



محاضرة رقم (16)

المناخ التفصيلي للكهوف (الجزء الثاني)

The Microclimate of The Caves

خصائص الكهف المناخية التفصيلية وفقاً لتهوية الكهوف:

أولاً: خصائص الكهف المستقر المناخية التفصيلية:

Stable Caves

ثانياً: خصائص الكهف المضطرب المناخية التفصيلية:

Dynamic Caves

اعداد أستاذة المادة:

م.م. بدور فاضل

خصائص الكهف المناخية التفصيلية وفقا لتهوية الكهوف:

وفقا لتهوية الكهوف تم تصنيف الكهوف تاريخيا الى مجموعتين:

المجموعة الأولى الكهوف الثابتة (الكهوف ذات المدخل الواحد)،

والمجموعة الثانية الكهوف الديناميكية (الكهوف متعددة المداخل).

فعلى الرغم من حقيقة أن هذا التصنيف قديم للعديد من المؤلفين، لكنه ذو فائدة. فقد

يساعد في فهم الكهوف المصنفة كنماذج لتدفقات الهواء المستحدثة حراريا في تقدير تبادل

الطاقة بين الخارج والداخل.

ينعدم التبادل الاشعاعي بين الكهف والوسط الخارجي الجوي، لذا تكون اختلافات درجة الحرارة قليلة، والرطوبة عالية، والهواء هادئاً في الكهوف ذات الفتحة الواحدة وتعرف **بالكهوف المستقرة أو الهادئة**. أما في الكهوف المتعددة الفتحات فيحدث بينها وبين الوسط الخارجي تواصل بشكل مباشر، مما يسمح بوجود أنواع من الحركات الهوائية التي قد تكون قوية أحياناً، كما في الهواء البارد المتدفق خارجاً من الكهف الذي يؤثر على المناخ المجاور لفتحات الخروج، وتعرف **بالكهوف المضطربة أو الحركية**.

ونظرا لمناخ الكهوف المتميز، فإن استخداماتها متنوعة؛ فالكهوف المستقرة
صناعيا في الصخر تستخدم في تخزين البضائع نظرا لظروف درجة الحرارة
المنتظمة والرطوبة أيضا (مناخ خلوي أو حجيري). أما الانفاق التي حفرت من
أجل المواصلات (السكك الحديدية والطرق) فهي تشبه الكهوف ذات المدخلين.
وفي الحربين العالميتين، كان يتم اللجوء الى تخزين التحف الفنية والمنتجات
الصناعية وغير ذلك، في كهوف تحت الأرض. وعندما كانت تهدد حياة الناس
بالمخاطر كانوا يلجأون الى الكهوف للعيش فيها. وتستخدم الكهوف حديثا في
استنبات الفطر في فرنسا وغيرها.

أولاً: خصائص الكهف المستقر المناخية التفصيلية: Stable Caves

عند دخول كهف جبلي في يوم صيفي لطيف، يشعر المرء بتناقص سريع في شدة الإضاءة، وأن ضوء الشمس يتناقص بسرعة مع الابتعاد عن مدخلها. فتنخفض درجة الحرارة، وتقل الاختلافات اليومية الى ان تبلغ الصفر، كما تتزايد الرطوبة النسبية، وفي أعماق الكهف يقترب الهواء من التشبع ببخار الماء، ويصبح الهواء هادئاً بمجرد الابتعاد قليلاً عن فتحة الكهف، غير أنه يوجد في معظم الأحيان مزج اضطرابي للهواء عند المدخل يمكن له ان ينفذ الى مسافة قصيرة في الداخل، أو انه ربما يوجد تدفق للهواء باتجاه الداخل والخارج نتيجة لفروق درجة الحرارة إن وجدت. ومن أمثلة الكهوف المستقرة كهف جنين في فلسطين، وكهف بارادلا في هنغاريا.

يحدد موقع مدخل الكهف السلوك الفصلي لدرجة حرارة الكهف، فإذا ما كان موقع مدخل الكهف عند الحافة العليا من الكهف، أي إذا انحدر الكهف نحو الأسفل ابتداءً من مدخله، فسيحدث عند انخفاض درجة حرارة الوسط المحيط بالكهف أن يهبط الهواء البارد نحو الأسفل إلى داخل الكهف، في حين يعجز الهواء الدافئ عند ارتفاع درجة الحرارة في الخارج من الدخول إلى الكهف، لذا تعرف مثل تلك الكهوف بالكهوف الكيسية، التي تعمل كخزانات برودة مما دعي إلى تسميتها أيضاً بمخازن البرودة.

