

ملخص تنفيذي لدراسة:

أثر مشروع أبراج كدانة الوادي على الكفاءة الإسكانية والسياق المكاني لمشعر منى وفاعليته كنموذج مطور لإسكان الحجاج

1448هـ (2026م)

الملخص التنفيذي

استهدفت الدراسة تقييم الأداء الفعلي لمشروع أبراج كدانة الوادي (المربع 38) بمشعر منى، بوصفه أحد أبرز نماذج الإسكان الرأسي المطورة لاستيعاب الحجاج، وذلك من خلال تطبيق منهجية تقييم ما بعد الإشغال التي جمعت بين القياسات البيئية الميدانية، والرصد التشغيلي، وتحليل استجابات عينة من الحجاج قوامها 589 حاجاً.

أظهرت النتائج أن المشروع حقق مستويات مرتفعة من الرضا العام، حيث أفاد 81.8% من الحجاج بأن نموذج الأبراج مناسب لإسكان الحجاج مستقبلاً، كما أظهر أداءً جيداً في مؤشرات الراحة الحرارية والبيئة الحاراري بفضل كفاءة الغلاف الإنشائي وأنظمة التكييف.

وفي المقابل، رصدت الدراسة عدداً من فرص التحسين المرتبطة بالأداء التشغيلي والبيئي، أبرزها: - ارتفاع تراكيز ثاني أكسيد الكربون داخل الغرف عالية الكثافة التشغيلية مقارنة بالمعدلات المرجعية.

- ارتفاع أزمئة انتظار المصاعد خلال فترات الذروة.

- تأثير عدد الأسرة الفعلي داخل الغرف على مستوى الراحة وحرية الحركة.

- ملاحظات مرتبطة بالمداخل، الفراغات المشتركة، الإرشاد البصري، وإدارة النفايات.

كما كشفت الدراسة عن وجود فجوة بين بعض المؤشرات البيئية المقاسة موضوعياً وإدراك المستخدمين لها؛ حيث أظهرت القياسات ارتفاع تراكيز ثاني أكسيد الكربون داخل بعض الغرف رغم تسجيل مستويات مرتفعة من رضا الحجاج عن جودة الهواء الداخلي.

وخلصت الدراسة إلى مجموعة من التوصيات التطويرية التي تركز على تحسين كفاءة الحركة الرأسية، ورفع كفاءة التهوية وتجديد الهواء النقي، وتعزيز مرونة الفراغات الداخلية، وتطوير أنظمة الإرشاد الذكي وإدارة الحشود، وتحسين منظومة إدارة النفايات والخدمات المساندة، ودعم استخدام أنظمة المراقبة اللحظية لجودة الهواء الداخلي ومنظومات الإدارة الذكية للمباني.

وتوفر نتائج الدراسة مؤشرات عملية يمكن الاستفادة منها عند تخطيط وتطوير مشروعات الإسكان الرأسي المستقبلية في المشاعر المقدسة، بما يحقق التوازن بين رفع الطاقة الاستيعابية وتحسين جودة تجربة الحجاج وكفاءة التشغيل.

المحتويات

2.....	الملخص التنفيذي
4.....	مقدمة
6.....	أهداف الدراسة
7.....	منهجية الدراسة
8.....	النتائج
14	التوصيات
16	مبادرة

مقدمة

يُعد مشعر منى أحد أكثر البيئات العمرانية خصوصيةً على مستوى العالم، نظراً لارتباطه باستيعاب أعداد كبيرة من الحجاج خلال فترة زمنية محدودة وفي نطاق مكاني محدود. ومع تنامي أعداد الحجاج وارتفاع متطلبات جودة الخدمات والراحة والسلامة، برزت الحاجة إلى تبني حلول إسكانية قادرة على رفع الطاقة الاستيعابية وتحسين كفاءة استغلال الأراضي، مع المحافظة على جودة تجربة الحاج وكفاءة التشغيل.

