا على ضفاف البحر الأبيض المتوسط من مدينة بنغازي غرباً إلى مدينة درنة شرقاً، حيث تتجاوز سرعات الرياح بهذه المناطق 9 أمتار / ثانية، فهي بذلك تقع ضمن أعلى مناطق العالم من حيث سرعات الرياح وتعتبر مناسبة جداً لمشاريع استغلال طاقات الرياح.

كما تعتبر المناطق الممتدة من وسط إلى السواحل الشرقية للمملكة العربية السعودية على ضفاف البحر الأحمر وكذلك سلسلة جبال أطلس من غرب الجزائر وامتداداتها بمنطقة الجبل الغربي بليبيا وشمال تونس أيضاً، من المناطق الجغرافية المهمة لمصادر طاقة الرياح بالدول الأعضاء حيث تتراوح سرعات الرياح بهذه المناطق ما بين 7- 9 أمتار / ثانية ، مما يؤهلها أيضاً بقوة ضمن المناطق المرشحة للعب دوراً حيوياً في مشاريع استغلال طاقات الرياح بالمنطقة. ويوضح الشكل التالي أهم المناطق الجغرافية لمصادر طاقة الرياح بالدول الأعضاء في أوابك:

أهم المناطق الجغرافية لمصادر طاقات الرياح بالدول الأعضاء في أوابك



المصدر : Vaisala Group

(<http://www.vaisala.com/en/energy/support/Resources/Pages/Free-Wind-And-Solar-Resource-Maps.aspx>)

وعلى صعيد الدول فرادى، تشير بيانات برنامج الأمم المتحدة للبيئة إلى أن عدد ساعات الحمل الكلي^(*) في السنة بكل من مصر وليبيا والسعودية والجزائر وسورية والعراق وتونس والكويت وقطر قد تجاوز سقف 1400 ساعة سنوياً، وهو الحد الأدنى للجوى الاقتصادية للمشاريع الواعدة في توليد الكهرباء باستخدام طاقة الرياح، حيث بلغت في مصر 3015 ساعة سنوياً، تليها ليبيا بحوالي 1912 ساعة سنوياً، ثم السعودية والجزائر وسورية والعراق وتونس بحوالي 1789 ساعة سنوياً، بينما بلغت في الكويت 1605 ساعة سنوياً وفي قطر 1421 ساعة سنوياً، مما يعني أن هذه المشاريع تعتبر تنافسية على المدى الطويل بهذه الدول الأعضاء مع مصادر الطاقة التقليدية و الطاقات المتجددة الأخرى، ويوضح الجدول التالي عدد ساعات الحمل الكلي في السنة بكل الدول الأعضاء

عدد ساعات الحمل الكلي في السنة^(*) بكل الدول الأعضاء
ساعة/سنة

الإمارات	البحرين	تونس	الجزائر	السعودية	سورية	العراق	قطر	الكويت	ليبيا	مصر
1176	1360	1789	1789	1789	1789	1789	1421	1605	1912	3015

المصدر: Current Status of Renewable Energies in the Middle East – North African Region, UNEP / ROWA, June 2007.
(*) عدد ساعات الحمل الكلي في السنة يمثل عدد ساعات التشغيل بالحمل الأقصى خلال السنة، ويحسب بنسبة كفاءة التشغيل للمولدات والتي تعتمد على معدل سرعة الرياح في الموقع مضروبة في عدد ساعات السنة 8760 ساعة

3-1-3. الطاقة الكهرومائية

تعد الطاقة الكهرومائية مصدر من مصادر توليد الكهرباء من الطاقة المتجددة الذي يعتمد على الدورة الهيدرولوجية للمياه، حيث تعتمد طريقة التوليد على تحويل طاقة الوضع للمياه إلى طاقة حركية أولاً حيث تتدفق المياه لتدير التوربينات التي تدير بدورها المولدات الكهربائية التي تنتج الكهرباء.

وتعتمد كمية الطاقة المنتجة على قوة التدفق التي تتناسب طردياً مع كمية الماء المارة بالثانية وارتفاع الماء، فكلما زاد معدل كمية الماء المار في التوربينات زادت الطاقة المنتجة،

وكلما زاد ارتفاع الماء زادت الطاقة الناتجة أيضاً، ولذلك تعتبر السودان هي حجر الأساس لمنشآت توليد الطاقة الكهرومائية، حيث يقوم السد بحجز المياه خلفه لتتكون بحيرة اصطناعية عالية بسعة مائية كبيرة، وتعتمد طاقة الوضع في ذلك الخزان الكبير على كمية المياه التي يحتويها (وبالتالي كتلتها) وعلى ارتفاع منسوب الماء، وعلى الجاذبية الأرضية.

ويمكن إقامة وحدات كهرومائية صغيرة بتكاليف منخفضة نسبياً على نطاق صغير لتوفير الكهرباء لعدد قليل من المنازل أو للمشاريع الصغيرة، إلا أن مشاريع التوليد على نطاق أوسع يتطلب إقامة على مستوى الدولة، وتمتلك بعض الدول الأعضاء مثل مصر وسورية والعراق والجزائر وتونس موارد مائية وافرة حيث تجاوز حجم قدرات توليد الطاقة الكهرومائية المركبة في الدول الأعضاء مجتمعة 7.1 جيجا واط خلال عام 2014، إلا أن حصتها تعتبر متواضعة من الإجمالي العالمي حيث لم يتجاوز إجمالي الطاقة الكهرومائية المركبة في الدول الأعضاء ما نسبته 0.7% من إجمالي الطاقة الكهرومائية المركبة في العالم والمقدرة بحوالي 1036.6 جيجا واط لعام 2014، ويوضح الجدول التالي الطاقة الكهرومائية المركبة في الدول الأعضاء لعام 2014:

الطاقة الكهرومائية المركبة في الدول الأعضاء 2014 (ميغا واط)

الإمارات	البحرين	تونس	الجزائر	السعودية	سورية	العراق	قطر	الكويت	ليبيا	مصر
0.0	0.0	66	228	0.0	1505	2513	0.0	0.0	0.0	2800

المصدر: - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي 2015.

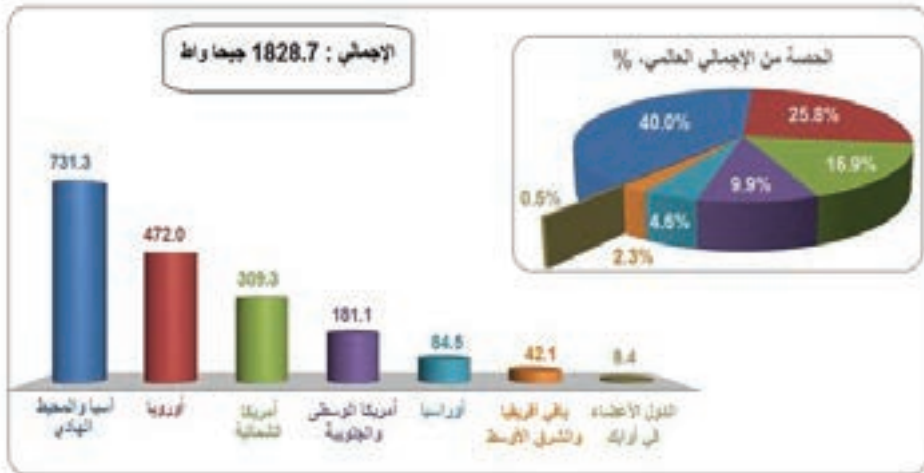
2-3. إنتاج الطاقات المتجددة

بلغت الطاقة القصوى لصادفي قدرات توليد الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة في الدول الأعضاء حوالي 8.4 جيجا واط خلال عام 2014، أي بنسبة 0.5% من إجمالي

الطاقات القصوى لصافي قدرات توليد الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة في العالم والبالغة حوالي 1828.7 جيجا واط خلال نفس العام.

وقد تصدرت مجموعة دول آسيا والمحيط الهادي قائمة المناطق الرئيسية في العالم من حيث حجم الطاقات القصوى لصافي قدرات توليد الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة، بإجمالي قدرات صافية بلغت حوالي 731.3 جيجا واط، أي بنسبة 40% من إجمالي الطاقات القصوى لصافي قدرات توليد الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة في العالم خلال عام 2014، تليها دول مجموعة أوروبا في المرتبة الثانية بإجمالي قدرات صافية بلغت حوالي 472 جيجا واط، أي بحصة تجاوز ربع إجمالي الطاقات القصوى لصافي قدرات توليد الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة في العالم، كما هو مبين بالشكل التالي:

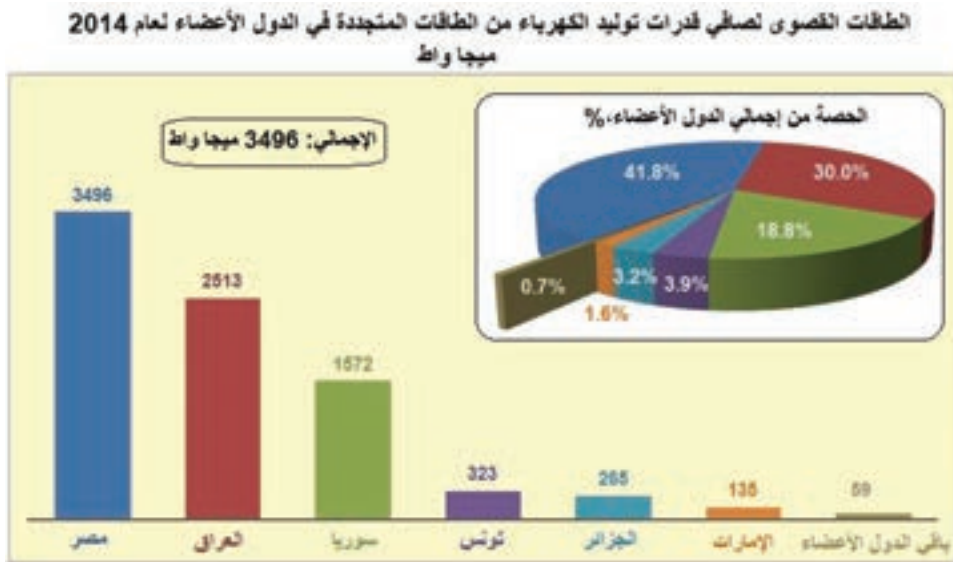
توزع الطاقات القصوى لصافي قدرات توليد الكهرباء من الطاقات المتجددة في المناطق الرئيسية في العالم عام 2014 (جيجا واط)



المصدر: IRENA, Renewable Energy Capacity Statistics 2015.

ويتركز أكثر من 90% من إجمالي الطاقات القصوى لصافي قدرات توليد الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة بالدول الأعضاء في ثلاث دول هي مصر والعراق وسوريا،

حيث تصدرت مصر قائمة الدول الأعضاء المنتجة للكهرباء من الطاقات المتجددة، بإجمالي قدرات صافية بلغت حوالي 3496 ميغا واط، أي بنسبة 41.8% من إجمالي الطاقات القصوى لصافي قدرات توليد الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة في الدول الأعضاء خلال عام 2014، تليها العراق في المرتبة الثانية بإجمالي قدرات صافية بلغت حوالي 2513 ميغا واط، أي بحصة 30% من إجمالي الطاقات القصوى لصافي قدرات توليد الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة في الدول الأعضاء، ثم جاءت سوريا ثالثاً بإجمالي قدرات صافية بلغت حوالي 1572 ميغا واط، أي بنسبة 18.8% من إجمالي الطاقات القصوى لصافي قدرات توليد الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة في الدول الأعضاء، كما هو مبين بالشكل التالي:



المصدر: IRENA, Renewable Energy Capacity Statistics 2015.

وتشكل الطاقة الكهرومائية النسبة الأكبر من إجمالي الطاقات المتجددة المنتجة بالدول الأعضاء، حيث بلغ إجمالي الطاقة الكهرومائية المنتجة بالدول الأعضاء خلال عام 2014

حوالي 7163 ميغا واط، أي بحصة شكلت حوالي 85.7% من إجمالي الطاقات المتجددة المنتجة، وتركز انتاجها في أربع دول أعضاء هي مصر والعراق وسورية ثم الجزائر، حيث ساهمت مصر بحوالي 39.8% من إجمالي الطاقة الكهرومائية المنتجة بالدول الأعضاء، بينما ساهمت حصة الطاقة الكهرومائية بحوالي 81.6% من إجمالي الطاقات المتجددة المنتجة بمصر خلال عام 2014، وساهمت العراق بحوالي 35.1% من إجمالي الطاقة الكهرومائية المنتجة بالدول الأعضاء، في حين ساهمت سورية بحوالي 21.9% من إجمالي الطاقة الكهرومائية المنتجة بالدول الأعضاء، حيث تمثل الطاقة الكهرومائية المصدر الوحيد من الطاقة المتجددة المنتجة في العراق وسورية، وبدرجة أقل ساهمت الجزائر بحوالي 3.2% من إجمالي الطاقة الكهرومائية المنتجة بالدول الأعضاء، لتساهم الطاقة الكهرومائية بحوالي 86% من إجمالي الطاقات المتجددة المنتجة بالجزائر.

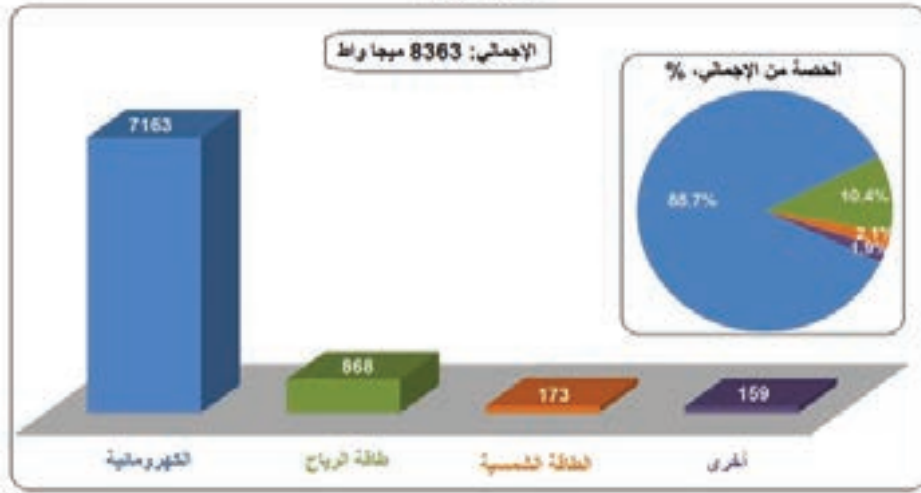
وجاءت طاقة الرياح في المرتبة الثانية من حيث حجم الطاقات المتجددة المنتجة بالدول الأعضاء، حيث بلغ إجمالي طاقة الرياح المنتجة بالدول الأعضاء خلال عام 2014 حوالي 868 ميغا واط، أي بحصة بلغت حوالي 10.4% من إجمالي الطاقات المتجددة المنتجة، وتركز انتاجها بشكل رئيسي في مصر وتونس. ساهمت مصر بحوالي 70.3% من إجمالي طاقة الرياح المنتجة بالدول الأعضاء، ما يمثل حوالي 17.4% من إجمالي الطاقات المتجددة المنتجة بمصر خلال عام 2014، في حين ساهمت تونس بحوالي 29.4% من إجمالي طاقة الرياح المنتجة بالدول الأعضاء، ما يشكل حوالي 78.9% من إجمالي الطاقات المتجددة المنتجة بتونس.

أما الطاقة الشمسية، فلا تزال مساهمتها محدودة جداً برغم الإمكانيات الهائلة من الموارد المتوفرة، حيث لم تتجاوز حصتها 2.1% من إجمالي الطاقات المتجددة المنتجة، وأكبر الدول الأعضاء المنتجة لها هي الإمارات التي بلغ انتاجها حوالي 100 ميغا واط خلال

عام 2014، ويوضح الشكل والجدول التاليين الطاقات المتجددة المنتجة في الدول الأعضاء خلال عام 2014:

الطاقات المتجددة المنتجة في الدول الأعضاء خلال عام 2014

(ميغا واط)



اجمالي الطاقات المتجددة بالدول الأعضاء لعام 2014، ميغا واط

الجمالي الطاقات المتجددة	أخرى	الطاقة الشمسية	طاقة الرياح	الكهرومائية	
3496		35	610	2851	مصر
2513				2513	العراق
1572			1	1571	سوريا
323	62	6	255		تونس
265	10	27		228	الجزائر
135	34	100	1		الإمارات
28	28				قطر
25	25				السعودية
5		5			ليبيا
1			1		البحرين
					الكويت
8363	159	173	868	7163	إجمالي الدول الأعضاء

المصدر: IRENA, Renewable Energy Capacity Statistics 2015.

ثانياً: استهلاك الطاقة في الدول الأعضاء في منظمة أوبك

شهد استهلاك الطاقة في الدول الأعضاء تطوراً ملحوظاً خلال الفترة (1980-2015)، وكان الباعث الرئيسي لهذا التطور هو النمو السكاني المتسارع في الدول العربية، والتوسع في قدرات الصناعات الكثيفة للاستهلاك للطاقة في بعض الدول ما أدى إلى زيادة الطلب على الطاقة بشكل لافت.

ويعتبر التزايد في استهلاك الطاقة وزيادة الطلب المحلي عليها وبالتالي زيادة حصة الاستهلاك المحلي من إجمالي الإمدادات من العلامات البارزة لتطور استهلاك الطاقة في الدول الأعضاء. كما يعتبر تباين معدلات النمو في استهلاك الطاقة بين الدول الأعضاء بشكل خاص، وارتفاع معدلات استهلاك الفرد من الطاقة وكذلك كثافة استهلاكها بشكل عام من أبرز علامات تطور استهلاك الطاقة في الدول الأعضاء.

1- تطور استهلاك الطاقة وزيادة الطلب المحلي

شهد إجمالي استهلاك الطاقة بالدول الأعضاء في أوبك ارتفاعاً بما يزيد عن خمسة أضعاف خلال الفترة (1985-2015)، حيث ارتفع من 2492 ألف برميل مكافئ نפט يومياً (ب م ن/ي) عام 1985 إلى 13033 ألف ب م ن/ي عام 2015، أي بمعدل نمو سنوي بلغ 4.8% خلال هذه الفترة.

ولقد نما الاستهلاك في الدول الأعضاء في منظمة أوبك بمعدلات متباينة خلال هذه الفترة، حيث شهد انخفاضاً في فترات وارتفاعاً في فترات أخرى. فمثلاً شهدت الفترة (1985 - 1990) انخفاضاً في معدل نمو استهلاك الطاقة ليصل إلى 2.5% سنوياً مقارنة مع 10.5% خلال الفترة (1985 - 1990)، ويعود ذلك بشكل أساسي إلى انخفاض العائدات البترولية نتيجة لانخفاض أسعار النفط بدءاً من عام 1986. وبعد ذلك شهدت الفترة

(1990-2000) عودة النمو المتزايد لإجمالي استهلاك الطاقة بالدول الأعضاء، حتى بلغ معدل النمو السنوي 5.3% خلال النصف الثاني من الفترة، ليعاود التراجع بعد ذلك بمعدل 3.3% خلال الفترة (2000 – 2005)، متأثراً بسياسة رفع أسعار الطاقة في السوق المحلية في العديد من الدول الأعضاء التي بدأت تطبيقها منذ عام 1999، علاوة على ما انتهجته بعض الدول الأعضاء من سياسات ترشيد استخدام الطاقة في عدد من القطاعات الاقتصادية.

وخلال الفترة (2005-2010)، ارتفع معدل النمو السنوي لإجمالي استهلاك الطاقة بالدول الأعضاء إلى حوالي 6.4% مدفوعاً بموجة من الإستثمارات الضخمة التي شهدتها الدول الأعضاء والتي حفزتها الارتفاعات المتوالية لأسعار النفط ووصولها لمستويات غير مسبوقة، والتي لم يكبح جماحها سوى اندلاع الأزمة المالية العالمية (2008-2009)، ثم تراجع معدل النمو إلى حوالي 2.5% خلال الفترة (2010-2015) متأثراً بحالة عدم الإستقرار التي مرت بها المنطقة منذ عام 2011، كما هو مبين بالشكل التالي:

تطور إجمالي استهلاك مصادر الطاقة بالدول الأعضاء ومعدلات نموه السنوية خلال الفترة 1980 – 2015



المصدر: - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوابك)، بنك المعلومات.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي 2015.

2- تباين معدلات النمو في استهلاك الطاقة بين الدول الأعضاء

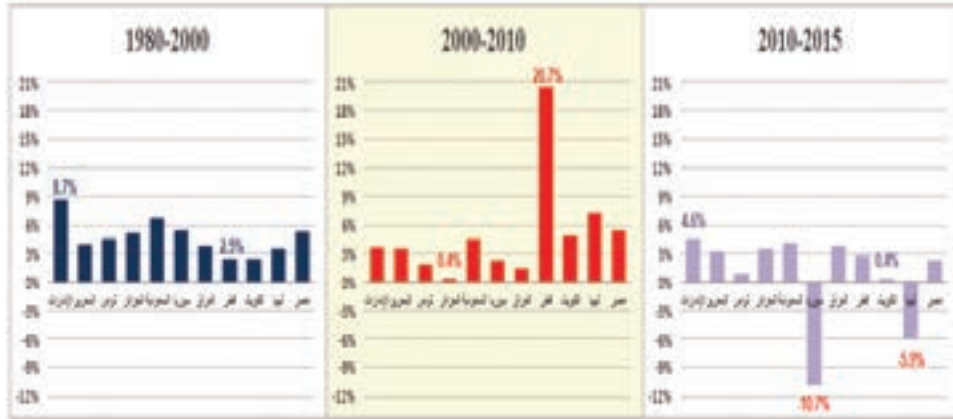
تراوحت معدلات النمو السنوية لاستهلاك الطاقة بالدول الأعضاء ما بين 2.5% في قطر والكويت إلى 8.7% في الإمارات خلال الفترة 1980-2000، وبلغ متوسط معدلات النمو السنوية في باقي الدول الأعضاء حوالي 4.9% خلال هذه الفترة، حيث تجاوزت معدلات النمو السنوية في الجزائر والسعودية وسورية ومصر معدل 5%، بينما انخفضت معدلات النمو السنوية في كل من البحرين وتونس والعراق وليبيا إلى ما دون معدل 5% خلال هذه الفترة.

وعلى النقيض من ذلك، برز التباين بين معدلات النمو السنوية لاستهلاك الطاقة بالدول الأعضاء كبيراً خلال الفترة (2000 – 2010) عندما شهد معدل النمو السنوي لاستهلاك الطاقة ببعض الدول الأعضاء قفزة كبيرة، بينما شهدت معدلات النمو السنوية تباطؤاً ملحوظاً في بعضها الآخر، حيث تراوحت معدلات النمو السنوية لاستهلاك الطاقة بالدول الأعضاء خلال هذه الفترة ما بين 0.4% في الجزائر إلى 20.7% في قطر، وبلغ متوسط معدلات النمو السنوية في باقي الدول الأعضاء حوالي 3.9% خلال هذه الفترة، حيث ظل معدل النمو السنوي في مصر متجاوزاً مستوى 5%، وقفز النمو السنوي في ليبيا بأكثر من الضعف ليصل 7.2%، بينما انخفضت معدلات النمو السنوية في باقي الدول الأعضاء دون معدل 5% خلال ذات الفترة.

وبالمقابل أخذ التباين بين معدلات النمو السنوية لاستهلاك الطاقة في الدول الأعضاء، في التقلص خلال الخمس سنوات الأخيرة (2010-2015)، إذا ما استثنينا الوضع الخاص في سورية وليبيا اللتان شهدتا انكماشاً في استهلاك الطاقة خلال تلك الفترة بسبب الظروف الإستثنائية التي يمر بها البلدين. فقد تراوحت معدلات النمو السنوية لاستهلاك الطاقة بباقي الدول الأعضاء خلال هذه الفترة ما بين 0.4% في الكويت إلى 4.6% في الإمارات، وبلغ

متوسط معدلات النمو السنوية في باقي الدول الأعضاء حوالي 3% خلال ذات الفترة، كما هو موضح بالشكل والجدول التاليين:

معدلات النمو السنوية لإستهلاك الطاقة بالدول الأعضاء خلال الفترة 1980-2015، %



معدل النمو السنوي (%)			اجمالي استهلاك الطاقة ألف برميل مكافئ (نفط/يوم)				
2015-2010	2000-2010	2000-1980	2015	2010	2000	1980	
4.6%	3.7%	8.7%	1675	1337	926	175	الإمارات
3.2%	3.5%	4.0%	300	257	182	82	البحرين
0.8%	1.9%	4.6%	187	180	149	61	تونس
3.4%	0.4%	5.2%	1117	943	911	330	الجزائر
4.0%	4.6%	6.7%	4300	3530	2247	613	السعودية
-10.7%	2.4%	5.5%	277	487	385	131	سوريا
3.8%	1.4%	3.9%	830	688	600	279	العراق
2.7%	20.7%	2.5%	1497	1312	201	122	قطر
0.4%	4.9%	2.5%	597	586	362	223	الكويت
-5.9%	7.3%	3.5%	435	590	291	146	ليبيا
2.2%	5.5%	5.4%	1818	1627	952	330	مصر
2.5%	4.8%	5.5%	13033	11535	7205	2492	الاجمالي

المصدر: - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول (أوابك)، بنك المعلومات.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي 2015.

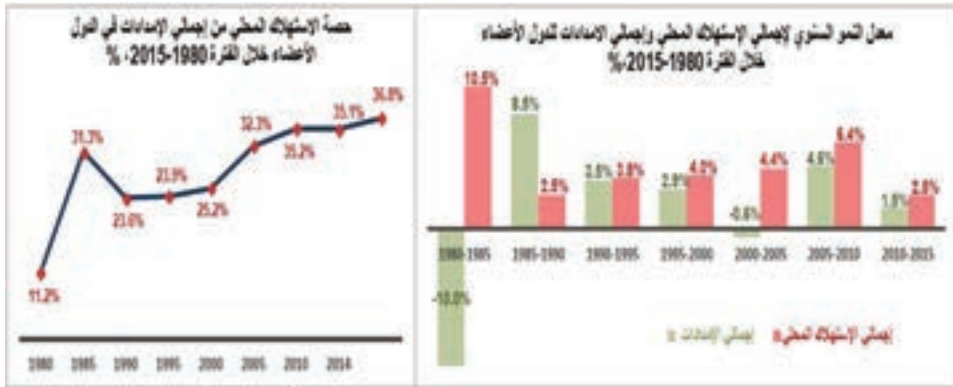
3- تزايد حصة الاستهلاك المحلي من إجمالي الإمدادات

تزايدت نسبة الاستهلاك المحلي للطاقة إلى إجمالي انتاجها في الدول الأعضاء من حوالي 11.2% في عام 1980 إلى 36.8% في عام 2015، نتيجة للتسارع الملحوظ في حجم استهلاك الطاقة بالدول الأعضاء مقارنة بحجم انتاجها، حيث تجاوزت معدلات النمو السنوية في إجمالي استهلاك الطاقة معدلات النمو السنوية في إجمالي انتاجها في أغلب هذه الفترة باستثناء النصف الثاني من عقد الثمانينات. فقد قفزت نسبة الاستهلاك المحلي للطاقة إلى إجمالي انتاجها من 11.2% في عام 1980 إلى 31.3% في عام 1985، عندما سجل إجمالي استهلاك الطاقة نمواً بمعدل 10.5% بينما انكمش الإنتاج بمعدل 10%، ثم تراجعت نسبة الاستهلاك المحلي للطاقة إلى إجمالي انتاجها إلى 23.6% في عام 1990، عندما تباطأ النمو في إجمالي استهلاك الطاقة إلى 2.5% بينما تسارع نمو الإنتاج بمعدل 8.5%.

وشهدت الفترة (1990-2000) تصاعداً طفيفاً في نسبة الاستهلاك المحلي للطاقة إلى إجمالي انتاجها، بسبب التقارب في معدلات نمو الاستهلاك والإنتاج خلال هذه الفترة، إلا أن نسبة الاستهلاك المحلي للطاقة إلى إجمالي انتاجها عادت لترتفع مجدداً إلى 32.3% بسبب النمو القوي الذي سجله الاستهلاك خلال الفترة (2000-2005) بمعدل 4.4% مقابل انكماش الإنتاج بمعدل 0.6% خلال هذه الفترة، ويوضح الجدول والشكل التاليين إجمالي الاستهلاك المحلي للطاقة وإجمالي إمداداتها في الدول الأعضاء خلال الفترة 1980-2015، ومعدلات نموها وحصة الإستهلاك المحلي للطاقة من إجمالي امداداتها خلال هذه الفترة:

إجمالي الاستهلاك المحلي للطاقة وإجمالي امداداتها في الدول الأعضاء خلال الفترة 1980-2015
(الف برميل مكافئ نفط / اليوم)

2015*	2014	2010	2005	2000	1995	1990	1985	1980	
35369	35769	32782	26160	26971	23420	19677	13100	22218	إجمالي الإمدادات
13033	12548	11535	8454	6801	5591	4638	4098	2492	إجمالي الاستهلاك المحلي



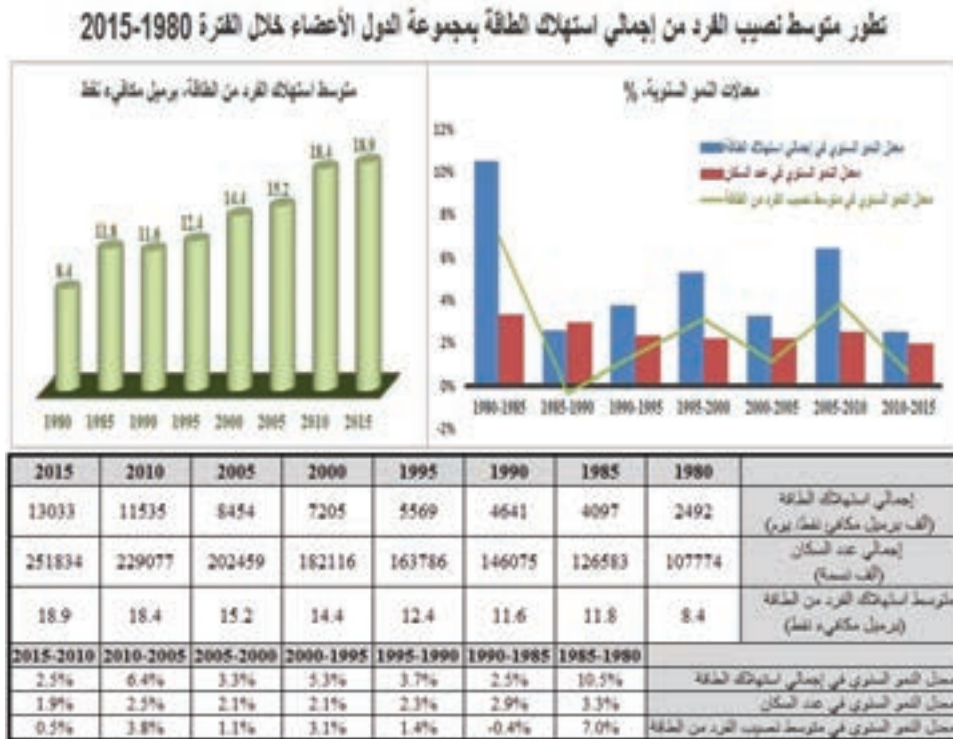
المصدر: - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، بنك المعلومات.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي 2015.
- *بيانات تقديرية

4- ارتفاع متوسط استهلاك الفرد من الطاقة

أدى النمو المتزايد في استهلاك الطاقة في الدول الأعضاء خلال الفترة (1980-2015) إلى ارتفاع متوسط استهلاك الفرد من 8.4 برميل مكافئ نفط عام 1980 إلى 14.4 برميل مكافئ نفط عام 2000، ومن ثم إلى 18.9 برميل مكافئ نفط عام 2015 أي بمعدل نمو سنوي بلغ 2.3%.

