

تقرير تحقيق سلامة الطيران
نسخة معدة للنشر العام

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

تلف إطاري مجموعة العجلات الرئيسية اليسرى بعد الهبوط

طائرة بوينغ ٧٣٧-٣٢٢، التسجيل JY-JAD
مطار الملكة علياء الدولي، المدرج 08L
٧ تشرين الثاني ٢٠٢٢

أعدت هذه النسخة لأغراض التعلم من السلامة والشفافية العامة. حذفت أو عممت الأسماء والبيانات الشخصية والتسجيلات المحمية والمراسلات الداخلية والتفاصيل غير اللازمة لفهم قضايا السلامة. صيغت النتائج بصورة محايدة، ولا يهدف التقرير إلى إسناد اللوم أو تحديد المسؤولية. الهدف الوحيد للتحقيق هو منع الحوادث والوقائع.

مبدأ 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 (أو المجردة من النص)

- أسماء أفراد طاقم القيادة والمقصورة وأفراد الأمن والمحققين والمفتشين وموظفي المشغل وجهات الصيانة.
- تواريخ الميلاد وأرقام الإجازات والشهادات الطبية ومكان الإقامة والسجلات الفردية.
- الإفادات المنسوبة إلى أشخاص بأسمائهم مع الاحتفاظ بالوقائع اللازمة للتحليل.
- محتوى تسجيلات الرحلة المحمي والمراسلات الفنية الداخلية مع تلخيص النتائج ذات الصلة.
- العبارات التي تنسب نية الإخفاء أو الدافع التجاري أو اللوم إلى أشخاص أو جهات من دون ضرورة فنية.
- الصور والمرفقات التي لا تضيف معلومة ضرورية للنشر العام أو قد تكشف بيانات غير لازمة.

الإطار المرجعي

يتبع التقرير هيكل التقرير النهائي في الملحق ١٣ لاتفاقية شيكاغو: المعلومات الوقائية، التحليل، الاستنتاجات، وتوصيات السلامة كما روعيت إرشادات وثيقة الإيكاو ٩٧٥٦ Doc، الجزء الرابع وأحكام حماية سجلات التحقيق.

المحتويات

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

١. الملخص

في الساعات الأولى من ٧ تشرين الثاني ٢٠٢٢ هبطت طائرة بوينغ ٧٣٧-٣٢٢ قادمة من القاهرة على المدرج ٠٨L في مطار الملكة علياء الدولي بعد الهبوط وأثناء إخلاء المدرج باتجاه المخرج K شعر الطاقم باهتزاز وصعوبة في توجيه الطائرة توقفت الطائرة على الممر H، وتبين تعرض إيطاري مجموعة العجلات الرئيسية اليسرى لتلف جسيم وفقدان الضغط أخلي الركاب بالحافلات من موقع التوقف دون إصابات.

تصنيف الحدث	واقعة سلامة مرتبطة بإطارات مجموعة العجلات الرئيسية
التاريخ والوقت	٧ تشرين الثاني ٢٠٢٢، حوالي ٠٢:٠٠ بالتوقيت المحلي
الموقع	المدرج ٠٨L، المخرج K والممر H، مطار الملكة علياء الدولي
الطائرة	بوينغ ٧٣٧-٣٢٢، JY-JAD
الرحلة	JAV٨١٢ من القاهرة إلى عمان
الأشخاص على متن الطائرة	٩٣ راكباً و٨ من أفراد الطاقم
الإصابات	لا يوجد
الأضرار	تلف جسيم في الإطارين رقم ١ ورقم ٢ من مجموعة العجلات الرئيسية اليسرى

السبب المرجح

استناداً إلى فحص الإطارات وآثارها الأرضية تعرض أحد الإطارين إلى إجهاد حراري وحمل زائد في ظروف تتفق مع انخفاض ضغط النفخ أو تحميل يتجاوز قدرة الإطار أدى فقدان الإطار الأول لوظيفته واستمرار حركة الطائرة ولا سيما أثناء الانعطاف إلى المخرج K إلى انتقال حمل إضافي إلى الإطار الثاني وانهيائه بالتتابع.

