

ملخص تنفيذي لدراسة :

تحديد مواقع تسربات المياه في مشعر منى: حلول

هندسية لدعم اتخاذ القرار

م. أيمن بن علي البيحاني

د. وليد السيد أبو السعود خميس

أ. حميد بن حماد الدعدي

١٤٤٧ هـ - (٢٠٢٦)

قسم البحوث البيئية والصحية

الملخص

تمثل تسربات المياه وتجمعاتها السطحية في البيئات ذات الكثافة البشرية العالية تحدياً تشغيلياً وبيئياً قد يؤثر في سلامة حركة المشاة وكفاءة البنية التحتية، وتزداد أهمية هذه المشكلة خلال التجمعات البشرية الكبرى. ويُعد مشعر منى أحد المواقع الرئيسية لأداء مناسك الحج، حيث يشهد خلال فترة زمنية محدودة كثافة عالية من الحجاج، إلى جانب شبكة واسعة من المخيمات والممرات والمرافق وشبكات المياه والصرف والخدمات المساندة. هدفت هذه الدراسة إلى توصيف التوزيع المكاني والزمني لحالات تسرب وتجمع المياه في مشعر منى خلال موسم حج ١٤٤٧ هـ، وتقييم خصائصها وأثارها المحتملة على حركة الحجاج والبيئة وأولويات التدخل الميداني.

اتبعت الدراسة منهجاً وصفيّاً قائماً على الرصد الميداني، حيث قُسم مشعر منى إلى خمس مناطق رصد رئيسية، وشارك في جمع البيانات ١٥ راصداً ميدانياً وُزَّعوا على المناطق وفق مساحتها وامتدادها المكاني وكثافة المخيمات والخدمات ومسارات الحركة. وتم استخدام نموذج إلكتروني موحد لتوثيق الحالات المرصودة، متضمناً الموقع، وخصائص الحالة، والمصدر المحتمل للمياه، ومستوى الخطورة، والإحداثيات، والتوثيق بالصور، مع الإشراف على جودة البيانات ومراجعتها.

بلغ إجمالي الحالات المرصودة ٤١٧ حالة. واستحوذت المنطقة الثالثة على أكبر عدد من الحالات بواقع ١٥٤ حالة (٣٦,٩%)، تلتها المنطقة الثانية بـ ٩٣ حالة (٢٢,٣%)، ثم المنطقة الرابعة بـ ٨٢ حالة (١٩,٧%). وتركزت غالبية الحالات المرصودة في مسارات المشاة بواقع ٣٥٢ حالة (٨٤,٤%). كما كانت المياه عكرة ظاهرياً في ١٤٠ حالة (٣٣,٦%) من إجمالي الحالات، وهي نتيجة موثقة في التقرير الميداني للدراسة.

وأظهرت مؤشرات التأثير على حركة المشاة أن ١٨٦ حالة من أصل ٣٩٥ حالة (٤٧,١%) أدت إلى تضيق الممر المتاح للحركة، كما ارتبطت ١٥٠ حالة من أصل ٤١٧ حالة (٣٦,٠%) بتغيير المشاة لمسار حركتهم. وسُجلت روائح غير مستحبة في ١١٥ حالة من أصل ٣٩١ حالة (٢٩,٤%)، في حين لوحظ وجود الحشرات في ٢٦ حالة من أصل ٣٨٩ حالة (٦,٧%). أما أولوية التدخل الميداني، فصُنفت ٢٣ حالة (٥,٥%) بأنها عاجلة جداً، و٤٨ حالة (١١,٥%) عالية الأولوية، و١٦٩ حالة (٤٠,٥%) متوسطة، و١٧٧ حالة (٤٢,٤%) منخفضة.

