

**جيومورفولوجية الiardانج علي سطح الهضبة الجيرية
بين وادي النيل ومنخفض الفرازة**

إعداد

محمد عبد المعتمد عبد الرسول عبد اللاه عاشور

مدرس الجيومورفولوجيا - قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة الوادي الجديد

DOI: 10.21608/jfpsu.2021.54274.1030



ملخص البحث :

تعد الiardang واحدة من أبرز الأشكال الجيومورفولوجية في الصحراء الغربية بمصر. وتشكلت هذه الظاهرة الفريدة من خلال تأثير تآكل المياه القديمة ، ثم أعيدت صياغتها بفعل عوامل التعرية الهوائية . يركز البحث الحالي على تكوين الiardang فوق سطح هضبة الحجر الجيري الواقعة بين وادي النيل شرقاً ومنخفض الفرافرة غرباً. كما يصف البحث ويحلل الخصائص المورفولوجية والأبعاد المورفومترية للiardang، بالإضافة إلى دراسة أهم العوامل والعمليات الجيومورفولوجية التي تؤثر على نشأة الiardang وتطورها . ويصنف هذا البحث أيضاً التضاريس قيد الدراسة إلى خمس وحدات مورفولوجية ؛ طولية ، نموذجية ، شبه دائرية ، قبابية ، وهرمية كما يدرس البحث الحالي بالتفصيل مجموعة من العوامل والعمليات الجيومورفولوجية التي تشارك في نشأة الiardang وتطورها، وتشمل التعرية الهوائية، التجوية الميكانيكية والكيميائية ، وديناميكية تساقط الكتل

The Geomorphology of Yardang Landscape above the Limestone Plateau in Egypt's Western Desert (Between the Nile Valley and Farafra Depression)

Abstract:

Yardang landforms is one of the most prominent geomorphologic units in Egypt's Western Desert. These unique landforms were formed by paleo-water corrosive action, and later on had been reworked by aeolian factors. The current research is focusing on yardang formation above the surface of limestone plateau which lie between the Nile Valley from the east and Farafra Depression from the west. The research describes and analyzes the morphological characteristics and morphometric dimensions of Yardang, in addition to reviewing the most important factors and geomorphological processes affecting yardang's origin and development.

This research also classifies the landforms under consideration into five morphological sub-units: elongated, typical, , semi-circular, domed, and pyramidal.

The current research studies in details a group of geomorphologic factors and processes that are involving in the formation and development of yardang landscape, Including aeolian abrasive roles, both physical and chemical weathering, and dynamic processes of mass wasting.



مقدمة :

يستخدم مصطلح اليردائج لوصف الأشكال الجيومورفولوجية الناتجة عن نحت الرياح سواء في صخور الأساس أو في الرواسب المتماسكة على حد سواء (Ghodsi,2017,p.21) . ويعد المستكشف والرائد السويدي سيفين هيدين Hedin (1903) أول من استخدم مصطلح ياردانج Yardang لوصف تلك التلال قليلة الارتفاع شبه المتوازية، والتي يفصلها عن بعضها ممرات طويلة نحتتها الرياح في التكوينات القديمة، واعتبر هيدن أن اليردائج تشكلت بفعل المياه في بداية الأمر، ثم تأكلت بفعل نحت الرمال على الأرجح وذلك هو المسؤول بشكل كبير عن تشكيلها في الوقت الحاضر، ولم ينكر دور التذرية، والبري، وقوة الرياح السائدة واتجاهاتها معظم العام في تشكيل هذه الظاهرة (Wang et al,2011,p.1)

وقد أُشتق مصطلح Yardang من كلمة تركمانية الأصل هي Yar وتعني حافة أو ضفة منحدره Steep bank، ورغم أن بعض اليردائج صغير جداً غير أن المسمى أعطى لها صفة الارتفاع (Goudie,2006,p.67).

ويقترن أحياناً بالظاهرة لفظ كدوة Hummock الذي يستخدم للتعبير عن تلك التلال أو الروابي الطينية محدودة الأبعاد طولاً وعرضاً وارتفاعاً، والتي تتخلل سهول البلايا، بغض النظر عن شكلها الذي غالباً ما يكون مخروطياً، أو قبائياً، أو غير ذلك (الرشيدي، ٢٠٠٢، ص ٢٨١).

يطلق في بعض أقاليم مصر الجغرافية علي اليردائج مسمى "الخراشيف Kharafish" وهو اسم محلي للأسطح المرتفعة الخشنة التي تحصر بينها أحواض وممرات، وقد استخدم Beadnell هذا المصطلح لأول مرة عام ١٩٠٩م عند وصفه للبلايا التي تتكون من أعداد كبيرة جداً من اليردائج الممتدة على الهضبة الجيرية فيما بين الخارجة ووادي النيل (Embabi,2018,p.94) .

وينتشر اليردائج بشكل عام في المناطق الجافة التي تتميز بقلة الغطاء النباتي، والتي تتعرض للتعرية بفعل الرياح القوية أحادية الاتجاه معظم العام، ومن أشهر هذه المناطق (صحراء لوط الإيرانية - الصحراء الليبية - الصحراء الغربية المصرية - صحراء تكلامكان في الصين - منطقة يوركو في تشاد - صحراء ناميبيا - الصحراء الساحلية في بيرو - والصحراء المحيطة ببحيرة روجرز في كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية) (Ghodsi,2017,p21).



الموقع والمساحة :

تغطي منطقة الدراسة قطاعاً من صحراء مصر الغربية، والتي تمتد بين وادي النيل شرقاً، ومنخفض الفرافرة غرباً، ويبدأ ظهور اليردائج علي سطح الهضبة الجيرية عند الكيلو ٧٠ شمال غرب مركز ديروط (محافظة أسيوط) وبذلك تبعد المنطقة عن مدينة أسيوط ١٤٠ كم، وعن منخفض الفرافرة ١٨٥ كم، وتكاد تختفي هذه الظاهرة تماماً كلما اتجهنا غرباً تجاه منخفض الفرافرة، وقبل إنشاء طريق ديروط الفرافرة كان الوصول لمنطقة الدراسة صعب جداً، ولفكياً تقع المنطقة بين دائرتي عرض ١٠ ° ١٩ ° ٢٧ ° و ٣٧ ° ٢٧ ° شمالاً، وبين خطي طول ٠٥ ° ٤٧ ° ٢٩ ° و ١٥ ° ٢٣ ° ٣٠ ° شرقاً شكل (١)؛ وتبلغ مساحة منطقة الدراسة ٢٤٠٠٠ كم^٢.

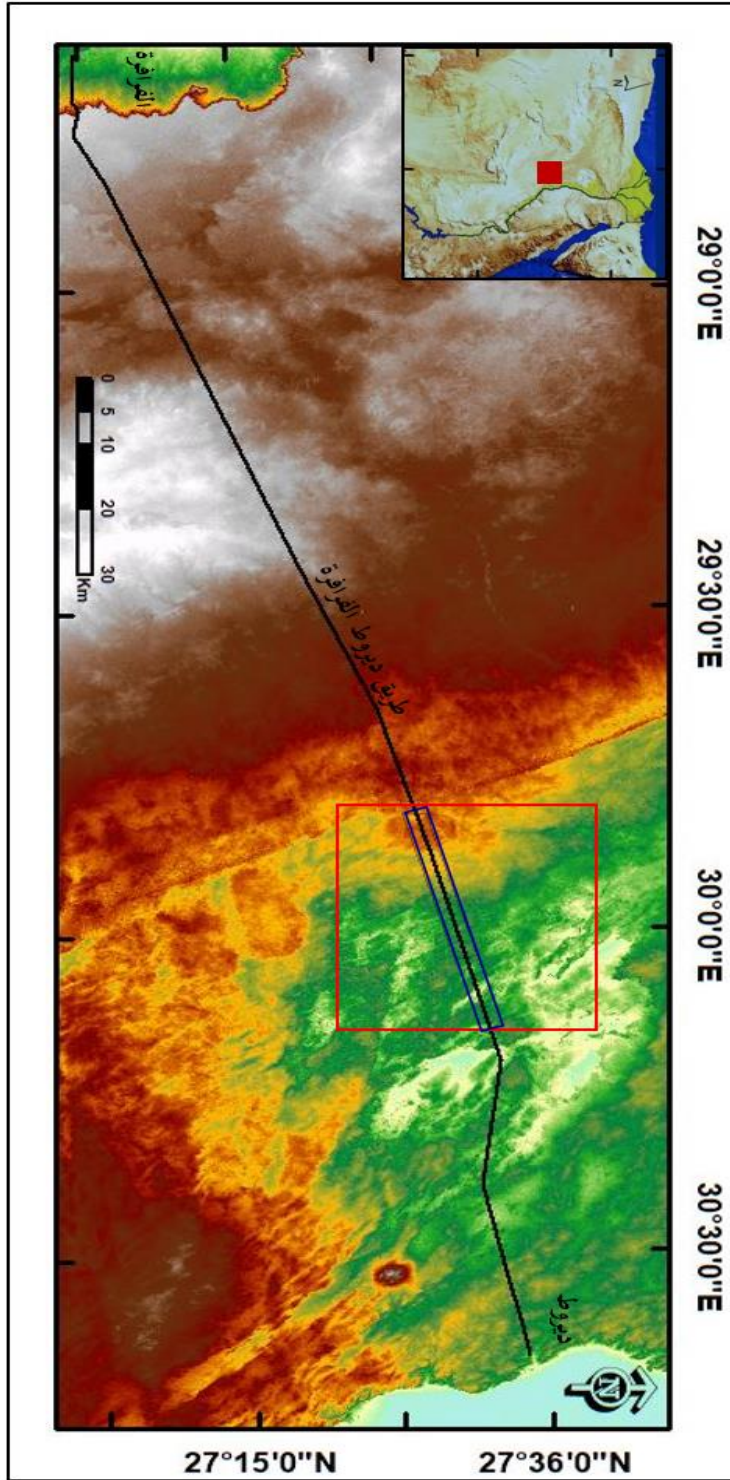
ترجع أهمية البحث في دراسة وتحليل أحد الظواهر الجيومورفولوجية التي تميز الصحراء الغربية وإبراز أهم العوامل المؤثرة في نشأتها وتطورها، كما يهدف البحث إلى دراسة الأشكال المورفولوجية والمورفومترية للياردائج وأهم العوامل والعمليات الجيومورفولوجية المؤثرة في نشأته وتطوره.

وهناك الكثير من الدراسات السابقة التي تناولت اليردائج بشكل تفصيلي منها علي سبيل المثال لا الحصر (Embabi, 1999)، التركماني (١٩٩٩)، الرشيدى (٢٠٠٢)، حافظ (٢٠١٥).

وقد اعتمد البحث على المرئية الفضائية للقمر الصناعي الأمريكي لاندسات TM عام ٢٠١٩ م ونموذج الارتفاعات الرقمي DEM للقمر الصناعي Aster ٢٠١٩، كذلك الخرائط والمرئيات المتاحة من المواقع الإلكترونية مثل موقع USGS- Google Earth، إلى جانب الخريطة الجيولوجية (كونوكو ١٩٨٧) لوحتي أسيوط والفرافرة مقياس ١ : ٥٠٠,٠٠٠، والخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠.

واجهت الدراسات الميدانية بعض الصعوبات التي تتمثل في عدم توافر الخدمات علي طريق ديروط الفرافرة بشكل عام، والخدمات الأمنية بشكل خاص، إلى جانب التحذيرات الأمنية الشديدة من الدخول أكثر من ١ كم شمال الطريق وجنوبه؛ وذلك لاحتمال التعرض لخطر الدخول لنطاق محظور أمنياً، وكان نتيجة ذلك اختصار العينة المقاسة ميدانياً من اليردائج على (٥٤) ياردائج فقط في المنطقة الآمنة والتي لا يمكن تجاوزها (١ كم شمال وجنوب الطريق)، وقد تم الاعتماد بعد ذلك علي المرئيات الفضائية في تحديد مجموعة من اليردائج التي تبعد عن الطريق أكثر من ١ كم، والتي كان من الصعب قياسها ميدانياً، وشملت هذه العينة ١٤٦ ياردائج، وقد روعي في اختيار العينة المقاسة التمثيل الحجمي الأمثل بعد عمل معايرة للقياسات الميدانية للياردائج، وما تم قياسه باستخدام برنامج ARC GIS 1.5، ومرت الدراسة الميدانية بالمراحل الثلاثة التالية :





المصدر : نموذج الارتفاعات الرقمي DEM باستخدام برنامج ARC GIS 10.5

شكل (١) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة



١. الدراسة الاستكشافية لمنطقة الدراسة خلال الفترة من (٦-٨ / ٣ / ٢٠١٨ م) تمثلت في زيارة طريق ديروط الفرارة الأسفلتي، والذي أنشئ حديثاً علي سطح الهضبة بطول ٣١٠ كم "يمر بمنطقة الدراسة ٤٩,٦ كم" ،ويعد الطريق الوحيد للوصول لحقل الiardانج محل الدراسة، كذلك تم رصد الأشكال المختلفة للiardانج والتصوير الفوتوغرافي لبعضها .

٢. الدراسة الثانية خلال الفترة من (٥-٩ / ٨ / ٢٠١٨ م) وتم خلالها دراسة الخصائص المورفومترية للiardانج حيث تم قياس أبعاد ٥٤ ياردانج، وزعت على منطقة الدراسة في شكل ست قطاعات تقع علي جانبي الطريق بما لايزيد عن ١ كم ،تم قياس الأبعاد المورفومترية للiardانج، كما تم رصد المساحات التي تغطيها الأشكال الرملية بصورة واضحة داخل حقول الiardانج ودرستها هذا إلى جانب التصوير الفوتوغرافي للأشكال المورفولوجية الiardانج .

٣. الدراسة الثالثة خلال يوم (٨ / ٣ / ٢٠١٩ م) وخصصت لاستكمال بعض القياسات المورفومترية، ودراسة الأشكال الجيومورفولوجية المرتبطة بالiardانج لتوضيح دور العوامل والعمليات الجيومورفولوجية في تطورها .
وتناول البحث العناصر الآتية :

أولاً- الخصائص الجغرافية لمنطقة الدراسة.

ثانياً- التوزيع الجغرافي للiardانج .

ثالثاً- الخصائص المورفولوجية للiardانج.

رابعاً- الخصائص المورفومترية للiardانج .

خامساً- نشأة وتطور الiardانج بمنطقة الدراسة .

أولاً : الخصائص الجغرافية لمنطقة الدراسة :

١- الخصائص الجيولوجية :

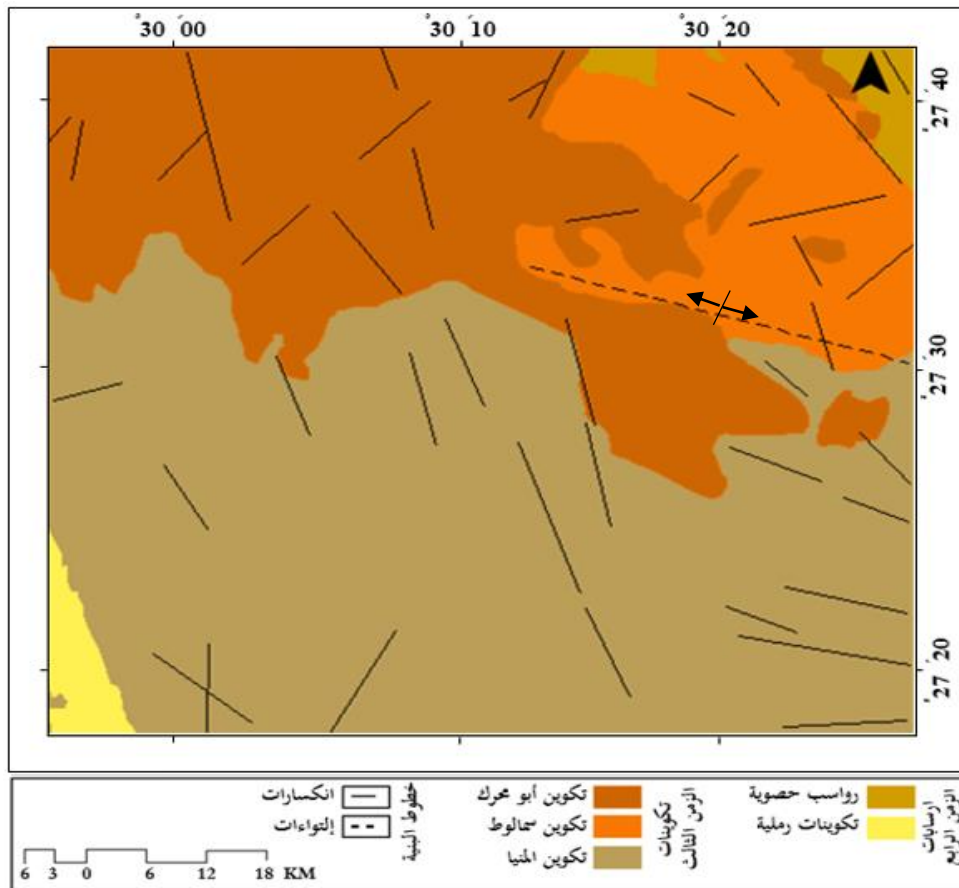
لا شك أن الخصائص الجيولوجية تلعب دوراً مهماً في نشأت الiardانج وتطوره؛ من حيث نوع الصخر وطبيعته ومدى تأثره بعمليات التعرية والتجوية، ويوضح الجدول (١) والشكل (٢) أن التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة تنتمي إلى الزمنين الجيولوجيين الثالث والرابع، وفيما يلي دراسة تفصيلية للخصائص الجيولوجية.



جدول (١) مساحات التكوينات الجيولوجية المكشوفة بمنطقة الدراسة

الرمز	النسبة %	المساحة (كم ^٢)	التكوين / ارسابات	العصر	الزمن
Qg	7.25	172.44	رواسب حصوية	الهولوسين	الرابع
Qs	3.85	91.67	تكوينات رملية		
	11.10	264.11	إجمالي إرسابات الزمن الرابع		
Tea	19.55	1158.64	أبو محرك	الأيوسين الأعلى	الثالث
Tems	48.33	1158.64	سمالوط		
Tei	20.35	487.83	المنيا		
	88.90	2115.21	إجمالي تكوينات الزمن الثالث		
	100.00	2379.32	إجمالي التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة		

المصدر : قياسات الباحث من الخريطة الجيولوجية باستخدام برنامج ARC GIS 10.5.



