

# رصد المخاطر البيئية ومدى الالتزام بمعايير السلامة والصحة المهنية في منطقة الحرم المكي ١٤٤٧ هـ

## تقرير تنفيذي

٢٠٢٦ م

قسم البحوث البيئية والصحية

## قائمة المحتويات

١. المقدمة:..... ٤
٢. مشكلة الدراسة وأهميتها:..... ٥
٣. أهداف للدراسة:..... ٥
٤. منهجية الدراسة:..... ٦
٥. النتائج والمناقشة:..... ٦

## الملخص:

هدفت الدراسة إلى تقييم المخاطر البيئية والمهنية المصاحبة لمشروعات التطوير والتوسعة بالحرم المكي، من خلال الرصد الميداني وقياس جودة الهواء والضوضاء وتحليل المخاطر المرتبطة بالحشود والإنشاءات وإجراء استبيانات للحجاج والمعتمرين والعاملين.

خلصت الدراسة إلى أن منطقة الحرم المكي تشهد تحديات بيئية ومهنية متزايدة نتيجة مشاريع التوسعة والتطوير المستمرة، حيث تم رصد عدد من المخاطر البيئية شملت ارتفاع مستويات الغبار والجسيمات العالقة الناتجة عن أعمال الإنشاء والحركة المرورية، وارتفاع مستويات الضوضاء في بعض المواقع، وانبعثات الروائح الكريهة من بعض دورات المياه ومخازن النفايات ومخزرات السيول، إضافة إلى تأثير التوسع العمراني والكتل الخرسانية على تصريف مياه الأمطار وزيادة مخاطر السيول والجريان السطحي وارتفاع درجات الحرارة والإجهاد الحراري. كما أظهرت الدراسة وجود مخاطر تتعلق بالسلامة والصحة المهنية تمثلت في تنفيذ أعمال إنشائية وصيانة بالقرب من مسارات المعتمرين والمصلين، وتقارب بعض المعدات والرافعات الثقيلة من مناطق الحركة البشرية، ووجود بعض العيوب في أرضيات الرخام، وتزامن بعض الأنشطة التشغيلية مع أوقات الذروة والصلوات مما يزيد احتمالية الازدحام، إضافة إلى الحاجة لتحسين وضوح بعض اللوحات الإرشادية والتحذيرية. واعتمدت الدراسة على الرصد الميداني وقياسات جودة الهواء والضوضاء وتحليل المخاطر الجيوبئية وإجراء استبيانات شملت الحجاج والمعتمرين والعاملين، وأظهرت النتائج أن مستوى النظافة والخدمات الطبية وإجراءات إدارة الحشود والاستجابة للطوارئ داخل الحرم جيد بشكل عام، مع وجود ملاحظات محدودة تتعلق بالغبار والضوضاء والازدحام والروائح الكريهة. كما أكدت الدراسة أهمية الالتزام بالأنظمة البيئية ومعايير السلامة والصحة المهنية، وتوظيف التقنيات الرقمية في رصد المخاطر وإدارتها، وأوصت بتعزيز الرقابة البيئية على المشاريع، وتكثيف إجراءات مكافحة الغبار وتحسين جودة الهواء، والحد من الضوضاء، وتحسين إدارة النفايات ومصادر الروائح الكريهة، وتطوير أنظمة تصريف السيول والطوارئ، ورفع كفاءة برامج التدريب والتوعية للعاملين، وتحسين إدارة الحشود، والتوسع في التشجير والحلول المناخية المستدامة، بما يساهم في تعزيز سلامة وراحة ضيوف الرحمن وتحقيق مستهدفات رؤية المملكة ٢٠٣٠ في الاستدامة البيئية وجودة الخدمات المقدمة بالحرم المكي. أظهرت الدراسة أن مشاريع الحرم المكي تتوافق بدرجة كبيرة مع مستهدفات البرنامج الوطني الاستراتيجي للصحة والسلامة المهنية، خاصة فيما يتعلق بحماية العاملين والزوار وإدارة المخاطر والطوارئ. ومع ذلك، فإن استمرار مشاريع التطوير والتوسعة يستلزم تعزيز التحسين المستمر وسد الفجوات القائمة لضمان الوصول إلى أعلى مستويات السلامة والصحة المهنية وتحقيق مستهدفات رؤية المملكة ٢٠٣٠.

## ١. المقدمة:

تُعد منطقة الحرم المكي الشريف من أكثر المناطق حساسية بيئيًا واجتماعيًا في المملكة العربية السعودية والعالم الإسلامي، نظرًا لما تشهده من مشاريع تطوير عمرانية وخدمية ضخمة تهدف إلى خدمة ملايين الحجاج والمعتمرين سنويًا. ورغم أهمية هذه المشاريع في تحسين البنية التحتية وتوسيع الطاقة الاستيعابية، إلا أن لها آثارًا بيئية محتملة تتطلب الدراسة والتقييم لضمان تحقيق التنمية المستدامة بما يتوافق مع رؤية المملكة ٢٠٣٠. وكذلك لطبيعة العمل في بيئات معقدة ومزدحمة، فإن تطبيق معايير السلامة والصحة المهنية (Occupational Safety and Health - OSH) يعد عنصرًا حاسمًا في نجاح المشاريع وتقليل معدلات الإصابات والحوادث. ومن هذا المنطلق، تأتي أهمية هذا البحث لتقييم المخاطر البيئية ومستوى تطبيق معايير السلامة والصحة المهنية في منطقة الحرم المكي وفقًا للمعايير الوطنية والدولية. إضافة إلى التوسع المستمر في المشروعات التطويرية والبنية التحتية المرتبطة بخدمة ملايين الحجاج والمعتمرين سنويًا. وقد أسهم هذا النمو العمراني المتسارع في إحداث تغيرات ملحوظة في الخصائص البيئية والطبيعية للمنطقة، الأمر الذي أدى إلى ظهور عدد من المخاطر البيئية والجيوبئية التي تتطلب الرصد والتقييم المستمر لتحقيق التنمية المستدامة والحفاظ على سلامة الإنسان والبيئة.

يتطلب التقييم الفعال للمخاطر اتباع نهج منظم لضمان تحديد جميع المخاطر المحتملة وتنفيذ الضوابط المناسبة. فيما يلي بعض النصائح لتعزيز فعالية تقييم المخاطر في البناء:

إشراك جميع أصحاب المصلحة: إشراك العمال والمشرفين والإدارة في عملية تقييم المخاطر للحصول على وجهات نظر متنوعة وضمان التحديد الشامل للمخاطر.

تحديد أولويات المخاطر: قم بتقييم مدى خطورة واحتمالية كل خطر تم تحديده لتحديد أولويات تدابير الرقابة وفقًا لذلك. وهذا يسمح بتخصيص الموارد بكفاءة لمعالجة المخاطر الأكثر أهمية أولاً.

المراجعة المنتظمة: قم بإجراء مراجعات منتظمة لتقييم المخاطر لمراعاة التغيرات في المشروع أو ظروف الموقع أو اللوائح. وهذا يضمن أن تظل تقييمات المخاطر محدثة وذات صلة طوال عملية البناء.

التدريب والتوعية: توفير التدريب الكافي للعاملين على التعرف على المخاطر، وتقنيات تقييم المخاطر، والاستخدام السليم لمعدات الحماية الشخصية. يساعد رفع الوعي بين القوى العاملة على خلق ثقافة واعية بالسلامة في مواقع البناء.

يهدف البحث إلى رصد المخاطر البيئية في منطقة الحرم المكي وتحليل الآثار البيئية المحتملة الناتجة عن أنشطة التطوير العمراني والإنشائي وكذلك تقييم مدى الالتزام بمعايير السلامة والصحة المهنية في مشاريع منطقة الحرم المكي وتقييم المخاطر التي قد تنشأ عند عدم تطبيق معايير السلامة والصحة المهنية في بيئة العمل.

يُستخدم المنهج الوصفي التحليلي، وذلك من خلال جمع البيانات الميدانية من مواقع المشاريع الخاصة بجودة الهواء والتربة والضوضاء والتلوث البصري وأيضاً إدارة المخلفات المتعلقة بالعمليات الانشائية. وكذلك تحليل اللوائح البيئية والتعليمات المعمول بها. وأجراء استبيانات ومقابلات مع مهندسي السلامة، والمشرفين، والعاملين وايضاً الحجاج والمُعتمرين. ويتوقع استخدام نتائج هذه الدراسة لتحسين جودة الهواء والالتزام بالحدود النظامية للملوثات نتيجة التحكم في الغبار والانبعثات، الحد من الضوضاء والاهتزازات وعدم تأثيرها على المصلين أو المباني المجاورة، الإدارة السليمة لمخلفات البناء والتخلص الآمن من المواد الخطرة، انخفاض معدلات الحوادث والإصابات المهنية بفضل تطبيق أنظمة السلامة والصحة المهنية، حماية المعتمرين والزوار وضمان سلامتهم خلال تنفيذ المشاريع، تعزيز الاستدامة البيئية ودعم رؤية المملكة ٢٠٣٠.

## ٢. مشكلة الدراسة وأهميتها:

تواجه مشاريع التطوير في منطقة الحرم المكي تحديات بيئية وسلامة مهنية متعددة مثل:

- زيادة انبعاثات الغبار والملوثات الناتجة عن أعمال البناء.
- التأثير على موارد المياه الجوفية وتصريف السيول.
- ارتفاع مستويات الضجيج والازدحام.
- فقدان بعض المظاهر الطبيعية والغطاء النباتي المحدود.
- عدم التطبيق الكامل لمعايير السلامة والصحة المهنية في مشاريع منطقة الحرم المكي الشريف.
- المخاطر التي قد تنشأ عند عدم تطبيق معايير السلامة والصحة المهنية في بيئة العمل.
- تأثير العمليات الانشائية على صحة وسلامة الحجاج والمعتمرين.

## ٣. أهداف للدراسة:

- تقييم المخاطر البيئية الراهنة في منطقة الحرم المكي.
- تحليل الآثار البيئية المحتملة الناتجة عن أنشطة التطوير العمراني والإنشائي.
- دراسة مدى التزام المشاريع بالأنظمة والمعايير البيئية الوطنية والدولية.
- اقتراح حلول وإجراءات تخفيفية تساهم في تحقيق التنمية المستدامة في المنطقة.
- تقييم مدى الالتزام بمعايير السلامة والصحة المهنية في مشاريع منطقة الحرم المكي.
- تحديد أهم المخاطر المهنية الشائعة في مواقع العمل بالمنطقة.
- تحليل مستوى الوعي والتدريب لدى العاملين والمشرفين حول إجراءات السلامة.

#### ٤. منهجية الدراسة:

سيُستخدم المنهج الوصفي التحليلي، وذلك من خلال:

٥,١ جمع البيانات الميدانية من مواقع المشاريع.

(أ) جودة الهواء: (الجسيمات العالقة:  $PM_{10} - PM_{2.5}$  ، الغازات: أول أكسيد الكربون  $NO_2 / NO_x$ )

(ب) الضوضاء والاهتزازات: (مستوى الضوضاء (dB(A) ، قياس الاهتزازات

(ج) جودة المياه: تحاليل المياه الجوفية ومياه الصرف

(د) إدارة المخلفات: يشمل كميات مخلفات البناء والهدم، المخلفات الخطرة (زيوت، دهانات، كيماويات)، طرق النقل والتخلص.

(هـ) التأثير المروري: تدفق المركبات، تأثير الإغلاقات، مسارات المعدات الثقيلة، خطط الطوارئ.

