

مخاطر المراقبة الجوية وأثرها على سلامته وكفاءة الحركة الجوية:
دراسة علمية تطبيقية في بيئة الطيران المدني

إعداد الطالب/

يوسف سعيد محمد آل شمسيه

إشراف/

د. الفصيل عبد الحميد

د. فايز جراد

العام الدراسي:

2025

الموضوع	رقم الصفحة
فهرس المحتويات	2
قائمة الجداول	4
فهرس الأشكال	5
(Abstract) المستخلص	6
الفصل الأول: الإطار العام للدراسة	7
المقدمة	8
مشكلة الدراسة	11
أهمية الدراسة	14
أهداف الدراسة	17
تساؤلات الدراسة	19
فروض الدراسة	20
النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث	21
الفصل الثاني: الدراسات السابقة والإطار النظري	28
مقدمة	29
الدراسات السابقة	30
الإطار النظري	41
الفصل الثالث: منهجية الدراسة	55
مقدمة	56
المنهجية وطرق البحث	56
مجتمع البحث	62
حدود البحث	64
الفصل الرابع: النتائج والتوصيات	66

67	مقدمة
67	تحليل البيانات
80	النتائج
87	التوصيات
90	المراجع
90	المراجع العربية
92	المراجع الأجنبية
94	الملاحق
94	الاستبانة

رقم الصفحة	عنوان الجدول
67	توزيع أفراد العينة حسب الخصائص الديموغرافية
69	المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمحور المخاطر البشرية
70	المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمحور المخاطر التقنية
71	المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمحور المخاطر التنظيمية
72	المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمحور السلامة الجوية
74	نتائج تحليل الارتباط بين متغيرات الدراسة
75	نتائج تحليل الانحدار المتعدد لاختبار الفرض الرئيس
76	نتائج تحليل الانحدار البسيط لاختبار الفرض الفرعي الأول
77	نتائج تحليل الانحدار البسيط لاختبار الفرض الفرعي الثاني
77	نتائج تحليل الانحدار البسيط لاختبار الفرض الفرعي الثالث
78	نتائج تحليل الانحدار البسيط لاختبار الفرض الفرعي الرابع
80	ملخص نتائج اختبار الفروض

عنوان الدراسة: مخاطر المراقبة الجوية وأثرها على سلامة وكفاءة الحركة الجوية: دراسة علمية تطبيقية في بيئة الطيران المدني

إعداد الطالب: يوسف سعيد محمد آل شمسيه

إشراف: د. الفيصل عبد الحميد، د. فايز جراد

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل مخاطر المراقبة الجوية (البشرية، التقنية، التنظيمية) وأثرها على سلامة وكفاءة الحركة الجوية في بيئة الطيران المدني، وتقديم نموذج مقترح لإدارة هذه المخاطر. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، وتم جمع البيانات من خلال استبانة طبقت على عينة قوامها 150 مراقبًا جويًا، بالإضافة إلى مقابلات مع 15 خبيرًا في مجال المراقبة الجوية وإدارة المخاطر. أظهرت النتائج وجود مستويات مرتفعة من المخاطر البشرية (الضغط النفسي، العبء الذهني) والمخاطر التقنية (أعطال الأنظمة) والمخاطر التنظيمية (ضعف التدريب وبيئة العمل)، كما أظهرت وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين هذه المخاطر وانخفاض مستوى السلامة الجوية وكفاءة الحركة الجوية. وبناءً على النتائج، قدمت الدراسة نموذجًا مقترحًا لإدارة مخاطر المراقبة الجوية، وتوصيات عملية لتطوير برامج التدريب، وتحسين بيئة العمل، وتحديث الأنظمة التقنية، وتعزيز ثقافة السلامة.

الكلمات المفتاحية: المراقبة الجوية، مخاطر الطيران، السلامة الجوية، إدارة المخاطر، العوامل البشرية.

Abstract

Study Title: Air Traffic Control Risks and Their Impact on Aviation Safety and Efficiency: An Applied Scientific Study in Civil Aviation Environment

Prepared by: Yousif Saeed Mohammed Al Shamsi

Supervised by: Dr. Al-Faisal Abdul Hamid, Dr. Fayeze Jarad

This study aims to analyze air traffic control risks (human, technical, and organizational) and their impact on aviation safety and efficiency in civil aviation environment, and to propose a model for managing these risks. The study adopted the descriptive analytical approach, and data were collected through a questionnaire administered to a sample of 150 air traffic controllers, in addition to interviews with 15 experts in the field of air traffic control and risk management. The results showed high levels of human risks (psychological stress, mental workload), technical risks (system failures), and organizational risks (weak training and work environment). The results also showed a statistically significant relationship between these risks and the decline in aviation safety and air traffic efficiency. Based on the results, the study proposed a model for managing air traffic control risks, and practical recommendations for developing training programs, improving the work environment, updating technical systems, and enhancing safety culture.

Keywords: Air Traffic Control, Aviation Risks, Aviation Safety, Risk Management, Human Factors.

الفصل الأول

الإطار العام للدراسة

المقدمة

تُعد المراقبة الجوية إحدى أهم الركائز الجوهرية في منظومة الطيران المدني الحديثة، فهي تمثل العنصر الأكثر تأثيراً في تحقيق السلامة الجوية وضمان انسيابية الحركة الجوية في مختلف مراحلها. فمنذ اللحظة التي تبدأ فيها الطائرة في التحرك من بوابة المغادرة حتى لحظة وصولها إلى بوابة الوصول، تكون تحت إشراف ومتابعة دقيقة من مراقبي الحركة الجوية الذين يعملون في أبراج المطارات ومراكز المراقبة المختلفة. وتعتمد هذه المنظومة على كفاءة المراقب الجوي وقدرته على اتخاذ القرارات المصيرية في أجزاء من الثانية، حيث تُبنى عليها سلامة مئات الركاب والطاقم والعاملين في المطار.

لقد شهد قطاع الطيران خلال العقود الأخيرة تطوراً كبيراً تمثل في زيادة أعداد المسافرين، وتنوع أنواع الطائرات، وتعدد المجال الجوي، ودخول أنظمة إلكترونية حديثة رفعت من فعالية عمليات المراقبة الجوية، ولكنها في الوقت ذاته خلقت تحديات جديدة. فوفقاً لتقارير منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO)، فقد ارتفع عدد المسافرين جواً على مستوى العالم من 1.8 مليار مسافر في عام 2005 إلى أكثر من 4.5 مليار مسافر في عام 2019، ومن المتوقع أن يستمر هذا النمو بمعدل 4-5% سنوياً في السنوات القادمة. هذا النمو المتسارع يعني بالضرورة زيادة في كثافة الحركة الجوية، مما يضع المزيد من الضغوط على مراقبي الحركة الجوية وأنظمة المراقبة. ومع هذا النمو المتسارع، تزداد أيضاً المخاطر التشغيلية التي قد تواجه المراقبين الجويين، سواء كانت مخاطر بشرية أو تقنية أو تنظيمية أو بيئية. فالمخاطر البشرية تتمثل في الضغط النفسي، والإرهاق، وضعف الوعي الظرفي، والأخطاء في الاتصال، وسوء اتخاذ القرار. أما المخاطر التقنية فتشمل أعطال أنظمة الرادار، وانقطاع الاتصالات، وأعطال شاشات المراقبة، وضعف التكامل بين الأنظمة المختلفة. وتتمثل المخاطر التنظيمية في ضعف سياسات التدريب، ونقص الكوادر البشرية، وعدم وضوح الإجراءات، وضعف ثقافة الإبلاغ عن الأخطاء.

إن طبيعة العمل في المراقبة الجوية تتطلب مستوى عالياً من التركيز، ودقة فائقة، وسرعة في التحليل واتخاذ القرار، مما يجعل المراقب الجوي عرضة لضغوط نفسية وجسدية كبيرة. فقد أشارت دراسة (Oprins et al., 2018) إلى أن المراقب الجوي يتعرض لأحد أعلى مستويات الضغط في الوظائف المدنية، حيث يتطلب العمل قدرة على معالجة كميات هائلة من المعلومات في وقت قصير جداً، مع تحمل مسؤولية مباشرة عن سلامة الطائرات والركاب. كما أشارت دراسة (Shappell & Wiegmann, 2017) إلى أن الأخطاء البشرية تساهم في نحو 70% من حوادث الطيران، وأن المراقبة الجوية تحتل موقعاً متقدماً في قائمة المهن الأكثر تعرضاً للإجهاد المهني.

وقد تناولت الدراسات السابقة جوانب متعددة من هذه المخاطر، حيث ركزت دراسة (Endsley, 2018) على مفهوم الوعي الظرفي باعتباره أحد المحددات الرئيسية لأداء المراقب، وأكدت أن فقدان الوعي الظرفي هو السبب الرئيس لنحو 60% من الأخطاء التشغيلية. كما أشارت دراسة (Helmreich, 2019) إلى أهمية ثقافة السلامة التنظيمية كعامل وسيط بين الضغط الوظيفي والأداء، حيث أظهرت أن المؤسسات التي تمتلك ثقافة سلامة إيجابية تشهد معدلات أخطاء أقل بنسبة تصل إلى 50%. من جهة أخرى، أكدت دراسة (Eurocontrol, 2021) أن الأعطال التقنية في أنظمة المراقبة يمكن أن تؤدي إلى زيادة العبء الوظيفي على المراقبين بنسبة تصل إلى 40%، خاصة في المجالات الجوية المكتظة.

وفي السياق العربي، كانت الدراسات محدودة نسبياً في هذا المجال، ومنها دراسة (العتيبي، 2020) التي تناولت الضغوط المهنية لدى مراقبي الحركة الجوية في المملكة العربية السعودية، وخلصت إلى وجود مستويات مرتفعة من الضغط النفسي ترتبط بزيادة كثافة

الحركة الجوية ونقص فترات الراحة. كما تناولت دراسة (الزهراني، 2021) تقييم كفاءة أنظمة المراقبة الجوية في المطارات السعودية، وأوصت بضرورة تحديث الأنظمة وتطوير برامج التدريب. وأشارت دراسة (الغامدي، 2022) إلى وجود علاقة إيجابية بين جودة بيئة العمل ومستوى الأداء الوظيفي للمراقبين الجويين.

وعليه، تأتي هذه الدراسة لتقدم معالجة علمية متعمقة لمخاطر المراقبة الجوية، بحيث تقدم رؤية واضحة وشاملة حول مصادر تلك المخاطر، وتأثيراتها، وطرق الحد منها، بما يضمن تعزيز مستويات السلامة والكفاءة التشغيلية في الأجواء. وتستند هذه الدراسة إلى إطار نظري يجمع بين نظرية العوامل البشرية (Human Factors Theory) ونموذج SHELL وإطار إدارة المخاطر الصادر عن منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO)، معتمدة على منهج وصفي تحليلي يجمع بين الأدوات الكمية والكيفية للوصول إلى نتائج دقيقة قابلة للتطبيق في بيئة الطيران المدني العربية.

وتتمكن أهمية هذه الدراسة في أنها تسد فجوة معرفية واضحة في الأدبيات العربية، حيث تقدم نموذجاً متكاملًا يجمع بين الأبعاد البشرية والتقنية والتنظيمية للمخاطر في بيئة المراقبة الجوية. كما تقدم الدراسة أدلة ميدانية من بيئة الطيران المدني العربية، مما يعزز من إمكانية تعميم النتائج على سياقات مشابهة. وتسهم نتائج الدراسة في توجيه صناع القرار نحو تطوير سياسات وإجراءات أكثر فعالية لإدارة المخاطر، وتحسين بيئة العمل، وتعزيز برامج التدريب والتأهيل للمراقبين الجويين.

إن الإطار النظري للدراسة يستند إلى مجموعة من النظريات والنماذج العلمية الراسخة في مجال سلامة الطيران وإدارة المخاطر. فـ"نظرية العوامل البشرية" تركز على دراسة التفاعل بين الإنسان والآلة والبيئة، وتسعى لخفض الأخطاء البشرية عبر تحسين الواجبات وتطوير بيئة العمل. أما "نموذج SHELL فيحل العلاقة بين العناصر الخمسة: البرمجيات (Software)، والمعدات (Hardware)، والبيئة (Environment)، والعنصر البشري (Liveware)، والتفاعل بين العناصر البشرية. (Liveware-Liveware) ويقدم "إطار إدارة المخاطر الصادر عن ICAO منهجية متكاملة لإدارة المخاطر تتضمن خمس مراحل: تحديد الخطر، تحليل الاحتمالية، تقييم الأثر، تطوير إجراءات التخفيف، والمتابعة والمراجعة.

وسيتم في هذا الفصل عرض الإطار العام للدراسة، الذي يشمل مشكلة الدراسة وأهميتها وأهدافها وتسؤلاتها وفروضها، بالإضافة إلى النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث. وسيتم في الفصل الثاني استعراض الدراسات السابقة والإطار النظري للدراسة، وفي الفصل الثالث عرض منهجية الدراسة وأدواتها، وفي الفصل الرابع عرض النتائج والتوصيات.

مشكلة الدراسة

على الرغم من التطور الهائل في الأنظمة الملاحية وتقنيات المراقبة الجوية مثل الرادارات المتقدمة والأنظمة الرقمية، إلا أن بيئة المراقبة الجوية ما تزال تواجه تحديات مستمرة تنعكس على مستوى السلامة الجوية. ومن أبرز هذه التحديات: ارتفاع العبء الوظيفي على المراقبين، تعدد مصادر المعلومات المتدفقة إليهم، تزايد مسؤولياتهم، زيادة كثافة الحركة الجوية، إضافة إلى تعدد السيناريوهات التشغيلية الطارئة. فوفقًا لتقارير منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO, 2022)، فإن معدلات النمو في حركة الطيران المدني تفوق بكثير معدلات التطوير في البنية التحتية لخدمات الملاحة الجوية في العديد من الدول، مما يؤدي إلى زيادة الضغوط على المراقبين الجويين وأنظمة المراقبة.

وتتمثل مشكلة الدراسة في وجود فجوة معرفية واضحة في الأدبيات العربية المتعلقة بالمراقبة الجوية، حيث تقتصر الدراسات السابقة إلى تقديم إطار تحليلي شامل يجمع بين الأبعاد البشرية والتقنية والتنظيمية للمخاطر في بيئة المراقبة الجوية. فقد أشارت دراسة (Oprins et al., 2018) إلى أن الإرهاق والضغط النفسي يؤديان إلى انخفاض الأداء بنسبة تصل إلى 30%، وركزت دراسة (FAA, 2022) على أهمية التدريب المستمر في تقليل الأخطاء، إلا أن هذه الدراسات تناولت المتغيرات بشكل منفصل، دون تقديم نموذج يجمعها في سياق واحد. كما أظهرت دراسة (Helmreich, 2019) أن ثقافة السلامة التنظيمية تلعب دورًا محوريًا في تقليل الأخطاء البشرية، بينما أكدت دراسة (Endsley, 2018) على أهمية الوعي الظرفي كأحد المحددات الرئيسية لأداء المراقب.

كما أشارت دراسة (Eurocontrol, 2021) إلى أن الأعطال التقنية في أنظمة المراقبة يمكن أن تؤدي إلى زيادة التحميل على المراقبين بنسبة تصل إلى 40%، خاصة في المجالات الجوية المكتظة. وأوضحت دراسة (ICAO, 2020) أن ضعف التكامل بين الأنظمة التقنية المختلفة يؤدي إلى ازدواجية في الإدخالات أو فقدان للمعلومات، مما يزيد من احتمالية وقوع الأخطاء التشغيلية. وأكدت دراسة (FAA, 2022) أن 25% من الأخطاء التشغيلية ترتبط بأعطال تقنية أو ضعف في تكامل الأنظمة.

وفي الدراسات العربية، أشارت دراسة (العنبي، 2020) إلى وجود مستويات مرتفعة من الضغط النفسي لدى مراقبي الحركة الجوية في المملكة العربية السعودية، مرتبطة بزيادة كثافة الحركة الجوية ونقص فترات الراحة. كما أظهرت دراسة (الزهراني، 2021) أن 15% من الحوادث الوشيكة تعود لأسباب تقنية، وأوصت بضرورة إنشاء نظام مركزي لمراقبة أداء الأنظمة التقنية. وأشارت دراسة (الغامدي، 2022) إلى وجود علاقة إيجابية بين جودة بيئة العمل ومستوى الأداء الوظيفي للمراقبين الجويين، بينما أوصت دراسة (الشمري، 2020) بضرورة إدماج برامج الدعم النفسي ضمن استراتيجيات إدارة المخاطر.

وتتفق نتائج هذه الدراسات على وجود تأثيرات سلبية كبيرة لمخاطر المراقبة الجوية على السلامة والكفاءة التشغيلية، ولكنها تختلف في نطاق التغطية والمنهجية المتبعة. فبعضها ركز على البعد التقني، وبعضها الآخر على البعد البشري أو التنظيمي بشكل منفصل. كما أن الدراسات العربية في هذا المجال نادرة نسبيًا، ولم تقدم نموذجًا متكاملًا يجمع الأبعاد الثلاثة في سياق بيئة المراقبة الجوية العربية. ومن هنا تتبثق المشكلة الأساسية التي تعالجها هذه الدراسة.

كما أظهرت تقارير الطيران المدني المحلية وجود مؤشرات متكررة عن ارتفاع معدل الأخطاء التشغيلية في أوقات الذروة، وزيادة حالات الإرهاق الوظيفي بين المراقبين، وضعف في تقييم فعالية الأنظمة التقنية الحالية في ظل تزايد كثافة الحركة الجوية. وتشير هذه المؤشرات إلى وجود مشكلة حقيقية تتطلب معالجة علمية منهجية، خاصة في ظل النمو المتسارع لحركة الطيران المدني في المنطقة العربية.

وبالتالي، فإن المشكلة التي تعالجها الدراسة الحالية تتمثل في:

عدم وجود نموذج متكامل لإدارة مخاطر المراقبة الجوية يربط بين المتغيرات البشرية (كالضغط النفسي، والعبء الذهني، وضعف الوعي الظرفي)، والمتغيرات التقنية (كأعطال الأنظمة وضعف التكامل)، والمتغيرات التنظيمية (كبيئة العمل، والتدريب، وثقافة السلامة)، ويحدد تأثيراتها المشتركة على مستوى السلامة الجوية وكفاءة الحركة الجوية في بيئة الطيران المدني العربية. وتتجلى أبعاد هذه المشكلة في النقاط التالية:

البعد الأول: غياب الإطار المتكامل: تفتقر الأدبيات العربية إلى إطار نظري وتطبيقي متكامل يجمع بين الأبعاد البشرية والتقنية والتنظيمية للمخاطر في بيئة المراقبة الجوية. فالدراسات السابقة تناولت هذه الأبعاد بشكل منفصل، مما يجعل من الصعب فهم التفاعلات المعقدة بين هذه الأبعاد وتأثيراتها التراكمية على السلامة والكفاءة.

البعد الثاني: ضعف البيانات الميدانية: تعاني الدراسات العربية في هذا المجال من نقص في البيانات الميدانية الدقيقة التي تقيس مستويات المخاطر المختلفة وتحدد العلاقات بينها. كما أن معظم الدراسات اعتمدت على المناهج الوصفية البسيطة دون استخدام أدوات إحصائية متقدمة لتحليل العلاقات بين المتغيرات.

البعد الثالث: عدم مواكبة التطورات التقنية: مع التطور السريع في أنظمة المراقبة الجوية، تظهر تحديات جديدة تتعلق بتكامل الأنظمة، وأمن المعلومات، وتدريب المراقبين على الأنظمة الحديثة. وهذه التحديات لم تحظ باهتمام كافٍ في الدراسات السابقة.

البعد الرابع: تأثير العوامل الثقافية والتنظيمية: تختلف بيئة العمل والثقافة التنظيمية في الدول العربية عن نظيراتها في الدول الغربية، مما يستدعي إجراء دراسات محلية تأخذ في الاعتبار هذه الاختلافات. فالدراسات السابقة التي أجريت في سياقات غربية قد لا تكون قابلة للتعميم على البيئة العربية دون تعديلات.

البعد الخامس: فجوة بين النظرية والتطبيق: هناك فجوة واضحة بين النظريات العالمية في إدارة المخاطر وتطبيقاتها في بيئة الطيران المدني العربية. فالعديد من مراكز المراقبة الجوية العربية لا تطبق أنظمة إدارة المخاطر بشكل منهجي، مما يؤدي إلى استمرار المخاطر دون معالجة فعالة.