وقد شهدت كامل الفترة (1980-2015)، باستثناء الخمس سنوات الثانية منها، تسارعاً للنمو في إجمالي استهلاك الطاقة بالدول الأعضاء بشكل تجاوز وثيرة النمو السكاني خلال تلك الفترة، حيث تجاوز معدل النمو السنوي في إجمالي استهلاك الطاقة بالدول الأعضاء معدل النمو السنوي لإجمالي عدد السكان بالدول الأعضاء. وحقق النمو السنوي في متوسط نصيب الفرد من الطاقة معدلات موجبة خلال كامل الفترة، باستثناء الخمس سنوات الثانية كما أشرنا، التي شهدت تباطؤاً في معدل النمو السنوي في إجمالي استهلاك الطاقة مقابل معدل النمو السكاني، فانكمش تبعاً لذلك متوسط نصيب الفرد من الطاقة بحوالي 0.4%.

وبينما كان النمو السكاني يسير بوثيرة مستقرة، كان النمو السنوي في متوسط نصيب الفرد من الطاقة يجاري النمو المتزايد في استهلاك الطاقة في الدول الأعضاء، فحقق قفزات ملحوظة خلال الفترات التي انتعش خلالها النمو السنوي في إجمالي استهلاك الطاقة وخاصة خلال الفترتين (1995-2000) و (2005-2010)، مما أدى إلى ارتفاع متوسط استهلاك الفرد من 8.4 برميل مكافئ نفط عام 1980 إلى 14.4 برميل مكافئ نفط عام 2000، ومن ثم إلى 18.9 برميل مكافئ نفط عام 2015 أي بمعدل نمو سنوي بلغ 2.3%، كما هو موضح بالشكل والجدول التاليين:



المصدر: - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، بنك المعلومات.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي 2015.
- قاعدة بيانات شعبة السكان، إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية، منظمة الأمم المتحدة.

5- كثافة استهلاك الطاقة في الدول الأعضاء

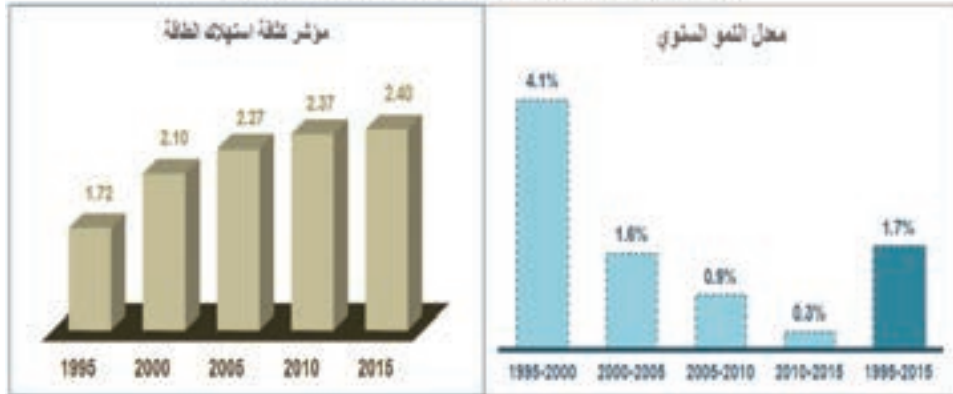
أدى تسارع النمو في اجمالي استهلاك الطاقة بالدول الأعضاء خلال الفترة (1995-2015) بوثيرة تجاوزت النمو الناتج المحلي الإجمالي بأسعاره الثابتة إلى ارتفاع ملحوظ في مؤشر كثافة استهلاك الطاقة بمجموعة الدول الأعضاء من 1.7 برميل مكافئ نفط لكل ألف دولار من الناتج في عام 1995 إلى 2.4 برميل مكافئ نفط لكل ألف دولار في عام 2015، أي بمعدل نمو سنوي بلغ 1.7% خلال هذه الفترة.

وقد ارتفع مؤشر كثافة استهلاك الطاقة بأغلب الدول الأعضاء بمعدلات متفاوتة تراوحت ما بين 0.6% في السعودية إلى حوالي 12% في ليبيا خلال الفترة (1995-2015)، باستثناء الإمارات والبحرين وقطر التي شهدت مؤشرات كثافة استهلاك الطاقة بها انخفاضات بمعدلات تراوحت ما بين 1% في البحرين إلى حوالي 0.6% في الإمارات خلال هذه الفترة، بينما شهد المؤشر استقراراً في الكويت عند حوالي 1.6 برميل مكافئ نفط لكل ألف دولار خلال الفترة (1995-2015).

وخلال الفترة (1995-2000)، شهد مؤشر كثافة استهلاك الطاقة بمجموعة الدول الأعضاء نمواً سنوياً بمعدل 4.1% ليرتفع من 1.7 برميل مكافئ نفط لكل ألف دولار في عام 1995 إلى 2.1 برميل مكافئ نفط لكل ألف دولار في عام 2000، ثم شهد معدلات نمو السنوي تباطؤاً تدريجياً خلال الفترات اللاحقة حتى بلغت 0.3% خلال الفترة (2010-2015)، كما هو موضح بالشكل التالي:

مؤشر كثافة استهلاك الطاقة لمجموعة الدول الأعضاء في منظمة أوبك (2015-1995)

برميل مكافئ نفطاً لكل دولار من الناتج الإجمالي بالأسعار الثابتة لعام 2010



معدل النمو (2015-1995)	2015	2010	2005	2000	1995	
-0.6%	1.69	1.71	1.45	1.73	1.9	الإمارات
-1.0%	3.54	3.64	4.07	4.35	4.3	البحرين
2.8%	1.99	1.49	1.59	1.81	1.1	تونس
2.0%	2.83	2.14	1.84	3.05	1.9	الجزائر
0.6%	2.34	2.45	2.33	2.56	2.1	السعودية
	غ م	2.96	3.11	3.72	2.2	سورية
	1.70	1.81	2.61	غ م	غ م	العراق
-0.9%	3.23	3.83	2.52	2.03	3.9	قطر
0.0%	1.59	1.85	1.98	1.92	1.6	الكويت
11.9%	4.80	2.88	2.33	0.89	0.5	ليبيا
4.6%	3.74	2.71	3.50	1.59	1.5	مصر
1.7%	2.40	2.37	2.27	2.10	1.72	إجمالي أوبك

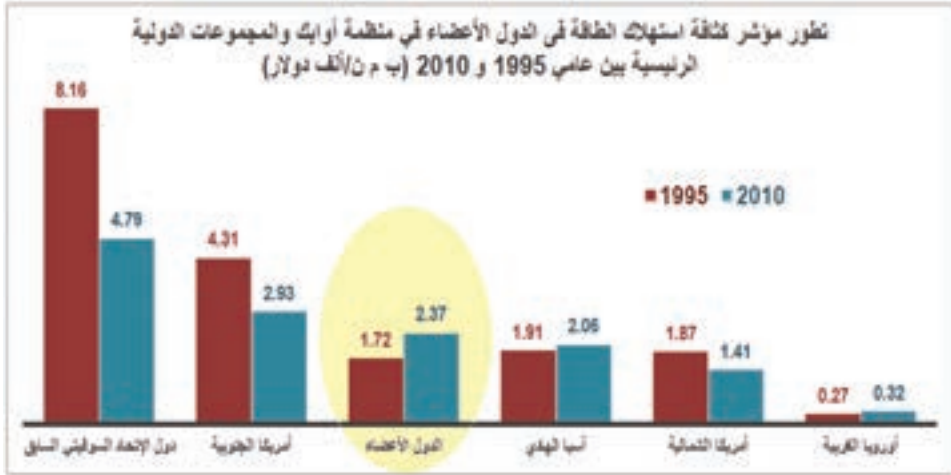
المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو، بيانات محسوبة.

وعند المقارنة مع المجموعات الدولية الأخرى في العالم، نلاحظ أن مجموعة الدول الأعضاء تتوسط المجموعات الدولية الرئيسية في العالم في كثافة الطاقة، فبينما قلَّ مؤشر كثافة استهلاك الطاقة بمجموعة الدول الأعضاء لعام 2010 عن نظيره في مجموعة دول

الإتحاد السوفيتي السابق ومجموعة دول أمريكا الجنوبية، ظل مؤشر كثافة استهلاك الطاقة بمجموعة الدول الأعضاء لعام 2010 مرتفعاً عن مثيله في المجموعات الدولية الرئيسية الأخرى مثل مجموعة دول آسيا، ودول أمريكا الشمالية، وأوروبا الغربية.

والجدير بالملاحظة أن أغلب المجموعات الدولية الرئيسية، ولا سيما تلك التي تتميز بارتفاع في كثافة استهلاك الطاقة قد سجلت تراجعاً ملحوظة في مؤشرات كثافة الاستهلاك خلال الفترة (1995-2010)، مما يؤشر إلى تحقيقها لنجاحات مهمة في جودة كفاءة ترشيد الطاقة، حيث تراجع مؤشر كثافة استهلاك الطاقة بالمجموعة الأعلى كثافة في استخدام الطاقة عالمياً وهي دول الإتحاد السوفيتي السابق من 8.16 برميل مكافئ نפט لكل ألف دولار في عام 1995 إلى 4.8 برميل مكافئ نפט لكل ألف دولار في عام 2010، بينما تراجع مؤشر كثافة استهلاك الطاقة بمجموعة دول أمريكا الجنوبية من 4.3 برميل مكافئ نפט لكل ألف دولار في عام 1995 إلى 2.9 برميل مكافئ نפט لكل ألف دولار في عام 2010، كما شهد المؤشر في مجموعة دول أمريكا الشمالية تراجعاً من 1.9 برميل مكافئ نפט لكل ألف دولار في عام 1995 إلى 1.4 برميل مكافئ نפט لكل ألف دولار في عام 2010، في حين ارتفع مؤشر كثافة استهلاك الطاقة بشكل ملحوظ في مجموعة الدول الأعضاء من 1.7 برميل مكافئ نפט لكل ألف دولار في عام 1995 إلى 2.4 برميل مكافئ نפט لكل ألف دولار في عام 2010، بينما ارتفع المؤشر بدرجة أقل في مجموعة دول آسيا المحيط الهادي من 1.9 برميل مكافئ نפט لكل ألف دولار في عام 1995 إلى 2.06 برميل مكافئ نפט لكل ألف دولار في عام 2010، لأسباب قد تعزى إلى النمو القوي في حجم استهلاك الطاقة بهذه المجموعة التي قادت النمو العالمي في الطلب على الطاقة خلال هذه الفترة. وشهد مؤشر كثافة استهلاك الطاقة بالمجموعة الأدنى كثافة في استخدام الطاقة عالمياً وهي دول أوروبا الغربية ارتفاعاً طفيفاً من 0.27 برميل مكافئ نפט لكل ألف دولار في عام 1995 إلى 0.32 برميل مكافئ نפט لكل ألف دولار في عام 2010، لأسباب قد ترجع بصورة رئيسية إلى

أزمة الديون السيادية الأوروبية التي أثرت بشكل رئيسي على الناتج المحلي الإجمالي لدول المجموعة خلال هذه الفترة.



المصدر: - دراسة توقعات استهلاك الطاقة الأولية في الدول العربية حتى عام 2035، منظمة أوبك، 2014.
- الجدول السابق.

ثالثاً: مزيج الطاقة في الدول الأعضاء في منظمة أوبك

تعتمد معظم الدول الأعضاء وبشكل شبه كامل على النفط والغاز الطبيعي بحصة بلغت حوالي 99% من إجمالي استهلاك مصادر الطاقة الأولية خلال عام 2015، وحصة لم تتجاوز 1% للمصادر الأخرى. وبالنسبة للطاقات المتجددة، تشكل الطاقة الكهرومائية حصة 85.7% من إجمالي الطاقات القصوي لقدرات توليد الكهرباء من الطاقات المتجددة في الدول الأعضاء، ويتركز انتاجها في أربع دول أعضاء هي مصر والعراق وسورية و الجزائر. و لا يوجد إلى الآن أى محطة نووية لتوليد الكهرباء في الدول الأعضاء.

1. السمات الرئيسية لهيكل استهلاك الطاقة في الدول الأعضاء في منظمة أوبك

من السمات الأساسية لإستهلاك الطاقة في الدول الأعضاء، هو إرتفاع معدلات النمو مقارنة بمناطق العالم الأخرى، حيث سجلت مجموعة الدول الأعضاء أعلى معدل نمو سنوي في إجمالي استهلاك مصادر الطاقة الأولية على امتداد الفترة 1980-2015.

كما يعتبر الإعتماد شبه الكامل على النفط والغاز بشكل عام، و تزايد الإعتماد على الغاز الطبيعي وخاصة في محطات توليد الطاقة الكهربائية من السمات الأساسية لتطور هيكل استهلاك الطاقة في الدول الأعضاء خلال الفترة 1980-2015، حيث تزايدت حصة الغاز الطبيعي من مزيج الطاقة المستهلكة بصورة تدريجية في مقابل تناقص حصة النفط الخام، ليشهد عام 2005 بداية احتلال الغاز الطبيعي للمركز الأول بين مصادر الطاقة المستهلكة في الدول الاعضاء في منظمة أوبك.

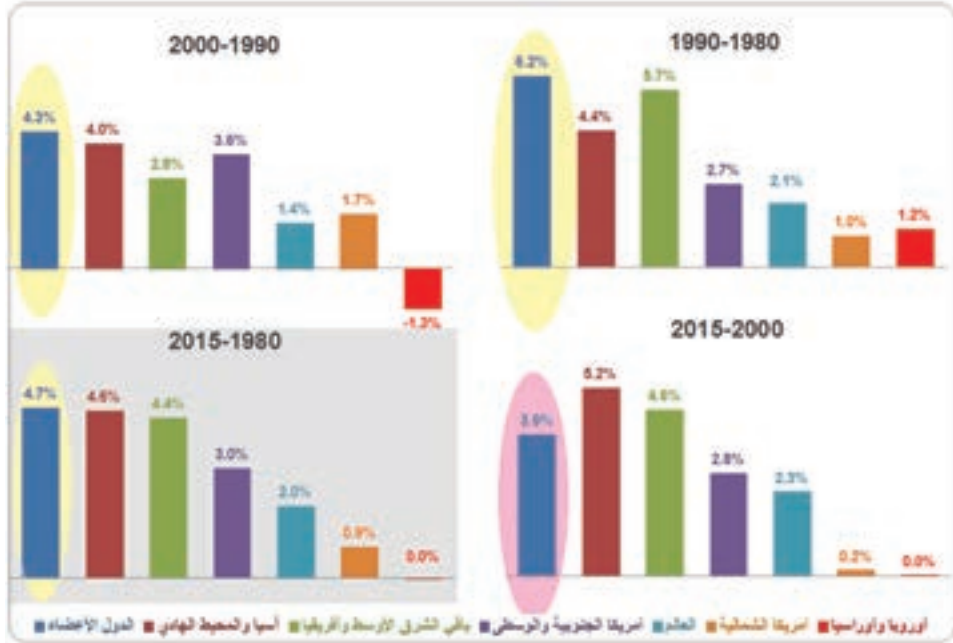
والسمة الأخرى هي تواضع مساهمة الطاقات الأخرى، وخاصة المتجددة منها في مزيج الطاقة في الدول الأعضاء. وفيما يلي أهم سمات الطلب على الطاقة في الدول الأعضاء للفترة (1980 – 2015).

1-1. النمو القوي مقارنة بمناطق العالم الأخرى

من السمات الأساسية لإستهلاك الطاقة في الدول الأعضاء، هو معدلات النمو القوي مقارنة بمناطق العالم الأخرى، حيث سجلت مجموعة الدول الأعضاء أعلى معدل نمو سنوي في إجمالي استهلاك مصادر الطاقة الأولية على طول الفترة 1980-2015، بمعدل نمو سنوي بلغ حوالي 4.7%، تليها مباشرة مجموعة دول آسيا والمحيط الهادي بمعدل نمو سنوي بلغ حوالي 4.6%، ثم مجموعة باقي دول أفريقيا والشرق الأوسط بمعدل نمو سنوي بلغ حوالي 4.4%، فمجموعة دول أمريكا الجنوبية والوسطى بمعدل نمو سنوي بلغ حوالي 3%، بينما انخفضت معدلات النمو السنوي في إجمالي استهلاك مصادر الطاقة الأولية لمجموعتي دول أمريكا الشمالية وأوروبا عن المعدل العالمي البالغ نحو 2% خلال الفترة 1980-2015.

وعلى فترات جزئية أيضاً، سجلت مجموعة الدول الأعضاء أعلى معدل نمو سنوي في إجمالي استهلاك مصادر الطاقة مقارنة بالمناطق الأخرى من العالم خلال الفترة (1980 – 1990) بمعدل نمو سنوي بلغ 6.2%، وكذلك خلال الفترة (1990-2000) بمعدل نمو سنوي بلغ 4.3%، إلا أنها تراجعت إلى المرتبة الثانية أمام الاندفاع القوي للنمو السنوي في إجمالي استهلاك مصادر الطاقة الأولية لمجموعة دول آسيا والمحيط الهادي خلال الفترة (2000-2014)، والذي بلغ حوالي 6.2% كما هو موضح بالشكل التالي:

معدلات النمو السنوي في إجمالي استهلاك مصادر الطاقة الأولية بالمناطق الرئيسية في العالم خلال الفترة 1980-2015



المصدر: - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوابك)، بنك المعلومات.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي 2015.
- قاعدة بيانات التقرير الإحصائي السنوي 2015، برتش بتروليوم.

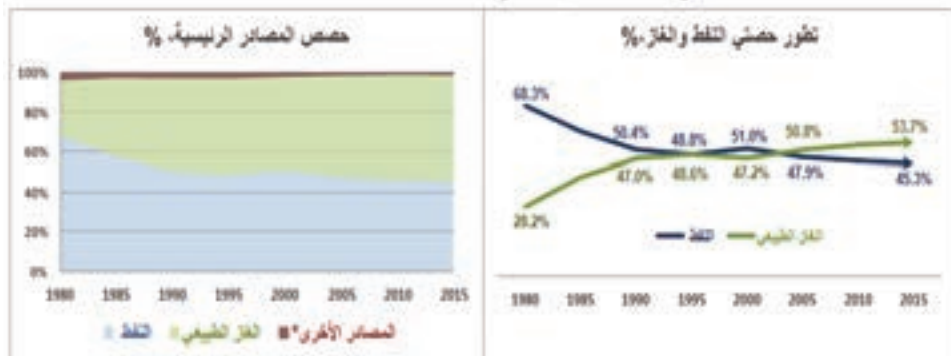
2-1. الاعتماد شبه الكامل على النفط والغاز الطبيعي

يعتبر الاعتماد شبه الكامل على النفط والغاز الطبيعي من السمات الأساسية لهيكل استهلاك الطاقة في الدول الأعضاء، حيث لا تمتلك الدول الأعضاء الكثير من الموارد المائية التي يمكن الاستفادة منها في توليد الكهرباء، كما لا يوجد لديها الكثير من مناجم الفحم، ولا تتوفر لديها الطاقة النووية. وعليه يظل النفط والغاز الطبيعي المصدرين الرئيسيين للطاقة، فقد تراوحت حصة النفط والغاز الطبيعي من إجمالي مصادر الطاقة المستهلكة بين 96.5% عام 1980 إلى 99% عام 2015، متذبذبة ما بين تلك النسب خلال كامل الفترة (1980-2015).

كما يعتبر تزايد الاعتماد على الغاز الطبيعي و تراجع الاعتماد على النفط من العلامات البارزة لتطور مزيج الطاقة المستهلكة في الدول الأعضاء خلال الفترة 1980-2015. فقد شهدت حصة الغاز الطبيعي في مزيج الطاقة المستهلكة نمواً قوياً خلال عقد الثمانينات، لتقفز من 28.2% عام 1980 إلى 47% عام 1990، مقابل تراجع حصة النفط من 68.3% عام 1980 إلى 50.4% عام 1990.

وبحلول عام 1995، تساوت حصتي النفط والغاز الطبيعي تقريباً من مزيج الطاقة المستهلكة في الدول الأعضاء بنسبة 48.8% للنفط و 48.6% للغاز الطبيعي، أعقبه ارتفاع لحصة النفط مترافقاً مع تراجع لحصة الغاز الطبيعي خلال السنوات اللاحقة حتى بلغت نسبة مساهمة النفط حوالي 51% وحصة الغاز الطبيعي 47.2% خلال عام 2000. ثم بعد ذلك عاد الانخفاض التدريجي في حصة النفط لصالح التزايد في حصة الغاز، حتى غدا الغاز الطبيعي في المركز الأول من بين مصادر الطاقة المستهلكة بعد عام 2005، لتصل حصة الغاز الطبيعي من إجمالي مصادر الطاقة المستهلكة في الدول الأعضاء حوالي 53.7%، مقابل تراجع حصة النفط من إجمالي مصادر الطاقة المستهلكة إلى نحو 45.3% عام 2015، كما هو موضح بالشكل والجدول التاليين:

تطور مزيج الطاقة المستهلكة في الدول الأعضاء خلال الفترة 1980-2015



استهلاك الطاقة في الدول الأعضاء وفق المصدر، 1980-2015 (ألف برميل مكافئ نفط/ يوم)

2015	2010	2005	2000	1995	1990	1985	1980	
5900	5344	4046	3675	2721	2340	2374	1702	النفط
7000	6082	4299	3397	2707	2182	1626	702	الغاز الطبيعي
133	110	110	133	142	120	97	87	المصادر الأخرى*
13033	11535	8454	7205	5569	4641	4097	2492	إجمالي الطاقة

المصدر: - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، بنك المعلومات.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي 2015.
(*) تشمل الفحم ومصادر الطاقة الكهرومائية.

3-1. تواضع مساهمة الطاقات الأخرى.

لم تشكل مساهمة الطاقات الأخرى (وتشمل الفحم والطاقة النووية والطاقات المتجددة) في إجمالي الطاقة المستخدمة في الدول الأعضاء أكثر من 1.2% عام 2014 مقارنة بمساهمة بلغت 43.7% في المزيج العالمي

ويشكل الفحم حصة 30% من مزيج الطاقة المستهلك في العالم عام 2014، بينما لم تتجاوز مساهمته حصة 0.5% من مزيج الطاقة المستهلك في الدول الأعضاء، ويتركز استخدام الفحم في الدول الأعضاء بصورة أساسية في الإمارات ومصر ودرجة أقل في الجزائر وسورية.

ولا تتوفر الطاقة النووية في الدول الأعضاء حتى الوقت الحاضر، ولكن يسعى بعض من الدول الأعضاء لإضافة الطاقة النووية في مزيج الطاقة لديها خلال السنوات القادمة، يذكر أن مساهمة الطاقة النووية من مزيج الطاقة المستهلك في العالم عام 2014 قد بلغت 4.4%.

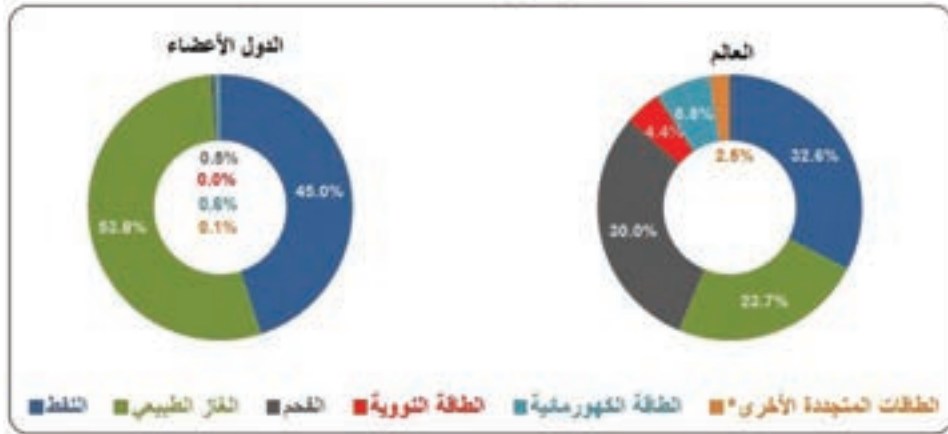
وتساهم الطاقة الكهرومائية بحصة 6.8% من مزيج الطاقة المستهلك في العالم عام 2014، بينما لم تتجاوز مساهمتها حصة 0.6% من مزيج الطاقة المستهلك في الدول الأعضاء، وتعتمد الكميات المستهلكة من هذا المصدر على الدور الذي تلعبه العوامل الطبيعية

كالأمطار وكميتها، بالإضافة إلى توافر الأنهار والسدود ومساقط المياه. ويتركز استخدام الطاقة الكهرومائية في الدول الأعضاء بصورة أساسية في مصر والعراق وسورية والجزائر.

وتمتلك الدول الأعضاء موارد وفيرة من مصادر الطاقات الشمسية والرياح والكهرومائية، ولا يمثل الجزء المستغل منها حصة تذكر أمام إمكاناتها الضخمة، وبالنسبة للطاقة الحيوية، فبالرغم من جهود بعض الدول الأعضاء في مشاريع إعادة تدوير النفايات التي يلقى جزء كبير منها في مناطق مخصصة كمكبات، لاتزال جهود إنشاء محطات تحويل نفايات إلى طاقة في طور الأفكار التي تطرح من حين لآخر كحل لتقليل عدد المكبات ومشاكلها المتعلقة بالتلوث الأرضي والهوائي.

ولم تتجاوز حصة إجمالي مساهمة كل الطاقات المتجددة الأخرى (باستثناء الكهرومائية) من مزيج الطاقة المستهلكة في الدول الأعضاء 0.1% عام 2014، مقابل حصة بلغت 2.5% من مزيج الطاقة المستهلكة في العالم، والتي تعتبر بدورها نسبة متواضعة أمام إمكانات هذه المصادر في موارد الضخمة المتوفرة، ويرجع السبب في ذلك بشكل أساسي إلى عامل الكلفة الإقتصادية والاستثمارية العالية نسبياً لتقنياتها المتوفرة، حيث تعتمد فرص هذه التقنيات النظيفة والمتطورة على التكلفة الاقتصادية لها. ويوضح الشكل التالي حصة مصادر الطاقة الأولية في مزيج الطاقة المستهلكة عالمياً وفي الدول الأعضاء عام 2015:

حصة المصادر الأولية في مزيج الطاقة المستهلكة خلال عام 2015، %



المصدر: - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوابك)، بنك المعلومات.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي 2015.
- قاعدة بيانات التقرير الإحصائي السنوي 2015، برتس بتروليوم
(* تشمل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وباقي الطاقات المتجددة الأخرى .

2. تطور استهلاك النفط والغاز الطبيعي في الدول الأعضاء

شهدت العقود الثلاث الأخيرة تغيرات في أنواع الوقود المستخدم في استهلاك الطاقة في الدول الأعضاء، إذ انخفضت نسبة استهلاك النفط في الوقت الذي زاد فيه استخدام الغاز الطبيعي بنسبة عالية كما تم بيانه سابقاً. وقد برز هذا التحول بقوة خلال عقد الثمانينات، عندما تم إحلال حوالي نسبة 18% من حصة النفط في مزيج الطاقة المستهلكة لصالح الغاز الطبيعي، لتقفز حصة الغاز من 28.2% عام 1980 إلى 47% عام 1990، مقابل تراجع حصة النفط من 68.3% عام 1980 إلى 50.4% عام 1990.

واستمر هذا التحول، وإن كان بوثيرة أخف خلال السنوات اللاحقة، ليحل الغاز الطبيعي محل النفط كمصدر أول للطاقة بالدول الأعضاء منذ عام 2005، وتصل حصة الغاز

من إجمالي مصادر الطاقة المستهلكة في الدول الأعضاء إلى حوالي 53.7%، وتراجعت حصة النفط من إجمالي مصادر الطاقة المستهلكة إلى نحو 45.3% عام 2015.

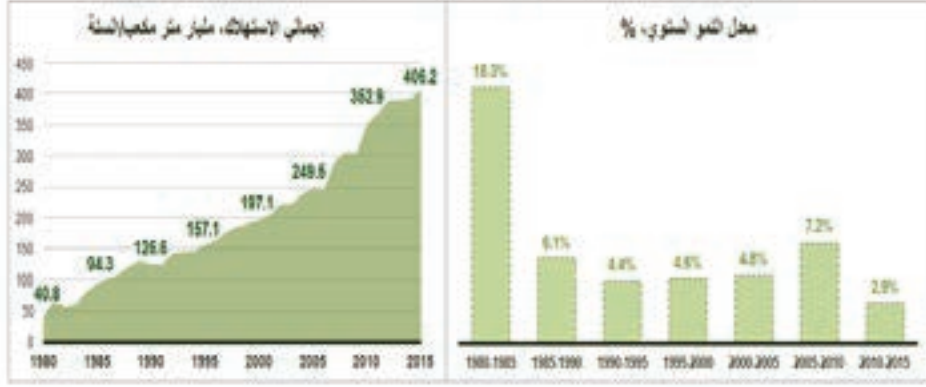
وبالرغم من تناقص حصته في إجمالي مصادر الطاقة المستهلكة، إلا أن النفط ومنتجاته لا تزال تمثل مصدراً أساسياً من مصادر الطاقة المستهلكة في الدول الأعضاء، حيث يشكل مع الغاز الطبيعي نسبة 99% من إجمالي مصادر الطاقة المستهلكة في الدول الأعضاء، وفيما يلي إستعراض لتطور استهلاك هذين المصدرين الرئيسيين في الدول الأعضاء بشيء من التفصيل خلال الفترة 1980-2015:

2-1. استهلاك الغاز الطبيعي

ارتفع إجمالي استهلاك الدول الأعضاء من الغاز الطبيعي بحوالي عشرة أضعاف خلال الفترة (1980 – 2015)، إذ ارتفع من 40.8 مليار متر مكعب عام 1980 إلى 406.2 مليار متر مكعب عام 2015، أي بمعدل نمو سنوي بلغ 6.8%.

وقد شهد إجمالي استهلاك الدول الأعضاء من الغاز الطبيعي قفزة نوعية غير مسبقة خلال الفترة (1980-1985) بمعدل نمو سنوي بلغ 18.3% ليرتفع بأكثر من الضعف أي من 40.8 مليار متر مكعب عام 1980 إلى 94.3 مليار متر مكعب عام 1985، وذلك بعد الإرتفاع الكبير الذي شهدته أسعار النفط خلال عامي 1979 و 1980، بفضل النمو القوي في استهلاك الغاز الطبيعي في بعض الدول الأعضاء وخاصة السعودية والجزائر والإمارات. ثم ما لبثت أن تراجعت معدلات النمو نسبياً بعد التراجع الذي شهدته أسعار النفط منذ عام 1985، على الرغم من مواصلة استهلاك الغاز الطبيعي في الدول الأعضاء لسكة النمو بمعدلات معقولة خلال باقي الفترة، ليبلغ إجمالي استهلاكه في الدول الأعضاء نحو 406.2 مليار متر مكعب عام 2015، كما هو موضح بالشكل التالي:

تطور إجمالي استهلاك الغاز الطبيعي في الدول الأعضاء خلال الفترة 1980-2015

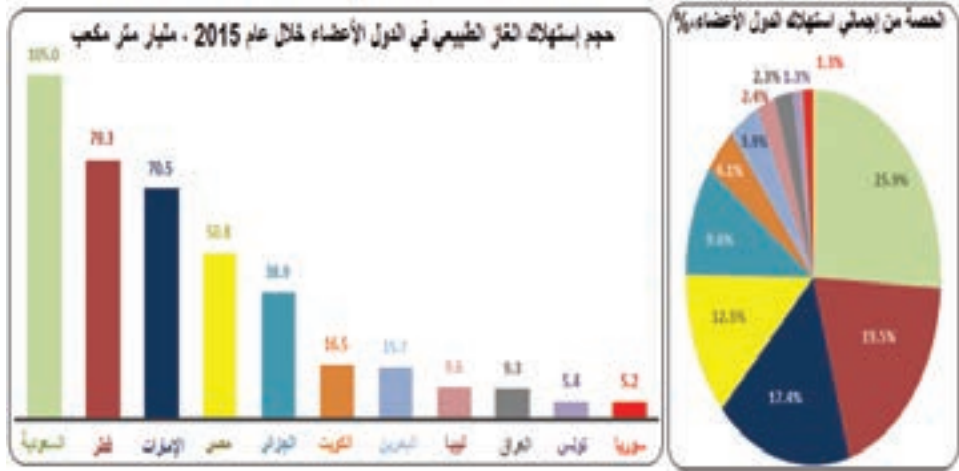


المصدر: - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوبك)، بنك المعلومات.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوبك)، تقرير الأمين العام السنوي 2015.

