

الخطة الاستراتيجية لمطار الأمير محمد بن عبدالعزيز الدولي



أولاً: الرؤية

تحقيق قيادة إقليمية في الطيران الذكي الآمن، وجعل مطار المدينة المنورة نموذجاً متقدماً في التشغيل الرقمي المستدام، يُمكن من تقديم تجربة استثنائية للحاج والمُعتمر والمسافر.



ثانياً: الرسالة

تمكين مطار المدينة المنورة من التحول إلى منظومة تشغيل رقمية متكاملة تركز على التوأمة الرقمية، الذكاء الاصطناعي، والتحليلات التنبؤية، لدعم أمن وسلامة العمليات، وتحسين تجربة ضيوف الرحمن.



القيم المؤسسية لمطار الأمير محمد بن عبدالعزيز الدولي

1. السلامة أولاً (Safety First)

السلامة ليست خياراً، بل أولوية تشغيلية في كل قرار ونظام. نلتزم بتطبيق أعلى معايير السلامة الدولية، وتعزيز منظومة استباقية تكتشف المخاطر قبل وقوعها، لضمان حماية الأرواح والممتلكات في جميع الظروف.

2. التميز التشغيلي (Operational Excellence)

نؤمن بأن الكفاءة والجودة وجهان لعملة واحدة. نعمل وفق أنظمة رقمية متكاملة تدعم التشغيل الذكي، وتقلل من الهدر، وتضمن انسيابية العمل بكفاءة عالية، حتى في أوقات الذروة والمواسم الحساسة.

3. الابتكار والتحول الرقمي (Innovation & Digital Agility)

نتبنى الابتكار كمنهج عمل يومي، ونعمل على دمج أحدث التقنيات مثل التوأمة الرقمية، الذكاء الاصطناعي، والحوسبة الطرفية في جميع العمليات، بما يضمن قدرة استباقية مرنة ومتجددة.

4. التركيز على الضيف (User-Centricity)

جميع الخدمات والأنظمة تُصمم من منظور الحاج، المعتمر، والمسافر. نعمل على توفير تجربة سفر ذكية، سلسلة، وآمنة، تعكس كرم الضيافة وتقدير الزائر في مدينة الرسول ﷺ.

5. الاستدامة والمسؤولية (Sustainability & Responsibility)

نلتزم بإدارة مواردنا التشغيلية والبيئية بمسؤولية، ونعمل على تقليل الانبعاثات والهدر، وتحقيق التوازن بين الأداء العالي والحفاظ على البيئة وخدمة المجتمع.

6. التمكين بالبيانات (Data Empowerment)

نتخذ قراراتنا بناءً على بيانات لحظية دقيقة، ونسعى لتوحيد المصادر وتحليلها بشكل متكامل لدعم اتخاذ القرار الذكي على جميع المستويات التشغيلية.

7. التكامل المؤسسي (Institutional Synergy)

نعمل بشراكات استراتيجية فعّالة مع الجهات الحكومية، والأمنية، والتنظيمية، لضمان تنسيق عالي المستوى، وسرعة استجابة موحدة، وتحقيق أهداف مشتركة.

8. التمكين البشري (Human Enablement)

نؤمن بأن التقنية لا تغني عن الإنسان، بل تُكمّله. نسعى لتأهيل وتمكين الكوادر السعودية لتكون في طليعة قيادة التشغيل الذكي، وتسهم في بناء منظومة معرفية وطنية في أمن وسلامة الطيران.



ثالثًا: الأهداف الاستراتيجية

1. رفع كفاءة الأمن والسلامة التشغيلية عبر ربط التوأم الرقمي بمنصات استجابة ذكية وتحليلات آنية.

رفع كفاءة الأمن والسلامة التشغيلية عبر ربط التوأم الرقمي بمنصات استجابة ذكية وتحليلات آنية

في سياق التوجه نحو بيئة تشغيلية ذكية وآمنة في مطار الأمير محمد بن عبدالعزيز الدولي، تُعد كفاءة الأمن والسلامة التشغيلية أحد المرتكزات الاستراتيجية الأساسية، حيث لا تُقاس فقط بعدد الحوادث أو الاستجابات، بل بقدرة النظام على التنبؤ بالمخاطر، وتقليل زمن التفاعل، وتحقيق تكامل فوري بين الإنسان والتقنية. ولتحقيق هذا المستوى من الكفاءة، يتم توظيف التوأمة الرقمية كمحور رئيس، يتم من خلاله الربط اللحظي بين البيانات التشغيلية والأنظمة الأمنية في بيئة مدمجة قائمة على التحليل الذكي واتخاذ القرار التلقائي.

أولاً: التوأم الرقمي كمنصة تشغيل مركزية للأمن والسلامة

يمثل التوأم الرقمي نسخة رقمية حية من بيئة المطار، تُغذى باستمرار من خلال مستشعرات، كاميرات، أنظمة دخول، بيانات صيانة، ودرونز ميدانية. هذه المنصة لا تعمل كمجرد تمثيل بصري، بل كنظام تشغيلي متكامل:

- يتمكن من رصد التغيرات السلوكية أو التشغيلية غير الطبيعية بشكل لحظي.
- يقوم بتحليل هذه البيانات باستخدام الذكاء الاصطناعي لتحديد أنماط الانحراف أو مؤشرات الخطر.
- يُصدر تنبيهات فورية لأنظمة الاستجابة (C4i) أو للمشغلين الميدانيين.

ثانيًا: منصة الاستجابة الذكية (C4i) كحلقة وصل تنفيذية

من خلال تكامل التوأم الرقمي مع غرفة تحكم رقمية موحدة (C4i)، تتحول البيانات اللحظية إلى قرارات تنفيذية:

- تُدمج أنظمة المراقبة، الدخول، الاستغاثة، والإنذار المبكر في منصة واحدة.

- تُنفذ البروتوكولات التشغيلية تلقائيًا أو بتفاعل شبه فوري من المشغلين.
- يُعاد توجيه الموارد الميدانية (كوادر أمن، آليات، درونز) استنادًا إلى أولويات الاستجابة الفورية.

ثالثًا: التحليلات التنبؤية والآنية كأداة استباق

- تُبنى قدرة الاستباق على استخدام خوارزميات تعلم آلي وتحليل سلوكي تستند إلى قاعدة بيانات ضخمة:
- يُمكن للنظام أن يتنبأ بحدوث اختناقات أو تهديدات محتملة (مثل تسلل غير مشروع أو عطل تشغيلي).
 - يتيح ذلك إعادة توجيه الطواقم مسبقًا، أو تفعيل خطط احتواء قبل تفاقم الموقف.
 - تُستخدم هذه التحليلات كذلك لتحديد مناطق الهشاشة التشغيلية وتحسين الخطط الوقائية.

رابعًا: الربط بين العناصر البشرية والأنظمة الذكية

- أحد أعمدة النجاح في رفع الكفاءة هو إعادة صياغة العلاقة بين الإنسان والتقنية:
- يتم تمكين موظفي الأمن والتشغيل من واجهات ذكية متنقلة تعرض توصيات التوأم الرقمي لحظيًا.
 - تُبنى البروتوكولات على أساس "دعم القرار البشري" لا استبداله، مما يرفع من دقة الاستجابة وسرعة التنفيذ.
 - تُربط إجراءات الأمن والسلامة مباشرة ببيانات الحالة الفعلية للمطار، لا بتقديرات تقليدية.

خامساً: التحول من الاستجابة إلى الوقاية الفعالة

الهدف الاستراتيجي ليس فقط تسريع الاستجابة، بل تقليل الحاجة إليها عبر التحول نحو بيئة وقائية ذاتية التصحيح:

- تُستخدم تقارير التوأَم الرقمي والذكاء الاصطناعي لرصد مؤشرات الخطر وتكرار الأعطال.
- يتم تطبيق إجراءات صيانة تنبؤية أو تعديل مسارات التشغيل قبل وقوع الخلل.
- يُسهم ذلك في تقليل الحوادث التشغيلية بنسبة تتجاوز 70%، وخفض زمن الاستجابة إلى أقل من 3 دقائق.

الخلاصة:

رفع كفاءة الأمن والسلامة التشغيلية لا يتحقق بإضافة أنظمة جديدة، بل عبر تكامل ذكي وفوري بين النظم الرقمية (التوأَم الرقمي، الذكاء الاصطناعي، الحوسبة الطرفية) والمنظومة البشرية والميدانية. وعندما تتحول البيانات اللحظية إلى قرارات تنفيذية مدعومة بالبنية الرقمية، يصبح المطار ليس فقط قادراً على الاستجابة... بل على الوقاية، التحسين المستمر، وضمان السلامة كقيمة تشغيلية لا كإجراء طارئ.

2. تحسين تجربة الحاج والمعتمر من خلال حلول تنقل بيومترية غير تداخلية.

تحسين تجربة الحاج والمعتمر من خلال حلول تنقل بيومترية غير تداخلية

في مطار الأمير محمد بن عبدالعزيز الدولي، الذي يمثل البوابة الجوية الرئيسية للحجاج والمعتمرين القادمين إلى المدينة المنورة، تُعد تجربة ضيوف الرحمن أولوية وطنية واستراتيجية. وتحسين هذه التجربة لا يتوقف عند سرعة الإجراءات، بل يمتد ليشمل مفهوماً أعمق: تحويل إجراءات الأمن والسلامة والتنقل إلى عمليات غير مرئية، ذكية، وشخصية، تحترم خصوصية الحاج وتُيسّر رحلته منذ لحظة الوصول.

ولتحقيق ذلك، يتم توظيف الحلول البيومترية غير التداخلية كركيزة للتحول من تجربة تفتيش تقليدية إلى تجربة انسيابية متكاملة، تبدأ بالهوية البيولوجية وتنتهي بخروج آمن وسلس من المطار.

أولاً: الهوية البيومترية كبوابة دخول غير مرئية

يتم الاعتماد على الهوية البيومترية (بصمة الوجه، قزحية العين، نمط المشي) كمعرف رئيسي للحاج والمعتمر، بحيث:

- يتم تسجيل البيانات البيومترية مسبقاً بالتكامل مع منصات وزارة الحج والعمرة وسفارات المملكة.
- عند وصول المسافر، لا حاجة لجواز السفر أو بطاقة الصعود في معظم النقاط، حيث يتعرف النظام تلقائياً على الزائر دون تدخل بشري مباشر.
- تُستخدم هذه الهوية أيضاً في التنقل داخل المطار، المرور بنقاط التفتيش، واستلام الأمتعة، مما يقلل من التلامس ويزيد من الانسيابية.

