

" أثر التحول الرقمي على كفاءة العمليات التشغيلية في المطارات الدولية:

دراسة تطبيقية على مطار الملك خالد الدولي بالرياض "

إعداد الطالب/

عزان بن حسن آل مقبول

إشراف/

د.فايز علي جراد

د.الفیصل عبد الحمید محمد

العام الدراسي:

2025

فهرس المحتويات

المقدمة:	٥
مشكلة الدراسة	٧
أهمية الدراسة	٨
أهداف الدراسة	٩
تساؤلات الدراسة	١٠
فروض الدراسة	١١
الدراسات السابقة	١٢
التعليق على الدراسات السابقة والفجوة البحثية	١٩
الفجوة البحثية:	١٩
المنطلقات النظرية للدراسة	٢٠
المنهجية العلمية	٢١
مجتمع وعينة الدراسة	٢٢
الفصل الثاني: الاطار النظري	٢٥
المبحث الأول: الأدبيات النظرية للتحوّل الرقعي وكفاءة العمليات التشغيلية في المطارات	٢٥
تمهيد:	٢٥
المطلب الأول: التحوّل الرقعي – المفهوم والأهمية والأبعاد	٢٦
أولاً: مفهوم التحوّل الرقعي	٢٦
ثانياً: أهمية التحوّل الرقعي في تحسين كفاءة الخدمات التشغيلية بالمطارات	٢٧
ثالثاً: أبعاد التحوّل الرقعي في بيئة العمل بالمطارات	٢٩

ثانياً: أهمية التحول الرقمي في تحسين كفاءة الخدمات التشغيلية بالمطارات.....	٣٠
ثالثاً: أبعاد التحول الرقمي في بيئة العمل بالمطارات.....	٣١
أولاً: الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence).....	٣٢
ثانياً: البيانات الضخمة (Big Data Analytics).....	٣٢
ثالثاً: أنظمة الأتمتة (Automation Systems).....	٣٣
رابعاً: الحوسبة السحابية (Cloud Computing).....	٣٤
المطلب الثاني: إدارة التحول الرقمي في المطارات.....	٣٥
أولاً: العوامل التنظيمية والبشرية المؤثرة في نجاح التحول الرقمي.....	٣٥
ثانياً: معوقات تطبيق التحول الرقمي في بيئة المطارات.....	٣٩
ثالثاً: التجارب الدولية الرائدة في التحول الرقمي في المطارات.....	٤٢
المبحث الثاني: كفاءة العمليات التشغيلية في المطارات.....	٤٥
تمهيد:.....	٤٥
المطلب الأول: المفهوم والمكونات والأساليب.....	٤٥
أولاً: مفهوم كفاءة العمليات التشغيلية وأهميتها في المطارات.....	٤٦
ثانياً: عناصر ومؤشرات الكفاءة التشغيلية في المطارات.....	٤٨
ثالثاً: الأساليب الحديثة في تحسين الكفاءة التشغيلية بالمطارات.....	٥١
المطلب الثاني: العلاقة بين التحول الرقمي وكفاءة العمليات التشغيلية.....	٥٤
أولاً: أثر التحول الرقمي على سرعة ودقة العمليات التشغيلية.....	٥٤
ثانياً: دور الأنظمة الرقمية في تعزيز السلامة التشغيلية وجودة الخدمات.....	٥٦
ثالثاً: نماذج تطبيقية توضح العلاقة بين التحول الرقمي والكفاءة التشغيلية في المطارات.....	٥٧

٦١	الفصل الثالث: منهجية الدراسة.....
٦١	مقدمة
٦١	أولاً: منهج الدراسة
٦٢	ثانياً: مجتمع الدراسة
٦٣	ثالثاً: عينة الدراسة:
٦٤	رابعاً: خصائص أفراد عينة الدراسة:
٦٩	خامساً: أداة الدراسة.....
٧١	سادساً: ثبات أداة الدراسة
٧٢	سابعاً: البرامج والأدوات المستخدمة في معالجة البيانات
٧٥	الفصل الرابع: تحليل البيانات
٧٥	مقدمة
٧٥	أولاً: النتائج المتعلقة باتجاهات آراء المستجوبين تجاه محاور الاستبيان
٧٩	ثانياً: اختبار الفرضيات
٨٤	الفصل الخامس: الخاتمة والنتائج والتوصيات
٨٤	خاتمة
٨٦	النتائج.....
٨٧	التوصيات
٨٩	المراجع
٩٣	قائمة الاستبيان

المقدمة:

في السنوات الأخيرة، برز التحول الرقمي كعامل تمكين أساسي للتميز التشغيلي في مختلف القطاعات العالمية، لا سيما في قطاع الطيران. لم تعد المطارات اليوم تقتصر على البنية التحتية التقليدية والعمليات اليدوية؛ بل تتطور إلى بيئات ذكية تعتمد على التكنولوجيا تهدف إلى تعزيز الكفاءة وخفض التكاليف وتوفير تجارب سلسة للمسافرين. وقد اعتمد مطار الملك خالد الدولي بالرياض، بصفته أحد أهم المراكز الدولية في الشرق الأوسط، بشكل متزايد على الأنظمة الرقمية لتحديث عملياته التشغيلية. ويشمل ذلك دمج تقنيات متقدمة مثل أكشاك تسجيل الوصول الآلية، وأنظمة التعرف على الوجه، وتتبع الأمتعة رقميًا، وتحليلات البيانات اللحظية لمراقبة الحركة والأمن. وتهدف هذه الدراسة إلى استكشاف كيفية تأثير هذه الابتكارات على الكفاءة التشغيلية في مطار الملك خالد الدولي بالرياض، وتقييم الآثار الأوسع نطاقًا على المطارات الدولية الأخرى في سياقات مماثلة. (الهيئة العامة للطيران المدني، ٢٠٢١)

لا يقتصر التحول الرقمي في المطارات على تحديث الأنظمة التقنية فحسب، بل هو أيضًا تحول استراتيجي يُعيد تشكيل الثقافة المؤسسية، ويُعزز عملية صنع القرار، ويُحسن تقديم الخدمات. في حالة مطار الملك خالد الدولي بالرياض، حظيت المبادرات الرقمية بدعم سياسات وطنية، مثل رؤية السعودية ٢٠٣٠، التي تهدف إلى تنويع الاقتصاد والارتقاء بجودة الخدمات في القطاعات الحيوية، بما في ذلك النقل والخدمات اللوجستية. وقد أدت هذه الجهود إلى تطوير نموذج مطار ذكي يُعطي الأولوية للابتكار والاستدامة ورضا العملاء. من الناحية التشغيلية، ينعكس هذا التحول في تحسين التنسيق بين الإدارات، وتوقعات أكثر دقة لتدفقات الركاب، وتحسين قدرات الاستجابة للأزمات. (السهلي، ٢٠٢٠)

لذلك، يمكن ملاحظة تأثير التحول الرقمي على الكفاءة التشغيلية من خلال مؤشرات قابلة للقياس، مثل تقليل أوقات انتظار الركاب، وتحسين أوقات إقلاع الطائرات، وتحسين إدارة الصيانة. وقد أدى تطبيق مطار الملك خالد الدولي بالرياض لمراكز القيادة والتحكم الرقمية، وأنظمة المراقبة القائمة على الذكاء الاصطناعي، إلى تقليل الأخطاء البشرية بشكل كبير وزيادة موثوقية العمليات. تُعد هذه التحسينات حاسمة في تعزيز القدرة التنافسية للمطار وضمان توافقه مع معايير الطيران الدولية. (الغامدي، ٢٠٢٢)

في ظل التطورات التكنولوجية المتسارعة والمنافسة العالمية المتزايدة، أدرك قطاع الطيران ضرورة تبني التحول الرقمي كوسيلة لاستدامة النمو وتحسين تقديم الخدمات. ويُعدّ مطار الملك خالد الدولي بالرياض مثالاً بارزاً على هذا التحول، حيث لم يعد التحول الرقمي خياراً، بل أصبح ضرورياً لمواكبة النمو المتسارع في حركة النقل الجوي وتوقعات المسافرين الدوليين المتزايدة. ومن أهم نتائج هذا التحول إنشاء منصات رقمية متكاملة تُسهّل التواصل الفوري بين الجهات المعنية بالمطار، بما في ذلك شركات الطيران والخدمات الأرضية والجمارك والجهات الأمنية. تُسهم هذه المنصات في تقليل التأخيرات التشغيلية وتعزيز سرعة اتخاذ القرارات، لا سيما في الحالات التي تشهد ضغطاً كبيراً مثل فترات ذروة السفر أو حالات الطوارئ. علاوة على ذلك، تُمكن لوحات المعلومات الرقمية وأنظمة تتبع مؤشرات الأداء الرئيسية إدارة المطار من مراقبة الأداء وتحسينه باستمرار، مما يؤثر بشكل مباشر على رضا العملاء والمرونة التشغيلية. (الربيع، ٢٠٢٠)

تُقدم دراسة حالة مطار الملك خالد الدولي بالرياض رؤى قيّمة حول العلاقة بين التقنيات الرقمية والأداء التشغيلي في المطارات الدولية. يُسلّط هذا البحث الضوء على كيفية مساهمة التكامل الرقمي الاستراتيجي، عند مواءمته مع الرؤية المؤسسية وتوقعات العملاء، في تحويل التحديات التشغيلية إلى

فرص للابتكار والتميز. وسيُسهم هذا البحث في فهم أفضل الممارسات والعوائق المحتملة التي قد تواجه مطارات مماثلة تمر بمرحلة تحول رقمي. (الموسى، ٢٠١٩)

مشكلة الدراسة

في ظل الثورة التكنولوجية المتسارعة التي يشهدها العالم، تسعى المطارات الدولية جاهدة إلى تبني أحدث حلول التحول الرقمي لتعزيز كفاءتها التشغيلية وتحسين تجربة المسافر. يُعد مطار الملك خالد الدولي بالرياض، كواحد من المنشآت الحيوية الطموحة في المملكة العربية السعودية، استثماراً بشكل كبير في مجموعة متنوعة من التقنيات الرقمية المتقدمة، مثل أنظمة تسجيل الوصول الذاتي، والبوابات الإلكترونية، وأنظمة تتبع الأمتعة الذكية، ومنصات إدارة البيانات الموحدة. تهدف هذه الاستثمارات في جوهرها إلى تحقيق قفزة نوعية في سرعة ودقة العمليات، ورفع مستوى السلامة والأمان، وتعزيز الميزة التنافسية للمطار على خريطة الطيران الدولية.

على الرغم من هذا الزخم التقني والاستثماري الملحوظ، إلا أن الدلائل الأولية والتقارير تشير إلى وجود فجوة بين التطبيقات التكنولوجية والتأثير الفعلي المقاس لها على أرض الواقع. حيث لا تزال هناك تحديات تشوب مجالات حيوية مثل وقت انتظار الركاب عند نقاط التفتيش وعدادات التسجيل، ودقة وكفاءة عمليات مناولة الأمتعة، وسرعة استعادة التوازن التشغيلي بعد الاضطرابات غير المتوقعة، وكذلك درجة التنسيق والانسيابية بين الإدارات التشغيلية المختلفة. هذا التناقض يثير تساؤلاً جوهرياً حول العوائد الحقيقية لهذه الاستثمارات التقنية الضخمة.

وتتعمق هذه المشكلة بسبب وجود عوائق تنفيذية معقدة، يأتي في مقدمتها التحدي التقني المتمثل في صعوبة دمج الأنظمة الرقمية الجديدة مع البنية التحتية التقليدية القائمة (Legacy Systems)، مما قد يخلق فجوات تشغيلية ويحد من فعالية التكنولوجيا. كما تبرز عوائق بشرية تنظيمية لا تقل

أهمية، تتمثل في مقاومة بعض الموظفين للتغيير، مع حاجة ملحة لبرامج تدريبية متخصصة لرفع كفاءة العنصر البشري وتمكينه من الاستفادة القصوى من هذه الأدوات الحديثة.

وفي إطار التقييم الأكاديمي، تُبرز مراجعة الأدبيات وجود ندرة ملحوظة في الدراسات الشاملة التي تقيس هذا الأثر بشكل كمي ونوعي في سياق المطارات العربية بشكل عام، وفي مطار الملك خالد الدولي بالرياض بشكل خاص، حيث ركزت معظم الدراسات السابقة على مطارات في السياقات الغربية، والتي تختلف بيئتها عن البيئة المحلية من حيث الثقافة التنظيمية وأساليب الإدارة وتوقعات المستخدمين. كما أن العديد من هذه الدراسات انصبَّ على مرحلة التخطيط والتبني، مع محدودية في الدراسات التي تتناول مرحلة "ما بعد التنفيذ" لقياس الفجوة بين النظرية والتطبيق الفعلي.

وبناءً عليه، فإن المشكلة التي تسعى هذه الدراسة إلى معالجتها تتمحور حول عدم وضوح مدى مساهمة مبادرات التحول الرقمي في تعزيز الكفاءة التشغيلية الفعلية لمطار الملك خالد الدولي بالرياض، وعدم تحديد العوائق الرئيسية التي تحد من تحقيق الاستفادة القصوى من هذه الاستثمارات. لذلك، تأتي هذه الدراسة لتقدم تقييماً شاملاً وقائماً على الأدلة لسد هذه الفجوة، وتزويد متخذي القرار في مطار الملك خالد الدولي بالرياض برؤية واضحة تعينهم على تعزيز نقاط القوة ومعالجة نقاط الضعف، مما يساهم في النهاية في تحقيق الأهداف الاستراتيجية للمطار ورؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠.

أهمية الدراسة

أولاً: الأهمية العلمية

تتمتع هذه الدراسة بقيمة أكاديمية كبيرة، إذ تُساهم في إثراء الأدبيات المتنامية حول التحول الرقمي في قطاع الطيران، لا سيما في سياق المطارات الدولية في العالم العربي. في حين تناولت العديد من الدراسات العالمية تأثير التكنولوجيا على عمليات المطارات، لا تزال هناك ندرة في الأبحاث التي تُركز

على مطارات الشرق الأوسط، مثل مطار الملك خالد الدولي بالرياض الدولي. من خلال دراسة كيفية تأثير الأنظمة الرقمية على كفاءة العمليات التشغيلية في هذا السياق تحديداً، تهدف الدراسة إلى توفير بيانات ورؤى تجريبية تُسهم في سد الفجوة بين الأطر النظرية والتطبيقات العملية. علاوة على ذلك، تسعى الدراسة إلى إثراء فهم كيفية تفاعل العوامل التنظيمية والتكنولوجية والتنظيمية لتشكيل نتائج المبادرات الرقمية في بيئات تشغيلية معقدة. ويمكن أن يُشكل هذا أساساً لأبحاث أكاديمية مستقبلية في بيئات إقليمية مماثلة.

ثانياً: الأهمية العملية

على المستوى العملي، من المتوقع أن تُقدم نتائج هذه الدراسة توصيات قيّمة لصانعي القرار، ومديري المطارات، ومطوري التكنولوجيا المشاركين في تخطيط وتنفيذ استراتيجيات التحول الرقمي. من خلال تحليل النتائج الواقعية وتحديد الفوائد والتحديات التي يواجهها مطار الملك خالد الدولي بالرياض، تُقدم الدراسة رؤى عملية تُرشّد تطوير نماذج تشغيلية أكثر فعالية وكفاءة واستدامة. وتُعد هذه الرؤى بالغة الأهمية للمطارات التي تسعى إلى تحسين تجربة المسافرين، والسلامة التشغيلية، وسرعة الخدمة، والتنسيق بين الإدارات. علاوة على ذلك، تتوافق الدراسة مع أجندات التنمية الوطنية الأوسع، مثل رؤية السعودية ٢٠٣٠، التي تُركز على الابتكار التكنولوجي وتميز الخدمات في قطاعات البنية التحتية الرئيسية.

أهداف الدراسة.

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو دراسة تأثير التحول الرقمي على كفاءة العمليات التشغيلية في مطار الملك خالد الدولي بالرياض الدولي. ومن خلال نهج دراسة حالة مُركّز، يهدف البحث إلى تحليل كيفية تأثير تطبيق التقنيات الرقمية مثل الأنظمة الآلية والمنصات المتكاملة والذكاء الاصطناعي وأدوات المراقبة الآنية على جوانب مُختلفة من عمليات المطار، بما في ذلك مناولة الركاب، ومعالجة

الأمتعة، وتنسيق السلامة، وتقديم الخدمات. كما تسعى الدراسة إلى تحديد العوامل الرئيسية التي تُسهّل أو تُعيق التكامل الناجح للأنظمة الرقمية ضمن الإطار التشغيلي للمطار. وتحديداً، يهدف البحث إلى:

١. تقييم مدى تحسين التقنيات الرقمية لمؤشرات الأداء مثل السرعة والدقة والموثوقية.
 ٢. استكشاف تصورات الموظفين وأصحاب المصلحة بشأن فعالية التحول الرقمي.
 ٣. تحديد التحديات التي تنشأ أثناء الانتقال من العمليات التقليدية إلى العمليات الرقمية.
 ٤. تقديم توصيات لتعزيز الاستخدام الاستراتيجي للأدوات الرقمية في بيئات مطارات دولية مُماثلة.
- وتهدف هذه الأهداف إلى تقديم مساهمات نظرية ورؤى عملية لصانعي السياسات ومديري المطارات الذين يعملون على تحسين الأداء التشغيلي من خلال الابتكار الرقمي.

تساؤلات الدراسة

نظراً للتحول الرقمي السريع في قطاع الطيران والأهمية الاستراتيجية لمطار الملك خالد الدولي بالرياض الدولي ضمن شبكة النقل الإقليمية، تسعى هذه الدراسة إلى استكشاف عدة أسئلة بحثية رئيسية لفهم العلاقة بين التقنيات الرقمية والكفاءة التشغيلية. يتمثل السؤال البحثي المحوري الذي يوجه هذه الدراسة في: إلى أي مدى حسن التحول الرقمي كفاءة العمليات التشغيلية في مطار الملك خالد الدولي بالرياض؟

وللإجابة على هذا السؤال الرئيسي، تتناول الدراسة أيضاً الأسئلة الفرعية التالية:

١. ما هي التقنيات الرقمية الرئيسية المعتمدة حالياً في أنظمة التشغيل بمطار الملك خالد الدولي بالرياض، وكيف تُطبق؟

٢. كيف أثرت هذه الأدوات الرقمية على المؤشرات التشغيلية المهمة، مثل تدفق الركاب، ومناولة

الأمثلة، والتنسيق بين الإدارات، وزمن الاستجابة؟

٣. ما هي التحديات التي ظهرت أثناء تطبيق استراتيجيات التحول الرقمي، وكيف تمت معالجتها؟

٤. كيف يرى الموظفون والمديرون وأصحاب المصلحة فعالية ونتائج جهود التحول الرقمي في

المطار؟

٥. ما هي الدروس المستفادة من تجربة مطار الملك خالد الدولي بالرياض والتي يمكن أن تُثري

التحول الرقمي في المطارات الدولية الأخرى في المنطقة؟

تهدف هذه الأسئلة إلى الكشف عن الأبعاد التقنية والتنظيمية للتحول الرقمي، وتقييم دوره في تشكيل

عمليات مطارات فعّالة ومتجاوبة وحديثة.

فروض الدراسة

بناءً على أهداف الدراسة وأسئلتها البحثية، وُضعت مجموعة من الفرضيات لاختبار العلاقات

المفترضة بين التحول الرقمي والكفاءة التشغيلية في مطار الملك خالد الدولي بالرياض الدولي. وتتمثل

الفرضية الرئيسية للدراسة فيما يلي:

لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق التحول الرقمي وكفاءة العمليات التشغيلية في مطار

الملك خالد الدولي بالرياض.

ولاستكشاف هذه الفرضية بمزيد من التفصيل، تقترح الدراسة عدة فرضيات فرعية:

١. لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق حلول التحول الرقمي وزيادة سرعة إجراءات

تسجيل الوصول والتصاريح الأمنية للمسافرين في مطار الملك خالد الدولي بالرياض.

٢. لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق منصات البيانات الموحدة وتحسين مستوى

التنسيق بين الإدارات التشغيلية المختلفة في مطار الملك خالد الدولي بالرياض.

٣. لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق أنظمة تتبع الأمتعة الرقمية وانخفاض معدلات فقدان أو تأخير الأمتعة في مطار الملك خالد الدولي بالرياض.
٤. لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام أنظمة إدارة تدفق الركاب الذكية وتحسين إدارة الازدحام وتقليل أوقات الانتظار في مطار الملك خالد الدولي بالرياض.
٥. لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين العوائق التنظيمية والبشرية وإضعاف العلاقة بين تطبيق التحول الرقمي وكفاءة العمليات التشغيلية في مطار الملك خالد الدولي بالرياض.

الدراسات السابقة

دراسة الحربي، ناصر بن سعود (2022)

بعنوان "أثر التحول الرقمي على تحسين كفاءة التشغيل في المطارات السعودية: دراسة حالة مطار

الملك خالد الدولي بالرياض"

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل أثر تبني تقنيات التحول الرقمي على كفاءة التشغيل في مطار الملك خالد الدولي، كأحد أبرز المطارات السعودية. استخدم الباحث المنهج الوصفي التحليلي من خلال جمع بيانات كمية من تقارير الأداء الرسمية، إضافة إلى مقابلات شبه منظمة مع عدد من موظفي التشغيل وتقنية المعلومات في المطار. ركزت الدراسة على مجموعة من المؤشرات التشغيلية مثل سرعة إجراءات الصعود إلى الطائرة، ودقة مناولة الأمتعة، وانسيابية حركة المسافرين داخل الصالات. أظهرت النتائج أن التحول الرقمي، وخاصة عبر استخدام أنظمة البوابات الذكية والتسجيل الذاتي وتبعية الأمتعة إلكترونياً، قد ساهم بشكل ملحوظ في تقليص زمن الانتظار وتحسين معدل انسياب العمليات بنسبة وصلت إلى ٣٣٪. كما أكدت الدراسة أن اعتماد نظام تشغيل مركزي ساعد في تقليل التداخل بين الإدارات التشغيلية المختلفة. أوصى الباحث بتوسيع نطاق استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة الحشود والتنبؤ بكثافة الحركة الجوية، بما يرفع من جودة الأداء العام للمطار.

دراسة الزهراني، أحمد بن حسن (2021)

بعنوان *"التحول الرقمي ودوره في تعزيز تجربة المسافرين وكفاءة العمليات بالمطارات الخليجية"*

تناولت هذه الدراسة العلاقة بين تطبيق تقنيات التحول الرقمي ومدى تحسين تجربة المسافرين وكفاءة التشغيل في مطارات الخليج العربي، حيث تم التركيز على مطاري الملك فهد الدولي في الدمام ومطار دبي الدولي. اعتمد الباحث على المنهج الميداني، حيث تم توزيع استبيانات على عينة من موظفي التشغيل والمسافرين، بالإضافة إلى تحليل بعض البيانات التشغيلية قبل وبعد التحول الرقمي. أظهرت النتائج أن ٧٤٪ من الموظفين يرون أن الأنظمة الرقمية ساهمت في تقليل زمن الإجراءات وتحسين توزيع المهام بين الإدارات، كما أفاد ٦٣٪ من المسافرين بأن استخدام أنظمة الخدمات الذاتية عزز تجربتهم وساهم في تسريع الإجراءات. أشارت الدراسة إلى أن التحول الرقمي لا يقتصر على الأثر التقني فقط، بل يتطلب أيضًا تغييرات في الهيكل الإداري والتدريب المستمر للكوادر البشرية. وأوصت الدراسة بوضع استراتيجية متكاملة للتحول الرقمي تعتمد على تحليل البيانات الضخمة وتطبيقات الذكاء الاصطناعي لتوقع سلوك المسافرين وتحسين إدارة الموارد.

