CAAF/2-WP/20
18/09/2017
Revised
5/10/2017

منظمة الطيران المدني الدولي

ورقة عمل

مؤتمر الطيران وأنواع الوقود البديلة

مدينة مكسيكو، المكسيك، من ١١ إلى ٢٠١٧/١٠/١٣

البند ٤ من جدول الأعمال: تحديد رؤية الإيكاو بشأن أنواع وقود الطيران البديلة والأهداف المقبلة

كفاءة وقود الطيران البيولوجي على صعيد خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون

(ورقة مقدمة من الاتحاد الروسي[١])

الموجز

تشكل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ السبب الرئيسي لارتفاع درجة الحرارة عالمياً، وفقاً لأعضاء الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) التابعة للأمم المتحدة. ولذلك لا بد من تحديد أكثر الخيارات كفاءة في تحقيق خفض حقيقي في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن الطيران المدني الدولي.

وتعرض هذه الورقة بعض المعلومات الفنية التي من شأنها أن تساعد المؤتمر الثاني للطيران وأنواع الوقود البديلة في دراسة الإمكانات التي ينطوي عليها استخدام الوقود البيولوجي في الطيران لتحقيق الهدف الطموح العالمي المتمثل في الوصول إلى نمو محايد للكربون ابتداء من عام ٢٠٢٠ (هدف الكربون المحايد ٢٠٢٠)، فضلاً عن الجوانب الأخرى المتعلقة بالتعجيل باستخدام هذه الأنواع من الوقود وفقاً لأهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة، مع مراعاة المسائل المرتبطة بسلامة الطيران والأمن الغذائي والمائي.

يرِد الإجراء المعروض على المؤتمر في الفقرة ٧.

١- المقدّمة

١-١ مع أن أنواع الوقود البيولوجي ليست الوحيدة التي يُدرس استخدامها نظرياً كوقود بديل ملائم للطيران على مستوى الإيكاو، في معظم الحالات تشمل الدراسات أيضاً وقود الطائرات الذي يُنتج عن طريق عملية تحويل مجموعة واسعة من مصادر الكتلة الأحيائية المتجددة إلى وقود بيولوجي مستدام للطائرات.

١-٢ وهناك رأي سائد مفاده أن استخدم وقود الطيران البديل هو عنصر أساسي في تحقيق هدف الكربون المحايد بحلول عام ٢٠٢٠. ووفقاً لاعتقاد بعض الرابطات الدولية المشهورة، فإن الاستعاضة عن أنواع الوقود الأحفوري بأنواع الوقود البديل على نطاق واسع سيمكّن من خفض حجم انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في قطاع الطيران المدني الدولي بنسبة ٥٠ في المائة مقارنةً بخط الأساس المحدد في عام ٢٠٠٥. غير أنه ما من حقائق ثابتة تدعم هذه الآراء.

[١] الترجمة الروسية لهذه الورقة مقدمة من الاتحاد الروسي.

٢- الطاقة الإنتاجية لأنواع الوقود البديلة

٢-١ تشير بعض التقديرات إلى أن الاستخدام اليومي لحضارتنا من الوقود يعادل ما يمكن أن تخزنه الأرض من زيوت باستخدام الطاقة الشمسية لمدة ألف عام. وحتى لو لم تكن هذه التقديرات صحيحة تماماً، فإنها تشير بوضوح إلى أن صناعة الوقود البيولوجي لا يمكن أن تفي بالاحتياجات العالمية من الطاقة، حتى في قطاع الطيران.

٢-٢ وكما ورد في الفقرة ٢-١-٣ من ورقة العمل A39-WP/55 المقدمة من مجلس الإيكاو، "تشير التقديرات إلى أن نسبة أنواع الوقود البديلة المستدامة قد تصل إلى ٢ في المائة من استهلاك الوقود عموماً في عام ٢٠٢٠. وهناك شكوك كبيرة تحوم حول التنبؤات بمدى مساهمة أنواع الوقود البديلة المستدامة على المدى الطويل". ومع أن الاهتمام يتركز حتى الآن على الجيل الثالث من الوقود البيولوجي، الأقل اتكالاً على المحاصيل الغذائية، فإن المشكلة الرئيسية تكمن في كفاية الأراضي اللازمة لإنتاج هذه الأنواع من الوقود. وفيما يلي بعض الحقائق التي تبيّن بالتفصيل هذه المشكلة.

