منظمة الطيران المدني الدولي

ورقة عمل

AN-Conf/14-WP/118
28/6/24

المؤتمر الرابع عشر للملاحة الجوية

مونتريال، كندا، من ٢٠٢٤/٨/٢٦ إلى ٢٠٢٤/٩/٦

البند ٢ من جدول الأعمال: استخدام التكنولوجيات الجديدة في التوقيت المناسب وبما يضمن السلامة
٢-٢: معالجة مخاطر السلامة المرتبطة بالتكنولوجيات الآخذة في التطور

تداخل الترددات اللاسلكية على النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية في إقليم جنوب شرق آسيا

(ورقة مقدمة من سنغافورة وشارك في رعايتها اليابان وماليزيا والفلبين
وتايلند وفيتنام ومؤسسة سلامة الطيران)

الموجز التنفيذي

تعرض هذه الورقة موضوع تداخل الترددات اللاسلكية (RFI) مع النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية (GNSS) وأثر ذلك على السلامة في جنوب شرق آسيا، والحاجة إلى معالجة هذه المسألة، مع تطوّر تكنولوجيات وإجراءات الطيران.

وقد أقرّت الإيكاو وأوساط الطيران المدني الدولي بأثر حالات التداخل. غير أنه من الضروري النظر في أثر هذه التداخلات على مختلف الأقاليم ذات البيئات التشغيلية المختلفة والحرص على أن تُراعى تلك المسألة عند وضع أي قواعد أو توصيات أو إرشادات.

الإجراء: يُدعى المؤتمر للموافقة على التوصيات الواردة في الفقرة ٣.

١- المقدمة

١-١ يُعَدُّ تداخل الترددات اللاسلكية مع النُظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية قضيةً واسعة الانتشار تزداد حدةً، على الرغم من أنه لا يمكن تحديد نطاق هذه المشكلة بعد بدقة في جميع أنحاء العالم بسبب الافتقار إلى قاعدة بيانات دولية لتبادل وتجميع وعرض التقارير الصادرة عن حالات التداخل تلك. ويثير أثر حالات التداخل هذه قلق أوساط الطيران نظراً لتأثيره المحتمل على سلامة الملاحة الجوية. وقد أقرّت الإيكاو بهذه المسألة ووافقت على عدّة توصيات صدرت عن المؤتمر الثاني عشر للملاحة الجوية. وقد استَحدثت بعض القواعد والتوصيات الدولية لتعزيز خطوط الدفاع، مثل النُظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية المزدوجة الترددات والمتعددة الكوكبات، التي يمكن أن تُساهم في الحدّ من بعض مواطن الضعف. لكن ما من حلٍّ تكنولوجي متوفر في الوقت الحاضر يُمكنه التصدي تماماً لحالات التداخل، ويبقى إذكاء الوعي واليقظة بين مستخدمي المجال الجوي ومراقبيه هو خط الدفاع الأساسي.

١-٢ ويُمكن أن يعزى انتشار حالات التداخل جزئياً إلى زيادة توافر الأجهزة المنخفضة التكلفة التي يمكن استخدامها لإحداث تداخل مُتعمَّد وسهولة الوصول إليها. وبالإضافة إلى ذلك، يزداد استخدام حالات التداخل هذه في عمليات الدفاع العسكري. ورغم أن الطيران التجاري لا يكون في معظم الحالات هو الهدف المقصود، فإن التداخل الناتج لا يميز بين الطيران وما عداه.

١-٣ مُعظَم الطائرات العاملة في النقل التجاري مُجهّزة بنُظم ملاحة داخلية تعمل كنُظم احتياطية للملاحة بواسطة النُظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية. وتعمل هذه النُظم الداخلية على أساس خاصية القصور الذاتي ما يجعلها عُرضةً لأوجه عدم الدقة والانجراف بطبيعة الحال. وهي تتطلب تحديثاً متكرراً عبر مرجع خارجي (النُظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية أو البنية التحتية الأرضية) للحفاظ على مستويات دقة الملاحة اللازمة من أجل قواعد الملاحة القائمة على الأداء (PBN) وسلامة معلومات تحديد الموقع بواسطة إذاعة الاستطلاع التابع التلقائي (ADS-B). ويجري إيقاف العمل بجزء كبير من البنية التحتية الأرضية نهائياً وسحب إجراءات الملاحة المرتبطة بها بسبب تكلفة الصيانة المتواصلة وتزايد استخدام إجراءات الملاحة القائمة على الأداء المعتمدة على النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية، مما يحدّ من عمل أجهزة الملاحة الاحتياطية في حالات تداخل الترددات اللاسلكيّ مع النُظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية.