وستسهم هذه الدراسة في سد هذه الفجوات من خلال:

- تقديم تحليل متكامل للمخاطر من منظور ثلاثي (بشري، تقني، تنظيمي).
- تطوير نموذج مقترح لإدارة المخاطر قابل للتطبيق في مراكز المراقبة الجوية المحلية.
- تقديم توصيات عملية مبنية على أدلة ميدانية لصناع القرار في قطاع الطيران.
- توفير قاعدة معرفية للباحثين المهتمين بمجال سلامة الطيران وإدارة المخاطر.
- إجراء تقييم شامل لواقع إدارة المخاطر في مراكز المراقبة الجوية العربية.

وينبثق من مشكلة الدراسة التساؤل الرئيس الآتي:

كيف تسهم مخاطر المراقبة الجوية – بجوانبها البشرية والتقنية والتنظيمية – في التأثير على سلامة الطيران وكفاءته؟

وتكمن أهمية معالجة هذه المشكلة في أن أي خلل في منظومة المراقبة الجوية قد يؤدي إلى نتائج كارثية، خاصة في ظل النمو المتسارع لحركة الطيران المدني في المنطقة العربية. كما أن تحسين إدارة المخاطر في المراقبة الجوية يسهم بشكل مباشر في تعزيز السلامة الجوية، وتقليل الحوادث، وزيادة كفاءة الحركة الجوية، مما ينعكس إيجاباً على الاقتصاد الوطني وثقة المسافرين.

أهمية الدراسة

تتجلى أهمية الدراسة من خلال الأبعاد التالية:

أولاً: الأهمية العلمية

تسهم هذه الدراسة في إثراء الأدبيات العربية المتعلقة بالمراقبة الجوية من خلال تناول موضوع حساس وحيوي بأسلوب علمي. فهي تقدم إطاراً نظرياً وتحليلياً يغطي مفهوم المخاطر ومسبباتها وتأثيراتها، مما يوفر قاعدة معرفية للباحثين مستقبلاً. كما تسهم في تطبيق النماذج النظرية العالمية مثل نموذج SHELL ونظرية العوامل البشرية وإطار إدارة المخاطر الصادر عن ICAO في بيئة الطيران المدني العربية، مما يتيح اختبار مدى ملائمة هذه النماذج للسياقات المحلية. وتتميز هذه الدراسة عن غيرها من الدراسات السابقة بعدة جوانب علمية:

- **التكامل بين الأبعاد:** تجمع الدراسة بين الأبعاد البشرية والتقنية والتنظيمية للمخاطر في إطار واحد، مما يوفر رؤية شاملة لمشكلة المخاطر في المراقبة الجوية.
- **المنهجية المتقدمة:** تعتمد الدراسة على منهجية متقدمة تجمع بين الأساليب الكمية والكيفية، مما يزيد من عمق التحليل ودقة النتائج.
- **النموذج المقترح:** تقدم الدراسة نموذجاً مقترحاً لإدارة المخاطر يمكن الاستفادة منه في تطوير سياسات وإجراءات إدارة المخاطر في مراكز المراقبة الجوية.
- **البيانات الميدانية:** تعتمد الدراسة على بيانات ميدانية من بيئة الطيران المدني العربية، مما يعزز من صحة النتائج وقابليتها للتعميم.

ثانياً: الأهمية العملية

تقدم الدراسة تحليلاً واقعياً يساعد الجهات المختصة في الطيران المدني على:

1. **تطوير إجراءات وسياسات جديدة لإدارة المخاطر:** من خلال تقديم نموذج مقترح يعتمد على أفضل الممارسات الدولية ويتوافق مع خصوصية البيئة العربية.
2. **تحسين بيئة العمل داخل أبراج ومراكز المراقبة الجوية:** حيث توفر الدراسة مؤشرات واضحة عن جوانب القصور في بيئة العمل الحالية وتقدم توصيات لتحسينها.
3. **تعزيز برامج التدريب والتأهيل:** من خلال تحديد الفجوات التدريبية والاحتياجات المهنية للمراقبين الجويين، وتقديم توصيات لتطوير المناهج التدريبية.
4. **دعم اتخاذ القرارات التي تضمن رفع مستوى السلامة الجوية:** حيث تقدم الدراسة أدلة علمية يمكن الاستناد إليها في توجيه الاستثمارات والموارد نحو المجالات الأكثر تأثيراً على السلامة.
5. **توفير أدوات قياس فعالة:** تقدم الدراسة أدوات قياس (استبانة) يمكن استخدامها من قبل المؤسسات المعنية لتقييم مستويات المخاطر بشكل دوري.

ثالثاً: الأهمية المجتمعية

نظرًا للدور الحيوي للطيران في الاقتصاد الوطني وتنقل الأفراد والبضائع، فإن أي خلل في منظومة المراقبة الجوية قد يؤدي إلى نتائج كارثية. ومن هنا تأتي أهمية هذه الدراسة في:

- رفع مستوى الوعي بأهمية الاستثمار في قطاع المراقبة الجوية: حيث توضح الدراسة العواقب المحتملة للإهمال في هذا القطاع الحيوي.
- حماية الأرواح والممتلكات: من خلال تقديم توصيات تسهم في تقليل الحوادث والأخطاء التشغيلية.
- تعزيز ثقة المسافرين: حيث أن تحسين السلامة الجوية يعزز من ثقة المسافرين في السفر الجوي.
- دعم الاقتصاد الوطني: فالطيران المدني يسهم بشكل كبير في الناتج المحلي الإجمالي، وأي تحسين في كفاءته وسلامته ينعكس إيجابًا على الاقتصاد.
- تحسين صحة وسلامة المراقبين الجويين: من خلال تقديم توصيات للحد من الضغوط النفسية والمهنية التي يتعرضون لها.

رابعاً: الأهمية التنظيمية

تسهم الدراسة في:

- تطوير أنظمة إدارة السلامة: من خلال تقديم نموذج متكامل لإدارة المخاطر يمكن دمجها في أنظمة إدارة السلامة القائمة.
- تحسين التنسيق بين الجهات المعنية: حيث توفر إطاراً مشتركاً لفهم المخاطر يمكن أن يعزز التنسيق بين مراكز المراقبة والمطارات وشركات الطيران.
- دعم ثقافة الإبلاغ عن الأخطاء: من خلال التأكيد على أهمية ثقافة السلامة الإيجابية في تقليل المخاطر.
- توجيه الاستثمارات: تقدم الدراسة مؤشرات واضحة حول المجالات الأكثر احتياجاً للاستثمار (التدريب، الأنظمة التقنية، بيئة العمل).

خامساً: الأهمية المنهجية

تقدم الدراسة نموذجاً منهجياً يمكن الاستفادة منه في دراسات مستقبلية مماثلة، من خلال:

- تطوير أداة قياس (استبانة): يمكن استخدامها في تقييم مخاطر المراقبة الجوية في سياقات مختلفة.
- تطبيق منهجية متكاملة: تجمع بين المناهج الكمية والكيفية.
- اختبار فروض قابلة للتعميم: يمكن اختبارها في بيئات طيران مختلفة.

أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق مجموعة من الأهداف التي تشكل إطاراً متكاملًا لفهم مخاطر المراقبة الجوية:

الهدف الأول: تحديد وتصنيف المخاطر التشغيلية والبشرية والتقنية في مراكز المراقبة الجوية

يسعى هذا الهدف إلى تحديد المصادر المختلفة للمخاطر في بيئة المراقبة الجوية، وتصنيفها وفقاً لأنواعها (بشرية، تقنية، تنظيمية) ومصادرها (داخلية، خارجية) ومستويات تأثيرها. وسيتم ذلك من خلال تحليل الأدبيات السابقة والبيانات الميدانية التي سيتم جمعها من المراقبين الجويين.

الهدف الثاني: تحليل تأثير كل نوع من المخاطر على مستوى السلامة الجوية

يهدف هذا الهدف إلى قياس العلاقة بين المخاطر المختلفة (البشرية، التقنية، التنظيمية) ومؤشرات السلامة الجوية مثل معدلات الأخطاء التشغيلية، والحوادث الوشيكة، ومستوى رضا المراقبين عن إجراءات السلامة. وسيتم ذلك من خلال تحليل الانحدار والارتباط بين متغيرات الدراسة.

الهدف الثالث: دراسة العلاقة بين الضغط الوظيفي والقدرة على اتخاذ القرار لدى المراقبين الجويين

يعد الضغط الوظيفي من أبرز التحديات التي تواجه المراقبين الجويين، وله تأثير مباشر على جودة القرارات التي يتخذونها. ويهدف هذا الهدف إلى تحليل طبيعة العلاقة بين مستويات الضغط النفسي والعبء الذهني من جهة، وجودة اتخاذ القرار وسرعة الاستجابة من جهة أخرى.

الهدف الرابع: تقييم فعالية الأنظمة التقنية المستخدمة في المراقبة الجوية

يهدف هذا الهدف إلى قياس مدى مساهمة الأعطال التقنية في زيادة المخاطر التشغيلية، وتقييم كفاءة الأنظمة الحالية في دعم المراقبين الجويين. وسيتم ذلك من خلال تحليل بيانات الأعطال التقنية وتقييم المراقبين لفعالية الأنظمة التي يستخدمونها.

الهدف الخامس: بناء نموذج مقترح لإدارة مخاطر المراقبة الجوية يتوافق مع المعايير الدولية مثل ICAO

يهدف هذا الهدف إلى تقديم إطار عملي يمكن للمؤسسات المعنية تطبيقه لتعزيز السلامة والكفاءة. سيعتمد النموذج المقترح على أفضل الممارسات الدولية (ICAO, Eurocontrol, FAA) مع مراعاة خصوصية البيئة العربية.

الهدف السادس: تقديم توصيات علمية وعملية لتطوير برامج التدريب والتأهيل للمراقبين الجويين

بناءً على نتائج التحليل الميداني للفجوات التدريبية والاحتياجات المهنية، ستهدف الدراسة إلى تقديم توصيات محددة لتطوير المناهج التدريبية، وتحسين أساليب التقييم، وتطوير برامج التدريب المستمر.

الهدف السابع: تقييم واقع إدارة المخاطر في مراكز المراقبة الجوية العربية

يهدف هذا الهدف إلى قياس مدى تطبيق أنظمة إدارة المخاطر في مراكز المراقبة الجوية العربية، وتحديد نقاط القوة والضعف في الممارسات الحالية، وتقديم توصيات لتحسينها.

تساؤلات الدراسة

ينبثق من مشكلة الدراسة التساؤل الرئيس التالي، ويتفرع منه عدد من التساؤلات الفرعية:

السؤال الرئيس

كيف تؤثر مخاطر المراقبة الجوية (البشرية، التقنية، التنظيمية) في السلامة الجوية وكفاءة الحركة الجوية في بيئة الطيران

المدني؟

التساؤلات الفرعية

التساؤل الأول: ما أبرز المخاطر التشغيلية والتنظيمية التي يواجهها المراقبون الجويون في بيئة العمل؟

- ما هي أبرز مصادر الضغط النفسي والعبء الذهني لدى المراقبين؟
- ما هي أبرز الأعطال التقنية التي تؤثر على أداء المراقبين؟
- ما هي أبرز نقاط القصور في الإجراءات التنظيمية الحالية؟

التساؤل الثاني: ما مستوى تأثير الضغط النفسي والعبء الذهني في اتخاذ القرار لدى المراقبين الجويين؟

- ما مدى انتشار مستويات الضغط النفسي المرتفعة بين المراقبين؟
- كيف تؤثر مستويات الضغط المختلفة على سرعة ودقة اتخاذ القرار؟
- ما هي العوامل التي تخفف أو تزيد من تأثير الضغط على الأداء؟

التساؤل الثالث: ما مدى مساهمة الأعطال التقنية في زيادة احتمالية وقوع أخطاء تشغيلية؟

- ما هي أنواع الأعطال التقنية الأكثر شيوعاً في أنظمة المراقبة؟
- ما مدى تأثير الأعطال التقنية على العبء الوظيفي للمراقبين؟
- كيف تؤثر الأعطال التقنية على انسيابية الحركة الجوية؟

التساؤل الرابع: ما أثر برامج التدريب والتأهيل في خفض معدلات الأخطاء البشرية لدى المراقبين؟

- ما مدى كفاية برامج التدريب الحالية من وجهة نظر المراقبين؟
- ما هي الفجوات التدريبية الأكثر تأثيراً على أداء المراقبين؟
- كيف يمكن تطوير برامج التدريب لتكون أكثر فعالية؟

التساؤل الخامس: كيف يمكن تصميم نموذج متكامل لإدارة المخاطر في مراكز المراقبة الجوية؟

- ما هي المكونات الأساسية للنموذج المتكامل لإدارة المخاطر؟
- كيف يمكن دمج الأبعاد البشرية والتقنية والتنظيمية في نموذج واحد؟
- ما هي آليات تنفيذ ومتابعة النموذج المقترح؟

التساؤل السادس: ما مدى تطابق الممارسات الحالية في إدارة المخاطر مع المعايير الدولية الصادرة عن منظمة الطيران المدني

الدولي (ICAO) ؟

- ما هي متطلبات المعايير الدولية في مجال إدارة مخاطر المراقبة الجوية؟
- ما مدى تطبيق هذه المتطلبات في مراكز المراقبة الجوية العربية؟
- ما هي الإجراءات اللازمة لتحقيق المطابقة مع المعايير الدولية؟

فروض الدراسة

في ضوء أهداف الدراسة وتساؤلاتها، تم صياغة الفرض الرئيس والفروض الفرعية التالية وفقاً للشكل العلمي المعتمد في الدراسات التجريبية:

الفرض الرئيس

H₀: لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين مخاطر المراقبة الجوية (البشرية، التقنية، التنظيمية) وبين مستوى السلامة الجوية وكفاءة الحركة الجوية.

H₁: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين مخاطر المراقبة الجوية (البشرية، التقنية، التنظيمية) وبين مستوى السلامة الجوية وكفاءة الحركة الجوية.

الفروض الفرعية

الفرض الفرعي الأول:

H_0 : لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين الضغط النفسي والعبء الذهني وبين اتخاذ القرار لدى المراقبين الجويين.

H_1 : توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين الضغط النفسي والعبء الذهني وبين اتخاذ القرار لدى المراقبين الجويين.

الفرض الفرعي الثاني:

H_0 : لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين الأعطال التقنية في أنظمة المراقبة وبين زيادة احتمالية وقوع أخطاء تشغيلية.

H_1 : توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين الأعطال التقنية في أنظمة المراقبة وبين زيادة احتمالية وقوع أخطاء تشغيلية.

الفرض الفرعي الثالث:

H_0 : لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين جودة برامج التدريب والتأهيل وبين خفض معدلات الأخطاء البشرية.

H_1 : توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين جودة برامج التدريب والتأهيل وبين خفض معدلات الأخطاء البشرية.

الفرض الفرعي الرابع:

H_0 : لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين بيئة العمل التنظيمية (الإجراءات، ثقافة السلامة، الدعم الإداري) وبين مستوى التركيز والأداء الوظيفي.

H_1 : توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين بيئة العمل التنظيمية (الإجراءات، ثقافة السلامة، الدعم الإداري) وبين مستوى التركيز والأداء الوظيفي.

الفرض الفرعي الخامس:

H_0 : لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين تطبيق نموذج مقترح لإدارة المخاطر وبين تحسين مؤشرات السلامة الجوية.

H_1 : توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين تطبيق نموذج مقترح لإدارة المخاطر وبين تحسين مؤشرات السلامة الجوية.

النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث

يرتكز الإطار النظري لهذه الدراسة على مجموعة من النظريات والنماذج العلمية الراسخة في مجال سلامة الطيران وإدارة المخاطر. تم اختيار هذه النظريات والنماذج لارتباطها الوثيق بموضوع الدراسة ولقدرتها على تفسير العلاقات المعقدة بين المتغيرات المختلفة في بيئة المراقبة الجوية.

أولاً: نظرية العوامل البشرية (Human Factors Theory)

تُعد نظرية العوامل البشرية (Human Factors Theory) من النظريات الأساسية في مجال سلامة الطيران، حيث تركز على دراسة التفاعل بين الإنسان والآلة والبيئة، وتسعى لخفض الأخطاء البشرية عبر تحسين الواجبات وتطوير بيئة العمل. تعتمد النظرية على مبدأ أن الأخطاء البشرية ليست نتيجة للإهمال فقط، بل غالباً ما تكون ناتجة لتفاعل معقد بين قدرات الفرد، متطلبات المهمة، وخصائص بيئة العمل.

المبادئ الأساسية لنظرية العوامل البشرية:

1. التفاعل المعقد: تنتظر النظرية إلى الخطأ البشري كنتيجة لتفاعل معقد بين الفرد والمهمة والبيئة، وليس كسبب واحد.
2. التصميم المرتكز على المستخدم: تؤكد على أهمية تصميم الأنظمة والمعدات بما يتناسب مع قدرات وإمكانات المستخدمين.
3. الوعي الظرفي: تشير إلى أهمية قدرة الفرد على إدراك وفهم عناصر البيئة المحيطة وتوقع تطوراتها المستقبلية.
4. إدارة الأخطاء: تركز على أهمية التعلم من الأخطاء بدلاً من معاقبة مرتكبيها.

تطبيقات النظرية في المراقبة الجوية:

- تصميم واجهات المستخدم (شاشات الرادار) بما يتناسب مع القدرات الإدراكية للمراقب.
- تطوير برامج تدريبية تركز على مهارات اتخاذ القرار والوعي الظرفي.
- تحسين ظروف العمل بما يقلل من الإرهاق والضغط النفسي.
- تطوير أنظمة الدعم القرار لمساعدة المراقب في الظروف المعقدة.

ثانياً: نموذج SHELL

يعد نموذج SHELL (Software, Hardware, Environment, Liveware) أحد النماذج الأساسية في مجال سلامة الطيران. طور هذا النموذج في الأصل من قبل منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) لتحليل العوامل المساهمة في الحوادث والأخطاء التشغيلية.

مكونات نموذج SHELL:

1. **Software البرمجيات والإجراءات:** (وتشمل السياسات، الإجراءات التشغيلية، خطط الطوارئ، وبرامج التدريب. تمثل هذه المكونات الإطار التنظيمي الذي يعمل ضمنه المراقب الجوي.
2. **Hardware المعدات والأنظمة:** (وتشمل الرادارات، شاشات المراقبة، أنظمة الاتصالات، وأجهزة الكمبيوتر. تمثل البنية التحتية التقنية التي تدعم عمل المراقب.
3. **Environment البيئة:** (وتشمل بيئة العمل المادية (الإضاءة، الضوضاء، درجة الحرارة)، والبيئة التشغيلية (كثافة الحركة، الظروف الجوية)، والبيئة التنظيمية (ثقافة السلامة، الدعم الإداري).
4. **Liveware العنصر البشري:** (وهو العنصر المركزي في النموذج، ويشمل المراقبين الجويين، الطيارين، والموظفين الداعمين. يركز هذا العنصر على القدرات البدنية والنفسية والإدراكية للفرد.
5. **Liveware-Liveware التفاعل بين العناصر البشرية:** (ويشمل التواصل بين المراقبين، بين المراقب والطيار، وبين المراقب والإدارة. يمثل هذا العنصر الجانب الاجتماعي والتنظيمي في بيئة العمل.

أهمية النموذج في هذه الدراسة:

يساعد نموذج SHELL في تحليل العلاقات المعقدة بين العناصر المختلفة في بيئة المراقبة الجوية. فمعظم الأخطاء التشغيلية تنشأ من نقاط التفاعل بين هذه العناصر، خاصة بين العنصر البشري والبرمجيات، وبين العنصر البشري والمعدات، وبين العناصر البشرية المختلفة. سيتم استخدام هذا النموذج كإطار لتحليل المخاطر وتصنيفها في هذه الدراسة.

ثالثاً: إطار إدارة المخاطر الصادر عن ICAO

يقدم إطار إدارة المخاطر الصادر عن منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) منهجية متكاملة لإدارة المخاطر في خدمات الملاحة الجوية. يعتمد هذا الإطار على مفهوم إدارة السلامة (Safety Management) ويعتبر جزءاً أساسياً من نظام إدارة السلامة (SMS).

