



الجمعية العمومية - الدورة الثانية والأربعون

اللجنة الفنية

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

الإجهاد الذهني وفيض المعلومات في مقصورة القيادة الرقمية:

التخفيف من المخاطر الناشئة على مستوى الأداء البشري

(ورقة مقدمة من المملكة العربية السعودية)

الموجز التنفيذي

تتناول هذه الورقة مخاطر الأداء البشري الناشئة والمرتبطة بالتحول الرقمي لمقصورة القيادة الحديثة. وفي حين أن الأنظمة الرقمية، مثل الحقائق الإلكترونية للرحلات الجوية، ووصلات البيانات في الوقت الفعلي، والتشغيل الآلي المتقدم، قد عززت بشكل كبير من سلامة الطيران وكفاءته، فإنها تطرح أيضاً تحديات جديدة تتعلق بالتحميل الزائد بالمعلومات، وتغيير مهام الطيار، وزيادة التكامل المطلوب بين الوظائف الإدراكية. كذلك فإن رصد ومعالجة كم كبير من المعلومات الرقمية الديناميكية بوتيرة مستمرة قد يؤدي إلى تدهور قدرة الطيار على اتخاذ القرارات وإضعاف وعيه بالحالة، وتعرض السلامة الجوية للخطر، لا سيما خلال فترات العمل الكثيفة أو غير الطبيعية أثناء الرحلة.

ويتناول "دليل الأداء البشري" (Doc 10151) مثل هذه المخاطر باعتبارها قيوداً إدراكية يرد بيانها في القسم ١-٤، "مبادئ الأداء البشري" من الدليل. ومع ذلك، لم تُعالج هذه المخاطر بشكل شامل حتى الآن في القواعد والتوصيات الدولية أو المواد الإرشادية الحالية الصادرة عن الإيكاو. ويتطلب الأمر اتباع نهج استباقي في التصميم يضع الإنسان في محور التركيز، لضمان أن يستمر التقدم التكنولوجي في دعم الأداء البشري، بدلاً من إعاقته.

وتقترح هذه الورقة أن تضطلع الإيكاو بدور قيادي في وضع إطار عمل عالمي للتخفيف من هذه المخاطر. ويتضمن ذلك وضع مواد إرشادية جديدة، وتحديث متطلبات التدريب، وتعديل ملاحق اتفاقية الطيران المدني وقرارات الجمعية العمومية ذات الصلة بهذه المسألة لضمان إدخال التقنيات الرقمية بما يحقق السلامة في مقصورة القيادة.

الإجراءات: الجمعية العمومية مدعوة إلى:

أ) الاعتراف بمخاطر السلامة الناشئة عن حدود القدرات الإدراكية البشرية وفيض المعلومات ومتطلبات المهام المتغيرة في مقصورة القيادة الرقمية الحديثة؛

ب) توجيه المجلس للشروع في استعراض شامل للآثار المترتبة على توافر البيانات المكثفة على الأداء البشري في بيئات مقصورة القيادة؛

ج) تأييد وضع مواد إرشادية جديدة بشأن ضمان أن يكون العنصر البشري هو محور التصميم، وتعديل القواعد والتوصيات الدولية والسياسات ذات الصلة بهذه المسألة لمعالجة هذه التحديات الناشئة؛

(د) اعتماد التعديل المقترح على المرفق (س) بقرار الجمعية ٤١-١٠، كما هو مفصل في المرفق بهذه الورقة.	الأهداف الاستراتيجية: ترتبط ورقة العمل هذه بالهدفين الاستراتيجيين "ضمان السلامة والأمن لكل رحلة جوية" و"ضمان أن يوفر الطيران للجميع تنقلاً سلساً وميسراً وموثوقاً"
الآثار المالية: تنفذ الأنشطة في إطار الميزانية العادية.	المراجع: الملحق الأول - "إجازة العاملين" الملحق السادس - "عمليات الطائرات" الملحق التاسع عشر - "إدارة السلامة"
الوثيقة 10151 Doc، " دليل الجهات التنظيمية في مجال الأداء البشري" الوثيقة 9683 Doc، " دليل التدريب الخاص بالعوامل البشرية"	

