

جيرمورفولوجية الحفر الكارستيه

في

النطاق الممتد بين القاهرة والسويس

إعداد

والأحمد السيد محمد معنوق

مدرسة بجامعة حلوان

1. The first part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

2.

3. The second part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

4.

5. The third part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

6.

7.

جيز مورفولوجية الحفر الكارستية
في النطاق الممتد بين القاهرة والسويس
إبراهيم / وأحمد السيد محمد معنوق - مدرس بجامعة حلوان

يغطي الحجر الجيري - على اختلاف عمره الجيولوجي - مساحة واسعة من الأراضي المصرية؛ وعلى الرغم من ذلك لم يعتن الجيومورفولوجيون المصريون عناية كافية بدراسة الظواهر الجيومورفولوجية المرتبطة بالصخور الكربونية بعامة والحجر الجيري منها خاصة وهي الظواهر التي تسمى اصطلاحاً باسم الظواهر الكارستية . وجاءت فقط هذه الدراسات إما ضمن المضمون العام للدراسات الجيومورفولوجية الإقليمية أو حينما يكون للحجر الجيري تأثير واضح على بعض خصائص المظهر الجيومورفولوجي ، أما الدراسات الكارستية (المباشرة) فهي قليلة ، وربما يعود ذلك إلى أن ظاهرات الكارست في مثل إقليمنا الذي تقع ضمنه (الجاف) ليس لها وضوح الظواهر الأخرى التي تنتشر في هذا الإقليم ، فضلاً عن أن توقف تطورها أو بقاء هذا التطور ربما لا يغري باحثي الجيومورفولوجيا للاهتمام بهذه المظاهر (١) .

وقد يمتد عدم الاهتمام كذلك ليشمل الظواهر الجيومورفولوجية المرتبطة بأنواع أخرى من الصخور مثل : الصخور النارية بعامة والجرانيت منها خاصة ، والصخور البركانية كذلك، ورغم أن هذه الاهتمامات لا غنى

(١) يذكر « ثومبوري » أن أكثر جهات العامل التي تتميز بوضوح الظواهر الكارستية هي النطاقات المدارية والمعتدلة الباردة : أنظر :

"Thombury, W.D., (1969), "Principles of Greomorphology". John Wiley & Sons, Inc., U.S.A., 2nd Edit., P341.

عنها للجيومورفولوجى عند تأصيل المظاهر الجيومورفولوجية على أساس أنواع الصخر ونظامه أحد ركائز الدراسات الجيومورفولوجية ، فإن ذلك كله يجب أن يولى الجيومورفولوجيون العناية اللائقة ، وهو بلا شك أمر يسهم فى إثراء الفكر الجيومورفولوجى .

وفى موضوع دراستنا الحالية يشير الباحث إلى أن نتائج دراسات جيومورفولوجيا الكارست فى منطقة معينة لا يجب أن تنطبق بالضرورة على منطقة أخرى ؛ ومن ثم يجب أن تكون الدراسات الكارستية تفصيلية وموضوعية وعلى أماكن محدودة ؛ ثم ليكن بعد ذلك جمع المتشابه منها فى نسق أو إطار واحد يمكن من خلاله معرفة مدى تشابك وتشابه العوامل والعمليات المختلفة التى تحدد جوانب كثيرة من خصائص المظهر الجيومورفولوجى الكارستى .

اسباب إختيار الباحث لهذا الموضوع :

١- قلة الدراسات الجيومورفولوجية التى تعالج جيومورفولوجيا الكارست فى مصر خاصة وأن عمليات التنمية المتصلة بال عمران والطرق والإنشاءات تقوم فى بعض المناطق التى تتألف من تتابعات صخرية من بينها الحجر الجيرى، وقد حدى ذلك بالباحث لتطبيق دراسته على منطقة شرق القاهرة وحول الطريق المرصوف بين المعادى والعين السخنة وبين المأظرة والسويس، وهى مناطق مفتوحة أمام العديد من المشروعات العمرانية (التجمع الخامس - القطامية - مدينة بدر - وغيرها) وجميعها بعد طفرة عمرانية .

٢- إن التنبيه إلى خصائص العمليات الكارستية وإماطة اللثام عن بعض ظاهرات الكارست عند مثل هذه المناطق ربما يساعد على درء بعض الأخطار المحتملة - أو على الأقل التقليل من آثارها - التي ربما تنشط مع عمليات التسوية والتمهيد، أو مع توفر كمية من مياه الصرف الصحي والتي بدورها تعمل على تنشيط العمليات الكارستية ، وينجم عن ذلك كله حدوث عمليات لها أخطارها كعمليات الانهيار والهبوط الأرضي أو تراجع الحواف أو حركة المفتتات فوق سفوح مثل هذه المناطق، ولا شك أن ذلك كله يهدد الاستخدامات البشرية التي تنشط مع تزايد حركة الإعمار والإستغلال بهذه المناطق.

٣- معرفة طبيعة العمليات الكارستية من حيث معدلات نشاطها وقدرتها التحاتية وبخاصة على تكوين ظاهرة (الحفر الكارستية) لا يكشف فقط عن علاقة صخور الحجر الجيري بعناصر المناخ وبخاصة الحرارة والرطوبة ؛ وإنما يساعد في تفسير مراحل التطور التي تنشأ بها ظاهرة أقراص الحفر الكارستية ، بل وتشير كذلك إلى إمكانية فهم مستقبل هذه الظاهرة ، أخذين في الاعتبار العلاقات المتشابهة والمعقدة بين خصائص الحجر الجيري وطبيعة العمليات التي تسهم في تحديد ملامح وخصائص ظاهرات الكارست بعامة والحفر منها خاصة .

٤- أن الدراسات الجيومورفولوجية إن كانت تهتم بإبراز الملامح الجيومورفولوجية لظاهرات كبيرة الحجم فإنها لا يجب أن تغفل عن دراسة ومعالجة قضايا جيومورفولوجية الكبيرة الحجم .

٥- معرفة الخصائص العامة لثقوب وحفر الدوال الكارستية المرصوفة بالصخور الجيرية والتي تشبه مستعمرات عشب الدحل (أو أقراص العسل كما تسميها بعض الدراسات الجيومورفولوجية العربية انظر سمير سامى محمود، (١٩٨٩)).

٦- من نافذة القول أن يذكر الباحث أن قرب منطقة الدراسة بل وملاصقتها لمدينة القاهرة (شرق حى مدينة نصر وحى المعادى) وتوفير شبكة من الطرق المرصوفة والمدقات كان وراء تطبيق هذه الدراسة عند تلك المناطق، كما أنها من المناطق التى زارها الباحث فى دراسات ميدانية متعددة وتدريبية مع طلابه ببعض أقسام الجغرافيا وتوغل بهم ومعهم فى كثير من أنحاءها.

ولإيجاز هذه الدراسة :

١- درس الباحث الخصائص الجيولوجية فى شرق القاهرة (تعتبر جزءاً من شمال غرب هضبة المعازة الجيرية) واستعان فى ذلك بالخرائط الجيولوجية والصور الجوية لقراءة وتفسير الملامح الجيولوجية العامة لهذه المنطقة نشأة وتطوراً، وركز على صخور الحجر الجيري الإيوسينى (الأوسط والأعلى) الذى تطورت عليه ظاهرة الحفر الكارستية ، فضلاً عن دراسة الخصائص البنيوية والتراكيب المميزة لهذه الصخور وعلاقة ذلك كله بخصائص الظاهرة موضوع الدراسة .

٢- دراسة الملامح العامة للمناخين القديم والحديث خاصة عنصرى الحرارة والرطوبة، وإلى أى مدى يمكن أن يسهما فى تكوين وتشكيل وتطور ظاهرة الحفر الكارستية .

٣- الربط بين نتائج هذه الدراسات وبين الواقع الحقلى من خلال الدراسات الميدانية المتعددة إما للاستزادة والاستيضاح أو لإجراء القياسات المورفومترية الحقلية وكذلك لتأكيد ما انتهى إليه الباحث من نتائج .

٤- استلزم العمل الميدانى استخدام أدوات لقياس عناصر الظاهرة وأجزائها (مما يفيد فى عمليات التحليل المورفومتري) وإجراء الفحص الدقيق للعديد من هذه (الثقوب) على اختلاف أشكالها ومواقعها، والتقاط الصور الفوتوغرافية، وكذلك ملاحظة ودراسة خصائص التطور الذى تميزت به الثقوب ، ومن المهم أن نذكر أن موضوع هذه الدراسة لم يعتمد فقط على تحليل الخرائط والصور الجوية وإنما - يشكل أساسى - على نتائج الدراسات ميدانية والملاحظات الحقلية التى أولاها الباحث عناية خاصة .

هذا ويرى الباحث ضرورة توضيح أن موضوع الدراسة الحالية (حفر التخلل أو مستعمرات أقراص العسل) تختلف عن ظاهرة جيوب التحليل SOLUTION POCKETS التى ترتبط أساساً بصخور الطباشير ، وتنشأ أساساً على هيئة ثقوب ثم سريعاً ما تتطور نتيجة للخصائص التركيبية والمعدنية التى يتميز بها الطباشير حتى تبدو على هيئة جيوب متسعة ومتصلة ، كما أن ظاهرة (الحفر الكارستية) تختلف عن ظاهرات أحواض الكارست وهو أنه (دولينات) التى غالباً ما تنشأ فوق الأسطح الأفقية للصخور الجيزية ، بينما ظاهرة الحفر الكارستية من الظاهرات المميزة لحواف الحجر الجيري .

وعموماً وحتى تسهّل المقارنة بين ظاهرة الحفر الكارستية وظواهرات الكارست الأخرى يمكن القول أن ظواهرات الكارست تنقسم إلى :
Jennings, J. N. (1985). PP 73-134

أولاً : الظواهرات الدقيقة السطحية وتحت السطحية سواء التي تتكون فوق الأسطح الجيرية العابرة أو المغطاة جزئياً أو كلياً وتضم :

١- النقر الصغيرة سواء الناشئة عن عمليات تحلل (تسهم فيها النباتات والأشنيات بدور رئيسي وفعال) ، أو الناجمة عن الارتطام المباشر لحبات المطر ثم إسالتها، وعادة ما تتميز هذه النقر بصفات لونية تعكس خصائص عمليات التحلل الكارستي، وإن كان معظم هذه الألوان تتمثل في الأسود والأزرق والأخضر المائل للزرق والرمادي .

