كهوف البلايزة غرب أسيوط*

"أول كهوف المحاليل الحرمائية المكتشفة فى وادى النيل فى مصر"

د. أشرف أبوالفتوح مصطفى**

الملخص:

تشير دراسات الكهوف والكارست فى مصر إلى نشأتها بفعل الأمطار أثناء الفترات الرطبة منذ أواخر عصر الإيوسين حتى منتصف الهولوسين، يطلق على هذا النوع من الكارست أو الكهوف اسم "كارست التدفق الهابط" أو الكارست الإيبوجيني. تقدم الدراسة الحالية أدلة جيومورفولوجية وجيولوجية على نمط آخر من الكهوف نشأ مستقلا عن الظروف الجوية أى غير مرتبط بالأمطار، ويطلق على هذا النوع من الكهوف اسم "كهوف التدفق الصاعد" أو كهوف هيبوجينية، فالمياه والغازات المتحكمة فى نشأة هذا النوع تدفقت من باطن الأرض، ونظرا لتدفق مياه هذا النوع من أعماق كبيرة فهى عادة ما تكون ساخنة ولهذ يطلق عليها "حرمائية"، كما أنها تصبح غنية بغاز ثانى أكسيد الكربون وكبريتيك الهيدروجين، ولهذا فإن لها القدرة على إذابة العديد من معادن الصخور وتتحول إلى محاليل. تتناول الدراسة الحالية كهوف البلايزة الحرمائية "الهيبوجينية" التى تقع على الجانب الغربي لوادى النيل فى أسيوط، أى على الجانب الغربي لخانق نهر الإيونيل الميسينى الذى نشأ أواخر عصر الميوسين منذ ٥,٤ مليون سنه تقريبا، وقد نشأت هذه الكهوف فى صخور كربونية ترجع إلى عصر الإيوسين الأدنى بين تكويني الزاوية ودرنكة.

أمكن رصد العديد من خصائص الكهوف الحرمائية أو ما يسمى "التركيبة المورفولوجية للتدفق الصاعد" من خلال مكونات مورفولوجية ثلاثة هى: المداخل أو المغذيات، الأشكال الإنتقالية على الجوانب والسقف، وأخيرا المخارج أو المنافس التى تتصرف منها مياه الكهوف إلى أعلى. كما تم وصف أشكال مختلفة لممرات هذا النوع من الكهوف، وتم التعرف على أنماط كهوف متاهات ثنائية الأبعاد، وكهوف متاهات ثلاثية الأبعاد متعددة الطوابق. أوضحت نتائج التحليل الكيميائي بإستخدام الميكروسكوب الإلكترونى شيوع الكالسيت وأكسيد الحديد وأكسيد المنجنيز. تقترح الدراسة الحالية نشأة هذا النوع من كهوف البلايزة خلال عصر الأوليجوسين الذى شهد نشاط بركانى وتصاعد مياه حارة، وعلى هذا فإن نشأة كهوف البلايزة قد سبقت نشأة خانق الإيونيل أواخر الميوسين.

الكلمات الإفتتاحية : أسيوط، وادى النيل، الكارست، كهوف المحاليل الحرمائية.

---

* ألقى هذا البحث فى سلوفينيا بمؤتمر

21th International Karstological School "Classical Karst": Hypogene Speleogenesis (between theory and reality). Karst Research Institute ZRC SAZU. Postojna, 2013.

** أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا والخرائط بكلية الآداب – جامعة السويس.

المقدمة :

شهدت دراسات الكارست عموما والكهوف بوجه خاص تطورا ملحوظا فى مصر خلال العقدين الأخيرين، وكان ذلك بفضل الدراسات الجيوأركيولوجية والجيولوجية والجيومورفولوجية التى تمت خلال هذه الفترة. تكاد تتفق الدراسات التى اهتمت بدراسة الكهوف والكارست على نشأتها بفعل الأمطار التى كانت تسقط على الصحارى المصرية خلال الفترات المطيرة منذ أواخر عصر الإيوسين– حتى منتصف الهولوسين، أى أن هذه المظاهر قد نشأت مرتبطة بالأمطار (Embabi, 2004). يطلق على مظاهر الكارست التى تنشأ بفعل الأمطار أو ما يسمى بالمياه الجوية، اسم Epigenic Speleogenesis or Epigenic Karst أو ما سوف يصطلح عليه خلال هذا البحث باسم "كارست التدفق الهابط" أى الذى ينشأ بفعل تدفق مياه الأمطار من أعلى إلى أسفل. إن تفسير نشأة الكارست على أنه "كارست تدفق هابط" بفعل المياه الجوية لم يكن مقتصرا على الدراسات التى تمت فى مصر فقط، بل كان توجها عاما فى غالبية دراسات الكارست على مستوى العالم (Ford and Williams, 1989; White, 1989).

ظهر اتجاه آخر معاكس للتوجه السابق يفسر نشأة بعض الكهوف وأشكال الكارست بشكل مستقل تماما عن المناخ وتحديدا الأمطار، وأطلق على هذا النوع من الكارست Hypogenic Speleogenesis or Hypogenic karst أو ما أصطلح عليه فى البحث الحالى اسم "كارست التدفق الصاعد". فالمياه والغازات المتحكمة فى نشأة هذا النوع من الكهوف متدفقة من أسفل وتحديدا من باطن الأرض وبمعزل عن المناخ والمياه الجوية تحديدا. ومن المنظور الجيومورفولوجي فإن كهوف التدفق الصاعد تنشأ مستقلة عن الجريان السطحى وعلى أعماق كبيرة نسبيا، إلا أن العامل الرئيسي فى انكشاف هذا النوع من الكارست هو التعرية السطحة بفعل عمليات التخفيض.

من ناحية أخرى فإنه قد يحدث تداخل بين ملامح كارست التدفق الهابط وكارست التدفق الصاعد، وغالبا ما يكون ذلك من خلال انطباع كارست التدفق الهابط على ملامح كارست التدفق الصاعد الذى عادة ما يكون أقدم. ونظرا لأن هذا التدفق الصاعد يتمثل فى تأثير المياه الساخنة المتدفقة من أعماق كبيرة متأثرة بإرتفاع درجة حرارة باطن الأرض، ونظرا لإذابة المياه الساخنة لبعض المعادن، لهذا أطلق على كهوف هذا النوع اسم "كهوف المحاليل الحرمائية" Hydrothermal. تجدر الإشارة إلى أن ما يقرب من ١٠% من كهوف العالم المكتشفة التى كانت مصنفة على أنها كهوف تدفق هابط بفعل المياه الجوية حتى عام ١٩٩١ قد أعيد تصنيفها على أنها كهوف تدفق صاعد بعد دراستها مرة ثانية، وتم التعرف على الملامح التى تميز هذا النوع (Palmer, 1991). وهذه النسبة آخذة فى الزيادة.

تتسم كهوف التدفق الصاعد الحرمائية بالعديد من السمات المميزة لها عن كهوف التدفق الهابط، ويركز البحث الحالي على العديد من هذه السمات فى منطقة البلايزة جنوب غرب مدينة أسيوط بحوالى ٢٠ كم (شكل ١)، ويعالج ذلك من خلال المحاور الرئيسية التالية:

أولا: جيومورفولوجية وجيولوجية منطقة الدراسة.

ثانيا: ميكانيكية الإذابة فى كهوف المحاليل الحرمائية المتصاعدة.

ثالثا: الأشكال الجيومورفولوجية فى كهوف المحاليل الحرمائية بمنطقة البلايزة.

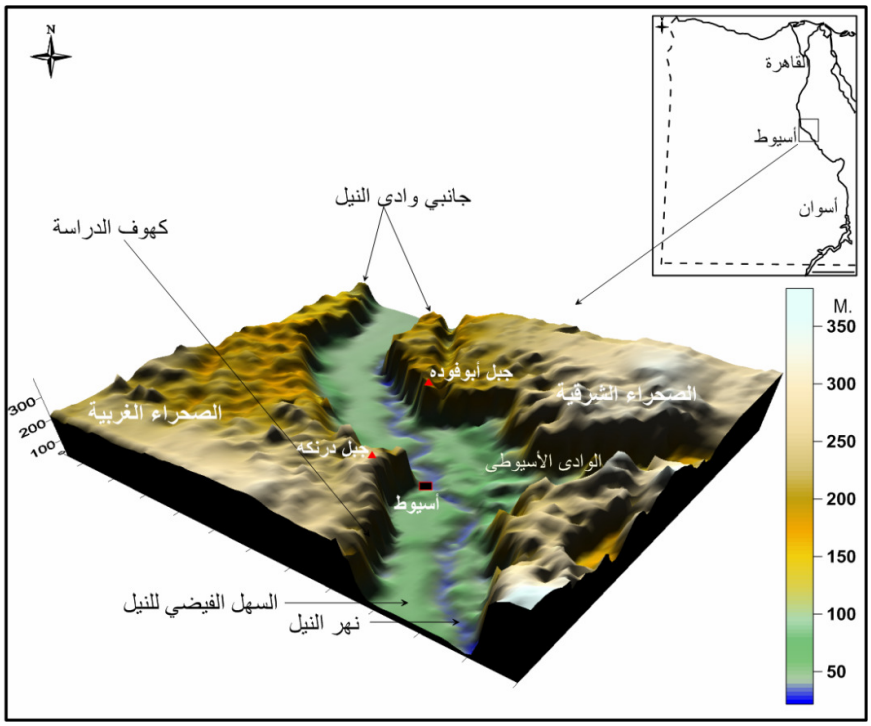
رابعا: مورفولوجية ممرات كهوف المحاليل الحرمائية.

خامسا: أنماط كهوف المحاليل الحرمائية.

سادسا: رواسب الكهوف الحرمائية:

- الركام والكتل المتساقطة.
- رواسب المحاليل الحرمائية.

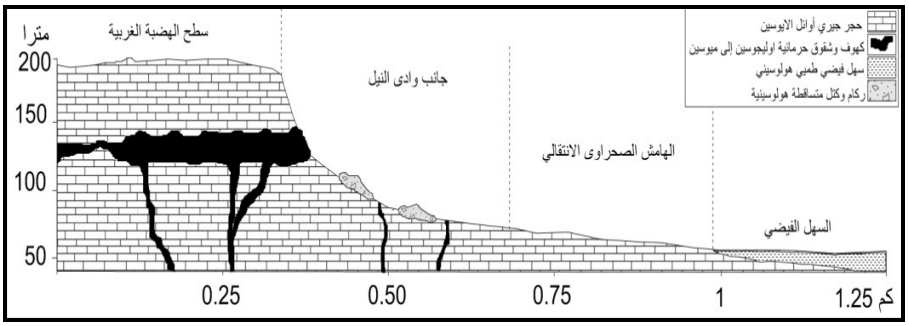
سابعا: المناقشة والإستنتاج.



شكل (١) : مجسم يوضح موقع كهوف الدراسة والوحدات الجيومورفولوجية الرئيسية المحيطة بها فى وادى النيل فى محافظة أسيوط.