وتشير النتائج إلى أن التعامل مع تسربات المياه في مشعر منى ينبغي ألا يقتصر على اعتبارها مشكلة صيانة لشبكات المياه والخدمات، بل ينبغي النظر إليها ضمن منظومة مترابطة تشمل كفاءة البنية التحتية، والإدارة البيئية، وسلامة وانسيابية حركة الحجاج. وتدعم نتائج الدراسة تبني نظام للرصد المكاني المستمر وتحديد أولويات التدخل وفق مستوى الخطورة، بما يعزز سرعة الاستجابة خلال موسم الحج ويسهم في توجيه أعمال الصيانة الوقائية والاستعداد للمواسم اللاحقة.

المحتويات

٢.....	الملخص
٤.....	قائمة الأشكال
٥.....	قائمة الجداول
٦.....	مقدمة
٧.....	مشكلة الدراسة
٨.....	منهجية الدراسة
٨.....	النتائج
١٠.....	التوصيات
١٢.....	المراجع

قائمة الأشكال

شكل رقم (١): نماذج من حالات تسرب وتجمع المياه المرصودة ميدانيًا في مشعر منى خلال موسم حج ١٤٤٧ هـ

شكل رقم (٢): حدود منطقة الدراسة ونطاقات الرصد الميداني، موسم حج ١٤٤٧ هـ
شكل رقم (٣): توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب منطقة الرصد، موسم حج ١٤٤٧ هـ
شكل رقم (٤): توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب يوم الرصد، موسم حج ١٤٤٧ هـ
شكل رقم (٥): توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب نوع الموقع، موسم حج ١٤٤٧ هـ
شكل رقم (٦): توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب نوع المصدر، موسم حج ١٤٤٧ هـ
شكل رقم (٧): توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب نشاط التسرب، موسم حج ١٤٤٧ هـ
شكل رقم (٨): توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب المظهر البصري للمياه، موسم حج ١٤٤٧ هـ

شكل رقم (٩): توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب حالة قنوات الصرف القريبة من مواقع الرصد، موسم حج ١٤٤٧ هـ
شكل رقم (١٠): توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب كثافة الحركة البشرية وقت الرصد، موسم حج ١٤٤٧ هـ
شكل رقم (١١): توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب المؤشرات المرتبطة بتأثير الحالات على حركة المشاة، موسم حج ١٤٤٧ هـ
شكل رقم (١٢): توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب المؤشرات البيئية المصاحبة للحالات المرصودة، موسم حج ١٤٤٧ هـ

قائمة الجداول

- جدول (١): توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب منطقة الرصد، موسم حج ١٤٤٧ هـ
- جدول (٢): توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب يوم الرصد، موسم حج ١٤٤٧ هـ
- جدول (٣): توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب نوع الموقع، موسم حج ١٤٤٧ هـ
- جدول (٤): توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب نوع المصدر، موسم حج ١٤٤٧ هـ
- جدول (٥): توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب نشاط التسرب، موسم حج ١٤٤٧ هـ
- جدول (٦): توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب المظهر البصري للمياه، موسم حج ١٤٤٧ هـ
- جدول (٧): توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب حالة قنوات الصرف القريبة من مواقع الرصد، موسم حج ١٤٤٧ هـ
- جدول (٨): توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب كثافة الحركة البشرية وقت الرصد، موسم حج ١٤٤٧ هـ
- جدول (٩): توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب المؤشرات المرتبطة بتأثير الحالات على حركة المشاة، موسم حج ١٤٤٧ هـ
- جدول (١٠): توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب المؤشرات البيئية المصاحبة للحالات المرصودة، موسم حج ١٤٤٧ هـ

مقدمة

يمثل موسم الحج أحد أكبر التجمعات البشرية، حيث تتواجد أعداد كبيرة من الحجاج خلال فترة زمنية محدودة وفي نطاقات جغرافية محددة، الأمر الذي يفرض متطلبات تشغيلية مرتفعة على البنية التحتية والخدمات البيئية والصحية وشبكات المياه والصرف والنظافة وإدارة حركة الحشود. ويكتسب مشعر منى أهمية خاصة ضمن هذه المنظومة؛ نظرًا لإقامة الحجاج فيه خلال أيام محددة من المناسك وتنقلهم عبر شبكة واسعة من الممرات والطرق والمناطق المحيطة بالمخيمات والمرافق الخدمية.

