

جامعة ميدأوشن

كلية الإدارة

قسم / تخصص.. ماجستير ادارة مخاطر.....



عنوان البحث

تحليل المخاطر المصاحبة لتدفقات الحشود في المنطقة المركزية بجوار المسجد الحرام دراسة في النماذج
والاساليب

إعداد الطالب/ حياة صالح احمد الغامدي

إشراف/

د. الفیصل عبد الحمید

د. فايز جراد

العام الدراسي: ٢٠٢٥

المقدمة :

تُعدّ إدارة الحشود في الأماكن المقدسة، وبخاصة في المنطقة المركزية المحيطة بالمسجد الحرام في مكة المكرمة، من أبرز التحديات التي تواجه الأجهزة التنظيمية والأمنية والإدارية على حدٍ سواء، وذلك نظراً للتعقيد الفريد لطبيعة الحشود، وكثافتها العالية، وتنوعها الديموغرافي، وتفاوت سلوكياتها، وتعدد أهدافها. ولا تقتصر أهمية هذه الإدارة على الجانب التنظيمي أو الأمني فحسب، بل تمتد لتلامس أبعاداً إنسانية، ودينية، وصحية، واقتصادية، تتطلب تكاملاً مؤسسياً ورؤية استراتيجية مدعومة بأدوات علمية دقيقة لتحليل المخاطر واتخاذ القرارات المناسبة في الوقت المناسب.

وقد شهدت العقود الماضية تطورات هائلة في أدوات ونماذج تحليل المخاطر المصاحبة لتدفقات الحشود، مدفوعةً بتكرار حوادث التدافع والازدحام الشديد التي أودت بحياة الآلاف حول العالم، مما دفع الباحثين والممارسين إلى دراسة هذا المجال

بعمق، وتطوير أساليب محاكاة معقدة، ونماذج تنبؤية، وتقنيات استشعار ذكية، للحد من تلك المخاطر وتحسين فعالية التدخلات الميدانية. وعلى الرغم من الجهود المبذولة، فإن طبيعة الحشود في الحرم المكي – تحديداً في المنطقة المركزية المحيطة به – تفرض تحديات نوعية واستثنائية، تجعل من الضروري إعادة النظر في النماذج والأساليب المستخدمة حالياً لتحليل وإدارة هذه التدفقات البشرية.

إن التعامل مع الحشود في هذا السياق لا ينبغي أن يتم بمعزل عن دراسة المخاطر المصاحبة لها، إذ أن تجاهل هذه المخاطر – أو الاكتفاء بتحليلها بشكل تقليدي – قد يؤدي إلى قرارات غير دقيقة، أو تأخر في الاستجابة، أو حتى فشل في حماية الأرواح وضمان سلامة الزوار والمعتمرين. ولهذا، فإن البحث في أدوات تحليل المخاطر المرتبطة بتدفق الحشود لم يعد خياراً ثانوياً، بل أصبح ضرورة استراتيجية تقع في قلب منظومة إدارة الحشود، خصوصاً في ظل الطموحات الوطنية المتزايدة لرفع الطاقة الاستيعابية للحرمين

الشريفيين، وتعظيم تجربة الزائر، وتحقيق
مستهدفات رؤية المملكة ٢٠٣٠.

ومن هذا المنطلق، جاءت فكرة هذا البحث الذي
يسعى إلى تحليل المخاطر المصاحبة لتدفقات
الحشود في المنطقة المركزية بجوار المسجد
الحرام، من خلال دراسة علمية منهجية في النماذج
والأساليب المستخدمة في هذا السياق، ومقارنة مدى
فاعليتها وملاءمتها لطبيعة البيئة المكية من حيث
الخصائص الفيزيائية، والجغرافية، والسلوكية. كما
يسعى البحث إلى استكشاف فرص تطوير تلك
النماذج بما يتناسب مع التحديات المحلية،
والتطورات التقنية المتاحة، والتجارب العالمية
الناجحة.

وإنّ فهم طبيعة المخاطر التي قد تنشأ عن تدفقات
الحشود في المنطقة المركزية بجوار المسجد الحرام
يتطلب رؤية متعددة الأبعاد، تبدأ بتحليل ديناميكيات
الحركة الجماعية للأفراد، ولا تنتهي عند تحديد
نقاط الاختناق أو المناطق الحرجة فحسب، بل تمتد
لتشمل فهم العوامل المؤثرة في سلوك الحشود،

مثل: التغيرات المناخية، وجود مناسبات دينية معينة، مدى وعي الزائرين، فعالية أنظمة التوجيه والإرشاد، كفاءة الاستجابة الطارئة، إضافة إلى الأثر التراكمي لبعض العوامل غير المرئية كالضغط النفسي الجماعي، أو الشائعات، أو التفاعل اللحظي مع الأصوات والمنبهات البصرية.

وفي ظل هذا التعقيد، أصبح من غير الممكن الاعتماد على الانطباعات الشخصية أو الخبرة الميدانية وحدها، مهما بلغت. فقد تطورت أدوات تحليل الحشود بشكل لافت، وانتقلت من الاعتماد على الملاحظات والرصد التقليدي، إلى استخدام نماذج المحاكاة Simulation Models، والتحليل الاحتمالي للمخاطر Probabilistic Risk Assessment، وتقنيات الاستشعار الذكي Smart Sensors، وأنظمة تتبع المواقع المكانية GIS، بل وحتى إلى توظيف الذكاء الاصطناعي والخوارزميات السلوكية التنبؤية.