أولاً – جيومورفولوجية وجيولوجية منطقة الدراسة :

تقع كهوف البلايزة على الحافة الغربية لوادى النيل على منسوب يتراوح ما بين ١٢٥ مترا إلى ١٤٠ مترا، وترتفع هذه الكهوف عن السهل الفيضي المجاور بحوالى ٧٣ مترا فى المتوسط. يمكن تقسيم منطقة الكهوف إلى أربع وحدات جيومورفولوجية رئيسية (شكل ٢): الأولى هى سطح الهضبة الغربية ويتراوح منسوبها ما بين ٢٠٠ مترا و٢٨٠ مترا، ويتسم سطحها ببعض الظواهر الجيوموروفولوجية مثل الأودية وبالوعات الإذابة والممرات الضخمة والمنخفضات، هذا فضلا عن تلال من التجمعات الحصوية ومسطحات تربة حمراء وفرشات كالسيت وكهوف منهارة وبعض الياردنج التى تأخذ نفس اتجاه الرياح الشمالية الغربية السائدة. أم الوحدة الثانية فهى حافة وادى النيل التى تكونت فيها كهوف البلايزة، ويحدد قمة هذه الحافة خط كنتور ٢٠٠ متر تقريبا، وهى بذلك ترتفع عن سطح الهامش الصحراوى المجاور بحوالى ١٢٢ مترا، وحوالى ١٤٦ مترا عن السهل الفيضيى. تجدر الإشارة إلى أن هذه الحواف الغربية قد نشأت مع نشأة خانق نهر الإيونيل بمصر (المعروف بوادى النيل) مع نهاية عصر الميوسين منذ ٥,٤ مليون سنه تقريبا (Said, 1981)، أما الوحدة الجيوموروفولوجية الثالثة فهى الهامش الصحراوى الإنتقالي بين حافة وادى النيل والسهل الفيضي، يتراوح عرض هذا الهامش ما بين ٣٢٠ مترا إلى ٦٢٠ مترا، كما يتراوح منسوبه ما بين ٥٥ مترا و٧٨ مترا. لم يستدل على أى بقايا لمدرجات نهرية فى هذا النطاق من منطقة الدراسة. أما الوحدة الرابعة فهى السهل الفيضي وقد تراوح منسوبه ما بين ٥٢ مترا إلى ٥٤ مترا. أرسب هذا السهل بفعل فيضان نهر النيل منذ بداية عصر الهولوسين تقريبا، حيث رواسب الطمي السوداء المنقولة من هضبة إثيوبيا.



شكل (٢) : رسم توضيحي لقطاع تضاريسي يوضح الوحدات الجيومورفولوجية الرئيسية بمنطقة الدراسة وموقع كهوف البلايزة بالنسبة لها.

ومن الناحية الجيولوجية فإن كهوف البلايزة قد نشأت فى صخور كربونية وتحديدا الحجر الجيرى الذى ترسب أوائل عصر الإيوسين (Said, 1962). وتمتد هذه التكوينات إلى الشمال والجنوب من منطقة الدراسة فى محافظة أسيوط. كما تظهر صخور الحجر الجيري التى تنتمى لأوائل الإيوسين على الجانب الشرقى لوادى النيل، حيث فصل هذه التكوينات التى تنتمى لذات العمر الجيولوجي على الجانبين نشأة خانق الإيونيل (أى وادى النيل) فى نهاية عصر الميوسين كما سبق ذكره.

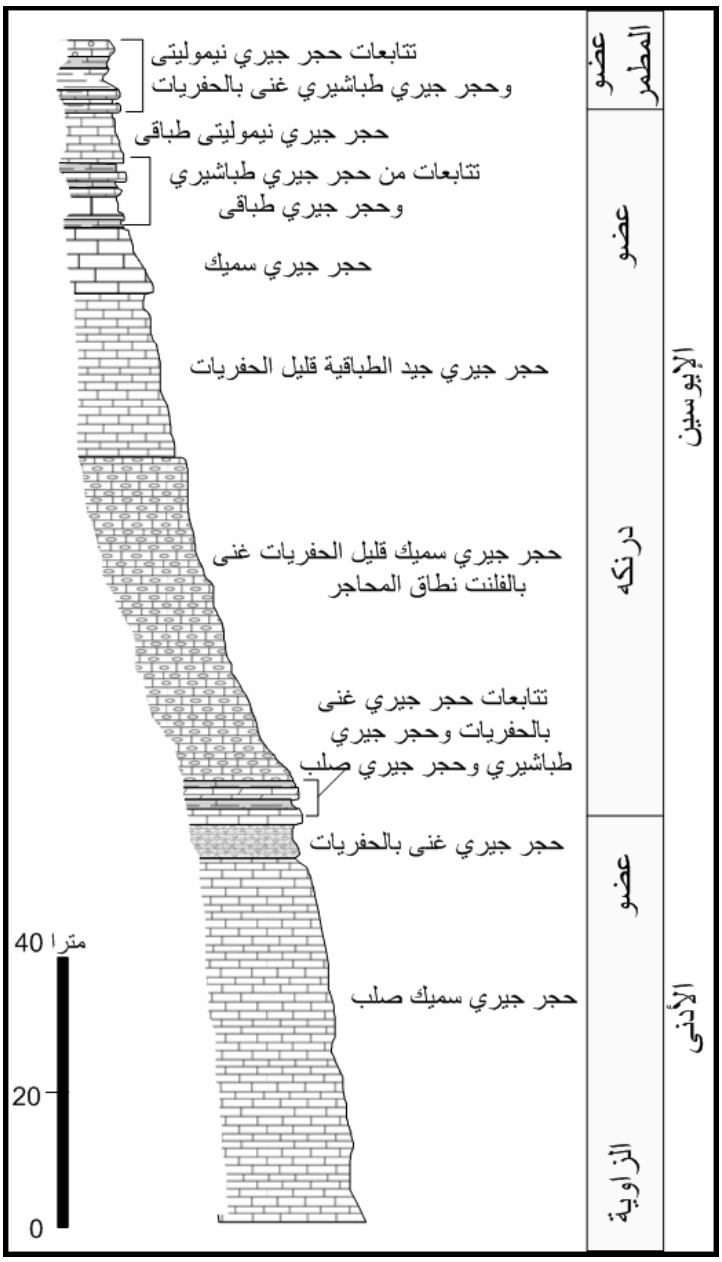
تنقسم تكوينات الإيوسين الأدنى من أسفل إلى أعلى لأربعة تكوينات رئيسية هى تكوين الزاوية، وتكوين درنكة، وتكوين المطمر، وأخيرا تكوين الإبراهيمي، وقد سجل ثلاثة منها بوضوح فى قطاع جبل درنكه شمال منطقة الدراسة مباشرة (شكل ٣) (Omara & El-Tahlawi, 1972). وصف Khedr, 1972 هذا القطاع بشكل تفصيلى من خلال ٣٤ وحدة ليثولوجية متباينة الخصائص بلغ سمكها ١٨٤,٩ مترا، وعبر هذا القطاع عن التتابع فى منطقة البلايزة وإن كان الأخير أقل ارتفاعا.

١) تكوين الزاوية :

يمثل تكوين الزاوية القطاع السفلى من تتابع الحجر الجيري الإيوسينى الأدنى، حيث سجل أكبر سمك له فى منطقة الزاوية بجوار منطقة الدراسة مباشرة وبلغ ٦٠ مترا، قوامه من حجر جيري سميك صلب، ويميل هذا التكوين فى خصائصه إلى الحجر الجيرى الدولوميتى، ويعد تكوين الزاوية جزءا من النطاق الرئيسي للمحاجر القديمة الموجودة بالمنطقة، يميل هذا التكوين فى الجزء العلوى منه إلى حجر جيري أقل سمكا وغنى نسبيا بالحفريات، ويمثل سمك هذا القطاع ثلث طول الحافة تقريبا. الجدير بالذكر أنه عند نهاية هذا التكوين يبدأ ظهور كهوف المحاليل الحرمائية المتصاعدة بمنطقة البلايزة، وقد رصد بتكوين الزاوية بعض الشقوق الناتجة عن هذه المحاليل.

٢) تكوين درنكة :

يقع القطاع النموذجى لتكوين درنكة شمال منطقة الدراسة فى جبل درنكة حيث يعلو تكوين الزاوية، ويبلغ سمكه قرابة ١١٥,٥ مترا أى حوالى ٦٢,٥٪ من إجمالى طول الحافة الغربية بالمنطقة، وتتسم العشرة أمتار الأولى من هذا التكوين بتبادل طبقاتها ما بين حجر جيرى غنى بالحفريات إلى حجر جيرى دولوميتى صلب إلى حجر جيري طباشيري طبيقى، وتجدر الإشارة إلى أن التركز الرئيسي لأغلب كهوف المحاليل المتصاعدة يوجد فى الجزء الإنتقالي بين تكوين الزاوية وتكوين درنكة وتحديدا فى العشرة أمتار الأولى من تكوين درنكة. ويعلو العشرة أمتار الأولى من تكوين درنكة طبقة من حجر جيري يبلغ سمكها حوالى ٥٠ مترا، وتتسم بوجود طبيقات من الفلنت، ثم يعلوها طبقة من الحجر الجيري جيد الطباقية يبلغ سمكها قرابة ٢٥ مترا، ثم طبقة أخرى من الحجر الجيري سمكها ١٠ أمتار تتسم بوجود طبيقات فلنت، ويعلوها تبادلات من الحجر الجيري بسمك ٢٠ مترا.



شكل (٣) : قطاع جيولوجى لتتابع تكوينات أوائل الإيوسين
على الحافة الغربية لوادى النيل بمنطقة درنكة

المصدر: معدل عن Omara & El-Tahlawi 1972; Khedr, 1972.

٣) تكوين المطمر :

يعلو تكوين المطمر تكوين درنكة بسمك لا يزيد عن ١٠ أمتار، وقوام هذا التكوين تبادلات من حجر جيري طباشيري غنى بالحفريات إلى حجر جيري نيموليتى.

ثانياً – ميكانيكية الإذابة فى كهوف المحاليل الحرمائية المتصاعدة :

من المتعارف عليه فى نشأة الكهوف العادية، التى تنشأ بفعل مياه الأمطار، أن عملية الإذابة تتم بفعل إذابة ثانى أكسيد الكربون الجوى فى مياه الأمطار، فتتحول مياه الأمطار إلى حمض كربونيك مخفف له قدرة كبيرة على إذابة الصخور لاسيما الجيرية، ويزيد من أثر ونشاط عملية الإذابة السطحية بفعل مياه الأمطار وجود تربة ونبات طبيعى، حيث يؤدى ذلك إلى انبعاث كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون تبلغ أضعاف الكميات العادية الموجودة فى الهواء الجوى، وذلك نتيجة التفاعلات العضوية ونشاط دور الطحالب والبكتريا.

إن الطريقة التى تعمل بها عملية الإذابة فى الكهوف العادية السابقة تختلف تماما عن تلك التى تتم فى حالة كهوف التدفق الصاعد للمحاليل الحرمائية محل الدراسة، فهناك اختلافا جوهريا بين مصدر المياه المتحكم فى الإذابة وخصائصها الحرارية والكيميائية واتجاه تدفقها، لهذا تختلف ديناميكية عملية الإذابة فى الكهوف الحرمائية عن الكهوف العادية، وإن اشتركا فى أهمية دور ثانى أكسيد الكربون فى الحالتين على الرغم من اختلاف مصدره. تكاد تتفق دراسات كهوف التدفق الصاعد للمحاليل الحرمائية على أن نشأة هذا النوع من الكهوف فى الصخور الجيرية يتطلب مياه محملة بغاز ثانى أكسيد الكربون أو كبريتيك الهيدروجين H_2S أو كلاهما (Klimchock, et al., 2000; Dublyansky, 2005; Klimchock, 2007; Andreychock, et al., 2009; Audra et al., 2009)، وفيما يلي شرح مختصر لميكانيكية الإذابة المتحكمة فى نشأتها.

