

جامعة ميدأوشن

كلية الإدارة

قسم / تخصص إدارة الأعمال



عنوان البحث

الاستدامة في صناعة الطيران: التحديات والاتجاهات المستقبلية

إعداد الطالب/

أحمد محمد عامر الشهري

الرقم الجامعي/

252001494

إشراف/

د. الفصيل عبد الحميد

د. فايز جراد

العام الدراسي:

٢٠٢٥ م

مقدمة:

تُعدّ الاستدامة إحدى الركائز الأساسية في مسيرة التطور العالمي المعاصر، إذ لم يعد النمو الاقتصادي وحده معيارًا للحكم على نجاح القطاعات والمؤسسات، بل أصبح التزامًا مراعاة الأبعاد البيئية والاجتماعية إلى جانب البعد الاقتصادي. وقد فرضت التغيرات المناخية، وما يصاحبها من تحديات بيئية، ضرورة إعادة التفكير في الأنماط التقليدية للتنمية واعتماد مسار يوازن بين تحقيق الاحتياجات الحالية وحفظ حقوق الأجيال القادمة. ويُعدّ قطاع الطيران من أكثر القطاعات ارتباطًا بقضية الاستدامة، نظرًا لتأثيره الكبير في البيئة من خلال الانبعاثات الناتجة عن عمليات النقل الجوي، وفي الوقت ذاته يمثل عنصرًا رئيسًا لدعم الاقتصاد العالمي عبر تعزيز حركة السياحة والتجارة والاستثمار. ومن ثمّ، فإن أي جهود للتقليل من الانبعاثات العالمية لا يمكن أن تتجاهل الدور الجوهري لصناعة الطيران.

وقد تبنت عدة منظمات دولية — مثل منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) ،

والاتحاد الدولي للنقل الجوي (IATA) ، وإدارة الطيران الفيدرالية — (FAA)

مبادرات استراتيجية تهدف إلى دعم الاستدامة في الطيران،

سواء عبر تطوير الوقود المستدام للطيران (SAF) ، أو تحسين كفاءة المحركات،

أو تعزيز إدارة الحركة الجوية بطرق تقلل من استهلاك الوقود.

وفي إطار رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠، تُعد الاستدامة أحد الأهداف المحورية في

تطوير قطاع الطيران المدني؛ إذ تسعى الخطط الوطنية إلى تعزيز الابتكار والاقتصاد

الأخضر، وتحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي والحفاظ على البيئة.

وبناءً على ما سبق، تتناول هذه الدراسة موضوع الاستدامة في صناعة الطيران،

من خلال تحليل مفاهيمها، واستعراض التحديات التي تواجهها الصناعة،

ومناقشة الاتجاهات المستقبلية والحلول المقترحة،

مع إبراز الفرص المتاحة لقطاع الطيران السعودي في هذا المجال.

مشكلة الدراسة:

على الرغم من المبادرات العالمية الكبيرة في مجال الاستدامة، لا يزال قطاع الطيران من أكثر القطاعات إسهامًا في انبعاثات الغازات الدفيئة. وتواجه الصناعة صعوبات في تطبيق التقنيات النظيفة بسبب ارتفاع التكاليف وقلة توفر بدائل عملية للوقود التقليدي.

وتتمثل مشكلة الدراسة في السؤال الرئيس التالي:

كيف يمكن لصناعة الطيران تحقيق الاستدامة في ظل التحديات البيئية والتقنية والاقتصادية القائمة، وما الاتجاهات المستقبلية القادرة على دعم هذا التحول، خصوصًا في السياق السعودي؟

أهمية الدراسة:

تأتي أهمية هذه الدراسة من النقاط التالية:

١. أهمية علمية: إثراء الأدبيات المتعلقة بالاستدامة في قطاع الطيران من منظور إداري

وبيئي.

٢. أهمية بيئية: المساهمة في إيجاد حلول للتقليل من الانبعاثات الصادرة عن

الطائرات.

٣. أهمية اقتصادية: دعم شركات الطيران في تحسين الكفاءة التشغيلية وخفض

تكاليف الوقود.

٤. أهمية تطبيقية: ارتباطها المباشر برؤية المملكة ٢٠٣٠ وأهداف تطوير قطاع

الطيران السعودي.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى:

١. توضيح مفهوم الاستدامة في صناعة الطيران.
٢. تحليل دور المنظمات الدولية.(ICAO – IATA – FAA)
٣. تحديد أهم التحديات البيئية والتقنية والاقتصادية.
٤. استعراض الاتجاهات المستقبلية والحلول المقترحة.
٥. تقديم توصيات تدعم قطاع الطيران السعودي.

