جيومورفولوجية الممرات الضخمة ونشأتها بالصحراء الغربية في مصر

أشرف أبوالفتوح مصطفى
أستاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد
كلية الآداب- جامعة السويس.

الملخـــص:

تعد ظاهرة الممرات الضخمة (نظام الوادي–الكدوي) أو كما يطلق عليها أحيانا "المجاري العملاقة" أو "الطيات غير التكتونية" منخفضات طولية أو شبه دائرية مميزة بالصحراء الغربية في مصر. يمثل أصل هذه الممرات محل نقاش وجدل بين الدراسات السابقة، ويمكن حصر ثلاث فرضيات رئيسية للنشأة طبقًا لهذه الدراسات، ترى الفرضية الأولى أنَّ التعرية المائية القوية هي المسئولة عن النشأة، في حين ترى الفرضية الثانية أنَّ الكارست السطحي بفعل مياه الأمطار هو المسئول، أمّا الفرضية الثالثة فترى أنَّ أصل الممرات عبارة عن طيات خسف غير تكتونية نشأت بفعل الكارست الجوفي من خلال المحاليل الحرمائية المتصاعدة من باطن الأرض. اعتمدت الدراسة الحالية على الخرائط المختلفة والمرئيات الفضائية والدراسة الميدانية التفصيلية وذلك للتعرف على مورفولوجية الممرات، كما أتاحت مكاشف بعض المحاجر والرواسب الناتجة عن حفر آبار المياه بيانات مهمة مرتبطة بأصل هذه الممرات، وقد ساهم في ذلك أيضًا فحص بعض عينات التربة الحمراء بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح وتحليلات آشعة إكس.

تقترح الدراسة الحالية أن الممرات الضخمة قد بدأت في النشأة بالصحراء الغربية مع نهاية عصر الميوسين، وقد تمَّ ذلك بفعل عمليتين، الأولى هي الإذابة السطحية بامتداد الصدوع الشمالية الغربية–الجنوبية الشرقية، والثانية هي عملية الإذابة تحت السطحية التي نتج عنها انهيارات كهفية ثم خسف سطحي أدى إلى تكون طيات مقعرة غير تكتونية. أما عن السبب في نشاط هذه العمليات السطحية وتحت السطحية نهاية عصر الميوسين بنطاق الممرات، فمن المرجح أن ذلك يرجع إلى تأثير الأزمة الميسينية في البحر المتوسط وما نتج عنها من تكون خانق نهر الإيونيل الذي بلغ عمقه في أسيوط ٨٠٠م تقريبًا، فقد نتج عن

ذلك تجديد نشاط التعرية بالهضاب المحيطة، سواء كان ذلك من خلال الإذابة السطحية أو الخسف الناتج عن الانهيارات الكهفية. إلا أن نشاط تعميق الممرات بفعل الإذابة قد ضعف أثناء الغمر البليوسيني للخانق الإيونيلي؛ حيث ارتفع منسوب المياه الجوفية بالهضاب المحيطة مما أدى إلى ضعف نشاط التعرية عمومًا وعملية الإذابة بوجه خاص في تخفيض السطح وتشكيله. وبعد انتهاء تأثير الغمر البليوسيني الذي استمر قرابة (٢) مليون سنة عاد نشاط تطور الممرات مرة ثانية أثناء الفترات المطيرة في عصر البليستوسين وأوائل الهولوسين وأوسطه.

الكلمات المفتاحية: الممرات الضخمة، الطيات غير التكتونية، الكارست، الصحراء الغربية

المقدمـــة:

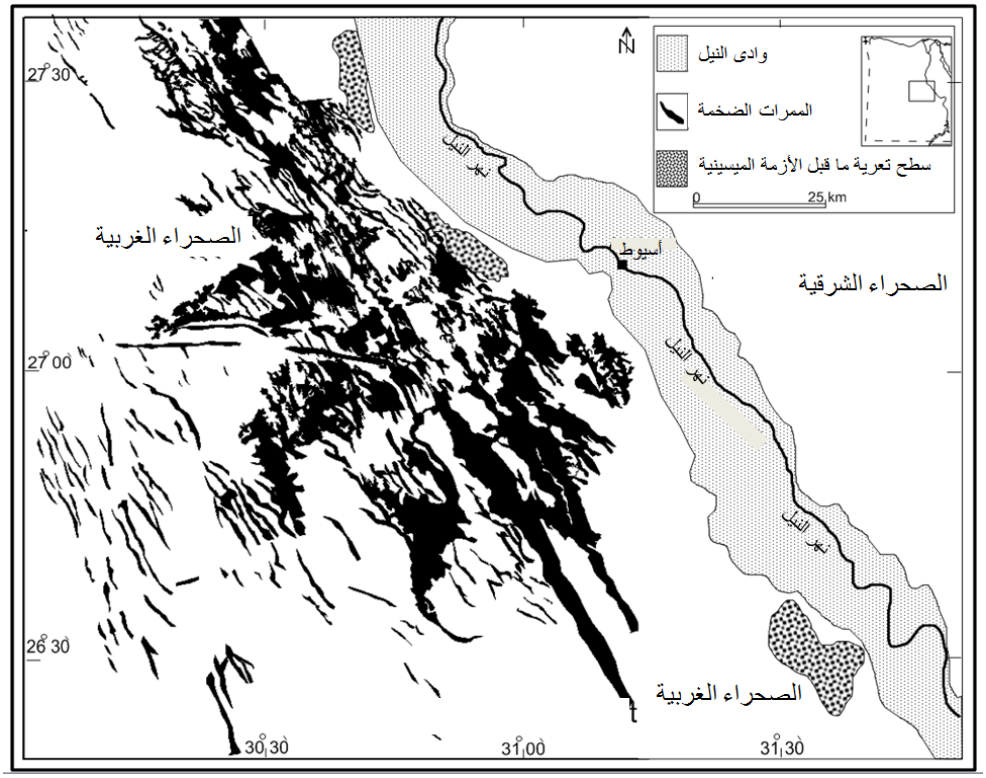
تُعد الممرات الضخمة –أو Giant flutes كما جاء ذكرهـا فـي دراسـة Brooks (2001) مظهرًا جيومورفولوجيا مميزًا في الصحراء الغربية في مصـر، وهي عبارة عن منخفضات طولية إلى شبه دائرية الشكل نشأت فـي صـخور هضبة الحجر الجيري الإيوسيني الأدنى، يفصل بين هذه المنخفضات تلال طولية من الحجر الجيري. وطبقًا لدراسة Brooks (2001) فإنه يوجد حقلـين كبيـرين مميزين من هذه الممرات بالصحراء الغربية. تركز الدراسة الحالية على الحقـل الأكبر الذي يمتد بين وادي النيل في أسيوط وسوهاج من ناحية الشرق وغـرد أبومحرك بوسط الصحراء الغربية والواحات الخارجة في الغرب. ويقع حقـل الممرات بين دائرتي عرض ″N ،00 ′35 °27 & ″N 00 ′02 °26 وخطي طول ′06 °30 ″E 00 & ″E 39 ′57 °31، تشغل منطقة الدراسة حوالي ٣٥٥٠٠ كم٢، وتمتـد مـن الجنوب نحو الشمال لمسافة ٢٠٠ كم تقريبًا (شكل ١)، ينحدر سـطح الهضـبة خلالها من منسوب ٣٧٠ مترًا في الجنوب إلى منسوب ١١١ مترًا فوق مستوى سطح البحر في الشمال، ويبلغ معدل انحدار السطح حوالي ١:٧٧٠ مترًا، وهـو معدل انحدار قليل يشير إلى شبه استواء سطح الهضبة في هذا الجزء وبالتـالي ترجيح ضعف الجريان السطحي.

استخدم Sandford (1934) مصطلح "سهول حصوية مع حافات متوازيـة" "Gravelly plain with parallel ridges." كما جاء ذكرها في خريطة Beadnell (1898). وجاء ذكر هذه الحافات أو التلال الفاصلة بين هذه المنخفضات علـى خريطـة مصر الطبوغرافية عام ١٩٥٧ باسم "الكداوى الحجريـة" بينمـا أطلـق علـى المنخفضات البينية اسم "وادي" أو "بطن" والذي يشير في العربية إلى مـنخفض. وقد استخدم Mostafa (2012) مصطلح "mega corridors"أي الممـرات الضـخمة للإشارة إلى هذه الظاهرة، وفي دراسة حديثـة اسـتخدمت (Tewksbury et al.,

(2017 مصطلح "طيات مقعرة غير تكتونية" "non-tectonic synclines". أما الدراسة الحالية فقد فضلت استخدام مصطلح "الممرات الضخمة" للإشارة إلى شكل هذه الظاهرة كما يظهر ميدانيًا ومن خلال المرئيات الفضائية بصرف النظر مؤقتا عن طريقة نشأتها.

بالرغم من وجود العديد من الدراسات التي تناولت الممرات الضخمة والتي كان آخرها دراستي كل من Tewksbury et al. (2017) و Tarabees et al.(2017)إلا أن نشأة وتطور هذه الظاهرة لاتزال محل نقاش ومجال لتفسيرات متنوعة، ويمكن حصر آراء وفرضيات النشأة في الدراسات السابقة في ثلاث فرضيات رئيسية: الأولى هي فرضية Brookes, (2001) التي يرى فيها أن نشأة الممرات ترجع إلى "تعرية مائية قوية" catastrophic flood erosion تدفقت مياهها من الجنوب الشرقي نحو الشمال الغربي، وقد اعتمدت هذه الدراسة على مرئيات فضائية فقط. أما الثانية فهي فرضية النشأة من خلال "الكارست السطحي" التي ترى أن الإذابة السطحية بفعل مياه الأمطار epigenic karst قد مثلت العملية الرئيسية لنشأة الممرات، وقد اعتمدت هذه الفرضية على ملاحظات حقلية في نطاق الممرات (Embabi, 2004; Mostafa, 2012) أما الفرضية الثالثة فترى أن العملية الرئيسية التي أدت إلى النشأة هي "عملية سحب أو خسف غير تكتونى" نتجت عن إذابة تمت على أعماق كبيرة من سطح الأرض بفعل المحاليل الحرمائية المتدفقة من على أعماق كبيرة من باطن الأرض، أو ما يسمىdeep hypogenic karst (Tewksbury et al. 2017 and Tarabees et al. 2017). وقد اعتمدت الفرضية الأخيرة على مرئيات فضائية عالية الدقة، فضلا عن دراسة حقلية تمت عام ٢٠١٢.

شكل (١) حقل الممرات الضخمة الرئيسي بالصحراء الغربية وموقعه



(المصدر: الملاحظات الحقلية والخرائط الطبوغرافية ومرئيات جوجل ايرث)

١: هدف البحث:

يهدف البحث الحالي إلى الوصول لأصل نشأة ظاهرة الممرات وتطورها من خلال إعادة فحص الرواسب التي بداخلها وتحليل خصائصها الجيومورفولوجية، لاسيما في ضوء الفرضية الحديثة لدراستي Tewksbury et al. (2017)و Tarabees et al. (2017). ويرجع السبب في تناول هذا الموضوع إلى الاعتماد على العديد من الأدلة الجديدة التي لم تكن متاحة للدراسات السابقة، مثل تلك المرتبطة بنشاط المحاليل الحرمائية ودورها في عملية الكارست، أو تلك الأدلة الحديثة للكارست السطحي التي تم التوصل إليها من خلال مظاهر السطح المرتبطة بالإذابة السطحية، وقطاعات المحاجر، ونتائج حفر آبار المياه

المستخدمة في مناطق الاستصلاح الزراعي على قيعان الممرات، هذا فضلا عن النتائج الأخرى التي تم الوصول إليها من خلال التحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح SEM.

٢: طريقة الدراسة:

اعتمدت الدراسة بشكل رئيسي على العمل الميداني الذي بلغ أكثر من سبع دراسات ميدانية على مدى عشر سنوات بدأت منذ عام ٢٠٠٨حتى عام ٢٠١٨. فبعد أن نشر Brooks (2001) بحثه الذي تناول هذه الظاهرة لأول مرة، ثم تلى ذلك دراسة Embabi (2004) التي لم ترجح النشأة التي اقترحتها دراسة Brooks, 2001، حيث لفت إمبابي الانتباه إلى احتمالية تضافر تأثير عملية الكارست والتعرية المائية الغطائية في نشأة الممرات. اهتم الباحث بظاهرة الممرات في الفترة من ٢٠٠٨ حتى ٢٠١١، وقد عرض نتائج أولية تشير إلى دور عملية الإذابة السطحية في نشأة الممرات وذلك في مؤتمر عام ٢٠١٢ في ليدن بهولندا.

وبالرغم من أن الدراسة الميدانية الأولى عام ٢٠٠٨ بالإضافة إلى ثلاث دراسات ميدانية أخرى (مارس ٢٠٠٩، سبتمبر ٢٠٠٩، ديسمبر ٢٠٠٩) كانت من أجل دراسة الممرات، إلا أنه قد رصد ظاهرة جديدة اعتبرت واحدة من أهم مظاهر الكارست غير العادية بالقرب من نطاق الممرات، وهو ما جعل الباحث يبدأ في الكتابة عن تلك الظاهرة الجديدة التي نشرت في بحث عام ٢٠١٣ في مجلة ACTA CARSOLOGICA بعنوان: Paleokarst shafts in the Western Desert of Egypt: A unique landscape حيث رأى أن ذلك سوف يسهم في فهم أفضل لأصل مظاهر الكارست بنطاق الممرات. وتلى ذلك إجراء دراستين ميدانيتين في الفترة من ابريل ٢٠١٥ وديسمبر ٢٠١٥ وبقرب الانتهاء من البحث بنهاية عام ٢٠١٦ نُشر بحثان لفريق عمل أمريكي مصري مشترك ليضيف فرضية جديدة لنشأة

الممرات (Tewksbury et al. 2017 and Tarabees et al. 2017). لهذا تأخر نشر نتائج البحث حتى يتسنى أخذ نتائج البحثين في الاعتبار، وتم إجراء دراستين ميدانيتين إضافيتين للتحقق من بعض نتائج البحثين وذلك في ابريل ٢٠١٨ و اكتوبر ٢٠١٨، وعموما فقد تم خلال العمل الميداني في الدراسات المختلفة دراسة مورفولوجية الممرات وقياس أبعاد (٦٠) ممرا (الطول، والعرض، والعمق، والاتجاه) ودراسة خصائص انحدارات الجوانب والقاع. كما تم رصد الظاهرات الجيومورفولوجية المختلفة داخل نطاق الممرات، وتم تسجيل التتابع الرسوبي لقطاعات المحاجر بالمنطقة، فضلا عن فحص الرواسب الناتجة عن حفر آبار المياه بالمنطقة.

