محاضرة رقم (15)

المُنـاخ التفصيلي للكهوف (الجزء الأول)

The Microclimate of The Caves

* مفهوم الكهف وكيفية تكونه
* أهمية المُناخ التفصيلي للكهوف
* خصائص الكهف المُناخية التفصيلية
* التدفق الهوائـــــي، وأهميته
* خصائص الحرارة والرطوبة

اعداد أستاذة المادة:

م.م. بدور فاضل

مفهوم الكهف وكيفية تكونه:

الكهف تجويف طبيعي تحت سطح الأرض أو في الصخور يسمح بدخول الانسان فيه، قد يكون له مدخل أو فتحة ولكن ليس بالضرورة. وتتكون الكهوف غالبا في مناطق الضعف في داخل الصخور، لا سيما في أماكن التقاء الشقوق والمفاصل وتؤدي عمليات الذوبان وعمليات النحت المائي المستمرة الى توسيعها.

وتختلف الكهوف فيما بينها من حيث أعماقها بالنسبة لسطح الأرض، فبعضها يتكون على أعماق قريبة من سطح الأرض بينما يتكون بعضها الاخر على أعماق بعيدة جدا من سطح الأرض، كما يتألف البعض منها من حجيرة واحدة أو حجيرات معدودات، بينما يتركب بعضها الاخر من حجيرات عديدة تتميز بعظم اتساعها وعلو سقفها.

يسود في الكهوف الصغيرة والكبيرة التي تتشكل في الجبال بخاصة في المناطق الكارستية حيث الصخور الكلسية القابلة للتحلل بالماء نموذج مناخي مميز ذو أهمية كبرى من جوانب متعددة. ولا تقتصر تلك الكهوف على الجبال، بل نجدها في أمكنة أخرى (هضاب، وسهول مرتفعة).

وتنتشر الكهوف في معظم ارجاء العالم ولكن لا يتم استكشاف وتدوين إلا القليل منها من قبل المختصين. حيث غالبا ما ترتبط عملية استكشاف الكهوف باهتمام البلد والمنطقة بهذا النوع من التضاريس. فتظهر الكهوف المستكشفة منتشرة في دول مثل ليبيا في منطقة الجبل الأخضر الجبلية وفرنسا وأستراليا وإيطاليا والولايات المتحدة الامريكية. ويعد كهف الماموث في الولايات المتحدة الامريكية من أطول الكهوف في العالم، وأن أعمق كهوف العالم موجودة في فرنسا، إذ يزيد عمق بعضها عن ٣٠٠٠ قدم تحت سطح الأرض.

أهمية المُناخ التفصيلي للكهوف:

المناخ التفصيلي للكهف هو مكون رئيس للبيئة الداخلية للكهف. وان فهم عمليات المناخ التفصيلي مهم بشكل خاص في إدارة الكهوف السياحية المستخدمة بكثافة. وتحدد حرارة ورطوبة الكهف خصائص المناخ التفصيلي له.

فعملية نقل الحرارة والرطوبة قد تؤدي الى أنماط مكانية وزمنية متميزة في مناخات الكهوف. ويمكن للتفاعل الهوائي بين خارج الكهف الكهف وداخله من توضيح التغيرات المكانية وكذلك التغيرات القصيرة الأجل والموسمية للحالات الحرارية والرطوبة لجو الكهف.

وبوجه عام، إن مناخ الكهف مماثل تقريبا لمناخ الأرض المجاورة له في مستويات العمق نفسها، أي أنه كالمناخ السائد في السنتمترات (10، 19- 21) من مناخ التربة.

لقد أدرك العلماء من مختلف التخصصات الدور القيم للكهوف الأرضية كمختبرات طبيعية مثالية لدراسة العديد من العمليات التطورية البيئية، من الجينات الى النظم البيئية. نظرا لأن الكهوف والموائل الأخرى تحت الأرض هي أنظمة شبه مغلقة تتميز باستقرار حراري ملحوظ، وهي أيضا تمثل أنظمة ثاقبة لفهم آثار تغير المناخ على التنوع البيولوجي في الموقع.

خصائص الكهف المناخية التفصيلية:

التدفق الهوائي:

يعد تدفق الهواء المكون الرئيس لمناخ الكهوف الصغيرة. ويتم تحديد سرعة واتجاه التدفق من خلال الفرق بين كثافة الهواء الخارجي والداخلي. ونظرا لأن كثافة الهواء تعتمد بشكل أساس على درجة حرارة الهواء للكهوف ذات النطاق الرأسي الصغير، لذا يمكن استخدام درجة الحرارة كمؤشر رئيس لتدفق الهواء.

