

تقرير تحقيق سلامة الطيران
نسخة معدة للنشر العام

صادر عن هيئة تنظيم الطيران المدني الأردني
مديرية التحقيق في حوادث الطائرات

العودة الفنية بعد الإقلاع بسبب تعذر المحافظة على ضغط المقصورة

طائرة بوينغ ٧٣٧-٣٠٠، التسجيل JY-JAD
بعد الإقلاع من مطار الملكة علياء الدولي
٢٣ آب ٢٠٢٣

أعدت هذه النسخة لأغراض التعلم من السلامة والشفافية العامة. حذفت أو عممت الأسماء والبيانات الشخصية والطبية والتسجيلات المحمية والمراسلات الفنية ذات الطبيعة السرية، كما صيغت النتائج بلغة موضوعية لا تهدف إلى إسناد اللوم أو تحديد المسؤولية. الهدف الوحيد من التحقيق هو منع الحوادث والوقائع.

هدف التحقيق حسب الملحق ١٣
الهدف الوحيد من التحقيق في حادث أو واقعة طيران هو منع الحوادث والوقائع. وليس الغرض من هذا النشاط
إسناد اللوم أو تحديد المسؤولية.

المعلومات المحذوفة (تجريد البيانات والنص)

- أسماء أفراد طاقم القيادة وطاقم المقصورة والمحققين والموظفين والأشخاص الآخرين.
- تواريخ الميلاد وأرقام الإجازات والشهادات الطبية ومكان الإقامة والسجل الوظيفي الفردي.
- النصوص التفصيلية للمقابلات والإفادات عندما لا تكون لازمة لفهم مسألة السلامة.
- التسجيلات الصوتية ومحتواها المحمي، مع الاكتفاء بالوقائع التشغيلية الضرورية.
- المراسلات الفنية الداخلية والنصوص المملوكة للجهات الأخرى، مع تلخيص النتائج الفنية ذات الصلة.
- التعليقات التي تتضمن أحكاماً على الأشخاص أو النوايا التجارية، واستبدالها بوصف محايد للقرارات والمخاطر التنظيمية.
- تواريخ وأسماء أعضاء لجنة التحقيق.

الإطار المرجعي

يتبع التقرير هيكل التقرير النهائي الوارد في الملحق ١٣ لاتفاقية شيكاغو: المعلومات الوقائية، التحليل، الاستنتاجات، وتوصيات السلامة. وأخذ بعين الاعتبار إرشادات وثيقة الإيكاو ٩٧٥٦ Doc، الجزء الرابع، بشأن صياغة التقرير النهائي وإصداره ونشره، وأحكام حماية سجلات التحقيق.

المحتويات

١. الملخص التنفيذي
٢. المعلومات الوقائية
٣. التحليل
٤. الاستنتاجات
٥. توصيات وإجراءات السلامة

١. الملخص

في ٢٣ آب ٢٠٢٣، أقلعت طائرة بوينغ ٧٣٧-٣٠٠ في رحلة ركاب مقررة من مطار الملكة علياء الدولي إلى طرابزون. بعد الإقلاع ظهر تحذير متعلق بتبريد المعدات، وتبين أن ضغط المقصورة يرتفع بمعدل غير طبيعي وأن فرق الضغط بقي قريباً من الصفر. تجاوز ارتفاع المقصورة حد التحذير، فعاد الطاقم إلى مطار الإقلاع بعد التحليق لتخفيض وزن الطائرة إلى حد الهبوط المسموح. هبطت الطائرة بسلام ولم تسجل إصابات أو أضرار.

تصنيف الحدث	واقعة خطيرة مرتبطة بنظام ضغط المقصورة
التاريخ والوقت	٢٣ آب ٢٠٢٣، حوالي ١٧:٣٥ بالتوقيت المحلي
الموقع	بعد الإقلاع من مطار الملكة علياء الدولي
الطائرة	بوينغ ٧٣٧-٣٠٠، JY-JAD
الرحلة	JAV٢٨٤ إلى طرابزون
عدد الركاب	١٥١ راكباً، إضافة إلى طاقم الطائرة
الإصابات	لا يوجد
الأضرار	لا يوجد

السبب

تعذر على الطائرة المحافظة على فرق ضغط المقصورة المطلوب أثناء الرحلة بسبب تسربات واختلالات في منظومة تكييف وضغط المقصورة، شملت انسداد أكياس تجميع في حزمتي التكييف، وتسرباً بسيطاً في المبادل الحراري الأساسي للحزمة رقم ١، وتسرب صمام التصريف، وتسرب صمام التحكم الآلي بالتدفق.