ثانياً: إجراءات أمنية غير تداخلية مبنية على السلوك والذكاء الاصطناعي

بدلاً من نقاط التفتيش التقليدية التي تعتمد على التوقف والفحص اليدوي:

- تُنشر بوابات ذكية مزودة بكاميرات رؤية حاسوبية وأجهزة استشعار تقرأ السلوك البيومتري للراكب أثناء مروره.
- هذه الأنظمة قادرة على اكتشاف التوترات أو الانحرافات السلوكية دون إيقاف الشخص.
- يتم التفاعل فقط مع الحالات المشبوهة التي يُحددها النظام استناداً إلى نماذج الذكاء الاصطناعي، مما يُخفض نسبة التوقيفات لأقل من 5% من إجمالي الركاب.

ثالثاً: التكامل مع التوأَم الرقمي لتوجيه الحاج آلياً

يُربط نظام التنقل البيومتري بالتوأَم الرقمي للمطار، بحيث:

- يتمكن الحاج من رؤية مساره لحظياً على شاشات أو عبر تطبيق شخصي (أو حتى من خلال الواقع المعزز في نقاط الانتظار).
- تُحدد أقرب البوابات، وأماكن الخدمات، ونقاط الدعم بلغته الأصلية.

- يُوجه النظام الحاج بطريقة ديناميكية، اعتمادًا على حالته البدنية، زحام المنطقة، أو توقيت الرحلة، مما يجعل التجربة مخصصة وفردية.

رابعًا: تقليل الاحتكاك ورفع الكرامة الإنسانية في الإجراءات

الحاج والمُعتمر غالبًا من كبار السن أو من ذوي الاحتياجات الخاصة، وبالتالي:

- تؤدي هذه الحلول إلى تقليل الانتظار، إزالة نقاط التوتر، وإلغاء أي شعور بالاستجواب أو التمييز.
- لا يتطلب الحاج أي مهارة تقنية أو تدخل منه، فالنظام يُدير التجربة تلقائيًا.
- يُمنح كل حاج شعورًا بالاحترام والترحيب، ويشعر أن المطار جزء من منظومة خدمة متكاملة لا مجرد نقطة عبور.

خامسًا: النتائج المتوقعة استراتيجيًا

- خفض زمن العبور في المطار بنسبة تتجاوز 50% خلال مواسم الذروة.
- رفع مؤشر رضا الحاج والمُعتمر المرتبط بالأمن والسلامة إلى أعلى من 90%.
- تقليل التوتر والاحتكاك البشري بنسبة كبيرة، وهو ما يرفع من السلامة الصحية والنفسية.
- دعم الأمن الاستباقي من خلال تقنيات الرؤية الحاسوبية والتحليلات السلوكية، دون المساس بحرية الحركة أو خصوصية الأفراد.

سادسًا: الاستثمار في القيم الإسلامية والتميز التشغيلي

إن تحسين تجربة الحاج لا يُقاس فقط بالتقنية، بل بمدى تمثيله للقيم الإسلامية في الضيافة والتيسير. وتوظيف الحلول البيومترية غير التداخلية ليس مجرد تحديث تقني، بل:

- رسالة احترام لضيوف الرحمن.
- تجسيد عملي للرؤية السعودية في أن تكون المملكة خادمة للحرمين الشريفين بمعايير عالمية.
- تطبيق حيٍّ لمفهوم التشغيل الذكي الرحيم، حيث تلتقي التكنولوجيا بالإحسان، والذكاء الاصطناعي بالتيسير الديني.

الخلاصة:

في مطار المدينة، لا يُنظر للحاج كراكب فقط، بل كضيف كريم في رحلة روحية عظيمة. وتجربة هذا الضيف تُدار بمنظومة بيومترية ذكية، غير تداخلية، تُعلي من كرامته، تُيسر رحلته، وتُحافظ على أمنه... دون أن يشعر بها.

3. تعزيز القدرة على الاستجابة الموسمية لمواسم الحج والعمرة بآليات استباقية مدعومة بالدرونز.

تعزيز القدرة على الاستجابة الموسمية لمواسم الحج والعمرة بآليات استباقية مدعومة بالدرونز

يشكّل مطار الأمير محمد بن عبدالعزيز الدولي أحد أهم البوابات الجوية لاستقبال الحجاج والمعتمرين، مما يجعله في قلب أكثر المواسم التشغيلية تعقيداً على مستوى العالم. وتشهد مواسم الحج والعمرة تدفقات بشرية كثيفة، وضغطاً عالياً على الموارد التشغيلية والأمنية، إلى جانب احتمالية تصاعد الطوارئ المناخية أو التشغيلية في أي لحظة.

ولمواجهة هذه التعقيدات الموسمية، لا يُكتفى برد الفعل، بل يتم اعتماد آليات استباقية ذكية تعتمد على الدرونز والأنظمة التحليلية المتقدمة، بما يمكن من بناء بيئة تشغيلية مرنة، عالية الجاهزية، وذات قدرة على التكيف الديناميكي الفوري.

أولاً: استخدام الدرونز كأداة استشعار وتشغيل ذكي

يتم نشر أسطول من الطائرات دون طيار (الدرونز) في محيط المطار الداخلي والخارجي، يتم التحكم بها وربطها بالتوأم الرقمي للمطار، وتقوم بالأدوار التالية:

- رصد كثافة الحشود وتدفق الركاب في الوقت الفعلي عبر الرؤية الحاسوبية.
- مسح المسارات والبوابات ومواقف الطائرات للكشف عن حالات الازدحام، الأعطال، أو الطوارئ البيئية.
- توجيه فرق التشغيل ميدانياً بناءً على التحليل اللحظي للبيانات الميدانية.
- التدخل الأولي في الحوادث عبر درونز مزودة بكاميرات حرارية وبث مباشر عالي الدقة، يتم إرسالها تلقائياً إلى موقع الحدث.

ثانياً: تفعيل سيناريوهات استباقية موسمية

بالتكامل مع التوأَم الرقمي ومنصات الذكاء الاصطناعي:

- يتم **نمذجة مواسم الذروة** مسبقاً بناءً على بيانات الأعوام السابقة (عدد الرحلات، التكديس الزمني، سلوك الحجاج).
- تُستخدم هذه النماذج لتحديد **مناطق الخطورة التشغيلية قبل حدوثها**: مثل نقاط التفتيش عالية الضغط، أو تقاطع تدفقات الركاب من جهات متعددة.
- يتم توزيع الموارد تلقائياً (كوادر، بوابات، عربات مساعدة) حسب التوقعات التنبؤية.
- يُفعّل **نظام تنبيه مبكر** لأي خلل في الأداء أو انحراف عن السيناريوهات المتوقعة.

ثالثاً: تحقيق استجابة فورية متعددة المحاور

عند وقوع حدث تشغيلي أو أمني خلال الموسم:

- تنطلق الدرونز تلقائياً إلى الموقع، وتنقل بيانات الفيديو والحرارة والصوت إلى غرفة C4i.
- يُصدر التوأَم الرقمي تحليلاً لحظياً يقترح الإجراءات الأنسب (مثل إعادة توجيه الحشود، فتح بوابة بديلة، أو استدعاء فريق دعم).
- يُربط هذا التحليل مباشرة بأنظمة الإذاعة الداخلية والتنبيه الميداني لضمان استجابة دقيقة وسريعة.
- يُقلّص زمن التعامل مع الأحداث إلى **دقائق معدودة** دون الحاجة لبلاغ بشري تقليدي.

رابعًا: التحسين المستمر خلال الموسم

- يتم تحديث أنماط التحليل والسيناريوهات التشغيلية بشكل يومي خلال الموسم، اعتمادًا على البيانات اللحظية التي تجمعها الدرونز والمجسات الأرضية.
- تُعقد اجتماعات تشغيل قصيرة مدعومة بلوحات تحليلية مرئية، يُعاد فيها تخصيص الموارد وتحسين الخطط للأيام التالية.
- يُراقب أداء فرق التدخل وفعالية توجيه الحشود، ويتم إدخال التحسينات في نفس الدورة الزمنية، بما يرفع كفاءة الموسم بشكل تراكمي.

خامسًا: دمج الزائر في منظومة الجاهزية

- يتم استخدام واجهات تفاعلية وتطبيقات جوال تعرض للحاج أو المعتمر حالة الازدحام اللحظية في مناطق المطار.
- تُرسل تنبيهات ذكية إلى الزوار لإعادة جدولة الحركة أو التوجه إلى مسارات بديلة، في حال رصد تكدس غير اعتيادي.
- يُسهم هذا الوعي الاستباقي في تخفيف الضغط عن الأنظمة، وتقليل الحوادث الناجمة عن الازدحام أو التوتر.

سادسًا: النتائج الاستراتيجية المتوقعة

- خفض زمن الاستجابة للحوادث الموسمية إلى أقل من 3 دقائق.
- تحسين جاهزية الفرق التشغيلية بنسبة تتجاوز 90%.
- تقليل نسب التكدس والاضطراب الموسمي بما لا يقل عن 60%.
- رفع مستوى التنسيق بين الجهات الأمنية والتشغيلية لحظيًا.
- زيادة رضا ضيوف الرحمن عن تجربة الوصول والمغادرة بشكل ملحوظ.

سابعاً: التكامل مع الرؤية الوطنية

هذه المنظومة المدعومة بالدرونز لا تمثل مجرد تقنية إضافية، بل رافعة استراتيجية لتحقيق رؤية المملكة 2030 في أن تكون المملكة مركزاً لوجستياً ذكياً آمناً يخدم العالم الإسلامي بتميز. وتُبرز تجربة مطار المدينة المنورة كيف يمكن دمج الذكاء الاصطناعي والتحكم الذاتي والاستباق التشغيلي في بيئة واقعية معقدة وموسمية، لتُبنى استجابة لا تعتمد على التنبؤ وحده، بل على التحكم الكامل في الزمن الحقيقي.

4. توطين القدرات الرقمية والتقنية بتأهيل كوادر محلية في التوأمة الرقمية والذكاء الاصطناعي.

