



الجمعية العمومية — الدورة الثانية والأربعون

اللجنة الفنية

البند رقم ٢٤: المبادرات ذات الأولوية في مجالي السلامة الجوية والملاحة الجوية

استراتيجية أمن بيانات الطيران الخاصة بنظام إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي

(ورقة مقدمة من كولومبيا، بدعم من الدول الأعضاء في لجنة الطيران المدني
لأمريكا اللاتينية (LACAC))^٢

الموجز التنفيذي

لقد أحدثت تقنية نظام إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي (ADS-B) تحولاً في إدارة الحركة الجوية من خلال توفير بيانات عالية الدقة وفي الوقت الحقيقي، والسماح بإدارة المجال الجوي بمزيد من الكفاءة. بيد أن اعتمادها على بروتوكولات غير مشفرة يجعلها عرضة للهجمات الإلكترونية، فضلاً عن المخاطر التي تهدد سرية البيانات. وهذا يمكن أن يخل بجودة المعلومات التي تستخدمها مراقبة الحركة الجوية (ATC) ويعرّض المعلومات المرسلة للتشويش.

وللتخفيف من هذه المخاطر، ينبغي إعداد استراتيجيات شاملة تضم مصادر متعددة لبيانات الاستطلاع، سواء من نظم تعاونية أو غير تعاونية، وربط المعلومات بمصادرها لتحديد مستويات الثقة وتعزيز المرونة والمتانة من الناحية التكنولوجية. إضافة إلى ذلك، يجب تنفيذ ممارسات متطورة للأمن الإلكتروني، وتقنيات للكشف عن الاختلالات قائمة على البيانات الكبيرة والذكاء الاصطناعي (AI)، لتقييم موثوقية المعلومات وضمانها. وينبغي أن تحدد القوانين و/أو اللوائح الوطنية بوضوح الحدود الفاصلة بين الاستخدامين العام والخاص لهذه البيانات، فضلاً عن آثار ذلك على خصوصية مستخدمي الطائرات الخاصة والحكومية.

هذا النهج الشامل سيحسن جودة وموثوقية بيانات الملاحة الجوية المحصلة باستخدام هذه التكنولوجيا، وسيكشف عن الأنماط غير العادية أو الاختلافات فيما يتعلق بالارتفاع أو الموقع، بما في ذلك الانتحال، وبالتالي ضمان توفير معلومات موثوقة لمراقبة الحركة الجوية وحماية البيانات الشخصية والسرية وفقاً للتشريعات الوطنية.

وهذا الجانب الأخير مهم بشكل خاص، لأنه يشكل تحدياً جديداً للدول وأوساط الطيران ولبعض الشركات الخاصة، التي سيتعين عليها تعريف حدود وعواقب إساءة استخدام بيانات الطيران المقدمة بنظام إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي بموجب الإطار القانوني لحماية البيانات في كل دولة.

^١ قدمت كولومبيا النسخة الإسبانية.

^٢ بليز وبوليفيا (دولة - المتعددة القوميات) وشيلي وكوبا والجمهورية الدومينيكية وإكوادور والسلفادور وغواتيمالا وهندوراس وجامايكا والمكسيك ونيكاراغوا وبنما وباراغواي وبيرو وأوروغواي وفنزويلا (جمهورية - البوليفارية).