٢- علامات التماوج الناجمة عن التحلل Solution ripples .

* فيما يتعلق بالدراسات الكارستية انظر أيضاً :

١- جودة حنين جودة (١٩٨٨) . الجيومورفولوجيا- دراسة في علم أشكال سطح الأرض، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، ص ص ٤٥٩ - ٤٧٦ .

٢- حسن سيد أحمد أبو العنين (١٩٨١) ، أصول الجيومورفولوجيا، دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض، الدار الجامعية للطباعة والنشر، ط٦، بيروت، ص ص ٤٩٩ - ٥٢٢ .

٣- سميح أحمد عوده (١٩٨٤) ، جيومورفولوجية الهرات في الجبل الأخضر ، قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية ، نشرة رقم ٦٣ .

٤- محمد صبري محسوب سليم (١٩٩٧) ، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، ط١ ، دار الفكر العربي، القاهرة ، ص ص ٢٣٩ - ٢٦٣ .

٥- محمد صفحي الدين أبو العز (١٩٦٥) ، قشر الأرض، ص ص .

** تدخل جميعها ضمن ما يعرف بظاهرة أحواض التحلل الصغير (small solution basins) وتسمى Kamenitza أنظر : (Stephen. T. . (1985) p55)

٣- جداول التحلل ومسيلاته (يمكن تسميتها حروز التحلل)
Rillenkarren) Solution Flutes (وهى عبارة عن حروز مستقيمة
منحدرة ضروب أسفل السفح تفصلها أعراف (ضلوع) واضحة rips
.sharp

٤- حفر التحلل الملساء solution bevels التى تظهر عند نهاية أو بداية
المسيلات أو الحروز.

٥- أقماع التحلل solution funnel (beel steps) وتعرف بالألمانية
(Trichter- Trittkarren) وترتبط بعمليات التحلل التى تسود أسفل
بقع الجليد .

٦- مسيلات (حروز) التحلل بفعل المطر rain salution runnels، وتنشأ
فوق حواف الحجر الجيرى عند نهايات الضلوع التى تفصل بين الحروز
، وهى أكثر اتساعاً بمرتين أو ثلاث عن مسيلات التحلل، وإن كانتا
تتشابهان فى شكل مقطعيهما العرضى وتسمى بالألمانية
Rinnenkarren ، وعادة ما تنشأ هذه المسيلات عن الأمطار أو الثلج
أو من النباتات وكذلك بفعل المياه التى تتجمع عن عمليات الأرتشاح عبر
الفواصل التى تكتنف الحجر الجيرى ، ومن ثم تتعدد أشكال هذه
المسيلات مثل : المنثنية meandering ومسيلات الحواف wall
solution runnels وهى أكثر عمقاً عن جريانات المطر ومسيلاته .

٧- فواصل التحلل المتسعة (grikes) solution- widened joints
وتعرف فى الألمانية بأسم kluftkarren وهى فى العادة فواصل

مستقيمة وعميقة ومتسعة تنتظم على هيئة شبكة خطوطها بزاوية تبلغ نحو ٦٠.

ثانياً : الأشكال الكارستية الكبيرة : مثل

١- الخوانق Gorges .

٢- كهوف أنتشاءات الأودية Meander caves .

٣- الكبارى الطبيعية Natural bridges .

٤- الأودية العمياء وشبه العمياء Half-blind and blind valleys .

٥- حواف رؤوس الأودية Steepheads والتي تنشأ عن جيشانات الينابيع ومن ثم تصبح عملية التقويض الينبوعى Spring sapping هي العملية الرئيسية فى تكوين هذا النوع من الحواف، ويبدو مظهرها العام على هيئة حوائط عالية متراجعة، ولها مسميات محلية عديدة مثل : (world's end) cul de sacs, valclos reculees, steephead

٦- الأودية الجافة التى تميز مناطق الصخور الجيرية.

٧- الدولينات بأنواعها المختلفة (الحفر الكارستية على اختلاف أنواعها).

٨- الأعراف المسننه (الأعراف الكارستية).

٩- أبراج الكارست .

١٠- منخفضات الكارست المغلقة المتسعة Uvala (ذات قيعان متماوجه).

١١- أحواض الكارست الفسيحة المغلقة ذات القيعان المستوية وهذه لا يقل اتساعها عن ٤٠٠ م ويبدو بعضها ممتدا ومفتوحا.

١٢- النواخذ الكارستية .

١٣- السهول الكارستية .

١٤- الكهوف بأنواعها المختلفة.

على أية حال فإن التصنيفات التأسيسية للمظاهر الكارستية التي أوردها الباحث هنا ليست هي الوحيدة، بل هناك تصنيفات أخرى وجميعها تشير إلى مدى تعقد المظهر الجيومورفولوجى الكارستى، حتى أن الفصل بين الكثير من الظاهرات المتشابهة يعد أمراً بالغ الصعوبة، وبخاصة إذا كانت عملية التمييز تعتمد على خصائص وصفات بالغة الدقة ومتناهية الصغر، كما يعود ذلك أيضاً إلى طبيعة العمليات الكارستية وألياتها المسؤولة عن إكساب كل ظاهرة من ظاهرات الكارست تفصيلاتها، وقد انعكس ذلك كله بالطبع على صعوبة تمايز هذه الظاهرات، ومن ثم يرى الباحث أن تجمع هذه الظاهرات فى فئات أو مجموعات تضم الأنواع المتشابهة (أو القريبة التشابه) سواء فى خصائصها الشكلية أو فى الآليات المسؤولة عن تكوينها، وقد يمهد ذلك إلى دراسات أكثر تخصصاً عن ظاهرات الكارست على أرض مصر، وسوف يساعد ذلك بالطبع على تفهم طبيعة العلاقة بين خصائص هذه الظاهرات وبين العوامل والعمليات التى أسهمت فى إبراز هذه السمات والخصائص، وربما كانت الدراسة الإقليمية الكارستية محاولة للتغلب على صعوبة الدراسة الموضوعية لظاهرات الكارست المتنوعة.

ضوابط نشأة وتطور الحفر الكارستية :

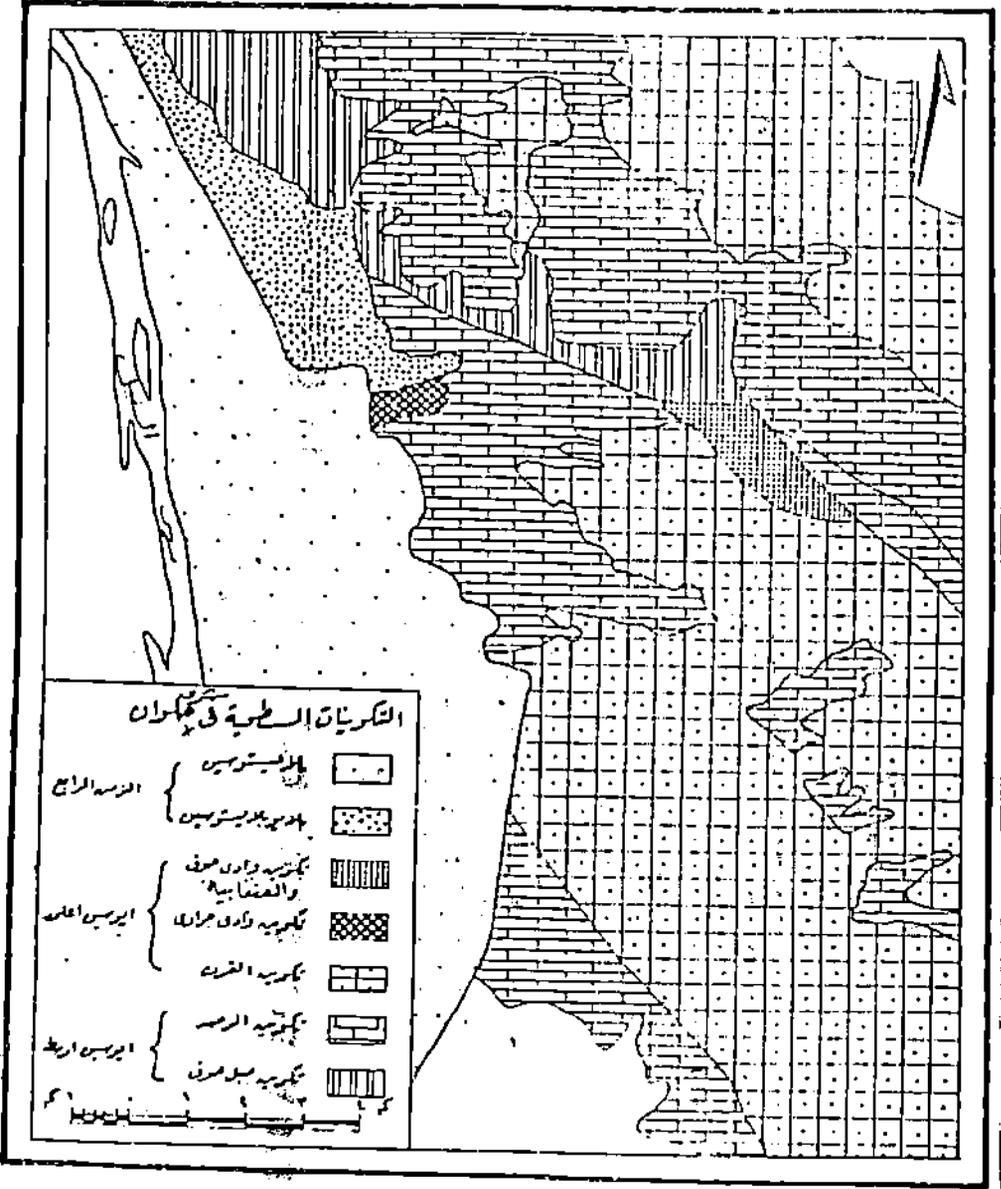
رأينا من العرض السابق مدى تباين أشكال الظواهر الجيومورفولوجية الكارستية وتنوعها بين ظاهرات دقيقة وأخرى كبيرة وبالرغم من ذلك فإن هذه الظاهرات تخضع فى نشأتها وتطورها لمجموعة من الضوابط الحاكمة. تتمثل فى (Jennings, J.N.,(1985), Pp.70-73).

١- عوامل تختص بطبيعة الصخور ذاتها، ووجود أو عدم وجود غطاء المفتتات الصخرية، ويمكن تسميتها باسم العوامل الثابتة .