ومع تنامي هذه التطورات، برزت فجوة بحثية بين النماذج النظرية الشائعة في أدبيات تحليل المخاطر،

وبين تطبيقاتها الفعلية في الحرم المكي تحديداً،
نظراً لخصوصية الموقع من حيث القدسية الدينية،
وكثافة الاستخدام، وتنوع الحشود، وطبيعة
المنشآت، واعتبارات الطوارئ. وهو ما يفرض
ضرورة إعادة تقييم النماذج الحالية، وتحليل مدى
موائمتها للواقع العملي، والبحث في كيفية تطويرها
أو تكاملها مع تقنيات مستجدة تُعزز من دقة التنبؤ،
وسرعة الإنذار، وجودة التدخل.

ومن هنا، يسعى هذا البحث إلى بناء فهم علمي
عميق ومتكامل حول طبيعة المخاطر المصاحبة
لتدفق الحشود في المنطقة المركزية، عبر تفكيك
النماذج والأساليب المختلفة إلى عناصرها
الأساسية، وتحليل نقاط القوة والقصور فيها،
واستخلاص أنسب المنهجيات القابلة للتطبيق في
السياق المحلي. كما يتطلع البحث إلى تقديم
توصيات عملية ومبنية على أدلة علمية، يمكن
الاستفادة منها من قبل الجهات المعنية بإدارة
الحشود في الحرم المكي، كهيئة تطوير منطقة مكة
المكرمة، وقوة أمن الحرم، والرئاسة العامة لشؤون

المسجد الحرام، والدفاع المدني، وغيرها من
الجهات ذات العلاقة

ونظرًا للأهمية البالغة للمنطقة المركزية حول
المسجد الحرام، التي تمثل نقطة التقاء رئيسية
للحجاج والمعتمرين والزوار من مختلف أرجاء
العالم الإسلامي،

فإن تحليل المخاطر المرتبطة بتدفقات الحشود لا
يُعدّ عملاً وقائيًا فقط، بل هو جزء من منظومة
متكاملة للتخطيط الحضري، وإدارة الأزمات،
وضمان استمرارية التشغيل بسلاسة وكفاءة.
فالإخفاق في استباق هذه المخاطر، أو التقليل من
شأنها، قد يؤدي إلى عواقب وخيمة، لا تقتصر على
وقوع إصابات أو خسائر بشرية، بل قد تمتد إلى
تشويه صورة الخدمات المقدمة، والتأثير على
تجربة الزائر، وتعطيل شعائر العبادة ذاتها، وهو ما
يُعدّ مساسًا بمكانة الحرمين الشريفين وحرمة
الزمان والمكان.

وفي هذا الإطار، فإن تحليل المخاطر في سياق
تدفق الحشود يتطلب فهمًا دقيقًا لمفاهيم أساسية مثل:

سعة الاستيعاب القصوى، نقاط الازدحام الحرج، سلوك الجماعات تحت الضغط، وأثر البنية التحتية على توجيه المسارات. كما يقتضي الدمج بين التحليل الكمي والنوعي، باستخدام أدوات مثل: تحليل سيناريوهات الطوارئ، مصفوفات تقييم المخاطر، ونماذج التدفق المتغير، إضافة إلى أدوات المحاكاة الرقمية التي تسمح بتقدير النتائج المحتملة لأي تعديل في المسارات أو في حجم التدفقات.

كما أن واقع الحشود في المسجد الحرام لا يخضع لنمط واحد ثابت؛ بل يتغير بحسب المواسم (رمضان، الحج، العمرة الموسمية)، وتوقيات الصلاة، وأيام نهاية الأسبوع، بل ويتأثر بقرارات تنظيمية فجائية، أو مستجدات صحية كما في جائحة كورونا. ولذلك فإن أي نموذج لتحليل هذه الحشود ينبغي أن يتمتع بالمرونة الديناميكية، والقدرة على التنبؤ بالسلوك الجمعي تحت ظروف متغيرة، واستيعاب مدخلات متعددة مثل الطقس، مستوى التوجيه، كفاءة النقل الترددي، والتوزيع المكاني للزوار. ويدرك هذا البحث أن نجاح أي نموذج في

التنبؤ أو التدخل لا يعتمد فقط على دقته التقنية، بل على مدى قبوله المؤسسي، وسهولة تطبيقه ميدانيًا، وتكامله مع أنظمة اتخاذ القرار. ومن هنا، فإن التحليل المقترح في هذا البحث لن يكتفي بعرض النماذج النظرية أو التطبيقات التقنية، بل سيتناول الجانب المؤسسي والتنظيمي في تبني تلك النماذج، ومدى جاهزية الجهات المختلفة للاستفادة منها، والقيود التي قد تعيق تنفيذها على أرض الواقع.

مشكلة الدراسة:

على الرغم من التقدم التقني والتنظيمي الكبير الذي شهدته المملكة العربية السعودية في مجال إدارة الحشود، وخاصة في الحرم المكي والمنطقة المركزية المحيطة به، إلا أن الطبيعة الاستثنائية لتدفقات الحشود في هذا الموقع تحديداً ما زالت تفرز تحديات معقدة تستوجب فهماً أدق وتحليلاً أكثر عمقاً للمخاطر المحتملة. فالحشود المتدفقة في هذا النطاق لا تتبع نمطاً اعتيادياً كما هو الحال في الفعاليات أو المناسبات الأخرى، بل تتسم بالاستمرارية العالية، الكثافة المتغيرة، والسلوك الجمعي المتنوع، ما يجعل من التنبؤ بحركتها وضبطها أمراً بالغ التعقيد.