دراسة (Alotaibi, Saud & Alshammari, Khalid (2022)

بعنوان *"Digital Transformation in Saudi Airports: Challenges and Operational Gains"*

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم أثر التحول الرقمي على العمليات التشغيلية في مطارات المملكة العربية السعودية، مع تسليط الضوء على مطاري الملك عبد العزيز في جدة والملك خالد في الرياض. استخدم الباحثان المنهج الوصفي التحليلي، وقاما بجمع بيانات كمية من مؤشرات الأداء التشغيلية وتقارير تقنية، بالإضافة إلى إجراء مقابلات مع مسؤولي التقنية والتشغيل. أظهرت النتائج أن إدخال الأنظمة الذكية مثل الذكاء الاصطناعي لإدارة الجداول، وأنظمة التنبؤ بالكثافة التشغيلية، ساهم في تقليص التكاليف التشغيلية بنسبة ١٩٪ وزيادة فعالية تخصيص الموارد البشرية. كما لوحظ تحسن في القدرة

على التعامل مع الازدحام المفاجئ وإعادة توزيع المهام تلقائيًا. وبيّنت الدراسة أن التحدي الرئيسي يتمثل في ضعف التكامل بين الأنظمة الرقمية وقلة الخبرات التشغيلية في توظيف هذه الأدوات. وأوصت الدراسة بوضع إطار عمل تشغيلي موحد يدمج بين التقنية وإدارة العمليات لتحقيق استدامة الأداء.

دراسة (Graham, Anne & Dennis, Nigel (2019)

بعنوان *"Smart Airport Technologies: Enhancing Airport Operational Performance"*

تناولت هذه الدراسة أهمية دمج تقنيات "المطار الذكي" في تحسين الأداء التشغيلي للمطارات الدولية، وركزت على مجموعة من المطارات الأوروبية الكبرى. استخدمت الدراسة المنهج الكمي من خلال تحليل بيانات الأداء الفعلي لعدد من المطارات التي اعتمدت أنظمة ذكية مثل تتبع الأمتعة الذكي، ونظام إدارة الطوابير، والكاميرات المعززة بالذكاء الاصطناعي. أظهرت النتائج أن استخدام تقنيات إنترنت الأشياء والتحليلات التنبؤية ساهم في تقليل نسب تأخير الرحلات بنسبة ٢٢٪ وتحسين وقت الاستجابة للطوارئ التشغيلية. كما أشارت إلى أن المطارات التي دمجت أنظمتها التقنية مع أنظمة شركات الطيران شهدت مستوى أعلى من التنسيق وكفاءة الجداول الزمنية. وأوصت الدراسة بضرورة الاستثمار في منصات تشغيلية موحدة تتيح التكامل الفوري للمعلومات بين جميع الأطراف الفاعلة.

دراسة (Chen, Yuhong & Zhang, Wei (2020)

بعنوان *"Digitalization and Airport Efficiency: Evidence from Major Asian Hubs"*

ركزت هذه الدراسة على تحليل تأثير التحول الرقمي على كفاءة المطارات في قارة آسيا، مع دراسة حالات لمطارات سنغافورة وطوكيو وهونغ كونغ. اعتمد الباحثان على تحليل البيانات الزمنية لتلك المطارات خلال فترة ٥ سنوات، مستفيدين من مؤشرات الأداء التشغيلي مثل وقت مناولة الأمتعة، وسرعة إجراءات الدخول والخروج، ومعدلات الرضا. خلصت الدراسة إلى أن هناك علاقة طردية بين حجم الاستثمار الرقمي وكفاءة التشغيل، حيث أن كل زيادة بنسبة ١٠٪ في الاستثمار الرقمي ترتبط بارتفاع

كفاءة العمليات بنسبة ٠,٥٪. كما وجدت أن المطارات التي اعتمدت الذكاء الاصطناعي في إدارة العمليات الأرضية كانت أكثر قدرة على التكيف مع الازدحام الموسمي. أوصى الباحثان بضرورة تطوير أنظمة التشغيل الذكية لتشمل التكامل بين البيانات الجوية والأرضية لتحقيق تحكم شامل في العمليات.

دراسة (El Masry, Sherif (2023)

بعنوان "The Role of Digital Transformation in Enhancing Operational Resilience of International Airports"

تتناول هذه الدراسة الدور الذي تلعبه الرقمنة في تعزيز مرونة العمليات التشغيلية في المطارات الدولية، وخاصة في أوقات الأزمات مثل جائحة كوفيد-١٩. استندت الدراسة إلى منهج تحليلي يعتمد على بيانات من مطارات أوروبية وآسيوية، وأجرت مقارنة بين المطارات التي سبقت في اعتماد التحول الرقمي وتلك التي لا تزال تعتمد على النماذج التقليدية. أظهرت النتائج أن المطارات الرقمية تمكنت من استعادة عملياتها بوتيرة أسرع بنسبة ٣٥٪، بفضل استخدام أنظمة ذكية في تتبع الركاب وإدارة الحشود وتقديم الخدمات دون تلامس. كما بيّنت الدراسة أن الرقمنة حسّنت قدرة المطارات على التنبؤ بالاختناقات التشغيلية وتخصيص الموارد بشكل ديناميكي. أوصت الدراسة بإدماج تقنيات الأمن السيبراني ضمن استراتيجية التحول الرقمي لضمان الاستقرار في بيئات تشغيل عالية الحساسية.

دراسة (Abu El-Haija, Aya (2021)

بعنوان "Digital Technologies and Airport Productivity: Evidence from the Middle East and North Africa"

سعت هذه الدراسة إلى قياس العلاقة بين استخدام التكنولوجيا الرقمية والإنتاجية التشغيلية في مطارات منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. شملت الدراسة عينة من ١٠ مطارات موزعة على دول

عربية مختلفة، واستخدمت منهجًا كميًا اعتمد على تحليل مؤشرات الأداء (مثل معدل دوران الرحلات، وعدد المسافرين لكل موظف، ومعدل الاستجابة للحوادث التشغيلية). توصلت النتائج إلى أن المطارات التي طبقت أنظمة ذكية مثل إدارة الطاقة، والتحكم التنبئي في الجداول، سجلت ارتفاعًا في كفاءة التشغيل بنسبة تراوحت بين ١٥٪ و ٢٥٪. وبيّنت أن التحول الرقمي يقلل من التكاليف الثابتة عن طريق تقليص الاعتماد على التدخل البشري. وأوصت الدراسة بضرورة وضع سياسات وطنية للتحول الرقمي في قطاع الطيران، تشمل الحوافز والرقابة والتدريب.

دراسة يوسف، عبد الرحمن حسن (2023)

بعنوان: "التحول الرقمي وأثره على جودة الخدمات التشغيلية في مطار القاهرة الدولي" تناولت هذه الدراسة الأثر المباشر لتطبيق أدوات التحول الرقمي في مطار القاهرة الدولي، وخاصة في ما يتعلق بجودة الخدمات المقدمة للمسافرين وكفاءة أداء العاملين في العمليات الأرضية. استخدم الباحث المنهج الوصفي التحليلي، وجمع بيانات من تقارير تشغيلية رسمية ومن خلال مقابلات مع موظفين في أقسام التقنية والأمن وخدمة العملاء. خلصت الدراسة إلى أن إدخال أنظمة مثل تسجيل الدخول الذاتي، وتتبع الحقائب، والمراقبة الرقمية عبر الكاميرات المتصلة بالذكاء الاصطناعي، أدى إلى تحسين سرعة إنجاز العمليات بنسبة ٢٦٪ وتقليل الأخطاء التشغيلية بنسبة ١٨٪. كما أظهرت النتائج أن المسافرين الذين يستخدمون الخدمات الرقمية يعبرون عن رضا أعلى مقارنة بمن يمرون عبر الإجراءات التقليدية. وأوصت الدراسة بتوسيع استخدام الخدمات الرقمية لتشمل عمليات المغادرة والوصول بشكل كامل.

دراسة (Khan, Imran & Ali, Shazia (2021)

بعنوان *"Digital Airport Operations and Service Performance: Evidence from South Asian Hubs"*

هدفت هذه الدراسة إلى فحص العلاقة بين الرقمنة التشغيلية وأداء الخدمات في المطارات الدولية في جنوب آسيا، مثل مطاري نيودلهي وكراتشي. استخدم الباحثان تحليلًا إحصائيًا لبيانات الأداء خلال فترة خمس سنوات، إضافة إلى استبيانات ميدانية شملت موظفي الخطوط الأمامية. توصلت النتائج إلى أن المطارات التي تبنت أنظمة رقمية متقدمة في تشغيل الخدمات الأرضية، مثل تنظيم الطوابير الذكي، وإدارة الجداول الزمنية بالذكاء الاصطناعي، سجلت معدلات أعلى في الكفاءة التشغيلية، كما ارتفع مستوى رضا المسافرين بنسبة ٢٢٪. وأكدت الدراسة أن البيئة التنافسية تحفز على التحول الرقمي، لكن نجاحه يعتمد على تدريب الموظفين وتحسين البنية التحتية.

دراسة (Al-Mutairi, Fahad (2022)

بعنوان *"Digital Transformation and Operational Agility in GCC Airports"*

ناقشت هذه الدراسة العلاقة بين التحول الرقمي وزيادة مرونة العمليات التشغيلية في مطارات دول مجلس التعاون الخليجي، وركزت بشكل خاص على مطاري الكويت والبحرين. استخدم الباحث مزيجًا من المنهج الكمي والنوعي، شمل تحليل بيانات الأداء ومقابلات مع مديري التشغيل والتقنية. بينت النتائج أن التحول الرقمي أدى إلى تحسين قدرة المطارات على التكيف مع التغيرات المفاجئة مثل تأخر الرحلات أو الكثافة المفاجئة للركاب، حيث تمكنت المطارات الرقمية من إعادة تنظيم المهام وتوزيع الموارد بسرعة أكبر بنسبة تصل إلى ٤٠٪ مقارنة بالمطارات التقليدية. كما أشارت الدراسة إلى أهمية تعزيز التكامل بين الأنظمة الرقمية المختلفة لتجنب التكرار وضياح البيانات، وأوصت بوضع استراتيجية رقمية وطنية مشتركة لمطارات الخليج.

دراسة (Becker, Julia & Wolf, Thomas (2023)

بعنوان "AI-Driven Decision Making in Airport Operations: A European Perspective" :

تتناول هذه الدراسة تأثير استخدام الذكاء الاصطناعي في اتخاذ القرارات التشغيلية داخل المطارات الأوروبية، مع التركيز على حالات تطبيقية من ألمانيا وهولندا. اعتمدت الدراسة على تحليل نماذج قرار تشغيلية في مواقف مثل جدولة الإقلاع والهبوط، وتخصيص بوابات الصعود، وإدارة الحشود. أظهرت النتائج أن الذكاء الاصطناعي يساعد في تقليل وقت اتخاذ القرار بنسبة ٦٠٪، كما يحسن دقة تخصيص الموارد بنسبة تفوق ٣٥٪ مقارنة بالطرق التقليدية. أوضحت الدراسة أيضًا أن نجاح هذه الأنظمة يعتمد على تغذيتها ببيانات دقيقة في الوقت الحقيقي، وأوصت بتحديث البنية التحتية الرقمية لتواكب متطلبات تلك التقنيات.

دراسة (Al-Qurashi, Layla (2024)

بعنوان "التحديات والفرص المرتبطة بالتحول الرقمي في إدارة العمليات التشغيلية في المطارات

السعودية: دراسة تحليلية"

هدفت هذه الدراسة إلى استكشاف التحديات التي تواجه تطبيق التحول الرقمي في المطارات السعودية، مع تحليل دقيق للفرص التي يقدمها هذا التحول في رفع كفاءة التشغيل. اعتمدت الباحثة على أدوات بحث نوعية مثل المقابلات المعمقة مع مديري مطارات ومهندسي نظم، إضافة إلى تحليل الوثائق الفنية والتشغيلية. أظهرت النتائج أن من أبرز التحديات ضعف الربط بين الأنظمة، وقصور في تدريب العاملين على استخدام التكنولوجيا، إلى جانب مقاومة التغيير التنظيمي. في المقابل، أبرزت الدراسة أن التحول الرقمي يتيح تقليل التكلفة التشغيلية، وتقليل الأعطال الناتجة عن تدخل العامل البشري، وزيادة دقة التنبؤ بمتطلبات التشغيل. وأوصت بوضع إطار وطني موحد لتقييم جاهزية المطارات للتحول الرقمي على مراحل.

التعليق على الدراسات السابقة والفجوة البحثية

من خلال استعراض الدراسات السابقة، يتضح أن هناك اهتمامًا متزايدًا بدراسة أثر التحول الرقمي على كفاءة العمليات التشغيلية في المطارات، سواء في السياقات العربية أو العالمية. فقد ركزت بعض الدراسات، مثل دراسة الحربي (٢٠٢٢) والزهراني (٢٠٢١)، على المطارات السعودية والخليجية، مبيّنة الدور الإيجابي الذي تلعبه التقنيات الرقمية في تحسين سرعة الأداء وتقليل الأخطاء التشغيلية. في المقابل، تناولت دراسات أجنبية مثل (Graham & Dennis (2019 و (Chen & Zhang (2020 تجارب المطارات الأوروبية والآسيوية المتقدمة في تطبيق أنظمة الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء وأثرها على خفض التكاليف التشغيلية ورفع مستوى الخدمة.

كما أن بعض الدراسات مثل (Alotaibi & Alshammari (2022 و (El Masry (2023 ناقشت أيضًا أبعادًا أكثر تخصصًا، مثل المرونة التشغيلية في أوقات الأزمات، وأثر الأنظمة الرقمية في دعم اتخاذ القرار في اللحظات الحرجة، مما يعكس اتساع نطاق الاهتمام بربط التكنولوجيا بالأداء في بيئات تشغيلية معقدة. من جانب آخر، برزت بعض الدراسات التي اهتمت برصد التحديات المصاحبة للتحول الرقمي، كما في دراسة (Al-Qurashi (2024، التي أشارت إلى فجوات في التدريب، وربط الأنظمة، ومقاومة التغيير داخل بعض المطارات.

ورغم تنوع المنهجيات المستخدمة (كمية ونوعية)، إلا أن معظم الدراسات ركزت إما على مطار واحد أو جانب محدد من العملية التشغيلية مثل أنظمة تتبع الأمتعة أو البوابات الذكية، ولم تُعْطِ تصوّرًا شاملاً عن العلاقة الكاملة بين التحول الرقمي بجميع مكوناته وبين الأداء التشغيلي من منظور تكاملي.

الفجوة البحثية:

وعليه، يمكن تحديد الفجوة البحثية الحالية في أن معظم الدراسات السابقة تناولت التحول الرقمي من منظور جزئي أو في سياقات دولية متقدمة، دون إجراء تحليل تكاملي شامل يربط بين مكونات

التحول الرقمي المختلفة (مثل الذكاء الاصطناعي، الخدمات الذاتية، إنترنت الأشياء، التطبيقات الذكية) وبين مؤشرات الأداء التشغيلي المتعددة في المطارات الدولية، وخصوصًا في البيئات العربية التي لا تزال في مراحل التحول. كذلك، هناك ندرة في الدراسات التي تربط بين الجوانب التقنية والبشرية والتنظيمية للتحول الرقمي وتأثيرها المشترك على العمليات التشغيلية. ومن هنا تنبع أهمية هذه الدراسة في سد هذه الفجوة، من خلال تقديم تحليل شامل للعلاقة بين التحول الرقمي وكفاءة العمليات التشغيلية، مع التركيز على مطارات دولية في بيئات ناشئة، بهدف تقديم نموذج تطبيقي يمكن أن يُستَـرشد به في رسم السياسات المستقبلية.

المنطلقات النظرية للدراسة

تنطلق هذه الدراسة من مجموعة من الأطر النظرية التي تفسّر العلاقة بين التحول الرقمي وكفاءة العمليات التشغيلية في بيئات العمل المعقدة، مثل المطارات الدولية. أول هذه المنطلقات هو نظرية النظم Systems Theory، التي تفترض أن كل منظمة تتكون من أجزاء مترابطة تؤثر وتتأثر ببعضها البعض، وبالتالي فإن إدخال التكنولوجيا الرقمية يؤثر بشكل مباشر على تدفق العمليات داخل النظام التشغيلي للمطار، مثل حركة الركاب، معالجة الأمتعة، إدارة الرحلات، وخدمة العملاء. وفقًا لهذه النظرية، فإن تحسين الأداء لا يمكن أن يتم بمعزل عن إعادة تصميم شامل لمكونات النظام الإداري والتقني.

كما تستند الدراسة إلى نظرية الانتشار التكنولوجي Diffusion of Innovation Theory التي قدمها "روجرز"، والتي تفسر كيفية تبني المؤسسات للتقنيات الحديثة، والعوامل التي تؤثر في سرعة وفاعلية هذا التبني. وبناءً عليه، فإن نجاح التحول الرقمي في المطارات لا يتوقف فقط على توفير التكنولوجيا، بل يتطلب أيضًا وجود بيئة تنظيمية مرنة، وثقافة مؤسسية داعمة، وقدرات بشرية قادرة على التفاعل مع التحولات التقنية.

وتعتمد الدراسة كذلك على نظرية الكفاءة التشغيلية Operational Efficiency Theory، التي تنطلق من فرضية أن المؤسسات التي تستخدم الموارد بأقصى قدر من الفاعلية، وتقلل من الهدر والوقت الضائع، تحقق أداءً أعلى وربحية أكبر. في هذا السياق، يصبح التحول الرقمي وسيلة مركزية لزيادة الكفاءة من خلال الأتمتة، وتحسين اتخاذ القرار، والتكامل بين العمليات.

إن الجمع بين هذه الأطر النظرية يتيح فهماً أعمق لكيفية تأثير الرقمنة على كفاءة الأداء في المطارات الدولية، ويوفر أساساً علمياً يمكن من خلاله بناء أدوات القياس وتحليل النتائج بطريقة منهجية ومنضبطة.

المنهجية العلمية

تعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، وذلك لملاءمته لطبيعة الموضوع القائم على دراسة العلاقة بين متغيرين هما: التحول الرقمي (بوصفه متغيراً مستقلاً) وكفاءة العمليات التشغيلية في المطارات الدولية (بوصفها متغيراً تابعاً). ويهدف هذا المنهج إلى وصف الواقع الحالي للتحول الرقمي في المطارات الدولية، وتحليل تأثيره على الأداء التشغيلي من خلال بيانات كمية قابلة للقياس والتحليل.

سيتم استخدام الاستبانة كأداة رئيسية لجمع البيانات الأولية من موظفي التشغيل والتقنية والإدارة في عدد من المطارات الدولية التي تطبق أنظمة رقمية، مثل (إجراءات الصعود الآلي، تتبع الأمتعة الذكي، إدارة الحشود بالذكاء الاصطناعي، والتطبيقات الذكية). وستُبنى الاستبانة وفق محاور تغطي كل من: مستوى التحول الرقمي، وجودة العمليات، ورضا المستخدمين الداخليين.

ستعتمد الدراسة على عينة قصدية من العاملين في الإدارات التشغيلية والتقنية داخل المطارات، ممن لديهم معرفة مباشرة بالتقنيات الرقمية والأنظمة التشغيلية. وسيُراعى في اختيار العينة التنوع في المواقع الوظيفية والخبرة لضمان شمولية النتائج.

سيتم تحليل البيانات باستخدام برامج التحليل الإحصائي (مثل SPSS أو Excel)، من خلال أدوات إحصائية مثل التكرارات والنسب المئوية والمتوسطات والانحراف المعياري، بالإضافة إلى تحليل الانحدار لقياس العلاقات بين المتغيرات.

مجتمع وعينة الدراسة

يتمثل مجتمع الدراسة في جميع العاملين في الإدارات التشغيلية الرئيسية بمطار الملك خالد الدولي بالرياض التي تطبق تقنيات التحول الرقمي، بما في ذلك العاملين في إدارات العمليات والتشغيل، والخدمات الأمنية، وخدمات الركاب، ومناولة الأمتعة والشحن، وتكنولوجيا المعلومات، بالإضافة إلى مشغلي الخطوط الجوية وشركات الخدمات الأرضية العاملة بالمطار. يُشكّل هذا المجتمع الإطار الشامل الذي تنطبق عليه خصائص البحث وأهدافه، حيث يمثل جميع الأطراف المعنية بتطبيق وتأثير التحول الرقمي على الكفاءة التشغيلية بالمطار.

سيتم اختيار عينة ممثلة من هذا المجتمع باستخدام أسلوب العينة العشوائية الطبقية، حيث ستكون من ١٠٠ من المديرين والمشرفين، و١٥٠ من الموظفين الميدانيين المستخدمين الفعليين للتقنيات الرقمية، و٢٥ من الخبراء والمختصين في مجال التحول الرقمي بالمطار. تم تحديد حجم هذه العينة بناءً على معادلة كورجسي-مورجان الإحصائية لمستوى ثقة ٩٥٪ وهامش خطأ ٥٪، لضمان تمثيلها لمجتمع الدراسة ودقة النتائج المستخلصة منها.

الفصل الثاني: الاطار النظري

المبحث الأول: الأدبيات النظرية للتحويل الرقمي وكفاءة العمليات التشغيلية في المطارات

المطلب الأول: التحويل الرقمي – المفهوم والأهمية والأبعاد

أولاً: مفهوم التحويل الرقمي وتطوره في قطاع الطيران

ثانياً: أهمية التحويل الرقمي في تحسين كفاءة الخدمات التشغيلية بالمطارات

ثالثاً: أبعاد التحويل الرقمي في بيئة العمل بالمطارات (الذكاء الاصطناعي، البيانات الضخمة، أنظمة

الأتمتة، الحوسبة السحابية)

المطلب الثاني: إدارة التحويل الرقمي في المطارات

أولاً: العوامل التنظيمية والبشرية المؤثرة في نجاح التحويل الرقمي

ثانياً: معوقات تطبيق التحويل الرقمي في بيئة المطارات

ثالثاً: التجارب الدولية الرائدة في التحويل الرقمي في المطارات (مثل مطار سنغافورة، دبي، هيثرو)

المبحث الثاني: كفاءة العمليات التشغيلية في المطارات

المطلب الأول: المفهوم والمكونات والأساليب

أولاً: مفهوم كفاءة العمليات التشغيلية وأهميتها في المطارات

ثانياً: عناصر ومؤشرات الكفاءة التشغيلية (الوقت، التكلفة، الجودة، السلامة، رضا المسافرين)

ثالثاً: الأساليب الحديثة في تحسين الكفاءة التشغيلية بالمطارات (إدارة الجودة الشاملة، التحسين

المستمر، الأتمتة)

المطلب الثاني: العلاقة بين التحويل الرقمي وكفاءة العمليات التشغيلية

أولاً: أثر التحويل الرقمي على سرعة ودقة العمليات التشغيلية

ثانياً: دور الأنظمة الرقمية في تعزيز السلامة التشغيلية وجودة الخدمات

ثالثاً: نماذج تطبيقية توضح العلاقة بين التحول الرقمي والكفاءة التشغيلية في المطارات (مع تركيز على

مطار الملك خالد الدولي بالرياض)

الفصل الثاني: الاطار النظري

المبحث الأول: الأدبيات النظرية للتحول الرقمي وكفاءة العمليات التشغيلية في المطارات

تمهيد:

شهد العالم خلال العقدین الأخيرین تحولات جذرية في أنماط الإدارة وأساليب التشغيل نتيجة التطور السريع في تقنيات المعلومات والاتصال، وهو ما أفرز مفهوم التحول الرقمي باعتباره أحد أبرز سمات العصر الحديث، وأداة رئيسية لإعادة هيكلة العمليات التشغيلية في مختلف القطاعات. ولم يكن قطاع النقل الجوي والمطارات الدولية بمعزل عن هذه الموجة التقنية، إذ أصبح التحول الرقمي محورًا استراتيجيًا في تطوير الأداء التشغيلي وتحقيق الكفاءة والاستدامة في بيئة العمل، التي تتسم بدرجة عالية من التعقيد والديناميكية نظرًا لتداخل العديد من الأنشطة التشغيلية والخدمية فيها. (الزهراني، ٢٠٢١)

لقد مكّن التحول الرقمي المطارات من الانتقال من النمط التقليدي في إدارة العمليات إلى نموذج متكامل يعتمد على البيانات والتحليل الذكي والأنظمة المؤتمتة، بما يعزز الكفاءة التشغيلية ويرفع مستوى السلامة والجودة في الخدمات المقدمة للمسافرين وشركات الطيران على حد سواء. وتُعد التقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، والبيانات الضخمة من أبرز الأدوات التي ساهمت في تحقيق هذا التحول، إذ أصبحت عمليات مثل تسجيل الدخول، وفحص الأمتعة، وإدارة الحركة الجوية، ومتابعة الصيانة تُدار رقميًا وفق معايير دقيقة تضمن السرعة والدقة وتقليل الأخطاء البشرية. (العبد الكريم، ٢٠٢٠)

