CAAF/09-WP/4
16/10/09

منظمة الطيران المدني الدولي

ورقة عمل

المؤتمر المعني بالطيران وأنواع الوقود البديلة

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

البند ١ من جدول الأعمال: الاستدامة والترابط البيئيان

تقدير انبعاثات غازات الدفيئة الصادرة من أنواع الوقود البديلة أثناء دورة الحياة

(ورقة عمل مقدمة من الولايات المتحدة)

الموجز التنفيذي

تحتوي أنواع الوقود البديلة الصادرة من الموارد المتجددة على إمكانية خفض أثر الطيران على تغير المناخ العالمي. إلا أن من الضروري الرصد الكامل لدورة حياة انبعاثات غازات الدفيئة التي تبدأ عند البئر أو الحقل أو المنجم حتى الأثر المتبقي خلف الطائرة لتحديد ما إذا كان الوقود الحيوي أو أي وقود بديل آخر يكون مفيدا للمناخ أو مضرا به. وتقدم هذه الورقة معلومات أساسية عن استخدام تحليل دورة الحياة لتقدير انبعاثات غازات الدفيئة.

والمؤتمر مدعو إلى اعتماد الاستنتاجات الواردة في الفقرة ٧ والتوصيات الواردة في الفقرة ٨.

١- المقدّمة

١-١ من شأن أنواع الوقود البديلة المطابقة المنتجة حاليا، إذا انتجت من موارد متجددة أن تتيح إمكانية لخفض إنبعاثات غازات الدفيئة الناجمة من الطيران. ولا يعود ذلك لتغيير في تركيب الوقود أو إلى أي تغيير في كفاءة المحركات وإنما يُعزى التخفيض بدلا من ذلك إلى التغيير في إنبعاثات غازات الدفيئة الناجمة من الاستخراج والانتاج والاحتراق في الوقود البديل. ومن رصد دورة الحياة لإنبعاثات غازات الدفيئة التي تبدأ عند البئر والحقل والمنجم حيث تستخرج المواد الخام للوقود وتستمر حتى الأثر المتبقي خلف الطائرة يستطيع المرء أن يؤكد التغيير في إنبعاثات غازات الدفيئة الناجمة من استخدام الوقود البديل.

١-٢ تشتمل أنواع الوقود من الكيروسين البارفيني الاصطناعي (SPK) التي يمكن انتاجها عن طريق تركيب العناصر (Fischer-Tropsh) أو بالمعالجة المائية للزيوت المتجددة إلى وقود الطائرات على تركيب جزئي من وقود الطائرات. وينتج عن احتراق الكيروسين البارفيني الاصطناعي انبعاثات تقل بمعدل ٤ في المائة تقريبا من ثاني أكسيد الكربون (في الوحدة) من كتلة الوقود بالمقارنة إلى الوقود التقليدي.

١-٣ استنادا إلى المادة الخام المستخدمة في إنتاج الوقود وتفاصيل عملية الاستخراج والانتاج، يمكن لدورة حياة انبعاثات غازات الدفيئة من وقود الكيروسين البارفيني الصناعي أن تختلف في أمرين. إذا استخدمت المنتجات المهدرة على سبيل الحصر في إنتاج الوقود وتشغيل عملية إنتاج الوقود يمكن أن تقل بالتالي الانبعاثات إلى نسبة العُشر من إنبعاثات الوقود للطائرات النفاثة. إلا أنه إذا نتج عن استخراج وإنتاج الوقود تحويل الأراضي المشبعة بمخزونات الكربون فيمكن أن ترتفع معدلات الإنبعاثات بالتالي إلى ثمانية أضعاف المعدل الناجم من وقود الطائرات النفاثة التقليدي. ويمكن أن تزيد هذه التغييرات من معدل الـ ٤ في المائة المشار إليه في الفقرة السابقة.

١-٤ تطرح هذه الورقة القضايا الرئيسية المتعلقة باستخدام تحليل دورة الحياة لتقدير إنبعاثات غازات الدفيئة الناجمة من الوقود البديل للطائرات النفاثة (٢) في الوقت الذي تسلط فيه الضوء على البحوث الجارية في الولايات المتحدة وأوروبا لتقدير دورة حياة إنبعاثات غازات الدفيئة الناجمة من الوقود البديل للطائرات النفاثة.

٢- تقدير إنبعاثات غازات الدفيئة الناجمة من أنواع الوقود البديل للطائرات أثناء دورة الحياة

٢-١ يكشف تقييم دورة الحياة تجميعا وتقييما للمدخلات والمنتجات والآثار البيئية المحتملة للنظام المنتج عبر دورته الحياتية. (٣ و٤). وبالرغم من أن تقييم دورة الحياة للوقود البديل للطائرات قد يشمل تقييما للآثار البيئية الناجمة من استخراج الموارد وإنتاج واحتراق الوقود على نوعية الهواء ونوعية المياه فضلا عن تغير المناخ العالمي، فإن التركيز يتجه هنا إلى وضع سجل بإنبعاثات غازات الدفيئة أثناء دورة الحياة من البئر وحتى الأثر المتبقي خلف الطائرة.