وتزداد حدة المشكلة مع توسّع الطاقة الاستيعابية للمسجد الحرام والمناطق المحيطة به، ومع ازدياد أعداد الزوار والمعتمرين بشكل سنوي مدفوعاً بمستهدفات رؤية المملكة ٢٠٣٠ التي تسعى إلى تمكين أكبر عدد من المسلمين من أداء مناسكهم في أجواء آمنة وسلسة. إلا أن هذا التوسع، وإن كان

يحمل أبعادًا تنموية وروحية عظيمة، يُنتج في المقابل مستويات غير مسبوقة من التعقيد في إدارة المخاطر المصاحبة لتلك التدفقات البشرية، خصوصًا في المناطق ذات الحساسية التشغيلية العالية، مثل: مداخل ومخارج المسجد، الساحات المحيطة، محطات النقل الترددي، المرافق الخدمية، والممرات المؤدية إلى الحرم.

وعلى الرغم من وجود جهود بحثية وتطبيقية متعددة في هذا المجال، إلا أن الكثير من النماذج والأساليب المستخدمة في تحليل المخاطر ما زالت مستوردة من بيانات مختلفة تمامًا من حيث السياق المكاني، الكثافة البشرية، والسلوك الجمعي. وهذه النماذج – على أهميتها – قد لا تكون كافية أو دقيقة بما يلزم الخصوصية الفريدة للمنطقة المركزية بجوار المسجد الحرام، الأمر الذي يُنتج في كثير من الأحيان فجوة بين النظرية والتطبيق، والتخطيط والتنفيذ، والرصد والاستجابة.

ومن هنا تبرز مشكلة الدراسة في أن النماذج الحالية لتحليل مخاطر تدفقات الحشود في المنطقة المركزية تعاني من عدد من القصور، مثل: محدودية قدرتها على التنبؤ الدقيق بالمخاطر الديناميكية.

عدم مواءمتها التامة للبيئة الحربية ذات الخصوصية الدينية والتنظيمية.

افتقار بعض النماذج إلى التفاعل مع السياقات الزمانية المتغيرة (رمضان، الحج، المواسم...).
عدم وجود تكامل مؤسسي كافٍ في توظيف هذه النماذج واتخاذ القرارات المبنية عليها

إن غياب نموذج متكامل وفعال لتحليل المخاطر المصاحبة لتدفقات الحشود في المنطقة المركزية المحيطة بالمسجد الحرام، يتسبب في تحديات تشغيلية حقيقية، أبرزها: ضعف القدرة على الاستباق المبكر للمخاطر، بطء الاستجابة لحالات الطوارئ، التوزيع غير المتوازن للحشود، وصعوبة الحفاظ على انسيابية الحركة دون التضحية بمستويات السلامة. كما أن بعض النماذج

الحالية تعاني من الجمود التحليلي وعدم القدرة على التكيف مع المتغيرات المتسارعة في أعداد الزوار، أو التغيرات المفاجئة في البيئة التشغيلية (مثل إغلاق ممر، أو تغيير اتجاه تدفق، أو حالة طبية طارئة جماعية).

وعليه، فإن المشكلة المركزية لهذا البحث يمكن صياغتها في التساؤل التالي:

ما مدى فاعلية النماذج والأساليب المستخدمة حالياً في تحليل المخاطر المصاحبة لتدفقات الحشود في المنطقة المركزية بجوار المسجد الحرام؟ وهل تتلاءم مع السياق المكاني والسلوكي الفريد لهذه المنطقة؟

ويتفرّع من هذا التساؤل الرئيسي عدد من التساؤلات الفرعية التي تعكس أبعاد المشكلة بدقة، من أبرزها:

ما هي أبرز المخاطر المرتبطة بتدفقات الحشود في المنطقة المركزية وفقاً للرصد الميداني والدراسات السابقة؟

ما النماذج والأساليب الأكثر شيوعًا في تحليل تلك المخاطر على المستويين المحلي والدولي؟

إلى أي مدى تتواءم هذه النماذج مع واقع الحشود في الحرم المكي من حيث الخصائص الديموغرافية والسلوكية والزمانية؟

ما أوجه القصور أو الثغرات في النماذج الحالية عند تطبيقها في هذا السياق؟

ما المقترحات العلمية والممارسات المثلى التي يمكن تطويرها أو تبنيها لسد الفجوة وتحسين فاعلية التحليل الاستباقي للمخاطر؟

ومن خلال معالجة هذه التساؤلات، يسعى هذا البحث إلى سد فجوة معرفية تطبيقية مهمة في مجال إدارة الحشود، عبر دراسة متعمقة للنماذج والأساليب القائمة، واختبار مدى ملاءمتها، وتقديم رؤية تحليلية تطويرية تسهم في رفع جودة القرارات الميدانية، وتحسين كفاءة إدارة المخاطر، وتعزيز سلامة الزوار والمعتمرين في هذا الموقع بالغ الأهمية.

