جيومورفولوجية الأشكال الكارستية فى المنطقة بين وادي الرجوع ووادي اللولب، الجبل الأخضر، ليبيا

إعـــداد

توفيق صالح محمد عمر رشوان

باحث دكتوراه بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات

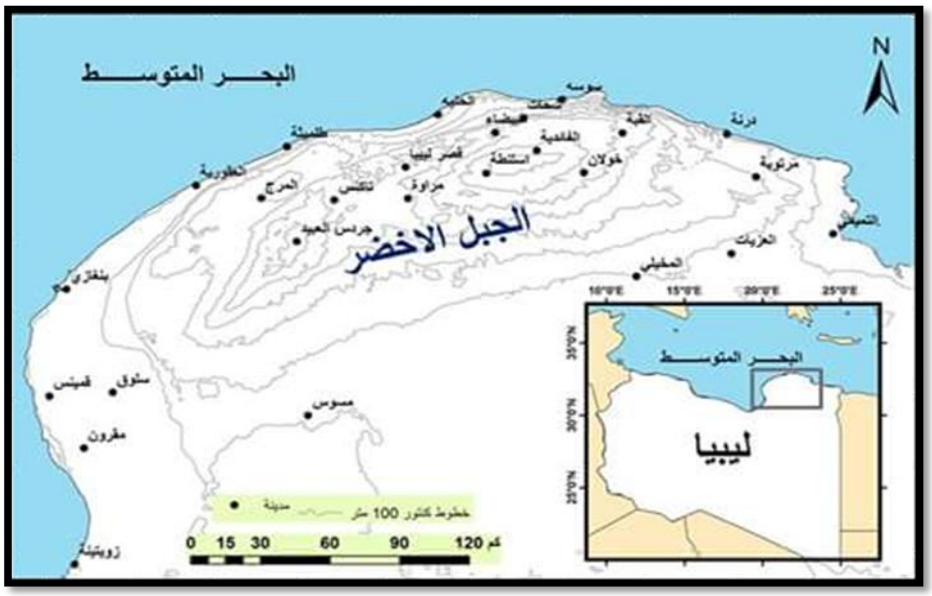
كلية الآداب جامعة كفر الشيخ

جيومورفولوجية الأشكال الكارستية فى المنطقة بين وادى الرجوع ووادى اللولب، الجبل الأخضر، ليبيا

مقدمة:

تعد الظاهرات الكارستية من أهم الظاهرات الجيومورفولوجية المميزه للجبل الأخضر ومنطقة الدراسة على وجه الخصوص، حيث تكاد تنتشر فى المنطقة بكافة أنواعها وتصنيفاتها، كما أن للظاهرات الكارستية أخطار جيومورفولوجية عديدة تعوق عملية التنمية العمرانية سواء فى عمليات البناء أو مد الطرق أو حتى الأنشطة البشرية كالزراعة والرعي.

وتقع منطقة الدراسة في القسم الشمالي الشرقي من ليبيا بين دائرتي عرض ´٣٦ ٥٣٢، ٥٧ ٥٣٢ شمالًا، وبين خطى طول ´١٠ ٥٢١، ´١٣ ٥٢٢ شرقًا شكل (١)، وتتخذ منطقة الدراسة شكل المستطيل، حيث بلغ أقصى طولها ١٠٥ كم، في حين بلغ أقصى عرض للمنطقة ٣٩,٥كم، وتمتد منطقة الدراسة بين وادى الرجوع شرقًا، ووادي اللولب غربًا، ويحدها شمالًا البحر المتوسط بطول ١١٠,٧كم، وتتماشى حدودها الجنوبية مع خط تقسيم المياه الرئيسي لمنطقة الجبل الأخضر بطول(١٥٨,٦كم).



شكل (١) حدود منطقة الدراسة وملامحها العامة

وقد بلغت مساحة منطقة الدراسة ١٤٢٠,٦٧ كم٢، حيث تعد جزء من منطقة الجبل الأخضر والذي يعد حوضًا رسوبيًا ناتجًا عن صخور جيرية بحرية في معظمه (سالم محمد الزوام، ١٩٩٥، ص٣٠)، وقد أدت حركات الرفع التي حدثت في منطقة الجبل الأخضر إلى اضطراب نظام المجاري المائية والأسر النهري، (عبد العزيز طريح شرف،١٩٧١، ص٥٨)، وكذلك تباين نظم الطبقات الأفقية والرأسية، وتتميز المنطقة بالانحدارات الشديدة نحو ساحل البحر المتوسط،، أيضًا تضم العديد من الأودية متباينة المساحة، كما تنتشر بها الظاهرات الكارستية التي توصف بأنها ظاهرة مورفولوجية هيدرولوجية، مثل الحفر الكارستية والتي تعرف Doline، والمتمثلة في أهوية(*) (الحجري، السعدي، هايتي) بمنطقة قصر ليبيا، وكذلك هوى أفطيح المواجهة للساحل عند منقار الصلابي، وهوى الصلابي على الطريق الساحلي، ويتضح مدى تأثير تلك الحفر الكارستية على الطريق الساحلي ومدى تعرضه لأخطار الهبوط، وقام الباحث بدراسة الظاهرات الكارستية من خلال دراسة العوامل الطبيعية المؤثرة فيها، ثم دراسة خصائصها الجيومورفولوجية والمورفومترية، وانتهى بدراسة أخطارها الجيومورفولوجية كما يلي:

أولا : العوامل الطبيعية المؤثرة في الظاهرات الكارستية:

أ- جولوجية المنطقة:

من خلال دراسة الخريطة الجيولوجية للوحة البيضاء يتضح أن الصخور التي تظهر على السطح تتراوح أعمارها ما بين الحقب الثلاثي والحقب الرباعي لزمن الحياة الحديثة شكل (٢)، حيث يمكن أن نلخص ذلك في دراسة التكوينات الجيولوجية والبنية والتتابع الطبقي للمنطقة كالتالي:

١- التكوينات الجيولوجية:

تتميز منطقة الدراسة بانتشار الصخور الجيرية والتي تتباين في تركيبها تبعًا للاختلاف في مراحل عصور تكوينها، فيمكن أن نقسم تكوينات المنطقة إلى الآتي:

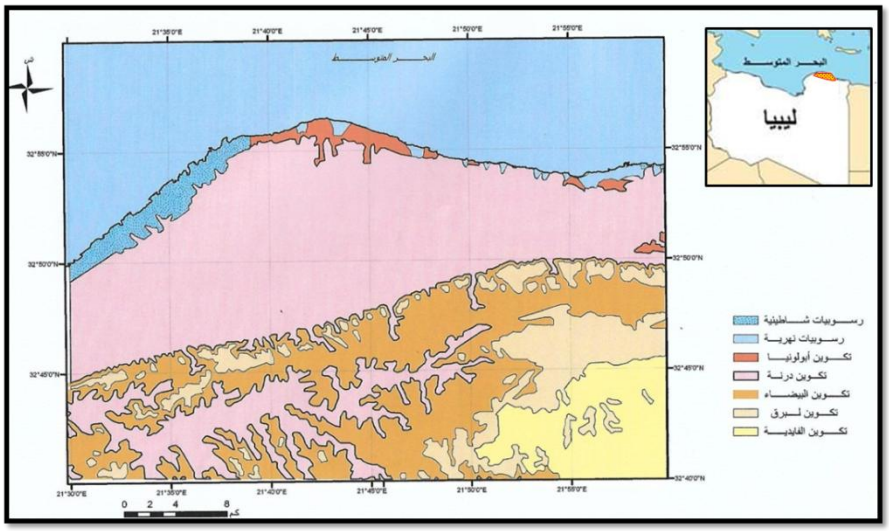
- **تكوينات العصر الأيوسيني:**

تتمثل تكوينات العصر الأيوسيني الأسفل والأوسط والأعلى لصخور الأساس التي تتكون منها قاعدة إقليم الجبل الأخضر (عبد العزيز طريح شرف، ١٩٩٦، ص٦) في الآتي:

(*)أهوية (مفردها هواء) اسم يطلق على الحفر الكارستية الكبيرة فى ليبيا.

- **تكوين أبولوينا:** يعد من أقدم التكوينات فى المنطقة، ويتكون من الحجر الجيري جيد التطابق ذو نسيج دقيق ومتوازي ومتماسك لوجود مادة السليكا فيه، إلا أنه يتميز بقلة النفاذية ويرجع ذلك إلى المسامية المنخفضة بسبب الحبيبات الدقيقة لهذه الصخور.

- **تكوين درنة:** ويتكون هذا التكوين من طبقة متماسكة حبيباتها ناعمة عبارة عن حجر جيري ذو لون أبيض داكن، بالإضافة إلى الحجر الجيري الدولوميتي والحجر الجيري المرجاني، وقد يبلغ سمكه ٢٧٠ متر في منطقة البيضاء، و١٤٠ متر شرق إلى منطقة درنة، وتتمتع صخور تكوين درنة بخصائص جيدة عملت على انتشار ظاهرات الكارست في هذا التكوين، حيث يتميز بالمسامية و النفاذية بدرجة تسمح بالتصريف المائي الجيد للصخور (تقريرمركز البحوث والاستشارات جامعة عمر المختار، ٢٠٠٣، صـ ٩١) .



شكل (٢) التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة

المصدر: عمل الطالب بالاعتماد على خريطة البيضاء الجيولوجية ١٩٧٣ مقياس ١: ٢٥٠٠٠٠

- **تكوينات العصر الأليجوسيني:**

تظهر صخور هذا التكوين في مناطق صغيرة مقارنة بمناطق الصخور الأيوسينية في منحدرات الجبل الأخضر وعلى جوانب الأودية العميقة لتشمل:

- **تكوين البيضاء:** ويتكون من الحجر الجيري الطفلي وعضو مارل شحات وينتشر عند منطقة البياضة، ويشمل هذا التكوين درجة عالية من الحفريات

ويتميز بالتوافق الطبقي ونفاذية ضعيفة جدًا مما يؤدي إلى قلة الرشح إلى الطبقات السفلى وبالتالي يمكن تفسير انتشار التتابع في هذه المنطقة على طول الحافات إلى شبه انعدام نفاذية المياه (تقرير مركز البحوث والاستشارات جامعة عمر المختار، ٢٠٠٣، صـ ٩٢).

- تكوين الأبرق: والذي يميزه التكوينات الكاركارنيت ويتوزع على طول المنحدرات الشمالية للجبل الأخضر، ويبلغ سمكه في بعض المناطق ٣٦ مترًا، وهو قليل النفاذية بشكل عام وجيد المسامية، إلا أنه يتميز بالنشاط في العمليات الكارستية، ويرجع ذلك إلى انتشاره على طول المنحدرات أو ما يطلق عليه الميل الهيدروليكي، حيث تؤدي سرعة جريان المياه إلى الزيادة في نشاط العمليات الجيومورفولوجية (أمين المسلاتى، ١٩٩٥، صـ ٥٣).

- **تكوين عصر الميوسيني:**

يوجد في منطقة الدراسة تكوين واحد من تكوينات هذا العصر وهو:

- تكوين الفائدية: وترجع التسمية إلى قرية الفائدية ويبلغ سمكه ٤٠ مترًا، ولونه رمادي، خشن الحبيبات، ويتكون من حجر جيري وحجر جيري مارلي وصلصال ناعم بني إلى الأصفر وينتشر إلى جنوب مدينة شحات (فتحى أحمد الهرام، ١٩٩٧، صـ ٦٣)، وعلى الرغم من النسيج الخشن لهذا التكوين إلا أن التكوين الصلصالي يؤدي إلى تمسك الحبيبات وزيادة تراصها، وبالتالي إلى التقليل من نفاذيتها.