١) الإذابة بفعل المياه المحملة بغاز ثانى أكسيد الكربون CO_2 :

تتسم المياه المتصاعدة من أعماق كبيرة بإرتفاع درجة حرارتها نتيجة إرتفاع درجة حرارة باطن الأرض، لهذا توصف بأنها "حرمائية" Hydrothermal، كما تتسم هذه المياه المتصاعدة بتشبعها بغاز ثاني أكسيد الكربون الذى يتسم بوجود مصادر متنوعة له أسفل السطح، من هذه المصادر النشاط النارى والعمليات المرتبطة به فى باطن الأرض، والتحول الحرارى فى الصخور الكربونية، وأكسدة المكونات العضوية الموجودة فى الصخور الكربونية بفعل المؤكسدات المعدنية. تجدر الإشارة إلى أن المياه المتصاعدة من أسفل ومحملة بغاز ثانى أكسيد الكربون تزداد قدرتها على الإذابة مع تصاعدها لأعلى، ولكن مع اقترابها من سطح الأرض تنخفض قدرتها على الإذابة بشكل مفاجئ نتيجة اختلاف

الضغط والحرارة، وقد أدى ذلك إلى وجود نطاقين جيوكيميائيين: الأول نطاق ذوبان الصخور الكربونية وذلك فى الأعماق، والثاني نطاق ترسيب الكربونات بالقرب من السطح.

٢) الإذابة من خلال أكسدة كبريتيك الهيدروجين H_2S :

يعد كبريتيك الهيدروجين ثاني أهم مصدر لحموضة المياه المؤثرة فى الإذابة ونشأة الكهوف الحرمائية، ويتكون فى أغلبه نتيجة اختزال الكبريتات Sulfates. على العكس من المياه الغنية بثانى أكسيد الكربون، فإن المياه الغنية بكبريتيك الهيدروجين عادة ما تكون قدرتها على الحت محدودة فى باطن الأرض، لكنها تزداد بشكل كبير عندما تتصاعد لأعلى وتختلط مع المياه الجوفية الغنية بالأكسجين بالقرب من سطح الأرض، أو عندما تتكشف للهواء الجوى. ينتج عن ذلك حدوث أكسدة سريعة لكبرتيك الهيدروجين ويتحول إلى حمض كبريتيك H_2SO_4 له قدرة كبيرة على حدوث الإذابة، وتعرف هذه الميكانيكية المؤثرة فى نشأة هذا النوع من الكهوف باسم (SAS) أى Sulfuric Acid Speleogenesis وعادة ما تسود هذه الميكانيكية عند مستويات غير عميقة قريبة من سطح الأرض، سواء كانت تحت مستوى الماء الأرضي أو فوقه. وتجدر الإشارة إلى أنه عندما تختلط مياه محتوية على ثانى أكسيد الكربون مع مياه محتوية على حمض الكبريتيك فإن القدرة على الحت أو تآكل الحجر الجيري تكون أعظم بكثير مما فى حالة انفراد دور أى منهما.

يطلق على عملية الحت أو التآكل الناتجة عن اختلاط مياه مختلفة الخصائص الكيميائية اسم عملية "حت التآكل المختلط" "Mixing Corrosion" ونظرا لأن حالات اختلاط المياه شائعة من المنظور الهيدروجيولوجى، لهذا تعد هذه العملية من العمليات المهمة فى ميكانيكية نشأة الكهوف الحرمائية، ويساعد فى ذلك انتقال المياه بين تكوينات جيولوجية وخزانات جوفية مختلفة، بالإضافة إلى حركة المياه بشكل رأسي وأفقي فى الخزانات الجوفية، فضلا عن تأثير المياه المتدفقة لأسفل. وتعد عملية الإختلاط السابقة، بالإضافة إلى عملية التبريد Cooling التى تطرأ على المحاليل أثناء تصاعدها نحو السطح، وعملية اختزال الكبريتات، وأخيرا عملية Dedolomitization بمثابة عمليات إعادة "تجديد الشباب" للمحاليل، حيث تكسب العمليات السابقة المياه أوالمحاليل القدرة على تجديد نشاطها وقدرتها على الإذابة أثناء التدفق.

ومن العمليات الأخرى المهمة التى يمكن أن تنشأ أشكال مميزة تلك الناتجة عن البخار الناتج عن المحاليل الحرمائية، وتنشط هذه العملية فوق مستوى الماء الأرضي، ويطلق عليها "حت التكاثف" Condensation corrosion حيث يحدث تكاثف للبخار الساخن على جوانب الفجوات والحجرات الباردة نسبيا، وهو ما يؤدى إلى توسعتها ونشأة ظاهرات مميزة تشير إلى ميكانيكية عملية تكاثف البخار وانسياب المياه كما سوف يتضح.

ثالثاً – الأشكال الجيومورفولوجية فى كهوف المحاليل الحرمائية بمنطقة البلايزة :

يناقش هذا الجزء من الدراسة الأشكال التى تميز الكهوف الحرمائية فى منطقة البلايزة، وقد أمكن التوصل إلى ثلاثة عشرة كهفا تحمل خصائصها ملامح حرمائية (شكل ٤)، ويتضح من جدول (١) أن عرض مداخل الكهوف تراوح بين ١,٣–٣٥ مترا، كما تراوح ارتفاعها ما بين ١–٥ أمتار، أما العمق فلم يتمكن من التعرف عليه بشكل كامل نظرا لتشعب هذه الكهوف إلى ممرات عديدة طويله، وإنسدادها أحيانا بالكتل والمواد المتساقطة، وقد تطلب الوصول إلى نهاية هذه الكهوف أدوات وأجهزة كان من الصعب توافرها، والبيانات المتاحة تشير إلى تباين العمق الظاهر ما بين ٧,٨–٧٠ مترا.

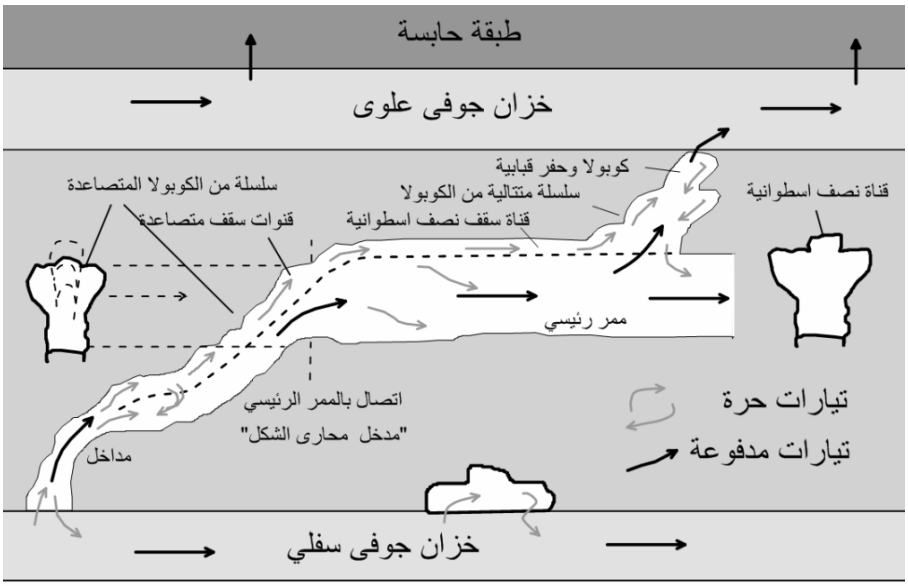
جدول (١) : أبعاد مداخل كهوف التدفق الصاعد فى منطقة البلايزة (بالمتر).

م	العرض	الإرتفاع	العمق	م	العرض	الإرتفاع	العمق
١	٣,٠	١,٠	؟	٨	٤,٣٠	٢,٤٠	؟
٢	٢٦,٣٠	٤,٠	١٣,٧٥	٩	٤,٢٥	٢,٣٠	؟
٣	٥,٧٠	٤,٠	٧٠	١٠	٢١,٨٠	٣,٧٠	؟
٤	٢٢,٥	٣,٢٠	٧,٨٠	١١	١,٣٠	٢,٠	؟
٥	٩,٠	١,٧٥	؟	١٢	١٣,٠	٢,٣٠	؟
٦	٤,٤٠	٢,٢٠	؟	١٣	٣٥,٠	٥,٠	؟
٧	٢,٠	٣,٠	؟				

المصدر: الدراسة الميدانية.

تتسم مورفولوجية هذا النوع من الكهوف بالعديد من الدلائل التى تشير إلى أصلها وتطورها المرتبط بتصاعد المحاليل الحرمائية من أسفل، هذه الخصائص أو الدلائل لا تتوافر أغلبها فى النوع الآخر من الكهوف العادية الذى ينشأ بفعل ماء المطر المتسرب من السطح إلى أسفل. والتعرف الدقيق على هذا النوع من الكهوف الحرمائية يمكن أن يتم من خلال السمات المورفولوجية لكل مظهر من مظاهرها، ولكن الأفضل هو دراسة السمات المورفولوجية لكل مظهر وعلاقته بباقى نظام التدفق الصاعد. لهذا استخدم نفس طريقة الدراسة المورفولوجية التى تناول بها Klimchock, 2007 وآخرون مثل هذا النوع من الكهوف فى مناطق مختلفة من العالم، وذلك من خلال ما أسماه "التركيبة المورفولوجية للتدفق الصاعد "The morphological suite of rising flow" (MSRF)، وتشمل هذه التركيبة ثلاثة مكونات رئيسية هى: (شكل ٥).

شكل (٤) : مجموعة من كهوف التدفق الصاعد الناتجة عن تدفق محاليل حرمائية فى منطقة البلايزة، وتشير الأسهم إلى عدد من كهوف هذا النوع التى نشأت بإمتداد وحدة جيولوجية واحدة أكسبت الكهوف توزيعا عرضيا.



شكل (٥) : التركيبة المورفولوجية للتدفق الصاعد، حيث توضح التكوينات الثلاثة الرئيسية المتمثلة فى المداخل أو المغذيات، ومجموعة الأشكال الإنتقالية، والمخارج أو المنافس.

المصدر: Klimchock, 2007

- المداخل أو المغذيات (Inlet, Feeders or riser) التى تغذى نظام الكهف بالمياه المتصاعدة من أسفل.
- الأشكال الإنتقالية التى تنشأ على الجوانب والسقف.
- المخارج أو المنافس (outlets) التى تنصرف من خلالها المياه التى دخلت الكهف، وترتبط هذه المخارج بأسقف الكهف.

