مجلة

كلية التربية

جامعة الخرطوم

العدد الحادي عشر

السنة العاشرة

مارس ٢٠١٨ م

السمات الجيومورفولوجية والمورفومترية للأودية الموسمية في منطقة السبلوقة - شمال الخرطوم - السودان

Geomorphological and Morphometrical Characteristics of Seasonal Wadis in Sabaloka Area - North of Khartoum- Sudan

أ د. سمير محمد على حسن الرديسي قسم الجغرافيا
كلية التربية – جامعة الخرطوم
د.انتصار عبد الحفيظ الحسين قسم الجغرافيا
كلية التربية – جامعة سنار

السمات الجيومورفولوجية والمورفومترية للأوديةالموسمية في منطقة السبلوقة - شمال الخرطوم – السودان

Geomorphological and Morphometrical Characteristics of Seasonal Wadis in Sabaloka Area - North of Khartoum- Sudan

أ د. سمير محمد على حسن الرديسي الأستاذ بقسم الجغرافيا

كلية التربية – جامعة الخرطوم

انتصار عبد الحفيظ الحسين أستاذ مشارك بقسم الجغرافيا

كلية التربية – جامعة سنار

مستخلص

ركزت البحوث التي أجريت في منطقة السبلوقة على محاولة فهم طبيعتها الجيولوجية دون طبيعتها الجيومورفولوجية ، وبالتحديد نظام تصريف أوديتها الموسمية. ويرى الباحثان أن فهم السمات الجيومورفولوجية والخصائص المورفومترية لشبكة تصريف هذه الأودية يسهم في فهم جيومورفولوجية المنطقة وفي تبيان تأثير المناخ القديم عليها ، وفي تكوين رؤية لكيفية الاستفادة منها في التنمية المستقبلية. ويهدف هذا البحث إلى تحديد السمات الجيومورفولوجية والخصائص الموفومترية للأودية الموسمية لمنطقة السبلوقة الواقعة بين خطي عرض ١٦ درجة ١٢ دقيقة و١٦ درجة ٢٤ دقيقة شمالاً وخطي طول ٣٣ درجة و ٣٣درجة ٣٦ دقيقة شرقاً ، ومناقشة دور العوامل الطبيعية ، وبالتحديد تأثير المناخ القديم في تحديد تلك السمات والخصائص باعتبار المنطقة جزءاً من وادى النيل القديم. شملت طرق جمع البيانات كل من الأعمال الحقليّة في الأعوام ١٩٩٦ و ١٩٩٧ وزيارات ميدانية بين ٢٠١٠ م و ٢٠١٤م ، وتحليل المرئيات الفضائية للمنطقة للأعوام ١٩٨٣ و ٢٠١٤ ، مع استخدام طرق القياس الموفومترى، واستخدام السمة الطبوغرافية لتقسيم الأودية تقسيماً جغرافياً. وقد أظهرت النتائج أنه يمكن تقسيم أودية منطقة السبلوقة جغرافيا إلى شرقية وفق طبوغرافية المنطقة والمقسم المائي ، وغربية وفق الانحدار من الهضبة صوب النيل. تختلف الأودية الشرقية في أعماقها ونوعية وحجم وشكل الرواسب مما يؤدي إلى تغير حالة مجرى الوادي في كل جزء من أجزائه. وفي الأودية الغربية يختلف شكل وحجم الحبيبات تبعاً للطريقة التي تم بها النقل. وقد ساعدت جميع الأودية الموسمية في تكوين السهل الفيضي للنيل حيث تحمل المترسبات الحصوية

والرملية والطينية. وتظهر المجارى الرئيسة للأودية الموسمية أنماط التصريف المتوازي والشجرى والمتعامد الذي ينتشر في المجارى العليا لوادي أبو جداد والمجارى الوسطى لوادي أبو قيدوم، ثم الاشعاعي في الهضبة البركانية في أودية موسى والشلك والسادة. ويستدل من التحليل المورفومترى لحوضي أبو قيدوم وأبو جداد أن الأول يعتبر أكثر تطورا ، وأن الاختلاف في الخصائص المورفومترية الأخرى للحوضين قد يرجع لعامل المساحة. وقد خلص البحث إلى أنه يمكن اعتبار الأودية الموسمية في منطقة السبلوقة بمثابة جزء من أنظمة تصريف نهر النيل القديم والصحراء الكبرى وتلال البحر الأحمر، وقد أثر المناخ القديم والتركيبة الجيولوجية في تحديد السمات الجيومورفولوجية والمورفومترية لهذه الأودية، حيث يظهر كل حوض خصائص موفومترية تميزه عن الآخرين.

كلمات مفتاحية KEY WORDS: السبلوقة ، الساحل الأفريقي، وحدة جيومورفولوجية ، تعرية هوائية، تجوية ميكانيكية، جبال انعزالية، البيدمنت، مناخ قديم

ABSTRACT

Research done on Sabaloka area (latitudes $16^0 12'$, and $16^0 24'$ N., and longitudes 33^0 and $33^0 36'$ E) focused more on its geology rather than on its geomorphology, and particularly the seasonal wadis in the area. The authors consider that, understanding the geomorphological and morphometrical characteristics of these seasonal wadis is important for better understanding of its geomorphology, the influence of paleoclimate and for future utilization. The objective of this research is to identify the geomorphological and morphometrical characteristics of the seasonal wadis of Sabaloka area and to discuss the influence of major physical factors, particularly paleoclimate, on determining the nature and origin of these wadis. Methods of data collection included field works during 1996 and 1997, field trips between 2010 and 2014, and analysis of satellite images for the years 1983 and 2014, to determine the in particular the morphometric and topographic characteristics.. ًThe main analysis revealed that seasonal wadis of the study area can be divided geographically into eastern wadis and western wadis based on the area's topography, water divides and slope towards the River Nile. The Eastern wadis exhibit differences in depth, type,, shape, and size of deposits whereas in the western wadis,differences are confined to the shape and size of the deposits.In general, all these wadis have contributed to the formation of the flood plain of the Nile because they usually transport clayey, sandy and gravelly deposits. The main channels of the seasonal wadis reveal parallel and dendritic patterns of drainage which are characteristic in the upper reaches of Abu Gadad valley and the middle channel of Abu Gaduiem valley, and the radial pattern in Musa, Shuluk, and Sada wadis which drain the volcanic plateau . Morphometrical analysis of Abu Gaidoum and Abu Gadad wadis revealed that Abu Gaidoum is more developed than Abu Gadad, and morphometrical differences between these two wadis could be attributed to area factor. The research arrived at the conclusion that seasonal wadis of Sabaloka area could be considered as part of the paleo drainage systems of the River Nile, the Sahara and Red Sea Hills, and that paleoclimate and geological structure have significantly determined the geomorphological and morphometrical characteristics of these wadis and the differences between them. .

KEY WORDS: Sabaloka, African Sahel, geomorphic unit, aeolian erosion, mechanical weathering, Inselbergs, pediment, paleoclimate.

مقدمة:

يعتبر سطح القارة الأفريقية سطحاً مركباً تطور نتيجة للتعرية التى أعقبت حدثين ارتبطا بنشوء وتطور قاع المحيط حول الدرع الأفريقي – العربي قبل حوالى ١٨٠ و١٢٥ مليون سنة على التوالى(Burke e al. no date). ومنذ تحطم قارة جندوانالاند في العصر الكريتاوي أظهرت الكثير من أنهار أفريقيا الرئيسة تغيرات جوهرية في مجاريها. ويعتبر أكثر أشكال التصريف في قارة أفريقيا تصريفاً شاباً نسبياً حيث تمتلك الكثير من الأنهار خصائص مورفولوجية مميزة تتمثل في الدلتاوات الداخلية والخوانق وأكواع الأسر النهرى. وقد أثرت التغيرات التكتونية التى تشمل نظام الأخدود الأفريقي العظيم، والتغيرات المناخية، مثل الجفاف الذي حدث في عصر الرباعي على طبيعة هذه الأنهار (Goudie, 2005).