(و) التأثير البصري: ارتفاعات المباني، تشويه المشهد العام للحرم، الإضاءة الليلية، اللوحات المؤقتة.

٥,٢ تحليل اللوائح البيئية والتعليمات المعمول بها.

٥,٣ استبيانات ومقابلات مع مهندسي السلامة، والمشرفين، والعاملين.

٥,٤ تقييم مدى الالتزام بتطبيق معايير السلامة والصحة المهنية في بيئة العمل وتقييم المخاطر التي قد تنشأ عند عدم الالتزام بها في بيئة العمل.

#### ٥. النتائج والمناقشة:

٥,١ تحليل المخاطر المهنية والبيئية المرتبطة بأعمال الصيانة والإنشاءات الداخلية بالحرم الشريف

أوضحت عمليات الرصد أعمال تطوير وصيانة داخل المسجد الحرام مع استمرار حركة الحشود والزوار، وهو ما يعكس الطبيعة المعقدة لإدارة المشاريع الإنشائية داخل بيئة تشغيلية ذات كثافة بشرية عالية. كما تكشف عن عدد من المخاطر البيئية والمهنية المرتبطة بأعمال الإنشاء والتشغيل في منطقة الحرم المكي. أيضا أعمال صيانة وتطوير إنشائي خارجي في المسجد الحرام، مع وجود سقالات معدنية مرتفعة ورافعات تعمل بالقرب من مسارات حركة المعتمرين والزوار، وهو ما يعكس حجم التحديات البيئية والمهنية المرتبطة بتنفيذ المشاريع في منطقة ذات كثافة بشرية عالية وحساسية دينية وعمرانية خاصة.

- المشهد العمراني للحرم . الطابع البصري والمعماري الإسلامي للموقع.  
شكل (1): مرور المعتمرين والمصلين أسفل بعض مناطق العمليات الإنشائية بساحة الغزة، مما قد يشكل خطراً على السلامة العامة نتيجة احتمالية سقوط المواد أو تزاخم الحشود أو محدودية مسارات الإخلاء.



شكل (٢): تقارب بعض الروافع العملاقة والمعدات الثقيلة من مسارات المشاة الخاصة بالمعتمرين والمصلين في منطقة التوسعة، مما قد يزيد من مخاطر السقوط أو الاصطدام أو تأثير الحركة الآمنة للحشود، ويستدعي تعزيز مناطق العزل ومسافات الأمان.



شكل (٣): مناطق خلف التشطيبات المعمارية وأجزاء من الأسقف والأعمدة في المسجد الحرام أثناء أعمال صيانة أو تطوير لأنظمة الخدمات الكهروميكانيكية (MEP)، ويمكن اعتبارها من أهم الأدلة الميدانية على المخاطر البيئية والمهنية المرتبطة بأعمال التشغيل والصيانة داخل الحرم.



شكل (٤): تزامن تغيير ورديات العمال مع أوقات إقامة الصلوات، مما يؤدي إلى زيادة كثافة الحركة البشرية وارتفاع احتمالية الازدحام وإعاقة انسيابية حركة المعتمرين والمصلين المتجهين إلى المسجد الحرام.

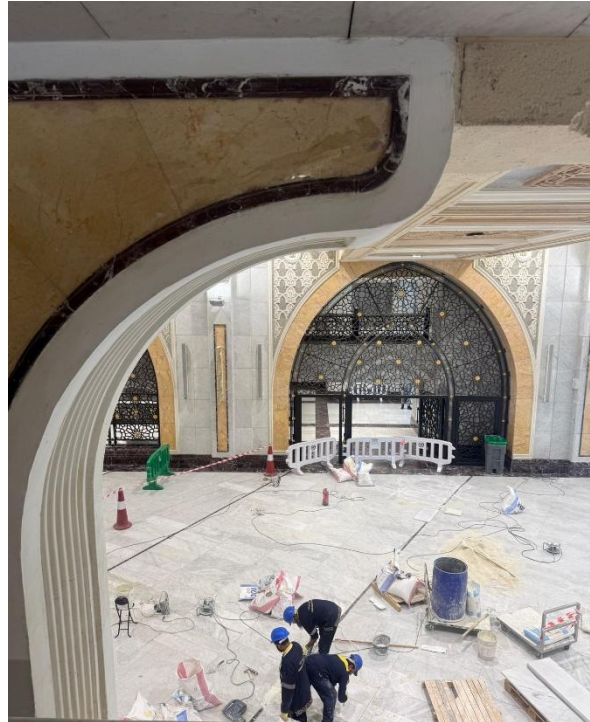
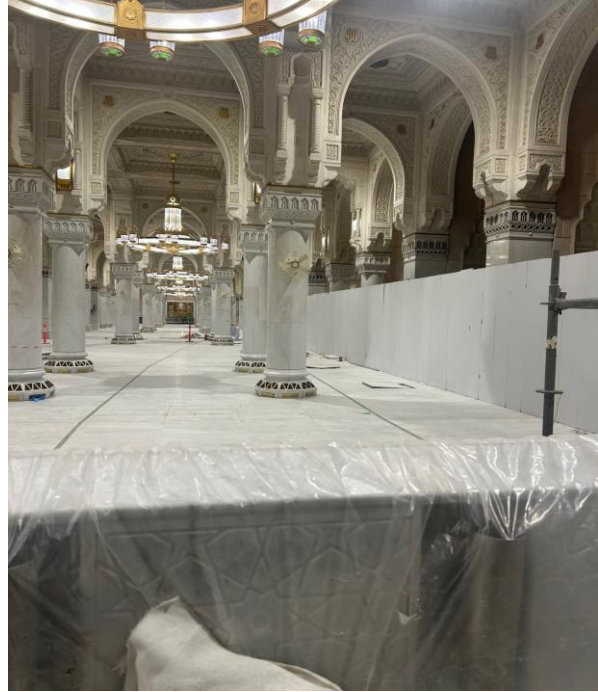
توضح الصور وجود أعداد كبيرة من العمالة داخل المسجد الحرام ومحيطه، أثناء عمليات التشغيل والصيانة والتنظيم، وهو ما يعكس حجم الموارد البشرية المطلوبة لإدارة وتشغيل المشاريع والخدمات بالحرم المكي. كما تُظهر الصور بيئة عمل مزدحمة ذات كثافة بشرية مرتفعة، الأمر الذي يفرض تحديات كبيرة تتعلق بالسلامة والصحة المهنية والإدارة البيئية.



شكل ( ٥): عدم كفاية وضوح بعض اللوحات الإرشادية في ساحات الحرم، مما قد يؤدي إلى صعوبة التنقل وارتفاع احتمالية التيه بين المعتمرين والمصلين، خاصة خلال أوقات الذروة وكثافة الحشود.

رغم وجود إجراءات تنظيمية، إلا أن الموقع ما يزال يرتبط بعدة مخاطر مثل:

- الانزلاق أو التعثر نتيجة المعدات أو مواد العمل .
- مخاطر الأدوات الكهربائية وأعمال الصيانة .
- احتمالية ضعف التهوية أثناء بعض الأعمال الداخلية .
- التعرض للغبار والجسيمات الدقيقة الناتجة عن أعمال التركيب أو التنظيف.
- زيادة تركيز الغبار والجسيمات العالقة،
- تراجع جودة الهواء الداخلي، وتأثيرات صحية على العاملين والزوار. خصوصًا في حال: استخدام مواد كيميائية أو أعمال القطع والتنظيف والصنفرة.
- التلوث الضوضائي الداخلي حتى الأعمال البسيطة داخل الفراغات المغلقة قد تسبب: تضخيم مستويات الضوضاء، التأثير على الراحة الروحانية للمصلين.



شكل (٦): تنفيذ بعض أعمال الصيانة في الأدوار العليا الملاصقة مباشرة لمناطق الصلاة داخل الحرم، مما قد يؤدي إلى تأثيرات سلبية على الأجواء الروحانية ودرجة التركيز والخشوع لدى المصلين نتيجة الضوضاء والحركة المصاحبة للأعمال.



شكل (٧): تظهر الصور مجموعة من العيوب والتلفيات في أرضيات الرخام داخل المسجد الحرام، وتشمل تشققات، وكسوراً موضعية، وتفاوتاً في مناسيب البلاطات، ومناطق ترميم مؤقت أو استبدال جزئي. وتُعد هذه المظاهر من المؤشرات المهمة عند تقييم المخاطر البيئية والإنشائية ومخاطر السلامة المرتبطة بالبنية التحتية للحرم.

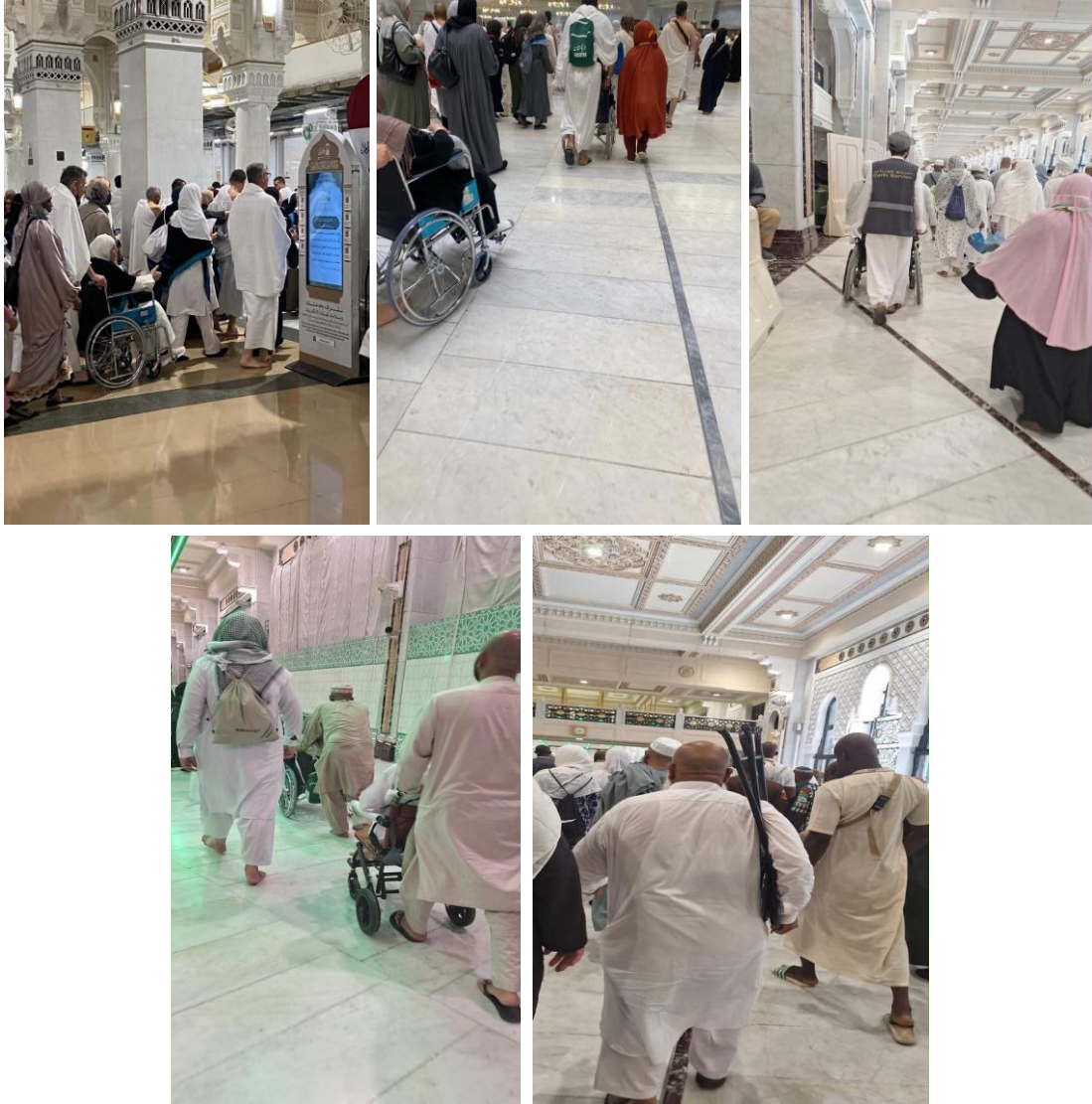
هذه العيوب قد تؤدي إلى: تعثر المشاة، انزلاق كبار السن وذوي الإعاقة، إصابات أثناء أوقات الذروة وارتفاع كثافة الحشود، وتزداد الخطورة مع: ضعف الإضاءة النسبية في بعض المواقع، انشغال المعتمرين بالحركة والعبادة، التدفقات البشرية المرتفعة.