- **تكوينات العصر الكريتاسي:**

- تكوين رأس الهلال: وهو من تكوينات بداية الكريتاسي العلوي والذي ينكشف في أماكن محددة في منطقة رأس الهلال ووادي القلعة جنوبًا، وتتشكل تكوينات رأس الهلال من مارل بني مخضر، أما الجزء الأعلى منه فدائمًا أبيض اللون، حيث يتكون من طبقات رقيقة من الحجر الجيري والتي تتميز بنسيج صخري دقيق بدرجة كبيرة وصخور هذا التكوين بشكل عام هشة ضعيفة التماسك، وتتميز صخور تكوين رأس الهلال بانتشار ظاهرات الكارست نظرًا لمسامية هذه الصخور ودرجة جيدة من النفاذية وبالتالي إلى زيادتها في تمرير الموائع خلالها مما يفسر انتشار الظاهرات الكارستية في هذه المنطقة.

- تكوين الأثرون: وهو يعلو تكوين الهلال ويمثله الحجر الجيري الطباشيري الأبيض والذي يتميز بطبقات رقيقة ضاربة إلى البياض وصلبة إلى حد ما، وينتشر هذا التكوين في وادي الأثرون والمنطقة الشاطئية لمرسى رأس الهلال

شمالًا وبعض الأودية العميقة، وتعتبر تكوينات الأثرون من التكوينات التي تتميز بنفاذيتها المنخفضة والنسيج الدقيق في الحبيبات مما أدى إلى قلة انتشار ظاهرات الكارست فيها.

مما سبق يتضح أن الصخور السائدة في منطقة الدراسة هي عبارة عن صخور جيرية ضعيفة البناء بشكل عام جيدة إلى ممتازة في درجات النفاذية، مما يؤدي إلى زيادة تصريف المياه السطحية تحت سطح الأرض، وبالتالي زيادة نشاط العمليات الكارستية، كما أن هناك العديد من العوامل التي تؤثر على تكوينات الصخور منها:

- درجة الحرارة والتي تعمل على درجة لزوجة الموائع فهناك علاقة عكسية بين درجة الحرارة ولزوجة المائع.
- مقدار انحدار التكوين حيث تتسبب درجة الميل إلى سرعة جريان المياه التي تؤثر على زيادة النشاط الهيدروجيمورفولوجي.
- شكل الحبيبات المصقولة وغير المصقولة والتي تؤثر على طريقة تصنيف الرواسب.
- كثافة الفواصل والشقوق.

٢- البنية الجيولوجية:

تنتمي منطقة الدراسة في أغلبها إلى الزمن الجيولوجى الثالث خاصةً عصر الميوسين، وعلى الرغم من كثرة ما نشر من أبحاث جيومورفولوجية عن الجبل الأخضر فإن تحديد العامل الرئيس المسئول عن تكوين الجزء الشمالي المرتبط بالمدرجات التي تتميز به الحافة الشمالية مازالت موضوع نقاش.

وتعد الأبحاث التي قام بها ماكيرني (Mc.burney & Hey ,1955) من الأبحاث المهمة التي ألقت الضوء على تطور بنية الجبل الأخضر، حيث يرى أنه هناك العديد من الحركات التي تنتج عنها الصدوع والطيات الأساسية والثانوية، كانت لها دورًا كبيرًا في نشأة العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة، وقد قسم Hay،(1956)التصدعات والطيات في المنطقة إلى التالي:

- صدع يمتد من بنينة إلى طلميثة.
- صدع يمتد من المرج نحو الجنوب الغربي.
- طية رأسية الجانب في منطقة المجاهير.

- صدع مرتوبة، وهو ممتد ما بين درنة وخليج يمنه.
- مجموعة صدوع صغيرة في منطقة رأس الهلال إلى طية محدبة تحدبًا خفيفًا ممتدة بين الأثرون والقيقب.

ويمكن أن نحدد ثلاث أنواع رئيسة من منطقة الدراسة:

- **فواصل مفتوحة:** ويتباين اتساعها من أكبر من ١ سم لتصل أطوالها إلى ٣٠ سم صورة (١).
- **فواصل مغلقة:** وهي عبارة عن شقوق متعرجة غير منتظمة الاتساع.
- **فواصل مملوءة:** وهي عبارة عن شقوق متسعة تتواجد فيها كميات من الرواسب والتي تسبب إعاقة حركة المياه ومن ناحية أخرى قد تساعد في الاحتفاظ بالمياه مما يؤدي إلى زيادة عمليات الإذابة لهذه الصخور.

وفي نظري إن الشقوق والفواصل في منطقة الدراسة تلعب دورًا أساسيًا في نشأة الكهوف والتجاويف الصخرية في المنطقة الكارستية، وبالتالي فهي لا تقل أهمية عن التركيب الصخري ونوعيه النسيج في تأثيرها على الصخور، وهذا يتضح في وجود الظواهر الكارستية في مناطق تتميز بقلة النفاذية أو صغر نسيج الحبيبات إلا أن الفواصل والكسور تؤدي دورًا مهمًا في حركة المياه وزيادة نشاط العمليات الكارستية وظهور البحيرات والعيون الكارستية (Hey، p5، 1968).

صورة (١) الفواصل المفتوحة فى المنطقة بين سوسة وشحات

المصدر العمل الميدانى فى المدة من ١٠ : ١٧ يناير ٢٠١٦

٣- التتابع الطبقي:

يقصد بالتتابع الطبقي دراسة التكوينات الجيولوجية رأسيًا، حيث يوضح التتابع الطبقي التاريخ الترسيبي لمنطقة الدراسة، وما طرأ عليها من حركات تكتونية وعمليات نحت مختلفة، كما أن دراسة التتابع الطبقي تؤدي إلى توضيح سمك الطبقات والتي من خلالها يمكن استنتاج التطور الجيوموفولوجي لمنطقة الدراسة.

ويؤثر التتابع الطبقي بشكل كبير على عمليات الإذابة التي تعد من أهم العمليات المكونة للظاهرات الكارستية، ومن خلال إلقاء ضوء بسيط على التتابع الطبقي لمنطقة الدراسة يتضح التالي:

- حجر جيري طباشيري أبيض وهو يتبع العصر الكريتاسي الأعلى ويبلغ سمكه حوالي ٤٤م متمثل في تكوين الأثرون.
- حجر جيري بالإضافة إلى الطباشيري والمارل ويرجع إلى عصر الميوسين الأعلى بسمك ما بين ٣٠٠- ٣٨٠م، ويقع في تكوينات شحات.

- حجر جيري دولومتي والنموليتي والمرجاني، بسمك ١٤٠ متر متمثلًا في تكوين درنة مرتبط بعصر الأيوسين.
- أما تكوينات عصر الأوليجوسين الأسفل ويتكون من المارل والأحجار الجيرية المارلية بسمك ٤٠م وكذلك يشارك بجزء ثاني يعرف باسم الحجر الجيري الطحلبي لإحتوائه على بقايا الطحالب والقنافذ البحرية بسمك بين ٢٠ – ٢٨ متر.
- تكوينات الأوليجوسين الأوسط إلى الأعلى وهو يتألف من المارل الأخضر والحجر الجيري الدولوميتي بسمك ٣٦ متر.
- تكوين الأوليجوسين الأعلى والميوسين الأسفل وهو عبارة عن صخور الطفل والطين والحصى بالإضافة إلى الرواسب الرملية البحرية المتماسكة ورواسب التوفا المتبقية من الينابيع القديمة.

ب - الظروف المناخية وعلاقتها بالظواهر الكارستية :

يعد المناخ العامل الأساسي المؤثر في العمليات الجيورفولوجية السائدة في منطقة الدراسة، فالعلاقة واضحة بين المناخ ونشأة العديد من الظواهر الكارستية سواء على المدى القريب أو على مدى الأزمنة الجيولوجية المتعاقبة، وبناءً على ذلك نجد أن المظاهر الجيمورفولوجية هي نتائج لظروف مناخية سابقة، فالتباين في عناصر المناخ كان لها الأثر الكبير في الظاهرات الجيومورفولوجية، ومن خلال دراسة العناصر المناخية كالإشعاع الشمسي والحرارة والضغط والرياح ومظاهر التكاثف المتباينة كالرطوبة والأمطار يتضح التالى:

١ - الحرارة:

يتضح أن أعلى شهور السنة حرارة في شحات هو شهر يونيو حيث تبلغ درجة الحرارة إلى ٣٦,٦٧°م، في حين سجلت أعلى درجة في درنة نفس الفترة ٣٧,٠١°م في شهر يوليو، ويعد شهر ديسمبر أبرد شهور السنة في شحات وتصل إلى ٢,٦٩ °م، في حين يعد شهر يناير أبرد شهور السنة في درنة، وتصل أدنى درجة حرارة فيه ٧,٥٥°م.

وتعد الحرارة من أهم العوامل التي تؤثر على إذابة الصخور الجيرية حيث يساعد إرتفاع درجات الحرارة على سهولة ذوبان ثاني أكسيد الكربون في الماء، وذكر(Bogli , 1980) أن سرعة الذوبان في المناطق الأستوائية الحارة يمكن أن تزداد ٤٠٪ عند مقارنتها بمعدلات الذوبان في المناطق القطبية الباردة،

بينما يري بعض الباحثون أن غاز ثاني أكسيد الكربون سهل الذوبان في الماء البارد أكثر من الماء الساخن، وعلى آية حال فإن الظروف المناخية لمنطقة الدراسة تتوافق مع الرأيين حيث ترتفع الحرارة فى فصل الصيف وتنخفض شتاءً وبالتالى تنشط عملية الإذابة على مدار العام وإن كانت تزداد شتاء لتوافر سقوط الأمطار .

٢ - الأمطار:

تتميز كمية الأمطار في محطتي درنة وشحات بالمعدل المرتفع ويتباين المعدل السنوي ما بين ٢٦٢ ملم/ السنة في درنة، وتصل إلى ٥٢٢,٣ ملم/ السنة في شحات لوقوعها في مناطق مرتفعة على منسوب ٦٢٥م فوق سطح البحر ومواجهتها للكتل الهوائية الباردة القادمة من البحر المتوسط، في حين إن درنة على الساحل، تبعًا لذلك زاد موسم المطر إلى ١٧٧ يوم خلال العام، وكمية الأمطار في شحات أعلى مستوى لها في ليبيا مقارنة بأي منطقة أخرى.

ويلاحظ أن معدلات الذوبان تتناسب طرديًا مع كمية المياه السطحية وسرعتها وإنسيابها داخل الشقوق والفواصل ودورها في زيادة معدلات الإذابة السطحية لاسيما أن صخور الحجر الجيري تتميز بالنفاذية العالية، وبما أن الصخور الجيرية هي السائدة في منطقة الدراسة والتي تصل فيها (ph) إلى (٨) مما يزيد من عملية الإذابة بتفاعل ماء المطر مع ثاني أوكسيد الكربون أو معادن الصخر التي تتسرب خلالها، ويعد الماء النقي ليس له نشاط كيميائي إنما يمارس نشاطه من خلال ما يحمله من شوائب عالقة و ذائبة .

ويؤثر النسيج الصخري على مسامية الصخور وهذا ينعكس على نوعية الظاهرات الكارستية التي تنشأ، وتتوقف قدرة الصخور على حمل وتمرير الماء على عدة عوامل منها المسامية وهي مقدار ما يحتويه الصخر من فراغات وتجاويف، والنفاذية وهي مقدار ودرجة انحلال هذه الفراغات، ويرتبط تطور ظاهرات الكارسيت الجوفية بقدرة الصخور على نفاذية الماء خلالها، وقد برهنت الدراسات أن هناك تناسبًا طرديًا بين حجم التكونات والنفاذية وهذا ما نجده واضحًا في صخور تكوين درنة وصخور العضو الطحلبي لتكوين البيضاء إذ تتمتع هذه الصخور بأعلى قيمة للمسامية والنفاذية.