٢-٢ تشمل دورة حياة إنبعاثات غازات الدفيئة الغازات الناتجة من استخراج المواد الخام باحتراق الوقود المعالج بواسطة الطائرة. ويمكن وصف ذلك من خلال خمس مراحل لدورة الحياة. (١) *اقتناء المواد الخام*؛ (٢) *نقل المواد الخام*؛ (٣) *إنتاج الوقود من المواد الخام*؛ (٤) *نقل الوقود وتزويد الطائرة بالوقود*؛ (٥) *تشغيل الطائرة*. ويقدم الفصل ٢ من المرجع ٢ تفاصيل وأمثلة لهذه المراحل الخمس بالنسبة لعدد من مسارات الوقود من نوعي F-T ووقود الطائرة المتجدد (HRJ).

٢-٣ يتم وضع سجل للانبعاثات عموما بتسجيل الانبعاثات أو آثارها بالمقارنة إلى وحدة انتاجية ناجمة من الوقود. ولإجراء مقارنة عادلة للكيروسين والوقود التقليدي وهما يحتويان على مستويين مختلفين على أساس كتلة الوحدة وحجم الوحدة، وتصدر الانبعاثات على أساس الوحدة من الطاقة التي يزود بها خزان الطائرة. ولإجراء مقارنة عادلة لثاني أكسيد الكربون مع إنبعاثات غازات الدفيئة الأخرى مثل الأوكسيد النيتري والميثين التي قد تنجم عن عملية الانتاج تستخدم إمكانات الاحترار العالمي لتوحيد الانبعاثات في وحدات مكافئة من ثاني أكسيد الكربون ومعامل ثاني أكسيد الكربون. وهكذا تتوفر إنبعاثات غازات الدفيئة لدورة الحياة في شكل معادل لثاني أكسيد الكربون بمعدل مليون ميغاجول.

٢-٤ يخضع القياس في استخدام إمكانات الاحتراق العالمي لقيود عدة فيما يتعلق بدراسة أثر انبعاثات الاحتراق من غير ثاني أكسيد الكربون الناجم من الطيران (٥). وبالتالي ففي الوقت الذي يتعين فيه تقدير انبعاثات الاحتراق من غير ثاني أكسيد الكربون كجزء من دورة الحياة لتسجيل انبعاثات غازات الدفيئة لم تتحدد طريقة ملائمة لجمع هذه الانبعاثات مع الإنبعاثات الأخرى الناجمة من مراحل دورة الحياة (١ إلى ٤). (من البئر إلى خزان الطائرة) ومع إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون من المرحلة ٥ لدورة الحياة (من الخزان إلى الأثر المتبقي خلف الطائرة).

٢-٥ هنالك ثلاثة مجالات تستحق اهتماما خاصا فيما يتعلق بتقدير دورة حياة انبعاثات غازات الدفيئة هي (١) تعريف حدود *النظام*؛ (٢) تحديد *الإنبعاثات من بين المنتجات الفرعية*؛ (٣) *نوعية الانبعاثات* وعدم *التيقن*، تخضع لمناقشات إضافية في الفروع التالية.

٣- تعريف حدود النظام

٣-١ استنادا إلى المراجع التوجيهية للمنظمة الدولية لتوحيد المقاييس (٢،٣) ينبغي أن يشمل سجل انبعاثات غازات الدفيئة لدورة الحياة جزءا كاملا لانبعاثات غازات الدفيئة الناجمة من إنتاج جميع المواد والطاقة والأنشطة المرتبطة بإنتاج الوقود ليس فقط تلك التي تشملها سلسلة الانتاج الرئيسية ولكن أيضا العمليات الداعمة للمدخلات اللازمة لسلسلة الإنتاج الرئيسية. لذلك يتعين تعريف حدود النظام بحيث يشمل جميع العمليات المستخدمة في إنتاج وقود الطائرات النفاثة. ويقدم الفصل ٣ من المرجع ٢ مناقشة لمختلف المنهجيات لتعريف حدود النظام.