ونظراً لتوفر الغاز الطبيعي في الكثير من الدول الأعضاء من جهة، ولل فوائد الناجمة عن استهلاكه من جهة أخرى، فقد لجأت الدول الأعضاء إلى الحد من كميات الغاز التي كانت تهدر حرقاً بسبب تدني الأسعار في الأسواق العالمية، الأمر الذي أتاح كميات من الغاز الطبيعي للاستهلاك المحلي سواء كلقيم في صناعة البتروكيماويات أو كوقود في محطات الكهرباء.

ويتركز أكثر من ثلاثة أرباع إجمالي استهلاك الغاز الطبيعي بالدول الأعضاء في أربع دول وهي بالترتيب، المملكة العربية السعودية وقطر والإمارات ومصر. وقد استقرت السعودية بأكثر من ربع إجمالي استهلاك الغاز الطبيعي بالدول الأعضاء عام 2015 بحصة بلغت 25.9%، وإجمالي استهلاك بلغ حوالي 105 مليار متر مكعب، وحلت قطر في المرتبة الثانية بحصة بلغت 19.5% من إجمالي استهلاك الغاز الطبيعي بالدول الأعضاء وإجمالي استهلاك بلغ حوالي 79.3 مليار متر مكعب، ثم الإمارات ومصر بحصتي 17.4% و 12.5% على التوالي، وإجمالي استهلاك بلغ حوالي 70.5 مليار متر مكعب للإمارات و 50.8 مليار

متر مكعب لمصر. ويوضح الشكل التالي حجم استهلاك الغاز الطبيعي في الدول الأعضاء لعام 2015 وحصه كل دولة من الإجمالي:



المصدر: - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتروول (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي 2015.

2-2. استهلاك النفط

يشكل النفط مصدراً أساسياً للطاقة في الدول الأعضاء، فقد كان لفترة طويلة المصدر الأول للطاقة، ثم حل ثانياً بعد الغاز الطبيعي منذ عام 2005 حيث تراجع نصيبه من إجمالي الاستهلاك من 68.3% في مطلع الثمانينات إلى 45.3% عام 2015 كما أسلفنا.

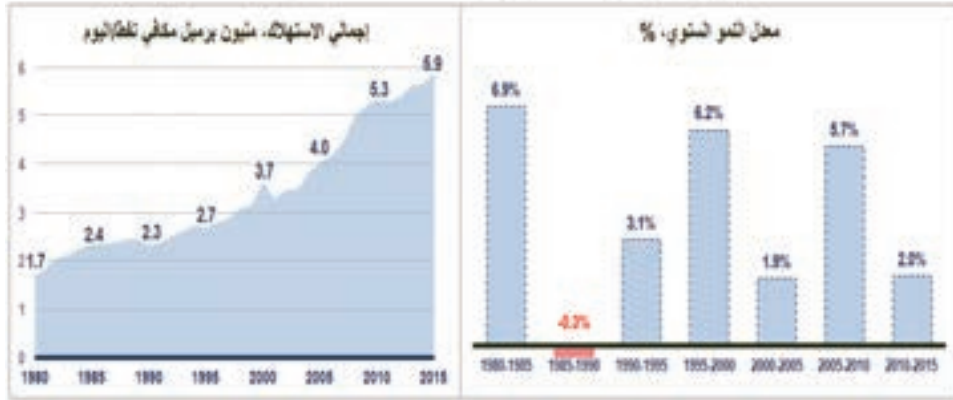
ومن الناحية الكمية، ارتفع إجمالي استهلاك الدول الأعضاء من النفط (شاملاً استهلاك المنتجات النفطية والإستهلاك المباشر للنفط الخام) من 1.7 مليون ب م ن/ي عام 1980 إلى 5.9 مليون ب م ن/ي عام 2015، أي بمعدل نمو سنوي بلغ حوالي 3.6%.

وعلى فترات متقطعة، بلغ النمو في إجمالي استهلاك الدول الأعضاء من النفط ذروته خلال الفترة (1985-1980) بمعدل نمو سنوي بلغ 6.9% ليصل إلى 2.4 مليون ب م ن/ي

عام 1985، ثم انكمش خلال الفترة اللاحقة (1985-1990) بحوالي 0.3% ليتراجع إلى 2.3 مليون ب م ن ي عام 1990، ولكنه سرعان ما عاود النمو بمعدل 3.1% خلال الفترة (1990-1995)، ثم بمعدل 6.2% خلال الفترة (1995-2000)، ليصل إلى 3.7 مليون ب م ن ي عام 2000.

وخلال الفترة (2000-2005)، واصل إجمالي استهلاك الدول الأعضاء من النفط النمو بوثيرة أخف، أي بمعدل نمو سنوي بلغ 1.9%، ثم ارتفعت وثيرة النمو مجدداً إلى معدل 6.2% خلال الفترة (2005-2010)، ليعاود النمو تباطؤه مجدداً ليصل إلى 2% خلال الخمس سنوات الأخيرة ليبلغ إجمالي استهلاك الدول الأعضاء من النفط 5.9 مليون ب م ن ي عام 2015، كما هو موضح بالشكل التالي:

تطور إجمالي استهلاك النفط في الدول الأعضاء خلال الفترة 1980-2015



المصدر: بنك المعلومات وتقرير الأمين العام السنوي 2015/ أوابك

ويتركز أكثر من ثلاثة أرباع إجمالي استهلاك النفط بالدول الأعضاء في أربع دول وهي بالترتيب، المملكة العربية السعودية ومصر والعراق والجزائر، حيث استأثرت السعودية بحصة بلغت 42.2% من إجمالي استهلاك النفط بالدول الأعضاء عام 2015، وإجمالي

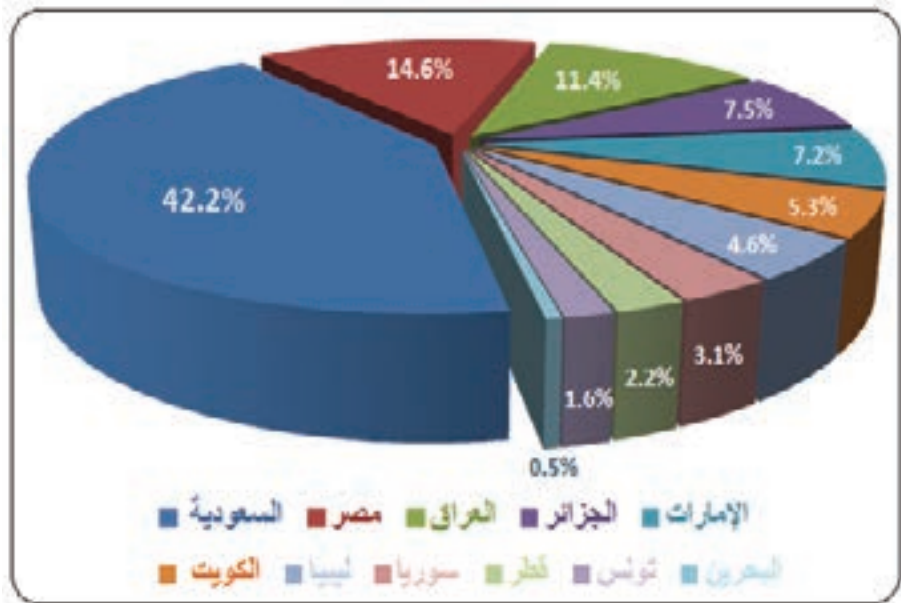
استهلاك بلغ حوالي 2.5 مليون ب م ن ي. وحلت مصر في المرتبة الثانية بحصة بلغت 14.6% من إجمالي استهلاك النفط بالدول الأعضاء عام 2015 وإجمالي استهلاك بلغ حوالي 860 ألف ب م ن ي ، ثم العراق والجزائر بحصتي 11.4% و 7.5% على التوالي، وبإجمالي استهلاك بلغ 670 ألف ب م ن ي للعراق و 440 ألف ب م ن ي للجزائر.

ويوضح الجدول والشكل التاليين حجم استهلاك النفط في الدول الأعضاء لعام 2015 وحصة كل دولة من الإجمالي:

إجمالي استهلاك النفط في الدول الأعضاء خلال عام 2015 (ألف برميل مكافئ نفط/اليوم)

البحرين	تونس	قطر	سوريا	ليبيا	الكويت	الإمارات	الجزائر	العراق	مصر	السعودية	الإجمالي
30	93	130	180	270	312	425	440	670	860	2490	5900

حصة كل دولة من إجمالي استهلاك النفط، %



المصدر: - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، بنك المعلومات.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي 2015.

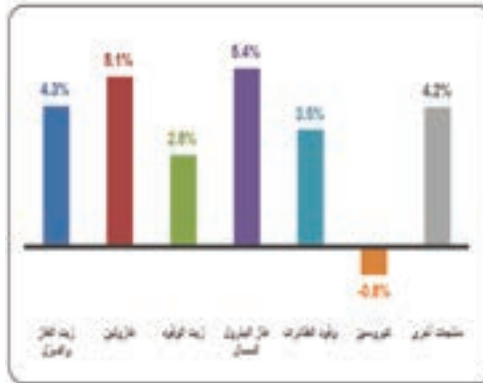
وشكلت حصة زيت الغاز والديزل مع الغازولين حوالي 63% من إجمالي استهلاك المنتجات النفطية بالدول الأعضاء عام 2015، حيث يعتبر زيت الغاز والديزل أكثر المنتجات النفطية استهلاكاً بالدول الأعضاء، بحصة من الإجمالي ارتفعت من 33.9% عام 1980 إلى 36.9% عام 2015، يليه في المرتبة الثانية الغازولين الذي ارتفعت حصته من الإجمالي من 18.2% عام 1980 إلى 26.4% عام 2015، بينما يحل زيت الوقود ثالثاً بحصة من الإجمالي تراجع من 26.2% عام 1980 إلى 17.1% عام 2015. كما شهدت حصة غاز البترول المسال من إجمالي استهلاك المنتجات النفطية بالدول الأعضاء ارتفاعاً من 5.8% عام 1980 إلى 9.1% عام 2015، بينما انخفضت حصة وقود الطائرات من 6.9% عام 1980 إلى 5.8% عام 2015، في حين تراجعت حصة الكيروسين من 5.3% عام 1980 إلى 1.0% عام 2015.

ومن بين المنتجات النفطية الرئيسية، يعتبر غاز البترول المسال المنتج الأسرع نمواً في استهلاكه بالدول الأعضاء خلال الفترة 1980-2015، بمعدل نمو سنوي بلغ 5.4%، يليه الغازولين الذي سجل استهلاكه نمواً بمعدل 5.1% خلال الفترة 1980-2015، ليقفز إجمالي استهلاكه بالدول الأعضاء بأكثر من خمسة أضعاف حجمه، من 271 ألف ب م ن/ي عام 1980 إلى 1558 ألف ب م ن/ي عام 2015، بينما بلغ معدل النمو السنوي لزيت الغاز والديزل 4.3% ليقفز إجمالي استهلاكه بالدول الأعضاء من 503 ألف ب م ن/ي عام 1980 إلى 2159 ألف ب م ن/ي عام 2015، وبلغ معدل النمو السنوي لزيت الوقود 2.8% ليرتفع إجمالي استهلاكه بالدول الأعضاء من 388 ألف ب م ن/ي عام 1980 إلى 1009 ألف ب م ن/ي عام 2015، كما هو موضح بالجدول والشكل التالي:

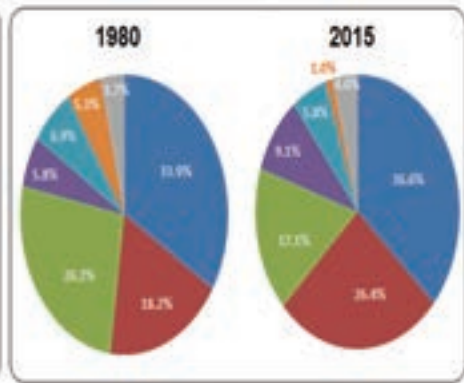
تطور إجمالي استهلاك المنتجات النفطية للدول الأعضاء خلال الفترة 1980-2015 مليون برميل مكافئ نفط/اليوم

2015	2010	2005	2000	1995	1990	1985	1980	
2159	1658	1243	995	847	723	679	503	زيت الغاز والديزل
1558	1140	862	641	533	465	407	271	غازولين
1009	794	823	633	513	527	631	388	زيت الوقود
537	407	328	273	206	158	119	86	غاز البترول المسال
342	266	172	157	141	143	134	102	وقود الطائرات
59	87	91	91	86	115	83	79	كيروسين
236	179	137	205	199	170	145	55	منتجات أخرى
5900	4532	3655	2995	2525	2300	2197	1484	اجمالي المنتجات النفطية

معدل النمو السنوي للفترة 2015-1980



الحصة من إجمالي استهلاك المنتجات النفطية



المصدر: - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، بنك المعلومات.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي 2015.

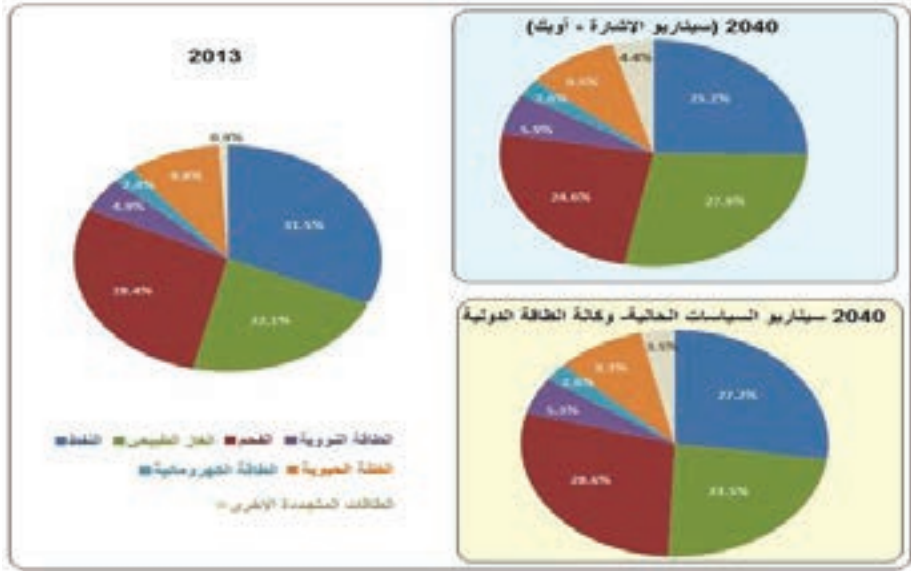
رابعاً: الآفاق المستقبلية لمزيج الطاقة في الدول الأعضاء

بحسب توقعات منظمة الدول المصدرة للنفط (أوبك) ووكالة الطاقة الدولية (IEA)، من المتوقع أن يظل النفط والغاز مصدر الطاقة الرئيسي والأول في العالم حتى عام 2040، حيث تشير تقارير الآفاق المستقبلية للمنظمتين إلى أن النفط والغاز سوف يستمران في تغطية أكثر من نصف الطلب العالمي على الطاقة حتى عام 2040.

فمن جهة يشير تقرير آفاق النفط العالمي الصادر عن منظمة الدول المصدرة للنفط (أوبك) عام 2015، أن حصة النفط في مزيج الطاقة العالمي من المتوقع أن تتراجع من 31.5% عام 2013 إلى حوالي 25.2% عام 2040، بينما ترتفع حصة الغاز الطبيعي من حوالي 22.1% عام 2013 إلى حوالي 27.9% عام 2040، وبذلك تشهد حصة النفط والغاز معاً في مزيج الطاقة العالمي تراجعاً طفيفاً من 53.6% عام 2013 إلى حوالي 53.1% عام 2040.

ومن جهة أخرى، يشير تقرير آفاق الطاقة العالمي الصادر عن وكالة الطاقة الدولية (IEA) عام 2015، أن حصة النفط في مزيج الطاقة العالمي سوف تتراجع من 31.5% عام 2013 إلى حوالي 27.2% عام 2040، بينما ترتفع حصة الغاز الطبيعي من حوالي 22.1% عام 2013 إلى حوالي 23.5% عام 2040، وبذلك تشهد حصة النفط والغاز معاً في مزيج الطاقة العالمي تراجعاً من 53.6% عام 2013 إلى حوالي 50.7% عام 2040، كما توضح الأشكال التالية:

حصص المصادر الرئيسية للطاقة الأولية في مزيج الطاقة العالمي وآفاقها المستقبلية، 2013 – 2040 (%)



المصدر: - منظمة الدول المصدرة للبترول (أوبك)، تقرير آفاق النفط العالمي 2015.

- وكالة الطاقة الدولية، تقرير آفاق الطاقة العالمي 2015.

وبالنسبة للدول الأعضاء، تشير توقعات الأمانة العامة لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوبك) الواردة في دراسة توقعات استهلاك الطاقة الأولية في الدول العربية حتى عام 2035، إلى أن حصة النفط في مزيج الطاقة بالدول الأعضاء سوف تشهد تراجعاً طفيفاً من 45% عام 2014 إلى 44.9% عام 2035، بينما تتراجع حصة الغاز الطبيعي من حوالي 53.8% عام 2014 إلى حوالي 51.9% عام 2035، وبذلك من المتوقع أن تشهد حصة النفط والغاز معاً في مزيج الطاقة بالدول الأعضاء تراجعاً من 98.8% عام 2014 إلى حوالي 96.8% عام 2035 لصالح ارتفاع حصة مصادر الطاقة الأخرى من حوالي 1.2% عام 2014 إلى حوالي 3.2% عام 2035، كما هو موضح بالشكل التالي:

حصص المصادر الرئيسية في مزيج الطاقة بالدول الأعضاء عام 2014 وآفاقها المستقبلية لعام 2035، %



المصدر: - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوبك)، تقرير الأمين العام السنوي 2015.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوبك)، دراسة "توقعات استهلاك الطاقة الأولية في الدول العربية حتى عام 2035"،
عام 2014.

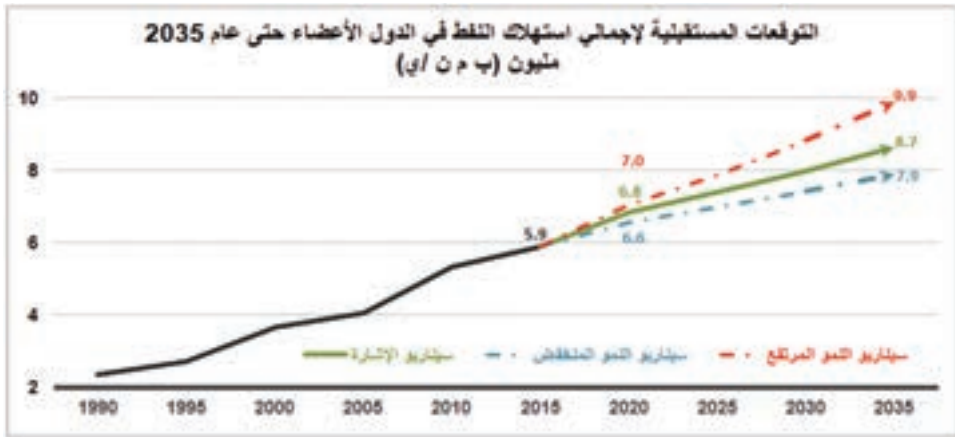
وفيما يلي لمحة عن الآفاق المستقبلية لهذه المصادر كلا على حدة:

1. النفط

تشير توقعات الأمانة العامة لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوبك) إلى أن إجمالي استهلاك النفط بالدول الأعضاء سوف يتراوح ما بين 6.6 و 7.0 مليون ب م ن ي خلال عام 2020 مقارنة بحوالي 5.9 مليون ب م ن ي عام 2015، أي بمعدل نمو سنوي يتراوح ما بين 2.2% و 3.6% بحسب سيناريوهي النمو المنخفض والنمو المرتفع على التوالي، بينما يتوقع سيناريو الإشارة أن يشهد إجمالي استهلاك النفط بالدول الأعضاء نمواً بنحو 3% خلال الفترة (2015-2020)، ليبلغ حوالي 6.8 مليون ب م ن ي عام 2020.

وعلى المدى البعيد، سوف تتخفف وتيرة النمو في إجمالي استهلاك النفط بالدول الأعضاء مقارنة بمداه المتوسط، حيث يتوقع أن تتراوح معدلات النمو خلال الفترة (2020- 2035) ما بين 1.2% إلى 2.3%، ليتراوح إجمالي استهلاك النفط بالدول الأعضاء

ما بين 7.9 و 9.9 مليون ب م ن ي عام 2035 بحسب سيناريوهي النمو المنخفض والنمو المرتفع على التوالي. بينما يتوقع سيناريو الإشارة أن يشهد إجمالي استهلاك النفط بالدول الأعضاء نمواً بنحو 1.6% خلال الفترة 2020- 2035، ليبلغ حوالي 8.7 مليون ب م ن ي خلال عام 2035، وبذلك تكون حصيلة النمو المتوقعة خلال الفترة (2015 – 2035) في إجمالي استهلاك الدول الأعضاء من النفط حوالي 1.5% ، كما هو موضح بالشكل التالي:

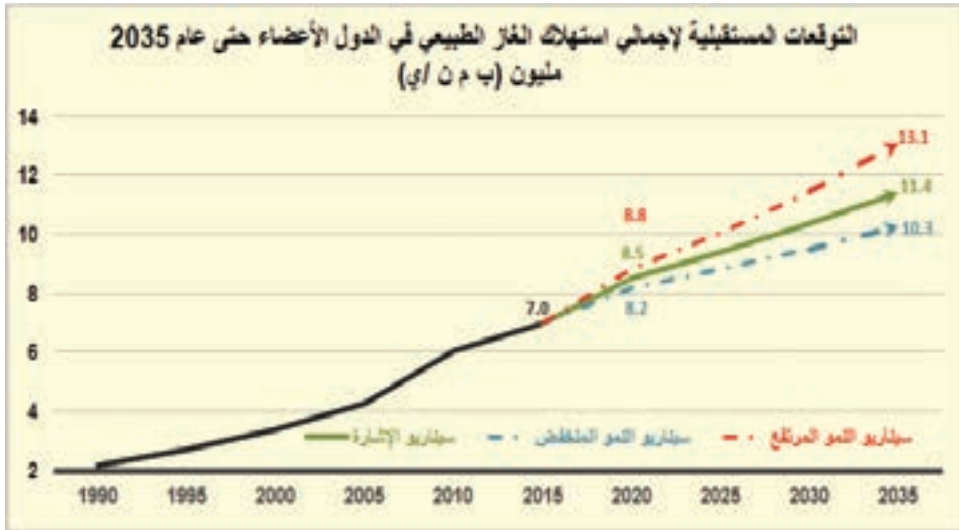


المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوابك)، دراسة "توقعات استهلاك الطاقة الأولية في الدول العربية حتى عام 2035"، عام 2014.

2. الغاز الطبيعي

تشير توقعات الأمانة العامة لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوابك) إلى أن إجمالي استهلاك الغاز الطبيعي بالدول الأعضاء من المتوقع أن يتراوح ما بين 8.2 و 8.8 مليون ب م ن ي خلال عام 2020 مقارنة بحوالي 7 مليون ب م ن ي خلال عام 2015، أي بمعدل نمو يتراوح ما بين 3.2% و 4.7% بحسب سيناريوهي النمو المنخفض والنمو المرتفع على التوالي. وفي المقابل، يتوقع سيناريو الإشارة أن يشهد إجمالي استهلاك الغاز الطبيعي بالدول الأعضاء نمواً بنحو 4.1% خلال الفترة (2015-2020)، ليبلغ حوالي 8.5 مليون ب م ن ي خلال عام 2020.

وعلى المدى البعيد، من المتوقع أن تنخفض وثيرة النمو في إجمالي استهلاك الغاز الطبيعي بالدول الأعضاء مقارنة بمداها المتوسط، حيث يتوقع أن تتراوح معدلات النمو خلال الفترة (2020- 2035) ما بين 1.5% إلى 2.7%، ليتراوح إجمالي استهلاك الغاز الطبيعي بالدول الأعضاء ما بين 10.3 و 13.1 مليون ب م ن ي خلال عام 2035 بحسب سيناريوهي النمو المنخفض والنمو المرتفع على التوالي. وفي المقابل يتوقع سيناريو الإشارة أن يشهد إجمالي استهلاك الغاز الطبيعي بالدول الأعضاء نمواً بنحو 2% خلال الفترة 2020- 2035، ليلبغ حوالي 11.4 مليون ب م ن ي خلال عام 2035، وبذلك تكون حصيلة النمو المتوقعة خلال الفترة 2015 – 2035 في إجمالي استهلاك الدول الأعضاء من الغاز الطبيعي حوالي 1.9% ، كما هو موضح بالشكل التالي:



المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتروول (أوابك)، دراسة "توقعات استهلاك الطاقة الأولية في الدول العربية حتى عام 2035"، عام 2014.

3. الطاقات المتجددة

لم تحظى الطاقات المتجددة بالاهتمام المطلوب في معظم الدول الأعضاء، فمساهمتها في مزيج الطاقة بالدول الأعضاء لا تعكس حقيقة الإمكانيات المتاحة منها، خاصة طاقة الرياح والطاقة الشمسية اللتان تتوفران في العديد من المواقع الواعدة في عدد من الدول الأعضاء، كما أشرنا إلى ذلك آنفاً.

وقد شهدت السنوات الأخيرة، أي منذ مطلع العقد السابق، تنامي الاهتمام المتزايد في الدول الأعضاء بأهمية التوجه نحو تنويع مصادر الطاقة. وخصوصاً بعد أن أثبتت الدراسات الصادرة في هذا الشأن أن المنطقة تتمتع بمصادر وفيرة من الطاقة المتجددة خاصة الطاقة الشمسية، نظراً لوقوع معظم الدول الأعضاء في منطقة الحزام الشمسي، كما تتمتع معظم الدول الأعضاء بإمكانات جيدة من طاقة الرياح يمكن استغلالها لتوليد الكهرباء، علاوة على مصادر الطاقة المائية المتوفرة في بعض الدول الأعضاء.

لذلك برزت التوجهات نحو خيار العمل على استغلال مصادر الطاقة المتجددة المتاحة، ونقل التقنيات الخاصة بها إلى الدول الأعضاء كخيار استراتيجي للدول الأعضاء لتأمين وتنويع مصادر الطاقة لديها، وإرساء صناعتها محلياً استرشاداً بالمواصفات العالمية ومن ثم تسويقها إقليمياً في بادئ الأمر فعالمياً في مرحلة لاحقة؛ لتشكل بذلك رافداً قوياً للمصادر البترولية وتساهم في تعزيز مصادر الدخل عبر تحرير المزيد من النفط والغاز من أجل التصدير.

وقد أعلنت بعض الدول الأعضاء أهدافها المستقبلية لمساهمة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة، إلا أن المشروع الوحيد في الدول الأعضاء قيد التنفيذ حالياً و سيدخل العمل قبل عام 2020 - بحسب الشركة العربية لاستثمارات البترولية (أبيكوروب)- هو المرحلة الثانية من مشروع مجمع الشيخ محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية بقدرة 200 ميغاوات، الذي

تقوم بتنفيذه شركة «أكوا» السعودية مع شركة «تي إس كيه» الإسبانية بتكلفة إجمالية تبلغ 326 مليون دولار ومن المتوقع تشغيله في عام 2017⁵، وهي المرحلة الثانية من المجمع الذي تسعى اماره دبي لجعله أحد أكبر المشاريع الاستراتيجية الجديدة في العالم بنظام المنتج المستقل في سوق الطاقة المتجددة. أما الأهداف المستقبلية للدول الأعضاء الأخرى لمساهمة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة المستقبلي ببلدانها فتتراوح ما بين 4.3% إلى 40% إما كنسبة من الطاقة الكهربائية المنتجة أو كنسبة من الطاقة الأولية، حسب ما هو مبين بالجدول التالي:

الأهداف المستقبلية للدول الأعضاء لمشاركة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة

الدولة	الأهداف الرسمية المعلنة*		الأهداف من مصادر أخرى**	
	نطاق الأهداف	الأهداف	نطاق الأهداف	الأهداف
الإمارات	7% من الطاقة الكهربائية لإمارة أبوظبي	2030	7% من الطاقة الكهربائية لإمارة أبوظبي	2020
البحرين			5% من الطاقة الكهربائية	2020
تونس			25% من الطاقة الكهربائية	2030
الجزائر	10% من الطاقة الكهربائية	2030	15% من الطاقة الكهربائية	2020
السعودية			40% من الطاقة الكهربائية	2040
سورية	4.3% من الطاقة الأولية	2030		
قطر			20% من الطاقة الكهربائية	2030
الكويت	5% من الطاقة الكهربائية	2020	15% من الطاقة الكهربائية	2030
ليبيا	10% من الطاقة الكهربائية	2020		
مصر	20% من الطاقة الكهربائية	2020	20% من الطاقة الكهربائية	2020

المصدر*: جامعة الدول العربية، الإستراتيجية العربية لتطوير استخدامات الطاقة المتجددة.
المصدر**:

- (1) *Renewables in the Arab world: a new phase, Apicorp Energy Research, Vol.1 No.5.*
- (2) *Renewable Energy Market Analysis, The GCC Region, IRENA2016.*

وقد تطورت مشاريع الإستثمار في الطاقات المتجددة بالدول الأعضاء في منظمة أوبك من مشاريع نموذجية صغيرة في البداية تهدف إلى تطوير فهم أفضل للتكنولوجيات المتاحة، إلى مشاريع استراتيجية تعمل في إطار الرؤية الشاملة للدول الأعضاء الهادفة إلى

⁵ *Renewables in the Arab world: a new phase, Apicorp Energy Research, Vol.1 No.5.*

تطوير جميع مجالات قطاع الطاقة المتجددة والتقنيات المستدامة، حيث انتشر في بعض الدول الأعضاء التسخين المنزلي للمياه باستخدام الطاقة الشمسية، التي تطورت لاحقاً إلى وجود مصانع إنتاج أنظمة التسخين الشمسي للمياه وبعض المشاريع الريادية لتحلية المياه، كما برزت بعض مشاريع استخدام الطاقة الشمسية في إنتاج الكهرباء باستخدام تقنية مراكز الطاقة الشمسية في الجزائر ومصر، بإنشاء محطة شمسية حرارية بالتكامل مع الدورة المركبة في الجزائر بقدرة 150 ميغاواط شارك فيها الحقل الشمسي بقدرة 25 ميغاواط، ومحطة شمسية حرارية بالتكامل مع الدورة المركبة في مصر بقدرة 140 ميغاواط شارك فيها الحقل الشمسي بقدرة 20 ميغاواط.

وتعد دولة الإمارات العربية المتحدة من الدول الأعضاء الرائدة في جهود تطوير جميع مجالات قطاع الطاقة المتجددة والتقنيات المستدامة، ومن نجاحاتها المسجلة في هذا المجال تأسيس مدينة مصدر كمنصة لاستعراض طاقة المستقبل والتقنيات النظيفة وإجراء البحوث عليها بمساحة 6 كلم مربع لاحتضان حوالي 40 ألف نسمة ومئات الشركات، وتضم وحدة مصدر للطاقة التي تعمل على تطوير وتشغيل مشروعات الطاقة المتجددة داخل الإمارات وخارجها مثل مشروع تطوير محطة "شمس 1" بقدرة 100 ميغاواط لمركزات الطاقة الشمسية في المنطقة الغربية من أبوظبي لتصبح أكبر محطة طاقة شمسية في العالم. بالإضافة إلى مزرعة توليد طاقة الرياح بقدرة 30 ميغاواط، ومحطة الخلايا الشمسية على جزيرة "صير بني ياس" في أبوظبي بهدف المساهمة في تلبية 7% من احتياجات أبوظبي من الطاقة من مصادر متجددة بحلول عام 2020. ومن المشروعات الدولية لمصدر، حصتها بنسبة 20% في مشروع مصفوفة لندن "London Arra" وهي أكبر مزرعة رياح بحرية في العالم تقع قبالة الساحل في مصب نهر التايمز في المملكة المتحدة لتوليد الطاقة من الرياح الساحلية وقدرتها 1000 ميغاواط⁶.