وقد أمكن رصد ودراسة هذه التركيبة المورفولوجية فى كهوف منطقة البلايزة كما يلى:

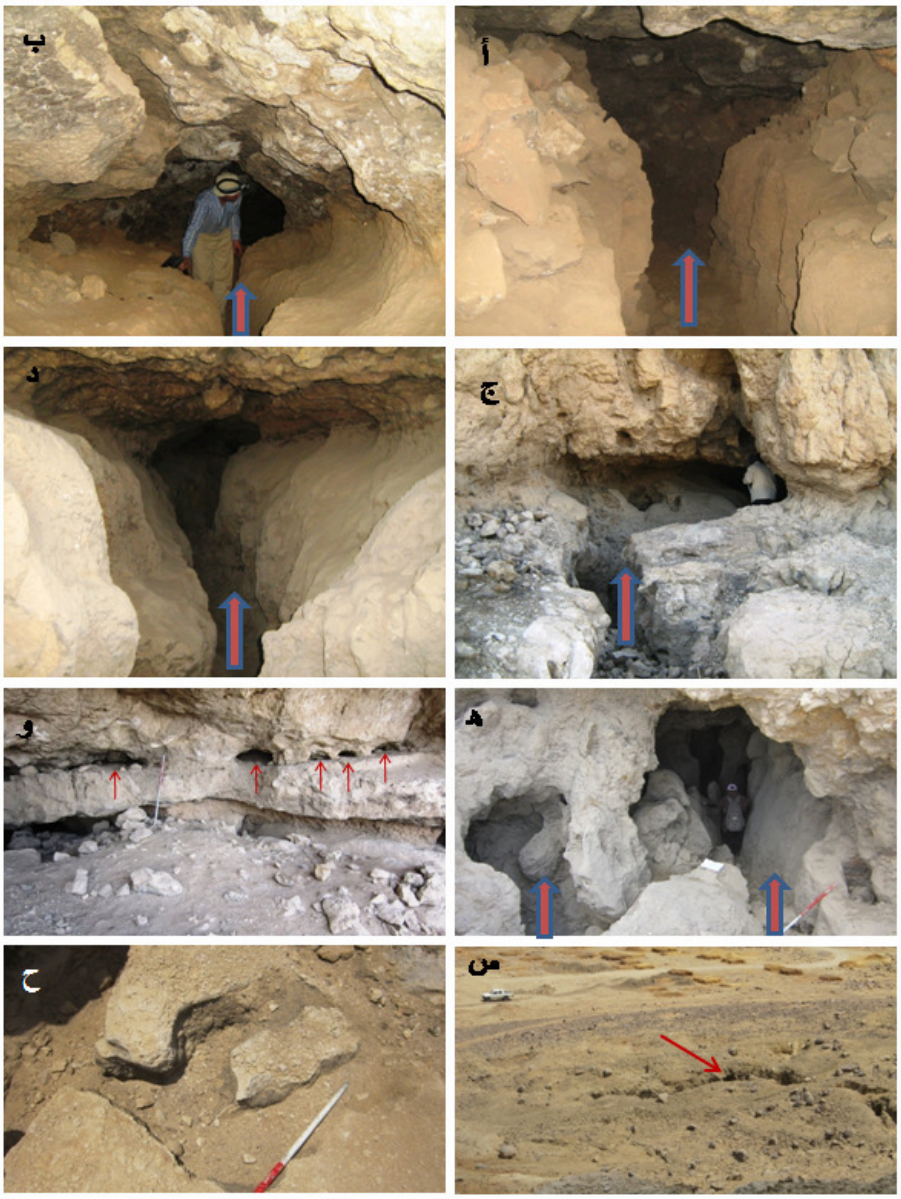
١) المداخل (المغذيات) :

تعد المداخل، كما سبق القول، بمثابة المواضع التى تتدفق من خلالها المياه من أسفل إلى الكهف، وقد تظهر هذه المداخل فى شكل مواضع نقطية مثل الآبار الطبيعية أو الأنابيب، أو تظهر فى شكل مسارات خطية تتبع الفواصل أو الصدوع، وقد تتوافر للكهف الواحد مداخل تجمع بين النقاط والمسارات الخطية. وتمثل مثل هذه المداخل عادة أخفض أجزاء قاع الكهف (شكل ٦ أ، ب، ج، د، هـ، و).

تتسم مداخل كهوف البلايزة بشيوع المداخل ذات المسارات الخطية التى تتبع عادة الفواصل ومواضع الضعف الليثولوجى، ونظرا لتدفق المحاليل الحرمائية والغازات والأبخرة التى لها قدرة كبيرة على حدوث الإذابة، تتسع هذه المسارات وتأخذ شكل شقوق أو أخاديد صغيرة Rift-like features or fissures يتراوح عرضها فى الغالب ما بين ٤٠-٧٠ سم.

وقد تشغل هذه الشقوق الحرمائية جزءا من القطاع العرضي لقاع ممر الكهف أو كله، وفى كلتا الحالتين تمثل هذه الشقوق جزءا رئيسيا من ممر الكهوف إن لم تكن تمثل كل الممر (شكل ٦ أ، ب، ج، د). كما تمتد هذه الشقوق عادة عبر كل مسار الممر الرئيسي للكهف، وكذلك الممرات الثانوية المتصلة به. أقصى عمق تم رصده بهذه الشقوق لا يزيد عن المترين، وباقى العمق مملوء بالرواسب التى يختفى أسفلها باقى امتداد الشقوق. يمكن تصنيف الرواسب داخل هذه الشقوق "حشو الشقوق الحرمائية" إلى نوعين: الأول رواسب كيميائية ذاتية النشأة فى داخل شقوق هذا النظام الحرمائي، وهى التى ترسبت بفعل المحاليل الحرمائية المتصاعدة من أسفل وعادة ما تكون رواسب ناعمة متوسطة التماسك يميل لونها إلى الأسود أو البني أو الأصفر أحيانا. أما النوع الثانى من رواسب حشو الشقوق فهو البرشيا أو الركام المتفكك المتأثر بالنشاط الحرمائي، وتجدر الإشارة إلى أنه سوف يتم دراسة خصائص الرواسب الحرمائية فى جزء لاحق. تتسم جوانب الشقوق الخالية من الرواسب بوجود غشاء من الرواسب الحرمائية التى تغلفها بسمك قد يصل ٤ سم، ويظهر على هذه الحوائط بعض من الأشكال الدقيقة التى تكونت بفعل تدفق المحاليل، مثل القنوات الصغيرة والفجوات.

إن نشأة الشقوق الحرمائية فى قيعان الكهوف جعلها تمثل جزءا لا يتجزأ من مورفولوجية ممرات الكهوف، وفى هذا الصدد أمكن تمييز عدة أنماط مورفولوجية لهذه الممرات المركبة سوف تناقش لاحقا. جدير بالذكر أن الشقوق الحرمائية التى تمثل المداخل أو المغذيات المائية للكهوف فى منطقة الدراسة لم يقتصر وجودها على داخل الكهوف، بل رصدت على منحدرات وادى النيل دون مستوى كهوف التدفق الصاعد، حيث تكوين الزاوية، إذ تظهر كشقوق تقطع هذه المنحدرات (شكل٦ س، ح)، بعضها لا يزال على اتصال بالكهوف الحرمائية التى تعلوها، والبعض الآخر منفصل عنها، كما أن بعض هذه الشقوق قد غطى وردم بالركام المتساقط من السفوح العليا لجوانب وادى النيل. إن وجود هذه الشقوق الحرمائية على المنحدرات الدنيا لوادى النيل (دون مستوى الكهوف) يشير إلى أن هذه الكهوف كانت أكثر امتدادا وانتشارا ثم أزيل أغلبها بفعل التعرية وتراجع الحواف العليا، وبقيت السفوح الدنيا بشكلها الحالى محتفظة بهذا المظهر. وتجدر الإشارة إلى أن هذا المظهر الجيومورفولوجى رصد فى مناطق أخرى من العالم مثل جنوب شرق نيومكسيكو أقصى غرب تكساس حيث حافة مكميلان McMillan فى حوض ديلاور Delaware (Stafford, 2008).



شكل (٦) : أشكال مختلفة من مداخل أو مغذيات كهوف المحاليل الحرمائية، حيث تشير صور (أ، ب، ج، د، هـ) إلى مداخل نمط الشقوق الشائع الذى توضحه الأسهم، وتشير (و) إلى مداخل نقطية مرتبطة بطبقة دولوميت صلبة نسبيا، أما (س، ح) فهى شقوق حرمائية على سفوح وادى النيل تخلفت عن تراجع جانب الوادى، كما توضح صور أ، ب، د بعض قنوات الحائط المتصاعده.

بالإضافة إلى انتشار المداخل التى تأخذ شكل شقوق، يظهر أحيانا مداخل نقطية متجاورة تأخذ شكل تجمعات كثيفة dense clusters، أشبه بعيون متجاورة بإمتداد وحدة جيولوجية واحدة، ويبدو أن هذه المداخل أو المغذيات مرتبطة بطبقات الدولوميت شبه الصماء، حيث نشأت المداخل فوقها (شكل ٦ و).

٢) الأشكال الإنتقالية على الجوانب والسقف :

يقصد بهذه الأشكال الإنتقالية تلك المظاهر التى تنشأ فى المسافة بين مداخل الكهف التى تغذيه بالمياه، ومخارجه التى تصرف مياهه، لهذا فإن هذه الأشكال تتركز على جوانب ممر الكهف الذى قد يشمل فى جزئه السفلي حائط شق حرمائي، وسقف الكهف. ومن الظواهر المميزة التى تم رصدها فى كهوف البلايزة ما يلي:

أ- قنوات الحائط المتصاعدة Rising wall channels :

تنشأ القنوات المتصاعدة مرتبطة بمواضع ومسارات تدفق المحاليل الحرمائية من المداخل عبر جوانب الكهوف الممتدة حتى السقف، وقد تقتصر هذه القنوات على جوانب شقوق التدفق الصاعد فقط دون أن تتطور وتصل إلى الأجزاء العليا من حوائط أو جوانب الكهف، وفى أحيان أخرى قد تمتد إلى السقف فى شكل قنوات سقف (شكل ٦ أ، ب، د)، ويتحكم فى ذلك مدى اتساع الجانب العلوى من الممر (فوق الشقوق الحرمائية) ومورفولوجيته حيث تنعدم القنوات مع الإتساع الفجائي فى الجوانب، كما يعتمد ذلك على خصائص المحاليل المتدفقة.

يتراوح طول القنوات المتصاعدة فى كهوف منطقة الدراسة ما بين ١,١٠-٣ أمتار، وعرضها ما بين ١٠-٢٥ سم، وعمقها ما بين ١٠-١٧ سم. وتتراص هذه القنوات على جوانب الممرات بشكل عمودى، ويتباين عرض القناة الواحدة بإمتداد مسارها، إذ تميل هذه القنوات إلى الضيق فى بدايتها ويزداد العرض بالإتجاه لأعلى، وقد يحدث أن تتقاطع وتتداخل هذه القنوات بالصعود لأعلى. يفصل بين هذه القنوات بروزات صخرية محدبة الشكل، ويتباين عرض هذه الأجزاء الفاصلة مع تعرج القنوات المتصاعدة.

ب- قنوات التكاثف Condensation channels :

قنوات التكاثف عبارة عن مجارى صغيرة الحجم قد لا يتعدى عرضها ٣ سم، والحجم السائد ١ سم، وتظهر هذه القنوات على الجزء العلوى من جوانب الممرات وعلى سقف الكهوف، وليس لها اتجاه محدد، فقد تنشأ عمودية أو متوازية، وفى أغلب الأحيان تتقاطع مع بعضها، وقد تصادف هذه المجارى وجود حفر صغيرة تزيد من تعقيد شكلها (شكل ٧ أ، ب).

شكل (٧) : يوضح بعض ظواهر جوانب وسقف الكهوف الحرمائية، حيث يوضح أ، ب قنوات التكاثف، وتوضح ج، د، هـ قنوات السقف وظاهرة الكوبولا وحفر السقف، أما و فتشير إلى شقوق السقف التى تمثل منافس أو مخارج لنظام التدفق الصاعد، الأسهم المتصلة تشير إلى الكوبولا، والأسهم المقطعة تشير إلى قنوات السقف.

ويرجح أن هذه القنوات قد نشأت بفعل البخار الساخن والغازات المتصاعدة من أسفل أثناء النشاط الحرمائي، ومع دخول البخار الساخن والغازات إلى الكهف وملامستها لجوانبه (خاصة الأجزاء العليا من الجوانب والسقف) الأبرد نسبيا يحدث تكاثف للبخار مكونا هذه المجارى، وتجدر

الإشارة إلى أن المواضع التى تنشأ فيها مثل هذه القنوات والتى ينشط فيها التكاثف والإذابة هى المواضع الأضعف ليثولوجيا والتى يتخللها فواصل أو غيرها من مواضع ضعف بنيوى. وقد تتداخل قنوات التكاثف مع القنوات المتصاعدة على الجوانب والسقف.