٣-٢ إذا تم تحويل كميات كافية من المنتجات الزراعية من إنتاج الغذاء إلى إنتاج الوقود الحيوي فسوف يحدث بالتالي تغيير في الاستخدام غير المباشر للأرض مما يتعين مراعاته في تحليل دورة الحياة. فعلى سبيل المثال يؤدي الاستخدام المحلي الكامل لمنتج زراعي معين كمادة غذائية في انتاج الوقود إلى خفض الصادر من ذلك المحصول مما يستدعي التغيير التعويضي في استخدام الأراضي في مكان آخر. وقد يؤدي التغيير الناتج من استخدام الأرض إلى زيادة كبيرة في إنبعاثات غازات الدفيئة ولا سيما إذا كانت الأرض المحولة من المناطق التي تتميز بتركيزات عالية من الكربون كالغابات المدارية والأراضي الرطبة. وعلى العكس من ذلك لا يؤدي استخدام الأراضي الزراعية المراحة أو الزيادة في إنتاج المحاصيل الحالية إلى زيادة في إنبعاثات غازات الدفيئة.

٣-٣ يتطلب التقدير الدقيق لإنبعاثات غازات الدفيئة الناتجة من الاستخدام غير المباشر للأراضي استعمال نماذج اقتصادية معقدة تشمل قطاعي الزراعة والطاقة من الاقتصاد العالمي. ويشير تقدير دورة الحياة لانبعاثات غازات الدفيئة من الوقود المتجدد للطائرات المعالج مائيا من الصويا الذي زاد من نتائج هذا التحليل الاقتصادي، إلى أن الانبعاثات الناجمة من التغيير غير المباشر في استخدام الأراضي من تحويل زيت الصويا على نطاق واسع إلى إنتاج للوقود الحيوي إلى مضاعفة إنبعاثات غازات الدفيئة بالمقارنة للوقود التقليدي. ويشابه ذلك الانبعاثات الناجمة من تحويل الفحم إلى سائل باستخدام تركيب F-T إذا لم يستخدم احتجاز وعزل الكربون.

٤- توزيع الانبعاثات على المنتجات الفرعية

٤-١ تُفضي بعض العمليات ضمن مسار انتاج الوقود إلى نواتج متعددة. فعلى سبيل المثال تنتج إحدى المصافي الجازولين والديزل إضافة إلى وقود الطائرات. ومثال آخر تبينه أنواع الوقود الحيوي وإنتاج الوقود المنخفض الكبريت فضلا عن الزيت المتجدد الذي يعالج بعد ذلك لإنتاجه وقودا للطائرات. ويجب تقسيم الانبعاثات الناجمة عند بداية هذه العمليات أو توزيعها على المنتجات.

٤-٢ توصي المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس بتوزيع الانبعاثات على منتجات فرعية باستخدام الطرق التالية حسب الترتيب التالي: (١) *تجزئة العملية* حيث تقسم *عملية الوحدة إلى عمليتين فرعيتين أو أكثر*؛ (٢) *توسيع النظام* حيث يتم *توسيع حدود النظام لتشمل الوظائف الإضافية المرتبطة بالمنتجات الفرعية*؛ (٣) *التوزيع حسب الخصائص المادية* (أي الحجم والمحتوى من الطاقة أو القيمة السوقية)[٤]. (٤) ويقدم الفصل ٤ من المرجع ٢ من هذه الورقة مزيدا من التفاصيل بشأن الموضوع.

٤-٣ في حالة إنتاج الوقود الحيوي ربما يحتاج ممارس دورة الحياة إلى توزيع الانبعاثات من مرحلة الكتل الحيوية استنادا إلى الحجم والطاقة والقيمة السوقية للزيت والوقود المتبقي بعد استخراج الزيت. وذلك لأن النظام لا يمكن تجزئته بشكل أكبر وأن توسيع النظام ربما يحتاج لنموذج لمجمل الصناعة الزراعية. ويمكن لاختيار استراتيجية التوزيع أن يؤثر بدرجة كبيرة في إنبعاثات غازات الدفيئة الناجمة من الوقود بما في ذلك إمكانية صدور إنبعاثات غير واقعية مما يشير إلى أهمية هذا البارامتر. (انظر الفصل ٤ من المرجع ١ و٢).

٥- نوعية البيانات وعدم التيقن

٥-١ تعتمد نوعية البيانات وعدم التيقن على إطارها الزمني ونطاقها. فعلى سبيل المثال يسهل الحصول على بيانات ذات نوعية عالية بالنسبة لمنتج موجود (على سبيل المثال الوقود التقليدي المستخرج من النفط الخام) أكثر مما يسهل بالنسبة لنشاط آخر في حيز الظهور أو غير موجود (على سبيل المثال الوقود المستخرج من الطحالب). وتبرز الحاجة إلى بيانات ذات أولوية عالية لوضع سجلات لانبعاثات غازات الدفيئة لدورة الحياة التي يمكن استخدامها لترشيد القرارات المتعلقة بأنواع وقود الطيران البديلة. ويقدم الفصل ٥ مناقشة لنوعية البيانات وعدم التيقن.

