ATConf/7-WP/94
25/9/26

منظمة الطيران المدني الدولي

ورقة عمل

المؤتمر العالمي السابع للنقل الجوّي (ATCONF/7)

مونتريال، كندا، من ١٦ -٢٠٢٦/١١/٢٠

البند ٤ من جدول الأعمال: التكنولوجيات الناشئة ونماذج الأعمال الجديدة والمسائل الأخرى ذات الصلة بذلك

٤-٢: الدعم والفرص الاقتصادية للوصول إلى الطاقات النظيفة في مجال الطيران

مراعاة القدرة على مواجهة تغير المناخ في تخطيط المطارات: نهج قائم على الأداء

(ورقة مقدّمة من إيطاليا)

الموجز التنفيذي

أصبح التكيف مع تغير المناخ شرطاً أساسياً بالغ الأهمية في تطوير المطارات على نحو يحظى بالثقة ويمتاز بالاستدامة والقابلية للاستثمار. وتقترح هذه الورقة نموذجاً قائماً على الأداء لإدراج القدرة على مواجهة تغير المناخ في الخطط الرئيسية للمطارات وقرارات الاستثمار في البنية التحتية. وتُترجم سيناريوهات المناخ وتقييمات المخاطر المعدّة لمواقع بعينها إلى مؤشري أداء رئيسيين يكمل الواحد منهما الآخر: يقيس أحدهما القدرة على مواجهة تغير المناخ على مستوى المطار ككل، بينما يقيس الآخر مساهمة كل خطة من خطط التدخل المقررة. وتوضح دراسات الحالة للمطارات الإيطالية كلاً من عنصر تقييم المخاطر في المرحلة الأولى، ثم ترجمة التوقعات المناخية في المرحلة اللاحقة إلى معايير للتصميم ونطاق للمشروع واحتياجات من الاستثمار. ويربط الإطار هذه المراحل بتحديد المشاريع والتحضير لها ومقارنتها ووضع أولوياتها ورصدها، مما يجعل القدرة على مواجهة تغير المناخ بُعداً صريحاً لاستدامة البنية التحتية على المدى الطويل مع المحافظة على المرونة لتتناسب مع سياقات المطارات المختلفة.

الإجراءات: يُدعى المجلس إلى القيام بما يلي:

أ) التسليم بأنه ينبغي إدؤاج القدرة على مواجهة تغير المناخ في الخطط الرئيسية للمطارات وقرارات الاستثمار في البنية التحتية باعتبارها من أهداف الأداء القابلة للقياس؛

ب) تشجيع الدول ومخططي المطارات على اعتماد نُهُج قائمة على تقييم المخاطر والأداء، وتكييفها وفقاً لسيناريوهات المناخ المحلية ومدى الأهمية الحيوية للمطار، ومقارنة فوائد القدرة على مواجهة تغير المناخالناتجة عن خطط التدخل المقررة، ودعم تحديد أولويات المشاريع؛

ج) دعوة الإيكاو إلى أن تنظر، بالتنسيق مع الدول وقطاع الصناعة، في وضع منهجيات ومؤشرات قابلة للتطوير لإدراج القدرة على مواجهة تغير المناخ في مراحل تحديد مشاريع البنية التحتية وإعدادها وتحديد أولوياتها ورصدها، بالاستناد إلى الإرشادات الحالية المتعلقة بمخاطر المناخ.	
الأهداف الاستراتيجية:	ترتبط هذه الورقة بالهدفين الاستراتيجيين "التنمية الاقتصادية للنقل الجوي تضمن تحقيق الازدهار الاقتصادي والرفاه المجتمعي للجميع" و"الطيران المستدام بيئياً"
الآثار المالية:	ستُنفَّذ الأنشطة المذكورة في هذه الورقة رهناً بتوافر الموارد في ميزانية البرنامج العادي و/أو بتوافر المساهمات من خارج الميزانية، بما في ذلك الصندوق الطوعي للنقل الجوي (TRAF).
المراجع:	قرار الجمعية العمومية ٢١-٤١ – "البيان الموحّد بسياسات وممارسات الإيكاو المستمرة في مجال حماية البيئة – تغير المناخ" الخطة الاستراتيجية للإيكاو للفترة ٢٠٢٦-٢٠٥٠ الإيكاو (٢٠٢٢) – تغير المناخ: تقييم مخاطر تغير المناخ والتكيّف والقدرة على مواجهة تغير المناخ معيار المنظمة الدولية للتوحيد المقاييس ISO 14091:2021 –"التكيف مع تغير المناخ — مبادئ توجيهية بشأن الهشاشة والتأثيرات وتقييم المخاطر"