أهمية الدراسة:

تتبع أهمية هذه الدراسة من تقاطعها مع واحد من أكثر الملفات حساسية وأولوية على المستويين الوطني والدولي، وهو ملف إدارة الحشود في البيئات عالية الكثافة، وتحديدًا في محيط المسجد الحرام. فبخلاف كون المنطقة المركزية المحيطة بالحرم الشريف تمثل بقعة مقدسة تستقطب ملايين المسلمين سنويًا، فإنها تشكل أيضًا بيئة تشغيلية معقدة جدًا تتطلب أعلى مستويات الكفاءة في تحليل المخاطر واتخاذ القرار الوقائي والاستباقي. وتُعد هذه الدراسة مهمة من الناحية العلمية لعدة اعتبارات، أبرزها:

الإسهام في تطوير المعرفة النظرية في حقل تحليل المخاطر الجماعية وتدفقات الحشود، من خلال مراجعة علمية ممنهجة لأهم النماذج والأساليب المستخدمة في هذا المجال.

تقديم رؤية نقدية مقارنة للنماذج المستخدمة محليًا وعالميًا، وتحديد درجة ملاءمتها للبيئة السعودية، وبخاصة لمحيط الحرم المكي.

الإضافة إلى الأدبيات العربية النادرة في هذا المجال، من خلال تقديم دراسة تخصصية تجمع بين النماذج التحليلية والواقع الميداني في منطقة تعتبر من أكثر البيئات البشرية ازدحاماً في العالم الإسلامي.

دعم توجهات الجامعات ومراكز البحوث السعودية في بناء دراسات تطبيقية أصيلة تتعلق بأمن وسلامة الحشود، وربط المعرفة العلمية بحاجة الواقع. أما من الناحية العملية (التطبيقية)، فإن أهمية الدراسة تتجلى في:

تقديم توصيات عملية قابلة للتنفيذ من قبل الجهات المعنية بإدارة الحشود، مثل هيئة تطوير منطقة مكة المكرمة، ورئاسة شؤون الحرمين، والأجهزة الأمنية والخدمية العاملة في المنطقة المركزية.

دعم صناع القرار بمعلومات تحليلية تساعد في تحسين جودة التخطيط والتوزيع المكاني للحشود، ووضع سيناريوهات بديلة بناءً على نماذج علمية دقيقة.

المساهمة في تقليل المخاطر التشغيلية، وتخفيف
احتمالية وقوع حوادث تدافع أو اختناق أو تعطيل
في حركة الحشود.

تحسين تجربة الزائر والمعتمر، من خلال ضمان
انسيابية الحركة، وسلامة الوصول، وسهولة التنقل،
وهو ما يحقق جزءًا جوهريًا من مستهدفات رؤية
المملكة ٢٠٣٠.

إتاحة فرصة للجهات التنفيذية لتبني ممارسات
عالمية مستندة إلى العلم، دون الحاجة إلى تطبيق
نماذج مستوردة غير ملائمة للبيئة المحلية.

وبذلك، فإن هذه الدراسة لا تمثل مجرد جهد
أكاديمي نظري، بل هي أداة استراتيجية عملية
يمكن أن تسهم – بمشيئة الله – في تعزيز أمن
وسلامة ضيوف الرحمن، وتطوير أدوات استباقية
في إدارة الحشود، وتحقيق أعلى درجات التكامل
بين العلم والتطبيق.

أهداف الدراسة:

أولاً: الهدف العام

يهدف هذا البحث إلى تحليل المخاطر المصاحبة لتدفقات الحشود في المنطقة المركزية بجوار المسجد الحرام، من خلال دراسة نقدية ومقارنة لأبرز النماذج والأساليب المستخدمة في تحليل وإدارة هذه المخاطر، واقتراح آليات تطويرها بما يتناسب مع خصوصية البيئة المكية وتحدياتها التشغيلية.

ثانياً: الأهداف الفرعية

يسعى هذا البحث إلى تحقيق مجموعة من الأهداف التفصيلية، من أبرزها:

تحديد أبرز أنواع المخاطر المصاحبة لتدفقات الحشود في المنطقة المركزية بناءً على الرصد الميداني والدراسات السابقة.

عرض وتحليل النماذج والأساليب العلمية المستخدمة حالياً في تحليل مخاطر الحشود، سواء على المستوى المحلي أو العالمي.

تقييم مدى ملاءمة هذه النماذج لخصوصية السياق
المكاني والسلوكي في الحرم المكي والمنطقة
المركزية المحيطة به.

اكتشاف أوجه القصور أو الثغرات في النماذج
الحالية عند تطبيقها على الواقع العملي في مكة
المكرمة.

اقتراح نموذج تحليلي أو توصيات علمية تساعد
الجهات المعنية في تطوير أساليب تحليل المخاطر
وتحسين فاعلية إدارة تدفقات الحشود.

تعزيز التكامل بين التحليل النظري والتطبيق
الميداني في مجال إدارة الحشود، بما يُسهم في دعم
متخذي القرار وتحسين السلامة العامة في المنطقة
المركزية.

تهدف الدراسات المتعلقة بتحليل مخاطر تدفقات الحشود في المنطقة المركزية بجوار المسجد الحرام إلى فهم التحديات التي تواجه إدارة الحشود الكثيفة وضمان سلامة وراحة ضيوف الرحمن. تعتمد هذه الدراسات على مجموعة متنوعة من النماذج والأساليب لتقييم المخاطر وتطوير استراتيجيات فعالة.