عوامل مساهمة

- بلوغ أحد الإطارين مرحلة متقدمة من التآكل حسب فحص الجهة الصانعة.
- استمرار حركة الطائرة بعد بدء فقدان وظيفة الإطار الأول.
- التحميل الجانبي أثناء الانعطاف من المدرج إلى المخرج K.
- عدم كفاية بيانات مسجل الرحلة لتحليل ضغط المكابح ومعلومات الهبوط ذات الصلة.
- عدم توافر تسجيل صوتي مفيد لقمرة القيادة مما حد من إعادة بناء قرارات الطاقم.
- عدم العثور على جسم غريب على المدرج أو الممرات يمكن ربطه بتلف الإطارين.

٢. المعلومات الوقائية

٢,١ تاريخ الرحلة

غادرت الطائرة مطار القاهرة الدولي متجهة إلى مطار الملكة علياء الدولي في رحلة ركاب مقررة كان المساعد هو الطيار المتحكم والقائد هو الطيار المراقب تم الاقتراب والهبوط على المدرج ٠٨L في ظروف جوية هادئة تقريباً ومدرج جاف.

وردت إفادات عن ارتداد بعد ملامسة المدرج وسماع صوت أو الشعور باهتزاز في القسم الخلفي من الطائرة قبل الانعطاف إلى المخرج K شعر طاقم القيادة باهتزاز وبعد دخول المخرج ازدادت صعوبة التوجيه توقفت الطائرة عند بداية الممر H مقابل مركز الإطفاء الشمالي.

طلب الطاقم فحص العجلات وأكدت العمليات الأرضية تلف إطاري مجموعة العجلات الرئيسية اليسرى أخلي الركاب وأمتعتهم بالحافلات ثم استبدلت العجلات في الموقع لسحب الطائرة وإعادة الممر إلى الخدمة.

٢,٢ الإصابات والأضرار

- لم تسجل إصابات بين الركاب أو الطاقم.
- تعرض الإطاران رقم ١ ورقم ٢ في مجموعة العجلات الرئيسية اليسرى لتمزق جانبي وفقدان الضغط.
- تناثرت قطع مطاطية على المدرج ٠٨L وعلى امتداد المخرج K.
- لم تسجل أضرار أخرى وفق سجل التحقيق المتاح.

٢,٣ معلومات الطاقم

كان طاقم القيادة مرخصاً ومؤهلاً للطائرة وكانت فحوص الكفاءة والفحوص الطبية سارية حذفت الأسماء وأرقام الإجازات والتواريخ الفردية من هذه النسخة لم يحدد التحقيق قصوراً في التأهيل الأساسي بوصفه سبباً للواقعة.

٢,٤ معلومات الطائرة والإطارات

النوع	Boeing ٧٣٧-٣٢٢
التسجيل	JY-JAD
سنة الصنع	١٩٩٠
شهادة الصلاحية	كانت سارية وقت الواقعة
الإطار رقم ١	ركب على الطائرة في ٦ تشرين الأول ٢٠٢٢
الإطار رقم ٢	ركب على الطائرة في ٣١ آب ٢٠٢٢
السجل الفني السابق للواقعة	لم يسجل عطل متعلق بالإطارين خلال الأسبوع السابق؛ استبدل إطار آخر في ٢ تشرين الثاني ٢٠٢٢

بسبب التآكل	
-------------	--

٢,٥ الطقس وحالة المدرج

حالة المدرج	جاف
الرؤية	نحو ٥,٠٠٠ متر في أجواء مغبرة جزئياً
الرياح	رياح خلفية خفيفة، نحو ٣ عقد
درجة الحرارة	نحو ١٢ درجة مئوية
تأثير الطقس	لم يعتبر عاملاً سببياً في الواقعة

٢,٦ فحص المدرج والأدلة المادية

فتشت العمليات الأرضية المدرج L٠٨ والمخرج K بعد الواقعة عثر على قطع من مطاط الإطارين وجمعت، ولم يعثر على جسم غريب يمكن إثبات أنه سبب تلف الإطارين أشارت بداية آثار الإطار الأول على المدرج إلى فقدان وظيفته بعد الهبوط، بينما استمرت قطع وآثار الإطار الثاني على المخرج K بما يتفق مع انهياره لاحقاً أثناء الانعطاف.