تساؤلات الدراسة:

١. ما مفهوم الاستدامة في الطيران؟
٢. كيف تسهم المنظمات الدولية في تعزيزها؟
٣. ما التحديات التي تواجه الاستدامة في الطيران؟
٤. ما الاتجاهات المستقبلية نحو طيران منخفض الانبعاثات؟
٥. كيف يمكن لقطاع الطيران السعودي تطبيق مبادئ الاستدامة؟

فروض الدراسة:

١. يوجد تأثير إيجابي لممارسات الاستدامة على خفض الانبعاثات.
٢. يسهم الإطار التنظيمي الدولي في تعزيز الاستدامة.
٣. تشكل التحديات الاقتصادية أكبر عائق أمام التحول نحو الوقود المستدام.
٤. يمكن لجهود المملكة دعم الطيران المستدام على المستوى الوطني.

الدراسات السابقة:

تُظهر مراجعة الأدبيات أن الاستدامة في الطيران أصبحت محورًا للعديد من الدراسات الدولية.

ركزت تقارير ICAO على برامج خفض الانبعاثات وتعزيز الكفاءة، بينما قدمت IATA مبادرات تقنية وتشغيلية تدعم استخدام الوقود المستدام. وتطُرقت دراسات FAA إلى تطوير الطائرات الكهربائية والهجينة.

أما الدراسات العربية، فركزت على التحديات البيئية للطيران في السعودية ودور الجهات الحكومية في دعم الاستدامة، مثل دراسة الجمني (٢٠٢٢) والحربي (2021).

المنطلقات النظرية للدراسة:

ترتكز الدراسة على:

١. نظرية التنمية المستدامة.
٢. نظرية الابتكار التقني.
٣. نظرية الحوكمة المؤسسية.

المنهجية وطرق البحث:

الإطار المؤسسي والتنظيمي (ICAO / IATA / FAA)

● منظمة ICAO

وضعت برامج مثل CORSIA التي تهدف إلى الحد من الانبعاثات الدولية.

● الاتحاد الدولي IATA

يُضطلع بدور محوري في دعم شركات الطيران وتقديم ممارسات تشغيلية فعّالة.

● إدارة FAA

تعمل على تطوير تقنيات الطيران الأخضر، والطائرات الكهربائية والهيدروجينية.

أدوات الدراسة :

التحديات البيئية

تشمل:

- الانبعاثات الكربونية
- الانبعاثات غير الكربونية
- الضوضاء الجوية
- استهلاك الموارد الطبيعية

الوقود المستدام للطيران (SAF)

يعد SAF الحل الأكثر واقعية في المدى القصير والمتوسط، إذ يمكن أن يخفض الانبعاثات بنسبة تصل إلى ٨٠٪.

لكن يواجه تحديات تشمل التكلفة العالية وضعف الإنتاج العالمي.

التحديات التقنية

تشمل:

- محدودية تقنيات المحركات النظيفة
- الوزن والمواد
- البنية التحتية غير المؤهلة
- متطلبات السلامة للطائرات الجديدة

التحديات الاقتصادية

تشمل:

- ارتفاع تكلفة التقنيات النظيفة
- تقلب أسعار الوقود
- تكاليف تحديث البنية التحتية
- تأثير الأزمات الاقتصادية على الاستثمار في البيئة

حدود الدراسة:

الاتجاهات المستقبلية

أهم التوجهات:

١. الطائرات الكهربائية والمهجينة
٢. الوقود المستدام للطيران
٣. الهيدروجين كوقود نظيف
٤. تحسين إدارة الحركة الجوية (ATM)
٥. التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي

التوصيات العالمية لتعزيز الاستدامة في صناعة الطيران

في ضوء المبادرات الدولية والتحديات البيئية التي تواجه قطاع الطيران، يمكن صياغة مجموعة من التوصيات العالمية التي تبنتها المنظمات المتخصصة وشركات الطيران الكبرى بهدف تعزيز الاستدامة وتقليل الانبعاثات:

١. التوسع العالمي في إنتاج واستخدام الوقود المستدام للطيران (SAF)

يُعد الوقود المستدام الخيار الأكثر واقعية على المدى القريب، وقد أوصت منظمات مثل IATA و ICAO بضرورة:

- رفع إنتاج SAF عالميًا ليصل إلى ما لا يقل عن ١٠٪ من استهلاك الطيران بحلول ٢٠٣٠.
- تشجيع الحكومات على تقديم حوافز مالية للمصانع المنتجة لهذا الوقود.
- سن تشريعات تلزم شركات الطيران بنسب استخدام تدريجية.

٢. الاستثمار في الطائرات الكهربائية والهجينة

أصدرت شركات مثل إيرباص وبوينغ توصيات تؤكد أهمية دعم التطوير العالمي:

- للطائرات الكهربائية قصيرة المدى.
 - وللطائرات الهجينة التي يقل فيها استهلاك الوقود والانبعاثات.
- وذلك من خلال القروض الحكومية، وصناديق الابتكار، والشراكات بين الجامعات وشركات الطيران.