٢- المناخ والنبات الطبيعى (عوامل متغيرة) ويمكن تسميتها كذلك باسم العوامل المتغيرة النشطة.

٣- عوامل تاريخية وتعبر عن مدة النشاط التى تعرضت له الظاهرة منذ نشأتها الأولى، ومن ثم فإن ملامح الظاهرة هى فى الحقيقة انعكاس لعامل الزمن، ويدخل ضمن هذه العوامل التداخل البشرى وإلى أى مدى أسهم هذا التدخل فى زيادة النشاط أو تعديله، وربما يؤدي ذلك إلى القضاء على الظاهرة التى تكونت تماماً.

وفيما يلى محاولة لدراسة أثر كل عامل من هذه العوامل على حده، مع الأخذ فى الاعتبار - ابتداء - أن هذه الدراسة التفصيلية وعلى هذا المستوى هى محاولة لفهم دور كل عامل على حدة للوقوف على مدى ما أسهم به فى تكوين أو تطوير ظاهرة الحفر الكارستية، ومن الجدير بالذكر أن الحقائق الجيومورفولوجية تؤكد أن دور أية عامل من العوامل الجيومورفولوجية -



نقلًا عن : سيد عبد الخالق السيد، (١٩٩٥).

رقم التربة	الارتفاع من الدور	أسماء ما في العمود	الارتفاع
-	سبل وجص (قماري)	تقوية بدون تقوية	بدون تقوية
٤٦	جص جيري مارك (جيري جفرا) مارك	تقوية الجص	لا تخلط
٤٨	جص جيري به جفرا مارك جص جيري مارك جص جيري مارك	تقوية وادي جوف	
٤٤	جص جيري مارك (منقشر) مارك (ذو لون أخضر)	تقوية وادي جراوي	
٢٠	جص جيري مارك (طيني) جص جيري مارك (جفرا مارك)	تقوية لبقرة	
١٠٩	أرضية زولرست جص جيري ابي صهبه جفرا مارك	تقوية لبرج	لا تخلط
١٢٢	جص جيري جفرا مارك الجفرا مارك جص جيري غني جفرا مارك المدخله	تقوية جبل جوف	

العمود يطبق للعمود حتره صرنة القماح

عن : Abd-El-Tawab, S., 1986. شكل رقم (٢)



لوحة رقم (١) ناظراً صوب الجنوب الغربى

توضح اللوحة :

أولاً : الخصائص الجيولوجية :

تتنمى صخور الحجر الجيري التى ترتبط بها ظاهرة الحفر الكارستية فى منطقة الدراسة إلى عصر الأيوسين وبخاصة قسماها الأوسط والأعلى شكل رقم (١) وشكل رقم (٢) اللذان يضممان مجموعة من الأعضاء (تكوينات) على النحو التالى ومن الأقدم إلى الأحدث :

١- الأيوسين الأوسط ويضم تكوينى جبل حوف والمرصد ويبلغ سمكها معاً نحو ٢٤٢ م.

٢- الأيوسين الأعلى ويضم تكوينات :

٤- العنقابية ٤٦ متر.

٣- وادى حوف ٤٨ متر.

٢- وادى جزاوى ٤٤ متر.

١- القرن ٣٠ متر.

ويتألف الأيوسين الأوسط من صخور الحجر الجيري الذى يتميز بلونه الأبيض الناصع وصلابته الواضحة ويتداخل معه طبقات رقيقة من المارل وبخاصة أجزاءه السفلى، ويعلوه حجر جيري أبيض غنى بحفريات النيموليت، ويغطيها جميعاً أربع طبقات من الدولوميت بسمك يتراوح بين نصف المتر والمتر الواحد (Abd-El-Tawa, S., 1986, pp. 26-38)

وقد أوضحت نتائج الدراسة الميدانية بالاستعانة بالخريطة الجيولوجية ندرة ظاهرة الحفر الكارستية على واجهات مكاشف الحجر الجيري التابع

للأيوسين الأوسط، ويعود ذلك لاندماج الحجر الجيري وصلابته وقلة احتوائه على الفواصل والشقوق، كما تقل كذلك على صخور الدولوميت التي تؤلف الأجزاء العليا من الأيوسين الأوسط (لوحة ١).

أما الحجر الجيري الذي ينتمي للأيوسين الأعلى فيبدو مختلطاً بالرمال، ويتداخل فيه طبقات مارلية وحجر طيني (انظر العمود الجيولوجي ش رقم ٢) ولذا تميل ألوانه إلى اللون البنى.

وقد لاحظ الباحث أثناء دراسته الميدانية أن معظم الحفر الكارستية ترتبط بصخور الحجر الجيري الأيوسيني الأعلى، ويعود لذلك لكثرة الفواصل والشقوق التي تكتنف وحداته الصخرية، فضلاً عن أن وجود طبقات المارل والحجر الجيري المارلي والحجر الطيني والتي يتوفر عنها رطوبة تحتفظ بها لمدة أطول ويسهم في توغل نشاط عمليات التحلل والإذابة في صخور الحجر الجيري وتكوين الحفر الكارستية، بل لقد ساعد ذلك في تطوير أشكال هذه الحفر حينما اتصلت بعضها ببعض الآخر، ومن ثم بدت أكبر حجماً وأكثر اتصالاً، ولاشك أن توفر غطاء المفتتات التي تتوج أسطح أراضي ما بين الأودية التي تقطع في صخور الأيوسين الأوسط والأعلى قد ساهم كذلك في هذا الفعل، إذ أدى وجود هذه المفتتات إلى تقليل فرص التبخر ومن ثم ازدادت مدة نشاط التحلل الذي تعرض له الحجر الجيري أسفل هذه الغطاءات.

وعلى أية حال فإن استجابة الصخور الجيرية لعمليات التحلل تعتمد على الخصائص الطبيعية والتركيب الكيميائي لهذه الصخور، ويتوقف ذلك

أيضاً على سهولة (أو صعوبة) تغلغل النشاط داخل جسم الصخر، والذي يتوقف بدوره على : خصائص النسيج الصخري، ومدى ما يكتنف هذه الصخور من فواصل وشقوق وأسطح انفصال طبقي وخطوط صدوع ومحاور التواءات وجميعها بلاشك تشير إلى بعض معاني التركيب الصخري structure والذي يبدو منه أهمية نفاذية ومسامية هذه الصخور . (Trudgill, s., (1985), pp. 7-25).

كما أن طبيعة الصخور الجيرية من حيث سرعة استجابتها لعملية التحلل والذوبان يعتمد في الأساس على علاقة الجير بالمياه الحمضية وهي المياه الذائبة فيها ثاني أكسيد الكربون، وطبيعي أن ندرة الغطاء النباتي الذي يعد من سمات منطقة الدراسة كان له دور سلبي، ومن ثم أصبح لغاز ثاني أكسيد الكربون الموجود بالهواء قرب سطح الأرض الدور الرئيسي في حامضية مياه الأمطار الساقطة، ومن ثم يشتد تأثيرها الكيميائي في تحلل وإذابة المواد الجيرية وتكوين الحفر الكارستية، بل وظواهرات الكارست الأخرى بشرط استمرار وبقاء الظروف التي تسهم في استمرار وبقاء نشاط التحلل (Ritter, D.F., (1978), pp.465-509).

كما أن تباين نشاط عمليات الإذابة والتحلل بحيث تبدو معه بعض أجزاء الصخر منحوتة وبعضها الآخر ليست كذلك مما ينعكس بالتالي ليس فقط على نشأة هذه الحفر الكارستية، بل وتطوير مظهرها العام، ويتوقف ذلك أيضاً على مدى تماسك الصخور الجيرية واندماجها مما يقلل من فرص توغل عمليات التحلل والإذابة بشكل واضح، ومن ثم تقل حفر التحلل الكارستي وترتبط فقط بمكشوف الصخر كما هو الحال في منطقة الدراسة

على مكاشف الحجر الجيري الأيوسيني الأوسط، ومعظم حفر التحلل التي درسها الباحث على الحجر الجيري الأيوسيني الأوسط كانت مرتبطة بأسطح الانفصال الطبقي، وتميزت بصغر أحجامها وقلة أعدادها وربما لم تتطور كثيراً عن ظروف نشأتها الأولى رغم ما يبدو على بعضهما من تأثر بفعل البرى والاكنتساح بواسطة الرياح، وقد أورد «جون شميد» June c.schmid فى ترجمته الإنجليزية عن العالم الألماني «الفريد بوجل» Alfred Bögli بعض خصائص الحجر الجيري وسماته التي تسهم فى نشأة وتطوير الأشكال الكارستية بشكل عام وحفر التحلل أحدها بالطبع على النحو الذى يوضحه الجدول التالى (*):

جدول رقم (١) خصائص الصخور الجيرية ومدى استجابتها للعمليات الكارستية

نوع الصخر	نسبة الشوائب %	الاستجابة للعمليات الكارستية
الحجر الجيري / طين Clay †		
حجر جيري نقي جداً	صفر - ٥	ممتاز
حجر جيري	٥ - ١٠	جيد
حجر جيري مارلي	١٠ - ٢٠	تكوين الحوز الكارستية والدولينات (جيد)، الشوائب ٢٠٪ (كهوف صغيرة)، أما إذا زادت الشوائب عن ٢٠٪ فقد لا تتمثل فيه الظواهر الكارستية.

(*) أنظر: Bögli, A., (1912), Karsthydrographie und physische speläologie Translated by : Schmid, J.C., (1980), "karst hydrology and physical speleology, springer - verlag, Berlin., 4-11.