وتعد تسربات المياه وتجمعاتها السطحية من المشكلات التي تتداخل فيها الأبعاد الهندسية والبيئية والتشغيلية؛ إذ قد تؤدي المياه المتسربة أو المتجمعة إلى تقليل المساحة الفعلية المتاحة للمشاة، والتسبب في تغيير مسارات الحركة أو ظهور نقاط تضيق في الممرات، إضافة إلى ما قد يصاحب بعض الحالات من روائح غير مستحبة أو حشرات، وما قد ينتج عن استمرار التسرب من آثار على الأرصفة والطرق والبنية التحتية. كما أن أهمية الحالة لا ترتبط بحجم التسرب وحده، وإنما تتأثر بموقعه وكثافة الحركة البشرية المحيطة به ومدى تأثيره على الممرات والخدمات المجاورة.

ومن هذا المنطلق، جاءت الدراسة لتوفير توصيف ميداني منظم لحالات تسرب وتجمع المياه في مشعر منى خلال موسم حج ١٤٤٧هـ، يتجاوز مجرد تسجيل وجود الحالة إلى توثيق خصائصها ومصدرها المحتمل والظروف المحيطة بها وتأثيرها على حركة المشاة وألوية التدخل. وتهدف هذه المعلومات إلى دعم الانتقال من التعامل التفاعلي مع الحالات بعد ظهورها إلى نهج أكثر تنظيمًا واستباقية يعتمد على الرصد، وتحديد الأولويات، وتحسين الاستجابة والصيانة الوقائية، بما يساهم في دعم سلامة وانسيابية حركة الحجاج ورفع كفاءة إدارة الخدمات في مشعر منى.

مشكلة الدراسة

تمثل تسربات المياه وتجمعاتها السطحية في مشعر منى تحديًا تشغيليًا وبيئيًا؛ لما قد يترتب عليها من إعاقة لمسارات المشاة، وزيادة احتمالية الانزلاق وظهور نقاط التكدس، إلى جانب ما قد يصاحبها من روائح غير مستحبة وجذب للحشرات، فضلاً عن الآثار المحتملة للتسربات المستمرة على الطرق والأرصفة والبنية التحتية واستدامتها.

و تنعكس تسربات المياه وتجمعاتها السطحية في مشعر منى بصورة مباشرة على سلامة وانسيابية حركة ضيوف الرحمن؛ إذ يمكن أن تؤدي إلى تقليص المساحة الفعلية المتاحة للمشاة، ودفع الحجاج إلى تغيير مساراتهم، وظهور نقاط تضيق في الممرات، فضلاً عن زيادة احتمالية الانزلاق في المناطق المبتلة. كما قد تصاحب بعض الحالات آثار بيئية، مثل الروائح غير المستحبة ووجود الحشرات، إضافة إلى التأثيرات المحتملة للتسربات المستمرة على الأرصفة والطرق والبنية التحتية.

وعلى مستوى الجهات المعنية والمنظومة التشغيلية، تؤدي هذه الحالات إلى زيادة الحاجة إلى أعمال الرصد والصيانة والاستجابة الميدانية، وقد تتطلب توجيه فرق وموارد لمعالجة مصدر التسرب وإزالة المياه والحد من تأثيرها على الموقع. ومن ثم، فإن عدم وجود آلية منظمة للرصد وتحديد الأولويات قد يحد من كفاءة توجيه الموارد نحو الحالات الأكثر تأثيراً على حركة الحجاج، وهو ما يبرز أهمية الانتقال إلى إدارة أكثر استباقية تعتمد على الرصد المنظم والصيانة الوقائية.