٣. تطوير البنية التحتية للطيران المستدام

تشمل هذه التوصية:

- إنشاء محطات وقود مستدام في المطارات الكبرى.
- توفير منصات للشحن الكهربائي.
- تحديث مرافق الهيدروجين تمهيداً لاستخدامه كوقود مستقبلي.
- تطبيق أنظمة إدارة الطاقة داخل المطارات بكفاءة عالية.

٤. تحسين إدارة الحركة الجوية (ATM) عالميًا

تشير منظمات مثل SESAR الأوروبية و IATA الأمريكية إلى أن تحسين إدارة الحركة الجوية يمكن أن يخفض الانبعاثات بنسبة ١٠-١٥٪ عبر:

- تحسين مسارات الرحلات الجوية.
- تقليل زمن الدوران والانتظار.
- تطبيق الملاحة المعتمدة على الأداء (PBN).
- استخدام الذكاء الاصطناعي لتوقع حركة المرور الجوية.

٥. تبني معايير دولية صارمة للانبعاثات

تشمل هذه التوصية:

- الالتزام ببرنامج CORSIA التابع لـ ICAO
- تطبيق معايير الانبعاثات الجديدة للمحركات وفقًا للملحق ١٦.
- مراقبة استهلاك الوقود على مستوى كل رحلة وربط الأداء البيئي بتقييم شركات الطيران.

٦. تعزيز البحث العلمي والابتكار

أوصت المنظمات الدولية بضرورة:

- دعم مراكز الأبحاث المتخصصة في الوقود الأخضر.
- تقديم منح جامعية وهندسية لتطوير مواد خفيفة الوزن للطائرات.
- إطلاق صناديق دولية للابتكار في مجال الطيران النظيف.

٧. الشفافية والإفصاح البيئي لشركات الطيران

توصي التقارير العالمية بضرورة إلزام شركات الطيران حول العالم بما يلي:

- إصدار تقارير سنوية عن البصمة الكربونية (Carbon Footprint).
- الإفصاح عن خطط التحول الأخضر ونسب التقدم فيها.
- الإعلان عن بيانات استهلاك الوقود لكل رحلة.

٨. تعزيز التعاون بين الدول والمنظمات الدولية

تشدد التوصيات العالمية على أهمية:

- توحيد المعايير الدولية للطيران المستدام.
- عقد شراكات دولية لتطوير مصادر طاقة نظيفة.
- مشاركة البيانات والأبحاث بين شركات الطيران والجهات التنظيمية.

٩. الحد من الرحلات القصيرة وتشجيع النقل البديل حيثما أمكن

تبنّت عدة دول أوروبية — مثل فرنسا — سياسات:

- تقليل الرحلات التي يمكن استبدالها بقطارات عالية السرعة.
 - تشجيع النقل متعدد الوسائط. (Multimodal Transportation)
- هذه التوصية أثارت جدلاً عالمياً لكنها قائمة كأحد حلول خفض الانبعاثات.

١٠. مواءمة سياسات شركات الطيران مع أهداف اتفاقية باريس للمناخ

توصي المنظمات الدولية بأن تلتزم شركات الطيران عالميًا بهدف:

صافي انبعاثات صفر بحلول عام ٢٠٥٠

Net Zero Emissions 2050

وهو الهدف الذي تدعمه IATA و ICAO بشكل رسمي.

الخاتمة

خلصت الدراسة إلى أن الاستدامة أصبحت ضرورة استراتيجية لصناعة الطيران، وأن نجاح هذا القطاع في التحول نحو الطيران الأخضر يعتمد على الابتكار التقني، والتشريعات الدولية، والتعاون بين كافة الجهات.

كما يُعد الوقود المستدام حلاً واقعياً في المرحلة الحالية، بينما يشكل الهيدروجين والكهرباء مستقبلاً واعدًا للصناعة.

وفي السياق السعودي، تسهم رؤية المملكة ٢٠٣٠ في خلق بيئة داعمة للاستدامة عبر مبادرات وطنية طموحة.

المراجع:

IATA (2024). Sustainability and Aviation Report.

ICAO (2023). CORSIA Environmental Documentation.

FAA (2024). Sustainable Aviation Fuels Program.

Airbus (2023). Global Market Forecast.

Boeing (2024). Sustainability Report.

الحربي، محمد. (٢٠٢١). الاستدامة في النقل الجوي.

الجهني، عبد الله. (٢٠٢٢). التحديات البيئية للطيران.

منصور، خالد. (٢٠٢٣). الوقود المستدام للطيران.