عوامل مساهمة

- عدم تضمين فحص الثقة ذي الصلة ضمن برنامج الصيانة المخصص للطائرة في ذلك الوقت.
- عدم الرجوع الفوري والمنهجي إلى قائمة الإجراءات السريعة QRH عند ظهور التحذيرات.
- استمرار الصعود رغم مؤشرات عدم عمل الضغط بصورة صحيحة.
- عدم استخدام أقنعة الأكسجين عند بلوغ حالة تحذير ارتفاع المقصورة، وفق الإجراءات الواجبة.
- قصور في إدارة موارد الطاقم وتوزيع المهام واتخاذ القرار والاتصال التشغيلي أثناء الحالة غير العادية.

٢,١ تاريخ الرحلة

غادرت الطائرة مطار الملكة علياء الدولي من المدرج 26L متجهة إلى طرابزون. كانت درجة الحرارة الخارجية نحو ٣٧ درجة مئوية، وشغلت وحدة الطاقة المساعدة قرابة ٣٠ دقيقة قبل الإقلاع لتشغيل تكييف المقصورة لعدم توافر وحدة تبريد أرضية.

بعد الإقلاع، وعلى ارتفاع يقارب ٥,٠٠٠ إلى ٦,٠٠٠ قدم، ظهر ضوء تحذير تبريد المعدات. جرى تحويل نظام ضغط المقصورة إلى وضع بديل وتبدلت أدوار الطيار المتحكم والطيار المراقب. على ارتفاع يقارب ٨,٠٠٠ قدم لوحظ معدل ارتفاع للمقصورة يتجاوز ٢,٠٠٠ قدم في الدقيقة مع فرق ضغط قريب من الصفر.

استمرت الطائرة في الصعود حتى تجاوزت ١٠,٠٠٠ قدم، فعمل جرس تحذير ارتفاع المقصورة. بلغ ارتفاع الطائرة نحو ١٣,١٠٠ قدم. طلب الطاقم العودة، ثم النزول إلى ١٠,٠٠٠ قدم والدخول إلى منطقة انتظار. استمر التحليق نحو ٥٠ إلى ٥٥ دقيقة لتخفيض الوقود وبلوغ وزن مناسب للهبوط. هبطت الطائرة على المدرج 26L نحو الساعة ١٨:٥٠ بالتوقيت المحلي، مع استعداد محلي لخدمات الطوارئ.

٢,٢ الاتصالات الجوية

تشير تسجيلات خدمات الحركة الجوية إلى أن الطائرة تلقت تعليمات بالتحويل إلى تردد الجهة المجاورة، لكنها لم تؤسس اتصالاً خلال فترة قصيرة من دخول المجال الجوي المجاور. أعيد التواصل معها، ثم طلب الطاقم العودة إلى مطار الملكة علياء الدولي بسبب عطل فني، ولاحقاً أوضح أن العطل يتعلق بمنظومة ضغط المقصورة. لم يطلب الطاقم مساعدة أرضية إضافية عند الهبوط.

٢,٣ الإصابات والأضرار

- لم تسجل إصابات بين الركاب أو الطاقم.
- لم تسجل أضرار بالطائرة.
- لم تسجل أضرار أخرى.

٢,٤ معلومات الطاقم

كان طاقم القيادة يحمل الإجازات والتأهيلات والفحوص الطبية المطلوبة للطائرة. كان مساعد القائد هو الطيار المتحكم عند الإقلاع، ثم تولى القائد التحكم بعد ظهور التحذير. حذفت البيانات الشخصية وأرقام الإجازات والتواريخ الفردية من هذه النسخة.