١- المقدمة

١-١ أحدث التحول الرقمي في قطاع الطيران تحسينات كبيرة في السلامة والكفاءة التشغيلية وإمكانية الوصول إلى المعلومات. وتتميز مقصورات القيادة الحديثة بمجموعة من الأدوات الرقمية القوية، بما في ذلك حقائب الطيران الإلكترونية، مع تطبيقات إدارة الأداء، والاتصال بين المراقب والطيار عبر وصلة البيانات، وأنظمة معلومات الطقس والحركة الجوية في الوقت الفعلي. وقد عززت أوجه التطور هذه بشكل جذري وعي طاقم الطيران بالحالة، وأدخلت التشغيل الآلي في بعض المهام اليدوية، مما ساهم في جعل منظومة الطيران العالمي أكثر أماناً.

٢-١ ومع ذلك، فإن هذا الانتشار الواسع للمعلومات الرقمية يطرح أيضاً تحديات جديدة ومعقدة تتعلق بالعوامل البشرية. فبيئة مقصورة القيادة الحديثة تتطلب أن يظل الطيارون على الدوام في حالة رصد ومعالجة ودمج لكميات كبيرة من البيانات الرقمية الديناميكية من أنظمة ومنصات متعددة. وقد أظهرت بعض الدراسات التي أجريت حول عبء العمل بمقصورة القيادة أن التشغيل الآلي لا يقوم بمجرد إلغاء للمهام، وإنما تغيير شكلها مما يخلق مسؤوليات جديدة تتمثل في رصد البيانات مع ضمان تكامل الوظائف الإدراكية. ويؤدي هذا الطلب المستمر على الوظائف الإدراكية إلى نشوء خطر يتمثل في زيادة فيض المعلومات والإجهاد الذهني وتقلص الوظائف الإدراكية، مما قد يضعف القدرة على إدارة الانتباه فتتراجع عملية اتخاذ القرار، ويزيد احتمال حدوث أخطاء تشغيلية، لا سيما خلال مراحل الرحلة الحرجة ذات عبء العمل المرتفع.

٣-١ كذلك فإن مخاطر الأداء البشري الناشئة والمرتبطة بالتعقيد الرقمي يجري تناولها جزئياً من خلال نموذج البرمجيات والأجهزة والمعدات والبشر (نموذج شيل - SHELL)، حيث قد تحدث حالات تأخير وأخطاء في الواجهة بين البشر والبرمجيات أثناء البحث عن معلومات حيوية في وثائق ومخططات مركبة أو مُضللة أو مُزدحمة بالمعلومات بشكل مفرط. ويمكن أن ترتبط المشكلات أيضاً بطريقة عرض المعلومات وتصميم برمجيات الحاسوب. ومع ذلك، يجب معالجة مخاطر الإجهاد الذهني بوضوح والتخفيف منها فيما يتعلق بواجهة البشر والبرمجيات أيضاً. وكما هو مبين في دليل الأداء البشري (الوثيقة 10151 Doc)، ينبغي أن تتطور الإرشادات الحالية المتعلقة بالعوامل البشرية ومعايير الترخيص ومناهج التدريب لتشمل مبادئ التصميم المتمحور حول الإنسان، ومعالجة التحديات الفريدة التي تُشكلها مقصورة القيادة الرقمية كثيفة البيانات.

٤-١ تهدف هذه الورقة إلى تسليط الضوء على الآثار المترتبة على السلامة من جراء حدود القدرات الإدراكية وفيض المعلومات في مقصورة القيادة الرقمية، واقتراح استراتيجية استباقية متحمرة حول الإنسان للتخفيف منها. ومن خلال معالجة هذه التحديات، يستطيع مجتمع الطيران العالمي أن يضمن أن يستمر إدخال العمل بالتقنيات الجديدة لتعزيز السلامة الجوية بدلاً من المساس بها.