أ- تكوينات الزمن الثالث :

تتمثل في عصر الإيوسين (الأوسط والأعلى)؛ فترة الإيوسين الأوسط تمثلها صخور الحجر الجيري الأيوسيني بتكوينه "المنيا وسمالوط"، أما فترة الإيوسين الأعلى فيمثلها تكوين أبو محرك.

● تكوين المنيا (إيوسين أوسط):

يعد (Said, 1962) أول من جاء بمصطلح تكوين المنيا Minia Formation ليحل محل تكوين ليبيا الأعلى upper Libyan Formation الذي جاء به (Zittel, 1883) ويعبر هذا المصطلح عن صحراء مصر الغربية في تلك الفترة. ليصف التتابع الطبقي للحجر الجيري ناصع البياض المكتشف جنوب مدينة المنيا ، ويقدر سمك القطاع النموذجي له ٣٥ متراً . (Sallam et la, 2013, p. 4). ويتألف تكوين المنيا في معظمه من صخور الحجر الجيري ناصع البياض إلى رمادي اللون وتتداخل معه طبقات من الحجر الجيري الطباشيري الغني بحفريات النيوليت (قروش الملائكة)، وتتميز صخوره بعدم التجانس الصخري، حيث تتعاقب صخور الحجر الجيري مع الطفل والمارل، وتقدر مساحته بـ ٤٨٧,٨٣ كم^٢ أي ٢٠,٣٥% من مساحة التكوينات المكشوفة بمنطقة الدراسة .

● تكوين سمالوط (إيوسين أوسط):

يتألف تكوين سمالوط من طبقات حجر جيري رملي يتداخل معه الحجر الجيري الطباشيري الغني بالحفريات في أجزائه السفلى، أما الأجزاء العلوية فتظهر في شكل طبقات من الحجر الجيري المتداخل معه المارل والطفل، ويميل لونها للاحمرار (Abbas, el at, 1993, p302). ويغطي مساحة تقدر بـ ١٥٨,٦٤ كم^٢ بنسبة ٤٨,٣٣% من إجمالي التكوينات الجيولوجية بالمنطقة، ويوضح الجدول (٢) الخصائص العامة لتكوين المنيا وسمالوط .

جدول (2) الخصائص العامة لصخور الإيوسين الأوسط بمنطقة الدراسة

الوحدات الصخرية	الخصائص الصخرية	التركيب الرسوبي	وجود حفريات
تكوين المنيا	حجر جيري ناصع البياض	طبقات سمكية وضخمة	كبير
تكوين سمالوط	حجر جيري نيوليتي	كتل صغيرة شبه أفقية	كبير جداً

بتصرف After: Abu El Ghar., et al, 2005, p.3.

تكوين أبو محرك (إيوسين أعلى) : عبارة عن صخور صلصالية، ومارل طيني أرسب في بيئة ساحلية متداخل معة حفريات نيولوتية يعلوه حجر جيري غني بطحالب حمراء وبيضاء كانت تعيش في بيئة شبه مالحة، ويغطي مساحة تقدر ١٥٨,٦٤ كم^٢ بنسبة ١٩,٥٥% من إجمالي مساحة التكوينات .



ب- إرسابات الزمن الرابع (الهولوسين):

تشكل ١١,١% من مساحة المنطقة، وتتمثل في الرواسب الرملية التي تغطي مساحات تبلغ ٩١,٦٧ كم^٢ بنسبة ٣,٨٥% من إجمالي التكوينات المكشوفة بالمنطقة، والرواسب الحصوية تغطي مساحة تبلغ ١٧٢,٤٤ كم^٢ بنسبة ٧,٢٥% من إجمالي تكوينات منطقة الدراسة.

ج- التركيب الجيولوجي :

يتضح من شكل (٣) أن الانكسارات بمنطقة الدراسة تأخذ نفس اتجاهات الانكسارات الرئيسية بمصر ويوضح الجدول (٣) أعداد الانكسارات وأطوالها، وقد تم حسابها من خلال الخريطة الجيولوجية كونوكو، ١٩٨٧، لوحتي أسيوط والفرافرة باستخدام برنامج **ARC GIS 10.5**.

جدول (٣) أطوال الانكسارات وأعدادها بمنطقة الدراسة

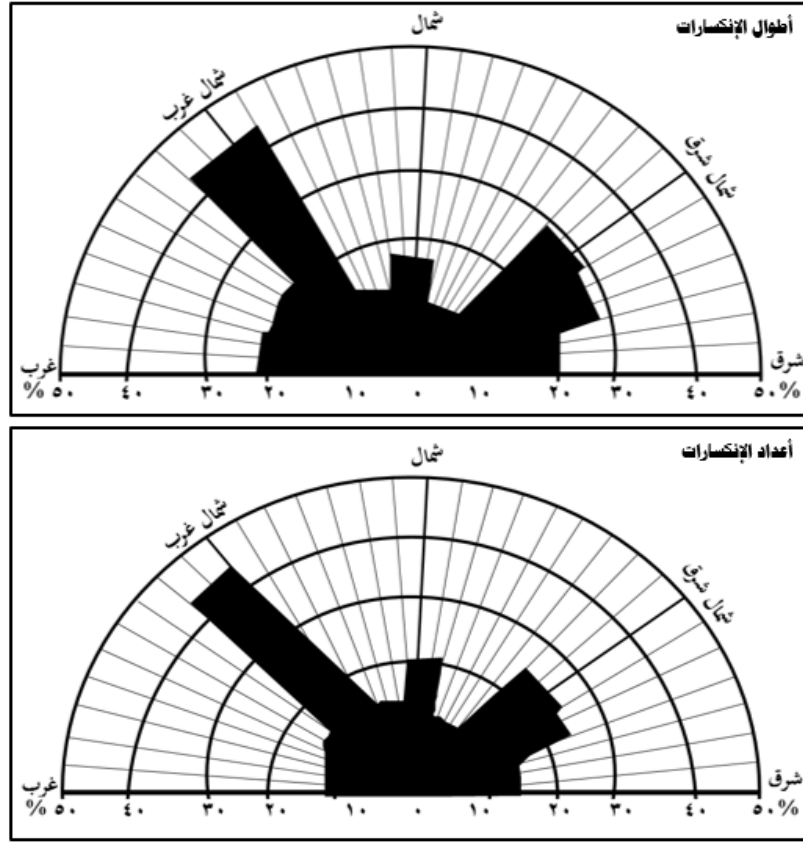
إتجاه الانكسار	العدد	%	الطول كم	%
شمالي شرقي / جنوبي غربي	١٢	٢٦,٧	٤٢,٠	٢٤,٩
شمالي / جنوبي	٩	٢٠,٠	٣٦,٩	٢١,٨
شمالي غربي / جنوبي شرقي	٢٠	٤٤,٤	٨١,٣	٤٨,١
شرقي / غربي	٤	٨,٩	٨,٧	٥,٢
المجموع	٤٥	١٠٠	١٦٨,٩	١٠٠

المصدر : قياسات الباحث من الخريطة الجيولوجية باستخدام برنامج **ARC GIS 10.5**.

تعد الانكسارات هي العناصر التركيبية الرئيسية بمنطقة الدراسة، وقد بلغ إجمالي أطوال الانكسارات المقاسة بالمنطقة نحو ١٦٩ كم، وتراوح أطوالها بين ٠,٨٥ و ١٠ كم، ويلاحظ أن هناك علاقة ارتباطية موجبة قوية جداً بين أطوال الانكسارات وأعدادها بلغت (٠,٩٩٣)؛ حيث أن زيادة أطوال الانكسارات ترتبط بزيادة أعدادها والعكس صحيح.

وقد ظهرت إحدى الطيات في جنوب شرق منطقة الدراسة، والتي ترجع نشأتها لعمليات الشد وليس لعمليات الضغط، وهذا يعني أنها صدى لعمليات التصدع المختلفة والتي أثرت بشكل ملحوظ في شكل واتجاه اليباردانج بمنطقة الدراسة (Ahmed,A.,1997,p.19).





المصدر: بيانات الجدول (٣)

شكل (٣) النسب المئوية لاتجاهات أطوال الانكسارات وأعدادها

يتضح من خلال العرض السابق، وبمطابقة الخرائط الطبوغرافية مع الخريطة الجيولوجية مدى التأثير الجيولوجي في الملامح الجيومورفولوجية لسطح الهضبة الجيرية والتي تمثل المنطقة المدروسة جزء منها، بل يمكن القول بأن معظم الظواهر الجيومورفولوجية التي ظهرت بالمنطقة بشكل عام، واليردانج بشكل خاص هي في الأساس وحدات جيولوجية تشكلت بعد ذلك بفعل عوامل جيومورفولوجية مختلفة (التجوية والتعرية)، يتضح أيضاً أن المنطقة تأثرت بالعديد من الانكسارات والفواصل التي تشكل مناطق ضعف، حيث نشطت عوامل النحت المختلفة في إعادة تشكيلها، ويظهر ذلك واضحاً في اتجاهات الحواف والتلال المنعزلة المحيطة بمنطقة الدراسة .



٢ - الخصائص التضاريسية لمنطقة الدراسة :

تتمثل دراسة الخصائص الجيومورفولوجية في (الارتفاعات، الانحدارات، واتجاه الانحدارات) :

أ- الارتفاعات :

يوضح الجدول (٤) وشكل (٤) مدى التباين في الارتفاع داخل منطقة الدراسة، وإن كان أكثرها ارتفاعاً يقع في الغرب، والجنوب الغربي لمنطقة الدراسة، ويبلغ ارتفاعها ٢٠٣ متراً فوق منسوب سطح البحر، ويمثل هذه الفئة نسبة ضئيلة جداً تقدر بنحو ٠,١٧%، أما أقل المناطق ارتفاعاً فتقع في الوسط، ويقل ارتفاعها عن ١٠٠ متراً فوق منسوب سطح البحر، وتمثل نحو ٢٩% من مساحة منطقة الدراسة وهو النطاق الذي يزداد فيه ظهور اليردائج، ويقدر المدى التضاريسي لمنطقة الدراسة ١٢٤ متراً. وأثر قلة ارتفاع منطقة الدراسة في زيادة نشاط عوامل التعرية وخاصة الرياح، وحيث أن الصخور التي يتكون منها اليردائج صخور جيرية فعلم هذا على زيادة عمليات النحت وتآكل الطبقات السطحية بصفة مستمرة مما أعطى صورة واضحة لفناء العديد من اليردائج .

جدول (٤) ارتفاعات بمنطقة الدراسة

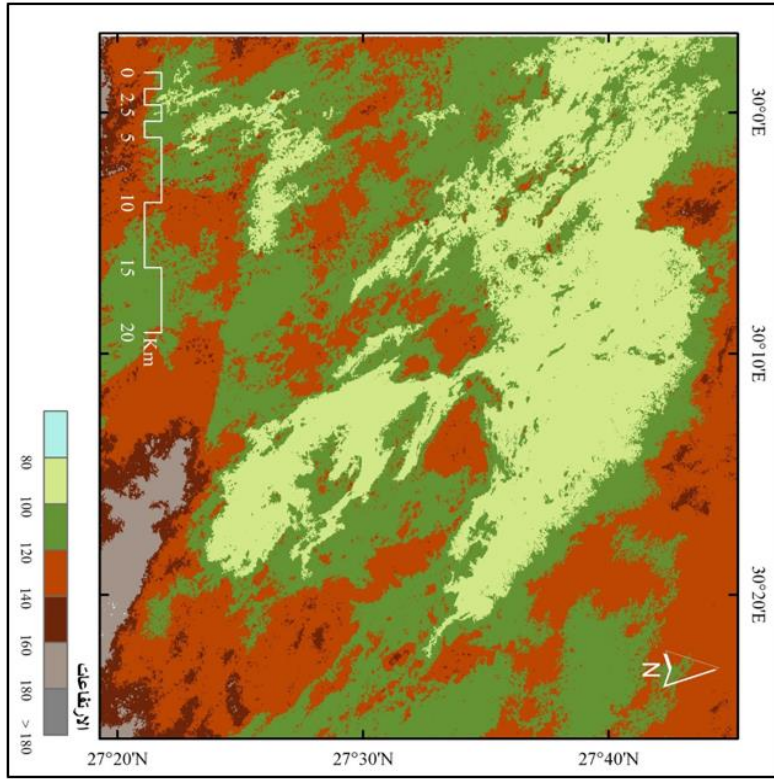
الارتفاع	المساحة كم ^٢	%
أقل ٨٠ متر	١٠,٩٢	٠,٤٦
٨٠ > ١٠٠ متر	٦٨٢,٠٤	٢٨,٤٥
١٠٠ > ١٢٠ متر	١٠١٤,٨٢	٤٢,٣٣
١٢٠ > ١٤٠ متر	٥٣٧,١٩	٢٢,٤١
١٤٠ > ١٦٠ متر	١٢٢,٨٠	٥,١٢
١٦٠ > ١٨٠ متر	٢٥,٤٠	١,٠٦
١٨٠ متر فأكثر	٤,١٥	٠,١٧
الاجمالي	٢٣٩٧,٣٢	١٠٠

المصدر : القياسات من حساب الباحث باستخدام برنامج ARCGIS 10.5 .

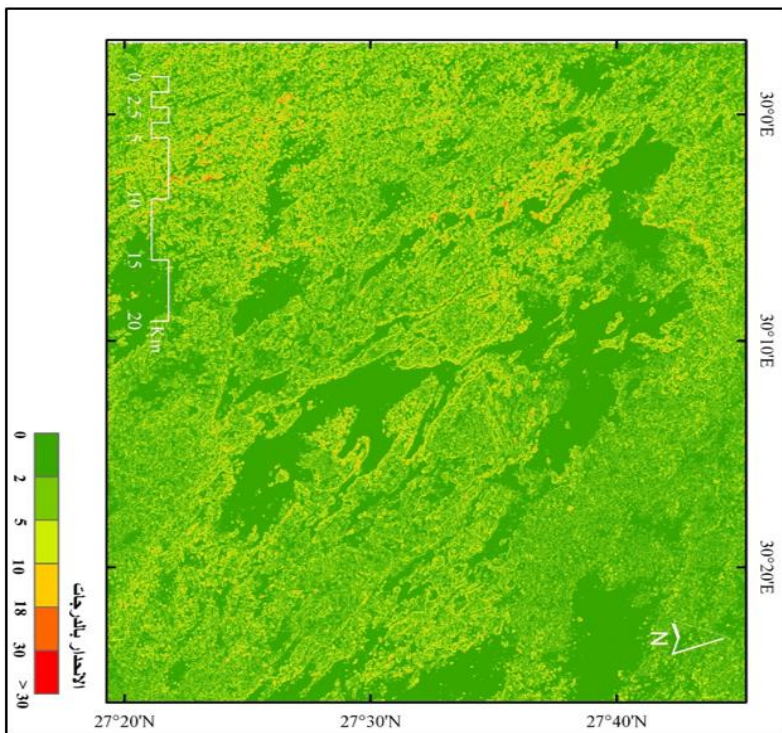
ب - درجات الانحدار :

يتضح من شكل (٥) أن متوسط انحدار المنطقة يتراوح بين ١ إلى ٣ بمتوسط درجة انحدار ١,٢ /كم، وتم استخراج فئات الانحدار باستخدام برنامج ARC GIS 10.5 وذلك بعمل slope من نموذج الارتفاعات الرقمي DEM، وتم تقسيم المنطقة إلى ست فئات إنحدار وفقاً لتصنيف (Young, 1972, p,173) كما يوضحها الجدول (٥) .





المصدر : نموذج الارتفاعات الرقمي DEM 2009 تصوير القمر الصناعي ASTER باستخدام برنامج ARC GIS 10.5
شكل (٤) خريطة الارتفاعات لمنطقة الدراسة



المصدر : نموذج الارتفاعات الرقمي DEM 2009 تصوير القمر الصناعي ASTER باستخدام برنامج ARC GIS 10.5
شكل (٥) درجة انحدار السطح لمنطقة الدراسة



جدول (٥) درجة انحدار منطقة الدراسة

الانحدار	الوصف الجيومورفولوجي	المساحة كم ^٢	%
٠ > ٢	مستوية وشبه مستوية	١١٦٧,٩٦	٤٨,٧٢
٢ > ٥	انحدار هين	٧٩٤,٠٦	٣٣,١٢
٥ > ١٠	متوسط الانحدار	٣٧٥,٤٢	١٥,٦٦
١٠ > ١٨	فوق متوسط الانحدار	٥٧,١٠	٢,٣٨
١٨ > ٣٠	شديدة الانحدار	٢,٧٤	٠,١١
> ٣٠	شديدة الانحدار جداً	٠,٠٤	٠,٠١
الإجمالي		٢٣٩٧,٣٢	١٠٠,٠٠

المصدر : القياسات من حساب الباحث باستخدام برنامج ARCGIS 10.5

يتضح من الجدول السابق أن نحو ٨٢% من مساحة منطقة الدراسة تقع في فئة المناطق مستوية الانحدار إلى هيئة الانحدار، والتي يقدر انحدارها بين ٠ > ٥ ، وقد ساعد هذا مع سيادة الرياح الشمالية والشمالية الغربية من جهة، ووجود كميات كبيرة من الرمال، وعدم وجود عوائق طبيعة من جهة أخرى علي نحت اليردنج وتشكيله بمنطقة الدراسة، أما الانحدارات الشديدة والشديدة جداً تظهر بشكل ضئيل للغاية، فلا تتجاوز ٠,١١% من إجمالي منطقة الدراسة، وغالباً ما تشكل هذه الفئة انحدار مقدمات اليرانج .