أهداف الدراسة

١. حصر حالات تسرب المياه وتجمعها ضمن الحدود الإدارية لمشعر منى خلال موسم الحج، مع تصنيفها حسب نوع المصدر وارتباطها بمسارات الحجاج والمرافق الخدمية.
٢. تحليل التوزيع المكاني والزمني إحصائياً لحالات تسرب وتجمع المياه في مشعر منى خلال موسم الحج.
٣. تقييم خصائص تجمعات وتسربات المياه وتحديد مدى تأثيرها على حركة الحجاج والبيئة المحيطة.
٤. تحديد النطاقات الحرجة وأولويات التدخل الميداني بناءً على نتائج تحليل المخاطر المكانية.
٥. إعداد حزمة من التوصيات والحلول الهندسية والتشغيلية القابلة للتنفيذ، لدعم التخطيط الاستباقي واتخاذ القرار لدى الجهات التنفيذية.

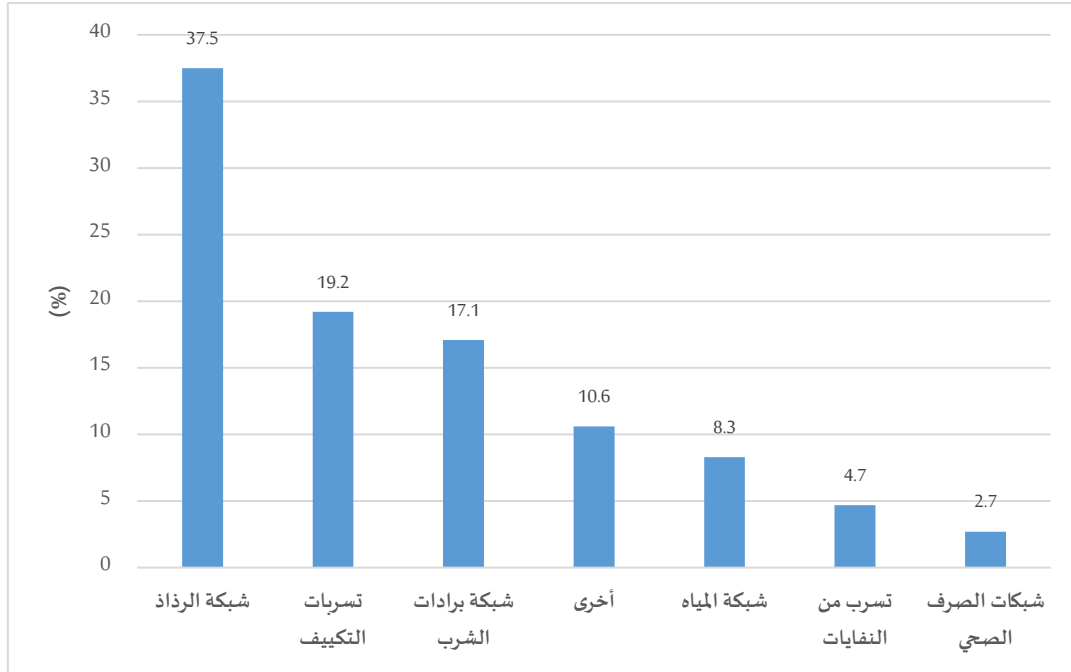
منهجية الدراسة

اتبعت الدراسة المنهج الوصفي الرصدي الميداني، ونُفذت أعمال الرصد في مشعر منى خلال أيام ١٠ إلى ١٢ من ذي الحجة ١٤٤٧ هـ. وقُسم المشعر إلى خمس مناطق للرصد الميداني وذلك تبعاً للحدود الإدارية والتشغيلية لمشعر منى. وشارك في جمع البيانات 15 راصداً ميدانياً موزعين على المناطق وفق نطاقها المكاني وطبيعة الحركة والخدمات فيها. كما تم استخدام نموذج إلكتروني موحد أُعد خصيصاً للدراسة، وشمل أربعة محاور رئيسية: بيانات التعريف المكاني والزمني، خصائص التسرب أو تجمع المياه ومصدره المحتمل، التأثيرات والمخاطر وقت الرصد، وأولوية التدخل والملاحظات. أسفرت أعمال المسح عن توثيق 41 حالة. كما خضعت البيانات للمراجعة والتحقق من الاتساق قبل التحليل، واعتمد التحليل على الإحصاءات الوصفية باستخدام التكرارات والنسب المئوية.