شكل (٨): تشغيل نظام الرشاشات الرذاذية في ساحات المسجد الحرام، يتطلب تركيب حساسات بمحيط تلك الرشاشات لوقف تشغيلها عند وصول الرطوبة النسبية ٤٠٪، لأن زيادة الرطوبة عن هذه النسبة، يزيد الشعور بالإجهاد الحراري، وأيضا تكوين مساحات مبللة على الرخام مما يزيد من خطر الانزلاق والإصابات.



شكل (٩): تم تخصيص مسارات محددة للطواف بالعربات لذوي الاحتياجات وكبار السن في الطابق الأول والثاني وذلك لمنع التداخل مع الطائفتين المترجلين والتي كانت تسبب إصابات ومخاطر ازدحام في السابق.



شكل (١٠): سلوكيات خاطئة من بعض الحجاج داخل المسجد الحرام مع وجود عدد من مستخدمي الكراسي المتحركة متداخلين مع حركة المشاة، وبعضهم يحمل كرسي حديدية بالإضافة إلى مرور الحشود بالقرب من مناطق أعمال الصيانة والتجهيزات المؤقتة. وتُعد هذه الصور مهمة في تقييم أخطار إمكانية الوصول (Accessibility Risks) ومخاطر الحشود والسلامة أثناء تنفيذ مشاريع التطوير داخل الحرم.



شكل (١١): يمثل التدخين داخل دورات المياه والمرافق المغلقة أحد مصادر التلوث البيئي الداخلي، حيث يؤدي إلى انبعاث الجسيمات الدقيقة والغازات الضارة وتراكم الملوثات الكيميائية على الأسطح وأنظمة التهوية. كما يسهم في زيادة مخاطر الحرائق والتأثير سلباً على جودة الهواء وصحة المستخدمين والعاملين. وتزداد أهمية التحكم في هذه الظاهرة داخل منطقة الحرم المكي الشريف نظراً للكثافة البشرية المرتفعة وضرورة المحافظة على بيئة صحية وأمنة للمعتمرين والمصلين.

كذلك لوحظ انبعاث روائح كريهة جدا من مخازن نفايات برج الساعة اسفل مدخل الحرم نتيجة لتراكم النفايات العضوية لفترات طويلة وارتفاع درجات الحرارة وتسارع تحلل المواد العضوية كذلك تسرب العصارة الناتجة عن النفايات (Leachate)، ضعف التهوية داخل غرف ومخازن النفايات، عدم انتظام عمليات النقل والتفريغ، تراكم المخلفات الغذائية الناتجة عن الكثافة العالية للزوار والمعتمرين. وأيضا انبعاث الروائح الكريهة من مخزات السيول بالساحات الخارجية للحرم ، مكن اعتبار انبعاث الروائح الكريهة من مخزات السيول وقنوات تصريف مياه الأمطار في الساحات الخارجية للحرم المكي أحد مظاهر التلوث البيئي المحلي التي تستحق التوثيق ضمن دراسة المخاطر البيئية بالحرم المكي، خاصة إذا لوحظت ميدانياً خلال فترات التشغيل أو مواسم الذروة. قد تنتج الروائح من:

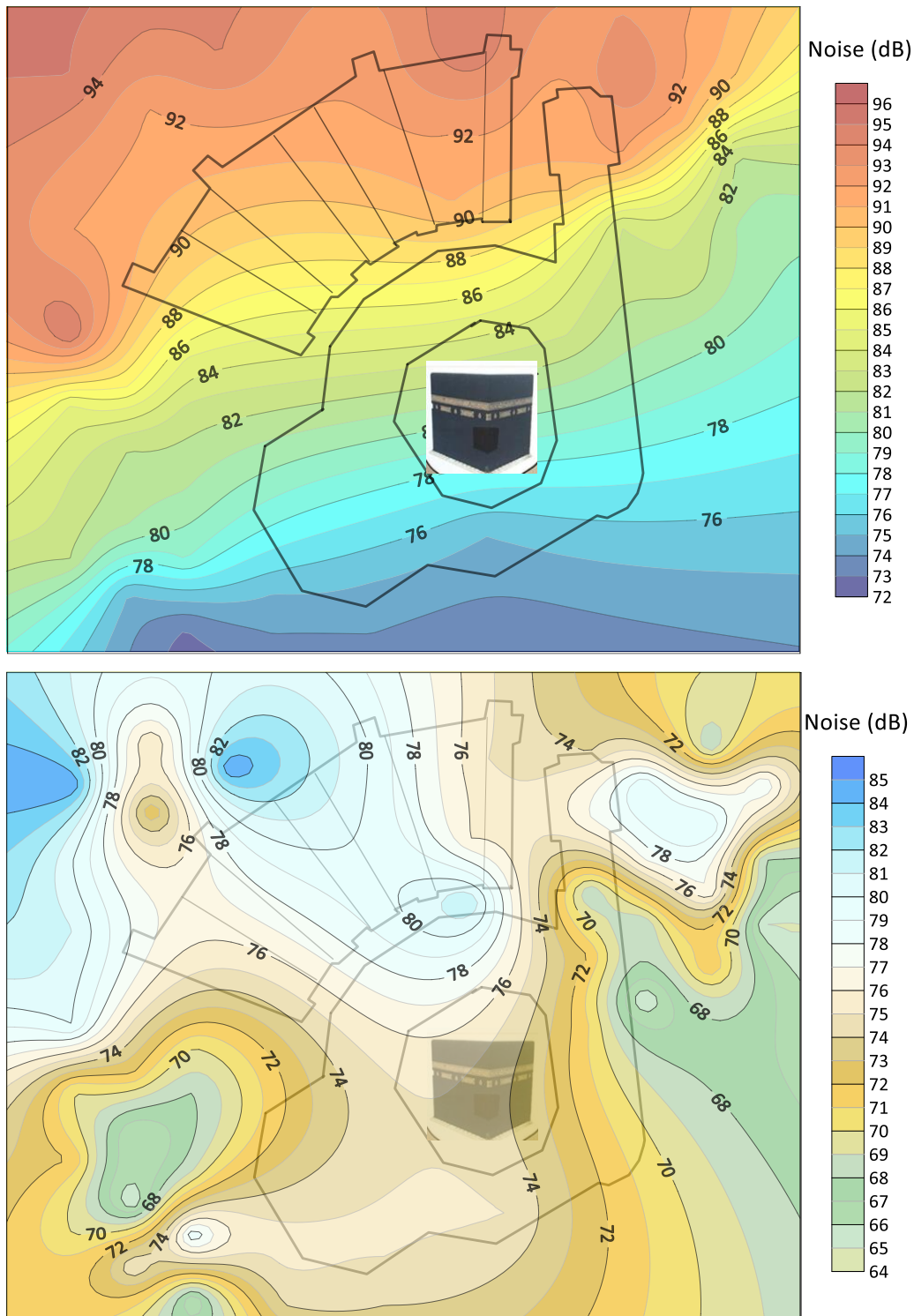
ركود المياه داخل أجزاء من شبكة التصريف. تراكم الرواسب العضوية والطيني داخل مخزات السيول. اختلاط مياه التصريف بمياه الغسيل أو التسربات. نمو البكتيريا اللاهوائية داخل القنوات المغلقة. ارتفاع درجات الحرارة الذي يسرع عمليات التحلل العضوي. تراكم النفايات والمخلفات داخل فتحات التصريف.

ونتيجة لتعدد أسباب الروائح الكريهة بالمنطقة تنتج عدة عوامل مثل : تدهور جودة البيئة الخارجية، انخفاض مستوى الراحة البيئية للزوار، تشويه المشهد الحضري في الساحات، التأثير السلبي على تجربة المعتمرين والمصلين، جذب الحشرات، وأيضا بعض الآثار الصحية الآثار الصحية عند ارتفاع تركيز الغازات أو استمرار التعرض لها: مثل تهيج العينين والأنف، الصداع، الغثيان، الإحساس بعدم الارتياح. ويكون التأثير أكبر على: كبار السن، مرضى الربو والحساسية.

## ٥,٢ قياس بعض العوامل البيئية كالضوضاء وملوثات الهواء:

تم عمل عدة زيارات ميدانية لمنطقة الحرم المكي على فترات متفاوتة خلال شهري شعبان ورمضان لرصد وقياس العوامل البيئية المختلفة ومنها:

- تركيز غازات الاحتباس الحراري (تركيز ثاني أكسيد الكربون (Co2)
- تركيز الغبار والجسيمات، تركيز الجسيمات الدقيقة (PM 2.5)، تركيز الجسيمات الدقيقة (PM 10).
- تحديد مستويات الضوضاء ومدى تأثيرها على الحجاج والمعتمرين.
- قياس الملوثات البصرية.
- قياس شدة الاضاءة المناسبة.
- عدم وجود عوائق نتيجة للأنشطة الانشائية تعيق حركة الحجاج والمعتمرين.
- وجود تكديس للنفايات الصلبة المتولدة بمحيط وداخل منطقة الحرم.
- انتشار الروائح الكريهة الناتجة من العمليات الانشائية.



شكل (١٢): قياس معدلات الضوضاء بمحيط الحرم المكي خلال شهري شعبان وذى القعدة ١٤٤٧.

توضح خريطة الضوضاء خلال شهر شعبان، أن القيم تتراوح تقريباً بين: 76 dB في المناطق الزرقاء الداكنة حتى 94 dB في المناطق الحمراء. وهذا يدل على فرق كبير في شدة الضوضاء داخل منطقة الدراسة. المناطق عالية الضوضاء (90-94 dB) تقع في الجزء العلوي من الخريطة، وقد تكون ناتجة عن: كثافة بشرية مرتفعة، مكبرات الصوت، حركة الحشود، معدات تشغيل أو صيانة، انعكاسات صوتية بين المباني والممرات وهذه المستويات الأعلى من 90 dB تعتبر مرتفعة وقد تسبب:

- إجهاداً سمعياً، انخفاض الراحة النفسية، صعوبة التواصل المباشر، تأثيراً على الخشوع والتركيز.
- المناطق المتوسطة (84-88 dB)، تمثل منطقة انتقالية حول مركز الخريطة، وتشير إلى: انتشار تدريجي للطاقة الصوتية، انخفاض نسبي بالابتعاد عن مصادر الضوضاء الرئيسية.
- المناطق الأقل ضوضاء (76-80 dB) تظهر في الجزء السفلي من الخريطة (الأزرق والسماعي)، وهي مناطق أكثر راحة صوتياً نسبياً ورغم أنها أقل ضوضاء، إلا أن 76 dB ما زال أعلى من المستوى المثالي للراحة التامة، لكنه مقبول نسبياً في البيئات المزدهمة بالحشود.