اعتمدت الدراسة الحالية على العديد من الخرائط الطبوغرافية التي تغطي منطقة الدراسة وذات تواريخ ومقاييس مختلفة، وهي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١:١٠٠٠٠٠ لعامي ١٩٣٣ و١٩٥٧، والخرائط الطبوغرافية ١:٥٠٠٠٠ لعام ١٩٩٠التي غطت أجزاء من المنطقة، هذا بالإضافة إلى الصور المتاحة على برنامج Google Earth Pro بدقة مكانية عالية بتواريخ مختلفة، وقد مثلت هذه الخرائط والصور وسيلة جيدة لدراسة مورفولوجية الممرات؛ حيث تم دراسة أبعاد وخصائص ما يزيد عن (٢٥٠) ممرا، هذا بالاضافة إلى ما تم الحصول على بياناته ميدانيا. كما استعين بالخريطة الجيولوجية لمصر لوحة أسيوط مقياس ١:٥٠٠٠٠٠ (Klitzsch et al., 1987). من ناحية أخرى فقد أجرت الدراسة الحالية بعض التحليلات المعملية على رواسب قيعان الممرات، لاسيما رواسب التربة الحمراء وذلك من خلال الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM) وتحليل x ray diffraction حيث كان الهدف منها هو التعرف على أصل هذه الرواسب والعمليات المؤثرة فيها.

٣: جيولوجية منطقة الدراسة:

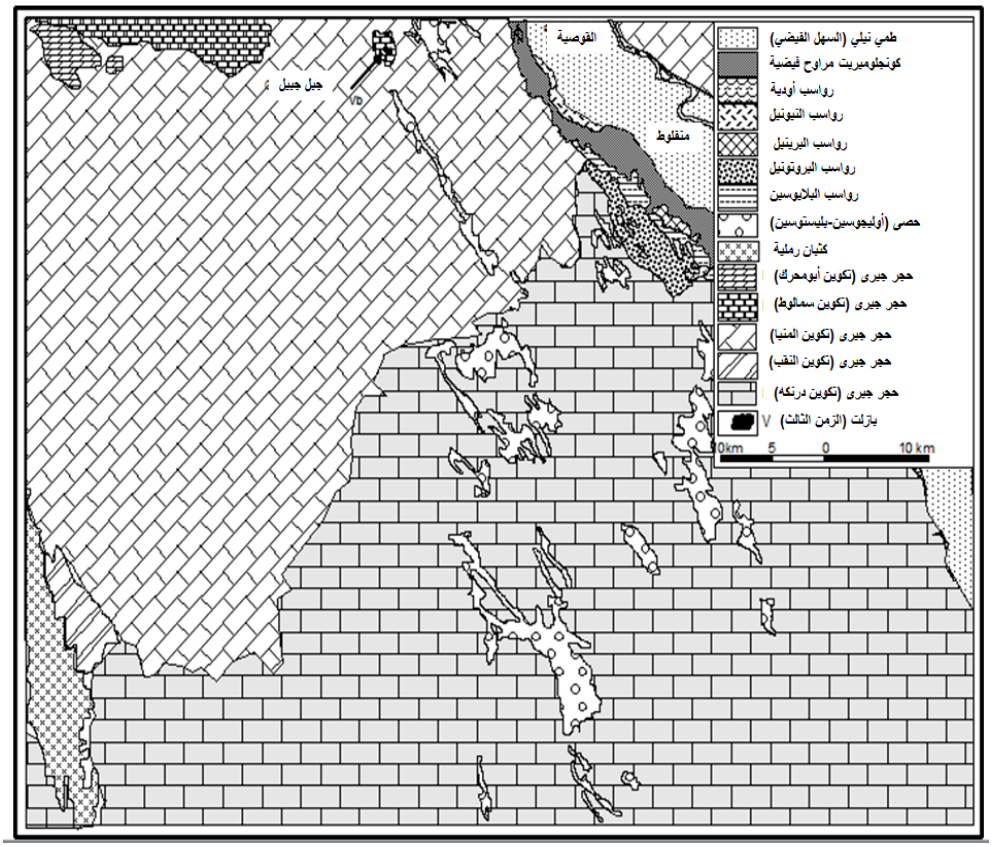
يغطي سطح منطقة الدراسة تكوينات الحجر الجيري التي ترجع إلى عصر الإيوسين الأدنى، وتنقسم هذه التكوينات إلى تكوين درنكه وتكوين المنيا بشكل رئيسي (شكل ٢). يتألف تكوين درنكة من حجر جيري طباشيري متوسط إلى سميك الطبقات التي تميل للون الكريمي إلى الأبيض الثلجي الغني بالحفريات، ومن أهم ما يميز تكوين درنكه هو احتواؤه على عقد سيليكية وراقات صوان (Klitzsch et al., 1987; McBride et al., 1999; Abu El Ghar & Hussein 2005). أما تكوين المنيا فقوامه حجر جيري جيد الطباقية أبيض إلى رمادي (Klitzsch et al., 1987; Abu El Ghar & Hussein 2005). وتتكون طبقات هضبة الحجر الجيري التي ترجع لأوائل الإيوسين من طبقات شبه أفقية، وتتراوح درجة الميل الإقيلمي للطبقات ما بين ٢-٥ درجات باتجاه الشمال الغربي (Youssef et al., 1982) (شكل ٣). من ناحية أخرى فإن الاتجاه العام للصدوع يتفق مع الاتجاه الشمال الغربي-الجنوبي الشرقي والاتجاه الشمال الشرقي-الجنوب الغربي، والاتجاه الشرقي -الغربي (شكل ٣). ويتفق الاتجاه السائد للممرات (الشمال الغربي-الجنوبي الشرقي) مع الاتجاه السائد للمجموعة السائدة من الصدوع. ومن المرجح أن يكون هذا الاتجاه السائد للصدوع (الشمالى الغربي-الجنوبي الشرقي) ناتج عن تجدد النشاط التكتوني في صخور القاعدة نتيجة الحركات التكتونية الناتجة عن انشقاق البحر الأحمر (Said, 1962; Youssef et al., 1982). يتسم بعض هذه الصدوع بوجود حشو من الكالسيت وأكاسيد الحديد بداخلها (Youssef et al., 1982). وتتسم الفواصل الموجودة بالمنطقة باتخاذها ذات اتجاه الصدوع السائدة. يسود في نطاق الممرات العديد من الطيات المقعرة الصغيرة سواء في تكوين درنكة أو تكوين المنيا، كما توجد بعض الطيات المحدبة التي تأثرت بالتعرية لتمثل الآن طبوغرافية معكوسة؛ لهذا تظهر التكوينات الأقدم وسط الطية كما هو الحال في جبل جبيل (شكل٢).

٤: الخصائص المورفولوجية للممرات:

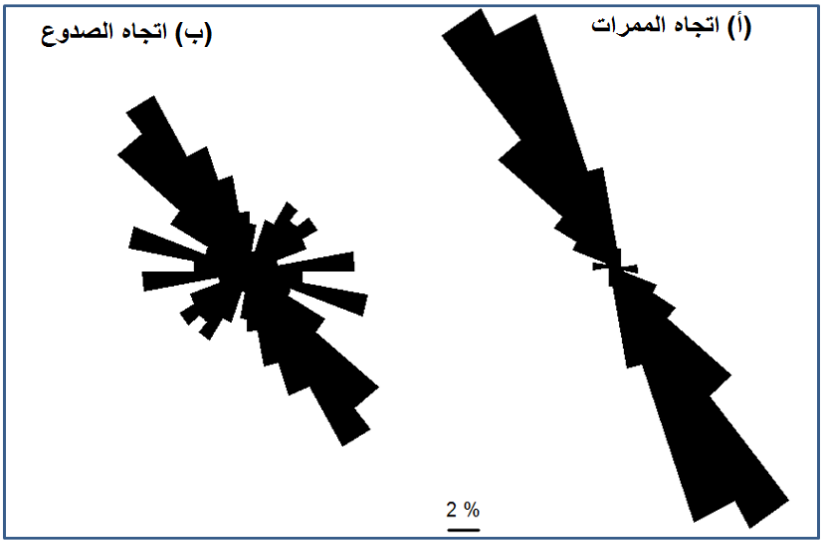
٤-١: الاتجاه والأبعاد:

تتخذ أغلب الممرات اتجاها خطيا منحنيا يغلب عليه الاتجاه الشمالي الغربي-الجنوبي الشرقي. فأكثر من ٩٢٪ من الممرات تشغل الاتجاهات التي تتراوح ما بين (٢٩٠) درجة و(٣٤٩) درجة، كما بلغ متوسط اتجاه الممرات (٣٢١) درجة. الجدير بالذكر أن ١,٧٥٪ من الممرات تتخذ اتجاها شرقيا-غربيا، وقد تحكم في ذلك بشكل رئيسي صدوع اتخذت ذات الاتجاه، ويعد هذا الاتجاه متقاطعا مع الاتجاه السائد الشمالى الغربي-الجنوبي الشرقي. (شكل ٣ب).

بلغ متوسط طول الممرات حوالي ٧,٧٢كم، وتراوح الطول ما بين ١,٣٥ إلى ٥٥,٠ كم، وقد تبين أن حوالي ٩٠٪ من أطوال الممرات كانت أقل من ٨ كم. وهناك اتجاه عام نحو تزايد طول الممرات بالاتجاه نحو الشرق والشمال داخل الحقل. جدير بالذكر أن أكثر الممرات طولا والذي بلغ ٥٥,٠كم يمثل في الحقيقة ممرا مركبا، حيث نتج بفعل التحام أكثر من ممر متأثر بانكسارات تتخذ ذات الاتجاه. أما عرض الممرات فهو متباين، حتى على امتداد نفس الممر الواحد، حيث تراوح ما بين ٠,٢٤ إلى ٢,٢٧ كم بمتوسط عام بلغ ٠,٦٦كم. وبصفة عامة فإن ٨٧٪ من عرض الممرات أقل من ٠,٧٦كم.

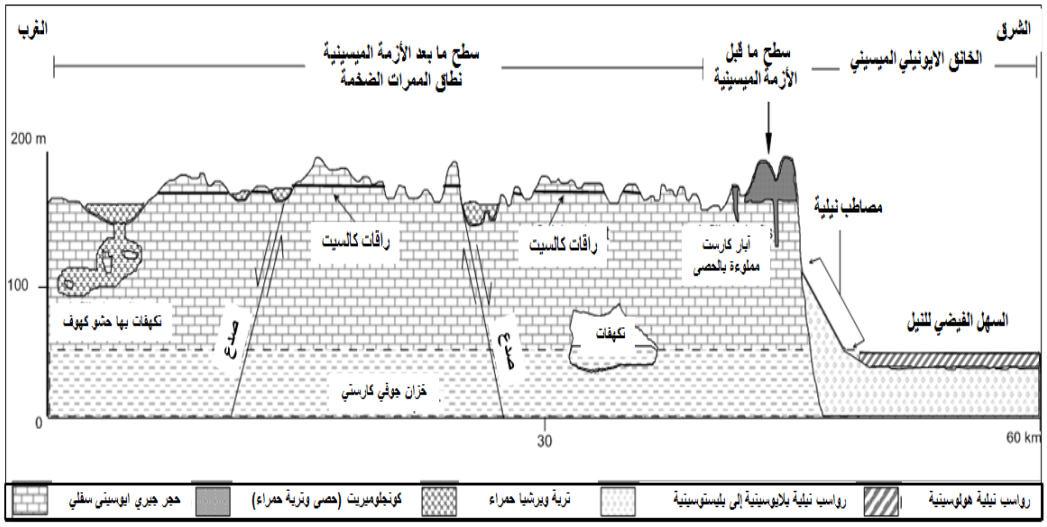


شكل (٢) خريطة التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة (Klitzsch et al., 1987)



شكل (٣) وردة اتجاه الممرات واتجاه الصدوع الرئيسية بمنطقة الدراسة

تراوح ارتفاع الجوانب الشرقية والغربية بالنسبة لقاع الممرات ما بين ٦ إلى ٤٧ مترا، بمتوسط ارتفاع بلغ ١٣ مترا (عدد ٦٠). والجدير بالذكر أن هناك العديد من الممرات التي يغطي قاعها سمك كبير من رواسب التربة الحمراء والبرشيا الحمراء والرمال المعاد ترسيبها بفعل المياه التي تجري داخل الممرات، كما أوضحت نتائج حفر آبار المياه الجوفية بهدف الاستصلاح الزراعي بالمنطقة، أن سمك هذه الرواسب قد تعدى في بعض الأحيان ٣٥ مترا، وهو ما يعني أن ارتفاع جوانب الممرات قد يكون أكبر من ذلك؛ لأن أجزاء منها مدفونة تحت رواسبها. على الجانب الآخر فإن بعض هذه الممرات قد يخلو أغلب قيعانها من الرواسب. أما عن منسوب قيعان الممرات فهو يتراوح ما بين ٣٠٠ مترا في الجنوب وحوالي ١١١ مترا في الشمال، وهو ما يعني أن قيعان هذه الممرات يرتفع عن سطح السهل الفيضي في أسيوط (الذي يبلغ منسوبه٥٠ مترا في المتوسط) ما بين ٦١ مترا إلى ٢٥٠ مترا (شكل ٤).