توطين القدرات الرقمية والتقنية بتأهيل كوادر محلية في التوأمة الرقمية والذكاء الاصطناعي

في ظل التحوّل الشامل الذي يشهده قطاع الطيران السعودي نحو التشغيل الذكي، لا يمكن تحقيق استدامة هذا التحول دون توطين المعرفة الرقمية وتأسيس رأس مال بشري وطني متخصص. ويُعد مطار الأمير محمد بن عبدالعزيز الدولي في المدينة المنورة موقعاً استراتيجياً لتجسيد هذا التوطين، باعتباره بوابة الحرمين الشريفين ومختبراً حياً لتقنيات التوأمة الرقمية والذكاء الاصطناعي.

ولذلك، يتجه المشروع إلى إعادة صياغة مفهوم التوظيف في المطار، ليصبح الموظف السعودي ليس مجرد منفذ إجراءات، بل عنصراً معرفياً فاعلاً ضمن منظومة تشغيلية ذكية مدفوعة بالبيانات.

أولاً: بناء قدرات وطنية في التوأمة الرقمية

- يتم تطوير برنامج تدريبي متخصص يستهدف المهندسين والفنيين السعوديين، يُركز على:

- تصميم وتشغيل النماذج ثلاثية الأبعاد للمطار (3D Digital Twins).

- الربط اللحظي بين الأنظمة الفيزيائية والرقمية باستخدام بروتوكولات IoT.

- إدارة سيناريوهات الأمن والسلامة عبر محاكاة تشغيلية داخل التوأم الرقمي.

- يُنفَّذ التدريب عبر مختبرات محاكاة ميدانية داخل المطار، بالتعاون مع الجامعات السعودية ومعاهد الابتكار التقني.

- تُخصّص مسارات لتأهيل مشغلي التوأّم الرقمي ميدانيًا، ممن يفهمون السياق التشغيلي المحلي، ويستطيعون التفاعل مع بيانات الميدان وتحويلها إلى إجراءات.

ثانيًا: تأهيل محلي ذكاء اصطناعي في بيئة تشغيل الطيران

- تطوير كفاءات وطنية متخصصة في تحليل البيانات التشغيلية والأمنية باستخدام أدوات تعلم الآلة والرؤية الحاسوبية، من خلال:

- بناء خوارزميات تحليل سلوك الحشود في مواسم الذروة.
- التنبؤ بالأعطال والاختناقات التشغيلية باستخدام الذكاء التنبؤي.
- تطوير نماذج تصنيف وإنذار مبكر للحوادث الأمنية استنادًا إلى بيانات التوأّم الرقمي والدرونز.

- يتم تدريب هذه الكوادر داخل منصة البيانات المركزية للمطار (C4i)، ليتحول التحليل من ممارسة نظرية إلى أداة قرارية فورية.

ثالثًا: إنشاء وحدة تشغيل وطنية للتقنيات الذكية

- يتم إنشاء وحدة ميدانية دائمة داخل المطار تضم:

- مهندسي تشغيل التوأّم الرقمي.
- محلي بيانات أمن وسلامة.
- فنيي روبوتات ودرونز.
- مختصي واجهات تجربة المستخدم.

- تُشغّل هذه الوحدة بالكامل بكفاءات سعودية، تكون مسؤولة عن:

- التشغيل الفعلي للمنظومات الذكية.
- تحسين النماذج عبر دورات Kaizen تشغيلية.
- توفير الدعم اللحظي لغرفة القيادة والتحكم.

رابعاً: التحفيز الوظيفي المبني على الأداء المعرفي

- يتم ربط الحوافز والترقيات ليس فقط بالانضباط الإداري، بل ب:
 - جودة النماذج التحليلية التي يُنتجها الموظف.
 - دقة التوقعات التي يقدمها محلل البيانات.
 - سرعة التفاعل مع الحالات التشغيلية من قبل مشغل التوأم الرقمي.
- تُمنح شهادات اعتماد مهنية معترف بها محلياً ودولياً، وتُوفّر مسارات وظيفية متقدمة في مجال إدارة الطيران الذكي.

خامساً: توطين المعرفة لا التكرار

- الهدف ليس فقط تدريب أفراد، بل بناء بيئة تعلم مستمرة تُنتج معرفة محلية قابلة للتصدير:
 - توثيق النماذج والخوارزميات التي تُستخدم خلال مواسم الذروة.
 - تطوير مكتبة وطنية تحتوي على "سيناريوهات مطار المدينة" كنموذج مرجعي لباقي مطارات المملكة.
 - التعاون مع الجامعات السعودية لإنشاء برامج دراسات عليا ميدانية في الذكاء الاصطناعي للطيران.

سادساً: النتائج المتوقعة من التوطين الاستراتيجي

- تخفيض الاعتماد على الموردين الأجانب بنسبة تتجاوز 60% في إدارة الأنظمة الذكية.
- رفع نسبة التوطين في الوظائف الرقمية الحساسة إلى 70% خلال ثلاث سنوات.
- تحقيق استمرارية التشغيل وتطوره دون توقف عند انتهاء العقود الخارجية.
- تحويل مطار المدينة إلى منصة سعودية نموذجية لتدريب الكوادر في مطارات أخرى محلياً وإقليمياً.

سابعاً: تجسيد رؤية المملكة 2030 من خلال الإنسان

إن الاستثمار في التقنية لا يكتمل بدون الاستثمار في الإنسان الذي يُشغّلها ويُطوّر ها. وتوطين القدرات الرقمية في مطار المدينة هو تجسيد فعلي لرؤية 2030 التي تُريد للمواطن أن يكون:

- قائداً للمنظومة التشغيلية، لا تابعاً لها.
- صانعاً للقرار من خلال تحليل البيانات، لا مجرد منفذ لإجراء.
- مهندساً للبيئة الذكية التي تخدم ضيوف الرحمن، لا مراقباً سلبياً لها.

وهكذا، يتحول المطار من مجرد منشأة تشغيلية إلى منظومة تعلم وطنية، تُدير الحاضر... وتُصمّم مستقبل الطيران السعودي بكوادره.

5. تحقيق التكامل الرقمي مع الجهات التنظيمية مثل SDAIA، GACA، ووزارة الحج.

تحقيق التكامل الرقمي مع الجهات التنظيمية مثل SDAIA، GACA، ووزارة الحج

في بيئة تشغيلية معقّدة مثل مطار الأمير محمد بن عبدالعزيز الدولي، لا يمكن تحقيق الكفاءة والسلامة والأمن دون تكامل مؤسسي عابر للجهات. وفي سياق الرقمنة المتسارعة، يصبح التكامل الرقمي مع الجهات التنظيمية والتشريعية هو السبيل الحقيقي لبناء منظومة تشغيلية موحّدة وذكية، تتفاعل مع البيانات في الزمن الحقيقي، وتتخذ قرارات مؤسسية دقيقة، استباقية، ومتزامنة.

من هنا، تُبنى الاستراتيجية على تحقيق تكامل تقني وتشغيلي فوري مع ثلاث جهات تنظيمية سيادية: الهيئة العامة للطيران المدني (GACA)، الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (SDAIA)، ووزارة الحج والعمرة — كلٌ منها يُمثّل محورًا تشغيليًا حيويًا في نجاح موسم الحج والعمرة وسلامة الرحلات اليومية.

أولاً: التكامل مع الهيئة العامة للطيران المدني (GACA)

● ربط التوأّم الرقمي للمطار مباشرةً بمنصات الرقابة والتقارير التابعة لـ GACA، بما يسمح للجهة التنظيمية بمراقبة:

○ مؤشرات السلامة والأمن اللحظية.

○ استجابة المطار للأحداث الطارئة.

○ حالة الامتثال الفني والتشغيلي.

● تفعيل الربط اللحظي في حالات البلاغات أو الإنذارات التشغيلية، بحيث تُرسل إشعارات ذكية تلقائية إلى GACA في حال:

○ تجاوز مؤشرات حدود الخطر.

○ حدوث أعطال حرجة.

○ تسجيل أي مخالفة للمعايير الدولية أو البروتوكولات المحلية.

● تمكين الهيئة من الوصول إلى لوحات تحكم مركزية (Dashboards) مرتبطة بالتوأمة الرقمية، ما يرفع من كفاءة الرقابة دون الحاجة لتدخل ميداني دائم.

ثانيًا: التكامل مع الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (SDAIA)

- توثيق وربط تدفق البيانات التشغيلية الحساسة من المطار ضمن بنية الحوسبة السحابية التي تديرها SDAIA، لضمان:

- أمن البيانات السيبراني.

- الامتثال الكامل للضوابط الوطنية لحوكمة البيانات.

- توحيد معايير تصنيف المعلومات وحمايتها.

- التعاون مع SDAIA لتطوير نماذج ذكاء اصطناعي وطنية مخصصة لتحليل:

- سلوك الحشود.

- أعطال الصيانة.

- المخاطر الأمنية والبيئية.

- الاستفادة من منصات الذكاء الاصطناعي الوطنية (مثل منصة إحسان، ومنصة سدايا GCP) لتخزين وتحليل البيانات الضخمة (Big Data)، وتعزيز قدرة المطار على التنبؤ والتخطيط الذكي لمواسم الذروة.

ثالثًا: التكامل مع وزارة الحج والعمرة

- ربط بيانات الحجاج والمعتمرين القادمين عبر المطار بمنصة وزارة الحج قبل وصولهم، مما يتيح:

- استقبلاً مُعداً مسبقاً لكل فوج بناءً على بيانات أفرادهم (اللغة، الحالة الصحية، أوقات الوصول والمغادرة).

- تخصيص المسارات والخدمات داخل المطار بناءً على جنس، عمر، احتياج كل مجموعة.

○ تحديد أولويات الأمن والدعم الأرضي استنادًا إلى حجم وضغط التدفقات المتوقعة.

- مزامنة الجداول التشغيلية للمطار مع خطط النقل من وإلى الحرم النبوي، بما يضمن تدفقًا متزامنًا بين الطيران والنقل الأرضي.
- تفعيل بوابة مشتركة رقمية للتنسيق بين مشغلي المطار والوزارة خلال موسم الحج، ما يُمكن من إدارة اللحظة التشغيلية، لا فقط مراجعة النتائج بعد وقوعها.

رابعًا: منصة بيانات تكاملية موحدة

- يُنشأ مركز بيانات تشغيلي موحد داخل المطار (Operational Data Hub) يُربط بـ:

○ GACA لتنظيم السياسات.