توضح خريطة الضوضاء خلال شهر ذي القعدة انخفاض نسبي في مستوى الضوضاء، بينما مازالت تتواجد مناطق ضوضاء مرتفعة جداً. 78-80 dB

ضوضاء مرتفعة تؤثر على الراحة والتركيز، خاصة مع التعرض الطويل.

#### • الملاحظات التحليلية

١. توجد بؤر ضوضاء مرتفعة في:

○ الشمال الغربي،

○ الشمال الشرقي،

○ وبعض النقاط الوسطية.

٢. المنطقة الشرقية والجنوبية الغربية أقل ضوضاء نسبياً.

٣. التغير السريع في خطوط الكنتور يدل على:

○ وجود مصادر ضوضاء موضعية قوية،

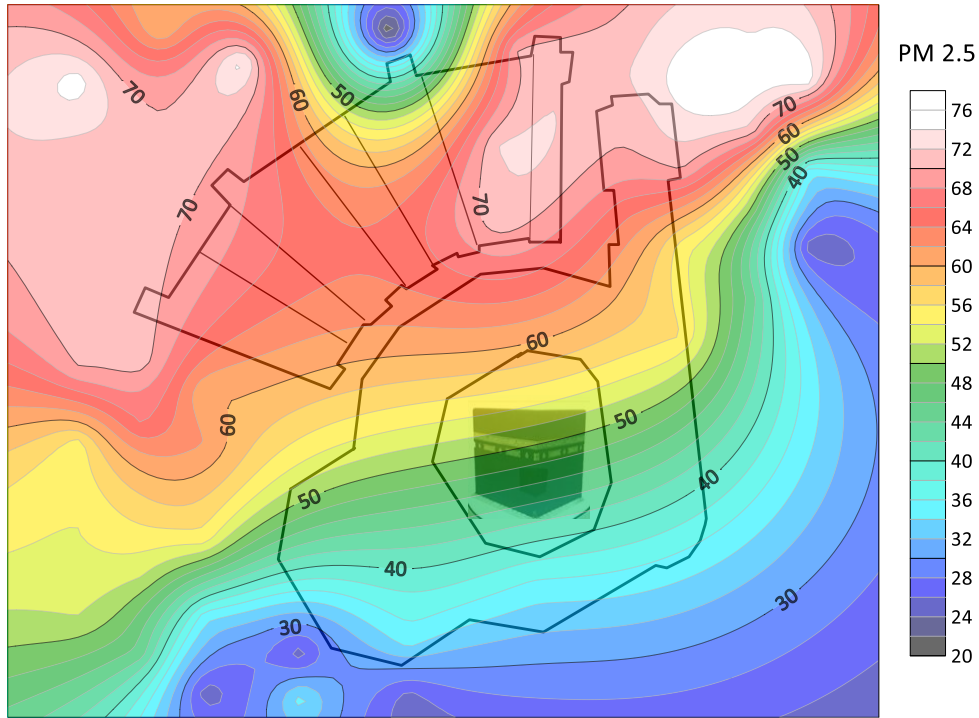
○ أو تغير مفاجئ في كثافة الحشود أو النشاط.

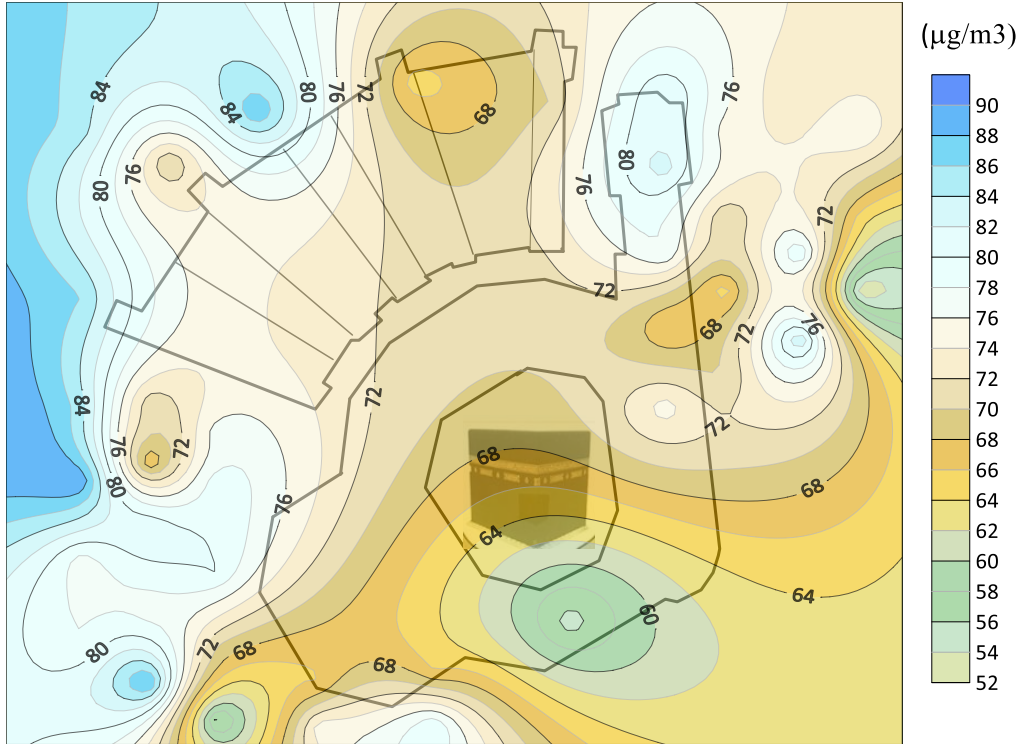
#### • التقييم وفق المعايير المهنية

- التعرض المستمر لأكثر من 85 dB قد يشكل خطراً سمعياً مهنياً.
- القيم الحالية تبدو ضمن نطاق مقبول للحشود العامة، لكنها قد تؤثر على:

- الراحة النفسية،
- التركيز والخشوع،
- كبار السن وذوي الحساسية الصوتية.

- توصيات لتحسين البيئة الصوتية
- تنظيم تدفقات الحشود في مناطق الذروة .
- تقليل مصادر الضوضاء التشغيلية أثناء أوقات الصلاة .
- تحسين توزيع السماعات لتقليل الحاجة لرفع شدة الصوت .
- عزل مناطق الصيانة أو المعدات الميكانيكية .
- إجراء مراقبة دورية للضوضاء خلال المواسم المختلفة.



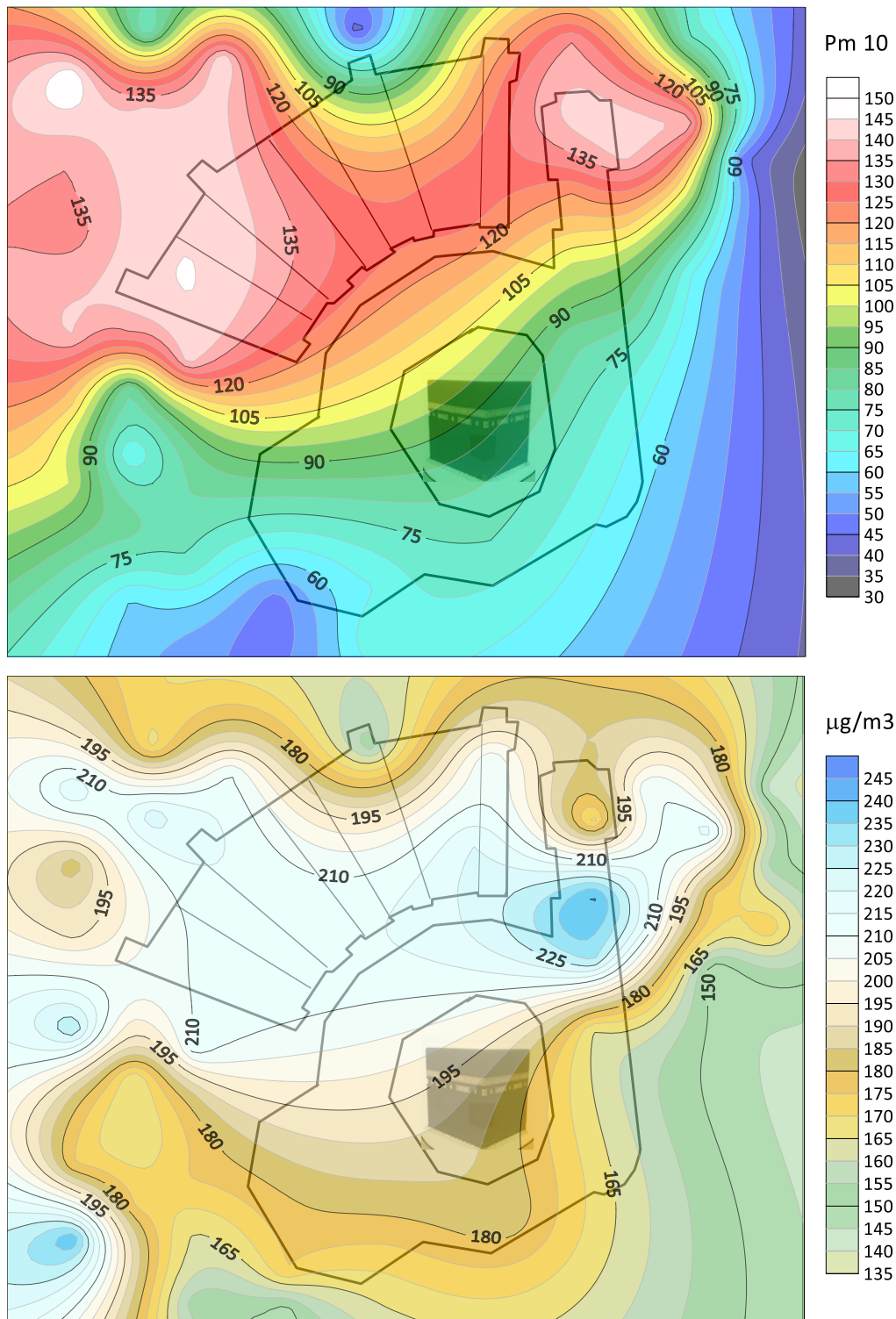


شكل (١٣): قياس معدلات الجسيمات العالقة بالهواء (PM 2.5) مقدرة الميكروجرام/ المتر المكعب بمحيط الحرم المكي خلال شهري شعبان وذى القعدة ١٤٤٧هـ.