٥-٢ استخدمت تحليلات استنادا على السيناريوهات أيضا لحساب الانبعاثات من مسارات الوقود وتوفير وسيلة لتحديد عدم التيقن. وقد تفاوتت البيانات الأساسية الافتراضات المتعلقة بتوفير ثلاثة احتمالات تتيح الوسيلة والنطاق المتوقع للقيم.

٦- الجهود المستمرة لتحليل دورة الحياة

٦-١ تتواصل جهود بحثية متعددة في الولايات المتحدة وأوروبا لتقدير دورة حياة انبعاثات غازات الدفيئة الصادرة من الوقود التقليدي والوقود البديل للطائرات. وتضاف هذه الجهود إلى الجهود الكبيرة المماثلة المبذولة لتقدير دورة حياة إنبعاثات غازات الدفيئة الصادرة من الوقود المستخدم في النقل البري.

٦-٢ يقوم المعمل الوطني للتكنولوجيا الطاقة بالولايات المتحدة بفحص انبعاثات غازات الدفيئة الصادرة من الوقود المستخدم في النقل في الولايات المتحدة بما في ذلك الوقود المستخرج للبترول التقليدي (٧) في حين فحص مركز الشراكة المعني ببحوث للضوضاء والانبعاثات الصادرة من النقل الجوي (PARTNER) مجموعة كبيرة من مسارات وقود الطائرات. وتشرف شركة بوينغ على بحث بجامعة ييل عن الجاتروفا استنادا إلى وقود الطائرات والوقود القائم على الطحالب في جامعة واشنطون وجامعة ولاية واشنطن.

٦-٣ وفي أوروبا قامت جامعة كمبردج بالمملكة المتحدة بفحص وقود الطائرات المستخرج من الطحالب كجزء من ندوة تشرف عليها شركة أوميجا في حين تقوم شركة أونيرا في فرنسا بدراسة حاليا لتقييم عدد من الخيارات بشأن الوقود كجزء من الطرق المستدامة لتوفير الوقود البديل والطاقة في مجال الطيران.

٧- الاستنتاجات

٧-١ المؤتمر مدعو الى:

أ) الإقرار بأن القدرة على مقارنة دورة حياة إنبعاثات غازات الدفيئة من الوقود البديل في مجال الطيران تعتبر عنصرا أساسيا في التقييم العالمي لإنبعاثات غازات الدفيئة الصادرة من الطيران الدولي.

ب) الإقرار بأن إنبعاثات غازات الدفيئة المرتبطة بالتغير في الاستخدام المباشر وغير المباشر للأراضي قد تصدر من إنتاج الوقود البديل للطائرات.

ج) الإقرار بوجود جهود بحثية متعددة في الولايات المتحدة وأوروبا ودول أخرى لتقدير دورة حياة إنبعاثات غازات الدفيئة الصادرة من الوقود التقليدي والوقود البديل للطائرات وكذلك من وقود النقل البري.

د) الإقرار بالحاجة إلى نهج متسق يستعرضه القرناء لتقدير إنبعاثات دورة الحياة ويشمل جميع القطاعات.

٨- **التوصيات**

٨-١ المؤتمر مدعو إلى:

أ) التوصية باستخدام تحليل دورة الحياة بوصفه الوسيلة الملائمة لمقارنة إنبعاثات غـــازات الدفيئـــة ذات الصلة الصادرة من الوقود البديل ومن الوقود التقليدي للطائرات.

— — — — — — — —

APPENDIX

REFERENCES

1. Stratton, R.W., Wong, H.M., and Hileman, J.I., “Life Cycle GHG Emissions from Alternative Jet Fuels,” PARTNER-COE Report, in preparation, to be posted at http://web.mit.edu/aeroastro/partner/projects/project28.html.
2. Additional information on estimating life cycle GHG emissions from alternative jet fuels can be found in the report, “Framework and Guidance for Estimating Greenhouse Gas Footprints of Aviation Fuels,” from the Aviation Fuel Life Cycle Assessment Working Group, a group convened by the U.S. Air Force. The report is to be published in Autumn 2009.
3. ISO 14040:2006. Environmental management — Life cycle assessment – Principals and framework. 2006.
4. ISO 14044:2006. Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines. 2006.
5. Wuebbles, D.J., Huiguang Y., and Redina H., “Climate Metrics and Aviation: Analysis of Current Understanding and Uncertainties.” U.S. Federal Aviation Administration, 2008.
6. Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R.A., Dong, F., Elobeid, A., Fabiosa, J., Tokgoz, S., Hayes, D., and Yu, T.-H., “Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases Through Emissions from Land-Use Change,” Science, Vol. 319. no. 5867, 2008, pp. 1238-1240. DOI:10.1126/science.1151861.
7. Skone, T.J., and Gerdes. K., "Development of Baseline Data and Analysis of Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Petroleum-Based Fuels." U.S. Dept. of Energy, National Energy Technology Laboratory. 2008.

— END —