كما أن التحول الرقمي لا يُعد مجرد إدخال للتكنولوجيا في بيئة العمل، بل هو عملية استراتيجية متكاملة تتطلب إعادة تصميم الهياكل التنظيمية، وتطوير الكفاءات البشرية، وبناء ثقافة مؤسسية داعمة للابتكار. ومن هنا برزت أهمية الدراسات التي تربط بين التحول الرقمي وكفاءة العمليات

التشغيلية، باعتبار أن نجاح التحول لا يقاس فقط بمستوى استخدام الأنظمة الرقمية، بل بمدى تأثيرها على الأداء التشغيلي وجودة الخدمات والقدرة التنافسية للمؤسسات. (الشمري، ٢٠٢٢)

وفي هذا السياق، أصبحت المطارات الدولية تتسابق في تطبيق التحول الرقمي الشامل ضمن استراتيجياتها التشغيلية، من خلال إنشاء مراكز تحكم ذكية تعتمد على التحليل الفوري للبيانات التشغيلية، واستخدام أنظمة إدارة موارد المطار (AODB) وأنظمة المراقبة الذكية لتقليل الازدحام وتحسين تجربة المسافرين. وقد انعكس ذلك إيجاباً على مؤشرات الأداء التشغيلية مثل زمن الإقلاع والهبوط، ومعدلات الانتظار، وكفاءة استغلال الموارد البشرية والمادية. (الخطيب، ٢٠٢١)

ويكتسب هذا المبحث أهميته من كونه يؤسس للإطار النظري الذي يربط بين التحول الرقمي وكفاءة العمليات التشغيلية في المطارات، بما يمهد لفهم أعمق للدراسة التطبيقية على مطار الملك خالد الدولي بالرياض، والذي يعد من أوائل المطارات في المنطقة التي تبنت مبادرات رقمية متقدمة ضمن رؤية المملكة ٢٠٣٠، مثل أنظمة البوابات الذكية، والأمتعة المؤتمتة، والتحليل الآني لحركة الركاب. (الحربي، ٢٠٢٣)

المطلب الأول: التحول الرقمي – المفهوم والأهمية والأبعاد

أولاً: مفهوم التحول الرقمي

يُعتبر التحول الرقمي من أبرز الاتجاهات الإدارية المعاصرة التي أحدثت نقلة نوعية في أساليب العمل داخل المؤسسات بمختلف قطاعاتها، حيث يُقصد به عملية دمج التكنولوجيا الحديثة في جميع مجالات المؤسسة بما يؤدي إلى إعادة تصميم العمليات التشغيلية وتحسين كفاءة الأداء وتطوير تجربة المستفيد. فهو لا يعني مجرد استخدام أجهزة أو برامج جديدة، بل يمثل تحولاً جذرياً في الثقافة التنظيمية، وطريقة التفكير، وآليات اتخاذ القرار، من خلال اعتماد التقنيات الرقمية كعنصر أساسي في كل مراحل العمل الإداري والتشغيلي. وبالتالي، فإن التحول الرقمي يُعد بمثابة إعادة صياغة شاملة

للبنية المؤسسية بما يجعلها أكثر قدرة على الاستجابة للتغيرات في بيئة العمل الحديثة. (العتيبي، ٢٠٢١)

كما يشير التحول الرقمي إلى الانتقال من النظم الورقية والإجراءات التقليدية إلى بيئة رقمية متكاملة تعتمد على الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء وتحليل البيانات الضخمة، بما يتيح إدارة الموارد البشرية والمادية بكفاءة عالية. وفي قطاع الطيران، يمثل التحول الرقمي خطوة استراتيجية نحو تحقيق التشغيل الذكي للمطارات، من خلال تطوير أنظمة متكاملة لمتابعة الرحلات، وجدولة الموارد، وتحسين تجربة المسافرين عبر بوابات إلكترونية وأجهزة ذكية وأنظمة استشعار وتحليل لحركة الركاب والأمتعة. وقد أصبح هذا المفهوم جزءاً لا يتجزأ من رؤية التطوير الشاملة في العديد من المطارات الدولية، خاصة في ظل التنافس العالمي نحو تحقيق أعلى معايير الكفاءة التشغيلية والجودة في الخدمات. (الزهراني، ٢٠٢٢)

ويمكن القول إن التحول الرقمي لا يُقاس بمدى استخدام التكنولوجيا فحسب، بل بقدرة المؤسسة على استثمار تلك التقنيات لتغيير نموذج أعمالها وتحسين عملياتها التشغيلية بصورة مستدامة. فالتحول الرقمي الناجح هو الذي يحقق التكامل بين التقنية والإدارة والإنسان، حيث تُستخدم الأدوات الرقمية لتوجيه القرارات بناءً على البيانات وتحليل الاتجاهات المستقبلية. وبذلك يصبح التحول الرقمي إطاراً استراتيجياً للإصلاح التنظيمي والتشغيلي، وليس مجرد مشروع تكنولوجي محدود النطاق. (الشمري، ٢٠٢٢)

ثانياً: أهمية التحول الرقمي في تحسين كفاءة الخدمات التشغيلية بالمطارات

تنبع أهمية التحول الرقمي في المطارات الدولية من قدرته على إعادة صياغة منظومة التشغيل بأكملها، بما يعزز السرعة والدقة في إنجاز العمليات التشغيلية، ويقلل من الأخطاء البشرية، ويرفع كفاءة إدارة الموارد. إذ تتيح الأنظمة الرقمية الحديثة إمكانية تتبع مسار الأمتعة في الوقت الحقيقي، وجدولة

عمليات الإقلاع والهبوط بطريقة أكثر انسيابية، بالإضافة إلى إدارة الصيانة بشكل وقائي استباقي بدلاً من المعالجة التقليدية. هذه التحولات أدت إلى تحسين مؤشرات الأداء التشغيلي بشكل ملموس، حيث انخفضت معدلات التأخير، وتحسن مستوى رضا المسافرين بفضل الخدمات الرقمية التي تختصر الوقت والجهد. (الحربي، ٢٠٢٣)

كما أن التحول الرقمي يسهم في تحقيق التكامل بين الإدارات التشغيلية المختلفة داخل المطار، من خلال منصات إلكترونية موحدة تربط بين إدارة الحركة الجوية، وإدارة الصيانة، والأمن، والخدمات الأرضية، مما يُمكن من اتخاذ قرارات دقيقة وسريعة استنادًا إلى بيانات متجددة. وبذلك، تصبح العملية التشغيلية أكثر شفافية واتساقًا، حيث تتدفق المعلومات بين مختلف الوحدات دون عوائق بيروقراطية، وهو ما يعزز التعاون المؤسسي ويرفع الكفاءة العامة للأداء التشغيلي. (الخطيب، ٢٠٢١)

ومن جانب آخر، يسهم التحول الرقمي في تحسين مستوى السلامة التشغيلية بالمطارات، إذ تُستخدم الأنظمة الذكية في مراقبة الطائرات على المدرج، ورصد الأعطال الفنية قبل وقوعها، وإدارة الحركة الجوية آليًا بما يقلل من احتمالات الخطأ البشري. كما تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات التشغيلية لتحديد الأنماط والمخاطر المحتملة، مما يمكّن الإدارات من اتخاذ قرارات وقائية تسهم في ضمان سلامة الطيران وتقليل الحوادث. وبذلك يتضح أن التحول الرقمي لم يعد خيارًا تجميليًا، بل ضرورة استراتيجية لضمان استدامة العمليات التشغيلية ورفع مستوى السلامة والكفاءة. (الشمري، ٢٠٢٢)

وتمتد أهمية التحول الرقمي كذلك إلى تحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية في المطارات، حيث تؤدي الأتمتة والتحليل الذكي للبيانات إلى ترشيد استهلاك الطاقة، وتقليل الهدر في الموارد، وتحسين إدارة الصيانة من خلال الصيانة التنبؤية التي تقلل من الأعطال المفاجئة وتطيل عمر الأصول. كما يتيح التحول الرقمي القدرة على التكيف السريع مع التغيرات المفاجئة مثل الأزمات الصحية أو الازدحام

الشديد، وذلك بفضل النظم التنبؤية والتحليلية التي توفر بيانات لحظية حول كثافة الحركة الجوية وعدد المسافرين والموارد المطلوبة. (العزي، ٢٠٢٠)

ثالثاً: أبعاد التحول الرقمي في بيئة العمل بالمطارات

يمكن النظر إلى التحول الرقمي باعتباره عملية متعددة الأبعاد تتكامل فيها مجموعة من المحاور التي تُسهم مجتمعة في تحقيق التحول المنشود، وتشمل هذه الأبعاد: البعد التقني، البعد التنظيمي، البعد البشري، والبعد الاستراتيجي.

فالبعد التقني يُشير إلى البنية التحتية الرقمية والتطبيقات المستخدمة مثل أنظمة الحوسبة السحابية، وإنترنت الأشياء، والذكاء الاصطناعي، وتحليل البيانات الضخمة، والتي تُمكن المطار من تحويل البيانات إلى معرفة تُستخدم في اتخاذ القرار وتحسين الكفاءة. أما البعد التنظيمي فيرتبط بإعادة هندسة العمليات الإدارية وتبسيط الإجراءات الداخلية بما يضمن تحقيق التكامل بين الإدارات المختلفة للمطار في إطار من المرونة والفعالية. (الخالدي، ٢٠٢١)

أما البعد البشري فيُعد من أهم الأبعاد المؤثرة في نجاح التحول الرقمي، إذ لا يمكن تحقيق التحول الحقيقي دون بناء كوادر بشرية قادرة على التعامل مع الأدوات الرقمية بفاعلية. لذلك تتجه المطارات الحديثة إلى تدريب العاملين على المهارات الرقمية المتقدمة، وتطوير ثقافة الابتكار والتعلم المستمر، وتشجيع المشاركة في التحول التقني بدلاً من مقاومته. فالتحول الرقمي لا ينجح بالتكنولوجيا وحدها، بل بمدى تفاعل الإنسان معها وقبوله لها. (العتيبي، ٢٠٢١)

أما البعد الاستراتيجي فيرتبط بوضع رؤية وطنية ومؤسسية للتحول الرقمي، تتضمن سياسات واضحة، ومؤشرات أداء محددة، ومبادرات مستدامة، بحيث يصبح التحول الرقمي جزءاً من استراتيجية تطوير قطاع النقل الجوي ككل. وفي هذا الإطار، تبنت العديد من الدول خططاً للتحول الرقمي في مطاراتها ضمن رؤى وطنية شاملة، مثل رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠، التي تهدف إلى تحويل مطار الملك

خالد الدولي ومطارات المملكة الأخرى إلى مراكز تشغيل رقمية ذكية تعتمد على البيانات والتقنيات الحديثة في إدارة العمليات التشغيلية والخدمية. (الحري، ٢٠٢٣)

ثانياً: أهمية التحول الرقمي في تحسين كفاءة الخدمات التشغيلية بالمطارات

يُعد التحول الرقمي من أهم الأدوات الحديثة التي أحدثت نقلة نوعية في إدارة وتشغيل المطارات حول العالم، حيث بات يمثل ركيزة رئيسية لتحقيق الكفاءة التشغيلية والتميز المؤسسي. فالمطارات اليوم لم تعد مجرد مرافق للنقل الجوي، بل أصبحت بيئات ذكية متكاملة تعتمد على الأنظمة الرقمية لتنسيق العمليات، وإدارة الموارد، وتقديم الخدمات بسرعة ودقة وجودة عالية. ويُساهم التحول الرقمي في تسهيل الإجراءات الإدارية والفنية عبر أتمتة العمليات الروتينية، مثل تسجيل المسافرين، وفحص الأمتعة، وتنظيم صعود الركاب للطائرة، ما يؤدي إلى تقليل الوقت المستغرق في أداء الخدمات وزيادة القدرة الاستيعابية للمطار دون الحاجة إلى توسعات مكلفة. (الشمري، ٢٠٢١)

كما يساهم التحول الرقمي في دعم متخذي القرار داخل المطارات من خلال إتاحة بيانات دقيقة وفورية تساعد في التنبؤ بالازدحام وإدارة المواقف الطارئة بكفاءة. فأنظمة الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء أصبحت قادرة على تحليل كميات ضخمة من البيانات المتعلقة بحركة الطائرات، والركاب، والطقس، مما يُمكن الإدارة من التخطيط المسبق وتخصيص الموارد بشكل أمثل. على سبيل المثال، تُستخدم تقنيات التتبع الذكي للأمتعة لتقليل نسبة الفقد أو التأخير، بينما تتيح أنظمة الجدولة الذكية تحسين استخدام المدرجات والمواقف بما يضمن الانسيابية التشغيلية. (العنزي، ٢٠٢٠)

ومن جانب آخر، فإن التحول الرقمي يعزز من جودة تجربة المسافر في كل مراحل رحلته داخل المطار، إذ أصبحت الأنظمة الرقمية قادرة على توفير خدمات ذاتية تفاعلية مثل البوابات الذكية، والتطبيقات الخاصة بمتابعة الرحلات، والدفع الإلكتروني للمشتريات داخل المطار. هذه الخدمات لا تسهم فقط في رفع مستوى الرضا لدى المسافرين، بل تقلل أيضاً من الضغط على موظفي الخدمة وتزيد من كفاءتهم

في التعامل مع الحالات الخاصة أو الطارئة. كما أن اعتماد الأنظمة البيومترية مثل التعرف على الوجه أو بصمة العين في عمليات الصعود للطائرة يوفر الوقت ويرفع مستوى الأمان. (السبيعي، ٢٠٢٢)

وإضافة إلى ذلك، ينعكس التحول الرقمي بشكل مباشر على كفاءة الأمن والسلامة التشغيلية، إذ تساعد أنظمة المراقبة الذكية والتحليل الآلي للفيديوهات في رصد السلوكيات غير الطبيعية، ومراقبة المناطق الحساسة داخل المطار في الوقت الفعلي. كما تتيح المنصات الرقمية الخاصة بإدارة الصيانة التنبؤ بالأعطال قبل وقوعها، مما يقلل من زمن التوقف المفاجئ ويزيد من عمر المعدات. ومن ثم فإن التحول الرقمي لا يقتصر على التحسينات الإدارية أو الخدمية فحسب، بل يمتد ليشكل إطاراً متكاملًا لتعزيز الاستدامة التشغيلية والسلامة في بيئة العمل. (المطيري، ٢٠٢١)

كما تساهم مبادرات التحول الرقمي في رفع مكانة المطارات السعودية عالميًا، ومن أبرزها مطار الملك خالد الدولي بالرياض الذي تبني أنظمة تشغيل رقمية متقدمة ضمن رؤية المملكة ٢٠٣٠، بهدف تحويله إلى مركز لجسدي عالمي ذكي. هذه المبادرات ساعدت في تحقيق مستويات عالية من الكفاءة التشغيلية من خلال تقليل أوقات الانتظار في نقاط التفتيش بنسبة تجاوزت ٣٠٪، وزيادة القدرة على إدارة تدفقات الركاب في أوقات الذروة بمرونة. وبذلك أصبح التحول الرقمي أداة استراتيجية لتحقيق الريادة في مجال إدارة وتشغيل المطارات الحديثة. (هيئة الطيران المدني السعودي، ٢٠٢٣)

ثالثاً: أبعاد التحول الرقمي في بيئة العمل بالمطارات

يمثل التحول الرقمي في بيئة العمل داخل المطارات إطاراً استراتيجياً شاملاً يهدف إلى إعادة هيكلة العمليات التشغيلية وفقاً لأحدث المفاهيم التكنولوجية والإدارية. فالمطارات الحديثة أصبحت اليوم منظومات رقمية متكاملة تعتمد على تقنيات الذكاء الاصطناعي، وتحليل البيانات الضخمة، والأتمتة، والحوسبة السحابية لتحقيق الانسيابية والمرونة في التشغيل، وضمان تجربة متكاملة للمسافرين. هذه

الأبعاد التقنية لا تعمل بمعزل عن بعضها، بل تتكامل ضمن منظومة واحدة تسعى لتحقيق أقصى درجات الكفاءة التشغيلية وتقليل الهدر في الوقت والموارد. (الشمري، ٢٠٢١)

أولاً: الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence)

يُعد الذكاء الاصطناعي أحد أكثر الأدوات تأثيراً في تطوير بيئة العمل بالمطارات، إذ يعتمد على قدرات تحليلية ضخمة تُستخدم لتحسين اتخاذ القرار في الوقت الحقيقي. يمكن توظيف الذكاء الاصطناعي في تحليل تدفق الركاب، والتنبؤ بالازدحام، وإدارة البوابات ومواقف الطائرات بصورة ديناميكية. كما أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال الأمن والسلامة التشغيلية أصبحت أساسية، مثل أنظمة المراقبة الذكية التي تكتشف الأجسام الغريبة على مدارج الطيران أو السلوكيات غير الطبيعية داخل الصالات. وقد ساهمت هذه التقنيات في تقليل الحوادث التشغيلية بنسبة تتجاوز ٢٥٪ في بعض المطارات العالمية. كما تُستخدم خوارزميات الذكاء الاصطناعي في الصيانة التنبؤية للطائرات والمعدات الأرضية، ما يقلل من الأعطال المفاجئة ويزيد من الجاهزية التشغيلية. (السبيعي، ٢٠٢٢)

إضافة إلى ذلك، يُسهم الذكاء الاصطناعي في تطوير تجربة المسافر عبر أنظمة الدردشة الذكية وخدمات المساعدة الصوتية التي تقدم المعلومات والإرشادات بلغات متعددة، مما يعزز من رضا المسافرين ويقلل من الضغط على موظفي الخدمة. كما بدأت بعض المطارات العالمية، مثل مطار دبي الدولي، في استخدام الروبوتات المزودة بالذكاء الاصطناعي لأداء مهام التوجيه وخدمة العملاء، وهو ما يرفع من كفاءة التشغيل ويُظهر الوجه الحضاري للتقنيات الحديثة. (المطيري، ٢٠٢١)

ثانياً: البيانات الضخمة (Big Data Analytics)

أصبحت البيانات الضخمة العمود الفقري للتحويل الرقمي في قطاع الطيران والمطارات، إذ تمكّن الإدارة من تحليل كميات هائلة من المعلومات المتعلقة بالركاب، والرحلات، والمناولة الأرضية، والطاقة التشغيلية، والطقس. هذه البيانات تُستخدم لتوقع الطلب وتخصيص الموارد التشغيلية بدقة، مثل

تحديد عدد الموظفين المطلوبين في أوقات الذروة، أو توقع الأعطال في أنظمة المراقبة الجوية. كما تسمح البيانات الضخمة للمطارات بتقديم خدمات مخصصة للمسافرين، مثل توصيات التسوق داخل المطار أو الإشعارات الذكية بمواعيد الإقلاع والتأخير. (العنزي، ٢٠٢٠)

وتُسهّم تحليلات البيانات في بناء مؤشرات أداء دقيقة تساعد في قياس الكفاءة التشغيلية بشكل مستمر، مثل متوسط زمن انتظار الركاب، أو نسب الالتزام بجدول الرحلات. فالمطارات التي تعتمد على تحليل البيانات قادرة على اتخاذ قرارات استباقية مبنية على معلومات آنية، مما ينعكس إيجاباً على جودة الخدمة وتقليل الأعطال التشغيلية. وقد طبقت هيئة الطيران المدني السعودي هذا النهج في مطار الملك خالد الدولي، حيث تم إنشاء مركز موحد للبيانات التشغيلية لمراقبة الأداء وتحسين كفاءة الخدمات في الوقت الفعلي. (هيئة الطيران المدني السعودي، ٢٠٢٣)

ثالثاً: أنظمة الأتمتة (Automation Systems)

تُعد الأتمتة من أكثر أبعاد التحول الرقمي تأثيراً في تحسين الكفاءة التشغيلية داخل المطارات، إذ تقلل من التدخل البشري في العمليات الروتينية وتسمح بإنجاز المهام بدقة وسرعة أعلى. تشمل تطبيقات الأتمتة استخدام الأكشاك الذاتية لتسجيل الركاب وطباعة بطاقات الصعود، والبوابات الإلكترونية لفحص الجوازات، وأنظمة نقل الأمتعة المؤتمتة التي تتبع الحقائب عبر رموز رقمية دقيقة لتقليل الفقد أو التأخير. كما يتم استخدام الروبوتات في عمليات التنظيف، والتوجيه، وخدمات الضيافة، مما يساهم في خلق بيئة عمل أكثر تنظيماً وكفاءة. (القرني، ٢٠٢٢)

وفي جانب العمليات الفنية، ساعدت الأتمتة في تطوير أنظمة صيانة المعدات والطائرات من خلال البرمجيات التي تراقب أداء المحركات والمكونات الفنية وتصدر تنبيهات تلقائية في حال وجود خلل، مما يرفع مستوى السلامة التشغيلية ويقلل من احتمالية تأخير الرحلات. كما أسهمت الأنظمة المؤتمتة في

خفض استهلاك الطاقة بالمطارات من خلال أنظمة الإضاءة الذكية التي تُدار بناءً على الحركة داخل الصالات والممرات، ما يعزز من استدامة التشغيل. (الشمري، ٢٠٢١)

رابعاً: الحوسبة السحابية (Cloud Computing)

تُعد الحوسبة السحابية من الركائز التقنية التي تدعم التكامل الرقمي بين مختلف الإدارات داخل المطار، حيث تتيح إمكانية تخزين ومعالجة البيانات على منصات مركزية يمكن الوصول إليها من أي مكان وبشكل آمن. تسهم هذه التقنية في تسهيل التعاون بين الجهات المختلفة مثل شركات الطيران، ومقدمي الخدمات الأرضية، وأجهزة الأمن، من خلال مشاركة البيانات في الوقت الفعلي. كما تدعم استمرارية العمليات التشغيلية في حالات الطوارئ من خلال النسخ الاحتياطية الفورية للبيانات وضمان عدم انقطاع الخدمات. (السبيعي، ٢٠٢٢)

وتتيح الحوسبة السحابية للمطارات مرونة في التوسع واعتماد حلول جديدة بسرعة دون الحاجة إلى استثمارات كبيرة في البنية التحتية. فعلى سبيل المثال، مكّنت الحوسبة السحابية مطار الملك خالد الدولي بالرياض من ربط الأنظمة التشغيلية بالموردين وشركات الطيران مباشرة، مما قلل من زمن معالجة الرحلات وأتاح مراقبة الأداء من خلال لوحة تحكم مركزية. كما تسهم هذه التقنية في تعزيز أمن المعلومات بفضل أنظمة التشفير المتقدمة والمراقبة المستمرة. (هيئة الطيران المدني السعودي، ٢٠٢٣)

وفي المجمل، فإن هذه الأبعاد الأربعة الذكاء الاصطناعي، البيانات الضخمة، الأتمتة، والحوسبة السحابية تشكل معاً العمود الفقري للتحويل الرقمي في بيئة العمل بالمطارات. فهي تُمكن الإدارة من التحويل من التشغيل التقليدي إلى التشغيل الذكي القائم على المعرفة، بما يضمن تحسين الأداء، وتقليل الهدر، وتعزيز القدرة التنافسية للمطارات السعودية على المستويين الإقليمي والعالمي. (العنزي، ٢٠٢٠)

المطلب الثاني: إدارة التحول الرقمي في المطارات

تُعد إدارة التحول الرقمي في المطارات من الركائز الأساسية لتطوير كفاءة التشغيل وتعزيز جودة الخدمات المقدمة للمسافرين، إذ لم يعد التحول الرقمي مجرد إدخال للتكنولوجيا، بل أصبح عملية إدارية شاملة تهدف إلى إعادة هيكلة بيئة العمل وفق أسس الابتكار والتكامل التقني. وتركز إدارة التحول الرقمي على تنظيم الجهود التقنية والبشرية لضمان الاستخدام الأمثل للأنظمة الذكية، وتحقيق الانسجام بين مختلف العمليات التشغيلية داخل المطار. كما تشمل هذه الإدارة الجوانب التنظيمية والثقافية، مثل تطوير مهارات العاملين ودعم ثقافة التغيير والتعلم المستمر، مما يجعلها عنصراً حاسماً في نجاح أي مشروع تحول رقمي بالمطارات الحديثة. (الشمري، ٢٠٢١)

أولاً: العوامل التنظيمية والبشرية المؤثرة في نجاح التحول الرقمي

يُعد نجاح التحول الرقمي في المطارات الدولية عملية معقدة تتجاوز مجرد تطبيق التكنولوجيا الحديثة، إذ تتطلب انسجاماً بين الجوانب التقنية والتنظيمية والبشرية لضمان تحقيق الأهداف التشغيلية بكفاءة عالية. فالتحول الرقمي لا يمكن أن يحقق نتائجه دون وجود قيادة واعية، وثقافة تنظيمية متقبلة للتغيير، وموارد بشرية مؤهلة وقادرة على التعامل مع الأنظمة الحديثة. من هذا المنطلق، فإن فهم العوامل التنظيمية والبشرية المؤثرة في التحول الرقمي يشكل خطوة أساسية لتمكين المطارات من تحقيق أقصى استفادة من التكنولوجيا في تحسين الأداء التشغيلي والخدمي. (العتيبي، ٢٠٢٢)

١. القيادة الإدارية ودعمها للتحول الرقمي

تلعب القيادة الإدارية دوراً محورياً في نجاح مشاريع التحول الرقمي داخل المطارات، إذ تمثل القوة الموجهة التي تحدد الرؤية الرقمية وتخلق المناخ التنظيمي الداعم للتغيير. فوجود قيادة تمتلك رؤية استراتيجية للتقنية وتفهم أثرها على كفاءة التشغيل يساهم في تحقيق نقلة نوعية في الأداء المؤسسي.

