CAAF/09-WP/05
16/10/09

منظمة الطيران المدني الدولي

ورقة عمل

المؤتمر المعني بالطيران وأنواع الوقود البديلة

ريو دي جانيرو، البرازيل، من ١١/١٦ إلى ٢٠٠٩/١١/١٨

البند ١ من جدول الأعمال: الاستدامة والترابط البيئيان

المنافع الإضافية على صعيد جودة الهواء المحلي الناجمة عن الأنواع المستدامة من الوقود البديل للطائرات

(ورقة مقدمة من الأمانة العامة)

الموجز

في حين أن المنافع الأولية لتطوير أنواع مستدامة من الوقود البديل للطائرات تتمثّل في قدرتها على تقليص دورة حياة انبعاثات غازات الدفيئة (GHG)، فإن المواد الأولية التي تجري دراسة استخدامها ستؤدّي إلى إنتاج أنواع وقود ذات مستويات متدنية من الكبريت. وقد أصبح تخفيض مستويات الكبريت في الوقود وسيلة مثبتة لتحسين جودة الهواء المحلي كنتيجة لانخفاض مستوى انبعاثات أكسيد الكبريت (SO_x) وانبعاثات الجسيمات الدقيقة (PM).

والمؤتمر مدعو إلى الموافقة على الاستنتاجات والتوصيات الواردة في الفقرتين ٥ و٦.

١- المقدمة

١-١ على نحو ما جرى شرحه في الورقة (CAAF/09-IP/06)، فإن من شأن استخدام أنواع مستدامة من الوقود البديل أن يسمح بتقليص انبعاثات غازات الدفيئة. وقد يؤدّي تقليص مستويات الكبريت في وقود الطائرات النفاثة إلى منافع على صعيد جودة الهواء المحلي، ناجمة عن تقليص انبعاثات أكسيد الكبريت والجسيمات الدقيقة (PM).

٢- محتوى الوقود من الكبريت

٢-١ ستؤدّي إزالة الكبريت من وقود الطائرات التقليدي لإنتاج وقود طائرات نفاثة ذي مستويات متدنية من الكبريت، إلى تقليص كبير في انبعاثات الجسيمات الدقيقة وأكسيد الكبريت من الطائرات. وفي الوقت الحاضر، فإن مواصفات وقود الطائرات النفاثة تسمح بوجود حدّ أقصى هو ٣ ٠٠٠ جزء في المليون (ppm) من الكبريت، غير أن وقود الطائرات النفاثة المتوافر في الأسواق يحتوي على مستويات أدنى من الكبريت. وأظهرت الدراسات الاستقصائية التي أجريت في مختلف أنحاء العالم في العام ٢٠٠٧، أن المتوسط السنوي المرجّح لمحتوى وقود الطائرات النفاثة من الكبريت يتراوح ما بين ٣٢١

و ٨٠٠ جزء في المليون[١]. وتعتبر إزالة الكبريت بواسطة المياه التي يمكن تطبيقها لإزالة الكبريت من الوقود، عملية شائعة الاستخدام في مصافي النفط، ويجري حالياً استخدام وقود الديزل ذي المستويات المنخفضة من الكبريت على نطاق واسع في العالم. ويحتوي وقود الطائرات النفاثة ذي المستوى المنخفض من الكبريت على أقلّ من ١٥ جزء في المليون من الكبريت.

٢-٢ وجرى إثبات انخفاض الانبعاثات كنتيجة لإزالة الكبريت من وقود السيارات، والشاحنات، وغيرها من المركبات، مع تقليص مستوى الكبريت في وقود الديزل بشكل كبير في مناطق عديدة[٢]. فعلى سبيل المثال، قام الاتحاد الأوروبي واليابان والولايات المتحدة بتقليص مستوى الكبريت في وقود الديزل خلال السنوات الأخيرة. ومع هذه التغيرات جرى تقريباً إزالة انبعاثات أكسيد الكبريت، الأمر الذي سيجري شرحه في الفقرة رقم ٣، والذي أدّى إلى تقليص كبير في انبعاثات الجسيمات الدقيقة الثانوية والجسيمات الأولية المتطايرة.

٣-٢ تؤدّي عملية إزالة الكبريت بواسطة المياه والتي تستخدم لتقليص مستوى الكبريت في وقود الطائرات النفاثة إلى زيادة بسيطة فقط في مستوى انبعاثات مصافي النفط من غازات الدفيئة. كذلك، فإن انخفاض مستوى انبعاثات أكسيدات الكبريت على مستوى ارتفاع الطيران المستقيم، قد يؤدّي إلى زيادة تأثيرات الاحتباس الحراري، لأن أكسيد الكبريت في الطبقات العليا من الغلاف الجوي يقوم بعكس الإشعاعات الشمسية، وبالتالي تقلّص الاختلال الإشعاعي الإجمالي. لذلك، ينبغي دراسة الترابط ما بين المنافع على صعيد جودة الهواء وزيادة انبعاثات غازات الدفيئة أثناء التخطيط لتخفيض مستوى الكبريت في وقود الطائرات النفاثة التقليدي.