٢- المناقشة

١-٢ كثافة البيانات في مقصورة القيادة

١-١-٢ تطورت مقصورة القيادة الحديثة من بيئة شحيحة المعلومات إلى بيئة غنية بها. ويتفاعل الطيارون مع مجموعة واسعة من الأنظمة الرقمية، بما في ذلك:

- (أ) أنظمة إدارة الرحلة المتقدمة: التي توفر بيانات معقدة للتوجيه والأداء والملاحة؛
- (ب) حقائب الطيران الإلكترونية: التي تستضيف العديد من التطبيقات، من حاسبات الأداء والمخططات الإلكترونية إلى تراكبات الطقس اللحظية ومراسلات مشغلي الطائرات؛
- (ج) الاتصالات عبر وصلات البيانات: بما في ذلك نظام الاتصال بين المراقب والطيار عبر وصلة البيانات ونظام توجيه اتصالات الطائرات والابلاغ الجوي، ما يتطلب رصدًا مستمرًا وتفاعلاً نصيًا؛
- (د) الأدوات الآلية للمساعدة في اتخاذ القرار: والتي، على الرغم من فائدتها، تتطلب إشرافاً وفهماً دقيقين من قبل طاقم الرحلة لضمان ملاءمة مخرجاتها للسياق التشغيلي.

٢-١-٢ ويتمثل الأثر التراكمي لهذه الأنظمة في زيادة كبيرة في العبء الذهني الواقع على طاقم الرحلة. وبخلاف المعلومات الثابتة المعروضة في مقصورة القيادة التقليدية، غالباً ما تكون البيانات الرقمية ذات طابع ديناميكي، ويجري تحديثها باستمرار، وتُعرض عبر شاشات عرض متعددة، مما يتطلب من الطيارين إدارة انتباههم بفعالية وانتقاء المعلومات المفيدة وإجراء تكامل كبير بين الوظائف الإدراكية. وقد أظهرت بعض الدراسات أن مثل هذه البيانات يمكن أن تُغير كيفية التواصل بين أفراد الطاقم وتوزيع أعباء العمل، مما يُعزز الحاجة إلى تحليل مقصورة القيادة باعتبارها نظاماً متكاملًا، بدلاً من كونها مجموعة من الأدوات المنفصلة.

٢-٢ الأداء البشري ومخاطر السلامة

١-٢-٢ تؤثر المتطلبات الإدراكية المتزايدة في مقصورة القيادة الرقمية بشكل مباشر على الأداء البشري، مما يؤدي إلى مخاطر قد تُضعف هوامش السلامة. وتُغطي مبادئ الأداء البشري الموضحة في الوثيقة Doc 10151 هذه المخاطر، خاصةً المبدأ الأول من مبادئ الأداء البشري: "يحدد أداء الأشخاص بقدراتهم وحدود إمكانياتهم". ويمكن تلخيص هذه الحدود على النحو التالي:

- (أ) فيض المعلومات. عندما يتجاوز حجم المعلومات الواردة قدرة الطيار على معالجتها، قد تُفوت التنبيهات المهمة، وقد يُصبح الوعي بالحالة مُجزأً، وقد يتأخر اتخاذ القرار أو يتدهور. ويتفاقم هذا الخطر في المواقف غير الاعتيادية، حيث قد يؤدي تدفق تنبيهات النظام إلى إرهاق طاقم الطائرة.
- (ب) الإجهاد الذهني. يُمكن أن يؤدي الجهد الذهني المُستمر المطلوب لإدارة بيئة غنية بالبيانات إلى إجهاد ذهني، يتميز بانخفاض اليقظة، وضعف الذاكرة قصيرة المدى، وانخفاض القدرة على حل المشكلات المعقدة. ويختلف هذا الإجهاد عن التعب البدني، ويمكن أن يتطور حتى في الرحلات القصيرة ذات التعقيد التشغيلي العالي.
- (ج) الانتباه أحادي الهدف. لكي يتمكّن الطيارون من إدارة الحمل المعرفي الزائد، قد يُركزون على مصدر معلومات واحد أو على مهمة واحدة مع استبعاد البيانات المهمة الأخرى، مثل تغير حالة الطقس أو الانحراف عن مسار الرحلة المطلوب.