وفي إطار مستهدفات رؤية المملكة العربية السعودية 2030 وبرنامج خدمة ضيوف الرحمن، أصبح الإسكان الرأسي أحد أبرز الخيارات التطويرية الهادفة إلى تعظيم الاستفادة من الموارد المكانية المحدودة في المشاعر المقدسة. ويُعد مشروع **أبراج كدانة الوادي (المربع 38)** أحد أبرز النماذج الحديثة في هذا المجال، حيث أسهم في رفع الطاقة الاستيعابية للموقع مقارنة بأنماط الإسكان التقليدية، إلى جانب توفير منظومة متكاملة من الخدمات والمرافق المساندة للحجاج.

وتؤكد الممارسات العالمية في تقييم المباني أن نجاح مشروعات الإسكان عالية الكثافة لا يرتبط بالقدرة الاستيعابية فقط، بل يعتمد كذلك على جودة البيئة الداخلية، وكفاءة الحركة والتنقل، وفعالية الخدمات، ومستوى رضا المستخدمين أثناء التشغيل الفعلي. ولذلك برزت أهمية منهجية تقييم ما بعد الإشغال بوصفها أداة علمية لقياس الأداء الفعلي للمشروعات بعد تشغيلها، وتحديد نقاط القوة وفرص التحسين استناداً إلى البيانات الميدانية وتجربة المستخدمين.

وانطلاقاً من ذلك، يستعرض هذا التقرير نتائج تقييم الأداء البيئي والتشغيلي والمكاني لمشروع أبراج كدانة الوادي خلال موسم الحج 1447هـ، من خلال الاعتماد على القياسات البيئية الميدانية، والرصد التشغيلي، واستطلاعات الرأي الخاصة بالحجاج. ويستهدف التقرير دعم الجهات المعنية في تطوير نماذج الإسكان الرأسي المستقبلية من خلال تقديم مؤشرات أداء عملية وتوصيات تصميمية وتشغيلية تساهم في رفع كفاءة التشغيل، وتحسين جودة البيئة الداخلية، وتعزيز تجربة الحجاج في المشاعر المقدسة.

نبذة عن المشروع

يُعد مشروع **أبراج كدانة الوادي** أحد أبرز مشاريع الإسكان الرأسي الحديثة في مشعر منى، وقد طُوّر بهدف رفع الطاقة الاستيعابية للحجاج وتحسين جودة الإقامة والخدمات المقدمة لهم ضمن نطاق

عمراني محدود. يقع المشروع في المربع (38) بمشعر منى، بالقرب من منشأة الجمرات والخدمات الرئيسية بالمشعر.

يتكون المشروع من عشرة أبراج سكنية متجاورة بارتفاع خمسة طوابق لكل برج، ويستوعب أكثر من **30 ألف حاج**، مع توفير مجموعة من المرافق والخدمات المساندة، تشمل المصليات، ودورات المياه، والعيادات الطبية، وصالات الطعام، ومرافق التشغيل، والخدمات. ويمثل المشروع تحولاً مهماً في نمط إسكان الحجاج بالموقع؛ إذ حل محل نموذج الخيام التقليدية الذي كان يستوعب ما بين 13 ألفاً إلى 20 ألف حاج تقريباً، مما أسهم في زيادة الطاقة الاستيعابية وتحسين كفاءة استغلال الأراضي في المشعر.

جدول 1 معلومات شاملة عن المشروع

الشوارع المحيطة	شارع 206 (شمال شرق) - شارع 223 (شمال غرب) شارع 225 (جنوب شرق) - شارع 204 (جنوب غرب)
أبعاد ومساحة الأرض	110م عرضي x 300 م طولي = 33 آلاف م ²
مساحة البناء	165 م ²
عدد الغرف	23 غرفة (في الدور الأرضي) + 30 غرفة (4 أدوار) = مجموع 143 غرفة لكل برج
الخدمات	دورات مياه، مصليات، عيادات طبية، مطابخ، صالات طعام.
نظام التكييف	تكييف مركزي من نوع VRF مزود بمسارات للإمداد والسحب الهوائي



شكل 1 موقع المشروع وأهم المعالم المجاورة



(ج)



(إ)



(د)



(ب)

شكل 2 لقطات متنوعة للمشروع

(أ) التقاء الواجهة الجنوبية الغربية والشمالية الغربية، (ب) التقاء الواجهة الجنوبية الغربية والشمالية الغربية، (ج) المدخل الرئيسي لإحدى الأبراج، (د) إحدى نماذج غرف الإقامة.