٢-٣ استخدام الأراضي وأنواع الوقود البيولوجي

٢-٣-١ يشكل شح الموارد الأرضية اللازمة لتلبية احتياجات الطاقة العالمية من الوقود البيولوجي شاغلاً رئيسياً. فالطلب على هذه الموارد قد يكون هائلاً حسب المادة الخام المستخدمة لإنتاج الوقود البيولوجي الملائم لتلبية الطلب على الوقود. وتشير الأرقام التالية إلى مساحة الأراضي اللازمة لتلبية الطلب على الوقود في **قطاع الطيران العالمي** وحده: إذ يتعين زراعة أكثر من ٢,٧ مليون كيلومتر مربع بالجاتروفا، أي ما يعادل ثلث مساحة **أستراليا**؛ وزراعة مليوني كيلومتر مربع بالكاميلينا، وزراعة ٦٨ ٠٠٠ كيلومتر بالطحالب، أي ما يعادل مساحة **آيرلندا** بأكملها، لتلبية هذا الطلب.

٢-٣-٢ وبما أن النسبة التي يستهلكها قطاع الطيران من مجموع الوقود لا تتجاوز ١٣ في المائة، فإن الأرقام المذكورة أعلاه تحتاج لمضاعفتها عشر مرات لتلبية **الاحتياجات العالمية من الوقود**، بحيث يتعين زراعة ٢٧ مليون كيلومتر مربع من الجاتروفا، أي ما تزيد مساحته عن أراضي **روسيا والولايات المتحدة** معاً، وزراعة ٦٨٠ ٠٠٠ كيلومتر مربع من الطحالب، أي ما تزيد مساحته عن أراضي **فرنسا** برمتها.

٢-٣-٣ وحتى لو خُصصت مساحة الأراضي الزراعية كاملةً في الولايات المتحدة (١,٧٩ مليون كيلومتر مربع) لإنتاج الإيثانول من الذرة، فإنها ستنتج ما يكفي من الوقود لتشغيل السيارات والشاحنات في الولايات المتحدة لمدة ٨١ يوماً فقط.

٢-٣-٤ ومن الواضح إذن أنه لا توجد حالياً أراض كافية لسد الاحتياجات من الوقود. ومن جهة أخرى فإن الحاجة إلى إزالة الغابات لتوفير هذه الأراضي ستؤدي إلى إطلاق كميات كبيرة من الكربون في الجو وسينجم عن ذلك ديون كربونية **يحتاج سدادها إلى قرون من الزمن.**

٢-٣-٥ وقد خلصت شركة إكسون موبيل في عام ٢٠١٣ إلى أن أنواع الوقود البيولوجي المنتجة من الطحالب لن تكون ملائمة للاستخدام قبل ٢٥ عاماً على الأقل.

٢-٣-٦ ومن الجدير بالذكر أن هذه الحسابات اقتصادية بحتة ولا تأخذ في الحسبان الآثار البيئية التي يجب التصدي لها هي الأخرى.

٣- المسائل المتصلة بالأمن الغذائي والمائي

٣-١ يتوقع "السيناريو المتوسط" لصندوق الأمم المتحدة للسكان أن عدد سكان العالم سيزداد مليارين ليبلغ نحو ١٠ مليارات نسمة في عام ٢٠٥٠.

٣-٢ وللوقود البيولوجي أثر كبير على قدرة الأرض على إنتاج الغذاء. فملايين البشر يقعون ضحايا للفقر كل عام بسبب ارتفاع تكلفة الغذاء. وعلى حد تعبير ماثيو براون، مستشار في مجال الطاقة ومدير برنامج الطاقة سابقاً في المؤتمر الوطني للهيئات التشريعية بالولايات، فإن "استبدال ٥ في المائة فقط من استهلاك الديزل على الصعيد الوطني بوقود الديزل البيولوجي يقتضي تحويل قرابة ٦٠ في المائة من محاصيل فول الصويا الحالية إلى إنتاج الديزل البيولوجي."