ج- اتجاه الانحدار:

يتضح من الشكل (٦) أن منطقة الدراسة تتحدر بصفة عامة من الجنوب الغربي نحو الشمال الشرقي، وإن كانت في بعض أجزائها تتحدر ناحية الشمال؛ ويرجع ذلك إلى تعرض المنطقة لعمليات تكتونية خلال العصور الجيولوجية، وسيادة النحت بفعل الرياح الشمالية الغربية السائدة بمنطقة الدراسة، وتهدف دراسة اتجاهات الانحدار للتعرف علي الاتجاهات الرئيسية السائدة بمنطقة الدراسة، والتعرف علي أكثر المواقع تأثراً بالعمليات الجيومورفولوجية، وخاصة نحت الرياح، وتم حساب اتجاهات الانحدارات ومساحتها من عمل Aspect و reclassify من نموذج الارتفاعات الرقمي لمنطقة الدراسة بواسطة برنامج ARC GIS 10.5 كما يوضحها شكل (٦)، وجاءت النتائج كما هي موضحة بالجدول (٦) :

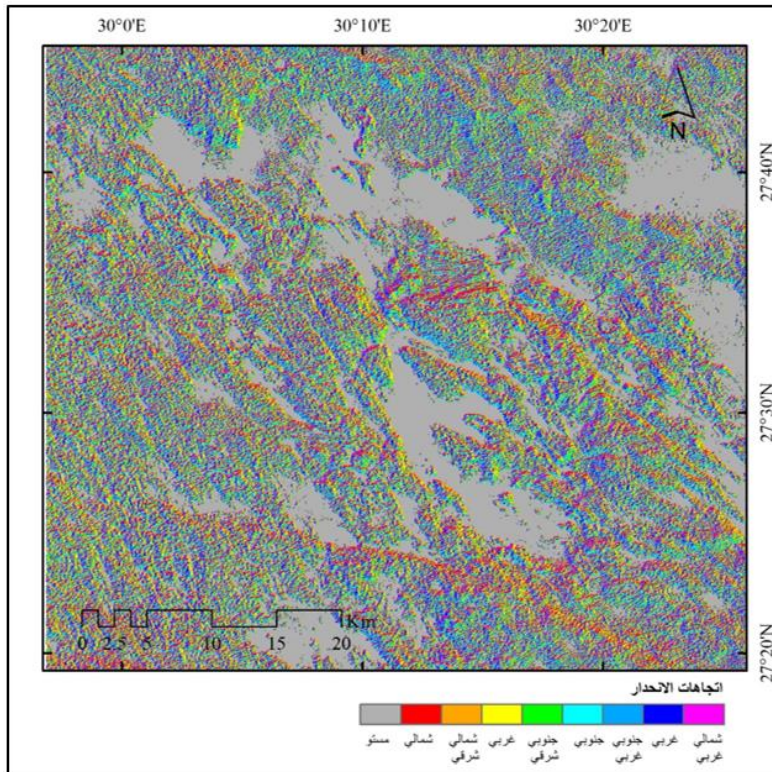


جدول (٦) اتجاه الانحدارات بمنطقة الدراسة

الاتجاه	كم ^٢	%
مستوي	520.84	21.73
شمال	246.74	10.29
شمال شرق	251.95	10.51
شرق	213.48	8.91
جنوب شرق	216.76	9.04
جنوب	248.43	10.36
جنوب غرب	258.84	10.80
غرب	218.51	9.11
شمال غرب	221.79	9.25
الاجمالي	2397.32	100.00

المصدر : القياسات من حساب الباحث باستخدام برنامج ARCGIS 10.5 .

تمثلت جميع فئات الانحدار بمنطقة الدراسة بشكل شبه متساوٍ عدا المناطق المستوية ، فقد جاءت نسبتها



حوالي ٢٢% ، وتمثل هذه الأجزاء إما مناطق فرشات رملية تم مشاهدتها ميدانياً وتوقيع إحداثياتها بواسطة GPS، وعند تحديدها علي المرئية الفضائية تتطابقت مع النطاقات المستوية، أو مناطق ظهر الiardانج بها في مرحلة متأخرة من عمرها الجيومورفولوجي، وقد نحتتها الرياح ولم يتبق سوى سطح صخري مستوي، وقد غطت الرمال معظم أجزائها .

المصدر : نموذج الإرتفاعات الرقمي DEM 2009 تصوير القمر الصناعي ASTER باستخدام برنامج ARC GIS 10.5

شكل (٦) إتجاهات انحدار السطح لمنطقة الدراسة



٣- الخصائص المناخية :

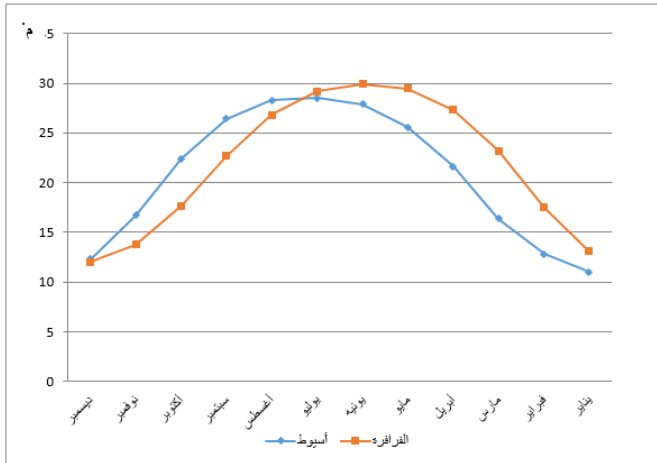
تعد الخصائص المناخية إحدى أهم العوامل الطبيعية التي تؤثر بشكل كبير في تشكيل الظواهر الجيومورفولوجية وتطورها بصورة عامة والبياراتج بصورة خاصة، وللتعرف على الخصائص المناخية للمنطقة تم الاعتماد على البيانات المناخية الصادرة عن الهيئة العامة للأرصاد الجوية لمحطتي أرصاد أسيوط والفرافرة خلال الفترة من ١٩٧٠ : ٢٠١٤ م . وتشمل كلاً من (درجة الحرارة ،المدى الحراري، سرعة الرياح واتجاهها) وفيما يلي دراسة هذه العناصر .

جدول (٧) المتوسط الشهري والفصلي لعناصر المناخ لمحطتي أرصاد الفرافرة وأسيوط

عناصر المناخ		درجة الحرارة م°		المدى الحراري م°		سرعة الرياح كم/س
المحطة		أسيوط		الفرافرة		الفرافرة
الشهر		أسيوط		الفرافرة		أسيوط
ديسمبر	١٢,٣٠	١٣,١٠	١٧,٧٦	١٧,٧٥	٣,٩	٤,١
يناير	١١,٠٠	١٢,٠٥	١٧,١٠	١٥,٤٤	٤,٦	٥,٠
فبراير	١٢,٨٠	١٣,٨٠	١٨,٧١	١٩,٦٠	٥,٠	٥,٩
الشتاء	١٢,٣٠	١٣,٠٠	١٧,٨٦	١٧,٦٠	٤,٥	٥,٩
مارس	١٦,٤٠	١٧,٧٠	٢٠,٤٨	٢١,٢٤	٥,٨	٦,٥
أبريل	٢١,٦٠	٢٢,٧٠	٢٣,٧٢	٢٢,٥٧	٥,٧	٦,٥
مايو	٢٥,٦٠	٢٦,٨٠	٢٢,٧٥	٢٢,١٧	٥,٤	٥,٧
الربيع	٢١,٢٠	٢٢,٤٠	٢٢,٣٢	٢١,٩٦	٥,٦	٦,٢
يونيه	٢٧,٩٠	٢٩,٢٠	٢١,٦٥	٢٠,٧٢	٦,٢	٤,٩
يوليو	٢٨,٥٠	٢٩,٩٠	٢٠,٧٨	١٩,١١	٤,٧	٤,٩
أغسطس	٢٨,٣٠	٢٩,٥٠	٢٠,٧٥	١٩,٧٣	٤,٤	٤,٥
الصيف	٢٨,٣٠	٢٩,٥٠	٢١,٠٦	١٩,٨٥	٥,١	٤,٨
سبتمبر	٢٦,٤٠	٢٧,٣٠	٢١,٠٦	٢٠,١٦	٤,٨	٣,٩
أكتوبر	٢٢,٤٠	٢٣,٢٠	٢١,٣٧	٢٢,٤٨	٤,٦	٣,٧
نوفمبر	١٦,٧٠	١٧,٥٠	٢١,١٦	٢٠,٠١	٤,٢	٣,٥
الخريف	٢١,٨٠	٢٢,٦٠	٢١,٢٠	٢٠,٨٨	٤,٥	٣,٧
المتوسط السنوي	٢٠,٨٣	٢١,٨٩	٢٠,٦١	٢٠,٠٨	٤,٩	٤,٩

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، بيانات غير منشورة من عام ١٩٧٠ إلى ٢٠١٤ م.



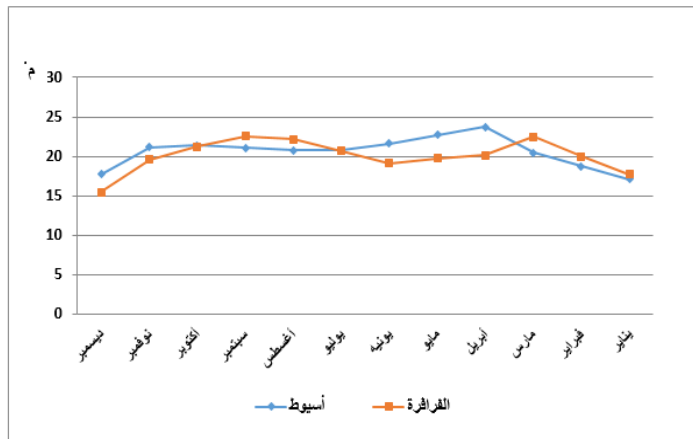


المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، بيانات غير منشورة من عام ١٩٧٠ إلى ٢٠١٤م.

شكل (٧) المعدل الشهري لدرجات الحرارة

شهر يناير أقل درجات الحرارة في كلا المحطتين (١١ ، ١٢ م) على الترتيب، وترتفع درجة الحرارة خلال أشهر الصيف (يونية ، يوليو ، أغسطس) ويعد شهر يوليو أعلى شهور السنة حرارة، حيث يصل معدل درجة الحرارة ٢٨,٥°م في محطة أسيوط ، ٣٠°م تقريبا في محطة الفرافرة .

ب- المدى الحراري :



المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، بيانات غير منشورة من عام ١٩٧٠ إلى ٢٠١٤م.

شكل (٨) المدى الحراري بمحطات منطقة الدراسة

يوضح الجدول (٧) والشكل (٨) أن منطقة الدراسة تتميز بارتفاع مداها الحراري بشكل عام؛ حيث يقدر المدى الحراري السنوي في محطات أسيوط والفرافرة (١٦,٤ °، ١٧,٣ °) على الترتيب، ومن الملاحظ أيضاً أن هذا المدى يختلف من شهر لآخر، فأقصى مدى حراري كان خلال شهر أبريل بمحطتي أسيوط والفرافرة

٢٣,٧ و ٢٢,٦ م علي الترتيب، ولهذا يكون تأثيره أعظم ما يكون في تلك الفترة، ولاسيما إذا ما أخذ في الاعتبار أن درجات الحرارة السابقة تمثل درجات الحرارة المقاسة في الظل التي تختلف اختلافاً واضحاً عن درجة حرارة الصخور المعرضة لأشعة الشمس. وتزيد درجة حرارة الصخور على درجة حرارة الجو بمقدار ١٣ °للحجر الجيري، و ٩ °للحجر الرملي (هيوم ، ١٩٢٤ ، ص ٥٠).



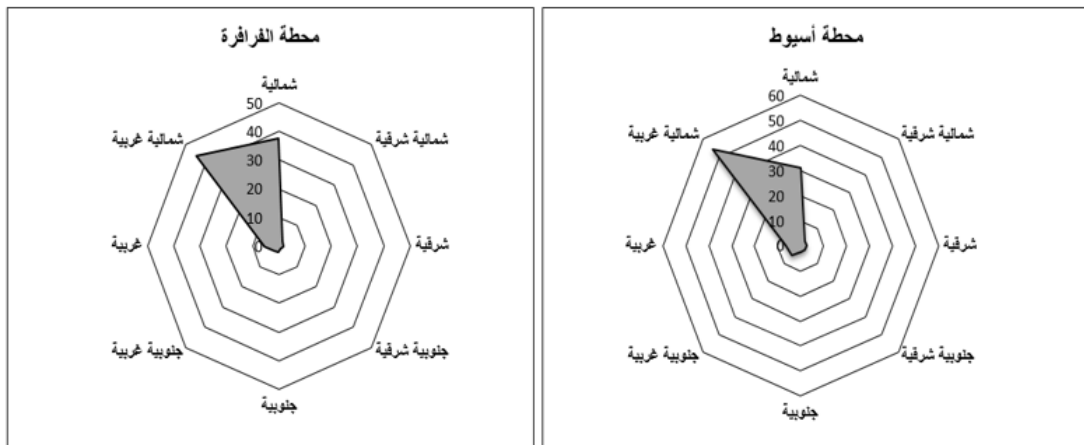
ج- الرياح .

تعد الرياح من أهم العناصر المناخية التي تؤثر بشكل قوي في نشأة اليردائج وتطوره ، ويتم دراسة اتجاه الرياح وسرعتها كما يتضح من الجدول (٨) والشكل (٩) ويلاحظ أن الرياح السائدة بمنطقة الدراسة خلال ٤٥ سنة بمحطة أرصاد الفرازة هي الرياح الشمالية والشمالية الغربية، وتمثل ٣١,٥% و ٤٤,٥٣% علي الترتيب أما محطة أسيوط يمثل الاتجاه السائد للرياح هو الشمال الغربي بنسبة ٥٤,٢٥%. يأتي بعدها الرياح الشمالية بنسبة ٣٧,٤٨%، أما معدل السكون يختلف داخل المحطتين؛ فقد سجلت محطة أسيوط ٢,٤٣% ، بينما سجلت محطة الفرازة ١٧,٦٥%؛ ويرجع ذلك إلى عمق منخفض الفرازة حيث يبلغ أقل منسوب فيه مترين تقريباً فوق سطح البحر .

جدول (٨) المتوسط الشهري لاتجاه الرياح السائدة لمحطات أرصاد منطقة الدراسة

سكون	شمالية غربية	غربية	جنوبية غربية	جنوبية	جنوبية شرقية	شرقية	شمالية شرقية	شمالية	
2.43	54.25	6.40	5.30	2.53	2.58	2.83	2.33	31.15	أسيوط
17.65	44.53	5.45	2.18	1.95	1.10	1.75	2.20	37.48	الفرازة

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، بيانات غير منشورة من عام ١٩٧٠ إلى ٢٠١٤م

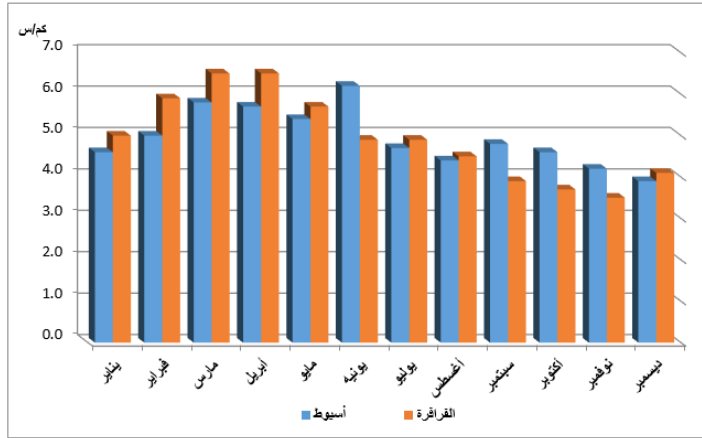


المصدر: بيانات الجدول (٨)

شكل (٩) وردة اتجاه الرياح بمنطقة الدراسة



د- سرعة الرياح :



المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة من عام ١٩٧٠ إلى ٢٠١٤ م
شكل (١٠) المتوسط الشهري للسرعة الرياح كم/س

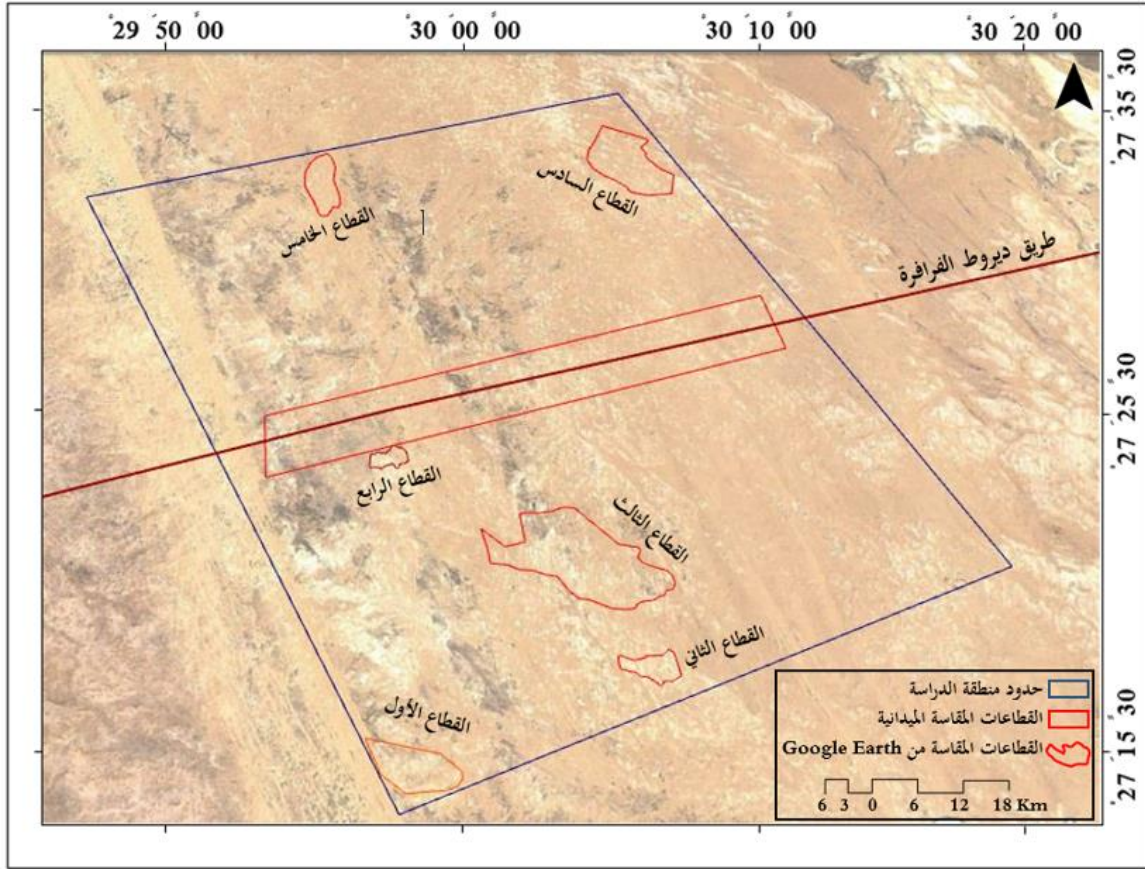
يتضح من الجدول (٧) والشكل (١٠) أن منطقة الدراسة لا تتعرض لرياح قوية أو عنيفة، حيث إن متوسط سرعة الرياح لا يتجاوز ٦,٥ كم/س بمحطتي منطقة الدراسة، وهذا يعني أن المنطقة تعد مستقرة من هذه الناحية . ويبلغ المعدل السنوي لسرعة الرياح بمنطقة الدراسة ٤,٩ كم/س، وتتباين سرعة الرياح من

شهر إلى آخر، فتبلغ أقصاها في شهر يونيو ٦,٢ كم/س، في حين تصل لأدناها في شهر ديسمبر، حيث سجلت ٣,٩ كم/س، كذلك تختلف سرعة الرياح من فصل إلى آخر، فتصل إلى ذروتها في فصلي الربيع والصيف ويرجع ذلك لكثرة العواصف الرملية، والدوامات الهوائية بسبب التذبذبات التي تحدث في درجة الحرارة خلال تلك الفترة من العام، بينما تصل إلى أدناها في فصل الشتاء .