⁶ الإستراتيجية العربية لتطوير استخدامات الطاقة المتجددة، جامعة الدول العربية

وقامت المملكة العربية السعودية بإنشاء مدينة الملك عبد الله للطاقة الذرية والمتجددة بهدف إدخال الطاقة الذرية والمتجددة ضمن منظومة توليد الكهرباء وتحلية المياه، وتنويع مصادر إنتاج الماء والكهرباء في المستقبل لتقليل الاعتماد على الموارد الهيدروكربونية، الأمر الذي سيؤدي إلى إطالة عمرها وبالتالي إبقائها مصدراً للدخل لفترة أطول

وقامت مدينة الملك عبد الله بدراسات مستفيضة عن الفرص المتاحة أمام المملكة العربية السعودية في التوجه نحو الطاقة الذرية والمتجددة والبناء على الأطلس الشمسي وأطلس طاقة الرياح التي أصدرتهما مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية سابقاً. فتقدمت بدراسات استراتيجية عن الطاقة الذرية المتجددة والخيارات المتاحة لخفض استهلاك الوقود الهيدروكربوني في منظومة الكهرباء وتحلية المياه، التي بينت إمكانية خفض الاستهلاك بنسبة (50%) بحلول عام 2032 بما يؤدي إلى أن يصل إسهام الطاقة المتجددة في هذا الهدف إلى حوالي (30%) ويتم التعامل حالياً على صياغة الأطر القانونية والاستثمارية لقطاع الطاقة بما يتناسب مع هذه الأهداف.

ومن جهتها تهدف دولة الكويت إلى الوصول إلى مساهمة المصادر المتجددة بنسبة 5٪ من الطاقة الكهربائية المنتجة بحلول عام 2020 كهدف استراتيجي. وفي هذا المضمار، وقعت الكويت في أواخر 2015 عقود المرحلة الأولى لمبادرة مجمع الشقايا للطاقة المتجددة مع شركة تي اس كي الإسبانية، لتصميم وإنشاء وتشغيل أول محطة لإنتاج الطاقة الكهربائية باستخدام تقنية الطاقة الشمسية الحرارية بسعة 50 ميغاواط، حيث من المتوقع ربط إنتاج المحطة بالشبكة الكهربائية بحلول ديسمبر عام 2017 عند بدء التشغيل الفعلي للمحطة. كما تتبني الكويت إعداد دراسة جدوى إنشاء محطة شمسية حرارية متكاملة مع الدورة المركبة قدرة 100 ميغاواط، باستخدام تقنية المركبات الشمسية ذات القطع المكافئ بالتعاون مع معامل الطاقة الشمسية الألمانية بمعهد علوم الفضاء الألماني "DLR".

وارتكازاً على وفرة الموارد التي تتمتع بها الدول الأعضاء من مصادر الطاقة الشمسية و طاقة الرياح، نشأت العديد من المبادرات الدولية والإقليمية التي تهدف إلى استغلال هذه المصادر، ومن أهمها الخطة الشمسية المتوسطة (MSP)، ومبادرة تقنية الصحراء (DESERTEC)، ومبادرة صندوق التكنولوجيا النظيفة (CTF)⁷، وفيما يلي استعراض لتلك المبادرات:

الخطة الشمسية المتوسطة (MSP)

تعد الخطة الشمسية المتوسطة مبادرة أوروبية جاءت في إطار سعي أوروبا إلى توفير جانب من احتياجاتها المستقبلية من الكهرباء من مصادر متجددة تمتد عبر شبكات نقل تربط بين منابع الإنتاج في جنوب المتوسط إلى نقاط الاستهلاك في الشمال. و تعتبر أحد الأهداف الستة لإعلان الاتحاد من أجل المتوسط، وتتخلص هذه الخطة في تنفيذ مشروعات تتصل بالطاقة المتجددة وتعتمد أساساً على الطاقة الشمسية إلى جانب طاقة الرياح لإنتاج الكهرباء بقدرات مركبة تصل إلى 20 جيجاوات بحلول عام 2020 بمنطقة المتوسط للمساهمة في الوفاء بالاحتياجات المحلية وتصدير جزء من الطاقة المنتجة إلى أوروبا من خلال خطوط الربط عبر المتوسط.

مبادرة تقنية الصحراء (DESERTEC)

وهي أيضاً مبادرة أوروبية تأتي في إطار سعي أوروبا إلى تدبير جانب من احتياجاتها المستقبلية من الكهرباء من مصادر متجددة تمتد عبر شبكات نقل تربط بين منابع الإنتاج في جنوب المتوسط إلى نقاط الاستهلاك في الشمال، وتهدف إلى الاستفادة من الطاقة الشمسية المتاحة بوفرة في المناطق الصحراوية باستخدام تركيز الأشعة الشمسية الحرارية، والتي يمكن أن تنتج نصف الطلب على الكهرباء في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وأوروبا بشكل

⁷ الإستراتيجية العربية لتطوير استخدامات الطاقة المتجددة، جامعة الدول العربية

اقتصادي. وقد تولدت عنها مبادرة تقنية الصحراء الصناعية (DII) التي تتألف من الشركات المساهمة في مشروع (DESERTEC) لتؤسس شركة مساهمة متضامنة موزعة بين شمال وجنوب المتوسط، وذلك لتعزيز تجارة الكهرباء من خلال إنشاء سوق مترابطة وفعالة للإمداد بالكهرباء المنتجة من المصادر المتجددة.

☞ مشروع صندوق التكنولوجيا النظيفة (CTF)

جاءت هذه المبادرة من البنك الدولي، الذي أسس صندوقاً لإتاحة التمويل الميسر بهدف زيادة انتشار التقنيات النظيفة لإنتاج الكهرباء بواسطة المركبات الشمسية بتقنياتها المختلفة، و نقل التكنولوجيا النظيفة والمساهمة في تنفيذ خطط التنمية المستدامة. ومن أهم العوائق التي تقف أمام انطلاق هذه الطاقات الكامنة بالمنطقة وتوجّلها لمرحلة لاحقة ما يلي:

- محدودية السياسات الجاذبة للاستثمار الخاص وقصور الموارد الحكومية المخصصة لها.
- ضعف السياسات الهادفة لإيجاد شركات في مجال استخدام مصادر الطاقة المتجددة .
- محدودية الإمكانيات المؤسسية الموجهة لتطوير نظم الطاقة المتجددة وصعوبة التنسيق بينها.
- انخفاض مستوى الوعي العام بالإمكانيات المتاحة ونظم الطاقة المتجددة التي يمكن استخدامها بصورة فنية واقتصادية.
- صعوبة تطبيق نظام تمويل حكومي خاص بالطاقة المتجددة و محدودية التعاون والتنسيق الإقليمي في مجال تمويل مشروعات الطاقة المتجددة والاعتماد على برامج التمويل الأجنبي.

بالإضافة إلى ذلك، وهو الأهم وفرة المصادر التقليدية للطاقة من النفط والغاز وانخفاض تكاليف استخدامها في الأسواق المحلية مقارنة بالتكاليف الاستثمارية الباهظة لمحطات الطاقة الشمسية.

4. الطاقة النووية

أعلنت بعض الدول الأعضاء مؤخراً عن رغبتها في إضافة الطاقة النووية إلى مزيج الطاقة في بلدانها، وذلك لمواجهة الطلب المتنامي على الكهرباء، وتنويع مزيج الطاقة وتحرير المزيد من النفط والغاز للتصدير، وتعتبر دولة الإمارات العربية المتحدة والمملكة العربية السعودية وجمهورية مصر العربية من الدول الأعضاء التي حققت تقدماً بإتجاه تحقيق أهدافها المقررة لإنشاء وتشغيل مفاعلات نووية محلية للأغراض السلمية.

ويعتبر البرنامج النووي في الإمارات الأكثر تقدماً في الوقت الحالي من بين الدول الأعضاء، حيث اتجهت دولة الإمارات في السنوات الأخيرة إلى مشاريع الطاقة النووية لدعم إنتاج الكهرباء لديها، والتي يتزايد استهلاكها بمعدلات كبيرة، وسيبدأ إنتاج الكهرباء من أول مفاعل من أصل أربعة مفاعلات نووية تقوم ببنائها دولة الإمارات في عام 2017.

ومن المتوقع أن تدخل جميع المفاعلات مرحلة التشغيل في عام 2020 بطاقة إجمالية قدرها 5600 ميغاواط، وذلك بالإضافة إلى عشر مفاعلات أخرى مقترحة بإجمالي طاقة 14400 ميغاواط بهدف تلبية الطاقة النووية لحوالي 25% من متطلباتها الإستهلاكية في نهاية المطاف.

ولدى السعودية مقترح طموح لبناء 16 مفاعل نووي بإجمالي طاقة توليد تبلغ 17600 ميغاواط مجدولة للتشييد تدريجياً حتى عام 2032. وتسعى مصر لبناء مفاعل مخطط له بطاقة 1000 ميغاواط وهناك مقترح لمفاعل آخر طاقة 1000 ميغاواط أيضاً⁸.

⁸ . على رجب ، الطاقة النووية وأفاقها المستقبلية بعد كارثة فوكوشيما اليابانية، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد 39 العدد 144 شتاء 2013

خامساً: فرص التنوع في مزيج الطاقة في الدول الأعضاء

يعتبر التقدم الذي تحقّقه عملية التنمية حالة نسبية متغيرة تعتمد إلى حد كبير على فاعلية الإستخدام الأمثل للموارد المتاحة، ولذلك يأتي الإستخدام الأمثل للموارد الطبيعية خاصة غير المتجددة، في مقدمة الأولويات الملحة للتنمية المستدامة. ويمكن أن تتحول الموارد الطبيعية غير المتجددة، التي ستنتهي بعد أجل معين، مثل البترول، بواسطة المجهود البشري من مجرد محتويات أو كنوز كامنة إلى ثروة فعلية، عن طريق مد هذا الأجل إلى أبعد وقت مستطاع، بواسطة الاستغلال السليم لها والمحافظة عليها بكافة الوسائل.

وبعيداً عن الجدل الدائر حول الدور الذي يمكن أن تلعبه المصادر المتجددة في مزيج الطاقة، والبعد البيئي لاستخدامها مقارنة بالبترول، فإن الحقيقة التي لا جدال فيها هي أن التوازن بين التنمية والمحافظة على البيئة يتطلب توشي المسؤولية في استخدام كل مصادر الطاقة على حد السواء، وأن مصادر الطاقة المتجددة تحمل آفاقاً واعدة كرافد مهم لمزيج الطاقة وللاعب حيوي في سبيل مد أجل الموارد غير المتجددة.

وعلى الصعيد العالمي، ساهم البترول في توفير الطاقة للإقتصاد العالمي لعدة عقود، وتشير التوقعات إلى استمرار مساهمته كمصدر أول وأساسي للطاقة حتى الأجل المنظور. أما على صعيد الدول الأعضاء في منظمة أوبك، فقد ساهم قطاع النفط والغاز الطبيعي في حدوث تحولات اقتصادية واجتماعية جذرية خلال العقود الأربعة الأخيرة، حيث أتاح توفر هذين المصدرين من مصادر الطاقة فرصاً لتوظيف المصادر المحلية والاستفادة منها في عملية التنمية وفي تعزيز التعاون بين الدول الأعضاء، سواء على الصعيد الثنائي أو الاقليمي. وكان للعائدات النفطية دور رئيسياً في تعزيز عملية التنمية في الدول الأعضاء من خلال مساهماتها في معدلات النمو الاقتصادي والميزانيات العامة والموازين التجارية، بالإضافة إلى دورها الكبير في التنمية البشرية.

وبالمقابل ساهمت النهضة التنموية التي شهدتها الدول الأعضاء في ارتفاع معدلات استهلاكها من الطاقة، وسجلت خلالها معدلات النمو مستويات عالمية قياسية، تجاوزت خلال العقود الثلاثة السابقة معدلات الزيادة في الإنتاج، فتزايدت حصة الاستهلاك المحلي من إجمالي الإمدادات، على حساب تراجع حصة التصدير. وحيث أن من أهم سمات هيكل استهلاك الطاقة الحالي بالدول الأعضاء هو الإعتماد شبه الكامل على النفط والغاز، فإن استمرار النمو في معدلات استهلاك الطاقة بالدول الأعضاء بنفس الوثيرة سوف يزيد من الضغوط على الحصة المتاحة للتصدير في المستقبل، وبالتالي على مصادر الدخل الرئيسية في الدول الأعضاء.

وفي المقابل، تؤكد الموارد الهائلة لمصادر الطاقة المتجددة المتوفرة في الدول الأعضاء، وخاصة الطاقة الشمسية وطاقات الرياح من جهة، والتجارب الناجحة للعديد من دول العالم في استغلال مواردها من هذه الطاقات من جهة أخرى، على إمكانية أحداث تغيير ملموس في كيفية الإستخدام الأمثل لهذه الموارد في الدول الأعضاء، لتوفر رافداً مهماً للنفط والغاز في مزيج الطاقة المحلي من جانب، ولتعظيم مصادر الدخل عن طريق تحرير المزيد من النفط والغاز للتصدير، ودعم الإيرادات العامة بعوائد إضافية عن طريق تصدير الكهرباء المولدة من الطاقات المتجددة في مرحلة لاحقة للأسواق الإقليمية المجاورة، التي توفر آفاقاً واعدة للطلب على الكهرباء في المستقبل.

ويؤكد انخفاض تكلفة الطاقة المتجددة بالتوازي مع زيادة انتشارها، إلى جانب دوافع أخرى متعددة، أن الفرص متاحة في الوقت الحاضر أمام الدول الأعضاء لتعزيز موقعها المهم في ميزان الطاقة العالمي باستغلال مواردها من الطاقات المتجددة جنباً إلى جنب مع استغلالها للنفط والغاز، ومن أهم هذه الدوافع ما يلي:

1. انخفاض تكلفة الطاقة المتجددة بالتوازي مع زيادة انتشارها

أصبحت تقنيات الطاقة المتجددة أكثر قوة وفعالية، وانخفضت تكلفتها بشكل كبير خلال السنوات السابقة، حيث تراجعت أسعار الطاقة الشمسية الضوئية بنسبة 80% منذ عام 2008. وفي عام 2013، نجحت الطاقة الشمسية التجارية في مضاهاة شبكات الطاقة العامة في بعض دول أوروبا مثل ألمانيا وأسبانيا وإيطاليا وفرنسا. وتزداد قدرة الطاقة الشمسية الضوئية تدريجياً على المنافسة بدون دعم، حيث يتوقع أن يبيع حقل توليد الطاقة الشمسية الجاري تنفيذه في تشيلي بطاقة 70 ميغاواط انتاجه في السوق الوطنية الفورية، وأن يدخل بمنافسة مباشرة مع الكهرباء التي يتم توليدها من الوقود الأحفوري. كما انخفضت تكلفة الرياح في المناطق البرية بنسبة 18% منذ عام 2009، مع تراجع تكاليف التوربينات بنسبة 30% منذ عام 2008، ما يجعلها أرخص مصدر متجدد للكهرباء ضمن نطاق واسع ومتنام في الأسواق. ويتم في الوقت الحاضر استخدام الطاقة الشمسية و طاقة الرياح في أكثر من 100 بلد حول العالم⁹.

2. تطرح الطاقات المتجددة نموذجاً جديداً في قطاع توليد الطاقة الكهربائية

تخضع هيكلية قطاع توليد الطاقة الكهربائية وطبيعة منتجها وأدوارهم لتحويلات كبيرة بسبب توسع انتشار الطاقة المتجددة، فقطاع توليد وإنتاج الكهرباء، الذي كانت تهيمن عليه الشركات الكبيرة، يتحول الآن إلى اللامركزية والتنوع في ظل انتشار الطاقة المتجددة. فعلى سبيل المثال، يتم إنتاج نصف الكهرباء التي يتم توليدها من المصادر المتجددة في ألمانيا من قبل المواطنين في المزارع والمنازل السكنية، ولا تمتلك شركات الكهرباء بشكل مباشر سوى 12% من أصول الطاقة المتجددة، مما يفتح آفاقاً واسعة لدعم الإقتصادات المحلية وفرص العمل والاستثمار أمام القطاع الخاص في مجال توليد وإنتاج الطاقة الكهربائية.

⁹ Rethinking Energy, IRENA 2015

3. خلق فرص للتنوع الإقتصادي

تزداد أهمية الطاقات المتجددة في دعم النمو الإقتصادي وخلق فرص التنوع، مع التطور المستمر في تقنيات التخزين الجديدة والتقنيات الذكية لدعم إدارة الطلب على نحو أفضل، مما يسهم في خلق فرص نشوء قطاع صناعي مساند وجديد بالكامل للتطبيقات الذكية، ويؤدي إلى دفع عجلة الاستثمار في الإقتصاد المحلي، وأنشطة البحث والتطوير.

4. خفض تكاليف شبكات التوزيع لربط المناطق النائية

تعتبر مصادر الطاقة المتجددة حالياً أفضل مصدر لتوفير الطاقة الكهربائية منخفضة التكلفة للأنظمة التي تعمل خارج شبكات التوزيع والشبكات المصغرة للمناطق النائية، وتمتلك العديد من البلدان التي تواجه هذه المعضلة فرصة القيام بقرارات نوعية لتخطي عملية بناء وتطوير الشبكات الثابتة والانتقال إلى منظومات عالية المرونة من الشبكات المصغرة المستقلة، وخلق وفورات كبيرة للتكاليف الاستثمارية لمد شبكات التوزيع للمناطق النائية.

وبالمقابل، توجد جملة من العوائق التي تقف حجر عثرة أمام الفرص المتاحة للتنوع في مزيج الطاقة بالدول الأعضاء في سبيل الاستغلال الأمثل لمواردها المتاحة من الطاقات المتجددة من أهمها:

أ - الآثار البيئية

بالرغم من أن تقنيات الطاقة المتجددة توفر وسيلة لخفض انبعاثات الغازات الدفينة المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري، يتمثل الأثر البيئي للطاقات المتجددة في استنفاد الموارد المحدودة، وفي مقدمتها المياه. فاستغلال موارد المياه يعد من أهم العوائق التي تواجه استخدام الطاقات المتجددة في الدول الأعضاء، حيث تحتاج المصادر المتجددة إلى المياه للتنظيف

والتبريد، وهو ما يمكن أن يمثل تحدياً للبلدان التي تعاني من ندرة في مورد المياه كما هو الحال في أغلب الدول الأعضاء.

ب - إطار السياسات العامة لقطاع الطاقة

يعتبر إطار السياسة العامة الذي ينظم أسواق الكهرباء بشكل خاص، والطاقة بشكل عام، في العديد من الدول من أكبر العوائق أمام فرص التنوع في مزيج الطاقة، فسياسات دعم الأسعار المحلية للوقود في أغلب الدول الأعضاء لا تشجع الاستثمار في المصادر الأخرى. كما أن إدارة وتسيير سوق الكهرباء من قبل محتكر يكون في كثير من الأحيان مرفقا مملوكا للدولة تكون له السيطرة الكاملة على توليد وتوزيع وبيع الكهرباء للمستهلكين لا يساعد على تحفيز تطوير مبادرات التنوع في مزيج الطاقة وتقنياته، حيث ستقف البيروقراطية الإدارية، وأمور أخرى، حجر عثرة أمام فرص الابتكار والتنوع.

ج - ضعف السياسات الجاذبة للاستثمار

ضعف السياسات الجاذبة للاستثمار الخاص و محدودية الموارد الحكومية المخصصة للبحث والتطوير لفرص التنوع في مزيج الطاقة، وغياب السياسات الهادفة لإيجاد شركات في مجال استخدام مصادر الطاقة المتجددة ومحدودية القدرات المؤسسية الموجهة لتطوير نظم الطاقة المتجددة وصعوبة التنسيق بينها.

سادساً: الخلاصة والتوصيات

من أهم ما خلصت إليه الدراسة ما يلي:

يشكل النفط والغاز الطبيعي ركائز أساسية لموقع الدول الأعضاء في منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك) في ميزان الطاقة العالمي، بفضل امتلاكها لأكثر من 55% من الاحتياطيات العالمية المؤكدة من النفط و 27% من الاحتياطيات العالمية المؤكدة من الغاز الطبيعي، واستحوادها على أكثر من 29% من الإنتاج العالمي من النفط الخام و 14.8% من الإنتاج العالمي من الغاز الطبيعي المسوق.

تمتلك الدول الأعضاء إمكانات هائلة من مصادر الطاقات المتجددة، فهي تقع في منطقة جغرافية تمتاز بأعلى سطوع شمسي على الأرض، وسرعات ريحية معتدلة إلى مرتفعة، ولدى بعض الدول الأعضاء موارد كبيرة أيضاً من مصادر الطاقة المائية، إضافة إلى كميات لا يستهان بها من مصادر الكتلة الحيوية، وجميع هذه الدول مؤهلة لاستغلال هذه الموارد المتجددة.

يعتبر التزايد في استهلاك الطاقة وزيادة الطلب المحلي عليها، وبالتالي زيادة حصة الاستهلاك المحلي من إجمالي الإمدادات من العلامات البارزة لتطور استهلاك الطاقة في الدول الأعضاء، كما يعتبر تباين معدلات النمو في استهلاك الطاقة بين الدول الأعضاء بشكل خاص، و ارتفاع معدلات استهلاك الفرد من الطاقة وكذلك ارتفاعاً كثافة استهلاكها بشكل عام من أبرز علامات تطور استهلاك الطاقة في الدول الأعضاء خلال الفترة (1985-2015).

تعتمد معظم الدول الأعضاء وبشكل شبه كامل على النفط والغاز الطبيعي بحصة بلغت حوالي 99% من إجمالي استهلاك مصادر الطاقة الأولية خلال عام 2015، وحصة لم تتجاوز 1% للمصادر الأخرى. وبالنسبة للطاقات المتجددة، لا تتجاوز حصة الطاقة القصوى لصافي قدرات توليد الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة في الدول

الأعضاء نسبة 0.5% من إجمالي الطاقات العالمية، وتشكل الطاقة الكهرومائية حصة 85.7% من إجمالي الطاقات القصوي لقدرات توليد الكهرباء من الطاقات المتجددة في الدول الأعضاء، ويتركز انتاجها في أربع دول أعضاء هي مصر والعراق وسوريا و الجزائر. و لا يوجد إلى الآن أى محطة نووية لتوليد الكهرباء في الدول الأعضاء.

☞ تتمثل السمات الأساسية لاستهلاك الطاقة في الدول الأعضاء في معدلات النمو القوي مقارنة بمناطق العالم الأخرى، والإعتماد شبه الكامل على النفط والغاز مقابل تواضع مساهمة الطاقات الأخرى، بينما يعتبر تزايد الاعتماد على الغاز الطبيعي وخاصة في محطات توليد الطاقة الكهربائية السمة الأساسية لتطور هيكل استهلاك الطاقة في الدول الأعضاء خلال الفترة 1980-2015، حيث تزايدت حصة الغاز الطبيعي من مزيج الطاقة المستهلكة بصورة تدريجية في مقابل تناقص حصة النفط الخام، ليشهد عام 2005 بداية احتلال الغاز الطبيعي للمركز الأول بين مصادر الطاقة المستهلكة في الدول الاعضاء في منظمة اوابك.

☞ من المتوقع أن يشهد إجمالي استهلاك النفط بالدول الأعضاء نمواً بنحو 1.5% خلال الفترة (2015 – 2035)، ومن المتوقع أن يشهد إجمالي استهلاك الغاز الطبيعي بالدول الأعضاء نمواً بنحو 1.9% خلال ذات الفترة.

☞ من المتوقع أن تشهد حصة النفط في مزيج الطاقة بالدول الأعضاء تراجعاً طفيفاً من 45% عام 2014 إلى 44.9% عام 2035، وأن تتراجع حصة الغاز الطبيعي من حوالي 53.8% عام 2014 إلى حوالي 51.9% عام 2035، لصالح ارتفاع حصة مصادر الطاقة الأخرى من حوالي 1.2% عام 2014 إلى حوالي 3.2% عام 2035.

☞ أعلنت بعض الدول الأعضاء أهدافها المستقبلية لمساهمة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة المستقبلي ببلدانها بحصص تتراوح ما بين 4.3% إلى 40%، إما كنسبة من الطاقة الكهربائية المنتجة أو كنسبة من الطاقة الأولية.

نشأت العديد من المبادرات الدولية والإقليمية التي تهدف إلى استغلال هذه المصادر، ومن أهمها الخطة الشمسية المتوسطة ومبادرة تقنية الصحراء، وهما مبادرتان أوروبيتان جاءتا في إطار سعي أوروبا إلى توفير جانب من احتياجاتها المستقبلية من الكهرباء من مصادر متجددة تمتد عبر شبكات نقل تربط بين منابع الإنتاج في جنوب المتوسط إلى نقاط الاستهلاك في الشمال، بالإضافة إلى مبادرة صندوق التكنولوجيا النظيفة، التي قدمها البنك الدولي بهدف زيادة انتشار التقنيات النظيفة لإنتاج الكهرباء بواسطة المركبات الشمسية بتقنياتها المختلفة، ونقل التكنولوجيا النظيفة والمساهمة في تنفيذ خطط التنمية المستدامة.

أعلنت بعض الدول الأعضاء مؤخراً عن رغبتها في إضافة الطاقة النووية إلى مزيج الطاقة في بلدانها، وذلك لمواجهة الطلب المتنامي على الكهرباء، وتنويع مزيج الطاقة وتحرير المزيد من النفط والغاز للتصدير، وتعتبر دولة الإمارات العربية المتحدة والمملكة العربية السعودية وجمهورية مصر العربية من الدول الأعضاء التي حققت تقدماً باتجاه تحقيق أهدافها المقررة لإنشاء وتشغيل مفاعلات نووية محلية للأغراض السلمية.

وجود جملة من العوائق التي تقف حجر عثرة أمام الفرص المتاحة للتنوع في مزيج الطاقة بالدول الأعضاء عن طريق الاستغلال الأمثل لمواردها المتاحة من الطاقات المتجددة من أهمها الأثر البيئي للطاقات المتجددة في استنفاد الموارد المحدودة، وفي مقدمتها المياه"، وإطار السياسة العامة التي تنظم أسواق الكهرباء بشكل خاص، والطاقة بشكل عام، وضعف السياسات الجاذبة للاستثمار الخاص و محدودية الموارد الحكومية المخصصة للبحث والتطوير لفرص التنوع في مزيج الطاقة.

توصيات ختامية:

✓ بعيداً عن الجدل الدائر حول الدور الذي يمكن أن تلعبه المصادر المتجددة في مزيج الطاقة، والبعد البيئي لاستخدامها مقارنة بالبترول، فإن الحقيقة التي لا جدال فيها هي أن التوازن بين التنمية والمحافظة على البيئة يتطلب توخي المسؤولية في استخدام كل مصادر الطاقة على حد السواء. وبما أن من أهم سمات هيكل استهلاك الطاقة الحالي بالدول الأعضاء هو الإعتماد شبه الكامل على النفط والغاز، فإن استمرار النمو في معدلات استهلاك الطاقة بالدول الأعضاء بنفس الوتيرة سوف يزيد من الضغوط على الحصة المتاحة للتصدير في المستقبل، وبالتالي على مصادر الدخل الرئيسية في الدول الأعضاء.

✓ تؤكد الموارد الهائلة لمصادر الطاقة المتجددة المتوفرة في الدول الأعضاء، وخاصة الطاقة الشمسية وطاقت الرياح من جهة، والتجارب الناجحة للعديد من دول العالم في استغلال مواردها من هذه الطاقات من جهة أخرى، على إمكانية أحداث تغيير ملموس في كيفية الإستخدام الأمثل لهذه الموارد في الدول الأعضاء، لتوفر رافداً مهماً للنفط والغاز في مزيج الطاقة المحلي من جانب، ولتعظيم مصادر الدخل عن طريق تحرير المزيد من النفط والغاز للتصدير، ودعم الإيرادات العامة بعوائد إضافية عن طريق تصدير الكهرباء المولدة من الطاقات المتجددة في مرحلة لاحقة للأسواق الإقليمية المجاورة، التي توفر أفاقاً واعدة للطلب على الكهرباء في المستقبل.

✓ يؤكد انخفاض تكلفة الطاقة المتجددة بالتوازي مع زيادة انتشارها، إلى جانب دوافع أخرى متعددة، أن الفرص متاحة في الوقت الحاضر أمام الدول الأعضاء لتعزيز موقعها المهم في ميزان الطاقة العالمي باستغلال مواردها من الطاقات المتجددة جنباً إلى جنب مع استغلالها للنفط والغاز، ومن أهم هذه الدوافع انخفاض تكلفة الطاقة المتجددة بالتوازي مع زيادة انتشارها، وخلق فرص جديدة للتنوع الاقتصادي، وخفض تكاليف شبكات التوزيع لربط المناطق النائية .

المراجع

أولا : المراجع العربية

- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتروول، التقرير الإحصائي السنوي، أعداد مختلفة.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتروول، تقرير الأمين العام السنوي، أعداد مختلفة.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتروول، الإدارة الاقتصادية، تطور سوق الغاز الطبيعي في الإتحاد الأوروبي والانعكاسات على الطلب على الغاز من الأقطار الأعضاء، 2009.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتروول، الإدارة الاقتصادية، دراسة توقعات استهلاك الطاقة الأولية في الدول العربية حتى عام 2035، 2014
- الإستراتيجية العربية لتطوير استخدامات الطاقة المتجددة، جامعة الدول العربية.
- على رجب، الطاقة النووية وآفاقها المستقبلية بعد كارثة فوكوشيما اليابانية، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد 39 العدد 144 شتاء 2013.

ثانيا : المراجع الأجنبية

- *Current Status of Renewable Energies in the Middle East – North African Region*, UNEP / ROWA, June 2007.
- *Renewable Energy Capacity Statistics 2015*, IRENA.
- *OPEC, World Oil Outlook 2015*.
- *IEA, World Energy Outlook 2015*.
- *Renewables in the Arab world: a new phase*, Apicorp Energy Research, Vol.1 No.5.
- *Renewable Energy Market Analysis, The GCC Region*, IRENA2016.

مؤتمرات

تقرير حول الدورة الخامسة لمؤتمر التعاون العربي الصيني في مجال الطاقة

عبد الفتاح دندي *

تقرير حول الدورة الخامسة لمؤتمر التعاون العربي الصيني في مجال الطاقة

بكين- جمهورية الصين الشعبية 25-27 تشرين أول/ أكتوبر 2016

تنفيذا للبيان الختامي الصادر في الدورة الرابعة لمؤتمر التعاون العربي الصيني في مجال الطاقة التي عقدت في مدينة الرياض، المملكة العربية السعودية في الفترة من 18-20 تشرين الثاني/ نوفمبر 2014، وفي إطار البرنامج التنفيذي لمنتدى التعاون العربي الصيني بين عامي 2016 و2018، عقدت الدورة الخامسة لمؤتمر التعاون العربي الصيني في مجال الطاقة تحت شعار «الطاقة حجر أساسي للتعاون العربي الصيني»، وذلك بمشاركة حوالي 290 مشاركاً من كبار المسؤولين والخبراء والمهندسين ورجال الأعمال المعنيين بشؤون الطاقة منهم 230 مشاركاً من الجانب الصيني، و 60 مشاركاً من الجانب العربي.