١- المقدمة

١-١ يؤثر تغير المناخ بشكل متزايد في أداء البنية التحتية للمطارات وعمرها الافتراضي وموثوقيتها. ويمكن للتغيرات في درجات الحرارة، ومعدلات هطول الأمطار، وأنماط الرياح، والأحداث الجوية القاسية أن تؤدي إلى تعطيل العمليات التشغيلية، وزيادة متطلبات الصيانة، والإضرار بالقيمة الإجمالية للمرافق خلال دورة حياتها. وبناءً على ذلك، لا يمكن لتطوير البنية التحتية أن يكون مستداماً إلا إذا ظلت الأصول والخدمات الحيوية قادرة على أداء وظائفها في ظل الظروف المناخية المتغيرة. ومن ثمَّ، ينبغي إدراج القدرة على مواجهة تغير المناخ في المراحل الأولى للتخطيط، ليس باعتبارها متطلباً بيئياً منفصلاً، بل بوصفها متغيراً إلى جانب السلامة والسعة والأداء البيئي والاقتصادي، بما يرفد عمليات تحديد المشاريع وإعدادها ووضع أولوياتها.

١-٢ ويسلّم قرار الجمعية العمومية ٤٢-٢١ بمدى تأثر نظم الطيران الدولي وبنيتها الأساسية بالآثار المناخية المتوقعة، ويدعو إلى إجراء تقييم لمخاطر المناخ، واتخاذ تدابير التكيف، وتحقيق التنمية القادرة على مواجهة تغير المناخ. وتوفر الإرشادات الحالية للإيكاو ومعيار المنظمة الدولية للتوحيد القياسي ISO 14091:2021 أساساً راسخاً لتقييم مخاطر المناخ. وقد تناولت الإسهامات الإيطالية السابقة المقدمة إلى الدورة الثانية والأربعين للجمعية العمومية للإيكاو عناصر تكميلية؛ حيث ركزت ورقة المعلومات A42-WP/517 على القدرة على مواجهة تغير المناخ وتقييم المخاطر، في حين قدمت ورقة المعلومات A42-WP/518 نموذجاً قائماً على الأداء لتخطيط المطارات المستدام والرقمي بالاستناد إلى مؤشرات أداء رئيسية موحدة. ومع ذلك، يظل هناك تحدٍ في مرحلة التنفيذ يكمن في ربط هذه العناصر بخيارات المخطط العام وقرارات الاستثمار بطريقة شفافة وقابلة للمقارنة.

١-٣ وتربط هذه الورقة بين تلك المبادئ من خلال ترجمة المخاطر المناخية إلى أداء تخطيطي. وهي لا تفرض تدابير تكيّف موحدة، نظراً لأن المخاطر المناخية تختلف اختلافاً كبيراً من موقع إلى آخر. وعوضاً عن ذلك، يضع هذا الإطار

منطقاً مشتركاً لاتخاذ القرارات ونتائج قابلة للقياس، مع ترك الحرية للمطارات لاختيار الحلول الفنية والتشغيلية والرقمية الأكثر ملاءمة لسياقها المحلي.

٢- من المخاطر المناخية إلى الأداء التخطيطي

٢-١ تبدأ العملية المقترحة بمواءمة سيناريوهات المناخ والآفاق الزمنية مع أفق التخطيط الخاص بالمطار. وتخضع الأخطار المعنية للفحص ومطابقتها مع أصول المطار وأنظمته وعملياته التشغيلية. ويجري تقييم مستوى التعرض للمخاطر ومواكن الضعف والأهمية الحيوية، والقدرة على التكيف، بحيث تتحول التوقعات المناخية إلى مخاطر متبقية واحتياجات للقدرة على مواجهة تغير المناخ قابلة للقياس. ويغطي التحليل الآثار المباشرة على البنية التحتية، فضلاً عن التأثيرات غير المباشرة على استمرارية العمليات التشغيلية وسبل الوصول والمرافق والارتباطات الحيوية الأخرى، مما يحول تقييم المخاطر المناخية إلى واحد من المدخلات المباشرة في عملية التخطيط.