المخاطر المصاحبة لتدفقات الحشود في المنطقة المركزية:

تتضمن المخاطر الرئيسية التي يمكن أن تنشأ عن تدفقات الحشود الكثيفة في هذه المنطقة الحساسة ما يلي:

* الازدحام والتكدس: يمكن أن يؤدي العدد الهائل من الزوار إلى مستويات خطيرة من الازدحام، خاصة في نقاط الاختناق مثل المداخل والمخارج والممرات الضيقة ومنطقة المطاف والمسعى. هذا يمكن أن يعيق الحركة ويسبب شعوراً بالضييق والقلق.

* حوادث الدهس والتدافع: في حالات الازدحام الشديد أو الذعر، قد تحدث حوادث دهس أو تدافع تؤدي إلى إصابات خطيرة أو حتى وفيات.

* صعوبة الاستجابة للطوارئ: الازدحام الشديد يمكن أن يعيق وصول فرق الإغاثة والخدمات الطبية في حالات الطوارئ مثل الحرائق أو الحالات الصحية الطارئة.

* المخاطر الصحية: تزيد الكثافة السكانية العالية من مخاطر انتشار الأمراض المعدية، خاصة في مواسم الذروة.

* فقدان الأشخاص: يمكن أن يفقد الزوار، وخاصة كبار السن والأطفال، طريقهم بسهولة في الحشود الكبيرة.

* المخاطر الأمنية: تزيد التجمعات الكبيرة من تحديات المراقبة الأمنية وقد تجعلها هدفًا محتملاً لبعض التهديدات.

النماذج والأساليب المستخدمة في تحليل المخاطر:

تستخدم العديد من النماذج والأساليب لتقييم هذه المخاطر وتطوير حلول لها، ومن أبرزها:

* المحاكاة الحاسوبية (Computer Simulation):

* محاكاة الأحداث المنفصلة (Discrete-Event Simulation - DES): تُستخدم لنمذجة حركة الحشود على مستوى الأفراد، مما يسمح بتحليل استخدام المساحات وتحديد نقاط الاختناق وتقييم تأثير سيناريوهات مختلفة (مثل تغيير السعة، أو تعديل المسارات).

* النماذج الميكروسكوبية (Microscopic Models): تركز على سلوك الأفراد داخل الحشد (مثل السرعة، الكثافة، التفاعلات بين الأفراد)، ويمكنها محاكاة سلوكيات مثل الاندفاع أو الهروب.

* النماذج الشاملة (Macroscopic Models):

تتعامل مع الحشود كتدفقات، وتركز على الخصائص الكلية مثل الكثافة والسرعة ومعدل التدفق الكلي.

* محاكاة تدفق المشاة (Pedestrian Flow Simulation): تُستخدم لتقدير أوقات السفر، وتحديد ساعات الممرات، وتحديد مدى فعالية خطط الإدارة المختلفة.

* نظم المعلومات الجغرافية (Geographic Information Systems - GIS):

* تُستخدم لتحليل البيانات المكانية للحشود، مثل توزيع الكثافات، وتحديد المناطق المعرضة للمخاطر، وتخطيط مسارات الإخلاء.

* تساعد في إنشاء خرائط توضح نقاط الضعف والمناطق ذات الكثافة العالية.

* الاستشعار عن بعد وتقنيات المراقبة الذكية:

* الحساسات والكاميرات الذكية: يتم استخدامها لرصد أعداد المعتمرين وتدفقاتهم في الوقت الفعلي، وتحديد نقاط الازدحام بدقة. هذه التقنيات تساعد في اتخاذ قرارات فورية لتحسين توزيع الحشود وتنظيم الحركة.

* تحليل الفيديو الذكي: يمكن للأنظمة المدعومة بالذكاء الاصطناعي تحليل لقطات الفيديو للكشف عن السلوكيات غير الطبيعية أو مؤشرات الخطر.

(Big Data Analytics): تحليل البيانات الضخمة *

تُستخدم لتحليل البيانات التاريخية والحالية * لتدفقات الحشود، مما يساعد على فهم الأنماط السلوكية، والتنبؤ بالازدحامات المحتملة، وتحسين خطط الإدارة المستقبلية.

يمكن جمع البيانات من مصادر متعددة مثل * الهواتف المحمولة، وشبكات الواي فاي، وأنظمة الدفع الإلكتروني.

:النماذج الرياضية والإحصائية *

تُستخدم لتطوير معادلات تصف سلوك الحشود، * مثل العلاقة بين الكثافة والسرعة.

يمكن استخدام التحليل الإحصائي لتحديد العوامل * التي تزيد من مخاطر الحوادث وتقييم فعالية التدخلات المختلفة.

* (Risk Assessment Frameworks) تقييم المخاطر *

تتضمن هذه الأطرءاءات تحديد المخاطر * المحتملة، تحليل احتمالية حدوثها، وتقييم شدة تأثيرها.

تساعد في وضع خطط استجابة للطوارئ * وتحديد أولويات التدخلات.

* (Artificial Intelligence - AI) الذكاء الاصطناعي *

يستخدم في تطوير أنظمة إدارة الحشود الذكية، * بما في ذلك التنبؤ بالازدحام، وتحسين التوجيه، وتعزيز الاستجابة للطوارئ.