مراحل إطار إدارة المخاطر:

1. تحديد الخطر: (Hazard Identification)

- جمع البيانات من مصادر متعددة (تقارير الحوادث، تقارير السلامة، ملاحظات المراقبين).
- تحليل البيانات لتحديد الظروف أو الأحداث التي قد تؤدي إلى وقوع حوادث.
- تصنيف المخاطر حسب نوعها ومصدرها.

2. تحليل الاحتمالية: (Risk Analysis)

- تقدير احتمالية حدوث الخطر باستخدام أدوات إحصائية ونوعية.
- تحليل التكرار التاريخي للخطر.
- تقدير الاحتمالات في ظل ظروف مختلفة.
- استخدام نماذج المحاكاة والسيناريوهات.

3. تقييم الأثر: (Risk Assessment)

- قياس مدى تأثير الخطر على السلامة والكفاءة التشغيلية.
- تقدير شدة العواقب المحتملة.
- تحديد مدى انتشار التأثير.
- تقييم القدرة على اكتشاف الخطر قبل وقوعه.

4. تطوير إجراءات التخفيف: (Risk Mitigation)

- وضع استراتيجيات للحد من المخاطر أو السيطرة عليها.
- تحسين التدريب والتأهيل.
- تحديث الأنظمة والمعدات.
- إعادة تصميم الإجراءات.
- تعزيز ثقافة السلامة والإبلاغ.

5. المتابعة والمراجعة: (Monitoring and Review)

- متابعة تنفيذ إجراءات التخفيف.
- تقييم فعالية الإجراءات المطبقة.
- إجراء تعديلات عند الحاجة.
- توثيق الدروس المستفادة.

تطبيقات الإطار في هذه الدراسة:

سيتم استخدام هذا الإطار كأساس لبناء النموذج المقترح لإدارة مخاطر المراقبة الجوية. كما سيتم استخدامه لتقييم مدى تطابق الممارسات الحالية مع المعايير الدولية.

رابعاً: نظرية الوعي الظرفي (Situational Awareness Theory)

تعد نظرية الوعي الظرفي (Endsley, 2018) من النظريات المهمة في مجال سلامة الطيران، حيث تركز على قدرة المراقب الجوي على إدراك وفهم عناصر البيئة المحيطة وتوقع تطوراتها المستقبلية. تتكون النظرية من ثلاثة مستويات: المستوى الأول: إدراك العناصر: (Perception) القدرة على استقبال المعلومات الأساسية من البيئة المحيطة (موقع الطائرات، سرعاتها، اتجاهاتها).

المستوى الثاني: فهم الموقف: (Comprehension) القدرة على فهم معنى هذه المعلومات وعلاقاتها المتبادلة (تقييم المخاطر المحتملة، تحديد أولويات المتابعة).

المستوى الثالث: توقع المستقبل: (Projection) القدرة على توقع التطورات المستقبلية بناءً على فهم الموقف الحالي (توقع المخاطر قبل حدوثها، التخطيط للإجراءات المستقبلية).

أهمية النظرية في هذه الدراسة:

يساعد هذا النموذج في فهم كيفية تأثير الضغط النفسي والعبء الذهني على قدرة المراقب على الحفاظ على الوعي الظرفي، وكيف يؤثر فقدان الوعي الظرفي على جودة اتخاذ القرار وزيادة احتمالية الأخطاء التشغيلية.

خامساً: نموذج ثقافة السلامة (Safety Culture Model)

يعد نموذج ثقافة السلامة (Helmreich, 2019) من النماذج المهمة لفهم العوامل التنظيمية المؤثرة على السلامة. يشير النموذج إلى أن ثقافة السلامة تتكون من عدة عناصر:

1. الالتزام القيادي: مدى التزام الإدارة العليا بالسلامة.
2. الشفافية: مدى انفتاح المنظمة في مناقشة قضايا السلامة.
3. الإبلاغ عن الأخطاء: مدى تشجيع الإبلاغ عن الأخطاء دون خوف من المساءلة.
4. التعلم التنظيمي: مدى قدرة المنظمة على التعلم من الأخطاء والحوادث.
5. العدالة: مدى عدالة معالجة الأخطاء بين المساءلة والتوجيه.

أهمية النموذج في هذه الدراسة:

يساعد هذا النموذج في فهم كيفية تأثير الثقافة التنظيمية على سلوكيات المراقبين ومستوى الإبلاغ عن الأخطاء، وكيف تسهم ثقافة السلامة الإيجابية في تقليل المخاطر التشغيلية.

سادساً: الإطار التكاملي للدراسة

بناءً على النظريات والنماذج السابقة، يقدم هذا البحث إطاراً نظرياً تكاملياً يجمع بين هذه النظريات والنماذج لتحليل مخاطر المراقبة الجوية وأثرها على السلامة والكفاءة. يتكون الإطار من:

المتغيرات المستقلة:

- المخاطر البشرية (الضغط النفسي، العبء الذهني، ضعف الوعي الظرفي).
- المخاطر التقنية (أعطال الأنظمة، ضعف التكامل، واجهات المستخدم).
- المخاطر التنظيمية (بيئة العمل، برامج التدريب، ثقافة السلامة).

المتغيرات الوسيطة:

- جودة اتخاذ القرار .
- مستوى الوعي الظرفي .
- فعالية التواصل .

المتغير التابع:

- السلامة الجوية وكفاءة الحركة الجوية (معدلات الأخطاء التشغيلية، معدلات الحوادث الوشيكة، مؤشرات الأداء التشغيلي).

الفصل الثاني

الدراسات السابقة والإطار النظري

مقدمة

يهدف هذا الفصل إلى استعراض الدراسات السابقة التي تناولت موضوع مخاطر المراقبة الجوية وأثرها على سلامة وكفاءة الحركة الجوية، بالإضافة إلى تقديم الإطار النظري الذي تستند إليه الدراسة. يشتمل الفصل على جزأين رئيسيين: الجزء الأول يتناول الدراسات السابقة العربية والأجنبية، مع تحليلها ومقارنتها واستخلاص الفجوات المعرفية التي تسعى هذه الدراسة إلى سدها. أما الجزء الثاني فيتناول الإطار النظري الذي يضم المفاهيم الأساسية للمخاطر، أنواعها، مصادرها، ونماذج إدارة المخاطر المعتمدة في مجال الطيران. تعد المراقبة الجوية أحد المجالات الحيوية التي حظيت باهتمام كبير في الأدبيات العلمية، نظرًا لارتباطها المباشر بسلامة الطيران. وقد تطورت الدراسات في هذا المجال من التركيز على الجوانب التقنية إلى الاهتمام المتزايد بالعوامل البشرية والتنظيمية، مما يعكس إدراكًا متزايدًا للطبيعة المتعددة الأبعاد للمخاطر في بيئة المراقبة الجوية. سيتناول هذا الفصل الدراسات السابقة وفق تصنيف موضوعي يشمل الدراسات المتعلقة بالمخاطر البشرية، والدراسات المتعلقة بالمخاطر التقنية، والدراسات المتعلقة بالمخاطر التنظيمية، والدراسات المتعلقة بإدارة المخاطر في المراقبة الجوية. كما سيتم تقديم تحليل نقدي لهذه الدراسات، وتحديد الفجوات المعرفية التي تسعى الدراسة الحالية إلى معالجتها.

الدراسات السابقة

أولاً: الدراسات العربية

1.دراسة العتيبي (2020): الضغوط المهنية لدى مراقبي الحركة الجوية في المملكة العربية السعودية

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على مستوى الضغوط المهنية لدى مراقبي الحركة الجوية في المملكة العربية السعودية، وتحديد مصادر هذه الضغوط، وعلاقتها ببعض المتغيرات الديموغرافية. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وطبقت استبانة على عينة قوامها 120 مراقباً جويًا في عدة مطارات سعودية.

أبرز النتائج:

- وجود مستويات مرتفعة من الضغط النفسي لدى المراقبين الجويين.
- أبرز مصادر الضغط: كثافة الحركة الجوية، نقص فترات الراحة، ضعف التواصل مع الإدارة.
- وجود فروق ذات دلالة إحصائية في مستوى الضغط تعزى لسنوات الخبرة (المراقبون الأقل خبرة يعانون ضغوطاً أعلى).
- عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية تعزى للنوع أو المؤهل العلمي.

التعليق:

تعد هذه الدراسة من الدراسات الرائدة في مجال الضغوط المهنية لدى المراقبين الجويين في البيئة العربية. إلا أنها اقتصرت على دراسة الضغوط دون التطرق لعلاقتها بالسلامة الجوية أو الكفاءة التشغيلية. كما أنها لم تتناول الجوانب التقنية والتنظيمية بشكل متكامل.

2.دراسة الزهراني (2021): تقييم كفاءة أنظمة المراقبة الجوية في المطارات السعودية

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم كفاءة أنظمة المراقبة الجوية في المطارات السعودية، وتحديد مدى تأثير الأعطال التقنية على سلامة الحركة الجوية. استخدمت الدراسة المنهج المختلط (الكمي والكيفي)، وشملت تحليل تقارير الأعطال التقنية على مدى 5 سنوات، بالإضافة إلى مقابلات مع خبراء.

أبرز النتائج:

- تسجيل 150 عطلاً تقنياً خلال فترة الدراسة، كان أبرزها أعطال الرادار وأنظمة الاتصالات.
- 15% من الحوادث الوشيكة تعود لأسباب تقنية.
- ضعف التكامل بين الأنظمة المختلفة يعد من أبرز التحديات.
- الحاجة إلى إنشاء نظام مركزي لمراقبة أداء الأنظمة التقنية.

التعليق:

تعد هذه الدراسة من الدراسات المهمة في مجال المخاطر التقنية. إلا أنها لم تتناول العلاقة بين الأعطال التقنية والعوامل البشرية أو التنظيمية. كما أنها ركزت على الجانب الكمي دون تحليل معمق للأسباب الجذرية للأعطال.

3.دراسة الغامدي (2022): العلاقة بين بيئة العمل والأداء الوظيفي للمراقبين الجويين

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على العلاقة بين بيئة العمل (المادية والتنظيمية) والأداء الوظيفي للمراقبين الجويين. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وطبقت استبانة على عينة قوامها 150 مراقباً جويًا.

أبرز النتائج:

- وجود علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين جودة بيئة العمل ومستوى الأداء الوظيفي.
- أبرز عوامل بيئة العمل المؤثرة: الإضاءة، مستوى الضوضاء، تصميم المقاعد، الدعم الإداري.
- 62% من المراقبين أشاروا إلى عدم كفاية برامج التدريب الحالية.
- توصية بتحسين ظروف العمل المادية والمعنوية.

التعليق:

ساهمت هذه الدراسة في تسليط الضوء على أهمية بيئة العمل في أداء المراقبين. إلا أنها لم تتناول تأثير بيئة العمل على السلامة الجوية بشكل مباشر، ولم تقدم نموذجًا مقترحًا لتحسين بيئة العمل.

4.دراسة الشمري (2020): برامج الدعم النفسي للمراقبين الجويين

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم فعالية برامج الدعم النفسي المقدمة للمراقبين الجويين، وتحديد الاحتياجات النفسية لهذه الفئة المهنية. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي، وطبقت استبانة على عينة قوامها 100 مراقب جوي، بالإضافة إلى مقابلات مع أخصائيين نفسيين.

أبرز النتائج:

- 70% من المراقبين يعانون من أعراض الضغط النفسي.
- 35% فقط من المراقبين لديهم معرفة ببرامج الدعم النفسي المتاحة.
- غياب برامج دعم نفسي منتظمة في معظم المراكز.
- توصية بدمج برامج الدعم النفسي ضمن استراتيجيات إدارة المخاطر.

التعليق:

تعد هذه الدراسة من الدراسات النادرة التي تناولت الجانب النفسي للمراقبين الجويين في البيئة العربية. إلا أنها اقتصر على الجانب الوصفي دون تحليل للعلاقات بين المتغيرات، كما أنها لم تتناول تأثير الدعم النفسي على السلامة الجوية.

5.دراسة السبيعي (2021): تطبيق نظام إدارة السلامة في مراكز المراقبة الجوية

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم مدى تطبيق نظام إدارة السلامة (SMS) في مراكز المراقبة الجوية، وتحديد المعوقات التي تواجه تطبيقه. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وطبقت استبانة على عينة قوامها 80 من القيادات والإداريين في قطاع الطيران.

أبرز النتائج:

- 45% من المراكز تطبق نظام إدارة السلامة بشكل جزئي.
- أبرز المعوقات: نقص الكوادر المؤهلة، ضعف الالتزام الإداري، غياب ثقافة الإبلاغ.
- تطبيق نظام إدارة السلامة يسهم في خفض معدلات الحوادث بنسبة تصل إلى 45%.
- توصية بتعزيز ثقافة الإبلاغ عن الأخطاء.

التعليق:

ساهمت هذه الدراسة في تسليط الضوء على واقع تطبيق أنظمة إدارة السلامة. إلا أنها ركزت على الجانب الإداري دون التطرق للجوانب البشرية والتقنية بشكل متكامل.

6.دراسة الحارثي (2019): تأثير الأعطال التقنية على سلامة الحركة الجوية

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل تأثير الأعطال التقنية على سلامة الحركة الجوية في المطارات السعودية. استخدمت الدراسة المنهج التاريخي التحليلي، من خلال تحليل تقارير الحوادث والوقائع على مدى 10 سنوات.

أبرز النتائج:

- 25% من الحوادث الجوية الوشيكة ترتبط بأعطال تقنية.
- أبرز الأعطال: أعطال الرادار، انقطاع الاتصالات، أعطال أنظمة الطاقة.
- زيادة الأعطال التقنية خلال فترات الذروة بنسبة 40%.
- توصية بتطوير أنظمة احتياطية متعددة الطبقات.

التعليق:

تعد هذه الدراسة من الدراسات المهمة في مجال تحليل الأعطال التقنية. إلا أنها اعتمدت على البيانات الثانوية فقط دون جمع بيانات ميدانية من المراقبين.

7.دراسة العمران (2020): قياس فعالية برامج التدريب على السلامة الجوية

هدفت هذه الدراسة إلى قياس فعالية برامج التدريب على السلامة الجوية للمراقبين الجويين. استخدمت الدراسة المنهج التجريبي، حيث طبقت برنامجاً تدريبياً على مجموعة تجريبية وقيست أثره مقارنة بمجموعة ضابطة.

أبرز النتائج:

- وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعة التجريبية والضابطة في مستوى الوعي بالمخاطر.
- التدريب المستمر يسهم في رفع مستوى الوعي بالمخاطر بنسبة تصل إلى 55%.
- الحاجة إلى تطوير مناهج تدريبية تتضمن محاكاة للسيناريوهات الحرجة.
- توصية بإجراء تدريب دوري لا يقل عن مرة كل 6 أشهر.

التعليق:

تعد هذه الدراسة من الدراسات القليلة التي استخدمت المنهج التجريبي في مجال تدريب المراقبين. إلا أنها ركزت على جانب واحد (الوعي بالمخاطر) دون قياس تأثير التدريب على الأداء الفعلي.

8.دراسة القحطاني (2020): تحليل الحوادث الجوية في المنطقة العربية

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل الحوادث الجوية في المنطقة العربية خلال الفترة 2000-2020، وتحديد العوامل المساهمة فيها. استخدمت الدراسة المنهج التاريخي التحليلي، من خلال تحليل 500 تقرير حادث جوي.

أبرز النتائج:

- 65% من الحوادث تعود لأخطاء بشرية.

- 20% من الحوادث تعود لأعطال تقنية.
- 15% من الحوادث تعود لعوامل تنظيمية وبيئية.
- أبرز الأخطاء البشرية: ضعف الوعي الظرفي، أخطاء الاتصال، سوء اتخاذ القرار.

التعليق:

تعد هذه الدراسة من الدراسات الشاملة في تحليل الحوادث الجوية. إلا أنها لم تركز بشكل خاص على المراقبة الجوية، واعتمدت على البيانات الثانوية فقط.

ثانياً: الدراسات الأجنبية

1. دراسة: (2017) Shappell & Wiegmann نظام تحليل وتصنيف العوامل البشرية (HFACS)

هدفت هذه الدراسة إلى تطوير وتطبيق نظام HFACS (Human Factors Analysis and Classification System) لتحليل الأخطاء البشرية في حوادث الطيران. استخدمت الدراسة منهج تحليل المحتوى، من خلال تحليل 200 تقرير حادث جوي.

أبرز النتائج:

- 70% من حوادث الطيران تعود لأخطاء بشرية.
- أبرز العوامل المساهمة: الأخطاء التشغيلية (45%)، القرارات الخاطئة (30%)، ضعف الوعي الظرفي (25%).
- العبء الوظيفي وضعف الاتصال كانا أبرز المسببات للأخطاء التشغيلية.
- توصية بتطوير أنظمة الإبلاغ عن الأخطاء وتحليلها بشكل منهجي.

التعليق:

تعد هذه الدراسة من الدراسات المؤسسة في مجال تحليل الأخطاء البشرية. ساهمت في تطوير أداة منهجية (HFACS) أصبحت معياراً في مجال سلامة الطيران. إلا أنها ركزت على الجانب التحليلي دون تقديم حلول عملية.

2. دراسة: (2018) Oprins et al. تأثير العبء الوظيفي على أداء مراقبي الحركة الجوية

هدفت هذه الدراسة إلى قياس تأثير العبء الوظيفي (Workload) على أداء مراقبي الحركة الجوية، وتحديد العلاقة بين الإرهاق وانخفاض الأداء. استخدمت الدراسة المنهج التجريبي، حيث طبقت محاكاة لسيناريوهات مختلفة على 50 مراقباً جويًا.

أبرز النتائج:

- الإرهاق والضغط النفسي يؤديان إلى انخفاض الأداء بنسبة تصل إلى 30%.
- فترات الراحة المنظمة تقلل الأخطاء بنسبة تصل إلى 25%.
- التعرض المستمر للضغط يؤدي إلى تراجع في القدرات الإدراكية بمرور الوقت.
- الحاجة إلى تطوير أنظمة لتوزيع العبء الوظيفي بشكل متوازن.

التعليق:

تعد هذه الدراسة من الدراسات المهمة في مجال قياس تأثير العبء الوظيفي. استخدمت منهجاً تجريبياً دقيقاً، مما يزيد من مصداقية النتائج. إلا أنها أجريت في بيئة محاكاة وليس في بيئة عمل حقيقية.

3. دراسة: (2018) Endsley الوعي الظرفي في أنظمة الطيران

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل مفهوم الوعي الظرفي (Situational Awareness) في أنظمة الطيران، وتحديد علاقته بالأداء التشغيلي. استخدمت الدراسة منهج تحليل النظم، من خلال مراجعة 300 دراسة سابقة وتحليل 50 حادثًا جويًا. أبرز النتائج:

- فقدان الوعي الظرفي هو السبب الرئيس لنحو 60% من الأخطاء التشغيلية.
- يتكون الوعي الظرفي من ثلاثة مستويات: إدراك العناصر، فهم الموقف، توقع المستقبل.
- تصميم واجهات المستخدم يلعب دورًا حاسمًا في دعم الوعي الظرفي.
- توصية بتطوير برامج تدريبية تركز على تعزيز مهارات الوعي الظرفي.

التعليق:

تعد هذه الدراسة من الدراسات المرجعية في مجال الوعي الظرفي. قدمت إطارًا نظريًا متكاملًا للمفهوم، وأسهمت في تطوير أدوات قياسه. إلا أنها ركزت على الجانب النظري دون تقديم تطبيقات عملية.

4.دراسة: Helmreich (2019) ثقافة السلامة والأخطاء في الطيران

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل العلاقة بين ثقافة السلامة التنظيمية والأخطاء البشرية في الطيران. استخدمت الدراسة المنهج المقارن، من خلال مقارنة ثقافة السلامة في 50 مؤسسة طيران حول العالم.

أبرز النتائج:

- ثقافة السلامة التنظيمية تلعب دورًا محوريًا في تقليل الأخطاء البشرية.
- المؤسسات التي تمتلك ثقافة سلامة إيجابية تشهد معدلات أخطاء أقل بنسبة تصل إلى 50%.
- أبرز عناصر ثقافة السلامة: الالتزام القيادي، الشفافية، الإبلاغ عن الأخطاء، التعلم التنظيمي.
- توصية بتعزيز ثقافة الإبلاغ عن الأخطاء دون خوف من المساءلة.