ثانياً - التوزيع الجغرافي للياردانج بمنطقة الدراسة :

يتضح من الشكل (١١) التباين في التوزيع الجغرافي للياردانج داخل منطقة الدراسة، بعضها كان قريب من الطريق ديروط الغرافرة، وتم دراسته وقياسه ميدانياً، ويمثله المستطيل الأحمر علي الخريطة أما الياردانج البعيد عن الطريق وكما سبق القول إنه من الصعب دراستها وقياسه ميدانياً، فقد تم دراستها من المرئيات الفضائية المتاحة من موقع google Earth، USGS ويمثلها المربع الأزرق علي الخريطة، وتم توزيعها على ستة قطاعات موزعة على منطقة الدراسة، بناءً على درجة وضوح الياردانج في المرئيات الفضائية حتي يتثنى للباحث دراستها مورفومترياً بدقة، ويمكن توزيع القطاعات المدروسة من الياردانج كما يلي :

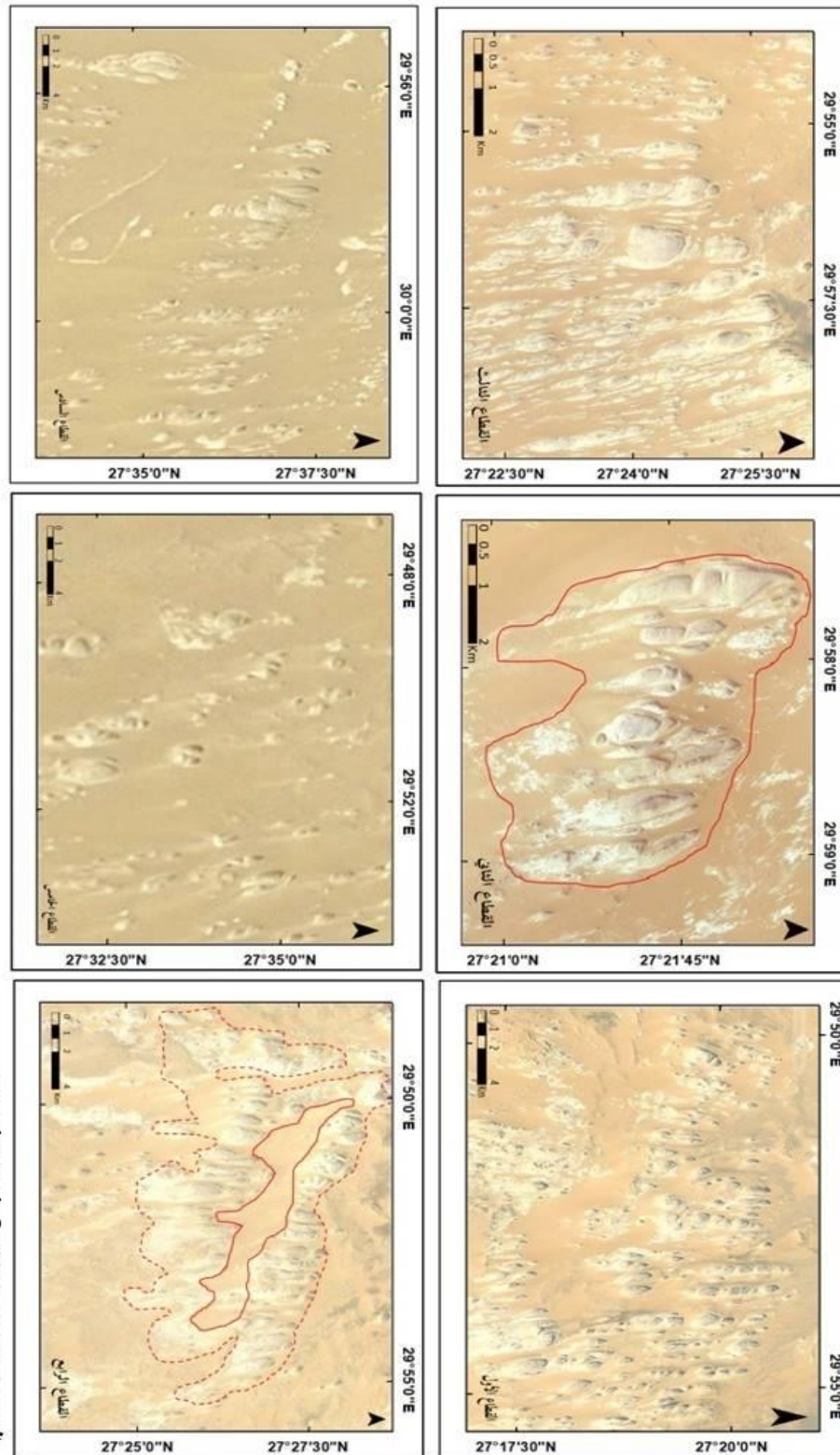




المصدر: Google Earth & ARC GIS 1.5

شكل (١١) التوزيع الجغرافي لقطاعات اليردائج المدروسة بمنطقة الدراسة





شكل (١٢) موقع قطاعات اليردانج المدروسة من جوجل إيرث

المصدر : Google Earth & ARC GIS 1.5



القطاع الأول :

يقع في أقصى الجنوب الغربي لمنطقة الدراسة، ويبعد عن طريق ديروط الفرافرة بنحو ١٨ كم، وفلكياً يقع القطاع بين دائرتي عرض ٠٠ ° ١٧ ° ٢٧ ° و ٣٠ ° ٢٠ ° ٢٧ ° شمالاً، وبين خطي طول ٢٠ ° ٥٠ ° ٢٩ ° و ٢٠ ° ٥٥ ° ٢٩ ° شرقاً، وتتوزع الiardانج بشكل كثيف في خطوط متوازية تأخذ الإتجاه الشمالي الغربي / جنوبي شرقي، وهو نفس اتجاه الرياح السائدة بالمنطقة، ويلاحظ ضيق المسافات فيما بينها، ومن خلال الملحق (٢) والقطاع الأول في الشكل (١٢) يتضح أن الiardانج في هذا القطاع يتميز بصغر أبعاده، فقد تم قياس ٢٥ ياردانج موزعة داخل القطاع تراوحت أطوالها بين ٨,٥ و ٥١ متراً، وتراوح عرضها بين ١,٥ و ٢٤ متراً .

القطاع الثاني :

يقع جنوب منطقة الدراسة إلى الشرق من القطاع الأول، بين دائرتي عرض ٤٥ ° ٢٠ ° ٢٧ ° و ٤٥ ° ٢١ ° ٢٧ ° شمالاً، وبين خطي طول ١٠ ° ٥٧ ° ٢٩ ° و ١٠ ° ٥٩ ° ٢٩ ° شرقاً، ويتميز هذا القطاع بأن أحجام الiardابج كبيرة جداً مقارنة بغيره من القطاعات؛ مما يعني أنها في مرحلة مبكرة من عمرها الجيومورفولوجي، كما يتضح من الصخور أنها مازالت محتقظة بلونها الأصلي، ولم تنشط عوامل التعرية وخاصة الرياح بدورها في تشكيل الiardانج، كذلك يلاحظ أن هذا القطاع ظهر كأشبه بطية كبيرة نشطة عوامل التعرية (المياه- الرياح) في نحت أجزاء منها، فظهرت متقطعة؛ وصل ارتفاع حوافها الخارجية إلى ١٣ متراً، أما القاعدة كانت مترين مقارنة بالتضاريس المحلية كما يتضح من القطاع الثاني في الشكل (١٢) وقد تباينت الiardانج المقاسة في خصائصها الجيومورفولوجية .

القطاع الثالث :

هو أكبر القطاعات الست من حيث الحجم، ويقع إلى الشمال من القطاع السابق عند دائرتي عرض ٢٠ ° ٢٢ ° ٢٧ ° و ٣٠ ° ٢٥ ° ٢٧ ° شمالاً، وخطي طول ٠٠ ° ٥٤ ° ٢٩ ° و ٢٠ ° ٥٩ ° ٢٩ ° شرقاً، ويبعد هذا القطاع نحو ٨,٦ كم عن الطريق الرئيس، وأهم ما يميزه كما يتضح من القطاع الثالث في الشكل (١٢) قلة المسافات بين الiardانج وكثافتها وزيادة أطوالها، وقد تم قياس ٢٥ ياردانج تباينت في أبعادها المورفومترية فتراوحت أطوالها بين ٣٢ : ٣٦٣ متراً، أما العرض فتراوح بين ١٢ و ٣٤ متراً.



القطاع الرابع :

هو قطاع صغير الحجم يقع جنوب طريق ديروط الفرافرة بنحو ٣,٥ كم تم ملاحظة الiardانج بشكل مباشر، ولكن كان من الصعب القياس ميدانياً، وفلكياً يقع القطاع بين دائرتي عرض ١٠ ° ٢٥ ° و ٢٧ ° و ٤٠ ° ٢٧ ° شمالاً، وبين خطي طول ٠٠ ° ٥٠ ° و ٢٩ ° ٥٥ ° شرقاً، وتم قياس عدد ٢٥ ياردانج من برنامج Google Earth؛ ويلاحظ من القطاع الرابع بالشكل (١٢) أن الرمال طمرت الأجزاء الوسطى من القطاع والتي تمثل الجزء المنخفض ويصل ارتفاعه إلى مترين مقارنة بالتضاريس المحلية، ويظهر الiardانج حوله بأحجام متباينة، فتراوح أطوالها بين ٢٤ و ١٥٤ متراً، أما العرض فتراوح بين ٦ و ٣٦ متراً، ويرى الباحث في هذا القطاع تأثير بشكل كبير بعملية الإذابة، فهي أشبه بطية مقعرة نشطة المياه سواء القديمة أو الجوفية في تقطيعها علي محاور مختلفة فظهرت الiardانج بهذا الشكل .

القطاع الخامس :

يقع إلى الشمال من طريق ديروط الفرافرة علي بعد ٩,٥ كم، وإحداثياً يقع بين دائرتي عرض ٣٠ ° ٣٢ ° و ٢٧ ° و ١٠ ° ٣٥ ° شمالاً، وبين خطي طول ٠٠ ° ٤٨ ° و ٢٩ ° ٥٥ ° شرقاً، وتظهر الiardانج في شكل متناثر كما يوضح القطاع الخامس في الشكل (١٢) ويتميز هذا القطاع بطول الiardانج مقارنة بغيره من القطاعات المقاسة، فتراوح أطوالها بين ٢٨ و ١٨٧ متراً، وعرضها يتراوح بين ١٠ و ٣٨ متراً، وتغطي الرمال أجزاء كبيرة من القطاع .

القطاع السادس :

يقع في الشمال الشرقي من منطقة الدراسة علي بعد يصل إلى ١٠ كم شمال طريق ديروط الفرافرة ، وإحداثياً يقع بين بين دائرتي عرض ٣٠ ° ٣٢ ° و ٢٧ ° ٣٧ ° شمالاً، وبين خطي طول ٢٠ ° ٥٦ ° و ٢٩ ° ٠٦ ° شرقاً، ويتميز هذا القطاع بصغر أطوال الiardانج وعرضها مقارنة بالقطاعات الأخرى، وتتراوح أطوالها بين ١٩ و ١٦٠ متراً في حين تراوح عرضها بين ٤ و ٣٨ متراً ، وظهرت خلال هذا القطاع بعض الأشكال البنيوية المتمثلة في طية مقعرة ، كذلك يلاحظ أن اتجاه الiardانج أخذ الاتجاه الشمالي والشمالي الغربي وهو ما يتماشى مع بنية المنطقة وكذلك الرياح السائدة كما يتضح من القطاع السادس في الشكل (١٢) .



ثالثاً - مورفولوجية الiardانج :

ظهر الiardانج بمنطقة الدراسة بأشكال مختلفة وإن كان الشكل الطولي، والإنسيابي النموذجي أكثر الأنواع تكراراً بالمنطقة في حين ظهرت بعض الأشكال الثانوية متمثلة في الشكل القبائي والهرمي وشبه المستدير .

١ - أشكال طولية غير نموذجية :

يكاد يكون هذا النوع الأكثر انتشاراً بمنطقة الدراسة، وقد ظهرت مقدمة الiardانج كمؤخرتها تماماً من حيث ارتفاعها عن مستوى التضاريس المحلية، كما يتضح من الصورة (١) ويتراوح متوسط ارتفاعها بين ٧ و

٧٥ سم .



صورة (١) الشكل الطولي للiardانج

ومن الواضح أنها تأثرت بعوامل التعرية (مياه ، رياح)؛ ويتضح ذلك من قلة ارتفاعها من ناحية، واتفاق محاورها مع اتجاه الرياح السائدة من ناحية أخرى، ويلاحظ أيضاً ظهور النبات الطبيعي علي أسطحها المنخفضة التي لا تلبث أن تطمر تحت رواسب الرمال.

٢- أشكال انسيابية أو نموذجية: تبدو الiardانج على شكل قاربٍ مقلوبٍ، وفي بعض المواضع تنحدر



مقدماتها انحداراً شديداً في الجانب المواجه للرياح السائدة مع ظهور أشكال جيومورفولوجية دقيقة ناتجة عن عمليات النحت ، وتبدو أجزاءها الدنيا مقوضه في حين ينحدر جانبها في منصرف الرياح تدريجياً حتى يلتحم بالسطح كما يتضح من الصورة (٢)، وقد يظهر لبعضها ذيل طويل وخاصة في حالة زيادة نحت الرياح من مؤخرة الiardانج .

صورة (٢) الشكل النموذجي للiardانج





صورة (٣) الشكل شبه الدائري للياردنج



صورة (٤) الشكل القبابي للياردنج



صورة (٥) الشكل الهرمي للياردنج

٣- أشكال شبه دائرية : يظهر هذا الشكل من الياردانج بصورة محدودة جداً بالمنطقة، ولعل السبب في ذلك يرجع إلى قرب انتهاء عمرها الجيومورفولوجي حيث نشطت الرياح بعد بريها وطمرها بكميات كبيرة من الرمال كما يتضح من الصورة (٣) وقد يكون هناك كثير من هذا النموذج ولكن طُمرت أسفل الرواسب الرملية الموجودة بوفرة داخل المنطقة .