ويوضح جدول (١) الفترة الزمنية التي تلامس فيها المياه الصخور مما يؤدي هذا إلى زيادة كمية الصخور المذابة، ويرى البعض مثل (Smith & Mead, 1962) أن معدلات الذوبان الذي اقترحها Bogli هي

معدلات سريعة جدًا، لأن الوقت اللازم لوصول التربة إلى مرحلة التشبع تحتاج إلى عدة أيام بدلًا من عدة ساعات، بالإضافة إلى أن بعض الدراسات تشير إلى وجود أكبر تركيز من الجير في المياه يقع على عمق عدة أمتار من سطح الصخور الجيرية كما أشار إليها (Sweeting, 1972) في تقسيماته.

جدول (١) مراحل التفاعل الكيميائي لإذابة الصخور

نوع الإذابة	الزمن
إذابة أكبر كمية من كربونات الكالسيوم المرحلة الأولى والثانية	خلال الثانية الأولى وملامسة الماء للصخور
المرحلة الثالثة	تنتهي عند الدقيقة الأولى فتقترب الصخور من التشبع بالمياه
المرحلة الرابعة	تستغرق من ٢٤ ساعة إلى ٦٠ ساعة ليصل إلى مرحلة التشبع

المصدر: (Sweeting, 1972)

وينتج عن تفاعل ماء المطر مع غاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء تكون حامض الكربونيك الذي يعمل على إذابة الصخور الجيرية وتكوين الظاهرات الكارستية، وتتضح العلاقة بين التساقط وكمية المياه الجوفية متمثلة في ما يسمى بالقيمة الفعلية للأمطار التي تحدد العلاقة بين ارتفاع درجة الحرارة وكمية الأمطار الساقطة وبصفة عامة تقع المنطقة في نطاق الفائض الحراري حيث يلاحظ أن الحرارة المكتسبة تفوق عن كمية الحرارة المفقودة، ولوحظ أن الفاقد من مياه الأمطار في درنة وصل إلى ٧٣,٤٪ وإن أخذنا في الاعتبار أن المعدل السنوي للأمطار ٢٦٢ ملم في السنة، وبذلك يصبح معدل الفاقد بالتبخر يعادل ١٩٢,٣ ملم في درنة، وبذلك يصبح معدل الفاقد عن طريق جريان السطح Surface Run of يعادل ٢٢,٨٪ أي بما يساوي ٦٥ ملم/ السنة.

وبم أن كمية الأمطار الساقطة على منطقة الدراسة منخفضة نسبيًا فقد انعكس ذلك سلبيًا على المخزون الجوفي للمياه والحياة النباتية، عكس شحات التي تزيد فيها القيمة الفعلية للأمطار وبتطبيق معادلة Emberger أكثر المقاييس دقة وملائمة لإقليم البحر المتوسط وذلك لقياس القيمة الفعلية للأمطار Q وتحتاج في تطبيقها إلى كمية الأمطار (P) ومعدل الحرارة العظمى لأكثر شهور السنة حرارة (M) ومعدل الحرارة الصغرى لأبرد الشهور (N) ويعبر

عنه بالدرجة المطلقة (معدل كلفن) وذلك بإضافة (٢٧٣,٢) لدرجة الحرارة، كما هو موضح بالشكل.

وعلى أساس قيمة (Q) صنف أمبيرج مناخ البحر المتوسط كما يوضح الجدول رقم (٢).

جدول (٢) تصنيف أمبريجية للجفاف

قيمة Q	نوع المناخ	الحياة النباتية
أقل من ٢٠	جاف جدًا	صحاري
٢٠-٣٠	جاف	استبس
٣٠-٥٠	شبه جاف	مناطق زراعة جبلية
٥٠-٩٠	شبه رطب	حشائش غنية
أكثر من ٩٠	رطب	غابات

المصدر: Emberger

وبناءً على المعادلة سابقة الذكر، أمكن إيجاد قيمة (Q) وبعض المحطات المناخية المحيطة بها على النحو التالي: شحات قيمة (Q) فيها ٨٤ بمعنى مناخها شبه رطب

درنة قيمة (Q) بين ٤٠ أي أن المناخ شبه جاف

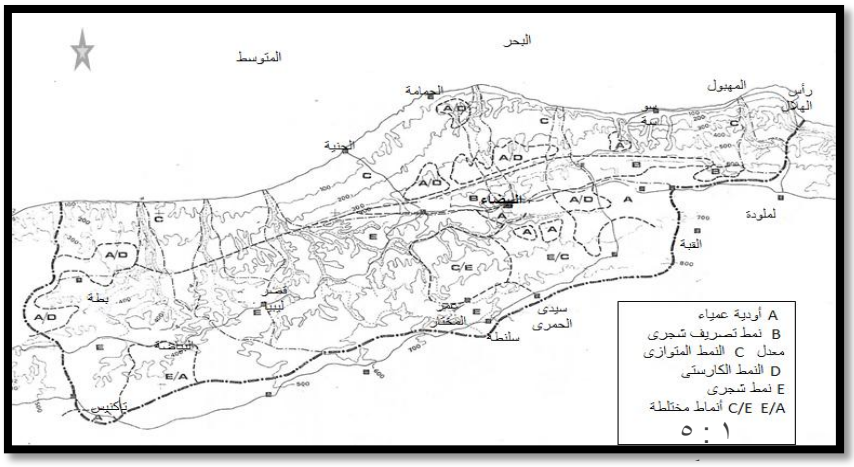
القبة قيمة (Q) تعادل ٣٥ أي أن مناخها شبه جاف

وبذلك نجد أن المنطقة تقع ضمن المناخ شبه الرطب في شمالها والمناخ شبه الجاف في جنوبها. ويلاحظ من خلال دراسة بيانات معدلات الضغط الجوى أن تأثيره على العمليات الكارستية قليل، حيث يؤثر بطريقة قليلة جدًا في أنه مع زيادة ضغط الهواء فوق الطبقات المائية يؤثر على هبوط المستوى المائي، فزيادة الضغط في نطاق معين يقلل حجم الهواء ويفتح المجال أمام الجزئيات المائية إلا أن تملأ الفراغات الناتجة عن تقلص حجم الهواء مما يفتح المجال أمام نشاط الخاصية الشعرية ويحدث العكس في حالة نقص الضغط.

ثانيًا- التوزيع الجغرافي للظاهرات الكارستية في المنطقة وعلاقته بالخريطة الكنتورية:

تنتشر الظاهرات الكارستية في منطقة الدراسة بكافة أنواعها وتصنيفاتها وإن كان هناك ارتباط معين بين بعض الظاهرات وطبيعة السطح ففي مناطق الانحدارات الهينة نجد انتشار للحفر الكارستية بصورة كبيرة؛ ويرجع ذلك لبطئ جريان المياه بها وظهور البرك المائية المؤقتة التي تسمح بتسرب المياه وبالتالي تكون الحفر الكارستية، أما مناطق الانحدارات الشديدة فترتبط بها الكهوف وخاصة البنيوية النشأة نتيجة لظهور الفواصل على مكشف الطبقات وبالتالى ينشط التجويف وتبدأ عملية التكهف.

وتنتشر الظاهرات الكارستية بالمنطقة فيما بين خطي كنتور ٣٠ متر إلى ٨٠٠ مترًا وإن كانت المنطقة المحصورة بين الفاصل الكنتوري ٣٠٠-٤٠٠ متر أكثر المناطق التي تتركز بها الظاهرات الكارستية، ويرجع ذلك إلى اختلاف درجات الانحدار في هذا الفاصل الكنتوري، حيث يتضح من الخريطة الكنتورية شكل (٣) أن الانحدار هيناً في الجزء الشرقي لمنطقة الدراسة مما سمح بتكون الحفر الكارستية بكثرة نتيجة لبطئ جريان المياه كما ذكر سابقًا، ويشتد الانحدار في هذا الفاصل الكنتوري في وسط وشرق منطقة الدراسة مما يسمح بتكون الكهوف الكارستية على واجهة المنحدرات متتبعة خطوط الفواصل، ولذلك تنتشر الظاهرات الكارستية بصورة كبيرة وبأنواع مختلفة على ارتفاع ما بين ٣٠٠ – ٤٠٠ مترًا.



شكل (٣) الخريطة الكنتورية لمنطقة الدراسة موضح عليها أنماط التصريف

ثالثا : جيومورفولوجية المظاهر الكارستية لمنطقة الدراسة:

تتباين الظاهرات الكارستية وتختلف وتتنوع أشكالها إلى درجة يصعب معها وضع تصنيف شامل وذلك بسبب التداخل الكبير بين هذه الظاهرات والأشكال، وعامة يمكن تقسيمها إلى ثلاث مجموعات رئيسة كما اقترحت من(Sweeting, 1972) وبناءً على ذلك يمكن تقسيمها إلى ثلاث مجموعات:

- الظاهرات السطحية ذات الأحجام الصغيرة الناتجة عن فعل الإذابة أو تآكل سطح الصخور الجيرية أو ما يسمى باللابية أو التشرشر الجيري.
- المنخفضات المغلقة متوسطة الحجم أو الأبعاد ويشمل الحفر الكارستية "الدولينا" بجميع أنواعها وهي من أهم المظاهر التضاريسية في المنطقة الكارستية.
- الأحواض المغلقة ذات الأبعاد والأحجام الضخمة أكثر من ٥٠٠ متر مربع أو البوليجيات (Poljes) وهذه الانخفاضات متعددة أو مركبة الأصول Complex Polygenetic Origin.

أما Bogli فيضع التصنيف التالي لظاهرات الكارسيت السطحية:

- الكارن (Karren) أو اللابية وهي العلامات والظاهرات الصغيرة الحجم التي يتراوح حجمها بين عدة مليمترات إلى عدة أمتار.
- المنخفضات المغلقة الصغيرة التي يتراوح حجمها بين عدة أمتار إلى واحد كيلومتر، وتشمل الدولينات (حفر البالوعات) والدولينات المركبة والدولينات الإنهارية المائية (Cenotes) والمنخفضات النجمية (Cackpits).
- مسطحات التآكل Corrosion Plains.
- الأودية النهرية الكارستية.
- الكارست الجليدي (C lacio Karst) أو المصاطب المدرجة الكارستية.
- البولوجيات وهي الأحواض المغلقة التي يزيد حجمها عن ٥٠٠ مترًا.

وسيتم مناقشة بعض الظواهر الكارستية في منطقة الدراسة حتى يتسنى لنا معرفة نشأتها وأشكالها التضاريسية حسب نمط وشكل الظاهرة الموجودة في هذه المنطقة، منها وعلى سبيل المثال:

أ - الخدوش أو الشقوق السطحية الكارستية:

يتضح انتشار ظاهرات الإذابة السطحية وخاصة الصغيرة الحجم في المناطق الكارستية بصفة عامة، وتتعدد مسمياتها حسب اللغات المختلفة وبصفة عامة تم استخدام مصطلح عام يقصد به كل أشكال الإذابة التي تكسو سطح الصخور الجيرية.

ومن أشهر المصطلحات التى تعرف بها هى (اللابية) أو التشرشر الجيري وتعنى النحت الدقيق لأسطح الصخور الجيرية بفعل المياه صورة (٢) حيث تتنوع أشكالها وتتباين ولكن أهم ما يميزها هو صغر حجمها الذي يتراوح ما بين المليمترات إلى المترين، وفي بعض الأحيان يزداد حجمها في أحوال قليلة ليصل إلى ٢٠ مترًا.

صورة (٢) ظاهرة التشرشر الجيرى (اللابية)
المصدر العمل الميدانى فى المدة من ١٠ : ١٧ يناير ٢٠١٦

١- نشأتها :

ويبدأ شكل اللابية في بادئ الأمر على شكل منشار مسنن ثم تبدأ بالعمق التدريجي والتوسع على حساب الأطراف التي تتداخل بينها وينجم عن ذلك تشكيل التربة الناعمة الناشئة عن تحلل الصخر الكلي غير النقي، وهي تربة طينية – رملية – ناعمة مائلة للأحمرار وتسمى باسم التربية الطينية الحمراء وتعرف Terra Rossa والتي تتجمع في قاع الخدوش والأخاديد وقد تغمر بكاملها وتجعلها غير ظاهرة على سطح الأرض مباشرة.