كما أن القائد الناجح في بيئة المطار يحتاج إلى مزيج من المهارات الإدارية والتكنولوجية التي تمكنه من قيادة فرق العمل خلال مراحل التحول، بدءاً من التخطيط ووصولاً إلى التنفيذ والتقييم.

وقد أثبتت التجارب أن المطارات التي تمتلك قيادة رقمية فاعلة، مثل مطار دبي الدولي ومطار سنغافورة، استطاعت تحقيق مستويات متقدمة من التشغيل الذكي بفضل تبنيها لسياسات قيادية تشجع الابتكار وتدعم مبادرات التحول. فالقيادة الرقمية لا تكتفي بتوفير الميزانية، بل تخلق التزاماً مؤسسياً نحو التغيير عبر إشراك الموظفين في صنع القرار وتعزيز روح الانتماء نحو الرؤية الرقمية للمطار. (الشمري، ٢٠٢١)

٢. الثقافة التنظيمية الداعمة للتغيير

تُعتبر الثقافة التنظيمية أحد أعمدة نجاح التحول الرقمي، إذ تحدد مدى استعداد العاملين والمؤسسة ككل لتبني التغيير التكنولوجي. فالثقافة التي تسود بيئة العمل في المطارات سواء كانت قائمة على المرونة أو التسلط أو الابتكار تؤثر مباشرة على سلوك الأفراد تجاه الأنظمة الرقمية الجديدة. وعندما تكون الثقافة التنظيمية داعمة للتعليم والتجريب والتطوير المستمر، يصبح العاملون أكثر تقبلاً للتقنيات الحديثة مثل أنظمة تسجيل الركاب الذاتية، والبوابات الذكية، وأنظمة تتبع الأمتعة الرقمية. أما في المؤسسات التي تسود فيها ثقافة الخوف من الخطأ أو مقاومة التغيير، فإن تطبيق هذه التقنيات يواجه صعوبات كبيرة، رغم توافر الإمكانيات المالية والتقنية.

إن إدارة الثقافة التنظيمية في المطار تتطلب تواصلًا مستمرًا مع العاملين، وتوضيح مزايا التحول الرقمي في تسهيل مهامهم اليومية، وتحسين بيئة العمل، ورفع مستوى رضا المسافرين. كما أن تعزيز ثقافة العمل الجماعي وتبادل المعرفة الرقمية يساهم في خلق بيئة قادرة على استيعاب التغيير وتحويله إلى نجاح تشغيلي ملموس. (الخالد، ٢٠٢٠)

٣. تدريب وتنمية مهارات العاملين

يُعد التدريب أحد الركائز الجوهرية في إنجاح أي عملية تحول رقمي داخل المطارات، نظرًا لاعتماد الأنظمة التشغيلية الحديثة على كفاءات بشرية مؤهلة تمتلك القدرة على استخدام التكنولوجيا بكفاءة. فالتقنيات الرقمية المتقدمة مثل الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات الضخمة تحتاج إلى موظفين قادرين على التعامل مع البيانات التشغيلية، قراءة المؤشرات، واستخدام نظم الأتمتة الذكية في مجالات مثل مراقبة الرحلات وإدارة الأمتعة والمراقبة الأمنية.

إن غياب التدريب الكافي يؤدي غالبًا إلى ضعف في استخدام الأنظمة، وارتفاع في معدل الأخطاء التشغيلية، وإهدار للموارد التقنية المستثمرة. لذلك، تتبنى المطارات الرائدة برامج تدريب مستمرة تشمل التدريب أثناء العمل، والدورات التقنية، والمحاكاة الافتراضية للأنظمة. كما تعمل على بناء "ثقافة رقمية" داخل المؤسسة، بحيث يصبح استخدام التكنولوجيا سلوكًا يوميًا وليس مهمة إضافية. كذلك، فإن تنمية المهارات لا تقتصر على الجوانب التقنية فحسب، بل تشمل تطوير المهارات التحليلية والقدرة على اتخاذ القرار في بيئات رقمية معقدة. فالموظف الرقمي اليوم بحاجة إلى فهم العلاقة بين البيانات التشغيلية واتخاذ القرار، بما يعزز من كفاءة الأداء ويقلل من زمن التعطل التشغيلي في بيئة المطار. (العنزي، ٢٠٢٢)

٤. نظم التحفيز والتقدير

تشكل نظم التحفيز والتقدير عاملاً مهماً في تعزيز الالتزام نحو التحول الرقمي، إذ تؤثر بشكل مباشر في درجة تفاعل الموظفين مع الأنظمة الرقمية الجديدة. فعندما يشعر العاملون أن جهودهم في تبني التكنولوجيا وتعلمها ستُكافأ سواء مادياً أو معنوياً، فإنهم يصبحون أكثر انفتاحاً على التغيير وأكثر التزاماً بالتحسين المستمر.

وتشمل نظم التحفيز الفعالة مكافآت الأداء الرقمي، والاعتراف العلني بالموظفين المتميزين في تطبيق الأنظمة الجديدة، وربط الترقّيات بالقدرات الرقمية. كما يمكن للمطارات أن تستفيد من تطبيق مؤشرات أداء رقمية تقيس مدى التفاعل مع المنصات التقنية، وجودة استخدام الأنظمة، والمبادرات الابتكارية من قبل العاملين.

ويُلاحظ أن كثيرًا من المطارات الدولية التي نجحت في التحول الرقمي لم تعتمد فقط على التكنولوجيا، بل أنشأت بيئة عمل محفزة تشجع الموظفين على الإبداع والمشاركة في تطوير الحلول الرقمية، ما أدى إلى تحقيق وفورات تشغيلية كبيرة وتحسين في مستوى الخدمة. (السبيعي، ٢٠٢١)

٥. التواصل الفعال وإدارة التغيير

يُعتبر التواصل الداخلي وإدارة التغيير من أكثر العوامل التنظيمية تأثيرًا في نجاح التحول الرقمي في المطارات. فعملية التحول لا تتم بين ليلة وضحاها، بل تتطلب إشراك جميع الأطراف من إدارات تشغيلية وأمنية وفنية في مراحلها المختلفة.

ويُعد التواصل الفعال أداة لإزالة الغموض، وبناء الثقة، وتقليل مقاومة التغيير. فكلما تم توضيح أهداف التحول وفوائده بالنسبة للموظفين والمسافرين والإدارة، زادت فرص النجاح. وتشمل أدوات التواصل الفعال الاجتماعات التوعوية، النشرات الرقمية، والورش التدريبية المشتركة بين الإدارات.

أما إدارة التغيير فهي العملية التي تضمن الانتقال السلس من النظم التقليدية إلى الرقمية دون تعطيل العمليات التشغيلية. ويتطلب ذلك خطة واضحة لإدارة المخاطر والتحديات، بالإضافة إلى آليات دعم فني مستمرة للعاملين خلال فترة التحول. فغياب التواصل يؤدي غالباً إلى انتشار الإشاعات والخوف من فقدان الوظائف أو صعوبة التكيف، وهو ما ينعكس سلباً على جودة الأداء. (القحطاني، ٢٠٢٠)

ثانياً: معوقات تطبيق التحول الرقمي في بيئة المطارات

رغم ما تحقّقه مبادرات التحول الرقمي من مزايا تشغيلية وتنظيمية في المطارات، إلا أن تطبيقها يواجه العديد من التحديات والمعوقات التي قد تؤثر في فاعليتها واستدامتها. فالمطارات بيئة تشغيلية معقدة تتضمن تفاعلاً بين عدد كبير من الأنظمة والجهات الداخلية والخارجية مثل شركات الطيران، وهيئات الأمن، والجمارك، ومقدمي الخدمات الأرضية، وهو ما يجعل عملية التحول الرقمي أكثر صعوبة مقارنة بقطاعات أخرى. وتتنوع هذه المعوقات بين بشرية وتنظيمية وتقنية ومالية وتشريعية، وكلها تتطلب إدارة دقيقة وتخطيطاً إستراتيجياً لتجاوزها بنجاح. (العنزي، ٢٠٢١)

١. ضعف البنية التحتية التقنية

يُعد ضعف البنية التحتية التقنية أحد أبرز معوقات تطبيق التحول الرقمي في المطارات، إذ تعتمد الأنظمة الرقمية على شبكات اتصال قوية وأمنة، وأجهزة متطورة، وأنظمة دعم فني عالية الكفاءة. ففي بعض المطارات، لا تزال البنية التحتية غير مهيأة لتشغيل أنظمة الذكاء الاصطناعي أو التعامل مع البيانات الضخمة أو توفير سرعة نقل بيانات كافية لإدارة الأنظمة التشغيلية في الوقت الفعلي. كما أن الاعتماد على أنظمة تقليدية أو شبكات قديمة يؤدي إلى بطء في الأداء، ويزيد من احتمالية الأعطال التقنية التي قد تؤثر على سير العمليات الجوية. ولهذا تُعد عملية تحديث البنية التحتية التقنية ضرورة إستراتيجية لضمان نجاح أي مشروع تحول رقمي في بيئة المطارات. (السبيعي، ٢٠٢٢)

٢. مقاومة التغيير من قبل الموظفين

تُعد مقاومة التغيير من أبرز التحديات البشرية التي تواجه مشاريع التحول الرقمي، إذ يميل بعض العاملين في المطارات إلى التمسك بالأساليب التقليدية في أداء العمل خوفاً من فقدان وظائفهم أو بسبب ضعف مهاراتهم التقنية. ويزداد هذا التحدي في البيئات التي تفتقر إلى ثقافة رقمية أو برامج توعوية تدعم التغيير. فعندما لا يدرك الموظفون أهمية التحول الرقمي في تسهيل مهامهم وتحسين

جودة الخدمات، فإنهم قد يُظهرون مقاومة سلبية تتمثل في بطء التفاعل مع الأنظمة أو تجاهل الإجراءات الجديدة.

وللتغلب على ذلك، ينبغي للمطارات تعزيز ثقافة التحول من خلال برامج تدريبية وتوعوية تُظهر فوائد الرقمنة على بيئة العمل وأمان التشغيل، مع تشجيع الموظفين على المشاركة في مراحل التحول المختلفة لضمان تقبلهم للتغيير. (الخالد، ٢٠٢٠)

٣. نقص الكفاءات والخبرات الرقمية

من المعوقات الجوهرية التي تواجه التحول الرقمي في بيئة المطارات نقص الكفاءات البشرية المؤهلة في مجالات التقنية الحديثة. فالتحول الرقمي لا يقتصر على شراء أنظمة متطورة، بل يتطلب كوادراً قادرة على تحليل البيانات، وتشغيل الأنظمة الذكية، وإدارة أمن المعلومات. وفي كثير من المطارات، يُلاحظ وجود فجوة رقمية بين العاملين، خصوصاً في المستويات التشغيلية والإدارية المتوسطة، مما يحد من فاعلية تطبيق الأنظمة الرقمية.

وتبرز أهمية هذا العامل في ظل تنامي الحاجة إلى موظفين يمتلكون مهارات متعددة مثل تحليل البيانات التشغيلية، وإدارة الأنظمة السحابية، وتكامل البرمجيات، وهو ما يتطلب استثمارات طويلة الأمد في التدريب والتعليم التقني المستمر. (العتيبي، ٢٠٢٢)

٤. التحديات المالية وتكاليف الاستثمار في التكنولوجيا

تواجه العديد من المطارات خاصة في الدول النامية صعوبة في تمويل مشاريع التحول الرقمي نظراً لارتفاع تكاليف البنية التحتية التقنية والأنظمة التشغيلية الذكية. ف شراء الأجهزة الحديثة، وتطوير البرمجيات، وتدريب الموظفين، وتأمين البيانات تمثل أعباء مالية كبيرة قد لا تتناسب مع الموازنات التشغيلية المتاحة.

كما أن ضعف العائد المالي المباشر في المدى القصير يجعل بعض إدارات المطارات تتردد في تبني التحول الرقمي على نطاق واسع. لذا، فإن وجود خطة تمويل مستدامة وآليات شراكة مع القطاع الخاص يُعد من الحلول العملية لمواجهة هذه المعوقات. كذلك، فإن تطبيق نموذج "التحول كخدمة" (Transformation as a Service) أصبح خيارًا مناسبًا لتقليل التكلفة المبدئية عبر الاعتماد على الخدمات السحابية المدفوعة بالاستخدام. (القحطاني، ٢٠٢١)

٥. تحديات أمن المعلومات وحماية البيانات

مع زيادة الاعتماد على الأنظمة الرقمية في إدارة الرحلات والبيانات التشغيلية، أصبحت قضايا الأمن السيبراني من أخطر المعوقات أمام التحول الرقمي في المطارات. فهذه البيئة تحتوي على بيانات حساسة تتعلق بحركة الركاب والطائرات وسجلات الجمارك والأنظمة الأمنية، مما يجعلها هدفًا محتملاً للهجمات الإلكترونية.

ولذلك فإن أي ضعف في حماية البيانات قد يؤدي إلى اختراق الأنظمة، وتعطيل العمليات، بل وتهديد الأمن القومي. لذا، يجب أن تكون إدارة أمن المعلومات جزءًا أساسيًا من استراتيجية التحول الرقمي، تشمل أنظمة حماية متعددة المستويات، وتشفيرًا متقدمًا للبيانات، وتدريبًا دوريًا للموظفين على أساليب الأمن السيبراني. كما ينبغي وضع سياسات واضحة للنسخ الاحتياطي وإدارة الحوادث الرقمية في حالات الطوارئ. (الشمري، ٢٠٢٢)

٦. تعدد الأنظمة وصعوبة التكامل بينها

من المعوقات الفنية الشائعة أيضًا تعدد الأنظمة التشغيلية في المطار وعدم تكاملها بشكل كامل. فكثير من المطارات تستخدم أنظمة مختلفة لإدارة الرحلات، والجوازات، والأمن، والمناولة الأرضية، مما يخلق فجوات في تدفق البيانات ويؤدي إلى تكرار الجهود وتأخير الإجراءات.

ويُعد غياب منصة موحدة لتبادل المعلومات بين الجهات العاملة في المطار من العوامل التي تحدّ من الاستفادة القصوى من التحول الرقمي. لذلك تتجه بعض المطارات إلى تبني نهج "المنصات الموحدة" التي تدمج الأنظمة المختلفة في قاعدة بيانات مركزية تتيح تدفق المعلومات في الوقت الفعلي بين الإدارات كافة، وهو ما يُسهم في رفع الكفاءة التشغيلية وتقليل الأخطاء. (العززي، ٢٠٢٣)

ثالثاً: التجارب الدولية الرائدة في التحول الرقمي في المطارات

تُعد التجارب الدولية في مجال التحول الرقمي داخل المطارات نماذج رائدة يمكن الاستفادة منها في تطوير الكفاءة التشغيلية والخدمية للمطارات العربية، إذ أثبتت هذه التجارب أن التحول الرقمي ليس مجرد تحديث تقني، بل هو فلسفة إدارية متكاملة تركز على الابتكار، والذكاء الاصطناعي، وتحليل البيانات الضخمة، والتكامل بين الأنظمة. ومن أبرز النماذج التي حققت نجاحاً عالمياً في هذا المجال مطار سنغافورة تشانغي، ومطار دبي الدولي، ومطار هيثرو في لندن، حيث استطاعت هذه المطارات بناء بيئة تشغيلية رقمية متكاملة جعلتها في مقدمة التصنيفات الدولية من حيث الكفاءة وجودة الخدمة. (العززي، ٢٠٢٢)

١. تجربة مطار سنغافورة تشانغي

يُعد مطار سنغافورة تشانغي من أوائل المطارات في العالم التي تبنت مفهوم "المطار الذكي"، إذ اعتمد بشكل واسع على تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء (IoT) لتحسين تجربة المسافر وكفاءة العمليات التشغيلية. فقد تم تطبيق أنظمة تسجيل ذاتية للركاب، وبوابات مرور إلكترونية تعتمد على التعرف على الوجه، ما أسهم في تقليل زمن الانتظار بنسبة تزيد عن ٣٠٪. كما اعتمد المطار على أنظمة تحليل البيانات الضخمة لتوقع أوقات الذروة وتوزيع الموارد البشرية تلقائياً وفق حجم الحركة الجوية الفعلية.

كذلك، تم تزويد مرافق المطار ببرobوتات ذكية تقوم بعمليات التنظيف والصيانة بشكل ذاتي، مما قلل من الاعتماد على العمالة التقليدية ورفع مستوى الكفاءة التشغيلية. واعتمدت إدارة المطار سياسة "الابتكار المستمر" عبر إنشاء مختبر رقمي داخل المطار لاختبار التقنيات الجديدة قبل تعميمها على نطاق واسع، وهو ما جعل مطار تشانغبي يُصنف كأفضل مطار رقمي في آسيا. (لي، ٢٠٢٠)

٢. تجربة مطار دبي الدولي

يُعد مطار دبي الدولي نموذجًا عربيًا رائدًا في تطبيق التحول الرقمي، حيث تبنت هيئة دبي للطيران المدني رؤية متكاملة تقوم على جعل تجربة المسافرين أكثر ذكاءً وسلاسة. فقد أطلقت مبادرة "الرحلة الذكية" التي تتيح للمسافر إنهاء جميع إجراءات السفر دون الحاجة إلى التعامل مع موظفين، بدءًا من تسجيل الدخول وحتى الصعود إلى الطائرة، وذلك عبر تقنيات التعرف على الوجه والعين. كما تم تطبيق أنظمة متطورة لمراقبة الأمتعة باستخدام الذكاء الاصطناعي، مما ساهم في خفض معدل فقد الأمتعة بنسبة كبيرة. ونجح المطار أيضًا في استخدام تحليلات البيانات للتنبؤ بحركة الركاب وتحسين الجدولة الزمنية للرحلات والموارد.

وفي جانب العمليات التشغيلية، تم إدخال أنظمة رقمية لإدارة الصيانة، ومراقبة الطائرات آليًا، وتوظيف الطائرات المسيرة في أعمال الفحص الأمني. وبفضل هذه الخطوات، أصبح مطار دبي أحد أكثر المطارات كفاءة في العالم، واحتل المراتب الأولى عالميًا في عدد المسافرين الدوليين بفضل كفاءة منظومته الرقمية المتكاملة. (السبيعي، ٢٠٢٢)

٣. تجربة مطار هيثرو – لندن

يُعد مطار هيثرو أحد أكبر المطارات الأوروبية التي نجحت في تنفيذ خطة رقمية شاملة تهدف إلى تحسين كفاءة العمليات التشغيلية من خلال دمج الأنظمة الرقمية في جميع مراحل تشغيل المطار. فقد اعتمد المطار على الذكاء الاصطناعي لإدارة حركة الطائرات وتوزيع بوابات الإقلاع والهبوط بكفاءة، مما ساهم

في تقليل التأخيرات التشغيلية بنسبة ٢٥٪. كما تم استخدام تكنولوجيا "البيانات التنبؤية" لتحديد أوقات الذروة المحتملة، مما ساعد على تحسين تجربة المسافرين وتقليل الازدحام.

ويُعد هيثرو من أوائل المطارات التي استخدمت "الروبوتات المساعدة" لخدمة الركاب ذوي الاحتياجات الخاصة، بالإضافة إلى أنظمة الأمن القائمة على التعلم الآلي التي تُحلل أنماط السلوك لاكتشاف التهديدات الأمنية المحتملة. وقد وضعت إدارة المطار خطة طويلة الأمد للتحويل الرقمي تشمل تطوير الأنظمة السحابية وإدخال أنظمة إدارة بيئية رقمية لمراقبة الانبعاثات وتقليل البصمة الكربونية للمطار. (الخال، ٢٠٢١)

توضح هذه التجارب أن التحويل الرقمي في المطارات لا يتحقق من خلال التكنولوجيا وحدها، بل من خلال تكامل الأبعاد التنظيمية والبشرية والمالية مع البنية التحتية الذكية. فجميع هذه المطارات نجحت لأنها اعتمدت على رؤية رقمية واضحة، ودعمت الابتكار المؤسسي، ووفرت بيئة تشجع العاملين على التكيف مع الأنظمة الحديثة. كما ركزت على توظيف الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة والحوسبة السحابية كأدوات إستراتيجية لرفع الكفاءة التشغيلية وتحسين تجربة المسافر. وبالتالي، فإن نقل هذه التجارب إلى بيئة المطارات العربية، ومن بينها مطار الملك خالد الدولي بالرياض، يتطلب تبني نهج تدريجي يقوم على التهيئة التنظيمية وتطوير الكفاءات الوطنية قبل التوسع في الجانب التقني. (العتبي، ٢٠٢٣)

المبحث الثاني: كفاءة العمليات التشغيلية في المطارات

تمهيد:

تُعد كفاءة العمليات التشغيلية في المطارات أحد المؤشرات الرئيسة التي تُقاس بها جودة الأداء المؤسسي ومدى فاعلية الإدارة في تحقيق أهدافها الاستراتيجية. فالمطار الحديث لم يعد مجرد منشأة لتسيير الرحلات الجوية، بل أصبح منظومة تشغيلية معقدة تتكامل فيها عناصر التكنولوجيا، والموارد البشرية، والأنظمة اللوجستية، بهدف ضمان انسيابية الحركة وتقليل أزمدة التأخير وتحسين تجربة المسافرين. ومع تطور مفاهيم الإدارة الذكية والتحول الرقمي، أصبحت الكفاءة التشغيلية تمثل معيارًا أساسيًا لقياس مدى نجاح المطار في إدارة موارده وتحقيق التوازن بين السرعة والدقة والسلامة.

وتتأثر كفاءة العمليات التشغيلية بمجموعة من العوامل، منها جودة البنية التحتية، ومستوى التنسيق بين الإدارات، وكفاءة العاملين، إضافة إلى مدى توظيف الأدوات الرقمية الحديثة في إدارة البيانات التشغيلية. لذا، فإن دراسة كفاءة العمليات التشغيلية في المطارات تكتسب أهمية خاصة في ظل التحول المتسارع نحو الرقمنة، حيث باتت التكنولوجيا عنصرًا حاسمًا في تحقيق التشغيل الأمثل وتقليل الهدر في الوقت والموارد. (السبيعي، ٢٠٢٢)

المطلب الأول: المفهوم والمكونات والأساليب

تُعد عملية التحول الرقمي في المؤسسات والمطارات من الركائز الأساسية لتعزيز الكفاءة التشغيلية وتحسين جودة الخدمات. ويُقصد بالتحول الرقمي تطبيق التقنيات الرقمية الحديثة والأنظمة الذكية في جميع جوانب العمليات التشغيلية والإدارية، بهدف زيادة سرعة الأداء، دقة المعلومات، ورفع مستوى تجربة العملاء.

أولاً: مفهوم كفاءة العمليات التشغيلية وأهميتها في المطارات

١- مفهوم كفاءة العمليات التشغيلية في المطارات

تُعد كفاءة العمليات التشغيلية من المفاهيم المحورية في إدارة المرافق الحيوية كالمطارات، إذ تعبّر عن مدى قدرة المؤسسة على تحقيق أهدافها التشغيلية باستخدام أقل الموارد الممكنة مع الحفاظ على أعلى مستويات الجودة والأمان. وتشمل الكفاءة التشغيلية مختلف العمليات اليومية التي تضمن استمرارية العمل في المطار، مثل تشغيل الرحلات الجوية، إدارة الأمتعة، تنظيم مواقف الطائرات، وتقديم خدمات المسافرين. ويشير هذا المفهوم إلى القدرة على تحقيق الانسيابية في الأداء والتكامل بين الإدارات المختلفة، بحيث تعمل المنظومة التشغيلية كوحدة واحدة متناسقة تخدم هدفًا مشتركًا هو تحقيق تجربة سفر آمنة وفعّالة.