(د) تدهور المهارات اليدوية للطيارين. قد يؤدي الاعتماد المفرط على التشغيل الآلي وأدوات اتخاذ القرار الرقمية، إلى جانب واجهة مُعقدة بين الإنسان والآلة، إلى تراجع مهارات الطيارين اليدوية البسيطة وحل المشكلات، والتي تُعتبر بالغة الأهمية أثناء الأحداث غير المتوقعة أو أعطال التشغيل الآلي.

٣-٢ الثغرات الموجودة في الإطار التنظيمي الحالي

١-٣-٢ على الرغم من أن الإيكاو قد وضعت إطاراً متيناً لإدارة الأداء البشري والسلامة، فإنّ من الضروري معالجة الثغرات التالية المتعلقة بتحديات مقصورة القيادة الرقمية:

(أ) إرشادات العوامل البشرية. رغم كون المواد الإرشادية الحالية ممتازة، فإنها لا تتضمن حتى الآن تفاصيل كاملة حول تصميم أنظمة غنية بالبيانات تتمحور حول الإنسان، ولا تُقدم استراتيجيات شاملة لإدارة فيض المعلومات في بيئة رقمية ولتصميم أنظمة متكاملة تتمحور حول الإنسان.

(ب) معايير الترخيص. تُركز عمليات ترخيص الطائرات والإلكترونيات الطيران في الملحق الثامن بشكل أساسي على سلامة النظام ووظائفه. ولا تُقيّم هذه العمليات باستمرار التأثير الذهني التراكمي للأنظمة الرقمية المتعددة والمتربطة على أداء طاقم الرحلة في سياق تشغيلي واقعي.

(ج) التدريب والإجازة. يجب تحديث أطر التدريب والتقييم القائمة على الكفاءة، بما في ذلك التدريب القائم على الأدلة، لتشمل كفاءات وسيناريوهات مُحددة تتعلق بإدارة المعلومات الرقمية، وتوجيه الانتباه، والتعرف على أعراض الإجهاد الذهني.

(د) إدارة السلامة. إن المخاطر المرتبطة بفيض المعلومات والإجهاد الذهني هي مخاطر ناشئة يجب دمجها صراحةً في برامج السلامة الوطنية وأنظمة إدارة السلامة الخاصة بالمشغلين بموجب الملحق التاسع عشر، مما يضمن خضوعها لتحديد المخاطر رسمياً وإدارة مخاطر السلامة.

٣- الخلاصة

١-٣ يُعدّ الاتجاه المتزايد نحو اعتماد مقصورة القيادة على التقنيات الرقمية أمراً حيوياً لمستقبل الملاحة الجوية وتحديثها. بيد أنّ من الضروري أن يقترن هذا التقدم التكنولوجي بتطور موازٍ في فهم مخاطر الأداء البشري المرتبطة بذلك.

٢-٣ ومن الضروري بذل جهد عالمي استباقي ومنسق، بقيادة الإيكاو، لوضع حلول تتمحور حول الإنسان، وتضمن أن يتمكن الطيارون من أن يديروا بفعالية بيئة مقصورة القيادة الغنية بالبيانات. ويشمل ذلك تحديث مفاهيم التصميم لتتماشى مع مبادئ التصميم الذي يراعي قدرات الإنسان في المقام الأول، وتحسين منهجيات التدريب، وتحديث الرقابة التنظيمية لوضع الأداء البشري في صميم إدخال التكنولوجيات.

٣-٣ ومن خلال اتخاذ الإجراءات اللازمة، يمكن للجمعية العمومية ضمان سلامة منظومة الطيران العالمي وقدرته على الصمود واستدامته على المدى الطويل مع استمرار تطوره الرقمي. ولذلك، يمكن للجمعية العمومية توجيه المجلس لتكليف الأمانة العامة، بالتنسيق مع اللجان الفنية المعنية، بما يلي:

(أ) وضع مواد إرشادية شاملة حول منهجيات التصميم التي تركز على العنصر البشري لأنظمة مقصورة القيادة وواجهاتها، وذلك للتخفيف من عبء فيض المعلومات ودعم الإدارة الذهنية الفعّالة لفيض المعلومات؛

ب) استعراض القواعد والتوصيات الدولية الحالية الواردة في الملاحق الأول والسادس والثامن والتاسع عشر، وعند الضرورة، وضع تعديلات لضمان إدارة المخاطر المرتبطة ببيئة مقصورة القيادة الرقمية بالشكل المناسب من خلال الترخيص والعمليات والتدريب، وإدارة السلامة؛

ج) تعزيز البحوث ودراسات الأداء التشغيلي لوضع استراتيجيات وتكنولوجيات فعالة لرصد الإجهاد الذهني والتخفيف منه وإدارة التشغيل الآلي المعقد في عمليات الطيران.