ج- قنوات السقف Ceiling channels :

تعرف هذه القنوات أحيانا باسم القنوات نصف الإسطوانية Half-tubes channels وتنشأ على السقف حيث يتراوح عرضها ما بين ٣-١٥ سم وعمقها ما بين ٥-١٠سم، وعادة ما تتصل قنوات السقف مع قنوات الحائط المتصاعدة، وقد تتقاطع قنوات السقف مع بعضها فى الكهوف المتسعة أوعندما تتعدد المداخل المغذية للكهف بالمياه. كما أن قنوات السقف قد يقطعها العديد من الحفر القبابية والحفر الإسطوانية (شكل ٧ ج، د). وعادة ما تنشأ قنوات السقف بإمتداد مواضع الضعف الليثولوجى أو البنيوي مثل الصدوع.

٣) المخارج (المنافس) :

المخارج هى المسالك التى يتم من خلالها تصريف مياه النظام الكهفى أو الأنظمة الكهفية الموجودة فى نطاق الوحدة الجيولوجية المحبوسة أو المقيدة، لهذا يمكن أن يطلق عليها المنافس حيث تستطيع المياه من خلالها التحرر من الانحباس داخل الوحدة الجيولوجية المتكون فيها الكهف.

والمخارج قد يمثلها حفر قبابية أو أنابيب رأسية أو شقوق أو"الكوبولا" التى سوف يأتى وصفها، وتتفق كل هذه المخارج فى أنها تمثل أعلى النقاط على أسقف الكهوف، وليس شرطا أن تقع هذه المخارج أعلى المداخل مباشرة، بل قد توجد على جانب آخر من الكهف حسب نقاط الضعف فى الوحدة الجيولوجية المكونة لسقف الكهف (شكل ٧ ج، د، هـ، و).

عادة ما تكون حوائط المخارج ناعمة وانسيابية فى دلالة على أن تدفق المياه عبرها من أسفل إلى أعلى عادة ما يكون بطيئا جدا (Klimchock, 2007; Stafford, 2008)، وفى النظام الكهفى متعدد الطوابق، الذى تستطيع فيه المخارج أن تخترق مستوى الكهف الأعلى التالى (أو نظام التصريف فى الطبقة الأعلى) حينئذ تسمى "المخارج الناجحة" فى حين تسمى المخارج المسدودة باسم "المخارج غير المتطورة" (Klimchock, 2007).

والكوبولا Cupola عبارة عن تجاويف مقعرة فى أسقف الكهوف، تأخذ فى الغالب شكل القبة وقد تتخذ أشكال قمعية، وكلما نمت هذه القبة تعمقت داخل السقف، وقد تقطع الكوبولا قناة السقف فى أكثر من موضع مكونا سلسلة مميزة، وتتخذ الكوبولا إطار خارجي بيضاوى أو دائري الشكل عند النظر إليها من أسفل، ويتراوح عمقها ما بين ٢٠-٧٠ سم، ويتسم أغلبها فى كهوف منطقة الدراسة

بانها مغلقة أو مسدودة لم تتطور لتنتهى نحو طبقة قابلة للإذابة تستطيع من خلالها تصريف مياهها (شكل ٧ ج، د، هـ). تنشأ الكوبولا بفعل تصاعد المحاليل الحرمائية والبخار والغازات الناتجة عنها نحو الأعلى، حيث يحدث تكاثف على الأسقف التى عادة ما تكون أبرد، ومع انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز كبريتيد الهيدروجين يؤدى ذلك إلى مضاعفة عملية التآكل أو الحت Corrosion ومع تضافر عمليتي التكاثف والتآكل تنشأ وتتطور الكوبولا، ومع تنامى أكثر من كوبولا وتفرعها من الكوبولا الرئيسية يتكون نمط من الكهوف يسمى "بالكهوف الشجرية" (Dublyansky, 2005; Audra et al., 2009).

بالرغم من انتشار الكوبولا فى كهوف منطقة الدراسة إلا إن أغلب تصريف مياه الكهوف لا يتم من خلالها نظرا لأنها من النوع المسدود غير المتطور، والشائع هو المخارج خطية الشكل التى تأخذ شكل الشقوق ولكن هذه المرة داخل السقف، وغالبا لا يزيد عرضها عن ٣٠سم. وعادة ما تنفتح مثل هذه الشقوق على نظام كهفى حرمائي أعلى، لهذا فإن مخارج كهوف المستويات الدنيا قد تمثل مداخل ومغذيات كهوف مستوى أعلى، عندما يتكرر النمط السابق بين المداخل والمخارج بين أكثر من مستوى كهفى، حينئذ يطلق على شكل الكهوف الناتجة، كما سوف يأتى ذكره، اسم "كهوف المتاهات ثلاثية الأبعاد متعددة الطوابق أو المستويات" 3D multi-story Maze cave (Audra et al., 2009; Klimchock, 2007).

عندما تنفتح المداخل مع الممرات والمخارج بين أكثر من مستوى كهفى، حينئذ قد تتلاشى أغلب ملامح الأقسام المورفولوجية السابقة لينشأ ممر واحد مركب يحتفظ ببعض الدلائل التى تشير إلى ما كان عليه قبل أن يتصل، وهو ما سوف يناقش فى الجزء التالي.

رابعاً – مورفولوجية ممرات كهوف المحاليل الحرمائية :

نظرا لإختلاف الطريقة التى تنشأ بها الكهوف الحرمائية عن الكهوف العادية، اختلفت الظاهرات الجيومورفولوجية داخلها وكذلك تباين شكل ممرات هذه الكهوف. ومن خلال دراسة كهوف البلايزة أمكن رصد عدة أشكال لهذه الممرات تناقش فيما يلي: (شكل ٨)

١) الممرات المثلثية الشكل :

يتخذ القطاع العرضي لهذا النوع من الممرات شكل المثلث، قاعدته لأعلى بإمتداد السقف ورأسه لأسفل متصلة بالشق الحرمائي الذى يغذى الكهف بالمحاليل، لهذا يبدو هذا النوع كالقمع (شكل ٨ أ، ب). وأغلب أسقف هذا النوع يفتقد لوجود مخارج واضحة لمياه الكهف، وفى هذه الحالة أو هذه المرحلة قد تمارس مسامية ونفاذية الوحدة الجيولوجية للسقف هذا الدور. يرجع اتساع الممر

بالإتجاه لأعلى إلى نشاط عملية الإذابة بالقرب من السقف، نتيجة اختلاط مياه مختلفة الخصائص الكيميائية والحرارة، فالمياه الساخنة المتصاعدة من أسفل تلتقى عند السقف مع المياه الجوية المصدر الغنية بالأكسجين، كما أن هذا الشكل المثلثي نشأ بفعل ميكانيكية الطفو (Klimchock, 2007). وفى مرحلة تطورية تالية قد يحدث بعض التعديل فى شكل الممر المثلثي، فقد يحدث إنهيار لأجزاء من سقف الكهف بعد غياب تأثير الطفو (Klimchock, 2007)، كما قد يتكون مصطبة على جانبي الشق الهيبوجينى عند اتصاله برأس الممر.

٢) الممرات البيضاوية :

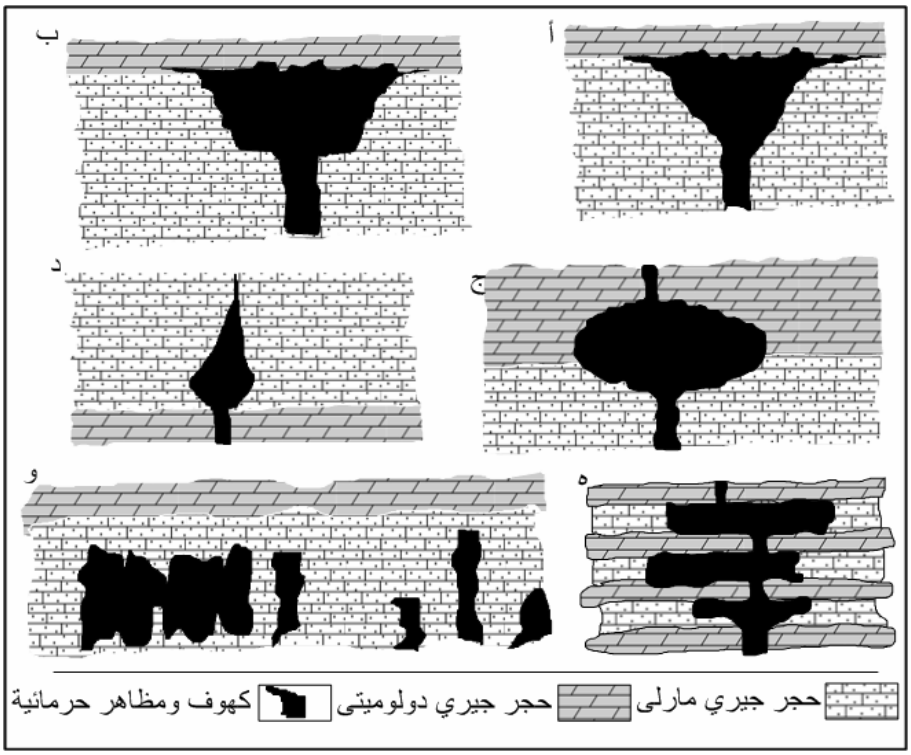
يظهر القطاع العرضي لهذا النوع من الممرات فى شكل بيضاوى، يتفق عرضه مع ارتفاع الكهف، ويتفق المحور الطولى للشكل مع عرض الممر، ويقطع قاع الممر شق حرمائي تدخل المياه من خلاله، كما يخترق السقف شق آخر يعد بمثابة مخرج للمياه (شكل ٨ ج). يتسم سقف هذا النوع بالتموج وعدم الإنتظام، وينشأ هذا النوع بذات ميكانيكية النوع السابق، إلا أنه يختلف عنه فى وجود مخرج واضح للمياه.

٣) الممرات المركبة :

تنشأ الممرات المركبة عندما يستطيع كهف حرمائي اختراق أكثر من مستوى وحدة جيولوجية قابلة للإذابة أعلى منه، مكونا كهوفا أخرى لها مداخل ومخارج تتصل مع ما فوقها وما تحتها، وعادة ما يرتبط هذا النوع بتتابع جيولوجى يتناوب فيه طبقات صلبة قليلة النفاذية وهى هنا الحجر الجيري الدولوميتي، وأخرى قابلة للإذابة وهى الحجر الجيري المارلي. وترتبط الأجزاء الواسعة من القطاع العرضي بطبقة الحجر الجيري المارلي حيث نطاق الممر الرئيسي، بينما يضيق الممر عند المواضع التى كانت تمثل مداخل ومخارج هذه الكهوف، ويمثلها عادة الوحدات الجيولوجية الصلبة مثل الحجر الجيري الدولوميتى (شكل ٨ هـ).

٤) الممرات الملتحمة :

قد يلتحم أكثر من ممر متجاور داخل ذات الوحدة الجيولوجية القابلة للذوبان، ويؤدى ذلك إلى انفتاح هذه الممرات المتجاورة بدرجة أو بأخرى، ويختلف هذا النوع من الممرات عن النوع السابق فى أنه ينشأ فى وحدة جيولوجية واحدة بشكل عرضي، وغالبا ما تنتمى الممرات المتجاورة إلى نظام كهفي واحد (شكل ٨ و)، والسائد أن الوحدة الجيولوجية التى ينشأ فيها هذا النوع هى طبقة الحجر الجيري المارلي ذات القابلية العالية للإذابة.



