إتاحة الفرص

لمركبات أنظف

في الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية ودور

الوقود منخفض الكبريت

تقرير مجموعة عمل الكبريت التابعة للشراكة للمركبات والوقود النظيف (PCFV)

غرفة مقاصة الشراكة للمركبات والوقود النظيف (PCFV)

برنامج الأمم المتحدة للبيئة

صندوق بريد: ٣٠٥٥٢، نيروبي- كينيا

تليفون:,7624184-20-254+

إتاحة الفرص

لمركبات أنظف

في الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية ودور

الوقود منخفض الكبريت

تقرير مجموعة عمل الكبريت التابعة للشراكة للمركبات والوقود النظيف (PCFV)

تقرير مجموعة عمل الكبريت التابعة للشراكة للمركبات والوقود النظيف (PCFV)

تتمثل مهمة الشراكة للمركبات والوقود النظيف (PCFV) فيما يلي:

- مساعدة الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية في وضع برامج عمل تستهدف استكمال جهود التخلص من البنزين المحتوي على الرصاص وبدء مرحلة التخلص التدريجي من الكبريت الموجود في الديزل والبنزين مع تطبيق متطلبات المركبات الأنظف؛
- دعم عمليتي وضع وتطبيق معايير الوقود الأنظف ومتطلبات المركبات الأنظف من خلال توفير برنامج لتبادل الخبرات والممارسات الناجحة في الدول المتقدمة والنامية والاقتصاديات الانتقالية بالإضافة إلى تقديم المساعدات الفنية؛
- وضع مواد موجه للعامة وبرامج تعليمية وشن حملات لرفع الوعي وتبني أدوات اقتصادية وتخطيطية للوقود النظيف وتحليل المركبات في الأجواء المحلية؛ ودعم عمليتي وضع وتنفيذ برامج الإذعان مع التركيز في المقام الأول على غش الوقود؛
- تعزيز الشراكات الرئيسية بين الحكومة والقائمين على الصناعات ومنظمات المجتمع المدني وكافة الأطراف المعنية الأخرى في كل دولة على حدى وبين الدول وبعضها البعض بهدف تسهيل تنفيذ التزامات المركبات والوقود الأنظف.

لمزيد من المعلومات بشأن الشراكة، رجاءا تصفح الموقع الالكتروني www.unep.org/pcfv أو الاتصال بغرفة المقاصة الخاصة بالشراكة:

غرفة مقاصة الشراكة للمركبات والوقود النظيف (PCFV)

برنامج الأمم المتحدة للبيئة

صندوق بريد: ٣٠٥٥٢، نيروبي- كينيا

تليفون:,254-20-7624184+

فاكس:254-20-7625264+

البريد الالكتروني:pcfv@unep.org

www.unep.org/PCFV

جدول المحتويات

١. مقدمة

١,١ عن هذا الإصدار
١,٢ الشراكة للمركبات والوقود النظيف
١,٣ مجموعة عمل الكبريت التابعة لشراكة المركبات والوقود النظيف

٢ كيف يؤثر الكبريت على جودة الهواء

٢,١ قضايا جودة الهواء في المناطق الحضرية في الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية

٢,٢ خفض انبعاثات المركبات

٢,٣ تقليل الانبعاثات ذات الصلة بالكبريت

٢,٤ انبعاثات المركبات – الصحة، والرخاء، والاعتبارات البيئية

٣ نظرة عالمية

٣,١ مستويات الكبريت العالمية:

٤- الكبريت الموجود بالوقود: مفتاح لتقليل انبعاثات المركبات

٤,١ كيفية تأثير الكبريت الموجود بالوقود على انبعاثات المركبات: نهج النظم

٤,٢ آثار الكبريت على محركات الديزل وتكنولوجيات التحكم في الانبعاثات

٤-٢-١ مركبات ديزل جديدة:

٤-٢-٢ خفض انبعاثات مركبات الديزل الموجودة حاليا:

٤,٣ المركبات التي تعمل بالبترول (البنزين) والكبريت:

٤,٤ دعم الشراكة من أجل وقود نظيف مركبات نظيفة لتقليل الكبريت في الوقود:

٥- تقليل الكبريت في الوقود

٥,١ الكبريت: من أين يأتي؟

٥,٢ معامل تكرير البترول: كيف تعمل؟

٥,٣ خيارات تقليل كبريت الوقود

٥-٣-١ الدول التي ليس لديها معامل تكرير

٥-٣-٢ الدول التي تمتلك معامل تكرير

٤,٥ تقليل نسبة الكبريت في الوقود - اعتبارات إضافية

٦- اعتبارات إضافية

١,٦ مراكز المحافظات مقابل الريف

٢,٦ محاور نقل بين الدول وبعضها

٣,٦ القضايا المتعلقة بالمحرك والمركبات

٦-٣-١ صيانة المركبات

٦-٣-٢ عمر المحرك

٦-٣-٣ الكبريت في زيت المحرك

٤,٦ الإنفاذ والإذعان

٥,٦ الغش

الجداول

الجدول رقم١: حدود الكبريت في البنزين والديزل في مجموعة مختارة من الدول النامية والاقتصاديات النامية

الجدول رقم٢: استيراتيجيات اختيارية لتقليل انبعاثات المركبات

الجدول رقم٣: خصائص بعض أنواع النفط الخام المختارة

الأشكال

شكل رقم ١- مستخدمي المركبات المزودة بمحركات على مستوى العالم

شكل رقم ٢- مستويات الكبريت في وقود الديزل بالجزء لكل مليون بدءا من أغسطس ٢٠٠٨

شكل رقم ٣- انخفاض عمر المحرك بسبب زيادة مستويات الكبريت في وقود الديزل

الملاحق

ملحق رقم١: نظرة عامة على الملوثات الرئيسية الناجمة عن المركبات

ملحق رقم٢: مستويات الكبريت لكل دولة في مناطق الدول النامية

(بدءا من مارس ٢٠٠٨)

١. مقدمة

١,١ عن هذا الإصدار

يقدم هذا الإصدار معلومات تساعد صناع السياسات في الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية على فهم تأثيرات الكبريت المستخدم في وقود النقل والخيارات المتاحة لخفض مستويات الكبريت وتقليل انبعاثات المركبات. كما يقدم الإصدار نظرة عامة غير فنية عن الاعتبارات والفوائد والخيارات اللازمة لوضع سياسات واتخاذ إجراءات لتقليل مستوى الكبريت في وقود النقل.

١,٢ الشراكة للمركبات والوقود النظيف

قد تم إطلاق الشراكة للمركبات والوقود النظيف (PCFV) في مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة (WSSD) والذي عقد في جوهانسبيرج سبتمبر ٢٠٠٢ بحضور مجموعة من الشركاء الملتزمين من الحكومات والقطاع الخاص والمنظمات غير الحكومية والدولية. وتساعد هذه الشراكة العالمية الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية في خفض تلوث الهواء في الحضر من خلال تعزيز المركبات والوقود النظيف. ويخصص التركيز بشكل أولي للتخلص من الرصاص الموجود في البنزين والخفض التدريجي للكبريت في وقود الديزل والبنزين وذلك بالتزامن مع تبني تكنولوجيا المركبات والمركبات الأنظف. ونظرا لأن العديد من الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية قد حققت تقدما هائلا في التخلص من الرصاص الموجود في البنزين، فإن الشراكة تركز في الوقت الحالي على التحول نحو خفض مستويات الكبريت في وقود النقل.

وفي الاجتماع الرابع للشراكة العالمية للمركبات والوقود النظيف والذي عقد في ١٤ و١٥ ديسمبر ٢٠٠٥ بمقر برنامج الأمم المتحدة للبيئة في نيروبي- كينيا، وافق الشركاء على استهداف خفض الكبريت في وقود المركبات ليصل إلى ٥٠ جزء بالمليون أو أقل على مستوى العالم وذلك بالتزامن مع تبني تكنولوجيا المركبات النظيفة والمركبات النظيفة ووضع خارطة طريق وجداول زمنية على المستوى الإقليمي والمحلي.

لمزيد من المعلومات عن الشراكة للمركبات والوقود النظيف، رجاءاً اتصل بما يلي

غرفة مقاصة الشراكة للمركبات والوقود النظيف

برنامج الأمم المتحدة للبيئة
صندوق بريد: 30552
00100
نيروبي- كينيا
هاتف: 7624184-20-254+
فاكس: 7625264-20-254 +
البريد الالكتروني: pcfv@unep.org
http://www.unep.org/PCFV

٣,١ مجموعة عمل الكبريت التابعة لشراكة المركبات والوقود النظيف

في الاجتماع الأول للشراكة العالمية الذي عقد في نيويورك نوفمبر ٢٠٠٢، وافق الشركاء على وجود حاجة لتقديم النصيحة للدول النامية والاقتصاديات الانتقالية بشأن فوائد خفض مستويات الكبريت في الوقود والقضايا ذات الصلة بهذا الأمر. ولهذا الغرض، تم تشكيل مجموعة عمل لصياغة وثيقة تقدم معلومات عن هذا الموضوع. وقد شارك الشركاء في هذه الشراكة من الحكومة والقطاعات الصناعية والمنظمات غير الحكومية والمنظمات الدولية في تشكيل مجموعة العمل تلك. ويصف هذا التقرير، الذي يعد ثمرة مجموعة العمل، الفوائد العامة والتكاليف المصاحبة للتخلص التدريجي من الكبريت الموجود في الوقود وتأثيراته على المركبات كما يوضح الخيارات المختلفة المتاحة أمام الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية لهذا الغرض. ويقدم أيضا مراجع للحصول على معلومات أكثر تفصيلا عن هذا الشأن.

٢ كيف يؤثر الكبريت على جودة الهواء

يتناول هذا القسم مساهمة قطاع النقل في جودة الهواء في المناطق الحضرية والفوائد التي يتم الحصول عليها نتيجة خفض الكبريت الموجود في الوقود وطرح مركبات نظيفة في الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية.[١]

٢,١ قضايا جودة الهواء في المناطق الحضرية في الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية

تعد أكبر المشكلات المتعلقة بجودة الهواء والتي تواجه الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية هي تلوث الهواء في المناطق الحضرية. وتشير تقديرات منظمة الصحة العالمية (WHO) إلى أن حوالي ٨٠٠ ألف فرد يموتون في مرحلة مبكرة كل عام من جراء تلوث الهواء في المناطق الحضرية.[٢] وتحدث معظم حالات الوفاة المبكرة في الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية. وإلى جانب تأثيراته على الرئة والقلب والأوعية الدموية (المفصلة في القسم ٤,٢ التالي ذكره)، يؤثر تلوث الهواء أيضا وبشكل خطير على نتائج الحمل وصحة الطفل.[٣]

وتعد انبعاثات المركبات من بين العوامل المساهمة في تدهور جودة الهواء في المناطق الحضرية[٤]. ومن بين الانبعاثات الرئيسية للمركبات أول أكسيد الكربون (CO) أو الهيدروكربونات غير المحترقة أو المركبات العضوية المتطايرة (HC أو VOC)، وأكاسيد النيتروجين (NOx) والجزيئات الدقيقة (PM) (انظر الفقرة ٤,٢ التالي ذكرها والملحق رقم ١ للتعرف على نظرة عامة عن هذه الملوثات وتأثيرها). وتعتمد هذه الانبعاثات بشكل كبير على الوقود المستخدم وتصميم المركبة. ومن المتوقع أن يتزايد النقل العالمي تزايد سريعا حتى عام ٢٠٥٠ مما يؤدي إلى مضاعفة الطلب العالمي على الوقود منذ الوقت الحالي وحتى عام ٢٠٥٠.[٥]

وتتنوع تقديرات مساهمة المركبات التي تعمل بمحرك في تلوث الهواء بالمناطق الحضرية على مستوى العالم حيث تتراوح بين ٢٥% و٧٥% وذلك وفقا للملوث والموقع.[٦] وفي العديد من الدول النامية والاقتصاديات النامية، من المتوقع أن تستمر زيادة انبعاثات المركبات المعتادة خلال العقود القليلة القادمة. وإذا ما استمر تدهور جودة الهواء بسبب الوقود والمركبات المستخدمة في الغالب في الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية، فإن المشكلات المتعلقة بتلوث الهواء في المناطق الحضرية والتي تعتبر ملحة في الوقت الحالي سوف تصبح[١] أكثر سوءا ما لم يتم اتخاذ إجراء

---

١ في الجزء المتبقي من التقرير، سوف يستخدم مصطلح "الدول النامية والاقتصادات الانتقالية" بحيث يتضمن الدول ذات الاقتصادات الانتقالية

٢ منظمة الصحة العالمية (٢٠٠٢) تقليل المخاطر، وتعزيز الحياة الصحية

٣ منظمة الصحة العالمية (٢٠٠٥) تأثيرات تلوث الهواء على صحة الأطفال و؛ منظمة الصحة العالمية (٢٠٠٥) ارشادات جودة الهواء الخاصة بالجزيئات الدقيقة والأوزون وثاني أكسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكبريت- التحديث العالمي http://www.who.int/phe/air/aqg2006execsum.pdf

٤ تتضمن العوامل الأخرى الأنشطة الصناعية والضباب الناتج عن حريق الغابات والأدخنة الناتجة عن الطبخ وحرق المخلفات

٥ المجلس العالمي للأعمال التجارية من أجل التنمية المستدامة (WBCSD)(أغسطس ٢٠٠٤) التحرك ٢٠٣٠: مجابهة تحدي الاستدامة (www.wbcsd.org)٦

٦ على سبيل المثال، أظهرت دراسة أجريت في كولكاتا، الهند أن نسبة تتراوح بين ٢١% و٢٦% من الجزيئات الدقيقة القابلة الصالحة للتنفس تأتي من المصادر المتحركة، في حين تشير تقديرات إحدى الدراسات التي أجريت في نيبال إلى أن هذه النسبة بلغت حوالي ٥٠% وتقدر دراسة أخرى أجريت في المكسيك أن ٦١% من انبعاثات الجزيئات الدقيقة تأتي من المركبات التي تعمل بمحرك

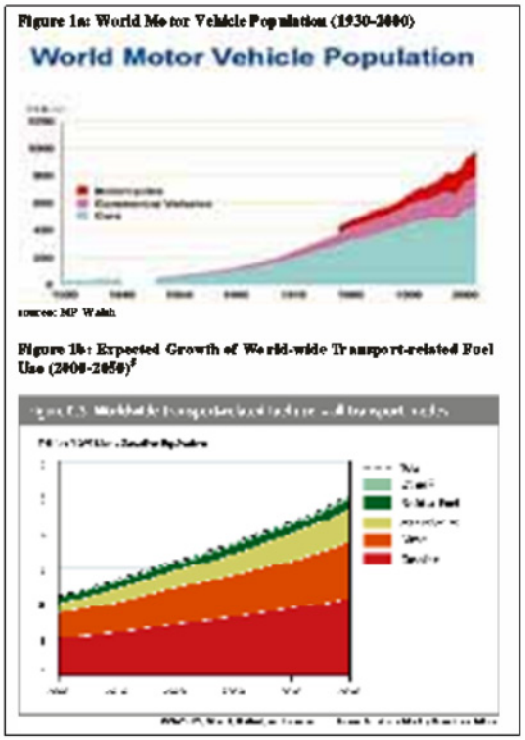


Figure 1a: World Motor Vehicle Population (1930-2000)

Figure 1b: Expected Growth of World-wide Transport-related Fuel Use (2000-2050)[F]

انخفضت الانبعاثات في الدول المتقدمة خلال العقود الماضية. وقد ساهم طرح الوقود الأنظف في ذلك بشكل رئيسي بالإضافة إلي طرح تكنولوجيا المحركات المحسنة وأجهزة ما بعد المعالجة. وبالنسبة للمحركات التي تستخدم النبزين، فإن طرح البنزين الخالي من الرصاص في الدول المتقدمة قد مهد الطريق لنظم ما بعد المعالجة، خاصة المحولات الحفارة. وسوف يساعد طرح المركبات التي تعمل بالبنزين ذات الفاعلية العالية والمزودة بأجهزة إضافية للتحكم في الانبعاثات علي زيادة معدل تقليل الانبعاثات. وبالنسبة لمركبات الديزل، هناك تقدم ملحوظ في تقليل مستوي الكبريت في الديزل بالإضافة إلي طرح محركات ديزل أنظف وتكنولوجيا مابعد المعالجة. ومن بين التحسينات الإضافية أجهزة مابعد المعالجة المتقدمة مثل مصائد الجسيمات ونزم الاختزال الحفزي الانتقائي والتحكم في أكاسيد النيتروجين كمواد حفازة والتي يتم طرحها بصفة مستمرة خاصة فيما يتعلق بتقليل انبعاثات مركبات الديزل بشكل كبير. وقد جعلت عملية طرح وقود الديزل منخفض الكبريت من طرح تكنولوجيا ما بعد المعالجة أمر ممكناً.

وتظهر الدراسات أن الدول النامية والاقتصادات الانتقالية التي تطرح مركبات أنظف ووقود أنظف سوف تتمكن من متابعة نهج الدول المتقدمة في خفض المعدلات المتزايدة لابنعاثات المركبات [٧] ووفقا لهذا السيناريو، يمكن أن تخفض بعض الدول النامية من انبعاثاتها بشكل سريع (علي سبيل المثال، الرصاص، كما يمكن للدول الأخرى أن تبدأ في خفض انبعاثاتها خلال عقد أو اثنين وإن كان ذلك من خلال خفض معدل نمو المركبات واستخدامها.

[٧] انظر علي سبيل المثال دراسة المجلس العالمي للأعمال التجارية من أجل التنمية المستدامة (WBCSD) السالف ذكرها في التروية رقم ٥

٣,٢ خفض انبعاثات المركبات

من المكونات الهامة لإستراتيجية شاملة تهدف إلي خفض تلوث الهواء تقليل الانبعاثات الناتجة من المركبات المزودة بمحركات خاصة في الدول النامية. ومن الطرق الأساسية اللازمة لتقليل انبعاثات المركبات التخلص من الرصاص الموجود وفي وقود المركبات وفرض استخدام محركات أقل توليداً للانبعاثات

من خلال معايير أكثر صرامة للانبعاثات. وتكنولوجيا المركبات التي يمكن استخدامها عن طريق إزالة الرصاص من الوقود (علي سبيل المثال، المحولات الحفازة). وقد أسفرت جهوداً دولية استمرت لمدة عقد كامل عن إنتاج أكثر من ٩٠% من البنزين علي مستوي العالم بحيث يكون خالي من الرصاص[٨].