توضح الخريطة توزيع تركيز الجسيمات الدقيقة العالقة في الهواء PM2.5 بمحيط الحرم المكي خلال شهر شعبان ١٤٤٧هـ، مع تدرج لوني يعكس اختلاف تراكيز الملوثات في منطقة الدراسة. تتراوح القيم تقريبًا بين  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  حتى  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  وهذا يدل على وجود تفاوت مكاني واضح في جودة الهواء حول الحرم. المناطق ذات التركيز المرتفع ( $60-70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) قد ترتبط هذه الارتفاعات بكثافة الحشود البشرية، حركة المركبات والحافلات، الأنشطة التشغيلية والخدمية، الأتربة المحمولة بالهواء، أعمال الصيانة أو الإنشاءات القريبة. المناطق متوسطة التركيز ( $40-50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) تمثل المناطق الانتقالية حول مركز الخريطة، وتشير إلى تشتت تدريجي للجسيمات، وانخفاض تأثير مصادر التلوث الرئيسية. المناطق منخفضة التركيز ( $30-40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) تظهر في الجنوب، الجنوب الشرقي، وبعض الأطراف المفتوحة. ويُحتمل أن تكون هذه المناطق: أفضل تهوية، أقل ازدحامًا، أو أبعد عن مصادر الانبعاثات. بحسب إرشادات منظمة الصحة العالمية: WHO التركيزات التي تتجاوز  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  قد تؤثر صحيًا وقد تؤدي إلى:

- تهيج الجهاز التنفسي،
- زيادة أعراض الربو والحساسية،

- إجهاد صحي لكبار السن ومرضى الجهاز التنفسي .
- وقد لوحظ في خريطة توزيع الجسيمات العالق ٢,٥ ميكرون خلال شهر ذي القعدة زيادة معدلاتها وقد يفسر هذا لعدة عوامل مناخية وطبيعية وبشرية أهمها :
  ١. زيادة نشاط الرياح الشمالية والشمالية الغربية في أواخر الربيع وبداية الصيف (الذي يوافق غالبًا ذي القعدة هجريًا) تنشط الرياح الجافة القادمة من المناطق الصحراوية المحيطة، فتعمل على إثارة الرمال والغبار ونقلها إلى مكة.
  ٢. ارتفاع درجات الحرارة وجفاف التربة ذي القعدة يكون أكثر حرارة من شعبان، ومع ارتفاع الحرارة تقل رطوبة التربة والنباتات، فتسهل إثارة دقائق الغبار وبقاؤها معلقة في الهواء.
  ٣. قلة الأمطار الأمطار تساعد على ترسيب الغبار وتنقية الجو. وفي ذي القعدة تقل فرص الهطول مقارنة بالفترات الشتوية التي قد يتوافق معها شعبان، مما يسمح بتراكم الأتربة في الجو.
  ٤. العواصف الترابية الموسمية المنطقة الغربية من السعودية تتأثر أحيانًا بموجات غبار موسمية خلال أواخر الربيع وبداية الصيف، وتكون أكثر تكرارًا وشدة مقارنة بفترة الشتاء.
  ٥. الطبيعة الجغرافية لمكة وقوع مكة بين جبال وأودية يجعل حركة الهواء محدودة نسبيًا، فتحتجز الأتربة والعوالق لفترات أطول خاصة عند ضعف التهوية الجوية.
  ٦. زيادة الأنشطة البشرية وموسم الحج شهر ذي القعدة يسبق موسم الحج مباشرة، فتزداد أعمال الإنشاءات، وحركة المركبات، وتوافد الزوار، مما يرفع كمية الغبار والعوالق الناتجة عن الأنشطة البشرية.
  ٧. الاستقرار الجوي أحيانًا بعض الحالات الجوية في ذي القعدة تؤدي إلى ضعف تشتت الملوثات والأتربة، فتظل العوالق مركزة قرب سطح الأرض.



شكل (١٤): قياس معدلات الجسيمات العالقة بالهواء (PM 10) مقدرة الميكروجرام/ المتر المكعب بمحيط الحرم المكي خلال شهر شعبان وذي القعدة ١٤٤٧.

توضح الخرائط التوزيع المكاني لتركيز الجسيمات العالقة القابلة للاستنشاق (PM10) بمحيط المسجد الحرام خلال شهري شعبان وذي القعدة لعام ١٤٤٧ هـ، بوحدة ميكروجرام/م<sup>3</sup>، مع وجود فروق واضحة في مستويات التركيز والانتشار. أولاً: شهر شعبان ١٤٤٧ هـ

- تراوحت تراكيز PM10 تقريباً بين 155 – 60 ميكروجرام/م<sup>3</sup>.
- ظهرت أعلى القيم في الأجزاء الشمالية والشمالية الغربية من المنطقة المدروسة، حيث تجاوزت القيم 135-155 ميكروجرام/م<sup>3</sup>.
- انخفضت التراكيز تدريجياً باتجاه الجنوب والشرق لتصل إلى نحو 75-60 ميكروجرام/م<sup>3</sup>.
- يدل ذلك على ظروف جوية أكثر استقراراً نسبياً مع انخفاض مصادر إثارة الغبار مقارنة بذي القعدة. ثانياً: شهر ذي القعدة ١٤٤٧ هـ

- ارتفعت تراكيز PM10 بشكل ملحوظ لتتراوح تقريباً بين 225 – 150 ميكروجرام/م<sup>3</sup>.
- سُجلت أعلى التراكيز في المناطق الشرقية والشمالية الشرقية من محيط الحرم، حيث وصلت إلى نحو 225 ميكروجرام/م<sup>3</sup>.
- أغلب المنطقة وقعت ضمن نطاق 210-180 ميكروجرام/م<sup>3</sup>، وهو أعلى بكثير من مستويات شعبان.
- يشير ذلك إلى زيادة الأحمال الغبارية وكثافة العوالق الهوائية خلال ذي القعدة.

## ٥,٣ تقييم خطر المنشآت الخرسانية على مجاري الأودية والسيول

### ١. تأثير "الكتل الخرسانية" (Urban Sprawl)

المباني الحديثة والفنادق الضخمة المحيطة بالحرم تغطي مساحات شاسعة من التربة الطبيعية التي كانت قادرة على امتصاص جزء من مياه الأمطار.

زيادة الجريان السطحي: تحويل الأرض من طبيعية إلى خرسانية يمنع "التسرب" (Infiltration)، مما يؤدي لتحويل ٩٠٪ من مياه الأمطار إلى جريان سطحي سريع يتجه نحو النقطة المنخفضة وهي "صحن الطواف".  
تقليل زمن التركيز: المباني والطرق الممهدة تجعل المياه تصل إلى الحرم في وقت أقصر وبقوة اندفاع أكبر.

### ٢. تغيير المسارات الطبيعية للأودية

الحرم المكي يقع عند ملتقى عدة أودية (مثل وادي إبراهيم).

إعاقة المجرى: الإنشاءات الحديثة قد تؤدي أحياناً إلى تضيق مسارات الشعاب الصغيرة أو تغيير اتجاهها الطبيعي.  
تأثير "القمع": وجود أبراج شاهقة وقواعد خرسانية عميقة يعمل كحواجز توجيهية، مما قد يحصر المياه في ممرات ضيقة تزيد من سرعتها وتدميرها.

### ٣. البنية التحتية وشبكات التصريف

الربط هنا يكمن في قدرة الشبكة على استيعاب "الحمولات القصوى".

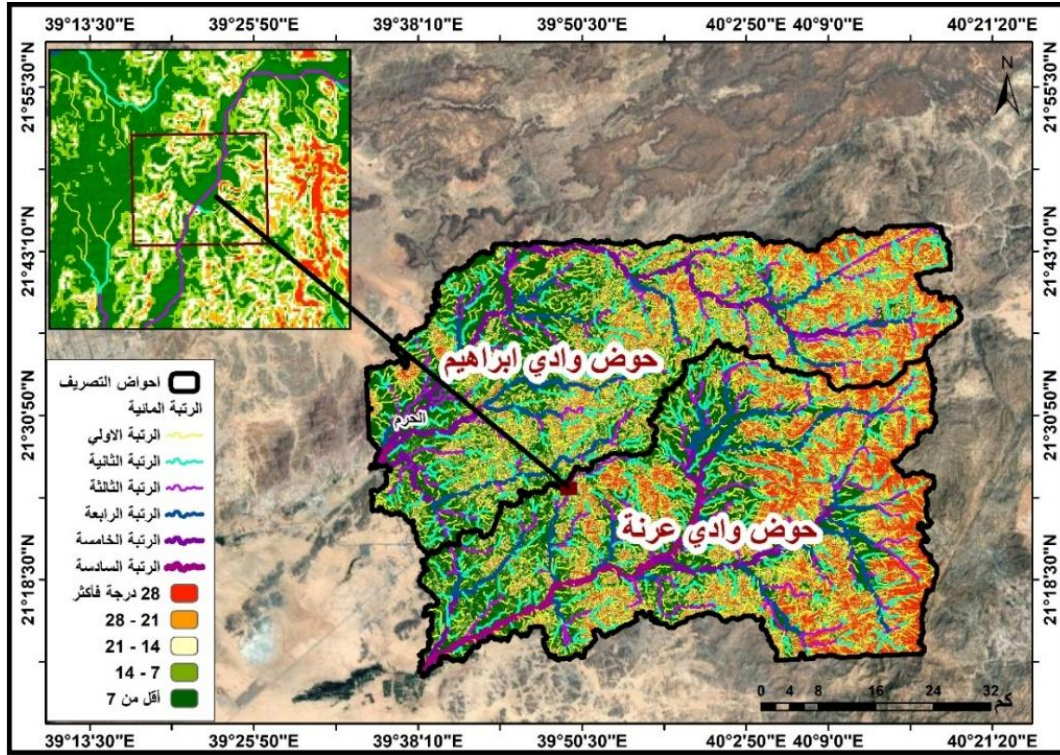
الضغط الإنشائي: الحفرات العميقة للأبراج قد تؤثر على مجاري التصريف السفلية القديمة أو تتطلب إعادة توجيهها، مما قد يخلق "نقاط اختناق" (Bottlenecks) إذا لم يتم التنسيق الهندسي بدقة.

المخلفات الإنشائية: في فترات البناء النشطة، قد تسد الأتربة والمواد الإنشائية فوهات التصريف، مما يسبب غرقاً جزئياً في المناطق المحيطة بالحرم عند أول زخة مطر.

### ٤. التغير المناخي والبيئة المحيطة (Microclimate)

المباني الشاهقة تؤثر على "المناخ المحلي":

انعكاس الحرارة: الكتل الإسمنتية تخزن الحرارة، مما قد يساهم في زيادة كثافة السحب الرعدية الموضعية فوق منطقة الحرم مباشرة، مما يؤدي لهطول أمطار غزيرة فجائية (Flash Floods).



شكل (١٥): تأثير درجة الانحدار بمنطقة الدراسة، تأثير درجة الانحدار علي شبكة الروافد المائية بأحواض التصريف بالحرم، حيث يتفاوت تأثير درجات الانحدار بمنطقة الدراسة بدرجات متفاوتة متأثرة معظمها برافد الرتبة الثالثة وتصل اقصي درجة انحدار بالمنطقة إلي أعلى من ٢٨ درجة.

توضح الخريطة المرفقة التغيرات المكانية الناتجة عن تأثير الكتل الخرسانية داخل منطقة المسجد الحرام عام ٢٠٢٥ م، من خلال تحليل العلاقة بين شبكة الأودية الطبيعية والتوسع العمراني الحالي. وتُظهر النتائج وجود تأثير مباشر وواضح للمنشآت الخرسانية على مسارات التصريف السطحي واتجاهات الجريان داخل أحواض الأودية المحيطة بالحرم.

#### التحليل المكاني للخريطة

##### أولاً: أحواض التصريف الرئيسية

تبين الخريطة وجود حوضين رئيسيين يؤثران على المنطقة المركزية للحرم:

- حوض وادي إبراهيم.
- حوض وادي عرنة.

وتتجه روافد الأودية من المناطق الجبلية المحيطة نحو المنطقة المركزية منخفضة الارتفاع التي يحتلها الحرم المكي.