شكل (٤) قطاع توضيحى بين وادى النيل ونطاق الممرات يوضح الملامح الرئيسية فوق السطح وتحته

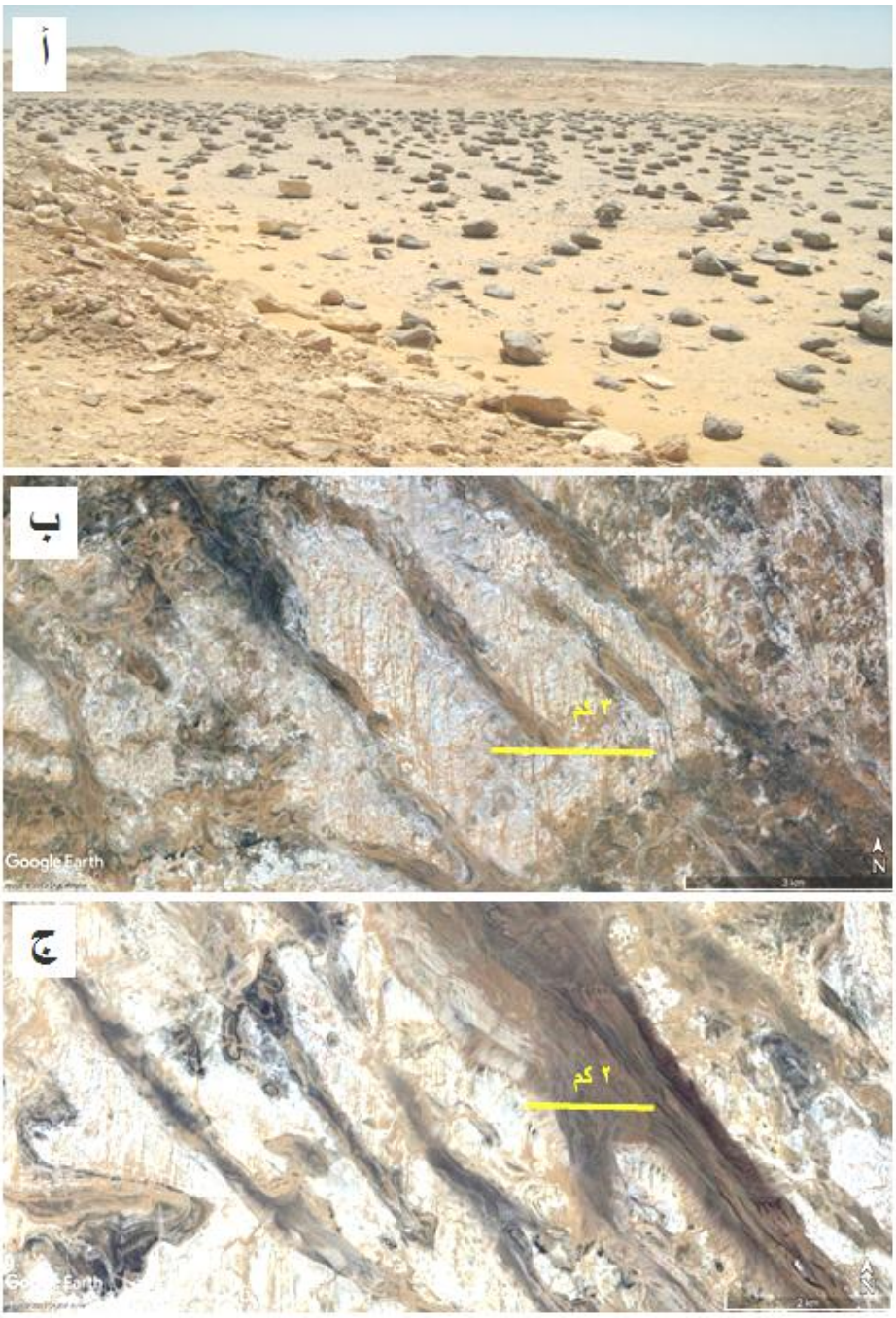
(المصدر: الملاحظات الحقلية والخرائط الطبوغرافية ومرئيات جوجل ايرث)

٤-٢: الشكل:

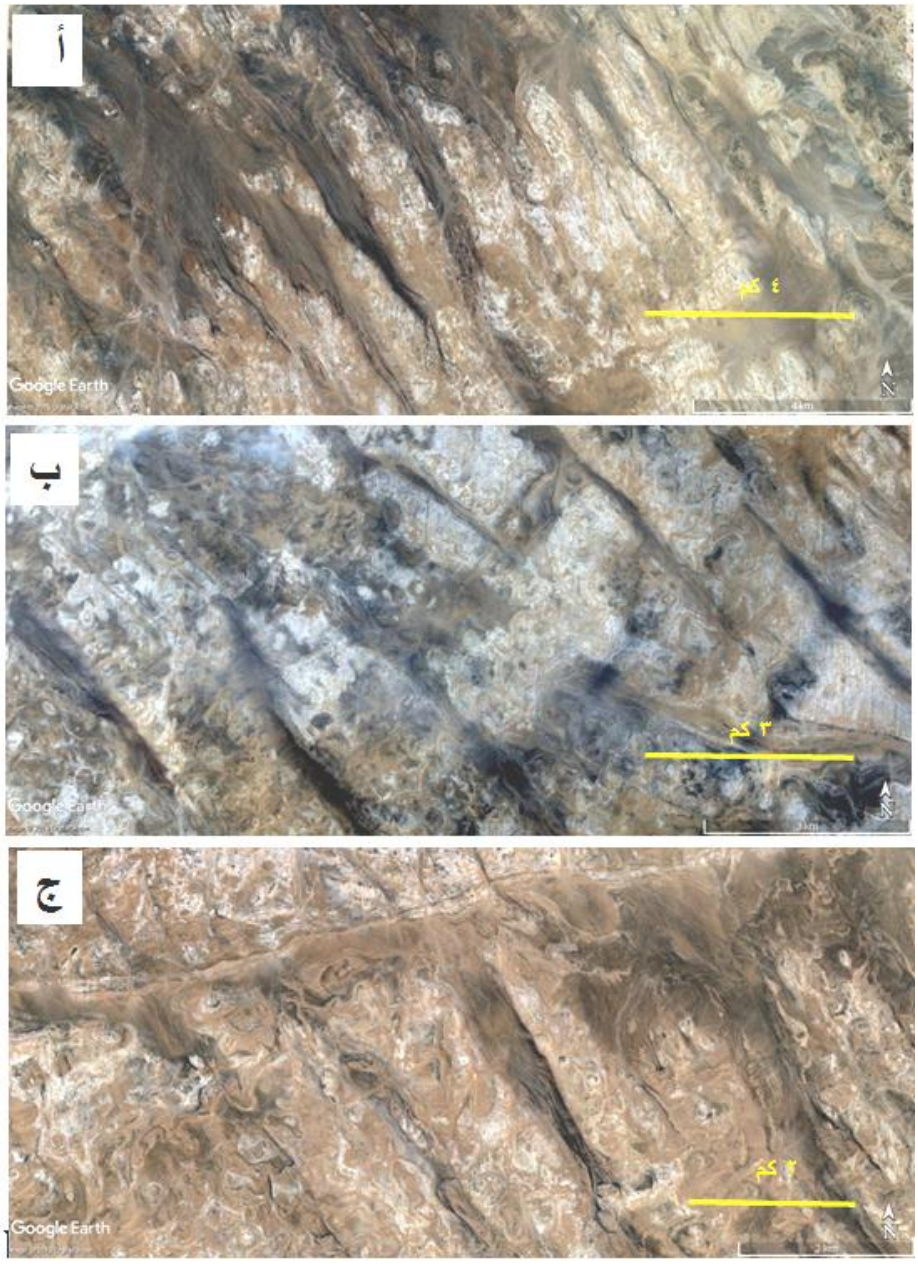
تراوح مؤشر شكل الممرات (الطول/العرض) ما بين ٤,٣ إلى ٢٤,٤ كما أن حوالي ٧٥٪ من هذه الممرات لها مؤشر شكل أقل من ١٠,٥. هذا الشكل الطولي للممرات قد يتحول أحيانا إلى شكل شبه دائري أو معقد عندما يلتحم أكثر من ممر، وقد ينتج عن تطور الحالة الأخيرة من الالتحام تكون ما يسمى البطن (منخفض أوسع نسبيا) كما يظهر على الخريطة الطبوغرافية لمصر عام ١٩٣٣. يوضح شكل (٥ و٦) أنماطا مختلفة من الممرات في حقل الدراسة، يتباين شكل هذه الممرات ما بين منخفضات طولية مغلقة بالكامل إلى منخفضات مفتوحة من جانب أو أكثر. وقد تبين أن حوالي ٤١,٥٪ من الممرات مغلقة بالكامل، وحوالي ٤٣,٥ ٪ ممرات مفتوحة من ثلاثة جوانب، أما الممرات المفتوحة من الشمال والجنوب فهي تمثل ١٥ ٪ من إجمالى الممرات (عدد ٢٥٠).

٤-٣: الانحدارات:

تراوح انحدار جوانب الممرات ما بين (١١) درجة إلى (٣٥) درجة، ويعد أكثر الدرجات تكرارا هي تلك التي تتراوح مابين (١٥) إلى (٢٩) درجة، كما بلغ متوسط الانحدار (٢٢) درجة. ويعد الانتقال ما بين قاع الممرات والجوانب الشمالية والجنوبية تدريجيا بالمقارنة بالجوانب الشرقية والغربية. وبالنسبة لدرجات انحدار القيعان فقد تراوحت ما بين (١) إلى (٥) درجات نحو وسط الممر أو باتجاه الشمال.



شكل (٥): أشكال مختلفة من الممرات الضخمة، حيث توضح (أ) صورة حقلية للممرات وقد غطى قاعها عدد كبير من العقد السيليكية (عقد بطيخ)، أما (ب) و (ج) فهما يوضحان الممرات من خلال مرئيات جوجل ايرث، ويلاحظ شيوع الاتجاه الشمالي الغربي-الجنوبي الشرقي، كما يلاحظ انغلاق بعض هذه الممرات من ناحية الجنوب.



شكل (٦) بعض الأنماط الأخرى من الممرات كما تظهر من مرئيات جوجل ايرث، حيث توضح صورة (أ) التحام بعض الممرات في الجزء الشمالي الغربي منها، ويطلق على مثل هذه الممرات الملتحمة اسم "بطن"، كما تظهر كذلك في أقصى الشرق من الصورة، أما صورة (ب) فتوضح بعض الممرات ذات الاتجاهات المتقاطعة مع الاتجاه الشمالي الغربي-الجنوبي الشرقي السائد، وتوضح صورة (ج) تقاطع أحد الممرات الشرقية الغربية المتأثرة بأحد الصدوع مع اتجاه الممرات السائدة.

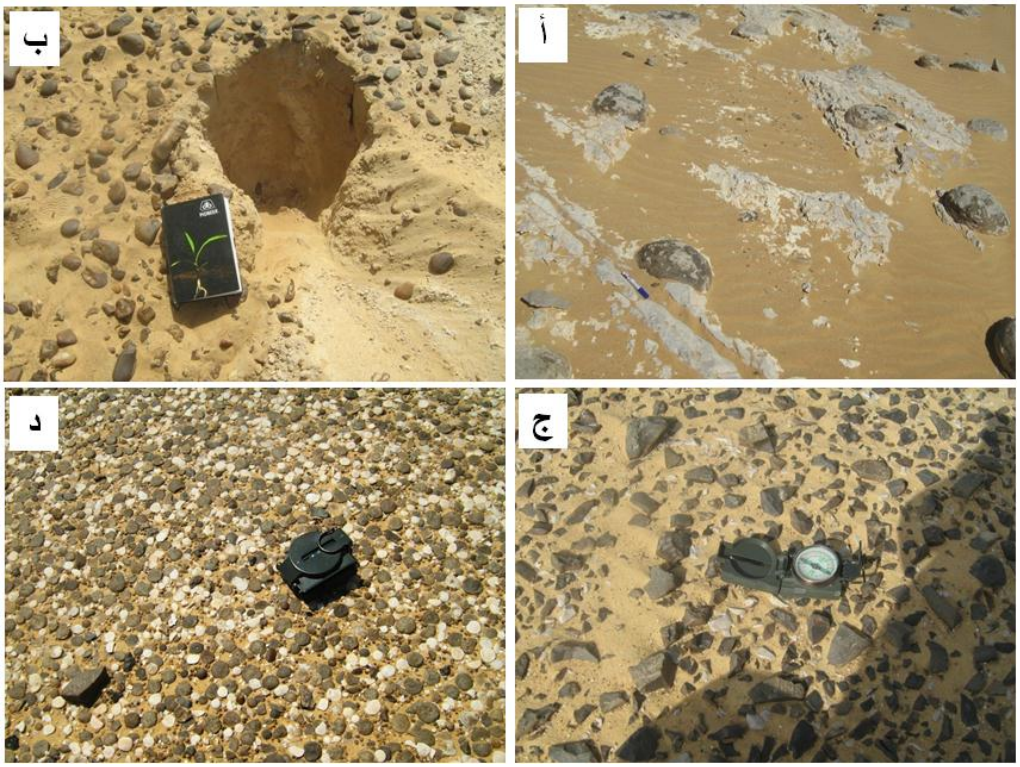
٥: الأشكال الجيومورفولوجية بالممرات:

٥-١ :حقول عقد البطيخ:

عقد البطيخ أو ما يطلق عليها أحيانا "البطيخ المسخوط أو المصقول" عبارة عن كتل صخرية سليكية كروية إلى شبه كروية مستديرة الحواف، تراوح قطرها ما بين ٠,٣ إلى ٠,٩ مترا، وتعد هذه الصفات الشكلية صفات أصلية اكتسبتها العقد داخل الحجر الجيري أثناء ترسيبه. جاء ذكر هذه العقد بالهضبة الجيرية بالصحراء الغربية في مصر في دراسات عديدة (Hume, 1925; McBride, 1999; Embabi, 2004; Mostafa, 2013). تنتشر عقد البطيخ في نطاق الممرات بشكل واسع في شكل حقول منفصلة سواء على قيعان الممرات أو على جوانبها (شكل ٥أ)، وفي الحالة الأخيرة تظهر بعض العقد ولايزال مدفون نصفها السفلي في الصخر الأصلي الجيري الذي نشأت فيه كدلالة على أصل هذه العقد (شكل ٧أ)، وقد صنفت حقول عقد البطيخ كمواد متبقية عن عملية الكارست، بمعنى أن هذه العقد قد ظهرت على السطح بعد تعرض الحجر الجيري الذي يحويها لعملية الإذابة، حيث خفض الحجر الجيري وأزيل بمعدل أسرع نظرا لطبيعة تأثره بالإذابة (Embabi, 2004; Mostafa, 2013). كما أن ذلك يحمل دلالة مهمة وهي عدم تعرض هذه العقد للنقل من خارج نطاق الممرات أو ترسيبها بالممرات بفعل المياه. تأثرت عقد البطيخ بالظروف المناخية الجافة الحالية، حيث أدت التجوية الحرارية بفعل التسخين والتبريد السائدة بالصحاري الحارة إلى تفلق هذه العقد، وقد يصل ذلك إلى حد تفتتها واختفائها وتحولها إلى شظايا صخرية صغيرة حادة الزوايا. كما غيرت الرياح الشمالية الغربية السائدة المحملة بالرمال شكل العقد؛ إذ تعرض النصف الشمالي منها للبرى حتى أزيل هذا الجزء من العقد بالكامل.