أهداف الدراسة

- تقييم الأداء الفعلي لمشروع أبراج كدانة الوادي خلال موسم الحج .
- قياس جودة البيئة الداخلية وكفاءة التشغيل ومستويات رضا الحجاج .
- تحديد أبرز التحديات التشغيلية والتصميمية المؤثرة على تجربة الإقامة .
- تقديم توصيات عملية تدعم تطوير مشاريع الإسكان الرأسي المستقبلية في المشاعر المقدسة.

منهجية الدراسة

اعتمدت الدراسة على منهجية تقييم ما بعد الإشغال بهدف قياس الأداء الفعلي لمشروع أبراج كدانة الوادي خلال موسم الحج، وذلك من خلال الجمع بين البيانات الكمية والنوعية لضمان الحصول على صورة شاملة للأداء البيئي والتشغيلي للمشروع. وشملت الدراسة ثلاثة محاور رئيسية لجمع البيانات:

- القياسات البيئية الميدانية: تضمنت قياس درجات الحرارة والرطوبة النسبية وجودة الهواء الداخلي وتركيزات ثاني أكسيد الكربون ومستويات الضوضاء والإضاءة في عدد من المواقع المختارة داخل الأبراج (جدول 1).
- الرصد التشغيلي والميداني: شمل مراقبة تدفقات الحشود، وأزمة انتظار المصاعد، واستخدام الفراغات المشتركة، وكفاءة الخدمات المساندة، ورصد الملاحظات التشغيلية أثناء فترات الذروة.
- استطلاعات الرأي والمقابلات الميدانية: تم جمع وتحليل استجابات عينة عشوائية من الحجاج بلغ عددها (589) حاجاً لقياس مستويات الرضا وتقييم تجربة الإقامة والخدمات المقدمة.

جدول 2 المتغيرات البيئية المقاسة وقائمة الأجهزة المستخدمة

المتغير البيئي المقاس	جهاز القياس	غرض القياس
درجة الحرارة والرطوبة النسبية	UT331+	تقييم الراحة الحرارية.
تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون والجسيمات العالقة	Temtop M2000 2nd	تقييم كفاءة التهوية وجودة الهواء الداخلي
سرعة تدفق الهواء الداخلي	Testo 405i	قياس سرعة الهواء داخل الغرف.
مستويات الصوت (الضوضاء)	UT353BT Mini Sound	تقييم البيئة السمعية.
مستويات الإضاءة	Extech LT40 LED Meter	تقييم البيئة الضوئية
درجات الحرارة السطحية والإشعاعية	مقياس الحرارة بالليزر (IR)	تقييم الأداء الحراري للغلاف الخارجي

ولضمان فهم دقيق للأداء البيئي والتشغيلي للمشروع، نُفذت الدراسة عبر ثلاث مراحل متتابعة شملت مرحلة القياس المرجعي قبل الإشغال، ومرحلة الرصد البيئي أثناء التشغيل، ومرحلة التقييم الإدراكي والرصد السلوكي، كما يوضح الشكل التالي.