○ SDAIA لتحليل البيانات والحماية السيبرانية.

○ وزارة الحج لتنسيق الحشود.

- تُبنى هذه المنصة على بنية API مفتوحة وأمنة، وتتيح تبادل البيانات في الزمن الحقيقي، ما يعزز من:
 - سرعة اتخاذ القرار.
 - تقليل تضارب الصلاحيات.
 - توحيد الإجراءات التشغيلية بين الجهات.

خامسًا: الأثر الاستراتيجي للتكامل الرقمي

- تقصير دورة اتخاذ القرار التنظيمي من أيام إلى دقائق.
- رفع مستوى الامتثال اللحظي للأنظمة والتشريعات بنسبة تفوق 95%.
- تقليل التكرار الإداري والبلاغات الورقية بأكثر من 80%.
- تعزيز ثقة الجهات العليا في جاهزية المطار، خصوصًا في حالات الأزمات أو المواسم الكبرى.
- تمكين الجهات التنظيمية من التخطيط الاستباقي بناءً على بيانات حية، لا بلاغات متأخرة.

سادساً: تحقيق رؤية "حكومة ممكنة رقمياً"

يمثل هذا التكامل الرقمي صورة حيّة لما تستهدفه رؤية المملكة 2030 في محور "وطن طموح": حكومة متصلة، قرارات مبنية على البيانات، وتفاعل تشغيلي غير معتمد على البيروقراطية.

وما يُنفَّذ في مطار المدينة سيكون النموذج المرجعي لتوسيع التكامل الرقمي على مستوى مطارات المملكة كافة، بحيث لا يعود المطار يعمل بمعزل عن الجهات التنظيمية، بل يُدار بتنسيق لحظي معها، كتروس في منظومة واحدة تتحرك بانسجام وتشغيل ذكي دائم.

6. تفعيل حوكمة رقمية للمطار لضمان أمن البيانات، وموثوقية العمليات.

تفعيل حوكمة رقمية للمطار لضمان أمن البيانات، وموثوقية العمليات

في ظل التحول الرقمي العميق الذي يشهده مطار الأمير محمد بن عبدالعزيز الدولي، تصبح حوكمة البيانات وموثوقية الأنظمة التشغيلية حجر الزاوية في ضمان الاستدامة، الحماية، والكفاءة. فمع ازدياد الاعتماد على التوأمة الرقمية، الذكاء الاصطناعي، والأنظمة المتصلة، تتعاظم التحديات المرتبطة بالأمن السيبراني، سلامة المعلومات، والتكامل بين النظم.

لهذا، فإن تفعيل حوكمة رقمية شاملة ليس خياراً تنظيمياً، بل ضرورة تشغيلية لحماية الأصول الرقمية، توحيد تدفق البيانات، وضمان اتخاذ قرارات قائمة على معلومات موثوقة ومرخصة ضمن أطر واضحة للمساءلة والتصعيد.

أولاً: تأسيس إطار وطني للحوكمة الرقمية داخل المطار

● وضع نموذج حوكمة متكامل يستند إلى المعايير الوطنية الصادرة عن:

- الهيئة الوطنية للأمن السيبراني (NCA).
- هيئة البيانات والذكاء الاصطناعي (SDAIA).
- الهيئة العامة للطيران المدني (GACA).

● يشمل هذا النموذج:

- تحديد الصلاحيات والمسؤوليات الرقمية (من هو المالك؟ من المتحكم؟ من المشغل؟).
- تصنيف البيانات (عامة، مقيدة، حساسة، سيادية).
- تنظيم تدفق البيانات بين الأنظمة والجهات الحكومية.
- إدارة المخاطر الرقمية بناءً على مصفوفة تقييم تأثير.

ثانيًا: تطبيق معايير أمن المعلومات والامتثال السيبراني

- اعتماد معايير دولية مثل:

- ISO 27001 لأمن المعلومات.

- NIST للضوابط التقنية السيبرانية.

- ISO 22301 لاستمرارية الأعمال في حال الطوارئ السيبرانية.

- تنفيذ نظام إدارة أمن معلومات (ISMS) داخلي يرتبط بجميع أنظمة المطار الرقمية (التوأم، الدرونز، الأنظمة البيومترية، الحوسبة الطرفية).

- تفعيل وحدات SOC و SIEM لرصد التهديدات والهجمات اللحظية، وتوفير تقارير إنذار فوري يتم التعامل معها قبل وقوع الأثر التشغيلي.

ثالثًا: حوكمة جودة البيانات وتشغيلها

- تطوير سياسات تشغيل البيانات (Data Operating Policies) تشمل:

- توحيد صيغ البيانات والمفردات التشغيلية (Standardized Taxonomies).

- توثيق مصدر كل معلومة (Data Lineage).

- ضبط دورة حياة البيانات من الإنشاء، إلى التخزين، إلى التحديث، إلى الحذف.

- تُستخدم هذه السياسات لضمان أن البيانات التي يعتمد عليها التوأم الرقمي والذكاء الاصطناعي:

- دقيقة، محدثة، وآمنة.

- قابلة للتحليل الفوري دون مخاطر أو ازدواجية.

- تصل لصناع القرار بشكل آمن ومنهجي.

رابعًا: بناء منظومة إدارة الوصول والتحكم (Access & Identity Governance)

- تنفيذ بنية إدارة وصول مركزية (IAM) تشمل:

- تحديد من يمكنه الوصول لأي نظام، في أي وقت، ولماذا.
 - تسجيل وتدقيق كل عملية دخول أو تعديل على الأنظمة التشغيلية.
 - ربط الدخول بالتحقق البيومتري والمصادقة متعددة العوامل (MFA).
- يضمن ذلك الحد من الهجمات الداخلية، أو الاستخدام غير المشروع للأنظمة الذكية مثل التوأم الرقمي، غرف التحكم، أنظمة مراقبة الحشود.

خامسًا: حوكمة الأصول الرقمية والبنية التحتية

- تصنيف جميع الأصول الرقمية (أنظمة، منصات، تطبيقات، واجهات، بيانات) ضمن خارطة حوكمة موحدة.
- تعيين مالك رقمي لكل أصل مسؤول عن:
 - الصيانة.
 - الامتثال.
 - التحديثات الدورية.
 - تقييم الأثر التشغيلي عند حدوث خلل.
- تطبيق نظام (CMDB (Configuration Management Database لتوثيق جميع مكونات البنية الرقمية، وعلاقاتها التشغيلية.

سادساً: تمكين المساءلة والشفافية الرقمية

- ربط مؤشرات الأداء (KPIs) التشغيلية بالأداء الحوكمي الرقمي، مثل:

- وقت استجابة النظام لحادثة أمنية.

- معدل دقة البيانات المتوفرة لصناع القرار.

- عدد محاولات الدخول غير المصرح بها.

- معدل توافق الأنظمة مع معايير GACA و SDAIA و NCA.

- إصدار تقارير شهرية للجهات التنظيمية حول مدى امتثال المطار للحوكمة الرقمية، وتحسينات الاستجابة والمخاطر.

سابعاً: النتائج الاستراتيجية المرجوة من تفعيل الحوكمة الرقمية

- خفض المخاطر السيبرانية بنسبة تفوق 80%.
- تحقيق التوافق اللحظي مع المعايير الوطنية والدولية دون انتظار تفتيش لاحق.
- رفع موثوقية الأنظمة الرقمية والتشغيلية بنسبة تزيد عن 95%.
- ضمان جاهزية الأنظمة الذكية للتوسع المستقبلي دون اختراق أو تعارض في الصلاحيات.
- تعزيز ثقة الجهات التنظيمية والمستثمرين في قدرة المطار على إدارة أصوله الرقمية بكفاءة.

ثامناً: منظور رؤية 2030: الحوكمة ليست رقابة... بل تمكين ذكي

ليست الغاية من الحوكمة الرقمية فرض الضبط فقط، بل إتاحة بيئة مرنة وآمنة وشفافة تُمكن الابتكار، وتضمن اتخاذ القرارات الصحيحة، على أسس واضحة، وقابلة للتدقيق والتكرار.

ومطار المدينة، بكونه نموذجاً رقمياً متكاملًا، يجب أن يقود منظومة حوكمة وطنية ذكية، تُثبت أن التقنية وحدها لا تكفي — بل ما يصونها، وينظمها، ويجعلها تعمل من أجل الإنسان... هو الحوكمة الرقمية السيادية.



رابعاً: المحاور التنفيذية

1. التمكين الرقمي والتوأمة الذكية

يُعد التمكين الرقمي والتوأمة الذكية الأساس التشغيلي لتحويل مطار الأمير محمد بن عبدالعزيز الدولي إلى منظومة معرفية حيّة، تتفاعل مع الأحداث في الزمن الحقيقي، وتعيد ضبط عملياتها لحظياً بناءً على البيانات. هذا المحور لا يقتصر على تحويل المطار إلى نموذج رقمي، بل على خلق بيئة تشغيلية افتراضية-واقعية تعمل كمركز قيادة واستباق دائم.

تطوير نموذج ثلاثي الأبعاد للمطار باستخدام LiDAR و IoT

- يتم إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد دقيق عالي الواقعية (High-Resolution 3D Model) يغطي كامل منشآت المطار: من المدارج والممرات، إلى الصالات، الأنظمة الأرضية، وساحات الخدمات.
- يُستخدم نظام LiDAR لرسم الخرائط ثلاثية الأبعاد بشكل ديناميكي، يسمح بتحديث النموذج وفق التغييرات الميدانية الفعلية.
- تُدمج أجهزة إنترنت الأشياء (IoT) في البنية التحتية للمطار (الكاميرات، الحساسات، أجهزة الإنذار، بوابات الدخول، معدات الصيانة) لتغذية النموذج الرقمي ببيانات حية ودقيقة.
- النتيجة: نموذج حي يتنفس ويشعر ويتفاعل، يعكس لحظياً ما يحدث في الواقع.

ربط النموذج بجميع الأنظمة الحيوية (الأمن، الصيانة، خدمات الركاب)

- يُدمج التوأم الرقمي مع أنظمة الأمن السيبراني والميداني، بحيث:
 - يظهر كل تنبيه أمني (من كاميرا، درون، أو مستشعر) على خريطة حية للمطار.
 - يمكن تتبّع الحدث، تقييمه، والتصرف حياله بشكل مباشر داخل البيئة الرقمية.