وفي هذا الإطار، تُعرّف الكفاءة التشغيلية في بيئة المطارات بأنها "القدرة على تحقيق أفضل استغلال للموارد البشرية والتقنية والمالية بما يضمن سرعة ودقة تنفيذ العمليات التشغيلية دون الإخلال بمعايير الجودة والسلامة" (الخنعي، ٢٠٢١). ويعتمد قياس الكفاءة التشغيلية عادة على مجموعة من المؤشرات مثل معدل انضباط الرحلات، متوسط زمن المناولة الأرضية، مستوى رضا المسافرين، ونسبة الأعطال التشغيلية. كما تتأثر الكفاءة التشغيلية بعدة عوامل أبرزها التكنولوجيا المستخدمة، كفاءة العنصر البشري، ومستوى التنسيق بين الجهات المعنية داخل المطار، مثل شركات الطيران، وهيئة الطيران المدني، والأمن والجمارك.

وفي ظل التحولات الرقمية المتسارعة التي يشهدها قطاع النقل الجوي، لم يعد مفهوم الكفاءة التشغيلية مقتصرًا على البعد التقليدي القائم على السرعة وتقليل التكاليف، بل أصبح مفهومًا شموليًا يشمل القدرة على الاستجابة للتغيرات، والمرونة في إدارة الأزمات، وتحقيق الاستدامة التشغيلية. فالمطار الكفء هو الذي يتمكن من الموازنة بين متطلبات الأمن والسلامة والسرعة

والراحة، مستفيدًا من الأنظمة الذكية وأدوات التحليل الرقمي لتحسين الأداء التشغيلي بشكل مستمر. (السبيعي، ٢٠٢٠)

٢- أهمية كفاءة العمليات التشغيلية في المطارات

تكتسب كفاءة العمليات التشغيلية في المطارات أهمية استراتيجية كبيرة، نظرًا لما تمثله من عامل رئيس في نجاح منظومة النقل الجوي وجودة الخدمات المقدمة للمسافرين وشركات الطيران. فالمطارات التي تتمتع بعمليات تشغيلية فعّالة قادرة على استيعاب أعداد أكبر من الرحلات والمسافرين بأقل قدر من التأخير، مما ينعكس إيجابًا على مستوى رضا العملاء وعلى سمعة المطار في التصنيفات الدولية. وتشير الدراسات إلى أن رفع الكفاءة التشغيلية بنسبة ١٠٪ يمكن أن يسهم في تقليل تكاليف التشغيل الكلية للمطار بنسبة تصل إلى ٦٪، نتيجة تحسين استخدام الموارد وتقليل زمن المناولة والتوقف. (الهيئة العامة للطيران المدني، ٢٠٢١)

كما أن كفاءة العمليات التشغيلية ترتبط ارتباطًا وثيقًا بعنصري السلامة والأمن، إذ تسهم في تقليل احتمالية وقوع الحوادث التشغيلية الناتجة عن ضعف التنسيق أو سوء التواصل بين الإدارات. ومن ناحية أخرى، فإنها تُعد أساسًا لتحسين تجربة المسافرين من خلال تسريع إجراءات التسجيل والصعود للطائرة واستلام الأمتعة، وهو ما يعزز مستوى الرضا ويجذب مزيدًا من شركات الطيران للاستثمار في المطار.

وتتجاوز أهمية الكفاءة التشغيلية الجوانب الخدمية لتشمل أيضًا أبعادًا اقتصادية واستراتيجية، فهي تمكّن المطار من تحقيق استدامة مالية من خلال تقليل الهدر وتحسين الكفاءة في استهلاك الطاقة والمعدات، إلى جانب زيادة الإنتاجية العامة للعاملين. ومن منظور أوسع، فإن تحسين كفاءة العمليات التشغيلية يُسهم في دعم تنافسية المطار على المستويين الإقليمي والعالمي، ويعزز من مكانته كمحور رئيسي في منظومة النقل الجوي الدولية. (المنظمة الدولية للطيران المدني، ٢٠٢٢)

ثانياً: عناصر ومؤشرات الكفاءة التشغيلية في المطارات

تُعد كفاءة العمليات التشغيلية في المطارات من المفاهيم الديناميكية التي تتأثر بالعديد من العوامل الداخلية والخارجية، حيث تُقاس هذه الكفاءة من خلال مجموعة من المؤشرات التي تعكس الأداء الحقيقي للمطار في استخدام موارده وتحقيق أهدافه التشغيلية. وتشمل أبرز هذه المؤشرات: الوقت، التكلفة، الجودة، السلامة، ورضا المسافرين. وتمثل هذه العناصر منظومة مترابطة، فكل عنصر يؤثر في الآخر، ولا يمكن تحقيق كفاءة تشغيلية متكاملة دون التوازن بينها، خاصة في بيئة حساسة ومعقدة كالمطارات الدولية التي تتطلب دقة في الإدارة وتكاملاً في نظم العمل. (المنظمة الدولية للطيران المدني، ٢٠٢١)

١- الوقت (السرعة التشغيلية وإدارة الزمن)

يُعتبر الوقت أحد أهم عناصر الكفاءة التشغيلية في بيئة المطارات، إذ يعكس مدى فعالية إدارة الزمن في كافة مراحل التشغيل من لحظة هبوط الطائرة وحتى مغادرتها. فالتحكم الدقيق في الوقت يُعد مؤشراً على قدرة المطار في تنسيق عملياته وتحقيق انسيابية في الأداء. وكل دقيقة تُوفر في عمليات المناولة أو التفتيش أو التسجيل تُسهم في تحسين الأداء العام وتقليل التأخير، مما ينعكس إيجاباً على رضا المسافرين وشركات الطيران.

وتشير تقارير الاتحاد الدولي للنقل الجوي إلى أن المطارات التي تطبق نظم الجدولة الذكية وتقنيات التحليل التنبؤي قادرة على تقليل زمن انتظار الركاب بنسبة تصل إلى ٤٠٪، وزمن دوران الطائرة على الأرض بنسبة ٢٥٪، مما يرفع الكفاءة التشغيلية الإجمالية. كما أن إدارة الوقت الفعالة تتيح للمطار التعامل بمرونة مع الأزمات التشغيلية، مثل الازدحام أو العوامل الجوية، دون التأثير على انتظام الرحلات. (الاتحاد الدولي للنقل الجوي، ٢٠٢٢)

٢- التكلفة (الكفاءة المالية واستغلال الموارد)

تُعد الكفاءة المالية في استغلال الموارد التشغيلية أحد أبرز مؤشرات الأداء بالمطارات، إذ تعكس مدى قدرة الإدارة على تحقيق التوازن بين جودة الخدمات وتكاليف تقديمها. فالمطار الذي يُحسن استخدام موارده البشرية والتقنية والطاقية يقلل من النفقات التشغيلية ويزيد من كفاءته الإنتاجية. ولا يقتصر مفهوم خفض التكاليف على تقليل المصروفات فحسب، بل يشمل أيضاً تحسين كفاءة الصيانة الوقائية، وترشيد استهلاك الطاقة، وتقليل الفاقد في العمليات اللوجستية.

وقد أظهرت دراسات الهيئة العامة للطيران المدني أن تطبيق أنظمة الأتمتة الذكية والتحول الرقمي في إدارة الصيانة والمناولة يُساهم في خفض التكاليف التشغيلية بنسبة تتراوح بين ٢٠٪ و ٣٠٪، فضلاً عن تحسين استدامة الأصول وزيادة عمرها التشغيلي. ومن ثمّ، يُعتبر عنصر التكلفة مؤشراً حيوياً لمدى كفاءة الإدارة في تحقيق الاستدامة التشغيلية والمالية مع الحفاظ على مستوى الخدمة المطلوب.

(الهيئة العامة للطيران المدني، ٢٠٢١)

٣- الجودة (فعالية الخدمات ومستوى الأداء)

تمثل الجودة التشغيلية مقياساً لمدى التزام المطار بتقديم خدمات فعّالة وموثوقة تلبي توقعات المسافرين وشركات الطيران. وتشمل الجودة هنا جميع مراحل التشغيل: من إدارة حركة الطائرات، مروراً بالخدمات الأرضية، وصولاً إلى التعامل مع الركاب داخل الصالات. وكلما زادت دقة العمليات وتناسقها، ارتفع مستوى الجودة.

كما تُعتبر الجودة التشغيلية أحد المعايير الرئيسة التي تُستخدم في تصنيف المطارات عالمياً، مثل تصنيف "سكاي تراكس" الذي يقيس جودة الخدمات المقدمة في مجالات الراحة، والنظافة، وسرعة الإجراءات، والتعامل مع العملاء. وقد أثبتت التجارب أن جودة العمليات التشغيلية لا تتحقق إلا عبر ثقافة تنظيمية داعمة للتحسين المستمر، واستثمار في العنصر البشري والتقنيات الذكية كأنظمة

مراقبة الأداء اللحظي وأدوات تحليل البيانات الضخمة التي تساعد على تحديد الاختناقات التشغيلية وحلها في الوقت المناسب. (سكاي تراكس، ٢٠٢٣)

٤- السلامة (الإجراءات الوقائية والمخاطر التشغيلية)

تُعد السلامة التشغيلية عنصرًا لا ينفصل عن الكفاءة في بيئة المطارات، إذ تمثل الأساس الذي تُبنى عليه جميع العمليات الأخرى. ويقاس هذا العنصر بمدى قدرة المطار على تطبيق معايير السلامة الدولية في كل مرحلة من مراحل التشغيل، بما في ذلك حركة الطائرات على المدرج، المناولة الأرضية، نقل الأمتعة، وأمن الركاب. فالكفاءة التشغيلية الحقيقية لا يمكن أن تتحقق دون وجود نظام سلامة متكامل يعتمد على التكنولوجيا والتحليل الوقائي للمخاطر.

وقد أكدت منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) أن المطارات التي تطبق نظام "إدارة السلامة التشغيلية المتكاملة" تسجل انخفاضًا في الحوادث التشغيلية بنسبة تصل إلى ٤٥٪ مقارنة بالمطارات التي تعتمد على النظم التقليدية. كما أن ربط أنظمة المراقبة والسلامة بالذكاء الاصطناعي يساعد في رصد الأنشطة غير الطبيعية واتخاذ قرارات فورية تقلل من المخاطر، مما يعزز كفاءة التشغيل على المدى الطويل. (منظمة الطيران المدني الدولي، ٢٠٢٢)

٥- رضا المسافرين (مؤشر تجربة العميل الشاملة)

يُعتبر رضا المسافرين المؤشر الأوضح والأكثر شمولية لتقييم الكفاءة التشغيلية، لأنه يعكس المخرجات النهائية لكل العمليات والإجراءات داخل المطار. فالمسافر هو المستفيد المباشر من جودة الخدمات وسرعتها وسهولة الوصول إليها، وبالتالي فإن تحسين تجربة المسافر يُعدّ الهدف النهائي للكفاءة التشغيلية. وتشمل عناصر الرضا عوامل متعددة مثل سرعة التسجيل والصعود للطائرة، وضوح اللوحات الإرشادية، نظافة المرافق، وسهولة التواصل مع موظفي الخدمة.

وتشير الإحصاءات إلى أن المطارات التي تستثمر في تحسين تجربة المسافر عبر تقنيات الخدمة الذاتية مثل الأكشاك الذكية، وتطبيقات تتبع الأمتعة، وأنظمة التوجيه الذكية، تحقق مستويات رضا تفوق ٩٠٪ من إجمالي المستخدمين، وتُصنف ضمن الفئة الممتازة في مؤشرات الأداء العالمية. كما أن تعزيز رضا المسافرين لا ينعكس فقط على سمعة المطار، بل يزيد من العائدات غير التشغيلية كالمبيعات التجارية داخل المطار والمطاعم. (الزهراني، ٢٠٢٠)

ثالثاً: الأساليب الحديثة في تحسين الكفاءة التشغيلية بالمطارات

تسعى المطارات الدولية الحديثة إلى تبني مجموعة من الأساليب الإدارية والتقنية المتقدمة التي تضمن تحقيق أعلى مستويات الكفاءة التشغيلية، استجابةً لزيادة المنافسة العالمية وضغط الطلب على الخدمات الجوية. ومن أبرز هذه الأساليب إدارة الجودة الشاملة، منهج التحسين المستمر، والأتمتة التقنية، وهي أدوات استراتيجية تساهم في رفع الأداء التشغيلي، وتقليل الهدر، وتعزيز رضا المسافرين وشركات الطيران.

١- إدارة الجودة الشاملة (Total Quality Management – TQM)

تُعد إدارة الجودة الشاملة من أهم الأساليب التي تبنتها المطارات العالمية لتحقيق كفاءة تشغيلية مستدامة، إذ تهدف إلى إشراك جميع العاملين في عملية تحسين الأداء وتقديم خدمات عالية الجودة تتوافق مع متطلبات العملاء الداخليين والخارجيين.

وتعتمد فلسفة الجودة الشاملة على مبدأ "التحسين من خلال الجميع"، أي أن كل موظف في المطار هو مسؤول عن الجودة في نطاق عمله، بدءاً من موظف الخدمات الأرضية وحتى الإدارة العليا. ومن خلال هذا المنهج، يتم تطوير إجراءات العمل بشكل مستمر، وتقليل الأخطاء التشغيلية، وتحقيق التناسق بين مختلف الإدارات.

وفي سياق المطارات، تشمل تطبيقات إدارة الجودة الشاملة تطوير أنظمة قياس الأداء التشغيلي، مراقبة رضا المسافرين، إدارة شكاوى العملاء، وضمان الامتثال لمعايير السلامة والجودة العالمية مثل ISO 9001 و IATA Operational Safety Audit (IOSA).

وتشير دراسات الهيئة العامة للطيران المدني (٢٠٢١) إلى أن تطبيق مبادئ الجودة الشاملة في بعض المطارات الخليجية أدى إلى تحسين الكفاءة التشغيلية بنسبة ٢٥٪ وتقليل زمن انتظار المسافرين بنسبة ٣٠٪. (الهيئة العامة للطيران المدني، ٢٠٢١)

٢- التحسين المستمر (Continuous Improvement – Kaizen)

يُعد التحسين المستمر من الأساليب الإدارية التي تسعى إلى تطوير العمليات التشغيلية بشكل تدريجي ومنهجي عبر التقييم الدائم للأداء، واكتشاف فرص التحسين، ثم تنفيذ التغييرات الصغيرة المتتالية. ويُعرف هذا المنهج بمفهوم "كايزن" الياباني الذي يقوم على إشراك جميع العاملين في اقتراح حلول لتقليل الفاقد وتعزيز الإنتاجية.

وفي بيئة المطارات، يُطبق هذا المنهج من خلال تحليل مسارات المسافرين داخل المطار لتقليل نقاط الازدحام، أو من خلال إعادة تصميم إجراءات المناولة الأرضية لرفع سرعة دوران الطائرات على الأرض. كما يُستخدم التحسين المستمر في تطوير الخدمات الرقمية كأنظمة تسجيل السفر الذاتي ومراقبة الأمتعة الإلكترونية.

وتُظهر التجارب الدولية أن تطبيق منهج التحسين المستمر يؤدي إلى تحقيق وفورات ملموسة في الوقت والتكلفة، وزيادة كفاءة القوى العاملة نتيجة تعزيز ثقافة المشاركة والابتكار.

ففي مطار سنغافورة تشانغي الذي يُعد من أنجح المطارات في تطبيق فلسفة التحسين المستمر يتم مراجعة الإجراءات التشغيلية بشكل شهري، مما ساهم في تحقيق معدل انضباط رحلات يفوق ٩٢٪ سنوياً. (مطار سنغافورة تشانغي، ٢٠٢٢)

٣- الأتمتة والتحول التقني (Automation & Digitalization)

تمثل الأتمتة والتحول التقني حجر الزاوية في تعزيز الكفاءة التشغيلية بالمطارات الحديثة، إذ تسهم في تقليل التدخل البشري، وتسريع العمليات، وتحسين دقة الأداء. وتشمل الأتمتة مجالات متعددة مثل تسجيل الوصول الذاتي، البوابات الذكية، أنظمة تتبع الأمتعة، وإدارة الحركة الجوية المعتمدة على الذكاء الاصطناعي.

كما تمكن الأتمتة الإدارة من جمع وتحليل البيانات التشغيلية لحظة بلحظة، مما يسهم في اتخاذ قرارات سريعة قائمة على المعلومات الدقيقة. وتُعد الأنظمة الذكية القائمة على الذكاء الاصطناعي من أكثر التقنيات تأثيراً في هذا الجانب، حيث تُستخدم في التنبؤ بمستويات الازدحام، وتوزيع الموارد التشغيلية بكفاءة، وإدارة الصيانة التنبؤية للمعدات الحيوية.

وقد أظهرت التجارب التطبيقية في مطار دبي الدولي أن اعتماد الأنظمة المؤتمتة في إجراءات السفر والأمن أدى إلى تقليص زمن العبور عبر نقاط التفتيش بنسبة ٤٠٪، وزيادة القدرة التشغيلية للمطار دون الحاجة إلى توسعة البنية التحتية.

وبالمثل، فإن مطار هيثرو البريطاني يستخدم أنظمة تحليل بيانات ضخمة لمراقبة تدفق المسافرين والتنبؤ بالاختناقات قبل حدوثها، مما يعزز من الكفاءة التشغيلية ويقلل من زمن الرحلات. (هيئة مطارات دبي، ٢٠٢٢؛ مطار هيثرو، ٢٠٢٣)

إن الأساليب الحديثة في تحسين الكفاءة التشغيلية بالمطارات سواء من خلال إدارة الجودة الشاملة التي تركز على المشاركة المؤسسية، أو منهج التحسين المستمر القائم على التقييم والتطوير الدوري، أو الأتمتة الذكية التي تمثل التحول الرقمي الأعمق تشكّل منظومة متكاملة تعزز الأداء والإنتاجية والاستدامة التشغيلية، وتُعد الأساس الذي تعتمد عليه المطارات العالمية للوصول إلى معايير التميز والتنافسية الدولية. (المنظمة الدولية للطيران المدني، ٢٠٢٣)

المطلب الثاني: العلاقة بين التحول الرقمي وكفاءة العمليات التشغيلية

تُعد العلاقة بين التحول الرقمي وكفاءة العمليات التشغيلية في المطارات علاقة تكاملية تتجاوز حدود التقنية إلى إعادة صياغة منظومة العمل بأكملها، حيث يسهم التحول الرقمي في تمكين المطارات من تحقيق التشغيل الذكي القائم على البيانات والتحليل التنبؤي والتكامل بين الأنظمة. ومع التطور السريع في مجالات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، أصبحت العمليات التشغيلية أكثر دقة ومرونة وكفاءة، مما انعكس على جودة الخدمات وتقليل الأخطاء البشرية وتحسين رضا المسافرين. كما يتيح التحول الرقمي للمطارات القدرة على اتخاذ قرارات سريعة قائمة على البيانات، وإدارة الموارد بفاعلية أعلى، وضمان استدامة التشغيل في بيئة تتسم بالتغير والتحديات. ومن ثمّ، فإن دراسة العلاقة بين التحول الرقمي وكفاءة العمليات التشغيلية تمثل محوراً جوهرياً لفهم كيفية تحقيق التوازن بين التكنولوجيا والإدارة في بيئة الطيران الحديثة. (القحطاني، ٢٠٢٢)

أولاً: أثر التحول الرقمي على سرعة ودقة العمليات التشغيلية

يمثل التحول الرقمي نقلة نوعية في تحسين سرعة ودقة العمليات التشغيلية داخل المطارات، حيث أسهمت التقنيات الحديثة في تحويل أساليب الإدارة من النمط اليدوي البطيء إلى بيئة ذكية قائمة على البيانات والاتصال الفوري بين الأنظمة المختلفة. فبفضل اعتماد أنظمة متكاملة لإدارة الرحلات الجوية، بات بالإمكان متابعة حركة الطائرات على الأرض وفي الأجواء بدقة زمنية عالية، والتعامل مع أي طارئ تشغيلي في لحظته دون الحاجة إلى تدخل بشري مباشر، مما ساعد على خفض زمن التأخير وتحسين انسيابية الحركة الجوية بشكل ملموس. كما ساهمت الأنظمة الرقمية في تحسين كفاءة عمليات تسجيل الركاب وفحص الأمتعة وإجراءات الصعود إلى الطائرة، حيث أظهرت تقارير هيئة الطيران المدني الدولي أن تطبيق الأنظمة الرقمية في هذه المراحل أدى إلى تقليص متوسط زمن الإجراء بنسبة تتراوح بين ٣٠٪ و ٥٠٪ مقارنة بالطرق التقليدية. (العززي، ٢٠٢١)

من ناحية أخرى، تُعد الدقة التشغيلية أحد أبرز مكاسب التحول الرقمي في المطارات، إذ أتاحت تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء مراقبة البيانات التشغيلية بشكل مستمر وتحليلها للتنبؤ بالمشكلات قبل حدوثها، مما خفّض معدلات الخطأ البشري وساهم في زيادة الاعتمادية التشغيلية. فمثلاً، في مطار دبي الدولي، ساعدت أنظمة التنبؤ الذكية على تقليل حالات تأخير الرحلات بسبب سوء توزيع الموارد بنسبة ٣٥٪ خلال عام واحد من تطبيقها. كما أن دمج أنظمة المراقبة والتحكم الرقمية مكّن إدارة المطار من الحصول على تقارير لحظية حول أداء العمليات التشغيلية، مما ساعد في اتخاذ قرارات فورية دقيقة مبنية على بيانات واقعية، الأمر الذي انعكس إيجاباً على سرعة الإنجاز وكفاءة الأداء العام. (الحري، ٢٠٢٢)

إلى جانب ذلك، وفّر التحول الرقمي بيئة تشغيلية مترابطة تُدار فيها مختلف وحدات المطار عبر منصات رقمية موحدة، تسمح بتبادل البيانات بين شركات الطيران، ووحدات الصيانة، والأمن، وخدمة العملاء في وقت واحد. هذا التكامل المعلوماتي أدى إلى تسريع الاستجابة لأي تغيير تشغيلي، مثل تأخر الرحلات أو زيادة الطلب على الخدمات، وضمان دقة التنسيق بين مختلف الإدارات التشغيلية. فعلى سبيل المثال، أدت أنظمة إدارة الأزمات الرقمية في مطار سنغافورة شانغي إلى تحسين سرعة التعامل مع الأعطال المفاجئة بنسبة تجاوزت ٤٥٪، مع الحفاظ على مستوى عالٍ من الدقة والانضباط في الإجراءات. (الشمري، ٢٠٢٣)

كما ساعدت التطبيقات الرقمية المخصصة للركاب، مثل أنظمة تتبع الأمتعة عبر الهاتف المحمول والبوابات الذكية ذاتية الخدمة، في تقليل الازدحام وتسريع العمليات داخل صالات السفر. هذا بدوره عزز تجربة المسافرين ورفع مؤشرات الرضا العام عن الخدمات التشغيلية. وتشير الدراسات إلى أن زيادة الاعتماد على التحول الرقمي في المطارات الكبرى أدت إلى تحقيق توازن واضح بين السرعة والدقة التشغيلية، ما جعلها نموذجاً يُحتذى به في الإدارة الذكية للمرافق الجوية. (الهاجري، ٢٠٢٢)

ثانياً: دور الأنظمة الرقمية في تعزيز السلامة التشغيلية وجودة الخدمات

يُعد اعتماد الأنظمة الرقمية في المطارات من أهم العوامل الاستراتيجية التي أسهمت في تعزيز السلامة التشغيلية وجودة الخدمات، إذ أتاحت التكنولوجيا الحديثة إمكانيات غير مسبوقة لمراقبة جميع العمليات التشغيلية بدقة وفعالية. فبفضل منصات المراقبة الرقمية المتكاملة، أصبح بالإمكان متابعة حركة الطائرات والمعدات والركاب في الزمن الفعلي، ما يُمكن الإدارة من التعرف على أي خلل أو تداخل محتمل قبل أن يؤدي إلى حادث. وتعتمد هذه الأنظمة على تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء لتحليل البيانات التشغيلية باستمرار، والتنبؤ بالمخاطر، واتخاذ إجراءات وقائية فورية، مما يقلل الاعتماد على التدخل البشري ويقلل معدلات الخطأ التشغيلية. (القحطاني، ٢٠٢٢)