وتصنف الخدوش تبعًا لانكشاف السطح الصخري المتكونة فوقه وخال من أي غطاء حيوي، وهو التصنيف المعتمد من قبل لجنة الظواهر الكارستية للاتحاد الجغرافي العالمي (١٩٦٠) إلى الأصناف التالية:

- **الخدوش الحرة:** وتحدث على سطح الصخور الخالية من الغطاء الحيوي وتظهر على شكل مجاري دقيقة أو شكل خدوش مدرجة كما تظهر على شكل أقماع فوق الصخور قليلة الانحدار أو شبه الأفقية، أو على شكل الصخور شبه القائمة التي تشكل الجروف أو الجدار القائم، والتي تشكل خدوش الميازيب أو خدوش الجدران.
- **الخدوش شبه الحرة:** ينتشر هذا النوع في المناطق الكلية، إذ لا يظهر السطح عاريًا تمامًا بل يغطى ببعض الأشرطة من التربة والنباتات المتفرقة والدوبال بشكل متقطع، وتأخذ الخدوش شكل تجاويف صغيرة حوضية مغطاة بالأشينات أو بحطام الصخر الكلس، ويطلق على هذه الخدوش (الكامينيترا) وتتطور هذه التجاويف باستمرار التحلل الذي يصيب جوانبها ويطلق عليها، في مرحلة متطورة الخدوش أو اللابية المفرغة.
- **الخدوش اللابية المدفونة:** وهي شكل متطور أصلًا من اللابية الحرة التي تشكلت تحت ظروف مناخ سابقة تلاها مناخ رطب بارد ساعد على دفن اللابية وإزالة الحافات والأطراف الحادة التي تفصلها عن بعضها، ويرتبط هذا النوع بتربة التحلل الناعمة، وأكثر أشكالها تطورًا هي "حقول الخدوش" التي تتشكل عندما تتقاطع جوانب الخدوش بأنواعها المختلفة وينتج عنها حافات حادة مضرسة ومتقطعة ومدفونة تحت غطاء تربة محللة وناعمة.

٢ - التوزيع الجغرافي للخدوش اللابية:

ويرى Burollet, F.P. (1960) إن انتشار اللابية في تكوينات العضو الطحلبي لتكوين البيضاء والفائدية والأبرق، ويندر وجودها في تكوين أبولوينا، وينعدم في تكوين الهلال والأثرون وعضو شحات المارلي لتكوين البيضاء، ويرجع سبب عدم وجودها في التكوينات سابقة الذكر إلى طبيعة الصخور المكونة لها فهذه التكوينات تتكون من المارل وهو عبارة عن صخر جيري به نسبة عالية من الطين والشوائب مع ضعف التماسك والتطابق الرقيق على عدم نشأة ظاهرة اللابية.

ب - الدولينات Dolines:

يستخدم مصطلح الدولينا لوصف الانخفاضات الصغيرة في مناطق الصخور الجيرية، ويعد هذا المظهر التضاريسي الكارستي ناتج عن التحلل الباطني للصخر الكلسي عندما يتخذ هذا التحلل في الاتجاه رأسيًا نحو العمق، كما أنها عبارة عن حفر كارستية غير عميقة متصلة بنظام تصريف جوفي وهي ذات مسقط إهليجى أو دائرى مغلق ومطقع قمعي أو حوضي الشكل بحيث يكون قطرها أكبر من العمق.

١ – نشأة الدولينات :

ترتبط نشأتها بالتشققات الصخرية خاصة من الأجزاء التي تلتقي فيها تلك الشققات وتتقاطع ضمن الكتلة الصخرية، وللمياه المتراكمة على الأسطح الأفقية للصخور الجيرية دوراً فى نشأتها ويتحكم فى ذلك درجة إنحدار السطح، فالمناطق قليلة الانحدار ذات التموجات البسيطة تلائم نشوء الدولينا بعكس المناطق شديدة الانحدار التي تساعد على جريان المياه، في حين يلعب التركيب الصخري والظروف المناخية دورًا رئيسا في نشأتها خاصة ذات الشقوق والفواصل، كما أن المسامية والنفاذية تلعب دورًا كبيرًا في زيادة تسرب المياه أو تراكمها على السطح .

٢ – أنواع الدولينات :

تنتشر عدة أنواع من الدولينات ويمكن تصنيفها على النحو التالي كما اقترحها (Sweeting, 1972) من خلال دراسته للمظاهر الكارستية:

- دولينات الإذابة العادية Normal Solution Dolines
- الدولينات النهرية أو الطولية Alluvial Dolines
- الدولينات الأنهيارية Collapse Dolines
- دولينات الإذابة الانخفاضية Solution subsides Dolines

وتتشكل هذه الحفر في التربة المتماسكة تسمح هذه التربة بتسرب مياه الأمطار عبر الشقوق التي بها الحجر الجيري مما يسمح بحدوث عملية الإذابة الباطنية، ثم يهبط مستوى التربة السطحي بسبب اتساع الشقوق والفواصل التي سربت كميات كبيرة من المياه بداخلها مما سمح بحدوث هذه المنخفضات.

- الدولينات النجمية Cock pits وهي تجاويف يأخذ سطحها شكل النجمة ويشيع انتشارها في المناطق المدارية.

وقد قام الباحث بدراسة أنواع الدولينات كالتالى :

- **دولينات الإذابة العادية Normal Solution Dolines:**

دولينات الإذابة العادية في بداية مراحل نشأتها تعمل بعض الشقوق على نقل المياه الطبقية من الصخور الجوفية المشبعة بالماء وبمرور الوقت تتسع الشقوق والفواصل وينتج عن ذلك ظهور منخفض صغير على سطح الأرض يعمل على جذب وتجميع المياه داخلها وباستمرار نشاط العمليات الكيميائية يزداد حجم المنخفض وتنشأ دولينات الإذابة التي قد لا يزيد قطرها عن ٥٠م وعمقها ٥ أمتار صورة (٣)، وتتركز المناطق التي تكثر بها الشقوق والفواصل في الصخور الجيرية ذات الحبيبات الدقيقة، وقام الباحث بدراسة نماذج منها فى منطقة الدراسة كالتالى :

- دولينة براك الجميل:

الموقع : خط طول ٠٠ " ٣١ ' ٢١ ° شرقًا ، دائرة عرض ٦٠" ٤٠ ' ٣٢ ° شمالًا، الارتفاع عن سطح البحر ٤٥٦ متر .

الخصائص: مجموعة مكونة من ٦ دولينات إذابية، تقع ضمن قمة تل على منحدر المدرج الأول أمام الحافة الثانية، وتأخذ الخط الشكل شبه الدائري حيث تتراوح أقطار فتحاتها ما بين ١٣٠- ٢٠٠ مترًا، وعمقها ما بين ٢ - ٣ أمتار، وتغطي قيعانها برواسب ترابية ملائمة لنمط استخدامها الزراعي علاوة على وجود تلال صخرية محطمة في أطرافها، ويتركز هذا النوع من الدولينات في الصخور الجيرية لتكوين درنة الذي يختص بكثافة الخطوط التكتونية.

صورة (٣) أحد دولينات الإذابة العادية التى تتجمع فيها المياه
المصدر العمل الميدانى فى المدة من ١٠ : ١٧ يناير ٢٠١٦

- دولينات شطينش:

الموقع: خط طول ٠٠ " ٥٤ ' ٢١ ° شرقًا، دائرة عرض ١٧" ٤٣ ' ٣٢ ° شمالًا، الارتفاع عن سطح البحر ٥ أمتار.

الخصائص: دولينتان تقع بالقرب من شاطئ البحر في أرض مستوية يبلغ أطوال أقطارها ٣٥ إلى ٦٠ مترًا وعمقها لا يتجاوز ٢٠ متر، ويحد قيعانها المنبسطة صخور إقليم درنة وتمتلئ بالماء خلال الفصل المطير.

- دولينات زاوية ترت:

الموقع: خط طول ٠٠" ٢٥ ٦٠ ˚ شرقًا، دائرة عرض ٥٠٠ ٢٨ ٣٦ ˚ شمالًا، الارتفاع عن سطح البحر ٦٨٠ مترًا .

تشمل ١٠ دولينات إذابة تقع ضمن منحدر هين فوق المدرج الثاني وتتخذ الشكل شبه الدائري تتراوح أطوال أقطارها ما بين ٧٠ إلى ١٢٠ مترًا، وجوانبها هينة الانحدار إلى متوسطة، وقيعانها ممتلئة بالتربة الحمراء صورة (٤)، تتخذ هذه الدولينات شكلًا هندسيًا موازي للخطوط التكتونية المتواجدة في تكوين الفائدية.

صورة (٤) دولينة زاوية ترت

المصدر العمل الميدانى فى المدة من ١٠ : ١٧ يناير ٢٠١٦

- **الدولينات النهرية:**

تنتشر في المناطق التي تغطيها التربة الخفيفة والتي تعد مهد لبعض الزراعات بصفة عامة، ويؤدي اتساع الشقوق والفواصل إلى نزول الغطاء الترابي مكونًا تجويفًا ظاهرًا على سطح الأرض، مما يؤدي إلى التباين في شكل وانحدار جوانب الحفرة وتجميع الإرسابات بداخلها، وأحيانا يوجد فى هذا النوع من الدولينات طبقة سميكة من الإرسابات والمستنقعات.

ومن خلال الدراسة لم يلاحظ وجود لهذا النوع من الدولينات في منطقة الدراسة، ولكن يمكن إرجاع اختفاء هذه الظاهرة إلى استخدام مواضع عند الإرسابات الفيضية في النشاط الزراعي، مما أدى إلى طمس معالم هذه الظاهرات في منطقة الدراسة.

- **الدولينات الأنهيارية:**

تنتشر الدولينات الإنهارية في المناطق التي يوجد بها نظام تصريف جوفي وخاصة في المناطق الكارستية الممطرة، ويرى Rohich (1974) إن الأماكن الأمثل لحدوث عملية الإذابة في باطن الأرض على سطح طبقة المياه الجوفية، حيث تحدث فيها أكبر نسبة وكمية إذابة عن طريق اتساع فتحة الإذابة في الطبقة السفلى وحدوث إنهيار تدريجي نتيجة زيادة اتساع عملية الإذابة لصخور الحجر الجيري، ويزداد الاتساع تدريجيًا إلى أن يقارب من الوصول لسطح الحفرة ثم تصل إلى مرحلة إنهيار السقف نتيجة فعل الجاذبية الأرضية وزيادة عمليات الإذابة وتبقى رواسب الإنهيار موجودة في قاع الحفرة.

ومن خلال العمل الميدانى تم حصر عدد من الدولينات الإنهيارية تنتشر في أماكن مختلفة، حيث تتواجد في الصخور الجيرية الصلبة لتكوين درنة والفائدية والأبرق والبيضاء وسوسة، وتتميز هذه الدولينات بقيعان تغطيها التربة وكتل الصخور من الأسقف المنهارة، ويحد هذه القيعان جروف قائمة الشكل إلى شديدة الانحدار، أما فتحاتها يغلب عليها الشكل الغير منتظم والذي يعكس التأثيرالواضح للتركيب الجيولوجي صورة (٥).