- في أنظمة الصيانة:

- تُربط بيانات المعدات والأجهزة الحساسة بالنموذج، وتُراقب حالتها التشغيلية عبر الزمن.
- يتم تحديد الأعطال المحتملة، وتخطيط الصيانة التنبؤية ضمن بيئة ثلاثية الأبعاد.

- في خدمات الركاب:

- تُعرض حركة الركاب، معدلات التكدس، واستخدام المرافق لحظيًا.
- يُستخدم النموذج لتوجيه الزوار، وتوزيع الموارد البشرية بناءً على تدفق الركاب.
- كل هذا ضمن لوحة قيادة موحدة (Unified Digital Dashboard) تُمكن القادة من فهم المطار كنظام حي متكامل.

استخدام الحوسبة الطرفية لمعالجة البيانات الميدانية الفورية

- لا تُرسل البيانات إلى خوادم مركزية ثم يُنتظر تحليلها، بل تُعالج عند المصدر (Edge Computing).

- الحوسبة الطرفية تُطبّق في:

- أجهزة الدرونز التي تُحلّل الصورة ميدانيًا وتتخذ قرارات أولية.
- نقاط التفتيش الذكية التي تُقيّم سلوك المسافرين في اللحظة نفسها دون إرسال البيانات.
- وحدات الصيانة التي تُحدد الحاجة للتدخل الفني لحظيًا دون انتظار تقرير مركزي.

- الفائدة الجوهرية:

- تقليل زمن اتخاذ القرار من دقائق إلى ثوانٍ.

○ خفض الحمل على الشبكات والبنية السحابية.

○ رفع جاهزية المطار للاستجابة للأحداث المفاجئة.

خلاصة هذا المحور التنفيذي

التمكين الرقمي والتوأمة الذكية لا يمثلان مجرد تحديث تكنولوجي، بل إعادة تعريف شاملة لدورة التشغيل في المطار.

يُحوّل هذا المحور كل مكون من مكونات المطار — من جهاز إنذار صغير، إلى مدرج طائرات كامل — إلى جزء من نظام متصل، واعٍ، وقادر على التفاعل الذكي.

وما كان سابقاً "أرضاً ومنشآت" يُصبح الآن "كائنًا تشغيليًا حيًّا"، يقرأ، ويتعلم، ويستجيب... في الزمن الحقيقي.



2. السلامة الجوية والاستجابة الذكية

يمثل هذا المحور التنفيذي أحد أهم الركائز في استراتيجية التحول الذكي لمطار الأمير محمد بن عبدالعزيز الدولي، حيث يُعاد فيه تعريف مفهوم السلامة الجوية والاستجابة من نمطها التقليدي القائم على ردّ الفعل، إلى نمط استباقي مدعوم بالتقنيات الميدانية والذكاء التحليلي.

تتكامل في هذا المحور الطائرات دون طيار (الدرونز)، أنظمة المحاكاة، ونماذج التوأمة الرقمية، لتكوين منظومة دفاع تشغيلي ذكي تعمل على مدار الساعة، تُراقب، وتُحلل، وتستجيب قبل أن يتطور الخطر.

استخدام درونز المراقبة والمساعدة في الاستجابة للحوادث

- تُستخدم الدرونز كوحدات تشغيلية ميدانية متنقلة، مزودة بـ:

- كاميرات حرارية وبصرية عالية الدقة.
- حساسات بيئية للكشف عن الدخان، الغازات، والرطوبة.
- أنظمة بث مباشر مرتبطة بغرفة القيادة والتحكم الرقمية (C4i).

- تعمل هذه الدرونز على:

- المراقبة الوقائية المستمرة لمحيط المطار ومناطقه الحساسة (مدرجات، مستودعات وقود، مناطق التفتيش).
- الاستجابة الفورية للحوادث عبر الطيران الآلي لمواقع البلاغ أو الخلل، قبل وصول الفرق الأرضية.
- توفير رؤية ميدانية متكاملة لصناع القرار، مما يسرّع التوجيه ويُحسن تخصيص الموارد.

- هذا الاستخدام يُخفف من الضغط على الكوادر البشرية، ويُمكن من السيطرة على الموقع خلال الدقائق الذهبية التي تحدد مسار الحادث.

تفعيل سيناريوهات استباقية لحالات الطوارئ التشغيلية والمناخية

- يتم بناء نموذج تشغيلي تحليلي داخل التوأم الرقمي يُدمج فيه:
 - بيانات الطقس في الزمن الحقيقي (رياح، أمطار، عواصف).
 - بيانات الضغط التشغيلي (عدد الرحلات، كثافة الركاب، الحالة التشغيلية للمرافق).
 - بلاغات الصيانة والإنذارات الفنية.
- يُستخدم هذا النموذج لتفعيل سيناريوهات استباقية مثل:
 - إعادة توزيع المسارات التشغيلية للطائرات في حال تغيّرات مناخية مفاجئة.
 - رفع الجاهزية الأمنية أو اللوجستية عند وجود مؤشرات ازدحام غير طبيعي.
 - تنشيط فرق دعم طارئة (ميدانية أو افتراضية) قبل حدوث الانهيار في الأداء التشغيلي.
- تُدار هذه السيناريوهات من خلال لوحة قيادة موحدة تُصدر تنبيهات آلية وتوصيات قابلة للتنفيذ اللحظي.

محاكاة حالات الازدحام وتدفقات الحجاج لتحسين توزيع الموارد

- يتم بناء نماذج محاكاة تعتمد على بيانات سابقة وحالية لتوقع:
 - أوقات الذروة في وصول الحجاج والمعتمرين.
 - أماكن الاختناق في التدفق البشري (بوابات، نقاط التفطيش، الجمارك، الأمتعة).

○ سلوك المجموعات الجماعية داخل الصالات (رحلات مجمعة، بعثات، كبار سن).

● تستخدم المحاكاة لرسم سيناريوهات افتراضية داخل التوأم الرقمي يتم فيها:

○ اختبار فعالية توزيع الموارد الحالية.

○ تجريب خطط بديلة دون التأثير على التشغيل الفعلي.

○ اقتراح تغييرات تشغيلية أو تصميمية بناءً على نتائج المحاكاة.

● تُنفذ عمليات المحاكاة بشكل دوري، وتُحدث عند كل تغير تشغيلي كبير، أو اقتراب موسم الحج والعمرة.

النتيجة الاستراتيجية: من رد الفعل إلى التوقع الميداني

هذا المحور لا يهدف فقط إلى تحسين الاستجابة، بل إلى **تقليل الحاجة لها من الأصل**، من خلال:

● وجود أعين رقمية (الدرونز) ترصد وتحلل دون توقف.

● وجود أنظمة تتنبأ بالخطر قبل ظهوره.

● وجود محاكاة تمنح القادة خيارات متعددة قبل اتخاذ القرار.

كل ذلك يضمن سلامة جوية وميدانية تُدار بذكاء، ويحوّل المطار من موقع يستجيب للطوارئ... إلى منشأة تتجنبها وتتفاعل معها قبل أن تبدأ.



3. تجربة المسافر الذكية

في مطار الأمير محمد بن عبدالعزيز الدولي، لا تُبنى تجربة المسافر فقط على المرافق والخدمات، بل على الانسيابية، الأمان، والراحة النفسية في كل لحظة من لحظات العبور. ومع تطور الحلول الذكية، تتحول تجربة المسافر من سلسلة نقاط تفتيش وتوجيهات متكررة، إلى رحلة شخصية، سلسلة، ومتصلة تبدأ من لحظة الوصول... حتى صعود الطائرة.

هذا المحور يُركز على تفعيل منظومة ذكية شاملة، تُبسّط الإجراءات، تُقلل التوتر، وتُمكن المسافر من التفاعل اللحظي مع البيئة التشغيلية بلغته، ووفق احتياجاته.

إدخال نقاط تفتيش بيومترية تعتمد على تقنيات غير تداخلية

- تُستبدل آليات التحقق التقليدية (الوثائق، التذاكر، المعاینات اليدوية) بأنظمة تحقق بيومترية غير تداخلي:
 - كاميرات ذكية عالية الدقة تتعرف على وجه المسافر أو قزحية العين دون الحاجة للتوقف أو التفاعل المباشر.
 - مسارات مرور سلسلة تمرر الراكب تلقائيًا عند تطابق السمات الحيوية مع البيانات المخزنة.
 - تكامل كامل مع أنظمة الجوازات، الأمن، وخطوط الطيران لتقليل التكرار وتوفير تجربة مدمجة.
- تُستخدم هذه التقنية في:
 - نقاط الدخول.
 - البوابات الأمنية.
 - صعود الطائرة (boarding).
- النتيجة: تجربة عبور سريعة، آمنة، ومحترمة خصوصًا لكبار السن، الحجاج، وذوي الاحتياجات الخاصة.

استخدام الواقع المعزز (AR) لشرح إجراءات السلامة بلغات مختلفة

- تُوفّر شاشات أو تطبيقات هاتفية تعمل بتقنية الواقع المعزز (Augmented Reality) للمسافرين، بحيث:

- يوجّه الهاتف إلى لافتة أو نقطة تفتيش، فتُعرض على الشاشة توجيهات ثلاثية الأبعاد.
- تُشرح إجراءات الأمن أو الطوارئ بطريقة مرئية تفاعلية.
- يمكن للمسافر اختيار لغته (العربية، الإنجليزية، الأردو، الماليزية، الفرنسية...).

- هذه التقنية:

- تُقلّل من الحاجة للتفاعل اللفظي أو المادي مع الطواقم.
- ترفع من استيعاب المسافرين للإجراءات، خصوصاً غير المعتادين على السفر.
- تُسهّم في تقليل التوتر، وتعزيز شعور السيطرة لدى الزائر.

تطوير تطبيق رقمي يُعرض فيه "جواز الأمان الرقمي" للمسافر

- يُقدّم للمسافر تطبيق رسمي للمطار يحتوي على "جواز الأمان الرقمي" (Digital Safety Passport)، يتضمن:

- الحالة البيومترية الآمنة للمسافر.
- سجل عبوره للنقاط الأمنية وتفتيش الأمتعة.
- نتائج الفحص الصحي (إن وجد) أو التطعيمات اللازمة.
- خريطة لحظية لحركته داخل المطار، وتوجيه ذكي لمساره.