على صعيد جودة الخدمات المقدمة للمسافرين، ساهمت الأنظمة الرقمية في تطوير تجربة العملاء بشكل ملحوظ. فالبوابات الذكية، وأكشاك تسجيل السفر الذاتي، وأنظمة تتبع الأمتعة الذكية، تتيح للمسافرين إتمام إجراءاتهم بسرعة ودقة، مع الحد من التكدس والتأخير داخل صالات المطار. كما توفر هذه الأنظمة بيانات دقيقة لإدارة الأداء، بحيث يمكن تحديد نقاط الضعف التشغيلية ومعالجتها بشكل استباقي، وتحسين الإجراءات الداخلية مثل توزيع الموارد البشرية، وضبط تدفق المسافرين في أوقات الذروة، ومتابعة صيانة المعدات بشكل دوري. وهذا كله يؤدي إلى رفع مستوى رضا العملاء، وزيادة ولائهم للمطار، وتحقيق مؤشرات أداء متميزة مقارنة بالمطارات التقليدية. (الشمري، ٢٠٢٣)

وتجارب المطارات العالمية تؤكد الأثر الإيجابي للتحول الرقمي على السلامة وجودة الخدمات. فعلى سبيل المثال، مطار سنغافورة شانغي دمج تقنيات التحليل الذكي مع أنظمة التحكم الرقمية لمراقبة المسافرين وحركة الطائرات، مما أدى إلى تقليل الحوادث التشغيلية وتحقيق التزام صارم بمواعيد الرحلات بنسبة تجاوزت ٩٥٪. أما مطار هيثرو البريطاني، فقد استثمر في أنظمة التنبيه المبكر والذكاء الاصطناعي لمتابعة تدفق المسافرين، والتنبؤ بالازدحام، وتقديم حلول استباقية لتجنب التأخير، مع

تحسين تجربة العملاء وتقليل الأخطاء التشغيلية في معالجة الأمتعة والبيانات. (المنظمة الدولية للطيران المدني، ٢٠٢٣)

كما توفر الأنظمة الرقمية إمكانيات ربط البيانات بين جميع وحدات المطار، بما في ذلك الأمن، والجمارك، والخدمات الأرضية، وشركات الطيران، مما يخلق بيئة عمل متكاملة ومرنة. وهذا التكامل يُمكن الإدارة من التخطيط المسبق لأي أحداث طارئة أو ازدحام مفاجئ، وإعادة توزيع الموارد التشغيلية بفاعلية، مع ضمان استمرار العمل بكفاءة وجودة عالية. ومن خلال التحليل اللحظي للبيانات، يمكن تحسين الإجراءات التشغيلية بشكل مستمر، ورفع كفاءة كل مرحلة من مراحل الخدمة، من وصول المسافرين إلى صعودهم للطائرة، وصولاً إلى خروج الأمتعة وتسليمها بدقة وسرعة. (العنزي، ٢٠٢٢)

لذلك، أصبحت الأنظمة الرقمية حجر الزاوية في تحقيق التكامل بين السلامة التشغيلية وجودة الخدمات بالمطارات الحديثة، حيث تقلل من الأخطاء البشرية، تعزز الانضباط التشغيلي، وتضمن تجربة سفر متميزة للمسافرين، مما يرفع كفاءة العمليات التشغيلية ويعزز القدرة التنافسية للمطار على المستوى العالمي. (العنزي، ٢٠٢٢)

ثالثاً: نماذج تطبيقية توضح العلاقة بين التحول الرقمي والكفاءة التشغيلية في المطارات

يُعد مطار الملك خالد الدولي بالرياض نموذجاً رائداً في تطبيق التحول الرقمي لتعزيز الكفاءة التشغيلية، بما يتماشى مع أهداف رؤية المملكة ٢٠٣٠ التي تسعى إلى تطوير البنية التحتية الرقمية في



قطاع الطيران وتحسين جودة الخدمات المقدمة للمسافرين.

١. مركز عمليات المطار الذكي (AOCC)

أطلقت شركة مطارات الرياض مركز عمليات المطار الذكي

(Airport Operations Control Center - AOCC)، وهو الأول من نوعه في المملكة العربية السعودية.

يُتيح هذا المركز مراقبة جميع العمليات التشغيلية في الوقت الفعلي من خلال تكامل الأنظمة الرقمية

المختلفة، بما في ذلك إدارة الرحلات، الأمن، المناولة الأرضية، والصيانة. وقد أظهرت الدراسات أن توحيد البيانات ومتابعة العمليات بشكل مركزي يقلل من التأخيرات التشغيلية بنسبة تصل إلى ٢٠٪. ويُحسن التنسيق بين الأقسام المختلفة، مما يرفع كفاءة استغلال الموارد التشغيلية. (مطار الملك خالد الدولي يطلق مركز عمليات المطار الذكي)

٢. نظام إدارة عمليات الإقلاع والهبوط (Turnaround Management System - TMS)

بالتعاون مع شركة ماستروركس، اعتمد مطار الملك خالد الدولي بالرياض نظام إدارة عمليات الإقلاع



والهبوط (TMS) باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحليل الفيديو. يُمكن هذا النظام من مراقبة أداء الفرق العاملة على الأرض، وتحديد أي مشكلات أو تأخيرات محتملة، كما يتيح

اتخاذ إجراءات تصحيحية فورية. أظهرت التقارير أن تطبيق هذا النظام أسهم في تقليل وقت الانتظار للطائرات على المدرج بنسبة ١٥-١٨٪ وتحسين دقة الجدولة التشغيلية، مما يعكس تأثير التحول الرقمي على تحسين سرعة ودقة العمليات التشغيلية. (ماستروركس ومطار الملك خالد الدولي بالرياض يطلقان نظام إدارة عمليات الإقلاع والهبوط)

٣. الشراكات الاستراتيجية مع الشركات التكنولوجية

عقدت شركة مطارات الرياض شراكات استراتيجية مع شركات تكنولوجية مرموقة مثل Cognizant وSITA بهدف تحسين أنظمة تخطيط موارد المؤسسة (ERP) وأتمتة العمليات التجارية، بما في ذلك الموارد البشرية، المالية، والمشتريات. هذه الشراكات أسهمت في تحسين الكفاءة التشغيلية من خلال دمج البيانات التشغيلية وتحليلها بشكل فعال لاتخاذ قرارات أسرع وأكثر دقة، بالإضافة إلى تعزيز قدرة المطار على الاستجابة للمتغيرات التشغيلية المفاجئة. (شركة مطارات الرياض تختار Cognizant لتعزيز التحول الرقمي)



٤. تحسين تجربة المسافرين من خلال التقنيات الرقمية
ركز مطار الملك خالد الدولي على تحسين تجربة المسافرين
باستخدام أنظمة الخدمة الذاتية مثل أكشاك تسجيل
الوصول الذكية، البوابات الإلكترونية، وتقنيات التعرف
على الوجه. ساعدت هذه الأنظمة في تقليل زمن الانتظار

عند نقاط التفتيش والتسجيل، وتحسين تجربة المسافرين بشكل عام، وهو ما انعكس إيجابيًا على رفع
الكفاءة التشغيلية للمطار من خلال تقليل الازدحام وزيادة تدفق الركاب بسلاسة. (الخطوط السعودية
تعلن عن أكشاك الخدمة الذاتية في مطار الملك خالد الدولي بالرياض)

٥. التوسع المستقبلي والبنية التحتية الرقمية



في إطار خطط التوسع، يسعى مطار الملك خالد الدولي
بالرياض إلى تطوير بنيته التحتية الرقمية لاستيعاب
الزيادة المتوقعة في حركة المسافرين، من خلال تحديث
الأنظمة الحالية وتطبيق تقنيات جديدة مثل إنترنت

الأشياء (IoT) والذكاء الاصطناعي. هذه المبادرات تهدف إلى تحقيق أعلى مستويات الكفاءة التشغيلية،
مع ضمان استدامة الأداء وتحسين استغلال الموارد التشغيلية بكفاءة أكبر، بما يدعم أهداف المملكة
في التحول الرقمي.

الفصل الثالث

منهجية الدراسة

الفصل الثالث: منهجية الدراسة

مقدمة

يُعد التحول الرقمي من أهم الاتجاهات الحديثة التي تسعى المؤسسات إلى تبنيها لتحقيق التطوير والكفاءة في بيئة العمل، ولا سيما في المطارات الدولية التي تُعد من أكثر البيئات تعقيدًا وتشابكًا من حيث العمليات التشغيلية. إن تطبيق التقنيات الرقمية الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، وتحليل البيانات الضخمة يساهم في رفع كفاءة التشغيل، وتقليل الأخطاء البشرية، وتحسين تجربة المسافرين.

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل أثر التحول الرقمي على كفاءة العمليات التشغيلية في مطار الملك خالد الدولي بالرياض، من خلال التعرف على مستوى تطبيق التقنيات الرقمية في الإدارات التشغيلية، ومدى انعكاسها على سرعة وجودة الأداء التشغيلي، بما يدعم توجه المملكة نحو تحقيق رؤية ٢٠٣٠ في تطوير قطاع الطيران والخدمات اللوجستية.

أولاً: منهج الدراسة

تعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، وهو المنهج الأنسب لدراسة العلاقات بين المتغيرات وتحليل الظواهر الإدارية الحديثة.

يُستخدم المنهج الوصفي لتوصيف واقع التحول الرقمي في مطار الملك خالد الدولي بالرياض، بينما يساعد المنهج التحليلي في تفسير العلاقة بين التحول الرقمي وكفاءة العمليات التشغيلية.

كما تستند الدراسة إلى منهجية مختلطة تجمع بين الأساليب الكمية والنوعية؛ حيث تم تصميم استبيان لجمع البيانات الكمية من العاملين في الإدارات التشغيلية، إلى جانب مقابلات شبه منظمة مع المسؤولين عن التحول الرقمي في المطار لجمع بيانات نوعية تدعم التحليل.

ثانياً: مجتمع الدراسة

يتمثل مجتمع الدراسة في جميع العاملين بالإدارات التشغيلية في مطار الملك خالد الدولي بالرياض، والذين لهم علاقة مباشرة بتطبيق أنظمة التحول الرقمي أو الاستفادة منها في أداء مهامهم اليومية. ويشمل ذلك العاملين في إدارات العمليات التشغيلية، والخدمات الأمنية، وإدارة الحركة الجوية، وخدمات الركاب، ومناولة الأمتعة، وتكنولوجيا المعلومات، والشركات المشغلة داخل المطار. يُعد هذا المجتمع هو الأنسب للدراسة لأنه يعكس بيئة التشغيل الفعلية التي تطبق فيها أنظمة التحول الرقمي وتأثيرها المباشر على الكفاءة التشغيلية.

الإحصائيات الخاصة باستمارة الاستبيان

قام الباحث بتوزيع استمارة الاستبيان على عينة الدراسة التي تم اختيارها من مجتمع العاملين في الإدارات التشغيلية بمطار الملك خالد الدولي بالرياض، وذلك بهدف جمع البيانات المتعلقة بمدى تأثير التحول الرقمي على كفاءة العمليات التشغيلية في المطار. وقد تم توزيع (٢٧٥) استمارة استبيان على مختلف فئات العاملين، شملت المديرين، والمشرفين، والموظفين الميدانيين، والخبراء في مجال الأنظمة الرقمية والتشغيل.

وبعد الانتهاء من عملية التوزيع والمتابعة، تم استرجاع (٢٥٠) استمارة، منها (١٥) استمارة غير صالحة للتحليل بسبب النقص في الإجابات أو عدم الاتساق في البيانات. وبذلك بلغ العدد النهائي للاستمارات الصالحة للتحليل الإحصائي (235) استمارة، وهو ما يمثل 85.5% من إجمالي الاستمارات الموزعة، وهي نسبة مرتفعة تعكس دقة التنفيذ والتفاعل الإيجابي من قبل المشاركين.

وقد تم حصر النتائج الإحصائية الخاصة بتوزيع الاستمارات كما هو موضح في الجدول رقم (١)

البيان	العدد	النسبة المئوية
عدد الاستثمارات الموزعة	275	100%
عدد الاستثمارات غير المسترجعة	25	9.1%
عدد الاستثمارات غير الصالحة	15	5.5%
عدد الاستثمارات الصالحة للتحليل	235	85.5%
الإجمالي	275	100%

المصدر: من إعداد الباحث

يتضح من الجدول أعلاه أن نسبة الاستثمارات الصالحة بلغت 85.5%، وهي نسبة تمثل مستوى جيداً من حيث الاستجابة والموثوقية في الدراسات الميدانية، مما يعزز دقة النتائج وقوة التحليل الإحصائي اللاحق. كما أن تنوع الفئات الوظيفية للعينة المستجيبة يضمن تمثيلاً متوازناً لمختلف الإدارات التشغيلية في مطار الملك خالد الدولي بالرياض، بما يعكس واقع تطبيق التحول الرقمي في بيئة العمل الفعلية.

ثالثاً: عينة الدراسة:

تم اختيار عينة ممثلة من مجتمع الدراسة باستخدام أسلوب العينة العشوائية الطبقية، لضمان تمثيل جميع الفئات الإدارية والتشغيلية. وتتكون العينة من:

- ١٠٠ مدير ومشرف من الإدارات التشغيلية والإدارية.
- ١٥٠ موظفًا ميدانيًا مستخدمين فعليًا للتقنيات الرقمية.
- ٢٥ خبيرًا ومختصًا في مجال التحول الرقمي وإدارة النظم التشغيلية.

ليصبح إجمالي حجم العينة ٢٧٥ مفردة.

تم تحديد هذا الحجم باستخدام معادلة كوجرسكي ومورجان (Krejcie & Morgan, 1970) عند مستوى ثقة ٩٥٪ وهامش خطأ ٥٪ لضمان دقة النتائج الإحصائية وتمثيلها لمجتمع الدراسة بشكل كافٍ.

رابعاً: خصائص أفراد عينة الدراسة:

تتكون عينة الدراسة من (٢٣٥) فرداً من العاملين في الإدارات التشغيلية بمطار الملك خالد الدولي بالرياض، تم اختيارهم بطريقة عشوائية طبقية لضمان تمثيل كافة الفئات الوظيفية ذات العلاقة بالتحول الرقمي. وقد شملت العينة مديرين، ومشرفين، وموظفين ميدانيين، وخبراء في مجال الأنظمة الرقمية، وذلك بهدف تحقيق تمثيل متوازن يعكس واقع بيئة العمل في المطار.

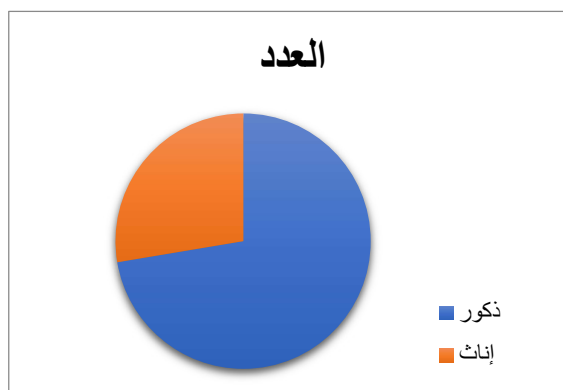
تم توزيع أفراد العينة وفق عدد من الخصائص الديموغرافية الأساسية، وهي: الجنس، العمر، المؤهل العلمي، عدد سنوات الخبرة، والمسعى الوظيفي، كما يلي:

أ. الجنس:

يوضح الجدول التالي توزيع أفراد العينة حسب الجنس، حيث تبين أن نسبة الذكور بلغت (٧٢,٣٪)، في حين بلغت نسبة الإناث (٢٧,٧٪)، وهو ما يعكس الطبيعة التشغيلية لبيئة المطارات التي يغلب عليها الطابع الميداني الذكوري.

الجدول رقم (٢) توزيع العينة حسب الجنس

الجنس	العدد	النسبة المئوية
ذكور	170	72.3%
إناث	65	27.7%
الإجمالي	235	100%



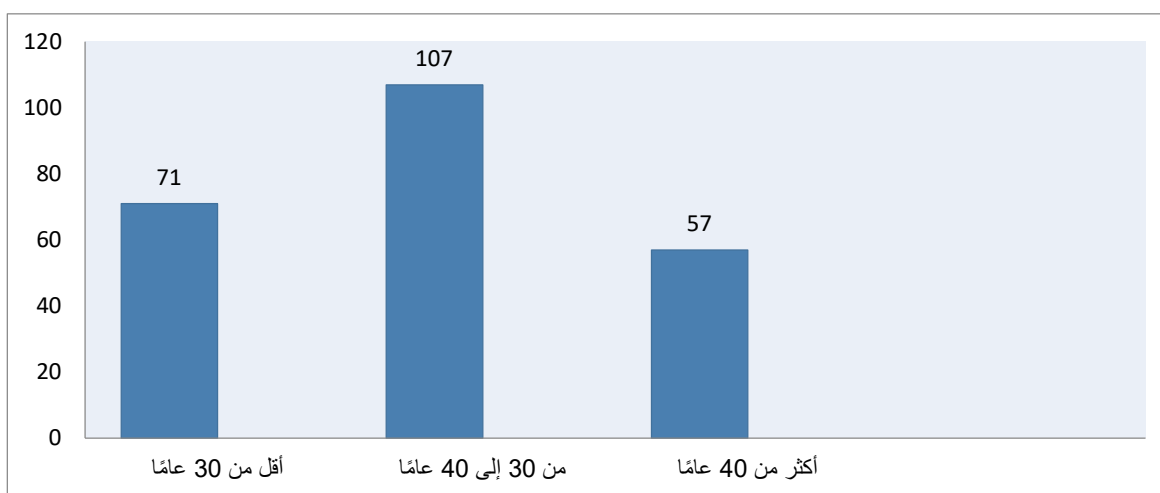
المصدر: من إعداد الباحث

ب. العمر:

يبين الجدول التالي توزيع العينة حسب الفئات العمرية، حيث تمثل الفئة العمرية من (٣٠-٤٠ سنة) النسبة الأكبر بواقع (٤٥,٥٪)، تليها الفئة من (أقل من ٣٠ سنة) بنسبة (٣٠,٢٪)، ثم الفئة (أكثر من ٤٠ سنة) بنسبة (٢٤,٣٪)، مما يشير إلى أن غالبية العاملين من فئة الشباب ذوي الخبرة المتوسطة، وهي الفئة الأكثر انخراطاً في استخدام الأنظمة الرقمية.

الجدول رقم (٣): توزيع العينة حسب العمر

الفئة العمرية	العدد	النسبة المئوية
أقل من ٣٠ عامًا	71	% 30.2
من ٣٠ إلى ٤٠ عامًا	107	% 45.5
أكثر من ٤٠ عامًا	57	% 24.3
الإجمالي	235	% 100



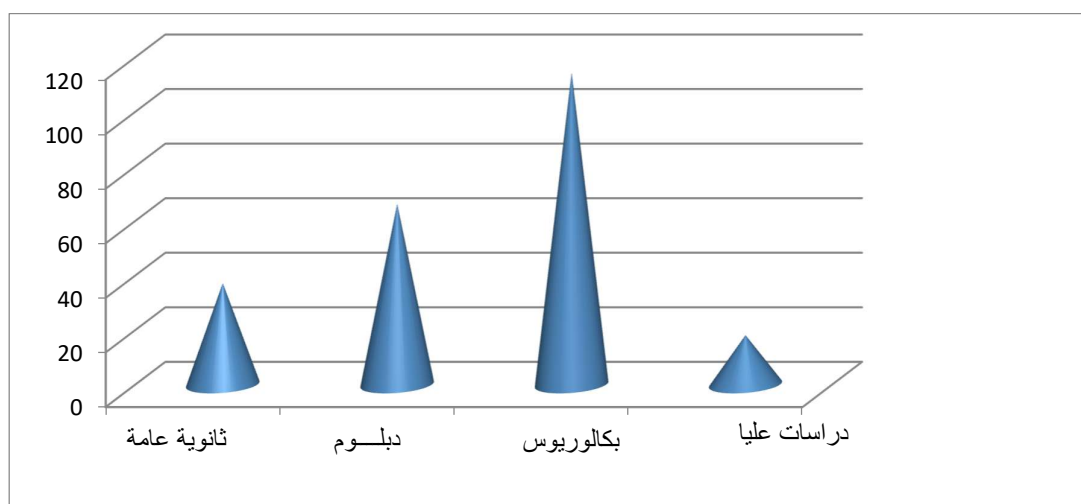
المصدر: من إعداد الباحث

ت. المؤهل العلمي:

أظهرت النتائج أن معظم أفراد العينة يحملون مؤهلات جامعية (بكالوريوس) بنسبة (٤٨,٥٪)، يليهم حملة الدبلوم بنسبة (٢٨,١٪)، ثم حملة الثانوية العامة بنسبة (١٥,٧٪)، وأخيراً حملة الدراسات العليا بنسبة (٧,٧٪)، وهو ما يعكس المستوى العلمي الجيد للعاملين في بيئة تشغيلية رقمية متقدمة كالمطار.

الجدول رقم (٤): توزيع العينة حسب المؤهل العلمي

المؤهل العلمي	العدد	النسبة المئوية
ثانوية عامة	37	15.7 %
دبلوم	66	28.1 %
بكالوريوس	114	48.5 %
دراسات عليا	18	7.7 %
الإجمالي	235	100 %



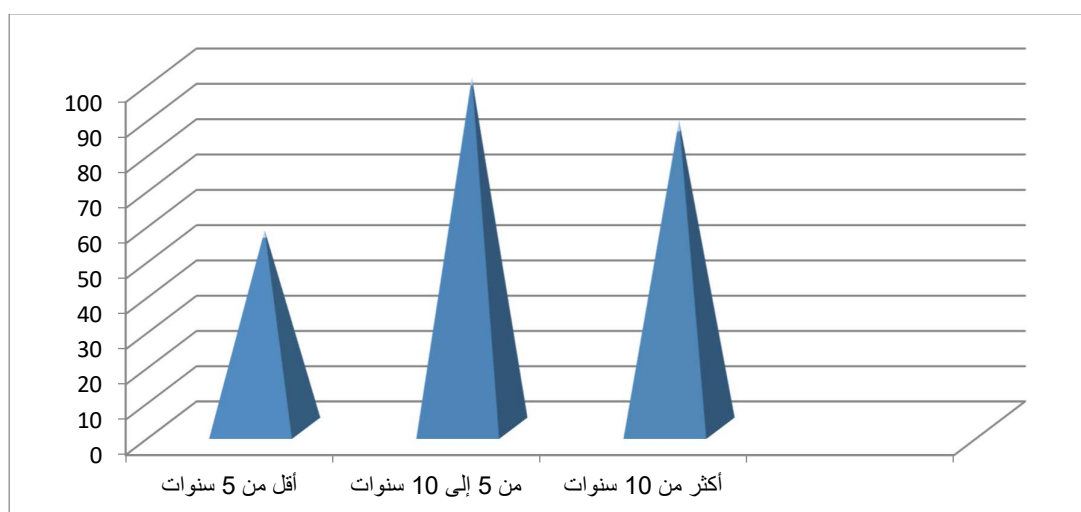
المصدر: من إعداد الباحث

ث. عدد سنوات الخبرة:

يوضح الجدول التالي أن أكبر نسبة من أفراد العينة لديهم خبرة تتراوح بين (٥-١٠ سنوات) بنسبة (٤١,٣٪)، تليها فئة أكثر من (١٠ سنوات) بنسبة (٣٥,٧٪)، ثم فئة أقل من (٥ سنوات) بنسبة (٢٣٪). ويعكس ذلك أن غالبية العاملين يمتلكون خبرة كافية تمكنهم من التعامل مع الأنظمة الرقمية التشغيلية بكفاءة.