ومن الطرق الهامة الأخرى لتقليل انبعاثات المركبات ـ محل تركيز هذا الإصدار ـ خفض مستويات الكبريت في وقود المركبات ـ وسوف يؤدي ذلك إلي خفض الانبعاثات على الفور من المركبات الحالية ومن الخطوات الضرورية أيضاً إتاحة استخدام المرشحات والمحفزات المحسنة بالإضافة إلي أنواع التكنولوجيا الأخرى التي يمكنها أن تتخلص من القدر الأكبر من التلوث الناتج عن المركبات التي تستخدم البنزين والديزل في الوقت الحالي.

وبالنسبة لدراسة إمكانية تطبيق تلك الطرق، ينبغي أن يضع صناع السياسات في كل دولة العديد من العوامل في الاعتبار ومنها أهمية مساهمة انبعاثات المركبات في تلوث الهواء في الحضر بالاضافة إلي الفوائد والتكاليف النسبية للمركبات والوقود النظف والتي تتعلق بالاستراتيجيات الأخرى المتاحة.[٩]

٣,٣ تقليل الانبعاثات ذات الصلة بالكبريت

على مدار ٣٠ عاما الماضية، أظهرت برامج التحكم في تلوث الهواء في الدول المتقدمة أن المركبات والوقود والأنظف من بين العوامل التي تؤدي إلي هواء انظف وتشمل فوائد برامج المركبات والوقود الأنظف في الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية خفض الانبعاثات الناتجة من أسطول المركبات القائم من خلال استخدام جودة وقود محسنة وطرح تكنولوجيا ومركبات أنظف والتي تقلل التلوث الناجم عن النقل.

وتساهم جودة الوقود المحسنة في خفض الانبعاثات . وفي حالة مستويات الكبريت المنخفضة تنخفض انبعاثات الجسيمات الدقيقة على وجه التحديد (الجسيمات الدقيقة- انظر الفقرة التالية للتعرف على وصف للجسيمات الدقيقة وتأثيرها).

---

[٨] تقوم الشراكة للمركبات والوقود النظيف بتنفيذ حملة للتخلص التدريجي من الرصاص الموجود في البنزين على مستوى العالم ودلك بنهاية عام ٢٠٠٨. لمزيد من المعلومات عن التخلص من الرصاص والتقدم المحرز بشأن إزالة الرصاص من البنزين على مستوى العالم، تفصح الموقع الالكتروني للشراكة (www.unep.orgg/pcfv).

[٩] ويليامز كوجيما وجونسون (٢٠٠٤)، خفض تلوث الهواء من النقل الحضري، صحيفة البنك الدولي- واشنطن.

وسوف يتم تحقيق انخفاض كبير في الانبعاثات متى يتم تقليل الكبريت في وقود الديزل من المستويات المرتفعة الشائع استخدامها في العديد من الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية (حيث يحتوي وقود الديزل المستخدم في العديد من الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية على أكثر من ٥ آلاف جزء بالمليون- انظر الملحق رقم ٢). ولا يتسبب تقليل الكبريت إلى مستويات شديدة الانخفاض (٥٠ جزء بالمليون وأقل) في تقليل انبعاثات الجسيمات الدقيقة فحسب بل أيضا في طرح تكنولوجيا التحكم في الانبعاثات التي تحقق انخفاضات كبيرة في الانبعاثات.[١٠]

ويواصل مصنعوا السيارات تطوير تصميم المحركات بهدف تحسين كفاءة الوقود وخفض الانبعاثات. على سبيل المثال، يطرح المصنعون في الوقت الحالي محركات ديزل ذات نظم حقن عالية الضغط وهي أكثر كفاءة وأقل تلويثا. ومع ذلك، لا تعمل تكنولوجيا محركات الديزل الحديثة بشكل جيد في ظل ارتفاع مستويات الكبريت في وقود الديزل.

وتفتح مستويات الكبريت التي تعادل ٥٠٠ جزء بالمليون أو أقل الباب أمام مجموعة متنوعة من تكنولوجيا التحكم في الانبعاثات (تم استعراض تلك النقطة في الفصل رقم ٤). وبالنسبة لمركبات الديزل، فإن الوقود الذي يحتوي على ٥٠٠ جزء بالمليون أو أقل من الكبريت يتيح الفرصة لطرح مركبات أحدث مجهزة بمحفزات أكسدة وقود الديزل. وهذا المستوى من الكبريت في وقود الديزل يفتح المجال لتجهيز مركبات ديزل قديمة ومحددة بتكنولوجيا التحكم في الانبعاثات- وهي استراتيجية تستخدم بشكل متزايد في العديد من المدن الكبيرة والأكثر تلويثا في العالم. ومن الممكن تحقيق انخفاضات أكبر من خلال استخدام مستويات كبريت منخفضة جدا (أقل من ٥٠ جزء بالمليون) حيث يمكن بعد ذلك طرح مرشحات جسيمات الديزل.

وبالنسبة لمركبات البنزين، فإن خفض مستويات الكبريت إلى ٥٠٠ جزء بالمليون أو أقل يحسن من أداء نظم المحولات الحفازة التي تعتبر معيارية في الدول المتقدمة كما يتم الآن طرحها في معظم الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية من خلال مبيعات السيارات الجديدة وواردات السيارات المستعملة. وتمكن المستويات المنخفضة جدا من الكبريت من استخدام أحدث وسائل تكنولوجيا التحكم في الانبعاثات كما يمكن أيضا من استخدام محركات الاحتراق الداخلي.

وإدراكا بأن الوقود والمركبات يعملان سويا كنظام واحد، فمن الممكن تحقيق أفضل الفوائد عن طريق الدمج بين الوقود منخفض الكبريت والتكنولوجيا المناسبة للتحكم في الانبعاثات والمركبات.[١١] وقد أثبتت هذه الطريقة فاعلية أفضل من معالجة الوقود أو المحركات أو نظم التحكم في الانبعاثات كل على حدى.

---

[١٠] الجسيمات الدقيقة عالية النقاوة- يتم خفض الانبعاثات بمعدل ٣٣,٤% عند التحول من ٥٠٠ جزء بالمليون في الديزل إلى ٥٠ جزء بالمليون. تصفح الرابط www.bp.com/products/fuels/bp_ecoultra/ulsd_faq.pdf

[١١] يعد زيت المحرك جزء من نظام الوقود بالمركبات. ونظرا لانخفاض مستويات الكبريت، فإن مساهمة الكبريت النسبية من خلال زيت المحرك المحترق تصبح أكثر فاعلية، كما ينبغي أن يؤخذ تأثير ذلك على الانبعاثات في الحسبان.

٤,٢ انبعاثات المركبات – الصحة، والرخاء، والاعتبارات البيئية

تمثل انبعاثات المركبات تهديدا خطيرا على الصحة البشرية والرخاء خاصة في المناطق الحضرية حيث إنها تفرض تخوفا حقيقا نظرا للتعرض لمجموعة متنوعة من ملوثات الهواء التي تتطاير على مستوى الأرض حيث يمشي الأفراد ويعملون ويلعبون. وهناك فوائد اقتصادية واجتماعية هامة يمكن تحقيقها من خلال تجنب التأثيرات الصحية للمرض والوفاة المبكرة التي يسببها تلوث الهواء.[١٢، ١٣] ومن منظور الصحة العامة، فإن التخوف الأساسي يتمثل في مساهمة انبعاثات المركبات في مستويات الملوثات الأساسية الستة الموجودة بالغلاف الجوي.[١٤]

---

[١٢] مقارنة بخيارات التدخل الصحي الأخرى- انظر سينيا لوفيسكي (٢٠٠١) الصحة والبيئة، المحلق د، البنك الدولي

[١٣] في الولايات المتحدة الأمريكية، أظهرت أحدث الإجراءات المتخذة لتقليل الانبعاثات من المصادر المتحركة عن طريق الوقود الأنظف وتكنولوجيا التحكم المتطورة أن الفوائد قد تجاوزت التكلفة بكثير:

١٩٩٩- نسبة الفوائد إلى التكلفة للسيارات والمركبات الخفيفة = ٥:١

٢٠٠٠- نسبة الفوائد إلى التكلفة للشاحنات الثقيلة = ١٧:١

٢٠٠٤- الفوائد إلى التكلفة لمعدات الديزل (البناء، والزراعة) = ٤٠:١

[١٤] تصفح الرابط http://www.epa.gov/air/urbanair/6poll.html

- **الجسيمات الدقيقة (PM):** هو مصطلح يطلق على الجسيمات الصلبة والسائلة المتطايرة في الهواء. وأحيانا ما تكون بعض الجسيمات كبيرة أو سوداء اللون بما فيه الكفاية بحيث يمكن رؤيتها في صورة دخان في حين يوجد بعض الجسيمات الصغيرة جدا والتي لا ترى بالعين المجردة. وتتألف انبعاثات الجسيمات الصغيرة التي تصدر من المركبات من تلك العوالق الصغيرة: جسيمات كبيرة (PM10)، ودقيقة (PM2.5)، وفوق الدقيقة (١ ميكرون أو أقل).[١٥] وتنبعث الجسيمات الدقيقة أو تتشكل في الغلاف الجوي بشكل مباشر من بعض المسببات مثل أكاسيد الكبريت (Sox) وأكاسيد النيتروجين (NOx).
- **الهيدروكربونات (HC):** انبعاثات تنتج عن الاحتراق غير المكتمل أو تبخر الوقود. وتتفاعل الهيدروكربونات مع أكاسيد النيتروجين، في الحرارة وتحت أشعة الشمس، لتكون أوزون سطح الأرض.[١٦]
- **أكاسيد النيتروجين (NOx):** تتكون خلال عملية الاحتراق، أي عندما يحترق الوقود عند درجات حرارة مرتفعة مثلما يحدث في محركات المركبات.
- **أكاسيد الكبريت (Sox):** هي انبعاثات غازية تتكون من أكسدة الكبريت الموجود في الوقود خلال عملية الاحتراق وتعتمد بشكل تام على مستوى الكبريت في الوقود.
- **الأوزون (O3):** يتكون عندما تتفاعل أكاسيد النيتروجين مع الهيدروكربونات في أجواء حارة وتحت أشعة الشمس. وهذا هو المكون الرئيسي للضباب الحضري.
- **أول أكسيد الكربون (CO):** غاز سام يتكون من الاحتراق غير المكتمل (أو الجزئي).

بهدف تناول التأثيرات الصحية لتلوث الهواء، قام عدد من الدول بالإضافة إلى منظمة الصحة العالمية بوضع إرشادات لتحديد معايير جودة الهواء الخارجي بالنسبة للملوثات الرئيسية.[١٧] وتستخدم هذه الإرشادات في تصميم برامج التحكم في تلوث الهواء من جميع المصادر.

---

[١٥] PM2.5 هي جسيمات دقيقة يقل قطرها عن 2.5 أو أقل من ١٠٠/١ من حجم المدة المذكورة بنهاية هذه الجملة. لمزيد من المعلومات عن تلوث الجسيمات الدقيقة تصفح الرابط

http://www.epa.gov/air/particlepollution/basic.html

[١٦] ترتبط الجسيمات الدقيقة بالهواء الخارجي، خاصة المنبعثة من مركبات الديزل، بنوعين من الجسيمات: الجسيمات الدقيقة المنبعثة مباشرة من المركبات والجسيمات الدقيقة المتكونة بشكل غير مباشر في الغلاف الجوي من انبعاثات أكاسيد النيتروجين والكبريت (بدرجة أقل من انبعاثات الهيدروكربونات). بالإضافة إلى ذلك، فإن أكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات تساهم في التفاعلات الكيميائية التي تتم في الغلاف الجوي والتي تولد الأوزون.

[١٧] فيما يلي بعض المصادر اللازمة لفهم معايير جودة الهواء الخارجي والمعايير الفعلية:

- المعايير القومية لجودة الهواء الخارجي بالولايات المتحدة الأمريكية www.epa.gov/ttn/naaqs
- إرشادات منظمة الصحة العالمية بشأن جودة الهواء من حيث الجسيمات الدقيقة، والأوزون، وثاني أكسيد النيتروجين، وثاني أكسيد الكبريت- التحديث العالمي ٢٠٠٥: www.who.int/phe/air/aqg2006execsum.pdf
- شروط ومعايير المملكة المتحدة بشأن جودة الهواء www.airquality.co.uk/archive/standards.php

وفيما يتعلق بالتأثيرات الصحية لهذه الملوثات المتنوعة، هناك أربعة ملوثات مثيرة للقلق- الجسيمات الدقيقة، الأوزون، أول أكسيد الكربون، أكاسيد الكبريت.وتشمل التأثيرات الصحية المرتبطة بالجسيمات الدقيقة الموجودة في الهواء الخارجي – التي يمكن استنشاقها ومن ثم تدخل إلى الرئة – الوفاة المبكرة وتدهور الجهاز التنفسي وأمراض في القلب والأوعية الدموية (كما هو مبين وفقا للإيداع المتزايد بالمستشفيات وزيارات غرف الطوارئ، والغياب من المدارس والعمل، وأيام الأنشطة المقيدة)، والربو وأعراض حادة بالجهاز التنفسي. وقد أظهرت دراسات أخرى وجود علاقة بين التعرض للجسيمات الدقيقة الموجودة بالهواء الخارجي وأمراض القلب والتغيرات التي تحدث في معدل النبض و/أو إيقاع القلب. وتمثل الجسيمات الدقيقة المنبعثة من وقود الديزل تخوفا خاصا حيث إن العادم المنبعث من وقود الديزل يرتبط ارتباطا وثيقا بزيادة خطورة الإصابة بسرطان الرئة.[١٨] وفي النهاية، يعتقد العلماء بشكل متزايد أن الجسيمات الدقيقة من الممكن أن تؤثر على المناخ المحلي والعالمي. ولا تزال التأثيرات الناجمة عن الجسيمات الدقيقة محل نقاش في الوقت الذي يظهر فيه اعتقاد بأن الجسيمات الدقيقة للكبريت من الممكن أن تحدث تأثيرا مبردا وأن الجسيمات الدقيقة للكربون تساهم في احترار الغلاف الجوي.[١٩]

ووفقا لما أشير إليه سابقا، يتكون تلوث أوزون سطح الأرض (مكون رئيسي للضباب) من تفاعل الهيدروكربونات مع أكاسيد النيتروجين في الغلاف الجوي في ظل أجواء حارة وتحت أشعة الشمس. ويشار إلى تلك الملوثين في الغالب بأنهما مسببات الأوزون. ويمكن أن يسبب الأوزون هيجان الجهاز التنفسي ويقلل من جهد الرئة ويزيد من صعوبة التنفس كما يتسبب في تهتك وتدمير جدار الرئة مما قد يؤدي إلى حدوث تغيرات دائمة في نسيج الرئة. وتشير دراسات حديثة إلى وجود روابط هامة بين التغيرات قصيرة المدى في الأوزون ومعدل الوفيات.[٢٠] ومن بين الأفراد الذين يتعرضون بشكل خاص لتأثيرات الأوزون الأطفال والبالغين، الذين يتفاعلون بشكل مكثف مع الهواء الخارجي، وكبار السن والأفراد الذين يعانون من أمراض التنفس مثل الربو.

وإن أول أكسيد الكربون هو غاز عديم اللون والرائحة ينتج عن الاحتراق غير المكتمل للوقود المحتوي على كربون. ويدخل أول أكسيد الكربون إلى مجرى الدم من خلال الرئتين ويقلل من معدل نقل الأكسجين لخلايا وأعضاء الجسم. ويفرض أول أكسيد الكربون تهديدا صحيا هو الأشد بالنسبة لهؤلاء الذين يعانون من أمراض القلب والأوعية الدموية خاصة من يعانون من ذبحة صدرية. ويتأثر الأصحاء أيضا من هذا الغاز ولكن في حالة التعرض لكميات كبيرة منه. ويرتبط التعرض لكميات كبيرة من أول أكسيد الكربون المتصاعد بضعف النظر والقدرة على العمل والمهارات اليدوية والقدرة على التعلم وأداء المهام المعقدة. ومن الممكن أن يؤدي التعرض لتركيزات عالية من هذا الغاز إلى الوفاة.

---

[١٨] وكالة حماية البيئة، الولايات المتحدة الأمريكية (٢٠٠٤) التحليل التنظيمي النهائي: التحكم في انبعاثات محركات المعدات الديزل، الصفحة ٢-٥٥. http://www.epa.gov/nonroad-diesel/2004fr/420r04007c.pdf

[١٩] انظر على سبيل المثال تي بوند واتش صان (٢٠٠٥) هل يمكن تقليل انبعاثات الكربون السوداء المسببة للإحترار العالمي؟ التكنولوجيا والعلوم البيئية ٢٠٠٥، المجلد ٣٩، رقم ١٦ وجاكوبسون (٢٠٠٢) التحكم في الجسيمات العضوية وجسيمات الكربون الأسود للوقود الأحفوري، ومن المحتمل أنها تكون أفضل الطرق فاعلية في تقليل الإحترار العالمي٢٠٠٢، صحيفة الأبحاث الجيوفيزيقية، المجلد ١٠٧، رقم د ١٩

[٢٠] صحيفة المؤسسة الطبية الأمريكية (١٧ نوفمبر ٢٠٠٤) الأوزون ومعدل الوفيات قصير المدى في ٩٥ من المجتمعات الحضرية بالولايات المتحدة، ١٩٨٧-٢٠٠٠

وتتسبب أكاسيد الكبريت، خاصة في حالة كونها جسيمات دقيقة، في تأثيرات صحية وبيئية مثل التأثيرات التي تسببها للجهاز التنفسي ومنها الربو. وبالإضافة إلى ذلك، تتسبب انبعاثات أكاسيد الكبريت في تحميض البيئة المحلية وتدمير المباني والرقعة الخضراء الحضرية (على سبيل المثال، الأشجار بمختلف أحجامها). وجدير بالذكر أن مساهمة انبعاثات أكاسيد الكبريت من المركبات في القضايا التي لا علاقة لها بالبيئة (على سبيل المثال، الأمطار الحمضية) تكاد لا تقارن بالمصادر الأخرى خاصة الصناعة.[٢١]

وترتبط ملوثات الهواء المنبعثة من المركبات أيضا بعدد من التأثيرات المسماة بتأثيرات الرفاهية. وتشمل هذه التأثيرات ضعف الرؤية بالغلاف الجوي وتدمير النظم البيئية والمرافق العقارية نتيجة الترسيب الحمضي والتلوث الغذائي للمياه السطحية (بما في ذلك التتريف والنترتة)، وتلف النباتات والمحاصيل بسبب الأوزون.