- هذا الجواز يُستخدم في:

○ تسريع المرور في نقاط التفتيش (عبر رمز QR أو التعرف التلقائي).

○ تفعيل المسارات الشخصية لكبار السن أو العوائل.

○ إرسال إشعارات لحظية بالتعليمات أو التغييرات.

● الهدف من هذا الجواز هو تحويل تجربة المسافرين من رحلة "غير متوقعة" إلى تجربة منظمة، شخصية، ومطمئنة.

الأثر الاستراتيجي لتجربة المسافر الذكية

● خفض زمن العبور الكامل للمطار بنسبة تصل إلى 50%.

● رفع نسبة رضا المسافرين إلى ما يزيد عن 90%، خصوصاً الحجاج والمعتمرين القادمين من بيئات لغوية متعددة.

● تقليل الحوادث التشغيلية المرتبطة بسوء الفهم أو التوجيه.

● إعادة تعريف "الأمن" كمفهوم سلس وإنساني... لا كإجراء مقلق.

من تجربة أمنية... إلى ضيافة ذكية

هذا المحور لا يُحسّن تجربة المسافر فقط، بل يعيد صياغة العلاقة بين المطار والمسافر: من بيروقراطية تفتيش... إلى ضيافة ذكية تضع كرامة الزائر في قلب كل نقطة عبور. ومن تعليمات جامدة... إلى تفاعل مرئي فوري بلغته، يُعزز ثقته ويُشعره بالاحتواء منذ أول لحظة.



4. الإدارة والتحكم المركزي

تُعد الإدارة المركزية الذكية إحدى الركائز الجوهرية في تشغيل المطارات الحديثة، خصوصاً في بيئة معقدة ومتغيرة مثل مطار الأمير محمد بن عبدالعزيز الدولي.

وفي هذا السياق، يهدف هذا المحور إلى إنشاء منظومة قيادة وتحكم رقمية موحدة (C4i)، تُدمج فيها جميع الأنظمة التشغيلية، الأمنية، والخدمية في نقطة مركزية واحدة، قادرة على اتخاذ القرار اللحظي المدعوم بالبيانات.

هذه المنظومة لا تُراقب فقط، بل تُحلّل، تتنبأ، وتُوجه... مع ضمان تكامل كامل مع المنصات الوطنية للبيانات، وعلى رأسها الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (SDAIA).

إنشاء غرفة تحكم رقمية موحدة C4i تربط التوأم الرقمي، الأمن، والطوارئ

● تؤسس غرفة عمليات مركزية (C4i) بمستوى تشغيل عالي تعتمد على:

○ التوأم الرقمي كنموذج تشغيلي مرئي للمطار في الزمن الحقيقي.

○ ربط مباشر مع أنظمة المراقبة (CCTV)، وأجهزة الإنذار، والدرونز الميدانية.

○ تكامل مع أنظمة البلاغات، الدفاع المدني، وخطط الطوارئ.

● تشمل قدرات الغرفة:

○ رؤية شاملة متزامنة لكافة أجزاء المطار (المدارج، الصالات، الخدمات، المرافق الحساسة).

○ إدارة الأزمات والبلاغات من خلال بروتوكولات آلية مفعلة بنظام ذكاء اصطناعي.

○ توجيه الفرق الميدانية، إعادة توزيع الموارد، وتفعيل خطط الاستجابة من نقطة مركزية موحدة.

توظيف لوحات بيانات تنبؤية لاتخاذ القرار في الزمن الحقيقي

● تُدمج في C4i لوحات تحكم ديناميكية (Dynamic Dashboards) تغذيها:

○ بيانات حركة الركاب والطائرات.

○ مؤشرات أداء المعدات والبنية التحتية.

○ تحليلات سلوكية للمسافرين والحشود.

○ معلومات الطقس، الأمن، الطوارئ.

● تستخدم اللوحات:

○ خوارزميات تعلم آلي لتوقع السيناريوهات التشغيلية قبل حدوثها.

○ تنبيهات ذكية وتقارير لحظية لتمكين القادة من اتخاذ القرار في الوقت الحاسم.

○ تفعيل الإجراءات التشغيلية بناءً على التوقع لا الرد.

● النتيجة: بيئة قيادة تستبق المشاكل... لا تنتظر حدوثها.

تكامل مع SDAIA لجمع وتحليل البيانات بشكل موحد وآمن

● يتم ربط C4i مباشرة ببنية SDAIA عبر واجهات برمجية مؤمنة (APIs) بهدف:

○ تخزين البيانات التشغيلية الحساسة على بنية وطنية محمية.

○ الاستفادة من قدرات SDAIA في تحليل البيانات الضخمة (Big Data) وتصنيفها.

○ ضمان توافق كل العمليات مع معايير حوكمة البيانات والسياسات السيبرانية الوطنية.

● هذا التكامل يضمن:

○ امتثال صارم لمعايير الحماية السيبرانية.

○ القدرة على تحليل البيانات من عدة مواسم ومصادر لبناء قرارات استراتيجية طويلة الأمد.

○ تغذية SDAIA بنماذج عمل تشغيلية يمكن تعميمها على مطارات المملكة.

أثر الإدارة المركزية الذكية على تشغيل المطار

- تقليل زمن الاستجابة للأحداث الطارئة إلى أقل من 3 دقائق.
- تخفيض حالات التعارض بين الجهات التشغيلية المختلفة عبر التنسيق اللحظي.
- رفع جودة القرار بنسبة تتجاوز 90% نتيجة لتحليل البيانات المتكامل.
- تحسين الاتساق بين العمليات اليومية والخطط الاستراتيجية الوطنية.

من قيادة مشتتة... إلى مركز عمليات وطني متكامل

غرفة C4i ليست مجرد مركز متابعة، بل عقل تشغيلي حي للمطار، يرى كل شيء، يتفاعل مع كل شيء، ويُصدر القرار الدقيق، المبني على البيانات... في اللحظة المناسبة.

إنها النقطة التي تلتقي فيها التقنية بالسيادة، والذكاء الاصطناعي بالاستجابة الإنسانية، والخدمة الميدانية بالحوكمة الوطنية.



5. الجاهزية الموسمية وتحليل الحشود

نظرًا لأن مطار الأمير محمد بن عبدالعزيز الدولي يُعد إحدى البوابات الأساسية لمواسم الحج والعمرة، فإن التحديات التشغيلية فيه موسمية الطابع، مكثفة، ومتغيرة باستمرار.

ولضمان الأداء الفعّال في فترات الذروة، لا بد من نقلة نوعية من التشغيل التقليدي الموسمي إلى تشغيل

ديناميكي قائم على تحليل الحشود والسيناريو اللحظي، باستخدام أدوات التنبؤ الذكي، وربطها بمصادر البيانات المناخية والسلوكية في الزمن الحقيقي.

دمج منصات التنبؤ المناخي والسلوكي لتحليل كثافة الحجاج والمعتمرين

● الجانب المناخي:

- ربط أنظمة التوأمة الرقمية بمنصات التنبؤ المناخي المحلية والدولية (مثل المركز الوطني للأرصاد).
- متابعة التغيرات في درجات الحرارة، العواصف الرملية، الأمطار، أو الرياح الشديدة وتأثيرها على:
 - توقيت الرحلات.
 - تدفق الحشود.
 - جاهزية المدارج والمرافق.

● الجانب السلوكي:

- استخدام الرؤية الحاسوبية وتحليلات الفيديو لرصد:
 - كثافة المجموعات في مناطق محددة.
 - أنماط حركة غير معتادة (مثل التوقف الطويل، الانحراف عن المسارات، التجمع المفاجئ).
 - سلوكيات تدل على الإرهاق، الارتباك، أو الحاجة للدعم.

- تُدمج هذه البيانات في منصة واحدة داخل غرفة C4i تُصدر مؤشرات تنبؤية لتوجيه:
 - توزيع الفرق التشغيلية.
 - فتح أو إغلاق بوابات إضافية.
 - إطلاق رسائل توجيهية للمسافرين تلقائياً.

تطوير نماذج تشغيل ديناميكية تُفعل وفق السيناريو اللحظي

- يتم بناء نماذج تشغيل مرنة قابلة للتفعيل والتعديل في الزمن الحقيقي، تركز على:
 - حجم الرحلات.
 - توزيع الجنسيات واللغات.
 - الأعمار ومستويات الحركة (أفراد، عائلات، كبار سن).
 - التوقعات المناخية والتشغيلية الفورية.
- تشمل هذه النماذج:

- خطة توزيع الحشود داخل الصالات حسب السيناريو المتوقع (ازدحام، تأخير، إغلاق مسار).
- خطة نشر الموارد البشرية والآلية (موظفون، عربات، معدات).
- إدارة الجداول الزمنية (فتح أبواب مبكرًا، تأجيل نقاط تفتيش، تغيير مسارات الشاحنات أو الخدمات).
- النماذج تعمل تلقائيًا عند تفعيل شروط محددة، مثل:
 - تجاوز عدد الركاب في منطقة معينة لمستوى الخطر.
 - تحذير مناخي قادم خلال 30 دقيقة.
 - اضطراب مفاجئ في جدول الرحلات.

النتائج المتوقعة على الجاهزية الموسمية

- خفض حالات التكدس والتصعيد الميداني بنسبة تزيد عن 70%.
- تحسين سرعة التدخل عند أي خلل تشغيلي في أوقات الذروة.
- تمكين تشغيل موسمي ذكي لا يعتمد على التقديرات البشرية وحدها، بل على البيانات المتكاملة والتعلم الآلي.
- رفع تجربة ضيوف الرحمن من لحظة الدخول إلى لحظة المغادرة، دون شعور بالازدحام أو الفوضى.

الجاهزية كمنظومة استباق... لا كرد فعل موسمي

إن الجاهزية الموسمية لم تعد تعني "الاستعداد لموسم" ثم الانسحاب بعده، بل أصبحت نمطًا مستدامًا من التهيئة والتحليل والتعديل، مدعومًا بالبيانات، الذكاء الاصطناعي، والتشغيل الديناميكي. بهذا المحور، يتحول مطار المدينة إلى مركز تشغيل موسمي دائم، يُدير الحشود بعين تنبأ... وعقل يتفاعل.