شكل 3 التسلسل المنهجي لمراحل العمل الميداني

النتائج

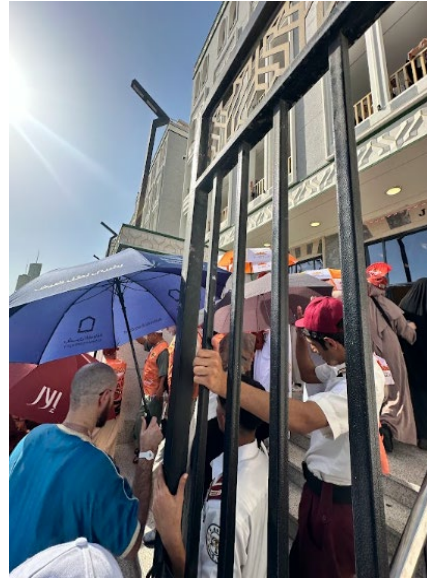
استندت نتائج الدراسة إلى القياسات البيئية الميدانية والرصد التشغيلي وتحليل استجابات عينة الحجاج، وأسفرت عن عدد من النتائج الرئيسية ذات الصلة بتطوير نماذج الإسكان الرأسي في مشعر منى، ويمكن تلخيصها فيما يلي:

- **القبول العام المرتفع:** أظهرت النتائج مستوى مرتفعاً من القبول العام لنموذج الأبراج السكنية؛ إذ رأى 81.8% من الحجاج أن النموذج مناسب للإقامة في مشعر منى مستقبلاً، بينما أبدى 17.0% قبولهم للنموذج بشرط إجراء تحسينات تشغيلية وتصميمية محددة، في حين لم تتجاوز نسبة عدم التأييد 1.2%.
- **كفاءة الراحة البيئية الأساسية:** من منظور معماري بيئي، تشير النتائج الميدانية إلى أن نموذج الأبراج يحقق مستويات عالية من الراحة الحرارية وضبط الرطوبة بفضل كفاءة التكييف والغلاف الإنشائي، مع وجود فرص للتحسين تتعلق بكفاءة التهوية وتجديد الهواء النقي في الغرف عالية الكثافة.
- **الفجوة بين القياسات البيئية والإدراك الحسي للحجاج:** كشفت الدراسة عن وجود تباين بين بعض المؤشرات البيئية المقاسة موضوعياً ومستويات الرضا المدركة من قبل المستخدمين، ولا

سيما فيما يتعلق بتراكيز ثاني أكسيد الكربون داخل الغرف عالية الكثافة؛ إذ أظهرت القياسات الميدانية تجاوز بعض القراءات للحدود المرجعية الموصى بها، في حين استمر الحجاج في إبداء مستويات مرتفعة من الرضا عن جودة الهواء الداخلي. وتؤكد هذه النتيجة أهمية الدمج بين القياسات البيئية الموضوعية والتقييمات الإدراكية للمستخدمين عند تقييم أداء البيئات السكنية عالية الكثافة.

- **التفوق التشغيلي والأمني:** سجلت محاور السلامة والأمن وتجربة الإقامة العامة أعلى متوسطات رضا في الدراسة (تجاوزت 4.5 من 5)، مما يبرز كفاءة البنية التحتية والتدابير التنظيمية في توفير بيئة آمنة ومنظمة تدعم راحة الحجاج وجودة تجربة الإقامة.
- **منظومة الحركة الرأسية:** أظهرت القياسات الميدانية طول أزمدة انتظار المصاعد إلى (3-4 دقائق) خلال فترات الذروة، كما سجلت استبيانات الحجاج أدنى مستويات الرضا ضمن محور الحركة مقارنة ببقية العناصر التشغيلية، مما يبرز أهمية تطوير منظومة النقل الرأسية كأولوية تشغيلية مستقبلية.
- **قصور المعالجات التصميمية لمداخل الأبراج:** لوحظ غياب المعالجات المعمارية المناسبة والملائمة للظروف المناخية عند المداخل الرئيسية للمباني؛ حيث تتعرض المداخل والدرج الخارجي بالكامل للإشعاع الشمسي المباشر مع غياب عناصر التظليل الفعّال، مما يخلق عبئاً حرارياً وإجهاداً إضافياً على الحجاج ويعيق سلاسة التفويج والحركة (شكل 4).
- **إدارة النفايات والخدمات المساندة:** رصدت الدراسة عدداً من التحديات المرتبطة بمنظومة إدارة النفايات، شملت محدودية مرافق التجميع المباشر لبعض الأبراج وارتفاع أحمال النفايات العضوية وضعف فرز المخلفات من المصدر (شكل 5)، مما يشير إلى الحاجة إلى تطوير أنظمة الجمع والتحويل والفرز لتحسين الكفاءة التشغيلية وجودة البيئة العامة.
- **التحديات المكانية والتصميمية:** أظهرت النتائج الكمية والنوعية تبايناً يستدعي المعالجة في الفراغات الداخلية؛ حيث سجلت "جودة الإطلالة" و"مساحة الحركة داخل الغرفة" أدنى المتوسطات، إلى جانب التحديات المألوفة المرتبطة بكثافة الحركة الرأسية ومدد انتظار المصاعد أثناء الذروة. كما أوضحت النتائج أن تطابق المساحات المعمارية للغرف لا يكفي بمفرده لتحقيق رضا الحجاج، إذ تبين أن الكثافة التشغيلية تعتبر المتغير الحاسم لكفاءة الفراغ الداخلي؛ حيث سجل البرج منخفض الكثافة (8 أسرة في الغرفة) تفوقاً ملحوظاً في