٣- الجسيمات الدقيقة (PM)

١-٣ الجسيمات الدقيقة الناتجة عن احتراق الوقود هي مزيج من أجسام صلبة مجهرية، ونقاط صغيرة من السوائل، وجسيمات صلبة وسائلة معلقة في الهواء. ويشار إلى الجزيئات الصلبة مثل السخام، على أنها جزيئات غير متطايرة. وتتكوّن الجسيمات المتطايرة من أحماض غير عضوية (وما يوافقها من أملاح مثل النترات والكبريتات)، ومن مواد كيميائية عضوية ناتجة عن عدم احتراق الوقود بشكل كامل.

٢-٣ يجري عادة تصنيف الجسيمات الدقيقة وفقاً لحجم الجزيئات. فالجزيئات التي تكون أصغر من ٢,٥ ميكرومتر تصنّف على أنها ($PM_{2.5}$)، ويشار إليها على أنها الجزيئات الدقيقة. وتتألف انبعاثات الطائرات أساساً من جزيئات دقيقة جداً ($<PM_{0.1}$)[٣].

٣-٣ يؤدّي احتراق الوقود أيضاً إلى انبعاث غازات ملوثة، ولاسيما أكسيد النتروجين (NO_x) وأكسيد الكبريت، فضلاً عن الهيدروكربونات غير المحترقة. ويشار إلى هذه المواد الملوثة على أنها مادة سالفة ثانوية لجسيمات دقيقة لأنها تتحول في الهواء إلى جسيمات رذاذ. وتشكّل الجسيمات الثانوية التي تنتج عن تفاعلات كيميائية معقدة في الجو و/أو عملية تكوّن نواة الجزيئة، قد يؤدّي إما إلى إنتاج جزيئات جديدة أو إلى إضافة هذه الجسيمات الثانوية إلى الجزيئات الموجودة. وتشمل الأمثلة على تشكّل الجزيئات الثانوية:

---

[١] و. ف. تايلور، "دراسة استقصائية لمستويات الكبريت في وقود الطائرات التجارية"، لجنة أبحاث الطيران في مجلس تنسيق الأبحاث (CRC Aviation Research Committee of the Coordinating Research Council)، شباط/فبراير ٢٠٠٩، مدينة ألفاريتا، ولاية جورجيا الأميركية.

[٢] الوكالة الأميركية لحماية البيئة، "الحملة الوطنية من أجل ديزل نظيف"، http://www.epa.gov/otaq/diesel/index.htm، أيلول/سبتمبر ٢٠٠٩.

[٣] مجلس أبحاث النقل للأكاديميات الوطنية، برنامج الأبحاث التعاوني للمطارات، "حاجات البحث المرتبطة بانبعاثات الجسيمات في المطارات"، تقرير برنامج الأبحاث التعاوني للمطارات (ACRP) رقم ٦، واشنطن العاصمة، ٢٠٠٨.

أ) تحويل ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) الذي ينتج عن أكسدة الكبريت في الوقود الأحفوري، إلى بخار حمض كبريتي (H_2SO_4)، الذي يؤلّف نقاطاً صغيرة مع تكثّف الحمض الكبريتي بسبب انخفاض ضغط البخار. ويمكن أن يتفاعل رذاذ الحمض الكبريتي أكثر مع غاز النشادر (NH_3) في الجو لتكوين جزيئات متنوعة من أملاح الكبريت (مثل كبريت النشادر $(NH_4)_2SO_4$).

ب) تحوّل ثاني أكسيد النتروجين (NO_2) إلى بخار حمض النتريك (HNO_3) ويتفاعل في الجو مع الجسيمات الدقيقة، ويتفاعل أكثر مع النشادر لتكوين جزيئات نترات الأمونيوم (NH_4NO_3).

ج) وتفاعلات تشمل مركّبات غازية متطايرة (VOC)، تنتج مركّبات عضوية قابلة للتكثيف وتستطيع أن تنتج جزيئات جوية، وتؤلّف جزيئات رذاذ عضوي ثانوي.

٣-٤ وفقاً لتحليل أجري حديثاً لتأثيرات انبعاثات الطيران على صحة الإنسان[٤]، فإن انبعاثات الجسيمات الدقيقة الأولية مسؤولة عن ١٣٪ من مجموع تأثيرات الجسيمات الدقيقة. أما الجسيمات الدقيقة الثانوية فإنها أكثر أهمية مع كون انبعاثات الجسيمات الدقيقة المرتبطة بالكبريت مسؤولة عن ٣٣٪ من مجموع تأثيرات الجسيمات، في حين أن انبعاثات الجسيمات الدقيقة المرتبطة بأكسيد النتروجين مسؤولة عن ٥٤٪. ومع وجود وقود طائرات نفاثة ذي مستوى كبريت منخفض، تتقلّص انبعاثات أكسيد الكبريت بشكل كبير، الأمر الذي يؤدّي بدوره إلى تقليص كبير في انبعاثات الجسيمات الدقيقة الثانوية. وعلى وجه الإجمال، تتقلّص انبعاثات الجسيمات الدقيقة الأولية بسبب تقلّص مستوى الكبريت في الوقود. وتؤدّي عملية إزالة الكبريت بواسطة المياه إلى إدخال تعديلات أخرى على الوقود تقلّص بدورها انبعاثات الجسيمات غير المتطايرة.