قام بتنظيم الدورة الخامسة الهيئة الوطنية الصينية للطاقة بالتعاون مع جامعة الدول العربية، وشارك في الدورة الخامسة للمؤتمر عن الجانب العربي، الذي ترأسه الدكتور صالح بن حسين العواجي وكيل وزارة الطاقة والصناعة والثروة المعدنية لشؤون الكهرباء في المملكة العربية السعودية، ممثلون عن وزارات وجهات معنية بشؤون الطاقة في الدول العربية، والأمانة العامة لجامعة الدول العربية، ومنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، والهيئة العربية للطاقة الذرية. كما شارك عن الجانب الصيني ممثلون عن الهيئة الوطنية للطاقة ووزارة الخارجية وعدد من الشركات الصينية الكبرى العاملة في مجال الكهرباء والطاقة.

ناقش المشاركون في الدورة الخامسة العديد من المحاور المهمة والتي شملت على الآتي:

- 1- استعراض التعاون العربي الصيني في مجال النفط والغاز الطبيعي.
- 2- الآفاق المستقبلية للتعاون العربي الصيني في مجال الطاقة الكهربائية.
- 3- الآفاق المستقبلية للتعاون العربي الصيني في مجال الاستخدام السلمي للطاقة النووية.
- 4- الآفاق المستقبلية للتعاون الصيني العربي في مجال الطاقة المتجددة.
- 5- التعاون العربي الصيني في مجال الاستثمار.

وقد صدر عن الدورة الخامسة للمؤتمر بيانا ختاميا تم التوقيع عليه من قبل رئيسي الجانبين العربي والصيني.

وقد مثل الأمانة العامة لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك) في هذه الدورة السيد عبدالفتاح دندي، مدير الإدارة الاقتصادية. وفيما يلي استعراض موجز لأهم ما جاء في فعاليات الدورة الخامسة لمؤتمر التعاون العربي الصيني في مجال الطاقة:

أولاً: الاجتماعات التنسيقية

سبق بدء فعاليات الدورة الخامسة للمؤتمر اجتماع تنسيقي للجانب العربي عقد يوم 2016/10/24، واجتماع تنسيقي بين الجانب العربي والصيني عقد في ذات اليوم. ويمكن إيجاز ما دار في الاجتماعين في الآتي:

(1) الاجتماع التنسيقى العربي

عقد الاجتماع التنسيقى العربي يوم 2016/10/24 في تمام الساعة الثالثة عصراً بمدينة بكن، وقد شارك في الاجتماع وفود كل من الجزائر، والسعودية، والسودان، ومصر، إلى جانب أمانة المجلس الوزاري العربي للكهرباء (إدارة الطاقة).

وقد ترأس الاجتماع التنسيقى العربي رئيس الجانب العربي سعادة الدكتور صالح بن حسين العواجي وكيل وزارة الطاقة والصناعة والثروة المعدنية لشؤون الكهرباء بالمملكة العربية السعودية، رئيس الدورة السابقة للمؤتمر وقد تم خلال الاجتماع الاتفاق على:

⌚ البرنامج الزمني بشكله النهائي: الجلسة الافتتاحية، جلسات العمل،

⌚ رئاسة الجلسات من الجانب العربي وذلك بالتناوب مع الجانب الصيني.

⌚ الصياغة النهائية للبيان الختامي.

⌚ تحديد الدولة التي ستستضيف الدورة السادسة للمؤتمر عام 2018 (تم تأجيله إلى وقت لاحق، نظراً لعدم وجود أي مقترح من الدول العربية الست التي حضرت الاجتماع).

(1) الاجتماع التنسيقى العربي الصيني

عقد الاجتماع التنسيقى العربي الصيني يوم 2016/10/24 على تمام الساعة الخامسة والنصف عصراً بمدينة بكن. وقد ترأس الاجتماع من الجانب العربي الدكتور صالح بن حسين العواجي وكيل وزارة الطاقة والصناعة والثروة المعدنية لشؤون الكهرباء بالمملكة العربية السعودية، وبحضور وفد الأمانة العامة لجامعة الدول العربية، كما ترأسه عن الجانب الصيني نائب مدير هيئة الطاقة، وبحضور الوفد المرافق له.

وتم خلال الاجتماع استعراض البنود الموضوعية على أجندته، والتي تم مناقشتها في الاجتماع التنسيقى العربي. وبعد المناقشات تم الاتفاق على البرنامج الزمني، والذي تضمن ما يلي:

- الجلسة الافتتاحية (الكلمات: رئيس الجانب الصيني- رئيس الجانب العربي- سفير شؤون منتدى التعاون العربي الصيني- رئيس وفد الجامعة العربية).
 - جلسات العمل (خمسة جلسات)، متضمنة أسماء رؤساء الجلسات.
 - الصيغة النهائية للبيان الختامي، والتوقيع عليه من قبل رئيسي الجانبين العربي والصيني بعد كلمات الافتتاح.
 - تأجيل اسم الدولة العربية التي ستستضيف الدورة السادسة للمؤتمر عام 2018. (وقد تحدد لاحقاً، أن الدولة العربية المضيفة هي جمهورية مصر العربية).
- وفيما يتعلق بتعديل آلية التعاون تم الاتفاق على أن تقوم الأمانة العامة لاحقاً بالتنسيق مع مؤسسات العمل العربي المشترك وفقاً للآلية المذكورة باقتراح بعض التعديلات التي من شأنها تحسين الوضع الحالي للمؤتمر العربي الصيني في مجال الطاقة، وتعديل مساره.

ثانياً: الجلسة الافتتاحية

افتتح أعمال الدورة الخامسة، بشكل رسمي مساء يوم 2016/10/25، السيد / لي فانرونج نائب رئيس الهيئة الوطنية للطاقة بجمهورية الصين الشعبية، (رئيس الجانب الصيني) وحضرها

إلى جانبه السفير/ لي تشين ون السفير الصيني لشؤون منتدى التعاون العربي الصيني بوزارة الخارجية، وترأس الجانب العربي الدكتور/ صالح بن حسين العواجي وكيل وزارة الطاقة والصناعة والثروة المعدنية لشؤون الكهرباء بالمملكة العربية السعودية.

وحضر جلسة الافتتاح عن الجانب العربي ممثلون عن وزارات وجهات معنية بشؤون الطاقة في الدول العربية، والأمانة العامة لجامعة الدول العربية، ومنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو (أوابك)، والهيئة العربية للطاقة الذرية. وشارك عن الجانب الصيني ممثلون عن الهيئة الوطنية للطاقة ووزارة الخارجية وعدد من الشركات الصينية الكبرى العاملة في مجال الكهرباء والطاقة. وفيما يلي أهم ما ورد في كلمات الافتتاح:

كلمة سعادة السيد / لي فانرونج

نائب رئيس الهيئة الوطنية للطاقة بجمهورية الصين الشعبية - رئيس الجانب الصيني

أشار السيد لي فانرونج في كلمته الي ان تاريخ الصداقة الصينية العربية عريق ينبوع طويل المجرى وان الجانبين حققا انجازات مرموقة في مجال التعاون الاقتصادي والتجاري في السنوات الاخيرة، حيث ارتفع حجم التجارة بين الصين والدول العربية من 25 مليار دولار الي 239 مليار دولار خلال 10 سنوات من عام 2003 إلى عام 2013 بما يقرب من 9 أضعاف. وقال ان الجدير بالاهتمام ان التعاون في الطاقة أصبح أهم الأجزاء في التعاون الاقتصادي والتجاري بين الجانبين وأن نتائج التعاون في مجالات الطاقة النووية، الطاقة الحرارية، الشبكة الكهربائية والطاقة المتجددة وغيرها من المجالات مثمرة .

وأعرب السيد لي فانرونج ان الدول العربية تعتبر دول هامة على خط «الحزام والطريق» وان الزعيم الصيني يعلق آمالا واسعة علي التعاون الصيني العربي في مجال الطاقة. وأشار إلى أن الصين تقوم حاليا بالدفع نحو التحول الاقتصادي وتعميق الاصلاح بصورة نشطة وقد وضعت الدول العربية موضوع التحول الاجتماعي والاقتصادي في جدول الاعمال لها. وقال أن الصين والدول العربية تواجه فترة حاسمة من التطوير الذاتي وان مهمة التنمية والسعي المثالي المشتركين بالتأكيد سوف تدفعان الجانبين الي التعاون على نحو أوثق .

كما طرح السيد لي فانرونج ثلاثة اقتراحات حول تعزيز التعاون في مجال الطاقة بين الصين والدول العربية على نحو متزايد: أولا، تحسين آلية التعاون لخلق منصة «التشاور المشترك والبناء المشترك والتقسام المشترك». وينبغي التماشي مع تقدم العصر وفقا لتطورات الأوضاع وتحسين واستكمال باستمرار آلية التعاون لمؤتمر التعاون الصيني العربي في مجال الطاقة. ثانيا، استكشاف أفكار جديدة للتعاون وإثراء محتويات التعاون وتوسيع التعاون في مجال الطاقة وأنماطه. وفي مجال التعاون أفاد بأنه ينبغي علي الجانبين الصيني والعربي تمديد التعاون التقليدي من النفط والغاز الطبيعي إلى مجالات الطاقة الكهربائية والطاقة المتجددة والطاقة النووية، وتمديد تجارة النفط إلي الطاقة المستدامة للجميع وتحسين بناء آليات السياسة لرفع كفاءة استخدام الطاقة وغيرها من النواحي الأخرى. وفيما يتعلق بأساليب التعاون أوضح بأنه يجب توسيعها من مقاوله المشاريع الكاملة (EPC) إلي تعاون سلسلة صناعية تشمل التصميم والإنتاج والتشغيل والصيانة والخدمة. ثالثا، تحسين البيئة التجارية وتشجيع الشركات لتقوم

بالاستثمار وإنشاء المشاريع، وأشار إلى أن الصين مستعدة لبذل جهود مع الدول العربية لإزالة المعوقات التجارية والاستثمارية وتقديم ضمان سياسي وقانوني لاستثمار وبناء مشاريع الطاقة وتحقيق تيسير التمويل والاستثمار لمشاريع الطاقة .

كلمة سعادة د. صالح بن حسين العواجي.

وكيل وزارة الطاقة والصناعة والثروة المعدنية لشؤون الكهرباء بالمملكة العربية السعودية، رئيس الجانب العربي

أشار الدكتور العواجي في كلمته الى أن الحضارتين العربية والصينية الممتدتان بأصالتهما عبر التاريخ، تلتقي ليتجدد العطاء والنماء والتعاون على نشر الأمن والسلام والتطور، لما يخدم الإنسانية، ويحقق مصالح البشرية، خاصة الشعبين العربيين الصينيين، حيث يأتي تنظيم هذه الدورة، امتداداً لأربعة لقاءات مماثلة عقدت الأولى والثالثة بجمهورية الصين الشعبية، والثانية كانت بجمهورية السودان، والرابعة بالمملكة العربية السعودية، وذلك بهدف تعزيز علاقات الصداقة والتعاون، والتنسيق وتبادل الرؤى والخبرات حول مواءمة استراتيجيات التنمية، ومجالات التعاون الرئيسية بين المعنيين بمجالات الطاقة من الجانبين العربي والصيني، متمنياً أن يحقق هذا المؤتمر أهداف إقامته، والتوصل من خلال جلساته والموضوعات التي ستعرض فيها، والمناقشات التي ستجري خلال فعالياته، إلى توصيات عملية لاستغلال مصادر الطاقة بكافة أنواعها لضمان استدامتها لدفع مسيرة التنمية، وتعزيز التعاون بين الجانبين العربي والصيني في مختلف مجالات ومصادر الطاقة على أساس المنفعة المشتركة للجانبين، بمشاركة فاعلة لذوي العلاقة من رجال الأعمال والمستثمرين، ومنتجي النفط والغاز، ومقدمي الخدمة الكهربائية، وشركات خدمات الطاقة، والجهات المعنية بحفظ الطاقة، والجهات المهتمة بتطوير مصادرها المتجددة، ومؤسسات التمويل، والمختصين في الجهات الحكومية ذات العلاقة، والجهات الأكاديمية، ومراكز البحوث، والمكاتب الاستشارية والهندسية، والمنظمات المسؤولة عن الحفاظ على سلامة البيئة والحد من التلوث البيئي.

وأشار سعادته إلى أن البيان الختامي للدورة السابقة قد تضمن عدداً من التوصيات التي تم مشاهدتها ثمار تنفيذ العديد منها، ووفقاً لما تم التوافق عليه بين الجانبين في تلك الدورة بأهمية تسريع وتيرة تنفيذ مذكرة التفاهم بين جامعة الدول العربية والهيئة الوطنية للطاقة بجمهورية الصين الشعبية بشأن آلية التعاون المشترك في مجال الطاقة، خاصة مواصلة تعزيز التبادل والتعاون، ودعم المشاريع الاستثمارية في مجالات النفط، والغاز الطبيعي، والطاقة الكهربائية، والتوسع في استخدام الطاقة المتجددة، والتخطيط لتنفيذ المشروعات الكبرى لاستغلال طاقة الرياح، والطاقة الشمسية على أساس المنفعة المشتركة، وبصورة أوسع وأشمل من خلال زيادة وتطوير التبادل التجاري، وإقامة مصانع مشتركة في الوطن العربي، ودعم المؤسسات الصغيرة والمتوسطة، وتوفير الحلول التقنية والخدمية ذات الجدوى الاقتصادية، والفنية، والبيئية لمختلف القطاعات، والتعاون والتنسيق للتغلب على الصعوبات التي تعترض تحقيق هذه الأهداف، وتعزيز التعاون في مجال الأبحاث والدراسات، والمشروعات الريادية التي تتسم بالحدثة والجدوى الفنية وفقاً لظروف كل دولة ومواردها، والتعاون في مجال تبادل الخبرات ونقل التقنية، والمحافظة على البيئة، وتعزيزها بما يعود على مستقبل الجانبين بالفائدة الاقتصادية والتقنية، مع تنسيق المواقف في المحافل الدولية المعنية بشؤون الطاقة.

وفي ختام كلمته، كرر السيد العواجي تقديم الشكر والتقدير لجمهورية الصين الشعبية على استضافتها هذه المناسبة المهمة، كما قدم جزيل الشكر للجهات والافراد من الجانبين الذي أسهموا في التحضير والإعداد والتنظيم، ولرؤساء الجلسات، والمتحدثين، وتمنى للمؤتمر نجاحاً مباركاً مثمراً.

كلمة السفير/ لي تشين ون

السفير الصيني لشؤون منتدى التعاون العربي الصين بوزارة الخارجية الصينية.

تطرقت كلمة سعادة السفير لي تشين الى قوة العلاقات الصينية العربية وصمودها أمام اختبارات التغييرات الدولية، وأنها أصبحت أكثر قوة ومتانة، وحقت تقدماً كبيراً، مشيراً إلى أنه وبالرغم من التغييرات المعقدة والعميقة التي تمر بها الأوضاع الدولية والإقليمية، إلا أن ذلك لن يغير من الصداقة العميقة بين الشعبين الصيني والعربي، وستبقى الصين دائماً صديقاً حميماً وأخاً عزيزاً وشريكاً طيباً للدول العربية. واعتبر أن مؤتمر التعاون الصيني العربي في مجال الطاقة هو أحد الآليات الهامة في إطار منتدى التعاون الصيني العربي. كما بين في كلمته حجم الصين في إنتاج واستهلاك الطاقة، منوهاً إلى خطتها الخمسية الـ12 للتنمية الاقتصادية والاجتماعية، حيث وضعت الصين تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية الشاملة والمتناسقة والمستدامة كأحد أهم أهدافها، ثم أكد أن الدول العربية بكونها أحد أهم منتج للطاقة في العالم، تتمتع بمكانة ودور لا يمكن تجاهلهما في معادلة الطاقة في المستقبل، يمكن استثمارها بإمكانية تكاملية قوية بين الجانبين.

كلمة المهندس عماد أبو النعاج

رئيس قسم الكهرباء بإدارة الطاقة، جامعة الدول العربية.

نقل السيد أبو النعاج في بداية كلمته تحيات معالي الأمين العام لجامعة الدول العربية السيد أحمد أبو الغيط وتمنياته للمؤتمر كل النجاح والتوفيق. وأشار إلى أنه منذ إنشاء المنتدى عام 2004 وحتى الآن، شهد التعاون الاقتصادي بين الجانبين تطوراً كبيراً وخاصة في السنوات الأخيرة، حيث تعتبر الدول العربية أكبر شريك تجاري للصين، وقد تطور حجم التبادل التجاري بين الدول العربية والصين من نحو 36 مليار دولار عام 2004، إلى حوالي 251 مليار دولار عام 2014، ووصل حجم الاستثمارات الصينية في البلدان العربية في العام 2014 نحو 2.2 مليار دولار، أي نحو 2.2% من إجمالي استثماراتها الخارجية في هذا العام البالغة 100 مليار دولار، وإجمالاً، فقد ارتفع حجم التجارة الصينية العربية خلال السنوات العشر الأخيرة من 25.5 مليار دولار إلى 238.4 مليار دولار بمعدل نمو سنوي بلغ 25%، وارتفع استيراد الصين من نفط الدول العربية من 40.5 مليون طن إلى 133 مليون طن بمعدل نمو سنوي وصل إلى 12%، وارتفعت قيمة عقود الإنشاءات التي تقوم بها شركات صينية في العالم العربي من 2.6 مليار دولار إلى 29.6 مليار دولار بمعدل نمو سنوي بلغ 27%، وأصبحت الصين ثاني أكبر شريك تجاري للعالم العربي، وأكبر شريك تجاري لـ 9 دول عربية، وبات العالم العربي شريكاً رئيسياً للصين في الطاقة.

وأضاف السيد أبو النعاج أن اقتصاد الصين يُعتبر ثاني أكبر اقتصاد عالمي بعد اقتصاد الولايات المتحدة الأمريكية، وقد تمكن الاقتصاد الصيني خلال الثلاثين عاماً الماضية من تحقيق نمو اقتصادي مطرد بمعدل نمو سنوي يتخطى نسبة 10%. وبذلك تُعتبر الصين أسرع اقتصاد كبير نامي، واستطاع التحول من المركزية المحلية ليصبح أكثر انفتاحاً على العالم، ويعتمد على التجارة الدولية في نموه بشكل أساسي، هذا وتعد الصين أكبر دولة تجارية، وأكبر مُصدر، وثاني أكبر مستورد في العالم، لذلك كان من الأهمية بمكان أن سعت الدول العربية لإقامة منتدى اقتصادي معها، ويُعتبر منتدى التعاون العربي الصيني في طليعة المنتديات التي أقامتها الدول العربية مع العالم الخارجي.

كما أشار المتحدث إلى أن حجم التبادل البيئي في التجارة يعدّ مؤشراً قوياً على توسّع مجالات التعاون الاقتصادية وعمق الروابط التاريخية التي تجمع العرب بالصين، ممّا يدفع نحو التطلع إلى إقامة شراكات صينية عربية في ميادين عديدة أهمها الطاقة ليشمل ذلك التعاون على سبيل المثال تطوير شبكات الكهرباء لتستفيد من التقنيات الذكية، وكذلك التطبيقات السليمة للطاقة النووية واستخدامات الطاقة الشمسية بكافة أنواعها بهدف تنمية سوق الطاقة على المدى الطويل؛ ويمكن للصين أن تضمن تأمين حاجياتها من الطاقة والموارد الأولية التي توفرها البلدان العربية باستمرار وبترتيبات ملائمة، فضلاً عن الاستفادة من السوق العربية الواسعة، وكذلك التنسيق في مجال إقامة مناطق تجارية حرة تسهل سيولة نقل البضائع الصينية عبر الممرات البرية والبحرية العربية.

كما أضاف المتحدث بأن هذا المؤتمر يعد أحد أهم أنشطة المنتدى العربي الصيني، ومن الأهمية بمكان الحرص دائماً على دورية انعقاده بين الصين والدول العربية لأنه يناقش أكثر المواضيع أهمية على مستوى العالم، ألا وهو الطاقة بكافة أشكالها، والتي تُعتبر العمود الفقري لنمو اقتصاديات الدول، مشيراً إلى أن العالم اليوم وبصفة خاصة الدول النامية تواجه تحديات كبيرة في مواجهة التزايد المستمر في الطلب على الطاقة، وفي ضوء احتياجات التنمية، والتزايد السكاني، ومحدودية الطاقة الأحفورية، فقد توجهت الأنظار مجدداً إلى المنطقة العربية حيث تتمتع بمصادر ضخمة من الطاقة.

وفي ختام كلمته توجه السيد أبو النعاج بالشكر والتقدير لكل من بذل جهداً في الإعداد والتحضير لهذا المؤتمر، متمنياً للجميع النجاح والتوفيق.

ثالثاً: الجلسة الحوارية الرئيسية

بعد كلمات الافتتاح الرسمي، عقدت جلسة حوارية حول: كيفية تعميم مبادرة حزام طريق الحرير في قطاع الطاقة، وتعزيز التعاون العربي الصيني في مجال الطاقة، ترأسها السيد/ هوانغ شيا يونغ رئيس كلية الدراسات العليا بالأكاديمية الصينية للعلوم، وشارك فيها من الجانب العربي كل من: وكيل وزارة الموارد المائية والري والكهرباء- السودان- وكيل أول وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة - مصر- سفير الجزائر لدى الصين- رئيس وفد جامعة الدول العربية، ومن الجانب الصيني سفير منتدى التعاون العربي الصيني- نائب رئيس صندوق سيلك رود- رئيس معهد الهندسة لتخطيط الطاقة الكهربائية- عميد بجامعة نينغ شيا. وقد اتفق جميع المتحدثين

- على أهمية تعزيز التعاون القائم بين الصين والدول العربية. كما تحدث السيد نبيل النعيم، رئيس المدير التنفيذي، أرامكو آسيا حيث تطرق في كلمته الى ثلاثة محاور أساسية وهي: -
1. تنامي العلاقات الإستراتيجية في قطاع الطاقة بين المملكة العربية السعودية والصين.
 2. التوافق بين «رؤية المملكة 2030» و«مبادرة الحزام والطريق الصينية».
 3. آفاق التعاون المشترك فيما بين الصين والمملكة وما يحمله من خير للبلدين والعالم العربي.

وقد أشار السيد النعيم في كلمته إلى أنه فضلاً عن التعاون المعهود بين البلدين في قطاع النفط، فإن تطلعات المملكة الجديدة تقرب البلدين من بعضهما أكثر فأكثر في مجالات أخرى. منوهاً إلى أنه هناك توافق بين «رؤية المملكة 2030» و«مبادرة الحزام والطريق الصينية». حيث تسعى حكومة المملكة إلى تحقيق الرؤية 2030 بهدف تنويع اقتصاد المملكة وتعزيز التصنيع وخلق فرص العمل فيها. وذكر أن المرتكزات الثلاثة التي تقوم عليها رؤية المملكة 2030 هي: أولاً: مكانة المملكة العربية السعودية في قلب العالمين الإسلامي والعربي. وثانياً: القوة الاستثمارية الضخمة والمؤثرة للمملكة، وثالثاً: الموقع الجغرافي الذي يجعل من المملكة مركزاً للخدمات اللوجيستية وحلقة وصل بين القارات الثلاث. وأضاف المتحدث بأن المملكة ستعمل على هذه المرتكزات لحفز التنويع الاقتصادي والتصنيع في المملكة وفي الدول المجاورة لها وشركائها.

وأشار إلى أنه من الممكن أن تكون آفاق التعاون بين الصين والمملكة بلا حدود لاسيما في ظل سعي المملكة إلى تحقيق رؤية 2030، ومساعي الصين إلى تحقيق أهدافها التنموية والتعاونية العالمية تحت مظلة «مبادرة الحزام والطريق» التي ترمي إلى إنشاء ممرات تجارية ولوجيستية تعزز الارتباط والاتصال بين القارات الثلاث آسيا وأوروبا وأفريقيا وتحقيق نمو اقتصادي أكبر لجميع الدول المشاركة في المبادرة. ومضيفاً أن أهمية المملكة تكمن بفضل موقعها المتميز كمركز محوري في المنطقة، وبوابة للعبور من قارة آسيا إلى قارة أوروبا. وجسر يربط بين الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. وهذا الموقع الجغرافي الذي وهبها الله لا يضاهيه موضع آخر حيث يعزز الاتصال وحركة التجارة بين هذه القارات، هذا إلى جانب موارد المملكة الهائلة من مصادر الطاقة التي يمكن استغلالها في تعزيز توسع ونمو اقتصادات كثيرة مشاركة في مبادرة الحزام والطريق.

وقال أن المملكة تفتح ذراعيها أمام الشركات الصينية، وترحب باستثماراتها على أراضيها بما يضع تلك الشركات موطناً قدم في قلب العالم العربي، ويجعلها على مقربة من شركاء التجارة التقليديين في أوروبا والشركاء الناشئين في أفريقيا. وأفاد أنه في الواقع، أثبتت المملكة والصين بالفعل إمكانية نجاح هذا النوع من التعاون. فعلى سبيل المثال، عملت شركة سينوك الصينية وأرامكو السعودية معا في مصفاة ياسرف بميزة تنافسية يمكن استساخها في عديد من الصناعات والمشاريع الأخرى.

وقال المتحدث أن التعاون في قطاع الطاقة يعد عاملاً لا غنى عنه لتنفيذ «رؤية المملكة 2030» و«مبادرة الحزام والطريق». وسيوفر ما يلزم من الطاقة الكهربائية والبنية التحتية لشبكات التوزيع من أجل إقامة قواعد تصنيعية جديدة ومناطق للخدمات اللوجيستية ومراكز تقنية في المملكة. وأضاف أن التعاون في قطاع الكهرباء يمكن أن يمتد ليشمل أيضاً شركاء آخرين

من الدول العربية من خلال تحقيق التكامل بين شبكات الكهرباء، وذلك لنقل إمدادات الكهرباء بين عدة دول حسب العرض والطلب.

وأشار إلى أنه ثمة فرص أخرى عديدة في قطاع الطاقة، من بينها تطوير موارد الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، والاستخدام السلمي للطاقة النووية والكيميائيات ومشتقاتها، وذلك إلى جانب القطاعات الأخرى بخلاف قطاع الطاقة، مثل صناعات السيارات والتقنية البنية التحتية للخدمات اللوجيستية والنقل، التي تفتح آفاقاً جديدة للاستثمار والتطوير. وبهذا يتضح أن نقاط الترابط والتكامل بين «رؤية المملكة 2030» و«مبادرة الحزام والطريق لا حصر لها».

وفي نهاية اليوم الأول لفعاليات الدورة الخامسة لمؤتمر التعاون العربي الصيني في مجال الطاقة، تم التوقيع على البيان الختامي للمؤتمر من جانب كل من سعادة السيد/ لي فانرونج نائب رئيس الهيئة الوطنية للطاقة بجمهورية الصين الشعبية - رئيس الجانب الصيني، وسعادة الدكتور/ صالح بن حسين العواجي وكيل وزارة الطاقة والصناعة والثروة المعدنية لشؤون الكهرباء بالمملكة العربية السعودية - رئيس الجانب العربي.

رابعاً: جلسات العمل المتوازية:

بحسب البرنامج الزمني للدورة الخامسة لمؤتمر التعاون العربي الصيني في مجال الطاقة تم عقد ست جلسات عمل فرعية، قدمت خلالها 25 ورقة عمل من الجانبين، وقد تضمن المؤتمر جلستين فرعيتين لبحث آفاق التعاون العربي الصيني في مجالات النفط والغاز الطبيعي، وأربع جلسات فرعية للطاقة الكهربائية، والطاقة النووية، والطاقة المتجددة، والاستثمار.

جلسة المنتدى الفرعي حول النفط والغاز الطبيعي

تم في إطار المنتدى الفرعي المتعلق بالتعاون في مجال النفط والغاز الطبيعي، عقد جلستين فئيتين قدمت خلالهما «11» ورقة فنية من الجانبين. وتلا كل جلسة فنية عقد جلسة حوارية تحدث فيها تسعة متحدثين من الجانبين العربي والصيني. وفيما يلي إيجاز لما تم تناوله في أعمال المنتدى الفرعي للنفط والغاز الطبيعي:

الجلسة الفنية الأولى : التطور في صناعة النفط والغاز وآفاق التعاون بين الجانبين العربي والصيني في ظل انخفاض الاسعار

- ترأس هذه الجلسة السيد وانغ جين نائب مدير معهد الطاقة الدولي التابع لمركز التعاون الدولي، الهيئة الوطنية للإصلاح والتنمية. وقدمت خلالها خمس أوراق عمل من الجانبين، قدم الجانب العربي ورقتين والجانب الصيني ثلاث أوراق فنية، ويمكن إيجاز أهم ما جاء في تلك الأوراق بما يلي:

- الاوراق المقدمة من الجانب العربي

- الورقة الأولى : «واقع وآفاق التعاون العربي الصيني في مجال النفط والغاز الطبيعي» استهلكت أعمال الجلسة الفنية الأولى بورقة منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوبك)

والتي قدمها السيد عبدالفتاح دندي، مدير الإدارة الاقتصادية في المنظمة. وقد تم من خلال الورقة استعراض ثلاثة محاور رئيسية ، تناول أولها الموقع الحالي للدول العربية في أسواق النفط والغاز الطبيعي العالمية وأفاقه المستقبلية، وتطرق ثانيها للمكانة الحالية والمستقبلية لقطاع النفط والغاز الطبيعي في الصين، واستعرض آخرها إمكانية تعزيز التعاون العربي الصيني في مجال الطاقة من منطلق أمن الإمدادات للصين من جهة، وأمن الطلب بالنسبة للدول العربية المنتجة والمصدرة للنفط والغاز من جهة أخرى.

وقد خلصت الورقة إلى أن الصين في ظل ما تشهده من عجز في مصدري النفط والغاز الطبيعي لتلبية احتياجاتها المحلية من الطاقة المتزايدة في المستقبل، وفي ظل ما تمتلكه الدول العربية من فائض للتصدير من المصدرين، فالحاجة تدعو إلى العمل سوياً على تعزيز التعاون القائم بين الطرفين من منظور أمن الطاقة بشقيه أمن الامدادات للصين وأمن الطلب للدول العربية المنتجة والمصدرة للنفط والغاز الطبيعي.

وقد تقدمت الورقة بعدد من التوصيات، والتي كانت على النحو التالي:

⌚ ان فرص تعزيز العلاقات التجارية مع الصين مواتية بفضل ما تمتع به الدول العربية من مصادر طاقة كبيرة منخفضة التكاليف، وبدور أساسي في احتياطي و انتاج وتصدير النفط ، فعلى الطرفين العمل على تعزيز الحوار الموضوعي والبناء بهدف زيادة التعاون بينهما لتحقيق المصالح المشتركة .

⌚ أهمية أن تسعى الدول العربية للعمل على تعزيز استثماراتها في قطاع الصناعات اللاحقة في الصين كالمصافي والبتروكيماويات لما لذلك من أهمية في تعزيز التعاون وفي فتح أسواق واسعة لمنتجاتها النفطية وصولاً الى التعاون في مجال الطاقة المختلفة من المصادر التقليدية وغير التقليدية.

⌚ أهمية فتح آفاق جديدة للتعاون في مجال الغاز الطبيعي بما يحقق النفع لكلا الجانبين. فالصين تشكل سوقاً واعدة لصادرات الغاز الطبيعي، وهو ما يفتح آفاقاً جديدة للطلب على الغاز من الدول العربية كونها مصدراً آمناً لإمدادات الطاقة، خاصة في ظل تراجع صادرات الدول العربية إلى الولايات المتحدة بعد نجاحها في إنتاج الغاز الصخري بكميات تجارية، وتوجهها نحو تحقيق الاكتفاء الذاتي من الطاقة.

⌚ تعزيز التعاون العربي الصيني في مجال الغاز الطبيعي يستلزم مزيد من الشراكة بين شركات البترول الصينية والشركات الوطنية في الدول العربية في مجال البحث والتنقيب عن الغاز الطبيعي، فلا يزال هناك مجال لتعزيز التعاون المشترك بين الجانبين، كما يمكن فتح المجال مستقبلاً للتعاون في مجال استخراج غاز السجيل بعد نجاح التجربة الصينية في هذا الشأن.