مصمت (لا يوجد كارست)	٢٠ - ٧٠٪	مارل / اردواز مارلي
Plastic / مندمج / مصمت / لدن	٧٠ - ٨٥٪	طين مارلي
Plastic / مندمج / مصمت / لدن	٨٥ - ١٠٠٪	طين Clay
ب- حجر جيري / كبريتي / Limestone / SiO ₂		
ممتاز - جيد	١٠ - صفر	حجر جيري
جيد	٥ - ٢٠	حجر جيري / صوان
صلب متماسك (ربما لا يوجد به كارست)	١٠ - ٢٠	حجر جيري مع رمال ناعمة كوارتزية
لا يوجد كارست	٢٠ - ٥٠	حجر جيري كوارتيزي
لا يوجد كارست	٥٠ - ٩٠	حجر رملي كوارتيزي مع خليط من الحجر الجيري
لا يوجد كارست	٩٠ - ١٠٠	حجر رملي كوارتيزي كوارتيزيت
ج - حجر الفراغات % volume of pores		
(مضغوط pressed)	٠,٨٦ - ٠,٠٥	جرانيت
	٠,٧ - ٠,٥٤	الاردواز
	٣٩,٨ - ٣,٢٢	حجر رملي
	٤	حجر رملي صلب
خالي من الفواصل	٢,٥٥ - ٠,٦٧	حجر جيري
	٤٣,٩ - ١٤,٤	طباشير
خالي من الفواصل	٢٢,١٥ - ١,٥	بولوميت
خالي من الفواصل	٠,٥٩ - ٠,١١	رخام
	٤١ - ٣٩	رمال خشنة
	٤٩ - ٤٤	رمال ناعمة
	٥٤ - ٥٠	اللوم

د- الكثافة : الحجر الجيري ٢,٥ جم / سم^٣ ويمثله الجبس،

الحجر الجيري المسامي أقل من ٢,٣ جم/سم^٣.

الطباشير أقل من ١,٦ جم/سم^٣.

هـ- مقاومة الضغط (مقاومة الطرق) وتحدد ك. ب / سم^٢

وتتراوح في الحجر الجيري بين ١٠٠ - ٢٤٠٠

و- الذوبان في حامض الهيدروكلوريك البارد (جيد الذوبان) والدافى
(واضح الذوبان)

ويتطبيق بعض هذه الخصائص على الحجر الجيري الأيوسيني الأوسط والأعلى في منطقة الدراسة يتضح قابلية هذه الصخور لتكوين بعض نماذج الظواهر الكارستية، ولكن خصائص هذه الظواهر تخضع لطبيعة التفاعل بين خصائص الصخور الجيرية والظروف الهيدروجيولوجية المساعدة على تحلل هذه الصخور، فضلا عن أن استمرار تأدية هذه العمليات لدورها يتوقف على استمرار الأحوال المناخية التي أدت إلى تكوين هذه الظواهر. -

ثانيا : الخصائص المناخية والنبات الطبيعي :

لا ترتبط نشأة الحفر الكارستية وتطورها بخصائص الصخور الجيرية فحسب، بل إن آلية التكوين والتطور تعتمد على طبيعة الظروف المناخية التي

تسود على مناطق الصخور الجيرية، ولا يمكن على وجه الدقة تحديد العمليات المختلطة التي تتضافر - أو تتنافر - لتكوين وتطوير هذه الظواهر حتى ولو تم ذلك في ضوء النتائج التي تتوفر عن التجارب الجيومورفولوجية، لأن ذلك عادة ما يتم وفق ظروف تتفق مع متطلبات التجربة وأهداف البحث.

وعلى أية حال فإن نشأة الحفر الكارستية تعتمد كما سبق الذكر على خصائص الصخور الجيرية نوعاً ونظماً، وعلى الدور الذي تلعبه الظروف المناخية وبخاصة عنصرى الحرارة والرطوبة، ويمكن التعبير عن ذلك في ضوء الجوانب القياسية (مورفومترية) لخصائص الحفر بمعدل التحلل الكارستى، ويشير هذا المعدل إلى أن زيادة معدلات نويان الحجر الجيرى تعتمد على زيادة محتوى المياه من غاز ثانى أكسيد الكربون، وتزيد قدرة المياه على إذابة هذا الغاز كلما كان الماء أكثر برودة، دون إغفال ما يسهم به النبات من مواد عضوية تساعد على توفير فرص أفضل لسرعة التحلل (*):

(*) أورد June C. Rchmid فى كتابه المترجم عن Bögli ص ص ٤٦ - ٤٩ أن : معدل التحلل

$$K = \frac{KG}{PA \cdot 10^6 l}$$

الكارستى على النحو التالى:

حيث : K تشير إلى معدل التحلل الكارستى (مم / لكل ١٠٠٠ سنة).

KG = إجمالى الموارد الجيرية التى تحللت ويمكن الحصول عليها من تحليل المياه الجوفية القريبة.

A = المساحة (كم^٢)

وأورد كذلك أسباب عدم الاعتماد مباشرة على نتائج مثل هذه المعادلات، خاصة وأن هذه النتائج تعتبر مؤشرات عامة فقط، ويجب أن تدرس خصائص الكارست ومعدلات التحلل فى كل حالة أو منطقة دراسة خاصة :

٤ × معدل المطر الصافى × متوسط المحتوى الكربونى للمياه الجوفية
 معدل التحلل الكارستى = $\frac{\quad}{100}$

- معدل المطر الصافى = المعدل السنوى للمطر (مم) مطروحا منه
 متوسط كمية البخر السنوى (مم)

- اعتبر الباحث أن متوسط المحتوى الكربونى للمياه الجوفية = ٠,٢
 ملجم / ل.

- المعادلة نقلا عن: محمد قائد حاج حسن (١٩٩٦)، ص ص ١٠٢ -
 ١٠٣ و ص ٣٦٤.

وقبل أن ندخل فى دراسة خصائص معدل التحلل الكارستى وعلاقته
 بتشكيل حفر الكارست فى منطقة الدراسة يحسن أن نشير إلى ظروف
 المناخ الراهن، مما يساعد فى تفسير وتأريخ هذه الظاهرة.

تتميز منطقة الدراسة الحالية بارتفاع درجة الحرارة، إذ يبلغ المتوسط
 السنوى نحو ٢٥ م، يزداد إلى نحو ٢٧,٨ م صيفا ويقل شتاء فيبلغ نحو
 ١٤,٤ م ويانحرف لكليهما عن المتوسط يبلغ +٩,٧ - ١٢,٥ للفصلين على
 الترتيب، مما يشير إلى الفارق الواضح بين درجة حرارة كل من الصيف
 والشتاء، ويسقط عليها أمطار سنوية تبلغ نحو ٢٤ مم معظمها فى الشتاء
 (١٠,٥ مم) بينما يندم المطر صيفاً.

أنظر أيضا : Ollier. C. D. (1979). PP. 242-252.

* بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، المعدلات المناخية، محطة أرصاد حلوان حتى
 عام ١٩٩٩ م (وقد أعدت بناء على طلب خاص من الباحث وعلى نفقته لأغراض البحث العلمى، إضافة
 إلى جداول المعدلات لمحطة أرصاد حلوان (من سنة ١٩٢١ - سنة ١٩٦٠) Table A1 & A2 ص
 ٧٠ - ٩٠.

وظروف مناخية على هذا النحو ليست كافية إطلاقاً لتكوين ظاهرات الحفر الكارستية، ذلك أن معدل التحلل الكارستي (كل ألف سنة) وفق هذه الظروف والذي قام الباحث بحسابه اتضح أنه معدل ضئيل للغاية، وقد بلغ ٢,٦م/ ١٠٠٠ سنة، حتى ولو بلغ هذا المعدل ٤٠م/ ١٠٠٠ سنة كما جاء في بعض الدراسات (جنوب فرنسا انظر محمد فائد، ١٩٦٩، ص ٢٦٤**) فهو أيضاً معدل ضئيل للغاية ولا يكفي لتكوين هذه الحفر، ولعله يساعد فقط على تطوير الأشكال الدقيقة ببطء، ومعنى ذلك أن ظاهرة الحفر الكارستية موضوع الدراسة الحالية لا تعود للظروف المناخية الراهنة ولكنها ظاهرات موروثة تنتمي إلى فترات أغزر مطراً.

ولتوضيح العلاقة بين معدل التحلل الكارستي وحجم الحفر والمدة اللازمة لتكوينها نورد الجدول التالي :

جدول رقم (٢) المدة الزمنية اللازمة لتكوين الحفرة الكارستية حينما يكون معدل التحلل الكارستي

حجم الحفرة م٢	أ : ٢,٦ م/ ١٠٠٠ سنة	ب : ٤٠ م/ ١٠٠٠ سنة
١٠٠٠	٣٨٥ سنة	٢٥ سنة
١٠٠٠٠	٣٨٤٦ سنة	٢٥٠ سنة
١٥٠٠٠	٥٧٦٩ سنة	٣٧٥ سنة
٢٠٠٠٠	٧٦٩٢ سنة	٥٠٠ سنة
٢٥٠٠٠	٩٦١٥ سنة	٦٢٥ سنة
٣٠٠٠٠	١١٥٣٨ سنة	٧٥٠ سنة

الجدول من إعداد الباحث.

** (تتباين سرعة التحلل الكارستي باختلاف النطاقات المناخية والعمر، نفس المرجع، ص ٢٤٧ - ٢٧٩).

ويوضح ذلك أنه كلما كان حجم الحفرة كبيراً فإنها تحتاج لمدة زمنية طويلة لكي تتكون، مما يعنى أيضاً أن الحفر الكارستية الكبيرة الحجم أقدم نشأة، كما أن زيادة معدل التحلل الكارستى يتبعها قلة فى المدة الزمنية اللازمة لتكوين حفر الكارست.

وربما كانت هذه النتائج صحيحة إلى حد كبير، بمعنى أن حجم الحفرة الكارستية يعد مدلولاً على زيادة معدلات التحلل الكارستى أو نقصه، ولكنه فى رأى الباحث لا يعبر عن العمر النسبى لهذه الحفر إلا فى حدود ضيقة، فربما يكون كبر حجم الحفر الكارستية ناجم عن تلاحم بعضها ببعض الأخر، أو ربما تكون الفواصل والشقوق سبباً آخر، وقد شاهد الباحث العديد من هذه النماذج أثناء دراسته الميدانية، حتى بدى بعض هذه الحفر كفتحات الكهوف (لوحة رقم ٢)، أو على هيئة مظلة صخرية (لوحة رقم ٣).