٤- أشكال قبابية : من الأشكال الثانوية التي ظهرت بالمنطقة، وقد لوحظ أن قممها القبابية تظهر عليها قشور جيرية، وذكر الرشيدى أن هذه الأشكال تأثرت بنحت مائي سابق، ويظهر ذلك في انحداراتها المحدبة، كما تبدو عليها آثار المسيلات المائية الدقيقة التي تشير إلى دور محدود للجريان المائي الحالي في تشكيلها (الرشيد، ٢٠٠٠، ص ٣٠٠). وفي الوقت نفسه تبدو قواعدها منحوتة بفعل الرياح، وكثيراً ما يصل النحت القاعدة الصخرية الجيرية. وقد يرجع قلة تواجدها إلى أن بعضها بدأ يتخذ شكلاً مستطيلاً، وأن تلك الاستطالة تشير إلى أنها قد بدأت تأخذ طريقها نحو الشكل الطولي النموذجي كما توضح الصورة (٤)

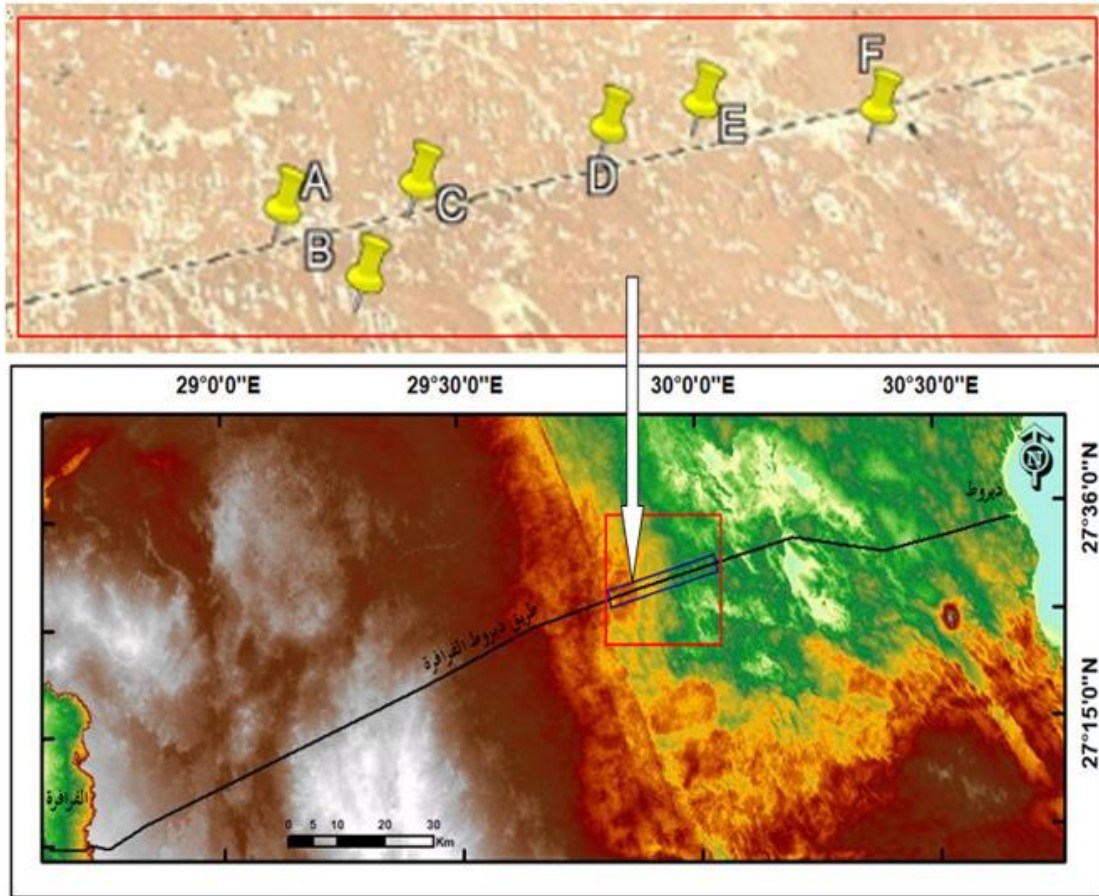
٥- أشكال هرمية : يتميز هذا الشكل باتساع قاعدته

مقارنة بقمته، ويلاحظ أنها صغيرة الأحجام قليلة الارتفاع مقارنة بما يجاوره من ياردانج، أي يمكن القول بأنها في المراحل الأخيرة من دورتها الجيومورفولوجية، ويلاحظ ندرة ظهور هذا الشكل من الياردانج، والنموذج الذي تم رصده ميدانياً كما توضح الصورة (٥) عبارة عن رواسب جيرية متماسكة جداً عند القاعدة، أما القمة فهي عبارة عن رمال خشنة، ومفتتات صخرية، وقشور جيرية؛ لذا فإن تكوينه الليثولوجي عبارة عن تتابع لطبقات صلبة أو شديدة المقاومة لعمليات النحت وأخرى هشة وأقل صلابة هذا إلى جانب دور نحت الرياح وتوافر الرمال المحيطة بالياردانج من جميع الجهات.



رابعاً- الخصائص المورفومترية للياردانج:

تم قياس عدد ٢٠٠ ياردانج بمنطقة الدراسة، منها ٥٤ تم قياس أبعادها المورفومترية ميدانياً، وزعت على أجزاء مختلفة من منطقة الدراسة كما يوضحها الشكل (١٣) والملحق (١) وقياس ١٤٦ ياردانج من المرئيات الفضائية المتاحة من برنامج جوجل إيرث ملحق (٢)، وفيما يلي دراسة الخصائص المورفومترية للياردانج بالمنطقة :



شكل (١٣) مواقع العينات المقاسة ميدانياً لحقول الياردانج

١- الطول

تتراوح أطوال الياردانج ما بين السنتمترات القليلة، ويطلق عليها ميكروسكيل (microscale) أما التي تزيد أطوالها عن عدة أمتار فيطلق عليها ميسوسكيل (mesoscale) والتي تصل أطوالها إلى الكيلومترات فتسمى بالميجاسكيل (megascale) (Carling, 2013,p276) .



وتتباين الiardانج في أطوالها بمنطقة الدراسة، وقد بلغ إجمالي أطوالها نحو ١٣٢٨٢ متراً بمتوسط ٦٦,٤ متراً للوحدة ، أما أقصى طول للiardانج فبلغ ٣٦٣,٧ متراً ، وأقل طول كان ٠,٧ متراً ، ويمكن توزيع الأطوال على خمس فئات كما يوضح الجدول (٩)؛ فيلاحظ أن الفئتين الأولى والثانية يمثلان أكثر من ٤٥% من إجمالي أطوال الiardانج المقاسة، هي أقل من المتوسط العام، في حين الفئة الخامسة والتي تمثل ١٧% من إجمالي الiardانج زاد أطوالها عن ١٢٠ متراً .

جدول (٩) تصنيف أبعاد الiardانج بمنطقة الدراسة

المساحة م ^٢			العرض			الطول		
%	العدد	الفئات بالمتر المربع	%	العدد	الفئات بالمتر	%	العدد	الفئات بالمتر
١٦,٥	٣٣	١٠٠ >	٣٧,٥	٧٥	١٠ >	٩	١٨	١٠ >
٢٩,٥	٥٩	٥٠٠ > : ١٠٠	٢٨,٥	٥٧	٢٠ > : ١٠	٣٦,٥	٧٣	٤٠ > : ١٠
١٢,٥	٢٥	١٠٠٠ > : ٥٠٠	١٧	٣٤	٣٠ > : ٢٠	٢١,٥	٤٣	٨٠ > : ٤٠
٧,٥	١٥	١٥٠٠ > : ١٠٠٠	١٠	٢٠	٤٠ > : ٣٠	١٥,٥	٣١	١٢٠ > : ٨٠
٣٤	٦٨	١٥٠٠ فأكثر	٧	١٤	٤٠ فأكثر	١٧,٥	٣٥	١٢٠ فأكثر
١٠٠	٢٠٠	المجموع	١٠٠	٢٠٠		١٠٠	٢٠٠	المجموع

المصدر : القياسات الميدانية وتحليل الملحقين (١-٢)

وبمقارنة متوسط أطوال الiardانج بمنطقة الدراسة ومناطق أخرى داخل مصر وخارجها نلاحظ أنه أكبر من متوسط أطوال الiardانج في كلٍ من منطقة غرب جبل أم الغنايم، وجنوب الخارجة بمحافظة الوادي الجديد ١٣ متراً، و ٢٠ متراً علي الترتيب للiardانج الصخري بمنخفض الخارجة (حافظ ، ٢٠١٥، ص ١٤٧). ومتوسط طول الiardانج في وادي الأبيض وعين المكفي التي بلغ متوسط طولها ٦,٩ متراً. (الرشيدي ، ٢٠٠٠، ص ٢٨٦). أما في الواحات البحرية بلغ متوسط الطول ٧,١١ متراً (بغدادى ، ٢٠٠٥، ص ١٧٤)، لكن اختلف الأمر عند مقارنة متوسط أطوال الiardانج بمنطقة الدراسة مع أطوال الiardانج بصحراء لوط الإيرانية التي جاء متوسط أطوال الiardانج بها ٤٠,٢ م وأقصى طول كان ٦٦٦٣ م. (Ghods,2017,p.25).



٢- العرض :

يلاحظ التباين الكبير في عرض الiardانج المقاسة، فقد بلغ إجمالي عرض الiardانج ٣٦١٧ متراً بمتوسط ١٨ متراً ، وكان أكبر عرض ٨٨,٧ متراً، وأقل عرض ٠,٧ متراً، ومن خلال الجدول السابق يلاحظ أن الفئة الأولى والثانية يمثلان نحو ٦٥ % من إجمالي الiardانج بمنطقة الدراسة، حيث جاءت أقل من المتوسط العام مما يعكس الضيق في اتساع الiardانج، وعند مقارنة متوسط عرض الiardانج بمنطقة الدراسة مع مناطق أخرى نجد أن هذا المتوسط أكبر بكثير من متوسط عرض الiardانج غرب جبل أم الغنايم وجنوب الخارجة بالوادي الجديد ٣,٦ متراً و ٤,٦ متراً علي الترتيب (حافظ ، ٢٠١٥، ص ١٤٧) كذلك في الواحات البحرية حيث بلغ متوسط عرض الiardانج ب ٥,٣٨ متراً (بغدادى ، ٢٠٠٥، ص ١٧٤) أما صحراء لوط الإيرانية فقد تشابه معها إلى حد كبير حيث بلغ متوسط عرض الiardانج ١١,٢ متراً (Ghodsi,2017,p.25) .

٣ - المساحة :

يتضح من الملحق (٢-١) أن إجمالي مساحات الiardانج المقاسة تصل إلى ٣٨٥٨٨٧ م^٢ بمتوسط ١٩٢٩,٤ م^٢ ، وكانت أكبر مساحة ٣٢٣٣٢,٩ م^٢ وأصغر مساحة ٩,٤٨ م^٢ ، ويوضح الجدول (٩) أن الiardانج بمنطقة الدراسة قليلة المساحة حيث أن ٥٨,٥% من إجمالي الiardانج المقاسة نقل مساحتها عن المتوسط العام، لكنها كبيرة المساحة بمقارنتها بمتوسط مساحة الiardانج بمنطقة غرب جبل أم الغنايم ٩٧,٨ م^٢ وجنوب الخارجة ٦٣ م^٢ (حافظ ، ٢٠١٥، ص ١٤٧) والواحات البحرية ٤١,٤٧ متراً (بغدادى ، ٢٠٠٥، ص ١٧٤).

٤- معامل الشكل :

تمثل نسبة عرض الiardانج إلى طولها مؤشراً للمرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها، وتبدو الiardانج النموذجية على شكل جسم قارب مقلوب، ويساوي أقصى طول وأقصى عرض لها نحو ثلث المسافة بين مقدمتها ومؤخرتها، أي تصل نسبة العرض إلى الطول ما بين ١ : ٣ ، ١ : ٤ (الرشيدى ، ٢٠٠٠، ص ٢٨٨). في حين اعتبر (Ghodsi,2017,p25) أن الشكل النموذجي للiardانج تكون نسبة العرض إلى الطول ١ : ٣,٥ ، وعند حساب نسبة عرض الiardانج إلى طولها بمنطقة الدراسة جاء المتوسط العام ١ : ٣,٩ ، وهي تتشابه إلى حد كبير مع معامل الشكل للiardانج بشمال الخارجة كما جاء في الجدول (١٠) .



جدول (١٠) متوسط نسبة العرض إلى الطول في بعض حقول الiardانج بصحراء مصر الغربية

النسبة	موقع الiardانج	النسبة	موقع الiardانج
٤,٦ : ١	٤ - أم الدبادب	١,٦٥ : ١	١ - جنوب الفرافرة
٣,٥ : ١	٥ - شمال الخارجة	٢,٥٠ : ١	٢ - عين الرمل
٦,٩ : ١	٦ - بئر الجبل	١,٦٥ : ١	٣ - الأبيض

المصدر (Embabi, 1999,p25)

ظهرت أكبر نسبة العرض إلى الطول ٧,٧ : ١ أما أقل نسبة فكانت ١ : ١,٦ كما يوضح الجدول (٩)، ويلاحظ أن ٥٧,٤% من إجمالي الiardانج المقاسة ينخفض في معامل الشكل عن المتوسط العام، ويدل هذا على وصول الiardانج إلى مرحلة الشيخوخة من عمرها الجيومورفولوجي في أكثر من نصف منطقة الدراسة كما يوضح (الصورة ٦) .



صورة (٦) قلة طول وعرض وارتفاع الiardانج وظهوره في مرحلة متأخرة من دورته التحتانية

٥ - الارتفاع (١) :

اتسم الiardانج في منطقة الدراسة بأن ارتفاعها قليلة نوعاً ما، فكان أقصى ارتفاع ٤,٥ متراً في حين أقل ارتفاع كان ٠,٤٥ متراً بمتوسط ١,٩ متراً ، ومن الجدول (١١) يلاحظ أن ٥٩,٣% من جملة ما تم قياسه ميدانياً كان أقل من المتوسط العام مما يدل على بلوغ الiardانج مرحلة متقدمة من التطور . وبمقارنة

(١) يصعب قياس ارتفاعات الiardانج من المرئية الفضائية بشكل دقيق وذلك لوجود ظل للأشكال المجسمة، لذا اقتضت دراسة كلاً من (الارتفاع - الحجم - المساحة) علي العينة التي تم قياسها ميدانياً فقط .



متوسط ارتفاع الiardانج بمنطقة الدراسة ومنطقة غرب جبل أم الغنايم نجد أن متوسط الارتفاع متساويان ١,٩ متراً في حين يقل متوسط الارتفاع عن الiardانج الصخري جنوب الخارجة، والذي يقدر بـ ٣ أمتار (حافظ، ٢٠١٥، ص ١٤٧). أما متوسط ارتفاع الiardانج بالوحدات البحرية كان ٢,٤٢ متراً (بغدادى، ٢٠٠٥، ص ١٧٤) في حين متوسط ارتفاع الiardانج في صحراء لوط كان ٢٩ متراً . (Ghodsi,2017,p25)

جدول (١١) تصنيف ارتفاع وحجم الiardانج بمنطقة الدراسة

الارتفاع م			الحجم م ^٣		
الفئات بالمتر	العدد	%	الفئات بالمتر المكعب	العدد	%
أقل من ١	١٠	١٨,٥	أقل من ٣٠٠	٣٥	٦٤,٨
١ : أقل من ٢	٢٦	٤٨,٢	٣٠٠ : أقل من ٦٠٠	٨	١٤,٨
٢ : أقل من ٣	٩	١٦,٧	٦٠٠ : أقل من ٩٠٠	٧	١٣,٠
٣ : أقل من ٤	٦	١١,١	٩٠٠ : أقل من ١٢٠٠	٣	٥,٦
٤ فأكبر	٣	٥,٥	١٢٠٠ فأكبر	١	١,٩
	٥٤	١٠٠		٥٤	١٠٠

المصدر : قياسات ميدانية

يقول عرض الiardانج وارتفاعها تدريجياً كلما قل طولها، كما تتناقص أحجامها تدريجياً بفعل النحت والتذرية عبر الزمن حتى تختفي تماماً في نهاية دورتها التحتاتيه فيتم نحتها وتسوية بالسطح تماماً كنهاية وتلاشي للiardانج (Embabi,1999,p.30) .

٦ - الحجم :

عبر (التركمانى ١٩٩٩) عن حجم الiardانج بحاصل ضرب المساحة في الارتفاع، ويبلغ متوسط حجم الiardانج المقاس ميدانياً ٢٢٧,٦ م^٣ وهو يتشابه إلى حد كبير مع أحجام الiardانج الصخري بمنطقة غرب جبل أم الغنايم وجنوب مدينة الخارجة ٢٥٠ م^٣ و ٢١١ م^٣ علي الترتيب؛ ويوضح قلة حجم الiardانج المقاسة إلى نشاط الرياح في نحت أجزاء كبيرة من الiardانج وأن ما تبقي منها يوضح أيضاً المرحلة المتقدمة من عمرها الجيومورفولوجي، ولعل السبب الرئيس في قلة أحجام الiardانج المقاسة ميدانياً يرجع لدور الرياح الشمالية الغربية في زيادة التآكل Abrasion وخاصة مع توافر كميات كبيرة من الرمال التي تقوم بدور المعاول التي تساعد في عمليات البري والتذرية.



ومن الأدلة الجيومورفولوجية على تناقص أحجام اليردائج تتمثل في وجود أخاديد Grooves علي ظهور اليردائج، وتراجع القمم، والتقويض السفلي Under Cutting واتساع الفواصل، وانهيار الكتل Fallen Block من جسم اليردائج (Lin,et al,2018,p42) . وتوضح صورة (٧) بعض الأدلة الميدانية المرجحة علي تناقص حجم اليردائج بفعل الرياح .



صورة (٧) قلة حجم اليردائج وظهوره في مرحلة متأخرة من دورتها التحتاتية

يتضح من خلال العلاقة الارتباطية جدول (١٢) بين مساحة اليردائج والخصائص المورفومترية الأخرى أن هناك علاقة ارتباطية موجبة قوية بين المساحة وكل من طول اليردائج وعرضها بلغت ٠,٨٢ و ٠,٦٨ علي الترتيب، في حين جاءت العلاقة موجبة ضعيفة مع الارتفاع ٠,١٣ وهذا لا يعني ارتباط المساحة الكبيرة مع زيادة ارتفاع اليردائج، وقد تم ملاحظته ذلك ميدانياً وهو ما يوضحه الملحق (١) أن أكبر مساحة مقاسة ميدانياً تقدر بنحو ١٢٥٨,٦ م^٢ في حين كان ارتفاعها متراً واحداً، وأكثر اليردائج ارتفاعاً كان ٤,٥ متراً، كانت مساحته ٤٧٠,٨ م^٢. وهذا يعني أنه ليس بالضرورة زيادة المساحة تعني زيادة الارتفاع والعكس صحيح ، وهو ما يدل علي وجود علاقة طردية ضعيفة بين المساحة والارتفاع .