[٢١] على سبيل المثال، في عام ٢٠٠٣ لم تساهم انبعاثات أكاسيد الكبريت الناتجة عن مصادر المركبات والمعدات إلا بحوالي ٥% من إجمالي انبعاثات البلاد في حين ساهمت انبعاثات المرافق الالكترونية بحوالي ٦٩%. انظر وكالة حماية البيئة بالولايات المتحدة (٢٠٠٣) التقرير القومي لتوجهات الانبعاثات وجودة الهواء: ٢٠٠٣ إصدار الدراسات الخاصة. الفصل رقم ٢، الصفحة ٣٦. http://www.epa.gov/air/airtrends/aqtrnd03/pdfs/cover.pdf

٣- نظرة عالمية:

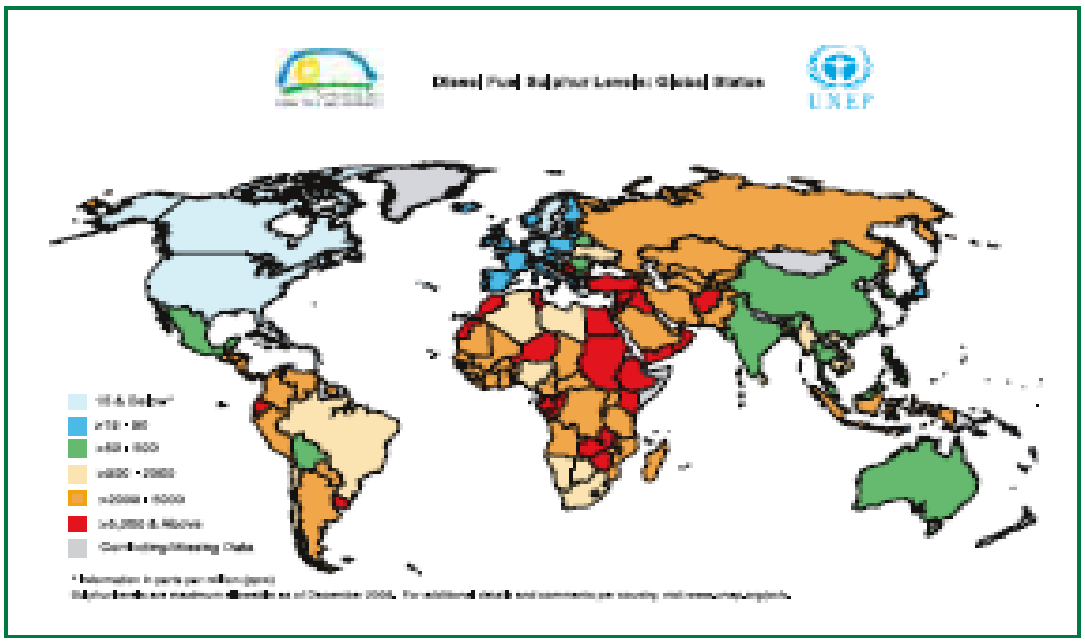
سوف يعرض هذا الجزء نظرة عامة لمستويات الكبريت العالمية في أنواع الوقود كما سيتناول التقدم الجاري تحقيقه بغية تقليل هذه المستويات.

١,٣ مستويات الكبريت العالمية:

تتباين المستويات العالمية للكبريت في أنواع الوقود تباينا كبيرا على حسب الدولة والمنطقة. وبناءا على النفط الخام المستخدم وأوضاع معامل التكرير تتراوح مستويات الكبريت في البنزين بين ما يقل عن ١٠ أجزاء بالمليون و ١٠٠٠ جزء بالمليون أو يزيد. أما بالنسبة لوقود الديزل فتتراوح مستويات الكبريت بين ما يقل عن ١٠ أجزاء بالمليون إلى ما يربو على ١٠،٠٠٠ جزء بالمليون. وقد قامت أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية واليابان بوضع إجراءات لتقليل الكبريت إلى المستويات الأدنى (أقل من ١٠-١٥ جزء بالمليون). وغالبا ما يكون ذلك مصحوبا بوضع معايير للانبعاثات تستلزم استخدام تكنولوجيات متقدمه للتحكم في الانبعاثات والتي يمكن استخدامها مع أنواع الوقود التي ترتفع فيها مستويات الكبريت[٢٢]. وقد قامت بعض مناطق الدول النامية باعداد أو لازالت في طور الإعداد لوضع معايير متجانسة تتيح لها استخدام النهج الإقليمي المتبع لتقليل مستويات الكبريت ولتحسين نوعيات الوقود بشكل عام. هذا ويعرض الشكل رقم (٢) صورة عامة لمستويات الكبريت في وقود الديزل في كافة أرجاء العالم.

الشكل رقم (٣): مستويات الكبريت في وقود الديزل (جزء بالمليون) بدءا من أغسطس ٢٠٠٨ (انظر الملحق رقم (١) و الموقع الالكتروني (www.unep.org/PCFV):

[٢٢] توافقا مع هذه المستجدات، تم تركيب زيوت محركات جديدة بمستويات شديدة الانخفاض من رماد الكبريت والفوسفور والكبريت لحماية تكنولوجيات التكم في الانبعاثات من التلوث بالكبريت الموجود في زيت المحرك بينما تتعامل مع قضايا الاداء التي تظهر جراء استخدام أنواع الوقود منخفضة الكبريت.



وتقوم العديد من الدول عبر أرجاء العالم بتخفيض الحد المسموح به من الكبريت في الوقود و تبنى معايير انبعاثات مواسير السحب(tailpipe emission standards) لتقليل التلوث المنبعث من المركبات. وعلى الرغم من ذلك فان الصورة العالمية متباينة ومختلطة؛ فعلى سبيل المثال، فأن وقود الديزل الموجود في غالبية الدول الإفريقية يحتوي على ما يربو عن ٥،٠٠٠ جزء بالمليون من الكبريت. وعلى النقيض تتبع العديد من الدول الأسيوية- بما في ذلك الهند والصين- المعايير الأوروبية وقد قامت بالفعل بتخفيض مستويات الكبريت حاليا إلى ٥٠٠ جزء بالمليون أو أعلنت عزمها على تحقيق هذا الهدف خلال السنوات القليلة المقبلة.

وبدءا من ديسمبر ٢٠٠٦، قامت شراكة المركبات والوقود النظيف (PCFV) بتحديث المعلومات الخاصة بمستويات وحدود الكبريت الخاصة بحوالي ١٣٠ دولة نامية واقتصادات انتقالية (انظر الملحق رقم (٢) لمزيد من المعلومات عن كل دولة على حدة)[٢٣]. وفى الوقت الحالي (أغسطس ٢٠٠٨) يوجد لدى حوالي ٣٣% من الدول التي تتوفر معلوماتها لدي شراكة المركبات والوقود النظيف مستويات نظامية للكبريت في وقود الديزل تقدر ب ٥٠٠ جزء بالمليون أو أقل، وتقع غالبية هذه الدول في شرق ووسط أوروبا وفي إقليم آسيا والباسيفيك. فيما ترتفع هذه المستويات عن ٥٠٠ جزء بالمليون ولكن تقل عن ٢،٠٠٠ جزء بالمليون في قرابة ١٤% ومن بين تلك الدول هناك بعض الدول التي تخطط لوضع حدود أدنى للكبريت. وتزيد مستويات الكبريت في وقود الديزل في معظم الدول- حوالي ٥٣%-- عن ٢،٠٠٠ جزء بالمليون. وفي واقع الأمر، تبلغ

[٢٣] تقوم شراكة المركبات والوقود النظيف (PCFV) بتحديث هذه المعلومات بشكل دوري، يمكن الاطلاع عليها عبر الموقع الالكتروني www.unep.org/PCFV/data

مستويات الكبريت في وقود الديزل في غالبية هذه الدول ٥،٠٠٠ جزء بالمليون أو تزيد فيما تصل المستويات المسموح بها في حوالي ٨% من هذه الدول إلى ١٠،٠٠٠ جزء بالمليون أو يزيد.

وهذا يفيد بأن ٦٧% من الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية التي تتوافر المعلومات عنها لدى شراكة المركبات والوقود النظيف ليس لديها وقود ذو جودة كافية لاستخدام والاستمتاع بفوائد تكنولوجيات التحكم في انبعاثات المركبات التي ينتشر استخدامها في الدول المتقدمة.

هذا ويعرض الجدول رقم (١) أمثلة لحدود مستويات الكبريت في مجموعة مختارة من الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية:

الجدول رقم (١): حدود الكبريت في البنزين والديزل في مجموعة مختارة من الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية

الدولة	الديزل الحالي	البنزين الحالي	المعايير المستقبلية
مصر	٥،٠٠٠ جزء لاملیون	٥،٠٠ جزء بالمليون	
سوريا	٦،٥٠٠ جزء بالمليون	١،٥٠٠ جزء بالمليون	مخطط ٥٠ جزء بالمليون لعام ٢٠١٥
اليمن	١٠،٠٠٠جزء بالمليون	١،٥٠٠ جزء بالمليون	
المكسيك	٣٠٠ الحضرية/٥٠٠ الريفية	٥٠٠ الحضرية/١٠٠٠ الريفية	خفض مستويات الكبريت في البنزين ليصل إلى حوالي ٣٠،٨٠ جزء بالمليون في يناير ٢٠٠٩ في مختلف أنحاء البلاد: والديزل إلى ١٥ جزء بالمليون في يناير ٢٠٠٩ بالمناطق الحضرية، وفي باقي مختلف أنحاء البلاد في سبتمبر ٢٠٠٩.
البرازيل	٥٠٠ حضرية/ ٢٠٠٠ ريفية	١٠٠٠	هدف الوصول إلى ٥٠ جزء بالمليون في يناير ٢٠٠٩ بالنسبة للبنزين والديزل (حضرية) و٥٠٠ جزء بالمليون بالنسبة للديزل في المناطق الريفية بالتزامن

			مع معايير Euro IV لمركبات الركاب. وهناك مخطط لتحديث ١٣ معمل تكرير بقيمة ٥,٥ مليار دولار أمريكي.
فينزويلا	٥٠٠٠	١٥٠٠	٢٠٠٠ جزء بالمليون للديزل، و٤٠٠ جزء بالمليون للبنزين بعام ٢٠١٠، فضلا عن تحديث ٥ معامل تكرير
جنوب افريقيا	٥٠٠ جزء بالمليون	٥٠٠ جزء بالمليون	٥٠ جزء بالمليون (بموجب اتفاقية لوساكا مارس ٢٠٠٨)
زامبيا	٧٥٠٠ جزء بالمليون	١٠٠٠ جزء بالمليون	٥٠ جزء بالمليون (بموجب اتفاقية لوساكا مارس ٢٠٠٨)
ساحل العاج	٥٠٠٠ جزء بالمليون	١٥٠٠ جزء بالمليون	

٤- الكبريت الموجود بالوقود: مفتاح لتقليل انبعاثات المركبات

يقدم هذا الجزء نظرة عامة لكيفية تأثير الكبريت الموجود بالوقود على انبعاثات المركبات وعلى اختيارات استخدام تكنولوجيات جديدة للرقابة على الانبعاثات، كما يعرض هذا الجزء بعض خيارات الخطوات المستقبلية.

١,٤ كيفية تأثير الكبريت الموجود بالوقود على انبعاثات المركبات: نهج النظم

ترتبط نوعية الوقود ارتباطا وثيقا بانبعاثات المركبة وتؤثر عليها لأن المركبة ووقودها (والزيت) يشكلان نظاما متكاملا. ويحدد نظام المركبة والوقود نوعية وكمية الانبعاثات ومدي قدرة تكنولوجيات التحكم في انبعاثات المركبات على تقليل الانبعاثات، كم أنه يحدد مدي جودة تشغيل المركبة بشكل عام، مما يؤثر بدوره على رضاء العميل. ويعتبر فهم " نهج النظم" هذا مفتاحا رئيسيا لفهم كيفية تأثير الكبريت الذي يحتوي علية الوقود على الانبعاثات.

وهناك أهمية خاصة لتقليل مستويات الكبريت في الوقود في تقليل الجسيمات بالغة الدقة كما يمكن أن يقلل من انبعاثات المركبات بطريقتين:

أولا: يعمل تقليل الكبريت الموجود في الوقود على خفض الانبعاثات المباشرة من ثاني أكسيد الكبريت(SO2) والمواد الجسمية الكبريتية (Particulate Matter) المنبعثة من كافة المركبات جديدة كانت أو قديمة[٢٤] . وتتناسب زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت (SO2) المنبعثة من مركبات البنزين والديزل و الجزيئات الدقيقة من مركبات الديزل تناسبا طرديا مع زيادة كمية الكبريت في الوقود. وبينما لا تمثل جسيمات الفوسفات سوى كسر عشري صغير من الحجم أو الكتلة الا انها دقيقة أو بالغة الدقة من ناحية الحجم وتمثل كسرا عشريا كبيرا من ناحية عدد الجسيمات الدقيقة.[٢٥]

ثانيا: يتسبب الكبريت في تسميم وتقليل فعالية تكنولوجيات التحكم في انبعاثات المركبات الخاصة بمركبات البنزين والديزل مما ينتج عنه زيادة انبعاثات المركبات من أول أكسيد الكربون (CO) والهيدركربون (HC) وأكسيد النيتروجين (NOx) والجسيمات الدقيقة (PM). كما أنه يسمم ويقلل فعالية الأنواع الجديدة من أجهزة التحكم في الانبعاثات مثل المحولات الحفازة المتقدمة و مصايد جسيمات الدقيقة بالديزل التي يمكن أن تزيد من معدلات خفض انبعاثات أكسيد النيتروجين (NOx) و الهيدركربون (HC) و الجسيمات الدقيقة (PM). أما بالنسبة للمركبات التي تعمل بالبنزين،فقد أشارت الدراسات أن تقليل الانبعاثات يعمل على تعزيز عملية حفازة ثلاثية الطرق كما يقلل انبعاثات الهيدروكربون وأول أكسيد الكربون و أكسيد النيتروجين[٢٦].

وقد تطورت معايير انبعاثات المركبات وما يتعلق بها من حدود الكبريت الموجود بالوقود تطورا كبيرا خلال الخمس عشر سنة المنصرمة. هذا وتتوفر قائمة مفصلة لتلك المعايير المتعلقة بكل من المركبات التي تعمل بالبنزين والديزل على موقع شبكة الديزل[٢٦]. كما توجد المعلومات المتعلقة بآثار الكبريت على العديد من تكنولوجيات التحكم في الانبعاثات في الميثاق العالمي للوقود _(Worldwide Fuel Charter ٢٧

٣,٤ آثار الكبريت على محركات الديزل وتكنولوجيات التحكم في الانبعاثات

[٢٤] بمجرد خفض مستويات الكبريت في الوقود، لابد من النظر بعين الاعتبار الي مستويات الكبريت في زيت المحرك أيضا. فعلى سبيل المثال، لابد من ضمان عدم تسرب الزيت في اجزاء معينة من المحرك مما يضر بأداء المعدات الحساسة للكبريت والمستخدمة للتحكم في الانبعاثات.

[٢٥] ورقة حقائق تابعة لوكالة حماية البيئة الامريكية حول جسيمات الديزل الدقيقة. انظر http://www.epa.gov/NE/eco/airtox/diesel.html و : معهد الاثار الصحية (١٩٩٥) عوادم الديزل: تحليل حرج للانبعاثات، التعرض والاثار الصحية المزمنة http://www.healtheffects.org/Pubs/diesum.htm

[٢٦] انظر:

- M. Hochhauser, C.H. Schleyer and L.I.Yeh, ExxonMobil Research and Engineering Company, and D.J. Rickeard, ExxonMobil Petroleum and Chemical, Impact of Fuel Sulfur on Gasoline and Diesel Vehicle Emissions, SAE conference paper 2006-01-3370
- ميثاق الوقود العالمي لعام ٢٠٠٦ (النسخة الرابعة) الصفحات ١٦-١٩، http://www.autoalliance.org/archives/wwfcbrochure.pdf ،

وكالة حماية البيئة الامريكية (USEPA)(١٩٩٩) ، تحليل الاثر الانتظامي: التحكم في تلوث الهواء من المركبات، معايير انبعاثات المركبات ومتطلبات التحكم في كبريت البنزين، الملحق ب-١ http://www.epa.gov/otaq/regs/ldhwy/tier-2/frm/ria/r99023.pdf

رابطة مصنعي أدوات التحكم في الانبعاثات (MECA) (١٩٩٨) أثر كبريت البنزين على أنظمة الانبعاثات المحفزة. http://www.meca.org/galleries/default-file/sulfur.pdf

[٢٦] ملخص المعايير العالمية للانبعاثات ولوائح الوقود؛ http://www.dieselnet.com/standards/

[٢٧] انظر: http://www.autoalliance.org/archives/wwfcbrochure.pdf

محركات الديزل هي المحركات التي يقع عليها الاختيار للتطبيقات عالية التحمل إذ أن لاستخدامها مزايا هامة متعلقة بتوفير الوقود وارتفاع مستوى التحملية بالنسبة للشاحنات الكبرى عالية الأداء والحافلات والمعدات التي لا تستخدم على الطرق ولكنها تستخدم- على سبيل المثال- في الإنشاء والزراعة. وقد شهد أداء محركات الديزل تحسنا كبيرا جراء ابتكارات التكنولوجيات الحديثة. ويعزى إلى ذلك- إلى جانب ارتفاع معدل توفير هذه المحركات للوقود-- إذا ما قورنت بالمركبات التي تعمل بالبنزين—شيوع استخدامها في مركبات نقل الركاب.

وتمثل انبعاثات عوادم الديزل خليطا معقدا من الغازات والهباء (Aerosols) السائل والجسيمات الدقيقة. وتتمثل الانبعاثات ذات الأهمية بالنسبة لمركبات الديزل في الجسيمات الدقيقة (PM) و أكسيد النيتروجين (NOx)، فيما تقل انبعاثات الهيدروكربون (HC) وأول أكسيد الكربون (CO). وتتألف الجسيمات الدقيقة (PM) من ثلاثة مكونات رئيسية:

- المواد الصلبة (جسيمات الكربون العنصري الدقيقة)
- المواد العضوية الذائبة (الهيدروكربونات الثقيلة العالقة بجسيمات الكربون)
- الكبريتات الناتجة عن أكسدة الكبريت المحترق.

وتعتمد المعدلات النسبية للكربون والمواد العضوية والكبريتات على كل من تكنولوجيا المركبة و محتوى الوقود من الكبريت ويأتي ترتيب حجم انبعاثات الجسيمات الدقيقة من المركبات التي تعمل بالديزل أعلى من تلك المنبعثة عن المركبات التي تعمل بالبنزين بصورة سليمة.

وسوف تستفيد المركبات التي لا تحتوى على أي أدوات تحكم من انخفاض الكبريت في الوقود من خلال الاختزال المباشر لثاني أكسيد الكبريت وانبعاثات الجزيئات الدقيقة. وتقوم مركبات الديزل التي تعمل بتكنولوجيات التحكم في انبعاثات ما بعد المعالجة على معالجة عادم المحرك للتخلص من الملوثات. وفي إطار نظام العادم، تقوم أجهزة التحكم في تحويل أو حبس الملوثات قبل خروجها من ماسورة السحب (Tailpipe). وتتسم كافة هذه التكنولوجيات بحساسيتها النسبية لكبريت الوقود.