فعندما يكون الهواء الخارجي أكثر برودة وبالتالي أكثر كثافة من هواء الكهف، يرتفع هواء الكهف الأكثر دفئا ويتدفق متجها عبر المدخل العلوي ويتم استبداله بهواء بارد عند المدخل السفلي. ويُشار الى هذا التدفق الصاعد باسم **تدفق الشتاء (هواء أكثر برودة خارج الكهف)**، ويمكن أن يحدث في أي وقت من السنة أيضا.

أما عندما يكون هواء الكهف أكثر برودة وكثافة من الهواء خارج الكهف، فإنه يتدفق عبر الكهف ويخرج من المدخل السفلي. ويُشار الى هذا التدفق النزولي **بتدفق الصيف** **(هواء دافئ خارج الكهف)**، وهو يمكن أن يحدث في أي وقت خلال أي يوم من السنة أيضا، اعتمادا على النظام المناخي في المنطقة التي يقع فيها الكهف. وفي الأوقات الانتقالية عندما يكون تدرج درجة الحرارة داخل الكهف وخارجه صغيرا، يكون هناك القليل من تدفق الهواء أو لا يوجد تدفق.

أن تبادل الهواء بين الكهف وخارجه يعد عاملا متحكما في مناخ الكهوف التفصيلي بل بالظروف البيئية للكهف. فعن طريقه يتحدد مدى تشابه حالة الحرارة والرطوبة في بيئة الكهف مع الصخور المحيطة أو الهواء الخارجي.

أهمية التدفق الهوائي:

تعد الحالة الحرارية والرطوبة لهواء الكهف حاسمة في تحديد حالة بيئة الكهف. وأن أحد المبادئ الرئيسة لعلم مناخ الكهوف هو أن جو الكهف هو نتيجة الدرجة التي يتم بها تعديل تأثيرات التأفق الحراري والرطوبة من خارج الكهف من خلال عمليات نقل الحرارة والرطوبة الداخلية. وفي غياب التأفق، يتبنى هواء الكهف الخصائص الحرارية والرطوبة للصخور المحيطة، كما هو الحال في الكهف المغلق تمامًا.

بدلاً من ذلك، يعتمد الهواء الذي يتحرك عبر الكهف على تغيير معين أثناء تحركه نحو توازن حراري ورطب مع صخرة الكهف المحيطة. ومن الواضح أن تعديل مداخل الكهوف الطبيعية أو إضافة مداخل جديدة، مثل التي قد تكون مطلوبة للوصول الى الزائرين، سيؤثر على تبادل الهواء مع الخارج، مما يؤدي الى الاحترار غير الطبيعي وربما المدمر أو التبريد أو التجفيف لأسطح الكهوف.

يعد دوران هواء الكهف (تهوية الكهف) ظاهرة مهمة تؤثر على عمليات الكارست المختلفة من خلال التحكم في المتغيرات المناخية للكهف. على وجه الخصوص، وتتحكم التهوية بمستويات غاز الكهوف من (CO_2, Rn)، وتركيزات الجسيمات من (الغبار، والهباء الجوي)، ودرجة الحرارة والرطوبة.

خصائص الحرارة والرطوبة:

أن درجة حرارة الكهف هي تقريبا متوسط درجة الحرارة المحلية للغلاف الجوي، ولكن ذلك يرتبط بهيكل الكهف وموقعه. فدرجة حرارة الكهف لا تعتمد فقط على الارتفاع داخل الجبل، ولكن أيضا في معرض أو رواق الكهف، لأن الفروقات الحرارية يمكن أن تكون كبيرة جداً.

أن عمليات نقل الحرارة والكتلة تحدد الأنماط المكانية والزمنية لدرجة الحرارة وظروف الرطوبة في الكهف، وهي كما يأتي:

1- درجة حرارة الهواء الخارجي والرطوبة النسبية والرطوبة النوعية (أو درجة حرارة نقطة الندى).

2- انتقال الحرارة المحسوسة والكامنة من والى الهواء المتحرك عبر الكهف وأسطح الكهف.

3- تدفق البخار بين هواء الكهف وأسطح الكهوف.

تظهر الاتجاهات الموسمية والقصيرة المدى في مناخ الكهف أنه خلال فصل الشتاء يعاني الكهف من خسارة صافية في الحرارة والرطوبة. وينتج عن ذلك تبريد صخور الكهف واستنزاف الرطوبة داخل الكهف. وفي الصيف، ينتج عن المكاسب الصافية للحرارة والرطوبة زيادة في درجة حرارة الصخور وإضافة الرطوبة الى الكهف في شكل تكثيف. وتعكس الأنماط الموسمية، وخاصة الرطوبة النوعية، فترة أطول لفقدان الرطوبة من اكتسابها.