النتائج

أظهرت الدراسة عدداً من النتائج الرئيسية ذات الأهمية المباشرة لضيوف الرحمن والجهات المعنية بإدارة وتشغيل مشعر منى، ويمكن تلخيصها فيما يلي:

١. تم توثيق 417 حالة لتسرب أو تجمع المياه خلال فترة الرصد الميداني، ما يؤكد أهمية وجود آلية منظمة ومستمرة لرصد هذه الحالات والتعامل معها.
٢. تركزت 352 حالة (٨٤,٤%) في مسارات المشاة، وهو ما يعكس الأهمية التشغيلية للمشكلة لارتباطها المباشر بالمناطق المستخدمة في حركة الحجاج.
٣. في تحليل المصادر المحتملة لتسرب وتجمع المياه، كانت شبكات الرذاذ المصدر الأكثر تسجيلاً بنسبة 37.5%، تلتها تسربات أجهزة التكييف 19.2%، ثم شبكات برادات مياه الشرب 17.1% وشكلت هذه المصادر الثلاثة مجتمعة 73.7% من الحالات المدرجة في تحليل المصدر المحتمل (شكل ١)، ما يشير إلى أهمية التركيز عليها ضمن برامج الفحص والصيانة الوقائية.



شكل رقم 1: توزيع حالات تسربات وتجمعات المياه حسب نوع المصدر، موسم حج ١٤٤٧ هـ

٤. سجلت 224 حالة (53.7%) في مواقع ذات كثافة بشرية متوسطة أو عالية. كما تسبب التسرب أو تجمع المياه في تضيق فعلي للممر في ١٨٦ حالة من أصل ٣٩٥ حالة توفرت لها البيانات (47.1%)، بينما أدى إلى تغيير مسار المشاة في ١٥٠ حالة (36.0%)

٥. أظهرت المؤشرات البيئية المصاحبة وجود مياه عكرة ظاهرياً في ١٤٠ حالة (33.6%)، كما سُجلت روائح غير مستحبة في ١١٥ حالة من أصل ٣٩١ حالة توفرت لها البيانات (29.4%)، ووجود حشرات في 26 حالة من أصل ٣٨٩ حالة توفرت لها البيانات (6.7%) وتمثل هذه النتائج مؤشرات ميدانية تستدعي الاهتمام.

٦. فيما يتعلق بأولوية التدخل، صُنفت 71 حالة (17.0%) ضمن الأولوية العالية أو العاجلة جداً، بينما بلغ عدد الحالات المصنفة ضمن الأولوية المتوسطة أو الأعلى ٢٤٠ حالة (57.6%)، مما يبرز أهمية وجود آلية واضحة لترتيب الحالات وتوجيه فرق الصيانة والاستجابة الميدانية وفق مستوى الأولوية.

التوصيات

استنادًا إلى نتائج الدراسة، توصي الدراسة بما يلي:

ما قبل موسم الحج:

- تنفيذ فحص وصيانة مبكرة للمرافق والوصلات والصمامات وخطوط التغذية والتصريف والمواقع المعرضة للتسرب.
- إجراء جولات ميدانية للتحقق من سلامة الأسطح والممرات ووسائل تصريف المياه، خاصة في مسارات المشاة والمناطق المحيطة بالمرافق.
- تحديد الجهات والفرق الفنية المسؤولة عن معالجة الحالات ومسارات إحالة البلاغات قبل بداية الموسم.