٤-٣-١ مركبات ديزل جديدة:

تجري في أوروبا و الولايات المتحدة الأمريكية وكندا واليابان عملية تنفيذ- أو توشك على بدء تنفيذ- معايير شديد الصرامة لانبعاثات المركبات. وفي كل حالة قامت هذه الدول بتقليل مستويات الكبريت في الوقود لضمان الحد الأقصى من فعالية وكفاءة التكنولوجيات اللازمة للتحكم في الانبعاثات. وسوف تستلزم معايير الانبعاثات الأخيرة تقليل الكبريت لأدنى مستوياته (أي ١٥ جزء بالمليون أو أقل)

تطويرات المحركات:

على مدار الخمسة عشر عاما الماضية قام مصنعوا المحركات بتقديم العديد من تعديلات المحركات التي تستهدف تقليل الانبعاثات وتحسين الأداء وزيادة الكفاءة. وتشتمل هذه التعديلات على الحقن المباشر وحقن الضغط العالي وأدوات التحكم الكمبيوترية والحقن المتعدد إعادة تدوير غاز العادم (EGR) و التبريد البعدي. وفى هذا الصدد أدت التعديلات التي تمت فى الولايات المتحدة الأمريكية إلي حدوث انخفاضات هامة في الانبعاثات الكلية بما في ذلك الجسيمات الدقيقة وأكسيد النيتروجين، ذلك إذا ما قورنت لمحركات الديزل غير الخاضعة للتحكم. وعلى الرغم من أن غالبية هذه التكنولوجيات لا تستلزم بنفسها مستويات محددة من الكبريت في الوقود إلا أن معظمها-- إن لم يكن جميعها- سوف يكون أكثر تحملا مع المستويات المنخفضة لكبريت الوقود مما يعمل على تقليل تآكل حقن الوقود(fuel injector) وتآكل حلقة المكبس (piston ring) وتحمض الزيت والتلف العام بالمحرك.

وتستخدم نظم حقن الضغط العالي لتحسين كفاءة احتراق الديزل/ وخلط الهواء في الاسطوانات وبالتالي تعمل على زيادة كفاءة الوقود وتقليل الانبعاثات. ويمثل النظام الذي يطلق علية حقن محركات الديزل بالقضيب المشترك (Common rail diesel engine) واحدا من بين النظم التي يتم استخدامها حاليا – خصوصا في أوروبا. ولأن هذه النظم تعمل في ظل وجود ضغط شديد الارتفاع (يصل إلى ١،٨٠٠ بار) فهي تفرض طلبا كبيرا على نوعية وقود الديزل الذي يجب ألا يحتوي على أي تلوث (أي المياه و الجسيمات الدقيقة. ومع التحرك العالمي إلى أنواع من الوقود يصل الكبريت فيها إلى قرابة الصفر فان هذه التكنولوجيا الجديدة يتم اختبارها بشكل متزايد، أو تمت الموافقة عليها، من قبل المصنعين الدوليين لأسواق وقود الديزل منخفض الكبريت/ عالي الجودة.

ولكي يتسنى الالتزام بالمعايير الصارمة الخاصة بالانبعاثات، يمكن للمركبات الجديدة أن تستخدم مجموعة من تكنولوجيات التحكم في الانبعاثات المشار إليها أدناه.[٢٨]

التحكم في انبعاثات الجسيمات الدقيقة:

محفز أكسدة الديزل (DOC): تأتي محفزات أكسدة الديزل في المرتبة الثانية بعد إعادة دورة عادم الغاز من ناحية شيوع استخدامها كتكنولوجيا التحكم في للانبعاثات في مركبات الديزل الموجودة حاليا. وتعمل محفزات أكسدة الديزل على أكسدة أول أكسيد الكربون والهيدروكربونات الغازية والهبائية (HCs) ثاني أكسيد كربون ومياه ، كما أنها تساعد في احتراق الجزء العضوي الذائب من جسيمات الكربون الدقيقة التي تشكل السخام والدخان. ويمكن لمحفز أكسدة الديزل الواحد أن يحقق خفضا يعادل ٢٠-٥٠ % في إجمالي الجسيمات الدقيقة وانخفاضا يربو على ٩٠% في أول أكسيد الكربون والهيدروكربون.[٢٩] وتتسم تكنولوجيا

---

[٢٨] هناك عدد من استراتيجيات التحكم في الانبعاثات المتوقع تطبيقها على انظف المركبات. لاطلاع على مناقشة وافية لأحدث التكنولوجيات (في ٢٠٠١) انظر: http://www.epa.gov/otaq/regs/hd2007/frm/frdslpre.pdf http://www.epa.gov/otaq/regs/hd2007/frm/ria-iii.pdf

[٢٩] رابطة مصنعي أدوات التحكم في الانبعاثات (MECA) تكنولوجيات التحكم في الانبعاثات للحافلا والشاحنات عالية الاداء: http://www.meca.org/page.ww?name=Tru cks+%26+Buses&section=Emission+Control+Technology and: MECA (2006) Retrofitting Emission Controls on Diesel-Powered Vehicles:http://www.meca.org/galleries/default-file/MECA%20Diesel%20Retrofit%20White%20Paper%2004 06%20(revised).pdf

محفزات أكسدة الديزل بجودة تقبلها وقد تلاءمت مع ما يربو على ٥٠ مليون مركبة نقل ركاب تعمل بالديزل وما يزيد عن ١،٥ مليون شاحنة وحافلة عبر أرجاء العالم. ١٠ ويمكن تركيب محفزات أكسدة الديزل في المركبات الجديدة كما يمكن أضافتها على المركبات المستخدمة فعليا. ويمكن أن يتسبب ارتفاع مستويات الكبريت في تسمسم وإبطال فعالية محفزات أكسدة الديزل، فعندما يتم تزويد المركبات بمحفزات أكسدة الديزل لابد ألا تزيد مستويات الكبريت في الديزل عن ٥٠٠ جزء بالمليون للحيلولة دون انبعاث أدخنة متعلقة بالكبريتات.

مرشح جسيمات الديزل (DPF)م وضع مرشح جسيمات الديزل في نظام العادم لتجميع الجزء الهام من الجسيمات الدقيقة الموجودة بالعادم بينما تسمح لباقي غازات العادم بالمرور عبر النظام. وبسبب تراكم الجسيمات المجمعة بمرور الوقت. فقد صمم هذا المرشح بطريقة تمكنه من تنظيف أو "تجديد " مصيدة الجسيمات بشكل تلقائي. ويتسنى ذلك من خلال الأكسدة أو من خلال حرق الجسيمات عبر استخدام عادم ذي درجة حرارة مرتفعة. وفي بعض أنواع مصفات جسيمات الديزل يتم دمج مادة محفزة في المصفاة١١ ، وهذا هو ما يسمي بالتجديد (Regeneration) السلبي. وهناك طريقة أخرى لذلك وهي استبدال المصفة على نحو دوري وهو ما يسمى بالتجديد الايجابي.وفي بعض مرشحات جسيمات الديزل يتم دمج مادة محفزة في المرشح مما يقلل درجة حرارة الاشتعال اللازمة لأكسدة الجسيمات المجمعة (مرشح جسيمات الديزل المؤكسدة، أو CDPF).

وقد تم تجهيز ما يزيد عن مليون مركبة نقل ركاب بهذه المرشحات في أوروبا في منذ منتصف ٢٠٠٠. وبدءا من ٢٠٠٧، ستكون كافة مركبات نقل الركاب والعاملة بوقود الديزل ومركبات الديزل عالية الأداء على الطريق التي يتم بيعها في الولايات المتحدة الأمريكية وكندا مجهزة بمصفاة جسيمات عالية الكفاءة.١٢ وبدءا من بداية سبتمبر ٢٠٠٩، ستكون كافة السيارات و الشاحنات المقفلة (فان) في دول الاتحاد الأوروبي مجهزة بهذه مرشحات. ١٣ كما يتم حاليا تركيب هذه المرشحات في بعض المحركات القديمة أيضا. وقد تم تزويد ما يربو على ٢٠٠،٠٠٠ مركبة عالية الأداء on road عبر أرجاء العالم بمرشح لجسيمات الديزل.١٤ وتعتبر هذه المرشحات فعالة نسبيا وقد أظهر استخدامها خفضا يزيد عن ٩٥% في انبعاثات الجسيمات الدقيقة ، وذلك علاوة على اعتبارها أداة فعالة للتحكم في انبعاثات أول أكسيد الكربون و الهيدروكربون ؛ إذ أنها تقلل هذه الانبعاثات بما يعادل ٩٠-٩٩% و ٥٨-٨٢% على الترتيب.

وعلى الرغم من ذلك، يتسبب الكبريت في حدوث انخفاض كبير في كفاءة هذه مرشحات؛ فعندما يقوم محفز أكسدة الديزل بأكسدة الكبريت، تتجمع جسيمات الكبريتات الناتجة عن ذلك على المرشح مما يقلل كفاءته. ويعمل هذا بدوره على زيادة

---

١٠ رابطة مصنعي أدوات التحكم في الانبعاثات (MECA) (2006) البيان الكتابي لمصنعي رابطة التحكم في الانبعاثات حول مسودة خطة تقليل النبعاثات الخاصة بالموانئ وحركة البضائع في كاليفورنيا والتي أعدها مجلس موارد الهواء بكاليفورونيا

١١ . انظر MECA أدوات التحكم في انبعاثات مركبات الديزل لدى رابطة مصنعي أدوات التحكم في الانبعاثات (http://www.meca.org/page.ww?name=Publications&section=Resources

١٢ انظر:

http://www.aecc.be/content/pdf/AECC%20Position%20on%20emissions%20control%20technologies%20for%20Euro

%205%20&%206%20240506.pdf

١٣ انظر: http://www.ec.europe.eu/enterprise/automotive/index_en.htm

١٤ رابطة مصنعي أدوات التحكم في الانبعاثات (MECA) (2006) البيان الكتابي لمصنعي رابطة التحكم في الانبعاثات حول مسودة خطة تقليل النبعاثات الخاصة بالموانئ وحركة البضائع في كاليفورنيا والتي أعدها مجلس موارد الهواء بكاليفورونيا

الانبعاثات وزيادة الحاجة للتجديد وبالتالي يقل توفير المركبة للبنزين. ويمكن ان يتسبب ارتفاع معدلات الكبريت في عدم كفاءة المرشح أو حتى توقف المحرك جراء الضغط المرتد (backpressure) غير المقبول. وينبغي الا يستخدم مرشح جسيمات الديزل إذا زادت مستويات الكبريت في الوقود عن ٥٠ جزء بالمليون كما ينبغي استخدام زيوت المحرك التي تقل فيها مستويات الكبريت. وقد بينت الدراسات أن هذا النوع من المرشحات قد حقق كفاءة عظيمة كما حقق الخفض اللازم لمعدلات تكرار التجديد عند استخدامها مع وقود تبلغ مستويات الكبريت فيه ١٥ جزء بالمليون أو أقل. وقد قررت الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد الأوروبي واليابان بتحديد مستويات الكبريت في الديزل ب ١٥ جزء بالمليون أو أقل وذلك لضمان الكفاءة الأمثل لعمل مرشحات جسيمات الديزل.

المرشح ذو الجريان المستمر (Flow-Through Filter): تقوم هذه المرشحات عادة باستخدام تصميم شبكة الأسلاك أو "التيار المتعرج" للمساعدة في أكسدة معظم الجسيمات الدقيقة كما تتسم بأنها أكثر نفاذية من مرشحات جسيمات الديزل الأعلى كفاءة. وربما تكون المرشحات ذات الجريان المستمر أكثر ملاءمة لمركبات الديزل عالية الأداء القديمة خصوصا المزودة منها بأدوات التحكم الميكانيكية. ويمكن إضافة تكنولوجيا المرشحات ذات الجريان المستمر على بعض المركبات. وقد تحقق مجلس الموارد الجوية بكاليفورنيا (CARB) من مرشحات المرشحات ذات الجريان المستمر التي تستخدم الديزل الذي يستخدم في المتوسط بأسواق كاليفورنيا (بمعدل متوسط للكبريت في الوقود يبلغ ١٥٠ جزء بالمليون) ووجد أن هذه المرشحات قد حققت خفضا في الجسيمات الدقيقة بما يعادل ٥٠% أو أكثر. وقد تم دمج تكنولوجيات المرشحات ذات الجريان المستمر التي تعمل على وقود تصل نسبة الكبريت فيه ٥٠٠ جزء بالمليون مع مادة محفزة في الوقود لتحقيق نفس مستويات خفض الانبعاثات.

وتعتبر تكنولوجيات الترشيح بجريان مستمر تكنولوجيات حديثة نسبيا وتستلزم توفر مواد محفزة بالوقود أو استخدام وقود منخفض الكبريت. أما بالنسبة لفعالية المرشحات ذات الجريان المستمر في تقليل انبعاثات الجسيمات متناهية الدقة فلا زال الأمر قيد البحث.

أدوات التحكم في انبعاثات أكسيد النيتروجين:

يتم حاليا تطوير العديد من تكنولوجيات التحكم في اكسيد الكربون بغرض إزالة انبعاثات أكسيد النيتروجين وليتسنى لمحركات الديزل أن تلتزم بغالبية معايير الانبعاثات الصارمة. وعلى الرغم من أن أدوات التحكم في أكسيد النيتروجين وعلى الرغم من إمكانية اختزال أكسيد النيتروجين أيضا من خلال تعديلات المحرك الموضحة أعلاه (خصوصا اعادة تدوير غاز العادم) الا أن هذه التعديلات غالبا ما تسبب تنازلات متبادلة بين التحكم في الجسيمات الدقيقة في مقابل التحكم في أكسيد النيتروجين. هذا وتشتمل تكنولوجيات التحكم في أكسيد النيتروجين على أجهزة امتزاز (ADSORBER) أكسيد النيتروجين والاختزال الحفزي الانتقائي.[١٥]

[١٥] تتطلب العديد من تقنيات التكم في اكسيد النيتروجين استخدام زيت محرك تنخفض مستويات الكبريت فيه

أجهزة امتزاز أكسيد النيتروجين: في أي من أجهزة امتزاز أكسيد النيتروجين، تتم أكسدة انبعاثات أكسيد النيتروجين وتخزن كنترات صلبة. وعندما يتشبع جهاز الامتزاز بشكل كامل تتسبب زيادة معدل هواء الوقود في زيادة إطلاق أكسيد النيتروجين والذي يختزل بعد ذلك إلى نيتروجين عندما يمر على موضع محفز المعدن النفيس. هذا وقد أظهرت أجهزة امتزاز أكسيد النيتروجين كفاءة قدرها ٩٥% في تحويل أكسيد النيتروجين بخسارة أسمية في الوقود قدرها ١,٥% كاستخدام إضافي للوقود.١٦ وللأسف، تقوم مصايد أكسيد النيتروجين هي الأخرى باحتجاز الكبريت بكفاءة عالية، وغالبا ما تتبع في ذلك طريقة تفاعل تكاد تتطابق مع تلك التي تتبعها مع النيتروجين ولكن أكسيد النيتروجين يتسم شدة التصاقه وبالتالي يحتاج الى درجات حرارة أعلى لتتم إزالته وبمرور الوقت تمتلئ المصيدة بكبريت الوقود- حتى مع أنواع الوقود التي تقل فيها مستويات الكبريت، مما ينجم عنه انخفاض كفاءة المصيدة. ومن ثم لا بد أن تكون مستويات الكبريت فى الوقود المستخدم في المركبات المزودة بأجهزة امتزاز اكسيد النيتروجين قريبة من الصفر _أقل من ١٥ جزء بالمليون). وعلى الرغم من أن هذه التكنولوجيا تبدو أنها تكنولوجيا واعده فهي لازالت في مرحلة التجريب ولم تتوفر تجاريا بعد.

الاختزال الحفزي الانتقائي (SCR): تتطلب أنظمة الاختزال الحفزي الانتقائي إضافة عامل مختزل للمساعدة في تحويل أكسيد النيتروجين إلى نيتروجين وأكسجين. ويعتبر العامل المختزل الأكثر شيوعا هو اليوريا السائلة التي يتم تخزينها في المركبة والتي يجب استكمالها دوريا. وقد تبين أن الاختزال الحفزي الانتقائي يحقق معدل اختزال للنيتروجين يبلغ ٦٥-٨٠%. وجدير بالذكر أنها تحول دون وقوع الخسارة المحتملة للوقود التي تصاحب استخدام بعض التكنولوجيات الأخرى بفارق قد يصل إلى ٧%. ١٧ ومن الأهمية بمكان أن نلاحظ أن عدم وجود المواد المختزلة قد يؤدي إلى زيادة الانبعاثات إلى المستويات التي تنبعث عن المحركات غير المزودة بأي تكنولوجيات تحكم. وبالتالي لابد من توفير اليوريا في المناطق التي تستخدم فيها أنظمة الاختزال الحفزي الانتقائي.

تستخدم نظم الاختزال الحفزي الانتقائي في أوروبا كتوكنولوجيا لاختزال النيتروجين بغية الوفاء بمعايير الديزل عالي الأداء بأوروبا. وتعتمد أنظمة الاختزال الحفزي الانتقائي على محفز أكسدة ليوفر التحكم اللازم في انبعاثات اكسيد النيتروجين. ويعني استخدام محفز الأكسدة للتحكم في الانبعاثات أن أنظمة الاختزال الحفزي الانتقائي سوف ينتج عنه كميات لا يستهان بها من جسيمات الكبريتات الدقيقة إذا تم استخدامها مع أنواع الوقود التي تحتوي على مستويات عالية من الكبريت. ولكي يتحقق التشغيل الملائم لأنظمة الاختزال الحفزي الانتقائي لابد أن يكون مستوى الكبريت في الوقود ٥٠ جزء بالمليون أو أقل (وذلك على حسب معيار الانبعاثات).١٨

---

[١٦] فولكنر (Faulkner) ٢٠٠٢

[١٧] جونسون. تي (٢٠٠٢) التحكم في انبعاثات الديزل: آخر ١٢ شهرا خضعت للمراجعة. ورقة بحثية تم عرضها في المؤتمر الثامن لتقليل انبعاثات الديزل، سان ديجو، كاليفورنيا في الفترة ٢٥-٢٩ أغسطس ٢٠٠٢
http://www.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/resources/proceedings/2002_deer_presentations.shtml

١٨ تحليل الاثر النظامي بوكالة حماية البيئة الامريكية (EPA) : معايير المركبات والمركبات عالية الاداء ومتطلبات التحكم في كبريت وقود الديزل المستخدم على الطرق السريعة. واشنطن، وكالة حماية البيئة الامريكية و إم خير (M. Khair): امكانية خفض الانبعاثات عبر اعادة دورة عادم الغاز و الاختزال الحفزي الانتقائي و مرشح جسيمات الديزل و تركيبات الوقود المتقدمة—تقرير التقدم المحرز. ورقة تم عرضها في المؤتمر الثامن لتقليل انبعاثات الديزل، سان ديجو، كاليفورنيا في الفترة ٢٥-٢٩ أغسطس ٢٠٠٢
http://www.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/resources/proceedings/2002_deer_presentations.shtml

تقييم إمكانية إعادة التأهيل

العوامل الرئيسية التي ينبغي دراستها لدي اتخاذ أي برنامج لإعادة التأهيل

دراسة المركبات : من الأهمية بمكان أن نقوم بتقييم مفصل لفهم الوضع الحالي للمركبات لمعرفة استراتيجيات تقليل الانبعاثات التي ستتلاءم مع هذه الأوضاع

توفر الوقود: هناك أهمية كبيرة لضمان توفر إمدادات ثابتة من الوقود الملائم بمستويات الكبريت اللازمة

التكنولوجيات ذات الفاعلية المحققة: لدي تقييم خيارات تقليل الانبعاثات لابد من العمل مع التكنولوجيات المعروفة والمحققة لضمان توافق مواصفات المحركات الملائمة مع تكنولوجيات التحكم الملائمة ولضمان تحقيق انخفاضات الانبعاثات المتوقعة.