٣-٣ ووفقاً لبعض التقديرات فإن من المتوقع أن تؤدي مضاعفة إنتاج الوقود البيولوجي، مقارنةً بحجم إنتاجه في عام ٢٠٠٦، إلى تعرض ٩٠ مليون شخص إضافي لخطر المجاعة بحلول عام ٢٠٢٠، علاوة على من يواجهون أصلاً شبح الجوع.

٣-٤ ومع أن هذه الزيادة في عدد المعرضين لخطر المجاعة بسبب اتساع نطاق إنتاج الوقود البيولوجي ستتجلى في شرق آسيا بشكل أساسي، فإن ٢٠ مليون شخص من البلدان "المتقدمة" قد يواجهون المصير ذاته.

٣-٥ ويكمن السبب الرئيسي لخطر المجاعة هذا في ارتفاع أسعار الغذاء الناتج عن التوجه إلى استخدام الأراضي الزراعية لزراعة محاصيل الوقود البيولوجي نظراً لارتفاع "مكاسبها" مقارنةً بالمحاصيل الغذائية. وهو ما سيحمل المزارعين على فرض أسعار أعلى على المحاصيل الغذائية لتعويض الخسائر الناتجة عن عدم استغلال أراضيهم في زراعة المواد الأولية للوقود البيولوجي (http://biofuel.org.uk/disadvantages-of-biofuels.html).

٣-٦ ولا يخفى أن موارد مائية كبيرة كذلك تُستخدم لزراعة ومعالجة أنواع الوقود البيولوجي، ناهيك عما يعانيه العالم أصلاً من شحٍ في موارد المياه. وتتفاقم هذه المشاكل في أجزاء من أفريقيا وجنوب شرق آسيا وأمريكا الوسطى والجنوبية. وتشير بعض التقديرات إلى أن قرابة الثلث فقط من البلدان الأقل نمواً سيتوفر لديها ما يكفي من المياه لسد احتياجاتها بحلول عام ٢٠٢٥.

٣-٧ ويبدو أن الصراع على موارد المياه سيصبح سبباً رئيسياً من أسباب النزاعات بين الدول في العقود القادمة. ولا شك أن زيادة إنتاج الوقود البيولوجي بشكل غير متوازن سيكون أحد العوامل التي ستزيد من حدة مظاهر التوتر السياسي في العالم.

٤- الإمكانات التي ينطوي عليها استخدام الوقود البيولوجي لخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون

٤-١ حتى لو تسنت الاستعاضة عن الوقود الأحفوري بالكامل فإن استخدام الوقود البيولوجي لن يحقق الحياد الكربوني في قطاع الطيران بسبب "الانبعاثات طوال دورة حياته" أثناء إنتاج هذا الوقود. فإذا أخذنا في الاعتبار عمليات معالجة وتخصيب المحاصيل المستخدمة لإنتاج الوقود البيولوجي، يتبين أن مستوى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن بعض أنواع هذا الوقود البيولوجي تفوق انبعاثات الوقود الأحفوري.

٤-٢ وفي العديد من الحالات يتطلب إنتاج الوقود البيولوجي فعلياً كمية من الطاقة تفوق ما ينتجه منها. فعلى سبيل المثال، كشفت دراسة أجراها ديفيد بيمنتال، الباحث في جامعة كورنيل، في عام ٢٠٠٥ أن إنتاج الإيثانول من الذرة يستهلك طاقة تزيد بنسبة ٢٩ في المائة عن الطاقة التي ينتجها. كما كُشف عن أرقام مقلقة مماثلة فيما يخص العمليات المستخدمة لإنتاج الوقود البيولوجي من فول الصويا، حيث يقول بيمنتال في هذا الصدد إن "استخدام الكتلة الأحيائية الزراعية لإنتاج الوقود السائل لا يحقق منفعة تُذكر على صعيد الطاقة".