أثناء موسم الحج:

- استمرار الرصد الميداني المنظم مع إعطاء أولوية لمسارات المشاة والمواقع ذات الكثافة البشرية المرتفعة.
- إعطاء أولوية أعلى للحالات التي تؤدي إلى تضيق الممرات أو تغيير مسار المشاة.
- معالجة مصدر التسرب وإزالة المياه المتجمعة بالتزامن للحد من تكرار الحالة واستمرار أثرها.
- تطبيق تدابير مؤقتة عند تعذر المعالجة الفورية إلى حين استكمال الإصلاح.

أتمتة الرصد والتوثيق:

- اعتماد نموذج إلكتروني موحد لتوثيق الحالات يشمل الموقع، والصورة، وزمن الرصد، والمصدر المحتمل، ومستوى الأولوية، وإجراءات المعالجة.
- ربط النموذج بمسار تشغيلي يحيل البلاغ تلقائيًا إلى الجهة المختصة ويسجل أوقات الاستجابة والإغلاق.
- تطوير مؤشرات أداء مثل زمن الاستجابة، وزمن إغلاق البلاغ، ونسبة الحالات المتكررة.

الحالات ذات المؤشرات البيئية:

- إعطاء اهتمام خاص للحالات التي تظهر فيها عكارة أو روائح غير مستحبة أو يتعذر تحديد مصدرها.
- أخذ عينات من الحالات المختارة وإجراء تحاليل لنوعية المياه عند الحاجة.

توظيف نظم المعلومات الجغرافية:

- إنشاء قاعدة بيانات مكانية تربط مواقع الحالات بخصائصها ومستوى تأثيرها وألوية التدخل.
- ربط مواقع التسرب بطبقات مسارات الحجاج والمخيمات والمرافق وشبكات المياه والصرف والخدمات.
- تحليل المواقع المتكررة والنقاط الساخنة ومقارنة الأنماط بين المواسم لدعم الصيانة الوقائية وتحديد المواقع ذات الأولوية.

المراجع

- ياغي، مها علي إبراهيم، و عبد المطلب، السمانى عبد المطلب أحمد. (٢٠١٩): "استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تحليل شبكات المياه لمنطقة الأزهرى بالخرطوم عن طريق تطبيق الشبكة الهندسية "Geometric Network" (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة النيلين، الخرطوم.
- أبو راوي، صلاح معمر. (٢٠١٧): "التفكير مكانياً لحل مشكلة الكشف عن التسرب في شبكات المياه باستخدام نظم المعلومات الجغرافية". المؤتمر الدولي للتقنيات الجيومكانية (Libya GeoTec3)، ليبيا
- الغامدي، عبدالله س.، وقطب، سعود أ. (٢٠٠٢). تقدير التسرب في شبكة توزيع المياه بمدينة مكة المكرمة. مجلة إمدادات المياه: البحث والتكنولوجيا-AQUA، ٥١(6)، ٣٤٣-349. ResearchGate
- القريشي، علي أ.، والدويليا، خالد هـ (١٩٩٤). الفاقد في شبكة توزيع المياه بمدينة الرياض. مجلة جامعة الملك سعود - العلوم الهندسية، ١٦(١)، ١٧-٢٥
- الزعروني، عيسى، علي، طارق، أتاباي، سيرتر، يلماز، عبدالله جوخان، مرتولا، محمد معروف، فتاح، كازي بارفيز، وخان، زاهد. (٢٠٢٣). تحديد المواقع المعرضة للتسرب في شبكات توزيع المياه باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. Applied Sciences
- Aldossari, M., Aljoudi, A., & Celentano, D. (2019). Health issues in the Hajj pilgrimage: A literature review. *Eastern Mediterranean Health Journal*, 25(10), 744–753. <https://doi.org/10.26719/2019.25.10.744>
- World Health Organization. (2015). *Public health for mass gatherings: Key considerations*. World Health Organization. ISBN 978-92-4-156493-9.



@Hajj_uqu



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



hajj@uqu.edu.sa