• الورقة الثانية بعنوان « نظرة حول آفاق النفط في الصين»

قدم الورقة السيد مشبب القحطاني نائب رئيس، شركة أرامكو السعودية - إدارة التسويق. ومن أهم ما تم التطرق إليه في الورقة هو تحديات سوق النفط الصينية ودعم شركة أرامكو للصين في قطاع البترول. وقد بيّن السيد القحطاني أن التحديات التي تواجه سوق النفط الصينية تتمثل

في ثلاث تحديات رئيسية وهي: ثبات الانتاج المحلي من النفط الذي يصاحبه زيادة مستمرة في الطلب عليه، والحاجة الملحة على المدى البعيد لرفع الطاقة التكريرية في المصافي الصينية، والتناقص في الفرص الاستثمارية الخارجية الجذابة والأمنة. أما فيما يخص دعم أرامكو السعودية للصين، فيمكن ذلك من خلال توفير أرامكو لامدادات نفطية وفيرة يمكن الاعتماد عليها وتكون كافية لتلبية الاحتياجات الصينية المتزايدة، ودراسة أرامكو لزيادة مشاركتها في قطاع التكرير والمعالجة والتسويق في الصين وبناء على ذلك ستصبح أرامكو شريكاً جديراً بالثقة لشركات التكرير المستقلة في الصين، وستواصل أرامكو في تقديم الفرص الاستثمارية المغرية في المملكة العربية السعودية.

- الاوراق المقدمة من الجانب الصيني.

• الورقة الاولى حول "تعزيز التطور المستدام للتعاون العربي الصيني في مجال الطاقة وفق مبدأ الكل رابح"

قدم الورقة السيد / وانغ تي جون مساعد مدير عام ، الشركة الوطنية للنفط والغاز (CNPC)، مبيناً أن الشركة الصينية الوطنية للنفط والغاز تعد من الشركات البترولية العالمية الكبرى، ولها أنشطة متنوعة في مجالات النفط والغاز في دول عديدة حول العالم من ضمنها بعض الدول العربية كالتعاون القائم مع السعودية في مجال تجارة النفط والتكرير والتدريب، ومع دولة الامارات العربية في مجال التنقيب والانتاج وانشاء خطوط الانابيب، وكانت شركة سي ان بي سي أول شركة تدخل العراق لاعادة الاعمار، فضلا عن بناء سلسلة متكاملة بين صناعة النفط والبتروكيماويات في الجزائر.

ومن ضمن ما أشار اليه المتحدث هو الفهم الخاطئ المتعلق بمحدودية موارد النفط والغاز وأفاد بأهمية النظر إلى أن النفط والغاز أهم مصدرين للطاقة ولا يمكن للبدائل ان تغلب على الفجوة المتزايدة بين الطلب والعرض وخاصة في الدول الناشئة. وقد أوصى المتحدث الجانبين ببذل مزيد من الجهود لضمان استقرار السوق النفطية، وتعزيز التعاون العربي الصيني في مجال تبادل الخبرات من خلال عقد اتفاقيات بين الجانبين، وتفعيل «مبادرة حزام واحد وطريق واحد».

• الورقة الثانية حول « دور قطاع تكرير النفط في بناء جسر جديد للتعاون العربي الصيني»
قدمت الورقة السيدة / هن ليلي مدير عام مدير قطاع الهندسة في الشركة الصينية للبترول والكيماويات (SINOPEC)، حيث استعرضت أنشطة الشركة على المستويين المحلي والعالمي في مجال النفط والغاز. وأشارت إلى أن شركة سينوبك الصينية تعتبر إحدى شركات البترول الوطنية الصينية الكبرى وتتواجد في العديد من دول العالم ومنها بعض الدول العربية. ولدى الشركة شراكات مع بعض الشركات العالمية الكبرى مثل شركة أكسون موبل وشركة شل وشركة بي بي بالإضافة إلى شراكات مع بعض الشركات من الدول الأعضاء مثل شركة أرامكو السعودية، وشركة سابك السعودية، ومؤسسة البترول الكويتية.

وقد تركز حديث السيدة صن على المشروع المتميز بين الصين والسعودية والمتمثل في شركة ينبع أرامكو سينوبك (ياسرف) وهو مشروع مصفاة للتكرير تحويلية متكاملة بطاقة إنتاجية تبلغ

400 ألف برميل يوميا من الخام العربي الثقيل دخلت عمليات التشغيل الفعلي في شهر أبريل 2015، التي حققت أرباحا للجانبين. ويعد المشروع مجمع عالمي يتمتع بقدرة تنافسية كبيرة على الصعيد الدولي وينتج مجموعة كاملة من المنتجات المكررة عالية القيمة. كما ان هذا المشروع يمثل شراكة إستراتيجية في صناعة التكرير بين السعودية كأحد أهم منتجي الطاقة للمملكة العربية السعودية والصين التي تعد أحد أهم مستهلكيها في العالم. وأشارت المتحدثة إلى أن هذا المشروع الضخم قد مد جسراً جديداً للتعاون الاقتصادي والتجاري الطويل الأمد مع الصين، وهو كذلك يمثل استمراراً لإستراتيجية أرامكو السعودية بتنفيذ استثمارات عالمية في مجال التكرير والتسويق .

• الورقة الثالثة حول «التعاون العربي الصيني في مجال النفط والغاز في ظل انخفاض أسعار النفط».

قدم الورقة السيد شبانغ هوا، نائب المدير العام، ادارة التعاون الدولي، شركة سينوك CNOOC، حيث قدم نبذة عامة عن شركة النفط البحرية الوطنية الصينية وعن أنشطتها المختلفة والمتمثلة في نشاط التنقيب واستخراج النفط، وخدمات المشاريع وعمليات الانشاء، وعمليات التسويق والتكرير، والأعمال المالية. وقد بيّن السيد شين أن أعمال الشركة خارج الصين وفي الدول العربية خصوصاً مبني على أساس مبدأ التنمية المستدامة، وحماية البيئة، والمسؤولية الاجتماعية. وبين ان للشركة تواجد في عدد من الدول العربية مثل قطر والعراق والجزائر والسعودية. وتعد شركة سينوك من أكبر منتج للنفط البحري ولها اتفاقيات مع شركة (قطر غاز) لشراء المزيد من الغاز الطبيعي المسال لتلبية الطلب المحلي المتزايد على الغاز الطبيعي الذي يعد من الطاقة النظيفة ويعزز الاستخدام الأمثل لبنى استهلاك الطاقة في البلاد. مشيراً أن الصين التي تعتبر ثاني أكبر مستهلك للطاقة في العالم قد تحولت الآن إلى مركز جديد لاستهلاك الغاز الطبيعي المسال. وقال أن الشركة الصينية تهدف إلى الحصول على 50 مليون طن سنوياً من الغاز الطبيعي المسال بحلول عام 2020. واختتم السيد شين حديثه بالإشارة الى أن «مبادرة حزام واحد طريق واحد» تتيح فرص وأليات جديدة للتعاون بين الطرفين من خلال اقامة منطقة تجارة حرة بين الصين ودول الخليج العربي. وبين ان الأفاق المستقبلية للتعاون واعدة فالصين بحاجة الى امدادات الدول العربية من النفط والغاز، وفي المقابل الدول العربية بحاجة ماسة لسوق الصيني لتصريف صادراته من المصدرين.

الجلسة الحوارية الأولى: «تطوير الفرص في قطاع النفط والغاز بين الصين والدول العربية في اطار مبادرة حزام واحد طريق واحد»

ترأس هذه الجلسة السيد/ وانق جون، نائب مدير معهد الطاقة الدولي التابع لمركز التعاون الدولي، الهيئة الوطنية للإصلاح والتنمية. وتحدث فيها كل من :

- السيد مشيب القحطاني، شركة أرامكو السعودية.
- السيد جيانق، معهد سي ان بي سي للابحاث الاقتصادية والتكنولوجيا .
- السيد عبدالفتاح دندي، مدير الادارة الاقتصادية ، منظمة أوابك .
- السيد شون، مجموعة باوتنا للبتروكيماويات .
- السيد جو هايتو، جامعة الصين للبترول .

وقد اتفق جميع المتحدثين على أهمية تعزيز التعاون القائم بين الصين والدول العربية المنتجة والمصدرة للنفط والغاز من منظور أمن الطاقة بشقيه: أمن الامدادات للصين وأمن الطلب بالنسبة للدول العربية. وعلى أهمية تفعيل «مبادرة حزام واحد طريق واحد» لما فيه المصلحة المشتركة والمتبادلة بين الجانبين.

الجلسة الفنية الثانية : دور الابتكار العلمي والتكنولوجي في تعزيز التعاون في مجال المعدات وبناء القدرات في صناعة النفط والغاز

ترأس هذه الجلسة السيد جو هاي-تو- رئيس كلية إدارة الاعمال، جامعة الصين للبترول. وقدمت خلالها ست أوراق عمل مناصفة بين الجانبين، ويمكن إيجاز أهم ما جاء فيها بما يلي:

- الاوراق المقدمة من الجانب العربي

- الورقة الاولى حول « التعاون السوداني الصيني في مجال تطوير القطاع النفطي» وقدمها السيد الصادق سليمان، مدير الترويج وتطوير الأعمال بوزارة النفط في السودان. تناولت الورقة سرد للعلاقات الوطيدة القائمة بين السودان و الشركة الوطنية للنفط والغاز (CNPC) في قطاع البترول والتمثلة في حجم الاستثمارات الضخمة للشركة الصينية في أنشطة الانتاج وفي مجال التكسير وخاصة في مشروع مصفاة الخرطوم. وبين السيد الصادق بأن آفاق التعاون المستقبلي بين الطرفين واعدة بفضل الجهود التي تسعى السودان لبذلها في مجال تطوير قطاعها النفطي.

- الورقة الثانية حول « دور وقود الغاز الطبيعي في خفض تكاليف توليد الطاقة الكهربائية»، وقدمها الدكتور عبدالله العباس، المملكة العربية السعودية. تناول المتحدث أهم تقنيات طرق إنتاج الطاقة الكهربائية، وأهمية الوقود في تحديد تكلفة انتاج الطاقة الكهربائية، ومميزات و عوامل تأثير استخدام الغاز الطبيعي في محطات التوليد في خفض التكاليف، واختتم حديثه بعدد من التوصيات من أهمها أن وقود الغاز الطبيعي يعد من أفضل أنواع الوقود المستخدمة لانتاج الطاقة الكهربائية على الاطلاق لتأثيره في خفض التكاليف الاستثمارية والتشغيلية على حد سواء.

- الورقة الثالثة حول «الخيارات التكنولوجية المتاحة للتكامل بين نشاط التكسير ونشاط البتروكيماويات»، وقدمها السيد عبدالله العصيمي، مدير تطوير الاعمال، شركة صناعة البتروكيماويات البترولية، دولة الكويت.

تناولت الورقة الطلب العالمي على النفط وفق القطاعات الاقتصادية المختلفة، وبين المتحدث ان قطاع البتروكيماويات يستحوذ على نحو 11% من اجمالي الطلب، كما أوضح ان الطلب المستقبلي على المنتجات البتروكيماوية الرئيسية (البروبلين، الايثيلين، والبولي ايثيلين) سيشهد نموا متوقعا بحدود 5% حتى عام 2030. وأشار السيد العصيمي الى ان دخول الغاز الصخري قد أثر على خريطة اللقيم لصناعة البتروكيماويات العالمية.

- الاوراق المقدمة من الجانب الصيني

- الورقة الاولى حول « تنفيذ مبادرة «حزام واحد طريق واحد» وتزويد الدول العربية بالمعدات الصناعية الثقيلة» قدمها السيد تشانغ سينرونق، نائب مدير مجموعة الصين الاولى للصناعات الثقيلة.

تطرق المتحدث الى القدرات المتوفرة لدى مجموعة الصين الاولى للصناعات الثقيلة وخاصة في مجال البتروكيماويات مما يَمكن العمل سويا على تحقيق تعاون متين بين الصين والدول العربية. وأوضح ان المعدات الثقيلة المصنعة في الشركة تلحق قبولا واسعا في العديد من المناطق بفضل قلة التكاليف وبراعة الاختراع ومستوى التقنية العالية مقارنة بصناعة العديد من الدول الاخرى.

- الورقة الثانية حول «الابتكار يقود مستقبل الصناعة: حلول شركة كيروي للتكامل في قطاع النفط والغاز في المنطقة العربية» قدمها السيد جيانق جين، نائب مدير، المجموعة الهندسية شاندونق كيروي للنفط والغاز.

تناول المتحدث أهم الحلول التقنية المتوفرة لدى شركة كيروي وخاصة فيما يتعلق بغاز الشعلة، فالشركة تخوض في عدد كبير من مشاريع لاستغلال غاز الشعلة الذي يحرق ولا يتم استغلاله مما يؤدي الى تلوث البيئة، وذلك من خلال تثقيته وتحويله الى مصادر متنوعة من الغاز، كالغاز المسيل والمضغوط وغيره. كما تقوم الشركة بالتعاون مع المؤسسات الصينية والاجنبية في المجال المالي المتمثل في تمويل المشاريع البترولية المختلفة.

- الورقة الثالثة حول «البحث عن خيارات الطلب وتطوير اتجاه مصافي التكرير المستقلة في الصين» قدمها السيد لي يان، مساعد مدير، شركة مصافي التكرير المستقلة في الصين. تطرق السيد يان الى أهم المصافي المستقلة في الصين والتي تمتلكها مجموعة شاندونق دونمينق، وقدراتها التكريرية والتحديات التي تواجهها في انجاز أعمالها وخاصة فيما يخص ما يعرف بـ «حق الاستخدام والاستيراد للنفط الخام».

الجلسة الحوارية الثانية بعنوان «التعاون في مجال المعدات وبناء القدرات في قطاع النفط والغاز بين الصين والدول العربية».

ترأس هذه الجلسة السيد عبدالفتاح دندي، مدير الادارة الاقتصادية، منظمة الاقطار العربية المصدرة للبتترول (أوابك). وتحدث فيها كل من :

- السيد الصادق سليمان، مدير الترويج وتطوير الأعمال بوزارة النفط في السودان الذي أشار الى أهمية تقوية سبل التعاون بين الصين والسودان والتي قطعت شوطا كبيرا، واهمية التركيز على أن يكون التعاون قائم على مبدأ الكل رابح.
- والسيد تشانغ سينرونق، نائب مدير مجموعة الصين الاولى للصناعات الثقيلة، الذي أفاد بأن آفاق التعاون بين الجانبين واعدة وخاصة في مجال المعدات الثقيلة.
- والسيد جين شوماوي، مجموعة اس بي تي للطاقة الذي أكد على أن الحاجة ماسة الى

تعزيز التعاون بين الصين والدول العربية من أجل تحقيق التنمية المستدامة في الصين، على أن يكون التعاون مبني على مبدأ الكل رابح من خلال تبادل التجارب والخبرات، منوهاً على الدور المؤمل أن تقوم به جامعة الدول العربية لتوثيق عرى التعاون بين الطرفين.

● والسيدة تانهونق، من شركة جاوفينق للمعدات البترولية التي أشارت إلى أن نشاط الشركة في مجال المعدات ذات العلاقة بنشاط التنقيب والاستخراج للنفط والغاز الطبيعي يحتاج الى مزيد من التوسع في الدول العربية على الرغم من أن أكثر من 70% من منتجات الشركة تستأثر بها عدد من الدول العربية ، والشركة تسعى الى التوسع أكثر في المنطقة العربية.

2. جلسة المنتدى الفرعي حول الطاقة الكهربائية والطاقة المتجددة والاستخدامات السلمية للطاقة النووية

تم خلال المنتدى الفرعي الخاص بالتعاون في مجال الطاقة الكهربائية و الطاقة المتجددة والاستخدامات السلمية للطاقة النووية عقد أربع جلسات فنية عقب كل منها جلسة حوارية تتعلق بالموضوعات التي تم تناولها في الجلسة .

- الجلسة الأولى: آفاق التخطيط للطاقة الكهربائية وآلية التعاون بين الصين والدول العربية.

ترأس هذه الجلسة السيد/ هو تشاو- مدير إدارة الأعمال الدولية EPPEI، قدمت خلالها 5 أوراق عمل من الجانبين يمكن إيجاز أهم ما جاء فيها فيما يلي:

قدم الجانب العربي 3 أوراق عمل، وكانت على النحو التالي :

● الورقة الأولى: السوق العربية المشتركة للكهرباء، المتطلبات المؤسسية والقانونية. قدمها المهندس/ عماد أبو النعاج - رئيس قسم الكهرباء بإدارة الطاقة- جامعة الدول العربية، وقد تطرقت الورقة إلى أن الهدف من إنشاء سوق عربية مشتركة للكهرباء هو تحقيق التحديات المستقبلية التي تواجه قطاع الطاقة، وتهيئة المنطقة للدخول في منظومة أسواق الطاقة العالمية، وإلى تعزيز مفهوم التخطيط المتكامل للطاقة، ووضع الأسس العلمية لعمليات التبادل التجاري للطاقة الكهربائية. ثم أشار إلى أن أهم الخطوات المستقبلية ستكون مع بداية عام 2017 حيث سيتم البدء في إنشاء اللجان المؤسسة للسوق العربية المشتركة للكهرباء.

● الورقة الثانية: مستقبل التعاون السوداني الصيني في مجال الطاقة الكهربائية، قدمها المهندس/ محمد علي حمدنا - السودان، وقد تطرقت الورقة إلى بداية التعاون السوداني الصيني في مجال الكهرباء في العام 1996 حيث قامت الصين بتشييد أول ورشة لصيانة المحولات في السودان، ثم تشييد أول محطة كهرباء صينية عام 1998، كما شهد التعاون مجموعة من المشاريع في مجالات التوليد الكهربائي بلغت 5 مشاريع ، و 12 مشروع في مجال

النقل، كما أشارت إلى خطة قطاع الكهرباء في السودان حتى العام 2031، وفرص الاستثمار المتاحة في مجال الطاقة الكهربائي، وأخيراً مجالات التعاون في المستقبل، وخاصة، بناء القدرات، الدعم الفني، المنح المالية والتمويل.

• الورقة الثالثة: آفاق التعاون السعودي الصيني في مجال الطاقة الكهربائية.
قدمها السيد/ بادي بادامتان- الرئيس التنفيذي لشركة أكوا، وقد قدمت الورقة نبذة عن بداية الشركة منذ عشر سنوات، وأنها أصبحت الآن ثاني أكبر شركة في منطقة الخليج العربي لتوليد الكهرباء وتحلية المياه، ولديها حالياً مشاريع في 12 دولة، وتبلغ استثماراتها 33 مليار دولار، وتتطلع الشركة للتعاون مع الصين، وأخيراً تم إلقاء الضوء على بعض المشاريع التي تمت بين الصين وشركة أكوا في مجال الغاز.

وقدم الجانب الصيني ورقتي عمل، وكانت على النحو التالي:

• الورقة الأولى: التعاون في توليد الكهرباء بين الصين والدول العربية.
قدمها السيد/ شو شياو دونغ- نائب مدير المعهد الصيني للهندسة والتخطيط في مجال الطاقة الكهربائية، وقد قدمت الورقة نظرة شاملة لقطاع الطاقة والكهرباء في الصين، وألقت الضوء على مشاريع الربط الكهربائي الصيني، بالإضافة إلى مستقبل التعاون العربي الصيني في مجال الكهرباء، ويُعتبر هذا المعهد العقل المدبر لهيئة الطاقة الصينية، حيث يقوم بتقديم الدراسات والاحصائيات للحكومة، والمؤسسات المالية، وشركات الكهرباء، وكافة الجهات العاملة في مجال الطاقة، كما يقوم المعهد بدراسات تتعلق بتوليد الكهرباء، ورسم استراتيجيات لقطاع الطاقة، كما أنه شارك في التخطيط لأكثر من 170 مشروع طاقة في 30 دولة.

• الورقة الثانية: الربط الكهربائي لشبكات الكهرباء الصينية.
قدمها السيد/ بينغ يانغ- نائب رئيس قسم توليد الطاقة - شركة شنغهاي الكتریک، وهي واحدة من أهم الشركات المصنعة في العالم، ومتخصصة في مجالات تصنيع معدات توليد الكهرباء، وطاقة الرياح والمفاعل النووية، وقد قامت بإنشاء محطة توليد الكهرباء في العراق، كما أن الشركة تتعاون في مجال التكنولوجيا مع شركات عالمية (سيمنس، هيتاشي، ميتسوبيشي).
وقد عقب الجلسة الفنية الأولى جلسة الحوارية حول: آفاق تخطيط الطاقة، وألية التعاون العربي الصيني، شارك فيها من الجانب العربي- السعودية- السودان- مصر، ومن الجانب الصيني- المعهد الصيني للهندسة والتخطيط في مجال الطاقة الكهربائية- شبكة كهرباء جنوب الصين- شركة شنغهاي الكتریک.

وقد أكد المتحدثون على أهمية تعزيز التعاون القائم بين الصين والدول العربية في مجال الطاقة الكهربائية (التوليد والنقل)، ومواجهة التحديات المستقبلية التي تواجه قطاع الكهرباء، وتعزيز مفهوم التخطيط المتكامل للطاقة، وعلى أهمية تفعيل مبادرة «حزام واحد طريق واحد» لما فيه المصلحة المشتركة والمتبادلة بين الجانبين.

- الجلسة الثانية: الاتصال والتعاون بين الصين وجامعة الدول العربية في مجال الطاقة النووية.

ترأس هذه الجلسة السيد/ تشاو تشنغ جون- جمعية الطاقة النووية الصينية، قدمت خلالها 5 أوراق عمل من الجانبين يمكن إيجاز أهم ما جاء فيها فيما يلي:

قدم الجانب العربي ورقتي عمل:

- الورقة الأولى: آفاق التعاون العربي الصيني في مجال الطاقة النووية. قدمها الدكتور ضو مصباح - مدير بالهيئة العربية للطاقة الذرية، وقد عبرت الورقة عن التوجه الرسمي العربي بأهمية الطاقة النووية، وأشارت للوضع الحالي لتوليد الكهرباء بالطاقة النووية في العالم، ثم تطرقت إلى دوافع استخدام الطاقة النووية في الدول العربية، ومن أهمها الزيادة في الطلب على الطاقة، وشحة المياه، وتنوع مصادر الطاقة، وإمكانية الاستخدام في إزالة ملوحة مياه البحر، وإلى التحديات التي تواجه الدول العربية في استخدام الطاقة النووية، وأخيراً أشارت إلى الآفاق المستقبلية للتعاون العربي الصيني وذلك تحت مظلة مذكرة التفاهم بين الجامعة العربية ولجنة الطاقة الصينية.

- الورقة الثانية: ما تم تطويره بين الجانب السعودي والجانب الصيني في مجال الطاقة النووية.

قدمها الدكتور/ محمد القحطاني - مدينة الملك عبد الله للطاقة الذرية والمتجددة، وقد قدمت الورقة خلفية عن تاريخ التعاون بين البلدين، ونظرة شاملة عن قطاع الكهرباء في السعودية، ورؤية السعودية لتوليد الكهرباء لتلبية الطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية، ثم ألقى الضوء على مذكرة التفاهم الموقعة بين مدينة الملك عبد الله للطاقة الذرية والمتجددة، وهيئة الطاقة النووية الصينية، والتي تهدف إلى إعداد دراسات لإطلاق البرنامج النووي السعودي، وفعلاً تم إعداد دراسة جدوى لإنشاء مفاعل نووي بالسعودية، كما أن السعودية تقوم حالياً بالبدء في برنامج للتثقيب عن اليورانيوم.

وقدم الجانب الصيني 3 أوراق عمل وكانت كالتالي:

- الورقة الأولى: ملاحظات عامة عن قطاع القدرة النووية في اللجنة الصينية للطاقة النووية . قدمها السيد/ كين شيجون - نائب المدير العام لقطاع القدرة النووية في اللجنة الوطنية للطاقة NEA، وقد تحدث المحاضر عن تاريخ تطور الطاقة النووية في الصين ومساهماتها في إنتاج الكهرباء ضمن خليط طاقة متكامل ساهمت الطاقة النووية فيه بما يقارب الـ 3% من إجمالي كهرباء الصين بواسطة 32 مفاعل قدرة ويتم الآن بناء 33 مفاعل قدرة آخر لتلبية الاحتياجات المتزايدة للطاقة. وأشاد بالتعاون العربي الصيني في مضمار الطاقة النووية بين الأزرع الفنية لكلا الجانبين.

- الورقة الثانية: نظرة عامة على تطور الصناعة النووية في الصين، قدمها السيد/ شانج هاوشو- رئيس المنظمة الصينية للطاقة الذرية CNEA ، حيث أكد المحاضر على أن الصناعة النووية أصبحت محلية خالصة حيث يتم تصديرها للخارج وضرب مثلاً بالباكستان التي يتم بناء أربع محطات نووية فيها وكذلك المملكة المتحدة. وتشهد الصناعة

النوية الصينية نهضة غير مسبوقه من حيث تقنية صناعة المحطات النووية ومكملاتها والتركيز على أمانها حيث لم تشهد الصين في تاريخها أي حادث نووي جوهري رغم الحجم الكبير لهذه الصناعة.

• الورقة الثالثة: فرص التعاون في مجال الطاقة الذرية بين الصين وجامعة الدول العربية. قدمها السيد/ هو واي- الشركة الوطنية الصينية للطاقة النووية CNNC ، وقد تحدث المحاضر عن الإمكانيات المتاحة للتعاون بين الدول العربية والصين والإستفادة من الخبرة والمعرفة الصينية في هذا المجال وعرج على التعاون بين الهيئة العربية للطاقة الذرية التابعة لجامعة الدول العربية والشركة الصينية للطاقة النووية حيث تم تنفيذ 5 برامج تدريبية مشتركة والمجال مفتوح للمزيد من التعاون في مجال التأهيل والتدريب وإنشاء مركز عربي صيني للمساهمة في بناء الكوادر البشرية في مجال محطات القوى النووية. وقد عقب الجلسة الفنية الثانية جلسة حوارية حول : كيف يمكن دفع التنمية المستدامة للتعاون العربي الصيني في مجال الطاقة النووية، شارك فيها من الجانب العربي- الهيئة العربية للطاقة الذرية- السعودية. ومن الجانب الصيني - شركة CNEA- المؤسسة النووية الصينية- NCECC ، وتم خلال الجلسة الإجابة على أسئلة المشاركين في المؤتمر التي تمحورت حول التحديات التي تواجه الصناعة النووية مثل التخلص من النفايات المشعة والتزود بالوقود النووي والنماذج الإقتصادية لمشاريع محطات القوى النووية. كما تمت الإجابة على مخاوف الدول ذات الشبكات الكهربائية صغيرة الحجم حيث أبدى الجانب الصيني الإمكانية التقنية لربط الشبكات الصغيرة بمفاعلات قوى صغيرة ومتوسطة بين 100 و 300 ميغا وات ويتم زيادة وحدات أخرى حسب تطور الشبكة الوطنية، كما تمت الإجابة على أسئلة تخص الهيئة العربية للطاقة الذرية ودورها المحوري في تعزيز البنية التحتية للدول العربية التي شرعت في بناء محطات نووية لتوليد الكهرباء وتحلية مياه البحر.

الجلسة الفنية الثالثة : التعاون العربي الصيني في مجال الطاقة المتجددة:

ترأس هذه الجلسة السيد/ بي يوشون- نائب رئيس معهد هندسة الطاقة المتجددة، قدمت خلالها 4 أوراق عمل من الجانبين يمكن إيجاز أهم ما جاء فيها فيما يلي:

قدم الجانب العربي 3 أوراق عمل:

• الورقة الأولى: مبادرات الشركة السعودية للكهرباء في مشروعات الطاقة المتجددة وفرص الاستثمار للقطاع الخاص، قدمها المهندس/ حامد السقاف - رئيس قطاع الإنتاج المستقل والطاقة المتجددة- السعودية، وقد تناولت الورقة النمو المطرد في الطلب على الكهرباء وتأثيره المستقبلي على استهلاك الوقود الاحفوري مما يؤثر على قدرة السعودية في تصدير النفط في مقابل ما تتمتع به من موارد طبيعية من شمس ورياح واعدة في مجال الطاقة المتجددة، وقد شرعت الشركة السعودية للكهرباء بتقديم مبادراتها لإدخال الطاقة المتجددة ضمن مزيج التوليد وذلك بتنفيذ عدد

من المشاريع وطرح عدد اخر حيث واكب ذلك رؤية السعودية 2030 ، وقد خلصت الورقة الى فرص الاستثمار الواعدة في مجال الطاقة المتجددة وتوطين الصناعات واثار ذلك على السعودية.

• الورقة الثانية: التعاون السوداني الصيني في مجال الطاقة المتجددة.

قدمها المهندس/ ناصر أحمد المصطفى- مدير الطاقة النووية والمتجددة - السودان، وقد أشارت الورقة إلى أهم أسباب اللجوء إلى الطاقة المتجددة، والمتمثلة في الاستفادة من موارد الطاقة المتجددة لتلبية الاحتياج للكهرباء، توفير الوقود، تنويع مصادر الطاقة لتأمين إمداد الطاقة والمحافظة على البيئة، ثم تطرقت إلى مبادرة الرئيس السوداني (شمس السودان- طاقة ونماء) حيث سيتم من خلال المبادرة تركيب أنظمة شمسية للمباني، ومضخات شمسية للزراعة، ثم أشارت إلى أنه تم إعداد خطة لكفاءة الطاقة، وتهدف إلى ترشيد 15% من استهلاك الكهرباء بحلول عام 2020.

• الورقة الثالثة: تنمية الطاقة المتجددة في الجزائر.

قدمها المهندس/ السيد شهر بولخراس، المدير العام لشركة كهربية للطاقات المتجددة- الجزائر، وقد تطرقت الورقة إلى برنامج الطاقات المتجددة لأفاق 2030، والذي يهدف إلى إنتاج الكهرباء الخضراء كمحرك لتطوير اقتصادي مستدام، وسيتم تنفيذ البرنامج على مرحلتين، الأولى 2020- 2015 وسيتم خلالها انجاز طاقة قدرها 4500 ميغاوات بين شمسية ورياح وكتلة حيوية والحرارة الجوفية، والثانية 2021- 203 ستمكن من تركيب محطات كبرى للطاقة المتجددة في مناطق صحراوية ومعزولة، ودمجها في منظومة الطاقة الوطنية، ثم أشارت إلى المحطات الكهروضوئية التي تم انجازها من قبل الشركات الصينية، والآفاق المستقبلية ومحاور الشراكة مع الشركات الصينية.

وقدم الجانب الصيني ورقة عمل واحدة حول مزيج الطاقة ونظم الطاقة في المستقبل، قدمها السيد/ يان بينغ زونغ- معهد الطاقة المتجددة، وقد قدمت الورقة تصور لتوجه الصين لدمج الطاقة المتجددة، وذلك من خلال خطة طموحة حتى عام 2030 ، ونظرة شاملة لخطة الصين القومية والتي تهدف إلى وصول الطاقة لجميع مدن وقرى الصين، وأكدت على ضرورة التعاون مع الدول العربية في مجال الطاقة المتجددة، وخاصة في مجال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

وقد عقب الجلسة الفنية الثالثة جلسة حوارية حول: الاتجاه في المستقبل واتجاه التعاون في مجال الطاقة المتجددة، شارك فيها من الجانب العربي- مصر- السعودية- السودان، ومن الجانب الصيني- شركة استثمار الطاقة المتجددة- شركة سونكان الضوء والحرارة والتكنولوجيا المحدودة. وقد ركزت الجلسة على مجالات استغلال مصادر الطاقة المتجددة وتطورها وفرص التعاون فيها، وقدم المتحدثون من الجانبين عروضاً عن مختلف التجارب الثرية في هذا الميدان في بلدانهم، والقدرات المركبة، والفرص المتاحة مستقبلاً لاستغلال أهم مصادر الطاقة المتجددة المائية والشمسية والرياح، وقد تبين من العروض والمناقشات توفر فرص جيدة للتعاون المشترك بين الصين والدول العربية في مجالات التصنيع والتمويل وتنفيذ المشاريع والتشغيل والصيانة، وتبادل الخبرات والتدريب، خاصة في تصميم وإنشاء وتشغيل وصيانة محطات إنتاج الكهرباء من

المصادر المتجددة، والصناعات ذات العلاقة، كما تطرق المتحدثون إلى الدور المتوقع والأساسي لمساهمة مصادر الطاقة المتجددة بفاعلية في مزيج مصادر الطاقة مستقبلاً، وضرورة التحرك الجاد في هذا المسار لمواكبة التطورات في استغلال هذه المصادر التي توفر بدون حدود خاصة في الدول العربية لإنتاج الكهرباء منها، سواء لمقابلة الطلب المحلي أو لتصدير الكهرباء إلى الأسواق الواعدة.

