منظمة الطيران المدني الدولي

ورقة عمل

A41-WP/224
TE/76
2/8/22

الجمعية العمومية – الدورة الحادية والأربعون

اللجنة الفنية

البند رقم ٣١: سلامة الطيران والتوحيد القياسي للملاحة الجوية

التشغيل الآلي والدور المتغير لقائد الطائرة

(مقدمة من كندا واليابان)

الموجز التنفيذي

إن تزايد مستويات التشغيل الآلي وإدخال عمليات ذاتية التشغيل في الطيران يسهمان في تغيير دور قائد الطائرة. ويتضح ذلك في الطيران، ولكن بشكل خاص في نظم الطائرات الموجهة عن بعد (RPAS)* والطائرات التي يقودها طاقم. يحقق هذا التحول فوائد اقتصادية ويعزز سلامة الطيران وتيسره، ولكنه يؤثر أيضاً على أطر وتعاريف الطيران المحددة. ويشمل ذلك إدخال اعتبارات جديدة في كفاءات الطيارين، والمسؤولية عن عمليات الطيران، وسلطة اتخاذ القرار، والمسؤولية في حال وقوع الحوادث. وفي حين أن تركيز الورقة ينصب على الطيار، من المسلم به أن للتشغيل الآلي تأثيرات أيضاً على طاقم القيادة وموظفي الطيران الآخرين مما يستدعي النظر فيه.

* يرجى ملاحظة أن كندا تستخدم المصطلحات المحايدة من الناحية الجنسية للإشارة إلى الطائرات المسيّرة ككل التي حلت محل نظم الطائرات غير المأهولة (UAS) أو المركبات الجوية غير المأهولة (UAV).

الإجراء: بعد الاعتراف بالتأثيرات المحتملة على *اتفاقية الطيران المدني الدولي (١٩٤٤)* والملحق ١ — *إجازة العاملين*، الجمعية العمومية مدعوة إلى:

أ) الطلب إلى منظمة الطيران المدني الدولي (الإيكاو) استعراض التعاريف المتعلقة بالطيار وطاقم القيادة من منظور التشغيل الآلي المتزايد والطبيعة المتغيرة لعمليات الطيران؛

ب) والتوصية بأن تقوم الإيكاو بإجراء استعراض شامل للكفاءات والتدريبات المطلوبة للأشخاص المسؤولين عن سلامة الطيران (كالطيارين ومرحّلي الطائرات وما إلى ذلك).

الأهداف الاستراتيجية:	ترتبط ورقة العمل هذه بالأهداف الاستراتيجية الخاصة بالسلامة والتنمية الاقتصادية للنقل الجوي.
الآثار المالية:	سوف يتم الاضطلاع بالأنشطة المشار إليها في هذه الورقة رهناً بالموارد المتاحة في البرنامج العادي و/أو المساهمات من خارج الميزانية.
المراجع:	*اتفاقية الطيران المدني الدولي (١٩٤٤)*، *والملحق ١ — إجازة العاملين* (Doc 9868)، *إجراءات خدمات الملاحة الجوية — التدريب (PANS-TRG).*

١ – المقدمة

١–١ في السنوات الماضية، كان هناك إتجاه مجتمعي كبير نحو زيادة مستويات التشغيل الآلي من خلال استخدام التكنولوجيات المتطورة، مثل الذكاء الاصطناعي وتعلّم الآلة. ويتضح هذا التوجّه داخل قطاع الطيران، حيث يجري دمج التشغيل الآلي في عمليات الطائرات التي يقودها طاقم والطائرات الموجهة عن بعد.

١–٢ بالنسبة للطائرات التي يقودها طاقم، أصبحت مقصورة القيادة مؤتمتة أكثر فأكثر، مع ابتعاد تدريجي عن مهارات القيادة القائمة على "عصا القيادة والدفة" والتوجّه نحو القيادة القائمة على النُظم.[١] وقد اتضح هذا التطور في ثمانينيات القرن العشرين مع التخلي عن مهندسي مقصورة القيادة في شركات الطيران وفي عدد كبير من الطائرات العسكرية، نتيجة التطورات في الحواسيب والتكنولوجيا التي جعلت هذه الدور زائداً عن الحاجة.