الجدول رقم (٥) توزيع العينة حسب عدد سنوات الخبرة

سنوات الخبرة	العدد	النسبة المئوية
أقل من ٥ سنوات	54	% 23.0
من ٥ إلى ١٠ سنوات	97	% 41.3
أكثر من ١٠ سنوات	84	% 35.7
الإجمالي	235	% 100



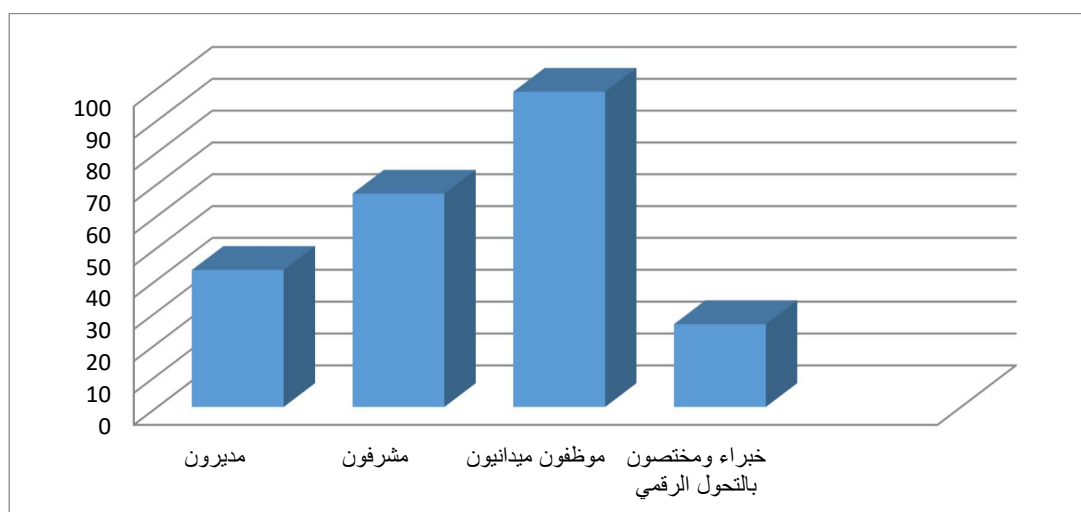
المصدر: من إعداد الباحث

ج. المسمى الوظيفي:

يبين الجدول التالي توزيع المبحوثين حسب المسمى الوظيفي، حيث شكل الموظفون الميدانيون المستخدمون للتقنيات الرقمية النسبة الأكبر (٤٢,١٪)، يليهم المشرفون (٢٨,٥٪)، ثم المديرون (١٨,٣٪)، وأخيرًا الخبراء والمختصون في التحول الرقمي بنسبة (١١,١٪)، وهو ما يعكس التنوع المهني داخل بيئة العمل التشغيلية في المطار.

الجدول رقم (٦) توزيع العينة حسب المسمى الوظيفي

المسمى الوظيفي	العدد	النسبة المئوية
مديرون	43	% 18.3
مشرفون	67	% 28.5
موظفون ميدانيون	99	% 42.1
خبراء ومختصون بالتحول الرقمي	26	% 11.1
الإجمالي	235	% 100



المصدر: من إعداد الباحث

خامساً: أداة الدراسة

➤ بيانات الدراسة

اعتمدت هذه الدراسة على نوعين من البيانات: البيانات الثانوية والبيانات الأولية، وذلك لضمان شمولية التحليل ودقته.

أ. البيانات الثانوية:

تمثل الجانب النظري من الدراسة، وقد شملت مراجعة الأدبيات السابقة ذات الصلة بموضوع التحول الرقمي وكفاءة العمليات التشغيلية في قطاع الطيران. شملت هذه المصادر كتباً أكاديمية متخصصة في الإدارة العامة والتحول الرقمي، وأبحاثاً علمية منشورة في الدوريات العربية المحكمة، بالإضافة إلى تقارير هيئة الطيران المدني السعودي وتقارير الأداء التشغيلي لمطار الملك خالد الدولي. وقد ساهمت هذه البيانات في بناء الإطار النظري للدراسة وصياغة محاور الاستبيان بدقة. (العتيبي، ٢٠٢١؛

الزهراني، ٢٠٢٠؛ الهيئة العامة للطيران المدني، ٢٠٢٣)

ب. البيانات الأولية:

تم جمعها مباشرة من الميدان، من خلال أداة البحث الأساسية وهي الاستبيان الموجّه للعاملين في الإدارات التشغيلية بمطار الملك خالد الدولي. ويهدف الاستبيان إلى قياس أثر التحول الرقمي بمختلف أبعاده (الذكاء الاصطناعي، الأتمتة، الحوسبة السحابية، البيانات الضخمة) على كفاءة العمليات التشغيلية من حيث (الوقت، التكلفة، الجودة، السلامة، ورضا المسافرين).

➤ أدوات جمع البيانات

تم تصميم الاستبيان بعناية لضمان توافقه مع أهداف الدراسة ومتغيراتها، وقد استند تصميمه إلى مجموعة من الدراسات السابقة في المجالين الإداري والتقني مثل دراسة الحربي (٢٠١٩) حول التحول الرقمي في مؤسسات النقل، ودراسة العمري (٢٠٢٢) حول الكفاءة التشغيلية في المطارات السعودية.

وقد مرّ تصميم الأداة بعدة مراحل لضمان صلاحيتها العلمية والعملية، كما يلي:

١. المرحلة الأولى: إعداد النسخة الأولى من الاستبيان بناءً على الإطار النظري والدراسات السابقة.
٢. المرحلة الثانية: عرض الاستبيان على مجموعة من المحكمين الأكاديميين والمتخصصين في إدارة المطارات والتحول الرقمي، للتأكد من وضوح العبارات وملاءمتها.
٣. المرحلة الثالثة: تعديل الاستبيان وفق ملاحظات المحكمين وإعداد النسخة النهائية تمهيداً لتوزيعها على عينة الدراسة.

محتوى الاستبيان

تكوّن الاستبيان من ثلاثة محاور رئيسية و(٤٠) عبارة مغلقة، إضافة إلى سؤال مفتوح في نهاية الأداة. وقد تم تنظيمه على النحو الآتي:

١. المحور الأول: المعلومات الديموغرافية للمستجيب، وتشمل الجنس، العمر، المؤهل العلمي، عدد سنوات الخبرة، والمسمى الوظيفي (٥ أسئلة).
٢. المحور الثاني: يقيس مستوى تطبيق التحول الرقمي في مطار الملك خالد الدولي بالرياض، ويتضمن (٢٠) فقرة موزعة على أربعة أبعاد رئيسية هي:
(الذكاء الاصطناعي - الأتمتة والأنظمة الذكية - الحوسبة السحابية - البيانات الضخمة والتحليل التنبؤي).
٣. المحور الثالث: يقيس كفاءة العمليات التشغيلية، ويتضمن (١٥) فقرة تغطي مؤشرات الأداء التشغيلي مثل السرعة، الدقة، التكلفة، الجودة، السلامة، ورضا المسافرين.
٤. السؤال المفتوح: يتيح للمستجيبين تقديم مقترحات أو ملاحظات حول آليات تحسين الكفاءة التشغيلية من خلال التحول الرقمي.

تم إعداد جميع فقرات الاستبيان وفق مقياس ليكرت الخماسي (Likert Scale) لتقدير مستوى الموافقة على كل عبارة، حيث تم ترميز الإجابات كما يلي:

الجدول رقم (٧) مقياس ليكرت الخماسي المستخدم في الدراسة

المتوسط المرجح	مستوى التقدير
من ١,٠٠ إلى ١,٧٩	غير موافق بشدة
من ١,٨٠ إلى ٢,٥٩	غير موافق
من ٢,٦٠ إلى ٣,٣٩	محايد
من ٣,٤٠ إلى ٤,١٩	موافق
من ٤,٢٠ إلى ٥,٠٠	موافق بشدة

سادساً: ثبات أداة الدراسة

للتأكد من صدق أداة الدراسة، تم عرض الاستبانة على مجموعة من الأساتذة والمتخصصين في مجالات إدارة الجودة الشاملة والإدارة التشغيلية، وذلك للتحقق من صدق المحتوى ومدى وضوح العبارات وشمولها لأبعاد المتغيرات. وبعد أخذ ملاحظاتهم العلمية، تم تعديل بعض الصياغات اللغوية لتصبح أكثر دقة ووضوحاً دون المساس بالمضمون العلمي.

أما بالنسبة إلى ثبات الأداة، فقد تم حسابه باستخدام معامل الثبات (ألفا كرونباخ)، الذي يقيس درجة الاتساق الداخلي للعبارات ضمن كل محور من محاور الاستبانة. وتُعد القيمة المقبولة علمياً للثبات هي (٠,٧٠) فأكثر، مما يدل على أن الأداة تتمتع بدرجة عالية من الثبات والموثوقية.

وقد جاءت نتائج اختبار الثبات كما يوضح الجدول التالي:

جدول (٨) نتائج اختبار الثبات ألفا كرونباخ

المحور	عدد العبارات	معامل الثبات (Cronbach's Alpha)
محور مبادئ الجودة الشاملة	20	0.89
محور الأداء التشغيلي	20	0.91
المجموع الكلي للأداة	40	0.90

تشير النتائج في الجدول أعلاه إلى أن قيم كرونباخ ألفا لجميع محاور الاستبانة جاءت مرتفعة، حيث تجاوزت (٠,٨٠)، وهي قيمة تدل على وجود اتساق داخلي مرتفع بين العبارات، مما يؤكد أن الأداة صالحة وموثوقة لأغراض التحليل الإحصائي واستخلاص النتائج.

سابعاً: البرامج والأدوات المستخدمة في معالجة البيانات

بعد الحصول على العدد النهائي من الاستبانات الصالحة للتحليل، تم الاعتماد على برنامج الجداول الإلكترونية (Excel 2007) في عملية إدخال البيانات وتنظيمها وعرضها في صورة جداول ورسومات بيانية، مما ساعد على تبسيط عملية الملاحظة الأولية وفهم الاتجاهات العامة في إجابات أفراد العينة. كما تم استخدام البرنامج الإحصائي للحزمة الاجتماعية (SPSS)، نظراً لما يوفره من أدوات متقدمة في تحليل البيانات الكمية واستخراج المؤشرات الإحصائية الدقيقة التي تخدم أهداف الدراسة وتسهم في اختبار فرضياتها.

أما بالنسبة إلى الأساليب الإحصائية المستخدمة لتحليل البيانات، فقد شملت ما يلي:

١. النسبة المئوية والتكرارات: لعرض وتوصيف الخصائص الديموغرافية لأفراد عينة الدراسة (الجنس، العمر، المؤهل العلمي، الخبرة، المسمى الوظيفي).
٢. المتوسط الحسابي والانحراف المعياري: لقياس درجة موافقة أفراد العينة على عبارات كل محور من محاور الاستبيان، وتحديد مستوى إدراكهم للتحويل الرقمي وكفاءته التشغيلية.

٣. معامل الثبات (ألفا كرونباخ): للتحقق من مدى اتساق وموثوقية الأداة الإحصائية المستخدمة في جمع البيانات، مما يعزز من مصداقية النتائج.
٤. اختبار تحليل التباين الأحادي (ANOVA): للكشف عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية في استجابات العاملين تبعاً لمتغيراتهم الشخصية والديموغرافية.
٥. اختبار الانحدار البسيط (Simple Regression): لقياس مدى تأثير المتغير المستقل (التحول الرقمي) على المتغير التابع (الكفاءة التشغيلية) داخل بيئة العمل في المطار.
- إن استخدام هذه البرامج والأساليب الإحصائية أسهم في ضمان دقة التحليل وموضوعية النتائج، وساعد في الوصول إلى تفسيرات كمية مدعومة بالأدلة الرقمية، مما يعزز موثوقية الدراسة ويسهم في اقتراح توصيات علمية وعملية قابلة للتطبيق في بيئة المطارات الحديثة.
-

الفصل الرابع

تحليل البيانات

الفصل الرابع: تحليل البيانات

مقدمة

يُعد هذا الفصل من أهم فصول الدراسة، إذ يتناول تحليل البيانات التي تم جمعها من أفراد عينة البحث بهدف اختبار الفرضيات والتحقق من مدى صحة العلاقات بين متغيرات الدراسة. ويعتمد هذا الفصل على تطبيق الأساليب الإحصائية المناسبة لتحليل استجابات المشاركين، وذلك من خلال استخدام برنامج التحليل الإحصائي (SPSS) لاستخراج النتائج الكمية بدقة وموضوعية.

كما يتضمن هذا الفصل عرضاً تفصيلياً للبيانات الوصفية الخاصة بخصائص أفراد العينة، إلى جانب تحليل محاور الاستبانة الرئيسة، ومناقشة نتائجها في ضوء أهداف الدراسة وتساؤلاتها. ويهدف هذا التحليل إلى الوصول إلى نتائج علمية تساهم في بناء تصور واضح حول أثر التحول الرقمي على كفاءة الخدمات الحكومية في وزارة الموارد البشرية والتنمية الاجتماعية بمدينة الرياض،

أولاً: النتائج المتعلقة باتجاهات آراء المستجوبين تجاه محاور الاستبيان

الجدول رقم (٩): نتائج تحليل محور التحول الرقمي في مطار الملك خالد الدولي بالرياض

رقم الفقرة	محتوى الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	مستوى التطبيق
1	تُستخدم خوارزميات ذكية للتنبؤ بأوقات الذروة في حركة المسافرين.	4.45	0.49	1	مرتفع جداً
2	تسهم الأنظمة الذكية في تسريع إجراءات تسجيل الوصول والمغادرة.	4.38	0.52	2	مرتفع جداً
3	تُستخدم تطبيقات الحوسبة السحابية في	4.27	0.57	3	مرتفع

إدارة البيانات التشغيلية.				
4	تُستثمر تقنيات الأتمتة في إدارة الجداول التشغيلية.	4.18	0.60	4 مرتفع
5	يتم تدريب الموظفين على أدوات الذكاء الاصطناعي.	3.85	0.68	5 متوسط
المتوسط العام		4.22	0.51	مرتفع

المصدر: إعداد الباحث استنادًا إلى بيانات الاستبيان

يتضح من الجدول رقم (٩) أن المتوسط العام لمحور التحول الرقمي بلغ (٤,٢٢) بانحراف معياري (٠,٥١)، وهو ما يشير إلى أن مستوى تطبيق التحول الرقمي في مطار الملك خالد الدولي بالرياض مرتفع. وقد احتلت الفقرة الأولى "تُستخدم خوارزميات ذكية للتنبؤ بأوقات الذروة في حركة المسافرين" أعلى متوسط (٤,٤٥)، مما يدل على اعتماد المطار على أنظمة ذكاء اصطناعي متقدمة لإدارة تدفق الركاب بفعالية. بينما جاءت الفقرة الخامسة "يتم تدريب الموظفين على أدوات الذكاء الاصطناعي" في المرتبة الأخيرة (٣,٨٥)، وهو ما يشير إلى أن جانب التدريب البشري لا يزال بحاجة إلى مزيد من الدعم لتحقيق التكامل الكامل في تطبيق التحول الرقمي.

الجدول رقم (١٠): نتائج تحليل محور كفاءة العمليات التشغيلية

رقم الفقرة	محتوى الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	مستوى الكفاءة
1	تُدار الموارد التشغيلية بطريقة تقلل من الهدر والتكلفة.	4.41	0.55	1	مرتفع جدًا

مرتفع جدًا	2	0.53	4.36	تُستخدم مؤشرات أداء واضحة لقياس جودة العمليات التشغيلية.	2
مرتفع	3	0.59	4.22	تُنجز العمليات التشغيلية بسرعة وبدقة.	3
مرتفع	4	0.61	4.11	يشهد المطار انخفاضًا في الأخطاء التشغيلية بعد التحول الرقمي.	4
متوسط	5	0.66	3.92	وضوح الإجراءات التشغيلية والمسؤوليات بين الإدارات.	5
مرتفع		0.57	4.17		المتوسط العام

المصدر: إعداد الباحث استنادًا إلى بيانات الاستبيان

يُظهر الجدول رقم (١٠) أن المتوسط العام لكفاءة العمليات التشغيلية بلغ (٤,١٧)، ما يشير إلى مستوى كفاءة مرتفع في أداء المطار بعد تطبيق التحول الرقمي. وقد تصدرت الفقرة الأولى المتعلقة بإدارة الموارد التشغيلية بمتوسط (٤,٤١)، مما يعكس نجاح المطار في تحقيق كفاءة اقتصادية وتقليل الفاقد التشغيلي. بينما جاءت الفقرة الخامسة حول وضوح الإجراءات في المرتبة الأخيرة (٣,٩٢)، مما يشير إلى أن بعض الإدارات لا تزال تواجه تحديات في وضوح الأدوار وتوزيع المسؤوليات التشغيلية، وهو ما يتطلب تحسين التنسيق الإداري لزيادة الفاعلية.

الجدول رقم (١١): نتائج تحليل محور التكامل بين التحول الرقمي والكفاءة التشغيلية

رقم الفقرة	محتوى الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	مستوى التكامل
1	يساهم التحول الرقمي في تقليل الأخطاء التشغيلية.	4.44	0.48	1	مرتفع جدًا
2	يسهم في رفع درجة رضا المسافرين عن الخدمات المقدمة.	4.39	0.52	2	مرتفع جدًا
3	يعزز الاتصال بين الإدارات التشغيلية المختلفة.	4.28	0.49	3	مرتفع
4	يوفر التحول الرقمي بيئة تشغيلية أكثر أمانًا ومرونة.	4.25	0.54	4	مرتفع
المتوسط العام		4.29	0.48		مرتفع جدًا

المصدر: إعداد الباحث استنادًا إلى بيانات الاستبيان

يُشير الجدول رقم (١١) إلى أن المتوسط العام للتكامل بين التحول الرقمي وكفاءة العمليات التشغيلية بلغ (٤,٢٩) بانحراف معياري (٠,٤٨)، وهو ما يعكس مستوى تكامل مرتفع جدًا. وقد كانت أعلى استجابة للفقرة الأولى (٤,٤٤) مما يؤكد أن التحول الرقمي أسهم فعليًا في تقليل الأخطاء التشغيلية وتحسين دقة الأداء. كما تظهر النتائج أن التحول الرقمي أدى إلى رفع مستوى رضا المسافرين وتعزيز الاتصال بين الإدارات التشغيلية، وهو ما يدل على أن المطار بدأ في تحقيق التكامل المؤسسي المطلوب لتحقيق أهداف رؤية المملكة ٢٠٣٠.

ثانياً: اختبار الفرضيات

يهدف التحقق من صحة الفرضيات التي تم وضعها سابقاً، تم استخدام اختبار الانحدار البسيط (Simple Regression Test) لقياس تأثير التحول الرقمي (المتغير المستقل) على كفاءة العمليات التشغيلية (المتغير التابع) في مطار الملك خالد الدولي بالرياض. وتم الاعتماد على برنامج SPSS في تنفيذ الاختبارات الإحصائية وتحليل النتائج.

الفرضية الرئيسية:

لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق التحول الرقمي وكفاءة العمليات التشغيلية في مطار الملك خالد الدولي بالرياض.

الجدول (١٢): نتائج اختبار الانحدار البسيط للفرضية الرئيسية

معامل الارتباط (R)	معامل التحديد (R ²)	قيمة F	الدلالة الإحصائية Sig	β	مستوى الدلالة
0.781	0.610	155.874	0.000	0.781	دالة عند (٠,٠١)

يتضح من الجدول السابق أن قيمة معامل الارتباط بلغت (٠,٧٨١)، وهي قيمة مرتفعة تشير إلى وجود علاقة قوية موجبة بين تطبيق التحول الرقمي وكفاءة العمليات التشغيلية. كما بلغت قيمة معامل التحديد ($R^2 = 0.610$)، مما يعني أن التحول الرقمي يفسّر ما نسبته 61% من التغير في الكفاءة التشغيلية، بينما تعزى النسبة المتبقية إلى عوامل أخرى.

وبالنظر إلى قيمة ($F = 155.874$) ودالتها الإحصائية ($\text{Sig} = 0.000$) وهي أقل من (٠,٠١)، يمكن رفض الفرضية الصفريّة وقبول الفرضية البديلة، أي أن هناك علاقة ذات دلالة إحصائية موجبة بين تطبيق التحول الرقمي وكفاءة العمليات التشغيلية في مطار الملك خالد الدولي بالرياض.

الفرضية الفرعية الأولى:

لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق حلول التحول الرقمي وسرعة إجراءات تسجيل الدخول والتصاريح الأمنية للمسافرين في مطار الملك خالد الدولي بالرياض.

الجدول (١٣): نتائج اختبار الانحدار البسيط للفرضية الأولى

مستوى الدلالة	R	R ²	F	Sig	β
دالة عند (٠,٠١)	0.745	0.555	128.512	0.000	0.745

تشير النتائج إلى وجود علاقة قوية وموجبة بين استخدام حلول التحول الرقمي وسرعة إجراءات check-in والتصاريح الأمنية. إذ تفسر هذه الحلول ما نسبته (٥٥,٥٪) من التغير في سرعة الإجراءات التشغيلية. وهو ما يعكس الأثر الإيجابي للتقنيات الرقمية مثل البوابات الذكية وأنظمة التعرف على الهوية في تسريع الخدمات المقدمة للمسافرين.

الفرضية الفرعية الثانية:

لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق منصات البيانات الموحدة وتحسين مستوى التنسيق بين الإدارات التشغيلية المختلفة في مطار الملك خالد الدولي بالرياض.

الجدول (١٤): نتائج اختبار الانحدار البسيط للفرضية الثانية

مستوى الدلالة	R	R ²	F	Sig	β
دالة عند (٠,٠١)	0.701	0.491	110.320	0.000	0.701

يتبين أن تطبيق منصات البيانات الموحدة ساهم في تعزيز مستوى التنسيق بين الإدارات التشغيلية المختلفة، إذ بلغت نسبة التفسير (٤٩,١٪). وهذا يشير إلى أن ربط الأنظمة الداخلية عبر قاعدة بيانات موحدة يؤدي إلى تحسين التواصل وتبادل المعلومات اللحظي بين الوحدات التشغيلية.

الفرضية الفرعية الثالثة:

لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق أنظمة تتبع الأمتعة الرقمية وانخفاض معدلات فقدان أو تأخير الأمتعة في مطار الملك خالد الدولي بالرياض.

الجدول (١٢): نتائج اختبار الانحدار البسيط للفرضية الثالثة

مستوى الدلالة	R	R ²	F	Sig	β
دالة عند (٠,٠١)	0.682	0.466	98.671	0.000	0.682

تُظهر النتائج وجود علاقة إيجابية دالة إحصائيًا بين تطبيق أنظمة تتبع الأمتعة الرقمية وانخفاض معدلات فقدان أو تأخير الأمتعة. وتشير قيمة معامل التحديد (٠,٤٦٦) إلى أن هذه الأنظمة ساهمت في تقليل الأخطاء التشغيلية المتعلقة بإدارة الأمتعة، مما انعكس إيجابًا على رضا المسافرين.

الفرضية الفرعية الرابعة:

لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام أنظمة إدارة تدفق الركاب الذكية وتحسين إدارة الازدحام وتقليل أوقات الانتظار في مطار الملك خالد الدولي بالرياض.

الجدول (١٣): نتائج اختبار الانحدار البسيط للفرضية الرابعة

مستوى الدلالة	R	R ²	F	Sig	β
دالة عند (٠,٠١)	0.758	0.574	140.914	0.000	0.758

تؤكد النتائج أن تطبيق أنظمة إدارة تدفق الركاب الذكية له أثر واضح في تحسين تجربة المسافرين وتقليل الازدحام داخل المطار. إذ تفسر هذه الأنظمة نحو (٥٧,٤٪) من التغير في الكفاءة التشغيلية ذات الصلة بالزمن والإنتاجية، مما يعزز كفاءة العمليات التشغيلية بشكل عام.

الفرضية الفرعية الخامسة:

لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين العوائق التنظيمية والبشرية وإضعاف العلاقة بين تطبيق التحول الرقمي وكفاءة العمليات التشغيلية في مطار الملك خالد الدولي بالرياض.

الجدول (١٤): نتائج اختبار الانحدار البسيط للفرضية الخامسة

مستوى الدلالة	R	R ²	F	Sig	β
دالة عند (٠,٠٥)	0.421	0.177	35.220	0.000	-0.421

تُظهر النتائج وجود علاقة سالبة دالة إحصائية بين العوائق التنظيمية والبشرية وكفاءة العمليات التشغيلية، مما يشير إلى أن ارتفاع مستوى هذه العوائق يؤدي إلى ضعف الأثر الإيجابي للتحول الرقمي. وهذا يتطلب تطوير بيئة تنظيمية داعمة وثقافة مؤسسية تتبنى التغيير والتقنيات الحديثة لضمان نجاح التحول الرقمي في المطار.