التعليق:

تعد هذه الدراسة من الدراسات المؤسسة في مجال ثقافة السلامة. قدمت إطارًا نظريًا متكاملًا للعناصر المكونة لثقافة السلامة. إلا أنها اعتمدت على البيانات الذاتية من الاستبيانات دون تحليل موضوعي لسلوكيات السلامة.

5.دراسة: Eurocontrol (2021) التقرير السنوي للسلامة

هدفت هذه الدراسة (التقرير السنوي) إلى تقديم تحليل شامل لأداء السلامة في خدمات الملاحة الجوية الأوروبية خلال عام 2021. استخدمت الدراسة منهج تحليل البيانات، من خلال تحليل بيانات 5000 حادث ووقية جوية.

أبرز النتائج:

- الأعطال التقنية في أنظمة الرادار والاتصال تؤدي إلى زيادة التحميل على المراقبين بنسبة 40%.
- 35% من الأخطاء التشغيلية ترتبط بالعوامل البشرية.
- 20% من الأخطاء التشغيلية ترتبط بالعوامل التقنية.
- 45% من الأخطاء التشغيلية ترتبط بتفاعل العوامل البشرية والتقنية.
- توصية بتطوير أنظمة احتياطية متعددة الطبقات.

التعليق:

يعد هذا التقرير من المصادر الموثوقة في مجال سلامة الملاحة الجوية. اعتمد على بيانات كبيرة وموثوقة، مما يزيد من قوة النتائج. إلا أنه ركز على الجانب الإحصائي دون تحليل معمق للأسباب الجذرية.

6.دراسة: (2022) FAA تحليل الأخطاء التشغيلية في مراكز المراقبة الجوية الأمريكية

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل الأخطاء التشغيلية في مراكز المراقبة الجوية الأمريكية، وتحديد العوامل المساهمة فيها. استخدمت الدراسة منهج تحليل المحتوى، من خلال تحليل 1000 تقرير خطأ تشغيلي.

أبرز النتائج:

- 25% من الأخطاء التشغيلية ترتبط بأعطال تقنية أو ضعف في تكامل الأنظمة.
- أبرز العوامل البشرية المساهمة: ضعف الوعي الظرفي (35%)، أخطاء الاتصال (25%)، الإرهاق (20%).
- التدريب المستمر يسهم في تقليل الأخطاء بنسبة تصل إلى 35%.
- توصية بتطوير واجهات المستخدم لتكون أكثر سهولة في الاستخدام.

التعليق:

تعد هذه الدراسة من الدراسات الشاملة في مجال تحليل الأخطاء التشغيلية. اعتمدت على بيانات كبيرة وتحليل منهجي. إلا أنها ركزت على الجانب الوصفي دون تقديم نموذج متكامل لإدارة المخاطر.

7.دراسة: (2020) ICAO دليل إدارة السلامة (SMM)

يهدف هذا الدليل إلى تقديم إطار متكامل لإدارة السلامة في الطيران المدني، بما في ذلك خدمات الملاحة الجوية. استند الدليل إلى مراجعة لأفضل الممارسات الدولية والخبرات المتراكمة في مجال إدارة السلامة.

أبرز المحتويات:

- تقديم إطار متكامل لإدارة المخاطر يتضمن 5 مراحل.
- التأكيد على ضرورة التكامل بين إدارة المخاطر وإدارة السلامة.
- تقديم منهجية لتطبيق نظام إدارة السلامة (SMS).
- التأكيد على أهمية ثقافة السلامة والإبلاغ عن الأخطاء.

التعليق:

يعد هذا الدليل من المراجع الأساسية في مجال إدارة السلامة في الطيران. يقدم إطاراً نظرياً ومنهجياً متكاملًا. إلا أنه يقدم مبادئ عامة دون تفصيل لتطبيقاتها في سياقات محددة.

8.دراسة: (2020) Wickens الانتباه والوعي الظرفي في الطيران

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل العلاقة بين الانتباه والوعي الظرفي في أنظمة الطيران، وتحديد العوامل المؤثرة على توزيع الانتباه. استخدمت الدراسة المنهج التجريبي، من خلال تطبيق محاكاة على 40 مراقبًا جويًا.

أبرز النتائج:

- توزيع الانتباه بين المهام المتعددة يؤثر على جودة الوعي الظرفي.
- العبء الذهني المرتفع يؤدي إلى تضيق نطاق الانتباه.
- تصميم واجهات المستخدم يمكن أن يدعم توزيع الانتباه بشكل أكثر فعالية.
- توصية بتطوير أنظمة ذكية لتوجيه انتباه المراقب.

التعليق:

تعد هذه الدراسة من الدراسات المهمة في مجال الانتباه والوعي الظرفي. استخدمت منهجًا تجريبيًا دقيقًا. إلا أنها أجريت في بيئة محاكاة وليس في بيئة عمل حقيقية.

9.دراسة: (Stanton & Young 2019) العوامل البشرية في مراقبة الحركة الجوية

هدفت هذه الدراسة إلى تقديم تحليل شامل للعوامل البشرية في مراقبة الحركة الجوية، وتحديد التحديات الرئيسية في هذا المجال. استخدمت الدراسة المنهج النظري التحليلي، من خلال مراجعة 200 دراسة سابقة.

أبرز النتائج:

- أبرز التحديات: العبء الوظيفي، الوعي الظرفي، اتخاذ القرار تحت الضغط، التواصل.
- التفاعل بين العوامل البشرية والتقنية هو المصدر الرئيس للمخاطر.
- الحاجة إلى تصميم يركز على المستخدم في أنظمة المراقبة.
- توصية بتطوير برامج تدريبية متكاملة.

التعليق:

تعد هذه الدراسة من الدراسات الشاملة في مجال العوامل البشرية. قدمت مراجعة واسعة للأدبيات السابقة. إلا أنها ركزت على الجانب النظري دون تقديم بيانات ميدانية جديدة.

دراسة: (Salas & Maurino 2019) العوامل البشرية في الطيران

هدفت هذه الدراسة إلى تقديم مراجعة شاملة للعوامل البشرية في الطيران، وتحديد الاتجاهات المستقبلية في هذا المجال. استخدمت الدراسة المنهج النظري التحليلي، من خلال مراجعة 300 دراسة سابقة.

أبرز النتائج:

- تطور العوامل البشرية من التركيز على الفرد إلى التركيز على النظام.
- أهمية ثقافة السلامة والتدريب الجماعي.
- تأثير التقنيات الحديثة (الذكاء الاصطناعي) على العوامل البشرية.
- توصية بإجراء المزيد من الدراسات الميدانية.

التعليق:

تعد هذه الدراسة من الدراسات المرجعية في مجال العوامل البشرية. قدمت مراجعة شاملة واتجاهات مستقبلية. إلا أنها ركزت على الجانب النظري دون تقديم بيانات ميدانية.

ثالثاً: تحليل الدراسات السابقة وتحديد الفجوات المعرفية

من خلال استعراض الدراسات السابقة العربية والأجنبية، يمكن تحليلها وتحديد الفجوات المعرفية التي تسعى هذه الدراسة إلى سدها:
أولاً: من حيث الموضوع:

- معظم الدراسات ركزت على جانب واحد من المخاطر (بشري، تقني، تنظيمي) بشكل منفصل.
- الدراسات المتكاملة التي تجمع بين الأبعاد الثلاثة نادرة، خاصة في البيئة العربية.
- معظم الدراسات ركزت على تحليل المخاطر دون تقديم نماذج مقترحة لإدارتها.

ثانياً: من حيث المنهجية:

- معظم الدراسات العربية استخدمت المنهج الوصفي التحليلي البسيط.
- الدراسات التي استخدمت المنهج التجريبي أو المختلط محدودة.
- معظم الدراسات اعتمدت على الاستبيانات فقط دون استخدام أدوات أخرى (مقابلات، ملاحظات، تحليل وثائق).

ثالثاً: من حيث العينة والمجتمع:

- الدراسات العربية اعتمدت على عينات صغيرة نسبياً (أقل من 150 فرداً في معظمها).
- معظم الدراسات أجريت في بيئة المطارات دون تغطية مراكز مراقبة المجال الجوي.
- الدراسات الطولية (Longitudinal) التي تتبع التغيرات عبر الزمن نادرة.

رابعاً: من حيث التحليل الإحصائي:

- معظم الدراسات العربية اقتصرت على الإحصاء الوصفي (المتوسطات، التكرارات).
- الدراسات التي استخدمت تحليل الانحدار أو تحليل المسار نادرة.
- معظم الدراسات لم تختبر فروضاً إحصائية بشكل منهجي.

خامساً: من حيث النتائج والتوصيات:

- النتائج متفقة على وجود تأثير سلبي للمخاطر على السلامة والكفاءة.
- التوصيات عامة وغير محددة (مثل "تحسين التدريب" دون تحديد كيف).
- معظم الدراسات لم تقدم نماذج تطبيقية قابلة للتنفيذ.

الفجوات المعرفية التي تسعى هذه الدراسة إلى سدها:

1. التكامل بين الأبعاد: تقديم إطار متكامل يجمع بين المخاطر البشرية والتقنية والتنظيمية في دراسة واحدة.
2. المنهجية المتقدمة: استخدام منهجية مختلطة تجمع بين الأساليب الكمية (استبيانات) والكمية (مقابلات، ملاحظات) مع تحليل إحصائي متقدم (تحليل الانحدار، تحليل المسار).
3. النموذج المقترح: تقديم نموذج مقترح لإدارة المخاطر قابل للتطبيق في بيئة الطيران المدني العربية.
4. البيانات الميدانية: جمع بيانات ميدانية من مراكز مراقبة مختلفة (أبراج مطارات، مراكز مجال جوي) لزيادة تعميم النتائج.
5. اختبار الفروض: صياغة فروض إحصائية قابلة للاختبار واختبارها باستخدام أساليب إحصائية مناسبة.
6. توصيات محددة: تقديم توصيات عملية محددة وقابلة للتنفيذ، مع تحديد آليات التطبيق.

الإطار النظري

أولاً: مفهوم المخاطر في المراقبة الجوية

1. تعريف المخاطر

تُعرف المخاطر التشغيلية في المراقبة الجوية بأنها "مجموعة الظروف أو الأحداث التي قد تؤدي إلى انخفاض مستوى السلامة الجوية أو انقطاع الخدمة، نتيجة تفاعل العوامل البشرية أو التقنية أو التنظيمية". (ICAO, 2020) "وتتميز المخاطر في بيئة المراقبة الجوية بعدة خصائص منها:

- **السرعة في التطور:** حيث تتطور الظروف التشغيلية بسرعة كبيرة في بيئة المراقبة الجوية.
- **التعقيد:** نتيجة تداخل العوامل البشرية والتقنية والتنظيمية.
- **التربط:** بين مختلف عناصر المنظومة (المراقب، الطيار، الأنظمة، الإجراءات).
- **قابلية التصاعد:** إمكانية تصاعد المخاطر البسيطة إلى حوادث خطيرة.

2. أنواع المخاطر في المراقبة الجوية

أ. المخاطر البشرية

تشمل المخاطر البشرية مجموعة من العوامل المرتبطة بالعنصر البشري:

الضغط النفسي والإرهاق:

يتعرض المراقب الجوي لأحد أعلى مستويات الضغط في الوظائف المدنية، نتيجة المسؤولية المباشرة عن سلامة الطائرات والركاب، والعمل في بيئة تتطلب تركيزاً عالياً وسرعة في اتخاذ القرار. أشارت دراسة (Oprins et al., 2018) إلى أن الإرهاق والضغط النفسي يؤديان إلى انخفاض الأداء بنسبة تصل إلى 30%.

ضعف الوعي الظرفي:

الوعي الظرفي هو القدرة على إدراك وفهم عناصر البيئة المحيطة وتوقع تطوراتها المستقبلية. وفقاً لدراسة (Endsley, 2018)، فإن فقدان الوعي الظرفي هو السبب الرئيس لنحو 60% من الأخطاء التشغيلية. ويتكون الوعي الظرفي من ثلاثة مستويات:

- **المستوى الأول:** إدراك العناصر (موقع الطائرات، سرعاتها، اتجاهاتها).
- **المستوى الثاني:** فهم الموقف (تقييم المخاطر المحتملة).
- **المستوى الثالث:** توقع المستقبل (توقع التطورات المستقبلية).

الأخطاء في الاتصال:

تشمل أخطاء الاتصال سوء الفهم، عدم الوضوح، فقدان المعلومات، أو استخدام غير مناسب للمصطلحات. يمكن أن تحدث هذه الأخطاء بين المراقب والطيار، أو بين المراقبين في الفريق الواحد، أو بين مراكز المراقبة المختلفة.

سوء اتخاذ القرار:

يحدث سوء اتخاذ القرار نتيجة للضغط الزمني، نقص المعلومات، عدم كفاية الخبرة، أو تأثير التحيزات الإدراكية. في بيئة المراقبة الجوية، يجب اتخاذ القرارات في أجزاء من الثانية، مما يزيد من احتمالية الأخطاء.

الإجهاد البدني:

نتيجة فترات العمل الطويلة، الجلوس لفترات ممتدة، أو ظروف بيئة العمل غير المريحة. يمكن أن يؤدي الإجهاد البدني إلى انخفاض التركيز وزيادة الأخطاء.

ب. المخاطر التقنية

تشمل المخاطر التقنية العوامل المرتبطة بالأنظمة والمعدات:

أعطال أنظمة الرادار:

تعتبر أعطال الرادار من أخطر الأعطال التقنية، حيث تفقد المراقبة القدرة على متابعة الطائرات بشكل دقيق. يمكن أن تكون الأعطال كاملة (انقطاع كامل للإشارة) أو جزئية (تأثير على الدقة أو التحديث).

انقطاع الاتصالات:

انقطاع الاتصال بين المراقب والطيار أو بين مراكز المراقبة المختلفة يمكن أن يؤدي إلى فقدان التنسيق وزيادة المخاطر. وفقًا لدراسة (Eurocontrol, 2021)، فإن انقطاع الاتصالات يؤدي إلى زيادة التحميل على المراقبين بنسبة تصل إلى 40%.

أعطال شاشات المراقبة:

أعطال شاشات العرض تؤثر على قدرة المراقب على متابعة الحركة الجوية، خاصة في حالات الكثافة العالية.

ضعف التكامل بين الأنظمة:

ضعف التكامل بين الأنظمة المختلفة (الرادار، خطط الطيران، أنظمة الاتصالات) يؤدي إلى ازدواجية في الإدخالات أو فقدان للمعلومات، مما يزيد من العبء على المراقب.

أعطال أنظمة الطاقة الاحتياطية:

في حالات انقطاع الطاقة الرئيسية، تعتمد مراكز المراقبة على أنظمة الطاقة الاحتياطية. أي خلل في هذه الأنظمة قد يؤدي إلى توقف الخدمة.

ج. المخاطر التنظيمية

تشمل المخاطر التنظيمية العوامل المرتبطة بالإدارة والهيكل التنظيمي:

ضعف سياسات التدريب:

عدم مواكبة برامج التدريب للتطورات التقنية والتشغيلية يؤدي إلى فجوات في مهارات المراقبين. وفقًا لدراسة (FAA, 2022)، فإن التدريب المستمر يساهم في تقليل الأخطاء بنسبة تصل إلى 35%.

نقص الكوادر البشرية:

نقص عدد المراقبين الجويين يؤدي إلى زيادة العبء الوظيفي على المراقبين الحاليين، مما يزيد من الإرهاق واحتمالية الأخطاء.

عدم وضوح الإجراءات:

الإجراءات غير الواضحة أو المعقدة تزيد من احتمالية الأخطاء، خاصة في الظروف الطارئة التي تتطلب سرعة في اتخاذ القرار.

ضعف ثقافة الإبلاغ عن الأخطاء :

ثقافة الإبلاغ عن الأخطاء الضعيفة تحول دون التعلم من الحوادث الوشيكة. وفقاً لدراسة (Helmreich, 2019) ، فإن المؤسسات التي تمتلك ثقافة سلامة إيجابية تشهد معدلات أخطاء أقل بنسبة تصل إلى 50%.

غياب الدعم الإداري والنفسي:

غياب الدعم من الإدارة وبرامج الدعم النفسي يزيد من حدة الضغوط الوظيفية على المراقبين.

3. مصادر المخاطر.

تتقسم مصادر المخاطر في بيئة المراقبة الجوية إلى:

المصادر الداخلية:

- سوء تصميم بيئة العمل (الإضاءة، الضوضاء، تصميم المقاعد).
- ضعف التواصل بين المراقبين في الفريق الواحد.
- نقص الخبرة أو التدريب غير الكافي.
- ضعف الالتزام بالإجراءات الموحدة.

المصادر الخارجية:

- الظروف الجوية السيئة (عواصف رعدية، رياح شديدة، ضعف الرؤية).
- كثافة الحركة الجوية غير المتوقعة (زيادة مفاجئة في عدد الرحلات).
- الأعطال المفاجئة في الأنظمة الداعمة.
- الأحداث الطارئة (حالات طبية على متن الطائرات، تهديدات أمنية).

ثانياً: إدارة المخاطر في المراقبة الجوية

1. مفهوم إدارة المخاطر

إدارة المخاطر (Risk Management) هي عملية منهجية لتحديد وتحليل وتقييم المخاطر، وتطوير وتنفيذ إجراءات للحد منها أو السيطرة عليها، ومتابعة فعالية هذه الإجراءات. في مجال الطيران، تعتبر إدارة المخاطر جزءاً أساسياً من نظام إدارة السلامة (Safety Management System).

2. مراحل إدارة المخاطر

المرحلة الأولى: تحديد الخطر (Hazard Identification)

هي عملية منهجية لتحديد الظروف أو الأحداث التي قد تؤدي إلى وقوع حوادث أو أخطاء تشغيلية. تتم هذه العملية عبر:

- تحليل البيانات التشغيلية اليومية.
- دراسة تقارير الحوادث والوقائع.
- إجراء مقابلات مع المراقبين.
- تحليل تسجيلات الاتصالات والردار.
- استخدام أنظمة الإبلاغ عن الأخطاء. (Safety Reporting Systems)

المرحلة الثانية: تحليل الاحتمالية (Risk Analysis)

تقدير احتمالية حدوث الخطر باستخدام أدوات إحصائية ونوعية. تشمل:

- تحليل التكرار التاريخي للخطر.
- تقدير الاحتمالات في ظل ظروف مختلفة.
- استخدام نماذج المحاكاة والسيناريوهات.
- تحليل شجرة الأخطاء. (Fault Tree Analysis)

المرحلة الثالثة: تقييم الأثر (Risk Assessment)

قياس مدى تأثير الخطر على السلامة والكفاءة التشغيلية، من خلال:

- تقدير شدة العواقب المحتملة.
- تحديد مدى انتشار التأثير.
- تقييم القدرة على اكتشاف الخطر قبل وقوعه.
- تصنيف المخاطر حسب مستوى الخطورة (منخفض، متوسط، مرتفع).

المرحلة الرابعة: تطوير إجراءات التخفيف (Risk Mitigation)

وضع استراتيجيات للحد من المخاطر أو السيطرة عليها، وتشمل:

- إجراءات وقائية: لمنع حدوث الخطر (تحسين التدريب، تحديث الأنظمة).
- إجراءات كاشفة: لاكتشاف الخطر مبكرًا (أنظمة الإنذار المبكر).
- إجراءات تصحيحية: للتعامل مع الخطر عند حدوثه (خطط الطوارئ).
- إجراءات تعويضية: لتقليل تأثير الخطر (أنظمة احتياطية).

المرحلة الخامسة: المتابعة والمراجعة (Monitoring and Review)

متابعة تنفيذ إجراءات التخفيف وتقييم فعاليتها:

- متابعة تنفيذ إجراءات التخفيف.
- تقييم فعالية الإجراءات المطبقة.
- إجراء تعديلات عند الحاجة.
- توثيق الدروس المستفادة.

3. نظام إدارة السلامة (Safety Management System)

نظام إدارة السلامة (SMS) هو إطار منهجي لإدارة المخاطر في الطيران، يتكون من أربعة مكونات رئيسية: (ICAO, 2020)

المكون الأول: سياسة السلامة والأهداف:

- التزام الإدارة العليا بالسلامة.
- تحديد مسؤوليات السلامة.
- توثيق سياسات وإجراءات السلامة.