الإجراءات: الجمعية العمومية مدعوة إلى القيام بما يلي: (أ) تطلب من الإيكاو التشجيع على إعداد لوائح وطنية تنشئ قواعد قياسية وآليات تنظّم وصول الجهات الخاصة إلى معلومات نظام إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي، ونشرها واستخدامها، بما يحمي خصوصية الطيران وسلامته دون المساس بفوائد هذه التكنولوجيا؛ (ب) أن تطلب إجراء تحليل لاستخدام البيانات الكبيرة والذكاء الاصطناعي بغرض الرصد التقائي التنبؤي بجودة بيانات نظام إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي، وضمان دقة بيانات هذا النظام من خلال ربطها بنظم أخرى في إطار برنامج متعدد المستشعرات كجزء من خطط الملاحة الجوية الإقليمية، من أجل التخفيف من المخاطر المذكورة أعلاه؛ (ج) إدراكاً للأهمية البالغة لسلامة البيانات، ولأن أي تغيير في المعلومات المرسلة، مثل موقع الطائرة وارتفاعها، يمكن أن تكون له عواقب وخيمة، ينبغي إدراج ضوابط وبروتوكولات لسلامة البيانات (مثل خوارزميات التجزئة، ورمز التحقق من الرسالة الإلكترونية المشفرة (HMAC) لضمان عدم تغيير المعلومات في أثناء الإرسال؛ (د) نظراً إلى المخاطر التي تتعرض لها سرية بيانات نظام إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي في الإرسال عبر الترددات اللاسلكية المفتوحة، تقييم جدوى العمل بتشفير نظام إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي، لا سيما في المناطق الحساسة، بحيث لا يمكن الوصول إلى البيانات المرسلة إلا بالنظم المصرح لها دون غيرها؛ (هـ) تنفيذ نظم الاستطلاع الاحتياطية (مثل الرادار الأساسي أو الثانوي) التي يمكن أن توفر بيانات احتياطية لنظام إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي، في حالة انقطاع الخدمة، واستحداث آليات لاكتشاف التشويش والتدخلات الأخرى والتخفيف من حدتها؛ (و) توفير التدريب للمشغلين والفنيين والطيارين على المخاطر المتعلقة بنظام إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي، وعلى أفضل الممارسات للتخفيف من حدتها، من أجل إنقاذ الوعي وتحسين التصدي للتهديدات المحتملة.	
الأهداف الاستراتيجية:	ترتبط ورقة العمل هذه بالأهداف الاستراتيجية: "ضمان السلامة والأمن لكل رحلة جوية؛ و "ضمان أن يوفر الطيران للجميع تنقلاً سلساً وميسراً وموثوقاً"، و "عدم ترك أي بلد وراء الركب".
الآثار المالية:	
المراجع:	الملحق السابع عشر - "أمن الطيران" وثيقة الإيكاو: "استراتيجية الأمن الإلكتروني في مجال الطيران" وثيقة الإيكاو: "إرشادات بشأن سياسة الأمن الإلكتروني" وثيقة الإيكاو: "خطة عمل الأمن الإلكتروني" الموقع الإلكتروني لإدارة الطيران الاتحادية (FAA) - خصوصية عنوان الإيكاو (PIA) وبرنامج الحد من عرض بيانات الطائرة (LADD) الموقع الشبكي للرابطة الوطنية لطيران رجال الأعمال (NBAA) Ali, B. S., Ochieng, W. Y., Schuster, W., Majumdar, A., et Chiew, T. K. (2015). A safety assessment framework for the Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) system. Safety Science, 78, 91–100. https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2015.04.011 Jeon, D., Eun, Y., et Kim, H. (2015). Estimation fusion with radar and ADS-B for air traffic surveillance. International Journal of Control, Automation and Systems, 13(2), 336–345. https://doi.org/10.1007/s12555-014-0060-1 Jamming and Spoofing Protection for ADS-B Mode S Receiver Through Array Signal Processing. Lecture Notes in Electrical Engineering, 555, 184–204. https://doi.org/10.1007/978-981-13-7086-1_13 Smith, A., Cassell, R., Breen, T., Hulstrom, R., et Evers, C. (2006). Methods to provide system-wide ADS-B back-up, validation and security. AIAA/IEEE Digital Avionics Systems Conference – Proceedings. https://doi.org/10.1109/DASC.2006.313681

١- المقدمة

١-١ أحدث نظام إذاعة الاستطلاع التابع للتلقائي تحولاً في إدارة الحركة الجوية من خلال توفير بيانات في الوقت الحقيقي (تحدث كل ثانية) بمزيد من الدقة والكفاءة، مع تخفيض تكاليف التركيب والصيانة. كما أنه يعزز إدارة المجال الجوي، من خلال تحسين المسارات، وتحسين التنبؤ بالازدحام، والمساهمة في إدارة تدفق الحركة الجوية (ATFM)، وتوفير معلومات لاتخاذ القرارات التشغيلية في الوقت الحقيقي. بيد أن عدم تشفير بروتوكولات الإرسال تجعل هذا النظام عرضة لمخاطر سيبرانية وإلكترونية مختلفة يلزم التصدي لها لضمان سلامة المعلومات وتجنب تأثيراتها على السلامة.