وفي إطار برنامج تم تنفيذه مؤخرا في مدينة ميكسكو سيتي، تم إعادة تأهيل حافلات المدينة بكل من محفزات أكسدة الديزل (DOCs) ومرشحات جسيمات الديزل (DPFs) وتم تشغيلها بوقود منخفض الكبريت (أقل من ١٥ جزء بالمليون) لمدة ١١ شهرا. ومن خلال الاختبارات المكثفة التي تم إجراؤها قبل إعادة التأهيل المشار إليه وبعده تبين حدوث انخفاض يقدر بـ ٢٠% في الجسيمات الدقيقة بسبب تركيب محفزات أكسدة الديزل في الحافلات القديمة فيما بلغت نسبة الانخفاض في انبعاثات الجسيمات الدقيقة بعد تركيب مرشحات جسيمات الديزل إلى ما يزيد عن ٩٠% في الحافلات الأحدث. وقد قامت مدن أخرى عبر أرجاء العالم بوضع برامج ناجحة لإعادة التأهيل، بما في ذلك سانتياجو في تشيلي وهونج كونج في الصين. وتتوفر لدي وكالة حماية البيئة الأمريكية (U.S. EPA) و مجلس الموارد الجوية بكاليفورنيا (CARB) برامج تحقق تزودهما بالمعلومات الرئيسية حول تكنولوجيات التحكم في النفايات وفوائدها المتوقعة. لمزيد من

٤-٣-٣ خفض انبعاثات مركبات الديزل الموجودة حاليا:

تتسم مركبات الديزل عالية الاداء بأنها طويلة العمر، ففى الولايات المتحدة الامريكية يبلغ العمر الافتراضي للشاحنات الثقيلة ٢٩ عاما فيما يبلغ ١٦ عاما بالنسبة لحافلات نقل الركاب. [١٩] وفي مناطق أخري من العالم ربما تبقى هذه المركبات في اسطول النقل لمدة أطول. وكلما زادت فترة بقاء المركبة كلما ازدادت انبعاثاتها مما يعني أن بأن أي اجراء يتك اتخاذه بغية تقليل الانبعاثات من خلال من خلال وضع معايير جديدة لن يتحقق الا بعد عدة سنوات حيث أن الامر يستغرق ٢٠ عاما او أطول حتي تتحول عن استخدام الموديلات القديمة الى الموديلات الاحدث من المركبات. ومن ثم تقوم المزيد والمزيد من الدول بوضع برامج لتقليل الانبعاثات الناتجة عن المركبات القديمة كما تقوم بوضع المزيد من المعايير الصارمة في اطار جهدها لتحسين نوعية الهواء.

---

[١٩] وزارة النقل الامريكية، مكتب احصائيات النقل-٢٠٠٥، احصائيات النقل الوطنية لعام ٢٠٠٥- واشنطن
ttp://www.bts.gov/publications/national_transportation_statistics/

وقد تم تحديد اجراءات تحسينات واعادة تأهيل مركبات الديزل من بين أهم الاجراءات اقتصادية التكلفة التي تهدف الى تحقيق انخفاضات قريبة المدى في الانبعاثات. وفيما يالي عرض لخمسة طرق مختلفة تستهدف- في المقام الاول- المركبات الموجودة حاليا:

الصيانة/ التجديد: يمكن أن يؤدي القيام بعمليات الصيانة والتجديد التقليدية الى اعادة المركبة الى مواصفات المصنع الاصلية كما يمكن أن يحقق فوائد تقليل الانبعاثات التي كان تحقيقها مستهدفا في الاساس لدى تصميم المركبة.

اعادة التزويد بالوقود: يمكن أن يكون لاستخدام وقود ديزل أنظف (أي: وقود تنخفض به مستويات الكبريت)أثر مباشر في تقليل انبعاثات الجسيمات الصغيرة كما يتيح استخدام تكنولوجيات متقدمة لمكافحة الانبعاثات.

تحديث الطرازات القديمة:

تعد محفزات أكسدة الديزل ومرشحات االجسيمات هي أكثر أنواع التكنولوجيا شيوعا في تحديث الحافلات الثقيلة التي تعمل بالديزل، أما المرشحات الترابية فلا تزال جديدة و ليست شائعة الاستخدام حتى الان، ويمكن تركيب وسائل التحكم في انبعاثات الديزل في العديد من المركبات بما في ذلك الشاحنات والحافلات ومعدات البناء والالات الزراعية وغيرها.

كما تعد محفزات أكسدة الديزل هي أيسر خيارات التحديث وأكثرها مرونة وأقلها ثمنا ويمكن استخدامها مع وقود الكبريت بمقدار ٥٠٠ جزء بالمليون أو أقل، هذا بالاضافة الى أنها يمكن أن تقلل من ٢٠% الى ٥٠% في اجمالي الPM، وتقلل ما يزيد عن ٩٠% من أول أكسيد الكربون والهيدروكربون. وتعد مرشحات الجسيمات أيضا أحد خيارات التحديث السهلة المؤثرة الا أنها تتطلب وقودا يحتوي على كمية من الكبريت مقدارها ٥٠ جزء بالمليون ويفضل ١٥ جزء بالمليون ولا يمكن أن تطبق على المركبات القديمة التي تعمل بالديزل. وقد تم تطوير تكنولوجيا جديدة بمتطلبات أخرى كأضافات الوقود أو مستويات أخرى من كبريت الوقود (مثال: المرشح الترابي).

تركيب محرك جديد

في بعض الاحوال يمكن أن يكون للهيكل المعدني للمركبة أو المحرك حياة جوهرية مفيدة، ويمكن تطوير أداء الانبعاثات وذلك بنزع المحرك الموجود بأكمله وأعادة تشغيل المركبة بمحرك جديد تنبعث منه مواد أقل تلوثا.

الاستبدال:

تعتبر محركات الديزل والمعدات المصنوعة قبل عام ١٩٩٠غير قابلة للتحديث فنيا وتكون تكلفتها باهظة، وفي تلك الاحوال يكون استبدال المحرك بأكمله أرخص في التكلفة.

٣,٤ المركبات التي تعمل بالبترول (البنزين) والكبريت:

الملوثات الأولية التي تنبعث من المركبات التي تعمل بالبنزين هي أول أكسيد الكربون وهيدروكربونات وأكسيد النيتروجين. وبالمقارنة بمركبات الديزل، تخرج المركبات التي تعمل بالبترول جسيمات أقل بشكل ملحوظ، وتكون مستويات الكبريت في البنزين أقل منها في الديزل.

وهنا نلاحظ أن خفض مقدار الكبريت في الوقود يؤدي الى انخفاض انبعاثات الجسيمات في الحال كما يسمح للمركبات المزودة بالمحفزات أن تعمل بكفاءة أكثر وبأسلوب أكثر نظافة وكذلك يمكننا من استخدام تكنولوجيا جديدة تقلل الانبعاثات بفاعلية أكثر.

المحفزات الثلاثية:

يعد المحول الحفاز هو الوسيلة المستخدمة والشائعة لتقليل انبعاثات المركبات التي تعمل بالبنزين حيث يحتوي على نخروبية مصنوعة من السيراميك المطلية بالمعادن الحفازة مثل البلاديوم والبلاتين والروديوم التي تحول ملوثات العادم الى غازات غير ضارة قبل انبعاثها من أنبوبة السحب. كان استخدام المحفزات الثنائية (لخفض الهيدروكربونات وأول أكسيد الكربون) لأول مرة في الولايات المتحدة وكندا واليابان في منتصف السبعينيات، ثم أدى تقدم التكنولوجيا الى استخدام المحفزات الثلاثية (التي تقلل أول أكسيد الكربون والهيدروكربونات وأكسيد النيتروجين) في أكثر الدول تقدما في أوائل الثمانينيات ومنتصف التسعينيات، وتسيطر المحفزات الثلاثية في الوقت الحالي عالميا على انتاج المركبات الجديدة كما في عام ٢٠٠٠ هذا بالأضافة الى أن حوالي ٨٥% من المركبات الجديدة التي تعمل بالبنزين مجهزة بالمحول الحفاز.

وللوفاء بالمعايير الصارمة للتحكم في الانبعاث والتي تم اعتمادها مؤخرا في الولايات المتحدة وأوروبا واليابان قام المصنعون بتطوير المحفزات الثلاثية بشكل كبير. تستخدم التصميمات المتطورة خلايا أصغر في النخروبية لزيادة المساحة السطحية (كثافة أعلى بالخلية)، وصيغ طلاء مختلفة لتحسين انتشار مجموعة المعادن الثمينة (مساحة تحول سطحي أكبر للمعادن لنفس كمية كتلة مجموعة المعادن الثمينة)، وادارة مطورة للاكسجين، واستقرار حراري مطور وهي بعض أو قليل من المحسنات. ويمكن أن تقلل المحفزات الاكثر تقدما الانبعاثات بشكل ملحوظ بالاعتماد على جودة الوقود، كما يقلل الكبريت بشكل كبير من كفاءة هذه الوسائل وذلك بغلق مواضع االمحفزات النشطة ، وبالرغم من امكانية تحسين كفاءة التحول باستخدام وقود يحتوي على نسبة أقل من الكبريت فأنه لا يعود الى فاعليته الاصلية بعد نزع الكبريت. ويزيد أثر الكبريت على الحفازات المتطورة في شدته كما في المركبات وفي معدات التحكم في الانبعاث المصممة لمواجهة معايير الانبعاث الاكثر خطورة.

٤,٤ دعم الشراكة من أجل وقود نظيف مركبات نظيفة لتقليل الكبريت في الوقود:

تهدف هذه الشراكة الى التخلص من البنزين الذي يحتوي على الرصاص وتقليل الكبريت في الوقود بالاضافة الى استخدام مركبات أكثر نظافة. وبينما استخدمت دول العالم مستويات مختلفة من كبريت الوقود في مراحل مختلفة للتطور الا أن مواصفات الوقود لدى الدول المتقدمة تعتمد على الاقل على ٥٠ جزء بالمليون من الكبريت لكل من وقود الديزل والبنزين. وادراكا لذلك، أقر اجتماع الشراكة العالمي الرابع لدعم شراكة الوقود النظيف والمركبات والمنعقد في الرابع عشر والخامس عشر من ديسمبر عام ٢٠٠٥ بمقر برنامج الامم المتحدة للبيئة في نيروبي بكينيا تبني هدف دعم شراكة الوقود النظيف والمركبات النظيفة وهو" تقليل الكبريت في وقود المركبات الى ٥٠ جزء بالمليون أو الى أقل من ذلك على مستوى العالم بما يتوافق مع المركبات النظيفة وتكنولوجيا المركبات النظيفة وخرائط الطريق والخطوط الزمنية المستخدمة اقليميا.

ومن خلال هذا الهدف تؤكد الشراكة أن الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية تستحق جودة هواء تساوي جودة الهواء في الدول المتقدمة، وفي الوقت ذاته أدرك الجميع أن تحسين جودة الهواء في المدن يتصل بأهداف بيئية تنموية أخرى كمكافحة الفقر و الوصول الى مياه نظيفة وجميعها تتطلب موارد مالية وبشرية نادرة. ولذلك فمن الضروري أن يحدد الموقف المحلي السرعة التي يتم بها ادخال وقود يحتوي على نسبة كبريت أقل بالاعتماد ضمن أمور أخرى على حدة مشكلات جودة الهواء في المدن ومدى توفر المركبات التي تستخدم هذا النوع من الوقود واتاحة الفرص المستقبلية لتقليل انبعاثات المركبات.

أدركت الشراكة أن جزءاً كبير من قرار تقليل الكبريت في الوقود يعتبر محليا وذلك بالتضامن مع الاطراف المعنية كمعامل التكرير ومصنعي السيارات والمحركات والمنظمات غير الحكومية والحكومات.

جدول٣: استيراتيجيات اختيارية لتقليل انبعاثات المركبات

للبنزين	للديزل	
		اذا كان مقدار الكبريت < ٥٠٠جزء بالمليون
اذا كان مستوى الكبريت في البترول لديك أعلى من ٥٠٠ جزء بالمليون وأقل من ١٠٠٠ جزء في الثانية، يكون الاختيار كالتالي: • تحتاج الى محول حفاز في جميع المركبات الجديدة وتقلل على الفور مستويات الكبريت. • قم بتحديد عمر المركبات المستعملة المستوردة ويجب أن تحتوي على محولات حفازة.	اذا كان مستوى الكبريت في وقود الديزل لديك أعلى من ٥٠٠ جزء بالمليون، لا توجد تكنولوجيا تحكم في انبعاثات الديزل يمكن استخدامها مع هذا المستوى المرتفع من كبريت الوقود. وتكون خياراتك كالاتي: • ابدأ تقليل مستوى كبريت الوقود لتحقيق الاستفادة من الانبعاثات في الحال. • قم بتطوير معايير انبعاثات المركبات واجراء تعديلات مناسبة لمحركات جميع المركبات الجديدة بالاضافة الى تقليل مستويات كبريت الوقود. • ابدأ برنامج استبدال المحركات القديمة في الاسطول.	
		اذا كان مقدار الكبريت > ٥٠٠جزء بالمليون

اذا كان مستوى الكبريت في البترول لديك ٥٠٠ جزء بالمليون أو أقل يمكنك استخدام تكنولوجيا متقدمة للتحكم في الانبعاثات، وتكون خياراتك كالاتي: • قم بتطوير معايير انبعاثات المركبات لجميع المركبات الجديدة. • تكون واردات المركبات المستعملة قاصرة على المحولات الحفازة.	اذا كان مستوى الكبريت في وقود الديزل لديك ٥٠٠ جزء بالمليون أو أقل يمكنك استخدام تكنولوجيا متقدمة للتحكم في الانبعاثات، وتكون خياراتك كالاتي: • قم بتطوير معايير انبعاثات المركبات لجميع المركبات الجديدة بالاضافة الى تقليل مستويات كبريت الوقود واجراء تعديلات اضافية على المحرك مثل اعادة تدوير غاز العادم. • قم بتحديث مركبات الديزل القديمة الثقيلة باستخدام محفزات اكسدة الديزل لتقليل الهيدروكربونات وأول أكسيد الكربون و PM واكتشف قابلية تطبيق FTF لتقليل PM بشكل أكبر.	
		اذا كان مقدار الكبريت < ٥٠جزء بالمليون

اذا كان مستوى الكبريت في البترول لديك ٥٠٠ جزء بالمليون أو أقل يمكنك استخدام تكنولوجيا متقدمة للتحكم في الانبعاثات، وتكون خياراتك كالاتي: • قم بتطوير معاييرأدق لانبعاثات المركبات لجميع المركبات الجديدة لضمان أعلى تحكم في الانبعاثات باستخدام تكنولوجيا متقدمة. • تكون واردات المركبات المستعملة قاصرة على المحولات الحفازة، والتزم بمعايير الاداء الموصوفة.	اذا كان مستوى الكبريت في وقود الديزل لديك ٥٠ جزء بالمليون، أصبح لديك المزيد من الخيارات وهي: • قم بتطويرالمزيد من معايير انبعاثات المركبات لل PM و ثاني أكسيد النيتروجين من مركبات الديزل الجديدة لضمان استخدام أحدث تكنولوجيا تحكم. • قم بتحديث مركبات الديزل القديمة الثقيلة باستخدام مرشحات الجسيمات بما يتوافق مع متطلبات المرشحات وتكنولوجيا المحرك وعمر المركبة.	

ان تبني هدف استخدام ٥٠ جزء بالمليون من الكبريت يمثل "نقطة الهدف" التي توضح الهدف السامي الذي سيساهم بقدر كبير في تقليل تلوث الهواء، كما يمكن استخدامه في تطوير الأعمال الوطنية وجهود التنسيق الأقليمية من أجل وضع "خرائط الطريق" للوصول الى وقود مطور وجودة المركبات وجودة الهواء.

ان الهدف الرئيسي- كما هو مذكور في عبارة مهمة الشراكة- هي دعم استخدام وقود ومركبات نظيفة بدلا من فرض المعايير. لذلك، فان الشراكة على استعداد أن تدعم الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية في جهودهم لتقليل معدلات الكبريت في الوقود.

٥- تقليل الكبريت في الوقود

هذا الجزء يتناول كيف يمكن أن تؤثر قرارت تقليل معدلات الكبريت في الوقود على البنية التحتية لأمدادات الوقود كما انه يعرض بعض القضايا الاضافية التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند تقليل معدلات الكبريت.

١,٥ الكبريت: من أين يأتي؟

يصنع كلا من وقود البنزين ووقود الديزل من النفط الخام الذي يختلف في الكثافة و الجاذبية والتكوين من حقل بترول الى حقل بترول أخر. يوجد الكبريت في جميع أنواع النفط الخام ولكن بدرجات متفاوتة. يحتوي النفط الخفيف كالبرنت (بحر الشمال) أو النفط الخفيف النيجيري على معدلات كبريت أقل بينما ترتفع نسبة الكبريت في النفط الخام في الشرق الاوسط. يحتوي أثقل أنواع النفط الخام خاصة في المكسيك وفنزويلا على نسبة عالية من الكبريت ويسمى "النفط اللازع". يتراوح النفط الخام في التوافق بين الماء والمواد الصلبة الشبيهة بالقطران وفي اللون من اللون الفاتح الى اللون الاسود. ويحتوي النفط الخام المتوسط على حوالي ٨٤% من الكربون، و ١٤% من الهيدروجين، و٣/١ % من الكبريت وما يقل عن ١% من كل من النيتروجين و الاكسجين والمعادن والاملاح. يوضح الجدول ٢ متوسط الخصائص لبعض أنواع النفط الخام.