٢,٧ مسجلات الرحلة

كانت الطائرة مزودة بمسجل بيانات رحلة FDR ومسجل صوت قمرة قيادة CVR لم يحفظ تسجيل صوتي مفيد للمرحلة موضع التحقيق، كما تبين وجود مشكلات في التوقيت وقالب البيانات المستخرجة من FDR لم تتوافر معاملات صحيحة لضغط المكابح وتعذر إجراء تحليل موثوق لهذه المعلومات ونتيجة لذلك لم يعتمد التحقيق على المسجلات لإثبات سرعة الانعطاف أو ضغط المكابح أو تسلسل دقيق لأداء الطاقم.

٢,٨ الاختبارات والبحوث

أرسلت الإطارات إلى الجهة الصانعة للفحص خلص التقرير الفني إلى أن نمط الضرر يتفق مع تحميل زائد أو ضغط نفخ دون المستوى المطلوب وما نتج عنه من ارتفاع حرارة وانهيار في الجدران الجانبية كما أشار إلى أن الإطار رقم ٢ كان قد بلغ حداً متقدماً من التآكل لم يقدم الفحص دليلاً على قطع ناجم عن جسم غريب محدد.

٢,٩ الاستجابة والعودة إلى الخدمة

أوقفت صلاحية الطائرة مؤقتاً لحين إجراء فحوص إضافية بما فيها فحص هبوط قاس وفق بيانات الصيانة واستكمال إجراءات فنية وتشغيلية بعد ١٤ يوماً أعيدت الطائرة إلى الخدمة في ٢٠ تشرين الثاني ٢٠٢٢ بقيود تشغيلية مع استمرار التحقيق وانتظار تقارير الإطارات والمسجلات.

٢,١٠ إجراءات سلامة لاحقة

- طلب التحقق من صلاحية سجلات CVR و FDR في أسطول المشغل.
- طلب التحقق من تطابق بيانات FDR وقالب البيانات والمعلومات المطلوبة مع تعريفات الطائرة المعتمدة.
- إجراء متابعة ميدانية لمطابقة توقيت الرحلات الفعلي مع البيانات المسجلة.
- إصدار توصيات أولية بشأن تقنيات الكبح وسرعة إخلاء المدرج وتجنب الانعطاف الحاد وفحص ضغط الإطارات وتوثيقه.

٣. التحليل

٣,١ تسلسل تلف الإطارين

توزيع القطع والآثار الأرضية يدعم تسلسلاً بدأ بفقدان وظيفة أحد الإطارين على المدرج بعد الهبوط ثم استمرار الطائرة نحو المخرج K أدى فقدان الإطار الأول للضغط إلى انتقال نسبة أكبر من الحمل العمودي والجانبى إلى الإطار الآخر في المجموعة نفسها أثناء الانعطاف ازداد الحمل الجانبى والاحتكاك فارتفعت حرارة الإطار الثانى وتعرض للانهيـار.

٣,٢ ضغط النفخ والحمل والحرارة

يؤدي انخفاض ضغط نفخ الإطار إلى زيادة مساحة التلامس وانتشاء الجدار الجانبى وتوليد حرارة أكبر ويمكن للحمل الزائد أو الجمع بين الحمل والضغط المنخفض أن يسرع الانهيـار الحرارى يتفق التمزق الجانبى وتغير اللون الحرارى المشار إليهما في تقرير الفحص مع هذه الآلية إلا أن التحقيق لم يحصل على قياس موثق لضغط الإطارين قبل الرحلة ولذلك لا يمكن تحديد نسبة مساهمة ضغط النفخ بصورة كمية.

٣,٣ عمليات الهبوط والإخلاء من المدرج

وردت إفادات عن ارتداد بعد ملازمة المدرج لكن بيانات FDR غير الكافية لم تسمح بقياس شدة الملازمة أو إثبات هبوط قاس كذلك لا تتوافر بيانات موثوقة تثبت سرعة الانعطاف ومع ذلك فإن استمرار الحركة على إطار فاقد للضغط والانعطاف يفرضان حملاً إضافياً معروفاً على الإطار الآخر ينبغى عند الاشتباه بتلف عجلة أو اهتزاز غير طبيعى تقليل السرعة تجنب الانعطافات الحادة والتوقف في موقع آمن متى كان ذلك ممكناً.