في أفريقيا يتسم سطح المناطق المدارية بوضوح عملية الإرساب حيث يلعب الصخر وتوزيعه دورا مهماً في تحديد خصائصها الجيومورفولوجية (Walton, 1979). ويرى بعض العلماء أن أشكال سطح الأرض في المناطق المدارية قد تكونت نتيجة لعوامل مناخية سابقة لها خصائص مغايرة لما هي عليه اليوم (El-Baz, 1988,Thomas, 1989). فقد كانت الصحراء الكبرى ، وهي جزء من المنطقة المدارية عرضة للجفاف وتعيل القليل من نباتات الاستبس الصحراوية أثناء "القصوية المونسونية"* 'monsoonal maximum'، كما تعرضت للتصحر والزرى بواسطة الرياح في الهولوسين الأوسط والمتأخر (Kathleen,2004). على أن باحثين آخرين يرون أن العوامل البنيوية هي المسؤولة عن تكوين أشكال سطح الأرض في المناطق المدارية وينكرون تاثير العوامل المناخية (King, 1966). ورغم ذلك يتفق الطرفان على أن سطح المناطق المدارية يتميز بثلاثة خصائص رئيسة تتمثل في وجود التلال الانفرادية والسهول البنائية التي تغطيها المواد الرسوبية المتنوعة والسهول الرسوبية على وديان الأنهار والأحواض(التوم ١٩٨١).

يتسم نظام التصريف في المناطق المدارية بعدم الانتظام ، إذ تختلف أشكال الأودية في هذه المناطق تبعاً لجيولوجية المنطقة ونوع الصخور وكمية الأمطار. أما الأودية فهي عريضة ويغطى الطمي انحداراتها المقعرة. فمثلاً أشكال التصريف النهرى التي تظهر فوق بقايا تربة اللاتريت الحمراء في ظروف التعرية السيلية sheet wash والنحت الجانبي تتسم بعدم الانتظام (Walton, 1979). ويتوقف تأثير التركيب الصخرى في تشكيل أنماط التصريف النهرى المختلفة على مدى إنفاذ الصخور للمياه من جهة ومدى تجانسها من جهة أخرى. ويُعبر كثير من الأودية عن الأشكال التى حفرتها المياه إذ تحدد طبيعة سطح الأرض شكل هذه المجارى واتجاهها (أبو العينين ١٩٨٧). ولا تختلف المراوح الفيضية في المناطق المدارية الجافة من حيث مادتها عن تلك الموجودة في المناطق الأكثر مطرا بل يكون حجم المواد أكثر وضوحا هنا (Walton, 1979).

يمكن تصنيف العوامل التى تصف أحواض التصريف في علاقتها بخصائصها الهيدرولوجية إلى العوامل المورفولوجية وعوامل التربة والعوامل الجيولوجية البنيوية، والعوامل النباتية ، والعوامل المناخية الهيدرولوجية (Horton 1932). وتشمل هذه العوامل الكثير من العوامل الفرعية داخلها. وتشمل أبعاد الحوض طوله وعرضه ومحيطه.

يؤثر طول الحوض على سرعة الجريان وعلى نسبة التصريف والترشيح والتبخر. فسرعة الجريان تكون أقل في الوادي الطويل مقارنة بالأودية القصيرة وبالتالي فإن نسب الترسيب والتبخر تكون أكبر كلما ازداد الوادي طولاً ، وتقل كلما قصر طوله. ويؤثر عرض الحوض فى الجريان السيلي ويتحكم بالتالى في حجم التدفق والتسرب. وترتبط معظم خصائص وصفات الحوض داخل نظام شبكة التصريف بعامل المساحة (Anderson 1957) ، إذ انها تؤثر في أعداد وأطوال المجارى وكمية التصريف وحجم الرواسب ، وكثافة التصريف وطبيعة الجريان(Anderson 1957). فالأحواض الصغيرة المساحة غالبا ما تقل أبعادها، مما يوضح العلاقة

الوثيقة بين مساحة الحوض وعرضه (Chorley 1972).

يعطي شكل حوض التصريف فكرة عامة عن بعض الخصائص الهيدرولوجية وعلاقتها بالمساحة ، ومدى تناسق أجزاء الحوض ومدى نضجه ، وكمية الجريان المائي، ومجموع أطوال المجارى. فالأحواض المستطيلة ، أيّ التى تتخذ الشكل المستطيل أو القريب منه ، يرتبط بها تصاريف مائية أكثر انتظاما في توزيعها الزماني بسبب بطء الجريان والتبخر والتسريب. كما تعتبر نسبة تضرس سطح الحوض بمثابة مؤشر إلى مدى تناسق الشكل العام لأجزاء الحوض، ويقصد بها مدى ارتفاع الحوض وانخفاضه، وكلما زاد طول الحوض انخفضت نسبة التضرس فيه ، وتزيد كلما قلت مساحته. كما تستخدم كمؤشر لبيان العمليات الجيومورفولوجية في الأحواض ويظهر ذلك من خلال العلاقة الواضحة بين المتوسط السنوى لكمية الرواسب المتراكمة خلف السدود ونسبة التضرس (Schumm, 1954). كما يرتبط معدل النحت بمتوسط ارتفاع الحوض (مرزا ١٩٩١). أما درجة استدارة الحوض فتساعد كثيرا في معرفة العلاقة بين سرعة الجريان وعامل الزمن ، ووقت الفيضان.

تعتبر كثافة التصريف من أهم خصائص أحواض التصريف لكونها تعطى مؤشراً جيداً لمدى تعرض سطح الأحواض لعمليات النحت بواسطة المياه الجارية ونوع التربة ودرجة نفاذيتها، والظروف المناخية السائدة، ونوع الصخر. ونظرا لأن كثافة التصريف ترتبط بأطوال المجارى فإن لها أيضاً علاقة بحجم التصريف وكمية الرواسب في الأودية. ويعتمد تكرار المجارى وكثافة التصريف في أي حوض نهرى على المناخ والخصائص الطبيعية لذلك الحوض، حيث أن كمية الأمطار لها دور كبير في كمية التصريف ، إضافة إلى كثافة الغطاء النباتي ونوع الصخر والتربة ولذلك لدورها في مقاومة السطح للتعرية.

ترتبط الرتب النهرية في أحواض التصريف ارتباطاً وثيقاً بحجم التصريف، ويرتبط بها كمية الجريان المائي. ويقصد بالرتب النهرية حالة الرافد فيما إذا كان منفردا فيمثل الرتبة الأولى، أو مكون من اتحاد رافدين من الرتبة الأولى فيعطي الرتبة الثانية، وهكذا. وتؤثر قلة الغطاء النباتي في أحواض التصريف في المناطق الجافة مباشرة على زيادة أعداد المجارى المائية في الحوض، وخاصة مجارى الرتبة الأولى والثانية ، حيث تتكون مجارى عديدة من الرتبة الأولى نتيجة للنحت الذي يعقب العواصف المطرية الشديدة التى تتسم بالسرعة والفجائية (مرزا ١٩٩٤).

تهدف هذه الورقة لتحديد السمات الجيومورفولوجية والخصائص الموفومترية للأودية الموسمية لمنطقة السبلوقة، ومناقشة العوامل الطبيعية المساهمة في تحديد هذه السمات في ضوء التغيرات المناخية التى حدثت في الماضي باعتبار المنطقة جزءاً من وادى النيل. ويتوقع أن تسهم هذه الورقة في توفير المعلومات المهمة لطلاب أقسام الجغرافيا والجيولوجيا والمساحة الذين يتلقون تدريبهم الحقلي في هذه المنطقة ، كما يتوقع أيضا أن توفر معلومات مهمة للمسؤولين والمخططين لاستثمار هذه الأودية لتنمية المنطقة.