٤-٣ وقد أكّدت دراسة أجراها مؤخراً مركز الأبحاث المشترك (JRC)، وهو هيئة الأبحاث التابعة للمفوضية الأوروبية، ما خلصت إليه سابقاً دراسات الاتحاد الأوروبي بأن الديزل البيولوجي المنتج من محاصيل مثل بذور اللفت قد يلحق ضرراً بالمناخ يفوق الضرر الناتج عن الديزل التقليدي. (انظر الرابط: http://www.reuters.com/article/eu-biofuel-idUSL6N0FH1QK20130711).

٤-٤ كفاءة الطاقة الناتجة عن الوقود البيولوجي

٤-٤-١ "ينتج الغازولين البيولوجي E85 مقداراً من الطاقة أقل مما ينتجه الغازولين الأحفوري للكمية ذاتها، وتقطع المركبات المتعددة الوقود (Flex-fuel) مسافة أقل بنسبة ٣٠ في المائة للغالون عند استخدامها غازولين E85، والمحصلة أميالٌ أقل لكل دولار تنفقه على الوقود". (https://www.thoughtco.com/e85-compatible-vehicles-85320).

٤-٤-٢ **محتوى الوقود البيولوجي من الطاقة:**

- يبلغ محتوى الديزل البيولوجي من الطاقة حوالي ٩٠ في المائة من محتوى الديزل النفطي؛
- يبلغ محتوى الإيثانول من الطاقة نحو ٥٠ في المائة من محتوى الغازولين؛
- يبلغ محتوى البوتانول من الطاقة نحو ٨٠ في المائة من محتوى الغازولين.

٤-٤-٣ وكلما انخفض محتوى الطاقة في الوقود البيولوجي قلت المسافة التي تقطعها المركبات بنفس الكمية من الوقود، وهو ما يُترجم بانخفاض الحمولة التجارية للرحلات التي تسيرها الطائرات التجارية. وينبغي أخذ هذه العوامل بالاعتبار عند النظر في مقاييس الانبعاثات.

٤-٤-٤ وهناك رأي يقول إن معظم أنواع الوقود البيولوجي يمكن اعتبارها "وقوداً منخفض الكربون". غير أن النمط البيوكيميائي النموذجي يقول إن متوسط انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الوقود البيولوجي يعادل متوسط انبعاثاته من الوقود الأحفوري لكل وحدة واحدة من الطاقة الناتجة. ومن ثم فإن تعبير "وقود منخفض الكربون" يشير فقط إلى امتصاص محاصيل الوقود لثاني أكسيد الكربون أثناء عملية الاستنبات، لكنه يفقد معناه عند النظر إلى "الانبعاثات طوال دورة حياة" إنتاج الوقود البيولوجي.

٤-٤-٥ وللإنصاف، يجب الإشارة إلى أن الأرقام يمكن أن تتغير بصورة إيجابية بالنسبة **للوقود البيولوجي المنتج من النفايات الزراعية** التي ينتهي بها المطاف في مدافن القمامة لو لم تُستخدم لإنتاج هذا الوقود. ومن الأمثلة على ذلك تصنيع الديزل البيولوجي من نفايات معالجة الدواجن. وعندما تعود أسعار الوقود الأحفوري إلى الارتفاع، فإن هذه الأنواع من الوقود المنتج باستخدام النفايات قد تصبح مغرية من المنظور الاقتصادي وسيجري تطويرها على نطاق أوسع على الأرجح.

٥- المسائل المتعلقة بترخيص الوقود البيولوجي لأغراض الطيران

٥-١ تختلف الخصائص الفيزيائية للوقود البيولوجي عن خصائص الوقود الأحفوري، لا سيما من حيث استقرار درجة الحرارة (في ظروف الحرارة المنخفضة مثلاً) وأثرها على استهلاك محرك الطائرة. لذلك يتعين ترخيص جميع أنواع الوقود البيولوجي لاستخدامها بشكل مأمون في محركات الطائرات. وقد يترتب على ذلك في بعض الحالات إدخال تغييرات باهظة الثمن على تصميم طراز محرك الطائرة.