كما أن سرعة التحلل الكارستى وزيادة معدلات تعتمد على كثير من العوامل، يتصل بعضها بخصائص الحجر الجيرى الذى يتعرض لعمليات التحلل : سواء ما يتعلق بدرجة نقائه (جدول رقم ١) أو بكثرة الفواصل والشقوق وخطوط الصدوع التى تكتنفه، ومدى توفر الغطاء النباتى الذى يسهم إلى حد واضح فى حامضية المياه فتزداد قدرتها على أحداث الذوبان والتحلل بارتفاع هذه الحامضية، كما يتعلق الأمر كذلك بخصائص الأمطار الساقطة من حيث حجم حبيبات قطراتها، وفى هذا الشأن ذكر (Ritte, D.F. 1978. pp. 405-509)، أن الأمطار الرذاذية أكثر قدرة على إحداث التحلل عن قطرات المطر الكبيرة الحبات، ويعتمد ذلك أيضاً على مدة

التساقط واستمراريته، وتوزيعه وشدته، وعلاقة خصائص الأمطار بدرجة الحرارة (التبخّر)، هذا فضلاً عن طبيعة الانحدار العام للسطح الذي تسقط عليه الأمطار، فكلما كانت درجة انحداره هينة كلما توفرت الفرصة لبقاء الماء مدة أطول على السطح ومن ثم تزيد فرصة التحلل والذوبان، أما إذا كانت درجة الانحدار شديدة فإن ذلك يساعد على تطوير أشكال كارستية خطية Karren وأقتية مائية وجداول تساعد على انصراف المياه صوب المنحدرات (المراجع السابق).

على أية حال فإنه وفي ضوء ظروف الجفاف الحالى (ندرة سقوط الأمطار وربما انعدام التساقط ولفترة زمنية طويلة وارتفاع درجة الحرارة) وعدم توفر غطاء نباتي، كلها من العوامل التي تؤكد انتماء حفر الكارست إلى ظروف أغزر مطراً مما هي عليه الآن، ومن ثم يتوفر عنها معدلات تحلل كارستى أعلى، ويكفى للظروف الراهنة الفرصة الضئيلة لإحداث تطور بطيء وبمعدلات تحلل كارستى منخفضة، ورغم محدودية هذا الدور (وبخاصة فعل الضباب والندى والرياح) إلا أنه دور لا ينكر.

الحفر الكارستية : النشأة والتطور :

درس الباحث على صخور الحجر الجيري الأيوسيني الأوسط والأعلى فى مناطق شرق القاهرة عدداً كبيراً من حفر التحلل الكارستية(*)، وشملت هذه الدراسة جوانب مورفومترية عديدة لتحديد ملامح هذه الحفر وفق نموذج خاص أعده الباحث لهذا الغرض (ملحق ٢) وتبعاً لنتائج القياس الحقلى المباشر يمكن تصنيف حفر التحلل الكارستى إلى :

* بلغ عدد الحفر التي تم دراستها حقلياً أكثر من ٥٠٠ حفرة.



لوحة رقم (٢)

جدول رقم (٣)

تصنيف حفر التحلل الكارستي حسب الحجم *

ملاحظات	الحجم (مم)	الوصف
	أقل من ٥٠٠ مم	دقيقة
	٥٠٠ - ١٥٠٠ مم	صغيرة
	١٥٠٠ - ٣٠٠٠ مم	متوسطة
	٣٠٠٠ - ٤٥٠٠ مم	كبيرة
	أكبر من ٤٥٠٠ مم	ضخمة

١- الحفر الدقيقة وهذه بلغ متوسط طولها ١٠ مم ومتوسط العرض نحو ٢٠ مم، على حين بلغ متوسط عمقها نحو ٥ مم، وتظهر معظم هذه الحفر على صخور الأيوسين-الأسفل (الحجر الجيري المندمج الصلب) وكذلك على صخور الدولوميت، وإن كانت تتميز بوفرة أعدادها فوق صخور الحجر الجيري عن الدولوميت، وقد أظهر الفحص الميداني أنها تتميز بميلها لاتخاذ شكل دائري، ويخلو قاعها من أى مفتحات كما تتميز جوانبها بلونها الفاتح، ويرى الباحث أن مثل هذا النمط ربما نشأ حديثاً جداً، فهى بهذه الأبعاد تناهز حجماً يبلغ نحو ١٠٠٠ مم^٣ ومثل هذا الحجم يمكن أن ينشأ فى مدة زمنية لا تزيد كثيراً عن ٢٥ سنة بمعدل تحلل كارستى ٤٠ مم/ ١٠٠٠ سنة، ويبدو مظهرها العام على هيئة حفر صغيرة ذات جوانب ملساء ناعمة، وربما

* الجدول من إعداد الباحث بالاعتماد على نتائج القياس الحقلى لأجزاء وعناصر هذه الحفر، ونظراً لكثرة أعداد الحفر المقاسة حقلياً رأى الباحث تصنيفها على النحو الوارد بالجدول.

تكون قد نشأت في بادئ الأمر على هيئة ندب ارتطام مطر Rain print ثم تطورت بما توفر من رطوبة محدودة بفعل الندى والضباب الذي يحدث أحياناً، مما يعطي الفرصة (المحدودة) لتطوير خصائص الشكل التي تتسم به هذه الحفر، وهنا لا تغفل على أثر الرياح الهابة في نحت وبرى جوانب وقاع هذه الحفر واكتساح مفتتات التطل الناعمة، ومن ثم تبرز عملية تعميق وتوسيع هذه الحفر. كما لا تغفل كذلك أثر بعض عمليات حركة المفتتات وبخاصة عمليات التساقط والزحف في تطوير وتوضيح مثل هذه الحفر.



لوحة رقم (٢-أ) - أعلى



لوحة رقم (٣-ب) - أعلى

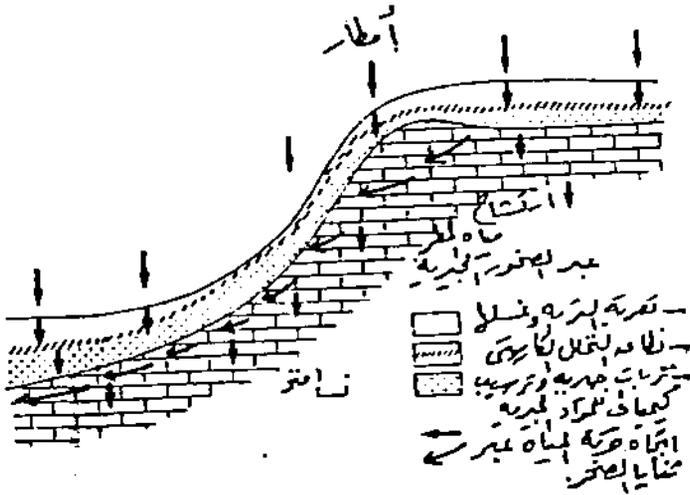
٢- الحفر الصغيرة والمتوسطة : وترتبط هذه الحفر بنوعى الصخور الجيرية والدولوميتية سواء التابعة للأبوسين الأوسط أو الأعلى، وهى الحفر التى تتراوح أحجامها بين ١٠٠٠ مم - ٤٥٠٠ مم ٢، وهذه الحفر نشأت أصلاً على هيئة حفر دقيقة، ثم تلاحم بعضها ببعض الآخر، فبدت أكبر حجماً وأكثر وضوحاً، وإن كانت تتميز كذلك بجوانبها الملساء وبوجود بقايا ضلعية (حزوز نحيفة غائرة فيما بين جنبات الحفرة الواحدة) مما يدل على أن عملية النمو نجمت عن إتصال الحفر بعضها ببعض الآخر، وإن كان الفحص الميداني أبرز وجود بعض أترية التحلل (موان جيرية دقيقة وناعمة ملتصقة بجنبات الحفرة وبعضها الآخر على القاع) مما يدل كذلك على استمرار تأثرها بعمليات التحلل ولكن على نطاق محدود، وقد عثر الباحث بين ثنايا بعض الحفر على بقايا رملية أخشن من المفتتات الجيرية ويدل ذلك على تأثرها بفعل الرياح الهابة التى ساهمت فى برى هذه الحفر وتذرية مؤاينها الناعمة وربما تخلف عن ذلك ارساب بعض الرمال التى كانت ضمن حمولة الرياح*.

٣- الحفر الكبيرة : وهى التى يزيد حجمها عن ٤٥٠٠ مم وقد أتضح من الدراسة الميدانية أن هناك نوعان من هذه الحفر (لوحات أرقام ٣ ، أو ٤ ، ٥ ، ٦ ، و٧) .

النوع الأول : وهو مرتبط بالفواصل والشقوق، بمعنى أن توغل عمليات التحلل داخل ثنايا الفواصل والشقوق مما عمل على زيادة تعميقها

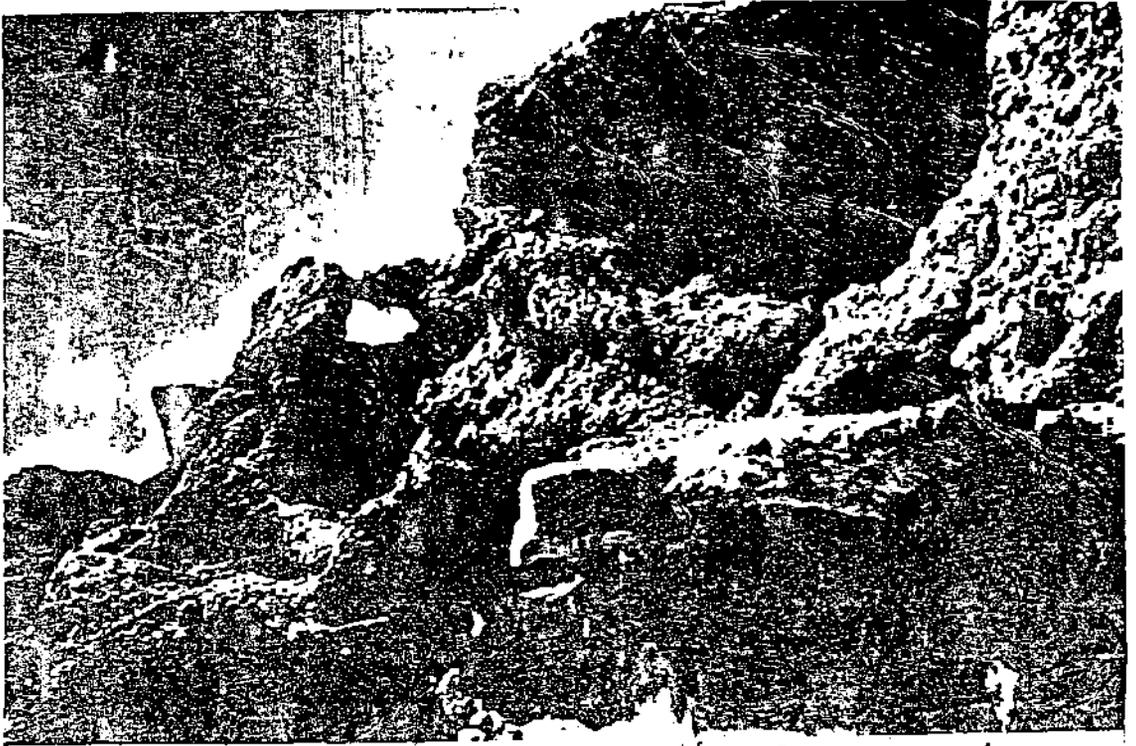
* الرياح السائدة شمالية شرقية وشمالية غربية وتتراوح نسب الهبوب فى هذين الاتجاهين بين ١٩,٥% - ٢١,٢% و ٧,٦% - ١٧,٨% لهما على الترتيب (أنظر ملحق رقم ١).