٣-٤ يمكن للجمعية العمومية أيضاً حث الدول الأعضاء على إدراج مبادئ إدارة المعلومات الرقمية والتخفيف من الإجهاد الذهني في برامجها الوطنية لتدريب الطيارين وعمليات الترخيص وأنشطة مراقبة السلامة. ولتحقيق هذه الغاية، يُقدم في المرفق اقتراح لتعديل المرفق (س) بقرار الجمعية العمومية ٤١-١٠، لإضفاء الطابع الرسمي على سياسة الإيكاو المستمرة في هذا المجال الحيوي.

— — — — —

المرفق

مقترح لتعديل قرار الجمعية ١٠-٤١

حيث إن أهداف ومقاصد الإيكاو كما جاءت في اتفاقية شيكاغو تقضي بتدعيم تنمية النقل الجوي الدولي "... بقصد تعزيز... سلامة الطيران في الملاحة الجوية الدولية"؛

وحيث إنه من المسلم به أن الأداء البشري المتأثر بالقدرات والقيود الجسمية والذهنية يسهم بقدر كبير في أداء السلامة بصورة عامة في نظام الطيران؛

وحيث إنه من المسلم به أن فوائد السلامة والنجاعة المترتبة عن التكنولوجيات والنظم والإجراءات الجديدة لا تتحقق إلا عندما تكون مصممة لتعزيز أداء الأفراد الذين يستخدمون هذه التكنولوجيات والنظم والإجراءات؛

وحيث إنه من المسلم به أن تنفيذ نُظْم الطيران سيفضي في المستقبل إلى تغيير الأدوار التي يقوم بها موظفو الطيران وسيطلب العمل على نطاق أفرقة متعددة الاختصاصات تدعم اتخاذ القرارات بشكل تعاوني؛

فإن الجمعية العمومية تقرر ما يلي:

١- أن تكفل الدول الأعضاء إدراج الاعتبارات المتعلقة بالأداء البشري في تخطيط وتصميم وتنفيذ التكنولوجيات والنظم والإجراءات الجديدة وذلك كجزء من نهج إدارة السلامة؛

٢- أن تعزز الدول الأعضاء وتيسر إدراج عناصر الأداء البشري ضمن برامج التدريب القائم على الكفاءات وعلى كامل أطوار الحياة الوظيفية للموظف؛

٣- أن تأخذ الدول الأعضاء باستراتيجيات تعزز الأداء التشغيلي المأمون والمتسق والناجع والفعال للفرد ولمجموعات الأفراد من أجل الاستجابة للأولويات في مجال السلامة.

٤- ينبغي أن تعمل الدول الأعضاء والإيكاو على تعزيز السلامة في بيئة مقصورة القيادة ذات الطابع الرقمي المتزايد من خلال معالجة الآثار التي تخلفها الأنظمة كثيفة البيانات على الأداء البشري، بما في ذلك من خلال:

(أ) تعزيز المبادئ التي تركز على الإنسان عند تصميم أنظمة مقصورة القيادة والواجهات بحيث تخفف من فيض المعلومات وتمنع الإجهاد الذهني؛

(ب) ضمان أن تتضمن أطر تدريب الطيارين وإطر الكفاءات، بما في ذلك التدريب القائم على الأدلة، المهارات اللازمة لإدارة المعلومات الرقمية المعقدة بفعالية وتخفيف المخاطر المتعلقة بالتشغيل الآلي؛

(ج) تشجيع إدراج المخاطر المرتبطة بالتفاعل بين الإنسان والآلة والعبء الذهني في برامج السلامة الوطنية وأنظمة إدارة السلامة الخاصة لدى المشغلين.