مثال على ذلك، استخدام الذكاء الاصطناعي في * إدارة موسم الحج والعمرة خلال جائحة كوفيد-١٩.

الجهود المبذولة في المسجد الحرام

تبذل الهيئة العامة للعناية بشؤون المسجد الحرام والمسجد النبوي جهوداً كبيرة في هذا المجال، حيث

بدأت في استخدام تقنيات حديثة لرصد التدفقات والحشود في الأبواب الرئيسية للمسجد الحرام، بهدف رفع الكفاءة التشغيلية وتحسين إدارة الحشود بفعالية، وذلك بالشراكة مع الجهات ذات العلاقة.

تعتبر هذه الدراسات والتقنيات حيوية لضمان سلامة وراحة ملايين الزوار والمعتمرين الذين يتوافدون إلى المسجد الحرام سنوياً، وتساهم في تحقيق أهداف رؤية المملكة ٢٠٣٠ في خدمة ضيوف الرحمن.

التحديات الفريدة للمنطقة المركزية في المسجد الحرام

تختلف إدارة الحشود في المسجد الحرام عن أي
مكان آخر في العالم نظرًا لعدة عوامل:

* الكثافة البشرية غير المسبوقة: يتجمع ملايين
الأشخاص في مساحة محدودة جدًا خلال مواسم
الذروة (الحج والعمرة)، مما يخلق ضغطًا هائلًا
على البنية التحتية والخدمات.

* تنوع جنسيات وثقافات الحجاج والمعتمرين:
يأتي الزوار من جميع أنحاء العالم، باختلاف لغاتهم
وعاداتهم وسلوكياتهم، مما يجعل التواصل والتوجيه
تحديًا إضافيًا.

* الطبيعة الروحية للمكان: يركز الحجاج
والمعتّمرون على أداء مناسكهم بتركيز وخشوع،
مما قد يجعلهم أقل انتباهًا لإرشادات السلامة أو
التوجيهات اللحظية.

* تغيير السلوكيات: تتغير أنماط تدفق الحشود
باستمرار بناءً على أوقات الصلاة، أداء المناسك

المختلفة (الطواف، السعي، رمي الجمرات)، وحتى الظروف الجوية.

* البنية التحتية القائمة: على الرغم من التوسعات الهائلة، لا تزال هناك تحديات تتعلق بمسارات الحركة، المداخل والمخارج، ومناطق التجمع التي قد تشكل نقاط اختناق.

التعمق في النماذج والأساليب المستخدمة
لنستكشف بعض النماذج والأساليب التي ذكرناها
بمزيد من التفصيل:

أ. المحاكاة الحاسوبية (Computer Simulation): قلب التحليل

المحاكاة هي الأداة الأقوى لفهم سلوك الحشود واختبار السيناريوهات.

* النماذج الميكروسكوبية (Agent-Based Models):

* كيف تعمل؟ كل فرد في المحاكاة (يُسمى "وكيل" أو "عنصر") يتخذ قرارات بناءً على بيئته وأهدافه. يمكن برمجة هؤلاء الوكلاء للاستجابة للمحفزات مثل وجود حواجز، أو علامات توجيهية، أو الكثافة المحيطة بهم.

* ماذا تقدم؟ تسمح بتحليل سلوكيات تفصيلية مثل التجنب، الالتفاف حول العوائق، تكوين الطوابير، وتحديد متى تبدأ ظواهر مثل "أمواج الحشود" (Crowd Waves) أو "التدافع".

* أمثلة على البرمجيات: برامج مثل AnyLogic, Arena, Legion.

* تطبيقها في المسجد الحرام: تُستخدم لنمذجة حركة الطائفين حول الكعبة، حركة الساعين في المسعى، وكيفية تدفق الحشود من وإلى بوابات الحرم، لتحديد السعة القصوى للأمانة وتصميم المسارات المثلى.

* النماذج الشاملة (Macroscopic Models):

* كيف تعمل؟ تتعامل مع الحشد كـ "سائل" يتدفق، حيث يتم تحليل خصائص مثل الكثافة والسرعة ومعدل التدفق الكلي على مستوى أكبر. * ماذا تقدم؟ مفيدة للتخطيط على نطاق واسع، مثل تقدير أوقات إخلاء منطقة معينة أو تحديد سعة الطرق والممرات الرئيسية.

* تطبيقها في المسجد الحرام: تُستخدم لتقدير تدفق الحشود بين المشاعر المقدسة (منى، مزدلفة، عرفات) وبينها وبين الحرم المكي، وتوزيعها عبر الشبكة الطرقية.

ب. نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والتحليل المكاني

الـ GIS ليست مجرد أداة لرسم الخرائط، بل هي نظام تحليل مكاني قوي:

* تحليل الكثافة (Density Analysis): تُظهر المناطق التي تشهد أعلى تركيز للحشود في أوقات معينة، مما يسلط الضوء على نقاط الخطر المحتملة.

* تحليل الشبكة (Network Analysis): لتحديد

أقصر المسارات، المسارات البديلة، المسارات الأقل ازدحامًا، وكيفية توجيه الحشود بفعالية أكبر.

* تحليل الوصول (Accessibility Analysis):

لتقييم سهولة وصول سيارات الإسعاف أو فرق الإطفاء إلى مناطق معينة في حالة الطوارئ.