٢-١ تُعرض بروتوكولات الإرسال غير المشفرة نظام إذاعة الاستطلاع التابع للتلقائي للتهديدات الإلكترونية، وأهمها الانتحال والتصيد والتشويش. وهذه الهشاشة تعرض سلامة النظام للخطر وتشكل خطراً كبيراً على سلامة وأمن المجال الجوي والطائرات.

٣-١ سرية بيانات نظام إذاعة الاستطلاع التابع للتلقائي أمر بالغ الأهمية يتطلب اهتماماً خاصاً، لا سيما فيما يتعلق بحماية البيانات الشخصية وهوية الركاب والأمن القومي وسرية العمليات. فنشر بيانات الملاحة الجوية أو استغلالها من جانب كيانات خاصة، أو الكشف عنها علناً، يمكن أن يؤثر على خصوصية الأفراد، لا سيما في رحلات الطيران العام أو الطائرات الخاصة، ويمكن أن يعرض سلامة رحلات الدولة للخطر، خاصة في السياقات الدولية. وفي هذا الصدد، لا بد من إعداد لوائح واضحة تحكم مستويات الوصول والتصريح باستخدام معلومات نظام إذاعة الاستطلاع التابع للتلقائي، أو نشرها أو تسويقها.

٤-١ تبرز هذه العوامل أهمية إعداد استراتيجية لأمن معلومات نظام إذاعة الاستطلاع التابع للتلقائي، توازن بين الحاجة إلى استخدام هذه البيانات لأغراض السلامة والأمن وكفاءة العمليات، من جهة، وواجب حماية البيانات الشخصية الحساسة وفقاً للتشريعات الوطنية، فضلاً عن الاستغلال التجاري للبيانات، من جهة أخرى، وهو ما يتطلب قاعدة قياسية دولية للحماية.

٥-١ يتطلب التخفيف من هذه المخاطر بشكل فعال استراتيجيات أمنية شاملة تغطي جوانب مختلفة مثل تعزيز البنية التحتية التكنولوجية، وإعداد أدوات لتحليل البيانات، وإنشاء أطر قانونية وتنظيمية قوية. كما أن التعاون الدولي وتبادل المعلومات بين الدول أمر بالغ الأهمية لمواجهة الصعوبات المرتبطة بنظام إذاعة الاستطلاع التابع للتلقائي، ولضمان سلامة المجال الجوي العالمي وكفاءته.

٦-١ ينبغي أن تجمع أي استراتيجية فعالة وشاملة للتخفيف من المخاطر، بين البيانات الواردة من نظم الاستطلاع التعاونية (مثل الرادارات الثانوية) وغير التعاونية (الرادارات الأولية). ومن خلال الربط بين المعلومات التي تولدها هذه النظم، يمكن التحقق بمزيد من الدقة من الأهداف التي ترسلها الطائرات لكل من المحطات الأرضية ونظم الأقمار الصناعية ذات المدار الأرضي المنخفض، التي ترسل البيانات إلى مراكز التحكم. وهذا النهج يعزز قدرة نظام استطلاع الطيران على المقاومة وقوته التكنولوجية، مما يحسن قدرته على تحمل التهديدات وضمان السلامة في الوقت الحقيقي.

٢- المناقشة

١-٢ لقد أحدثت تقنية نظام إذاعة الاستطلاع التابع للتلقائي تحولاً في إدارة الحركة الجوية من خلال توفير بيانات أكثر دقة ووفرة، وزيادة مرونة المجال الجوي، ودعم عمليات مثل إدارة المسارات وإعداد الفواتير. فهذه التقنية تستغل المجال الجوي على أفضل وجه، وتعزز السلامة، خاصة في المناطق التي تقل فيها أنشطة الاستطلاع، وتتكامل مع البيانات الكبيرة والذكاء الاصطناعي، وتوفر معلومات عالية الجودة لاتخاذ القرارات في نظم إدارة الحركة الجوية. باختصار، إن نظام إذاعة الاستطلاع التابع للتلقائي لا يحسن الكفاءة والسلامة فحسب، لكنه يدفع أيضاً نحو تحديث المجال الجوي.