وتوسيعها فبدت على هيئة حفر أكبر، وزاد من وضوحها تأثر هذه الحفر باكتساح الرياح لنواتج التحلل والذوبان، كما أن حركة المواد Mass Movement صوب حضيض السفح عملت هي الأخرى على تعرية قيعان هذه الحفر، ومن ثم تصبح باستمرار عرضة للتأثير المباشر لعمليات التحلل، سواء من المياه المرتشحة من أعلى السفح متباعدة ثانياً الفواصل والشقوق (شكل رقم ٢) أو من المياه المتبقية عن الندى والضباب الحاليين، كما أنها تصبح كذلك تحت التأثير المباشر للرياح الهابة برياً ونحاً ونقلاً مما يزيد من اتساع واستطالة وعمق هذه الحفر، وبالتالي زيادة أحجامها. ويضاف إلى هذا النوع تلك الحفر التي تنشأ حينما تتوغل المياه المرتشحة على أعلى السفح متباعدة خطوط الصدوع (لوحة رقم ٦) (لوحة رقم أ و ب).



شكل رقم (٢) حركة المياه فوق سفوح الحجر الجيري وأثارها الجيومورفولوجية
بتصرف عن : Trudgill, S., (1985), P. 48 مع الأخذ في الاعتبار أن نطاق التحلل

الكارستي هو النطاق النشط.



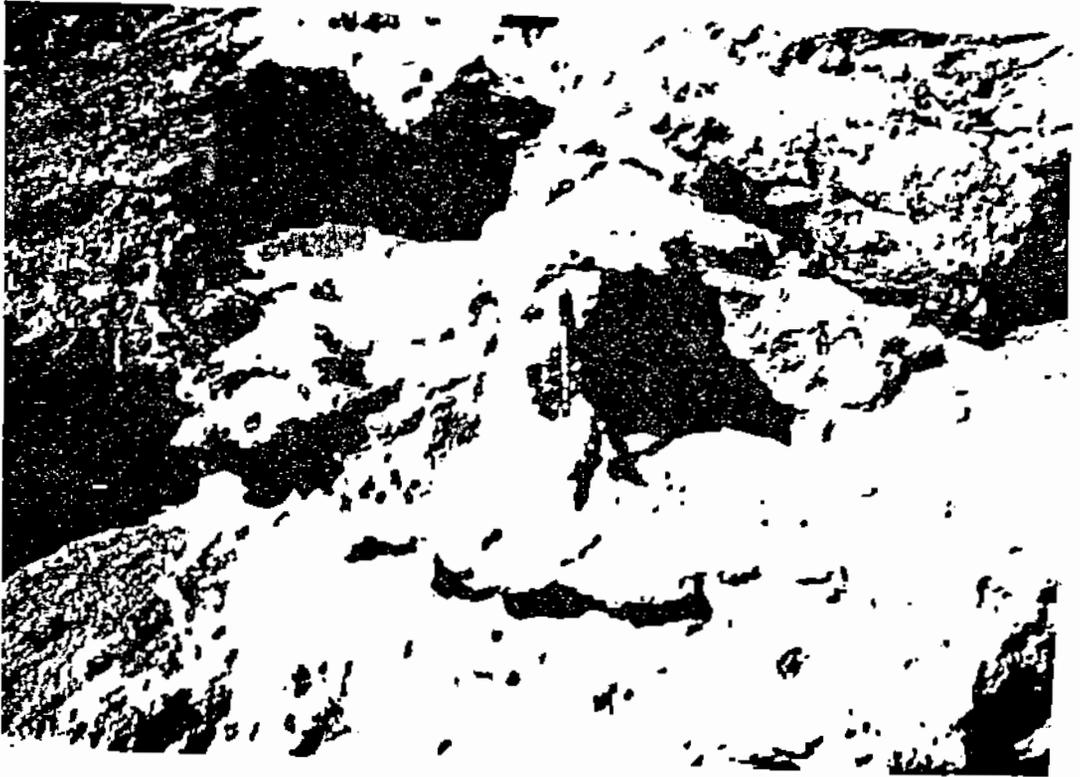
لوحة رقم (٤)



لوحة رقم (٥)



لوحة رقم (٦-١)



لوحة رقم (٦-ب)



لوحة رقم (٧)



لوحة رقم (٨ - ا)



لوحة رقم (٨ - ب)

أما النوع الثانى : فهى الحفر التى نشأت متتبعه أسطح الانفصال الطبقي (لوحة ٣ب)، وفى هذا النوع يبدو أن حفر التحلل الكارستى نشأت عن ارتشاح المياه فوق السفوح الهينة الانحدار أعلى الهينات التضاريسية وتمكنت من الوصول إلى أسطح الانفصال الطبقي على واجهة المنحدر، وساعد ذلك على نشاط عمليات التحلل فى فترات غزارة المطر بالطبع، وحينما أعقب ذلك ذبذبة مناخية دفيئة تبخرت المياه مخلقة وراعاها مفتتات جيرية ناعمة كانت من الضعف والليونة حتى أنها تعرضت للتذرية بفعل الرياح الهابة؛ ونجم عن ذلك تكوين حفر صغيرة ومستطيلة تتفق مع أسطح الانفصال الطبقي، ومع تكرار حدوث هذه الظروف المناخية بين غزارة الأمطار ثم ارتفاع درجة الحرارة والجفاف واستمرار عمليات التحلل ثم اكتساح وتذرية مفتتات التحلل ازداد اتساع وامتداد وتعميق هذه الحفر حتى بلغت امتداداً يفرق فى بعض الأحيان بضعة أمتار ويعمق يصل إلى نحو نصف المتر (لوحات أرقام ٣ ، ٩)، وقد تتصل بعض الحفر حتى أنها لتبدو على هيئة كوه (النافذة الصغيرة) (لوحة رقم ٤)، هذا مع الأخذ فى الاعتبار كذلك أن الفترات التى ارتفعت فيها درجة الحرارة لم يعطل أثنائها نشاط التحلل الكارستى تماماً، ولكن يمكن القول أنه كان بطيئاً وذلك نظراً لعدم توفر الرطوبة الكافية لإحداث عمليات الإذابة والتحلل، بل وربما ساعدت عمليات حركة المواد فوق السفوح على إكساب هذه الحفر بعض خصائصها الشكلية وبخاصة عمليات تساقط المفتتات وزحفها صوب حضيض المنحدر، فضلاً عن تأثرها بالرياح الهابة كما سبق الذكر. وبناء على اعتبار حجم هذه الحفر فى ضوء معدل التحلل الكارستى المحسوب (جدول رقم ٣) يمكن

إرجاع الحفر المتوسطة الحجم إلى عمر يناهز ٢٠٠٠ عام حيث كانت الظروف أكثر رطوبة، وقبل أن تحل ظروف المناخ الجاف الحالي. (انظر محمد فائد، ص ٦١). بينما تعود الحفر الكبيرة (تبلغ حجماً أكبر من ٤٥٠٠ مم) إلى نهاية البلايوسين و بداية الهولوسين* .

على أية حال فإن تكوين هذه الحفر فضلاً عن أنه ظاهرة جيومورفولوجية مميزة، إلا أنه ساهم في إبراز خصائص وملامح جروف الحجر الجيري الأيوسيني الأعلى الذي يتميز بوجود هذه الحفر، فضلاً عن تعرضه لعمليات تقويض واضحة حينما تمكنت عمليات الإذابة من تطوير أشكال الحفر وتكوين ستائر أو أغشية التحلل (مواد ضعيفة يسهل إزالتها) التي تغطي بعض أجزاء من الواجهات الحرة لجروف الحجر الجيري الأيوسيني الأعلى.

* فيما يتعلق بالظروف المناخية أثناء البلايوسين يمكن الرجوع إلى :

جودة حسنين جودة ، ١٩٩٨ ، الجغرافيا الطبيعية للزمن الرابع، دار المعرفة الجامعية - الاسكندرية



لوحة رقم ۱



ن. ع ۹ - ب



لوحة رقم (٩ - ج)

وساعد وجود مفتتات التحلل ضمن نواتج تفكك وتحلل صخور التزل على توفير تربة محلية نمت عند بعضها نباتات وأعشاب (فقيرة) ربما يتوفر عنها ثاني أكسيد الكربون الذي يسهم بدور فعال في استمرار وتنشيط حدوث عمليات الإزابة والتحلل بشرط ضرورة توفر المياه.

ومن المشاهدات الميدانية للباحث أن عمليات تطوير حفر الكارست نجم عنها توفر كمية من المفتتات التي تحركة صوب أدنى السفح في صورة تساقط صخرى (لوحّتان ٧ أ و ب) أو زحف لهذه المفتتات صوب أدنى السفح كذلك، ويمثل ذلك خطراً يهدد سلامة الحركة على الطرق التي توجد في المنطقة مثل طريق مرصد القطامية (طريق مرصوف) وهو من الطرق الحيوية التي تخدم عمليات نقل نواتج المحاجر العديدة المنتشرة في هذه الأرجاء إلا أن إزالة هذه النواتج باللوادر لضمان استمرار كفاءة هذه الطرق في تادية وظيفه الحركة الآمنة عليها يمكن أن يتسبب عنه خلل في منظومة العلاقات المتشابكة التي تضمن استقرار وثبات السفح (أحمد معتوق ١٩٩٣ ص ٤٢-٤٣)، هذا ويرى الباحث كذلك أن أية مشروعات لتنمية المنطقة وما حولها تنمية متواصلة ومستدامة يجب أن تأخذ بعين الاعتبار آثار عمليات تحلل وإزابة الحجر الجيري (القديمة والحديثة) درءاً للأخطار التي ربما تقلل من كفاءة واستمرارية هذه المشروعات.