منطقة الدراسة

تقع منطقة السبلوقة شمال ولاية الخرطوم وتمتد في الجزء الجنوبي من ولاية نهر النيل بين خطي عرض ١٦ درجة ١٢ دقيقة و١٦ درجة ٢٤ دقيقة شمالا ، وخطي طول ٣٣ درجة و ٣٣درجة ٣٦ دقيقة شرقا (شكل ١). وتنحدر المنطقة من الشرق والشمال الشرقي نحو الغرب في اتجاه النيل. يبلغ ارتفاع المنطقة في الأجزاء الشرقية والشمالية ٤٦٢ م ، ثم ينخفض إلى ٣٩٦ م في المنطقة الوسطى ، ثم يواصل انخفاضه حتى السهل الفيضي للنيل، ويبلغ أعلى ارتفاع للسطح ٥٠٠ م فوق مستوى نهر النيل وذلك في منطقة الهضبة (الشكل ٢). أما بالنسبة للترطيب الجيولوجي لمنطقة السبلوقة (الشكل ٣) تعتبر صخور الأساس هي الأقدم في المنطقة ويرجع عمرها إلى ما قبل الكمبرى ، وتنقسم إلى صخور الأساس القديمة مثل الجرانيت القديم والنايس والمجماتيت، وصخور الأساس الحديثة مثل البازلت والريوليت الأدني والريوليت الأعلى والاقنمبريت (Almond,1977). وقد ميّز قيل(Vail, 1982)صخور النيس والميقمتايت وعروق الكوارتز في هذه المنطقة. أما تكوينات الحجر الرملي النوبي فعبارة عن صخور رسوبية تشمل الحجر الرملي ، والحجر الطيني،

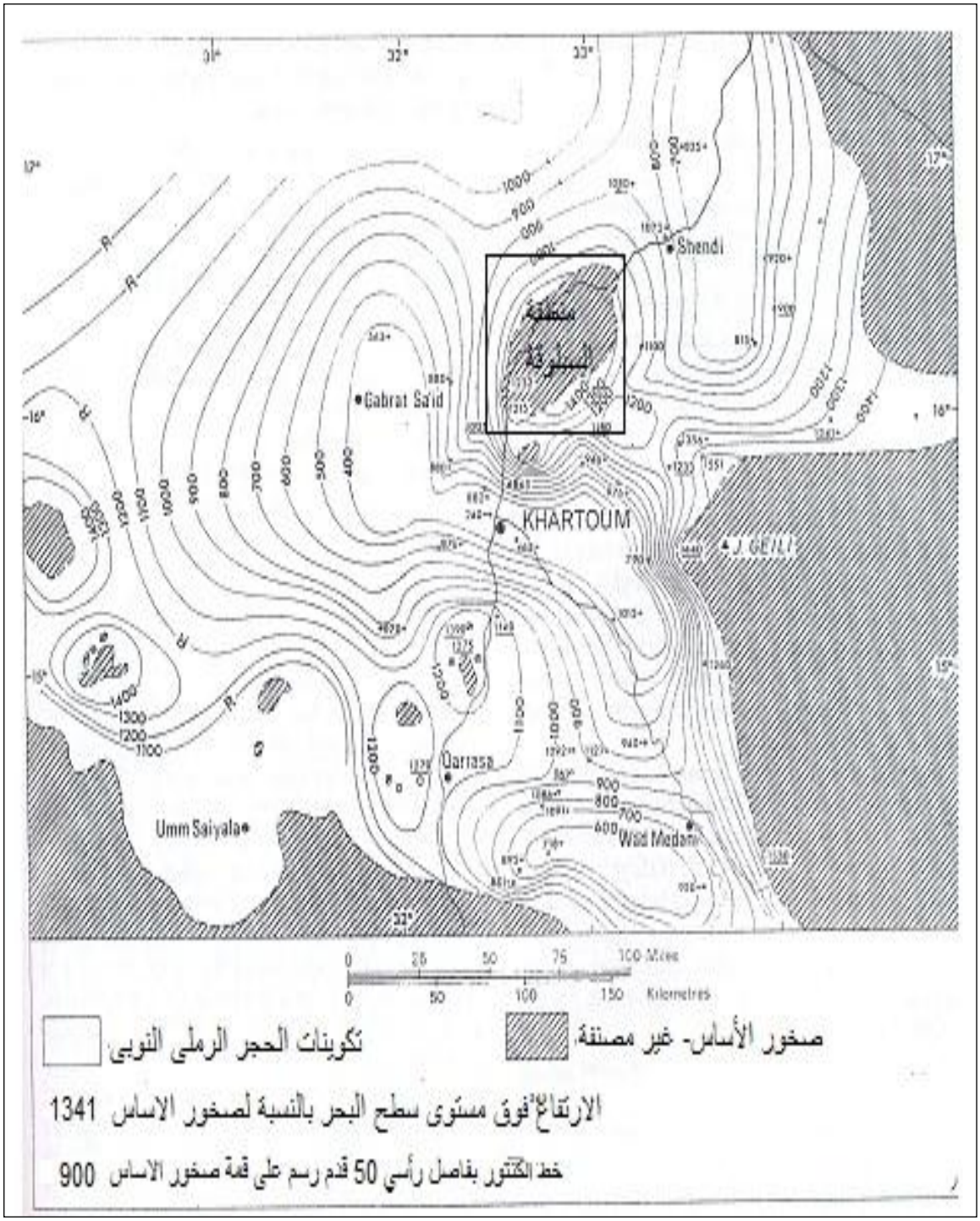
والكنجلومريت ويرجع تاريخها الى عصر الكريتاوى. ويتمثل ذلك في جبل أم مراحيك (الشكل ٣) وما حوله حيث توجد أهم طيّة في المنطقة في هذا الجبل. يحد جبل أم مراحيك من الناحية الشرقية والناحية الشمالية الشرقية بمكاشف من صخور الأساس ، والتي تظهر أيضا من الناحية الغربية لهذا الجبل مع حدوده مع غرين النيل. أما الرسوبيات السطحية فيرجع عمرها إلى العصر الرباعى وتشمل رسوبيات السهول والأحواض الفيضية وتتكون من الغرين والطين والرمل والرسوبيات الريحية والمراوح الفيضية.

تشتهر منطقة السبلوقة بالقاطع الناري الحلقي Sabaloka igneous ring dyke(الشكل ٣). يتجه هذا القاطع شمال شرق الجبيلات الحمر وفي اتجاه الشرق في جبل أم مراحيك ، وتأخذ صخوره شكل عمود حلقي يبلغ سمكه ١٥ مترا. وهو قاطع بيضاوى الشكل من الجرانيت دقيق الحبيبات ويرتبط تكوينه بحركة البركنة التى تعرضت لها المنطقة والتى أدت إلى تكوين مقذوفات الريولايت والاقنمبرايت وغيرها . وقد تم ذلك على مراحل تمثلت في تكوين البركان ثم قذف الصهير الصخرى إلى السطح والذي يشتمل على الريولايت والاقمنبرايت على جنبات البركان ومتداخلا في الشقوق تكون الجرانيت دقيق الحبيبات. يشكل الآن الريولايت والاقنمبرايت هضبة . وقد حدث لهذا القاطع إزاحة في الجبيلات الحمر نتيجة لصدع أم مراحيك..

يسود منطقة السبلوقة المناخ المداري وشبه الجاف وفقا لتصنيف كوبن (Koppen, 1936). وتصل درجة الحرارة أعلى مستوياتها في شهري مايو وسبتمبر نتيجة لتعامد الشمس مرتين عليها ثم تنخفض خلال الفصل المطير ، وتصل أدنى مستوياتها في شهر يناير. وتتميز الأمطار بالتذبذب وتنعدم في أشهر ديسمبر ويناير وفبراير وتصل قمتها في أغسطس. ويسود المنطقة الرياح الجنوبية الشرقية الرطبة في الفترة من مايو – سبتمبر،والرياح الشمالية الشرقية في الفترة أكتوبر- أبريل.