١–٣ وبالنسبة للطائرات الموجهة عن بعد، ظهرت حالات استخدام وتصاميم جديدة للطائرات تشمل توافراً متزايداً للتشغيل الآلي والقدرات فيما يتعلق بالعمليات ذاتية التشغيل. فالمفاهيم السائدة في الصناعة عن العمليات تصف بيئة لم يعد الطيارون فيها يقودون طائرة موجهة عن بعد، بل يقودون عن بعد بسهولة تامة أو بطريقة ذاتية أسطولاً من الطائرات الموجهة عن بعد، حيث يجري استكمال مهارات القيادة التقليدية بنظم مؤتمتة.

١–٤ واستجابة للزيادة في مستويات التشغيل الآلي، وُضعت عدة دراسات للطرازات والرموز هدفها تحديد و/أو تصنيف و/أو وصف عالم التشغيل الآلي على نحو ملائم. وأبرز ما يلاحظ هو العمل الذي أنجزته جمعية مهندسي المحركات الدولية (SAE)[٢] في قطاع صناعة السيارات (مع الإشارة إلى أن دراسة الرموز لها قيودها وتحدياتها ولا سيما عند تطبيقها في الطيران) والجمعية الأمريكية للاختبار والمواد (ASTM).[٣] واستناداً إلى هذا العمل، ثمة أيضاً عمل تعاوني دولي بين هيئات الطيران المدني وأصحاب المصلحة في الصناعة بلغ مراحله النهائية، ويقدم نظرة موحدة عن التشغيل الآلي والتشغيل الذاتي للطائرات الموجهة عن بعد. وعلى الرغم من وجود بعض التمايز عبر دراسات الرموز، فإنها تصف جميعها مجموعة من رموز التشغيل الآلي تتفاوت من العمليات اليدوية بالكامل إلى العمليات الذاتية التشغيل بالكامل. انظر المرفق (أ) بشأن سلّم التشغيل الآلي الذي وضع من خلال تعاون دولي.

١–٥ وعموماً، تتقدم عمليات الطيران نحو عالم التشغيل الآلي بزخم متواصل. وتخطط الشركات لعمليات ترتبط بمستويات رفيعة من التشغيل الآلي (حيث تتم تأدية بعض المهام أو الوظائف بصورة ذاتية)، و/أو لعمليات ذاتية التشغيل بالكامل (من دون تدخل من الجانب البشري). وعلى سبيل المثال، نجد الآن في كندا فرصة للتسليم الذاتي لشحنات الطائرات الموجهة عن بعد من خلال نظام برمجيات لإدارة افتراضية للرحلات ومركز لمراقبة العمليات المركزية. وخارج كندا، تبين أن الشركات تستخدم بشكل متزايد نظم التشغيل الآلي ونظم التشغيل الذاتي لتسليم البضائع كالإمدادات الطبية والأغذية والمشروبات والمنتجات الاستهلاكية.

١–٦ مع هذا التحول الجوهري في عمليات الطيران، يتغير دور قائد الطائرة بشكل جذري.

---

[١] University of North Dakota, Determining Appropriate Levels of Automation, FITS SRM Automation Management Research, Charles L. Robertson, May 25, 2010, https://www.faa.gov/training_testing/training/fits/research/media/Det_App_Lvl_Atm.pdf

[٢] SAE International, Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles, https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/

[٣] ASTM International, TR1 - Autonomy Design and Operations in Aviation: Terminology and Requirements Framework, https://standards.globalspec.com/std/14480544/TR1

ASTM International, TR2 – Developmental Pillars of Increased Autonomy for Aircraft Systems, https://standards.globalspec.com/std/14480549/TR2

ASTM International, TR3: Regulatory Barriers to Autonomy in Aviation, https://www.astm.org/tr3-eb.html

٢- المناقشة

٢-١ يحقق التشغيل الآلي فوائد عديدة للطيران. ويسمح بتنفيذ مهام معينة بطريقة دقيقة وكفوءة وفعالة من حيث التكاليف وآمنة،[٤] مع إمكانية خطر أقل على قائد الطائرة والركاب (عند الاقتضاء) وجميع المعنيين أو المشاركين في العملية.