١-٤ وثمة وعي متزايد إزاء مسائل السلامة المتصلة بحالات تداخل الترددات اللاسلكية مع النُظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية على الصعيد العالمي، لكن قد تؤدي عوامل خاصة بكل إقليم إلى تفاقم أثر حالات التداخل هذه وتشكل تحدياتٍ فريدةً للمشغلين ومقدمي خدمات الحركة الجوية. ففي جنوب شرق آسيا، كما هي الحال في الأقاليم الأخرى التي تشهد عدداً كبيراً من الرحلات الجوية فوق الماء، أصبحت الإجراءات القائمة على النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية عواملَ تمكينية أساسية لتيسير الربط الجوي الضروري مع بقية العالم بطريقة مأمونة. وفي المقابل، يؤدي هذا الربط إلى زيادة ملحوظة في حجم الحركة الجوية، مما يوفر فرصاً كبيرةً لتحقيق التنمية الاقتصادية والنمو في المنطقة.

٢- المناقشة

٢-١ يُعتبَر إقليم جنوب شرق آسيا مُعرّضاً بوجه خاص للاضطراب الناجم عن حالات تداخل الترددات اللاسلكيّة مع النُظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية بسبب المشكلات الرئيسية الأربع التالية:

٢-١-١ **الرحلات الجوية الدولية فوق الماء:** تتميَّز منطقة جنوب شرق آسيا باتساع المسطحات المائية التي تتجاوز مساحة أراضيها الصغيرة نسبياً. وبالتالي، فإن جميع الرحلات الجوية الدولية تقريباً التي يجري تسييرها داخل المنطقة تحلق فوق الماء. وتعمل هذه الرحلات خارج نطاق مساعدات الملاحة الأرضية أو الاستطلاع. ولذلك، ثمة اعتماد كبير جداً على الفصل بين الطائرات من خلال نظام إذاعة الاستطلاع التابع التلقائي المعتمد على التكنولوجيات الفضائية وأداء الملاحة القائم على النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية، لا سيما في المناطق التي يُعتبَر حجم الحركة فيها مرتفعاً.

٢-١-٢ وقد تؤثر حالات التداخل، وخاصةً "الانتحال"، على موقع الطائرة المُبلَّغ عنه. ويجب أن تظل مراقبة الحركة الجوية (ATC) يقظة للكشف عن أي انحراف للطائرة عن موقعها، حيث قد يكون التدخل اليدوي ضرورياً لمنع أي تقلص محتمل للمساحة الفاصلة بين الطائرات، مما يزيد بشكل كبير من عبء العمل على عاتق المراقبين. وقد يؤدي عدم دقة معلومات تحديد موقع الطائرة الناتجة عن "الانتحال" أيضاً إلى تعطيل نُظم التحذير الآلي من التضارب بين الطائرات وأداء الملاحة. ونتيجةً لذلك، يجب زيادة المسافات الفاصلة بين الطائرات بشكل ملحوظ لضمان سلامة العمليات، مما يُقيّد بشدة معدل تدفق الحركة الجوية.

٢-١-٣ **تزايد الاعتماد على إجراءات الملاحة القائمة على الأداء:** سعت الإيكاو بنشاط إلى حثّ الدول على تنفيذ إجراءات الملاحة القائمة على الأداء منذ اعتماد القرار ٣٦-٢٣ أثناء الدورة السادسة والثلاثين للجمعية العمومية للإيكاو في عام ٢٠٠٧[١]. وبناءً على ذلك، نفّذت دول جنوب شرق آسيا بشكل تدريجي إجراءات الملاحة القائمة على الأداء المعتمدة على النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية للعمليات في المطارات وأثناء الطيران على حدّ السواء، وأصبحت تعتمد عليها. وقد ساهمت هذه

[١] "القرارات السارية المفعول الصادرة عن الجمعية العمومية (في ٢٠٠٧/٩/٢٨)" (Doc 9902)، "إن الجمعية العمومية: ١- تحثّ كل الدول على تشغيل الطرق التي توفر فيها خدمات الحركة الجوية بملاحة المنطقة والأداء الملاحي المطلوب وإجراءات الاقتراب وفقاً لمفهوم الإيكاو للملاحة القائمة على الأداء الوارد في دليل الملاحة القائمة على الأداء (Doc 9613)"؛

الإجراءات في التغلب على العديد من الصعوبات الخاصة بالمنطقة، مثل التضاريس والأحوال الجوية المناوئة للطيران والتعرض للكوارث الطبيعية التي تعطل البنية التحتية الأرضية والتغطية الرادارية المحدودة وتفرق السكان على نطاق واسع.