٣,٤ الاشتباه بجسم غريب

لم يعثر التفتيش بعد الواقعة على جسم غريب يمكن ربطه بنمط الضرر ولم يحدد فحص الجهة الصانعة ضرر اختراق مميزاً لذلك لم يدعم الدليل المتاح فرضية أن جسماً غريباً كان السبب المرجح لتلف الإطارين.

٣,٥ الصيانة ومراقبة الإطارات

لا يكفي الفحص البصري وحده لضمان ضغط نفخ صحيح تتطلب الوقاية قياس الضغط بأداة معايرة وتوثيق القياس ومراقبة التآكل والعمر والدورات والتحقق من الصمامات وأجهزة التنفيس الحرارى وفق بيانات الصيانة ويجب أن تؤدي حالات الكبح الشديد أو السخونة أو فقدان ضغط إطار إلى فحص المجموعة كاملة قبل العودة إلى الخدمة.

٣,٦ محدودية المسجلات

أثر عدم وجود تسجيل CVR مفيد وعدم صلاحية بعض بيانات FDR مباشرة في قدرة التحقيق على إعادة بناء الملامسة والفرملة وسرعة الخروج من المدرج هذه المحدودية لا تثبت سلوكاً متعمداً لكنها تمثل فجوة سلامة يجب معالجتها من خلال إجراءات حفظ التسجيلات واختبارات صلاحية دورية والتحقق من تعريف قالب البيانات والمعلومات المطلوبة.

٣,٧ إدارة السلامة

يجب أن تجمع استجابة المشغل بين التحقيق الداخلي القائم على الأدلة، والتحفز على المكونات والسجلات وتحليل الأعطال المتكررة والتعاون المبكر مع سلطة التحقيق وينبغي فصل قرار العودة إلى الخدمة عن متطلبات الجدول التشغيلي وربطه بإغلاق المخاطر الفنية المعروفة والتحقق من فعالية الإجراءات التصحيحية.

٤,١ النتائج

- ٤,١,١ كانت الطائرة تحمل شهادة صلاحية سارية وكان طاقم القيادة مؤهلاً للطراز.
- ٤,١,٢ كان المدرج جافاً والرياح خفيفة، ولم يعتبر الطقس عاملاً سببياً.
- ٤,١,٣ لم يسجل فحص ما قبل الرحلة عيباً ظاهراً في إطاري المجموعة اليسرى.
- ٤,١,٤ وردت إفادات عن ارتداد بعد ملامسة المدرج لكن البيانات المتاحة لم تسمح بقياس شدة الملامسة.
- ٤,١,٥ فقد الإطار الأول وظيفته بعد الهبوط وتناثرت أجزاء منه على المدرج.
- ٤,١,٦ تعرض الإطار الثاني للتلف لاحقاً أثناء استمرار الحركة والانعطاف إلى المخرج K.
- ٤,١,٧ توقف الطاقم على الممر H بعد زيادة الاهتزاز وصعوبة التوجيه.
- ٤,١,٨ أخلى الركاب دون إصابات.
- ٤,١,٩ لم يعثر على جسم غريب يمكن ربطه بسبب تلف الإطارين.
- ٤,١,١٠ أظهر فحص الإطارات نمطاً يتفق مع الحمل الزائد أو ضغط نفخ دون المستوى وحدث إجهاض حراري.
- ٤,١,١١ كان الإطار رقم ٢ في مرحلة متقدمة من التآكل وفق التقرير الفني.
- ٤,١,١٢ لم تتوافر قياسات موثقة لضغط الإطارين قبل الرحلة تسمح بتحديد مقدار مساهمة ضغط النفخ.
- ٤,١,١٣ لم يتوافر تسجيل CVR مفيد للمرحلة موضع التحقيق.
- ٤,١,١٤ لم تكن بيانات FDR كافية أو موثوقة لتحليل ضغط المكابح وسرعة الانعطاف بدقة.
- ٤,١,١٥ أعيدت الطائرة إلى الخدمة بعد فحوص إضافية وتطبيق قيود تشغيلية مع استمرار إجراءات التحقيق.