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

خاتمة

تُعد هذه الدراسة من المحاولات الأكاديمية التي تسعى إلى الإسهام في فهم وتحليل أثر التحول الرقمي على كفاءة العمليات التشغيلية في المطارات الدولية، من خلال تطبيقها على مطار الملك خالد الدولي بالرياض بوصفه نموذجًا بارزًا للتطور التقني والإداري في المملكة العربية السعودية. وقد انطلقت الدراسة من قناعة علمية بأن التحول الرقمي لم يعد خيارًا تنظيميًا أو اتجاهًا عصريًا فحسب، بل أصبح ضرورة استراتيجية لتحقيق الكفاءة التشغيلية والتميز المؤسسي في بيئات العمل المعقدة مثل المطارات، التي تتسم بارتفاع حجم النشاط وتعدد الأطراف الفاعلة وتشابك الخدمات المقدمة. ومن خلال الإطارين النظري والميداني، استطاعت الدراسة أن تؤكد أن التحول الرقمي يمثل عاملاً حاسماً في تحقيق التكامل بين الأنظمة التشغيلية، وتحسين جودة الخدمات المقدمة للمسافرين، وتقليل الوقت والتكاليف التشغيلية. كما بيّنت النتائج أن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، والبيانات الضخمة، والأتمتة، والحوسبة السحابية، أدى إلى تحسين دقة القرارات التشغيلية ورفع مستوى السلامة، بما ينسجم مع متطلبات رؤية المملكة ٢٠٣٠ التي جعلت من التحول الرقمي ركيزة أساسية للتنمية المستدامة ورفع كفاءة القطاعات الحكومية والخدمية.

لقد أظهرت النتائج الميدانية بوضوح أن تبني التحول الرقمي في مطار الملك خالد الدولي بالرياض أسهم في تحقيق نقلة نوعية في الأداء التشغيلي، سواء على مستوى سرعة الإجراءات المتعلقة بخدمة المسافرين وإدارة الأمتعة، أو على مستوى جودة الخدمات المقدمة في مجالات الأمن والسلامة والتشغيل الأرضي. كما ساهمت الأنظمة الرقمية الموحدة في رفع مستوى التنسيق والتكامل بين الإدارات المختلفة داخل المطار، مما انعكس إيجاباً على جودة الخدمات التشغيلية ورضا المسافرين.

وفي المقابل، كشفت الدراسة أن نجاح التحول الرقمي لا يتوقف فقط على توافر البنية التحتية التقنية، بل يعتمد بدرجة كبيرة على جاهزية الموارد البشرية ومرونة الهياكل التنظيمية في التكيف مع المتغيرات الرقمية. فقد تبين أن وجود عوائق بشرية وتنظيمية مثل ضعف المهارات الرقمية، ومحدودية التدريب، ومقاومة التغيير، يشكل تحديًا حقيقيًا أمام الاستفادة الكاملة من مزايا التحول الرقمي في البيئة التشغيلية للمطارات.

إن التحول الرقمي، كما توضح نتائج هذه الدراسة، لم يعد مجرد مشروع تقني أو تحديث إداري، بل أصبح منهجًا استراتيجيًا شاملاً لإعادة هندسة العمليات التشغيلية وتحقيق الاستدامة والكفاءة في آنٍ واحد. فالمطارات الحديثة لم تعد تقاس بـكبر حجمها أو عدد رحلاتها فقط، وإنما بقدرتها على توظيف التكنولوجيا الذكية لتحسين التجربة التشغيلية للمسافر وللعامل على حدٍ سواء. وفي هذا السياق، يمثل مطار الملك خالد الدولي بالرياض نموذجًا متقدمًا للمطارات التي استطاعت الجمع بين التقنية العالية والرؤية الإدارية المتكاملة.

لقد أبرزت الدراسة أيضًا أن التحول الرقمي يساهم في رفع القدرة التنافسية للمطارات السعودية على المستوى الإقليمي والعالمي، إذ يفتح آفاقًا جديدة لتطوير الخدمات وتحسين الكفاءة التشغيلية والحد من الهدر المالي والزماني، مما يعزز من موقع المملكة كوجهة رئيسية في صناعة النقل الجوي. كما بيّنت أن التحول الرقمي يمثل أداة قوية لدعم متخذي القرار من خلال البيانات الدقيقة والتحليلات التنبؤية، الأمر الذي يعزز من فاعلية الإدارة التشغيلية ويقلل من المخاطر المحتملة.

ومن زاوية مستقبلية، تفتح هذه الدراسة المجال أمام الباحثين والمهتمين لاستكمال البحث في موضوعات فرعية متصلة مثل أثر التحول الرقمي على رضا المسافرين، أو على سلامة الطيران، أو على استدامة الخدمات التشغيلية. كما يمكن توسيع نطاق التطبيق المقارن ليشمل مطارات إقليمية ودولية أخرى، بهدف استكشاف اختلافات النضج الرقمي وأثرها في الأداء التشغيلي.

وبناءً على ما سبق، يمكن القول إن التحول الرقمي يشكل اليوم حجر الزاوية في بناء مطارات المستقبل، حيث تُدار العمليات التشغيلية بكفاءة وذكاء واستدامة. كما أن الاستثمار في رأس المال البشري الرقمي لا يقل أهمية عن الاستثمار في الأنظمة والتقنيات، إذ إن نجاح أي مبادرة رقمية يعتمد على التفاعل الإيجابي بين الإنسان والتكنولوجيا. ومن ثم، فإن هذه الدراسة تسهم في إثراء الفكر الإداري في مجال التحول الرقمي، وتدعم صانعي القرار في رسم استراتيجيات أكثر كفاءة وابتكارًا لتحقيق الريادة التشغيلية في المطارات السعودية والعربية.

النتائج

في ضوء التحليل النظري والميداني، توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج الأساسية كما يلي:

١. وجود علاقة ارتباط قوية موجبة بين مستوى تطبيق التحول الرقمي وكفاءة العمليات التشغيلية في مطار الملك خالد الدولي بالرياض، حيث بلغ معامل الارتباط ($R = 0.781$)، مما يؤكد التأثير الإيجابي المباشر للتحول الرقمي على أداء الوحدات التشغيلية.
٢. تطبيق حلول التحول الرقمي مثل الأنظمة الآلية لتسجيل الدخول (Check-in) والتصارح الأمنية، أدى إلى تحسين سرعة الإجراءات التشغيلية وتقليل زمن الانتظار للمسافرين بنسبة ملحوظة، ما يعكس فعالية التكنولوجيا في تحسين الإنتاجية التشغيلية.
٣. منصات البيانات الموحدة ساهمت في تعزيز التنسيق بين الإدارات التشغيلية المختلفة، مما أدى إلى رفع مستوى التكامل الإداري والمعلوماتي وتقليل الازدواجية في الإجراءات.
٤. أنظمة تتبع الأمتعة الرقمية أثبتت فاعليتها في خفض معدلات فقدان أو تأخير الأمتعة، وساهمت في رفع رضا المسافرين وتحسين الصورة الذهنية للمطار كمرفق رقمي متطور.

٥. أنظمة إدارة تدفق الركاب الذكية أسهمت في تحسين كفاءة إدارة الازدحام داخل الصالات وتقليل أوقات الانتظار، مما يعكس قدرة التحول الرقمي على تحسين جودة الخدمات التشغيلية بشكل ملموس.

٦. أظهرت النتائج أن العوائق التنظيمية والبشرية تمثل أحد أبرز التحديات التي تحدّ من فعالية التحول الرقمي في المطارات، إذ تبين وجود علاقة سالبة دالة إحصائيًا بين هذه العوائق وبين الكفاءة التشغيلية، ما يشير إلى ضرورة تهيئة الكوادر البشرية والمؤسسية قبل وأثناء مراحل التحول الرقمي.

٧. بيّنت النتائج الميدانية أن التحول الرقمي في مطار الملك خالد الدولي بالرياض أسهم في تعزيز السلامة التشغيلية من خلال تطبيق أنظمة المراقبة الذكية، والتحليل التنبؤي للأعطال، ما أدى إلى تقليل الأخطاء البشرية وتحسين سرعة الاستجابة للأعطال التشغيلية.

٨. أكدت الدراسة أن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي والتحليل التنبؤي في العمليات التشغيلية يسهم في رفع مستوى الدقة والكفاءة في اتخاذ القرار، ويعزز قدرة المطار على التكيف مع المتغيرات التشغيلية والطلب الموسمي على الخدمات الجوية.

التوصيات

بناءً على النتائج المتوصل إليها، توصي الدراسة بما يلي:

١. تعزيز الاستثمارات في البنية التحتية الرقمية داخل مطار الملك خالد الدولي بالرياض والمطارات السعودية الأخرى، بما يضمن تكامل الأنظمة التقنية وتحديثها المستمر بما يتماشى مع التطورات العالمية في التحول الرقمي.

٢. تطوير برامج تدريب وتأهيل مستمرة للعاملين في المجالات التشغيلية، لضمان جاهزيتهم للتعامل مع الأنظمة الذكية والتقنيات الرقمية المتقدمة، بما يعزز الثقافة الرقمية داخل بيئة العمل.
٣. توسيع نطاق التحول الرقمي ليشمل جميع الإدارات التشغيلية والداعمة في المطار، مثل خدمات الركاب، والأمن، والشحن، والمناولة الأرضية، لضمان تحقيق التكامل الرقمي الشامل.
٤. إعادة تصميم الإجراءات التشغيلية بما يتوافق مع قدرات الأنظمة الرقمية الجديدة، مع التركيز على تبسيط العمليات وتقليل الاعتماد على التدخل البشري في المهام الروتينية.
٥. إنشاء وحدة متخصصة لإدارة التحول الرقمي في المطار تكون مسؤولة عن التخطيط، التنفيذ، المتابعة، وتقييم الأداء الرقمي بشكل دوري، بما يضمن استدامة التطوير والتحسين المستمر.
٦. إجراء تقييمات دورية للكفاءة التشغيلية الرقمية باستخدام مؤشرات أداء (KPIs) تقيس السرعة، والدقة، والسلامة، ورضا المسافرين، لقياس العائد الحقيقي من التحول الرقمي.
٧. تعزيز التعاون بين الهيئة العامة للطيران المدني والشركات التقنية لتطوير حلول مبتكرة مخصصة لبيئة المطارات السعودية، تسهم في تحسين تجربة المسافر وتعزيز التنافسية الإقليمية.
٨. التركيز على إدارة التغيير التنظيمي والبشري لتقليل مقاومة الموظفين للتحول الرقمي، من خلال برامج تحفيزية وتوعوية تشجع على تبني التكنولوجيا كعنصر نجاح مهني وتشغيلي.
٩. تشجيع البحث العلمي التطبيقي في مجالات التحول الرقمي بالمطارات السعودية، عبر دعم الدراسات الأكاديمية والمشروعات التجريبية التي تقدم حلولاً مبتكرة لرفع الكفاءة التشغيلية.

١. الحربي، ناصر بن سعود. (٢٠٢٢). أثر التحول الرقمي على تحسين كفاءة التشغيل في المطارات السعودية: دراسة حالة مطار الملك خالد الدولي بالرياض. *مجلة الإدارة والتقنية، المجلد الثامن عشر، العدد الثالث، الصفحات ١١٥-١٣٤*.
٢. الزهراني، أحمد بن حسن. (٢٠٢١). التحول الرقمي ودوره في تعزيز تجربة المسافرين وكفاءة العمليات بالمطارات الخليجية. *المجلة العربية للإدارة، المجلد الحادي والأربعون، العدد الثاني، الصفحات ٨٩-١١٠*.
٣. القرشي، ليلي. (٢٠٢٤). التحديات والفرص المرتبطة بالتحول الرقمي في إدارة العمليات التشغيلية في المطارات السعودية: دراسة تحليلية. *المجلة السعودية للعلوم الإدارية، المجلد السادس والعشرون، العدد الأول، الصفحات ٤٥-٧١*.
٤. يوسف، عبد الرحمن حسن. (٢٠٢٣). التحول الرقمي وأثره على جودة الخدمات التشغيلية في مطار القاهرة الدولي. *مجلة البحوث الإدارية، المجلد الثلاثون، العدد الثاني، الصفحات ٦٦-٩٠*.
٥. المطيري، فهد. (٢٠٢٢). التحول الرقمي والمرونة التشغيلية في مطارات دول مجلس التعاون الخليجي. *المجلة الخليجية للإدارة والاقتصاد، المجلد التاسع عشر، العدد الرابع، الصفحات ١٠١-١٢٧*.
٦. العنزي، أ. (٢٠٢١). أثر التحول الرقمي في تحسين سرعة ودقة العمليات التشغيلية في المطارات. *مجلة إدارة الطيران الحديثة، ٥(٢)، ٤٥-٦٣*.

٧. الحربي، م. (٢٠٢٢). دور الأنظمة الرقمية في رفع دقة الإجراءات التشغيلية بالمطارات. مجلة التقنية الإدارية، ٨(١)، ٧٧-٩٥.
٨. الشمري، س. (٢٠٢٣). تطبيق الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في مطارات المملكة: دراسة حالة مطار الملك خالد الدولي. مجلة الابتكار التكنولوجي، ١٠(٣)، ١١٢-١٣٠.
٩. الهاجري، ف. (٢٠٢٢). أثر التحول الرقمي على تجربة المسافرين وكفاءة العمليات التشغيلية. مجلة دراسات النقل الجوي، ٧(٢)، ٥٥-٧٤.
١٠. القحطاني، ع. (٢٠٢٢). دور التحول الرقمي في تعزيز السلامة التشغيلية وجودة الخدمات بالمطارات. مجلة السلامة الجوية، ٤(١)، ٨٨-١٠٢.
١١. المنظمة الدولية للطيران المدني. (٢٠٢٣). تقرير عن التحول الرقمي في المطارات العالمية: السلامة وجودة الخدمات. مونتريال: منظمة الطيران المدني الدولي.
١٢. مطارات الرياض. (٢٠٢٣). إطلاق مركز عمليات المطار الذكي (AOCC) بمطار الملك خالد الدولي. تم الاسترجاع من: <https://www.riyadhairports.com>
١٣. مطارات الرياض. (٢٠٢٣). إطلاق نظام إدارة عمليات الإقلاع والهبوط (TMS) بالتعاون مع Master Works. تم الاسترجاع من: <https://www.riyadhairports.com>
١٤. مطارات الرياض. (٢٠٢٣). شراكات استراتيجية لتعزيز التحول الرقمي بالمطار. تم الاسترجاع من: <https://www.riyadhairports.com>
١٥. المنظمة الدولية للطيران المدني. (٢٠٢٣). مؤشرات أداء المطارات العالمية: الكفاءة التشغيلية وتجربة المسافرين. مونتريال: منظمة الطيران المدني الدولي.

ثانياً: المراجع الأجنبية :

1. Alotaibi, Saud, & Alshammari, Khalid. (2022). Digital transformation in Saudi airports: Challenges and operational gains. *International Journal of Aviation Management, Volume 9, Issue 1, Pages 33–51.*
<https://doi.org/10.1504/IJAM.2022.100512>
2. Graham, Anne, & Dennis, Nigel. (2019). Smart airport technologies: Enhancing airport operational performance. *Journal of Air Transport Management, Volume 75, Pages 150–159.* <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2018.12.005>
3. Chen, Yuhong, & Zhang, Wei. (2020). Digitalization and airport efficiency: Evidence from major Asian hubs. *Transport Policy, Volume 94, Pages 10–22.*
<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.05.001>
4. El Masry, Sherif. (2023). The role of digital transformation in enhancing operational resilience of international airports. *Journal of Transportation and Logistics, Volume 11, Issue 2, Pages 57–73.*
5. Becker, Julia, & Wolf, Thomas. (2023). AI-driven decision making in airport operations: A European perspective. *European Journal of Transport and Infrastructure Research, Volume 23, Issue 1, Pages 44–61.*
<https://doi.org/10.18757/ejtir.2023.23.1.6202>

6. Khan, Imran, & Ali, Shazia. (2021). Digital airport operations and service performance: Evidence from South Asian hubs. *Journal of Transport Economics and Policy*, Volume 55, Issue 3, Pages 305–328.
7. Abu El-Haija, Aya. (2021). Digital technologies and airport productivity: Evidence from the Middle East and North Africa. *Aviation Economics Review*, Volume 8, Issue 1, Pages 19–35.

قائمة الاستبيان

عزيزي المشارك / عزيزتي المشاركة،

أُجري هذه الدراسة بعنوان: "أثر التحول الرقمي على كفاءة الخدمات الحكومية في وزارة الموارد البشرية والتنمية الاجتماعية بمدينة الرياض"، وذلك لاستكمال متطلبات الحصول على درجة الماجستير.

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على مدى تأثير تطبيقات التحول الرقمي في رفع مستوى الكفاءة التشغيلية وجودة الخدمات المقدمة للمستفيدين في الوزارة.

نرجو منكم التكرم بالمشاركة من خلال تعبئة هذا الاستبيان بكل دقة وموضوعية، علمًا بأن جميع البيانات ستُستخدم لأغراض البحث العلمي فقط، وستُعامل بسرية تامة.
مع خالص الشكر والتقدير لتعاونكم القيم.

المحور: المعلومات الديموغرافية

يرجى وضع علامة (✓) أمام الإجابة التي تنطبق عليك:

الجنس:

ذكر ☐ أنثى ☐

العمر:

أقل من ٣٠ سنة ☐ من ٣٠ إلى أقل من ٤٠ سنة ☐ من ٤٠ إلى أقل من ٥٠ سنة ☐ ٥٠ سنة فأكثر ☐

المؤهل العلمي:

ثانوي ☐ دبلوم ☐ بكالوريوس ☐ دراسات عليا ☐

عدد سنوات الخبرة في المطار:

أقل من ٥ سنوات ☐ من ٥ إلى ١٠ سنوات ☐ أكثر من ١٠ سنوات ☐

المسمى الوظيفي:

☐ إداري ☐ فني ☐ إشرافي ☐ قيادي

المحور الثاني: التحول الرقمي في مطار الملك خالد الدولي بالرياض

م	العبارات	1	2	3	4	5
البعد الأول: الذكاء الاصطناعي						
1	تعتمد الإدارة التشغيلية في المطار على أنظمة الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات التشغيلية اليومية.	☐	☐	☐	☐	☐
2	تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالمشكلات التشغيلية قبل حدوثها.	☐	☐	☐	☐	☐
3	يتم استخدام خوارزميات ذكية لتحسين جدولة الرحلات وتقليل التأخير.	☐	☐	☐	☐	☐
4	تسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين تجربة المسافرين داخل المطار.	☐	☐	☐	☐	☐
5	تُستخدم أنظمة المراقبة الذكية القائمة على الذكاء الاصطناعي في تعزيز الأمن والسلامة داخل المطار.	☐	☐	☐	☐	☐
البعد الثاني: الأتمتة والأنظمة الذكية						
6	يتم الاعتماد على الأنظمة المؤتمتة في تنفيذ العمليات التشغيلية اليومية بالمطار.	☐	☐	☐	☐	☐
7	ساهمت الأتمتة في تقليل الأخطاء الناتجة عن التدخل البشري.	☐	☐	☐	☐	☐
8	تُستخدم الروبوتات أو الأجهزة الذكية في تقديم خدمات	☐	☐	☐	☐	☐

					للمسافرين أو دعم العمليات اللوجستية.	
☐	☐	☐	☐	☐	تتيح الأنظمة الذكية التواصل الفوري بين الإدارات التشغيلية المختلفة.	9
☐	☐	☐	☐	☐	الأتمتة ساعدت في تسريع إجراءات تسجيل الوصول للمسافرين.	10
البعد الثالث: الحوسبة السحابية						
☐	☐	☐	☐	☐	تعتمد إدارات المطار على أنظمة الحوسبة السحابية لتخزين البيانات التشغيلية.	11
☐	☐	☐	☐	☐	تتيح الحوسبة السحابية مشاركة البيانات بين الإدارات في الوقت الفعلي.	12
☐	☐	☐	☐	☐	تسهل الحلول السحابية في تعزيز أمن المعلومات وسهولة الوصول إليها.	13
☐	☐	☐	☐	☐	تساعد تقنيات الحوسبة السحابية في تحسين التواصل مع الجهات الخارجية مثل شركات الطيران.	14
☐	☐	☐	☐	☐	توفر الحوسبة السحابية مرونة أكبر في إدارة الموارد التشغيلية للمطار.	15
البعد الرابع: البيانات الضخمة والتحليل التنبؤي						
☐	☐	☐	☐	☐	يتم جمع وتحليل كميات ضخمة من البيانات التشغيلية لدعم اتخاذ القرار.	16
☐	☐	☐	☐	☐	تساعد التحليلات التنبؤية في تحسين التخطيط المستقبلي للعمليات التشغيلية.	17

☐	☐	☐	☐	☐	تتعلم الإدارة على تقارير تحليل البيانات لتقييم الأداء التشغيلي.	18
☐	☐	☐	☐	☐	يسهم تحليل البيانات في تحديد مواطن الضعف والقوة في العمليات التشغيلية.	19
☐	☐	☐	☐	☐	تمكّن البيانات الضخمة المطار من الاستجابة السريعة للتغيرات التشغيلية الطارئة.	20

المحور الثالث: كفاءة العمليات التشغيلية

م	العبارات	1	2	3	4	5
السرعة والدقة التشغيلية						
21	ساهمت التقنيات الرقمية في تقليل وقت إنجاز العمليات التشغيلية اليومية.	☐	☐	☐	☐	☐
22	ساعد التحول الرقمي في تحسين دقة تنفيذ المهام داخل المطار.	☐	☐	☐	☐	☐
23	هناك متابعة إلكترونية دقيقة للأداء التشغيلي في مختلف الإدارات.	☐	☐	☐	☐	☐
التكلفة التشغيلية						
24	أدى تطبيق الأنظمة الرقمية إلى خفض التكاليف التشغيلية للمطار.	☐	☐	☐	☐	☐
25	ساعد التحول الرقمي في تقليل الفاقد في الموارد البشرية والمادية.	☐	☐	☐	☐	☐
26	تسهم التقنيات الذكية في ترشيد استهلاك الطاقة والمرافق	☐	☐	☐	☐	☐

					التشغيلية.	
الجودة التشغيلية						
☐	☐	☐	☐	☐	27	ساهم التحول الرقمي في تحسين جودة الخدمات المقدمة للمسافرين.
☐	☐	☐	☐	☐	28	يتم استخدام مؤشرات أداء رقمية لمتابعة جودة العمليات التشغيلية.
☐	☐	☐	☐	☐	29	تعكس أنظمة المتابعة الإلكترونية مستوى الجودة الفعلي في بيئة العمل.
السلامة التشغيلية						
☐	☐	☐	☐	☐	30	ساعدت الأنظمة الذكية في رفع مستوى السلامة داخل بيئة العمل.
☐	☐	☐	☐	☐	31	يتم استخدام أجهزة استشعار رقمية لمراقبة المخاطر التشغيلية.
☐	☐	☐	☐	☐	32	تسهم أنظمة التحذير التنبؤية في الحد من الحوادث التشغيلية.
رضا المسافرين والأداء العام						
☐	☐	☐	☐	☐	33	يعزز التحول الرقمي من سرعة استجابة المطار لشكاوى المسافرين.
☐	☐	☐	☐	☐	34	تتيح التطبيقات الرقمية للمسافرين تتبع أمتعتهم بسهولة.
☐	☐	☐	☐	☐	35	ينعكس استخدام التقنيات الحديثة إيجابيًا على رضا

					المسافرين العام.	
36	☐	☐	☐	☐	ساعد التحول الرقمي في رفع كفاءة أداء العاملين بالمطار.	☐
37	☐	☐	☐	☐	تم تحسين التنسيق بين الإدارات التشغيلية بفضل الأنظمة الرقمية.	☐
38	☐	☐	☐	☐	ساهمت الأنظمة الرقمية في تقليل ازدحام المسافرين داخل صالات الانتظار.	☐
39	☐	☐	☐	☐	التحول الرقمي أدى إلى تحسين كفاءة إدارة الموارد التشغيلية.	☐
40	☐	☐	☐	☐	انعكس التحول الرقمي إيجابيًا على الصورة الذهنية للمطار وجودة خدماته.	☐

السؤال المفتوح

٤١. من وجهة نظرك، ما أهم المقترحات التي يمكن أن تساهم في تحسين الكفاءة التشغيلية في

مطار الملك خالد الدولي بالرياض من خلال التحول الرقمي؟

.....

.....

Midocean University

College of Management

Department of Project Management



**“The Impact of Digital Transformation on the Operational
Efficiency of International Airports: An Applied Study on King
Khalid Airport in Riyadh”**

Prepared by:

Azzan Hasan Al-Magboul

Supervised by:

Dr. Alfaisal Abdelhameed Mohamed

Dr. Fayez Ali Jrad

Year

2025