##### ثانياً: تأثير الكتل الخرسانية

تمثل المساحات الحمراء الكتل الخرسانية وال عمران الكثيف، والتي تركزت بصورة كبيرة في:

- المنطقة المركزية المحيطة بالحرم.
- محاور الطرق الدائرية والرئيسية.
- مناطق التوسعات الحديثة والمنشآت الفندقية والخدمية.

وقد نتج عن ذلك:

#### ١. طمس أجزاء من المجاري الطبيعية للأودية

- اختفاء بعض المجاري الصغيرة أو تحويلها إلى قنوات صناعية.
- تقطع الاتصال الطبيعي بين الروافد المائية.

#### ٢. تغير اتجاهات الجريان السطحي

- أصبحت الطرق والمنشآت الخرسانية تعمل كعوائق أو موجهات للجريان.
- تحولت بعض مسارات التصريف نحو مناطق عمرانية منخفضة.

#### ٣. زيادة الجريان السطحي وتقليل التسرب

- الأسطح الخرسانية غير المنفذة تقلل من نفاذية التربة.
- يؤدي ذلك إلى سرعة تجمع المياه أثناء الهطول الغزير.

#### ٤. ارتفاع احتمالية تجمع المياه والسيول الحضرية

- خاصة عند نقاط التقاء الأودية داخل المنطقة المركزية.
- تظهر بعض الرتب المائية العليا متداخلة مباشرة مع الكتل العمرانية.

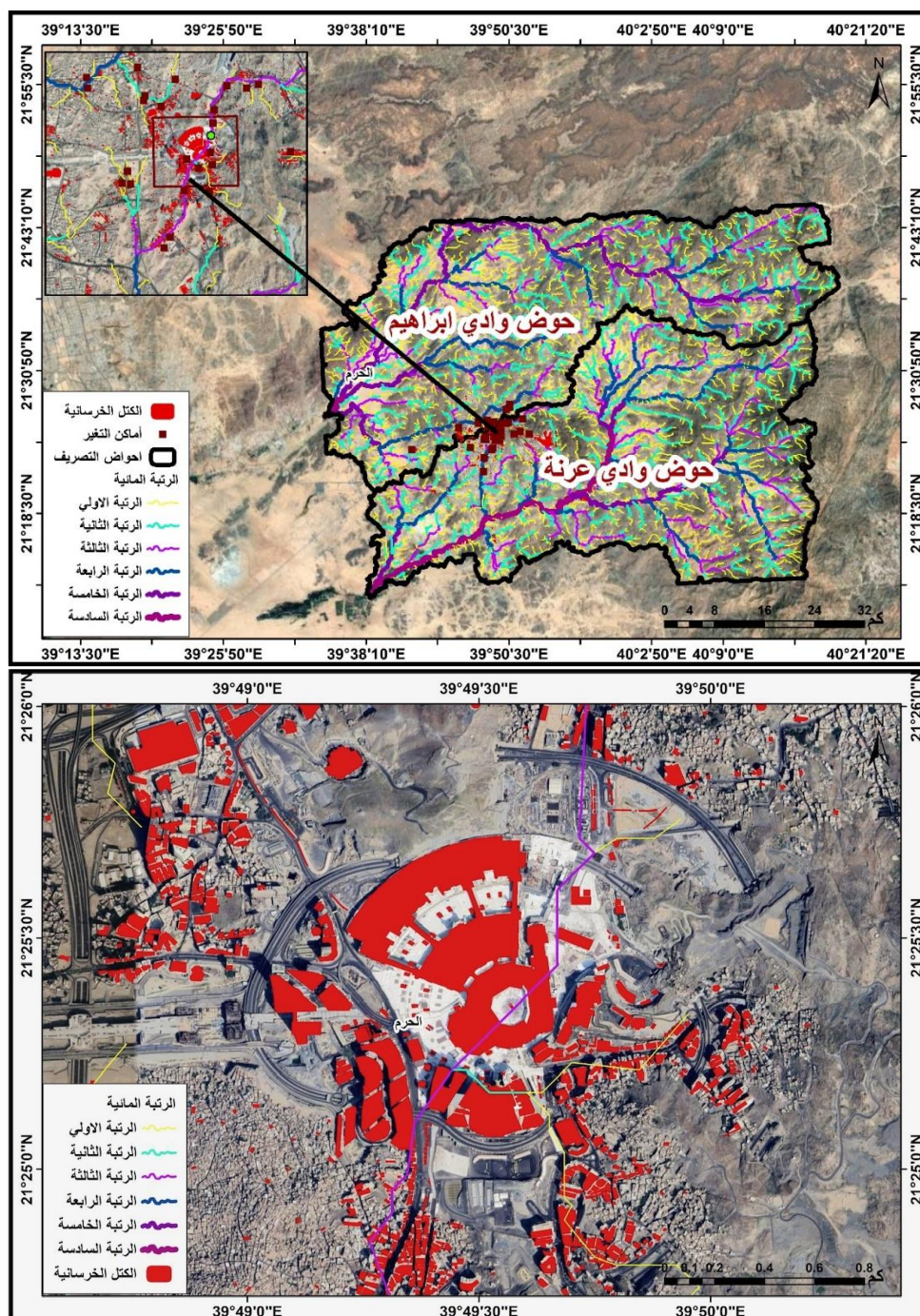
#### • ثالثاً: دلالة الرتب المائية

توضح الخريطة الرتب المختلفة لشبكة التصريف:

- الرتب الأولى والثانية تنتشر في الأطراف الجبلية.
- الرتب الأعلى (الرابعة والخامسة والسادسة) تتركز قرب المنطقة المركزية.

وهذا يدل على أن المنطقة المحيطة بالحرم تستقبل كميات تصريف كبيرة نسبياً من الأحواض المحيطة، ما يزيد من حساسية المنطقة لأي تغير عمراني.

تشير الخريطة إلى أن التوسع العمراني والكتل الخرسانية داخل منطقة الدراسة عام ٢٠٢٥ م أدى إلى تغير واضح في النظام الهيدرولوجي الطبيعي، من خلال تعديل مسارات الأودية وتقليل قدرة الأرض على امتصاص مياه الأمطار، مما يرفع من مخاطر الجريان السطحي والسيول داخل المنطقة المركزية للحرم المكي، ويؤكد أهمية التخطيط الهيدرولوجي المستدام عند تنفيذ المشروعات العمرانية المستقبلية.



شكل (١٦) أماكن التغير بتأثير الكتل الخرسانية بمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٥م، تعرض الخريطة تحليلًا مكانيًا للعلاقة بين شبكة الأودية والكتل الخرسانية داخل الحرم للوضع الحالي.

#### ٥،٤ قياس رضا الحجاج والمعتمرين عن تعرضهم للمخاطر البيئية بمنطقة الحرم:

تم قياس واستطلاع آراء الحجاج عن بعض العوامل والمخاطر التي قد يواجهها أثناء تواجده في منطقة الحرم المكي كما هو موضح بالاستبانة المرفقة بلغ حجم العينة ٤٦٥ حاج من الجنسين وجنسيات متعددة راعت التنوع الديموغرافي لمجتمع العينة.

أظهرت نتائج الاستبيان، الذي شمل (٤٦٥) مشاركاً من مرتادي الحرم المكي الشريف من جنسيات متعددة، توازناً في التمثيل بين الذكور والإناث، مع تركيز غالبية المشاركين ضمن الفئة العمرية (٤٠-٦٠ سنة)، مما يعزز موثوقية نتائج الدراسة ويؤكد أهمية مراعاة احتياجات الفئات العمرية الأكبر سناً عند تقييم المخاطر البيئية والصحية والمهنية.

وفيما يتعلق بالمخاطر البيئية، أشارت النتائج إلى أن جودة البيئة داخل الحرم المكي تُعد جيدة بشكل عام؛ حيث لم يلاحظ غالبية المشاركين وجود مشكلات مؤثرة تتعلق بالغبار (٧٢٪) أو الروائح الكريهة (٧٧٪) أو الضوضاء (٧١٪). كما أظهرت النتائج أن التهوية كانت مقبولة لدى معظم المشاركين (٧١٪)، وأن التدابير المتبعة للحد من التأثيرات الحرارية حققت مستوى جيداً من الراحة الحرارية لدى غالبية الزوار، رغم استمرار وجود ملاحظات تتعلق بالإجهاد الحراري لدى نسبة من المشاركين، خاصة في حالات زيادة مسافات المشي أو تغيير المسارات.

أما فيما يخص المخاطر التشغيلية وإدارة الحشود، فقد بينت النتائج أن الاختناقات البشرية ما تزال تمثل أحد أبرز التحديات، حيث أشار ٤٥٪ من المشاركين إلى وجود ازدحام بدرجات متفاوتة، كما أفاد ٥٨٪ بأن إغلاق بعض المسارات أو الساحات يؤدي إلى زيادة الازدحام. وأظهرت النتائج كذلك وجود بعض الملاحظات المتعلقة بالسلامة الكهربائية واللوحات الإرشادية، مما يؤكد أهمية الاستمرار في تطوير أنظمة التوجيه وإدارة تدفقات الحشود خلال مواسم الذروة.

وفي جانب السلامة المهنية وإدارة المخاطر، أوضحت النتائج ارتفاع مستوى الالتزام بإجراءات السلامة، حيث لم يلاحظ معظم المشاركين وجود أسلاك أو معدات مكشوفة أو مناطق عمل غير آمنة، كما تبين أن تأثير الأعمال الإنشائية على الزوار والحركة داخل الحرم محدود بشكل عام نتيجة فعالية إجراءات العزل والتنظيم المطبقة. ومع ذلك، فقد أظهرت نتائج تقييم الأرضيات وجود ملاحظات تتعلق بمخاطر التعثر والانزلاق لدى نسبة من المشاركين، الأمر الذي يستدعي استمرار برامج التفثيش والصيانة الوقائية.

وفيما يتعلق بالخدمات الصحية والطوارئ، أظهرت النتائج مستوى مرتفعاً من الرضا عن جاهزية نقاط الإسعافات الأولية والخدمات الطبية، حيث أكد غالبية المشاركين سهولة الوصول إلى خدمات الإسعاف وكفاءة الاستجابة للحالات الطارئة، مما يعكس فعالية منظومة الطوارئ والصحة العامة داخل الحرم المكي.

كما أظهرت النتائج أن مستوى النظافة العامة ودورات المياه يُعد جيداً بشكل عام، إلا أن بعض المشاركين أبدوا ملاحظات تتعلق بالنظافة وتوفر المستلزمات الصحية، إضافة إلى رصد ظاهرة التدخين داخل بعض دورات المياه، وما يترتب عليها من آثار بيئية وصحية تستوجب المتابعة والمعالجة.

وبصورة عامة، تشير نتائج الاستبيان إلى أن مستوى المخاطر البيئية والصحية والمهنية داخل الحرم المكي يقع ضمن الحدود المقبولة، وأن الإجراءات الحالية تحقق مستويات جيدة من السلامة والراحة لقاصدي بيت الله الحرام. ومع ذلك، توصي الدراسة بالاستمرار في تعزيز برامج الرصد البيئي، وتحسين إدارة الحشود، والحد من الإجهاد الحراري، ورفع كفاءة اللوحات الإرشادية، ومعالجة مصادر الروائح الكريهة، وتحسين سلامة الأرضيات والنظافة العامة، بما يدعم أهداف الاستدامة والسلامة والصحة المهنية في الحرم المكي الشريف.