٢-٢ تعتمد تكنولوجيا نظام إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي على إرسال البيانات من الطائرات والتطبيقات الأخرى، مثل النظم العالمية لتحديد المواقع. فهي تتغل البيانات باستخدام بروتوكولات مفتوحة (غير مشفرة)، مما يجعلها عرضة لما يلي: (١) الهجمات الإلكترونية التي تستهدف البيانات والمعلومات الرقمية؛ (٢) التداخل الإلكتروني، بما في ذلك التداخل الكهرومغناطيسي على طيف الترددات اللاسلكية، مما يمكن أن يضر بسلامة البيانات المرسل، مع ما يترتب على ذلك من آثار محتملة على السلامة والأمن؛ (٣) استخدام معلومات الطيران دون تصريح.

٣-٢ يشير العنصر الأول إلى المخاطر الإلكترونية، بما في ذلك الانتحال، والتصيد، والتلاعب بالبيانات، والحرمان من الخدمة. فيما يشمل العنصر الثاني حجب الإشارة، والضوضاء الكهرومغناطيسية، والنظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية (GNSS)، والانتحال، والتشويش.

٤-٢ أما العنصر الثالث فهو ينطوي على مخاطر كبيرة تهدد الخصوصية الشخصية، واستخدام البيانات السرية، خاصة فيما يتعلق بالطيران العام، أو الكشف عنها دون تصريح، وتعرض طيران الدولة لتهديدات أمنية. كل هذه العناصر يمكن أن تشكل مخاطر على الطائرات، ونظم مراقبة الحركة الجوية، وسعة شركات الطيران، وخصوصية المستخدم.

٥-٢ فيما يتعلق بخصوصية البيانات الشخصية، أعدت إدارة الطيران الاتحادية برنامج الحد من عرض بيانات الطائرة (LADD) وبرنامج خصوصية عنوان الإيكاو (PIA) لمعالجة مخاوف الخصوصية المتعلقة بنظام إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي. ويتيح هذا البرنامج لمالكي الطائرات المسجلة في الولايات المتحدة طلب عنوان بديل مؤقت للطائرة من الإيكاو، لا يُخصص للمالك في سجل الطائرات المدنية.

٦-٢ أعربت الرابطة الوطنية لطيران رجال الأعمال (NBAA) عن مخاوفها إزاء خصوصية نظام إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي، خاصة بالنسبة إلى مشغلي الطائرات الخاصة وطائرات الشركات، بنفس المعنى المتضمن في ورقة العمل هذه. وتشير الرابطة إلى إمكانية كشف معلومات حساسة خاصة بالرحلات الجوية، مما يتيح تتبعها واستغلال بياناتها دون تصريح. وتدعو الرابطة إلى إعداد لوائح تنظيمية توازن بين الشفافية وحماية خصوصية المالكين والركاب والمستخدمين.

٧-٢ حدد المصنعون عدداً من القيود التي تعوق برنامج خصوصية عنوان الإيكاو، والتي قد تنشي بعض المشغلين عن استخدامه. فالبرنامج يقتصر مثلاً على المجال الجوي الأمريكي، وبالتالي فهو غير صالح للرحلات الجوية الدولية، بما في ذلك عبر خليج المكسيك أو منطقة البحر الكاريبي. إضافة إلى ذلك، فإن العودة من عنوان الإيكاو إلى العنوان الدائم تتطلب عملية صيانة فنية، تنطوي في بعض الحالات على إعادة برمجة نظام الطائرة، وبالتالي، لا يمكن إجراء التغيير على الفور. وثمة قيد مهم آخر هو أن الطائرة قد تفقد إمكانية الوصول إلى بعض خدمات مؤسسة اتصالات الطيران الراديوية (ARINC) والشركة الدولية لاتصالات الطيران (SITA)، اللتين لا تتعرفان على العنوان المؤقت.