بسبب هذه الخاصية النوعية، فإن المتوسط السنوي لدرجة الحرارة في داخل الكهف تكون أدنى من درجة حرارة البيئة الخارجية المحيطة، لا سيما عندما يكون للكهف عنق شاقولي، مما يترتب على ذلك تراكم للجليد والثلج في فصل الشتاء الذي يذوب ببطء كليا، أو جزئيا في فصل الصيف، ويترافق ذلك عادة بتشكيل ضباب محلي في جهة مدخل الكهف، وإذا ما وقع مدخل الكهف على أرضية واد باردة، فسيتقوى عندئذ مفعول التبريد لداخل الكهف، ومن أمثلة الكهوف الكيسية العنقية الكهف المعروف بالحفرة الجهنمية الموجود في جبال ألغوي جنوب المانيا.

أما إذا كان مدخل الكهف في النهاية السفلى منه، فبإمكان الهواء عندئذ التدفق خارجا من الكهف لكونه أبرد من الوسط المحيط، كما أن بمقدور الهواء الدافئ التسرب من خارج الكهف الى داخله، وبينما يوجد عادة تناقص حاد في درجة الحرارة عند المدخل الوحيد للكهف لا سيما صيفا، فإن درجة الحرارة قد تتزايد فجأة عند المدخل لترتفع في الكهف بشكل خاص في فصل الشتاء، وبسبب الدفيء الشتوي النسبي تتخذ الخفافيش والحشرات من تلك الكهوف مساكن شتوية لها.

ثانياً: خصائص الكهف المضطرب المناخية التفصيلية: **Dynamic Caves**

تحتوي الكهوف المضطربة الحركية على مدخل رئيس يكون موقعه عادة في المستوى المنخفض من الكهف، وعلى مدى عدة منافذ صغيرة تصل الأجزاء العليا من الكهف بالوسط الخارجي. وفي الكهوف المتعددة الفتحات تحدث تهوية جيدة في داخلها بفعل حركة الهواء التبادلية التي تتم مع الوسط الخارجي، وتتزايد سرعة الرياح بتزايد عدد الفتحات وحجمها، كما في كهف أيس ريزنفلت في جبال داخ شتاين بالألب النمساوية، الذي يقع مدخله على مستوى ارتفاع ١٤٥٨ متراً فوق مستوى سطح البحر.

إن الذي يحدد اتجاه تيار الهواء في الكهف المضطرب هو الفرق بين درجة حرارة هواء داخل الكهف وخارجة، ففي الشتاء ينساب الهواء البارد عبر المدخل الأدنى للكهف، مبرداً صخور الكهف، وليخرج بعدها من الفتحات العليا، وهذا الهواء البارد جاف نسبياً، تنخفض رطوبته النسبية إلى 40%، ويمكن لبعض الجليد الذي يوجد في الجزء الأدنى من الكهف أن يتسامى. وفي الشتاء تنخفض درجة الحرارة إلى ما دون درجة التجمد، وعندما يبدأ الثلج في الذوبان ربيعاً، ويتسرب مائه إلى داخل الكهف يحدث تشكل كتل ضخمة من الجليد في الكهف الذي ما زالت حرارته دون الصفر المئوي.

نادرا ما يتم الشعور في داخل الكهف المضطرب بفترات الصيف الحارة خارجه، فمن أيار حتى منتصف تشرين الثاني يكون مدى درجات الحرارة يتراوح بين 1- الى 1+، ويعمل هواء الصيف الذي يدخل من الأعلى على تسخين كتل الصخر في المستويات العليا من الكهف، أما برودة الأجزاء السفلى فتعمل على زيادة الرطوبة النسبية، التي تجعل الهواء مقتربا دائما من مستوى التشبع. أن فرق درجات الحرارة ما بين داخل الكهف وخارجه كبيرة صيفا حيث تقارب 20 م° في جبال الالب. وهكذا نجد فعالية الشتاء في التبريد، وعدم فعالية الصيف في التسخين.

ويحدث في الفصول الانتقالية، التي لا يوجد تباين كبير في درجات الحرارة بين داخل الكهف وخارجه، فإن تدفق الهواء في الكهف ينعكس لفترة قصيرة. وتلعب العمليات الديناميكية في الجو الخارجي دورا هاما في التأثير على مناخ الكهف من غراديان الضغط عند الفتحات المتعددة للكهف وزيادة الرياح المحلية الجبلية أو عدمها وفروق الضغط الجبهي... الخ.