٢-٢ والتشغيل الآلي يجعل الطيران أيسر منالاً؛ وخصوصاً لأنه يرتبط باستخدام تكنولوجيات الطائرات الموجهة عن بعد. وقد ساهم التشغيل الآلي المثبّت في الطائرات الموجهة عن بعد في تخفيض تكاليف الدخول في السوق والتشغيل بالنسبة للمستعملين، ويعزى ذلك بدرجة كبيرة إلى عدم الحاجة إلى وجود طيار على متن الطائرة وتخفيف المخاطر المرتبطة بذلك. كما أنه يقلل بعض المتطلبات والتكاليف المرتبطة بتدريب الطيارين لأن التشغيل الآلي يمكّن من غرس بعض القدرات في النظام بدلاً من الطيار. وقد تساعد هذه العوامل المؤثرة في اجتذاب جيل جديد من الطيارين، يشمل الأشخاص الذين يشكل تنقلهم عائقاً أو عاملاً مؤثراً (مثل الأشخاص ذوي الإعاقة، والأشخاص الذين يعيشون في مجتمعات نائية، والمسؤولين عن تقديم الرعاية) ومعالجة أوجه القصور المتوقعة في المستقبل لدى الطيارين في الطيران التقليدي. وحين تكون عمليات الطيران التي تعتمد التشغيل الآلي أكثر فأكثر مرتبطة بمخاطر أقل (كعدم وجود ركاب على متن الطائرة)، يمكن أيضاً تكييف المتطلبات الطبية بحيث تتوسع جماعة الطيارين المؤهلين المحتملين أكثر.

٢-٣ وفي حين أن تزايد مستويات التشغيل الآلي وتكنولوجيات الطائرات الموجهة عن بعد تتيح فرصاً هائلة، فإنها تواجه أيضاً الأطر القائمة وتؤدي إلى نتائج واسعة النطاق على نظام الطيران لأنها تطورت بافتراض قيام طيار بشري بقيادة طائرة واحدة. لذلك تقتضي الاستجابة إلى هذا التحول دراسة طرازات الطائرات والعمليات والمهام التي سيتم الاضطلاع بها في المستقبل، وكيف يمكن دمجها في نظام إيكولوجي أوسع للطيران، وكيف يمكن الحفاظ على الأمن والسلامة. وقد يتعين إعادة النظر في بعض المكونات وتكييفها للتعبير عن هذا المشهد المتطور.

٢-٤ وبالنظر إلى التغير الكبير في الأدوار والمسؤوليات والمهام التي يطلب من الطيار أداؤها، فسوف يؤثر ذلك على المتطلبات القائمة لكفاءة الطيار من أجل منح التراخيص (كما هو مبين حالياً في *الملحق ١* وفي *إجراءات خدمات الملاحة الجوية — التدريب* (Doc 9868). وانسجاماً مع الاستخدام المتوقع لنظم التشغيل الآلي المعقدة، والتعلّم البشري–الآلي، وعمليات أساطيل الطائرات، سوف يكون طيارو المستقبل بحاجة إلى مستوى رفيع من الكفاءة والتدريب في مجالات مثل إدارة النظم والعمليات (بما في ذلك الاستجابة في حالات الطوارئ – مثلاً ظروف تعطل النظام)، والوعي بالحالة، واتخاذ القرار، والعوامل البشرية. وسوف تصبح هذه الكفاءات أكثر أهمية من بعض مهارات الطيارين التقليدية، مثل التنسيق بين اليد والعين. ومع ذلك، فإن الاحتفاظ بالمعرفة عن الطيران التقليدي سوف يبقى حاسم الأهمية لضمان السلامة عند حدوث المشكلات ودعم قبول مجتمعي أوسع للتكنولوجيات.