خامسًا: مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs)

تمثل مؤشرات الأداء الرئيسية أدوات قياس فعالة لرصد مدى تحقق الرؤية الاستراتيجية لمطار الأمير محمد بن عبدالعزيز الدولي، وتحويلها إلى ممارسات تشغيلية قابلة للمتابعة والتحسين المستمر. وقد جرى تصميم هذه المؤشرات لتغطي المحاور الخمسة: التوأمة الرقمية، السلامة الذكية، تجربة المسافرين، التحكم المركزي، والجاهزية الموسمية، مع التركيز على زمن الاستجابة، رضا المستخدم، وفعالية القرار.

1. زمن الاستجابة لحوادث الطيران

الهدف: أقل من 3 دقائق

- يقيس هذا المؤشر مدى سرعة استجابة منظومة C4i بالتكامل مع الدرونز والفرق الميدانية في التعامل مع حوادث جوية أو أرضية.
- انخفاض هذا الزمن يعكس تكامل الإنذار المبكر، سرعة التحليل اللحظي، وكفاءة الموارد البشرية في الموقع.

2. نسبة تغطية التوأم الرقمي

الهدف: $\leq 95\%$

- يمثل النسبة المئوية من المنشآت والمرافق والمعدات التي تم دمجها فعلياً ضمن النموذج الرقمي ثلاثي الأبعاد المتصل بالبيانات الحية.
- يعكس مدى شمولية وواقعية التوأم الرقمي في دعم اتخاذ القرار.

3. زمن انتظار الحاج/المعتمر في نقاط التفتيش

الهدف: أقل من 5 دقائق

- يقيس التجربة الفعلية لضيوف الرحمن في عبور النقاط الأمنية أو البيومترية.
- يتأثر مباشرة بفعالية أنظمة التحقق غير التداخلية وتوزيع الموارد اللحظي بناءً على تحليلات الحشود.

4. نسبة رضا المسافرين عن إجراءات الأمن

الهدف: $\leq 90\%$

- يتم قياسه عبر استبيانات رقمية ولحظية بعد عبور نقاط التفتيش.
- يعكس مدى سلاسة، احترام، وتفاعلية الإجراءات الأمنية الذكية دون المساس بجوهر الأمان.

5. عدد الحوادث غير المُدارة رقمياً

الهدف: صفر

- يشير إلى عدد الحالات التي لم يتم رصدها أو التعامل معها عبر المنصات الرقمية (C4i، التوأم، الدرونز، التحليلات).

- مؤشر حوكمي مباشر على فاعلية التحول الرقمي الكامل في إدارة الأحداث.

6. نسبة القرارات المعتمدة على البيانات

الهدف: $\leq 95\%$

- تقيس مدى اعتماد فرق التشغيل والإدارة على مخرجات التحليل اللحظي، لا على التقديرات الشخصية أو الردود اليدوية.
- يعكس نضج ثقافة "القرار المعرفي" داخل بيئة المطار.

7. نسبة التوطين في الكفاءات الرقمية

الهدف: $\leq 70\%$

- يُقاس عبر عدد السعوديين العاملين في وظائف رقمية متخصصة (تحليل بيانات، تشغيل التوأم الرقمي، الحوكمة السيبرانية).
- يعكس فعالية استراتيجيات التمكين الوطني في تحويل التقنية من منتج مستورد إلى قدرة وطنية مستدامة.

النتيجة الكلية للمؤشرات

عند تحقق هذه المؤشرات بالمعايير المستهدفة، يتحقق التالي:

- جاهزية تشغيلية واستباقية حقيقية.
- تجربة راقية لضيوف الرحمن.
- تكامل رقمي مع الجهات السيادية.
- بيئة تشغيلية مبنية على البيانات، يقودها كفاءات وطنية.



سادساً: الجدول الزمني للتنفيذ (24 شهراً)

يتمدد تنفيذ الخطة الاستراتيجية لمطار الأمير محمد بن عبدالعزيز الدولي على مدى عامين، موزعة على 7 مراحل تنفيذية متسلسلة، تضمن التكامل المرحلي بين الأنظمة، واختبارها ميدانياً قبل الانتقال إلى المرحلة التالية.

وقد رُوعي في الجدول التدرج من البنية التحتية الرقمية، إلى الربط التشغيلي، ثم التجريب والتحسين.

المرحلة 1: إنشاء النموذج الرقمي الأولي (Digital Twin)

المدة: 3 أشهر

- مسح شامل للمنشآت باستخدام LiDAR.
- بناء نموذج ثلاثي الأبعاد قابل للتحديث اللحظي.
- إدماج البنية الأساسية لنقاط البيانات (Sensors, IoT).

المرحلة 2: تكامل البيانات وأنظمة الأمن مع التوأم

المدة: 4 أشهر

- ربط التوأم الرقمي مع:
 - كاميرات المراقبة.
 - أنظمة نقاط الدخول.
 - بوابات التحذير والحساسات.
- تدريب الفرق التشغيلية على استخدام النموذج للتحكم والإنذار.

المرحلة 3: تشغيل بيئات الواقع الافتراضي والمعزز (VR/AR)

المدة: 3 أشهر

- تفعيل واجهات الواقع المعزز لشرح التعليمات والإجراءات.
- توفير بيئة تدريب افتراضية للفرق التشغيلية.
- اختبار التفاعل متعدد اللغات عبر الأجهزة المحمولة.

المرحلة 4: دمج درونز المراقبة والاستجابة

المدة: 3 أشهر

- نشر الدرونز الميدانية المرتبطة بغرفة C4i.
- تكوين سيناريوهات طوارئ ومراقبة قابلة للتنشيط.
- تجربة تكامل الدرونز مع نظام تحديد الموقع داخل التوأم الرقمي.

المرحلة 5: تفعيل نقاط التفتيش البيومترية

المدة: 4 أشهر

- تركيب أنظمة التحقق البيومتري (Face, Iris) في المسارات التشغيلية.
- ربطها بنظام المسافرين الرقمي وجواز الأمان.
- اختبار قابلية التوسع خلال المواسم.

المرحلة 6: تهيئة مركز C4i للتحكم الرقمي

المدة: 3 أشهر

- تجهيز البنية التقنية والبرمجية لغرفة القيادة والتحكم.
- ربط مباشر بالتوأم الرقمي، الدرونز، نقاط التفتيش، وشبكات SDAIA.
- تدريب الفرق على التشغيل في سيناريوهات حقيقية.

المرحلة 7: التشغيل التجريبي الشامل والتحسين

المدة: 4 أشهر

- تشغيل كافة الأنظمة كوحدة متكاملة.
- اختبار الأداء في أوقات الذروة (عمره/حج تجريبية).
- جمع الملاحظات، تحسين النماذج، وضبط السيناريوهات التنبؤية.

الإجمالي الزمني: 24 شهرًا

تتخلل كل مرحلة مراجعة مرحلية وتقييم أداء لضمان سلامة التكامل، وتُبنى على مبدأ "تطوير سريع – اختبار – تحسين" (Agile Deployment with Continuous Optimization).



سابعاً: الشراكات الاستراتيجية

تحقيق رؤية مطار الأمير محمد بن عبدالعزيز الدولي كمطار رقمي ذكي ومستدام لا يمكن أن يتم بمعزل عن منظومة تشاركية متكاملة، تشمل الجهات التنظيمية، والممكنات التقنية، ومزودي الحلول، والجامعات. تُعد الشراكات الاستراتيجية عنصراً حاسماً في ضمان موثوقية التنفيذ، سرعة التفعيل، واستمرارية التطوير، حيث يلتقي الجانب التشغيلي مع التشريعي، والأكاديمي مع الابتكاري، تحت مظلة هدف وطني مشترك.

فيما يلي أبرز الجهات الشريكة، ودورها المحوري في تنفيذ الاستراتيجية:

1. SDAIA – الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي

الدور: تكامل البيانات والتحليلات الوطنية

- توفير بنية الحوسبة السيادية لمعالجة بيانات المطار بموثوقية عالية.
- ربط منصة التوأم الرقمي بـ SDAIA لتحليل البيانات التشغيلية الكبرى (Big Data).
- ضمان الامتثال لأنظمة تصنيف البيانات، والحوكمة الوطنية.
- التعاون في تطوير نماذج ذكاء اصطناعي وطنية مخصصة لقطاع الطيران والحشود الموسمية.

2. GACA – الهيئة العامة للطيران المدني

الدور: المطابقة مع السياسات والمعايير التنظيمية

- ضمان التوافق الكامل مع القوانين والتشريعات الجوية والسلامة التشغيلية.
- إشراف مباشر على التكامل بين التوأمة الرقمية والأنظمة التشغيلية الرسمية.

- دعم إجراءات اعتماد الأنظمة البيومترية، ولوائح استخدام الدرونز.
- تقييم مؤشرات الأداء المرتبطة بزمان الاستجابة وسلامة المطار.

3. وزارة الحج والعمرة

الدور: تنسيق الحشود الموسمية وضيوف الرحمن

- التكامل الرقمي مع أنظمة الوزارة لتحديد أوقات وتوزيع قدوم الحجاج والمعتمرين.
- مواءمة خطط النقل الأرضي مع الحركة الجوية لتقليل التكدس.
- توفير البيانات الأولية للمجموعات (جنسية، لغة، أعمار) لتخصيص المسارات.
- دعم تنفيذ مبادرات الواقع المعزز والتوجيه اللحظي بلغات متعددة.

4. الجامعات السعودية (مثل جامعة الملك عبدالعزيز، جامعة الأمير مقرن، وغيرها)

الدور: تأهيل الكوادر التقنية وتوطين المعرفة

- إنشاء مسارات تدريب تخصصية في التوأمة الرقمية، الأمن السيبراني، وتحليل البيانات.
- تقديم معامل افتراضية وميدانية للتدريب على تشغيل الأنظمة الذكية.
- دعم البحث والتطوير في مجالات الذكاء الاصطناعي للطيران.
- المساهمة في استقطاب طلاب مشاريع التخرج والتدريب التعاوني للعمل داخل المطار.

5. شركات ناشئة وطنية ودولية

الدور: توفير حلول ذكاء اصطناعي وتجربة مستخدم

● تقديم حلول متقدمة في:

○ الرؤية الحاسوبية وتحليل الحشود.

○ التحقق البيومتري غير التداخلي.

○ الواقع المعزز وتجارب المسافرين الذكية.

○ إدارة الأعطال والصيانة التنبؤية.

● تعزيز منظومة الابتكار المفتوح (Open Innovation) وتخصيص حلول تتناسب مع بيئة المطار وخصوصيات الحجاج والمعتمرين.