٢,٥ معلومات الطائرة

النوع	Boeing ٧٣٧-٣٠٠
التسجيل	JY-JAD
سنة الصنع	١٩٩٠
شهادة الصلاحية	كانت سارية وقت الواقعة
آخر صيانة ثقيلة	فحص C خلال ٧ إلى ١١ آب ٢٠٢٣
نطاق الفحص	٢٧١ مهمة مجدولة بنحو ٥٧٠ ساعة عمل، إضافة إلى أعمال غير روتينية

٢,٦ الفحص الفني والإجراءات اللاحقة

بعد العودة، نفذت جهة الصيانة اختبارات تشغيلية لمنظومة الضغط، وفحص وضبط صمام تدفق المقصورة، وفحوصاً بصرية لصمامات التدفق، وفحصاً احترازياً لضغط المقصورة. لم تكشف الفحوص الأولية سبباً قاطعاً، لذلك طلبت الجهة الصانعة إجراء فحص تسرب وفحص ثقة موسع قبل إعادة الطائرة إلى الخدمة.

أظهر الفحص الموسع أن فرق الضغط لا يتراكم عند تشغيل حزمة واحدة في ظروف الاختبار بسبب بقاء صمام التحكم الآلي بالتدفق مفتوحاً وتسريب الهواء. عند تشغيل الحزمتين والمحركين بدأ الضغط بالتراكم. قادت أعمال استكشاف العطل اللاحقة إلى تحديد عدة اختلالات مترابطة.

٢,٧ العيوب التي حددها الفحص

الحالة المكتشفة	الإجراء التصحيحي
انسداد أكياس التجميع في حزمتي التكيف	استبدلت
تسرب بسيط في المبادل الحراري الأساسي للحزمة رقم ١	استبدل المكون المتأثر
تسرب في صمام التصريف	استبدل
تسرب في صمام التحكم الآلي بالتدفق	استبدل بصمام جديد

٢,٨ العودة إلى الخدمة

بعد استكمال أعمال الصيانة وافقت الجهة الصانعة على إجراء رحلة فحص، شريطة التأكد من صلاحية الطائرة قبل الرحلة أجريت رحلة الفحص في ٤ أيلول ٢٠٢٣ بحضور مفتش عمليات جوية من الهيئة، وعملت منظومة الضغط بصورة طبيعية في أوضاع تشغيل مختلفة في ٥ أيلول ٢٠٢٣ استعرضت لجنة التحقيق النتائج، ثم سمح بإعادة الطائرة إلى الخدمة وطلب إدراج الإجراءات ذات الصلة في برنامج الصيانة للطائرة والطائرات المماثلة.

٢,٩ معلومات البقاء والاستجابة

أبلغ طاقم القيادة مسؤول طاقم المقصورة باحتمال العودة ثم أكد القرار لاحقاً لم يبلغ عن آثار صحية على الركاب، ولم تنفتح أقنعة الأكسجين في المقصورة جرى إنزال الركاب بصورة اعتيادية بعد الهبوط.

٣. التحليل

٣,١ إدارة الحالة غير العادية

كان ظهور تحذير تبريد المعدات متزامناً مع مؤشرات على خلل ضغط المقصورة الإجراء الأكثر أماناً هو تثبيت مسار الطائرة، وقف الصعود عند الحاجة، توزيع المهام بوضوح، الرجوع إلى QRH وتنفيذ القائمة المناسبة بصورة منهجية، مع مراقبة ارتفاع المقصورة وفرق الضغط.

جرى تغيير وضع نظام الضغط وتبديل أدوار الطيارين، لكن لم يثبت أن قائمة QRH ذات الصلة نُفذت منذ البداية استمر الصعود مع بقاء فرق الضغط قريباً من الصفر إلى أن عمل جرس تحذير ارتفاع المقصورة، أدى ذلك إلى زيادة عبء العمل وتقليل هامش الوقت المتاح لاتخاذ القرار.