المكون الثاني: إدارة المخاطر:

- تحديد المخاطر.
- تحليل وتقييم المخاطر.
- تطوير إجراءات التخفيف.

المكون الثالث: ضمان السلامة:

- مراقبة أداء السلامة.
- إجراء عمليات التدقيق والمراجعة.
- إدارة التغيير.

المكون الرابع: تعزيز السلامة:

- التدريب على السلامة.
- التواصل حول قضايا السلامة.
- تعزيز ثقافة السلامة.

ثالثاً: النماذج النظرية المستخدمة في الدراسة

1. نموذج SHELL.

يعد نموذج (Software, Hardware, Environment, Liveware) SHELL أحد النماذج الأساسية في مجال سلامة الطيران. طور هذا النموذج في الأصل من قبل منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) لتحليل العوامل المساهمة في الحوادث والأخطاء التشغيلية.

مكونات نموذج: SHELL

(Software البرمجيات والإجراءات:)

وتشمل السياسات، الإجراءات التشغيلية، خطط الطوارئ، وبرامج التدريب. تمثل هذه المكونات الإطار التنظيمي الذي يعمل ضمنه المراقب الجوي. أي ضعف في هذه المكونات (مثل إجراءات غير واضحة أو غير محدثة) يمكن أن يؤدي إلى زيادة المخاطر.

(Hardware المعدات والأنظمة:)

وتشمل الرادارات، شاشات المراقبة، أنظمة الاتصالات، وأجهزة الكمبيوتر. تمثل البنية التحتية التقنية التي تدعم عمل المراقب. أعطال هذه الأنظمة أو ضعف تصميمها يمكن أن يؤدي إلى زيادة العبء على المراقب وزيادة احتمالية الأخطاء.

(Environment البيئة:)

وتشمل:

- البيئة المادية: الإضاءة، الضوضاء، درجة الحرارة، تصميم المقاعد.
- البيئة التشغيلية: كثافة الحركة الجوية، الظروف الجوية.
- البيئة التنظيمية: ثقافة السلامة، الدعم الإداري.

(Liveware العنصر البشري:)

وهو العنصر المركزي في النموذج، ويشمل المراقبين الجويين، الطيارين، والموظفين الداعمين. يركز هذا العنصر على القدرات البدنية والنفسية والإدراكية للفرد، بما في ذلك مهارات اتخاذ القرار، الوعي الظرفي، وإدارة الضغوط.

(Liveware-Liveware التفاعل بين العناصر البشرية:)

ويشمل التواصل بين المراقبين، بين المراقب والطيار، وبين المراقب والإدارة. يمثل هذا العنصر الجانب الاجتماعي والتنظيمي في بيئة العمل. ضعف التواصل أو العلاقات غير الفعالة يمكن أن يؤدي إلى زيادة المخاطر.

أهمية النموذج في هذه الدراسة:

يساعد نموذج SHELL في تحليل العلاقات المعقدة بين العناصر المختلفة في بيئة المراقبة الجوية. فمعظم الأخطاء التشغيلية تنشأ من نقاط التفاعل بين هذه العناصر، خاصة:

- التفاعل بين Liveware و Software الإجراءات غير الواضحة.
- التفاعل بين Liveware و Hardware واجهات المستخدم غير المريحة.
- التفاعل بين Liveware و Environment بيئة العمل المرهقة.
- التفاعل بين Liveware و Liveware ضعف التواصل.

سيتم استخدام هذا النموذج كإطار لتحليل المخاطر وتصنيفها في هذه الدراسة.

2. نظرية العوامل البشرية (Human Factors Theory)

تُعد نظرية العوامل البشرية (Human Factors Theory) من النظريات الأساسية في مجال سلامة الطيران، حيث تركز على دراسة التفاعل بين الإنسان والآلة والبيئة، وتسعى لخفض الأخطاء البشرية عبر تحسين الواجبات وتطوير بيئة العمل.

المبادئ الأساسية لنظرية العوامل البشرية:

1. **التفاعل المعقد:** تنتظر النظرية إلى الخطأ البشري كنتيجة لتفاعل معقد بين الفرد والمهمة والبيئة، وليس كسبب واحد. وهذا يعني أن معالجة الأخطاء البشرية تتطلب تحليلاً شاملاً للعوامل المساهمة وليس مجرد التركيز على الفرد.
2. **التصميم المرتكز على المستخدم:** تؤكد على أهمية تصميم الأنظمة والمعدات بما يتناسب مع قدرات وإمكانات المستخدمين، وليس العكس. في سياق المراقبة الجوية، يعني ذلك تصميم واجهات المستخدم (شاشات الرادار) لتكون سهلة الفهم والاستخدام.
3. **الوعي الظرفي:** تشير إلى أهمية قدرة الفرد على إدراك وفهم عناصر البيئة المحيطة وتوقع تطوراتها المستقبلية. هذا المفهوم أساسي في المراقبة الجوية حيث يتطلب الأمر متابعة مستمرة لمواقف متغيرة بسرعة.
4. **إدارة الأخطاء:** تركز على أهمية التعلم من الأخطاء بدلاً من معاقبة مرتكبيها. هذا المبدأ أساسي لتعزيز ثقافة الإبلاغ عن الأخطاء.

تطبيقات النظرية في المراقبة الجوية:

- تصميم واجهات المستخدم (شاشات الرادار) بما يتناسب مع القدرات الإدراكية للمراقب.
- تطوير برامج تدريبية تركز على مهارات اتخاذ القرار والوعي الظرفي.
- تحسين ظروف العمل بما يقلل من الإرهاق والضغط النفسي.
- تطوير أنظمة الدعم القرار لمساعدة المراقب في الظروف المعقدة.

3. إطار إدارة المخاطر الصادر عن ICAO.

يقدم إطار إدارة المخاطر الصادر عن منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) منهجية متكاملة لإدارة المخاطر في خدمات الملاحة الجوية. يعتمد هذا الإطار على مفهوم إدارة السلامة (Safety Management) ويعتبر جزءاً أساسياً من نظام إدارة السلامة (SMS).

مراحل إطار إدارة المخاطر:

المرحلة الأولى: تحديد الخطر: (Hazard Identification)

- جمع البيانات من مصادر متعددة (تقارير الحوادث، تقارير السلامة، ملاحظات المراقبين).
- تحليل البيانات لتحديد الظروف أو الأحداث التي قد تؤدي إلى وقوع حوادث.
- تصنيف المخاطر حسب نوعها ومصدرها.

المرحلة الثانية: تحليل الاحتمالية: (Risk Analysis)

- تقدير احتمالية حدوث الخطر باستخدام أدوات إحصائية ونوعية.
- تحليل التكرار التاريخي للخطر.
- تقدير الاحتمالات في ظل ظروف مختلفة.
- استخدام نماذج المحاكاة والسيناريوهات.

المرحلة الثالثة: تقييم الأثر: (Risk Assessment)

- قياس مدى تأثير الخطر على السلامة والكفاءة التشغيلية.

- تقدير شدة العواقب المحتملة.
- تحديد مدى انتشار التأثير.
- تقييم القدرة على اكتشاف الخطر قبل وقوعه.

المرحلة الرابعة: تطوير إجراءات التخفيف (Risk Mitigation)

- وضع استراتيجيات للحد من المخاطر أو السيطرة عليها.
- تحسين التدريب والتأهيل.
- تحديث الأنظمة والمعدات.
- إعادة تصميم الإجراءات.
- تعزيز ثقافة السلامة والإبلاغ.

المرحلة الخامسة: المتابعة والمراجعة (Monitoring and Review)

- متابعة تنفيذ إجراءات التخفيف.
- تقييم فعالية الإجراءات المطبقة.
- إجراء تعديلات عند الحاجة.
- توثيق الدروس المستفادة.

4.نظرية الوعي الظرفي (Situational Awareness Theory)

تعد نظرية الوعي الظرفي (Endsley, 2018) من النظريات المهمة في مجال سلامة الطيران، حيث تركز على قدرة المراقب الجوي على إدراك وفهم عناصر البيئة المحيطة وتوقع تطوراتها المستقبلية.

مستويات الوعي الظرفي:

المستوى الأول: إدراك العناصر (Perception)

القدرة على استقبال المعلومات الأساسية من البيئة المحيطة. في المراقبة الجوية، يشمل ذلك:

- موقع الطائرات وإحداثياتها.
- سرعات الطائرات واتجاهاتها.
- ارتفاعات الطائرات.
- المعلومات الجوية والظروف الجوية.
- حالة الأنظمة التقنية.

المستوى الثاني: فهم الموقف (Comprehension)

القدرة على فهم معنى هذه المعلومات وعلاقاتها المتبادلة. يشمل:

- تقييم المخاطر المحتملة (تصادم، اقتراب خطير).
- تحديد أولويات المتابعة (أي الطائرات تتطلب اهتماماً فورياً).
- فهم تأثير الظروف الجوية على الحركة.

- تقدير العبء الحالي والاحتياجات المستقبلية.

المستوى الثالث: توقع المستقبل: (Projection)

القدرة على توقع التطورات المستقبلية بناءً على فهم الموقف الحالي. يشمل:

- توقع المخاطر قبل حدوثها (اقترب طائرتين من بعضهما).
- التخطيط للإجراءات المستقبلية (تعديل المسارات).
- تقدير الاحتياجات المستقبلية (زيادة العبء بعد 30 دقيقة).

العوامل المؤثرة على الوعي الظرفي:

- الضغط النفسي والعبء الذهني.
- الخبرة والتدريب.
- تصميم واجهات المستخدم.
- توزيع الانتباه بين المهام المتعددة.
- جودة المعلومات المتاحة.

5. نموذج ثقافة السلامة (Safety Culture Model)

يعد نموذج ثقافة السلامة (Helmreich, 2019) من النماذج المهمة لفهم العوامل التنظيمية المؤثرة على السلامة.

عناصر ثقافة السلامة:

الالتزام القيادي:

مدى التزام الإدارة العليا بالسلامة. يتجلى هذا الالتزام في:

- تخصيص الموارد اللازمة للسلامة.
- وضع السلامة كأولوية على الأهداف التشغيلية.
- المشاركة الشخصية للقيادة في قضايا السلامة.

الشفافية:

مدى انفتاح المنظمة في مناقشة قضايا السلامة. تشمل:

- نشر تقارير الحوادث والوقائع.
- مناقشة قضايا السلامة بشكل علني.
- إشراك الموظفين في قرارات السلامة.

الإبلاغ عن الأخطاء:

مدى تشجيع الإبلاغ عن الأخطاء دون خوف من المساءلة. يشمل:

- وجود نظام للإبلاغ عن الأخطاء. (Safety Reporting System)
- ضمان عدم معاقبة المبلغين عن الأخطاء غير المقصودة.
- التعامل مع التقارير بشكل بناء.

التعلم التنظيمي:

مدى قدرة المنظمة على التعلم من الأخطاء والحوادث. يشمل:

- تحليل الأخطاء لتحديد الأسباب الجذرية.
- نشر الدروس المستفادة.
- تحديث الإجراءات بناءً على الدروس المستفادة.

العدالة:

مدى عدالة معالجة الأخطاء بين المساءلة والتوجيه. يشمل:

- التمييز بين الخطأ غير المقصود والإهمال المتعمد.
- معاقبة السلوكيات الخطرة مع توجيه الأخطاء غير المقصودة.
- معاملة جميع الموظفين بشكل عادل.

رابعاً: الإطار التكاملي للدراسة

بناءً على النظريات والنماذج السابقة، يقدم هذا البحث إطاراً نظرياً تكاملياً يجمع بين هذه النظريات والنماذج لتحليل مخاطر المراقبة الجوية وأثرها على السلامة والكفاءة.

المتغيرات المستقلة:

1. المخاطر البشرية:

- الضغط النفسي: مستوى التوتر والإجهاد النفسي الذي يعاني منه المراقب.
- العبء الذهني: حجم المعلومات التي يجب معالجتها خلال فترة زمنية محددة.
- ضعف الوعي الظرفي: عدم القدرة على إدراك وفهم وتوقع التطورات التشغيلية.

2. المخاطر التقنية:

- أعطال الأنظمة: تكرار وشدة الأعطال في أنظمة المراقبة.
- ضعف التكامل: عدم التكامل بين الأنظمة المختلفة.
- واجهات المستخدم: تصميم شاشات وأدوات المراقبة.

3. المخاطر التنظيمية:

- بيئة العمل: الظروف المادية والتنظيمية التي يعمل فيها المراقب.
- برامج التدريب: جودة وكفاية برامج التدريب والتأهيل.
- ثقافة السلامة: القيم والمعتقدات المتعلقة بالسلامة في المنظمة.

المتغيرات الوسيطة:

1. جودة اتخاذ القرار: مدى دقة وسرعة القرارات التي يتخذها المراقب.
2. مستوى الوعي الظرفي: قدرة المراقب على إدراك وفهم وتوقع التطورات.
3. فعالية التواصل: جودة التواصل مع الطيارين والمراقبين الآخرين.

المتغير التابع:

السلامة الجوية وكفاءة الحركة الجوية:

- معدلات الأخطاء التشغيلية.
- معدلات الحوادث الوشيكة.
- مؤشرات الأداء التشغيلي (التأخير، الإنتاجية).
- رضا المراقبين عن إجراءات السلامة.

العلاقات في الإطار النظري:

يفترض الإطار النظري أن:

1. المخاطر البشرية تؤثر بشكل مباشر على جودة اتخاذ القرار والوعي الظرفي.
2. المخاطر التقنية تؤثر بشكل مباشر على العبء الذهني للمراقب وفعالية التواصل.
3. المخاطر التنظيمية تؤثر على جميع المتغيرات الوسيطة من خلال تشكيل بيئة العمل.
4. المتغيرات الوسيطة (اتخاذ القرار، الوعي الظرفي، التواصل) تؤثر بشكل مباشر على السلامة والكفاءة.
5. هناك تأثيرات متبادلة بين أنواع المخاطر المختلفة (مثل تأثير الأعطال التقنية على الضغط النفسي).

الفصل الثالث

منهجية الدراسة

مقدمة

يهدف هذا الفصل إلى عرض المنهجية التي اتبعتها هذه الدراسة لتحقيق أهدافها والإجابة عن تساؤلاتها واختبار فروضها. يتضمن الفصل وصفاً للمنهج المستخدم، ومجتمع الدراسة وعينتها، وأدوات جمع البيانات، والإجراءات الإحصائية المستخدمة في تحليل البيانات. كما يتضمن حدود الدراسة والمصاعب التي واجهت الباحث أثناء إجراء الدراسة.

تعد منهجية الدراسة من العناصر الأساسية التي تحدد مدى دقة وموثوقية النتائج. لذلك تم اختيار المنهجية بعناية لتتناسب مع طبيعة الموضوع وأهداف الدراسة، مع الاعتماد على أساليب علمية راسخة في جمع وتحليل البيانات.

المنهجية وطرق البحث

أولاً: منهج الدراسة

اعتمدت هذه الدراسة على **المنهج الوصفي التحليلي** كمنهج رئيسي. يهدف هذا المنهج إلى وصف واقع مخاطر المراقبة الجوية كما هو، وتحليل العلاقات بين متغيرات الدراسة، واختبار الفروض الإحصائية المرتبطة بها. يتميز هذا المنهج بقدرته على توفير فهم شامل للظاهرة المدروسة من خلال جمع البيانات الكمية والكيفية وتحليلها بشكل منهجي.

كما تم استخدام المناهج التالية بشكل مساند:

1. **المنهج الميداني**: لجمع البيانات الأولية من خلال الاستبيانات والمقابلات والملاحظات الميدانية. يتيح هذا المنهج الحصول على بيانات حقيقية من بيئة العمل الفعلية.
2. **المنهج المقارن**: للمقارنة بين مراكز المراقبة الجوية المختلفة (أبراج المطارات، مراكز مراقبة المجال الجوي) من حيث الممارسات في إدارة المخاطر ومستوياتها.
3. **منهج تحليل الوثائق**: من خلال الاطلاع على تقارير حوادث الطيران، تقارير الأعطال التقنية، والوثائق الفنية والإجرائية المتعلقة بالمراقبة الجوية.

ثانياً: أدوات جمع البيانات

اعتمدت الدراسة على ثلاث أدوات رئيسية لجمع البيانات:

1. الاستبانة

تم تصميم استبانة لجمع البيانات الكمية من عينة المراقبين الجويين. تكونت الاستبانة من جزأين رئيسيين:

الجزء الأول: البيانات الديموغرافية:

- الجنس (ذكر/أنثى).
- الفئة العمرية (أقل من 30 سنة، 30-40 سنة، 40-50 سنة، أكثر من 50 سنة).
- المؤهل العلمي (دبلوم، بكالوريوس، دراسات عليا).
- سنوات الخبرة (أقل من 5 سنوات، 5-10 سنوات، 11-15 سنة، أكثر من 15 سنة).
- نوع المركز (برج مطار، مركز مراقبة إقليمي، مركز مراقبة مجال جوي).

الجزء الثاني: محاور الاستبانة:

تم تصميم الاستبانة لتغطي متغيرات الدراسة الأربعة الرئيسية:

المحور الأول: المخاطر البشرية (12 فقرة):

- الضغط النفسي (4 فقرات): مثل "أشعر بالتوتر والضغط أثناء ساعات العمل".
- العبء الذهني (4 فقرات): مثل "أجد صعوبة في معالجة كميات المعلومات الكبيرة خلال ساعات الذروة".
- ضعف الوعي الظرفي (4 فقرات): مثل "أجد صعوبة في توقع تطورات الحركة الجوية في الظروف المعقدة".

المحور الثاني: المخاطر التقنية (12 فقرة):

- أعطال الأنظمة (4 فقرات): مثل "أنتعرض لأعطال في أنظمة الرادار أثناء العمل".
- ضعف التكامل (4 فقرات): مثل "أعاني من ضعف التكامل بين الأنظمة المختلفة".
- واجهات المستخدم (4 فقرات): مثل "واجهات المستخدم الحالية سهلة الاستخدام" (معكوسة).

المحور الثالث: المخاطر التنظيمية (12 فقرة):

- بيئة العمل (4 فقرات): مثل "بيئة العمل الحالية مناسبة من حيث الإضاءة ومستوى الضوضاء".
- برامج التدريب (4 فقرات): مثل "برامج التدريب الحالية تلبي احتياجاتي المهنية".
- ثقافة السلامة (4 فقرات): مثل "أشعر بالراحة في الإبلاغ عن الأخطاء دون خوف من المساءلة".

المحور الرابع: السلامة الجوية وكفاءة الحركة الجوية (12 فقرة):

- معدلات الأخطاء التشغيلية (4 فقرات): مثل "شهدت وقوع أخطاء تشغيلية في قسمي خلال العام الماضي".
- معدلات الحوادث الوشيكة (4 فقرات): مثل "حدثت حوادث وشيكة (Near Misses) في مجال جوي خلال الفترة الماضية".
- مؤشرات الأداء التشغيلي (4 فقرات): مثل "تتميز الحركة الجوية في مجال جوي بالانسيابية والكفاءة".

تم استخدام مقياس ليكرت الخماسي (Likert Scale) للإجابة على فقرات الاستبانة:

- 1 = لا أوافق بشدة
- 2 = لا أوافق
- 3 = محايد
- 4 = أوافق
- 5 = أوافق بشدة

إجراءات التحقق من صدق وثبات الاستبانة:

الصدق الظاهري: (Face Validity)

تم عرض الاستبانة على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مجال الطيران المدني وإدارة المخاطر والمناهج البحثية (عدد 7 محكمين) لتقييم مدى مناسبة الفقرات ووضوحها وارتباطها بمحاور الدراسة. تم تعديل الاستبانة بناءً على آرائهم.

الصدق المحتوى: (Content Validity)

تم التأكد من تغطية جميع جوانب المتغيرات المدروسة من خلال مراجعة شاملة للأدبيات السابقة والنماذج النظرية.

الثبات: (Reliability)

تم حساب معامل كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha) لقياس ثبات الاستبانة بعد تطبيقها على عينة استطلاعية قوامها 30 مراقبًا جويًا. أظهرت النتائج معاملات ثبات مرتفعة:

- المحور الأول (المخاطر البشرية) $\alpha = 0.87$:
- المحور الثاني (المخاطر التقنية) $\alpha = 0.85$:
- المحور الثالث (المخاطر التنظيمية) $\alpha = 0.89$:
- المحور الرابع (السلامة الجوية) $\alpha = 0.86$:
- الاستبانة ككل $\alpha = 0.92$:

تشير هذه المعاملات إلى درجة ثبات عالية لأداة الدراسة.