٢-٢ وتُقدم هيكلية لمؤشرات الأداء الرئيسية مكونة من مستويين، لتوسع بذلك المنطق الذي تستخدمه بالفعل هيئة الطيران المدني الإيطالية للتخطيط المستدام والرقمي للمطارات. ويقوم مؤشر الأداء الرئيسي للقدرة الشاملة على مواجهة تغير المناخ الخاصة بالمطار بتلخيص القدرة على مواجهة تغير المناخ عبر الأصول والوظائف الحيوية، مع الأخذ في الحسبان المخاطر المتبقية والقدرة على التكيف. ويقوم مؤشر الأداء الرئيسي لأثر التدخل الخاص بالقدرة على مواجهة تغير المناخ بقياس المساهمة المتوقعة لكل تدخل مخطط له في تقليل المخاطر المتبقية أو زيادة القدرة على التكيف بموجب سيناريوهات المناخ المختارة.

٢-٣ وينبغي أن تستند المؤشرات إلى بيانات يمكن تتبعها وافتراضات تتسم بالشفافية، مع اعتماد أوزان تعكس مدى الأهمية الحيوية لكل أصل من الأصول والتبعات التشغيلية المترتبة على تعطله. ولا يكمن الغرض من هذه المؤشرات في وضع مَعْلَم عالمي موحد وإلزامي، بل في وضع خط أساس خاص بكل مطار، وتحديد أهداف قابلة للقياس، ورصد الفوارق القابلة للمقارنة التي قد تنجم عن المشاريع أو المحافظ الاستثمارية البديلة. ويضمن هذا النهج الحفاظ على المرونة المحلية، مع تمكين صنّاع القرار في الوقت ذاته من تحديد تدابير مضمونة الجدوى في كل الأحوال، والمفاضلة بين خيارات التصميم المختلفة، واختبار مسارات التطوير في ظل سيناريوهات مناخية مستقبلية متنوعة.

٢-٤ وينبغي إعادة تقييم أداء القدرة على مواجهة تغير المناخ بصفة دورية مع تطور المعلومات المناخية، والحركة الجوية، وتهيئة البنية التحتية، والمتطلبات التشغيلية. وتغلق عملية الرصد حلقة التخطيط: حيث تؤدي سيناريوهات المناخ إلى تقييم المخاطر؛ ويحدد تقييم المخاطر احتياجات الأداء؛ ويتم تقييم التدخلات المخطط لها وفقاً لتلك الاحتياجات؛ ويُستخدم الأداء المرصود لتحديث الأولويات ودورة التخطيط التالية.

٢-٥ ويتطلب التخطيط الفعال القائم على مؤشرات الأداء الرئيسية مسؤولية تنظيمية واضحة. وينبغي لمشغلي المطارات تعيين مدير للاستدامة، أو ما يعادل هذه الوظيفة، ليكون مسؤولاً عن إطار مؤشرات الأداء الرئيسية للاستدامة، بما في ذلك نظم إدارة البيانات، وخطوط الأساس، والأهداف، والرصد الدوري. وتتولى الوظيفة نفسها الإشراف على مؤشرات الأداء الرئيسية للقدرة على مواجهة تغير المناخ وضمان إدراج النتائج في تحديثات المخطط العام وتحديد أولويات الاستثمار، مما يدمج القدرة على مواجهة تغير المناخ في نظام إدارة الاستدامة الشامل للمطار.

٣- التطبيق على نظم المطارات في إيطاليا

٣-١ توفر تجربة شركة مطارات روما (ADR) الواردة في ورقة المعلومات A42-WP/517 مكون تقييم المخاطر في المرحلة المتقدمة. وتحت إشراف الهيئة الوطنية للطيران المدني الإيطالية، طوّرت شركة مطارات روما منهجية لتحليل مخاطر تغير المناخ تتوافق مع توجيهات الإيكاو ومعيار المنظمة للتوحيد القياسي ISO 14091:2021. وتجمع هذه المنهجية بين سيناريوهات المناخ، وفحص المخاطر وفقاً لتصنيف الاتحاد الأوروبي للاستدامة البيئية (EU Taxonomy)، وتحديد الأصول ذات الأهمية الحيوية مثل المدارج، والممرات الأرضية، وساحات وقوف الطائرات، وأنظمة تصريف المياه، وتقييم مستويات التعرض والحساسية والقدرة على التكيف. ومن ثمَّ، تدعم نمذجة المخاطر الديناميكية التدابيرَ المصنفة في مجموعات تشمل: التصميم، والرصد، والصيانة، والمعدات، مما يضع خط الأساس للمخاطر وخيارات التكيف المطلوبة لعملية التخطيط اللاحقة.