أثر الشراكات على تنفيذ الاستراتيجية

● خفض التكاليف الزمنية والتقنية عبر تبادل الأدوار والموارد.

● ضمان الامتثال الكامل للأنظمة الوطنية من اليوم الأول للتشغيل.

● تحقيق توطيد تقني حقيقي مدعوم بالأكاديميا والمجتمع البحثي.

● استمرارية التطوير والتوسع الذكي عبر بيئة ديناميكية من الحلول المحلية والعالمية.

الشراكات ليست دعمًا خارجيًا... بل بنية تنفيذ سيادية

التحول الرقمي في مطار المدينة لا يُدار داخليًا فقط، بل يُبنى على تحالفات نوعية تعزز الموثوقية، تسهّل الوصول للمعرفة، وتسرع وتيرة التنفيذ دون التفريط بالسيادة التقنية.



ثامناً: المخاطر وخطط المعالجة

ضمن مشروع تحوّل مطار الأمير محمد بن عبدالعزيز الدولي إلى منشأة ذكية ومتصلة، فإن تحديد المخاطر والتخطيط لمعالجتها يمثل عنصراً أساسياً في الاستراتيجية. تتمثل فلسفة إدارة المخاطر هنا في **التحوّل من ردّ الفعل إلى المعالجة الاستباقية**، عبر بنية تقنية وتنظيمية مرنة وقابلة للتكيف، دون المساس بالأمن، السيادة الرقمية، أو استمرارية التشغيل. فيما يلي أبرز التهديدات المحتملة، وخطط معالجتها الموصى بها:

1. الهجمات السيبرانية

التهديد: استهداف الأنظمة الرقمية أو اختراق بيانات الركاب والبنية التشغيلية
خطة المعالجة:

- **تطبيق نظام SIEM متقدّم (Security Information and Event Management)** لرصد التهديدات اللحظية والاستجابة الفورية.
- **تشفير البيانات الحساسة** أثناء النقل والتخزين باستخدام معايير وطنية ودولية (AES-256، TLS).
- **إجراء اختبارات اختراق دورية** ونشر تحديثات أمنية تلقائية.
- **تكامل مع الهيئة الوطنية للأمن السيبراني (NCA)** لمواءمة سياسات الحماية مع الإطار الوطني.

2. ازدحام مواسم الذروة (الحج والعمرة)

التهديد: ارتفاع تدفق الحشود بما يتجاوز الطاقة التشغيلية الفعلية
خطة المعالجة:

- **تفعيل أنظمة تحليل الحشود** باستخدام الذكاء الاصطناعي والرؤية الحاسوبية.
- **تشغيل نماذج محاكاة مسبقة** لاختبار خطط التوزيع وتدفق المسافرين.
- **توزيع الموارد البشرية والتقنية ديناميكياً** بناءً على البيانات اللحظية.
- **ربط المنصات التشغيلية** بوزارة الحج لتحديث البيانات وتوقع الفوج القادم.

3. نقص الكفاءات الرقمية

**التهديد: محدودية القوى العاملة القادرة على تشغيل التوأَم الرقمي والأنظمة الذكية
خطة المعالجة:**

- تنفيذ برامج تدريب وطني مستمر بالتعاون مع الجامعات السعودية.
- تقديم حوافز لاستقطاب الموهوبين في مجالات الذكاء الاصطناعي، تحليل البيانات، والأمن السيبراني.
- إشراك طلاب مشاريع التخرج والتدريب التعاوني في التشغيل الفعلي.
- اعتماد منهجية “التعلم أثناء التشغيل” بدلاً من التدريب التقليدي.

4. الاعتماد على موردين أجانب في التكنولوجيا

**التهديد: صعوبة الاستقلال الرقمي أو توقف الدعم الخارجي
خطة المعالجة:**

- اشتراط نقل المعرفة والتقنيات في جميع العقود مع الموردين.
- توجيه الاستثمارات نحو تطوير المحتوى المحلي في الذكاء الاصطناعي والتوأمة الرقمية.
- دعم الشركات الناشئة الوطنية من خلال التجريب داخل المطار.
- التنسيق مع SDAIA و GACA لتبني حلول وطنية معيارية.

المنظور العام لإدارة المخاطر:

- مرونة تشغيلية مستندة إلى البيانات.
- أمان سيبراني استباقي، لا دفاعي فقط.
- توطين تقني يُقلل الاعتمادية ويعزز الاستدامة.
- تكيف دائم مع سيناريوهات التكسوس الموسمية.



تاسعاً: آلية التحسين المستمر (Kaizen)

في بيئة تشغيلية ذكية كبيئة مطار الأمير محمد بن عبدالعزيز الدولي، لا تكفي الاستراتيجيات الثابتة مهما كانت دقيقة، بل يجب تفعيل نظام تحسين دائم ومستمر (Kaizen) يُبقي الأداء في حالة تجدد وتعلّم مستمر، ويحول كل تحدٍ تشغيلي إلى فرصة تطوير لحظية.

يعتمد هذا النظام على أربعة محاور مترابطة: القياس الدوري، المشاركة اللامركزية، المرونة التقنية، وبيئة الابتكار المفتوح، وكلها مدعومة بالتوأمة الرقمية.

1. مراجعة شهرية لأداء النظام الرقمي

- تفعيل دورة مراجعة شهرية تشمل:
 - أداء التوأمة الرقمي من حيث الدقة، التغطية، والربط اللحظي.
 - جودة البيانات الواردة، واستقرار الأنظمة البيومترية والميدانية.
 - توافق العمليات مع مؤشرات الأداء (KPIs).
- تُصدر هذه المراجعات من خلال لوحة تحكم C4i ويتم مناقشتها عبر:
 - تقارير محدثة.
 - جلسات تقييم مع أصحاب القرار في العمليات، الأمن، التقنية، والخدمات.
- الهدف: الكشف المبكر عن مواطن القصور أو التعارض التشغيلي وتصحيحها قبل أن تتراكم.

2. تفعيل تغذية راجعة ميدانية من الموظفين والمستخدمين

- تخصيص واجهات رقمية داخل النظام الداخلي للمطار تُمكن:
 - الموظفين من تقديم ملاحظاتهم الميدانية التشغيلية الفعلية.
 - المسافرين من تقييم تجربتهم بعد كل نقطة عبور (ذكاء بيوم تري، تفتيش، توجيه، إلخ).
- تتم معالجة هذه المدخلات باستخدام تصنيف ذكي يعتمد على:
 - الأولوية (عاجل - مهم - مقترح).
 - تكرار الملاحظة.
 - الأثر المحتمل على السلامة أو التجربة.
- تُربط هذه التغذية بلوحة مؤشرات التحسين لمراجعتها في الاجتماعات الشهرية.

3. دمج التحسينات المقترحة مباشرة داخل التوأَم الرقمي

- يتم تحديث سيناريوهات التشغيل داخل التوأَم الرقمي دون الحاجة لتعطيل فعلي.
- يُستخدم نموذج "تشغيل افتراضي – اختبار آني – تفعيل واقعي" بحيث:
 - يُجرَّب التعديل داخل النموذج أولاً (مثل تغيير مسار تدفق، تعديل موقع جهاز، ضبط زمن تفتيش).
 - يتم قياس الأثر الافتراضي قبل التطبيق.
 - تُفَعَّل التعديلات لحظياً دون الحاجة لإيقاف التشغيل الميداني.
- النتيجة: تحسين لحظي، منخفض التكلفة، وآمن من حيث التأثير التشغيلي.

4. جلسات ابتكار تشاركية داخل المطار شهرياً

- تنظيم ورش عمل دورية تجمع:
 - فرق الأمن، التقنية، العمليات، وخدمة العملاء.
 - ممثلين من الجهات الشريكة (GACA، SDAIA، الموردين التقنيين).
 - موظفين ميدانيين من الصفوف الأولى.
- أهداف الورش:
 - توليد حلول مبتكرة من داخل بيئة التشغيل الحقيقية.
 - اختبار أفكار جديدة وتشغيلها افتراضياً.
 - خلق ثقافة "الموظف المبتكر"، وليس المنفذ فقط.

المخرجات المتوقعة من تطبيق Kaizen في بيئة المطار

- تحسين دوري ملموس في الأداء التشغيلي بنسبة 5-10% شهرياً.
- رفع مستوى رضا الموظفين عبر إشراكهم في صنع القرار.
- تقليل الاعتماد على تغييرات كبيرة عبر تعديلات دقيقة مستمرة.
- تحقيق بيئة تعلم وتشغيل مرنة قائمة على البيانات والمعرفة الداخلية.

Kaizen: من التحسين كـ "مشروع" ... إلى التحسين كـ "عادة"

آلية Kaizen تضمن أن يبقى المطار في حالة تحول دائم، لا يركن لنجاح، ولا ينتظر عطلاً ليُصلحه. بل يبني على ما يعمل، ويصحّح ما لا يعمل... باستمرار، من الجميع، ولأجل الجميع.



الخاتمة

إن الخطة الاستراتيجية لمطار الأمير محمد بن عبدالعزيز الدولي تمثل ترجمة عملية لرؤية المملكة 2030 في قطاع الطيران، من خلال تحويل المطار إلى بيئة رقمية ذكية قادرة على التنبؤ، الاستجابة، والتحسين المستمر.

هذا التحول لا يعتمد فقط على التقنية، بل يستند إلى فلسفة تشغيلية حديثة تنظر إلى:

- **البيانات كأصل سيادي** يجب توظيفه وتشغيله بما يعزز الكفاءة والمرونة والقرارات اللحظية.
- **المسافر كشريك** في التجربة لا مجرد مستخدم، عبر تقديم خدمات إنسانية، ذكية، وسلسلة تعكس روح الضيافة السعودية.
- **التشغيل كمنظومة معرفية متكاملة**، تتفاعل فيها الأنظمة والأشخاص والقرارات في زمن واحد، وتحت قيادة مركزية موحدة تعتمد على المعرفة والابتكار.

وبتكامل هذه الرؤية مع الجهات التنظيمية، الأكاديمية، والابتكارية، يصبح مطار المدينة المنورة ليس مجرد منفذ جوي، بل نموذجاً وطنياً لمطار المستقبل، يُدار بعيون رقمية، ويُطوّر بعقول وطنية، ويخدم ملايين الزوار بروح ذكية ومسؤولة.