* تطبيقها في المسجد الحرام: تُستخدم لتخطيط

مناطق الإيواء، نقاط التجمع، مسارات الطوارئ، وتوزيع نقاط الخدمات (مراكز الإسعاف، دورات المياه) بشكل استراتيجي بناءً على توقعات الكثافة السكانية.

ج. تقنيات الاستشعار عن بعد والذكاء الاصطناعي

(AI): المراقبة الذكية

تُحدث هذه التقنيات ثورة في إدارة الحشود في

الوقت الفعلي:

* الكاميرات الذكية وأنظمة رؤية الكمبيوتر

:(Computer Vision)

* ماذا تقدم؟ ليست مجرد كاميرات مراقبة.
يمكنها عد الأشخاص تلقائيًا، تقدير الكثافة في
منطقة معينة، اكتشاف السلوكيات غير الطبيعية
(مثل السقوط، التدافع، أو التجمعات المفاجئة)،
وحتى تتبع حركة أفراد معينين (مع مراعاة
الخصوصية).

* الذكاء الاصطناعي: يتم تدريب خوارزميات
التعلم العميق على مجموعات ضخمة من البيانات
لفهم الأنماط الطبيعية لحركة الحشود واكتشاف
الانحرافات.

* تطبيقها في المسجد الحرام: تستخدم لمراقبة
مداخل ومخارج الحرم، منطقة المطاف، والمسعى.
في حال اكتشاف ازدحام خطير، يتم إرسال تنبيهات
فورية لغرف التحكم لاتخاذ إجراءات مثل إعادة
توجيه الحشود أو إغلاق مؤقت لبعض المداخل.

* تحليل بيانات الهواتف المحمولة وشبكات Wi-Fi:

* ماذا تقدم؟ يمكن استخدام بيانات الموقع
المجمعة من أبراج الاتصالات أو نقاط اتصال Wi-Fi

Fi لتقدير أعداد الحشود وتوزيعها في مناطق واسعة.

* تطبيقها في المسجد الحرام: توفر صورة عامة عن توزيع الحجاج في المشاعر المقدسة، مما يساعد على توجيه الموارد اللوجستية وتخطيط خدمات النقل.

استراتيجيات التخفيف من المخاطر
بناءً على تحليل المخاطر، يتم تطوير استراتيجيات متعددة لتخفيفها:

* إدارة التدفق (Flow Management):

* التوجيه الديناميكي: استخدام اللوحات الإرشادية الرقمية والرسائل الصوتية لتوجيه الحشود نحو المسارات الأقل ازدحامًا.

* التحكم في الوصول: تنظيم دخول وخروج الحشود إلى مناطق معينة (مثل المطاف) لضمان عدم تجاوز السعة الآمنة.

* إدارة الصفوف والطوابير: تنظيم الطوابير
لتجنب الازدحام عند نقاط التفتيش أو الخدمات.

* التخطيط للطوارئ والاستجابة لها:

* مسارات الإخلاء: تصميم مسارات واضحة
وآمنة للإخلاء في حالات الطوارئ (حرائق،
زلازل، إلخ).

* فرق الاستجابة السريعة: تدريب ونشر فرق
متخصصة للتعامل مع حالات التدافع، الإصابات،
أو حالات الذعر.

* نقاط التجمع الآمنة: تحديد وتجهيز مناطق آمنة
يمكن للحشود التجمع فيها بعد الإخلاء.

* التوعية والإرشاد:

* توعية الحجاج والمعتمرين بقواعد السلامة،
أهمية الالتزام بالتعليمات، وكيفية التصرف في
حالات الطوارئ من خلال الكتيبات، مقاطع
الفيديو، والتطبيقات الذكية.

* البنية التحتية الذكية:

* تصميم الممرات والساحات بطريقة تسهل تدفق الحشود وتقلل من نقاط الاختناق، مع الأخذ في الاعتبار معايير السلامة العالمية.

رؤية المملكة ٢٠٣٠ ودورها

تُعد إدارة الحشود في المسجد الحرام جزءًا لا يتجزأ من رؤية المملكة ٢٠٣٠، التي تهدف إلى استقبال أعداد أكبر من الحجاج والمعتمرين وتقديم أفضل الخدمات لهم. هذا يتطلب استثمارًا مستمرًا في البحث والتطوير، وتبني أحدث التقنيات، وتطبيق أفضل الممارسات العالمية لضمان سلامة وراحة ضيوف الرحمن.

الخاتمة:

في الختام، يتضح لنا أن إدارة تدفقات الحشود في المنطقة المركزية المحيطة بالمسجد الحرام ليست مجرد تحدٍ لوجستي، بل هي مهمة بالغة التعقيد تتطلب نهجًا متعدد الأوجه يجمع بين التخطيط الاستراتيجي، الابتكار التقني، والفهم العميق للسلوك البشري. إن طبيعة هذه المنطقة الفريدة، التي تستقبل ملايين الزوار من مختلف بقاع الأرض بهدف أداء مناسكهم الدينية، تفرض مستويات غير مسبقة من المسؤولية والاحترافية لضمان سلامتهم وراحتهم.