مستويات الراحة المكانية وحرية الحركة (بنسبة رضا بلغت 75.81% مقابل 61.79% للأبراج عالية الكثافة (20 سريراً في الغرفة). وهو ما يؤكد أن التحدي التخطيطي في مشعر منى يكمن في الموازنة الدقيقة بين تعظيم الطاقة الاستيعابية والمحافظة على مستويات مناسبة من الراحة الحركية والنفسية للحجاج، بما يضمن الاستخدام الأمثل والمستدام للموارد المكانية المتاحة.



شكل 4 توثيق بعض التحديات التصميمية والتشغيلية عند المداخل الرئيسية للأبراج



شكل 5 آلية نقل الحاويات إلى المرمى الأرضي

• **الكفاءة الاستيعابية للمشروع:** أظهرت نتائج الدراسة أن نموذج الإسكان الرأسي لمشروع أبراج كدانة الوادي أسهم في تحقيق زيادة في الطاقة الاستيعابية للموقع مقارنة بنمط الخيام التقليدية، مع المحافظة على مستويات مرتفعة من الرضا العام وجودة الخدمات الأساسية. وتشير هذه النتيجة إلى أن نماذج الإسكان الرأسي تمثل خياراً واعداً لدعم التوسع المستقبلي في إسكان الحجاج بمنى، شريطة مواصلة تطوير الجوانب التشغيلية المرتبطة بالحركة الرأسية وجودة البيئة الداخلية.

يوضح الجدول التالي مدى توافق مؤشرات الأداء البيئي والتشغيلي لمشروع أبراج كدانة الوادي مع القيم المرجعية الدولية المستخدمة في تقييم البيئات السكنية عالية الكثافة. وتُظهر نتائج المقارنة أن المشروع حقق مستويات أداء متوافقة في مؤشرات الراحة الحرارية وجودة الهواء من حيث تركيزات الجسيمات الدقيقة، بما يعكس فاعلية الغلاف الإنشائي وأنظمة التكييف في توفير بيئة داخلية مستقرة. وفي المقابل، أظهرت بعض المؤشرات، وبشكل خاص تراكيز ثاني أكسيد الكربون وأزمة انتظار المصاعد، قيماً تجاوزت الحدود المرجعية الموصى بها، مما يشير إلى وجود فرص لتحسين كفاءة التهوية وتجديد الهواء ومنظومة الحركة الرأسية خلال فترات الذروة التشغيلية.