٢-٥ وأحد الاعتبارات الرئيسية بالنظر إلى الطبيعة المتغيرة للرحلات ومهام الطيارين هو الموضع الذي ينبغي أن تستند إليه المسؤولية النهائية وسلطة اتخاذ القرار والمساءلة. فإذا كانت الطائرة تدار بواسطة نظم ذاتية التشغيل ولم يعد الطيار مشاركاً في بعض أو جميع الوظائف (أي لا يوجد بشر في الحلقة)، فهل يؤدي ذلك إلى تغيير تركيبات الطيران المحددة لأنها تتعلق بالمسؤولية عن سلامة الطائرة (أي سلامة البضائع والركاب على متن الطائرة، إن وجدوا، وسلامة الأشخاص والممتلكات على الأرض)، ومنح السلطات، والمسؤولية في حالات التعطل؟ وعلى سبيل المثال، عندما تعمل طائرة موجهة عن بعد بطريقة ذاتية التشغيل ومن دون إشراف بشري مباشر، فهل سيظل هناك طيار يفترض بأنه "يقود الطائرة" ومسؤول عن سلامة الطائرة؟

---

[٤] National Research Council of the National Academies, Autonomy Research for Civil Aviation: Towards a New Era of Flight, https://nap.nationalacademies.org/catalog/18815/autonomy-research-for-civil-aviation-toward-a-new-era-of

وهل تتواصل مراقبة الحركة الجوية مع طيار أو نظام، ومن هو المسؤول؟ من وجهة نظر قانونية، يطرح ذلك أسئلة جديدة عن الولاية القضائية فيما يتعلق بالمكان الذي تسجل فيه الشكاوى وضد من، وكفاية تأمين المسؤولية. وجميعها أسئلة تحتاج إلى تفكير عميق.

٢-٦ وقد عرّفت الإيكاو حالياً الطائرة ذاتية التشغيل بأنها: "طائرة غير مأهولة لا تسمح للطيار بالتدخل في إدارة الرحلة."[٥] ومع ذلك فإن تطبيق هذا التعريف على عمليات الطيران في المستقبل قد يعني أن المتطلبات الحالية للمساءلة والمسؤولية لا يمكن الوفاء بها. فالمسؤولية عن سلامة الرحلة تتحقق من خلال استخدام معدات آمنة، ومعارف وكفاءات الطيارين، ومراقبة الحركة الجوية. وينعكس ذلك في الإطار القانوني والتعاريف المحددة بموجب *اتفاقية الطيران المدني الدولي (١٩٤٤) والملحق ١ — إجازة العاملين*، حيث يفترض بأن الطيارين هم بشر (وليس آلات) تقع على عاتقهم بمقتضى ذلك مسؤوليات الطيران.[٦] انظر المرفق (ب) للاطلاع على التعاريف المطبقة. ومع ذلك، وبما أن الطيران ينحو أكثر نحو عالم التشغيل الآلي ويتوقع عمليات لا يشارك فيها البشر، يتعين على الدول الأعضاء في الإيكاو أن تنظر في كيفية تفسير ذلك وما إذا كان هذا من الممكن مواجهة هذا التحدي للإطار المنصوص عليه في الاتفاقية *والملحق ١* بواسطة التركيبات القائمة لإدارة السلامة والأمن.

٢-٧ وترى كندا أنه لا بد من وجود شخص مسؤول عن سلامة عمليات الطيران، حتى عندما تكون مؤتمتة بدرجة كبيرة و/أو ذاتية التشغيل بطبيعتها. يضمن ذلك وجود شخص مسؤول عن سلامة الرحلة ويتماشى مع مبادئ نظام إدارة السلامة. وبما أن الطيران ينحو نحو التشغيل الذاتي الكامل، ينبغي مع ذلك أن يدرس المصطلح "طيار" بالاقتران مع مصطلحات أخرى، مثل مرحّل الطائرات، لتقييم استمرار ملاءمتها في توصيف الشخص المسؤول عن سلامة الرحلة.

٣- الاستنتاج

تعترف كندا والمشاركون في هذه الورقة بالتحولات الحاصلة في تغير الأدوار والمسؤوليات والكفاءات والتدريبات المطلوبة من قائد الطائرة، فضلاً عن الحاجة المستمرة لتعيين شخص مسؤول عن ضمان سلامة عمليات الطائرات. ويمكن أن تساعد هذه التسمية أيضاً في تعزيز القبول والثقة المجتمعيْن في استخدام تكنولوجيات التشغيل الآلي. ومع الاعتراف بحدوث تحول تكنولوجي وتغير في الأدوار، من الضروري مع ذلك أن تؤيد الجمعية العمومية للإيكاو إجراء استعراض للتعاريف القائمة للطيارين وطاقم القيادة وأن تنظر في كيفية تغيير هذه التعاريف/المصطلحات مع تطور التكنولوجيا من الناحية المفاهيمية. وقد يشمل ذلك إدخال تعديلات على *الاتفاقية والملحقات والوثائق الإجرائية المرتبطة بها* والإرشادات من أجل التعبير عن المشهد القانوني المختلف وعمليات الطيران المتطورة.