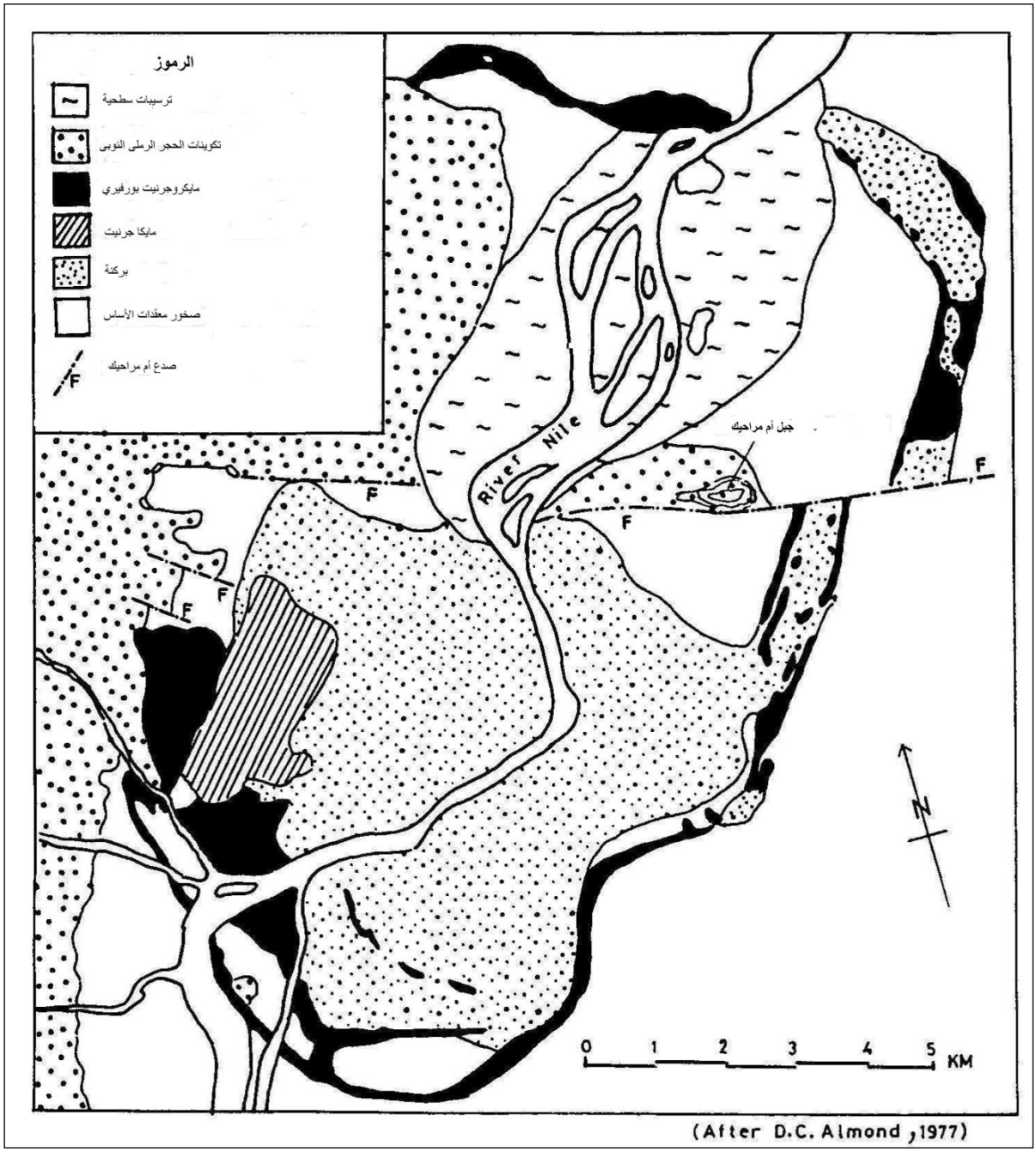
شكل ١: الموقع الجغرافي لمنطقة السبلوقة ضمن خريطة السودان قبل ٢٠١١ م.

المصدر: Google Maps 2017



الشكل (٢): خطوط الكنتور توضح الانحدار العام لمنطقة السبلوقة ومناطق حولها

المصدر عن (A .J. Whiteman, 1971.)



الشكل (٣) : الخريطة الجيولوجية لمعقد السبلوقة الحلقى- السودان

المصدر عن A.J.Whiteman, 1971.

العمل الميداني وطرق القياس المورفومترى

اعتمدت الدراسة على نتائج العمل الميداني وبعض التقارير الصادرة من هيئة الأبحاث الجيولوجية السودانية ووزارة الريّ والموارد المائية ، ودراسة (Almond and Ahmed 1993) ، والصور الجوية (١٩٧٦م) والمرئيات الفضائية للأعوام ١٩٧٣م و١٩٨٣م، والمرئية الفضائية الصادرة من هيئة الأبحاث الجيولوجية السودانية في العام ٢٠١٤ (شكل٤). تم جمع البيانات الحقلية من عدّة زيارات ميدانية في الفترة من ١٩٩٦م وحتى ٢٠١٤م. تم العمل الميداني الأول في شكل زيارة للتعرف على المنطقة في الفترة ٢٣-٢٨

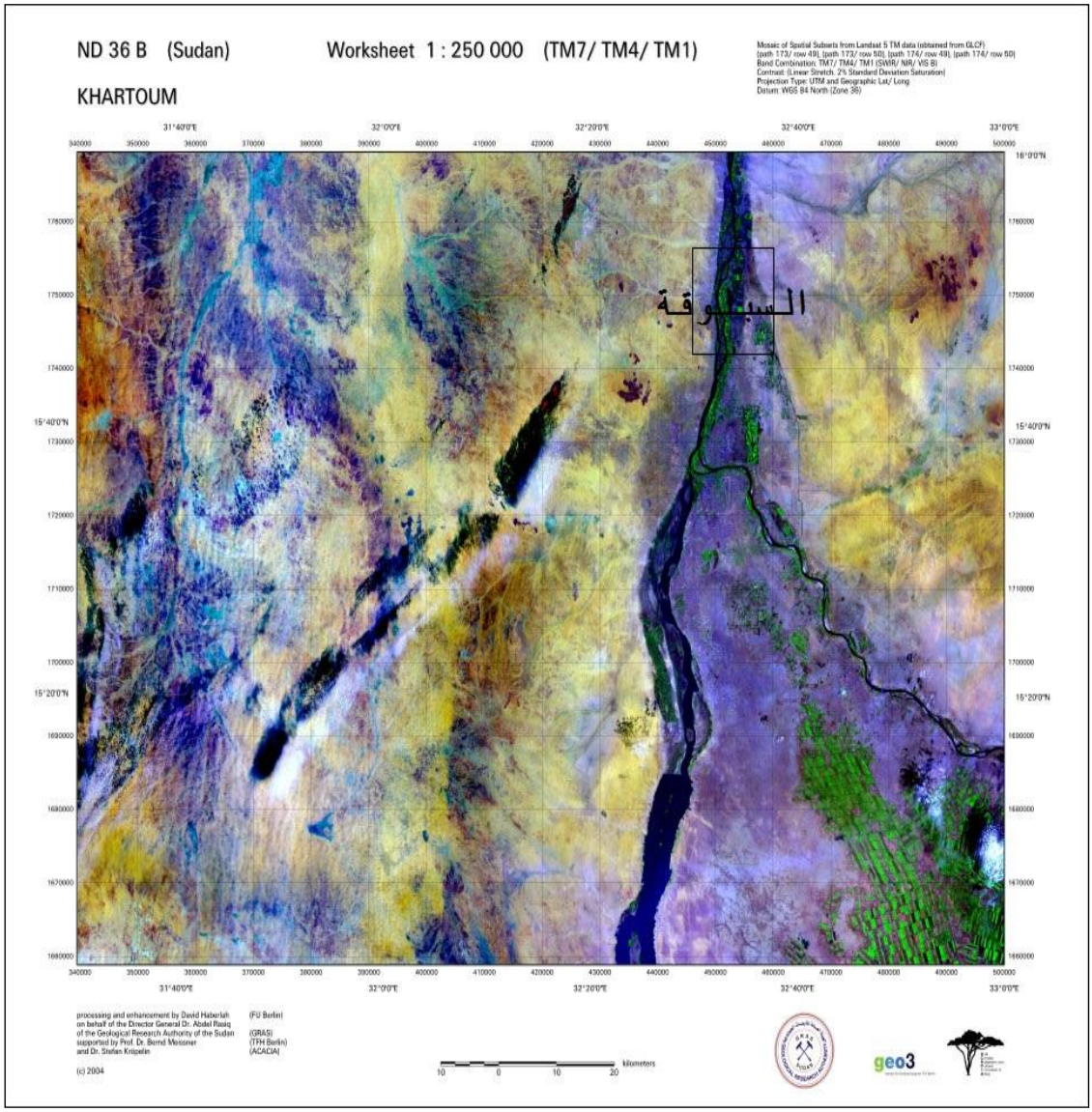
ديسمبر ١٩٩٦م، حيث سجلت أبرز الأودية في المنطقة. وتم العمل الميداني الثاني في الفترة ١٤-١٨ سبتمبر ١٩٩٧م حيث تم تحديد الأودية التي يراد دراستها على الطبيعة ومقارنة الخرائط التي تم رسمها من الصور الجوية (١٩٧٦م) والمرئيات الفضائية (١٩٧٣م و ١٩٨٣م) المختلفة مع ما هو موجود على الطبيعة. أما العمل الميداني الثالث فقد تم في الفترة ١٢-١٧ ديسمبر ١٩٩٧م حيث اعتمد على صورة القمر الصناعي لانسات ١٩٨٣م والزيارة الحقلية. وتم العمل الميداني الرابع في الفترة ٢٦-٢٩ ديسمبر ١٩٩٧ حيث تمت الملاحظات والتسجيلات الحقلية النهائية بالاستعانة بالمرئية الفضائية للمنطقة لعام ١٩٨٣م والمرئية الفضائية وبعض القياسات المورفومترية والخرائط الجيولوجية والكنتورية.