جدول 3 مستوى توافق مؤشرات الأداء البيئي والتشغيلي للمشروع مع المعايير الدولية

المؤشر	المعيار المرجعي	نتائج الدراسة	مستوى التوافق
الحرارة الداخلية	23-26°C	21.2-23.2°C	متوافق بدرجة عالية ✓
الرطوبة النسبية	30-60%	59-77.9%	متوافق جزئياً ⚪
CO ₂	<1000 ppm	1468-1607 ppm	غير متوافق ⚫
PM _{2.5}	>12 ممتاز	7.5 µg/m ³	متوافق بدرجة عالية ✓
انتظار المصاعد	>60 ثانية	ثانية 180-240	غير متوافق ⚫

تُظهر النتائج أن المشروع حقق مستويات عالية من الأداء في الجوانب الحرارية والتشغيلية والأمنية، في حين تركزت أبرز فرص التطوير في تحسين كفاءة التهوية والحركة الرأسية وإدارة الكثافة التشغيلية داخل الغرف، بما يدعم استدامة النموذج ويعزز جودة تجربة الحجاج مستقبلاً.

جدول: ملخص تقييم الأداء وأولويات التطوير المستقبلية

المحور	أبرز نقاط القوة	فرص التحسين	أولوية التنفيذ
البيئة الحرارية	أداء جيد للراحة الحرارية والعزل وضبط الرطوبة	تحسين كفاءة التهوية وتجديد الهواء	مرتفعة
جودة الهواء الداخلي	مستويات جيدة للجسيمات الدقيقة PM2.5	خفض تراكيز CO ₂ في الغرف عالية الكثافة	مرتفعة
الحركة الرأسية	رضا جيد عن السلامة وسهولة استخدام السلالم	تقليل أزمدة انتظار المصاعد وتحسين إدارة الذروة	مرتفعة
الفراغات الداخلية	رضا عام جيد عن بيئة الإقامة	تحسين مساحة الحركة داخل الغرف عالية الكثافة	مرتفعة
الإرشاد البصري	وضوح جيد لأرقام الغرف	تعزيز تمييز الأبراج وتطوير التوجيه المكاني	متوسطة
الخدمات المساندة	رضا مرتفع عن الخدمات العامة	تحسين إدارة النفايات ومناطق التجمع	متوسطة
السلامة والأمن	مستويات رضا مرتفعة جداً	الاستمرار في المحافظة على الأداء الحالي	منخفضة

تقييم أداء مشروع أبراج كدانة الوادي

أبرز النتائج وفرص التطوير

مؤشرات الأداء الرئيسية



81.8%

القبول العام
لنموذج الأبراج



راحة حرارية
مرتفعة

متوافق مع المؤشرات
المرجعية



1468-1607
ppm

تركيز ثاني أكسيد
الكربون



3-4 دقائق

متوسط انتظار
المساعد

أبرز نقاط القوة



الراحة الحرارية



السلامة والأمن



جودة الخدمات



القبول العام للنموذج



الأداء الحراري للغلاف الخارجي

أبرز فرص التحسين



التهوية وجودة الهواء



الحركة الرأسية



الكثافة التشغيلية للغرف



الإرشاد البصري والتوجيه المكاني



إدارة النفايات والخدمات المساندة

أولويات التطوير

أولوية مرتفعة



التهوية وجودة الهواء



الحركة الرأسية



الكثافة التشغيلية للغرف

أولوية متوسطة



الإرشاد البصري والتوجيه المكاني



إدارة النفايات والخدمات المساندة

حقق مشروع أبراج كدانة الوادي مستويات مرتفعة من القبول العام والأداء الحراري والسلامة، بينما تركزت أهم فرص التطوير في تحسين التهوية وجودة الهواء، والحركة الرأسية، وإدارة الكثافة التشغيلية داخل الغرف.