صورة (٥) دولينة بلخنة أحد دولينات الإذابة الإنهارية

المصدر العمل الميدانى فى المدة من ١٠ : ١٧ يناير ٢٠١٦

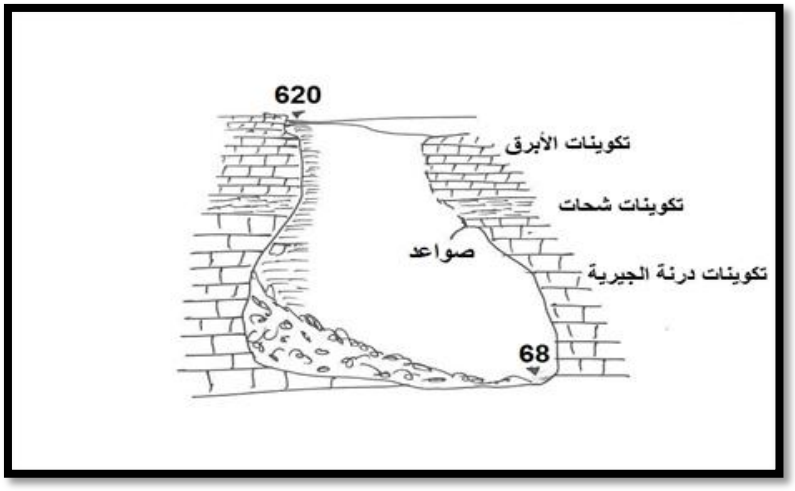
علاوة على وجود النمط الكارستي كأحد أنماط التصريف المائي، ويختلف هذا النمط عن بقية أنواع التصريف المائي في منطقة الدراسة، حيث تتركز في وادي الضبع ووادي بونج ووادي العربية، كما يكثر في منطقة الفائدية والأبرق بالإضافة إلى العديد من المظاهر الكارستية في سوسة وشحات. ويمكن تقسيم الدولينات الإنهارية إلى مجموعتين:

الأولى: مجموعة الدولينات الكبيرة التي تزيد أعماقها عن ٢٠ مترًا، والثانية مجموعات الدولينات الصغيرة التي يقل عمقها عن ٢٠ مترًا، وقام الباحث بدراسة بعضها كالتالى :

المجموعة الأولى الدولينات الكبيرة:

- مجموعة دولينات هواء بلخنة:

الموقع : خط طول ٥٠" ٥١′ ٢١° شرقًا ، خط عرض ٢٥" ٤١′ ٣٦° شمالًا، الارتفاع عن سطح البحر ٦٢٠ مترًا شكل (٤).



شكل (٤) مقطع جانبى لدولينة بلخنة

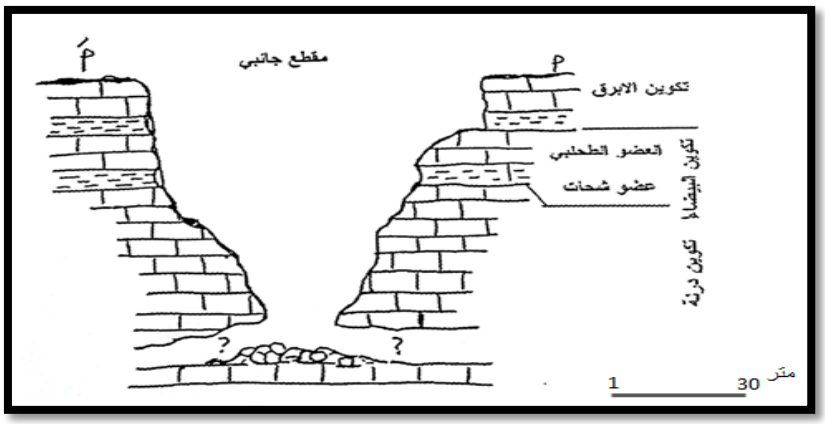
المصدر العمل الميدانى فى المده من ١٠ : ١٧ يناير ٢٠١٦

الخصائص:

تقع بمنطقة بلخنة إلى الشمال من مطار الأبرق وتعد هذه الظاهرة من أعمق الدوليات في منطقة الدراسة حيث يبلغ عمقها حوالي ١٤٠ مترًا، أما قطر فتحتها يبلغ حوالي ٦٥ مترًا، أما جدرانها فهي قائمة وقاعها تغطيه التربة الحمراء وحطام الصخور المتساقطة ويتخذ المقطع الرأسي لهذه الدولينة شكل ذو قاعدة متسعة وعمق ضيق أما الفتحة فهي دائرة الشكل وتتكون من صخور تكوينات الأبرق والبيضاء ودرنة.

- دولينة هواء رجاعي:

خط طول ٠٠ ٣٥ " ٢١ ° شرقًا، خط عرض ٠٥"٣٩ ′ ٣٢ ° شمالًا، ارتفاع ٦٧٠ مترًا



شكل (٥) مقطع جانبى لدولينة هواء إرجعى

المصدر العمل الميدانى فى المده من ١٠ : ١٧ يناير ٢٠١٦

الخصائص:

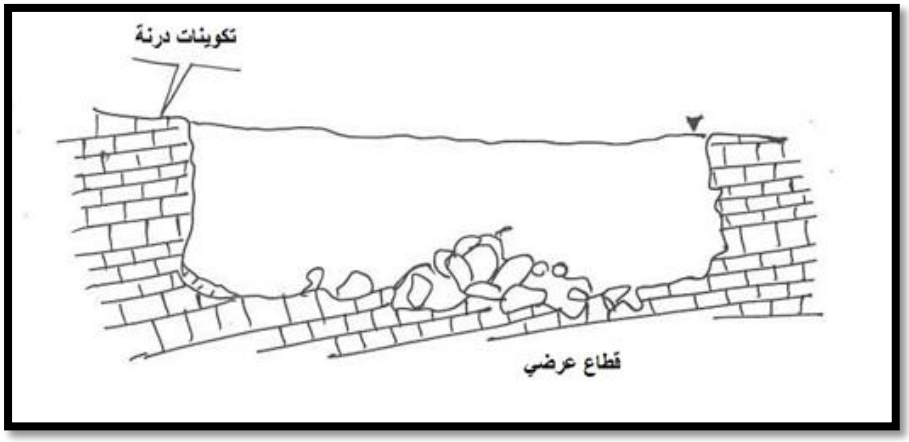
تقع إلى الجنوب الشرقي من هواء بلخنة وتبعد عن منطقة بلخنة حوالي ٧كم، ويظهر واضحًا أثر التركيب الجيولوجي على مساقط فتحتها الغير منتظمة من صخور تكوين الأبرق والبيضاء ودرنة، ويغلب على قاعدته التقطع بممرات جوفية وتوجد بعض القنوات أهليجية المقطع، بالإضافة إلى صخور العضو الطحلبي لتكوين البيضاء شكل (٥).

- دولينة هواء ارحيم:

الموقع خط طول ٥٠" ٣٢′ ٢١° شرقًا ، خط عرض ٢٥" ٤٠′ ٣٢ ° شمالًا، الارتفاع عن سطح البحر ١٥٠ مترًا .

الخصائص:

تقع شرق وادي المهبول بحوالي ٣٠٠ مترًا على المدرج الأول بالقرب من الحافة الأولى للجبل، وتأخذ شكل الحوض الدائرى بجوانب قائمة وقاع منبسط تغطيه كل صخور السقف المنهار شكل (٦)، صورة (٦)، يبلغ قطر الفتحة ١١٠ مترًا، أما عمقها نحو ٣٥ مترًا، كما تظهر على جدران الدولينة فتحات لقنوات أهليجية موازية لأسطح طبقات صخور تكوين درنة.



شكل (٦) مقطع جانبى لدولينة هواء ارحيم

المصدر العمل الميدانى فى المده من ١٠ : ١٧ يناير ٢٠١٦

صورة (٦) دولينة هواء ارحيم

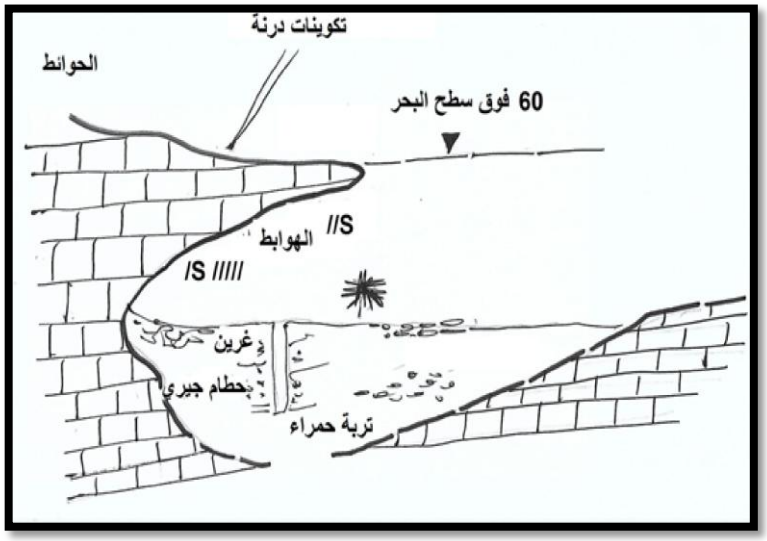
المصدر العمل الميدانى فى المدة من ١٠ : ١٧ يناير ٢٠١٦

- دولينة هواء فطيح:

الموقع خط طول ٠٠ " ٣٠′ ٢١˚ شرقًا، خط عرض ٩٥ ′٤٠" ٣٢˚ شمالًا، الارتفاع عن سطح البحر ٦٠ مترًا .

الخصائص:

القطر حوالي ٨٠ مترًا وارتفاع السقف حوالي ٢٨ مترًا، وتقع هذه الدولينا في صخور تكوين درنة المنكشفة في واجهة الحافة الأولى، ويأخذ مقطع التجويف لهذه الدولينة شكل الأهليج مما يشير إلى أنه قد نشأ وتطور على امتداد سطح الطبقات شكل (٧)، صورة (٧) .



شكل (٧) مقطع جانبى لدولينة هواء افطيح

المصدر العمل الميدانى فى المده من ١٠ : ١٧ يناير ٢٠١٦

صورة (٧) دولينة هواء افطيح

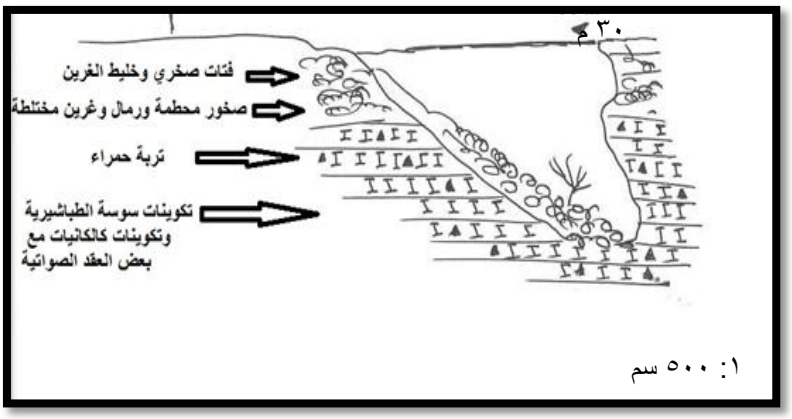
المصدر العمل الميدانى فى المدة من ١٠ : ١٧ يناير ٢٠١٦

المجموعة الثانية: الدولينات الصغيرة:

- دولينا منقار الصلابي عند رأس الهلال:

الموقع: خط طول ٥٠ "٤٩′ ٢١ ˚ شرقًا، خط عرض ٨٠٠" ٤٣′ ٤٦ ° شمالًا، وتقع منطقة رأس الصلابي بالقرب من الشاطئ إلى الشرق من ميناء رأس الهلال البحري وإلى الجنوب من الطريق الرئيسي ما بين سوسة ورأس الهلال.

الخصائص المورفومترية: يبلغ قطر الفتحة الدائرية للدولينة ٣٠ مترًا ويصل أقصى عمق إلى حوالي ٢٠ مترًا، أما جدرانها الجنوبية فهي شديدة الإنحدار شكل (٨)، صورة (٨)، بينما تغطي التربة الصخور في جانبها الشمالي، وتغطي رواسب العصر الرباعي صخور وتكوين أبولونيا المنكشفة على جوانب أبولوينا.