٣,٢ الأكسجين وارتفاع المقصورة

عند عمل تحذير ارتفاع المقصورة، تقتضي الإجراءات حماية الطاقم من نقص الأكسجين قبل متابعة التشخيص أو الاتصالات لم يستخدم طاقم القيادة أقنعة الأكسجين رغم مناقشة الحاجة إليها لم يسجل عجز للطاقم أو إصابة، إلا أن عدم الاستخدام خفّض هامش السلامة وكان يمكن أن يؤثر في القدرة على إدارة الطائرة لو استمر الارتفاع أو ارتفاع ارتفاع المقصورة أكثر.

٣,٣ إدارة موارد الطاقم والاتصال

أظهرت الواقعة الحاجة إلى تحسين الحزم القيادي، والتحدي المتبادل، ومتابعة القوائم، وتأكيد القرارات بين الطيار المتحكم والطيار المراقب كما أن عدم إنشاء الاتصال المطلوب مع الجهة المجاورة لفترة وجيزة كان مؤشراً على ارتفاع عبء العمل وضعف ترتيب الأولويات. يظل التحكم بالطائرة، حماية الطاقم بالأكسجين، تنفيذ QRH، ثم الاتصالات، ترتيباً أساسياً لإدارة هذه الحالة.

٣,٤ العطل الفني

لم تكشف الاختبارات التشغيلية الأولية السبب لأن النظام استطاع بناء الضغط عند تشغيل الحزمتين والمحركين أما ظروف الاختبار بحزمة واحدة وفحص الثقة الموسع فأظهرت أن الصمام الآلي للتدفق ظل مفتوحاً وأن عدة تسربات وقيود تدفق كانت موجودة كان الأثر التجميعي لهذه الحالات كافياً لمنع المحافظة على فرق الضغط المطلوب أثناء الرحلة.

٣,٥ برنامج الصيانة والرقابة

وقعت الواقعة بعد فترة قصيرة من فحص C لا يثبت ذلك وحده أن الصيانة الثقيلة سببت العطل، لكنه يبرز ضرورة أن يشمل البرنامج المخصص خبرة الأسطول، تاريخ الأعطال المتكررة، وتوصيات الجهة الصانعة ذات الصلة كما يبين أن نجاح اختبار عام لا يكفي لإعادة الطائرة إلى الخدمة عندما لا يزال سبب العودة الفنية غير محدد.

٣,٦ القرار التشغيلي والعودة إلى الخدمة

طلبت الشركة في البداية إعادة الطائرة إلى الخدمة بعد الاختبارات الاعتيادية، بينما أوصت الجهة الصانعة باستكمال تحديد السبب من منظور السلامة، كان استمرار إيقاف الطائرة حتى تحديد العيوب وإصلاحها والتحقق منها برحلة فحص إجراءً مناسباً ومتدرجاً ينبغي أن تكون قرارات العودة إلى الخدمة موثقة وقائمة على الأدلة، ومستقلة عن ضغوط الجدول التشغيلي.

٤. الاستنتاجات

٤,١ النتائج

- ٤,١,١ كانت الطائرة تحمل شهادة صلاحية سارية وقت الواقعة.
- ٤,١,٢ كان طاقم القيادة مؤهلاً ومرخصاً للطراز.
- ٤,١,٣ لم يراجع الطاقم السجل الفني للطائرة بصورة مشتركة قبل الرحلة وفق ما ورد في سجل التحقيق.
- ٤,١,٤ ظهر تحذير تبريد المعدات بعد الإقلاع، وتزامن معه ارتفاع غير طبيعي لارتفاع المقصورة وفرق ضغط قريب من الصفر.
- ٤,١,٥ لم يثبت تنفيذ قائمة QRH ذات الصلة بصورة فورية ومنهجية.
- ٤,١,٦ استمرت الطائرة في الصعود حتى بعد ظهور مؤشرات عدم عمل الضغط بصورة صحيحة.
- ٤,١,٧ عمل تحذير ارتفاع المقصورة بعد تجاوز الحد المرتبط بارتفاع ١٠,٠٠٠ قدم تقريباً.
- ٤,١,٨ لم يستخدم طاقم القيادة أقنعة الأكسجين عند عمل تحذير ارتفاع المقصورة.
- ٤,١,٩ لم يؤسس الاتصال المطلوب مع الجهة المجاورة لفترة قصيرة أثناء ارتفاع عبء العمل.
- ٤,١,١٠ قرر الطاقم العودة إلى مطار الإقلاع وخفض الوزن بالتحليق قبل الهبوط.
- ٤,١,١١ هبطت الطائرة بسلام ولم تقع إصابات أو أضرار.
- ٤,١,١٢ لم تحدد الفحوص الفنية الأولية سبباً قاطعاً للعودة الفنية.
- ٤,١,١٣ حدد فحص الثقة الموسع أربعة اختلالات في منظومة التكييف والضغط.
- ٤,١,١٤ أصلحت العيوب، وأجريت رحلة فحص ناجحة قبل إعادة الطائرة إلى الخدمة.
- ٤,١,١٥ لم يكن فحص الثقة المعني مدرجاً بوضوح ضمن برنامج الصيانة المخصص في وقت الواقعة.