شكل (٨) : شكل جانبي توضيحي للأنماط المختلفة لأشكال
ممرات كهوف التدفق المتصاعد بالبلايزة.

يرجع التحام هذه الممرات مع بعضها إلى نشاط عملية الإذابة بإمتداد الحوائط الفاصلة بينها، وعادة ما يتخلف عن هذه العملية بقايا صخرية بأحجام وأشكال ومواضع مختلفة، فبعضها يظهر كبقايا صخرية مدلاه من الأسقف، وبعضها متصل بقيعان الممرات، والبعض الآخر يبدو كأعمدة، لهذا فإن مورفولوجية هذا النوع من الممرات شديدة التعقيد، لاسيما مع انتشار الكتل والمواد المنهارة على القاع نتيجة عمليات إنهيار وتساقط المواد بفعل انفتاح الممرات.

٥) الممرات الإسفينية :

يشبه هذا النوع النمط الأول المثلثى، إلا أن سقف هذا النوع يشغله بالكامل شق إسفيني الشكل يتعمق فى السقف لمسافة قد تصل المترين ونصف المتر، ويبدو أن هذا الأسفين ممتد عبر أحد الصدوع وأن أغلب ممر الكهف الأسفيني قد نشأ فى وحدة جيولوجية واحدة هى الحجر الجيري المارلي (شكل ٨ د).

خامساً – أنماط كهوف المحاليل الحرمائية :

اتسمت كهوف منطقة الدراسة بوجود سمات مورفولوجية تجمعها، لهذا يمكن تصنيف هذه الكهوف إلى أنماط شائعة تتفق مع غيرها من أنماط كهوف التدفق الصاعد الشائعة على مستوى العالم، وفيما يلى وصف للأنماط التى تم التعرف عليها فى منطقة البلايزة.

١) كهوف متاهات ثنائية الأبعاد 2D Maze caves :

يطلق مصطلح كهوف المتاهات على الكهوف شديدة التعقيد الناتجة عن تقاطع عدد كبير من الممرات الممتدة فى مستوى أفقي واحد عبر وحدة أو طبقة جيولوجية واحدة، لهذا فهى ثنائية الأبعاد حيث لم تستطع أن تمتد رأسيا عبر وحدات أو طبقات جيولوجية تعلوها، وعادة ما تتصف هذه الممرات بالإتصال والتزامن فى النشأة. ينشأ هذا النوع عندما تنحصر طبقة قابلة للإذابة بين طبقة صماء أسفلها وأخرى تعلوها، ويتحكم فى مواضع الممرات خصائص الفواصل التى تتخلل الطبقة القابلة للإذابة. والجدير بالذكر أن كهوف المتاهات بمنطقة الدراسة تتدرج فى أغلبها إلى النمط الشبكى network cave pattern، وهذا النمط يشبه عند النظر إليه من أعلى رؤية خريطة شبكة شوارع مدينة (EPA, 2002).

وفى مشهد نادر بمنطقة الدراسة احتفظت جوانب وادى النيل فى أحد أجزائها بأحد المصاطب الصخرية التى تقع دون مستوى الكهوف، وقد احتفظت هذه المصطبة ببقايا نموذجية من شبكة ممرات الكهوف الحرمائية التى قطعت هذه المصطبة إلى بقايا أو أعمدة صخرية منفصلة بلغ ارتفاعها قرابة المترين، ويفصلها مسافات تصل ٧٠ سم (شكل ٩ أ، ب، ج)، وقد انتشر داخل هذه الممرات وعلى سطح البقايا الصخرية رواسب محاليل حرمائية تميل للون الأسود. والمحتمل أن هذا المظهر الجيومورفولوجى قد ظهر على السطح بفعل تراجع الحافات العليا لجوانب وادى النيل تاركة ممرات هذه الكهوف وما نتج عنها واضحا على السطح. وتجدر الإشارة إلى أن هذا المظهر المنكشف للممرات وما بينها من أعمدة يمكن أن يصنف كبقايا كهوف متاهات شبكية ثنائية الأبعاد، حيث نشأت كمجموعة ممرات كهفية تكونت فى وحدة الحجر الجيري المارلي بشكل عرضي.

٢) كهوف المتاهات ثلاثية الأبعاد متعددة الطوابق 3D multi-story Maze cave :

يعد هذا النوع من الكهوف ثلاثية الأبعاد متعددة الطوابق أحد الأنواع المركبة التى يكونها أكثر من كهف متاهات ثنائي الأبعاد، فعندما يستطيع النوع الأخير أن يخترق الطبقة الصماء التى تعلوه من خلال بعض الفواصل، يبدأ تدفق المحاليل الحرمائية إلى طبقة أخرى قابلة للإذابة تعلوه ويتكون مستوى ثانى من كهوف المتاهات بإمتداد عرضى، وقد يتكرر هذا الأمر على أكثر من مستوى أو طابق مكونا كهوف متاهات ثلاثية الأبعاد متعددة الطوابق (شكل ٨ هـ، ٩ د)، لهذا فإن هذا النوع من الكهوف ينشأ عندما يسلك تيار المحاليل المتصاعدة عبر الفواصل وأسطح الطباقية بشكل متناوب أو متبادل، وهو ما

يصنف أحيانا بنمط حالة السلم staircase pattern (Audra et al., 2009). تتخذ بعض مستويات هذه الكهوف شكلا مائلا تبعا لميل الطبقات أو أسطح التطابق، كما أن ارتفاع كل مستوى يتناسب مع سمك الطبقات القابلة للإذابة التى تكونت فيه الممرات الرئيسية.

شكل (٩) : أنماط كهوف التدفق المتصاعد بالبلايزة، حيث تشير أ، ب، ج إلى بقايا كهوف متاهات ثنائية الأبعاد، وتشير ج إلى كهوف متاهات ثلاثية الأبعاد، وتشير هـ، و إلى ركام كهوف التدفق المتصاعد، والسهم فى صورة هـ يشير إلى اتجاه تدفق المحاليل الحرمائية من الكهف الرئيسي عبر مسالك جانبية.

سادساً – رواسب الكهوف الحرمائية :

اتسمت رواسب كهوف التدفق الصاعد بالتباين ما بين رواسب ميكانيكية النشأة مثل الركام والكتل المتساقطة، ورواسب كيميائية ناتجة عن المحاليل الحرمائية التى حدث لها تبريد أو اختلاط مع محاليل أخرى مختلفة عنها فى خصائصها الطبيعية والكيميائية، وتجدر الإشارة إلى أنه على الرغم من نشأة كهوف البلايزة فى أغلبها بفعل تأثير المحاليل الحرمائية، إلا أنه رصد تربة حمراء منقولة بفعل المياه فى بعض الكهوف، كما سجل فى البعض الآخر بعض الهوابط الكلسية وإن كانت غير شائعة، وكذلك فرشات وتدفقات كالسيت يرجح نشأتها بفعل مياه الأمطار وهو ما سوف يفسر فيما بعد، وللتعرف على الخصائص الكيميائية للرواسب الحرمائية تم عمل تحليل كيميائي لعدد ثلاث عينات باستخدام EDX (Energy-Dispersive X-ray) بواسطة الميكروسكوب الإلكترونى.

١) الركام والكتل المتساقطة :

اتسمت الكهوف الحرمائية بانتشار الركام بشكل واسع، سواء داخل ممرات الكهوف ذاتها أو خارجها على منحدرات جانب وادى النيل، والركام قوامه فتات حجر جيرى حاد الزوايا غير منتظم الشكل يكسوه اللون الأسود أو الرمادى، ويتراوح طول الحجم السائد ما بين ٤–١٥سم (شكل ٩ و). ينتشر الركام فى شكل فرشة تغطى أرضية الممرات، أو قد توجد فى شكل مخروط قد يسد الممرات أحيانا، وفى أحيان أخرى قد يملأ الركام الشقوق الحرمائية التى كانت تمثل مغذيات الكهف.

على الرغم أن نشأة الركام قد ترجع إلى عوامل متعددة منها فعل الإنسان، حيث استخدمت الرواسب السوداء الموجودة فى هذا النوع من الكهوف كمصدر للمواد المخصبة للأرض الزراعية، وقد صاحب ذلك نشاط عمليات تكسير داخلها منذ عصور قديمة يرجح عودتها للعصر الفرعونى أو الرومانى، كما أن هذا الركام قد يرجع لعمليات التساقط المعتادة التى تحدث داخل الكهوف بفعل تأثير الحمل الزائد على أسقف الكهوف. إلا أن الدراسة الحالية ترجح نشأة أغلب الركام نتيجة عمليات تفكك بفعل الحرارة والضغط الناتج عن تدفق المحاليل الحرمائية عبر الصدوع والفواصل الرئيسية، ويمكن لهذه المحاليل أن تتشعب عبر الفواصل الثانوية والفجوات التى تخرج من ممرات المحاليل الرئيسية (سواء كانت حجرات أو ممرات أو شقوق، أو صدوع وفواصل....) فى شكل أشبه بالنمط الشجري (شكل ٩ هـ). وبمعنى آخر فإن النطاق المحيط بتأثير المحاليل الحرمائية يتأثر بفعل حرارة وضغط هذه المحاليل مما يؤدى لتفكك الصخور المحيطة به، ويمكن أن يطلق على هذا النطاق اسم "نطاق تفكك التأثير الحرارى"، كما ساهم فى نشاط تساقط هذا الركام الظروف المناخية الجافة الحالية وما تتسم به من تباين حرارى كبير، وقد أدت الظروف السابقة إلى سهولة دور الجاذبية فى تساقط هذه المواد. ويؤكد دور المحاليل الحرمائية فى نشأة الركام، اللون الأسود والرمادى الذى غلف أغلب الركام بواسطة هذه

المحاليل. أما عن تفسير ظهور الركام على سفوح جوانب وادى النيل، خارج الكهوف، فهو نتيجة لتراجع حافة وادى النيل، حيث خلفت وراءها على المنحدرات بقايا هذه الكهوف والرواسب التى كانت بداخلها، يؤكد ذلك وجود الشقوق الحرمائية التى لاتزال تخترق هذه المنحدرات كما سبق توضيحه.

أما عن غنى هذا النوع من الكهوف بالكتل المتساقطة فيرجح رجوعه إلى تركز تأثير الحت الكيميائي بفعل المحاليل الحرمائية على الجوانب السفلى للحوائط الفاصلة بين الممرات، حيث أدى ذلك إلى تقويض سفلى للحوائط البينية للممرات ثم انهيارها، وهذا قد يفسر وجود هوابط صخرية جيرية مدلاه من أسقف بعض الكهوف كإشارة إلى بقايا هذه الحوائط البينية، ويمكن أن يطلق على الكتل المتساقطة الناتجة عن هذه العملية اسم "كتل الإنفصال الحرمائي"، ويعد تكرار ممرات هذا النوع من الكهوف وكثافتها من الأسباب الرئيسية لإنتشار هذه الكتل بوضوح داخلها (شكل ٩ و).