٥-٢ وقد أجريت حتى اليوم بضع آلاف من الرحلات المنتظمة الاختبارية التي تحمل ركاباً على متنها وتستخدم وقوداً بيولوجياً سهل الإحلال (خليط مكون من ٣٠ في المائة من الوقود البيولوجي و٧٠ في المائة من كيروسين الطائرات (Jet A-1) بشكل أساسي). ومن الجدير بالذكر في هذا الصدد أن التقارير الفنية المفصلة عن نتائج هذه الاختبارات لم تُنشر بعد. ولم تُجر رحلات جوية فوق القطب الشمالي باستخدام الوقود البيولوجي سهل الإحلال نظراً للمخاطر الإضافية التي يشكلها ذلك على سلامة الرحلة (وبخاصة عندما تنخفض درجة حرارة الوقود على متن الطائرة إلى أقل من -٦٠ درجة مئوية).

٥-٣ ويبدو أن إجراءات الترخيص المكلفة لمختلف أنواع الوقود البيولوجي سهل الإحلال سيكون لها أثر سلبي كبير على أسعار الوقود البيولوجي للطائرات عندما تؤخذ في الاعتبار الطاقة الإنتاجية المحدودة جداً للوقود البيولوجي في الوقت الراهن.

٦- تحليل الجدوى الاقتصادية لاستخدام أنواع الوقود البيولوجي في الطيران

٦-١ تبلغ تكلفة الوقود البيولوجي للطائرات النفاثة أربعة أضعاف تكلفة كيروسين الطائرات (Jet A-1) فضلاً عما يثيره من مخاطر إضافية على سلامة الرحلة. وفي الوقت ذاته، فإن تشغيل الجيل الجديد من الطائرات النفاثة سيؤدي إلى زيادة كفاءة الوقود بنسبة ٢٥ في المائة وإلى تعزيز مستوى سلامة الرحلة بشكل كبير.

٦-٢ وكما ورد أعلاه، فإن أنواع الوقود البيولوجي المنتجة من النفايات البيولوجية، بما في ذلك المخلفات الزراعية، هي وحدها القادرة على تحقيق خفض حقيقي في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. غير أن الكمية المتاحة من هذه الأنواع من الوقود محدودة للغاية، لأسباب واضحة، وبالكاد تكفي لبلوغ هدف الكربون المحايد بحلول عام ٢٠٢٠.

٦-٣ ونظراً لقدرة الوقود البيولوجي المتدنية على خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وأسعاره المرتفعة وما يتصل به من اعتبارات لوجستية (يجب خزن الوقود البيولوجي للطيران في مستودعات وقود منفصلة) فضلاً عن المخاطر الإضافية على السلامة الناجمة عن استخدام أنواع الوقود البيولوجي سهل الإحلال، فإن ما ينبغي أن يوصَى به مشغلو الطائرات هو الاستثمار في تجديد أساطيل الطائرات على نحو عاجل لتحقيق خفض حقيقي وكبير في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وتعزيز سلامة الرحلات الجوية وعنصر الجذب الاقتصادي للنقل الجوي العالمي.

٦-٤ وفي الوقت ذاته، فإن زيادة الاستثمارات في إنتاج الوقود البيولوجي للطائرات سيؤدي حتماً إلى تباطؤ عجلة التطوير التكنولوجي للطيران المدني الدولي وسيسهم من ثم في نمو انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

٧- الإجراءات المعروضة على المؤتمر

٧-١ المؤتمر مدعوٌّ إلى القيام ما يلي:

أ) دعم إنتاج الوقود البيولوجي من المخلفات البيولوجية لاستخدامه في مركبات الخدمة في المطارات من أجل تحقيق خفض حقيقي في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وحماية البيئة؛

ب) توصية مجلس الإيكاو بالإيعاز إلى لجنة حماية البيئة بإعادة النظر في مسألة التعجيل باستخدام أنواع الوقود البيولوجي في الطيران المدني الدولي، من منظور اعتبارات الكفاءة البيئية وتحليل الجدوى الاقتصادية، بما في ذلك تكاليف الترخيص، والتحديات المرتبطة بسلامة الرحلة، دون إغفال مسائل الأمن الغذائي والمائي، وفقاً لأهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة؛

ج) توصية مجلس الإيكاو بالإيعاز إلى لجنة حماية البيئة بتلخيص ونشر التقارير الفنية عن رحلات الطيران التجريبية والمنتظمة المشغلة بالوقود البيولوجي، مع مراعاة في المقام الأول تحليل تأثير استخدام هذا الوقود على سلامة الطيران وصلاحية الطائرات ومحركاتها للطيران.