٥-٢: السهول الحصوية:

السهول الحصوية عبارة عن أراضي مستوية أو شبه مستوية مغطاة بالحصى تنتشر على قيعان الممرات. وتشير القطاعات التي تم حفرها في رواسب هذه السهول إلى أن الحصى يكاد ينتشر فقط على السطح، حيث يرتكز على رواسب تربة حمراء أو رمال ومواد لومية أو برشيا حمراء مختلطة مع الحصى أحيانا (شكل ٧ب). يمكن التمييز بين ثلاثة أنواع من السهول الحصوية: الأول وهو النوع السائد، حيث تنتشر فيه عقد الصوان المشتقة من صخور الحجر الجيري لتكويني درنكة والمنيا. ومن المرجح، كما سوف يناقش، أن هذا الحصى قد نشأ كمواد متبقية عن عملية الإذابة، وقد نقلت الرياح بعد ذلك المواد الأنعم ليبقى الحصى كمواد تخلفت عن الإذابة (Embabi, 2004). ويعني ذلك أن هذا النوع من الحصى قد اشتق من صخور الحجر الجيري داخل نطاق الممرات، ولم ينقل من خارج هذا النطاق. أما النوع الثانى من السهول الحصوية فهو الذي يسود على سطحه فتات من الحجر الجيري حاد الزوايا يتراوح طوله ما بين ٢ إلى ١٤ سم، ومن المرجح أن هذا الفتات قد نتج بفعل تأثير التجوية الحرارية في عقد البطيخ وغيرها من الكتل الصخرية المنتشرة بالممرات. ويسود على سطح هذا الحصى اللون الأسود الذي يمثل ورنيش الصحراء الناتج بفعل التجوية الكيميائية (شكل ٧ج). أما النوع الثالث من السهول الحصوية التي توجد على قيعان الممرات فيتمثل في انتشار حفريات "النيموليت" التي تتسم بالتفلطح والاستدارة، حيث يتراوح قطرها ما بين ٠,٥ سم إلى ٢ سم وسمكها ٠,٤سم، وترتكز هذه الحفريات على رواسب ناعمة. وتشبه النيموليت العملات المعدنية(شكل ٧د).؛ لهذا يطلق على بعض الأودية التي ينتشر بقيعانها النيموليت اسم "وادي الفلوس"، وتظهر مثل هذه الأسطح وكأنها سهول حصوية. والجدير بالذكر أن أراضي النيموليت يمكن تصنيفها كمواد متبقية مثلها مثل عقد البطيخ وسهول الصوان الحصوية، لهذا فهي تمثل مظهرا آخر من مظاهر السطح التي تشير إلى عملية الإذابة السطحية للحجر الجيري.



شكل (٧) صور مختلفة لأنواع المتبقيات والرواسب المنتشرة في حقل الممرات، حيث توضح صورة (أ) عقد بطيخ لاتزال مدفونة في الصخر الأصلي المتكون من الحجر الجيري، (ب) ارتكاز الحصى (الصوان) على رواسب التربة الحمراء كمواد متبقية (ج) حصى حاد الزوايا نتاج تفلق بقايا حجر جيري أو عقد بطيخ بفعل التجوية الحرارية، (د) نيموليت بيضاء وسوداء اللون ترتكز كمتبقيات على رواسب ناعمة.

٥-٣: الأودية الصغيرة والبرك:

يقطع جوانب الممرات بعض الأودية الصغيرة التي يبلغ متوسط طولها (٤٠)مترا وعرضها (٣,٥) أمتار وعمقها (٢) متر. تنحدر هذه الأودية من الكداوى الصخرية الفاصلة بين هذه الممرات نحو قيعان المنخفضات؛ لهذا ظهر في أخفض أجزاء قيعان الممرات برك تتجمع فيها المياه، وترتبط هذه البرك بمواسم سقوط الأمطار، وبعد جفاف مياهها في فترات الجفاف يتبقى بعض التجمعات النباتية في شكل أعشاب صحراوية قد تستمر طوال العام، كما تظهر

تشققات من المواد اللومية (رمال ناعمة ومواد جيرية) التي تركزت في أخفض أجزاء القاع.

٥-٤: خدوش الرياح والراقات الرملية:

ينتشر على الكداوى الحجرية الجيرية الفاصلة بين الممرات خدوش رياح صغيرة طولية يتفق اتجاهها مع اتجاه الرياح الشمالية الغربية السائدة. أغلب هذه الخدوش يتراوح اتجاهها مابين (٣٤٥) درجة و (٣٥٨) درجة، ومتوسط اتجاهها (٣٥١) درجة. يبلغ متوسط عرض الأجزاء المنخفضة ما بين عدة سنتيمترات و(٣,٥) أمتار، كما يتراوح العمق مابين (٠,٢) و (٠,٩)مترا، أما الطول فهو يتجاوز (١٢) مترا. تتقاطع هذه الخدوش أحيانا مع شقوق الإذابة grikes.

يسود بالجزء الشمالي من حقل الممرات راقات رملية ينتشر عليها التموجات الرملية التي أرسبت وشكلت بفعل الرياح السائدة، بلغ أقصى ارتفاع للتموجات (٠,٣) مترا، والعرض (١,١٠) مترا، وبلغ التباعد بين الموجة والأخرى حوالي (١,٨) مترا. يغطي سطح هذه التموجات رمال خشنة إلى رمال خشنة جدا، وتصل أحيانا إلى حجم الحصى الصغير، وترتكز هذه المواد على رمال أنعم. وتمثل هذه المواد الخشنة عامل حماية للتموجات؛ وهو ما يجعلها ثابتة وباقية لمدة طويله أمام تأثير الرياح القوية.

٥-٥: مظاهر الكارست:

تنتشر مظاهر الكارست على سطح هضبة الحجر الجيري الإيوسينى الموجود فيها حقل الممرات، وقد تباينت هذه الأشكال ما بين شقوق إذابة رأسية grikes وشقوق ما بين الطباقية clints وحفر إذابة، وآبار كارست مملوءة بالرواسب وكهوف وكهوف منهارة وكالسيت، وحصى متبقي عن الإذابة، وعقد بطيخ سليكية وتربة حمراء وتلال كارستية مخروطية الشكل (El Aref et al., 1987;

Sokkar, 1991; Ahmed, 1993; Kuper, 1996; Baajens, 1997; Brook et al., 2002; Embabi, 2004; Kindermann et al., 2006, Mostafa, 2007, Mostafa, 2013) وقد اكتشف مؤخرا نوعا آخر من الكارست والكهوف الذي ارتبط نشأته بالمحاليل الحرمائية المتدفقة من باطن الأرض، وينتشر هذا النوع الجديد بالهضبة الجيرية على الجانب الغربي لوادي النيل في أسيوط، حيث يمتد لعشرات الكيلومترات (أشرف أبوالفتوح مصطفى، ٢٠١٨ ،.إيمان عفيفي محمد، ٢٠١٨،.Mostafa, 2013 .(Mostafa, 2012.,

أما عن شقوق الإذابة بالكداوى الجيري الفاصلة بين الممرات فقد تراوح اتساعها ما بين (٠,١٥) و(٠,٩) مترا، ويصل العمق إلى (٣) أمتار، تتسم جوانبها بالعمودية وقد يملأها أحيانا كونجلوميريت أو تربة حمراء. تتخذ شقوق الإذابة اتجاها شماليا غربيا–جنوبيا شرقيا، وشماليا شرقيا–جنوبيا غربيا، وشرقيا–غربيا، وهو ذاته اتجاه الفواصل والصدوع السائدة بالمنطقة. أما شقوق ما بين أسطح الطباقية فتمثل مظهرا آخر بالمنطقة، إلا أن أهم ما يميزها هو وجود راقات كالسيت أرسبت داخلها، تعدى سمك هذه الراقات أحيانا المتر، وينتشر الكالسيت في شكل راقات متتابعة تنتظم فيها بلورات الكالسيت بشكل عمودي على سطح الطباقية (شكل٨)، تمتد هذه الراقات لعدة كيلومترات داخل تكوين درنكه. ومن المرجح ارتباط هذه الراقات بسطح عدم تطابق في تكوين درنكه.

جدير بالذكر أنه قد رُصد على الخرائط الطبوغرافية القديمة مقياس ١:١٠٠٠٠٠ لسنة ١٩٣٣ لوحة منفلوط غرب أسيوط، عددمن الكهوف التي لم يتمكن من التعرف عليها ميدانيا؛ نظرا لتغير ملامح منطقة الكهوف بفعل التحجير وعمليات الاستصلاح الزراعي، فضلا عن عمليات تشييد الطرق الجديدة بالمنطقة. إلا أن من أهم مظاهر الكارست بنطاق الممرات وجود الكهوف المنهارة التي تم التعرف عليها في قطاعات المحاجر التي استغلت قيعان بعض

الممرات، حيث رصدت هذه الكهوف وهي ممتلئة برواسب مختلفة من تربة حمراء وفتات من الصخر الأصلي وأجزاء من كالسيت من نوع المتدفقات الكلسية flowstone (الألباستر المصري)، هذا فضلا عن كتل من الحجر الجيري، تعرض هذا الحشو من المواد للتماسك بفعل كربونات الكالسيوم مكونا برشيا كهوف (شكل ٩). ومن المرجح أن هذه المواد قد تدفقت من أعلى بفعل انهيارات كهفية.

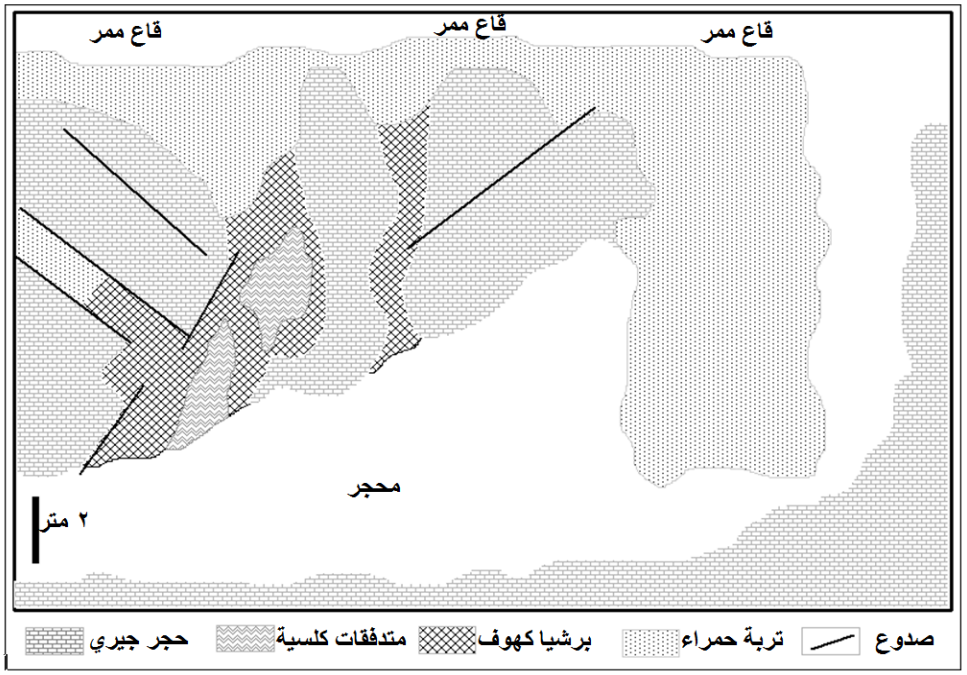
من ناحية أخرى فقد كشفت عمليات حفر آبار مياه الري في قيعان الممرات عن وجود فجوات كهفية عديدة اخترقتها آلات الحفر، ولم يستدل من خلال الرواسب المستخرجة على أي رواسب تشير إلى نشاط محاليل حرمائية، كما أوضحت نتائج عمليات الحفر أن المياه الجوفية توجد على عمق (١٦٠) مترا غرب منفلوط، ويقل هذا العمق بالاتجاه نحو الشمال إذ تصل إلى (٩٠) مترا غرب ديروط.

٦: رواسب الممرات:

٦-١: التربة الحمراء (أو البرشيا الحمراء):

التربة الحمراء إحدى متبقيات عملية الإذابة، وهي عبارة عن رمال ومواد كلسية إلى صلصالية يميل لونها إلى الإحمرار. وتعد التربة الحمراء أكثر أنواع الرواسب انتشارا داخل الممرات. يختلط أحيانا مع التربة الحمراء فتات من الحجر الجيري حاد الزوايا الذي يتباين طوله ما بين (٠,٥) و (١,٥) سم.

شكل (٨) راقات كالسيت تكونت ما بين سطح عدم تطابق داخل تكوين درنكة

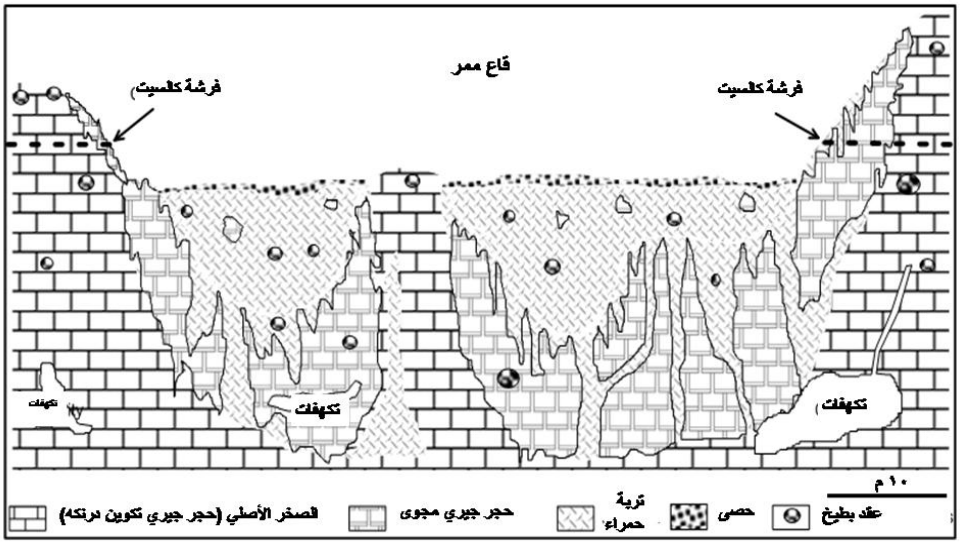


شكل (٩) قطاع بأحد المحاجر يوضح المواد المختلفة المكونة لكهف منهار تحت سطحي تم الكشف عنه من خلال أحد المحاجر التي حفرت في قاع أحد الممرات

أطلق Sandford (1934) على هذا الخليط اسم برشيا رملية حمراء "sandy red breccias" وذلك في الهضبة الممتدة بين وادي النيل في أسيوط والواحات الخارجة. يغطي هذه التربة أحيانا فرشة حصوية سطحية، ولم يستدل على أي أثر يوضح نقل هذا الحصى بفعل المياه، والمرجح أن هذا الحصى قد اشتق من تكويني درنكة والمنيا بنطاق الممرات. جدير بالذكر أنه قد رصد كتل من الحجر الجيري غير منتظمة الشكل مدفونة في التربة الحمراء، ويتخلل هذه الكتل حفر إسطوانية ناتجة بفعل الإذابة، تراوح قطرها ما بين ٣-٨ سم وبلغ طولها (٢٥) سم، ومن المرجح أن هذه الكتل لم تنقل بفعل جريان مائي وإنما ظلت في موضعها كنتاج لانهيارات كهفية أو انهيار دولينات كبيرة، وأن هذه الحفر الإسطوانية قد نشأت عليها منذ دفنها في التربة كنوع من أنواع الكارست المغطى، وقد استدل على ذلك من خلال الانسيابية والسطح المصقول الذي يميزها، وهي صفات تميز الكارست المغطى بالرواسب.