شكل (٨) مقطع جانبى لدولينة هواء الصلابى

المصدر العمل الميدانى فى المده من ١٠ : ١٧ يناير ٢٠١٦

صورة (٨) دولينة هواء الصلابى، ويلاحظ السلوك السىء لبعض السكان بإلقاء القمامة بها

المصدر العمل الميدانى فى المدة من ١٠ : ١٧ يناير ٢٠١٦

- **دولينات الإذابة الانخفاضية:**

يستخدم هذا المصطلح لوصف الانخفاضات والتجاويف التي قد تظهر على سطح الأرض من الصخور غير الجيرية، حيث نجد في بعض المناطق التي تعلوها الصخور الجيرية طبقات من الصخور الرملية أو الطينية، إذ تؤدي عملية إذابة الصخور الجيرية إلى تكون حفر انخفاضات تشبه الدولينات، وتسمى هذه الطبقة Smffosion وهذا النوع من التجويف يمثل الدولينات بالإذابة الانخفاضية، ويطلق علية اسم الكارست المغطى حيث يندر وجوده في إقليم الدراسة.

- غوط المشاوير

الموقع خط طول ٠٠" ٥٥ ٢١ ° شرقًا، خط عرض ٤٠ ١٥ ٣٢ °شمالًا، الارتفاع فوق سطح البحر ٣٨٠ مترًا ، وتقع إلى مسافة ٥٠٠ مترًا شمال شرق غوط المشاوير، ويقع في مساحة منطقة زراعية قطرها يصل إلى ١٦٠ مترًا في حين عمقها لا يتجاوز ٢ متر، يغطيها رواسب التربة الحمراء ترجع إلى الزمن الجيولوجي الرابع، وتتكون دولينا الإذابة الإنخفاضية في تكوينات سوسة الجيرية وهذه الظاهرة تتكرر في أكثر من موقع من إقليم يتركز على امتداد الانكسار في اتجاه غرب الجنوب الغربي إلى شرق الشمال الشرقي صورة (٩).

صورة (٩) دولينة غوط المشاوير، ويلاحظ إستغلال

المصدر العمل الميدانى فى المدة من ١٠ : ١٧ يناير ٢٠١٦

ج - الكهوف الجيرية:

يعتبر أول من استخدم مصطلح الكهوف Kleinsmiede W.F.J. and Van Beu Berg (1968), حيث يرى أنه مصطلحًا عامًا يدل على أي تجويف أو فراغ طبيعي داخل التكوينات الصخرية الأرضية، وتختلف أنواعها باختلاف العوامل المسببة وتكوينها، وتعد الكهوف الجيرية أكثر الأنواع شيوعًا فوق سطح الأرض حيث يرتبط توزيعها بتوزيع وانتشار المناطق الكارستية، وتنتشر الكهوف الكارستية بتصنيفات متعدده وذلك لتوافر العوامل الجيولوجية (الصخرية والبنيوية)، والظروف المناخية القديمة والحالية التى ساعدت على نشأتها وتطورها، وقام الباحث بدراستها كالآتي:

١ - نشأتها:

تربتط نشأة الكهوف الجيرية في مناطق الدراسة بعدة عوامل وهي:

- سمك طبقات الصخور الجيرية.
- ارتفاع نسبة مساميتها وزيادة الفراغات الصخرية فيها.
- تتميز الصخور الجيرية بكثرة الشقوق والفوالق والفواصل المتجاورة لبعضها البعض.
- يستقبل إقليم الدراسة المكون من الحجر الجيري كميات من التساقط تساعد على نشاط العمليات الجيموفورلوجية لتسمح بنشأة الكهوف بأشكالها المختلفة وإنشاء شبكة من التصريف الداخلي تحت سطح الأرض.

وتتشكل الكهوف الجيرية فى أشكال مختلفة، حيث تتكون من حجرات وممرات واسعة طبيعية تقع تحت سطح الأرض ولاسيما في طبقات الصخور المشبعة بالمياه، وتمتد الكهوف في الصخور على شكل فجوات غير منتظمة الأشكال أو الأبعاد ذات امتداد أفقي أو رأسي وتختلف فيما بينها من حيث الأعماق والأبعاد، كما تساهم الشقوق الصخرية وأسطح الصدوع والحدود الفاصلة بين الطبقات في زيادة فعل التجوية الكيميائية وتحلل معادن الصخور القابلة للإذابة على سرعة تسرب المياه الجوفية إلى داخل الصخور الجيرية عالية النفاذية، كما يؤثر ثاني أكسيد الكربون الذائب في المياه سواء المكتسب من الهواء أو من العناصر الحيوية في زيادة النشاط الكارستي.

٢ - أهم الظاهرات الجيمورفولوجية في الكهوف الجيرية:

تتعرض الكهوف الجيرية لفعل التجوية الكيميائية وخاصة الإذابة وتحلل معادن صخورها وإذابتها كما سبق الذكر، علاوة على فعل المياه الجوفية كعامل نحت ونقل وإرساب، حيث تنقل المياه أثناء تغلغلها في الصخور الجيرية كميات كبيرة من الرواسب الطينية الغرينية، وقد تترسب بعض مخلفات هذه الرواسب فوق أرضية الكهوف ومن أهم الظاهرات الجيومورفولوجية في كهوف منطقة الدراسة ما يلى :

- **فرشات الحجر الجيري**: المتمثلة في الرواسب الطحلبية التي ترسبت بفعل المياه والتي تغطي أجزاء من أرضية الكهوف الجيرية.
- **ممرات الكهوف:** تتشكل الكهوف الجيرية بعدد من الممرات تتصل بعضها مع بعض، أو بعضها وسطح الأرض وقد تمتد على طول الصدوع، أو بين الأسطح الفاصلة بين الطبقات الجيرية، فالمجموعة الأولى تكون مرتفعة وضيقة وملتويه، أما الثانية فهي منخفضة وأكثر اتساعًا.
- **الهوابط والصواعد:** وهي عبارة عن تكاثف كربونات الكالسيوم في الصخور الجيرية، فعند تسرب قطرات الماء التي تحتوي على أيونات الكالسيوم والبيكربونات من سقف الكهف تفقد غاز ثاني أكسيد الكربون، فتترسب تبعًا بذلك كربونات الكالسيوم، وبمرور الزمان تتراكم هذه الترسبات على السقف مكونة الأعمدة التي يزداد طولها تدريجيًا وتتخذ أشكالًا مخروطية، وفي حالة سقوط قطرات الماء التي تحتوي على أيونات الكالسيوم والبيكربونات على أرضية الكهف تتكون بروزات تسمى بالأعمدة الصاعدة وتتخذ الشكل المخروطي.

٣- تصنيف الكهوف الجيرية بمنطقة الدراسة:

يتضح مما سبق ذكره عن نشأة الكهوف وتعدد العوامل الجيمورفولوجية التي ساهمت في تكوينها عبر الأزمنة، وتعد الصخور الجيرية البيئة الخصبة لتكونها، ومن الجدير بالذكر أن الكهوف أيضا تتكون فى مناطق النشاط البركاني وتعرف باسم كهوف اللافا، بالإضافة إلى أنواع أخرى كالكهوف الجليدية والبحرية التي تتواجد على امتداد خط الساحل، إلا أن أشهر أنواع الكهوف هي كهوف المناطق الكارستية التي يغلب انتشارها في منطقة الدراسة التي تتشكل بفعل النشاط التفاعلي بين العوامل الجيمورفولوجية المختلفة، إلا أن

تسرب المياه تحت سطح الأرض عن طريق الشقوق والفواصل وارتفاع مسامية التربة والصخور وذوبان الصخور بالمياه المشبعة بثاني أكسيد الكربون حيث يؤدي التفاعل الكيميائي بين الحامض والصخور إلى اتساع التجاويف وحفر الممرات وبالتالي إلى تطور عمليات التوسيع لهذه الممرات سواء كان أفقيًا أم رأسيًا.

ويرى الباحث من خلال دراسة عدة تصنيفات للكهوف أنه من الصعب وضع تصنيف كامل للكهوف والسبب هو تباين وإختلاف الظروف التي كانت سببًا في نشأة هذا المظهر، ويمكن ذكر بعض هذه التصنيفات بناءً على تعريف (Bogi, 1980) (إلى ما يلي:

- **تصنيف وفق المنشأ :** وبذلك يمكن تصنيفها إلى مجموعتين:

– **الكهوف الأولية:** وهي الكهوف التي تتوافق نشأتها مع تكوين الصخور سواء رسوبية أو نارية، وتنشأ كهوف الصخور النارية عن طريق الصهير أو الحمم البركانية المتدفقة من فواهات البراكين حيث تندفع الغازات على هيئة فقعات والتي تترك خلفها تجاويف وأنفاق بأطوال مختلفة، وهذا النوع لا يوجد بمنطقة الدراسة حيث أن المنطقة تكويناتها من الصخور الرسوبية ومن أمثلتها الكهوف الكارستية والبحرية والتي سبق ذكر نشأتها.

– **الكهوف الثانوية:** وهي تنقسم إلى نوعين:

كهوف خارجية المنشأ وهي الكهوف المنحوتة بفعل العوامل الجيمورفولوجية في قواعد ووجهات الجروف، وتضم الكهوف التي تنشأ بواسطة الرياح والكهوف التي نحتت في التعرجات النهرية بواسطة المياه وكهوف الجروف البحرية، وكهوف داخلية المنشأ وهذا النوع ينشأ بواسطة مؤثرات تعمل داخل الصخر وتمثل العوامل التكتونية وتآكل الصخور بواسطة المياه أهم هذه المؤثرات، حيث تؤدي الحركات التكتونية إلى تصدعات تصيب الصخور وينشأ عن تزحزح الصخور على جوانب الصدع ترك فراغات بينها تستغلها المياه الجوفيه للتوغل فيها وتقوم بدورها فى عمليات الإذابة وتوسيع هذه الفراغات تدريجيا.

- **التصنيف وفق الحجم:**

ويمكن إيجاز عرض تصنيف الكهوف بناءً على حجمها بحيث تستخدم أطوال ممرات الكهوف الجيرية كمعيار لتصنيف الكهوف بناءً على ما تطرق إليه (Bogli, 1980) كما يلي:

جدول (٣) عرض تصنيف الكهوف بناءً على حجمها

كهوف صغيرة	كهوف متوسطة	كهوف كبيرة	كهوف ضخمة
أقل من ٥٠م	٥٠- ٥٠٠م	٥٠٠- ٥٠٠٠م	أكثر من ٥٠٠٠م

المصدر: (Bogli, 1980)

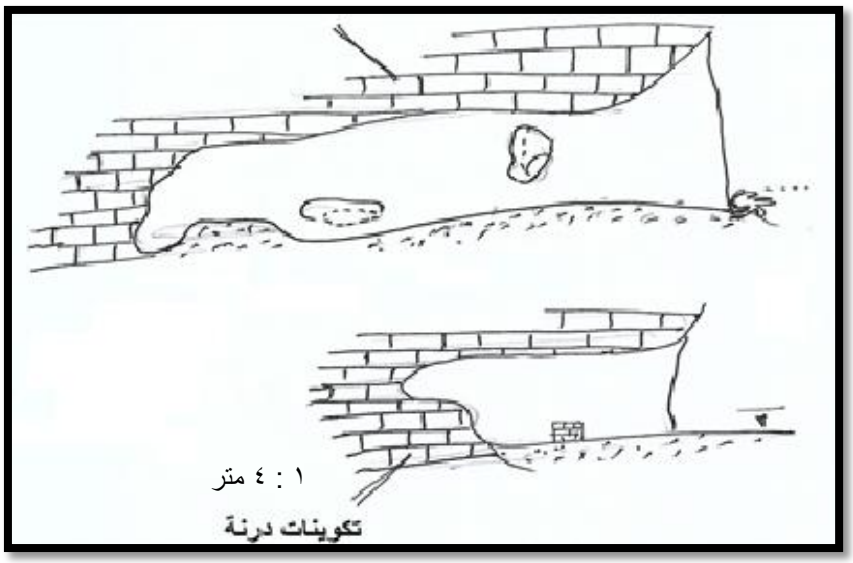
وقام الباحث بتطبيق تصنيف Bogli على بعض الكهوف التى درسها ميدانيا والتى يتراوح عمقها الأفقى بين ٥ – ٢٠ مترا وبذلك تعد ضمن فئة الكهوف الصغيرة .