٣-٢ وتوفر تجربة شركة مطارات ميلان (SEA) الحلقة المكملة للربط بين تقييم المخاطر، والتخطيط وتطوير المشاريع من جهة أخرى. وتجمع خطة شركة مطارات ميلان للتكيف مع تغير المناخ بين التحليل المناخي، وتقييم مخاطر المناخ، وتدابير التكيف، والرصد والاستعراض، وذلك باستخدام أفقين زمنيين هما عام ٢٠٤٠ وعام ٢٠٦٠ بموجب مساري التركيز الانبعاثي النموذجي (RCP4.5) و(RCP8.5). وقد تسببت موجة الأمطار الغزيرة التي شهدها مطار مالبينسا في ٢٠٢٤/٨/٢٦ في توقف العمليات التشغيلية لمدة ساعة تقريباً، وإلغاء ٣٧ رحلة جوية، وتأخير ١١٣ رحلة أخرى بشكل كبير، مما يثبت الأهمية المادية والملموسة للمخاطر المرتبطة بالمناخ.

٣-٣ ويوضح برنامج تعزيز القدرة على مواجهة تغير المناخ لمطار مالبينسا (Re-MXP) التابع لشركة مطارات ميلان كيف يمكن للتوقعات المناخية أن تغير معايير التصميم، ونطاق المشاريع، والاحتياجات الاستثمارية. فبالنسبة لتصميم شبكة تصريف المياه، تم رفع "الحدث المرجعي" إلى فترة تكرار تبلغ ٥٠ عاماً، وهو ما يزيد بنسبة ٨٠٪ تقريباً عن المرجع السابق، مما يتطلب سعة تخزينية أكبر بنسبة ٣٣٪ تقريباً مما هي عليه في ظل المعايير الحالية. ويؤكد هذا، إلى جانب المراقبة الذكية، كيف يمكن لمعلومات مخاطر المناخ أن تغير بشكل مباشر الخصائص الفنية والمالية لأي تدخل.

٣-٤ وتمثل هاتان الحالتان معاً مراحل متتالية؛ حيث تضع شركة مطارات روما خط أساس للمخاطر وخيارات التكيف الخاصة بكل مطار، بينما توضح شركة مطار ميلان كيف يمكن للمعلومات المناخية أن تغير معايير التصميم، ونطاق المشاريع، والمتطلبات الاستثمارية. وتعمل مؤشرات الأداء الرئيسية المقترحة كجسر يربط بين هذه المراحل من خلال ربط التدابير والمشاريع بالانخفاضات المتوقعة في المخاطر المتبقية أو الزيادات في القدرة على التكيف، مما يتيح المقارنة والترتيب حسب مدى مساهمتها في تحقيق مواجهة تغير المناخ على المدى الطويل. وينبغي اختبار أوزان مؤشرات الأداء الرئيسية ومعايرتها في ضوء البنية التحتية للمطار والبيانات التشغيلية.

٤- تحديد أولويات الاستثمار والتمويل

٤-١ من شأن إدراج أداء القدرة على مواجهة تغير المناخ في عملية تقييم المخطط العام للمطار أن يجعل من مواجهة تغير المناخ في مواجهة تغير المناخ بعداً صريحاً وقابلاً للمقارنة ضمن الاستدامة الشاملة للبنية الأساسية، جنباً إلى جنب مع اعتبارات السلامة، والسعة الاستيعابية، والاعتبارات البيئية والاقتصادية والاجتماعية ومدى نضج المشروع. ولا يحل مؤشر الأداء الرئيسي للصمود على مستوى التدخل محل تحليل التكلفة والعائد؛ بل يضيف طبقة قابلة للتتبع تبين ما إذا كان التدخل المقترح قادراً على الحفاظ على الوظائف التشغيلية، واستمرارية العمليات، وقيمة الأصول على المدى الطويل في ظل الظروف المناخية

المتغيرة، بما في ذلك الحالات التي تبدو فيها الخيارات البديلة متماثلة بموجب معايير التقييم التقليدية.