الجلسة الرابعة: التعاون العربي الصيني في مجال الاستثمار

شارك في الجلسة من الجانب العربي: البنك الأهلي - بنك الرياض - البنك السعودي - بنك ساميا - بنك ساب - بنك اتش اس بي سي. ومن الجانب الصيني: البنك الصناعي والتجاري الصيني - بنك الصين للتنمية - بنك سنسور.

وقد شملت الجلسة تعريف بالبنوك من الجانبين العربي والصيني، ودور البنوك وفرصها لتمويل مشروعات الطاقة الصغيرة والمتوسطة، وإمكانية تضامنها لتمويل المشروعات الكبيرة، وكذلك تقديم المشورة للمستثمرين عن فرص ومجالات الاستثمار بمشروعات الطاقة التقليدية والمتجددة.

وفي نهاية فعاليات المؤتمر، ألقى الدكتور/ صالح بن حسين العواجي - وكيل وزارة الطاقة والصناعة والثروة المعدنية لشؤون الكهرباء بالمملكة العربية السعودية رئيس الجانب العربي، كلمة شكر فيها الجميع وأكد على وجود مجالات متعددة وفرص ضخمة للتعاون بين الجانبين في مجالات الطاقة المختلفة، والصناعات المرتبطة بها، وحث كل جانب للمضي قدماً في استغلال تلك الفرص وتذليل أي عقبات تحول دون ذلك، كما تم الإعلان عن استضافة جمهورية مصر العربية للدورة السادسة لمؤتمر التعاون العربي الصيني في مجال الطاقة عام 2018.

خامساً: موجز البيان الختامي

ناقش المشاركون الفرص والتحديات التي تواجه كل من الصين والدول العربية، وفرص التعاون في مجال الطاقة في إطار مبادرة الرئيس الصيني وشعار المؤتمر، وتبادل الطرفان خلال المؤتمر وجهات النظر حول سبل التعاون الثنائي في مجالات استكشافات واستخدام موارد الطاقة، والاستخدامات السلمية للطاقة النووية، وتطوير الطاقات المتجددة، كما دار نقاش حول إمكانية ابتكار آليات صينية عربية للتجارة والاستثمار، والتوسع في مجالات جديدة للتعاون، ومنها مجال التكنولوجيا المتقدمة.

وبناء على النتائج التي تحققت في هذا المؤتمر، والمناقشات التي دارت بين المشاركين، فقد توصل الجانبان في البيان الختامي إلى النقاط التالية:

1. التعاون في مجال النفط والغاز الطبيعي

اتفق الجانبان على توسيع التعاون في مجال الطاقة بما سيعود بالنفع على الطرفين، وسيتم تعزيز التعاون في مجال النفط والغاز الطبيعي اعتماداً على التقنيات الحديثة، وخاصة في المشاريع الاستثمارية ذات الصلة، وأكد الجانبان على أهمية التبادل التجاري وتعزيز التعاون في النفط ومشتقاته بين الصين والدول العربية، بحيث يقوم كل طرف بالتنسيق ودعم الطرف

الأخر في المحافل الدولية ومع المنظمات ذات الصلة في مجالات النفط والطاقة بما لا يتعارض مع المصالح الوطنية لكلا الطرفين، كما سيتم الاستفادة من خبرات الصين في التنقيب والاستكشافات والنقل للنفط والغاز الطبيعي، مع تعزيز الاستثمارات في البلدان العربية وفقاً للقوانين واللوائح والتشريعات السائدة في الدول المعنية.

2. التعاون في مجال الطاقة الكهربائية

أكد الجانبان على أهمية تكثيف التعاون الشامل في مجال الطاقة الكهربائية على أساس المنفعة المتبادلة والمعاملة بالمثل مع الاستفادة من الخبرات المتراكمة من الجانبين في هذا الصدد، بما في ذلك زيادة تعزيز التعاون في مجال تخطيط شبكات الكهرباء والاستثمارات في مشروعات الطاقة من خلال تعزيز التبادل التجاري، والعمل على تنظيم الزيارات والندوات لشركات الطاقة الكهربائية ومعاهد البحوث من الجانبين.

3. التعاون في مجال الطاقة الجديدة

أكد الجانبان أن التوجه الأرجح مستقبلاً للطاقة هو خليط متوازن لمصادر الطاقة، التكامل الأمثل، بالإضافة إلى طاقة نظيفة تساهم في تخفيض الكربون، وسيستفيد الجانبان من الموارد والخبرات والمزايا المتاحة لهما من خلال استكشاف وتعزيز التجارة والتعاون في مجال نظم الطاقة الكهربائية المتكاملة.

كما اتفق الجانبان على مواصلة تعزيز التعاون والتنسيق في تعزيز سبل الاستفادة من تطبيقات الخلايا الضوئية والطاقة الشمسية الحرارية في الدول العربية، بالإضافة إلى التعاون في التكنولوجيا والسياسات ذات الصلة، وتشجيع المشاريع المشتركة، ودعم برامج التدريب والتأهيل لتعزيز التوجه نحو الطاقة النظيفة.

4. التعاون في مجالات الاستخدامات السلمية للطاقة النووية

أكد الجانبان على أهمية تعزيز الاستخدام السلمي للطاقة النووية، وخاصة في مجال بناء القدرات لتوليد الكهرباء وتحليه مياه البحر، مع الأخذ في الاعتبار التجربة الصينية الرائدة في مجال الاستخدام السلمي للطاقة النووية لاستفيد الدول العربية منها، وتأكيد أهمية التعاون بين الجانبين في مجال الأبحاث في هذا المجال.

ووفقاً للرسالة التي بعث بها الرئيس شي جين بينغ في حفل افتتاح الاجتماع الوزاري السابع لمنتدى التعاون الصيني العربي، ستستمر الصين في تعزيز مبادرات الحزام والطريق من خلال بناء شراكات، وتعزيز التعاون مما سيساهم في خلق مستقبل أفضل للعلاقات الإستراتيجية بين الصين والدول العربية.

سادسا: ملاحظات ختامية

في ضوء الأوراق والكلمات التي أقيمت من قبل ممثلي الجانبين والنقاش الذي دار خلال المؤتمر، يمكن الإشارة إلى الملاحظات والاستنتاجات التالية المسجلة حول الدورة الخامسة لمؤتمر التعاون العربي الصيني في مجال الطاقة:

- حرص الجانب الصيني على إظهار إمكانياته التكنولوجية ومحاولة التعرف على الفرص المتاحة في أسواق الطاقة العربية، فيما أبدى الجانب العربي الرغبة في نقل التكنولوجيا الصينية في مجال الطاقة إلى الدول العربية.
- أظهر الجانبان الرغبة في توسيع وتعزيز التعاون في مجالات الطاقة المختلفة والتنمية البشرية، وأكد الجانبان على أهمية التعاون العربي الصيني في مجال الطاقة بمختلف أشكالها باعتباره أهم آليات منتدى التعاون العربي الصيني في تعزيز التنمية الاقتصادية للجانبين.
- تميزت أعمال الدورة بالنجاح ممثلة بالعدد الكبير من أوراق العمل الثرية التي قدمت خلال جلسات العمل والمناقشات الهامة التي أجراها المشاركون من الجانبين.
- كان للأمانة العامة لمنظمة أوابك دوراً كبيراً في أعمال المؤتمر وخاصة في المنتدى الفرعي للنفط والغاز الطبيعي حيث تم تقديم ورقة عمل موسعة حول التعاون العربي الصيني في مجال النفط والغاز، خصص لها وقت مضاعف بالمقارنة بالأوراق الأخرى مع الإشادة بمستوى الورقة. كما ترأس ممثل الأمانة العامة جلسة حوارية وشارك كمتحدث في جلسة حوارية أخرى.

الببليوغرافيا

إعداد
عمر كرامة عطيفة
إدارة الإعلام والمكتبة

يشمل هذا القسم ببليوغرافيا بالمواضيع التي تطرقت إليها أحدث الكتب والوثائق ومقالات الدوريات العربية الواردة إلى مكتبة أبابك، مدرجة تحت رؤوس الموضوعات التالية:

الاقتصاد والتنمية

البتروكيماويات

البتترول (النفط والغاز)

التجارة والعلاقات الاقتصادية الدولية

قضايا حماية البيئة

الطاقة

المالية والمالية العامة

نقل التكنولوجيا

موضوعات أخرى

أولاً- الاقتصاد والتنمية

- الاتجاهات الرئيسية لأداء الاقتصاد الكويتي عام 2015 --- الاقتصادي الكويتي. ع. 538 (2016/11). ص. 37-41.
- الأزمة الاقتصادية في الجزائر... الأسباب والرؤى البديلة. --- تقرير الاقتصاد والأعمال. ع. 44 (2016/11/5). ص. 23-28.
- استقرار المواد الغذائية والمشروبات المستوردة في أسواق دبي. --- النشرة الاقتصادية. --- مج. 9، ع. 148 (2016/10). ص. 6.
- آفاق اقتصاد دول مجلس التعاون الخليجي، 2016-2017. --- الاقتصادي الكويتي. ع. 537 (2016/10). ص. 30-33.
- الاقتصاد الخليجي وتقرير آفاق الاقتصاد العالمي أكتوبر 2016. --- تقرير الاقتصاد والأعمال. ع. 41 (2016/ 10/12). ص. 6-17.
- الإمارات تطلق مجلسا تنسيقيا للصناعة. --- التجارة. --- مج. 45، ع. 8 (2016/8). ص. 18 - 22.
- أهمية دبي كعاصمة للاقتصاد الإسلامي في ضوء فعاليات القمة العالمية للاقتصاد الإسلامي. --- تقرير الخليج الإستراتيجي. --- ع. 42 (2016/10/23). ص. 27-42.
- تحديات النمو في الاقتصاد السوداني..... رؤية اقتصادية. --- تقرير الاقتصاد والأعمال. ع. 45 (2016/11/13). ص. 23-33.
- التنمية في العالم شديد التغير. --- الاقتصادي الكويتي. ع. 537 (2016/10). ص. 65-66.
- الحسناوي، لحسن. الهند في أفريقيا: البحث عن موطئ قدم. --- المستقبل العربي. --- مج. 39، ع. 453 (2016/11). ص. 97-117.
- خروج بريطانيا من الاتحاد الأوربي: صداد جديد للاقتصاد العالمي. --- التجارة. --- مج. 45، ع. 8 (2016/8). ص. 34-35.
- خصخصة قطاع الطيران السعودي وبداية رفع هيمنة الدولة. --- تقرير الاقتصاد والأعمال. ع. 37 (2016/ 9/17). ص. 6-15.
- الصندوق الوطني لرعاية وتنمية المشروعات الصغيرة والمتوسطة. --- وكالة الأنباء الكويتية. --- النصف الأول 2016. ص. 29-33.
- قمة البريكس الثامنة مكامن القوة والضعف. --- تقرير الاقتصاد والأعمال. ع. 42 (2016/10/23). ص. 26-32.
- قمة مجموعة العشرين: بناء اقتصاد عالمي إبداعي ونشط ومترابط وشامل. --- الاقتصادي الكويتي. ع. 537 (2016/10). ص. 61-63.

- مجلس التعاون لدول الخليج العربية. إحصاءات العمل في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، 2014. -- الرياض: مجلس التعاون لدول الخليج العربية، 2016. -- ص. 168.
- مجلس التعاون لدول الخليج العربية. الإحصاءات السكانية في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، 2010-2014. -- الرياض: مجلس التعاون لدول الخليج العربية، 2016. -- ص. 78.
- المدن الذكية في الكويت... بين الواقع والمأمول. -- تقرير الاقتصاد والأعمال. -- ع. 42 (2016/10/23). -- ص. 6-16.
- المملكة السعودية وتقرير ممارسة أنشطة الأعمال 2017. -- تقرير الاقتصاد والأعمال. -- ع. 44 (2016/11/5). -- ص. 5-14.
- مؤتمر القمة الثاني لحوار التعاون الآسيوي: إعلان بانكوك وآفاق تطوير العلاقات الاقتصادية بين دول القارة. -- أوابك. -- مج. 42، ع. 10 (2016/10). -- ص. 4-5.
- النشاط الصناعي في الكويت عام 2014: مؤشرات رئيسية. -- الاقتصادي الكويتي. -- ع. 538 (2016/11). -- ص. 42-47.
- النقل البحري في دول المجلس والسبيل للتنوع الاقتصادي. -- تقرير الاقتصاد والأعمال. -- ع. 40 (2016/ 10/5). -- ص. 6-18.
- هل الاقتصاد العالمي بحاجة إلى تشريعات مالية جديدة لمواجهة الانتعاش الاقتصادي الضعيف. -- تقرير الاقتصاد والأعمال. -- ع. 36 (2016/9/7). -- ص. 23-30.
- هيئة الشؤون الاقتصادية والتنموية...جوابة خليجية نحو التكامل. -- تقرير الاقتصاد والأعمال. -- ع. 46 (2016/11/19). -- ص. 6-21.

ثانياً- البترول

- الاجتماع الخامس والثلاثون لوزراء النفط والطاقة بدول مجلس التعاون الخليجي. -- أوابك. -- مج. 42، ع. 11 (2016/11). -- ص. 6.
- الاجتماع الوزاري الخامس عشر لمنتدى الطاقة الدولي بالجزائر. -- البترول. -- مج. 53 (2016/11). -- ص. 8-9.
- بوثلجة، جمال. النفط بين النعمة والنقمة: حالة الجزائر 2000-2015. -- المستقبل العربي. -- مج. 39، ع. 453 (2016/11). -- ص. 37-49.
- الحجي، أنس بن فيصل. مفاهيم نفطية: مقدمة لفهم عالم النفط. -- الكويت: أنس بن فيصل الحجي، 2015. -- ص. 89.
- الحربي، نهاد، وآخرون. ذروة النفط: التحديات والفرص أمام دول الخليج. -- الدوحة، قطر: منتدى العلاقات العربية الدولية، 2014. -- ص. 382.

- روس، مايكل. **نقمة النفط: كيف تؤثر الثروة النفطية على نمو الأمم**.--- الدوحة، قطر: منتدى العلاقات العربية الدولية، 2016.430--ص.
- زيدان، سليم. **البتترول والإنسان والأرض**.--- البترول.--- مج. 53، ع. 9-10 (2016). ص. 32-33.
- قمة الكويت للنفط والغاز: مواجهة التحديات**.--- الكويتي.--- ع. 1385 (5 / 2016).--- ص. 6-9.
- المعرض الدولي للبتترول**.--- الكويتي.--- ع. 1390 (10/2016).--- ص. 6-9.
- منتدى الكويت الاستراتيجي الثاني للطاقة**.--- الكويتي.--- ع. 1385 (5/2016).--- ص. 2-5.
- النعيمي، علي. **من البادية إلى عالم النفط**.--- بيروت: الدار العربية للعلوم ناشرون، 2016.--- ص. 293.
- اليوسف، يوسف خليفة. **الاقتصاد السياسي للنفط: رؤية عربية لتطورات**.--- بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية، 2015.512--ص.

البتترول - استكشافات

- أولى الخطوات التنقيب**.--- الكويتي.--- ع. 1388 (8/2016).--- ص. 34-35.
- الفارسي، فهد عبدالرحمن. **المقدمة في هندسة البترول**.--- بيروت: الدار العربية للعلوم ناشرون، 2016.125--ص. 24.622 م ق د
- مرشدي، ايمن مصطفى. **استكشاف وتقليل مخاطر الضغط المسامي للخزانات البترولية**.--- البترول.--- مج. 53، ع. 9-10 / 2016.--- ص. 36-37.
- المسح الزلزالي في الكويت: تطور البحث والاستكشاف والتنقيب عن النفط**.--- وكالة الأنباء الكويتية.--- الربع الثاني (2016).--- ص. 9-24.
- النقي، عباس علي. **المنطقة العربية مؤهلة لتحقيق المزيد من الاكتشافات البترولية**.--- أوابك.--- مج. 42، ع. 11 (11/2016).--- ص. 16.

البتترول - أسعار

- خام الكويت بلغ 27.89 دولار للبرميل والإنتاج يصل إلى 3 مليون يومياً**.--- وكالة الأنباء الكويتية.--- الربع الأول (2016).--- ص. 19-32.
- عوائق تحول دون قدرة أوبك التحكم في الأسعار**.--- تقرير الاقتصاد والأعمال.--- ع. 41 (12/2016).--- ص. 46-49.
- قرارات كويتية مدروسة للتعامل مع انخفاض أسعار النفط**.--- أوابك.--- مج. 42، ع. 10 (10/2016).--- ص. 13.

هل استطاعت شركات النفط العالمية الاستفادة من انهيار الأسعار؟ -- تقرير الاقتصاد والأعمال. ع. 42 (2016/10/23). ص. 39-46.

هل يقضي الاتفاق السعودي- الروسي بعودة الارتفاع في أسعار النفط العالمية؟ -- تقرير الاقتصاد والأعمال. ع. 36 (2016/ 9/7). ص. 37-42.

البتترول - إنتاج

اجتماع النفط في الجزائر .. القبات والنتائج. -- تقرير الاقتصاد والأعمال. ع. 40 (10/5/2016). ص. 36-41.

إنتاج الوقود الأنظف في الدول الأعضاء في أوبك. -- الكويت: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول، 2016. 327-- ص.

طرق لزيادة الإنتاج: دراسة عن تجارب الطرق التكميلية لزيادة إنتاج حقول النفط الثقيل في شمال الكويت. -- الكويتي. ع. 1387 (2016/7). ص. 10-13.

مصطلح برميل النفط المكافئ. -- الكويتي. ع. 1390 (2016/10). ص. 30-31.

البتترول - العرض والطلب

حالة شبه استقرار في مستوى العرض والطلب مع نمو في الحدود المتوقعة. -- وكالة الأنباء الكويتية. -- الربع الثاني (2016). ص. 25-38.

البتترول - تسويق

زغلول، ماجدة. هل نجحت أوبك في الدفاع عن حصتها السوقية؟ -- البترول. مج. 53، ع. 9-10 (2016). ص. 40-41.

سوق الطاقة. -- تقرير الاقتصاد والأعمال. ع. 46 (2016/11/19). ص. 54-59.

عامر، ماجد ابراهيم. تطور خارطة سوق النفط العالمية والانعكاسات المحتملة على الدول الأعضاء في أوبك. -- النفط والتعاون العربي. مج. 42، ع. 156 (2016). ص. 7-78.

النموذج النفطي الجديد... بين إستراتيجية أوبك وعوامل السوق. -- تقرير الاقتصاد والأعمال. ع. 44 (2016/11/5). ص. 35-41.

هل يصبح اجتماع أوبك بفيينا فرصة للمنظمة للسيطرة على الأسواق؟ -- تقرير الاقتصاد والأعمال. ع. 46 (2016/11/19). ص. 47-53.

البتترول - تكرير

مصفاة فيتنام.. انطلاقة جديدة للنفط الكويتي عالميا. -- وكالة الأنباء الكويتية. -- الربع الأول (2016). ص. 9-18.

مؤتمر ومعرض الشرق الأوسط العاشر للتكرير والبتروكيماويات، 2016. -- أوبك. مج. 42، ع. 10 (2016/10). ص. 6-9.

البتترول - صناعة

- الحمش، تركي. **تطوير مصادر زيت السجيل عربيا وعالميا- الجزء الأول**.-- النفط والتعاون العربي.-- مج. 42، ع. 157 (2016).-- ص. 63-129.
- الحمش، تركي. **تطوير مصادر زيت السجيل عربيا وعالميا- الجزء الثاني**.-- النفط والتعاون العربي.-- مج. 42، ع. 158 (2016).-- ص. 85-146.
- رجب، علي. **صناعة النفط والغاز الطبيعي غير التقليدية خارج أمريكا الشمالية وآفاقها المستقبلية- الجزء الأول**.-- النفط والتعاون العربي.-- مج. 42، ع. 158 (2016).-- ص. 7-84.
- رجب، علي. **صناعة النفط والغاز الطبيعي غير التقليدية خارج أمريكا الشمالية وآفاقها المستقبلية- الجزء الثاني**.-- النفط والتعاون العربي.-- مج. 42، ع. 157 (2016).-- ص. 7-62.
- صابة، بوبكر وحسين، ناجي بن. **تقييم اقتصادي لاستخراج الغاز الصخري في الجزائر**.-- النفط والتعاون العربي.-- مج. 42، ع. 156 (2016).-- ص. 79-98.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول. **حرق الغاز على الشعلة**.-- الكويت: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول، 2016. 151-- ص.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول. **صناعة النفط والغاز الطبيعي غير التقليدية خارج أمريكا الشمالية وآفاقها المستقبلية**.-- الكويت: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول، 2016. 136-- ص.

ثالثا- التجارة والعلاقات الاقتصادية الدولية

- أبرز مؤشرات الأنشطة التجارية في الكويت خلال النصف الأول من عام 2016. -- الاقتصادي الكويتي.-- ع. 538 (2016/11).-- ص. 24-33.
- أهم مؤشرات التجارة العربية الخارجية وتطورها. -- الاقتصادي الكويتي.-- ع. 537 (2016/10).-- ص. 48-54.
- التجارة الخارجية. -- الاقتصادي الكويتي.-- ع. 537 (2016/10).-- ص. 71-73.
- متطلبات إتمام اتفاقية تجارة حرة بين دول الخليج والاتحاد الأوروبي. -- تقرير الخليج الاستراتيجي.-- ع. 46 (2016/11/22).-- ص. 37-51.

رابعا- تلوث البيئة وحمايتها

- كويت: تغرد منفردة بأول مصنع كويتي لثاني أكسيد الكربون. -- وكالة الأنباء الكويتية.-- الربع الثاني (2016).-- ص. 39-46.
- الخطوط الاسترشادية لتقييم وضع الشاطئ في حالة التلوث بالزيت. -- نشرة البيئة البحرية.-- ع. 109 (2016/9-7).-- ص. 26-33.

- شكراني، الحسين. **الصين والمفاوضات المناخية: بين تعزيز النمو الاقتصادي ومحدودية التفاعل السياسي مع الدول النامية**.-- المستقبل العربي. مج. 39، ع. 452 (2016/10). -- ص. 117-104.
- عبدالرضا، نبيل جعفر و الحلفي، عبدالجبار عبود. **إشكالية العلاقة بين التلوث النفطي والتشريعات البيئية في العراق**.-- مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية. -- مج. 42، ع. 162 (2016/7). -- ص. 310-277.
- القنبلة المناخية.. **أخطر تحذير للمنطقة والعالم**.-- الاقتصادي الكويتي. -- ع. 537 (2016/10). -- ص. 78-77.
- محمد عثمان. **التنوع الإحيائي في البيئات الساحلية والبحرية**.-- نشرة البيئة البحرية. -- ع. 109 (2016/9-7). -- ص. 23-20.
- مشروعان بحثيان **كويتيان لمواجهة الغبار والزئبق**.-- الاقتصادي الكويتي. -- ع. 537 (2016/10). -- ص. 76-74.
- مفضل، وحيد. **دراسة واستشعار البيئة البحرية عن بعد الخصائص والمزايا**.-- نشرة البيئة البحرية. -- ع. 109 (2016/9-7). -- ص. 15-10.
- مؤتمر مراكش لتغير المناخ: **تكثيف الجهود الدولية للعمل من أجل المناخ والتنمية المستدامة**.-- أوابك. -- مج. 42، ع. 11 (2016/11). -- ص. 5-4.

خامسا- الطاقة

- أمان، إيمان عبدالله. **ما المقصود بضمان الوصول إلى الطاقة؟** -- القاظة. -- مج. 65، ع. 4 (2016/8 - 7). -- ص. 35-33.
- بير، براون. **التكنولوجيا عبر العصور: عصر البخار والكهرباء**.-- الكويت: مؤسسة التقدم العلمي، 2014. 112. -- ص.
- داغر، نبيلة. **أوضاع الطاقة في العالم، 2015**.-- البترول. -- مج. 53، ع. 9-10 (2016/). -- ص. 45-44.
- الدورة الخامسة لمؤتمر التعاون العربي الصيني في مجال الطاقة: **الطاقة حجر أساسي للتعاون العربي الصيني**.-- أوابك. -- مج. 42، ع. 11 (2016/11). -- ص. 17.
- رفع دعم الطاقة في الكويت وبداية انتهاء عهد الرفاهية الاجتماعية.-- تقرير الاقتصاد والأعمال. -- ع. 36 (2016/ 9/7). -- ص. 15-5.
- العجمي، راكان. **بديل للمستقبل: الطاقة المتجددة**.-- الكويتي. -- ع. 1387 (2016/7). -- ص. 8.
- الفالح، خالد بن عبدالعزيز. **أربعة ركائز رئيسية لنجاح التحولات في مجال الطاقة**.-- أوابك. -- مج. 42، ع. 10 (2016/10). -- ص. 10.

مدينة أبوظبي تستضيف القمة العالمية للطاقة في يناير 2017. -- أوابك. -- مج. 42، ع. 11 (2016/11). -- ص. 7.

معدات حقن نقالة جديدة في شمال الكويت. -- الكويتي. -- ع. 1390 (2016/10). -- ص. 14-17.

منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول. مزيج الطاقة في الدول الأعضاء في منظمة أوابك: الواقع الحالي وفرص التنوع. -- الكويت: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، 2016. 94-- ص. يرعن، دانييل. السعي بحثا عن الطاقة والأمن وإعادة تشكيل العالم الحديث. -- الدوحة، قطر: منتدى العلاقات العربية الدولية، 2015. 1111-- ص.

الطاقة - المصادر

الصيفي، نادية. ارتفاع الطلب العالمي على الغاز الطبيعي. -- البترول. -- مج. 53، ع. 9-10 (2016). -- ص. 46.

الطاقة المتجددة في الصين.. بين المتطلبات العالمية والتحديات الداخلية. -- تقرير الاقتصاد والأعمال. -- ع. 37 (2016/ 9/17). -- ص. 41-46.

الطاقة المتجددة... مصدرا استثماري مريح للدول العربية. -- تقرير الاقتصاد والأعمال. -- ع. 45 (2016/11/13). -- ص. 42-48.

الفحم يولد حاليا نحو 40 في المائة من الطاقة الكهربائية حول العالم. -- وكالة الأنباء الكويتية. -- الربع الأول (2016). -- ص. 33-47.

المضي قدما في الإستراتيجية المتكاملة للطاقة الوطنية المستدامة حتى عام 2035. -- أوابك. -- مج. 42، ع. 10 (2016/10). -- ص. 14.

سادسا- المالية والمالية العامة

الإبراهيم، فهد راشد. بيانات الاستثمار الأجنبي المباشر .. إشكاليات وحلول. -- ضمان الاستثمار. -- مج. 34، ع. 2 (2016/7-4). -- ص. 3.

الإبراهيم، فهد راشد. ضمان المخاطر يزداد عربيا ويتراجع عالميا. -- ضمان الاستثمار. -- مج. 32، ع. 3 (2016/9-7). -- ص. 3.

الاستثمار الأجنبي المباشر في الدول العربية. -- ضمان الاستثمار. -- مج. 34، ع. 2 (2016/7). -- ص. 6-31.

تعويم العملة المصرية: الأسباب.. النتائج والآثار المترتبة. -- تقرير الاقتصاد والأعمال. -- ع. 46 (2016/11/19). -- ص. 32-38.

تقرير الاستقرار المالي لعام 2015. -- الاقتصادي الكويتي. -- ع. 537 (2016/10). -- ص. 17-13.

- الريمبيني وحقوق السحب الخاصة....قراءة اقتصادية.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 41 (2016/10/12). ص. 26-35.
- سوق الكويت لأوراق المالية.-- وكالة الأنباء الكويتية.-- النصف الأول 2016. ص. 9-28.
- صناعة الضمان في الدول العربية والإسلامية والعالم.-- ضمان الاستثمار.-- مج. 32، ع. 3 (2016/9-7). ص. 5-19.
- العالم غارق في ديون غير مسبوقه.-- الاقتصادي الكويتي.-- ع. 538، 2016/11. ص. 67-69.
- عمان مقصد استثماري واعد.-- الاقتصادي الكويتي.-- ع. 538 (2016/11). ص. 54-56.
- الفرص الاستثمارية في القارة السمراء.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 40 (2016/10-5). ص. 24-30.
- الفساد في العالم العربي مازال من أكبر عوائق التنمية.-- الاقتصادي الكويتي.-- ع. 538 (2016/11). ص. 57-61.
- لجنة المناقصات المركزية.-- وكالة الأنباء الكويتية.-- النصف الأول (2016). ص. 37-41.
- لماذا تلجأ بعض البنوك لتبني فائدة دون الصفر؟-- التجارة.-- مج. 45، ع. 8 (2016/8). ص. 30-31.
- مجلس التعاون لدول الخليج العربية. الحسابات القومية في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، 2014.-- الرياض: مجلس التعاون لدول الخليج العربية، 2016. ص. 54+55.
- مشكلة ارتفاع الدين العام الصيني....رؤية تحليلية.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 37 (2016/ 9/17). ص. 25-33.
- مناخ الاستثمار في الدول العربية لعام 2016.-- الاقتصادي الكويتي.-- ع. 537 (2016/10). ص. 42-47.
- هل تنجح الكويت في طرحها الدولارى الأول؟-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 45 (2016/11/13). ص. 5-14.
- هيئة تشجيع الاستثمار من قواعد مستقبل الاقتصاد الكويتي.-- الاقتصادي الكويتي.-- ع. 537 (2016/10). ص. 4-5.
- الوقف النقدي... أصوله وتطبيقاته وأفاقه المستقبلية.-- النشرة الاقتصادية.-- مج. 9، ع. 148 (2016/10). ص. 1-3.

سابعا- موضوعات أخرى

- الأمن المائي الخليجي: المفهوم والمقومات والتحديات.-- الاقتصادي الكويتي.-- ع. 537 (2016/10).-- ص. 38-41.
- بحري، دلال. أهمية القانون الدولي للأُنهار الدولية في استقرار العلاقات المائية الدولية: دراسة حالة نهري دجلة والفرات.-- المستقبل العربي.-- مج. 39، ع. 453 (2016/11).-- ص. 118-132.
- البدراني، فاضل محمد. التربية الإعلامية والرقمية وتحقيق المجتمع المعرفي.-- المستقبل العربي.-- مج. 39، ع. 452 (2016/10).-- ص. 134-149.
- تطوير الموارد البشرية.-- الكويتي.-- ع. 1390 (2016/10).-- ص. 10-13.
- جامعة الدول العربية. الاجتماع العاشر للجنة الفنية العلمية الاستشارية للمجلس الوزاري العربي للمياه على مستوى كبار المسؤولين: المذكرات الشارحة للبنود المدرجة على مشروع جدول الاعمال، القاهرة، 23-25 أكتوبر 2016.-- القاهرة: جامعة الدول العربية، 2016.-- ص. 433-4.
- جير، نهلة محمد أحمد. مستقبل الإعلام في الوطن العربي: الصحافة الاستقصائية.-- شؤون عربية.-- ع. 167 (خريف/2016).-- ص. 98-106.
- الرزو، حسن مظفر. فضاء التواصل الاجتماعي العربي: جماعته المتخيلة وخطابه المعرفي.-- بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية، 2016. 239-- ص.
- الزهراني، أحمد. السلطة السياسية والإعلام في الوطن العربي.-- بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية، 2016. 304-- ص.
- سالم، محمد أنيس. تداعيات «بريكست» على الدول العربية.-- شؤون عربية.-- ع. 167 (خريف/2016).-- ص. 39-48.
- عبدالعزیز، ياسر. الإعلام العربي العام والخاص: من التنافس إلى التكامل.-- شؤون عربية.-- ع. 167 (خريف/2016).-- ص. 86-97.
- فازيو، نبيل. في التلقي المغربي لفهوم المثقف: عبدالإله بلقزيز نموذجاً.-- المستقبل العربي.-- مج. 39، ع. 452 (2016/10).-- ص. 150-164.
- محرك الجسم القلب.-- الكويتي.-- ع. 1388 (2016/8).-- ص. 40-41.
- نعوم، عبدالفتاح. أثر المعرفة المعاصرة في التنطيق الاستراتيجي للعالم: الاستشراق والفكر الاستراتيجي ودراسات المناطق.-- المستقبل العربي.-- مج. 39، ع. 453 (2016/11).-- ص. 65-78.
- الهدبان، إبراهيم. الكويت والأمم المتحدة.-- الكويتي.-- ع. 1390 (2016/10).-- ص. 2-5.