جدول (١٢) العلاقة الارتباطية للخصائص المورفومترية للياردانج

العرض ÷ الطول	الطول ÷ العرض	الحجم م ^٣	المساحة م ^٢	الأرتفاع بالمتر	متوسط العرض بالمتر	أقصى العرض بالمتر	الطول بالمتر	
							1	الطول بالمتر
						1	0.84	أقصى العرض بالمتر
				1	0.43	0.86	0.76	متوسط العرض بالمتر
			1	0.13	0.52	0.38	0.49	الأرتفاع بالمتر
		1	0.80	0.10	0.42	0.68	0.82	المساحة م ^٢
	1	-0.08	-0.15	-0.51	-0.44	0.76	0.66	الحجم م ^٣
	1	-0.36	-0.12	-0.22	0.44	-0.41	-0.54	الطول ÷ العرض
1	-0.36	-0.12	-0.22	0.44	0.31	0.27	0.17	العرض ÷ الطول

المصدر : إعداد الباحث اعتماداً على معامل الارتباط بواسطة برنامج MS excel 2016

أما العلاقة بين حجم الياردانج والطول والعرض والمساحة فقد جاءت طردية قوية حيث بلغت ٠,٦٦ ، ٠,٧٦ ، ٠,٨٠ ، علي الترتيب ، وهذا يعني أنه كلما زاد الطول والعرض دل ذلك علي زيادة حجم الياردانج وكذلك مساحتها في حين جاءت العلاقة جاءت طردية ضعيفة مع الارتفاع (٠,١٠) وهذا يعني أن زيادة حجم الياردانج لا يعني زيادة ارتفاعه، وهذا ما تم ملاحظته ميدانياً فحجم الياردانج وصل إلى ٣٣٤٨ م^٣ في حين كان ارتفاعها مترين فقط . أما العلاقة بين طول الياردانج وعرضها فجاءت موجبة قوية جداً وبلغت ٠,٨٤ وهذا يعني الارتباط بين طول الياردانج وعرضها فكلما زاد الطول زاد أيضاً العرض .

٧ - انحدار مقدمة الياردانج :

يتضح من خلال الملحق (١) أن مقدمات الياردانج تتباين في درجات انحدارها، فبلغت أقصى انحدار



صورة (٨) النحت بالحافات المواجهة للرياح

٤٨° بينما أقل انحدار كان ١٢° بمتوسط عام ٢٥,٢° وهو انحدار شديد طبقاً لما جاء به (young,1972,p.173)، وبمقارنة متوسط انحدار مقدمة الياردانج بمنطقتي غرب أم الغنايم وجنوب الخارجية يتضح قلة الانحدار ٧٤° و ٧٦° علي الترتيب (حافظ ، ٢٠١٥، ص ١٤٧) ، في حين كان متوسط انحدار المقدمة في الواحات

البحرية ٤٣,٢٩° (بغدادى، ٢٠٠٥، ص ١٧٤)، وقد زاد انحدار مقدمات الياردانج بمنطقة الدراسة عن الياردانج بصحراء لوط الإيرانية ١٦,٤° (Ghodsi,2017,p26) ؛ ويرجع السبب في زيادة معدلات



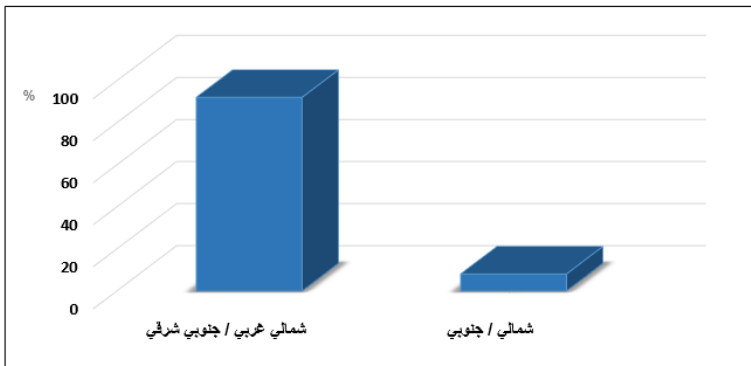
انحدار مقدمات الiardانج عن باقي أجزائها لكونها مواجة للرياح، التي تتشط في نحتها وتقويضها بشكل أكبر من الأجزاء في منصرف الرياح كما توصح الصورة (٨).

٨ - اتجاهات الiardانج :

يتضح من الشكل (١٤) أن الاتجاهات السائدة للياردانج بمنطقة الدراسة والتي يوضحها الملحقان (١-٢) أنها ظهرت في شكلين من الاتجاهات وهما :

- يتجه نحو ٩٢,٦% من الiardانج بمنطقة الدراسة، في الاتجاه الشمالي الغربي / الجنوبي الشرقي ، ويتفق هذا الاتجاه مع اتجاه الانكسارات السائدة بالمنطقة والتي تمثل ٤٤,٤% من إجمالي أعداد الانكسارات ، كذلك مع الرياح السائدة خلال شهور العام، وكما سبق الذكر أنها تمثل ٥٤,٣ - ٤٤,٥% من إجمالي اتجاهات الرياح التي تهب علي منطقة الدراسة لمحطتي أسيوط والفرافرة علي الترتيب ، وتتشط هذه الرياح في البري والتذرية خلال الفترات التي تهب فيها علي المنطقة مع الأخذ في الاعتبار أن قوتها تسمح بتحريك الرمال مما يساعد علي نحت الصخور الجيرية المكونة للياردانج بفعل الرياح.

- يتجه نحو ٧,٤% من الiardانج بمنطقة الدراسة في اتجاه شمالي/جنوبي، وتتفق في ذلك مع اتجاه الرياح الشمالية التي تهب علي منطقة الدراسة، والتي تعد ثاني أكبر نسبة في اتجاه الرياح التي تهب علي منطقة الدراسة معظم السنة، وكما سبق القول بنسبة ٣١,١٥ ، ٣٧,٤٨% بمحطتي أسيوط



المصدر: بيانات الملحق ١ - ٢

شكل (١٦) النسبة المئوية لاتجاه الiardانج بمنطقة الدراسة

والفرافرة علي الترتيب، وإن كانت تمثل نسبة قليلة إلا أن وجودها يعني نشاط هذه الرياح في تشكيل اتجاه مختلف بعض الشيء عن الإتجاه السائد للياردانج التي تم قياسها . ولم يظهر بمنطقة الدراسة أي اتجاهات أخرى للياردانج .



خامساً - العوامل والعمليات الجيومورفولوجية المؤثرة في نشأة وتطور الiardانج :

١ - نشأة الiardانج :

هناك الكثير من الدراسات ^(١) التي تناولت نشأة الiardانج كأحد الأشكال الجيومورفولوجية المرتبطة بالصحراء الغربية المصرية، وجميعها لم يختلف في أصل النشأة؛ ويمكن تناول مراحل النشأة فيما يلي:

المرحلة الأولى: كانت نشأة جيولوجية في البداية ترتبط بطبيعة الصخور الجيرية التي تمثل صخور الأساس التي تكون فيها الiardانج، فقد تشبعت بالمياه خلال فترة البليوستوسين وكونت ما يشبه الأخاديد.

المرحلة الثانية : تتمثل في فترات الجفاف خلال فترة الهولوسين حيث قامت الرياح التي كانت تهب موازية للأودية، وقنوات الأخوار بتوسيع تلك الأخوار وتعميقها بفعل التذرية Deflation والبري Abrasion، فنتج عن ذلك حافات خطية انسيابية الشكل، وكان للبري الدور الأكبر في نحت الحافات المواجه للرياح wind ward وعلى جانبي الiardانج، كما كان له دور مؤثر أيضاً على الأجزاء الخلفية للiardانج والتي تقع في منصرف الرياح lee ward بفعل التدفق العكسي Reverse flow .

المرحلة الثالثة : نشطت بعد ذلك التجوية Weathering في توسيع الممرات Corridors الفاصلة بين الiardانج بفعل تساقط الكتل Rock Fall والانهيالات Mass Wasting ، وكذلك الإذابة التي ظهر تأثيرها بشكل واضح في نشأة الiardانج .

المرحلة الرابعة: هي المرحلة النهائية من عُمر الiardانج، وتتم بفناء الشكل الطولي، وظهور الiardانج كمجموعة من الكتل المنهارة Block Collapses تغطيها الرمال بعد ذلك، بعضها الآخر ينفصل عن قواعده، وتسقط تلك الكتل بين الممرات ولا يبقى سوى شواهد صغيرة جداً، وبمرور الوقت يتم نحت كل هذه البقايا وقد يظهر من جديد السطح الأصلي من صخور الأساس التي نحتت فيها الiardانج، أو تغطي بالرمل، ولا يبقى ما يدل علي وجود الiardانج في المنطقة .

وتتسطح الiardانج وتنتهي تماماً Demise عندما تنتشط الرياح بمساعدة ذرات الرمال الموجودة في تأكلها فلا يبقى منها سوى خراشيف سرعان ما تغطي بالرواسب والمفتتات، فتزيد من اتساع الممرات ما بين الiardانج (Barchyn & Hugenholtz ,2015,p5868) .

(١) التركماني، ١٩٩٩- الرشيدى، ٢٠٠٢- Goudie, 2007- Brooks, 2001- Embabi, 1999



٢- العوامل الجيومورفولوجية المؤثرة في نشأة اليردائج وتطوره:

ترتبط نشأة اليردائج وتطوره بعدد من العوامل والعمليات الجيومورفولوجية إلى جانب دور كل من الخصائص الليثولوجية للصخور وعامل الزمن، مع الوضع في الاعتبار أن تأثير هذه العوامل متباين من منطقة لأخرى بسبب اختلاف ظروف البيئة المحيطة (Lin, et al , 2018, p41). وتتمثل تلك العوامل

في (بعض عناصر المناخ ، الرواسب التي تحملها الرياح)

أ – المناخ : يتمثل دور المناخ في نشأة اليردائج وتطوره في كل من (درجة الحرارة والرياح) .

• درجة الحرارة :

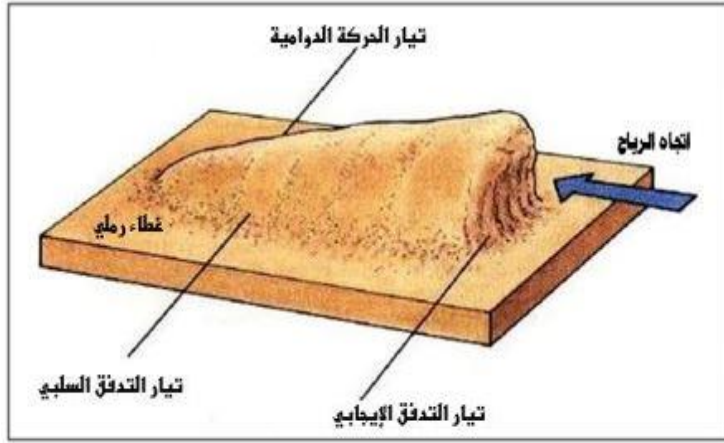
يوضح الجدول (٧) والشكل (٨) السابقين أن درجات الحرارة تقل عن المتوسط العام خلال الفترة من نوفمبر إلى مارس، مسجلة أدنى قيمة لها في يناير ١١ م لمحطة أسيوط حيث ترتفع درجة واحدة مئوية تقريباً في محطة الغرافرة، ودرجة الحرارة تكون مرتفعة نهاراً بصفة عامة نظراً للظروف القارية للمنطقة، ويرتفع أيضاً المدى الحراري اليومي والشهري والسنوي بفعل الظروف القارية حيث يصل متوسط المدى الحراري السنوي بمحطتي أسيوط والغرافرة ١٦,٤ °، و ١٧,٣ ° علي الترتيب، ويترتب على هذا التباين في المدى الحراري مع الوضع في الاعتبار الجفاف السائد حالياً، وانعدام الغطاء النباتي إلى نشاط التجوية الميكانيكية؛ فتمدد وانكماش الطبقات السطحية لصخور الحجر الجيري المكونة للياردائج يترتب عليه تقشر الطبقة السطحية وسقوطها على الممرات، وهي تعمل على تقليل حجم اليردائج، وتطور عمره الجيومورفولوجي، أضف إلى ذلك اتساع الفواصل الموجودة على للياردائج بشكل واضح.

كذلك فإن التفاوت الكبير في درجة حرارة الهواء الملامس للصخور يصاحبه بالتأكيد تفاوت أكبر في درجة حرارة الصخور نفسها، مما يعني قدرة الحرارة على إحداث التفتك الطبيعي للصخور وانفراط حبيباتها لتكون سهلة النقل أمام عوامل التعرية، ويضاعف من تأثيرها وفرة الفواصل والشقوق وعدم تجانس الصخور، واختلاف تركيبها المعدني، حيث ينشأ داخل الكتلة أو الطبقة الواحدة أكثر من جهة يؤدي إلى تكسرها وتشققها (صالح ، ١٩٩٥ ، ص٩٤).

وخلال الدراسة الميدانية وجد أن اتساع الفواصل في الصخور المكونة للياردائج وصل إلى ٥٢ سم وزيادة نسبة المفتتات التي سرعان ما تنقلها الرياح، ويساعد هذا في تساقط الصخور، وينتهي الأمر بانفصال أجزاء من واجهات اليردائج وتراجع لقممها، أما انخفاض درجات الحرارة أثناء الليل يساعد على



زيادة معدلات تبلور الأملاح داخل مسام الصخر، ومن ثم زيادة نشاط عملية التجوية الكيميائية، بمعنى أن هناك علاقة طردية قوية بين انخفاض درجات الحرارة، وزيادة نشاط التجوية الكيميائية.



شكل (١٥) نطاق تدفق الرياح ودورها في تشكيل اليردنج

• الرياح Wind:

يظهر الدور الجيومورفولوجي للرياح في نشأة وتطور اليردنج فيما يلي :
هناك ثلاثة تيارات هوائية هي المسؤولة عن تشكيل اليردنج تعرف باسم تيارات التدفق كما يوضحها الشكل (١٥) تتمثل في تيار التدفق الإيجابي Positive Flow winds هو تيار

الهواء المواجه لليردنج والمسؤول عن نحت واجهة اليردنج، وتيار التدفق السلبي Negative Flow Winds وهو المسؤول عن التقويض السفلي Under cutting وظهور الشكل المقعر في جوانب اليردنج، تيار الحركة الدوامية Continuous Flow current هو التيار المسؤول عن نحت جوانب اليردنج في ظل الرياح.



الصورة (٩) التقويض السفلي والنحت الجانبي المواجه للرياح وظهور رمال كثيفة تغطي الاجزاء السفلي من اليردنج

وتقوم الرياح بنحت اليردنج بعدت مراحل متتالية تبدأ في نحت الجوانب المواجهة للرياح، ثم نحت السطح المواجه للرياح، ثم نحت أجزاء من اليردنج في منصرف الرياح والجزء العلوي في منصرف الرياح بفعل التدفق العكسي، وفي النهاية يتم نحت مؤخرة اليردنج بفعل التدفق المقلوب Reverse Flow (التركمانى، ١٩٩٩، ص ١٣٧).
وقد اختلفت معدلات النحت حسب قوة الرياح وما تحمله من مفتتات صخرية ، ويتضح من الصورة (٩) زيادة معدلات النحت في الجهة المواجهة للرياح كما يتضح كميات الرمال التي تغطي الجزء الأسفل من اليردنج .



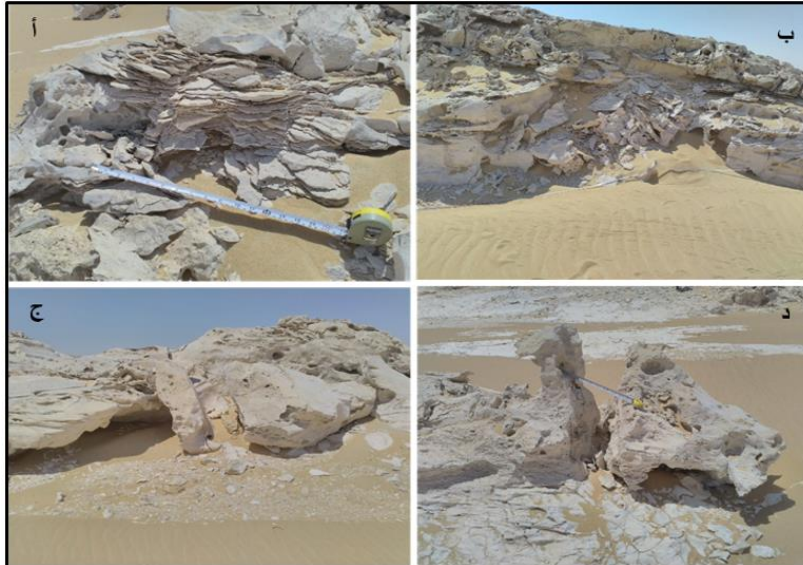
ب- الرواسب التي تحملها الرياح:

تنقل الرياح المفتتات الصخرية وفقاً لأحجامها، فالمواد الناعمة والدقيقة تحملها الرياح إلى ارتفاعات قد تصل إلى آلاف الأقدام، ويكون النقل هنا بطريقة التعلق Suspension أما الطريقة الثانية فهي القفز Saltation؛ حيث تؤدي قوة دفع الرياح إلى رفع المواد الخشنة إلى أعلى ودفعها إلى الأمام عن طريق القفز، وفي العادة لا يزيد ارتفاعها عن سطح الأرض أكثر من مترين، غير أن تأثيرها في عملية النحت بالغ الأهمية، والطريقة الثالثة هي الجر Traction وتتأثر بها المفتتات التي يزيد قطرها على ٢ مم، حيث لا تقوى الرياح على تحريكها بعيداً عن مواضعها الأصلية، وقد ظهر دور الرواسب الرملية واضحاً بمنطقة الدراسة حيث ساعدت وفرة المفتتات الرملية على زيادة نحت أجسام اليردائج بشكل كبير فهي تعد العوامل المساعدة على تفتيت صخور الأساس عن طريق الاحتكاك والبري.

٣- العمليات الجيومورفولوجية المؤثرة في نشأة اليردائج وتطورها:

أ- التجوية الميكانيكية : *Physical Weathering*

تتفكك الصخور إلى شظايا Fragments ومفتتات بطريقة ميكانيكية بحتة دون حدوث تغيرات في خصائصه الكيميائية، وتتنوع أشكال التجوية الميكانيكية بتنوع العوامل الطبيعية المؤثرة فيها، ويتضح من



الصورة (١٠) أهم أشكال التجوية الميكانيكية التي تم رصدها على جسم اليردائج بمنطقة الدراسة وتتمثل في (التقشر، التفكك الحبيبي، والانفصال الكتلي).