جدول٣: خصائص بعض أنواع النفط الخام المختارة

	النفط الخام الذي يحوي نسبة كبريت خفيفة		**النفط الخام الذي يحوي نسبة كبريت متوسطة**		**النفط الخام الذي يحوي نسبة كبريت عالية**	
	جاذبية عالية (نفط خام خفيف)	جاذبية منخفضة (نفط خام متوسط)	نفط خفيف (Murban)	ثقيل (سلوب الشمالية)	خفيف (عربي)	ثقيل (Bacheque ro)
الجاذبية API	٣٧,٦	٢٦,٩	٣٩,٤	٢٦,٨	٣٣,٨	١٦,٨
متوسط الكبريت (ppm)	١,٣٠٠ ppm	٢,٣٠٠ ppm	٧,٤٠٠ ppm	١٠,٠٠٠ ppm	١٨,٠٠٠ ppm	٢٤,٠٠٠ ppm
معدل الكبريت (Wt.%)	0-0.5	0-0.5	0.51-1.0	0.51-1.0	1.0+	1.0+

يمكن أن يوجد الكبريت في النفط الخام إما على شكل غاز كبريتيد الهيدروجين أو كمركب كيميائي في مركبات أثقل. وعندما يتم تكرير النفط الخام في معمل التكرير ليصبح بنزين ووقود ديزل تجد مركبات الكبريت طريقها في منتجات الوقود المختلفة بما في ذلك البنزين ووقود الديزل. وبوجه عام، كلما ارتفعت كثافة النفط الخام كلما كان من الصعب ازالة الكبريت الذي يحتوي عليه.

٣,٥ معامل تكرير البترول: كيف تعمل؟

ان وظيفة معمل تكرير البترول هي معالجة البترول الخام لينتج مجموعة منتجات بمواصفات صحيحة (بما في ذلك محتوى الكبريت) بنسب صحيحة لمقابلة المواصفات المحلية وطلب السوق، وهذا يتطلب مجموعة من وحدات المعالجة. وباختصار، تكون غملية التكرير كالاتي:

١. يسكب البترول في في أعمدة تقطير مختلفة في وحدة التقطير الجوي.
٢. أخف عمود تقطير هو غاز البترول المسيل.
٣. عمود التقطير الخفيف الثاني هو نافثا وهو حاجز بنائي للبنزين. يتم ازالة الكبريت من النافثا ويتم ارسال النافثا الثقيل الى معمل التكرير لزيادة الاوكتين وينتقل النافثا الأخف الى وحدة تشكيل أو الى البنزين مباشرة.
٤. تتحول المخلفات من وحدة التقطير الجوي (مخلفات طويلة تحتوي على كبريت أكثر من النافثا) الى منتجات أخف (الديزل). وفي معامل التكرير "الشبه معقدة" يتم ذلك عن طريق وحدة معالجة الجازولين الحراري، وفي معامل التكرير "المعقدة" عن طريق وحدة التقطير الفراغي – الذي ينتج منتجات ثقيلة شمعية يتم تكسيرها بكسارة الحفاز أو كسارة مائية. وفي معامل التكرير الاكثر تعقيدا يتم كسر القطارة الشمعية من وحدة التقطير الفراغي عن طريق عدد من العمليات المختلفة.

تشتمل معامل التكرير على وحدات معالجة مختلفة مثل hydrodesulphurisation والموصوفة بشكل أكثر تفصيلاً أدناه. ويمكن أن تجد المزيد من المعلومات عن عمليات التكرير ووصف وحدات المعالجة في مطبوعات IPIECA.

٣,٥ خيارات تقليل كبريت الوقود

٥-٣-١ الدول التي ليس لديها معامل تكرير

يمكن للدول التي ليس لديها معامل تكرير أو التي تتطلب مستويات أقل من الوقود الذي يحتوي على نسبة كبريت أقل أن تخفض معدلات الكبريت عن طريق بيعه في الاسواق العالمية. كما ان تصدير هذا الوقود كانت خطوة أخذتها الدول التي تملك

معامل تكرير والتي تحتاج الى مقابلة مواصفات جديدة للوقود تكون أكثر صرامة الا ان هذه المعامل لا تزال خاضعة للتطوير. على سبيل المثال، استوردت كلا من الهند و الفلبين مؤقتا الوقود الذي يحتوي على نسبة كبريت أقل في حين تم تحديث المعمل لديهم من أجل مقابلة المواصفات الاكثر صرامة.

٥-٣-٢ الدول التي تمتلك معامل تكرير

الانتقال الى النفط الخام الذي يحتوي على نسبة كبريت أقل

ان الدول التي تقوم بتكرير وقودها يمكنها أن تقلل نسبة الكبريت بشكل ملحوظ في الوقود عن طريق الانتقال الى النفط الخام اذا سمحت بذلك الشروط التي تم تحديدها. على سبيل المثال، الانتقال من البترول العربي الخفيف (الذي يحتوي على أكثر من ١% من الكبريت) الي البترول الخام النيجيري الخفيف (الذي يحتوي على أقل من ٠,٥ % من الكبريت) يمكن أن يقلل محتوى الكبريت الموجود في مكون الديزل من ١,٥% (10.500 ppm) الى ٠,١٣% (1300ppm). لذلك، فعن طريق اختيار البترول الخام بمفرده يكون من المجدي انتاج وقود الديزل الذي يحتوي على نسبة كبريت من ١,٠٠٠- ٢,٠٠٠ ppm وليس أقل من ذلك. وقد استخدمت الصين طريقة استخلاص الخام من المصادر التي تحتوي على كبريت أقل. وقبل الانتقال من نوع نفط الى نوع أخر يجب تقييم العوامل مثل معدلات الجاذبية في الخام الجديد لمطابقة المواصفات المحددة لمعمل التكرير.

ازالة الكبريت من مكونات الوقود

من الضروري لانتاج وقود يحتوي على نسبة من الكبريت تساوي او تقل عن 1,000 PM ايجاد خيارات لازالة الكبريت في مرحلة التقطير التجزيئي وذلك قبل مرحلة المزج النهائية. وقد تتم ازالة الكبريت سواء مع او بدلا من استخدام نفط خام يحتوي على نسبة ضئيلة من الكبريت. وكثيرا ما تجد معامل التكرير ان الاستثمار في انشاء معامل لازالة الكبريت من الوقود يكون اكثر توفيرا من الناحية الاقتصادية(مثل وحدة ازالة الكبريت) ثم العمل بعد ذلك على ازالة الكبريت من النفط الخام الذي يحتوي على نسب عالية من الكبريت. أما المعامل الاقل تعقيدًا تكون امام العديد من الخيارات بالنسبة لاستثمار راس المال في انشاء وحدات جديدة لازالة الكبريت.

إن اكثر التقنيات استخداما هي المعالجة بالهيدروجين في ازالة الكبريت من الوقود. فمن الضروري لازالة الكبريت من الوقود ان تتم المعالجة بالهيدروجين.

اما بالنسبة للديزل، فتمثل عملية ازالة الكبريت صعوبة وتحتاج الى استخدام وحدات اكثر تعقيدا للضغط العالي. وتحتاج عملية ازالة الكبريت من الديزإلى المرور بمرحلتين من المعالجة. وعادة ما تقوم المعالجة بالهيدروجين بتحسين خواص وقود الديزل وزيادة قابليته للاحتراق. ومع ذلك، هناك مقياس اخر للجودة يجب وضعه في الاعتبار وسيأتي ذكره في الفقرة ٥-٤.

الخيار الاخر لازالة الكبريت من وقود الديزل هو انشاء وحدات التكسير المهدرج. ويعتبر هذا الخيار اكثر الخيارات تكلفة لأنه أكثر تعقيدا(يعادل ٤- ٥ مرات تكلفة المعالجة بالهيدروجين) وهذه الوحدة هي عبارة عن مصنع معقد يحتاج إلى الكثير من الهيدروجين لكي يعمل.وتنتج هذه الوحدة مكونات وقود الديزل والكيروسين عالية الجودة وتحتوي على نسبة ضئيلة من الكبريت. وفي الاغلب تتم الموافقة على وحدات التكسير بالهيدروجين تجاريا اذا كان هدف الوحدة هو انتاج المزيد من الكيروسين والديزل وليس فقط خفض نسبة الكبريت.

تستطيع وحدة التكسير بالهيدروجين خفض نسبة الكبريت الى ٥٠ج.ف.م. اما الوصول الى نسبة اقل من الكبريت فلا تتم الا من خلال المعالجة والتكسير بالهيدروجين.

وبتزايد الطلب إلى خفض نسبة الكبريت، ستستمر تقنيات معالجة الكبريت في التطور. وقد بدأ استخدام بعض التقنيات الحديثة او البديلة في معامل التكرير والتي من شانها ايضا تقليل راس المال والتكلفة.

٤,٥ تقليل نسبة الكبريت في الوقود - اعتبارات اضافية

هناك عددا من الاعتبارات الاضافية التي تخص خفض نسبة الكبريت من خلال تحسين عمليات معامل التكرير ويشمل ذلك ما يلي:

- تحتاج بعض عمليات التكرير الى المزيد من الهيدروجين (عنصر اساسي في عمليات التكرير) ويجب ان يكون تقييم مصدر الهيدروجين وتكلفته جزء من عملية صنع القرار.
- هناك بعض عمليات معامل التكرير التي يكون لها تاثير على الطاقة. وذلك يعني استخدام أعلى للطاقة وزيادة في انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون ويجب وضع هذه النقطة في الاعتبار عند فحص خيارات خفض نسبة الكبريت.
- يجب ان تشتمل العمليات التقنية الخاصة بخفض نسبة الكبريت على مواصفات الوقود مثل الاوكتان في البترول ومقياس قابلية احتراق الوقود والاروماتيك في وقود الديزل.
- من الممكن ان يزيد وقود الديزل الذي يحتوي على نسبة منخفضة من الكبريت من قابليته للاحتراق والتي تحسن من اداء المحركات وتقلل من العادم. وفي الوقت نفسه ينتج عن ازالة او خفض مستويات الكبريت في الوقود تقليل لزوجته والتي تكون ضرورية لاداء المحركات وتقليل نسبة تلف الاجزاء المعدنية مثل المحركات ومضخة الوقود. وهناك مواد يتم اضافتها للوقود لتفادي هذه الاخطاء.
- تقوم بعض عمليات ازالة الكبريت أو خفض نسبته بخفض الاوكتين في البترول والذي يتطلب معالجته حتى يتوافق مع المواصفات المطلوبة للوقود وما يناسب حاجة المحركات.

- تؤدي احيانا خفض نسبة الكبريت في الوقود الى خفض محتوى الاروماتيك فيه. وهذا قد يؤثر على موانع التسربالمرنة ويتسبب في تسرب الوقود. اما السيارات التي تحتوي على جزاء متطورة فانها تكون اقل تاثرًا بذلك، ومن ناحية اخرى فان تقليل نسبة الاروماتيكتساعد على تقليل الانبعاثات.
- الوقود الذي يحتوي على نسبة منخفضة من الكبريت لا يحتاج لتخزين خاص ولكن يجب الاهتمام بتجنب التلوث العكسي(الخلط) بين منتجات الوقود منخفضة الكبريت ومرتفعة الكبريت مثل وقود الطائرات ووقود وسائل المواصلات البرية. من الممكن منع الخلط من خلال وضع اجراءات حازمة لمراقبة الجودة مثل تامين وجود تسهيلات كافية للتخزين لمختلف المنتنجات.
- يجب منع الخلط بين المنتجات التي يتم نقلها عبر الانابيب. فقد يحدث بعض الخلط في تداخل الكميات ويمكن حل هذه المشكلة من خلال وجود تتابع بين الوقود ذو نسبة الكبريت المنخفضة والمرتفعة.

٦- اعتبارات إضافية

يقدم هذا القسم اعتبارات إضافية لتقليل مستويات الكبريت في الوقود. ومن الممكن أن تمثل تلك الاعتبارات فوائد إضافية (مثل زيادة عمر المحرك وتقليل تكلفة الصيانة) أو قضايا إضافية تؤخذ في الاعتبار أثناء وضع إستراتيجية ما (مثل التمييز بين المستويات القائمة في مراكز المحافظات وغيرها من المناطق بالإضافة إلى قضايا الغش).

١,٦ المناطق الحضرية مقابل الريفية

نظرا لأن المناطق الحضرية هي الأكثر تأثرا بتلوث الهواء، فقد قررت العديد من الدول طرح وقود بنسبة أقل من الكبريت في المدن أولا قبل التوسع في تعميمه على باقي أنحاء البلاد. على سبيل المثال، سوف يركز المعيار الجديد للكبريت في الوقود في المكسيك، والذي يستهدف طرح وقود بنسبة أقل من الكبريت (١٥ جزء بالمليون لوقود الديزل) في عام ٢٠٠٧، على العاصمة أولا ثم يليها مراكز المحافظات (في عام ٢٠٠٩) وبعد ذلك يعمم علي باقي أرجاء البلاد بحلول عام ٢٠١٠. أما في البرازيل، فإن مواصفات الوقود في الريف هي ٢٠٠٠ جزء بالمليون في حين أنها تصل في مراكز المحافظات إلى ٥٠٠ جزء بالمليون (انظر الجدول رقم ١ الفصل رقم ٣). وبالإضافة إلى المعايير الأشد حزما والتي تقلل من الانبعاثات، فإن مستويات "مراكز المحافظات" تسمح أيضا بتنفيذ مشروعات التحديث (على سبيل المثال، تطبيقها على أساطيل الحافلات العاملة في المناطق الحضرية)- في حالة ما إذا كانت المستويات منخفضة بما فيه الكفاية. ومع ذلك، يتسبب طرح الوقود بنسبة أقل من الكبريت في بعض أجزاء البلاد في مشكلات مثل عدم إتاحة الوقود الأنظف للسيارات التي تحتاج هذا النوع من الوقود خارج مراكز المحافظات واحتمالية التزويد بوقود غير مناسب وتوليد نوع من التلوث. ومن ثم يتبين في العديد من الحالات أن هذا الأسلوب يستخدم في أساطيل المركبات التي تتمركز في الحضر مثل الحافلات وسيارات الأجرة. وكلما زاد استخدام الأسطول لهذا النوع من الوقود، زاد الطلب على الوقود منخفض الكبريت وبالتالي تزداد احتمالية انخفاض تكلفة توفير الوقود وهذا يشجع على زيادة إنتاج الوقود منخفض الكبريت وتسهيل انتشاره في السوق.

٢,٦ محاور نقل بين الدول وبعضها

سوف تبدأ العديد من الدول تنفيذ محاور للنقل بين الأقاليم والدول وبعضها. ففي الولايات المتحدة على سبيل المثال، تم تأسيس مجموعة متنوعة من مشروعات محاور الديزل على طول الساحل الغربي (المحور التعاوني للديزل بالساحل الغربي) وفي وسط الغرب (مبادرة الديزل النظيف في وسط الغرب ومشروع طرق السموات الزرقاء) وعلى طول الساحل الشرقي (المحور التعاوني للديزل بوسط الأطلنطي والمحور التعاوني للديزل بالشمال الشرقي) مع صياغة تشريع قومي لتحديد مستوى الكبريت بأقل من ١٥ جزء بالمليون.

وإن المحور التعاوني للديزل بالساحل الغربي هو شراكة بين قادة من الحكومة الفيدرالية والمحلية وحكومة الولاية والقطاع الخاص والمجموعات البيئية الملتزمة بتقليل انبعاثات الديزل على طول الساحل الغربي. وتركز هذه الشراكة على خلق ودعم وتنفيذ مشروعات تقليل انبعاثات الديزل. وهي أيضا تعمل على ضمان إتاحة الوقود النظيف في مختلف أنحاء الساحل الغربي من نظام الطرق بالولايات المتحدة.[٢٠]

ومثال آخر على ذلك، قامت روسيا باقتراح تأسيس محور لتخفيض نسبة الكبريت في الوقود بينها وبين أوروبا من أجل التمكن من استخدام مركبات ذات تكنولوجيا أحدث في السفر والتجارة والتي لا يمكن أن تعمل بالوقود الذي يحتوي على نسب أعلى من الكبريت.[٢١]

٣,٦ القضايا المتعلقة بالمحرك والمركبات

٦-٣-١ صيانة المركبات

يساعد خفض نسبة الكبريت في الوقود في تآكل وتحميض زيت المحرك مما يزيد من طول الفترة الفاصلة بين عمليات الصيانة ومن ثم يقلل تكلفة الصيانة.

جدول رقم ٤: المكونات المحتمل تأثرها بانخفاض مستويات الكبريت في الوقود الديزل[٢٢]

---

[٢٠] لمزيد من المعلومات عن هذه المبادرات، تصفح المواقع التالية:

http://www.westcoastdiesel.org/
http://www.epa.gov/midwestcleandiesel/index.html
http://epa.gov/region6/6xa/blue_skies_collaborative.htm
http://www.dieselmidatlantic.org/diesel/index.htm
http://www.northeastdiesel.org/

[٢١] أخبار وقود الديزل (٩ يونيو ٢٠٠٣) وزارة النقل الروسية، مخطط المركبات ٢٠٠٥ – الديزل منخفض الكبريت لحاملات بضائع دولية.

http:// www.findarticles.com/p/articles/mi_m0CYH/is_10_7/ai_103382165

[٢٢] http://www.adb.org/Vehicle-Emissions/General/diesel.asp#2

التأثير المحتمل	تأثير انخفاض نسبة الكبريت	المكونات المتأثرة
زيادة عمر المحرك وانخفاض معدل الإصلاحات المتكررة	انخفاض معدل التآكل	حلقة الكباس
زيادة عمر المحرك وانخفاض معدل الإصلاحات المتكررة	انخفاض معدل التآكل	بطانة الاسطوانة
انخفاض معدل التآكل في حلقة الكباس/ بطانة الاسطوانة بالإضافة إلى انخفاض التغيرات المتكررة في الزيت	انخفاض الرواسب مما يؤدي إلى انخفاض الحاجة إلى إضافات قلوية	الزيت
انخفاض معدل استخدام قطع الغيار	انخفاض معدل التآكل	العادم

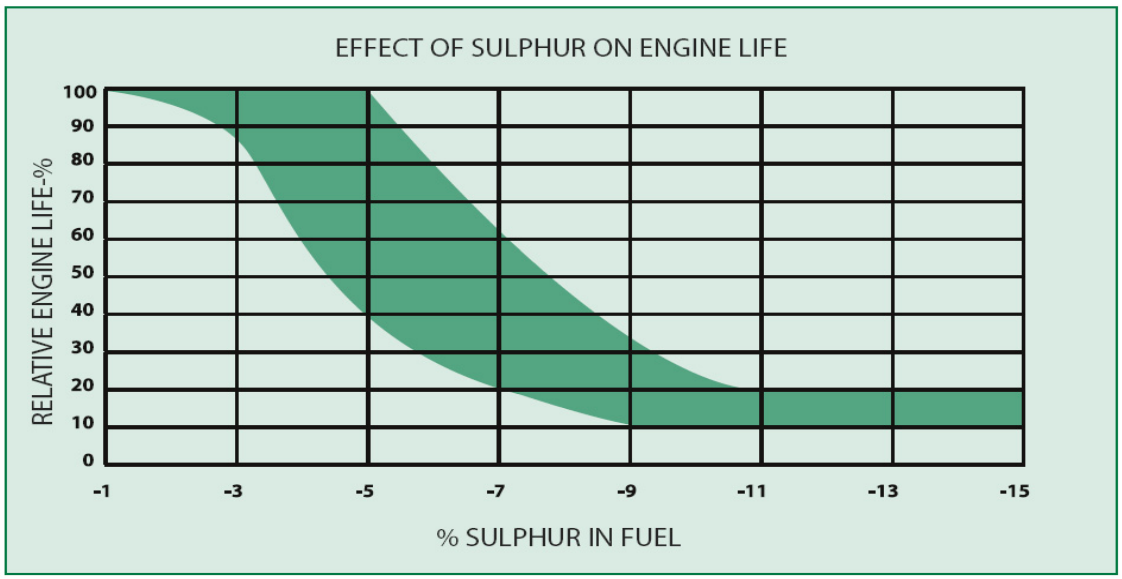
وتعتمد القيمة الفعلية للفوائد على الأجواء المحلية والاستخدام طويل المدى للوقود منخفض الكبريت. وقد قدر وكالة حماية البيئة بالولايات المتحدة متوسط المدخرات التاتجة عن هذا الأمر بحوالي ١,٤ سنت/جالون بالنسبة لمركبات الديزل خفيفة الأحمال، وسنت/جالون بالنسبة لمركبات الديزل متوسطة الأحمال و٧. سنت/جالون لمركبات الديزل ثقيلة الأحمال.٢٣ وتولد تلك الفوائد مدخرات تقدر من ١٥٣ دولار أمريكي إلى ٦١٠ دولار أمريكي بالنسبة لعمر المركبة.