Refining: Margin bounce fails to slow run cuts.-- Oil Market Intelligence.-- Vol. 21, no. 10 (10/2016).-- p. 1-4.

PETROLEUM - SUPPLY AND DEMAND

Crude stocks take a turn as swing supplier.-- Oil Market Intelligence.-- Vol. 21, no. 10 (10/2016).-- p. 4-5.

Weaker demand outlook, heightened regulations create uncertainty for Chinese refiners.-- Oil & Gas Journal.-- Vol. 114, no. 10 (3/10/2016).-- p. 63-67.

Wong, Kimfeng. **China's bold experiment to cut demand.**-- New Energy.-- Vol. 5, no. 39 (29/9/2016).-- p. 1-2.

VIII-POLLUTION & ENVIRONMENTAL PROTECTION

Ainslie, Kimble. **Ontario's great leap forward: Premier Wynne's climate change action plan and cap and trade program?**-- Geopolitics of Energy.-- Vol. 38, no. 9 (9/2016).-- p. 2-6.

International Energy Agency. **CO2 emissions from fuel combustion, 2016.**-- Paris: OECD/IEA, 2016.--427 p.

Kaufmann, Larry. **Clean energy policy in the US.**-- Geopolitics of Energy.-- Vol. 38, no. 9 (9/2016).-- p. 7-11.

Kavanagh, R. (et al). **Paris deal: Numbers point to ratification.**-- New Energy.-- Vol. 5, no. 39 (29/9/2016).-- p. 2-3.

Roos, Philippe. **US carbon emissions at rock bottom.**-- New Energy.-- Vol. 5, no. 42 (20/10/2016).-- p. 4-5.

Algeria gets real with \$50/b2017 budget oil price.-- MEES.-- Vol. 59, no. 41 (14/10/2016).-- p. 12-13.

Haugom, E. (et al). **Long term oil prices.**-- Energy Economics -- Vol. 58 (8/2016).-- p. 84-94.

In search of an equilibrium oil price.-- MEES.-- Vol. 59, no. 42 (21/10/2016).-- p. 4-7.

Olubusoye, Olusanya E and Yaya, OlaOluwa S. **Time series analysis of volatility in the petroleum pricing markets.**-- OPEC Energy Review.-- Vol. xl, no. 3 (9/2016).-- p. 235-262.

Ritter, Nolan (et al). **Short-run fuel price responses: At the pump and the road.**-- Energy Economics.-- Vol. 58 (8/2016).-- p. 67-76.

PETROLEUM - PRODUCTION

Infographic production.-- Petroleum Economist.-- Vol. 83, no. 8 (10/2016).-- p. 18-23.

Informal OPEC talks in Algiers unlikely to produce hard outcome.-- Energy Economist.-- No. 420 (10/2016).-- p. 35-36.

Klein, Tony and Walther, Thomas. **Oil price volatility forecast with mixture memory GARCH.**-- Energy Economics.-- Vol. 58 (8/2016).-- p. 46-58.

Libya output continues to rise in wake of renewed Sirte basin production.-- MEES.-- Vol. 59, no. 42 (21/10/2016) -- p. 2-3.

Oil & Gas Journal. **Worldwide oil field production survey, 2016.**-- Tulsa, OK: PennEnergy Research, 2016.

OPEC agrees to cut, now the hard work starts.-- MEES.-- Vol. 59, no. 39 (30/9/2016).-- p. 8-9.

OPEC cut plans: Will they happen? Will they work?.-- MEES.-- Vol. 59, no. 41 (14/10/2016).-- p. 7-8.

Zhou, Shouwei and Sun, Fujie. **Sand production management for unconsolidated sandstone reservoirs.**-- Singapore: John Wiley & Sons, Inc., 2016.--165 p.

PETROLEUM – REFINING

Egypt’s refiners struggling to keep pace with products demand.-- MEES.-- Vol. 59, no. 43 (28/10/2016).-- p. 5-6.

Nichols, Lee. **Global refining overview.**-- Hydrocarbon Processing.-- Vol. 95, no. 10 (10/2016).-- p. 9-15.

Refiners discuss FCC reliability issues, catalyst selection.-- Oil & Gas Journal.-- Vol. 114, no. 10 (3/10/2016).-- p. 56-62.

PETROLEUM - INDUSTRY

- BMI. **Global oil & gas report, Nov., 2016**.-- London: BMI, 2016.--63 p.
- BMI. **Global summary oil & gas, Dec. 2016**.-- London: BMI, 2016.--59 p.
- BMI. **Global summary oil & gas, Oct. 2016**.-- London: BMI, 2016.--52 p.
- BMI. **Oil & gas global capex outlook, Sep. 2016**.-- London: BMI, 2016.-- 39 p.
- Chowdhury, S. **Optimization and business improvement: Studies in upstream oil and gas industry**.-- Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2016.--318 p.
- Ford, Neil. **Algeria: Reform paralysis**.-- Energy Economist.-- No. 420 (10/2016).-- p. 20-23.
- Henares, S. (et al). **Diagenetic constraints on heterogeneous reservoir quality assessment: A triassic outcrop analog of meandering fluvial reservoirs**.-- AAPG Bulletin.-- Vol. 100, no. 9 (9/2016).-- p. 1377-1398.
- Oil & Gas Journal. **Enhanced oil recovery survey, 2016**.-- Tulsa, OK: PennEnergy Research, 2016.
- Snyder, Emily. **Regional report: North Sea**.-- World Oil.-- Vol. 237, no. 7 (7/2016).-- p. 100-106.

PETROLEUM - MARKETING

- Eden, Jay (et al). **Majors confident in oil's future**.-- New Energy.-- Vol. 5, no. 42 (20/10/2016).-- p. 1-2.
- El-Badri, Abdalla Salem. **OPEC's shifting role helps balance worldwide crude market**.-- World Oil.-- Vol. 237, no. 7 (7/2016).-- p. 66.
- Libya starts putting jigsaw back together**.-- Petroleum Intelligence Weekly.-- Vol. 55, no. 39 (3/10/2016).-- p. 3-4.
- Market indicators: Waiting on Algiers**.-- Energy Economist .-- No. 420 (10/2016).-- p. 49-53.
- OPEC muddles back to market management**.-- Petroleum Intelligence Weekly.-- Vol. 55, no. 40 (10/10/2016).-- p. 1-2.
- Sharma, Himanshu (et al). **Effect of outliers on volatility forecasting and value at risk estimation in crude oil markets**.-- OPEC Energy Review.-- Vol. xl, no. 3 (9/2016) .-- p. 276-299.

PETROLEUM - PRICES

- Acharya, Rajesh and Sadath, Anver. **On the interaction between energy price and firm size in Indian economy**.-- OPEC Energy Review.-- Vol. XL, no. 3 (9/2016).-- p. 300-315.

VII-PETROLEUM

- Bahgat, Gawdat. **Lower for longer: Saudi Arabia adjusts to the new oil era.**-- Middle East Policy.-- Vol. xxiii, no. 3 (2016).-- p. 39-48.
- Butt, Gerald (et al). **Middle East: Newer face, older problems** .-- Petroleum Economist.-- Vol. 83, no. 7 (9/2016).-- p. 46-51.
- Irاندoust, M. **Asymmetric and nonlinear pass-through relationship between oil and other commodities.**-- OPEC Energy Review.-- Vol. XL, no. 3 (9/2016).-- p. 263-275.
- OPEC. **World Oil Outlook 2016.**-- Vienna: OPEC, 2016.--393 p.

PETROLEUM - COMPANIES

- Abu Dhabi oil shakeup continues with offshore consolidation.**-- MEES.-- Vol. 59, no. 40 (7/10/2016).-- p. 2-3.
- Alhajji, Anas F.. **Aramco privatization: The final nail in the coffin?**-- World Oil.-- Vol. 237, no. 7 (7/2016).-- p. 25.
- Company profile Petronas.**-- Petroleum Economist.-- Vol. 83, no. 8 (10/2016).-- p. 56-57.
- IOCs stall KRG investment on renewed payment concerns.-- **MEES.**-- Vol. 59, no. 39 (30/9/2016).-- p. 12-13.
- Mideast oil companies plan for the future.**-- JPT.-- Vol. 68, no. 9 (9/2016).-- p. 33-48.
- Reserves rules pose headache for Aramco IPO.**-- Petroleum Intelligence Weekly.-- Vol. 55, no. 39 (3/10/2016).-- p. 2-3.
- Xu, Conglin and Bell, Laura. **OGJ 150 suffered huge losses in 2015; capital spending, reserves down.**-- Oil & Gas Journal.-- Vol. 114, no. 9 (5/9/2016).-- p. 24-45.

PETROLEUM- EXPLORATION

- Bokhani, Vahid and Minagar, Z. **Iran seeks field revitalization, new development.**-- Oil & Gas Journal.-- Vol. 114, no. 9 (5/9/2016).-- p. 54-57.

PETROLEUM - GEOLOGY

- Callot, Jean-P (et al). **Three-dimensional evolution of salt -controlled minibasins: Interactions, folding, and megaflap development.**-- AAPG Bulletin.-- Vol. 100, no. 9 (9/2016).-- p. 1419-1442.
- Iraq invites bids for 12 fields in first offering since 2012.**-- MEES.-- Vol. 59, no. 43 (28/10/2016).-- p. 8-9.

- Market development is key to success for small-scale LNG.**-- Gas Processing.-- (7-8/2016).-- p. 21-23.
- Packham, Iain. **Politics, price fuel Mideast LNG imports.**-- World Gas Intelligence.-- Vol. 27, no. 40 (5/10/2016).-- p. 3-4.
- Petroleum Economist, National Gas Company of Trinidad and Tobago Ltd. **Energy map of Trinidad & Tobago 2017.**-- London: Petroleum Economist, 2016.-- V.p.
- Research and Market. **Kuwait LNG industry forecasts to 2022: Outlook of liquefaction/regasification terminals, companies, supply-demand, investments and planned projects.**-- Dublin: Research and Market, 2016.--61 p.
- Roberts, John. **Turkmen gas - the route to Europe.**-- Energy Economist.-- no. 420 (10/2016).-- p. 12-16.
- Salehi, E. **Natural gas monetization options for Iran: LNG or GTL.**-- Gas Processing.-- (7-8/2016).-- p. 11-12.
- Sharma, Rakesh. **Price cut to whet India's LNG appetite.**-- World Gas Intelligence.-- Vol. 27, no. 41 (12/10/2016).-- p. 4-5.
- Shell restarts LNG exports from gas - strapped & cash-strapped Egypt.**-- MEES.-- Vol. 59, no. 40 (7/10/2016).-- p. 10-11.
- Smith, Christopher E.. **Natural gas pipeline profits, construction both up.**-- Oil & Gas Journal.-- Vol. 114, no. 9 (5/9/2016).-- p. 84-102.
- Yemen LNG competitive at \$3/mbtu.**-- Energy Economist.-- No. 420 (10/2016).-- p. 40-41.

VI-PETROCHEMICALS

- Arab Fertilizer Association. **Fertilizer Statistical Yearbook, 2015.**-- Cairo, Egypt: Arab Fertilizer Association, 2015.--100 p.
- BC Insight. **Fertilizer industry directory 2017.**-- London: BC Insight, 2016.--254 p.
- Hancock, J. and Rodrigues, S. **Extend ethylene plant run length with compressor chemical treatment.**-- Hydrocarbon Processing.-- Vol. 95, no. 8 (9/2016).-- p. 29-32.
- Iran inks petchems deals with shell, Sojitz; tatneft signs up for EOR.**-- MEES.-- Vol. 59, no. 41 (14/10/2016).-- p. 2-3.
- Oil & Gas Journal. **Worldwide petrochemical construction projects, 2016.**-- Tulsa, OK: PennEnergy Research, 2016.--V.p.
- Sabco shows steely resolve as Saudi petchem profits fall in flagging market.**-- MEES.-- Vol. 59, no. 42 (21/10/2016).-- p. 8.
- Williams, D. **Measure naturally occurring radioactive material in polypropylene plants.**-- Hydrocarbon Processing.-- Vol. 95, no. 10 (10/2016).-- p. 51-54.

Tietjen, Oliver (et al). **Investment risks in power generation: A comparison of fossil fuel and renewable energy dominated markets.**-- Energy Economics.-- Vol. 58 (8/2016).-- p. 174-185.

IV-FINANCE & PUBLIC FINANCE

Butler, Jeff (et al). **Trust and cheating.**-- The Economic Journal.-- Vol. 126, no. 595 (9/2016).-- p. 1703-1738.

Carlsson, Mikael (et al). **Wage adjustment and productivity shocks.**-- The Economic Journal.-- Vol. 126, no. 595 (9/2016).-- p. 1739-1773.

V-GAS

Asian LNG buyers ponder best new pricing formula.-- World Gas Intelligence.-- Vol. 27, no. 40 (5/10/2016).-- p. 7-8.

Baker, Amena. **Iran bids to overtake Qatar on gas.**-- World Gas Intelligence.-- Vol. 27, no. 43 (26/10/2016).-- p. 2-3.

Bhullar, R.S. **Opportunities and challenges for small-scale LNG commercialization.**-- Gas Processing.-- (7-8/2016).-- p. 17-20.

BMI. **LNG: Global industry trends, Sept. 2016.**-- London: BMI, 2016.-- 42 p.

CEDIGAZ. **Natural gas in the world, 2016.**-- Paris: CEDIGAZ, 2016.-- 100 p.

East Med report.-- Petroleum Economist.-- Vol. 83, no. 8 (10/2016).-- p. 6-11.

Gas in transport.-- Petroleum Economist.-- Vol. 83, no. 8 (10/2016).-- p. 24-28.

Hancock, J.M. and Rodrigues, S. **LNG: Bonus report.**-- Hydrocarbon Processing.-- Vol. 95, no. 8 (9/2016).-- p. 38-44.

International Energy Agency. **Gas medium-term market report 2016.**-- Paris: OECD/IEA, 2016.--130 p.

International Energy Agency. **Natural gas information, 2016.**-- Paris: OECD/IEA, 2016.--V.p.

Jordan: Opposition to Israel gas deal strong but ineffectual.-- MEES.-- Vol. 59, no. 43 (28/10/2016).-- p. 3-4.

Lee, Dawn (et al). **Does China have recipe for shale success?.**-- World Gas Intelligence.-- Vol. 27, no. 43 (26/10/2016).-- p. 3-4.

LNG: The US export conundrum.-- World Gas Intelligence.-- Vol. 27, no. 41 (12/10/2016).-- p. 1-2.

Loh, Edwn. **Asian buyers want term deliveries in advance.**-- World Gas Intelligence.-- Vol. 27, no. 43 (26/10/2016).-- p. 4-5.

Houde, S. and Spurlock, A. **Minimum energy efficiency standards for appliances: Old and new economic rationales.**-- Economics of Energy & Environmental Policy -- Vol. 5, no. 2 (9/2016).-- p. 65-83.

India report: An enormous opportunity.-- Petroleum Economist.-- Vol. 83, no. 7 (9/2016).-- p. 10-18.

International Energy Agency. **Electricity information, 2016.**-- Paris: OECD/IEA, 2016.--558 p.

International Energy Agency. **World energy investment 2016.**-- Paris: OECD/IEA, 2016.--173 p.

Parker, Steven and Liddle, Brantley. **Energy efficiency in the manufacturing sector of the OECD: Analysis of price elasticities.**-- Energy Economics.-- Vol. 58 (8/2016).-- p. 38-45.

Energy- Policy.

BMI. **China going global: Energy and infrastructure round up.**-- London: BMI, 2016.--60 p.

Bui, Linda T.M.. **Is the grass really greener on the other side?.**-- Economics of Energy & Environmental Policy.-- Vol. 5, no. 2 (9/2016).-- p. 101-116.

Egypt shakes off crisis to seek energy hub role.-- Petroleum Intelligence Weekly.-- Vol. 55, no. 40 (10/10/2016).-- p. 5-6.

Hahn, Robert and Metcalfe, Robert. **The impact of behavioral science experiments on energy policy.**-- Economics of Energy & Environmental Policy.-- Vol. 5, no. 2 (9/2016) .-- p. 27-44.

Libya: A ceaseless campaign.-- Petroleum Economist.-- Vol. 83, no. 7 (9/2016).-- p. 18-28.

Energy- Resources .

Ackah, Ishmael (et al). **Analyzing the efficiency of renewable energy consumption among oil-producing African countries.**-- OPEC Energy Review.-- Vol. XL, no. 3 (9/2016).-- p. 316-334.

BMI. **Global summary power & renewables, Dec. 2016.**-- London: BMI, 2016.--57 p.

BMI. **Global: Summary power & renewables, Nov., 2016.**-- London: BMI, 2016.--60 p.

International Energy Agency. **Renewables information, 2016** -- Paris: OECD/IEA, 2016.--470 p.

- Hoffman, Mitchell. **How is information valued? Evidence from framed field experiments.**-- The Economic Journal.-- Vol. 126, no. 595 (9/2016).-- p. 1884-1911
- Husain, Asim M. (et al). **Economic reform and political risk in the GCC: Implications for U.S government and business.**-- Middle East Policy.-- Vol. xxiii, no. 3 (2016).-- p. 5-38.
- Lanchovichina, Elena and Ivanic, Maros. **Economic effects of the Syrian war and the spread of the Islamic state on the levant.**-- The World Economy.-- Vol. 39, no. 10 (10/2016) .-- p. 1584-1627.
- Nagayev, Ruslan (et al). **On the dynamic links between commodities and Islamic equity.**-- Energy Economics.-- Vol. 58 (8/2016).-- p. 125-140.

III-ENERGY

- Bishop, Chris. **Troubled times for South African coal.**-- Energy Economist.-- No. 420 (10/2016).-- p. 16-19.
- BMI. **Thermal coal: Burning themes, Nov., 2016.**-- London: BMI, 2016.--38 p.
- International Energy Agency. **Coal information, 2015.**-- Paris: OECD/IEA, 2016.-V.p.
- International Energy Agency. **World energy outlook, 2016.**-- Paris: OECD/IEA, 2016.--670 p.
- Islam, M.R. and Speight, James G. **Peak energy: Myth or reality?**-- Beverly, MA: Scrivener Publishing, 2016.--318 p.
- Wong, Kimfeng. **China develops appetite for bigger cars.**-- New Energy.-- Vol. 5, no. 42 (20/10/2016).-- p. 2-3.
- Zhou, Yishu and Huang, Ling. **Have U.S. power plants become less technically efficient? The impact of carbon emission regulation.**-- Energy Economics.-- Vol. 58 (8/2016).-- p. 105-115.
- Energy- Economics-Aspects.**
- BMI. **Trump triumphs: Implications for macro, politics and industry.**-- London: BMI, 2016.--68 p.
- Braganca, Gabriel and Daglish, Toby. **Can market power in the electricity spot market translate into market power in the hedge market?**-- Energy Economics.-- Vol. 58 (8/2016).-- p. 11-26.
- Gandhi, Raina (et al). **Running randomized field experiments for energy efficiency programs: A practitioner's guide.**-- Economics of Energy & Environmental Policy.-- Vol. 5, no. 2 (9/2016).-- p. 7-26.

I-COMMERCE & INTERNATIONAL ECONOMIC RELATIONS

- Breinlich, Holger and Cunat, Alejandro. **Tariffs, trade and productivity: A Quantitative evaluation of heterogeneous firm models.**-- The Economic Journal.-- Vol. 126, no. 595 (9/2016).-- p.1660-1702.
- Chen, Zhiqi (et al). **Border effects before and after 9/11: Panel data evidence across industries.**-- The World Economy.-- Vol. 39, no. 10 (10/2016).-- p. 1456-1513.
- Gaurav, Abhishek and Mathur, Somesh. **Determinants of trade costs and trade growth accounting between India and the European Union during 1995-2010.**-- The World Economy.-- Vol. 39, no. 9 (9/2016).-- p. 1399-1413.
- Ghosh, Arghya (et al). **Does globalization affect crime? Theory and evidence.**-- The World Economy.-- Vol. 39, no. 10 (10/2016).-- p. 1482-1513.
- Larch, Mario (et al). **Heterogeneous firms, globalization and the distance puzzle.**-- The World Economy.-- Vol. 39, no. 9 (9/2016).-- p. 1307-1338.
- Nagengast, Arne J and Stehrer, Robert. **Accounting for the differences between gross and value added trade balances.**-- The World Economy.-- Vol. 39, no. 9 (9/2016).-- p. 1276-1306.
- Trade costs and current accounts.**-- The World Economy.-- Vol. 39, no. 10 (10/2016).-- p. 1653-1672.
- UNCTAD. **Trade and development report, 2016.**-- New York: United Nations, 2016.--215 p.

II-ECONOMICS & DEVELOPMENT

- Blonigen, Bruce A. **Industrial policy and downstream export performance.**-- The Economic Journal.-- Vol. 126, no. 595 (9/2016).-- p. 1635- 1659.
- BMI. **Emerging markets: The next generation, Sep. 2016.**-- London: BMI, 2016.--95 p.
- BMI. **Global summary infrastructure, Dec. 2016.**-- London: BMI, 2016.--45 p.
- BMI. **Global summary infrastructure, Nov., 2016.**-- London: BMI, 2016.-- 38 p.
- BMI. **Greentech: Innovations and investments round-up.**-- London: BMI, 2016.--32 p.
- Brooklands New Media. **Celebrating the vision of the GCC rail network.**-- Oswestry, Shropshire UK: Brooklands New Media, 2016.--123 p.
- Cafiero, Giorgio and Yefet, Adam. **Oman and the GCC: A solid relationship?.**-- Middle East Policy.-- Vol. xxiii, no. 3 (2016).-- p. 49-55.

Bibliography

Prepared by :
Omar K. Ateefa
Information and Library Dept.

The bibliography presents a subject compilation of books, serials, documents, and periodical articles newly acquired by OAPEC's library. The entries are classified under the following subject headings.

COMMERCE & INTERNATIONAL

ECONOMIC RELATIONS

ECONOMICS & DEVELOPMENT

ENERGY

FINANCE & PUBLIC FINANCE

PETROCHEMICALS

PETROLEUM (OIL & GAS)

POLLUTION & ENVIRONMENTAL PROTECTION

TECHNOLOGY TRANSFER

MISCELLANEOUS

The study included six parts; the first part dealt with the position of OAPEC members in the global energy market. The second part provides an overview of the energy consumption in OAPEC members, and the third part highlights the current energy mix of in OAPEC member countries. In Part fourth, we explore the future prospects of the energy mix in OAPEC member countries and the fifth part is devoted to review the diversification opportunities in OAPEC members' energy mix. In part six, some final recommendations and conclusion were drawn from the study.

Energy Mix in OAPEC Member Countries: Current Situation and Diversification Opportunities

* Eltahir ElZetoni

More than half of global proven oil reserves, and about quarter of the world's proven reserves of natural gas, are concentrated in the OAPEC Member countries. At the same time, OAPEC Members have huge potential of renewable energy resources, especially wind and solar energy, which are available in many promising sites. However, most OAPEC Member countries are now entirely dependent on oil and natural gas to meet their domestic energy needs. They do not exploit the available sources of renewable energies as seen in the contribution of these sources in OAPEC Members energy mix.

In recent years, we have seen a distinguished and strategic trend towards the exploitation of the available renewable energy sources and in transferring the related technology to OAPEC Members in order to secure and diversify energy sources. This trend will contribute to strengthening the sources of income through freeing up more oil and gas for export.

Some OAPEC Members have announced their ambitious goals regarding the future contribution of renewable energy in their energy mix at rates ranging from 4.3% to 40%, either as a percentage of the generated electricity or as a percentage of primary energy demand. Some Members are also announced recently their desire to add nuclear power to the energy mix in order to meet the growing local demand for electricity and to diversify the energy mix.

This study aims to shed some light on this subject, by reviewing the current situation of the energy mix in OAPEC Members, surveying the main features of their energy mix, and exploring the diversification opportunities in accordance with the available resources and the stated objectives.

- Building a new refinery to produce additional petroleum products for export to the international market.

MTBE is used in some OAPEC's member countries for boosting the octane number of gasoline pool, lower aromatics and olefin content, and minimize the emissions from the vehicle exhaust.

The fourth chapter also indicates that the most important drivers behind producing cleaner transportation fuels in OAPEC's member countries are improving air quality to protect the public health and supplying the world with petroleum products that are both clean and affordable.

The fifth chapter discusses in more details the development of national transportation fuel standards in each OAPEC's member country. It also reviews the drivers behind producing cleaner fuel, and the measures required for enabling the refineries in each country to meet the requirement of cleaner transportation fuel standards.

The study concluded that OAPEC's member countries have made significant progress in recent decades to match the global trend of producing cleaner transportation fuel.

Although the production of cleaner transportation fuels, in OAPEC's member countries in accordance with the international standards, will require substantial investment and increase in operating cost at essentially most of the domestic refineries, the economic benefits of producing cleaner fuels far outweigh the costs, as these refineries will be more competitive and profitable.

It is also recommended that when issuing the national fuel standards, the government should take into consideration the time and stages of implementation to allow the refining industry to make effective investment decisions

The study also concluded that before starting any revamping project, the refiner in OAPEC's member countries should make visibility study to investigate the cost, benefit, producibility, and deliverability of products with required specifications.

Abstract

Cleaner Fuels Production in OAPEC Member Countries

Imad Makki *

With growing concern in OAPEC's member countries over environment and public health, more attention is given to the refining industry and its role in reducing vehicle emissions by improving quality of gasoline and diesel, since the majority of air pollution is often attributed to vehicle emissions.

The main objective of this study is to examine the development of national transportation fuel standards in OAPEC's member countries, address the necessary measures needed for enabling the refineries to meet the requirements of cleaner fuel standards in a way that offers an opportunity to generate a profitable return.

The study is structured in five chapters, the first chapter includes an introduction explain the objectives of cleaner transportation fuel standards, classification of clean fuel specifications, success factors of issuing clean transportation quality standards and the impact of each specification on the vehicle engine performance and the emissions to the environment.

The second chapter reviews the lesson learned from the previous experience of issuing transportation fuel standards in some international regions such as; United states, Western Europe, Japan, China, Russia, in addition to a comparison of these standards with the World Wide Fuel Charter.

The third chapter discusses the refiner's options for meeting the requirement of cleaner transportation fuel standards and analyze the factors influencing cleaner transportation fuel production and its impacts on the refining industry.

The fourth chapter reviews the options that OAPEC's member countries have planned to increase the production of cleaner fuel, such as:

- Upgrading the existing refineries by increasing the capacity of the existing conversion processing units, such as Hydrocracker, Delayed Coker and Catalytic cracker or installing a new units.

* Senior Refining Expert, Technical Affairs Dept. OAPEC – Kuwait.

Contents

Articles

- Cleaner Fuels Production
in OAPEC Member Countries Part 1** 7
Imad Makki - **Abstract** 7
- Energy Mix in OAPEC Member Countries:
Current Situation and Diversification Opportunities** 147
Eltaher ElZetoni - **Abstract** 9

Conferences

- Report on the Fifth China-Arab Energy
Cooperation Forum** 235
Abdul Fattah Dandi

Bibliography

- English 11

Oil and Arab Cooperation is an Arab journal aiming at spreading petroleum and energy knowledge while following up the latest scientific developments in the petroleum industry

Articles published in this journal reflect the opinions of their authors and not necessarily those of OAPEC.

- When citing information from any source (digital, specific vision, or analysis), plagiarism should be avoided. Such information should be rephrased by the researcher's own words while referring to the original source. For quotations, quotation marks ("...") should be used.
- It is preferred to write the foreign names of cities, research centres, companies, and universities in English not Arabic.
- The researcher's CV should be attached to the article if it was the first time he/she cooperates with the journal.
- Views published in the journal reflect those of the authors and do not necessarily represent the views of OAPEC. The arrangement of the published articles is conditioned by technical aspects.
- Authors of rejected articles will be informed of the decision without giving reasons.
- The author of any published article will be provided with 5 complementary copies of the issue containing his/her article.

**Articles and reviews should be sent to:
The Editor-in-Chief, Oil and Arab Cooperation Journal, OAPEC**

**P.O.Box 20501 Safat -13066 Kuwait
Tel.: (+965) 24959000 - (+965) 24959779
Fax : (+965) 24959755**

E-mail : oapec@oapecorg.org - www.oapecorg.org

PUBLICATION RULES

DEFINITION AND PURPOSE

OIL AND ARAB COOPERATION is a refereed quarterly journal specialized in oil, gas, and energy. It attracts a group of elite Arab and non- Arab experts to publish their research articles and enhance scientific cooperation in the fields relevant to the issues covered by the journal. The journal promotes creativity, transfers petroleum and energy knowledge, and follows up on petroleum industry developments.

RESEARCH ARTICLES

The journal welcomes all research articles on oil, gas, and energy aiming at enriching the Arab economic literature with new additions.

BOOK AND RESEARCH REVIEWS

The journal publishes articles presenting analytical reviews on books or studies published on oil, gas, and energy in general. These reviews work as references for researchers on the latest and most important petroleum-industry-related publications.

REPORTS

They tackle a conference or seminar attended by the author on the condition that they are relevant to oil, gas, and energy. Also, the author should obtain the permission of the institution that delegated or sponsored him/her to attend that event allowing him/her to publish their article in our journal. The report should not exceed 10 pages including figures, charts, maps, and tables if available.

RESEARCH CONDITIONS

- Publication of authentic research articles in Arabic which observe internationally recognized scientific research methodology.
- Articles should not exceed 40 pages (including text, tables, and figures) excluding the list of references. The full text of the article should be sent electronically as a Word document.
- Figures, maps, and pictures should be sent in a separate additional file in JPEG format.
- “Times New Roman” should be used with font size 12. Line spacing should be 1.5. Text alignment should be “justified”.
- Information sources and references should be referred to/enlisted in a clear academic method.



OIL AND ARAB COOPERATION

Editor - in - Chief

Abbas Ali Al-Naqi

Deputy Editor - in - Chief

Abdul Kareem Kh. Ayed

Editorial Board

D. Samir El Kareish

Ahmed Al-Kawaz

Abdul Fattah Dandi

Usameh El-Jamali

Saad Akashah

Imad Makki

Prices

Annual Subscription (4 issues including postage)

Arab Countries:

Individuals: KD 8 or US \$25

Institutions: KD 12 or US\$45

Other Countries:

Individuals: US\$ 30

Institutions: US\$ 50

All Correspondences should be directed to:

Editor-in-Chief of Oil and Arab Cooperation Journal



OIL AND ARAB COOPERATION



ORGANIZATION OF ARAB PETROLEUM EXPORTING COUNTRIES
OAPEC

OIL & ARAB COOPERATION



Volume 42 - 2016 - Issue 159

Articles

- **Cleaner Fuels Production
in OAPEC Member Countries** **Part 1**
- **Energy Mix in OAPEC Member Countries:
Current Situation and Diversification Opportunities**

Conferences

- **Report on the Fifth China-Arab Energy
Cooperation Forum**

Bibliography