٤ - الدراسة المورفومترية للكهوف:

قام الباحث بالقياسات المورفومترية للكهوف في العمل الميدانى وذلك من خلال قياس ارتفاع الكهف وعمقه وإتساع مدخله، ويمكن إلقاء الضوء على بعض نماذج الكهوف في منطقة الدراسة كما يلي :

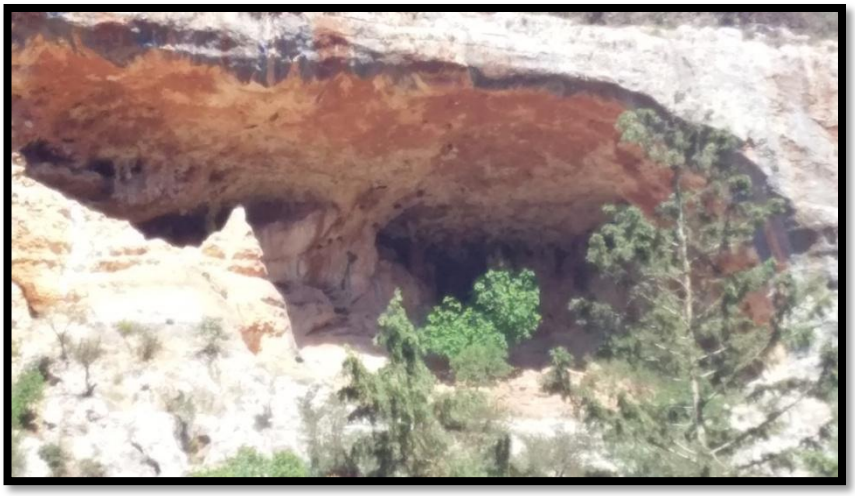
- كهوف جبانة سيدي أبو إدريس:

وتعرف بحقفة وادي كراكا وتشمل مجموعة من ثلاثة كهوف طولية على امتداد جرف شديد الانحدار يمتد مع الجانب الغربي لوادي كراكة، وترجع نشأتها لتكوينات الحجر الجيري لدرنة وتقع عن تقاطع خط طول ٢١˚ شمالًا و٣٢˚ شرقًا، ونشأت بفعل الإذابة والنحت المائي تحت سطح التربة، وتشمل ثلاث مستويات حقفة كراكا على المستوى الأول وارتفاعها ٣٢ مترًا، وحقفة المستوى الثانى تصل إلى ١٥ مترًا، بينما حقفة المستوى الثالث ١٠ أمتار، شكل (٩)، صورة (١٠).



شكل (٩) مقطع أفقى لكهف كراكا من الإتحاه الجنوبى الغربى

المصدر: العمل الميداني في المدة من ١ : ١٠ يوليو٢٠١٧



صورة (١٠) كهف كراكا

المصدر العمل الميدانى فى المدة من ١٠ : ١٧ يناير ٢٠١٦

- كهوف وادي الجراية:

وتعرف بالكهوف المحمية Rock Shelter وتضم ثلاثة كهوف موزعة على طول جرف حاد على الجانب الشرقي لوادي الجراية صورة (١١)، وقام الباحث بدراستها ميدانيا كالتالي:

- الأول يبلغ ارتفاعه ٨٠ مترًا، واتساع مدخلة ٢٥ مترًا، وعمقة الأفقي يصل إلى ٥ أمتار، وتكويناته ترجع إلى تكوينات الحجر الجيري لدرنة ويتضح بينها التتابع الطبقي للصخور وتأثير الإذابة الكارستية والنحت المائي.
- الكهف الثاني ويبلغ ارتفاعة ٦٠ مترًا، ويقع على جرف حاد على الوادي، ويصل اتساع مدخله إلى ٣٥ مترًا، وعمقه الأفقي ١١ مترًا، ونشأته نفس ما عرض في الكهف السابق.
- الكهف الثالث في نفس موضع الكهوف السابقة في وادي الجراية، ويحدد بتقاطع خطي طول، ويبلغ ارتفاعه ٥٠ مترًا على جرف حاد، ويبلغ إتساع مدخله ٤٥ مترًا، وعمقه الأفقى ٨ أمتار ونشأته مثل الكهوف السابقة الذكر.

صورة (١١) كهف وادى الجراية

لمصدر العمل الميدانى فى المدة من ١٠ : ١٧ يناير ٢٠١٦

- نماذج من كهوف وادي الكوف:

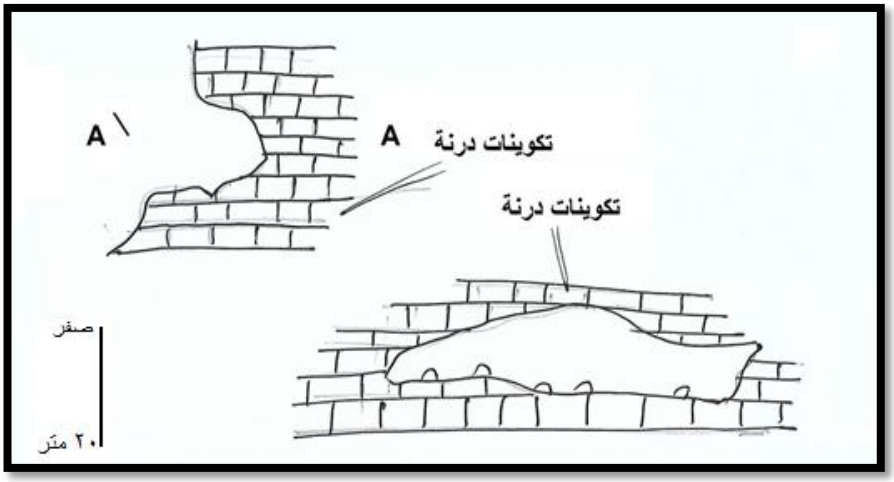
يشمل حوض وادى الكوف عدد كبير من الكهوف ذات خصائص جيومورفولوجية على معظم روافد الوادي، ويعد وادي الكوف متحف جيومورفولوجي في الظاهرات الكارستية ومن أهمها الكهوف على جوانب روافد الوادي ومنها على سبيل المثال ما يلي:

كهوف وادي الكوف المواجهة للجسر الحديدي وأهم ما يميز موقعها وجودها على جوانب الحافة الشرقية، ووجودها على الحواجز لتحميها من مظاهر النحت المائي وأغلبها تقع على جوانب جروف الوادي، وتم قياس بعضها ميدانيا على النحو التالي شكل (١٠)، (١١) :

- كهوف وادي العرب على امتداد الحافة اليمنى لوادي العرب:

أحد روافد وادي الكوف من ناحية الغرب وتشمل ما يلي:

- كهوف الصخور المحمية Rock Shelter الأولى في وادي العرب أحد الروافد الرئيسة لوادي الكهوف: يقع على تقاطع خط طول ٠٠ ٤٠ ٢١ ° شرقا، وخط عرض ٥٥٠ ٢٤ ٣٢ °شمالا، وعلى ارتفاع ٢٦٠ مترًا فوق سطح البحر في منطقة حوض وادي العرب ويصل اتساع مدخله إلى ٣٠ مترًا وعمقه السطحي والأفقي ١٠ أمتار، ونشأته مثل نشأة الكهوف سابقة الذكر من الحجر الجيري لتكوينات درنة، التي تتضح من التتابع الطبقي للصخور وتظهر عمليات الإذابة الكارستية والنحت المائي، كما تظهر به مجموعة من الهوابط المتفرقة المتدلية من السطح والبارزة من أرضيتة، صورة (١٢) .
- كهوف الصخور المحمية Rock Shelter الثانية في وادي العرب: نفس الملاحظات سابقة الذكر تتكرر في الكهف الثاني لوادي العرب، ويقع على تقاطع خط طول ٠٠ ٣٩ ٢١° شرقا، وخط عرض ٠٠ ٢١٧ ٣٢ °شمالا، ويرتفع على منسوب ٢٨٠ مترًا فوق سطح البحر، ويصل اتساع مدخله إلى ٦٠ مترًا، وعمقه السطحي في التداخل إلى ٢٠ مترًا، ونشأ مثل الكهف السابق.



شكل (١٠) قطاع لأحد كهوف وادي الكوف

المصدر: العمل الميداني في المدة من ١ : ١٠ يوليو٢٠١٧

صورة (١٢) أحد كهوف وادى العرب

المصدر العمل الميدانى فى المدة من ١٠ : ١٧ يناير ٢٠١٦

- كهوف جبانة سيدي باردیس: الطول ٥٧٦٨٥٠° شرقًا، العرض ٣٦٣٣٧٥° شمالًا

الموقع: جبانة سيدي باردیس مجموعة من ثلاث كهوف طولية على امتداد جرف شديد الانحدار على الجانب الغربي لوادي كراكا صورة (١٣)، (١٤).

يتكون من الحجر الجيري لتكوينات درنة ويتبع تقاطع خط طول ٣٥° شمالًا و٨° شرقًا وتكون نتيجة للإذابة والنحت للمجاري المائية، ويشمل ثلاث مستويات ارتفاعه ٣٢ م.

صورة (١٣) أحد كهوف سيدى باردیس

المصدر العمل الميدانى فى المدة من ١٠ : ١٧ يناير ٢٠١٦

صورة (١٤) داخل كهوف سيدى باردیس

المصدر العمل الميدانى فى المدة من ١٠ : ١٧ يناير ٢٠١٦

رابعًا- الأخطار الجيومورفولوجية للظاهرات الكارستية في منطقة الدراسة:

تعد الأخطار الجيومورفولوجية نتاجًا للتفاعل بين الإنسان والبيئة المحيطة، وتعد البيئة الكارستية من أكثر البيئات تعرضًا للأخطار الجيومورفولوجية نتيجة لزيادة النشاط البشري، والتوسع الحضري عليها، وبما أن الصخور الجيرية عادة ما تكون رخوة في خصائصها الليثولوجية، فهي عادة ما تتعرض لحركات الهبوط تحت تأثير الإجهاد الذي تحدثه المنشآت البشرية، أو تحت تأثير الإجهادات الإذابية نتيجة للمستنقعات المائية أو زيادة وزن التربة أو البيئة الحيوية من حيوانات ونباتات، وعادة ما تحدث عمليات الهبوط بشكل مفاجئ مع زيادة الرطوبة التي تعمل على إضعاف قوة التماسك، وبالتالي الاحتكاك بين أسطح التلامس وإذابة المواد اللاحمة للصخور وتكوين مادة غرينية تسهل عملية إنزلاق الصخور.

وتتميز منطقة الدراسة بتوافر الظروف المثالية الملائمة لنشاط العمليات الكارستية التي يظهر تأثيرها على البيئة الطبيعية والبشرية، وتتباين هذه

الظروف وما تحدثه من نشاط كارستي من منطقة إلى أخرى ومن وقت لآخر، وقام الطالب بدراسة آثارها على النشاط البشري، كالتالي:

١) المباني والمنشآت:

أدى غياب التخطيط السليم وعدم استشارة المتخصصين في الجيوفورلوجيا والجيولوجيا وعلوم البيئة إلى اختيار أماكن خطرة وغير آمنة لإنشاء المنشآت الحيوية مثل المنازل والفنادق والشاليهات ذات الطابق الواحد، ومتعددة الطوابق، خاصة في المناطق المجاورة للكهوف والدولينات أو القريبة من المنحدرات أو أعلى واجهات الجروف.