٦-٣-٣ عمر المحرك

يقلل وجود الكبريت في الوقود من عمر محرك المركبة بشكل كبير. وهذا بالتحديد يعنى بمستويات الكبريت المرتفعة (فوق ٢٠٠٠ جزء بالمليون). ويظهر الرسم البياني التالي زيادة عمر المحرك نتيجة لتقليل مستويات الكبريت في الوقود.ومن المقدر أن يزيد التحول من ١,٥% (١٥٠٠٠جزء بالمليون) من الكبريت في الوقود إلى ١.% (١٠٠٠ جزء بالمليون) من الكبريت في الوقود من عمر المحرك بنسبة تتراوح بين ٨٠% إلى ٩٠%.

[٢٣] وكالة حماية البيئة، الولايات المتحدة الأمريكية (٢٠٠٠) تحليل التأثير التنظيمي: محركات الأحمال الثقيلة ومعايير المركبات ومتطلبات التحكم في الكبريت بوقود الديزل http://www.epa.gov/otaq/highway-diesel/regs/exec-sum.pdf

شكل رقم ٣: انخفاض عمر المحرك نتيجة لزيادة مستويات الكبريت في الوقود[٢٤]



٦-٣-٣ الكبريت في زيت المحرك

بالإضافة إلى الوقود، تحتوي معظم زيوت التشحيم المستخدمة في حماية المحركات من التآكل على كبريت. في الوقت الذي يتدفق فيه زيت المحرك إلى غرفة الاحتراق، يجد هذا الكبريت لنفسه طريقا إلى دخان العادم مما يضعف تشغيل نظم التحكم

[٢٤] http://www.fleetwatch.co.za/supplements/SADiesel/DieselFactsFictionS.htm , مؤسسة ديترويت لوقود الديزل، مركز خدمات التشحيم

في ارنبعاثات. وكلما انخفضت مستويات الكبريت في الوقود، زاد التأثير النسبي للكبريت الموجود في زيوت المحركات.[٢٥] وتستخدم العديد من الدول المتقدمة، ومنها الولايات المتحدة واليابان ودول أوروبا، جودة زيت المحرك التي يتم تنظيمها ذاتيا من قبل أهل الصناعة وبطريقة طوعية نظرا لتعقيد عملية ضمان جودة تشحيم مناسبة للمحركات المستخدمة. وينبغي على الدول التي تستخدم زيوت محركات رديئة الجودة أن تناقش هذه القضية مع أهل الصناعة المحليين (صانعوا السيارات والمحركات والزيوت والإضافات الأخرى) أثناء تبني سياسات لتخفيض الكبريت في الوقود.

٤,٦ الإنفاذ والإذعان

يعتبر الإنفاذ جزءا حيويا من عملية تشجيع الحكومات والشركات والأطراف المعنية الأخرى على الوفاء بالتزاماتهم البيئية. ويردع الإنفاذ هؤلاء الذين قد ينتفعون من انتهاك القانون ويتسببون في الإضرار بغيرهم من الملتزمين.

ويعد الإنفاذ أمرا حيويا لضمان أن تركيبة الوقود تلبي بالفعل المعايير المحددة كما يمكن مكونات التحكم في الانبعاثات الموجودة بالمركبات على العمل كما هو مصمم لها. ويتطلب الأمر عادة الوفاء بمعايير وقود المركبات سواء كان بنزينا أو ديزل من قبل القائمين على التكرير والمستوردين والأطراف الأخرى العاملة في نظام توزيع الوقود.

٥,٦ الغش

يعاني العالم من مشكلة غش الوقود والتي من الممكن أن تحدث تأثيرا عكسيا على الانبعاثات الصادرة من المركبات المزودة بمحرك. ومن أكثر أشكال الغش شيوعا خلط وقود الديزل بكيروسين أرخص ولكنه يحتوي على نسب أعلى من الكبريت.

ومن الطرق الرئيسية لضمان تقليل ظاهرة غش الوقود إلى الحد الأدنى إنفاذ معايير الوقود بمعامل التكرير والمضخات. وفيما يلي روابط تقدم معلومات إضافية عن الغش (مع دراسة حالة لغش الوقود في الهند ونيبال، حيث إنها تمثل مشكلة مستمرة):

http://www.cpcb.nic.in/fueladultration/ch60703.htm
http://www.cleanairnet.org/caiasia/1412/articles-58998_Fuel_Adulteration_Ale.pdf

[٢٥] وقد يحتوي زيت المحرك أيضا على فسفور ورماد، مما قد يتسبب في تلف نظم التحكم في الانبعاثات. وقد يتطلب الأمر وجود بعض هذه المكونات لحماية المحركات من التآكل المفرط، لذلك ينبغي أن تترك قضية تصنيع زيوت التشحيم إلى أهل الصناعة.

ملحق (أ) نظرة عامة على الملوثات الرئيسية الناجمة عن المركبات

الملوث	آثاره على الصحة	ملحوظات أخرى
(PM) مواد جسيمية	- ربو متفاقم - ضعف في وظائف الرئة - نوبات قلبية - خطر الوفاة المبكرة - تعتبر ملوثات الديزل من المواد المسرطنة	تنبعث الجسيمات الصغيرة (التي يساوي قطرها ٢,٥ ميكرون) مباشرة من مصادر الاحتراق كما ان لها مصدر ثانوي وهو الانبعاثات الغازية مثل ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين والمركبات العضوية. تشكل الجسيمات ذات القطر ٢,٥ ميكرون خطرًا جسيمًا لأنها تستطيع الوصول الى اعماق الرئة. كما يمكنها البقاء في الجو لايام واسابيع والانتقال عبر الهواء لمئات والاف الكيلومترات.
الهيدروكربونات (HC)	تتضمن العديد من المركبات السامة التي تسبب السرطان كما ان لها آثار اخرى جسيمة على الصحة	كما تتفاعل الهيدروكربونات مع أكاسيد النيتروجين في وجود ضوء الشمس لتكون غاز الأوزون. أما في المناطق الحضرية فتنتج نسبة كبيرة منها عن وسائل المواصلات
(NOx) أكاسيد النيتروجين	- تتفاعل مع الهيدروكربونات لتكون غاز الاوزون الذي يسبب مشكلات خطيرة للجهاز التنفسي. - تتفاعل لتكون النترات والضباب الحمضي وثاني اكسيد النيتروجين الذي يسبب ايضا مشكلات في التنفس	تشير أكاسيد النيتروجين الى مكونات ومشتقات مختلفة في عائلة اكاسيد النيتروجينوتتضمن ثاني اكسيد النيتروجين وحمض النيتريك واكسيد النيتروس والنترات واكسيد النيتريك. تعد اكاسيد النيتروجين أحد المكونات الاساسية التي تدخل في تكوين غاز اوزون سطح الأرض . تتفاعل أكاسيد النيتروجين ليكون النترات والضباب الحمضي. يمكن لأكاسيد النيتروجين والملوثات الناتجة عنها الانتقال الى مسافات بعيدة.
(SOx) أكاسيد الكبريت	- تتسبب في أمراض التنفس خاصة للأطفال وكبار السن. - تزيد من خطورة أمراض القلب والرئة.	تساعد في تكوين الملوثات الجوية التي تسبب ضعف الرؤية كما يمكنها الانتقال عبر مسافات طويلة وتترسب في اماكن بعيدة عن مصدرها الاصلي.
غاز الاوزون (O3)	يتسبب في العديد من المشكلات الصحية حتى عند وجوده بمستوى منخفض؛ من الممكن ان يسبب دمر كامل للرئة بعد التعرض له لفترة لطويلة كما يزيد من خطر الوفاة المبكرة.	لا ينتج غاز اوزون سطح الارض مباشرة من عوادم السيارات ولكنه ينتج عن تفاعلات يدخل فيها الهيدروكربونات واكاسيد النيتروجين في وجود ضوء الشمس.
أول اكسيد الكربون (CO)	- تعتبر من المواد السامة حتى بالنسبة للأصحاء عند ارتفاع مستوى وجودها في الهواء؛ كما تؤثر المستويات المنخفضة منها على مرضى القلب كما تؤثر على الجهاز العصبي المركزيوتزيد من خطر الوفاة المبكرة للاطفال وتزيد من نسب المواليد ناقصي الوزن.	تعتبر السيارت من المصادر الرئيسية في رفع مستويات اول اكسيد الكربونفي المدن؛ حيث تساهم بنسبة ٩٥% في مدن الولايات المتحدة الامريكية.

المصادر:
وكالة حماية البيئة الامريكية
www.epa.gov/air/urbanair/6poll.html
الاتحاد الطبي الامريكي

ملحق ٣- مستويات الكبريت لكل دولة في مناطق الدول النامية والاقتصاديات الانتقالية (مارس ٢٠٠٨)

أمريكا اللاتينية وجزرالكاريبي. مستويات الكبريت الناتجة عن وقود الديزل

الدولة	مستوى الكبريت في الديزل بالجزء بالمليون	مستوى الكبريت في البنزين بالجزء بالمليون	التعليقات	المصدر
أنجلا				
أنتيجو وبربودا				
الأرجنتين	٢٥٠٠/٥٠٠	٥٠٠/٣٠٠	هناك مستويات متعددة متاحة بالسوق. والهدف بعام ٢٠٠٩ هو الوصول إلى ٥٠ جزء بالمليون بالمدن/١٥٠٠ جزء بالمليون بالديزل المحلي و٣٠٠/٥٠ جزء بالمليون في البنزين للتماشي مع Euro IV لمركبات الركاب العاملة بالديزل. ١٠ معامل تكرير	قرار ٢٠٠٦/١٢٨٣، وزارة الطاقة
أروبا				
جزر الباهاما				
باربادوس				
بليز				
مثلث برمودا				
بوليفيا	٢٠٠٠	٥٠٠	٢ معمل تكرير في البلاد	ARPEL 2007، تقييم الأثر البيني
البرازيل	٢٠٠٠/٥٠٠	١٠٠٠	الهدف في يناير من عام ٢٠٠٩ الوصول إلى ٥٠ جزء بالمليون بالنسبة للبنزين والديزل و٥٠٠ جزء بالمليون بالنسبة للديزل في المناطق الريفية للتماشي مع معايير Euro IV لمركبات الركاب. وتخصيص ٥,٥ مليار دولار أمريكي لتحديث ١٣ معمل تكرير.	قرار CONAMA 315 لعام ٢٠٠٢
جزر الكايمان				
شيلي	٩٥٠/٥٠	٧٥	مخططات للوصول في عام ٢٠١٠ إلى ٥٠ جزء بالمليون على المستوى المحلي بالنسبة للديزل والبنزين. تخصيص استثمارات قيمتها مليار دولار أمريكي لتحديث معامل التكرير، ٣ معامل.	CONOMA Chile ARPEL 2007
كولومبيا	٤٥٠٠/١٢٠٠	١٠٠٠	التركيزات في المناطق الحضرية والريفية. تنص تشريعات بوجوتا على تطبيق مستوى ٥٠٠ جزء بالمليون بالنسبة للديزل و٣٠٠ جزء بالمليون بالنسبة للبنزين بحبول ١	الجامعة الوطنية لكولومبيا؛ ARPEL 2007

			يوليو ٢٠٠٨، و٥٠ جزء بالمليون بدءا من ديسمبر ٢٠٠٩. وبالنسبة للمخطط الخاص بباقي البلاد فهو: ٣٠٠٠ جزء بالمليون بدءا من يوليو ٢٠٠٨، ٢٥٠٠ جزء بالمليون بدءا من يوليو ٢٠٠٩، و٥٠٠ جزء بالمليون بدءا من يناير ٢٠١٠، و٥٠ جزء بالمليون بدءا من ٢٠١٢. وقد تم التخطيط لاستثمارات قيمتها مليار دولار أمريكي؛ ٥ معامل تكرير	
كوستاريكا	4500		هناك خطة للوصول إلى ٥٠ جزء بالمليون بالنسبة للبنزين والديزل بحلول ٢٠٠٩	
كوبا				
دومينيك				
جمهورية الدومينيك				
اكوادور	٧٠٠٠/٥٠٠	٢٠٠٠	يتطلب الأمر استثمارات قيمتها مليار دولار أمريكي للوصول إلى ٥٠ جزء بالمليون بالنسبة للديزل والبنزين. ٣ معامل	ARPEL 2007
السلفادور	5000			تقرير ورشة عمل منظمة كيوكيولكان، جواتيمالا ٢٠٠٤
جويانا الفرنسية			لا يوجد معامل	
جرينادا				
جواتيمالا	5000			تقرير ورشة عمل منظمة كيوكيولكان، جواتيمالا ٢٠٠٤
جويانا			لا يوجد معامل تكرير	
هايتي				
هندوراس	5000			تقرير ورشة عمل منظمة كيوكيولكان، جواتيمالا ٢٠٠٤
جامايكا	٥٠٠٠			تستهدف جامايكا تطبيق ٢% لإضافات الديزل الحيوي
المكسيك	٥٠٠/٣٠٠	١٠٠٠/٥٠٠	تركيزات المدن/المناطق الريفية. خفض مستويات البنزين إلى متوسط ٣٠ جزء بالمليون/٨٠ في يناير ٢٠٠٩ لكافة أنحاء البلاد؛ ١٥ جزء بالمليون بالنسبة للديزل في يناير ٢٠٠٩ للمناطق الحضرية، في سبتمبر ٢٠٠٩ لباقي أنحاء البلاد.	SEMARNT ,PEMEX
مونتسرات				

نيكارجوا	5000			ARPEL 2005
بنما	5000			تقرير ورشة عمل منظمة كيوكيولكان، جواتيمالا ٢٠٠٤
باراجواي	5000	١٥٠٠	معمل تكرير واحد في البلاد	ARPEL 2007
بيرو	٥٠٠٠/٣٠٠٠	٢٠٠٠	اصدرت الحكومة مرسوما في يوليو ٢٠٠٥ خاص بالديزل من أجل الوصول الى ٥٠ جزء في المليون في المراكز الحضرية، و١٥٠٠ جزء في المليون في مختلف أنحاء البلاد بالنسبة للديزل بدءا من عام ٢٠١٠. ٦ معامل تكرير، ويتطلب الأمر مليار دولار أمريكي لإجراء التحديث.	تقرير يوسبا اليومي للبينة "بيرو تخفض استهلاك الديزل المحتوى على نسب عالية من الكبريت، وتضع حد أقصى لخفض محتوى الكبريت"
برتو ريكو				
سانت كيتس ونيفس				
سانت لوسيا				
سانت فينسنت وجزر جرانيدين				
سورينام	5000			ARPEL 2005
ترينيداد وتوباجو	1500			ARPEL 2005
جزر الترك وكايكوس				
أوروجواي	8000	١٠٠٠	مخطط لعام ٢٠١٠، ٥٠ جزء في المليون للديزل، ٣٠٠ جزء في المليون للبنزين على المستوى المحلي، معمل تكرير.	ARPEL ٢٠٠٧
فنزويلا	5000	١٥٠٠	مخطط لعام ٢٠١٠، ٢٠٠٠ جزء في المليون للديزل، و٤٠٠ جزء في المليون للبنزين، ٥ معامل تكرير	ARPEL ٢٠٠٧
جزر فيرجين				
المجموع ٤٢ دولة				

المراجع :

رابط أليكسندر للغاز والبترول، http://www.gasandoil.com/ goc/news/ntl72640.htm

عرض ARPEL فبراير ٢٠٠٧ لجوزيف فيلكس جراسيا http://www.unep.org/pcfv/PDF/FundamentalsFuels-ING.pdf، ARPEL ٢٦ يوليو ٢٠٠٥، مراسلات شخصية

إدارة معلومات الطاقة، الولايات المتحدة، http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/contents.html,

مايكل والش، مستشار دولي، التقرير العالمي للوقود النظيف، ٢٦ يونيو ٢٠٠٥

SEMARNAT، إعلان **PEMEX** للديزل منخفض الكبريت، ديسمبر ٢٠٠٥، http://portal.semarnat.gob.mx/ comunicacionsocial/boletines_2005_275.shtml

غرب أسيا والشرق الأوسط وشمال إفريقيا- مستويات الكبريت في وقود الديزل

الدولة	مستوى الكبريت ج.ف.م (جزء بالمليون)	ملاحظات
الجزائر	900	نفط خام خفيف ولا يوجد خطط لتصنيع المزيد من النفط
البحرين	5000(500)	خفض مستوى الكبريت في عام ٢٠٠٧
مصر	5000	لا توجد خطط لخفض المستويات، الثابت ١٠٠٠٠ج.ف.م
ايران	5000	١٠٠٠ج.ف.م
العراق	10000	المستويات الحقيقية ٢٥٠٠٠ ج.ف.م. ولا توجد خطط
اسرائيل	50	
الاردن	٣٥٠	المستويات الحقيقية ١٢٠٠٠ جزء في المليون. للإنتاج والاستيراد ٣٥٠ جزء في المليون كحد أقصى- المعيار الدولي ١٤٥٩٦. ومن المخطط خفضه إلى ٥٠ جزء في المليون بعد الانتهاء من توسيع قاعدة معامل التكرير.
الكويت	3500	المستويات الحقيقية ٥٠٠٠ج.ف.م ولا توجد خطط
لبنان		لا تتوافر معلومات
الجماهيرية العربية الليبية	1000	المستويات تساوي تقريبا ١٥٠٠ ج.ف.م
المغرب	٥٠/٣٥٠	الوصول إلى ٣٥٠ جزء في المليون و٥٠ جزء في المليون في نطاق ضيق جدا (KT) منذ عام ٢٠٠٧. وتشير المخططات إلى الوصول إلى ٥٠ جزء في المليون بالكامل بحلول ٢٠٠٩ (بمجرد الانتهاء من مشروع التحديث).
عمان	٥٠٠-٥٠	قامت شركة معامل تكرير البترول العمانية بتركيب وحدة هيدرة للكبريت وقامت بتطبيق معيار ISO-1400 1:2004 بشأن الإدارة البيئية والذي يعمل على خفض الكبريت من الوقود.
فلسطين	10000	
قطر	5000	
السعودية	5000	المستويات الحالية ١٠٠٠٠جزء في المليون، وتشير الخطط إلى الوصول الى ٥٠٠جزء في المليون بحلول و ٥٠ جزء في المليون في المستقبل
سوريا	6500	المستويات الحقيقية ٧٠٠٠ج.ف.م
تونس	10000	المستويات الحقيقية ١٠٠٠٠ج.ف.م وتتحقق التغيرات في عام ٢٠١١
الامارات العربية المتحدة	5000	الخطط الوصول الى ٢٥٠٠ج.ف.م في اواخر عام ٢٠٠٥

		و٥٠ ج.ف.م في عام ٢٠١٠
اليمن	10000	لا توجد مستويات حالية ويعتبر النفط المحلي خفيف الى حد ما ويتم تصديره. ومن المتوقع التحسن في ٢٠١٠
المجموع ١٩ دولة		

المراجع

http://www.hydrocarbons-technology.com/projects/sohar/
http://www.orc.co.om/business_process.shtml

MW= نظرة مايك وولش للوقود العالمي الانظف، تم ارسال المذكرة عبر البريد الاليكتروني في ٢٦يونيو ٢٠٠٥

المركز الدولي لجودة الوقود، يوليو ٢٠٠٥

ممثل الدولة= يعتمد عل معلومات تم الحصول عليها من من مختلف ممثلي الدول عبر ورشة عمل UNEP/PCFV التي عقدت في بيروت ٢٠٠٤.