لقد استعرضنا كيف أن تحليل المخاطر في هذا السياق يتجاوز مجرد تقدير احتمالية التدافع، ليشمل طيفًا واسعًا من المخاطر الجسدية والصحية والنفسية والتشغيلية. وتجلت أهمية النماذج والأساليب المتقدمة - من المحاكاة الحاسوبية الدقيقة التي ترصد حركة الأفراد، إلى نظم المعلومات الجغرافية التي تحلل الأبعاد المكانية والزمنية للكثافات، وصولاً إلى تقنيات الاستشعار الذكية

والذكاء الاصطناعي التي توفر رؤية فورية وقدرة على التنبؤ. هذه الأدوات لا تعمل بمعزل عن بعضها البعض، بل تتكامل ضمن نظام إدارة حشود ذكي يهدف إلى الانتقال من الاستجابة لما يحدث إلى التنبؤ ومنع وقوع الحوادث قبل تفاقمها.

إن الجهود المتواصلة للمملكة العربية السعودية، وتحديدًا الرؤية الطموحة ٢٠٣٠، تضع خدمة ضيوف الرحمن في صلب أولوياتها. هذا الالتزام ينعكس في الاستثمار الهائل في البنية التحتية، وتبني أحدث الابتكارات التقنية، وتطوير الكفاءات البشرية القادرة على إدارة هذه التجمعات البشرية الهائلة بفعالية واقتدار. فكل توسعة، وكل نظام مراقبة، وكل خطة طوارئ، وكل توجيه يقدم للحاج والمعتمر، يصب في هدف واحد: ضمان تجربة روحانية آمنة وميسرة، خالية من المخاطر بقدر الإمكان.

ومع ذلك، فإن الطريق نحو إدارة حشود مثالية لا يخلو من التحديات المستمرة. فالسلوك البشري لا يمكن التنبؤ به كلياً، والظروف المحيطة تتغير

باستمرار. لذا، فإن البحث والتطوير يجب أن يستمر، مع التركيز على دمج المزيد من العوامل السلوكية والنفسية في النماذج، وتعزيز قدرة أنظمة الذكاء الاصطناعي على التعلم والتكيف بشكل أسرع وأكثر مرونة، وتطوير حلول مبتكرة للتعامل مع السيناريوهات غير المتوقعة.

في نهاية المطاف، يبقى الهدف الأسمى هو الحفاظ على قدسية المكان وسلامة الزوار، وتحقيق التوازن الدقيق بين استيعاب الأعداد المتزايدة من الحجاج والمعتمرين وبين توفير بيئة آمنة ومريحة تمكنهم من أداء شعائرهم بيسر وطمأنينة. هذا الموضوع يظل مجالاً حيوياً للبحث والتطبيق، تتضافر فيه الجهود العلمية والتقنية مع الخبرة الميدانية لتقديم نموذج عالمي يحتذى به في إدارة التجمعات البشرية الكبرى.

المراجع

١. الهيئة العامة للإحصاء. (٢٠٢٣). تقرير إحصائي عن الحجاج والمعتمرين. المملكة العربية السعودية.

٢. وزارة الحج والعمرة. (٢٠٢٢). دليل إدارة الحشود في الحج والعمرة. الرياض.

٣. الرئاسة العامة لشؤون المسجد الحرام والمسجد النبوي. (٢٠٢١). التقرير التشغيلي السنوي لإدارة الحشود.

٤. Helbing, D., & Molnár, P.

(1995). Social force model for pedestrian dynamics. Physical Review E, 51(5), 4282–4286

٥. Still, G. K. (2014). Introduction to Crowd Science. CRC Press

٦. Zeng, W., Chen, P., Nakamura, H., & Shi, Y. (2008). Experimental

study and modeling of pedestrian counter flow through a bottleneck. Transportation Research Part B, 42(9), 728–742

Alnabulsi, H., & Drury, J. (2014). Social identification moderates the effect of crowd density on safety at the Hajj. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(25), 9091–9096

Johansson, A., Helbing, D., & Shukla, P. K. (2007). Specification of the social force pedestrian model by evolutionary adjustment to video tracking data. Advances in Complex Systems, 10(Suppl. 2), 271–288

United Nations Office for .^٩
Disaster Risk Reduction (UNDRR).
(2019). Global Assessment Report
on Disaster Risk Reduction

١٠. وزارة الداخلية. (٢٠١٩). إدارة الحشود
في المناسبات الكبرى: دليل أمني ميداني.

Al-Harbi, K., & Al-Ahmadi, H. .^{١١}
(2018). Crowd management in
religious gatherings: Challenges and
solutions. Journal of Urban Safety,
.6(2), 102–115

Parisi, D. R., & Dorso, C. O. .^{١٢}
(2005). Microscopic dynamics of
pedestrian evacuation. Physica A:
Statistical Mechanics and its
.Applications, 354, 606–618

١٣. وزارة الصحة السعودية. (٢٠٢٠). خطة
الطوارئ الصحية للحج والعمرة.

١٤. Alnaser, F. M. (2017). GIS applications in Hajj crowd control. International Journal of Geoinformatics, 13(3), 45–54

١٥. International Association of Venue Managers (IAVM). (2021). Best Practices for Crowd Management and Emergency Planning

١٦. عبد الله الزهراني. (٢٠٢١). إدارة الحشود في مكة: منظور حضري وعملي. جامعة أم القرى.

١٧. Alnassir, M., & Benslimane, R. (2022). Big data analytics in Hajj crowd simulation and management. Smart Cities Journal, 4(1), 59–72

١٨. وزارة الشؤون البلدية والقروية. (٢٠٢٠). الدليل الإرشادي لتصميم المسارات ومخارج الطوارئ في الأماكن المزدحمة