خاتمة

نوجز فيما يلي نتائج هذه الدراسة :

١- يجب أن نوجه فى الجيومورفولوجيا عناية خاصة بالظاهر الجيومورفولوجية التى يلعب نوع الصخر ونظامه دوراً بارزاً فى تحديد ملامح وصفات هذه الظواهر، وذلك حتى لا يكون الاهتمام فى الأقليمية الجيومورفولوجية أو تأثير العامل أو العملية فى الدراسات.

٢- رغم أن الحجر الجيري يغطى مساحة كبيرة من أرض مصر، إلا الباحث يرى أن هناك عدداً محدوداً ممن اهتموا بالدراسة الجيومورفولوجية المتخصصة فى الحجر الجيري بالذات.

٣- لا يجب كذلك أن تستحوذ الظواهر الجيومورفولوجية الكبيرة. اهتمام دارس الجيومورفولوجيا، على حساب دراسة الظواهر الدقيقة وربما يساعد الفهم الصحيح لخصائص وملامح هذه الظواهر. تحديد ملامح وخصائص الظواهر الأكبر.

٤- ظاهرة الحفر الكارستية فى مناطق الحجر الجيري الأيوسينى الأدنى والأعلى تظهر فى مناطق متفرقة فى شرق القاهرة (المنطقة التى يدرسها الباحث دراسته عليها) على الواجهات الحرة لسفوح منحدرات الحجر الجيري.

٥- لا تعود ظاهرة الحفر الكارستية إلى الظروف المناخية الراهنة التى تتبدل بندرة سقوط الأمطار وارتفاع درجة الحرارة (ظروف جفاف)، بل

ظاهرة حفيرية ربما تعود إلى آخر فترة مطيرة، أى منذ نهاية البلايوسين ومضى ذلك أن أعمارها ربما تعود إلى نحو ١٥ - ٢٠ ألف سنة، حيث كانت ظروف المطر أغزر والنبات الطبيعي أكثر (مع تسليمنا بأن الغابة المتحجرة (جبل الخشب) هى للنباتات التى كانت موجودة)، ومن ثم يساعد ذلك على تنشيط عمليات التحلل والإذابة فى صخور الحجر الجيري الأيوسيني الأوسط والأعلى.

٦- أن هذه الظاهرة متباينة الخصائص والملامح تبعاً للضوابط التى أسهمت فى تحديد هذه الملامح، فبعضها حديث جداً نشأ عن عمليات ارتطام حبات المطر بالواجهة الصخرية ثم حدثت عمليات التحلل بعد ذلك، وهنا يلعب توجيه المطر بالنسبة للهيئة التضاريسية دوراً لا يغفل، إذ يظهر معظم هذه الحفر على السفوح الشمالية.

٧- عمليات الجريان السطحي فوق قسم القمة وبالاجته نحو الواجهة الحرة تساعد على تنشيط عمليات إذابة محدودة ساعدت على اتساع بعض الثقوب وبخاصة التى تقترب صوب أعلى السطح.

٨- ساعد ارتشاح المياه وتسريها داخل فتحات الفواصل والشقوق على تكوين حفر كارسية واضحة مرتبطة بهذه الفواصل، كما أن ارتباط بعض الحفر بأسطح الانفصال الطبقي يمكن تفسيره أيضاً بعمليات الإذابة التى تمت على امتداد هذه الأسطح، وينطبق ذلك أيضاً على الحفر التى ارتبطت بخطوط الصدوع.

٩- لا يمكن إغفال دور الرياح الهابة فى نحت وبرى جوانب هذه الحفر

وقيعانها، ثم اكتساح نواتج هذا الفعل وساعد ذلك على زيادة انساع وتعميق هذه الحفر وتطوير خصائصها الشكلية.

١٠- لعل التعرض لرخات المطر المحدودة الحالية أمر يجب أن يؤخذ في الاعتبار لتفسير الاستمرار (المحدود) لعمليات الإذابة، وإن كان توفر فرص الرطوبة من خلال الندى والضباب أكثر أهمية (فى رأى الباحث) فى استمرار هذا الدور، مع الأخذ فى الاعتبار قلة وجود الغطاء النباتى وارتفاع برجة الحرارة مما يقلل من فرصة تطوير هذه الأشكال الجيومورفولوجية الدقيقة.

١١- رغم بطء عمليات التحلل الحالية إلا أن القديمة منها تطورت بشكل واضح فبدت مثل المظلات الصخرية (الأسقف)، كما ساعد ذلك أيضا على إحداث عمليات تقويض لقاعدة السفح، وتوفر عن مجمل النشاط مفتتات الحجم والشكل والتي بدورها تحركت إما على هيئة تساقط أو زحف صخرى، مما يهدد عمليات التنمية التى تتم فى المنطقة.

١٢- إن عمليات التنمية المتصلة والمستدامة فى هذه المناطق يجب أن تأخذ بعين الاعتبار أية احتمالات حتى ولو كانت ضئيلة للأخطار الناجمة عن تطوير الحفر الكارستية بفعل عمليات الإذابة والتحلل.

ورغم صعوبات جمة صادفها الباحث إلا أنه تمكن بفضل الله وبمعاونة بعض من يفهمون طبيعة البحث العلمى ومشاقه من التغلب على بعضها وتبقى مسألة التكلفة المادية لبعض الأغراض التى تعين على استجلاء الصورة الجيومورفولوجية وبيان جميع جوانبها من الأمور التى ستظل عقبة

كداء فى هذا الطريق ما لم يتم التغلب عليها ولذا يرجو الباحث ويأمل :

١- أن تكون مراكز الأبحاث فى خدمة مثل هذه الدراسات لإجراء التحليلات اللازمة مثل تحليل العناصر المشعة التى يمكن الاستفادة منها فى معرفة العمر النسبى للظاهرة.

٢- التحليلات الكيمائية للمياه ولعينات الصخور.

٣- التحليلات الفيزيائية لمعرفة إجهادات الصخور الجيرية.

كما يقترح الباحث كذلك :

١- إنشاء محطات رصد مناخية ومزودة بأجهزة حديثة فى بعض المناطق القريبة من القاهرة (مرصد القطامية - جبل الخشب - التل الأبيض).

٢- اتخاذ تدابير ووسائل تحد أو تقلل من أخطار تساقط وزحف وانهيار الصخور، وقد شاهد الباحث مثل هذه الوسائل على سفوح جبل عسير بالمملكة العربية السعودية.

٣- تضافر جهود العلماء فى مجالات عديدة وبخاصة الهيدرولوجيا (السطحية والجوفية) والجيوفيزياء والمهندسون والجيومورفولوجيون وغيرهم ممن يمكن الاستفادة من خبراتهم عند التخطيط الشامل لمثل هذه المناطق لضمان استمرار وتنشيط عمليات التنمية فى مجالاتها المتعددة .

المراجع العربية:

- أحمد السيد معتوق، الملامح الجيومورفولوجية للانزلاقات، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية (مقبول للنشر).
- جودة حسنين جودة، ١٩٨٨م، الجغرافيا الطبيعية للزمن الرابع، دار المعرفة العربية، الإسكندرية.
- جودة حسنين جودة، ١٩٨٨م، الجيومورفولوجيا - دراسة في علم أشكال سطح الأرض، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- حسن سيد أحمد أبو العيتين، ١٩٨١م، أصول الجيومورفولوجيا - دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض، الدار الجامعية للطباعة والنشر، ط ٦، بيروت.
- سميح أحمد عودة، ١٩٨٤م، جيومورفولوجية الهوات في الجبل الأخضر، قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، نشرة رقم ٦٢.
- سمير سامى محمود محمد، ١٩٨٩م، منطقة جنوب شرق القاهرة (شرق المعادي وحلوان) دراسة، جيومورفولوجية، رسالة - ماجستير غير منشورة - كلية الآداب - جامعة القاهرة.
- سيد عبد الخالق سيد، ١٩٩٥م، دلتا وادى حوف كمركز استقرار في عصر ما قبل التاريخ، دراسة في الجغرافيا التاريخية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
- محمد صبرى محسوب سليم، ١٩٩٧م، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، ط ١، دار الفكر العربى، القاهرة.
- محمد صفى الدين أبو العز، ١٩٦٥م، قشرة الأرض، القاهرة.
- محمد فائد حاج حسن، ١٩٩٥م، أسس الجيومورفولوجيا المناخية منشورات جامعة دمشق.

المراجع الأجنبية :

Bögli, A., (1912), Karsthydrographie und physische speläologie Translated by : Schmid, J.C., (1980), "karst speleology, springer - verlag, hydrology and physical Berlin., 4-11.

Jennings, T.N., (1985), "Karst Gemorphology", Basil Black well Inc., U.S.A., N.Y.

Ollier. C. D. (1979). Weathering, Longman, London..

Ritter, D.F., (1978), "Process geomorphology", Wm.c. Brown Compant Pub., U.S.A.

Thornbury, W.D., (1969), "Principles of Greomorphology". John Wiley & Sons, Inc., U.S.A., 2nd Edit., P341.

Trudgill, S., (1985), Limestone Geomorphology, Longman, U.S.A., N.Y.

لوحة رقم (١) ناظراً صوب الجنوب الغربى

توضح اللوحة : ندرة حفر التحلل الكارستى فوق أرصفة الدولوميت
بوادى المرصد.

لوحة رقم (٢) ناظراً صوب الجنوب

توضح اللوحة تباين اتساع حفر الكارست فوق صخور الحجر الجيرى
الايوسينى الأعلى حيث تبدو صغيرة ومتزاحمة (أعلى يسار الصورة)
بينما تبدو فتحات بعض هذه الحفر على هيئة متسعة حينما ترتبط
بالفواصل والشقوق، ويوضح اللون الفاتح داخل الحفرة (حيث يجلس
الباحث) آثار حديثة لعمليات تساقط صخرى جرف صوب أدنى
الشفح. الحفر الكبيرة ذات أشكال قمعية.

لوحة رقم (١٣) أعلى : (ناظراً صوب الجنوب الغربى)

توضح اشتداد عمليات التحلل الكارستى على سفوح الحجر الجيرى
الايوسينى الأعلى بامتداد أسطح الانفعال الطبقي ربما ساعد على
تطوير أشكال الحفر الكارستية فبدت على هيئة مظلة صخرية.