— — — — — — —

APPENDIX

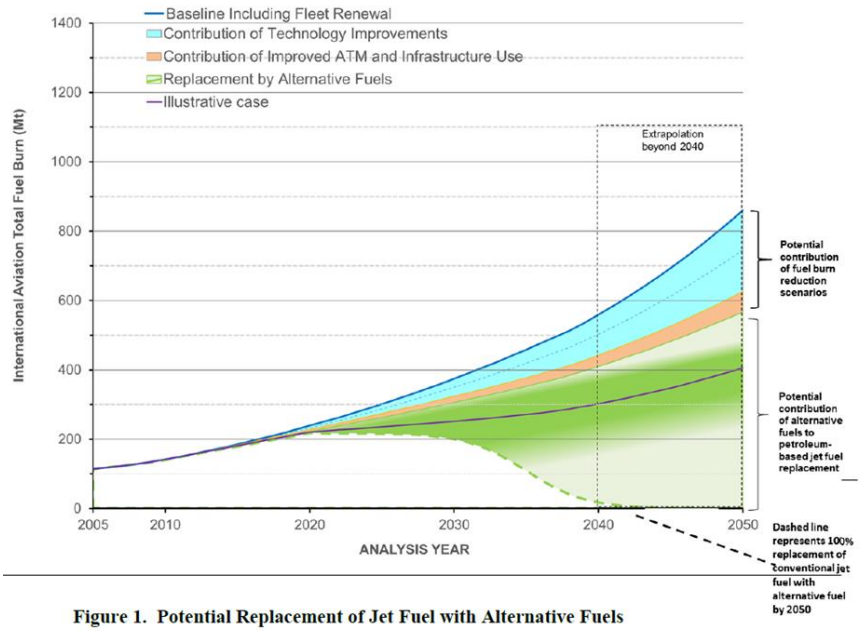
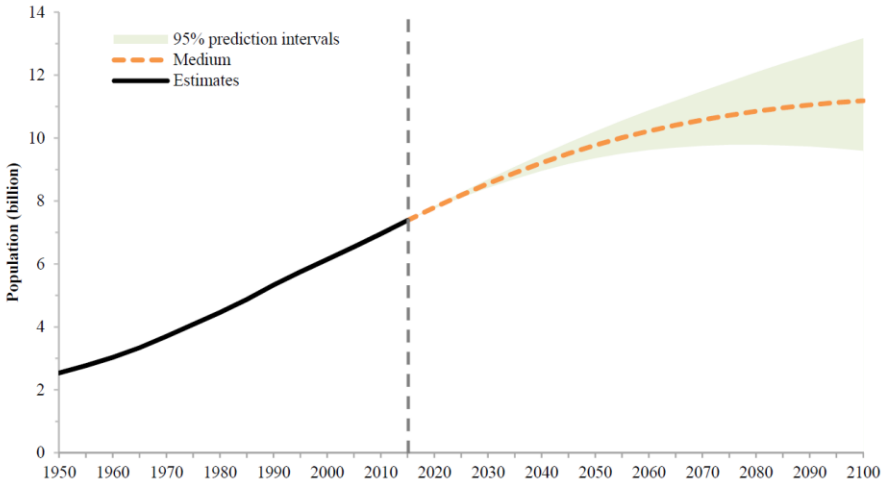


Figure 1. Potential Replacement of Jet Fuel with Alternative Fuels

Figure 2. Population of the world: estimates, 1950-2015, and medium-variant projection with 95 per cent prediction intervals, 2015-2100



Source: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). *World Population Prospects: The 2017 Revision*. New York: United Nations.

– انتهى –