وخلال الدراسة الميدانية تم ملاحظة القشور الجيرية الصلدة فوق أسطح اليردائج كما يتضح من الصورة (١٠-أ)، وتكمن أهمية وجود تلك القشور في التعرف على

صورة (١٠) التجوية الميكانيكية ودورها في تطور اليردائج

ب- التفكك الحبيبي
د- تفكك الكتلي وترجع المقدمة

أ- تقشر الطبقة السطحية للصخر
ج- التفكك الكتلي على جانب اليردائج



مراحل نحت الiardانج وتطورها، فقد تكونت تلك القشور خلال فترة رطبة، فعمل التساقط خلالها علي إذابة المواد الجيرية القابلة للإذابة وتسريبها مع المياه سواء في مسام الرواسب الأسفل منها، أم التي أعيد ترسيبها على شكل راقات وبقيت المواد الأكثر مقاومة للإذابة على شكل قشور جفت وتصلبت فوق أسطح الiardانج ، أو تحركت لأسفل لتستقر على منحدراتها، أو عند قواعدها، ثم جفت وتماسكت (الرشيدي ٢٠٠٢، .

ب- التقويض السفلي : Under Cutting



صورة (١١) التقويض السفلي ودوره في تطور الiardانج

عملية نحت للأجزاء الدنيا من الiardانج والقريبة من سطح الأرض، ويشترك كل من البري والتجوية في زيادة التقويض السفلي للiardانج، وينتهي الأمر بسقوط الأجزاء العليا من الiardانج بسبب

الجاذبية وتراجع القمة، وبتكرار هذه العملية يتناقص حجم الiardانج إلى أن تنتهي تماماً. تم رصد بعض حالات التقويض السفلي بمنطقة الدراسة، فمنها ما تم سقوط الواجهة المقوضه وتراجعت القمة لأكثر من مترين كما يتضح من الصورة (١١) .

ج- البري والتذرية



صورة (١٢) صقل الرياح للiardانج بمنطقة الدراسة

يعد كل من البري والتذرية من أهم العمليات الجيومورفولوجية المؤثرة في تطور شكل الiardانج، فتتعرض أسطحه للبري Abrasion بفعل ضغط الرياح وما تحمله من ذرات رمال، فتزيل ما عليها من رواسب مفككة أو تعرضها للتفكك والانفصال .

وأكد (تراب، ٢٠١١، ص ٧٢) أن عملية البري تنشط بشكل واضح في الأجزاء القريبة من سطح الأرض والتي لا يتعدى ارتفاعها مترين، ويزداد البري بمنطقة الدراسة بفعل المخزون الهائل من رمال الكثبان



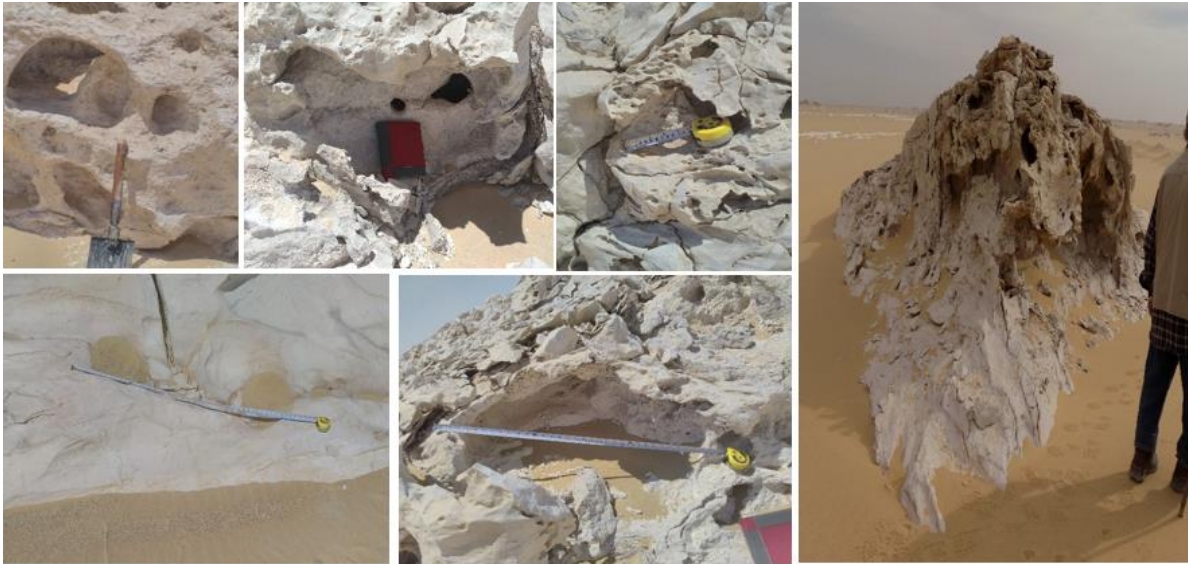
الرملية الموجودة بالمنطقة، لذا تظهر صخور اليردنج مصقولة كما يتضح من الصورة (١٢) . ويلعب البري دوراً مركزياً في نشأت وتعديل حقول يردنج، وإن كان من الصعب تحديد معدلات التآكل في الطبيعية، فقد استخدمت العديد من قوانين الميكانيكا لحساب معدلات بري الرياح لصخور اليردنج معملياً ومنها (١)
$$\bar{D} = \frac{1}{H} \int_0^H D(z) dz$$

أما التذرية Deflation، فتتم بقوة دفع تيارات الرياح واحتكاكها بالسطح، ويتأثر معدل التذرية بمدى تلاحم حبيبات الصخر، ونمط الفواصل، واستواء السطح.

كذلك تؤثر ميكانيكية حركة الرياح في عملية التذرية حيث إنه عندما يقل الضغط في اتجاه حركة التدفق؛ فإن قلة الانحدار تساعد التيار السفلي علي نقل الحبيبات المنحوتة والمجواه بالطريقة التي تتناسب مع أحجامها (التركماني، ١٩٩٩، ص ١٣١) .

د- الإذابة السطحية :

هي إحدى صور التجوية الكيميائية التي تؤثر علي صخور الحجر الجيري، يزداد نشاطها على طول خطوط الفواصل والشقوق، وترتبط الإذابة ارتباطاً وثيقاً بالرطوبة، ومستوى الماء الباطني، فلا بد أن يكون



صورة (١٢) نماذج مختلفة لحفر الإذابة على ظهور اليردنج

(١) D = معدل البري ، Z = الارتفاع عن سطح الأرض (صفر) H_0 = أقصى ارتفاع لمسار الرمال
 $D(z)$ = متوسط عمق البري على الحجر الجيري. (Wang et al,2011,p.6) .



مستوى الماء الباطنى أسفل السطح على عمق يسمح للمياه أن تتسرب باستمرار داخل الصخور، وهناك بعض الشروط لا بد من توافرها حتى تقوم الإذابة بدورها الجيومورفولوجي تتمثل في؛ وجود طبقات صخرية قابلة للإذابة، وفرة الشقوق والفواصل بالصخور، درجة مسامية الصخور ونفاذيته .

ظهر دور الإذابة في نشأة اليردائج وتطوره بشكل واضح؛ تمثل ذلك في ظهور الكثير من حفر الإذابة بأحجامها المختلفة كما توضح صورة (١٣)، والتي ترجع نشأتها غالباً عند اتحاد كربونات الكالسيوم مع ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء الجوي، والذي يقوم بدوره إلى تكوين محلول كربوني مخفف له قدرة كبيرة على إذابة الحجر الجيري وتكوين فجوات تتسع وتتصل ببعضها مع مرور الوقت لتكوين فجوات وحفر أكبر، تعمل في نهاية الأمر على تخفيض حجم اليردائج وفنائها، وخلال الدراسات الميدانية تم رصد الكثير من حفر الإذابة المختلفة الأبعاد على ظهور بعض اليردائج تباينت في أشكالها وأحجامها كما يتضح من الصورة السابقة .



نتائج الدراسة :

- ١- ظهر اليردائج بمنطقة الدراسة بعد ٤٠ كم جنوب غرب مدينة أسيوط في اتجاه منخفض الغرافرة ، ويعد طريق ديروط الغرافرة الطريق الوحيد للوصول لمنطقة الدراسة علي سطح الهضبة الجيرية .
- ٢- يتراوح العمر الجيولوجي لمنطقة الدراسة بين الزمن الجيولوجي الثالث متمثلاً في تكوينات الإيوسين الأوسط والأعلى، والزمن الجيولوجي الرابع متمثلاً في الإرسابات الرملية .
- ٣- المدى التضاريسي العام بمنطقة الدراسة يقدر بـ ١٦٤ متراً حيث إن الفارق بين منسوب أعلى نقطة داخل منطقة الدراسة (٢٠٣م) وأدنى نقطة (٣٩م). أما متوسط انحدار المنطقة فيبلغ ١ إلى ٦٠ م بمتوسط درجة انحدار ١,٥ درجة .
- ٤- تمثل الأجزاء الوسطي من منطقة الدراسة أكثر الأجزاء انخفاضاً، فلا يتجاوز ارتفاعها ٧٥ متراً، وهي بمثابة الأحواض القديمة التي ترسبت فيها صخور الحجر الجيري.
- ٥- لعبت الخصائص المناخية (الحرارة، المدى الحراري، السرعة الرياح واتجاهاتها المختلفة) دوراً مهماً في تطور اليردائج بمنطقة الدراسة .
- ٦- تقل أطوال اليردائج وارتفاعها بشكل كبير بمقارنتها بغيرها، ويدل هذا علي نشاط العمليات الجيومورفولوجية وخاصة (البري والتذرية) لما لهما من دور واضح في نشأة اليردائج وتطوره.
- ٧- وجود كميات هائلة من الرمال بمنطقة الدراسة ساعد على زيادة نشاط النحت حيث مثلت هذه الرواسب المعاول التي استخدمتها الرياح في نحت أجزاء من اليردائج بشكل كبير .
- ٨- يأخذ اليردائج بمنطقة الدراسة نفس إتجاه الرياح السائدة حيث إن ٩٢,٦% من اليردائج تأخذ الإتجاه الشمالي الغربي / الجنوبي الشرقي ، وهذا نتاج سيادة نوع واحد من الرياح معظم أيام العام .
- ٩- أهم أشكال التجوية الميكانيكية التي تم رصدها علي جسم اليردائج بمنطقة الدراسة تتمثل في (التقشر ، التفكك الحبيبي ، والانفصال الكتلي) .
- ١٠- ظهور اليردائج في منطقة الدراسة بشكل يدل على أنها في مرحلة متأخرة من العمر الجيومورفولوجي، تمثل ذلك في رصد العديد منها وقد تفككت أجزاءها ، وانفصلت مقدماتها ، واتسعت المسافات بين الممرات داخل حقول اليردائج .
- ١١- تنتهي اليردائج وتتسطح تماماً عندما تنتشط الرياح بمساعدة ذرات الرمال في تأكلها، فلا يبقى منها سوى خراشيف سرعان ما تغطي بالرواسب والمفتتات، ولا يبقى ما يدل علي وجودها بالمنطقة .



ملحق (١) التحليل المورفومتري للياردانج المقاس ميدانياً

رقم العينة	الطول بالمتري	أقصى العرض بالمتري	متوسط العرض بالمتري	الارتفاع بالمتري	انحدار الواجهة بالدرجة	المساحة م ^٢	الحجم م ^٣	الطول ÷ العرض	العرض ÷ الطول	الاتجاه العام بالدرجة
العينة الأولى										
٣٢٢	٢٤,٥	١٠	٨,٢	٣	٣٢-	٢٤٥	٧٣٥,٠٠	١:٢,٥	٠,٤١	٣٢٢
٣٣٢	٣١,٧	١٣,٥	١٠	٣,٢	٣٠-	٤٢٧,٩٥	١٣٦٩,٤٤	١:٢,٤	٠,٤٣	٣٣٢
٣٤٢	٢٨,٧	٨,٥	٧,٣	٣,٩	٤٠-	٢٤٣,٩٥	٩٥١,٤١	١:٣,٤	٠,٣٠	٣٤٢
٣١٤	١٤,٨	٧,٩	٦,٦	٢,٨	٢٢-	١١٦,٩٢	٣٢٧,٣٨	١:١,٩	٠,٥٣	٣١٤
٣١٧	٢٣,٣	٥,٨	٤,٢	٤,١	٣١-	١٣٥,١٤	٥٥٤,٠٧	١:٤,٠	٠,٢٥	٣١٧
٣٢٥	٢٢,٤	٦,٨	٥,٢	٤,٢	١٩-	١٥٢,٣٢	٦٣٩,٧٤	١:٣,٣	٠,٣٠	٣٢٥
٣١٧	٣٢	٩,١	٨,٢	٣,٧	٣١-	٢٩١,٢	١٠٧٧,٤٤	١:٣,٥	٠,٢٨	٣١٧
٣٢٢	٢٢	٨,٢	٧,٤	٣,١	٢١-	١٨٠,٤	٥٥٩,٢٤	١:٢,٧	٠,٣٧	٣٢٢
العينة الثانية										
٣٤٢	٧,٩	١,٨	١,٢	٠,٧٥	١٥-	١٤,٢٢	١٣٥,٣٠	١:٤,٤	٠,٢٣	٣٤٢
٣٥٩	٦,٨	٢,٤	٢,٤	٠,٤٥	١٧-	١٦,٣٢	٦,٤٠	١:٢,٨	٠,٣٥	٣٥٩
٣٥٦	٦,٦	٢,٤	٢,٤	٠,٨٥	١٤-	١٥,٨٤	١٣,٨٧	١:٢,٨	٠,٣٦	٣٥٦
٣٤٨	١٣,٩	٢	٢	٠,٤٥	١٢-	٩,٧٣	٧,١٣	١:٦,٩	٠,٠٥	٣٤٨
٣٣٦	١٦,٥	٢,٧	٢,٧	١,٦	١٣-	٤٤,٥٥	١٥,٥٧	١:٦,٢	٠,١٦	٣٣٦
٣٤٤	١١,٥	١,٨	١,٨	١,٥	١٨-	٢٠,٧	٦٦,٨٣	١:٦,٤	٠,١٦	٣٤٤
٣٥٨	١٠	٢	٢	١,٧	٢٠-	٢٠	٣٥,١٩	١:٥,٠	٠,٢٠	٣٥٨
٣٣٦	٧	٢,١	٢,١	٠,٨٥	١٩-	١٤,٧	١٧,٠٠	١:٣,٣	٠,٣٠	٣٣٦
٣٥٦	٦,٥	٢,٢	٢,٢	٠,٩٠	١٨-	١٤,٣	١٣,٢٣	١:٣,٠	٠,٣٤	٣٥٦
٣٤٢	٩,٨	٢	٢	١	٢٠-	١٩,٦	١٤,٣٠	١:٤,٩	٠,٢٠	٣٤٢
العينة الثالثة										
٣١٠	١٨,٤	٦	٤,٨	١,٩٥	٣٤-	١١٠,٤	٣٨,٢٢	١:٣,١	٠,٣٣	٣١٠
٣٣٩	١٣,٧	٤	٣,٣	١,٥	٤٢-	٥٤,٨	١٦٥,٦٠	١:٣,٤	٠,٢٩	٣٣٩
٣٢٠	٢٨	٩,٣	٨,٢	١,٩	٣٩-	٢٦٠,٤	١٠٤,١٢	١:٣,٠	٠,٣٣	٣٢٠
٣٣٧	٣٢,٢	٧	٦,٨	٣	٣٢-	٤٥,٠٨	٧٨١,٢٠	١:٤,٦	٠,٠٤	٣٣٧
٣٣٦	٣٤,٧	٨	٧,١	٣,٥	٢٣-	٢٧٧,٦	١٥٧,٧٨	١:٤,٣	٠,٢٣	٣٣٦
٣٢٠	٢٢,٥	٣,٤	٣	١,٤	١٦-	٧٦,٥	٣٨٨,٦٤	١:٦,٦	٠,١٥	٣٢٠
٣٣٧	٢٠	٦	٥,١	١,٧	١٧-	١٢٠	١٣٠,٠٥	١:٣,٣	٠,٣٠	٣٣٧
٣٢١	٢٣,٥	٥,٥	٤,٨	٢	٢٠-	١٢٩,٢٥	٢٤٠,٠٠	١:٤,٣	٠,٢٣	٣٢١
٣٣١	٢٢	٦,١	٥,٢	٢,١	٢١-	١٣٤,٢	٢٧١,٤٣	١:٣,٦	٠,٢٨	٣٣١
العينة الرابعة										
٣٤٧	٣١,٥	٦,٢	٥,٤	٢,٢٥	١٤-	١٩٥,٣	٣٠١,٩٥	١:٥,٨	٠,٢٠	٣٤٧
٣٤٣	٣٦,٥	١١,٣	٨,٨		١٨-	٤١٢,٤٥	٥٦٦,٣٧	١:٣,٢	٠,٣١	٣٤٣
٣٣٠	١٧,٣	٤,٢	٣,٩	١,٣	٢٣-	٧٢,٦٦	٥٣٦,١٩	١:٤,١	٠,٢٤	٣٣٠
٣٣٧	٢١	٦,٤	٥,٣	١,٧	٤٤-	١٣٤,٤	١٢٣,٥٢	١:٣,٣	٠,٣٠	٣٣٧
٣٤٣	١٤,٧	٤,٤	٣,١	١,٥	٢٣-	٦٤,٦٨	٢٠١,٦٠	١:٣,٣	٠,٣٠	٣٤٣
٣٤٤	١٧,٥	٦	٤,٥	١,٢	٢٧-	١٠٥	٧٧,٦٢	١:٢,٩	٠,٣٤	٣٤٤
٣٤٥	٩	١,٨	١,٨	١,١	٧١-	١٦,٢	١١٥,٥٠	١:٥,٠	٠,٢٠	٣٤٥
٣٣٣	٣٦,٧	٥,٨	٣,٥	١,٢	٢٧-	٧٧,٠٧	١٩,٤٤	١:٦,٣	٠,٠٦	٣٣٣