٣-٥ ما زال فهمنا الحالي لتلوّث الجسيمات الدقيقة غير كافٍ لإجراء تقييم كامل لمدى تأثير التعرّض لها على الصحة والبيئة. لكن توجد مؤشرات على أن حجم الجسيمات الدقيقة يشكّل عاملاً مهماً. فقد يمكن تنشّق الجزيئات الغليظة، ولكنها تميل إلى البقاء في الممرّ الأنفي. لكن يرجّح أن تدخل الجزيئات الأصغر إلى الجهاز التنفسي. وقد أظهرت الدراسات الصحية وجود رابط مهم ما بين التعرّض للجزيئات الدقيقة والدقيقة جداً والوفاة المبكرة بسبب أمراض القلب أو الرئة. وقد جرى أيضاً ربط الجزيئات الدقيقة والدقيقة جداً بتأثيرات من نوع أعراض القلب والأوعية الدموية، بما فيها عدم انتظام دقات القلب، والنوبات القلبية، والعوارض التنفسية مثل نوبات الربو والتهاب القصبات الهوائية. ويمكن أن تؤدّي هذه التأثيرات إلى زيادة عمليات الاستشفاء، وزيارة غرف الطوارئ، والتغيّب عن العمل أو المدرسة، وإلى وجود أيام يكون فيها النشاط مقيّداً. ومن بين الأفراد الذين قد يكونوا حسّاسين بشكل خاص حيال التعرّض للجزيئات الدقيقة، الأشخاص الذين يعانون من أمراض القلب أو الرئة، والبالغين الأكبر سناً، والأطفال[٥].

٣-٦ تحدّد منظمات وضع المعايير المتطلّبات التي يتعيّن على وقود الطائرات النفاثة أن يفي بها لجهة الخصائص الفيزيائية، والمحتوى الكيميائي، وحدود المواد الملوثة، ومتطلّبات الأداء الإجمالي. وللحدّ من انبعاثات الجسيمات الدقيقة وأكسيد الكبريت من احتراق الوقود، توجد لمعايير الوقود حدود قصوى لجهة مستوى الكبريت في الوقود. ولا يضع المجلّد الثاني (انبعاثات محركات الطائرات) من الملحق رقم ١٦ لاتفاقية الطيران المدني الدولي قواعد لهذه الانبعاثات بالذات، لأنها أساساً نتيجة لتركيب الوقود وليس لتكنولوجيا المحركات.

---

[٤] إ. برونيل يونغ، "تأثيرات انبعاثات الطيران على صحة الإنسان من خلال التغييرات في جودة الهواء والإشعاعات ما فوق البنفسجية"، أطروحة، درجة الماجستير في علوم الكترونيات الطيران والفضاء، معهد ماساشوستس للتكنولوجيا (MIT)، بوسطن، ماساشوستس، أيار/مايو ٢٠٠٩.

[٥] الوكالة الأميركية لحماية البيئة، "مراجعة المعايير الوطنية لجودة الهواء بالنسبة للجسيمات الدقيقة"، التقييم السياسي للمعلومات العلمية والتقنية، http://www.epa.gov/ttn/naaqs/standards/pm/data/pmstaffpaper_20051221.pdf، كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٥.

٤- المنافع على صعيد جودة الهواء المحلي

٤-١ لا تحتوي المواد الأولية المستخدمة لإنتاج أنواع الوقود البديل للطائرات على الكبريت، الأمر الذي يجعلها أصلاً خالية من الكبريت. ويؤدّي استخدام أنواع الوقود هذه إلى تقليص شبه كامل لانبعاثات أكسيدات الكبريت والجسيمات الدقيقة الأولية بالمقارنة مع الوقود التقليدي للطائرات النفاثة. وهي تقلّص أيضاً الجسيمات الثانوية إلى حدّ كبير.

٥- استنتاجات

٥-١ المؤتمر مدعو إلى أن:

أ) يستنتج أن الأنواع المستدامة من الوقود البديل للطائرات قد تؤمّن منافع على صعيد جودة الهواء المحلي، إضافة إلى منافعها على صعيد دورة حياة انبعاثات غازات الدفيئة.

ب) والإقرار بوجود ترابط ما بين إزالة الكبريت من وقود الطائرات التقليدي وتأثيرات انبعاثات الطائرات على المناخ.

٦- التوصيات

٦-١ المؤتمر مدعو إلى أن يوصي بما يلي:

أ) أن تأخذ الدول في الحسبان المنافع المرتبطة باستخدام أنواع مستدامة من الوقود البديل للطائرات على صعيد جودة الهواء المحلي، لدى اتخاذ قرارات بشأن السياسة العامة لاستخدامها.

ب) وأن تدرس الإيكاو أكثر المنافع البيئية لأنواع الوقود البديل ومزاياها بالنسبة إلى جودة الهواء المحلّي.