وتكرر العمل الميداني في منطقة الدراسة في شكل زيارات حقلية لتدريب طلاب كلية التربية قسم الجغرافيا طوال السنوات التي تلت العام ١٩٩٧م ، وكان أخرها في العام ٢٠١٤ (ودوماً كان أحد كتاب هذا البحث ضمن أعضاء هيئة التدريس الذين يقومون بهذه المهمة). ومن خلال تكرار العمل الميداني لمدة تزيد عن عشرة أعوام تم التأكيد أكثر على نتائج العمل الميداني السابقة.

أتُبع المنهج الوصفي معتمدا على أسلوب الملاحظة والمشاهدة الحقلية، والمنهج التحليلي لإجراء القياسات المورفومترية المطلوبة ، وأخذت عينات من رواسب بعض الأودية التى تم اختيارها. واستخدم جهاز توقيع المواقع العالمي GPS لتحديد إحداثيات المنطقة ونقاط مواقع الأودية، وكذلك بوصلة الاتجاهات لتحديد اتجاه الأودية، كما تم التأكد من أسماء الأودية من الخرائط ومن الأهالي والمسؤولين في المنطقة.

تركز العمل الميداني في الجزء الشمالي الشرقي من منطقة السبلوقة وبذلك لم يضمن نهر النيل في هذه الدراسة، وإنما تمت الاشارة له أحيانا في السياق عند الضرورة فقط. وتبعاً للتوزيع الجغرافي للأودية الموسمية إلى أودية شرقية وأودية غربية فقد أخذت أودية أبو جداد وأبو قيدوم والسليك كأمثلة للمجموعة الأولى ، ووادى السقاى كمثال للمجموعة الثانية. ولإجراء القياسات المورفومترية تم اختيار وادى أبو قيدوم ووادى أبو جداد لكبرهما ولأنهما الأكثر تصريفا في المنطقة ، كما أن أولهما يقع شمال المنطقة وثانيهما في جنوب المنطقة. وقد أخذت عينات من الرواسب الحصوية من أودية أبو جداد والسقاي والسليك (الشكل3) ، وذلك للربط بين الإرسابات ومصادرها.

تمت دراسة مساحة حوض تصريف وادى أبو جداد ووادى أبو قيدوم عن طريق المستطيلات المتوازية. ولقياس طول الوادي تم استخدام طريقة أطول خط في الحوض. ولقياس عرض الحوض تمت قسمة مساحة الحوض على طول الحوض (مساحة الحوض/ طول الحوض) بحيث ينتج متوسط العرض. تم قياس استدارة حوض التصريف بقسمة مساحة الحوض على مساحة دائرة بنفس محيط الحوض. ولقياس استطالة الوادي تم استخدام معادلة شوم (Schumm 1965) وذلك بقسمة طول الحوض على قطر دائرة بنفس محيط الحوض. ولتحديد شكل الحوض استخدمت معادلة هورتون وهي قسمة طول الحوض على عرض الحوض. تم حساب نسبة تضرس الحوض باستخدام معادلة شوم وهي: الفرق بين أعلى وأقل نقطة في الحوض/أقصى طول للحوض.



شكل٤: صورة فضائية توضح احداثيات وجيومورفولوجية وجيولوجية منطقة السبلوقة

المصدر: الهيئة السودانية للأبحاث الجيولوجية (٢٠١٤)

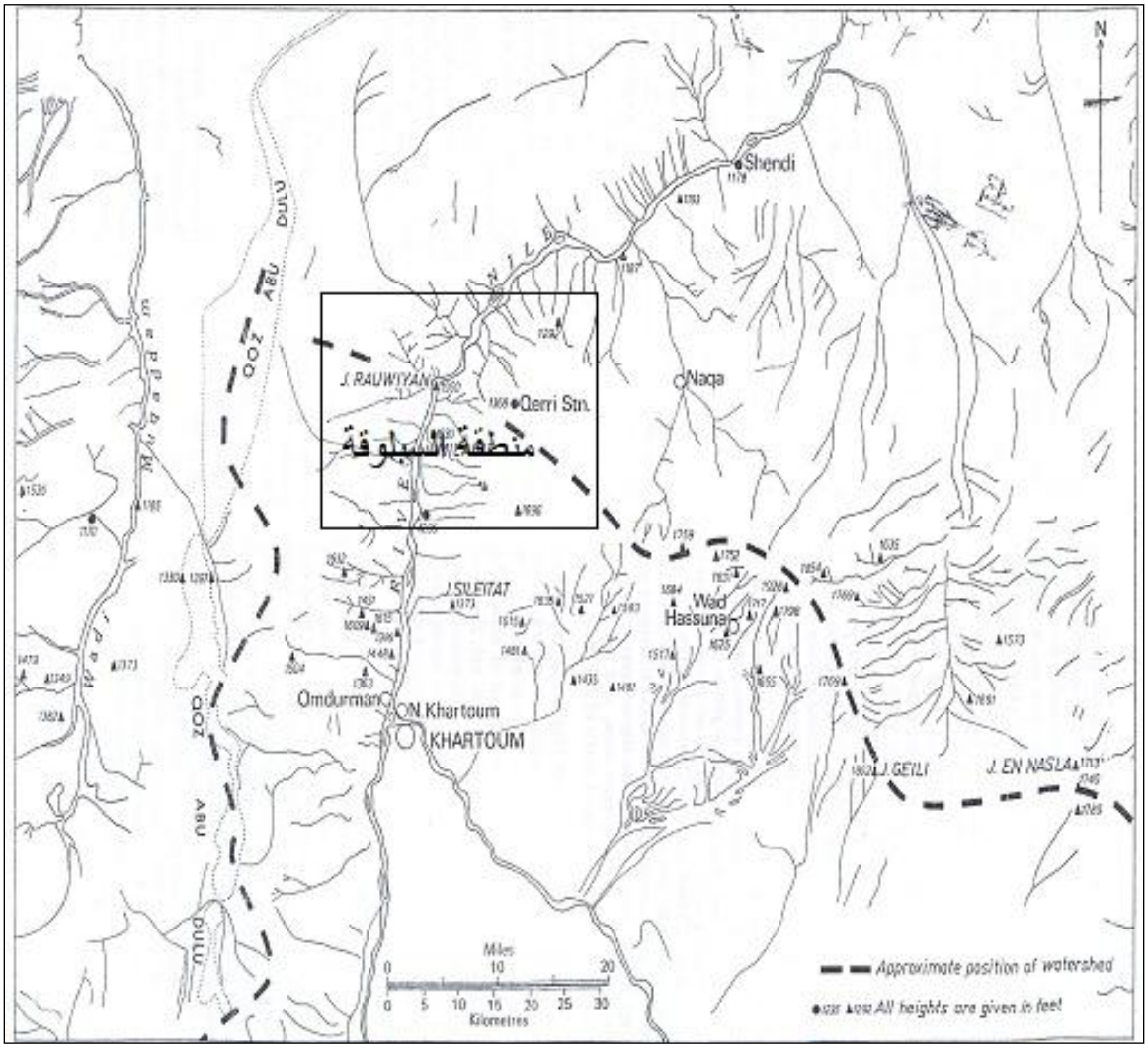
لقياس الرتب النهرية في منطقة السبلوقة استخدمت طريقة استرلا (Strahler 1952) الذي ركز في طريقته على أن قيمة الرتب لا تتغير إذا ما اتصل بها رافد يمثل أدنى رتبة منها ، كما أن الزيادة في قيمة الرتبة لا تحدث إلا في حالة اتصال رافدين لهما نفس القيمة. ولتحليل الخصائص المورفومترية والمورفولوجية لشبكة التصريف في منطقة السبلوقة تم التركيز على رتب، وأعداد، وأطوال، وتكرار المجارى ، وكثافة التصريف. إن تتابع أعداد المجارى للرتب المختلفة في حوض التصريف يأخذ شكل متوالية هندسية عكسية تبدأ بمجرى يتبع أعلى رتبة وتزداد تبعا لمدى التشعب (Horton, 1945). واستخدمت طريقة النسبة المئوية لمعرفة مدى التشابة والاختلاف في ظروف كل من وادي أبو جداد ووادى أبو قيدوم. وقد تم تثبيت كل العوامل المؤثرة في حوض التصريف بهدف أن تتناسب رتب المجارى في الحوض مع حجم شبكة التصريف. تم قياس كثافة التصريف (أو نسيج التصريف) بقسمة مجموع أطوال المجارى في الحوض (كلم) على مساحة الحوض (كلم^{٢}). ويقصد بتكرار المجارى عدد المجارى التى توجد في حوض معين مقسوما على مساحة الحوض (هورتون ١٩٤٥).