2. المقابلات

تم إجراء مقابلات شبه منظمة (Semi-structured Interviews) مع 15 خبيرًا في مجال المراقبة الجوية وإدارة المخاطر، بهدف:

- الحصول على رؤى نوعية حول طبيعة المخاطر وآليات التعامل معها.

- فهم السياق التنظيمي والثقافي الذي يعمل فيه المراقبون.
- تقييم مدى تطابق الممارسات الحالية مع المعايير الدولية.
- الحصول على آراء الخبراء حول النموذج المقترح لإدارة المخاطر.

تضمنت المقابلة أسئلة مفتوحة حول:

- أبرز المخاطر التي تواجه المراقبين الجويين.
- تأثير المخاطر على السلامة والكفاءة.
- فعالية الإجراءات الحالية في إدارة المخاطر.
- مقترحات تطوير إدارة المخاطر.

تم تسجيل المقابلات (بعد أخذ موافقة المشاركين) وتفريغها وتحليلها باستخدام تحليل المحتوى (Content Analysis).

3. تحليل الوثائق

تم تحليل مجموعة من الوثائق الرسمية والتقارير المتعلقة بالمراقبة الجوية، شملت:

- تقارير الحوادث والوقائع الجوية (5 سنوات).
- تقارير الأعطال التقنية (3 سنوات).
- الوثائق الإجرائية لمراكز المراقبة.
- تقارير التدريب والكفاءة.

ثالثاً: مجتمع الدراسة وعينتها

1. مجتمع الدراسة

يتكون مجتمع الدراسة من جميع المراقبين الجويين العاملين في مراكز المراقبة الجوية وأبراج المطارات التابعة للطيران المدني في الدولة المستهدفة. بلغ إجمالي عدد المراقبين الجويين حوالي 600 مراقب جوي.

2. عينة الدراسة

تم اختيار عينة طبقية عشوائية (Stratified Random Sample) بحجم (N = 200) مراقباً جويًا، موزعين حسب:

- نوع المركز: أبراج مطارات (40%)، مراكز مراقبة إقليمية (35%)، مراكز مراقبة مجال جوي (25%).

- سنوات الخبرة: أقل من 5 سنوات (25%)، 5-10 سنوات (35%)، 11-15 سنوات (25%)، أكثر من 15 سنة (15%).

- المؤهل العلمي: دبلوم (30%)، بكالوريوس (60%)، دراسات عليا (10%).

تم توزيع 200 استبانة، وتم استرداد 185 استبانة بنسبة استجابة 92.5%، منها 175 استبانة صالحة للتحليل الإحصائي (نسبة 87.5% من إجمالي العينة).

خصائص العينة:

الخاصية	النسبة	العدد	الفئة
الجنس	86.9%	152	ذكر
	13.1%	23	أنثى
الفئة العمرية	20.0%	35	أقل من 30 سنة
	44.6%	78	30-40 سنة
	25.7%	45	41-50 سنة
	9.7%	17	أكثر من 50 سنة
سنوات الخبرة	24.0%	42	أقل من 5 سنوات
	34.9%	61	5-10 سنوات
	25.1%	44	11-15 سنة
	16.0%	28	أكثر من 15 سنة
نوع المركز	40.0%	70	برج مطار
	34.9%	61	مركز مراقبة إقليمي
	25.1%	44	مركز مراقبة مجال جوي

رابعاً: الأدوات الإحصائية

تم استخدام برنامج (SPSS) الإصدار 26 لتحليل البيانات، حيث تم تطبيق الأساليب الإحصائية التالية:

1. الإحصاء الوصفي: (Descriptive Statistics)

- المتوسطات الحسابية. (Means)
- الانحرافات المعيارية. (Standard Deviations)
- التكرارات والنسب المئوية. (Frequencies and Percentages)

2. اختبارات الصدق والثبات:

- معامل كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha) لقياس الثبات.
- تحليل العوامل الاستكشافي (Exploratory Factor Analysis) لاختبار الصدق البنائي.

3. الإحصاء الاستدلالي: (Inferential Statistics)

- تحليل الارتباط (Pearson Correlation) لقياس العلاقات بين المتغيرات.
- تحليل الانحدار البسيط (Simple Regression) لاختبار الفروض الفرعية.
- تحليل الانحدار المتعدد (Multiple Regression) لاختبار الفرض الرئيس.
- تحليل التباين الأحادي (One-Way ANOVA) لاختبار الفروق بين المجموعات.
- اختبار (T-test) للمقارنة بين مجموعتين مستقلتين.

تم اعتماد مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) كمعيار للحكم على دلالة النتائج إحصائياً.

خامساً: إجراءات الدراسة

تم تنفيذ الدراسة وفق الإجراءات التالية:

1. المرحلة الأولى: الإعداد والتصميم (شهرين):

- مراجعة الأدبيات السابقة.
- تطوير الإطار النظري.
- تصميم أدوات الدراسة (استبانة، مقابلات).
- التحقق من صدق وثبات الأدوات.

2. المرحلة الثانية: جمع البيانات (شهرين):

- الحصول على الموافقات الرسمية.
- توزيع الاستبانات وجمعها.
- إجراء المقابلات مع الخبراء.
- جمع الوثائق والتقارير.

3. المرحلة الثالثة: التحليل والتفسير (شهرين):

- تغريغ البيانات وإدخالها إلى الحاسوب.
- إجراء التحليلات الإحصائية.

- تفريغ وتحليل المقابلات.
- تفسير النتائج.

4. المرحلة الرابعة: كتابة التقرير النهائي (شهر):

- كتابة الفصول المختلفة.
- صياغة التوصيات.
- مراجعة التقرير وتحريره.

مجتمع البحث

أولاً: تعريف مجتمع البحث

مجتمع البحث (Research Population) هو "مجموعة جميع العناصر (أفراد، وثائق، ظواهر) التي يهدف البحث إلى دراستها واستخلاص النتائج حولها". في هذه الدراسة، يتكون مجتمع البحث من جميع المراقبين الجويين العاملين في مراكز المراقبة الجوية وأبراج المطارات التابعة للطيران المدني في الدولة المستهدفة.

ثانياً: خصائص مجتمع البحث

يتميز مجتمع البحث بالخصائص التالية:

1. الحجم: يبلغ إجمالي عدد المراقبين الجويين حوالي 600 مراقب جوي، موزعين على:
 - أبراج المطارات: 240 مراقب. (40%)
 - مراكز مراقبة إقليمية: 210 مراقب. (35%)
 - مراكز مراقبة مجال جوي: 150 مراقب. (25%)
2. التوزيع الجغرافي: ينتشر المراقبون الجويون في عدة مدن ومطارات، مما يتطلب تنوعاً في العينة لضمان تمثيلية جيدة.
3. التركيبة الديموغرافية:
 - النسبة الأكبر من الذكور (حوالي 85%).
 - متوسط الأعمار بين 35-45 سنة.
 - معظمهم حاصلون على مؤهل البكالوريوس في تخصصات ذات صلة (الطيران، الملاحة الجوية، الهندسة).
4. الخبرات المهنية:

- تتراوح سنوات الخبرة بين 3-25 سنة.
- توزيع متباين للخبرات حسب نوع المركز.

ثالثاً: مبررات اختيار المجتمع

تم اختيار هذا المجتمع للأسباب التالية:

1. **الملاءمة:** المراقبون الجويون هم المعنيون بشكل مباشر بمخاطر المراقبة الجوية، ولديهم خبرة مباشرة في التعامل مع هذه المخاطر.
2. **التنوع:** يضم المجتمع مراقبين من مختلف أنواع المراكز، مما يتيح مقارنة بين بيانات عمل مختلفة.
3. **التوفر:** إمكانية الوصول إلى هذا المجتمع والحصول على موافقات لإجراء الدراسة.
4. **الأهمية:** يمثل هذا المجتمع شريحة حيوية في منظومة الطيران المدني، ونتائج الدراسة يمكن أن تسهم في تحسين ظروف عملهم وسلامة الطيران.

رابعاً: العينة وخصائصها

تم اختيار عينة طبقية عشوائية (Stratified Random Sample) بحجم 200 مراقب جوي، تم توزيعها حسب الطبقات التالية:

الطبقة الأولى: نوع المركز:

- أبراج مطارات: 80 مراقب (40% من العينة).
- مراكز مراقبة إقليمية: 70 مراقب. (35%)
- مراكز مراقبة مجال جوي: 50 مراقب. (25%)

الطبقة الثانية: سنوات الخبرة:

- أقل من 5 سنوات: 50 مراقب. (25%)
- 5-10 سنوات: 70 مراقب. (35%)
- 11-15 سنة: 50 مراقب. (25%)
- أكثر من 15 سنة: 30 مراقب. (15%)

الطبقة الثالثة: المؤهل العلمي:

- دبلوم: 60 مراقب. (30%)

- بكالوريوس: 120 مراقب.(60%)
- دراسات عليا: 20 مراقب.(10%)

تم توزيع الاستبانات على العينة المختارة، وتم استرداد 185 استبانة، منها 175 استبانة صالحة للتحليل الإحصائي، بمعدل استجابة 87.5%.

خامساً: مشاركو المقابلات

تم اختيار 15 خبيراً للمقابلات وفق المعايير التالية:

- خبرة لا تقل عن 10 سنوات في مجال المراقبة الجوية أو إدارة المخاطر.
- تنوع الخبرات (مراقبون جويون، مشرفون، مديرو سلامة، خبراء تدريب).
- تمثيل لمختلف أنواع المراكز.

توزع المشاركون على النحو التالي:

- مراقبون جويون ذوو خبرة: 5.
- مشرفو مراقبة جوية: 4.
- مديرو سلامة وإدارة مخاطر: 3.
- خبراء تدريب وتأهيل: 3.

حدود البحث

أولاً: الحدود الموضوعية

1. **مجال المخاطر:** ركزت الدراسة على المخاطر البشرية والتقنية والتنظيمية في المراقبة الجوية، ولم تتناول المخاطر البيئية أو الأمنية بشكل تفصيلي.
2. **السلامة والكفاءة:** اقتصرَت الدراسة على تأثير المخاطر على السلامة الجوية وكفاءة الحركة الجوية، ولم تتناول الجوانب الاقتصادية أو الاجتماعية بشكل مباشر.
3. **النموذج المقترح:** ركز النموذج المقترح على إدارة المخاطر في مراكز المراقبة الجوية، ولم يتناول جوانب أخرى من نظام إدارة السلامة.

ثانياً: الحدود المكانية

1. نطاق الدراسة: اقتصرت الدراسة على مراكز المراقبة الجوية وأبراج المطارات التابعة للطيران المدني في الدولة المستهدفة.
2. عدم التعميم: قد لا يمكن تعميم نتائج الدراسة على دول أخرى دون مراعاة الاختلافات في الظروف التشغيلية والتنظيمية.

ثالثاً: الحدود الزمانية

1. فترة جمع البيانات: تم جمع البيانات خلال الفترة من يناير إلى أبريل 2025.
2. الظروف التشغيلية: قد تتغير الظروف التشغيلية مع مرور الوقت (تطور التقنيات، تغير الإجراءات)، مما قد يؤثر على إمكانية تعميم النتائج على فترات زمنية أخرى.

رابعاً: الحدود البشرية

1. عينة المراقبين: اقتصرت العينة على 175 مراقباً جويًا، وهو ما يمثل حوالي 30% من مجتمع الدراسة.
2. الخبراء: عدد الخبراء المشاركين في المقابلات (15 خبيراً) قد لا يمثل جميع الآراء في المجال.

خامساً: المصاعب التي واجهت الدراسة

1. الحصول على الموافقات: استغرق الحصول على الموافقات الرسمية لإجراء الدراسة وقتاً طويلاً بسبب حساسية المعلومات.
2. انشغال المراقبين: صعوبة توزيع الاستبانات بسبب انشغال المراقبين بساعات العمل المكثفة.
3. حساسية المعلومات: بعض المعلومات المتعلقة بالأخطاء التشغيلية تعتبر حساسة، مما أثر على صراحة بعض المشاركين.
4. القيود الزمنية: ضيق الوقت لإجراء التحليلات الإحصائية المتقدمة بسبب كثافة البيانات.

الفصل الرابع

النتائج والتوصيات

مقدمة

يهدف هذا الفصل إلى عرض نتائج الدراسة وتحليلها، والإجابة عن تساؤلات الدراسة واختبار فروضها. يتضمن الفصل تحليلاً للبيانات التي تم جمعها من خلال الاستبانة والمقابلات وتحليل الوثائق، مع تفسير النتائج في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة. كما يتضمن الفصل النموذج المقترح لإدارة مخاطر المراقبة الجوية بناءً على نتائج الدراسة، والتوصيات العملية التي يمكن للجهات المعنية الاستفادة منها.

تم تنظيم هذا الفصل وفق المحاور التالية: عرض الخصائص الديموغرافية لعينة الدراسة، تحليل نتائج الاستبانة (المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، تحليل الارتباط، تحليل الانحدار)، نتائج اختبار الفروض، نتائج تحليل المقابلات، النموذج المقترح لإدارة المخاطر، ومناقشة النتائج في ضوء الدراسات السابقة.

تحليل البيانات

أولاً: الخصائص الديموغرافية لعينة الدراسة

تم توزيع 200 استبانة على المراقبين الجويين، وتم استرداد 185 استبانة بنسبة استجابة 92.5%، منها 175 استبانة صالحة للتحليل الإحصائي (نسبة 87.5% من إجمالي العينة). يوضح الجدول التالي توزيع أفراد العينة حسب الخصائص الديموغرافية:

الجدول (1): توزيع أفراد العينة حسب الخصائص الديموغرافية

الخاصية	النسبة	العدد	الفئة
الجنس	86.9%	152	ذكر
	13.1%	23	أنثى
الفئة العمرية	20.0%	35	أقل من 30 سنة
	44.6%	78	30-40 سنة
	25.7%	45	41-50 سنة
	9.7%	17	أكثر من 50 سنة

المؤهل العلمي	29.7%	52	دبلوم
	60.0%	105	بكالوريوس
	10.3%	18	دراسات عليا
سنوات الخبرة	24.0%	42	أقل من 5 سنوات
	34.9%	61	5-10 سنوات
	25.1%	44	11-15 سنة
	16.0%	28	أكثر من 15 سنة
نوع المركز	40.0%	70	برج مطار
	34.9%	61	مركز مراقبة إقليمي
	25.1%	44	مركز مراقبة مجال جوي

تحليل الخصائص الديموغرافية:

- **الجنس:** تشير النتائج إلى أن الذكور يشكلون الغالبية العظمى من العينة (86.9%)، وهو ما يعكس الواقع العملي في مهنة المراقبة الجوية حيث يسيطر الذكور على هذه المهنة.
- **الفئة العمرية:** تتركز النسبة الأكبر من العينة في الفئة العمرية 30-40 سنة (44.6%)، وهي الفئة التي تمتلك خبرة متوسطة وتشكل العمود الفقري للعمل التشغيلي.
- **المؤهل العلمي:** حاملو البكالوريوس يشكلون 60% من العينة، مما يشير إلى ارتفاع المستوى التعليمي للمراقبين الجويين.
- **سنوات الخبرة:** التوزيع متوازن نسبياً بين فئات الخبرة المختلفة، مع تركيز في فئة 5-10 سنوات (34.9%) وفئة 11-15 سنة (25.1%).
- **نوع المركز:** توزيع متنوع بين أنواع المراكز، مع تركيز في أبراج المطارات (40%)، يليها مراكز المراقبة الإقليمية (34.9%)، ثم مراكز مراقبة المجال الجوي (25.1%).

ثانياً: نتائج تحليل الاستبانة

1. المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمحاور الدراسة

تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات ومحاور الاستبانة، حيث تم استخدام مقياس ليكرت الخماسي (1-5)

حيث:

- 1.00-1.80: مستوى منخفض جدًا
- 1.81-2.60: مستوى منخفض
- 2.61-3.40: مستوى متوسط
- 3.41-4.20: مستوى مرتفع
- 4.21-5.00: مستوى مرتفع جدًا

أ. محور المخاطر البشرية

الجدول (2): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمحور المخاطر البشرية

الفقرة	المستوى	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي
أشعر بالتوتر والضغط أثناء ساعات العمل	مرتفع جدًا	0.72	4.28
أجد صعوبة في الاسترخاء بعد ساعات العمل	مرتفع	0.78	4.15
تؤثر الضغوط النفسية على أدائي المهني	مرتفع جدًا	0.69	4.32
أشعر بالإرهاق الذهني بنهاية الدوام	مرتفع جدًا	0.65	4.45
أجد صعوبة في معالجة كميات المعلومات الكبيرة	مرتفع	0.82	4.08
أشعر بتشتت الانتباه في أوقات الذروة	مرتفع	0.85	3.95
تتطلب المهام المتعددة جهدًا ذهنيًا كبيرًا	مرتفع جدًا	0.68	4.35
أجد صعوبة في تذكر التفاصيل في الظروف المعقدة	مرتفع	0.91	3.82
أجد صعوبة في توقع تطورات الحركة الجوية	مرتفع	0.88	3.75

أفقد الوعي بالموقف في بعض الأحيان	متوسط	0.95	3.45
أتأخر في اكتشاف المخاطر المحتملة	متوسط	0.92	3.52
أجد صعوبة في التنبؤ بمسار الطائرات	مرتفع	0.89	3.68
المتوسط العام للمحور	مرتفع	0.58	3.98

تحليل نتائج محور المخاطر البشرية:

- المتوسط العام للمحور (3.98) يشير إلى وجود مستويات مرتفعة من المخاطر البشرية.
- أعلى الفقرات: "أشعر بالإرهاق الذهني بنهاية الدوام" (4.45)، "تتطلب المهام المتعددة جهدًا ذهنيًا كبيرًا" (4.35)، "تؤثر الضغوط النفسية على أدائي المهني" (4.32) "
- أدنى الفقرات: "أفقد الوعي بالموقف في بعض الأحيان" (3.45)، "أتأخر في اكتشاف المخاطر المحتملة" (3.52) "

ب. محور المخاطر التقنية

الجدول (3): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمحور المخاطر التقنية

الفقرة	المستوى	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي
أعرض لأعطال في أنظمة الرادار أثناء العمل	مرتفع	0.92	3.85
أعطال أنظمة الاتصالات تؤثر على أدائي	مرتفع	0.85	4.05
أعطال شاشات المراقبة تحدث بشكل متكرر	متوسط	1.05	3.42
أعطال أنظمة الطاقة تؤثر على استمرارية العمل	متوسط	1.12	3.15
أعاني من ضعف التكامل بين الأنظمة المختلفة	مرتفع	0.78	4.18
أضطر لإدخال البيانات بشكل مكرر في أنظمة مختلفة	مرتفع جدًا	0.72	4.32
فقدان المعلومات يحدث بسبب ضعف التكامل	مرتفع	0.88	3.95
أجد صعوبة في تنسيق المعلومات بين الأنظمة	مرتفع	0.82	4.08

3.15	1.08	متوسط	واجهات المستخدم الحالية سهولة الاستخدام*
3.05	1.15	متوسط	سرعة استجابة الأنظمة مناسبة*
3.35	1.02	متوسط	المعلومات المعروضة على الشاشات واضحة*
3.08	1.10	متوسط	الأنظمة تدعم اتخاذ القرار بشكل فعال*
3.64	0.72	مرتفع	المتوسط العام للمحور

* فقرات معكوسة (كلما انخفضت الدرجة زادت المخاطر)

تحليل نتائج محور المخاطر التقنية:

- المتوسط العام للمحور (3.64) يشير إلى وجود مستويات مرتفعة من المخاطر التقنية.
- أعلى الفقرات: "أضطر لإدخال البيانات بشكل مكرر في أنظمة مختلفة" (4.32)، "أعاني من ضعف التكامل بين الأنظمة المختلفة". (4.18) "
- أدنى الفقرات (الفقرات المعكوسة): "سرعة استجابة الأنظمة مناسبة" (3.05)، "الأنظمة تدعم اتخاذ القرار بشكل فعال " (3.08).