٢) الرواسب المحاليل الحرمائية :

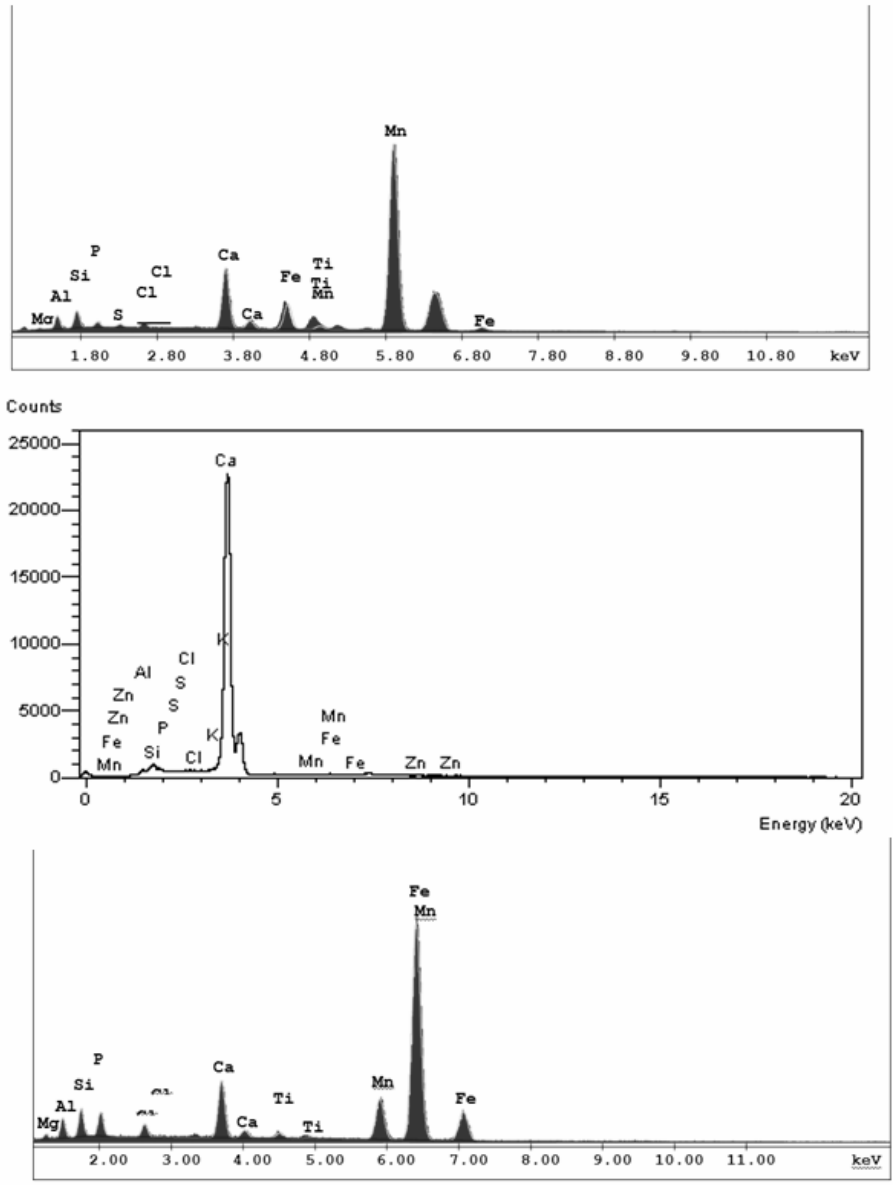
تشير الأدلة الجيومورفولوجية التى سبق مناقشتها إلى أصل كهوف البلايزة الحرمائي، ويؤكد الأدلة السابقة نتائج تحليل الرواسب الداخلية لهذه الكهوف التى يغلب عليها اللون الأسود، وأحيانا اللون البنى الداكن، أو اللون الأصفر فى أحيان أخرى (شكل ١٠ أ، ب، ج)، وتنشر هذه الرواسب فى شكل حشو قد يملأ أغلب الكهف أو التجاويف الأصغر (شكل ١٠ أ)، أو فى شكل طبقة سطحية تغلف جوانب الكهف وسقفه وأرضيته. كما تظهر الرواسب الحرمائية فى الشقوق التى تخترق سفوح وادى النيل. أوضحت نتائج التحليل الكيميائي (جدول ٢ وشكل ١١) أنه عندما يتداخل الكالسيت مع الرواسب كما فى عينة (١ أ) ينتشر الكالسيت بدرجة كبيرة فى نتائج التحليل الكيميائى حيث بلغت نسبته فى هذه العينة ٩٣,٧٨%، يليه عنصر السيليكون بنسبة ١,٩١%، أما باقى العناصر الأخرى فتظهر بنسب صغيرة كما هو موضح بالجدول. أما الرواسب الحرمائية السوداء التى تخلو من راقات الكالسيت كما فى عينة رقم (٢ م) فيغلب عليها أكسيد المنجنيز حيث تصل نسبته ٥٨,٢٩% ثم أكسيد الحديد ١٠,٤٩% وتقل نسبة الكالسيت إلى ٩,٩١% ثم السيليكون والألومنيوم ويشغلان ٥,٩٣% و٤,٨٥% على الترتيب. أما الأكاسيد الصفراء فقد تبين شيوع عنصر الحديد بنسبة ٦١,٢٦%، ثم المنجنيز بنسبة ٩,٠٨%، ثم السيليكون بنسبة ٧,٢٢% والكالسيوم بنسبة ٧,٠٧% والفسفور ٥,٨٣%، والألومنيوم ٥,٥٧% فضلا عن عناصر أخرى مثل الماغنيسيوم والكلور.

شكل (١٠) : أنواع مختلفة من رواسب الكهوف، حيث تشير أ، ب إلى رواسب الحديد والمنجنيز الحرمائية، ففى الصورة أ ترسب فى أحد الجيوب الصغيرة نسبيا، وفى الصورة ب ترسبت فى أحد الكهوف الكبيرة، وتشير ج إلى تداخل كالسيت ناتج بفعل حرمائي مع الرواسب الحرمائية المختلفة، وفى صورة د ظاهرة كالسيت سن الكلب، أما صورة هـ فتشير إلى بعض الهوابط الناتجة بفعل ماء المطر المتكونة فى أحد الكهوف الحرمائية، كما تشير و إلى تدفقات كالسيت بفعل ماء جوى وتربة حمراء ترسبت فى فترة لاحقة فى أحد الكهوف الحرمائية.

يتضح من ذلك أن الألوان السوداء والبنية الداكنة التى تشيع فى الرواسب هى أكاسيد المنجنيز والحديد كما فى عينة (٢ م) أو أكاسيد حديد كما فى عينة (٣ م)، وفى ضوء الأدلة المورفولوجية التى سبق تناولها فإن هذه الرواسب لاسيما ما يتعلق بالحديد والمنجنيز قد نشأت بفعل نشاط حرمائي أدى إلى ترسيبها أثناء نشأة هذا النوع من الكهوف. جدير بالذكر أن الكالسيت يوجد فى شكل راقات صغيرة متقاطعة فى شكل شبكى ويتداخل معها رواسب المنجنيز والحديد. وقد يتخذ الحشو شكل بنية اسفنجية تشبه الترافرتين. تظهر أحيانا رواسب المنجنيز والحديد خالية من الكالسيت وتبدو فى شكل رواسب ناعمة متماسكة نسبيا.

جدول (٢) : نتائج التحليل الكيميائي لعينات الرواسب الحرمائية.

العناصر الكيميائية	أكاسيد حرمائية سوداء		أكاسيد حرمائية صفراء
	عينة ١ أ	عينة ٢ م	عينة ٣ م
MgO	٠,٠٠	٠,٧٤	١,٦٠
Al2O3	٠,٧٤	٤,٨٥	٥,٥٧
SiO2	١,٩١	٥,٩٣	٧,٢٢
P2O5	٠,٢٥	١,٦٥	٥,٨٣
S	٠,١٣	٠,٩٣	٠,٠٠
Cl2O	٠,٠٧	٠,٧٠	١,٣٨
K2O	٢,١٨	٠,٠٠	٠,٠٠
CaO	٩٣,٧٨	٩,٩١	٧,٠٧
TiO2	٠,٠٠	٦,٥١	٠,٩٩
MnO	٠,٠٣	٥٨,٢٩	٩,٠٨
Fe2O3	٠,٦٠	١٠,٤٩	٦١,٢٦
Cu	٠,١٣	٠,٠٠	٠,٠٠
Zn	٠,١٨	٠,٠٠	٠,٠٠
الإجمالي	**١٠٠**	**١٠٠**	**١٠٠**



شكل (١١) : نتائج التحليل الكيميائي لرواسب الكهوف الحرمائية حيث تشير إلى سيادة الكالسيت والحديد والمنجنيز بنسب مختلفة بين العينات*.

* تم إجراء التحاليل فى معامل هيئة المساحة الجيولوجية، ومعمل الميكروسكوب الإلكترونى بجامعة أسيوط.

وتجدر الإشارة إلى أنه قد تم رصد رواسب تربة حمراء تخترق الأجزاء العليا من الرواسب الحرمائية السوداء فى عدد قليل من كهوف هذا النوع، وهو ما يعنى أن كهوف المحاليل الحرمائية قد تأثرت بنشاط إذابة سطحية استطاعت خلالها مياه الأمطار أن تنقل رواسب التربة الحمراء إلى داخل بعض هذه الكهوف لتتداخل مع القطاعات العليا من رواسب المحاليل الحرمائية.

٣) الكالسيت :

إن وجود رواسب الكالسيت داخل الكهوف يشير إلى عملية إذابة نتج عنها فى مرحلة تالية ترسيب هذا الكالسيت، إلا أن الكالسيت قد ينتج بفعل نشاط إذابة بفعل المياه السطحية، وقد ينتج بفعل نشاط إذابة حرمائي، وكما سبق توضيحة فإن رواسب الكالسيت قد تشغل نسبة كبيرة من الرواسب الحرمائية، وكالسيت هذا النوع نتاج للنشاط الحرمائي، ومن المرجح أن الكالسيت الموجود داخل الرواسب الحرمائية قد ترسب أثناء وبعد ترسيب هذه الرواسب الحرمائية بفعل تبريد المحاليل أو نتيجة اختلاطها مع مياه جوفية ذات مصدر جوي. بالإضافة إلى ما سبق، يوجد نوع آخر من الكالسيت ينتشر بكهوف منطقة الدراسة ويظهر فى شكل بلورات كبيرة نسبيا قد يصل طولها ٤ سم، هذا النوع يطلق عليه كالسيت "أسنان الكلب" (شكل ١٠ د)، ونشأة مثل هذا النوع عادة ما تكون مرتبطة بمحاليل ساخنة وتتكون على أعماق كبيرة على مدى زمنى طويل (Dublyansky, 2005).

من ناحية أخرى فقد أمكن رصد رواسب كالسيت نشأت بفعل مياه الأمطار السطحية، ويظهر ذلك فى شكلين: الأول من خلال نشأة هوابط كلسية صغيرة على سقف أحد الكهوف المحاليل الحرمائية (شكل ١٠ هـ)، أما الشكل الثاني الذى ظهر فيه هذا النوع من الكالسيت فهو من خلال فرشات كالسيت على أرضية بعض الكهوف أو عبر جوانبها فى شكل تدفقات كلسية تسلك بعض الفواصل أو الأنابيب الإسطوانية الشكل المتدفقة من أعلى (شكل ١٠ و)، وسواء كان شكل الهوابط أو الفرشات والتدفقات الكلسية التى أمكن رصدها فكلها تشير إلى تأثير ماء المطر السطحى ودوره فى نشأتها.