ترتكز طبقة التربة الحمراء السابقة على طبقة من الحجر الجيري شديدة التأثر بالإذابة يبلغ سمكها (١٠) أمتار، وتعد هذه الطبقة انتقالية بين التربة الحمراء وصخور الحجر الجيري الأصلية التي ترجع لأوائل الإيوسين والتي أوضحت عمليات حفر آبار المياه أنها تحوي فجوات كهفية، ويمكن تصنيف أول طبقتين على أنهما جزء من نطاق "قشرة الكارست" Epikarst zone الذي يعرف بأنه نطاق الحجر الجيري المجوى (شكل١٠). تتفق النتائج السابقة مع نتائج المسح السيزمى غير العميق الذي أشار إلى وجود ثلاثة نطاقات هي: التربة والحجر الجيري المجوى والحجر الجيري الأصلي، تراوح سمك نطاق التربة ما بين (٢) و(٢٨) مترا، وبلغ أقصى سمك لنطاق الحجر الجيري المجوى (٢٦) مترا، وبشكل عام فإن عمق الصخر الأصلي قد تباين ما بين (٩) أمتار إلى (٣٨) مترا (Shabaan, 2008).

أوضحت عملية فحص مظاهر السطح الدقيقة لبعض حبيبات الكوارتز المكونة للتربة الحمراء بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM) عن تأثر هذه الحبيبات بعمليات كيميائية وميكانيكية؛ حيث كشفت عن انتشار حفر إذابة ومنخفضات عميقة لا يمكن أن تتكون إلا بتأثير التجوية الكيميائية وتحديدا الإذابة، كما ظهرت منخفضات شكل رقم (٧) (حرف v بالانجليزية) (شكل ١١). كما ظهر على سطح الحبيبات المستديرة وشبه المستديرة منخفضات مقلوبة upturned depressions ، وتشير هذه الملامح الأخيرة إلى أن بعض الرمال المكونة للتربة الحمراء قد نقلت بفعل الرياح قبل اختلاطها بالتربة الحمراء. وتعد السليكا وأكسيد الحديد أكثر أنواع الترسبات الكيميائية شيوعا على سطح الكوارتز. كما أوضح التحليل الكيميائي بواسطة x ray diffraction عن وجود عناصر Ca, K, Si, Al, Fe, Zn, Cr, Mn، وتجدر الإشارة إلى أن اللون الذي يتراوح بين الأحمر والبني يرجع إلى وجود أكاسيد حديد (الهيماتيت والجيوتيت).

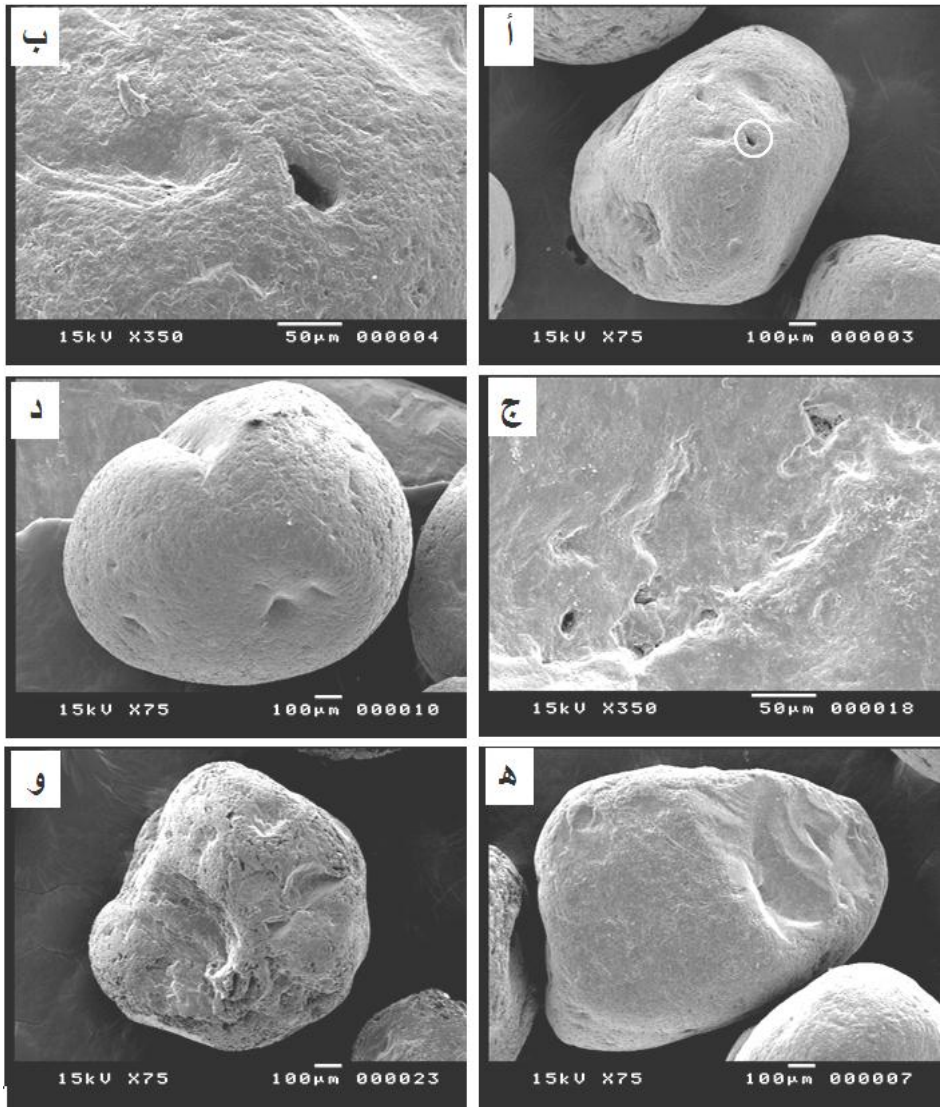


شكل (١٠) قطاع يمر بأحد الممرات يوضح الطبقات الثلاثة المختلفة أسفله، حيث تظهر طبقة الصخر الأصلي من الحجر الجيري، وطبقة الحجر الجيري المجوى، ثم طبقة التربة الحمراء /البرشيا على السطح، ويطلق على طبقتي الحجر الجيري المجوى والتربة الحمراء اسم "قشرة الكارست

(المصدر: دراسة ميدانية)

٦-٢: حشو الكهوف:

حشو الكهف هو خليط من الرواسب التي تملأ الفراغ الكهفي، وعادة ما يكون ذلك مصاحبا لعملية إنهيار الكهوف أو الدولينات، يتباين أصل هذه المواد وأنواعها، كما قد تتوزع بعشوائية داخل الفراغ الكهفي نظرا لطريقة ترسيبها من أعلى إلى أسفل بشكل فجائي في حالة إنهيار الأسقف. تم التعرف على بعض الكهوف المنهارة من خلال القطاعات الاستكشافية التي تجريها بعض الشركات والأفراد للتعرف على مدى ملاءمتها اقتصاديا لاستغلالها كمحاجر. بلغ سمك بعض هذه القطاعات (١٣) مترا دون مستوى سطح الأرض، حيث تباين حشو هذه الكهوف ما بين التربة الحمراء وقطع من الألباستر المصري (متدفقات كلسية flowstone) وكتل من الحجر الجيري الأصلي، وبرشيا الكهوف، ويتماسك هذا الخليط أحيانا بكربونات الكالسيوم، يشير هذا الخليط المركب من حشو الكهوف إلى تاريخ معقد من تطور الكارست السطحي في نطاق الممرات، حيث يشير الفراغ الكهفي الكبير للكهوف إلى نشاط طويل لعملية الإذابة، كما أن وجود التربة الحمراء دليل على دور عملية الإذابة السطحية بفعل مياه الأمطار، وقد لازم ذلك أو تلاه في مرحلة جديدة ترسيب الكالسيت في شكل متدفقات كلسية أو ألباستر في دلالة على التأثير البطيء لمدة طويلة لعملية الترسيب بفعل الإذابة، وقد شارك في العمليات السابقة انتقال بعض الرواسب إلى داخل الكهف لتشغل فراغه بالكامل، وعلى هذا فإن حشو الكهوف بالمنطقة كان نتاج عمليتين: الأولى هي الانهيار الكهفي الذي نتج عنه كتل الحجر الجيري التى كانت مكونة لأسقف هذه الكهوف وجوانبها، أما العملية الثانية فهي تعرية مائية محدودة سمحت بتدفق مواد مختلفة إلى داخل الفراغ الكهفي. وقد تلى العمليتين السابقتين تماسك بعض الخليط بفعل كربونات الكالسيوم مكونا برشيا الكهوف التي تحمل بداخلها فتات من الحجر الجيري حاد الزوايا. لهذا فإن نطاق الممرات قد شهد تاريخ طويل ومعقد من عملية الإذابة والترسيب الكيميائي والتعرية المائية وعملية انهيار الكهوف وعملية إعادة الترسيب وأخيرا عملية تكون البرشيا brecciation .



شكل (١١) مجموعة من صور الميكروسكوب الالكتروني الماسح (SEM) توضح النسيج السطحي لبعض حبيبات رمال الكوارتز، حيث توضح صوره (أ) حفرة إذابة عميقة مميزة على سطح حبيبة الكوارتز، (ب) صورة مقربة لحفرة الإذابة الموجودة فى صورة ب، (ج) ترسبات كيميائية داخل أحد المنخفضات، (د) حبيبة رمال جيدة الاستدارة ويظهر عليها منخفضات بفعل التعرية الهوائية، (هـ) حبيبة رمال متأثرة بالارتطام بفعل الرياح عند حوافها، (و) حبيبة شديدة التعقيد حيث تجمع ما بين الأصل المائي ثم تعرضت فى مرحلة تاليه للتغليف بفعل ترسبات كيميائية وأخيرا تأثرها بفعل تعرية رياحية حيث تظهر منخفضات طولية تقطع الترسبات.

٦-٣: متبقيات الإذابة (الصوان، عقد البطيخ، النيموليت):

يقصد بمتبقيات الإذابة تلك المواد غير القابلة للإذابة، ويمكن حصر هذه المواد في ثلاثة أنواع هي الصوان وعقد البطيخ السيليكية والنيموليت، وتتفق هذه المواد جميعها في حقيقة مهمة وهي أنها مواد تبقت على السطح بعد إذابة الحجر الجيري الذي كان يحويها، وعادة ما تكون هذه المواد موضعية النشأة وترتبط بالمكان الذي اشتقت منه. كما أن وجود هذه المواد على السطح يؤكد على حقيقة مهمة وهي أن عملية الإذابة التي تحكمت في النشأة هي الإذابة السطحية بفعل مياه الأمطار.

٧: المناقشـــة:

٧-١: آراء النشأة السابقة:

يمكن حصر الآراء التي تناولت أصل الممرات الضخمة وعمرها وتطورها في ثلاثة فرضيات رئيسية: الأولى هي فرضية Brooks, (2001) والتي ترى أن الممرات قد نشأت بشكل رئيسي بفعل تعرية مائية قوية أثناء عصر الميوسين. والفرضية الثانية اقترحها Embabi, (2004) ويرى فيها أن الممرات قد نشأت بفعل عملية الكارست السطحي، وقد سبقها جريان مائي بامتداد نطاقات ضعف بنيوي خطية، وقد اتفق معه Mostafa, (2012) في الأصل الكارستي بفعل مياه الأمطار Epigene karst . أما الفرضية الثالثة فقد اقترحتها دراسة Tewksbury et al. (2017) والتي ترى أن الممرات عبارة عن طيات سحب (خسف) غير تكتونية نتجت بفعل انهيارات على أعماق كبيرة بفعل مظاهر كارست حرمائية Hypogene karst . وقد استثنت الدراسة الأخيرة العديد من الفرضيات الأخرى التي تفسر أسباب عملية الخسف المؤدية إلى نشأة الممرات، وكان من هذه الفرضيات المستبعدة فرضية الكارست السطحي بفعل مياه الأمطار Epigenic/vadose zone karst

٧-٢: العلاقة بين الممرات والإرسابات (الحصى، التربة الحمراء أو البرشيا):

يعد الحصى المنتشر على سطح هضبة الحجرالجيري فيما بين وادي النيل والواحات (الخارجة والداخلة والفرافرة والبحرية) من أهم الملامح المميزة بالصحراء الغربية. ولايزال يمثل أصل بعض التجمعات الحصوية وعمرها وكذلك العملية أو العمليات المسؤولة عن ترسيبها مجال نقاش واسع بين الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية على حد سواء. وتأتي أهمية دراسة هذا الحصى من وجوده في الممرات وبجوارها من ناحية، فضلا عن الربط بين أصل الحصى وعمره وبين أصل الممرات وعمرها في العديد من الدراسات(Said, 1981, 1983b, and 1990; Klitzch et al., 1987; Brooks, 2001; Mostafa, 2013; Tewksbury et al., 2017).