ج. محور المخاطر التنظيمية

الجدول (4): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمحور المخاطر التنظيمية

الفقرة	المستوى	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي
بيئة العمل الحالية مناسبة من حيث الإضاءة*	متوسط	1.05	3.45
مستوى الضوضاء في غرفة المراقبة مناسب*	منخفض	1.18	2.95
تصميم المقاعد وأجهزة العمل مريح*	متوسط	1.12	3.15
فترات الراحة كافية ومنتظمة*	منخفض	1.25	2.85
برامج التدريب الحالية تلبي احتياجاتي المهنية*	متوسط	1.15	3.05
التدريب على الأنظمة الجديدة كافٍ*	منخفض	1.20	2.95

3.25	1.08	متوسط	التدريب على سيناريوهات الطوارئ شامل *
3.35	1.02	متوسط	يتم تقييم أدائي التدريبي بشكل منتظم *
2.75	1.30	منخفض	أشعر بالراحة في الإبلاغ عن الأخطاء *
2.85	1.28	منخفض	الإدارة تتعامل مع تقارير الأخطاء بشكل بناء *
3.05	1.15	متوسط	يتم مشاركة الدروس المستفادة مع جميع المراقبين *
3.15	1.10	متوسط	ثقافة السلامة في المركز إيجابية *
3.12	0.85	متوسط	المتوسط العام للمحور

* فقرات معكوسة (كلما انخفضت الدرجة زادت المخاطر)

تحليل نتائج محور المخاطر التنظيمية:

- المتوسط العام للمحور (3.12) يشير إلى وجود مستويات متوسطة من المخاطر التنظيمية، مع تفاوت بين الفقرات.
- أدنى الفقرات (أعلى المخاطر): "أشعر بالراحة في الإبلاغ عن الأخطاء" (2.75)، "الإدارة تتعامل مع تقارير الأخطاء بشكل بناء" (2.85)، "فترات الراحة كافية ومنتظمة" (2.85) "

د. محور السلامة الجوية وكفاءة الحركة الجوية

الجدول (5): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمحور السلامة الجوية

الفقرة	المستوى	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي
شهدت وقوع أخطاء تشغيلية في قسيمي خلال العام الماضي	مرتفع	0.95	3.65
الأخطاء التشغيلية تحدث بشكل متكرر في مركزنا	متوسط	0.98	3.45
معظم الأخطاء التشغيلية يتم اكتشافها قبل وقوع الحادث	متوسط	1.05	3.25
معدلات الأخطاء التشغيلية في انخفاض مستمر *	منخفض	1.10	2.95
حدثت حوادث وشيكة (Near Misses) في مجال جوي	مرتفع	0.92	3.55
الحوادث الوشيكة يتم الإبلاغ عنها بشكل كامل	متوسط	1.08	3.15

3.05	1.12	متوسط	الإجراءات الحالية كافية لمنع الحوادث الوشيكة*
2.85	1.15	منخفض	معدلات الحوادث الوشيكة في انخفاض مستمر*
3.45	0.95	متوسط	تتميز الحركة الجوية في مجال جوي بالانسيابية
3.85	0.88	مرتفع	التأخير في الحركة الجوية يحدث بشكل متكرر
3.25	1.02	متوسط	كفاءة استخدام المجال الجوي مرتفعة*
3.15	1.05	متوسط	مؤشرات الأداء التشغيلي في تحسن مستمر*
3.30	0.68	متوسط	المتوسط العام للمحور

* فقرات معكوسة (كلما انخفضت الدرجة انخفض مستوى السلامة)

تحليل نتائج محور السلامة الجوية:

- المتوسط العام للمحور (3.30) يشير إلى وجود مستويات متوسطة من السلامة الجوية.
- أعلى الفقرات: "التأخير في الحركة الجوية يحدث بشكل متكرر" (3.85)، "شهدت وقوع أخطاء تشغيلية في قسمي خلال العام الماضي" (3.65) "
- أدنى الفقرات (الفقرات المعكوسة): "معدلات الحوادث الوشيكة في انخفاض مستمر" (2.85)، "معدلات الأخطاء التشغيلية في انخفاض مستمر" (2.95) "

2. تحليل العلاقات بين المتغيرات (معاملات الارتباط)

تم حساب معاملات ارتباط بيرسون (Pearson Correlation) بين متغيرات الدراسة الرئيسية، لتحديد قوة واتجاه العلاقات بينها.

الجدول (6): معاملات الارتباط بين متغيرات الدراسة

المتغيرات	السلامة الجوية	المخاطر التنظيمية	المخاطر التقنية	المخاطر البشرية
المخاطر البشرية				1
المخاطر التقنية			1	0.48**

المخاطر التنظيمية		1	0.45**	0.52**
السلامة الجوية	1	-0.58**	-0.55**	-0.62**

**دالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.01$)

تحليل نتائج معاملات الارتباط:

- وجود علاقة ارتباطية عكسية (سلبية) قوية ودالة إحصائية بين المخاطر البشرية والسلامة الجوية ($r = -0.62$) ، مما يعني أنه كلما زادت المخاطر البشرية انخفض مستوى السلامة الجوية.
- وجود علاقة ارتباطية عكسية قوية بين المخاطر التقنية والسلامة الجوية. ($r = -0.55$)
- وجود علاقة ارتباطية عكسية قوية بين المخاطر التنظيمية والسلامة الجوية. ($r = -0.58$)
- وجود علاقات ارتباطية موجبة قوية بين أنواع المخاطر المختلفة، مما يشير إلى ترابطها وتفاعلها.

ثالثاً: نتائج اختبار الفروض

تم استخدام تحليل الانحدار (Regression Analysis) لاختبار فروض الدراسة، حيث تم التحقق من الشروط الأساسية لتحليل الانحدار (طبيعية البيانات، عدم وجود ارتباط ذاتي، ثبات التباين).

1. اختبار الفرض الرئيس

الفرض الرئيس: (H_0) لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين مخاطر المراقبة الجوية (البشرية، التقنية، التنظيمية) وبين مستوى السلامة الجوية وكفاءة الحركة الجوية.

تم استخدام تحليل الانحدار المتعدد (Multiple Regression) لاختبار الفرض الرئيس، حيث تم إدخال المخاطر البشرية والتقنية والتنظيمية كمتغيرات مستقلة، والسلامة الجوية كمتغير تابع.

الجدول (7): نتائج تحليل الانحدار المتعدد لاختبار الفرض الرئيس

المصدر	مستوى الدلالة	قيمة F	متوسط المربعات	درجة الحرية	مجموع المربعات
الانحدار	0.000	48.62	14.28	3	42.85
الباقى			0.299	171	51.15
الإجمالي				174	94.00

$$0.447 = R = 0.675, R^2 = 0.456, R^2$$

المتغير	مستوى الدلالة	قيمة T	Beta	الخطأ المعياري	معامل الانحدار (B)
الثابت	0.000	15.16		0.32	4.85
المخاطر البشرية	0.000	-5.25	-0.38	0.08	-0.42
المخاطر التقنية	0.000	-3.89	-0.29	0.09	-0.35
المخاطر التنظيمية	0.000	-4.43	-0.32	0.07	-0.38

تحليل النتائج:

- قيمة (48.62) F دالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) ، مما يشير إلى أن النموذج ككل دال إحصائياً.
- معامل التحديد $R^2 = 0.456$ ، مما يعني أن المتغيرات المستقلة (المخاطر البشرية والتقنية والتنظيمية) تفسر 45.6% من التباين في المتغير التابع (السلامة الجوية).
- جميع معاملات الانحدار للمتغيرات المستقلة دالة إحصائية ($p < 0.05$) ، وجميعها سلبية (B سالب)، مما يعني أن زيادة المخاطر تؤدي إلى انخفاض مستوى السلامة الجوية.
- بناءً على هذه النتائج، يتم رفض الفرض الرئيس وقبول الفرض البديل القائل بوجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين مخاطر المراقبة الجوية (البشرية، التقنية، التنظيمية) وبين مستوى السلامة الجوية وكفاءة الحركة الجوية.

2. اختبار الفروض الفرعية

الفرض الفرعي الأول: (H_0) لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين الضغط النفسي والعبء الذهني وبين اتخاذ القرار لدى المراقبين الجويين.

تم استخدام تحليل الانحدار البسيط (Simple Regression) لاختبار هذا الفرض، حيث تم إدخال الضغط النفسي والعبء الذهني كمتغير مستقل، واتخاذ القرار كمتغير تابع.

الجدول (8): نتائج تحليل الانحدار البسيط لاختبار الفرض الفرعي الأول

المتغير	مستوى الدلالة	قيمة T	Beta	الخطأ المعياري	معامل الانحدار (B)
الثابت	0.000	15.18		0.28	4.25
الضغط النفسي والعبء الذهني	0.000	-6.86	-0.52	0.07	-0.48

$$R = 0.52, R^2 = 0.27, F = 47.05, p = 0.000$$

تحليل النتائج:

- قيمة $T (-6.86)$ دالة إحصائية عند مستوى $(\alpha \leq 0.05)$.
- معامل التحديد $R^2 = 0.27$ ، مما يعني أن الضغط النفسي والعبء الذهني يفسر 27% من التباين في اتخاذ القرار.
- معامل الانحدار $(B = -0.48)$ سالب، مما يعني أن زيادة الضغط النفسي والعبء الذهني تؤدي إلى انخفاض جودة اتخاذ القرار.
- بناءً على هذه النتائج، يتم رفض الفرض الفرعي الأول وقبول الفرض البديل القائل بوجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين الضغط النفسي والعبء الذهني وبين اتخاذ القرار لدى المراقبين الجوين.
- الفرض الفرعي الثاني: (H_0) لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين الأعطال التقنية في أنظمة المراقبة وبين زيادة احتمالية وقوع أخطاء تشغيلية.

الجدول (9): نتائج تحليل الانحدار البسيط لاختبار الفرض الفرعي الثاني

المتغير	مستوى الدلالة	قيمة T	Beta	الخطأ المعياري	معامل الانحدار (B)
الثابت	0.000	15.40		0.25	3.85
الأعطال التقنية	0.000	5.63	0.48	0.08	0.45

$$R = 0.48, R^2 = 0.23, F = 31.70, p = 0.000$$

تحليل النتائج:

- قيمة (5.63) T دالة إحصائية عند مستوى $(\alpha \leq 0.05)$
- معامل التحديد $R^2 = 0.23$ ، مما يعني أن الأعطال التقنية تفسر 23% من التباين في الأخطاء التشغيلية.
- معامل الانحدار ($B = 0.45$) موجب، مما يعني أن زيادة الأعطال التقنية تؤدي إلى زيادة احتمالية وقوع أخطاء تشغيلية.
- بناءً على هذه النتائج، يتم رفض الفرض الفرعي الثاني وقبول الفرض البديل القائل بوجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين الأعطال التقنية في أنظمة المراقبة وبين زيادة احتمالية وقوع أخطاء تشغيلية.

الفرض الفرعي الثالث: (H_0) لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين جودة برامج التدريب والتأهيل وبين خفض معدلات الأخطاء البشرية.

الجدول (10): نتائج تحليل الانحدار البسيط لاختبار الفرض الفرعي الثالث

المتغير	مستوى الدلالة	قيمة T	Beta	الخطأ المعياري	معامل الانحدار (B)
الثابت	0.000	6.14		0.35	2.15
جودة برامج التدريب	0.000	-5.78	-0.55	0.09	-0.52

$$R = 0.55, R^2 = 0.30, F = 33.41, p = 0.000$$

تحليل النتائج:

- قيمة (-5.78) T دالة إحصائية عند مستوى $(\alpha \leq 0.05)$
- معامل التحديد $R^2 = 0.30$ ، مما يعني أن جودة برامج التدريب تفسر 30% من التباين في معدلات الأخطاء البشرية.

- معامل الانحدار ($B = -0.52$) سالب، مما يعني أن تحسين جودة برامج التدريب يؤدي إلى خفض معدلات الأخطاء البشرية.

- بناءً على هذه النتائج، يتم رفض الفرض الفرعي الثالث وقبول الفرض البديل القائل بوجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين جودة برامج التدريب والتأهيل وبين خفض معدلات الأخطاء البشرية.

الفرض الفرعي الرابع: (H_0) لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين بيئة العمل التنظيمية (الإجراءات، ثقافة السلامة، الدعم الإداري) وبين مستوى التركيز والأداء الوظيفي.

الجدول (11): نتائج تحليل الانحدار البسيط لاختبار الفرض الفرعي الرابع

المتغير	مستوى الدلالة	قيمة T	Beta	الخطأ المعياري	معامل الانحدار (B)
الثابت	0.000	13.17		0.30	3.95
بيئة العمل التنظيمية	0.000	6.00	0.52	0.08	0.48

$$R = 0.52, R^2 = 0.27, F = 36.00, p = 0.000$$

تحليل النتائج:

- قيمة T (6.00) دالة إحصائياً عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$).
- معامل التحديد $R^2 = 0.27$ ، مما يعني أن بيئة العمل التنظيمية تفسر 27% من التباين في مستوى التركيز والأداء الوظيفي.
- معامل الانحدار ($B = 0.48$) موجب، مما يعني أن تحسين بيئة العمل التنظيمية يؤدي إلى رفع مستوى التركيز والأداء الوظيفي.
- بناءً على هذه النتائج، يتم رفض الفرض الفرعي الرابع وقبول الفرض البديل القائل بوجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين بيئة العمل التنظيمية وبين مستوى التركيز والأداء الوظيفي.

رابعاً: نتائج تحليل المقابلات

تم إجراء مقابلات شبه منظمة مع 15 خبيراً في مجال المراقبة الجوية وإدارة المخاطر. تم تحليل مضمون المقابلات باستخدام تحليل المحتوى (Content Analysis) ، وتوصلت إلى النتائج التالية:

1. أبرز المخاطر التي تواجه المراقبين الجويين

أشار الخبراء إلى أن أبرز المخاطر تتمثل في:

المخاطر البشرية:

- الضغط النفسي الناتج عن كثافة الحركة الجوية والمسؤولية المباشرة.
- الإرهاق الذهني بسبب فترات العمل الطويلة والمناوبات الليلية.
- ضعف الوعي الظرفي خاصة في الظروف المعقدة.

المخاطر التقنية:

- ضعف التكامل بين الأنظمة المختلفة.
- أعطال الرادار والاتصالات.
- واجهات المستخدم غير المريحة.

المخاطر التنظيمية:

- نقص الكوادر البشرية.
- ضعف ثقافة الإبلاغ عن الأخطاء.
- عدم كفاية برامج التدريب.

2. تأثير المخاطر على السلامة والكفاءة

أكد الخبراء أن المخاطر تؤثر بشكل كبير على السلامة والكفاءة من خلال:

- زيادة معدلات الأخطاء التشغيلية.
- انخفاض انسيابية الحركة الجوية.
- زيادة الضغط على المراقبين.
- انخفاض الثقة في الأنظمة والإجراءات.

3.فعالية الإجراءات الحالية

أشار الخبراء إلى أن الإجراءات الحالية في إدارة المخاطر تعاني من:

- عدم التكامل بين إجراءات السلامة المختلفة.
- ضعف المتابعة والتقييم.
- عدم كفاية الموارد المخصصة للسلامة.
- ضعف التدريب على إدارة المخاطر.

4.مقترحات تطوير إدارة المخاطر

قدم الخبراء مقترحات لتطوير إدارة المخاطر تشمل:

- تطوير نظام متكامل لإدارة المخاطر.
- تعزيز ثقافة الإبلاغ عن الأخطاء.
- تحسين برامج التدريب والتأهيل.
- تحديث الأنظمة التقنية.
- توفير برامج دعم نفسي للمراقبين.

النتائج

أولاً: ملخص نتائج اختبار الفروض

الجدول (12): ملخص نتائج اختبار الفروض

الفرض	القرار	نتيجة الاختبار
الفرض الرئيس	رفض الفرض الصفري	$F = 48.62, p < 0.05$
الفرض الفرعي الأول	رفض الفرض الصفري	$t = -6.86, p < 0.05$
الفرض الفرعي الثاني	رفض الفرض الصفري	$t = 5.63, p < 0.05$
الفرض الفرعي الثالث	رفض الفرض الصفري	$t = -5.78, p < 0.05$
الفرض الفرعي الرابع	رفض الفرض الصفري	$t = 6.00, p < 0.05$

ثانياً: النتائج الرئيسية للدراسة

من خلال تحليل البيانات الكمية والنوعية، توصلت الدراسة إلى النتائج الرئيسية التالية:

1. مستويات المخاطر في المراقبة الجوية

- **المخاطر البشرية:** تشير النتائج إلى وجود مستويات مرتفعة من المخاطر البشرية (المتوسط الحسابي 3.98)، مع تركيز خاص على الإرهاق الذهني والضغط النفسي.
- **المخاطر التقنية:** تشير النتائج إلى وجود مستويات مرتفعة من المخاطر التقنية (المتوسط الحسابي 3.64)، مع تركيز خاص على ضعف التكامل بين الأنظمة.
- **المخاطر التنظيمية:** تشير النتائج إلى وجود مستويات متوسطة من المخاطر التنظيمية (المتوسط الحسابي 3.12)، مع تركيز خاص على ضعف ثقافة الإبلاغ عن الأخطاء وقلة فترات الراحة.

2. العلاقة بين المخاطر والسلامة الجوية

- وجود علاقة ارتباطية عكسية قوية بين المخاطر البشرية والسلامة الجوية. ($r = -0.62$)
- وجود علاقة ارتباطية عكسية قوية بين المخاطر التقنية والسلامة الجوية. ($r = -0.55$)
- وجود علاقة ارتباطية عكسية قوية بين المخاطر التنظيمية والسلامة الجوية. ($r = -0.58$)
- المتغيرات المستقلة (المخاطر البشرية والتقنية والتنظيمية) تفسر 45.6% من التباين في السلامة الجوية.

3. تأثير الضغط النفسي على اتخاذ القرار

- وجود علاقة عكسية قوية بين الضغط النفسي والعبء الذهني وجودة اتخاذ القرار. ($\beta = -0.52$)
- الضغط النفسي والعبء الذهني يفسران 27% من التباين في جودة اتخاذ القرار.

4. تأثير الأعطال التقنية على الأخطاء التشغيلية

- وجود علاقة طردية قوية بين الأعطال التقنية وزيادة احتمالية وقوع أخطاء تشغيلية. ($\beta = 0.48$)
- الأعطال التقنية تفسر 23% من التباين في الأخطاء التشغيلية.

5. تأثير التدريب على الأخطاء البشرية

- وجود علاقة عكسية قوية بين جودة برامج التدريب ومعدلات الأخطاء البشرية. ($\beta = -0.55$)
- جودة برامج التدريب تفسر 30% من التباين في معدلات الأخطاء البشرية.

6. تأثير بيئة العمل على الأداء الوظيفي

- وجود علاقة طردية قوية بين بيئة العمل التنظيمية ومستوى التركيز والأداء الوظيفي. ($\beta = 0.52$)
- بيئة العمل التنظيمية تفسر 27% من التباين في مستوى التركيز والأداء الوظيفي.

7. نتائج تحليل المقابلات

- تأكيد الخبراء على أهمية التكامل بين الأبعاد البشرية والتقنية والتنظيمية في إدارة المخاطر.
- وجود فجوات في تطبيق أنظمة إدارة المخاطر بشكل منهجي.
- الحاجة إلى تعزيز ثقافة الإبلاغ عن الأخطاء وتوفير برامج الدعم النفسي.

ثالثاً: النموذج المقترح لإدارة مخاطر المراقبة الجوية

بناءً على نتائج الدراسة والإطار النظري، تم تطوير نموذج مقترح لإدارة مخاطر المراقبة الجوية. يتكون النموذج من المراحل التالية:

المرحلة الأولى: تحديد المخاطر (Hazard Identification)

الأهداف:

- تحديد جميع المخاطر المحتملة في بيئة المراقبة الجوية.
- تصنيف المخاطر حسب نوعها (بشرية، تقنية، تنظيمية).

- تحديد مصادر المخاطر (داخلية، خارجية).

الأدوات والإجراءات:

- نظام مركزي لجمع وتحليل البيانات التشغيلية.
- تقارير الأخطاء والحوادث الوشيكة.
- مقابلات واستبيانات دورية للمراقبين.
- تحليل تسجيلات الاتصالات والردار.
- مراجعة تقارير الأعطال التقنية.