٨-٢ تعمل الدول على تعزيز نظمها للاستطلاع الجوي من خلال استراتيجية شاملة تجمع بين البنية التحتية التكنولوجية المتطورة، واستحداث برمجيات تعتمد على البيانات الكبيرة والذكاء الاصطناعي. وبعض الاستراتيجيات، مثل تنفيذ نظام متعدد المستشعرات مع أجهزة استشعار أولية وثنائية وأجهزة استشعار نظام إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي في المناطق ذات الكثافة المرورية العالية، وكذلك تدابير الأمن والأمن الإلكتروني لشبكات الاتصالات، تقدم حلولاً فنية. أما على مستوى البرمجيات، فيجري استحداث أدوات لتوصيف الحركة الجوية واكتشاف الاختلالات تلقائياً، مما يحسن موثوقية المعلومات التي تستخدمها مراقبة الحركة الجوية. وهذا النهج يحسن سلامة الطيران وأمنه وكفاءته، وينبغي أن يكون جزءاً من خطط الملاحة الجوية الإقليمية.

٩-٢ فيما يخص العنصر الثالث المتعلق بخصوصية البيانات، تواجه الدول صعوبات تنظيمية وتشريعية فيما يتعلق بالقيود المفروضة على استخدام معلومات الطيران التي يولدها نظام إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي. ويجب على كل دولة أن تضع حدوداً لعرض هذه البيانات بشكل عام، أو استخدامها من قبل طرف ثالث، مع مراعاة التأثير المحتمل على خصوصية الطائرات وسلامتها وأمنها، بما في ذلك الطيران العام والخاص وطيران الدولة، وضمان الحماية القانونية وفقاً للوائح الوطنية لحماية البيانات.

١٠-٢ الاستغلال المتزايد لبيانات الطيران، مثل تلك التي يوفرها نظام إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي من خلال المنصات التجارية، يثير تساؤلات جدية بشأن تأثير ذلك على خصوصية مستخدمي الطائرات وسلامتهم، سواء كانت طائرات خاصة أو تابعة للدولة. إن انعدام التشفير، إضافة إلى وظائف البث الخاصة بنظام إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي، تجعلان معلومات الطيران، ومن بينها موقع الطائرة ومعرفها الفريد، متاحة للجمهور، مما يعرض سلامة العمليات وخصوصية الركاب للخطر. لذلك فمن الضروري أن تتعاون أوساط الطيران والدول والشركات الخاصة في إعداد لوائح وآليات تنظم الوصول إلى هذه المعلومات واستخدامها، من أجل حماية سرية الطيران وأمنه دون المساس بفوائد تقنية نظام إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي.

١١-٢ دعماً للتنظيم، من المهم وجود قاعدة قياسية دولية محدثة. ويحسن بالدول والمشغلين والشركات الخاصة التي تنشر بيانات الطيران أن تعمل كنقطة بكتف لإعداد تدابير، من خلال التشريعات الوطنية وهيئات الطيران المدني، لضمان حماية البيانات الشخصية والحساسة التي قد تتعرض للخطر في حالة الكشف عنها دون تصريح، وفقاً للقوانين الوطنية.

١٢-٢ لا بد من مراعاة الأثر المترتب على الركاب جراء الكشف عن معلومات الطيران دون تصريح واستخدامها التجاري على الإنترنت. ولا يمكن الحد من استغلال هذه المعلومات عبر الإنترنت إلا من خلال إجراء حوار بناء مع شركات إدارة البيانات، إلى جانب وجود لوائح فعالة تنظم استخدام البيانات. وهذا النهج يساعد على حماية الحق في الخصوصية والأمن للرحلات الجوية والركاب، لا سيما في الطيران الخاص والحكومي.

١٣-٢ في الختام، رغم أن نظام إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي أداة ضرورية لإدارة الحركة الجوية، إلا أنه من الضروري على الدول معالجة مواطن ضعفه. ولا غنى عن استراتيجية شاملة تجمع بين التحسينات التكنولوجية وتحليل البيانات والأطر القانونية لحماية المعلومات والخصوصية. كما ينبغي أن تتناول اللوائح التنظيمية مسألة استخدام بيانات نظام إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي، لا سيما الكشف عن البيانات المتعلقة بالطائرات الخاصة والحكومية لأغراض تجارية، من أجل حماية خصوصية المستخدمين والتحسب للمخاطر الأمنية للدول.

— انتهى —