٢-١-٤ إلا أن الاعتماد المتزايد على إجراءات الملاحة القائمة على الأداء يستند إلى توقع توافر إشارات النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية وسلامتها. ولقد تبين أن حالات التداخل لا تعطل هذه الإجراءات في المنطقة المجاورة مباشرةً للتداخل فحسب، بل تعرض الطائرات أيضاً لفقدان مستمر لقدرة الأداء الملاحي المطلوب للفترة المتبقية من الرحلة.

٢-١-٥ **وقف العمل بالبنية التحتية الأرضية نهائياً:** بدأت دول كثيرة في وقف العمل بالبنية التحتية الأرضية وإجراءات الملاحة المرتبطة بها بصفة نهائية. فعبء الموارد اللازم توفيرها بشكل مستمر لصيانة هذه البنية التحتية، من جهة، والاعتماد المتزايد على الملاحة القائمة على النظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية من جهة أخرى، يشكلان حافزَيْن كبيرَيْن يدفعان إلى وقف العمل بها. ونتيجةً لذلك، تتضاعف خطة الطوارئ الرئيسية للملاحة في حالات تداخل الترددات اللاسلكيّة على النُظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية.

٢-١-٦ وناقشت عدّة أقاليم، منها إقليم آسيا والمحيط الهادئ[٢]، مفهوم الشبكات ذات المواقع الاستراتيجية للبنية التحتية الأرضية المصممة لتوفير نظام ملاحة احتياطي في حالات تداخل الترددات اللاسلكية مع النُظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية، والذي يُعرَف بالشبكة التشغيلية الدُنيا (MON). ومع ذلك، لا توجد في الوقت الراهن قاعدة أو إرشادات داعمة موحدة لإنشاء مثل هذه الشبكات. وستحتاج هذه الشبكات أيضاً إلى الدعم من خلال الاحتفاظ بإجراءات الملاحة المرتبطة بها (إجراءات المغادرة الآليّة القياسية (SIDs) والوصول الآلي القياسي (STARs) وخدمة مراقبة الاقتراب (APPs))، وقد استُبعد الكثير منها بالفعل لصالح الملاحة القائمة على الأداء.

٢-١-٧ **الافتقار إلى نظام منسق للإبلاغ عن حالات تداخل الترددات اللاسلكية مع النُظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية.** رغم أن فرادى الدول قد طبّقت قواعدَ محلية للإبلاغ عن مثل هذه حالات التداخل، نادراً ما يجري تبادل التقارير عن حالات تداخل هذه على الصعيد الدولي. كما تختلف المعلومات الواردة في هذه التقارير من دولةٍ إلى أخرى وقد لا تتماشى مع إرشادات الإيكاو[٣]، مما يعوّق خطّ الدفاع الأساسي القائم لمواجهة حالات التداخل، والذي يعتمد على إذكاء الوعي واليقظة بين مستخدمي المجال الجوي ومراقبيه.

٢-١-٨ وما يزيد من حدة المشكلة غياب قاعدة بيانات دولية لتبادل هذه التقارير وتجميعها. ومن خلال فرض شروط منسقة على الدول والمنظمات الدولية لإبلاغ الإيكاو عن حالات التداخل، يمكن دمج هذه تقارير في قاعدة بيانات واحدة، فتشكل بذلك مصدراً موثوقاً للمعلومات. ويمكن تبادل هذه المعلومات من خلال المجموعات الإقليمية للسلامة الجوية (RASGs) لزيادة الوعي داخل المنطقة ومناقشة الإجراءات الاحترازية المناسبة. وإضافة إلى ذلك، من شأن إنشاء لوحة متابعة لعرض المعلومات الواردة في قاعدة البيانات المقترحة بطريقة مصورة أن يزيد من وعي مستخدمي المجال الجوي ومراقبيه بحالات التداخل هذه.

٢-١-٩ وتجدر الإشارة إلى أن اتحاد النقل الجوي الدولي (IATA) قد ساهم بقدرٍ كبيرٍ من البيانات والتحليلات بشأن مسألة حالات تداخل الترددات اللاسلكية مع النُظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية[٤].