٤-٢ ويساهم القياس الكمي للخفض المتوقع في مخاطر المناخ والمخاطر المتبقية في تعزيز عمليات تحديد المشاريع وإعدادها وترتيب أولوياتها، وذلك من خلال جعل فوائد مواجهة تغير المناخ واضحة للعيان قبل اتخاذ القرارات الاستثمارية النهائية. وبذلك يصبح تجاوز الأزمات متغيراً إضافياً في عملية اتخاذ القرار لتقييم ما إذا كان التدبير المقترح مستداماً طوال دورة حياته، إلى جانب الجدوى الاقتصادية، والأداء البيئي، والآثار الاجتماعية، والسلامة، والسعة الاستيعابية. ويمكن أن يدعم هذا الأمر تبرير النفقات الإضافية خلال دورة حياة المشروع، وتحسين شفافية الاستثمار، وتعزيز القابلية للتمويل المصرفي لتدابير التكيف، مع تسهيل الوصول إلى أدوات التمويل التنموي أو المناخي أو التمويل المختلط في الحالات التي تكون فيها فوائد مواجهة تغير المناخ قابلة للإثبات.

٤-٣ وينبغي أن يكون هذا النهج قائماً على مشاركة جهات معنية متعددة بحكم تصميمه، نظراً لأن المعلومات المتعلقة بنقاط الهشاشة في كامل النظام تتوزع بين مشغلي المطارات، وسلطات الطيران المدني، ومقدمي خدمات الملاحة الجوية، والسلطات المحلية والإقليمية، والمرافق، وخدمات الطوارئ، والمؤسسات التمويلية. وتساهم مشاركتهم في تحسين إعداد المشاريع ومصداقية افتراضات مواجهة تغير المناخ المستخدمة في التقييم. كما يمكن للرصد الرقمي أن يعزز قاعدة الأدلة، والتحقق من الفوائد المتوقعة، وتحديث أداء مواجهة تغير المناخ، من دون تغيير منطق التخطيط الأساسي.

٥- الاستنتاجات

٥-١ تُشير التجربة الإيطالية إلى أن الخطوة العملية التالية في مجال التكيف المناخي بقطاع الطيران تتمثل في الانتقال من مرحلة تقييم مخاطر المناخ إلى مرحلة التخطيط الاستثماري القائم على الأداء ضمن المخططات العامة للمطارات. ويربط الإطار المقترح بين السيناريوهات المناخية وأوجه الهشاشة من جهة، واحتياجات مواجهة تغير المناخ القابلة للقياس، ومؤشرات الأداء الرئيسية للصمود، واختيار المشاريع، وتحديد أولويات الاستثمار، والرصد الدوري من جهة أخرى.

٥-٢ وتُوضح تجربتا شركتي مطارات روما ومطارات ميلان أجزاء متكاملة من هذه العملية؛ حيث تضع شركة مطارات روما خط الأساس لمخاطر المناخ وخيارات التكيف، بينما تبين شركة مطارات ميلان كيف يمكن للتوقعات المناخية أن تغير معايير التصميم، ونطاق المشاريع، والأهداف الاستثمارية. ولا يكمن الهدف في توحيد الحلول المحلية نمطياً، بل في توفير أساس ثابت ومتسق لقياس مدى مساهمتها في تحقيق مواجهة تغير المناخ. ومن شأن التطبيقات التجريبية أن تسمح بمعايرة الأوزان والعتبات، مع الحفاظ على المرونة اللازمة لتناسب تفاوت توفر البيانات والتعقيد التشغيلي.

٥-٣ وبناءً على ذلك، فإن دمج مواجهة تغير المناخ في مواجهة تغير المناخ في تخطيط المطارات يجعل منه متغيراً قابلاً للقياس ضمن استدامة البنية التحتية، ويربط تقييم مخاطر المناخ مباشرة بالقرارات الاستثمارية. وبذلك، يمكن تقييم مشاريع التحديث أيضاً بناءً على قدرتها على الحفاظ على السلامة في الربط الجوي، وقيمة البنية التحتية، واستمرارية العمليات طوال دورة حياتها.

— انتهى —