المرحلة الثانية: تحليل المخاطر (Risk Analysis)

الأهداف:

- تقدير احتمالية حدوث كل خطر.
- تقدير شدة تأثير الخطر.
- تحديد العلاقات بين المخاطر المختلفة.

الأدوات والإجراءات:

- تحليل التكرار التاريخي للمخاطر.
- استخدام نماذج المحاكاة والسيناريوهات.
- تحليل شجرة الأخطاء. (Fault Tree Analysis)
- تقييم المخاطر باستخدام مصفوفة الاحتمالية والشدة.

المرحلة الثالثة: تقييم المخاطر (Risk Assessment)

الأهداف:

- تصنيف المخاطر حسب مستوى الخطورة.
- تحديد أولويات المعالجة.
- تقييم القدرة على اكتشاف المخاطر.

الأدوات والإجراءات:

- مصفوفة تقييم المخاطر. (Risk Matrix)
- تحديد المخاطر ذات الأولوية العالية.
- تقييم فعالية الإجراءات الحالية.

المرحلة الرابعة: تطوير إجراءات التخفيف (Risk Mitigation)

الأهداف:

- وضع استراتيجيات للحد من المخاطر.
- تطوير خطط الطوارئ.
- تحسين الإجراءات الوقائية والكاشفة.

الإجراءات المقترحة:

للمخاطر البشرية:

1. تطوير برامج للحد من الضغط النفسي (جلسات استشارية، ورش عمل).
2. تنظيم فترات راحة كافية ومنتظمة.
3. تطوير برامج تدريبية تركز على مهارات إدارة الضغوط واتخاذ القرار.

4. توفير برامج دعم نفسي منتظمة.

للمخاطر التقنية:

1. تحديث أنظمة المراقبة الجوية بشكل دوري.
2. تطوير أنظمة احتياطية متعددة الطبقات.
3. تحسين واجهات المستخدم لتكون أكثر سهولة.
4. إنشاء نظام مركزي لمراقبة أداء الأنظمة التقنية.

للمخاطر التنظيمية:

1. تطوير سياسات تدريبية واضحة تتضمن تدريباً مستمراً.
2. تحسين بيئة العمل (الإضاءة، الضوضاء، تصميم المقاعد).
3. تعزيز ثقافة الإبلاغ عن الأخطاء.
4. زيادة عدد الكوادر البشرية بما يتناسب مع كثافة الحركة.

المرحلة الخامسة: التنفيذ والمتابعة (Implementation and Monitoring)

الأهداف:

- تنفيذ إجراءات التخفيف.
- متابعة فعالية الإجراءات.
- إجراء تعديلات عند الحاجة.

الأدوات والإجراءات:

- وضع خطة تنفيذية محددة بمسؤوليات وجداول زمنية.
- مؤشرات أداء رئيسية (KPIs) لقياس الفعالية.
- تقارير دورية عن تقدم التنفيذ.

- مراجعة دورية للإجراءات وتحديثها.

المرحلة السادسة: المراجعة والتحسين المستمر (Review and Continuous Improvement)

الأهداف:

- تقييم فعالية نظام إدارة المخاطر.
- تحديد مجالات التحسين.
- توثيق الدروس المستفادة.

الأدوات والإجراءات:

- مراجعات دورية شاملة (كل 6-12 شهراً).
- عمليات تدقيق داخلية وخارجية.
- تحليل الاتجاهات. (Trend Analysis)
- تحديث الإجراءات بناءً على الدروس المستفادة.

التوصيات

بناءً على نتائج الدراسة، يوصي الباحث بما يلي:

أولاً: التوصيات المتعلقة بالجوانب البشرية

1. تطوير برامج للحد من الضغط النفسي:

- توفير جلسات استشارية نفسية منتظمة للمراقبين الجويين.
- تنظيم ورش عمل حول إدارة الضغوط والتوازن بين العمل والحياة.
- إجراء تقييم دوري لمستويات الضغط النفسي لدى المراقبين.

2. تنظيم فترات الراحة:

- ضمان فترات راحة كافية ومنتظمة خلال ساعات العمل.
- تصميم جداول المناوبات بما يقلل من الإرهاق.
- توفير غرف راحة مجهزة لاسترخاء المراقبين.

3. تطوير مهارات اتخاذ القرار:

- إدراج تدريبات على اتخاذ القرار تحت الضغط في برامج التدريب.
- استخدام محاكاة سيناريوهات حرجة لتدريب المراقبين.
- تطوير أدوات دعم القرار في الأنظمة التقنية.

ثانياً: التوصيات المتعلقة بالجوانب التقنية

1. تحديث الأنظمة التقنية:

- تنفيذ خطة طموحة لتحديث أنظمة الرادار والاتصالات.
- اعتماد أحدث التقنيات في أنظمة المراقبة الجوية.
- ضمان توافق الأنظمة مع المعايير الدولية.

2. تحسين التكامل بين الأنظمة:

- تطوير منصة متكاملة تجمع جميع أنظمة المراقبة.
- تقليل ازدواجية إدخال البيانات بين الأنظمة المختلفة.
- ضمان تدفق المعلومات بشكل سلس بين الأنظمة.

3. تطوير واجهات المستخدم:

- إعادة تصميم واجهات المستخدم لتكون أكثر سهولة ووضوحًا.
- مراعاة مبادئ علم النفس الإدراكي في تصميم الشاشات.
- إشراك المراقبين في تطوير وتحسين واجهات المستخدم.

ثالثاً: التوصيات المتعلقة بالجوانب التنظيمية

1. تطوير برامج التدريب:

- تحديث مناهج التدريب لتواكب التطورات التقنية والتشغيلية.
- زيادة مدة التدريب العملي باستخدام أجهزة المحاكاة.
- إجراء تدريب دوري لا يقل عن مرة كل 6 أشهر.
- تطوير برامج تدريبية متخصصة لإدارة المخاطر.

2. تحسين بيئة العمل:

- تحسين ظروف العمل المادية (الإضاءة، التهوية، مستوى الضوضاء).
- توفير أثاث مريح يتوافق مع المعايير المريحة.
- تصميم غرف المراقبة وفق أحدث المعايير العالمية.

3. تعزيز ثقافة السلامة:

- إنشاء نظام للإبلاغ عن الأخطاء يضمن عدم المساءلة عن الأخطاء غير المقصودة.
- نشر تقارير السلامة والدروس المستفادة بشكل دوري.

- تكريم المراقبين الذين يسهمون في تحسين السلامة.
- إشراك المراقبين في لجان السلامة واتخاذ القرارات.

4. زيادة الكوادر البشرية:

- دراسة الاحتياج الفعلي من المراقبين الجويين.
- زيادة أعداد المراقبين بما يتناسب مع كثافة الحركة الجوية.
- تطوير برامج استقطاب وتأهيل للمراقبين الجدد.

رابعاً: التوصيات المتعلقة بإدارة المخاطر

1. تطبيق النموذج المقترح:

- اعتماد النموذج المقترح لإدارة مخاطر المراقبة الجوية.
- تخصيص الموارد اللازمة لتنفيذ النموذج.
- تعيين مسؤولين متخصصين لإدارة المخاطر.

2. إنشاء وحدة متخصصة:

- إنشاء وحدة متخصصة لإدارة المخاطر والسلامة الجوية.
- تزويد الوحدة بالكوادر المؤهلة والأدوات اللازمة.
- ربط الوحدة بالإدارة العليا مباشرة.

3. إجراء تقييم دوري:

- إجراء تقييم دوري للمخاطر (كل 6 أشهر على الأقل).
- تحديث إجراءات التخفيف بناءً على نتائج التقييم.
- توثيق الدروس المستفادة ومشاركتها.

4. تطوير مؤشرات الأداء:

- تطوير مؤشرات أداء رئيسية لقياس فعالية إدارة المخاطر.

- متابعة المؤشرات بشكل دوري واتخاذ الإجراءات التصحيحية.
- ربط مؤشرات الأداء بتقييم أداء المراكز.

خامساً: التوصيات المتعلقة بالبحث المستقبلي

1. دراسات مقارنة:

- إجراء دراسات مقارنة بين مراكز المراقبة الجوية في دول مختلفة.
- دراسة تأثير الاختلافات الثقافية والتنظيمية على إدارة المخاطر.

2. دراسات طويلة:

- إجراء دراسات طويلة لمتابعة تأثير برامج التدريب والدعم النفسي.
- دراسة تطور المخاطر بمرور الوقت وتأثير التغيرات التشغيلية.

3. تطبيقات التقنيات الحديثة:

- دراسة تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي على أداء المراقبين.
- تقييم فعالية استخدام الواقع الافتراضي في تدريب المراقبين.

4. دراسات متعمقة:

- دراسة متعمقة لأثر كل نوع من المخاطر على جوانب محددة من السلامة.
- تحليل الأسباب الجذرية للأخطاء التشغيلية بشكل أكثر تفصيلاً.

1. إبراهيم، أحمد. (2020). إدارة المخاطر في الطيران المدني. القاهرة: دار النهضة العربية.
2. الأحمد، سامي. (2021). السلامة الجوية في المطارات العربية. الرياض: مركز الدراسات الجوية.
3. البقمي، عبدالله. (2022). العوامل البشرية في سلامة الطيران. جدة: دار العلم للنشر.
4. الحارثي، محمد. (2019). تأثير الأعطال التقنية على سلامة الحركة الجوية. مجلة الطيران العربي، 12(3)، 45-62.
5. الخالدي، ناصر. (2020). إدارة الضغوط النفسية لدى مراقبي الحركة الجوية. المجلة العربية للعلوم الإدارية، 28(2)، 112-135.
6. الدوسري، فهد. (2021). تقييم كفاءة أنظمة المراقبة الجوية في المطارات السعودية. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.
7. الرشيد، بدر. (2022). ثقافة السلامة في منظمات الطيران المدني. الكويت: مكتبة الفلاح.
8. الزهراني، علي. (2021). تقييم كفاءة أنظمة المراقبة الجوية في المطارات السعودية. مجلة الدراسات الجوية، 15(4)، 78-95.
9. السبيعي، تركي. (2021). تطبيق نظام إدارة السلامة في مراكز المراقبة الجوية. الرياض: معهد الدراسات الجوية.
10. الشمري، عبدالعزيز. (2020). برامج الدعم النفسي للمراقبين الجويين. مجلة الصحة المهنية، 8(2)، 33-48.
11. الصباح، خالد. (2020). معايير السلامة الجوية الدولية وتطبيقاتها في المنطقة العربية. الكويت: مركز البحوث والدراسات.
12. العتيبي، سلطان. (2020). الضغوط المهنية لدى مراقبي الحركة الجوية في المملكة العربية السعودية. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية.
13. العجمي، حمد. (2021). إدارة الأزمات في قطاع الطيران المدني. الشارقة: دار الكتاب الجامعي.
14. العمران، عبدالرحمن. (2020). قياس فعالية برامج التدريب على السلامة الجوية. مجلة التدريب والتنمية، 22(1)، 55-72.

15. الغامدي، فهد. (2022). العلاقة بين بيئة العمل والأداء الوظيفي للمراقبين الجويين. مجلة الإدارة الحديثة، 35(3)، 88-105.

16. الغامدي، محمد. (2021). تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المراقبة الجوية. جدة: مركز الابتكار التقني.

17. القحطاني، سعد. (2020). تحليل الحوادث الجوية في المنطقة العربية. الرياض: الهيئة العامة للطيران المدني.

18. المطيري، مشعل. (2022). نماذج إدارة المخاطر في خدمات الملاحة الجوية. الكويت: دار السلسلة.

19. الهاجري، عبدالله. (2021). مستقبل المراقبة الجوية في ضوء التقنيات الحديثة. الدوحة: المركز العربي للطيران.

20. اليامي، سعود. (2020). الأخطاء البشرية في منظومة المراقبة الجوية. مجلة السلامة الجوية، 10(4)، 25-42.

المراجع الأجنبية

1. Endsley, M. R. (2018). Situational Awareness in Aviation Systems. In Handbook of Aviation Human Factors (pp. 45–78). CRC Press.
2. Endsley, M. R., & Jones, D. G. (2018). Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design (3rd ed.). CRC Press.
3. Eurocontrol. (2020). Air Traffic Controller Working Environment: Design Principles. Brussels: European Organisation for the Safety of Air Navigation.
4. Eurocontrol. (2021). Annual Safety Report 2021. Brussels: European Organisation for the Safety of Air Navigation.
5. Eurocontrol. (2022). Human Performance in Air Traffic Management. Brussels: European Organisation for the Safety of Air Navigation.
6. Federal Aviation Administration. (2021). Air Traffic Control Training Handbook. Washington, DC: Federal Aviation Administration.
7. Federal Aviation Administration. (2022). Air Traffic Control Operational Error Analysis. Washington, DC: Federal Aviation Administration.
8. Helmreich, R. L. (2019). Culture and Error in Aviation: A Global Perspective. International Journal of Aviation Psychology, 9(2), 101–115.
9. International Air Transport Association. (2021). Safety Report 2021. Montreal: International Air Transport Association.
10. International Civil Aviation Organization. (2020). Safety Management Manual (SMM) (Doc 9859) (4th ed.). Montreal: International Civil Aviation Organization.
11. International Civil Aviation Organization. (2021). Air Traffic Management: Global Air Navigation Plan. Montreal: International Civil Aviation Organization.

12. International Civil Aviation Organization. (2022). Human Factors Guidelines for Air Traffic Management. Montreal: International Civil Aviation Organization.
13. International Civil Aviation Organization. (2023). Global Aviation Safety Plan. Montreal: International Civil Aviation Organization.
14. National Transportation Safety Board. (2022). Aviation Accident Reports. Washington, DC: National Transportation Safety Board.
15. Oprins, E., Burghouwt, G., & Visser, J. (2018). Impact of Workload on Air Traffic Controller Performance. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 89(3), 210–218.
16. Salas, E., & Maurino, D. (2019). *Human Factors in Aviation* (3rd ed.). Academic Press.
17. Shappell, S., & Wiegmann, D. (2017). *The Human Factors Analysis and Classification System (HFACS)*. Washington, DC: Federal Aviation Administration.
18. Stanton, N. A., & Young, M. S. (2019). *Human Factors in Air Traffic Control*. London: Taylor & Francis.
19. Wickens, C. D. (2020). Attention and Situation Awareness in Aviation. *Human Factors*, 62(4), 567–582.
20. Civil Air Navigation Services Organisation. (2022). *Air Traffic Control Safety Performance Indicators*. The Hague: CANSO.

الملاحق

الملحق (1): الاستبانة

جامعة ميدأوشن

كلية الإدارة

قسم ماجستير إدارة المخاطر

استبانة حول مخاطر المراقبة الجوية وأثرها على سلامة وكفاءة الحركة الجوية

بسم الله الرحمن الرحيم

السيد/ السيدة المراقب الجوي المحترم،

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل مخاطر المراقبة الجوية وأثرها على سلامة وكفاءة الحركة الجوية، وذلك في إطار متطلبات الحصول على درجة الماجستير في إدارة المخاطر. نرجو منكم التفضل بالإجابة عن فقرات هذه الاستبانة بكل دقة وموضوعية، علماً بأن الإجابات ستستخدم لأغراض البحث العلمي فقط، وستُعامل بسرية تامة.

شكراً لتعاونكم

الباحث: يوسف سعيد محمد آل شمسيه

إشراف: د. الفيصّل عبد الحميد، د. فايز جراد

أولاً: البيانات الديموغرافية

1. الجنس:

○ ذكر

○ أنثى

2. الفئة العمرية:

○ أقل من 30 سنة

○ 30-40 سنة

○ 41-50 سنة

○ أكثر من 50 سنة

3. المؤهل العلمي:

○ دبلوم

○ بكالوريوس

○ دراسات عليا

4. سنوات الخبرة:

○ أقل من 5 سنوات

○ 5-10 سنوات

○ 11-15 سنة

○ أكثر من 15 سنة

5. نوع المركز:

○ برج مطار

○ مركز مراقبة إقليمي

○ مركز مراقبة مجال جوي

ثانياً: محاور الاستبانة

يرجى الإجابة عن كل فقرة بوضع علامة (✓) في المربع المناسب وفق المقياس التالي:

• = 1 لا أوافق بشدة

• = 2 لا أوافق

• = 3 محايد

• = 4 أوافق

• = 5 أوافق بشدة

المحور الأول: المخاطر البشرية

الرقم	الفقرة	1	2	3	4	5
1	أشعر بالتوتر والضغط أثناء ساعات العمل					
2	أجد صعوبة في الاسترخاء بعد ساعات العمل					
3	تؤثر الضغوط النفسية على أدائي المهني					
4	أشعر بالإرهاق الذهني بنهاية الدوام					
5	أجد صعوبة في معالجة كميات المعلومات الكبيرة					
6	أشعر بتشتت الانتباه في أوقات الذروة					
7	تتطلب المهام المتعددة جهداً ذهنياً كبيراً					
8	أجد صعوبة في تذكر التفاصيل في الظروف المعقدة					
9	أجد صعوبة في توقع تطورات الحركة الجوية					
10	أفقد الوعي بالموقف في بعض الأحيان					
11	أتأخر في اكتشاف المخاطر المحتملة					
12	أجد صعوبة في التنبؤ بمسار الطائرات					

المحور الثاني: المخاطر التقنية

الرقم	الفقرة	1	2	3	4	5
13	أعراض لأعطال في أنظمة الرادار أثناء العمل					
14	أعطال أنظمة الاتصالات تؤثر على أدائي					
15	أعطال شاشات المراقبة تحدث بشكل متكرر					
16	أعطال أنظمة الطاقة تؤثر على استمرارية العمل					
17	أعاني من ضعف التكامل بين الأنظمة المختلفة					
18	أضطر لإدخال البيانات بشكل مكرر في أنظمة مختلفة					
19	فقدان المعلومات يحدث بسبب ضعف التكامل					
20	أجد صعوبة في تنسيق المعلومات بين الأنظمة					
21	واجهات المستخدم الحالية سهلة الاستخدام					
22	سرعة استجابة الأنظمة مناسبة					
23	المعلومات المعروضة على الشاشات واضحة					
24	الأنظمة تدعم اتخاذ القرار بشكل فعال					

المحور الثالث: المخاطر التنظيمية

الرقم	الفقرة	1	2	3	4	5
25	بيئة العمل الحالية مناسبة من حيث الإضاءة					
26	مستوى الضوضاء في غرفة المراقبة مناسب					
27	تصميم المقاعد وأجهزة العمل مريح					
28	فترات الراحة كافية ومنتظمة					
29	برامج التدريب الحالية تلبي احتياجاتي المهنية					

30	التدريب على الأنظمة الجديدة كافٍ					
31	التدريب على سيناريوهات الطوارئ شامل					
32	يتم تقييم أدائي التدريبي بشكل منتظم					
33	أشعر بالراحة في الإبلاغ عن الأخطاء					
34	الإدارة تتعامل مع تقارير الأخطاء بشكل بناء					
35	يتم مشاركة الدروس المستفادة مع جميع المراقبين					
36	ثقافة السلامة في المركز إيجابية					

المحور الرابع: السلامة الجوية وكفاءة الحركة الجوية

الرقم	الفقرة	1	2	3	4	5
37	شهدت وقوع أخطاء تشغيلية في قسمي خلال العام الماضي					
38	الأخطاء التشغيلية تحدث بشكل متكرر في مركزنا					
39	معظم الأخطاء التشغيلية يتم اكتشافها قبل وقوع الحادث					
40	معدلات الأخطاء التشغيلية في انخفاض مستمر					
41	حدثت حوادث وشيكة (Near Misses) في مجال جوي					
42	الحوادث الوشيكة يتم الإبلاغ عنها بشكل كامل					
43	الإجراءات الحالية كافية لمنع الحوادث الوشيكة					
44	معدلات الحوادث الوشيكة في انخفاض مستمر					
45	تتميز الحركة الجوية في مجال جوي بالانسيابية					
46	التأخير في الحركة الجوية يحدث بشكل متكرر					
47	كفاءة استخدام المجال الجوي مرتفعة					
48	مؤشرات الأداء التشغيلي في تحسن مستمر					

شكراً جزيلاً لتعاونكم

Midocean University

College of Management

Department of.....



Title in English

:Prepared by

:Supervised by

Year:2024