---

[٢] خطة خدمات الملاحة الجويّة السلسة لإقليم آسيا/المُحيط الهادئ، الطبعة ٣، المرفق (ج)، مبادئ خدمات الملاحة الجويّة السلسة، "مساعدات الملاحة، ١٧. مواصلة ترشيد مساعدات الملاحة الأرضية للإجراءات القائمة على الأقمار الصناعية، مع الاحتفاظ بحد أدنى من الشبكة اللازمة للحفاظ على سلامة عمليات الطائرات."

[٣] دليل النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (Doc 9849)، المرفق (و) "خطة تخفيف تداخل التردّدات اللاسلكيّة مع إشارات النظام العالميّ للملاحة بالأقمار الصناعية".

[٤] الاجتماع الثامن لمجموعة عمل استعراض الطيف الترددي (SRWG/8)، ورقة العمل WP/12، حالات تداخل الترددات اللاسلكيّة مع النُظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعيّة: تحليل الأياتا.

٣- الخلاصة

٣-١ نظراً للطابع المُلحّ للمشكلة وفي ضوء غياب حل تكنولوجي فوري لها، يُقترَح أن ينظر المؤتمر في التوصيات الواردة في الفقرة ٣ وأن يوافق عليها. ومن الضروري أن تعمل جميع الجهات المعنية بشكل تعاوني لمعالجة هذه القضية المُلحّة وضمان سلامة السفر الجوي وكفاءته بشكل دائم.

٣-٢ إن المؤتمر مدعو إلى الموافقة على التوصيات التالية:

التوصية ٢-٢/× – تعزيز الوعي بحالات تداخل الترددات اللاسلكيّة مع النُظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعيّة ووضع الخطط الاحتياطيّة لحالات الطوارئ من هذا القبيل

أن تقوم الإيكاو بما يلي:

أ) إنشاء قاعدة بيانات للتقارير عن حالات تداخل الترددات اللاسلكية مع النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية، بالتعاون مع الدول والمنظمات الدولية، من أجل تجميع هذه التقارير وإنشاء لوحة متابعة مركزية لتيسير زيادة الوعي بشأن مثل هذه الحالات؛

ب) تبادل التقارير عن حالات التداخل من خلال المجموعات الإقليمية للسلامة الجوية (RASGs) لإذكاء الوعي داخل المنطقة ومناقشة الإجراءات الاحترازية المناسبة؛

ج) وضع قواعد وإرشادات فنيّة، حسب الضرورة، فضلاً عن آلية لإنشاء شبكات تشغيلية دنيا (MON) إقليمية وصيانتها لإدراجها في خطط الملاحة الجوية الإقليمية، على أن تتولى المجموعات الإقليمية للتخطيط والتنفيذ (PIRGs) رصد أعمال تنفيذها؛

أن تقوم الدول بما يلي:

د) الاعتراف بتداعيات حالات تداخل الترددات اللاسلكية مع النُظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعية على الطائرات التجارية؛

هـ) اعتماد نموذج الإبلاغ عن حالات التداخل على النحو الوارد في الوثيقة Doc 9849 الصادرة عن الإيكاو، المرفق (و)؛

و) جمع وتبادل التقارير عن حالات التداخل التي تحدث داخل أراضيها سعياً لتحسين وعي مستخدمي المجال الجوي الآخرين؛

ز) مراجعة أي خطط قائمة لإيقاف العمل بالبنية التحتية الأرضية وإجراءات الملاحة المرتبطة بها بغية إنشاء شبكة تشغيلية دُنيا للعمل كخطة احتياطية في حالات الطوارئ الناشئة عن تداخل الترددات اللاسلكية مع النُظم العالمية للملاحة بالأقمار الصناعيّة؛

ح) النظر في تقييد إنتاج الأجهزة التي يُمكن استخدامها للتداخل مع إشارات النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية[٥] أو حظرها أو تنظيم إنتاج مثل هذه الأجهزة وتوزيعها وبيعها واستخدامها.

— انتهى —

[٥] ورقة العمل A41-WP/653، تقرير عن بالبند ٣١ من جدول الأعمال: "تحث الدول على اتخاذ ما يلزم من تدابير لتجنب تسويق/انتشار واستخدام أجهزة الإرسال غير القانونية مثل أجهزة التشويش وإساءة استخدام معدات الاختبار والصيانة التي قد تؤثر على نُظُم الاتصالات والملاحة والاستطلاع."