العينة الخامسة										
٣١٧	٠,١٣	٧,٧	١١٥,٦١	١١١,٣٤	٢١-	١,٥	٤,٧	٣,٨	٢٩,٣	٣٦
٣٢١	٠,٤٤	٢,٣	١١١,٣٤	١٦٧٤	٢٠-	١	٢٠,٣	٢٧	٦٢	٣٧
٣١٢	٠,٢٧	٣,٨	٣٣٤٨,٠٠	١١٧,٦	٣٣-	٢	٣,٩	٥,٦	٢١	٣٨
٣٢٢	٠,٣٨	٢,٦	٩٤,٠٨	١٦,٢٥	٣٥-	٠,٨	٢,٤	٢,٥	٦,٥	٣٩
٣١٨	٠,٢٩	٣,٥	٢١,١٣	٢٣,٤	٢٥-	١,٣	٢,٦	٢,٦	٩	٤٠
٣٣٧	٠,٤٤	٢,٣	٧٩,٥٦	٣٩,٩	١٨-	٣,٤	٤,٢	٤,٢	٩,٥	٤١
٣٣٨	٠,٤١	٢,٤	٢٧,٩٣	١٧,٨٢	٣٣-	٠,٧	٢,٧	٢,٧	٦,٦	٤٢
٣٣٤	٠,١٨	٥,٦	٣٢,٠٨	٢٠٠,٤	٢٩-	١,٨	٥,٣	٦	٣٣,٤	٤٣
٣٤١	٠,١٩	٥,٤	٩٠١,٨٠	٥٣٥	٢٨-	٤,٥	٨,٨	١٠	٥٣,٥	٤٤
٣٤٥	٠,٣٠	٣,٤	٣٢١,٠٠	٩,٦٩	٣٥-	٠,٦	١,٧	١,٧	٥,٧	٤٥
٣١٨	٠,٢٥	٤,١	١٣,٥٧	٢٨٧,٢٨	٢٠-	١,٤	٨,٤	٤,٨	٣٤,٢	٤٦
٣٤٧	٠,٢٤	٤,٢	٤٣٠,٩٢	٩٦	٢٢-	١,٥	٤,٥	٤,٨	٢٠	٤٧
٣٤١	٠,١٧	٦,٠	١٠٥,٦٠	٢٩,٠٤	١٧-	١,١	٢,٢	٢,٢	١٣,٢	٤٨
العينة السادسة										
٣٣٢	٠,٦٤	١:١,٦	٤٩,٣٧	٢٢٥,٦	٣٣-	١,٧	١١,٨	١٢	١٨,٨	٤٩
٣٤١	٠,١٨	١:٥,٤	٤٩٦,٣٢	٢٦٦	١٧-	٢,٢	٧,٥	٧	٣٨	٥٠
٣٢٢	٠,٣١	١:٣,٢	٦٦٥,٠٠	٥٤٦	٤٨-	٢,٥	٨,٥	١٣	٤٢	٥١
٣١١	٠,٤١	١:٢,٤	١٢٢٨,٥٠	١٣٩٢	١٧-	٢,٢٥	٥,٨	٢٤	٥٨	٥٢
٣١٦	٠,٤٩	١:٢,٠	٢٠٨٨,٠٠	٧٣,٢	١٩-	١,٥	٢,٨	٦	١٢,٢	٥٣
٣٣٨	٠,١٣	١:٦,٢	٥٨,٥٦	٨	١٦-	٠,٨	١,٣	١,٣	٨	٥٤
			٢١٨٠٩,٨٢	١٠٢٧٣,٩		١٠٢,٨	٢٧١,٩	٣٣٧,٣	١١٧٦	الإجمالي
	٠,٢٩	١:٣,٩	٤,٥,٨٩	١٩٠,٢٦	-٢٥	١,٩		٦,٣	٢١,٧٨	المتوسط

المصدر: القياسات الميدانية .



ملحق (٢) التحليل المورفومتري للياردانج المقاس من المرئيات الفضائية

رقم العينة	الطول بالمتري	أقصى العرض بالمتري	متوسط العرض بالمتري	المساحة م ^٢	الطول ÷ العرض	العرض ÷ الطول	الاتجاه العام بالدرجة
القطاع الأول							
332	14.2	6.6	6	93.7	0.15	0.46	
331	22.6	8.8	8	198.9	0.11	0.39	
322	8.78	5.6	4.5	49.2	0.18	0.64	
311	9.79	4.8	4	47.0	0.21	0.49	
312	18.8	8.7	5.5	163.6	0.11	0.46	
338	9	8.5	6	76.5	0.12	0.94	
332	32.6	1.5	1	48.9	0.67	0.05	
341	20.7	5.3	4.6	109.7	0.19	0.26	
322	95.2	24.4	22	2322.9	0.04	0.26	
311	20.6	7.1	7	146.3	0.14	0.34	
316	40.8	16	15	652.8	0.06	0.39	
342	36.2	18.3	16.8	662.5	0.05	0.51	
332	60.8	16.2	16	985.0	0.06	0.27	
341	43.9	17	16	746.3	0.06	0.39	
322	51	19.2	18.8	979.2	0.05	0.38	
352	41.7	8.6	7	358.6	0.12	0.21	
312	19.1	9.5	8.5	181.5	0.11	0.50	
346	11.9	5.5	5	65.5	0.18	0.46	
296	16	5.8	5	92.8	0.17	0.36	
311	25.8	8.6	8	221.9	0.12	0.33	
298	15.4	7.8	7	120.1	0.13	0.51	
338	22.9	5.8	5	132.8	0.17	0.25	
332	23.68	17.5	15.4	414.4	0.06	0.74	
318	48.4	19.8	18.5	958.3	0.05	0.41	
322	21.2	7.8	5.5	165.4	0.13	0.37	
القطاع الثاني							
352	102.3	88.7	80.8	9074.0	0.01	0.87	
341	142.4	36.2	35.1	5154.9	0.03	0.25	
322	187.8	36	35	6760.8	0.03	0.19	
311	136.1	14.8	12.5	2014.3	0.07	0.11	
316	166.7	22	20.1	3667.4	0.05	0.13	
351	96.5	18.2	17.2	1756.3	0.05	0.19	
332	30.38	7.7	7	233.9	0.13	0.25	
341	53.5	7.8	7	417.3	0.13	0.15	
291	192.6	58.4	55	11247.8	0.02	0.30	
301	85.3	20.5	19.5	1748.7	0.05	0.24	
316	173.2	50.9	45.8	8815.9	0.02	0.29	
332	135.5	30.3	29.1	4105.7	0.03	0.22	
341	120.6	21.8	19.5	2629.1	0.05	0.18	
322	194.3	58.3	55.7	11327.7	0.02	0.30	
311	234.1	53.1	50.1	12430.7	0.02	0.23	
316	176.8	17.1	15.8	3023.3	0.06	0.10	



293	0.41	0.03	3200.1	34.6	36.2	88.4	42
322	0.24	0.02	6743.7	35.4	40.6	166.1	43
341	0.13	0.06	2154.7	12.9	16.6	129.8	44
322	0.22	0.03	6758.9	36.6	38.6	175.1	45
311	0.16	0.09	851.8	10.5	11.7	72.8	46
300	0.34	0.01	13904.5	65.8	68.8	202.1	47
313	0.23	0.04	2711.5	22.5	25.2	107.6	48
322	0.17	0.06	1475.2	15	16	92.2	49
333	0.20	0.08	695.0	9.5	11.9	58.4	50
القطاع الثالث							
332	0.27	0.07	851.6	13.5	15.1	56.4	51
344	0.24	0.01	32332.9	85.5	88.9	363.7	52
322	0.56	0.02	5748.2	52.4	56.8	101.2	53
308	0.24	0.03	4899.4	32.5	34.6	141.6	54
316	0.19	0.03	4757.9	22.8	29.7	160.2	55
338	0.39	0.07	492.7	9.8	13.8	35.7	56
310	0.33	0.08	445.3	9	12.1	36.8	57
341	0.31	0.34	27.3	1.7	2.9	9.4	58
332	0.30	0.08	505.9	9.8	12.4	40.8	59
341	0.24	0.03	3877.7	28.8	30.2	128.4	60
333	0.28	0.04	1959.5	22	23.3	84.1	61
311	0.24	0.13	251.9	7	7.8	32.3	62
316	0.44	0.03	2070.9	28.8	30.1	68.8	63
257	0.48	0.02	3713.6	39.7	42.2	88	64
332	0.23	0.03	3589.4	27.1	28.9	124.2	65
341	0.44	0.07	466.6	11.5	14.4	32.4	66
322	0.31	0.04	2365.8	25	27.1	87.3	67
301	0.31	0.02	11027.4	57.1	58.1	189.8	68
316	0.19	0.07	1202.6	14.2	15.3	78.6	69
301	0.23	0.06	1255.7	14.5	16.9	74.3	70
332	0.22	0.04	2349.0	19.5	22.5	104.4	71
341	0.39	0.03	2195.8	22.5	29.2	75.2	72
322	0.39	0.07	514.0	12	14.2	36.2	73
311	0.13	0.03	6256.6	26	28.7	218	74
316	0.09	0.07	1917.5	11.5	13.4	143.1	75
القطاع الرابع							
332	0.21	0.03	5062.0	30	32.7	154.8	76
341	0.29	0.05	1405.0	18	20.1	69.9	77
322	0.30	0.06	1038.4	15.5	17.6	59	78
307	0.18	0.09	709.0	9.5	11.2	63.3	79
316	0.26	0.07	816.4	11.8	14.5	56.3	80
311	0.30	0.05	1314.0	16.5	19.7	66.7	81
332	0.33	0.04	2368.8	25.4	28	84.6	82
341	0.39	0.03	4080.0	33.8	40	102	83
333	0.32	0.15	132.6	5.5	6.5	20.4	84
311	0.21	0.05	2125.2	19.5	21	101.2	85
316	0.39	0.03	3319.5	34.5	36.2	91.7	86
312	0.34	0.14	144.9	7	7	20.7	87



332	0.20	0.10	491.0	8.5	10	49.1	88
341	0.31	0.05	1234.8	18.1	19.6	63	89
322	0.29	0.08	598.7	11.5	13.1	45.7	90
322	0.16	0.08	983.0	10.8	12.7	77.4	91
316	0.30	0.08	493.7	11.2	12.1	40.8	92
295	0.34	0.13	170.2	7	7.6	22.4	93
332	0.65	0.04	855.4	22.5	23.5	36.4	94
341	0.17	0.07	1162.0	13	14	83	95
322	0.25	0.11	336.7	9	9.2	36.6	96
311	0.24	0.05	1829.1	20	21	87.1	٩٧
316	0.22	0.06	1504.8	16	18	83.6	٩٨
338	0.24	0.08	581.7	10.5	11.8	49.3	٩٩
357	0.24	0.12	313.9	8	8.6	36.5	١٠٠
القطاع الخامس							
332	0.26	0.06	920.9	14.5	15.4	59.8	101
344	0.23	0.05	1585.3	18	19.1	83	102
322	0.49	0.06	669.7	17	18.1	37	103
299	0.53	0.06	458.6	15	15.6	29.4	104
316	0.44	0.08	349.7	11.5	12.4	28.2	105
332	0.52	0.06	600.0	15.5	17.7	33.9	106
341	0.39	0.04	1530.9	22.2	24.3	63	107
322	0.38	0.10	281.8	10	10.4	27.1	108
311	0.28	0.06	1010.4	15	16.7	60.5	109
311	0.39	0.06	818.0	17	17.9	45.7	110
338	0.40	0.03	2202.2	28	29.6	74.4	111
332	0.24	0.05	1878.7	19.5	21.3	88.2	112
391	0.33	0.06	970.2	17.5	18	53.9	113
322	0.29	0.04	1901.2	22.1	23.5	80.9	114
311	0.38	0.02	9222.5	55.2	59.5	155	115
316	0.27	0.02	8182.7	41.2	47	174.1	116
338	0.29	0.04	2586.1	22.8	27.6	93.7	117
298	0.42	0.06	709.8	15.6	17.2	41.27	118
341	0.41	0.05	1095.1	19.5	21.1	51.9	119
322	0.39	0.03	3693.6	35.8	38	97.2	120
311	0.23	0.03	5770.3	33	36.2	159.4	121
316	0.20	0.04	2940.3	22.2	24.2	121.5	122
391	0.24	0.03	5772.0	35.5	37	156	123
332	0.18	0.05	1886.0	14.8	18.4	102.5	124
302	0.16	0.03	5485.0	28	29.3	187.2	125
القطاع السادس							
299	0.14	0.04	3661.7	20	22.9	159.9	126
341	0.21	0.03	6227.3	35	36.1	172.5	127
322	0.26	0.27	53.7	3	3.7	14.5	128
306	0.40	0.11	204.8	9	9.1	22.5	129
316	0.46	0.12	161.7	8	8.6	18.8	130
338	0.24	0.03	3682.8	25.00	29.70	124.00	131
332	0.38	0.04	1392.3	19.50	22.90	60.80	132
294	0.40	0.03	3705.6	33.9	38.6	96	133



322	0.29	0.08	535.0	11	12.5	42.8	134
311	0.31	0.04	1876.0	23	24.3	77.2	135
316	0.23	0.03	4686.0	30.5	33	142	136
332	0.16	0.20	157.5	5	5	31.5	137
313	0.29	0.03	3060.0	28	30	102	138
341	0.17	0.04	3973.2	24	25.8	154	139
322	0.26	0.02	7740.0	44	45	172	140
394	0.32	0.04	2464.0	25.5	28	88	141
332	0.24	0.04	2351.4	22	23.8	98.8	142
341	0.34	0.05	1172.0	16.5	20	58.6	143
295	0.32	0.03	2906.2	28	30.4	95.6	144
311	0.37	0.05	1055.9	18.2	19.7	53.6	145
319	0.37	0.05	982.3	17	19	51.7	146

المصدر : قياسات من موقع جوجل إيرث وبرنامج ARC GIS 10.5



المراجع العربية :

١. تراب ، محمد مجدي (٢٠١١) : الموسوعة الجيومورفولوجية ، الإسكندرية .
٢. التركماني ، جودة فتحي (١٩٩٩): جيومورفولوجية اليردائج فوق أسطح البلايا بمنخفض الخارجة ، دورية الإنسانيات ، ع ٢ ، كلية الآداب فرع دمنهور ، جامعة الإسكندرية .
٣. الرشيدى ، عويس أحمد (٢٠٠٢): جيومورفولوجية البلايا فى منخفض الفرافرة -الصحراء الغربية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس .
٤. بغدادى ، محمود إبراهيم دسوقي (٢٠٠٥) : الأشكال الأرضية الناتجة عن فعل الرياح بمنخفض الواحات البحرية ، رسالة ماجستير غير منشورة ،قسم الجغرافيا ، جامعة المنوفية .
٥. حافظ ، عماد عبد الفتاح صالح (٢٠١٥): الأشكال الأرضية الناتجة عن فعل الرياح بمنخفض الخارجة دراسة جيومورفولوجية ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة بني سويف .
٦. سالم ، طارق زكريا إبراهيم (١٩٩٣) مناخ سيناء وساحل مصر الشرقى ، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الزقازيق.
٧. صالح ، كريم مصلح (١٩٩٥): جيومورفولوجية الحافة الجبلية والمنطقة الساحلية فيما بين رأس الزعفرانة وأبو بكر "الصحراء الشرقية"، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس، القاهرة.
٨. هيوم و . ف (١٩٢١) : جيولوجية مصر، ترجمة نصري مترى، إبراهيم عبد القادر فرج، وفائق فلتس، دار الطباعة الحديثة، القاهرة.

المراجع الأجنبية :

1. **Abbas I. kenawy, hamed k. mohamed & hassan h. mansour: (1993)** Biostratigraphic zonation of the Middle Eocene in the Nile Valley, based on larger Foraminifera, Zitteliana_20_0301-0309 .
2. **Abu El Ghar, M. S. & Hussein, A.W., (2005):** Post-Depositional Changes Of The Lower-Middle Eocene Limestones Of The Area Between Assiut And Minia, West Of The Nile Valley, Egypt, First International Conference on the Geology of the Tethys, Cairo University, Egypt.
3. **Barchyn, T. E., & C. H. Hugenholtz (2015):** Yardang evolution from maturity to demise, Geophys. Res. Lett., 42, 5865–5871, doi:10.1002/2015GL064477.



4. **Carling, P. A, (2013).** Subaqueous “Yardangs”: Analogs for aeolian Yardang evolution. *The Journal of Geophysical Research*, 118; 276-287.
5. **Brooks, I., (2001):** Aeolian erosional lineations in the Libyan Desert, Dakhla Region, Egypt. *Geomorphology* 39, pp. 189–209
6. **Embabi, N. S. (1999):** Playas of the Western Desert, Egypt. *Annales Academiae Fennicae Geologica-Geographica* 160 .
7. ----- (2004): *The geomorphology of Egypt: landforms and evolution I: the Nile Valley and the Western Desert.* The Egyptian Geographical Society, Cairo.
8. ----- (2018): *Landscapes and Landforms of Egypt, Landforms and Evolution,* Springer imprint is published, Gewerbestrasse 11, 6330 Cham, Switzerland.
9. **Ghodsi M. (2015):** Morphometric characteristics of Yardangs in the Lut Desert, Iran, Online at <http://desert.ut.ac.ir>, Desert 22-1, pp 21-29.
10. **Goudie, A. S. (2007):** Mega-yardangs: A global analysis, *Geogr. Compass*, 1, 65–81, doi:10.1111/j.1749-8198.2006.00003.x.
11. **Said, R., (1962):** *Geology of Egypt,* El Sevier, New Amsterdam.
12. **Sallam, E. & Issawi, B.& R. Osman,(2013):** Stratigraphy, facies, and depositional environments of the Paleogene sediments in Cairo–Suez district, Egypt, *Arab J Geosci*, DOI 10.1007/s12517-014-1360-8 .
13. **Thomas, D. S.(1989):** *Arid Zone Geomorphology,* Belhaven press, London.
14. **Wang, Z.T., et al. (2011):** Abrasion of yardangs, *Physical Review.* E84, 031304, doi:10.1103/PhysRevE.84.031304.
15. **Young ,A., (1972) :** *Slope , long man ,* London.
16. **Lin, Y., Lishuai X, Guijin, M., (2018):** Differential erosion and the formation of layered yardangs in the Loulan region (Lop Nur), eastern Tarim Basin, Elsevier, *Aeolian Research* Volume 30, February 2018, Pages 41-47.

المواقع الإلكترونية :

1. http://www.zobodat.at/pdf/Zitteliana_20_0301-0309.pdf
2. <http://www.google.com>
3. <http://www.usgs.com>.