السمات الجيومورفولوجية للأودية الموسمية في منطقة السبلوقة :

تتبع الأودية في منطقة السبلوقة الانحدار الطبيعي للأرض واتجاه الالتواءات والتكوينات الصخرية ومناطق الشقوق والفواصل التي تتخلل الهضبة وتنحدر نحو النيل. ويمثل نهر النيل المصدر المائي الدائم في المنطقة ، بينما تمثل الأودية المختلفة المصادر الموسمية التى لا تمتلىء بالمياه إلا عند هطول الأمطار الغزيرة ولا يصل الكثير منها لنهر النيل. وبناءً على ذلك يمكن تقسيم الأودية الموسمية في منطقة السبلوقة إلى قسمين رئيسين حسب المنابع إلى أودية منابعها خارج هضبة السبلوقة وأودية منابعها داخل هضبة السبلوقة (الشكلين ٥، ٦). تنحدر أودية المجموعة الأولى حسب طبوغرافية المنطقة والمقسم المائي الناتج من وجود الهضبة وامتداد شلال السبلوقة وتشمل أودية أبو قيدوم في الشمال وأبو جداد في الوسط وأبو سليك في الجنوب وأودية الميجا والدومه. أما أودية المجموعة الثانية فتنحدر من الهضبة تجاه النيل عند موسم الفيضان وهي قصيرة وسريعة الجريان ومن أمثلتها أودية السقاى والشلك والسادة ووادى موسى (الشكل ٣).

الشكل (٦): التوزيع الجغرافي والتصنيف الطبوغرافي للأودية الموسمية في منطقة السبلوقة

(أخذت هذه الصورة من Google Maps 2017 وأجرى عليها الباحثان تصورهما لتوزيع أودية منطقة السبلوقة)



الشكل (٦): مشهد عام للأودية الموسمية لمنطقة السبلوقة ضمن منطقة واسعة تحيط بها

المصدر: A.J.Whiteman, 1971.

مجموعة الأودية منابعها خارج هضبة السبلوقة

تضم أودية أبو جداد، وأبو قيدوم ، وأبو السليك، والميجا، والدومه. وتمثل أهم الوحدات التصريفية في المنطقة ذات الصلة بصخور الأساس (انظر الشكل٧). كما تمثل نظم تصريف عرضية موازية لبعضها البعض تنحدر بخفة من الشرق إلى الغرب متبعة الانحدار العام لسطح الأرض وميل الطبقات، ويقطع مجاريها منظومات من الفواصل والسدود والتلال الصخرية المنعزلة كتلال بابدوس وقرن الطيبة وفرق السريج. وتتميز بنظام تصريف مائي شجري قد يصل إلى الرتبة الرابعة. وتبقى هذه الأودية جافة لمدة تسعة أشهر، وحين تبدأ في الجريان يكون دفقها المائي متقطعا، ثم يتصل جريانها عندما تزداد الأمطار وتسقط بكميات كبيرة.

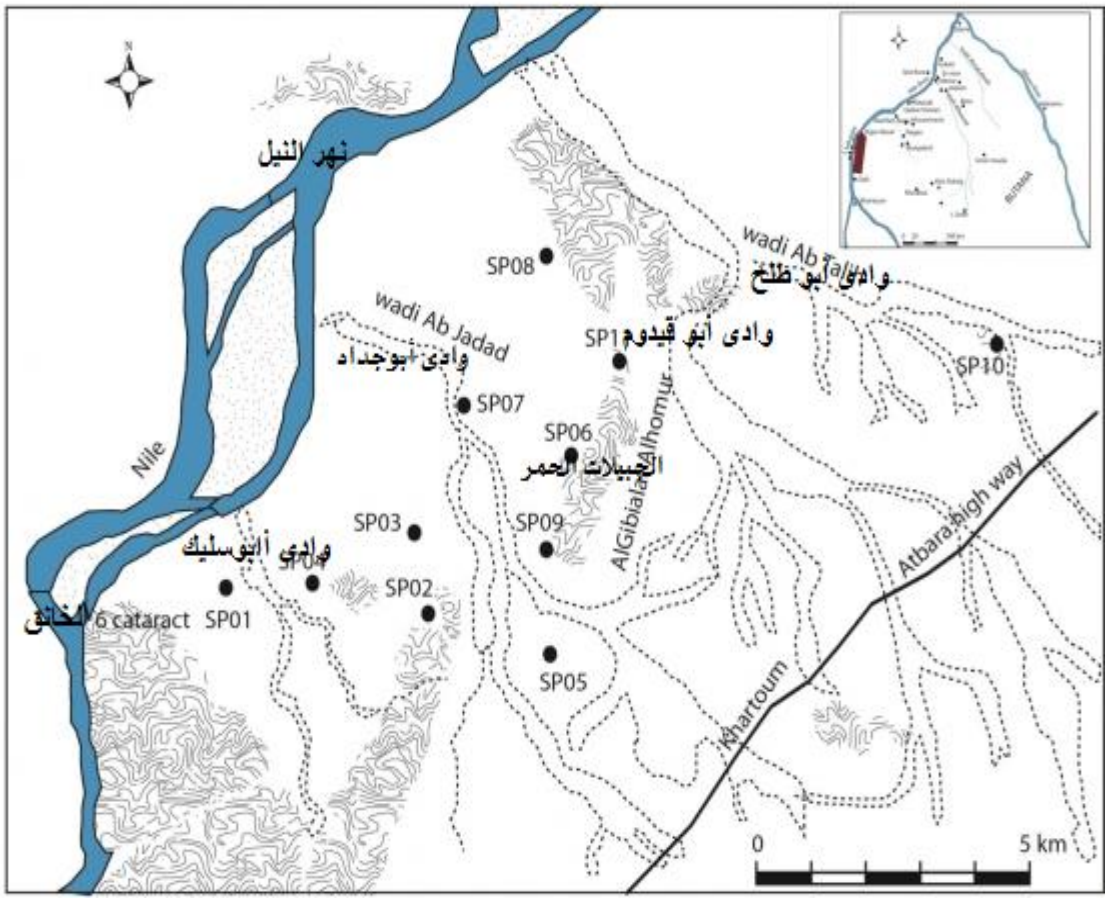
يختلف حجم وشكل الرواسب في هذه الأودية حسب نوع ونشاط العمليات الجيومورفولوجية الفاعلة إبّان التاريخ الجيولوجي للمنطقة. ويتضح ذلك من مراحل تكوين هذه الأودية. ففي مرحلة تعاظم النحت الرأسي لهذه الأودية (مرحلة الطفولة) تكونت المراوح الفيضية عند أقدام التلال . وحين تعادل النحت والنقل مع عملية الإرساب (مرحلة النضج) أدت التعرية الجانبية لتآكل جوانب هذه الوديان وانخفاض مستواها وبالتالي أصبحت أكثر اتساعا ، وازدادت فيها كمية الرواسب التي غطت سهولها. وفي هذه المرحلة تمثل رواسب هذه الأودية مشتقات الحجر الرملي النوبي من الحصى والرمل الخشن ، ومفتتات صخور الجرانيت ،