أشارت الخرائط الجيولوجية لمصر عند Said (1981, 1983b and 1990) and Klitszch et al. (1987) إلى وجود تجمعات حصوية داخل الممرات وحولها، وقد أرجعت هذه الدراسات أصل التجمعات الحصوية إلى أنظمة تصريف ضخمة نقلت هذا الحصى أثناء عصر الأوليجوسين أو البليستوسين. إلا أن الفحص الميداني التفصيلي لنفس مواقع الحصى بالدراسات سالفة الذكر قد أوضحت خلو هذه الممرات من الحصى المذكور وأن الأمر يكاد يقتصر على التربة الحمراء أو البرشيا التي يتبعثر على سطحها بعض الحصى أحيانا، لهذا يمكن تمييز نوعين من التكوينات الحصوية المنتشرة داخل الممرات، وقد أحدث الخلط بينهما اختلافا في تفسير نشأة الممرات وعدم وضوحه كما يلى:

النـــوع الأول:

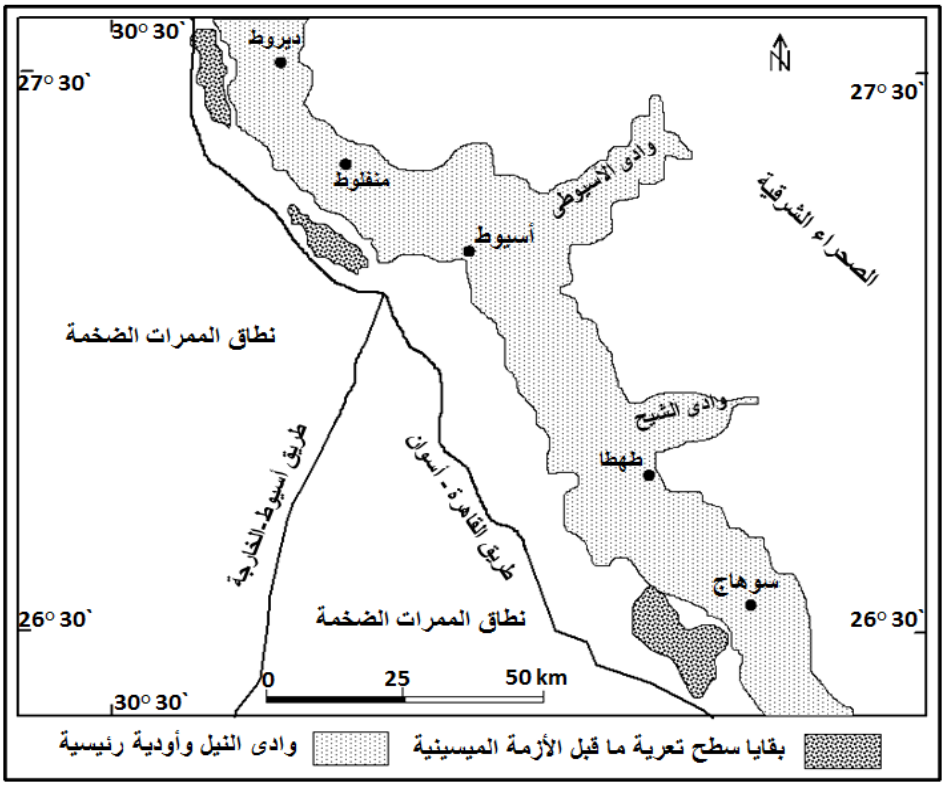
هو التلال الحصوية المنتشرة في حقول منعزلة على سطح هضبة الحجر الجيري بين وادي النيل في الشرق والممرات في الغرب. ويمكن حصر أماكن

وجود هذا النوع من الحصى في أربعة تجمعات رئيسية على سطح الهضبة الجيرية غرب وادي النيل، هذه التجمعات من الجنوب إلى الشمال هي: الأول: نطاق فرشوط – جرجا، والثاني: نطاق غرب مدينة سوهاج، والثالث: نطاق غرب منفلوط، والرابع نطاق غرب ديروط (شكل١٢). وقد صنفت تلال الحصى إلى الغرب من نطاق فرشوط–جرجا وكذلك نطاق غرب سوهاج على أنها تكوين كتكوت the Katkot Formationالذي يرجع إلى فترة ما قبل نشأة نهر الإيونيل (أواخر الأوليجوسين– أوائل الميوسين؟). تستقر هذه التجمعات الحصوية بشكل غير متوافق على تكوين درنكة الذي يرجع إلى أوائل الإيوسين Issawi, and McCauley,1993; Issawi, 2005; Abu Seif, 2015) ويعادل تكوين كتكوت تكوين اليتيم الذي يرجع إلى مرحلة ما قبل الإيونيل (أي نهر النيل الأول) الذي نشأ في أواخر عصر الميوسين طبقا لدراسة El-Haddad et al., (2014)

يرى Mostafa (2013) أن تلال الحصى غرب أسيوط (غرب منفلوط ومير) فيما بين الحافة الغربية لوادي النيل في الشرق (أي الحافة الغربية للخانق الايونيلى) ونطاق الممرات في الغرب بمثابة "أحد أسطح التعرية الحصوية القديمة" التي تكونت في الفترة من نهاية أوائل الإيوسين حتى الميوسين الأوسط، وقد رجحت الدراسة أن تلال الحصى قد نشأت كمواد متبقية نشأت في نطاق "قشرة الكارست" epikarst zone الذي قد يمثل أحد دورات التعرية الكارستية أو أكثر من دورة، ويرجح أن هذه المواد قد نقلت وأرسبت بالمياه في مرحلة متأخرة.

وطبقا للدراسة الحالية فقد أطلق على "سطح التعرية الحصوي القديم" الذي يعادل "تكوين كتكوت" و"تكوين اليتيم" مصطلحا أكثر دلالة يربط بين فترة نشأة الممرات ووادي النيل، كما يشير إلى العملية التي ساهمت في النشأة كما سوف يتضح، هذا المصطلح هو "سطح تعرية ما قبل الأزمة الميسينية"-Pre"

Messenian Erosion Surface" or PMES gravel.(شكل ١٢). ويلخص جدول (١) المسميات والأعمار المختلفة لهذا النوع من الحصى في دراسات مختلفة، فضلا عن عمر الممرات.



شكل (١٢) بقايا سطح تعرية ما قبل الأزمة الميسينية

(المصدر: الملاحظات الحقلية ومرئيات جوجل ايرث)

أما عن العلاقة بين التلال الحصوية التي تمثل "سطح تعرية ماقبل الأزمة الميسينية" والممرات، فالواضح على مستوى كل التجمعات الأربعة سالفة الذكر أن هذه التكوينات لم ترصد داخل الممرات عكس ما ذكر في بعض الدراسات السابقة (Said, 1981, 1983b, and 1990; Klitzch et al., 1987; Brooks, 2001;). وللتوضيح فقد تم دراسة هذه التجمعات إلى الغرب من منفلوط ومير في أسيوط. حيث بلغ مساحة سطح التعرية إلى الغرب من منفلوط حوالي ٥٦ كم^{٢}، وبلغ

أقصى منسوب لها حوالي (٢١٥) مترا، كما بلغ سمك رواسب هذا السطح حوالي (٤٠) مترا على أقل تقدير، إذ أوضحت دراسة Mostafa, (2013) أن هذا النوع من الرواسب من المتوقع أن يصل منسوبه إلى ٢٢٥ مترا حيث رصد ذات الحصى داخل آبار كارستية paleokarst shafts مملوءة بالحصى والكونجلوميريت وذلك على قمم تلال من الحجر الجيري. أما عن منسوب قيعان الممرات المجاورة لسطح التعرية فقد تراوح بين (١٧٤) إلى (١٩٠) مترا، ولهذه القيم أهمية كبيرة حيث تشير إلى أن منسوب الحصى المنتمي إلى "سطح تعرية ماقبل الأزمة الميسينية" أعلى من منسوب قيعان الممرات الحالية التي تطل عليها بما يتراوح ما بين (٢٥) إلى (٣٥) مترا على الأقل.

أما عن التكوينات الحصوية "لسطح تعرية ماقبل الأزمة الميسينية" غرب مير فقد بلغ مساحتها ٢٥كم^{٢}، وسمكها (٤٤) مترا على أقل تقدير، وكان أقصى منسوب للحصى حوالي (١٧٠) مترا. أما عن منسوب الممرات فقد تراوح ما بين (١٤٠) إلى (١٦٠) مترا، وهذا يعني أن منسوب سطح التعرية الحصوي أعلى من منسوب الممرات بما يتراوح ما بين ١٠ إلى ٣٠ مترا غرب مير.

الجدير بالذكر أن مستوى حصى "سطح تعرية ماقبل الأزمة الميسينية" غرب منفلوط وغرب مير قد قطع بواسطة وادي النيل، أي أن الخانق الايونيلى الذي نشأ أواخر الميوسين أحدث من الحصى المكون لسطح التعرية. وتتفق نتيجة الدراسة الحالية مع نتائج الدراسات السابقة، كما هو واضح في جدول (١)، بمعنى أن عمر هذا النوع من الحصى المكون لسطح التعرية أقدم من نشأة الخانق الإيونيلى أواخر الميوسين. وترجح الدراسة الحالية نشأة سطح التعرية خلال الفترة من نهاية أوائل الإيوسين حتى أواسط الميوسين.

وتجدر الإشارة إلى أن "سطح تعرية ماقبل الأزمة الميسينية" قد تعرض في مرحلة أحدث لتعرية مائية قطعت سطحه وذلك من خلال شبكة الأودية التي جرت من الغرب باتجاه وادي النيل. ويرجح أن عمر هذه الشبكة يرجع إلى

عصر البليستوسين وذلك اعتمادا على خلو مصبات هذه الأودية من رواسب الخليج البليوسينى، وهو ما يعني أن هذه الأودية لم تكن موجودة أثناء عصر البليوسين.

من ناحية أخرى، فإن وجود "سطح تعرية ماقبل الأزمة الميسينية" على منسوب أعلى من منسوب نطاق الممرات، (كما في غرب منفلوط وغرب ديروط) يشير إلى أن هذه الممرات لم تكن موجودة أثناء ترسيب حصى سطح التعرية، بمعنى آخر: فإن هذه الممرات قد نشأت أثناء أو بعد نهاية الميوسين؛ لهذا فإن المرجح بشكل قوي أن سطح التعرية أقدم من الممرات.

تختلف النتيجة الأخيرة بالدراسة الحالية مع ما توصلت إليه دراسة Tewksbury et al. (2017) التي ترى من خلال المرئيات الفضائية عالية الدقة أن هذه التكوينات الحصوية (تكوين كتكوت) ترتكز بشكل غير متوافق على هذه الممرات (طيات السحب غير التكتونية)؛ ولهذا استدلت على أن هذه الممرات أقدم من تكوين كتكوت. إلا أن النتيجة الأخيرة قد تكون غير مقبوله لعدة أسباب: أولا: أن ارتكاز تكوين كتكوت الحصوي على الممرات غير شائع؛ حيث يظهر في عدد محدود جدا من الممرات التي تتركز بالجنوب إلى الغرب مباشرة من وادي النيل. ثانيا: ليس شرطا أن تكون الممرات أقدم من تكوين كتكوت؛ لأنها أسفل منه، فطبقا لفرضية الخسف غير التكتونية التي اقترحتها Tewksbury et al. (2017) فإن الممرات التي تنشأ بميكانيكية الخسف يمكن أن تنشأ أيضا بعد ترسيب الحصى. ثالثا: أما عن تفسير تأثر هذه الممرات المدفونة بالتعرية كما أوضحت دراسة Tewksbury et al. (2017)، فإن ذلك يمكن إرجاعه إلى تأثير الإذابة الناتج عن تغطية هذه الممرات بالرواسب الحصوية وما تقوم به من الاحتفاظ بمياه الأمطار لمدة طويلة، لهذا تبدو الممرات وكأنها معرضة للتعرية إلا أن الواقع قد يكون بفعل تأثرها بالإذابة الناتجة عن التغطية بالحصى، أو ما يسمى بالكارست المغطىcovered karst.

جدول (١) عمر حصى"سطح تعرية ما قبل الأزمة الميسينية" والممرات الضخمة فى الدراسات المختلفة.

الدراسات المختلفة	عمر الممرات	عمر حصى"سطح تعرية ما قبل الأزمة الميسينية"
Said (1983)	أنظمة تصريف يرجح أوليجوسينية؟	تلال الحصى" يرجح أوليجوسينى؟"
Klitszch (1987)	أنظمة تصريف يرجح أوليجوسينية إلى بليستوسينية	حصى أوليجوسيني إلى بليستوسين
Issawi et al. (1999)	-	تكوين كتكوت "أوليجوسينى"
Brookes (2001)	فيضانات قوية أثناء الميوسين (24 - 17 Ma)~	ماقبل الميوسين الأوسط (يرجح نهاية الاليجوسين)
Mostafa (2013)	-	نهاية أوائل الإيوسين – نهاية الميوسين
Mahran et al. (2013)	-	أوائل الميوسين
El-Haddad et al. (2014)	-	تكوين اليتيم، مرحلة ما قبل الإيونيل
Abu Seif (2015)	-	تكوين كتكوت، ماقبل الايونيل(أواخر الأوليجوسين–أوائل الميوسين)
Tewksbury et al. (2017)	طيات سحب غير تكتونية (بعد أوائل الايوسين إلى الأوليجوسين أو أوائل الميوسين)	تكوين كتكوت (أوليجوسين – أوائل الميوسين)
Tarabees et al. (2017)	طيات سحب غير تكتونية (بعد أوائل الايوسين إلى الأوليجوسين أو أوائل الميوسين)	تكوين كتكوت (أوليجوسين–أوائل الميوسين)
الدراسة الحالية	الممرات (البداية مع نهاية الميوسين حتى أوائل البليوسين)	حصى"سطح تعرية ما قبل الأزمة الميسينية" نهاية أوائل الإيوسين إلى ماقبل نهاية الميوسين

يشير وجود حصى "سطح تعرية ماقبل الأزمة الميسينية" على منسوب أعلى من منسوب الممرات الأحدث منه إلى ترجيح فرضية "الانعكاس الطبوغرافي" بين مستوى التعرية وسطح منطقة الممرات، بمعنى أنه أثناء ترسيب هذا الحصى كانت منطقة الممرات أعلى منسوبا من مناطق ترسيب الحصى التي يرجح أنه أرسب في أحواض كبيرة، وقد أشارت بعض الدراسات إلى وجود هذا الحصى في أحواض بنيوية كما هو الحال غرب مدينة سوهاج وغرب نطاق فرشوط- جرجا (El-Haddad et al. 2014; Abu Seif, 2015). الجدير بالذكر أن ميكانيكية الانعكاس الطبوغرافي قد فسرت واحدة من الظواهر المشابهة بالصحراء الغربية وهي ما أطلق عليها "الأودية المقلوبة" Inverted valleys (Embabi, 2004; Zaki and Giegengack, 2016).

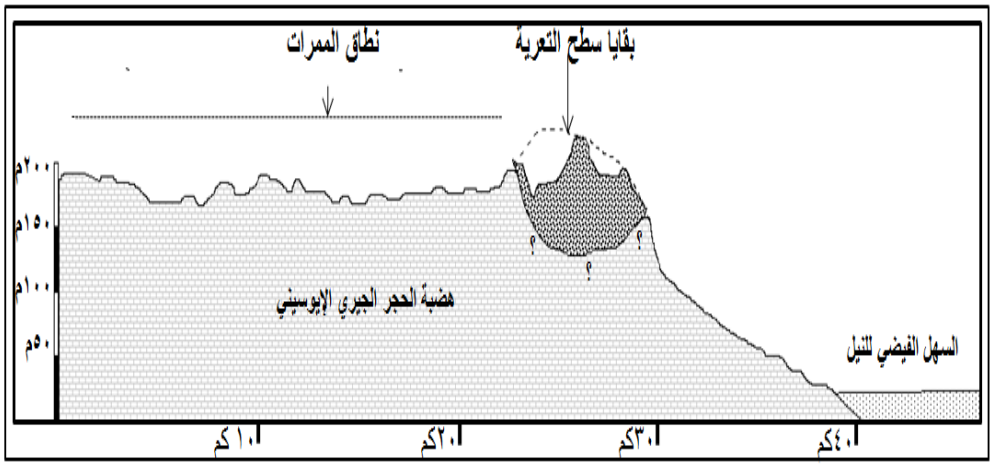
والخلاصة أن حصى سطح التعرية غير موجود داخل الممرات، ويقتصر وجوده على خارج حدود الممرات فيما بين الممرات ووادي النيل، وأن هذا الحصى قد أرسب في منطقة منخفضة طبوغرافيا بالمقارنة بمنسوب نطاق الممرات الذي كان أكثر ارتفاعا وبالتالي لم تكن الممرات موجودة أثناء ترسيب الحصى الذي أرسب قبل نهاية الميوسين، أي قبل الأزمة الميسينية، ونظرا لصلابة التكوينات الحصوية مقارنة بالصخور الجيرية المكونة لنطاق الممرات والتي تتسم بسهولة تأثرها بعوامل التجوية والتعرية، حدث انعكاس طبوغرافي نتج عنه بقاء التكوينات الحصوية على ذات منسوبها تقريبا وحدوث تخفيض لسطح الحجر الجيري الذي نشأ فيه بعد ذلك الممرات(شكل ١٤).