سابعاً – المناقشة والإستنتاجات :

تشير كل الدراسات التى تناولت الكهوف فى مصر إلى نشأتها بفعل مياه الأمطار التى كانت تسقط على مصر أثناء الفترات المطيرة، أى أن الكهوف قد نشأت مرتبطة بالمناخ الرطب. إلا أن الدراسة الحالية لكهوف البلايزة فى وادى النيل فى أسيوط قدمت أدلة على نشأتها بفعل المحاليل الحرمائية المتدفقة من أعماق كبيرة. هذه الأدلة اعتمدت بشكل رئيسي على الخصائص المورفولوجية لهذا النوع من الكهوف. فقد تم تحديد جميع الأقسام المورفولوجية المرتبطة بهذا النوع من الكهوف أو

ما يسمى "بالتركيبة المورفولوجية للتدفق المتصاعد"The morphological suite of rising flow" (MSRF)، بمكوناتها الثلاثة الرئيسية: المداخل أو المغذيات التى تغذى نظام الكهف بالمياه المتصاعدة من أسفل. ثم الأشكال الإنتقالية التى تنشأ على الجوانب والسقف، وأخيرا المخارج أو المنافس التى تتصرف من خلالها المياه التى دخلت الكهف، وترتبط هذه المخارج بأسقف الكهف.

وقد تبين أن عملية الإذابة فى كهوف المحاليل الحرمائية تنشأ بفعل مياه محملة بغاز ثانى أكسيد الكربون أو كبريتيك الهيدروجين H_2S أو كلاهما. مصدر هذه الغازات هو المياه الساخنة المتدفقة من أعماق كبيرة وما ينتج عن ذلك من تفاعل مع الصخورالمحيطة وخزانات المياه الجوفية التى قد تقابلها أثناء صعودها. ويزيد من أثر العمليات السابقة عملية تبريد المحاليل الساخنة بالصعود لأعلى لا سيما داخل الكهوف بفعل الإنخفاض النسبي لدرجة حرارة حوائطها، وقد تنشط العمليات السابقة بفعل اختلاط المياه المتصاعدة مع غيرها من المياه التى قد تتداخل معها أثناء حركتها الرأسية أو الأفقية. وقد انعكس تأثير عملية الإذابة السابقة على ظهور العديد من الملامح المورفولوجية داخل كهوف هذا النوع لاسيما تلك المتعلقة بقنوات الحوائط والسقف الناتجة عن عملية تكاثف البخار داخل هذه الكهوف.

إن تداخل التربة الحمراء فى القطاعات العليا من الرواسب الحرمائية يشير إلى أن هذا النوع من الكهوف قد شهد فى مرحلة متأخرة من نشأته تداخلا لتأثير ماء المطر بشكل سمح بتدفق التربة الحمراء من السطح إلى داخل الكهوف. يؤكد ما سبق وجود رواسب كالسيت فى شكل هوابط صغيرة وتدفقات كالسيت تغلف بعض الأنابيب الإسطوانية المتجهة إلى الكهوف، يضاف إلى ذلك وجود فرشات كالسيت مرتكزة على الرواسب الحرمائية. لهذا يمكن القول أن كهوف منطقة الدراسة قد نشأت بشكل رئيسي بفعل تصاعد المحاليل الحرمائية، إلا أن بعضها قد شهد فى مرحلة تالية تأثرا بفعل مياه أمطار متدفقة من أعلى، وهو ما انطبع فى المظاهر سابقة الذكر وإن كانت قليلة.

إن وجود شقوق محاليل حرمائية تقطع سفوح وادى النيل دون مستوى الكهوف يشير إلى أن هذه الكهوف كانت أكثر امتدادا نحو الشرق أى نحو السفوح الدنيا، ومع تراجع جوانب وادى النيل انهارت هذه الكهوف، وظلت الشقوق كشواهد على دور المحاليل الحرمائية، كما يشير ذلك إلى أهمية هذه العملية فى تراجع جوانب وادى النيل.

يتضح من الإمتداد العرضى لتوزيع الكهوف بالمنطقة أنها توجد على مستوى واحد تقريبا بالنسبة لمنسوب الهامش الصحراوى المجاور، حيث ارتبط تركز هذا النوع من الكهوف بالجزء السفلي من تكوين درنكة عند اتصاله مع تكوين الزاوية، كما تميزت الكهوف بوجودها على أكثر من مستوى متتابع، حيث تبادل طبقات الحجر الجيرى الدولوميتى الحابسة للمياه، وطبقات الحجر الجيري المارلى القابلة للإذابة التى تركز بها الكهوف. الجدير بالذكر أن صفة النشأة المستعرضة تعد من

الصفات المميزة لكهوف المحاليل الحرمائية، حيث ارتباطه بالطبقات المنفذة للمياة والطبقات قليلة النفاذية (Klimchock, et al., 2000; Klimchock, 2007). انعكست الصفة السابقة على سمه مهمة لتوزيع الكهوف بالمنطقة، حيث وجدت كهوف جانب وادى النيل وكذلك الأخرى الموجودة على جوانب الأودية التى تقطع الحافة على نفس المستوى تقريبا، وذلك لإرتباطها بمستوى طبقى واحد تقريبا.

كما تشير النتائج السابقة إلى نتيجة مهمة وهى أن هذا الجزء من وادى النيل فى محافظة أسيوط قد تميز بوجود خزان جوفي مقيد أو حبيس، هذا الخزان من المرجح انحساره بين خزان علوى وآخر سفلي أو طبقة حبيسة أسفله، وقد ساهم فى الاتصال بين هذه الخزانات خطوط صدوع اتصلت مع صخور القاعدة.

أما عن عمر هذه الكهوف فمن المرجح فى ظل قطع وادى النيل امتداد هذه الكهوف أنها تكونت قبل نشأة وادى النيل أى قبل نشأة خانق نهر الإيونيل فى نهاية عصر الميوسين، والمرجح أنها قد نشأت خلال عصر الأوليجوسين حيث شهدت مصر خلاله نشاط بركانى واسع، والمرجح أن المحاليل الحرمائية التى كونت هذه الكهوف قد صاحبت النشاط البركانى خلال هذه الفترة. من ناحية أخرى فإن عصر الأوليجوسين يعد الفترة التى ظهر فيها أقرب الاندساسات البركانية شمال غرب منطقة الدراسة حيث جبل جبيل البازلتى (Klitzsch et al., 1987) وتشير أعمار كهوف التدفق الصاعد على مستوى العالم أن أعمارها أقدم بكثير من عمر الكهوف السطحية (Klimchock, 2007).

فى ضوء ما سبق فإن كهوف البلايزة تعد أول كهوف حرمائية مكتشفة فى مصر، ومن المرجح أن يكون نطاق الكهوف الحرمائية فى محافظة أسيوط أكبر تجمع للكهوف المكتشفة عموما فى مصر حتى الآن، كما يتطلب هذا النوع المزيد من الدراسات لاسيما من الناحية الجيومورفولوجية والهيدروجيولوجية.

المراجع

1. Andreychouk, V., Dublyansky, Y., Ezhov, Y., and Lysenin, G., 2009. Karst in the Earth Crust: its distribution and principal types. Sosnowiec-Symferopol, 72 p.
2. Audra P., Mocochain L., Bigot J.,Y., Nobecourt J.,C. 2009. Morphological indicators
3. of speleogenesis: hypogenic speleogenesis. In: Klimchouk A., Ford D. (Eds.), Hypogene Speleogenesis and Karst Hydrogeology of Artesian Basins. Special Paper, 1. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Kiev, pp. 23-32.
4. Dublyansky, Y, 2005. Hydrothermal caves. In: Culver D.C. and white W. (Eds.), Encyclopedia of Caves, Elsevier Inc. pp.300-304
5. Embabi, N., 2004. The geomorphology of Egypt: Landforms and Evolution, Vol. 1, The Nile Valley and the Western Desert. The Egyptian Geographical Society, Cairo, 447 p.
6. EPA. 2002. A lexicon of cave and karst terminology with special reference to environmental karst hydrology, environmental protection agency, office of research and development, digital version,www.Epa. Gov/ncea. 214 p.
7. Ford, D.C. and Williams, P.W., 1989. Karst Geomorphology and Hydrology. Unwin Hymam, London, UK, 601 p.
8. Khedr, E. S.,1972. Mineralogical, Petrological and Geological studies on the Eocene section of Drunka, Assiut District, Egypt. M.sc. thesis, Dept. of Geology, Fac. Of Sci, Uni. of Assiut, p.125.
9. Klimchouk, A.B., Ford, D., Palmer, A. and Dreybrodt, W. (Eds.). 2000. Speleogenesis: Evolution of karst aquifers. National Speleological Society, Huntsville, 527 p.
10. Klimchouk, A., 2007. Hypogene Speleogenesis: Hydrogeological and Morphometric Perspective. National Cave and Karst Research Institute, Special Paper No. 1, Carlsbad, NM, 106 p.
11. Klitzsch E., List F. and Pohlimann, G., 1987. Geological map of Egypt. 1:500000, NG 36 NW Asyut.Conoco Coral and the Egyptian General Petroleum Corporation, Cairo.
12. Omara, S. and El-Tahlawi, M. R. (1972) Limestone dykes in the Nile Valley around Assiut. N. Jb. Geol. Palaeoont. Mh, H.8, Stuttgart. PP. 475-483.
13. Palmer, A.N. 1991. Origin and morphology of limestone caves. *Geol. Soc. Am. Bull.* 103: 1-21.
14. Said, R., 1962. Geology of Egypt, Elsevier Publishing Co. Amesterdam-New York, 377 p.
15. Said, R., 1981. The Geological evolution of the River Nile.-Springer-Verlag, New York, 151 P.
16. Stafford, K.W., 2008, Hypogene karst and sulfate diagenesis of The Delaware basin: Southeastern New Mexico and far west Texas. Ph.D thesis, Depr. of Earth and Environmental Science, Fac. of New Mexico Institute of Mining and Technology, Socorro, New Mexico. 307 p.
17. White, W.B., 1988. Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains. Oxford Univ. Press, New York, NY, 464 p.

El-Balayza Caves West of Assiut
"The first hypogenic caves discovered in the Nile valley of Egypt"

ABSTRACT

Studies of caves and karst of Egypt refer to the fact that these Speleothems have been originated by the rain in wet periods during late Eocene to middle Holocene; such kind of Speleothems is called Epigenic Speleogenesis or Epigenic Karst. The present study introduces geomorphological and geological evidences of another kind of the caves which are climate-independent originated; in other word these caves are not related to meteoric water or rain. This kind of caves is called hypogenic caves. The gases and water which controlled the development of these caves flow up from the depth in the earth. Since these waters flow from depth, they are usually hydrothermal water; the water becomes also rich in carbon dioxide and Sulfuric Acid. Therefore, this hydrothermal water has the ability to solve some minerals and the water turns into fluids. The present study deals with the hypogenic caves of El-Balayza located on the western side of the Nile valley in Assiut, i.e. on the western side of the Messenian Eonile canyon which originated in late Miocene since 5.4 million years. These caves have been developed in Lower Eocene carbonate rocks, between El-Zawyea and Drunka formation. Several features of "morphological suite of rising flow" (hypogenic caves) were observed. This morphologic suite consists of feeders, master passages and outlets. Passage morphology patterns, 2D Maze caves, and 3D multi-story Maze cave have been described. The results of the chemical analysis by SEM showed the presence of calcite, Manganese Oxide, and Iron Oxide. The present study suggests that this kind of caves in El-Balayza originated during Oligocene period which witnessed volcanic activity and hydrothermal water flow, consequently El-Balayza caves have been formed before the formation of The Eonile river of late Miocene.

Key Words: Assiut, The Nile Valley, Karst, Hypogenic Caves.