والنايس، والتى توجد مدفونة مع حبيبات الرمل، وتمثل رواسب ثابتة تشكلت داخل بيئة حوض الترسيب التي تشكلت فيه. وهي عبارة عن نواتج تجوية الحجر الرملي النوبي وصخور الأساس التى يمكن أن يطلق عليها رواسب الترسيب المباشر التي تكونت في بيئة تحت مائية، والتى كانت نشطت خلال العصر الرباعي والعصر الحديث. وتحتوى سطوح هذه الأودية على كميات من المواد المتجوية المفككة والتي تبقى مكوناتها لفترات طويلة تتوقف على قوة وسائل النحت المتاح. وقد وصلت هذه الأودية إلى منطقة السهل الفيضي للنيل ، مما أدى لتكوين سهل يغطي طبقاته رواسب الطين والسلت والرمل. وهنا قد لا تنطبق جميع خصائص مرحلة الشيخوخة من قلة الانحدار وانخفاض سرعة التيار وقلة عمليات النحت والتعرجات ، مما قد يوحي بأنها لم تصل بعد لمرحلة الشيخوخة. ويسود هذه الأودية التربة الرملية اللومية في الأجزاء الوسطى منها والتى تختلط أحيانا بحصى الكوارتز. كما تحتفظ التربة برطوبة متاحة من مياه الأمطار. ويساعد هذا في نمو أشجار السيال والكتر ، وحشائش السنمكة والربل والحنظل على جوانبها، والتي تزداد كثافة واخضرارا كلما اتجهنا ناحية النيل.

ولتوضيح خصائص مجموعة الأودية التى منابعها خارج هضبة السبلوقة يمكن التطرق لأودية أبو قيدوم ، وأبو السليك، وأبو جداد.

وادى أبو قيدوم

يعتبر أهم الأودية التصريفية فى شمال المنطقة (الشكل٧) وينحدر بزاوية ضيقة من الجنوب الشرقى إلى الشمال الغربى بطول ٢٧ كيلومترا ومساحة ٤٨,١٢ كلم^{٢} ليصب في نهر النيل. ويبلغ عدد روافده ٣٢ رافدا تمتاز بأنها أكثر طولاً من روافد وادي أبو جداد ، ولكنها أقل عدداً. وبذلك يبلغ الرتبة الرابعة في تطوره الجيومورفولوجي. ويتحكم في مجارى الرتبة الأولى عامل التربة التى تتكون من خليط من السلت والطين والرمل. وتستطيع هذه الروافد أن تنحت في مجاريها على طول نطاقات الضعف الجيولوجي بين فتحات وشقوق الصخور. ويبلغ عرض الحوض ١,٨ كيلومترا ويتسع في الجزء الأوسط منه وتتكون رواسب خشنة من الرمل والحصى والطين. أما كثافة التصريف فتبلغ ٠,٨ وهي أقل كثافة من وادي أبو جداد ، كما أن عرضه ومساحته أقل منه، وبالتالي يتوقع عظم كمية التبخر فيه. وتمثل منطقة تجميع مياه وادى أبو قيدوم منطقة سهلية واسعة يجرى وينحدر فيها الوادي تبعاً لاتجاهات الصدوع والفواصل فوق صخور النايس والجرانيت ، ويصعب تحديد ضفاف الوادي وذلك لاتساعه وقلة عمقه ، ولا يمتليء بالماء إلا عند هطول الأمطار الغزيرة لمدة ثلاثة أشهر بشكل متقطع ، وله نمط تصريف شجرى مثل وادي أبو جداد.



شكل ٧ :أودية منطقة السبلوقة وبعض مظاهرها الجيومورفولوجية

المصدر: العمل الميداني، وعن (Almond and Ahmed 1993)

وادى أبو جداد:

يعتبر من أهم الأودية في وسط المنطقة (الشكل٧).ويمتد من الجنوب الشرق إلى الشمال الغربى نحو النيل بطول ٢٥ كلم وبمساحة ٥٢,٢ كلم مربع (شكل٥). ويمتد في شكل سهل واسع خفيف الانحدار ، وبذلك يكون سهلا شبه تحاتي يغذيه ٥٧ رافداً بلغت الرتبة الرابعة. ولذلك تظهر قدرته التصريفية أكبر من الأودية الأخرى عند مقارنته بها. وتتميز الروافد بالقصر والاستقامة وتتركز فيها مجارى الرتبة الأولى عند الأعالي حيث تشق مناطق الشقوق والفواصل لصخور الجرانيت والميكاجرانيت والنايس.

يمكن تقسيم وادى أبو جداد إلى ثلاثة أقسام حسب الانحدار وتكوين المرسبات ، وهي:

أ- رأس الوادي:

تمثل المنطقة التي ينبع منها الوادي وتتقارب فيها الروافد من بعضها البعض وهي قصيرة تلتقي بالمجرى الرئيسي بزوايا حادة لا يزيد طولها عن ٢ كلم. ويمثل هذا القسم مجارى الرتبة الأولى التى تقع في الأجزاء العليا والسفوح الجانبية للمرتفعات التي يقع عليها الوادي. وتتبع في مجراها مناطق الضعف الجيولوجي لصخور الأساس ومناطق الانحدارات الأصلية لسطح الأرض والمناطق المنخفضة. ويتعاظم النحت في هذا الجزء أكثر من الإرساب ، كما تعظم القدرة على حمل المواد الصخرية المفتتة والمذابة ونقلها من أعالى الوادي صوب الأجزاء الدنيا. كما يظهر أثر التعرية المائية على جوانب الوادي وسطح قاعه. أما تربته فهى رملية ضحلة لها لون بني محمر دلالة على شدة التصريف والأكسدة.

ب- وسط الوادي:

عبارة عن منطقة مسطحة واسعة يصل عرضها لحوالى ١٧,٥ كلم، وتظهر عمليات التعرية على جوانب الوادي فيصبح من الصعب تحديد ضفافه، ويصير أكثر اتساعاً، وتنمو النباتات على جوانبه والتي يمكن تمييز الوادي بها. ويغطى هذا القسم من الوادي رواسب تربة رملية سلتية مع خليط من حصى الكوارتز حتى عمق ٣٠ سم ، وتمثل نسبة الرمل ٨٤% والسلت ٤% والطين ١٢%.

ج- مصب الوادي:

عبارة عن نهاية الوادي أو مصبه ، وهي منطقة سهلية إرسابية تغطيها طبقات من رواسب الطين والسلت والرمل بنسبة ٣٢%، ٤٤%، ٢٤% على التوالى. أما التربة فهي طينية لومية ذات لون بني/ رمادي مشققة. ويقل في هذا الجزء انحدار الوادي وسرعة جريانه وتصبح قدرته الإرسابية أكبر من النحت ، وبالتالي تنتج معظم ظواهره من فعل الإرساب ويختفى أثر فعل النحت الرأسي، وعلى ذلك تكون التعرية الجانبية هي أهم ما يشكل الوادي في هذه المرحلة. ويبدأ تآكل جوانب الوادي باستمرار نتيجة لتغيير مجرى الوادي من حين لآخر تبعاً لضعف الانحدار واستواء السطح ولذلك يصبح مظهر السطح مستوياً واسعا مغطى بالرواسب النهرية من طين وسلت وحصى. وتترسب كل هذه الرواسب إرسابا فجائيا بحيث تأخذ شكل المروحة الفيضية عند منطقة سهلية لا يزيد ارتفاعها عن ٣٩٠ متراً منحدرة تجاه المجرى الأدنى. وهي بذلك توضح مرحلة انتقالية من منطقة جبلية إلى منطقة سهلية استطاعت المياه أن ترسبها عندما انخضت سرعتها.