النوع الثاني:

يتمثل هذا النوع من التكوينات في التربة الحمراء والبرشيا المنتشرة على قيعان الممرات ويغطيى سطحها فرشة حصوية، أدى انتشار الحصى على سطح التربة الحمراء والبرشيا إلى تصنيف هذه التكوينات في بعض الدراسات على

أنها تكوينات حصوية فيضية أوليجوسينية إلى بليستوسينية، وهو الأمر الذي ظهر على الخرائط الجيولوجية لهذه الدراسات Said,1981, 1983, 1990; Klitzeh et al.1987)، والتي تعادل تكوين "سطح تعرية ماقبل الأزمة الميسينية" طبقا للدراسة الحالية (أو تكوين كتكوت، أو اليتيم، أو وحدة ما قبل الإيونيل طبقا للدراسات السابقة).

أما عن تصنيف التربة الحمراء على أنها تجمعات حصوية في خرائط الدراسات السابقة، فمن المرجح أن ذلك يرجع إلى ثلاثة أسباب: الأول هو أن انتشار الحصى على سطح التربة الحمراء قد أعطى انطباعا بأن كل قطاع الرواسب من الحصى، ويفسر Embabi, (2004) سبب تركز الحصى على سطح التربة الحمراء إلى فعل الرياح التي أزالت الرواسب الناعمة وتركت الحصى على السطح.



شكل (١٣) العلاقة بين منسوب سطح تعرية ما قبل الأزمة الميسينية (الأعلى منسوبا) ومنسوب سطح الممرات (الأقل منسوبا)، ويرجح حدوث انعكاس طبوغرافي أدى إلى هذا الوضع

(المصدر: الملاحظات الحقلية ومرئيات جوجل ايرث)

أما السبب الثاني فيرجع إلى افتقاد الخرائط الجيولوجية في الدراسات السابقة إلى الفحص الحقلي لنطاق الممرات (List et al, 1990). ويرجع السبب الثالث إلى تشابه الدرجة اللونية بين الفرشة الحصوية على سطح التربة الحمراء وتلك الخاصة بحصى سطح التعرية الموجود بين الممرات ووادي النيل وذلك على المرئيات الفضائية التي كانت متاحة حينئذ.

والخلاصة أن التكوينات الحصوية التي تنتمى إلى "سطح تعرية ماقبل الأزمة الميسينية" لم ترصد داخل نطاق الممرات، واقتصرت فقط على الشريط الممتد بين وادي النيل ونطاق الممرات، أما الشائع على قيعان الممرات فهو رواسب التربة الحمراء والبرشيا التي يغطي سطحها فرشة حصوية.

٧-٣: العلاقة بين نشأة الممرات وفرضية التعرية المائية (جريان قنوات نهرية قوي أو جريان غطائي):

تشير الخصائص المورفولوجية للممرات إلى أن أغلبها عبارة عن منخفضات مغلقة إلى شبه مغلقة،أي محاطة بحواف من ثلاثة اتجاهات. لهذا فإن هذه السمة لا تتفق مع فرضية الجريان المائي القوي أو حتى الجريان الغطائي التي سبق اقتراحها من قبل بعض الدراسات خاصة وأن أغلب هذه الممرات مغلق من جهة الجنوب، الجدير بالذكر أن هذا الاتجاه الجنوبي كان يمثل مصدر المياه المسببة للتعرية ونشأة الممرات كما أوضحت دراسة Brooks, 2001. وقد انعكس شكل الممرات كمنخفضات مغلقة أو شبه مغلقة على نمط تصريف الأودية الصغيرة التي تقطع جوانبها، حيث اتسمت بالتصريف الحوضي (المركزي) الذي نتج عنه بعض البرك المائية عند أخفض الأجزاء على قيعان الممرات، كما أثر ذلك بدوره على خصائص الإرسابات الموجودة على قيعان الممرات، ومع جفاف هذه البرك تظهر تشققات طينية قوامها رواسب لومية.

يضاف لما سبق أن إعادة تصنيف الرواسب الرئيسية الموجودة داخل قيعان الممرات على أنها تربة حمراء وبرشيا، وليس كما كان يعتقد أنها بقايا أنظمة مائية ضخمة أثناء الأوليجوسين حتى البليستوسين "سطح تعرية ماقبل الأزمة الميسينية"، يضعف بشكل كبير الأساس الذي اعتمدت عليه فرضية الجريان المائي كعملية رئيسية متحكمة في نشأة الممرات.

٧-٤: العلاقة بين نشأة الممرات ونموذج النشأة بفعل كارست المحاليل الحرمائية:

أوضحت دراسة Tewksbury et al. (2017) أن الممرات ليست أشكال ناتجة عن عمليات التعرية وإنما هي عبارة عن طيات مقعرة ناتجة عن عملية سحب (خسف) غير تكتونية، وقد أوضحت الدراسة أن الميكانيكية المسئولة عن هذا السحب غير واضحة، إلا أن الدراسة قد أيدت "نموذج كارست المحاليل الحرمائية"، وبمعنى آخر: فقد فسرت سبب نشأة الطيات المقعرة غير التكتونية إلى إذابة تمت على أعماق كبيرة من السطح بفعل المحاليل الساخنة المتدفقة من باطن الأرض، والتي أحدثت بدورها كهوفا انهارت وسحبت ما فوقها مسببة خسف سطحي كون طيات لا ترجع لحركات أرضية.

إن قبول "نموذج كارست المحاليل الحرمائية" لتفسير نشأة الممرات قد يكون غير مرضى خاصة فى ضوء الاكتشافات الحديثة لطبيعة هذا النوع من الكارست التى تم تناولها إلى الشرق من نطاق الممرات، وتحديدا على الجانب الغربي لوادى النيل فى أسيوط (أشرف أبوالفتوح مصطفى، ٢٠١٨). فقد تم اكتشاف العديد من كهوف المحاليل الحرمائية التى تحتوى على أغلب الدلائل التى تشير إلى أصلها، أو ما أصطلح على تسميته "التركيبة المورفولوجية للتدفق المتصاعد" "morphological suite of rising flow" طبقا لدراستى Klimchock, et al., (2000) and Klimchock, (2007) وقد شملت هذه التركيبة المكونات الثلاثة الرئيسية وهى:

المدخلات، والممرات الرئيسية، والمخرجات أو المنافس. وقد تبين أن هذا النمط من الكارست يوجد دون مستوى سطح الهضبة على عمق يتراوح ما بين ٧٥م إلى ١٥٠م، وقد رجحت الدراسة أن عمر هذا النوع من الكهوف قد يرجع إلى الفترة من الأوليجوسين إلى أوائل الميوسين، حيث شهدت مصر خلال هذه الفترة نشاطا بركانيا صاحبه تدفق للمحاليل الحرمائية (أشرف أبوالفتوح مصطفى، ٢٠١٨).

ويمكن حصر أهم الانتقادات التي يمكن أن توجه إلى "نموذج كارست المحاليل الحرمائية" في تفسيره لنشأة الممرات فيما يلي:

- تقع كهوف المحاليل الحرمائية غرب أسيوط على عمق يتراوح ما بين ٧٥م إلى١٥٠م وهو ما يختلف مع ما افترضته دراسة Tewksbury et al. (2017) من وجود هذا النوع على أعماق كبيرة.
- اتسم سطح الهضبة الموجود أعلى هذه الكهوف بعدم وجود أي أثر لطيات سحب، وهو ما يرجح عدم وجود علاقة بين هذه الطيات وهذا النوع من الكارست خاصة في ظل وجوده على أعماق ليست كبيرة كما كان متوقعا.
- تشير الملامح المورفولوجية لهذا النوع من الكهوف إلى أن أبعاده محدودة، حيث تراوح العرض ما بين ٢متر إلى ٣٥مترا، وتراوح ارتفاعه ما بين ٥أمتار إلى ١١مترا، كما لم يستدل على أي انهيار كامل بالكهوف الموجودة، وبالتالي فإن الاعتقاد بأن الممرات بأحجامها وامتداداتها الكبيرة نسبيا التي تم مناقشتها هي نتاج انهيار مثل هذا النوع من الكهوف، قد يكون غير مقبول.
- يختلف نمط الكهوف واتجاهها ومنسوبها بشكل كبير، وهو ما جعل هذا النوع من الكهوف يتسم بالطبيعة المعقدة من الناحية المورفولوجية، وتختلف هذه الصفة مع الشكل شبه المنتظم للممرات التي يغلب عليها الاتجاه الشمالي الغربي – الجنوبي الشرقي.

- تشير الرواسب التي تم دراستها في الكهوف المنهارة التي رصدت أسفل قاع الممرات إلى وجود تربة حمراء وبرشيا وكتل منهارة ومتدفقات كلسية (الباستر) وحصى، والواضح أن كل هذه المواد ترجح تأثر الممرات بعمليات كارست سطحي ناتج بفعل مياه الأمطار، ولم يستدل على أي أثر لرواسب تنتمي لكارست المحاليل الحرمائية.
- من المرجح عدم وجود علاقة بين الخزان الجوفي الذي يتراوح عمقه ما بين ٩٠مترا إلى ٢٠٠متر أسفل الممرات وبين كارست المحاليل الحرمائية كالموجودة غربي وادي النيل والتي يتراوح عمقها ما بين ٧٥مترا و ١٠٠متر؛ حيث تخلو كهوف هذا النوع من أي وجود للمياه الجوفية. لهذا يرجح أن خزان المياه الجوفية أسفل الممرات خزان كارستى نتاج تخزين مياه الأمطار كما أشارت بعض الدراسات غرب المنيا وبني سويف (Abou Heleika and Niesner, 2009; El Kashouty, 2013) وليس له علاقة بكهوف المحاليل المتدفقة من أسفل.
- لم تشر الرواسب التي تم استخراجها أثناء حفر آبار المياه في قيعان الممرات إلى أي أثر للرواسب التي تنتمي لكارست المحاليل الحرمائية.

والخلاصة أنه ليس هناك علاقة ارتباط بين الممرات التي نشأت عن طريق السحب أو الخسف وخصائص كارست المحاليل الحرمائية المكتشفة حديثا إلى الشرق من نطاق الممرات. لهذا فإن هناك ضرورة للبحث عن ميكانيكية بديلة للنشأة يمكن من خلالها تفسير ظهور طيات السحب المقعرة المكونة لعدد كبير من الممرات.

٧-٥: التفسير الحالي:

يمكن حصر آراء النشأة الخاصة بظاهرة الممرات في ثلاث فرضيات رئيسية: ترى الفرضية الأولى أن التعرية المائية من خلال فيضانات قوية (Brookes, 2001). أما الفرضية الثانية فتؤيد عملية الكارست السطحي بفعل مياه

الأمطار epigenic karst بامتداد صدوع بنيوية (Mostafa, 2012) أو كعملية تلت جريان سطحي (Embabi, 2004). وترى الفرضية الثالثة أن هذه الممرات عبارة عن طيات مقعرة لم تكن ناتجة بفعل عوامل تكتونية وإنما بفعل عملية سحب أو خسف بفعل انهيارات كارستية تمت على أعماق كبيرة بفعل المحاليل الحرمائية. وقد استبعدت الفرضية الأخيرة أي دور للكارست السطحي (Tewksbury et al. 2017; Tarabees et al. 2017).

أثبتت نتائج الفحص الميدانى التفصيلي للدراسة الحالية أن رواسب قيعان الممرات تتكون بشكل رئيسي من التربة الحمراء والبرشيا التى تستقر بشكل متوافق على الحجر الجيري المجوى المكون للصخور السطحية بالمنطقة، وتتفق هذه النتائج مع ملاحظات حقلية فى دراسات سابقة (Sandford, 1934; Embabi, 2004 Mostafa 2013)، كما تتفق مع نتائج المسح السيزمى التى ترى بوجود سمك من التربة يصل عشرات الأمتار على قاع أحد الممرات (Shabaan, 2008). الجدير بالذكر أن التربة الحمراء التى قد تكون برشيا أحيانا تعد أحد نواتج متبقيات عملية الإذابة السطحية (Embabi, 2004; Mostafa 2013). من ناحية أخرى فقد أكد انتشار حفر الإذابة العميقة على أسطح حبيبات الكوارتز المكونة للتربة الحمراء على دور التأثير القوى لعملية الإذابة السطحية كأحد العمليات الرئيسية المؤثرة فى تشكيل سطح المنطقة. ومن المرجح أن تكوينات التربة الحمراء والبرشيا قد تعرضت لإعادة النقل بفعل المياه الجارية لمسافة قصيرة فى مرحلة تالية (Caton-Thompson & Gardener, 1932 and Embabi, 2004, Mostafa, 2013) وقد استدل على ذلك من خلال فتات الحجر الجيري حاد الزوايا المختلط بالتربة الحمراء، ومن المرجح أن يكون ذلك من خلال مجارى الأودية الصغيرة المتجهة من جوانب الممرات نحو قيعانها. ومن ناحية أخرى فإنه يرجح انتشار عملية الانهيارات الكهفية أو انهيار دولينات (منخفضات كارستية) كانت موجودة مكان الممرات،

وقد استدل عليها من خلال كتل الحجر الجيري المدفونة بالتربة الحمراء (شكل ١٢د). يضاف إلى الأدلة السابقة التى تثبت التأثير القوى لعملية الكارست السطحى ما تم رصده من انتشار لحقول البطيخ المصقول سواء على قيعان الممرات أو على جوانبها، بعض هذه العقد منفصلة على السطح والبعض الآخر لايزال مدفون أجزاء منه فى الصخر الأصلي الذى اشتق منه، فهذه العقد قد صنفت على أنها أحد متبقيات عملية الإذابة السطحية، لهذا فهى تشير إلى أنها لم تنقل من مواقع اشتقاقها (Hume, 1925; Sanford, 1934; Embabi, 1976, 2004; Mostafa, 2013) خاصة مناطق تكويني درنكة والمنيا (McBride et al; 1999). ويندرج تحت هذا النوع من إرسابات المواد المتبقية كدليل على الإذابة السطحية وجود الفرشات الحصوية السطحية وقروش الملائكة التى صنفت بهذه الدراسة على أنها متبقيات كارست. لهذا يرجح أن نطاق التربة وغيرها من المواد المتبقية والحجر الجيري المجوى التى ترتكز عليه هو جزء من نطاق قشرة الكارست Epikarst zone أو نطاق تجوية الحجر الجيري.