وتعمل هذه المنشآت على زيادة وزن الحمولة على أسقف الكهوف أو واجهات الجروف بشكل يفوق قدرتها على التحمل وترى (Sweeting, 1972) أن أسباب انهيار جدران وأسقف الكهوف هو نزوح المياه التي كانت تملأ الممرات، وتتحرك خلالها، حيث يعمل انخفاض مستوى المياه أو خروجها من الفراغات الصخرية على تخلخل في نظام الضغط الذي كان يدعم الصخور، هذا بالإضافة للحركات التكتونية النشطة نتيجة تقترب المنطقة من نطاقات غير مستقرة تكتونيًا، مثل حوض البحر المتوسط.

كما يعمل اتصال الحفر والآبار الكارستية على تكوين قنوات جوفية تعمل على انهيار الأسطح التي أسفلها فراغات، كما يعمل هذا الاتساع للحفر الكارستية على وصول حواف الحفر لمنشآت كانت بعيدة عنها فى يوم ما وأصبحت تشرف عليها مباشرة مثل ما يحدث فى شحات ومسه .

وأحياناً يعمل تغلغل المياه بالنفاذية عبر الشقوق والفواصل إلى إذابة الصخور على طول التصدعات مما يشكل أسطح معلقة أسفلها تجاويف غير مرئية للسكان وبالتالى يحدث إنهيار مفاجىء لهذه الأسطح فيما يعرف بالدولينات الإنخفاضية وبالتالى تشكل خطراً كبيراً ومفاجئاً مثل ما يحدث فى منطقة زاوية ترت .

٢ــ شبكات الطرق :

أدى غياب الرأى الجغرافى وخاصة الجيومورفولوجى فى مشروعات التنمية الحيوية إلى حدوث أخطاء فادحة فى عمليات شق الطرق التى أنشأت فى مناطق دائمًا تتعرض للأخطار، وعلى سبيل المثال انهيار هواء الصلابي على الطريق الساحلي الممتد بين سوسة ورأس الهلال، مما عمل على انهيار أجزاء من الطريق وعدم صلاحيته.

وقد أدى إنشاء الطرق بجانب الحافات الحاوية للمياه الجوفية إلى ظهور ينابيع مائية جديدة ومناطق رشح للمياه، تسببت في انهيار وانجراف حافات الطرق، مما يعمل على تعطيلها المستمر.

هذا بالإضافة إلى حركة المواد على المنحدرات القريبة من الطرق الرئيسية، والتي تعمل على تهديدها باستمرار، خاصة المنحدرات التي تكثر بها ظاهرة اللابية (التشرشر الجيري)، حيث تعمل زيادة معدلات تساقط الأمطار في الشتاء، وقلتها في الصيف على خلق تجاويف سطحية سهلة التفكك، وبالتالي زيادة في حركة هذه الصخور، واتجاهها المستمر نحو الطرق التي تشرف عليها.

٣) تلوث المياه الجوفية:

مع زيادة معدلات التلوث وسقوط الأمطار الحمضية، بالإضافة إلى فيضانات السيول، تعمل النفاذية العالية للصخور مع الفواصل والانكسارات على تسرب المياه السطحية الملوثة إلى أسفل، ثم يعمل سكان المنطقة على استخراجها مرة أخرى، لأغراض الشرب، مما يحدث مشكلات بيئية وصحية لسكان المنطقة.

الخاتمة

يزخر الجبل الأخضر بالعديد من الظاهرات الكارستية بأنواعها المختلفة، وخاصة اللابية والدولينات والكهوف الجيرية وذلك تبعًا لطريقة نشأتهم وبحسب التكوينات الجيولوجية السطحية وتحت السطحية منها، والتي تنشط في عمليات الإذابة في ظل عوامل مناخية ملائمة، كما تلعب الشقوق والفواصل دورًا كبيرًا في فتح المجال أمام تسرب المياه وتغلغلها إلى الطبقات السفلى في زيادة نشاط العمليات الكارستية، والتي تبين إن لدراستها أهمية كبيرة خاصة في عمليات التخطيط العمراني والحد من أخطارها والاستفادة منها في مجالات سياحية وترفيهية.

وعليه يتضح التالي:

- الاهتمام بدراسة الظواهر الكارستية نظرًا لخطورتها في منطقة الدراسة.
- دراسة سبل الاستفادة منها في المجالات السياحية واختيار الموقع الأنسب.
- محاولة وضع خرائط تفصيلية تساعد في تحديد موقع هذه الظواهر وانتشارها.
- محاولة تحديد مناطق الخطر فيها وتجنب التوسع العمراني بأنواعه عليها.

قائمة المراجع والمصادر البيلوجرافيا:

أولًا- المراجع العربية:

١. أبريك حسين (١٩٩٥): الغلاف الحيوي، من كتاب الجماهيرية، دراسة في الجغرافيا، تحرير: الهادي أبو لقمة وسعد القزيري، دار الجماهيرية للنشر والتوزيع، بنغازي.
٢. أمين المسلاتي (١٩٩٥): التطور الجيولوجي والتكتوني في كتاب الجماهيرية دراسة في الجغرافيا، تحرير أ.د/ الهادي بو لقمة، أ.د/ سعد القزيري، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع، سرت.
٣. تقرير مركز البحوث والاستشارات(٢٠٠٣): جامعة عمر المختار.
٤. جودة حسنين جودة (١٩٧٣): أبحاث في جيمورفولوجية الأراضي الليبية "الجزء الثاني"، منشورات جامعة قاريونس، بنغازي.
٥. جودة حسين جودة (١٩٧٣): العصر المطير في ليبيا، دراسة الجيمورفولوجيا المناخية، مقالة في أبحاث جيمورفولوجية الأراضي الليبية، منشورات جامعة بنغازي، الطبعة الأولى، الجزء الثاني، ص١٣-٢١.
٦. جودة حسين جودة (١٩٧٥): رقود البطنان في أواخر الزمن الثالث وأثناء الزمن الرابع، دراسة في الجيمورفولوجيا المناخية، مقالة في أبحاث في جيمورفولوجية الأراضي الليبية، منشورات جامعة بنغازي، الطبعة الأولى، الجزء الثاني.
٧. سعد قسطنطين (١٩٧٥): مناخ إقليم المرج، مجلة كلية الآداب، جامعة بنغازي، العدد السابع.
٨. عبد العزيز طريح شرف (١٩٧٢): جغرافية ليبيا، الطبعة التاسعة، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية.
٩. فتحي أحمد الهرام (١٩٩٧): التضاريس والجيمورفولوجية في كتاب الجماهيرية دراسة في الجغرافيا، تحرير أ.د/ الهادي أبو لقمة، أ.د/ سعد القزيري، دار الجماهيرية للنشر والتوزيع، سرت.
١٠. محمد عياد المقيلي (١٩٩٥): المناخ، مقالة في الجماهيرية، دراسة في الجغرافيا، تحرير الهادي مصطفى أبو لقمة وسعد القزيري، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع، سرت، الجماهيرية، الطبعة الأولى، ص١٥٣- ١٥٦.

ثانيًا- المراجع الأجنبية:

11. Banerjee, S. (1980) “Stratigraphie Lexicon of Libya” Bull No. 13.1 R.C. Jamahiriya, P.7.
12. Barr. F.T and Berggen W.A. (1980) Lower Tertiary biostratig raphy and techtonics of northe sten Libya, in salem & M.T. Busrewil (ed.) Geology of Libya, Academic press, pp. 162- 192.
13. Bogli, Alfred, (1980): “Karast Hydrology and Physical speleology” translated by June C. Schmid, Springer- veriag Bertin Heidlberg Germany.
14. Burollet, F.P. (1960) Lecique stratigraphic international, vol4; Afrique, port.4 (Libie). Petr Expli, soc. Libya, Center Nat. scient., Paris, pp1-62, 1 Map.
15. Burollet, R.F. (1960) “Lexique stratigraphique international” vol., LV Afrique. Facicula LVa. Libya, Cong. Geo lint. Comm. De stratigraphie. Pp. 62.
16. El- Hawat A.S. (1985) “Submarin soipe carbonite mass- movements in response to global lowering sea level: Apollonia Formation, Lower Middle Eocene, Al Jabal Al Akhdar NE. Libya” 6th Europe an 1.H.S. Mtg. (ABS) Lieida, Spain, pp. 152- 155.
17. El Hawat A.S. and Shelmain M.A. (1985) A case study of strs atiphic subdivion of Al Rajma Formation and it imtoeation on the Miocene of Northern Libya in proc. V III th cong. Med Pitman & Talwani, 1973.
18. Elhawat & Shelmani, (1993), Short note & book on the Geology of al Jabal Al Akhdar, cyrenaice N.E. Libya.

19. Gregory, (1911), contribution to the Geology of Cyrenaica, Quart. J. Geol, soc., London, 67, 572-615.
20. Hey W.W. (1968), Coccoliths and Other nannotossils in Marine sediments in Cyrenaica, in Geology and Archaeology of Northen Cyrenaica, Libya. Petr Expl. Soc. Libya. 10th Annual field conf.
21. Kleinsmiede W.F.J. and Van Beu Berg N.J., (1968), Surface geology of Jabeal Althdar, Northlern Cyrenaica, Libya.
22. Klen, L. (1974) "Geological Map of Libya, Scale 1: 250000" sheet Benghazi (NH 34- 14), Explanatory Booklet, p56 CI.R.C. Tipoli.
23. Kliensmied, W.F.J and Van den Berg. N.J. (1968) Surface Geology of A1 Jabal Al Akhdar, Northern Cyrenaica Libya in F.T. Barr (ed) Geology and Archaeology of Nothern Cyrenaica, Libya Petrol. Exp;or, Soc., Libya. 10th Annual flied conference, tripo;o, pp. 115-123.
24. Klizsch, E. (1970) "Die strukturges- chichte der zentralsahara" Neueckenntnisse zom Bguund zur palaogeographie eines tale llandes. Geol. Rundsch, 59/2.
25. Lan Bscher& Beroulli, (1977), "Mediterranean and Teth" in, Naim. A.E.M. Kanes, W.H. & Stehli F.G. (eds) the Ocean Basin and Margin, the Eastern Mediterranean. Plenum press, N.Y., London. A 4: 1- 22.
26. Mc Burney C.B.M & Hey. R. W. (1955), Prehistory and Pleistocene Geology in Cyrenaica Libya, Cambridge Press London, vol.4 pp 316.

27. Mc Burney, C.B.M. (1967) “The Haua Fteah (Cyrenaica) and the sto Age of the east Med, terranean, Cambridge” press.
28. Pietersz, C.R. (1968) Proposed nomenclature for rock units in Northern Cyrenaica, Libya, Petr Exel soc. Libya, 10th Annd.
29. Pietersz, C.R. (1968): Proposed nomenclature for Rock Units in Nothern Cyrenaica” In (ed) Geology and Arehaeology at Nortlen Cyrenaica, Libya, Petr. Expl. Soc. Libya. 10th Annual field conf. Petro. Explo. Soc. Libya, pp 125- 130.
30. Pitman, W.C. & Talwani, M. (1972): “Sea Floor Spreading in North Atlantic” Bull. Ged. Soc. Am, 83- 10- 645.
31. Rohich (1974) Field conf. Geoglogical map Libya, sheet H Baydah, Exel. Bookelt, Lndersxcid Research, center, Tripoli.
32. Rohlich (1980) Tectonic development of Jabal al Akhdar, the Geology of Libya, vol. III, pp 923- 931. Ceds M.J. Salem and M.T. Busrewil J. second symposium of the Geology of Libya, Tripoli, September 16-21, 1978.
33. Rohlich P. (1974) “Geological at Libya. Scale 1: 250000” Sheet Al Bayeda N 134- 15 Explanatary Booklet, (L.R.C, L.A.R., Tripoli).
34. Sweeting M.M. (1977) “The Weathering of Limestone, with particular reference Carboniferons Limestone of northern England in Essays in Geomorphology” (ed. G.H.Dury, 177- 210), (London, Heinemano).
35. Sweeting, M.M. (1972): “Karst Land Form” Compton printing, LTD. U.K.