عذر المحافظة على فرق ضغط المقصورة المطلوب نتيجة الأثر المشترك لانسداد أكياس التجميع في حزمي التكيف، وتسرب المبادل الحراري الأساسي للحزمة رقم ١، وتسرب صمام التصريف، وتسرب صمام التحكم الآلي بالتدفق.

٤,٣ العوامل المساهمة

- عدم إدراج فحص الثقة ذي الصلة في برنامج الصيانة المخصص للطائرة وقت الواقعة.
- عدم الرجوع الفوري إلى QRH وتنفيذ الإجراء المناسب بصورة منهجية.
- استمرار الصعود مع بقاء فرق الضغط غير طبيعي.
- عدم استخدام أقنعة الأكسجين عند ظهور تحذير ارتفاع المقصورة.
- قصور في إدارة موارد الطاقم، بما في ذلك توزيع الأدوار والتحدي المتبادل وترتيب الأولويات والاتصال.

صيغت التوصيات التالية بهدف معالجة المخاطر النظامية ومنع التكرار، دون إسناد اللوم إلى أفراد أو جهات.

الجهة المخاطبة	الإجراء الوقائي المقترح
المشغل وجهة الصيانة	استكمال أعمال الصيانة وفق بيانات الصيانة المعتمدة والتحديثات الصادرة عن الجهة الصانعة، وإحالة الأعطال غير المحددة أو المتكررة إلى الدعم الهندسي المناسب قبل إعادة الطائرة إلى الخدمة.
مديرية صلاحية ومقاييس الطائرات	التدقيق في تنفيذ مهام الصيانة وسجلاتها عند تجديد شهادة الصلاحية وعند اعتماد تعديلات برنامج الصيانة.
المشغل	تعزيز تدريب أطقم القيادة على حالات ضغط المقصورة وتبريد المعدات، والاستخدام الفوري لـ QRH، وحماية الطاقم بالأكسجين، وسياسة وقف الصعود والعودة أو الهبوط عند الحاجة.
المشغل وجهة الصيانة	تقييم وإدراج فحص الثقة والإجراءات التي أظهرت الأعطال في برنامج الصيانة المخصص لطائرات B737 Classic، وفق بيانات الجهة الصانعة وموافقة الهيئة.
المشغل	تعزيز إدارة موارد الطاقم وصلاحية التحدي المتبادل واتخاذ القرار تحت عبء العمل، مع سيناريوهات تدريبية تجمع بين عطل الضغط والاتصالات الجوية.
المشغل	ضمان أن قرارات صلاحية الطائرة والعودة إلى الخدمة قائمة على الأدلة الفنية ومسببات العطل، مع حماية القرار من ضغوط الجدول التجاري.
المشغل	تعزيز نظام إدارة السلامة، وتحليل تكرار الأعطال، والإبلاغ في الوقت المناسب، ومراقبة فعالية الإجراءات التصحيحية وفق متطلبات الملحق ١٩.
الهيئة	متابعة تنفيذ التوصيات من خلال الرقابة على التدريب، وبرنامج الصيانة، وسجلات الأعطال، ونظام إدارة السلامة، وتوثيق حالة كل توصية.

نهاية التقرير العام

صدر هذا التقرير حصراً لدعم التعلم من السلامة والوقاية ولا يجوز استخدامه لإسناد اللوم أو تحديد المسؤولية.