تشير جميع الأدلة السابقة، الجيوموروفولوجية منها والرسوبية، إلى غياب أي تأثير لكارست المحاليل الحرمائية على نشأة الممرات، وأن كل الأدلة ترجح التأثير القوي لعملية الإذابة السطحية بفعل مياه الأمطار في تشكيل سطح المنطقة، وأن ذلك قد تم من خلال عملية الإذابة العادية والانهيارات الناتجة عنها، مثل: انهيارات الكهوف والدولينات.

ولكن السؤال الذي يطرح نفسه الآن هو: **ما هي المحددات التي تحكمت في مواضع الإذابة؟** يمكن حصر المحددات الرئيسية التي تحكمت في اكساب الممرات مورفولوجيتها الحالية في عاملين رئيسيين: الأول هو الصدوع الرئيسية التي يغلب على اتجاهها الشمال الغربي–الجنوب الشرقي، والشرقي– الغربي، وهي نفسها الاتجاهات التي نشأت بامتدادها الممرات، أما العامل الثانى فهو

الطيات المقعرة التي أرجعتها دراسة Tewksbury et al. 2017 إلى عملية سحب أو خسف بفعل انهيارات كهفية مرتبطة بتدفق المحاليل الحرمائية، وهي الميكانيكية التي لم تقبل في الدراسة الحالية. والخلاصة أن المحددات البنيوية سواء كانت تكتونية أو غير تكتونية قد حددت أماكن الممرات.

أما عن الميكانيكية البديلة المقترحة لتفسير نشأة الطيات غير التكتونية، والتي من خلالها يمكن تفسير نشاط الإذابة السطحية وتحت السطحية، سواء من خلال عملية الإذابة العادية أو من خلال الانهيارات لاسيما المرتبطة بالكهوف، فإن ذلك يمكن إرجاعه إلى الأزمة الميسينية المرتبطة بالبحر المتوسط. فمن المعروف أن الخانق الإيونيلى (وادي النيل في مصر) قد نشأ كنتيجة الانخفاض الحاد في مستوى سطح المياه بالبحر المتوسط والذي أطلق عليه الأزمة الميسينية الملحية "The Messenian Salinity Crisis" التي تمت في نهاية عصر الميوسين (Said, 1981)، وكان أحد أهم النتائج المترتبة على هذا الانخفاض هو إعادة تجديد نشاط عملية التعرية وما ترتب عليها من إعادة تشكيل السطح وتعميقه، ويعد التأثير المباشر لهذه الأزمة هو نشأة الخانق الايونيلي لنهر النيل الأول الذي بلغ عمقه في أسيوط حوالي ٨٠٠ مترا كما أوضح Said (1981)، وقد تبع هذا التأثير المباشر تأثيرات غير مباشرة على سطح الهضاب المحيطة التي نشطت بها عملية الإذابة السطحية وتحت السطحية، لهذا فالمرجح أن نشأة الممرات وما ارتبط بها من عمليات خسف سفلية أو إذابة سطحية هي نتاج غير مباشر للأزمة الميسينية وما ترتب عليها من نشأة الخانق الايونيلى الذي أعاد تجديد النشاط في الهضاب المحيطة. الجدير بالذكر أن هناك دراسات سابقة لم تستبعد الارتباط بين نشأة منخفضات الصحراء الغربية بأحجامها الأكبر من الممرات، والأزمة الميسينية،فقد اقترحت دراسة Said (1983) أن منخفضات الصحراء الغربية قد تكون أحد أهم هذه النتائج.

في ضوء ما سبق يتضح من الدراسة الحالية أن الممرات قد نشأت بعد نهاية عصر الميوسين، وقد استمر تطورها حتى بداية الغمر البليوسيني الذي ملأ الخانق الايونيلى بالمياه والإرسابات التي جلبتها أودية الصحراء الشرقية والغربية (Sandford, 1932; Ball, 1939)، فأثناء الغمر البليوسينى حدث ضعف لنشاط التعرية عموما بالهضاب المحيطة وهو ما ترتب عليه ضعف تعميق الممرات. ثم نشطت عمليات التعرية والتخفيض لا سيما بفعل الإذابة السطحية مرة ثانية أثناء الفترات المطيرة خلال عصر البليستوسين وأوائل الهولوسين وأوسطه، حيث كانت آخر الفترات المطيرة التي شهدتها مصر عموما والصحراء الغربية بوجه خاص منذ ٦٠٠٠ سنة تقريبا، ومنذ ذلك التاريخ سادت ظروف الجفاف التي لاتزال مستمرة حتى الوقت الحالي.

٨: الاستنتاجات

نشأت الممرات الضخمة بالصحراء الغربية مع نهاية عصر الميوسين بفعل عملية الإذابة السطحية؛ لهذا تعد هذه الممرات أحد نواتج الكارست الذي نشأ بفعل مياه الأمطار سواء على السطح من خلال الإذابة العادية، أو تحت السطح من خلال الانهيارات الكهفية، ولم تشر أي من الأدلة السطحية أو تحت السطحية إلى أي دور لتأثير كارست المحاليل الحرمائية. وترجع نشأة الممرات مع نهاية الميوسين إلى تأثير الأزمة الميسينية في البحر المتوسط، حيث أدى التأثير المباشر لها إلى تكون خانق نهر الإيونيل الذي بلغ عمقه في أسيوط ٨٠٠ مترا، أما التأثير غير المباشر فقد تمثل في تجديد نشاط التعرية بهضاب الحجر الجيري المحيطة، وتعد الممرات أحد نواتج هذا التأثير غير المباشر من خلال عمليتين: الأولى تمثلت في نشاط الإذابة السطحية لاسيما بامتداد الصدوع الشمالية الغربية–الجنوبية الشرقية والفواصل، أما العملية الثانية فقد تمثلت في حدوث إذابة تحت سطحية نتج عنها خسف أدى إلى تكون طيات سحب (خسف)

غير تكتونية، وقد انعكس ذلك على السطح، ومن المرجح أن عملية الانهيارات الكهفية قد أدت دورا مهما في تطور نشأة الممرات. أما عن التكوينات الحصوية التي تنتمى "لسطح تعرية ما قبل الأزمة الميسينية" أو ما يطلق عليه "تكوين كتكوت" فقد نشأت قبل نشأة الممرات، بل وقبل نشأة خانق الايونيل الذي نشأ نهاية الميوسين. وقد ضعف نشاط تعميق الممرات بفعل الإذابة السطحية أثناء الغمر البليوسيني للخانق الإيونيلي؛ حيث ارتفع منسوب المياه الجوفية بالهضاب المحيطة مما أدى إلى ضعف نشاط التعرية عموما وعملية الإذابة بوجه خاص. إلا أن نشاط تطور الممرات قد عاد مرة ثانية أثناء الفترات المطيرة في عصر البليستوسين وأوائل الهولوسين وأوسطه.

المراجع العربية

١- أشرف أبوالفتوح مصطفى (٢٠١٨) جيومورفولوجية أشكال الكارست فى منخفض الفرافرة، الصحراء الغربية، مصر. رسالة دكتوراه غير منشورة. قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس، القاهرة.

٢- أشرف أبوالفتوح مصطفى (٢٠١٨) كهوف البلايزة، أول كهوف المحاليل الحرمائية المكتشفة فى وادى النيل فى مصر. المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، ع. ٧١

٣- إيمان عفيفي محمد (٢٠١٨) جيومورفولوجية الكهوف وأشكال الكارست فى محافظة أسيوط. رسالة دكتوراه غير منشورة بكلية الآداب، جامعة أسيوط، أسيوط.

المراجع الأجنبية

1- Abu El Ghar, M., Hussein, A., 2005. Post-depositional changes of the Lower-Middle Eocene limestone of the area between Assiut and Minia, west of the Nile Valley, Egypt. First International Conference on the Geology of the Tethys, November, Cairo University, pp. 37–57, Cairo, Egypt.

2- Abu Seif, El-Sayed Sedek, 2015. Geological evolution of Nile Valley, west Sohag, Upper Egypt: a geotechnical perception. Arab. J. Geosci. 8, PP.11049-11072.

3- Ahmed, S., 1993. Collapse and solution red breccia of the Issawia Sharq locality, Nile Valley, Upper Egypt. Egyptian Journal of Geology 37, 187–203.

4- Baajens, A., 1997. Geographical observations in the Western Desert of Egypt. Bull. Soc. Géogr.d'Égypte 70, 203–213.

5- Ball, J., 1939. Contribution to the geography of Egypt. Survey & Mines Department, Government Press, Cairo.

6- Brook, G., Embabi, N., Ashour, M., Edwards, R., Cheng, H., Cowart, J., A. Dabous, 2002. Djara cave in the Western Desert of Egypt: Morphology and evidence of Quaternary climatic change. Cave and Karst Science 2, 57–66.

7- Brooks, I., 2001. Possible Miocene catastrophic flooding in Egypt's Western Desert. Journal of African Earth Science 22, 325–333.

8- Caton-Thompson, G., Gardener, E., 1932. The Prehistoric geography of Kharga Oasis. Geographical Journal LXXX, 369–409.

9- El Aref, M., Abou Khadrah A., Lotfi, Z., 1987. Karst topography and karstification processes in the Eocene limestone plateau of El Bahariya Oasis, Western Desert, Egypt. Z. Geomorph. N. F 31, 45–64.

10- El-Haddad, A.A., Youssef , A. M., Mahran T. M., El-Sharter, A. A., 2014. Material mapping in the Western Desert of Egypt using remote sensing and field investigation: a tool for managing urban development. The 7th Int. Conference for Development and the Environment in the Arab world, PP.527-538. Assiut, Egypt.

11- Embabi, N.S., 1967. A morphological study of the Kharga Oasis Depression, the Western Desert of Egypt. Unpublished Ph.D. thesis, University of Bristol.

12- Embabi, N., 2004. The geomorphology of Egypt: Landforms and Evolution, Vol. 1, The Nile Valley and the Western Desert. The Egyptian Geographical Society, Cairo.

13- Hume, W., 1925. Geology of Egypt, Vol. 1, Survey of Egypt. Government Press, Ministry of Finance, Cairo.

14- Issawi, B., El Hinnawi, M., Francis, M., Mazhar, A., 1999. The Phanerozoic Geology of Egypt: a Geodynamic Approach. Egyptian Geological Survey, Cairo, p. 462.

15- Kindermann, K., Bubenzer, O., Nussbaum, S., Riemer H., Darius F., Pollath N., Smettan, U., 2006. Palaeoenvironment and Holocene land use of Djara, Western Desert of Egypt. Quaternary Science Reviews 25, 1619–1637.

16- Klimchouk, A.B., Ford, D., Palmer, A. and Dreybrodt, W. (Eds.). 2000. Speleogenesis: Evolution of karst aquifers. National Speleological Society, Huntsville, 527 p.

17- Klimchouk, A., 2007. Hypogene Speleogenesis: Hydrogeological and Morphometric Perspective. National Cave and Karst Research Institute, Special Paper No. 1, Carlsbad, NM, 106 p.

18- Klitszch, E., List, F.K., Pohlmann, G., 1987. Geological Map of Egypt. Conoco Coral and Egyptian General Petroleum Company, Cairo, Egypt. 24 Sheets, scale 1:500 000.

19- Kuper, R., 1996, Between the Oases and the Nile-Djara: Rohlfs Cave in the Western Desert, Interregional Contacts in the Later Prehistory of Northeastern Africa. Archaeological Museum, Poznan, pp. 81–91.

20- List, F.K., Meissner, B., Pohlmann, G., 1990. Application of remote sensing and satellite cartography in preparation of the new geological map. In: Said, R. (Ed.), The Geology of Egypt. A.A. Balkema, Rotterdam. Scale 1:500 000, pp. 27 -44.

21- McBride E., Abdel-wahab, A., El-Younsy, A., 1999. Origin of spheroidal chert, Drunka Formation (Lower Eocene), Egypt. Sedimentology 46, 733–755.

22- Mostafa, A. A., Paleokarst features on the limestone plateau west of Assiut, the Western Desert, Egypt. *2nd Symposium on Living with Landscape, Egyptian Geographic Society & Faculty of Arts, Damanhur Campus, Alexandria University, Egypt, 31st October-5th November, 2009, p.48.*

23- Mostafa, A. A., 2012. Mega corridors of the Western Desert of Egypt: Morphology, origin, and its historic role. (Abstract) 7th International Conference of the Dakhleh Oasis Project New Developments in the Archaeology of the Egyptian Western Desert and its Oases. 20th-24th June. P.19, Leiden, Netherland.

24- Mostafa, A. A., 2013. Paleokarst Shafts in the Western Desert of Egypt: A unique landscape. ACTA CARSOLOGICA 42, 49-60.

25- Said, R., 1962. Geology of Egypt, Elsevier Publishing Co. Amesterdam-New York.

26- Said, R., 1981. The Geological Evolution of the River Nile. Springer-Verlag, New York.

27- Said, R., 1983a. Proposed classification of the Quaternary of Egypt. Journal of African Earth Sciences 1, 41–45.

28- Said, R., 1983b. Remarks on the origin of the landscape of the eastern Sahara. Journal of African Earth Sciences 1, 153–158.

29- Said, R., (Ed.), 1990. The geology of Egypt. Balkema, Rotterdam.

30- Sandford, K., 1934. Palaeolithic Man and the Nile Valley in Upper and Middle Egypt, Chicago University Press, Oriental Institute Publication, 3, 131 p.

31- Shabaan, S. H., 2000. Shallow seismic refraction exploration for engineering site investigations in the area west of Assiut city, Middle Egypt. M.sc. Thesis, Department of Geology, Faculty of Science, Assiut University, Assiut.

32- Sokkar, A. M., 1991. Geomorphology, petrological, and mineralogical studies on the carbonate sediments between Baharia-Farafra, Western Desert, Egypt, M.sc. Thesis, Department of Geology, Faculty of science, Cairo University, Cairo.

33- Sweeting, M., 1972. Karst Landforms.-Macmillan, London.

34- Tarabees, E. A., Tewksbury, B. J., Mehrtens, C. J., Younis, A., 2017. Audio-magnetotelluric surveys to constrain the origin of a network of narrow synclines in Eocene limestone, Western Desert, Egypt. J. Afr. Earth Sci. 136, PP.168-175.

35- Tewksbury, B. J., Tarabees, E. A., Mehrtens, C. J., 2017. Origin of an extensive network of non-tectonic synclines in Eocene limestones of the Western Desert, Egypt. J. Afr. Earth Sci. 136, PP.148-167.

36- UNESCO, 1972. Glossary and Multilingual Equivalents of Karst Terms. United Nations Educational. Scientific. and Cultural Organization. Paris, France.

37- Youssef, M., Mansour, H., Philobbos, E., 1982. Contribution to the Geology of the area northwest of Assiut, Egypt. Bulletin of the faculty of science. Assiut University, 1, 335-354.

38- Zaki, A. S., R. Giegengack (2016). Inverted topography in the southeastern part of the Western Desert of Egypt. Journal of African Earth Sciences 121, 56-61.