التوصيات

استناداً إلى نتائج الدراسة، تم ترتيب التوصيات وفق مستوى الأولوية كما يلي:

الأولوية	مجال التحسين	الهدف
مرتفعة	التهوية وجودة الهواء	خفض تراكيز CO ₂ وتحسين جودة الهواء الداخلي
مرتفعة	الحركة الرأسية	تقليل أزمدة انتظار المصاعد وتحسين تدفق الحشود
مرتفعة	الكثافة التشغيلية للغرف	رفع مستويات الراحة وحرية الحركة
متوسطة	الإرشاد البصري والتوجيه	تحسين الاستدلال المكاني داخل الأبراج
متوسطة	إدارة النفايات والخدمات	تحسين الكفاءة التشغيلية والنظافة العامة
منخفضة	التطويرات المعمارية المستقبلية	رفع كفاءة المشروع على المدى الطويل

في ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة، وبالاستناد إلى تقييم الأداء البيئي والتشغيلي ومستويات رضا الحجاج، تم إعداد التوصيات التالية وترتيبها بحسب أولويات التدخل المقترحة، بما يدعم اتخاذ القرار ويسهم في تطوير نموذج الإسكان الرأسي وتعزيز كفاءته التشغيلية في المواسم القادمة.

1) تحسين الحركة الرأسية وإدارة الحشود

- تطوير منظومة المصاعد.
- إضافة درج رئيسي للاستخدام اليومي.
- تحسين إدارة التفويج والحركة خلال الذروة.

2) رفع كفاءة التهوية وجودة الهواء

- تعزيز معدلات الهواء النقي.
- ربط أنظمة التهوية بمراقبة جودة الهواء الداخلي.
- خفض تراكيز ثاني أكسيد الكربون في الغرف عالية الكثافة.

3) ضبط الكثافة التشغيلية وتحسين مرونة الغرف

- مراجعة معايير الإشغال.
- تبني حلول أكثر مرونة لتوزيع الأسرة.

- تحقيق توازن بين الطاقة الاستيعابية وراحة الحجاج.

(4) تطوير الفراغات المشتركة والخدمات

- إعادة تقييم المصليات ومناطق التجمع.
- تحسين أماكن الجلوس والاستراحة.
- رفع كفاءة الخدمات المساندة.

(5) تعزيز الإرشاد الذكي والإدارة الرقمية

- تطوير الهوية البصرية للأبراج.
- استخدام اللوحات التفاعلية والأنظمة الذكية.
- توظيف تقنيات إدارة الحشود والبيانات اللحظية.

(6) تطوير الخدمات التشغيلية وإدارة النفايات

- تحسين منظومة فرز وجمع النفايات.
- إعادة تنظيم حركة الحافلات والخدمات.
- دراسة الحلول الآلية للخدمات اللوجستية.

مبادرة

المنظومة الذكية لمراقبة جودة البيئة الداخلية في إسكان الحجاج

وصف المبادرة
تطوير منظومة رقمية موحدة لمراقبة جودة البيئة الداخلية في مرافق إسكان الحجاج بالمشاعر المقدسة، تعتمد على حساسات آنية لقياس جودة الهواء الداخلي ودرجات الحرارة والرطوبة والكثافة التشغيلية، وربطها بمنظومات إدارة المباني وأنظمة التشغيل لاتخاذ الإجراءات التصحيحية بصورة فورية أثناء الموسم.
أهداف المبادرة
- تحسين جودة البيئة الداخلية في مرافق إسكان الحجاج. - رفع كفاءة التهوية وتجديد الهواء النقي . - تعزيز الراحة الحرارية والصحية للحجاج . - دعم اتخاذ القرار التشغيلي اعتماداً على البيانات اللحظية . - بناء قاعدة بيانات مستمرة لمؤشرات الأداء البيئي والتشغيلي
مؤشرات الأداء المقترحة
- متوسط تركيز CO₂ داخل مرافق الإقامة. - متوسط درجات الحرارة والرطوبة الداخلية. - مستويات جودة الهواء الداخلي. - نسبة المرافق المرتبطة بالمراقبة الذكية. - زمن الاستجابة للمؤشرات البيئية الحرجة. - مستوى رضا الحجاج عن البيئة الداخلية.



@Hajj_uqu



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



hajj@uqu.edu.sa