#### ٩,٤ مصفوفة تقييم المخاطر (Risk Matrix) وفق معيار ISO 45001:2018

##### منهجية تقييم المخاطر

تم تطبيق منهجية تقييم المخاطر وفق متطلبات المواصفة الدولية ISO 45001:2018 من خلال تحديد المخاطر المحتملة، وتقييم احتمالية حدوثها وشدة أثارها، ومن ثم تحديد مستوى الخطورة واتخاذ الإجراءات التصحيحية والوقائية المناسبة.

##### مصفوفة تقييم المخاطر لمشاريع الحرم المكي

| التصنيف | مستوى<br>الخطر | الشدة | الاحتمالية | الخطر                                           |
|---------|----------------|-------|------------|-------------------------------------------------|
| مرتفع   | 15             | 5     | 3          | سقوط مواد من مناطق الأعمال الإنشائية على المارة |
| مرتفع   | 16             | 4     | 4          | تزام الحشود بالقرب من مناطق الصيانة والإنشاء    |
| مرتفع   | 12             | 3     | 4          | التعرض لمستويات مرتفعة من الضوضاء               |
| مرتفع   | 12             | 3     | 4          | استنشاق الغبار والجسيمات العالقة                |
| مرتفع   | 12             | 4     | 3          | الانزلاق أو التعثر بسبب تلف الأرضيات            |
| مرتفع   | 12             | 3     | 4          | التعرض للإجهاد الحراري بالساحات الخارجية        |

|       |    |   |   |                                          |
|-------|----|---|---|------------------------------------------|
| مرتفع | 10 | 5 | 2 | تعطل مسارات الإخلاء أثناء أعمال الصيانة  |
| متوسط | 6  | 2 | 3 | الروائح الكريهة وتأثيرها على راحة الزوار |
| مرتفع | 10 | 5 | 2 | السيول المفاجئة أثناء الأمطار الغزيرة    |
| مرتفع | 10 | 5 | 2 | تماس كهربائي أو معدات مكشوفة             |

#### الإجراءات التصحيحية المقترحة

- عزل مناطق العمل الإنشائي عن مسارات الحشود باستخدام حواجز آمنة.
- زيادة أنظمة التحكم بالغبار والضوضاء في مواقع العمل.
- تنفيذ فحص دوري للأرضيات والسلالم والممرات.
- تعزيز أنظمة الإنذار والإخلاء والطوارئ.
- تكثيف برامج التوعية والتدريب للعاملين والمقاولين.
- رفع كفاءة إدارة الحشود خلال مواسم الذروة.
- تعزيز مراقبة الأحوال الجوية ومخاطر السيول وربطها بخطط الاستجابة للطوارئ.

٥,٥ تحليل الفجوات (Gap Analysis) بين الوضع الحالي والمتطلبات الوطنية للصحة والسلامة المهنية  
يهدف تحليل الفجوات إلى مقارنة الوضع الحالي لممارسات السلامة والصحة المهنية في مشاريع الحرم المكي بالمتطلبات الواردة في البرنامج الوطني الاستراتيجي للصحة والسلامة المهنية، ونظام السلامة والصحة المهنية، ومعايير ISO 45001:2018، وذلك لتحديد نقاط القوة وفرص التحسين ووضع الإجراءات التصحيحية اللازمة لرفع مستوى الامتثال وتحقيق التحسين المستمر.

#### نتائج تحليل الفجوات

| الفجوة | مستوى الامتثال | الوضع الحالي بالحرم المكي               | المتطلبات الوطنية                       | المجال                |
|--------|----------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|
| منخفضة | مرتفع          | مطبقة من خلال إجراءات السلامة بالمشاريع | وجود منهجية موثقة لتحديد وتقييم المخاطر | إدارة المخاطر المهنية |

|        |       |                                                           |                                            |                              |
|--------|-------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|
| متوسطة | جيد   | توجد ضوابط جيدة مع بعض نقاط التداخل المحدودة              | منع التعارض بين مناطق العمل ومسارات الزوار | إدارة الحشود                 |
| منخفضة | مرتفع | مطبق بشكل مستمر                                           | تنفيذ جولات تفتيش دورية موثقة              | التفتيش والرقابة             |
| متوسطة | جيد   | مطبق مع الحاجة لزيادة التدريب التخصصي                     | برامج تدريب منتظمة لجميع العاملين          | التدريب والتوعية             |
| متوسطة | جيد   | توجد إجراءات تحكم فعالة مع استمرار بعض التأثيرات الموضعية | الالتزام بحدود التعرض المهنية للغبار       | مكافحة الغبار                |
| مرتفعة | متوسط | بعض المواقع تتطلب إجراءات إضافية للحد من الضوضاء          | عدم تجاوز الحدود المسموح بها               | التحكم بالضوضاء              |
| منخفضة | مرتفع | متوفرة وفعالة                                             | خطط طوارئ واختبارات دورية                  | الاستجابة للطوارئ            |
| متوسطة | جيد   | توجد بعض الملاحظات على وضوح بعض اللوحات                   | وضوح وتغطية كاملة لجميع المواقع            | اللوحات الإرشادية والتحذيرية |
| متوسطة | جيد   | مطبقة بفاعلية مع بعض الملاحظات المتعلقة بالروائح          | إدارة سليمة للمخلفات والمواد الخطرة        | إدارة النفايات               |
| منخفضة | مرتفع | مطبق من خلال القياسات الميدانية                           | مراقبة دورية للمؤشرات البيئية              | الرصد البيئي المستمر         |

### أبرز الفجوات المكتشفة

- أظهر التحليل أن مستوى الامتثال العام مرتفع، إلا أن هناك عدداً من الفجوات التي تتطلب تحسناً مستمراً، ومن أهمها:
- استمرار تعرض بعض المناطق القريبة من الأعمال الإنشائية لمستويات مرتفعة نسبياً من الغبار.
  - وجود مستويات ضوضاء مرتفعة في بعض المواقع خلال فترات التشغيل والإنشاء.
  - الحاجة إلى تعزيز الفصل المكاني بين بعض مناطق العمل ومسارات الحشود خلال أوقات الذروة.
  - الحاجة إلى تطوير اللوحات الإرشادية والتحذيرية باستخدام تقنيات أكثر وضوحاً وتعدد اللغات.
  - الحاجة إلى تعزيز برامج التدريب التخصصي المرتبطة بإدارة الحشود والطوارئ والمخاطر البيئية.
  - تحسين إدارة بعض مصادر الروائح الكريهة المرتبطة بمخازن النفايات ومرافق الخدمات.

## الإجراءات التصحيحية المقترحة

| الإجراء التصحيحي                                                     | الفجوة                      |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| زيادة أنظمة الرش والتحكم في الانبعاثات ومراقبة جودة الهواء بشكل لحظي | ارتفاع الغبار ببعض المواقع  |
| استخدام حواجز صوتية وتقييد الأعمال عالية الضوضاء خلال أوقات الذروة   | ارتفاع الضوضاء              |
| تعزيز الحواجز المؤقتة وإعادة تنظيم مسارات الحركة                     | تداخل مناطق العمل مع الحشود |
| تحديث اللوحات الإرشادية وتطبيق الشاشات الذكية متعددة اللغات          | ضعف وضوح بعض اللوحات        |
| تنفيذ برامج تدريب دورية متخصصة للعاملين والمقاولين                   | الحاجة إلى تدريب إضافي      |
| تحسين أنظمة التهوية وإدارة النفايات والتطهير الدوري للمرافق          | الروائح الكريهة             |

أظهرت نتائج تحليل الفجوات أن مشاريع الحرم المكي تحقق مستوى امتثال مرتفعاً لمتطلبات البرنامج الوطني الاستراتيجي للصحة والسلامة المهنية ومتطلبات السلامة والصحة المهنية المعمول بها في المملكة. وتتمثل أبرز نقاط القوة في وجود منظومة فعالة لإدارة المخاطر والطوارئ والرصد البيئي، في حين تتركز فرص التحسين في تعزيز التحكم بالغبار والضوضاء، وتطوير وسائل التوعية والإرشاد، ورفع كفاءة إدارة الحشود خلال فترات الذروة. ويُتوقع أن تسهم الإجراءات التصحيحية المقترحة في تقليص الفجوات المتبقية وتحقيق مستويات أعلى من الأداء والاستدامة والسلامة بما يتوافق مع مستهدفات رؤية المملكة ٢٠٣٠.

## ٦ الخلاصة والتوصيات:

أظهرت نتائج الرصد الميداني كذلك القياسات والنمذجة الجيوبئية بمنطقة الحرم المكي والساحات الخارجية عدداً من الملاحظات المتعلقة بالمخاطر البيئية والتشغيلية، وقد شملت أبرز النتائج ما يلي:

- مرور المعتمرين والمصلين أسفل العمليات الانشائية بناحية ساحة الغزة مما يعرض سلامتهم للخطر.
- عدم وجود مسافة أمان كافية بين الروافع العملاقة وطرق المشاة للمعتمرين والمصلين بجوار العمليات الانشائية بناحية التوسعة.
- تغيير ورديات العمال أثناء إقامة الصلوات مما يسبب في ازدحام للمصلين والمعتمرين خلال رحلتهم الى المسجد.
- عدم وضوح اللوحات الارشادية بساحات الحرم مما لا يساعد في تجنب حالات التيه.

- وجود اعمال صيانة في الأدوار العليا داخل الحرم ملاصقة مباشرة لأماكن الصلوات مما يؤدي الى التأثير على الحالة الروحية للمصلين.
- رصد العديد من العيوب والتلفيات في أرضيات الرخام داخل المسجد الحرام، وتشمل تشققات، وكسوراً موضعية، وتفاوتاً في مناسيب البلاطات، ومناطق ترميم مؤقت أو استبدال تعتبر مصدر للمخاطر خاصة التعثر والانزلاق مما يهدد صحة وسلامة الحجاج والمعتمرين.
- تشغيل نظام الرشاشات الرذاذية في ساحات المسجد الحرام بدون ضوابط آلية، حيث يتطلب تركيب حساسات بمحيط تلك الرشاشات لوقف تشغيلها عند وصول الرطوبة النسبية ٤٠٪، لأن زيادة الرطوبة عن هذه النسبة، يزيد الشعور بالإجهاد الحراري، وأيضاً تكوين مساحات مبللة على الرخام مما يزيد من خطر الانزلاق والاصابات.
- زيادة معدلات الضوضاء الى حدود مرتفعة أكبر من ٨٠ ديسيبل في المناطق الشمالية الشرقية والغربية بساحات الحرم، وكذلك ارتفاع معدلات الجسيمات العالقة ذات الأحجام ٢,٥ ميكرون حيث وصلت الى ٧٠ ميكروجرام/ المتر المكعب في نفس الأماكن وأيضاً الجسيمات ذات الأحجام ١٠ ميكرون وصلت معدلاتها الى حدود ١٤٥ ميكروجرام/ المتر المكعب.
- تغييراً في اتجاه وشدة الجريان السطحي للأودية المائية بسبب زيادة مساحة الكتل الخرسانية بالمنطقة على مدار ٢٠ عام، حيث تم تحديد المناطق التي شهدت تغييراً في اتجاه الجريان السطحي نتيجة التوسع العمراني. كما أثر الكتل الخرسانية في منطقة الحرم إلى تعديل المسارات الطبيعية للأودية، مما أجبر مياه الأمطار على تغيير اتجاه جريانها السطحي.
- كشفت المعاينات الميدانية عن وجود انبعاثات روائح غير مرغوبة في بعض مواقع تجميع وتخزين النفايات بمنطقة الدراسة، ويرتبط ذلك غالباً بعمليات التحلل العضوي للمخلفات وارتفاع درجات الحرارة وضعف التهوية أو تأخر عمليات النقل والتخلص. وتُعد هذه الظاهرة أحد مؤشرات التلوث البيئي المحلي، حيث تؤثر على جودة الهواء والراحة البيئية للزوار والعاملين، كما قد ترتبط بانبعاث بعض الغازات الحيوية الناتجة عن التحلل. وتشير النتائج إلى أهمية تطوير أنظمة إدارة النفايات وتحسين كفاءة التخزين والنقل بما يتوافق مع المعايير البيئية والصحية المعتمدة.
- سلوكيات خاطئة من بعض الحجاج داخل المسجد الحرام مع وجود عدد من مستخدمي الكراسي المتحركة متداخلين مع حركة المشاة، وبعضهم يحمل كراسي حديدية بالإضافة إلى مرور الحشود بالقرب من مناطق أعمال الصيانة والتجهيزات المؤقتة. وتُعد هذه الصور مهمة في تقييم أخطار إمكانية الوصول (Accessibility Risks) ومخاطر الحشود والسلامة أثناء تنفيذ مشاريع التطوير داخل الحرم.