— — — — — — — —

[٥] ICAO Cir 328, AN/190, Unmanned Aircraft Systems (UAS), www.icao.int/meetings/uas/documents/circular%20328_en.pdf

[٦] ICAO International SARPs, Annex 1 – Personnel Licensing, Section 1.1. Definitions. page 24.

A41-WP/224
TE/76
Appendix A
English only

المرفق (أ)

PROPOSED CLASSIFICATION FOR AIRCRAFT AUTOMATION

- **Level 0 – Manual Operation**: The crew is responsible for all functions including controlling the aircraft, evaluating and responding to the aircraft and airspace environments, communicating with external systems, and managing the aircraft when failures present themselves.
- **Level 1 – Assisted Operation**: Systems which have been automated up to this level are used to support the crew in performing the specified function.
- **Level 2 – Task Reduction:** As technology and confidence in performing tasks within a specific Operational Design Domain (ODD) are gained, automation increases to the level where a system may take over a specific task or function to help the crew focus on more mission-critical tasks.
- **Level 3 – Supervised Automation:** By expanding the capability of the automated systems to handle not only aircraft functions, but monitoring and responding to changes in the environment, the crew moves from actively managing the function to monitoring the safety and effectivity of the operational outcomes.
- **Level 4 – High Automation:** Once the technology has demonstrated the ability to perform entire tasks or functions effectively and have a robust capability to respond to their environment, the crew may trust one or more flight systems to perform their function autonomously (i.e., without human supervision).
- **Level 5 – Full Autonomy:** At the far end of the spectrum is a fully autonomous function. At this level of automation there is not only no human involvement in the function, and likely no human awareness of dynamic operational parameters affecting the functions ODD.

- **Trusted Autonomy**: As autonomy increases, the human needs to build trust in the machine and the machine needs to build trust in the human. The deployment of trusted autonomous systems results from the optimized balance of human and machine tasks with a focus on integrity metrics defined to support safe and efficient airspace operations. Trusted autonomy can be considered a pathway to progressively remove the inherent limitations of full autonomy as known today.

A41-WP/224
TE/76
Appendix B
English only

المرفق (ب)

APPLICABLE ICAO DEFINITIONS

Annex 1: Personnel Licensing

Pilot (to). To manipulate the flight controls of an aircraft during flight time.

Pilot flying (PF). The pilot whose primary task is to control and manage the flight path. The secondary tasks of the PF are to perform non-flight path related actions (radio communications, aircraft systems, other operational activities, etc.) and to monitor other crew members.

Pilot-in-command. The pilot designated by the operator, or in the case of general aviation, the owner, as being in command and charged with the safe conduct of a flight.

Pilot-in-command under supervision. Co-pilot performing, under the supervision of the pilot-in-command, the duties and functions of a pilot-in-command, in accordance with a method of supervision acceptable to the Licensing Authority.

Pilot monitoring (PM). The pilot whose primary task is to monitor the flight path and its management by the PF. The secondary tasks of the PM are to perform non–flight path related actions (radio communications, aircraft systems, other operational activities, etc.) and to monitor other crew members.

Annex 6: Operation of Aircraft, Part 1

Flight Operations Officer/Flight Dispatcher. A person designated by the operator to engage in the control and supervision of flight operations, whether licensed or not, suitably qualified in accordance with Annex 1, who supports, briefs and/or assists the pilot-in-command in the safe conduct of the flight.

ICAO Cir 328, AN/190, Unmanned Aircraft Systems (UAS)

Autonomous aircraft. An unmanned aircraft that does not allow pilot intervention in the management of the flight.

– انتهـى –