لقاء شراكة مراكش مارس ٢٠٠٥

وكالة انباء الخليج

أفريقيا جنوب الصحراء- مستويات الكبريت في وقود الديزل

الدولة	مستويات الكبريت(ج.ف.م)	ملاحظات	المصدر
أنجولا	3000		"فريد سكس سميث"
بنين	5000	تستورد من ساحل العاج ونيجريا	اجتماع الشراكة من أجل وقود وسيارات انظف في بنين
بوتسوانا	500	تحصل على امداد من جنوب أفريقيا	
بوركينافاسو	5000		نقطة الاتصال Zephirin ouerdrago
بوروندي	5000	تستورد من تنزانيا وكينيا	
الكاميرون	5000		معايير الدولة/الاتصال بالدولة Molo Yenwo
الرأس الاخضر			لا توجد معلومات متوفرة
جمهورية افريقيا الوسطى	3000-5000	تستورد البترول من الكاميرون	
تشاد	5000	تستورد البترول من الكاميرون ونيجريا	
جزر القمر			لا تتوافر معلومات
الكونغو	10000	المستوى الحقيقي هو ١٠٠٠ج.ف.م	فريد سكس سميث
جمهورية الكونغو الديموقراطية	٥٠٠-٥٠٠٠		فريد سكس سميث
ساحل العاج	5000		معايير الدولة
جيبوتي	5000		الاتصال بالدولة
غينيا الاستوائية	5000- 8000	تمدها الكاميرون والجابون	
اريتريا	7000		فريد سكس سميث
اثيوبيا	٥٠٠٠	ربما تكون المعايير أعلى- سوف يتم تعديلها	فريد سكس سميث
الجابون	٨٠٠٠	تخطط للوصول الى ٥٠٠٠ج.ف.م في عام ٢٠١٠	اجتماع البنك الدولي في بروكسل
غانا	5000	المستويات الحقيقة أقل	معايير الدولة

تقرير مجموعة عمل الكبريت التابعة للشراكة للمركبات والوقود النظيف (PCFV)

غينيا	5000	تقوم السنغال بامدادها	
غينيا بيساو	5000	تقوم السنغال بامدادها	
كينيا	10000محلي 5000مستورد	تقوم شركة بترول باستيراد ٢٥٠٠ج.ف.م	معايير الدولة
ليسوتو	500	تحصل على امدادها من جنوب افريقيا	
ليبريا	5000	تحصل على امدادها من السنغال وساحل العاج	
مدغشقر	5000		فريد سكس سميث
ملوي	500		ورشة عمل PCFV، المعايير المحلية المفترض اتباعها
مالي	5000	تستورد من السنغال	
موريتانيا	5000		الاتصال بالدولة
موريشيوس	2500		معايير الدولة
موزمبيق	500		معايير الدولة
ناميبيا	500	تستورد من حنوب افريقيا	
النيجر	10000		الاتصال بالدولة
نيجريا	3000	المستوى الحقيقي ١٣٣٠ج.ف.م	الاتصال بالدولة Aminu jalal
ريونيون			لا تتوافر معلومات
رواندا	5000	تستورد من كينيا وتنزانيا	
ساوتومي وبرينسبي	3000	تستورد من أنجولا	
السنغال	5000		معايير الدولة
سيشل			لا تتوافر معلومات
سيراليون	5000	تستورد من السنغال	
الصومال			لا تتوافر معلومات
جنوب افريقيا	500	سيتم تحديد معايير محلية ٥٠ج.ف.م وهي بالفعل مطبقة في كبرى المدن	معايير الدولة
السودان	11000		الاتصال بشركة بترول

سوازيلاند	500	تستورد من حنوب افريقيا	
تنزانيا	5000		معايير الدولة
جامبيا	5000	تستورد من ساحل العاج	اجتماع الشراكة من أجل وقود وسيارات انظف
توجو	5000	تستورد من ساحل العاج ونيجريا	
اوغندا	5000	تستورد من كينيا وتنزانيا	
زامبيا	7500		معايير الدولة
زيمبابوي	500	تستورد من موزمبيق وجنوب إفريقيا	
المجموع:٤٩ دولة			

المراجع

فريد سكس سميث:مستشار البنك الدولي، مايو ٢٠٠٥

مختلف بيانات الاتصال ومعايير الدولة

اجتماعات تحت رعاية منظمة الامم المتحدة للبيئة والشراكة من أجل وقود وسيارات انظف في بنين.

مبادرة البنك الدولي من اجل هواء نظيف في اجتماعات مدن صحراء افريقيا في بروكسل ٢٠٠٤ ودكار، السنغال٢٠٠٥

شرق ووسط أوروبا & ووسط آسيا

مستويات الكبريت في وقود الديزل

الدولة	مستوى الكبريت في الديزل (ج.ف.م)	مستوى الكبريت في البنزين (ج.ف.م)	ملاحظات
ألبانيا	2000	١٥٠	تنتج معامل التكرير المحلية ٢٠٠٠ ج.ف.م (٢٠% من حصة السوق) وتستورد ٣٥٠ ج.ف.م
أرمينيا	٣٥٠	٥٠٠/١٥٠	واردات أرمينيا؛ تخطط للتحول إلى ٥٠ ج.ف.م ثم إلى ١٠ ج.ف.م بالنسبة للديزل والبنزين بدءا من ١ نوفمبر ٢٠٠٨
أذربيجان	2000	١٠٠٠	باستخدام معايير GOST، يتم خفض الكبريت في الديزل الى ٥٠٠ ج.ف.م بحلول عام ٢٠١٥
بيلاروس	350	٥٠٠	قامت بتطبيق EN 228:1993 منذ شهر سبتمبر من عام١٩٩٣ ولكن لم يخضع الوقود بشكل كامل لهذه المعايير. ونظرا لأن صناعتها تخضع للتحديث تدريجيا، من المتوقع أن تتمكن بيلاروس من إنتاج وقود منخفض الكبريت بدءا من ٢٠٠٨
البوسنة والهرسك	350	١٥٠	يتم استيراد أكثر من ٩٧ من الدول المجاورة ومنها الصرب. وهي تتبع التعليمات الأوروبية للمركبات والوقود.
بلغاريا	50	٥٠	إقرار لائحة جديدة في مايو ٢٠٠٦ تعيد ترتيب 98/70/EC، و 1999/32/EC.
كرواتيا	50	٥٠	بدأ تحديث معملي تكرير ريجيكا وسيسكا وسوف يستمر إلى ٢٠١٢ بتكلفة ٧٥٠ مليون يورو. وهي تتبع التعليمات الأوروبية للمركبات والوقود.
قبرص	50	٥٠	تتبع التعليمات الأوروبية للمركبات والوقود
جمهورية التشيك	50	٥٠	تتبع التعليمات الأوروبية للمركبات والوقود

حمهورية استوانيا	50	٥٠	تستورد الوقود. التحول تدريجيا إلى ٥٠ ج.ف.م. بالنسبة للبنزين بحلـــــــول ٢٠١١/١/١؛ و٥٠ ج.ف.م بالنسبة للديزل بحلول ٢٠١٠/١/١. وهي تتبع التعليمات الأوروبية للمركبات والوقود.
جورجيا	٣٥٠	٥٠٠	
المجر	10	١٠	تتبع معايير GOST
قزاقستان	2000	150/500	تتبع معايير GOST
قيرجستان	2000	1000	تتبـــع التعليمـــات الأوروبيـــة للمركبات والوقود.
لاتفيا	50	50	تتبـــع التعليمـــات الأوروبيـــة للمركبات والوقود.
لتوانيا	50	50	تستورد من صربيا
مونتنجرو	١٠٠٠٠	١٠٠٠	تتبـــع التعليمـــات الأوروبيـــة للمركبات والوقود.
بولندا	50	٥٠	تتبع معايير GOST
مولدافيا	2000	٥٠٠	تتنج بتروم وروميبيترول بالفعل الديزل بمستوى منخفض يصل إلـــى ١٠ ج.ف.م وقـــد حققـــت التشريعات الوطنيـة تناغمـا مـع 98/70/EC (٥٠ ج.ف.م). وهي تتبـــع التعليمـــات الأوروبيـــة للمركبات والوقود
رومانيا	٥٠	٥٠	
روسيا	٢٠٠٠/٣٥٠/٥٠/١٠	٥٠٠/١٥٠	يضم السوق تركيزات متنوعة. قامت لوكيل بإنتاج ديزل Euro 4 (٥٠ ج.ف.م.) فـــي موســـكو وســـانت بيترســـبيرج. وتقتـــرح مسودة المعايير Euro-3 للوقود بـدءا مـن ٢٠٠٩/١/١، Euro-4 بدءا من ٢٠١٠/١/١، Euro-5 بدءا من ٢٠١٣/١/١.
صربيا	10000	٢٠٠٠	تنـتج المعامـل المحليـة ١٠٠٠٠ ج.ف.م. بالنسـبة للـديزل و٣٥٠ ج..ف.م للديزل من نوع EKO مع كميات صغيرة جدا من ديزل ٥٠ ج.ف.م. المنتج في معمل تكرير بانسـيفو. ويـتم اسـتيراد الـديزل منخفض الكبريت بكميات محدودة.

سلوفاكيا	10	١٠	تتبع التعليمات الأوروبية للمركبات والوقود.
سلوفينيا	50	٥٠	تتبع التعليمات الأوروبية للمركبات والوقود.
طاجيكستان	٢٠٠٠	١٠٠٠	تتبع معايير GOST
يوغسلافيا السابقة	٥٠	٥٠	تخطط لـ ١٠ ج.ف.م. في الوقود بدءا من ٢٠٠٩ بالتماشي مع التعليمات الأوروبية، كما تم السماح بنسبة ٥% من الديزل الحيوي المستوى III
جمهورية مقدونيا			
تركيا	١٠٠٠/٥٠	١٥٠	متاح مستويات متنوعة. تحدد التشريعات الوطنية مستويات الكبريت في الديزل عند ٣٥٠ ج.ف.م. (٧٥% من حصة السوق في عام ٢٠٠٥).
تركمانستان	٢٠٠٠	١٠٠٠	تتبع معايير GOST
اوكرانيا	2000	1000	تتبع معايير GOST
أوزبكستان	5000	500/1000/5000	
المجموع 30 دولة			

يرجى ملاحظة أن بعض هذه المعلومات خاصة بالنسبة لدول الاتحاد السوفيتي السابق تعتمد على المعلومات المتاحة فيما يتعلق بالظروف القائمة وبالتالي فهي تخضع للتصحيح أو التغيير. يرجى مراسلة اليسا على البريد الالكتروني dumitrescu@unep.org لتقديم التحديث الخاص بالمعلومات

المراجع

وزارة الشئون الاقتصادية، بيلاروسيا

ورشة عمل المركبات والوقود النظيف لوسط وشرق أوروبا & تركيا http://www.rec.org/REC/Programs/pcfv/

وزارة حماية البيئة والتخطيط العمراني والتشييد، كرواتيا

تقرير مايكل والش عن الوقود النظيف العالمي

وزارة حماية البيئة، جمهورية جورجيا

مراسلات شخصية متنوعة

نتائج وتقارير مؤتمر EECCA للمركبات والوقود النظيف، ٢٤-٢٥ يناير ٢٠٠٨.

http://www.unep. org/pcfv/meetings/tiblisimeeting.asp

أسيا والمحيط الهادي – مستويات الكبريت في وقود الديزل

الدولة	مستوى الكبريت ج.ف.م	ملاحظات	المصدر
أفغانستان	١٠٠٠٠<	لا توجد معايير ولا خطط	MW
بنجلاديش	٥٠٠٠	تتم مناقشة الوصول الى ٢٠٠٠ج.ف.م (١ يورو)	ASCOPE,MW
بوتان	٢٥٠٠	لا توجد خطط واضحة	UNEP ROAP
بروناي دار السلام	١٠٠٠		ASCOPE
كمبوديا	١٥٠٠	لا توجد خارطات طرق او معايير لبرامج رسمية	ASCOPE,MW
الصين (مختلف أنحاء البلاد)	٥٠٠	تخطط للوصول الى تطبيق Euro-3، وربما Euro-4 في ٢٠١٠	MW,ممثلي الدولة
الصين (بكين)	٥٠		CAI-Asia
الصين هونج كونج	٥٠	تتم دراسة مخططات لتطبيق معايير Euro-5 (١٠ ج.ف.م.)	
الصين، ماكاو	٥٠		CAI-Asia
الصين، تايوان	٥٠		ASCOPE,MW
جزر كوك			
جمهورية كوريا الشعبية			
فيجي			
الهند (مختلف أنحاء البلاد)	٥٠٠	تخطط لتطبيق Euro-3 ٣٥٠ج.ف.م (٣يورو) بحلول ابريل ٢٠١٠	مجلة الهند الجزء II القسم ٣- الفقرة ١: الخامس من يوليو ٢٠٠٨
الهند (المناطق الحضرية)	٣٥٠	تخطط لتطبيق معايير Euro-4 (٥٠ ج. ف. م.) في ١ ابريل ٢٠١٠	
اندونسيا	٤٦٠٠	المستوى الحالي هو Euro-1 (٢٠٠٠ج.ف.م) وتخطط للوصول الى ٣يورو (٣٥ج.ف.م) عقب ٢٠١٠. هناك معملي تكرير لمستوى ٥٠٠ ج.ف.م. (٣٥%)، ومعملي تكرير عند مستوى ١٥٠٠ ج.ف.م.، ومعمل تكرير عند ٣٥٠٠ ج.ف.م. (٣٩%) وواردات عند ٥٠٠٠ ج.ف.م.	
كرباتيا			
جمهورية لاو الشعبية	٢٥٠٠	تستورد من تايلاند، فيتنام، وماليزيا. وتقوم في الوقت الحالي بوضع استراتيجية بيئية مستدامة للنقل حيث يتم من خلالها تناول	

الديموقراطية		معايير جودة الوقود	
ماليزيا	٥٠٠	تخطط للوصول الى ٥٠ج.ف.م (٤يورو) في ٢٠٠٩-٢٠١٠	ADB,ASCOPE, CAI-Asia
المالديف			
جزر مارشال			
ميكرونيزيا			
منغوليا		٥٠٠٠	ورشة عمل PCFV في يوليو ٢٠٠٨
ميانمار			
ناورو			
نيبال	٢٠٠٠		ADB
نايو			
باكستان	5000-7000		
بالاو			
بابوا غينيا الجديدة			
الفلبين	٥٠٠	مناقشات للوصول الى ٥٠ ج.ف.م (٤يورو) بحلول ٢٠١٠	CAI-Asia
جمهورية كوريا	١٠٠	تخطط للوصول الى١٠-١٥ ج.ف.م(٤يورو) بحلول ٢٠٠٧	ASCOPE,MW
ساموا			
سنغافورة	٥٠	تخطط للوصول الى ٥٠ج.ف.م(٤يورو) بحلول ٢٠٠٦	ASCOPE,WF,MW
جزر سليمان			
سريلانكا	500	تعتبر المقاييس مناسبة ولا تتخذ قرارات بشأن التقليل	MW
تايلاند	350	تخطط للوصول الى ٥٠ج.ف.م(٤يورو) بحلول ٢٠١٠	ASCOPE
تيمور ليشتي			
توكلو			
تونجا			
توفالو			
فانواتو			

فيتنام	٥٠٠	تخطط للوصول إلى مستويات منخفضة الى ١٥٠ج.ف.م بحلول ٢٠١٠	ASCOPE
المجموع: ٤١ دولة			

المراجع:

MW= تقرير مايك وولش للوقود العالمي الانظف، تم ارسال المذكرة عبر البريد الاليكتروني في ٢٦يونيو ٢٠٠٥

UNEP ROAP= اصدارات البيئة التي يقدمها المكتب الاقليمي لبرنامج الامم المتحدة للبيئة عن اسيا والمحيط الهادي

ADB= بنك التنمية الاسيوي

ديسمبر، ٢٠٠٧

CAI-Asia (٢٠٠٨): http://www.cleanairnet.org/caiasia/1412/articles-40711_SulfurDiesel.pdf Fiji (2008):

http://www.fiji.gov.fj/publish/page_8555.shtml