- يمثل التدخين داخل دورات المياه والمرافق المغلقة أحد مصادر التلوث البيئي الداخلي، حيث يؤدي إلى انبعاث الجسيمات الدقيقة والغازات الضارة وتراكم الملوثات الكيميائية على الأسطح وأنظمة التهوية. كما يسهم في زيادة مخاطر الحرائق والتأثير سلباً على جودة الهواء وصحة المستخدمين والعاملين. وتزداد أهمية التحكم في هذه الظاهرة داخل منطقة الحرم المكي الشريف نظراً للكثافة البشرية المرتفعة وضرورة المحافظة على بيئة صحية وآمنة للمعتمرين والمصلين.

كذلك أظهرت نتائج الاستبيان أن مستوى المخاطر البيئية والتشغيلية داخل الحرم المكي والساحات الخارجية يقع بشكل عام ضمن الحدود المقبولة، مع وجود بعض الجوانب التي تتطلب المتابعة والتحسين المستمر لضمان أعلى مستويات السلامة والراحة لقاصدي بيت الله الحرام.

- أولاً: المخاطر البيئية
- الضوضاء: أظهرت النتائج انخفاض مستوى الإزعاج الناتج عن الضوضاء، حيث أفاد معظم المشاركين بأن الضوضاء لم تكن مزعجة أو كانت مزعجة بشكل نادر، مما يشير إلى فعالية إجراءات الحد من التلوث الضوضائي.
- النظافة وإدارة المخلفات: تبين وجود مستوى جيد من النظافة بشكل عام، إلا أن بعض المشاركين أبدوا ملاحظات تتعلق بالنظافة في المناطق القريبة من أعمال الإنشاءات، مما يستدعي تعزيز برامج إدارة المخلفات والرقابة البيئية.
- التهوية وجودة الهواء: أظهرت النتائج أن غالبية المشاركين لم يواجهوا مشكلات ملحوظة في التهوية، إلا أن بعض المناطق قد تحتاج إلى تحسينات إضافية لضمان جودة الهواء وراحة الزوار.
- الراحة الحرارية والإجهاد الحراري: رغم نجاح إجراءات التخفيف من الحرارة، مثل المظلات وأنظمة التبريد والرذاذ، إلا أن نسبة ملحوظة من المشاركين أفادت بالشعور بالإجهاد الحراري نتيجة طول المشي أو تغيير المسارات، مما يجعل الإجهاد الحراري من أبرز المخاطر البيئية التي تتطلب اهتماماً مستمراً.

- ثانياً: مخاطر الحشود والحركة
- اختناقات الحشود: أظهرت النتائج وجود اختناقات للحشود في بعض المواقع، خاصة خلال أوقات الذروة، مما يجعلها من المخاطر التشغيلية المهمة التي تستدعي تحسين إدارة الحركة.
- إغلاق المسارات والساحات: تبين أن إغلاق بعض المسارات أو الساحات يؤدي إلى زيادة الازدحام وتحويل تدفقات المشاة إلى مسارات بديلة، وهو أحد أبرز العوامل المؤثرة على كثافة الحشود.

- السلالم الكهربائية: أظهرت النتائج أن التزاحم عند السلالم الكهربائية محدود بشكل عام، إلا أنه يظهر في بعض الفترات والمواقع التي تشهد كثافات مرتفعة.
- ثالثاً: مخاطر السلامة العامة
- الانزلاق والتعثر: أظهرت الدراسة أن مستوى سلامة الأرضيات جيد بشكل عام، إلا أن نسبة من المشاركين أشارت إلى وجود احتمالية للتعثر أو الانزلاق في بعض المواقع.
- الرشاشات الرذاذية: تبين أن الرشاشات الرذاذية لا تمثل خطراً كبيراً للانزلاق من وجهة نظر أغلب المشاركين، مع ضرورة استمرار المتابعة والصيانة الدورية.
- الأسلاك والمعدات المكشوفة: أظهرت النتائج انخفاضاً كبيراً في ملاحظة المخاطر المرتبطة بالمعدات أو الأسلاك المكشوفة، مما يعكس فعالية إجراءات السلامة الميدانية.
- مناطق العمل والإنشاءات: بينت الدراسة أن غالبية المشاركين لم يلاحظوا وجود معدات أو مناطق عمل غير آمنة، كما أن الأعمال الإنشائية لا تؤثر بشكل كبير على حركة الزوار داخل الحرم.
- رابعاً: جاهزية الاستجابة للطوارئ
- اللوحات الإرشادية والتحذيرية: أظهرت النتائج أن مستوى وضوح اللوحات الإرشادية جيد بشكل عام، إلا أن هناك حاجة إلى تحسينات إضافية في بعض المواقع لضمان سهولة التوجيه.
- نقاط الإسعافات الأولية: أفاد غالبية المشاركين بسهولة الوصول إلى نقاط الإسعافات الأولية، مما يعكس مستوى جيداً من الجاهزية الصحية.
- الخدمات الطبية والطوارئ: حصلت كفاءة التعامل مع الحالات الطارئة والخدمات الطبية على تقييم مرتفع، مما يؤكد فعالية منظومة الاستجابة للطوارئ في الحرم المكي.

### خطة التحسين والتوصيات التنفيذية:

#### ١. تحسين جودة الهواء والحد من الغبار

خفض متوسط تركيز الجسيمات العالقة (PM10) في مناطق الأعمال الإنشائية المحيطة بالحرم بنسبة لا تقل عن ٢٠٪ مقارنة بخط الأساس لعام ١٤٤٧ هـ، من خلال زيادة عمليات الرش المائي وتركيب أنظمة مراقبة فورية لجودة الهواء.

مؤشر الأداء: (KPI)

- متوسط تركيز PM10 و PM2.5

- عدد مواقع الرصد البيئي العاملة.

الإطار الزمني:

12 شهراً.

## ٢. خفض مستويات الضوضاء

خفض مستويات الضوضاء في المناطق القريبة من مسارات الحشود إلى أقل من ٦٥ ديسيبل خلال أوقات الذروة، وذلك من خلال تركيب حواجز صوتية وجدولة الأعمال عالية الضوضاء خارج أوقات الصلوات.

مؤشر الأداء: (KPI)

- متوسط مستوى الضوضاء. (dB)

- عدد الشكاوى أو الملاحظات المتعلقة بالضوضاء.

الإطار الزمني:

6 أشهر.

## ٣. تعزيز سلامة الحشود بالقرب من المشاريع

تحقيق نسبة ١٠٠٪ من فصل مناطق العمل الإنشائي عن مسارات المشاة باستخدام حواجز معتمدة ولوحات تحذيرية واضحة متعددة اللغات.

مؤشر الأداء: (KPI)

- نسبة المواقع المستوفية لمتطلبات العزل.

- عدد الحوادث أو شبه الحوادث المرتبطة بمناطق العمل.

الإطار الزمني:

3 أشهر.

## ٤. تحسين إدارة الأرضيات والممرات

معالجة جميع العيوب المكتشفة في الأرضيات والممرات والسلالم خلال مدة لا تتجاوز ١٤ يوماً من تاريخ اكتشافها.

مؤشر الأداء: (KPI)

- متوسط زمن الاستجابة للمعالجة.

- عدد العيوب المتبقية المفتوحة.

الإطار الزمني:

مستمر مع مراجعة شهرية.

## ٥. رفع كفاءة الاستجابة للطوارئ

تنفيذ أربعة تمارين طوارئ ميدانية سنوياً على الأقل تشمل سيناريوهات الحشود والسيول والحوادث المهنية.

مؤشر الأداء: (KPI)

- عدد التمارين المنفذة.
- زمن الاستجابة أثناء التمرين.

الإطار الزمني:

سنوي.

٦. تعزيز التدريب والتوعية

تدريب ١٠٠٪ من العاملين والمقاولين في مشاريع الحرم على متطلبات السلامة والصحة المهنية وإدارة الحشود قبل مباشرة العمل.

مؤشر الأداء: (KPI)

- نسبة العاملين الحاصلين على التدريب.
- نتائج اختبارات التقييم بعد التدريب.

الإطار الزمني:

خلال ٦ أشهر ثم بشكل مستمر.

٧. تحسين إدارة النفايات والروائح الكريهة

خفض عدد الملاحظات المرتبطة بالروائح الكريهة في مخازن النفايات ودورات المياه ومخارج السيول بنسبة ٥٠٪ خلال عام واحد.

مؤشر الأداء: (KPI)

- عدد البلاغات والملاحظات المسجلة.
- عدد جولات التفتيش البيئي المنفذة.

الإطار الزمني:

12 شهراً.

٨. تعزيز الرصد البيئي الذكي

إنشاء منصة رقمية موحدة لمراقبة مؤشرات البيئة والسلامة والصحة المهنية وربطها بغرفة عمليات مركزية تغطي ١٠٠٪ من مواقع المشاريع بالحرم.

#### مؤشر الأداء: (KPI)

- نسبة المواقع المرتبطة بالنظام.
- عدد الإنذارات والمخاطر التي تمت معالجتها استباقياً.

#### الإطار الزمني:

18 شهراً.

#### ٩. تقليل مخاطر الإجهاد الحراري

خفض نسبة شكاوى أو حالات الإجهاد الحراري بين العاملين والزوار بنسبة ٣٠٪ من خلال زيادة مناطق التظليل وتحسين كفاءة أنظمة الرذاذ والتبريد.

#### مؤشر الأداء: (KPI)

- عدد حالات الإجهاد الحراري المسجلة.
- مساحة التظليل المضافة.

#### الإطار الزمني:

12 شهراً.

#### ١٠. رفع مستوى الامتثال الوطني

تحقيق مستوى امتثال لا يقل عن ٩٥٪ لمتطلبات البرنامج الوطني الاستراتيجي للصحة والسلامة المهنية ومتطلبات ISO 45001 في جميع مشاريع الحرم.

#### مؤشر الأداء: (KPI)

- نسبة الامتثال في المراجعات الدورية.
- عدد حالات عدم المطابقة المسجلة.

#### الإطار الزمني:

24 شهراً.



@Hajj\_uqu



<https://uqu.edu.sa/hajj>



[hajj@uqu.edu.sa](mailto:hajj@uqu.edu.sa)