٤,٢ السبب المرجح

السبب المرجح

تعرض أحد إطاري مجموعة العجلات الرئيسية اليسرى لإجهاد حراري وحمل زائد في ظروف تتفق مع انخفاض ضغط النفخ أو زيادة التحميل، ما أدى إلى انهياره. أدى استمرار حركة الطائرة والانعطاف بعد فقدان الإطار الأول لوظيفته إلى انتقال حمل إضافي إلى الإطار الثاني وانهياره بالتتابع.

٤,٣ العوامل المساهمة

- التآكل المتقدم للإطار رقم ٢.
- استمرار حركة الطائرة بعد بدء تلف الإطار الأول.
- التحميل الجانبي أثناء الانعطاف إلى المخرج K.
- عدم توافر بيانات موثوقة لمسجل الرحلة عن ضغط المكابح وسرعة الانعطاف.
- عدم توافر تسجيل صوتي مفيد لقمرة القيادة.

٤,٤ عوامل لم يثبت إسهامها

- الطقس أو حالة سطح المدرج.
- وجود جسم غريب على المدرج.
- عطل محدد في نظام منع الانزلاق أو المكابح إذ لم تتوافر أدلة كافية لإثباته أو نفيه بصورة قاطعة.

٥. توصيات وإجراءات السلامة

صيغت التوصيات التالية لمعالجة المخاطر النظامية ومنع التكرار دون إسناد اللوم إلى أشخاص أو جهات.

الجهة المخاطبة	الإجراء الوقائي المقترح
أطقم القيادة	استخدام تقنيات الكبح الملائمة وتقليل السرعة قبل إخلاء المدرج وتجنب الانعطافات الحادة وإذا فات مخرج سريع الاستمرار إلى مخرج لاحق بدلاً من تنفيذ انعطاف حاد.
أطقم القيادة	عند الاشتباه بتلف إطار أو الشعور باهتزاز غير طبيعي تقليل السرعة وتجنب الانعطاف والتوقف في موقع آمن ثم طلب فحص خارجي قبل الاستمرار.
المشغل وجهة الصيانة	قياس ضغط نفخ الإطارات قبل الرحلات وفق برنامج معتمد باستخدام أدوات معايرة وتوثيق النتائج والتحقق من حدود التفاوت وإجراءات التصحيح.
جهة الصيانة	فحص مجموعة العجلات والمكابح والإطارات والصمامات وأجهزة التنفيس الحراري بعد الكبح الشديد أو السخونة أو فقدان ضغط إطار وفق دليل الصيانة.
المشغل	إرسال الإطارات المتضررة إلى الجهة الصانعة عند الحاجة والتحفظ على الأدلة والسجلات وتوثيق سلسلة الحيازة.
المشغل	ضمان صلاحية CVR و FDR في جميع الطائرات، وتنفيذ اختبارات دورية والتحقق من مزامنة الوقت، وقالب البيانات وتوافر المعلومات التي تتطلبها بيانات الطائرة والأنظمة المعتمدة.
المشغل	تدريب الأطقم والعمليات الأرضية على حفظ تسجيلات

الرحلة فور وقوع حادث أو واقعة وفق تعليمات سلطة التحقيق والإجراءات المعتمدة.	
تعزيز نظام إدارة السلامة ليشمل تحليل اتجاهات الإطارات والمكابح والأعطال المتكررة والتحقيق الداخلي القائم على الأدلة وتقييم فعالية الإجراءات التصحيحية.	المشغل
متابعة تنفيذ التوصيات عبر الرقابة على ضغط الإطارات وسجلات الصيانة وصلاحية المسجلات وتدريب الطواقم ونظام إدارة السلامة.	الهيئة
تقييم مخاطر الأسطول على أساس الحالة الفنية والاعتمادية وبرنامج الصيانة ونتائج الرقابة، بدلاً من اعتماد العمر الزمني للطائرة وحده معياراً منفرداً.	الهيئة

ملاحظة متابعة

ينبغي أن تحتفظ الهيئة بسجل رسمي للتوصيات يتضمن الجهة المخاطبة الرد أدلة التنفيذ، تقييم الفعالية وحالة الإغلاق وأن تحدث حالة التوصيات المنشورة كلما طرأ تغيير.