لوحة رقم (٣ ب) أسفل - ناظراً صوب الجنوب

حفر الكارست على امتداد أسطح الانفصال الطبقي وقد اتصلت
بعض الحفر الكارستية ببعضها البعض الآخر، بينما لم يزل بعض
آخر من هذه الحفر على انفراد، لاحظ نمو بعض النباتات عند
حضيض السفح.

لوحة رقم (٤) ناظرأ صوب الجنوب الشرقى

- نماذج من الحفر الدقيقة والصغيرة والمتوسطة.

ويلاحظ كثرة أعداد الحفر الدقيقة فوق واجهات الحجر الجيرى الأيوسينى الأعلى، على حين نمت الحفر الصغيرة والمتوسطة وازداد حجمها امتداداً وعمقاً واتساعاً حتى بدى بعضها على هيئة كرة، يلاحظ كذلك أثر الفواصل والشقوق فى زيادة أحجام الحفر الكارستية.

لوحة رقم (٥) ناظرأ صوب الشمال

رغم ما يكتنف الحجر الجيرى الأيوسينى الأعلى من حفرة صغيرة، إلا أن وجود الفواصل والشقوق ساعد على توغل عمليات التحلل داخل ثنايا هذه الفواصل وعمل ذلك على تكوين حفر كارستية أكبر.

لوحة رقم (٦ أ) إتجاه النظر رأسى

تأثرت بعض حفر التحلل الكارستى بالرياح الهابية، حيث تمكنت الرياح من صقل ويرى جوانب وقيعان الحفر، ونقلت بعض المواد بينما تخلفت المواد الأخشن داخل بعض الحفر.

لوحة رقم (٦ ب) إتجاه النظر جنوباً

ترسبت داخل بعض حفر التحلل الكارستى مواد رملية خشنة (رواسب هوائية)، كما توضح اللوحة كذلك إمكانية نمو حفر التحلل الكارستى واتصالها بعضها ببعض الآخر وتكوين حفر أكبر حجماً.

لوحة رقم (٧) ناظراً صوب الشرق

حجر جيرى أيوسينى أعلى ينفصل بطبقات نحيفة من المارل، تأثر بالصدوع وعلى امتداد خط الصدع ازدادت عمليات التحلل وترسبت المواد الجيرية التى كانت ذاتية ونمى فوقها بعض النبات، ونجم عن توغل عمليات التحلل على امتداد خط الصدع تكوين حفر تحلل كارستى، يلاحظ كذلك عمليات التعرية والإزالة التى أصابت الواجهة الصخرية ومن ثم يبدو لونها فاتحاً.

– عدد الحفر قليل لصلابة واندماج الحجر الجيرى.

لوحة رقم (٨) أ ، ب

حجر جيرى أيوسينى أعلى يكتنفه الفواصل والشقوق الرأسية وتزرکش حفر التحلل الكارستى.

يلاحظ تأثر مكاشف الحجر الجيرى بعمليات التساقط الصخرى.

لوحة رقم (٩) أ ، ب ، ج

نماذج متباينة لأنواع الحفر الكارستية.

أ : الدقيقة وقد اتصل بعضها ببعض الآخر، كما يظهر تأثرها باكتساح الرياح لبعض موادها الدقيقة.

ب : الصغيرة والمتوسطة التى ارتبطت بإتساع الفواصل والشقوق.

ج : الحفر التى نشأت على امتداد خط الصدع.

تابع ملحق رقم (١) السنة المثوية لعدد ساعات هبوب الرياح السطحية (بالعقدة) من الاتجاهات المختلفة (بالدرجات).

ملحق رقم (١)

المدلات والتوسطات الشهرية لبعض العناصر الجبرية لحطة أرصاد وحلوان

رقم	تاريخ	الارتفاع	السطح	البرية	البحرية	مياه	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
١٩,٧	٢١,٣	٢٠,٠	٢١,٥	٢٤,٨	٢٤,٦	٢٢,٦	٢٢,٣	٢٢,٦	٢٢,٦	٢٢,٦	٢٤,٨	٢١,٥	٢٠,٠	٢١,٣	١٩,٧
١٢,٦	١٢,٠	١١,٧	١٢,٤	١٢,٣	١٢,٥	١٢,٨	١٢,٩	١٢,٦	١٢,٨	١٢,٨	١٢,٣	١٢,٤	١١,٧	١٢,٠	١٢,٦
٧,١	١٤,٣	١٨,٣	٢٠,١	٢١,٥	٢١,١	١٩,٨	١٧,٧	١٧,٧	١٧,٧	١٧,٧	٢١,٥	٢٠,١	١٨,٣	١٤,٣	٧,١
١٣,٤	٢٠,٣	١٩,٢	٢٦,٣	٢٨,٢	٢٧,٩	٢٦,٣	٢١,٢	٢٥	٢٦,٣	٢٦,٣	٢٨,٢	٢٦,٣	١٩,٢	٢٠,٣	١٣,٤
٩,٠	٥٩	٥٥	٥٥	٥٥	٥٢	٤٣	٤١	٤٠	٤٣	٤٣	٥٢	٥٥	٥٥	٥٩	٩,٠
٦,٧	٢,٦	١,٤	١,٤	-	-	-	٢,٥	٢,٥	-	-	-	١,٤	١,٤	٢,٦	٦,٧
٥,٥	٢,٩	٠,٧	صفر	صفر	صفر	صفر	٠,٩	١,٨	١,٨	١,٨	٠,٩	٠,٧	٠,٧	٢,٩	٥,٥
٦,٧	٨,٢	٩,٥	١٠,١	١٠,٩	١١,٣	١١,١	٩,١	١٠,٣	١١,١	١١,١	١٠,٩	١٠,١	٩,٥	٨,٢	٦,٧
٠,١٩,٦	٠,١٨,٦	٠,١٥,٥	٠,١٢,٠	٠,٠٨,٧	٠,٠٨,٦	٠,٠١,٠	٠,١٣,٦	٠,١١,٩	٠,٠٧,١	٠,٠٧,١	٠,١٥,٦	٠,١٧,٩	٠,١٥,٥	٠,١٨,٦	٠,١٩,٦

أثر = كمية من المطر > ٠,١ ميليمتر

عن الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ.

- التوسطات والدي: من حساب الباحث بالاعتماد على البيانات الواردة بالملحق

- تغطي بيانات محطة حلوان منطقة نصف قطرها ٥٠ كم.

- حسب الباحث قوتية الجفاف واتضح أنها = ٠,٧ مما يدل على شدة جفاف هذه المنطقة

تابع ملحق رقم (١)

النسبة المئوية لمدد ساعات هبوب الرياح السطحية (بالمقدرة) من الاتجاهات المختلفة (بالدرجات) *

الاتجاه (ب) السرعة (د)	٢-١	٦-٤	١٠-٧	١٦-١١	٢١-١٧	٢٧-٢٢	٣٣-٢٨	٤٠-٣٤	٤٧-٤١	٥٥-٤٨	٦٣-٥٦	أكثر من ٦٣	ملاحظات
٢-١	٠.١	٠.١	٤.١	-	٠.١	١	-	-	-	-	-	٠	٥.٧
١.٢	١.٢	٢.٣	٧.٠	٧.٠	٠.٨	٠.١	-	-	-	-	-	-	٠.٢
٠.٤٤ - ١.١٢	١.١	٢.١	٦.١	٨.٥	٢.٠	٠.٤	-	-	-	-	-	-	١٩.٥
٧٤ - ٠.٤٠	٠.٥	١.٣	٢.٥	٢.٣	٠.٩	٠.٢	-	-	-	-	-	-	٢١.٣
١.٤ - ٧.٥	٠.٥	١.٠	١.١	٠.٦	٠.١	-	-	-	-	-	-	-	٨.٧
١٢٤ - ١.٥	٠.٦	١.١	١.١	٠.٢	٠.١	-	-	-	-	-	-	-	٢.٣
١٦٤ - ١.٥	٠.٥	١.٠	٠.٨	٠.٢	-	-	-	-	-	-	-	-	٢.٥
١٩٤ - ١.٥	٠.٥	٠.٨	٠.٩	٠.٤	٠.١	-	-	-	-	-	-	-	٢.٧
٢٢٤ - ١.٥	٠.٤	٠.٧	٠.٨	٠.٦	٠.١	-	-	-	-	-	-	-	٢.٨
٢٥٤ - ٢.٥	٠.٤	٠.٦	٠.٤	٠.٤	٠.١	-	-	-	-	-	-	-	١.٩
٢٨٤ - ٢.٥	٠.٥	٠.٩	٠.٩	٠.٨	٠.٢	-	-	-	-	-	-	-	٢.٣
٣١٤ - ٢.٨٥	٠.٨	١.٨	٢.٦	٢.٣	٠.٣	-	-	-	-	-	-	-	٧.٨
٣٤٤ - ٣.١٥	١.٢	٢.٦	٦.٤	٦.١	٠.٥	-	-	-	-	-	-	-	٥١٧.٨
المجموع	٨.٧	١٩.٤	٢٠.٢	٢٠.٤	٤.٩	٠.٧	-	-	-	-	-	-	-

* من : جداول الهيئة العامة للأرصاد الجوية - محطة أرصاد حلوان - للفترة من ١٩٦٨ - ١٩٦٨ م.
** مثل الاتجاه السائد لمحطة أرصاد حلوان

ملحق رقم (٢)

نموذج مقترح لجدول بيانات القياسات الحقلية للحفر الكارستية

ملاحظات	زطوبة الحفرة	نباتات	غطاء الفتحات فوق السطح	نوع الصخر وخصائصه	العمق (سم)	أكبر اتساع للحفرة		أكبر طول للحفرة		شكل الحفرة	الموقع	مسلسل
						طول	عرض	طول	عرض			

تم من تصميم الباحث وهو النموذج الذي استخدمه في هذه الدراسة.

- تحديد الاتجاه باستخدام البوصلة المنشورية.

- في خانة الملاحظات كان الباحث يدون خصائص كثيرة مثل وجود الفواصل والشقوق وأسطح الانفصال الطبقي ومدى ارتباط الحفر بهذه البنية، خصائص الألوان المميزة للصخور، أحتواء قاع الحفرة على الفتحات، وحجم الفتحات، ورطوبتها، البقايا العضوية، بالإضافة إلى أية ملاحظات أخرى تساعد على توضيح أية مميزات لهذه الحفر مثل الكثافة مثلاً، شكل توزيع الحفر ومواقعها على السطح ... الخ.