وتعتبر منطقة تجميع مياه وادي أبو جداد منطقة سهلية واسعة يجري الوادي وينحدر فيها تبعاً لاتجاهات الصدوع والفواصل. ويبلغ عرض الوادي فيها ٣,٢ كلم ، ويصعب تحديد ضفاف الوادي وذلك لقلة عمقه وضحالته حيث لا يمتليء بالمياه إلا عند هطول الأمطار الغزيرة، ويكون جريانه متقطعاً لا يستمر لأكثر من ثلاثة أشهر. ويمثل نظام تصريف وادى أبو جداد نظام التصريف الشجري الذي يشير لوجود صخور متجانسة تمثلها صخور الأساس ذات الصفة الجرانيتية وصخور النايس.

وادى أبو السليك:

يشكل أهم وادى تصريفي في جنوب المنطقة (الشكل٧). ويصل طوله لحوالى ١٧,٥ كيلومتر وروافده أقل عددا وأكثر طولاً من الأودية السابقة ، إذ له ١٨ رافداً بلغ فيها الوادي الرتبة الثالثة ، وتكثر في المنابع العليا منه. وتمثل منطقة تجميع المياه منطقة مستوية تغطيها رواسب رملية وحصويات ساعدت عمليات التعرية في تكوينها. ويعود أصل هذه الرواسب إلى تكوينات الحجر الرملي النوبي الذي ينتشر شرق المنطقة. ويكون الوادي جافاً في معظم أيام السنة ، ولا يمتليء بالماء إلا عند هطول الأمطار حيث يتسم بتقطع الجريان فى الأجزاء الأكثر انخفاضا منه. وتصل أقل نقطة ارتفاع له إلى ٣٩٧ متراً بالقرب من السهل الفيضي. أما تربة هذا الوادي فتتكون من السلت (٢٦%) والطين (٢٦%) والرمل (٤٨%). ومن الشكل العام الذي تظهر به مجموعة الروافد المختلفة للوادي ، وتبعاً لتجانس صخورها من حيث التركيب ، يظهر الوادى نظام التصريف الشجري. أما إمكانية التصريف المائي في الحوض فتزداد بزيادة مساحة الحوض ، وبما أن وادي أبو السليك أقل مساحة من حوض وادي أبو قيدوم وحوض وادي أبو جداد فيتوقع أن تكون كمية التصريف المائي فيه أقل مما في الأحواض السابقة.

يتضح مما سبق من أمثلة مجموعة الأودية التى منابعها خارج هضبة السبلوقة أنها تختلف في أعماقها وتكوينها ، وفي نوعية وحجم وشكل الرواسب ابتداءً من منطقة المنبع حتى منطقة المصب. وبالتالي يشكل هذا الخليط المتنوع الرواسب الرئيسة لبطن الوادي والتى يعزى وجودها لعمليات النقل والإرساب. وعليه تصبح حالة مجرى الوادي متغيرة في كل جزء من أجزائه، إضافة إلى اختلاف أنواع التربة السائدة في كل جزء. وتحتوى الرواسب على الرمل والحصى والطين وحبيبات الكوارتز والمفتتات الصخرية الناتجةعن تجوية صخور الجرانيت

والاجنومبريت والحجر الرملي النوبي والتي تعرضت لعوامل التعرية. وتوجد هذه الرواسب في بطون الأودية وحول مجاريها، وأهم ما يميزها طبيعة إرسابها. فالمواد الخشنة ذات الأحجام الكبيرة ترسبت أولاً بالقرب من منابعها ثم تقل أحجام الرواسب والحبيبات كلما اتجهنا نحو النيل. وفي مجراها الأوسط تتراوح أحجام الرواسب من ١ ملم إلى ١٠ سم للحصى ،ولمفتتات الصخور والجلاميد ما بين ٢٠ – ٢٦ سم، أما عند منطقة السهل الفيضي فهي عبارة عن رواسب طينية ولومية بنسبة ٤٤% ، ٣٢% على التوالي.

أما رواسب المراوح الغرينية التي دفعت بها المياه من أعالي الجبال والمرتفعات إلى بطون الأودية عند منطقة السهل الفيضي فهي دليل على عمليات النقل والإرساب المائي. وتنتشر في شكل غطاءات سطحية تأخذ الشكل المخروطى أو المروحى، حيث يشير رأس المخروط أو المروحة الى الاتجاه الذي تأتي منه الرواسب. ويبلغ طول قاعدتها ما بين ٢٦ إلى٣٠ متراً ، كما هو الحال في وادي أبو جداد، وتنحدر في اتجاه المجاري الدنيا للوادي حيث يمر وادي أبو قيدوم بطرفها الأيسر. وتتصف مورفولوجيتها بعدم تماثل حبيباتها نسبة لضآلة كمية المياه التي تساعد في عملية التوزيع تدريجياً وفي تباين أشكال وأحجام رواسبها التي تتكون من مفتتات صخور الجراتيت وحصى الكوارتز ، وتعتمد طبيعة إرسابها على قوة المياه وكمية الرواسب المنحدرة من الأعالى.

مجموعة أودية الهضبة :

تتركز في الجزء الغربي من المنطقة وتنحدر من الهضبة وتلال السبلوقة نحو النيل ، ومن أمثلتها أودية السقاي وموسى والشلك والسادة. وهي عبارة عن أودية صغيرة في أطوالها مقارنة بالأودية الشرقية، كما تتميز بالقصر والاستقامة وقلة التفريع ، إذ تمثل أنظمة جريان موسمي تنتهي غالباً بدلتا قوامها الطمي والرمل والسلت. وقد نشأت هذه الأودية في نطاقات الفواصل والشقوق الصخرية التي تعرضت لعمليات التصدع ، وتتبع في جريانها مناطق الضعف الجيولوجي للتكوينات الصخرية للصخور البركانية وصخور الأساس. وتتبع بوجه عام طول مضرب الطبقات، وتتشكل خلال مراحل تكوينها تبعاً لخصائص ومزايا الطبقات الصخرية واستمرار عمليات النحت وقد أطلق عليها ديفز اسم أنهار مضرب الطبقات (strike- type streams).

وتمثل هذه الأودية والمجاري المائية الموسمية التي تتخلل الهضبة أشكالاً جيومورفولوجية ساعدت على تكوين المراوح الغرينية. وتتكون هذه الأودية من عدة أنظمة من الفواصل والانكسارات التي توجد بين التكوينات الصخرية الضيقة وتقطع مناطق الصدوع والضعف الجيولوجي، ويتراوح طولها بين ٢-٣ كلم ، كما توجد شواهد لكتل وحافات صخرية ومنحدرات يصل ارتفاعها ما بين ٥٠-١٠٠ متر. وفي العادة تمتليء هذه الأودية بالرواسب الغرينية والرملية، كمايوجد بين شقوق الصخور كميات من الطين المتراكم عن عمليات التجوية الكيميائية التي يتعرض لها الفلسبار حيث تظهر التربة حمراء اللون نتيجة لعملية الأكسدة ووجود أكسيد الحديد. كما تغطي مفتتات الصخور المجارى العليا لهذه الأودية وتتكون من رواسب جلمودية مفككة وحصى ورمال خشنة ، ناتجة من صخور الرايوليت والجرانيت والاجنمبريت التي تأثرت بعمليات التجوية والتعرية المائية. كما يظهر على جوانبها في مجاريها العليا كتل صخرية كبيرة الحجم كما هو الحال في وادي كورندا ووادي السقاي. أما رواسب الطين والسلت والرمل فتستطيع أن تلقي بها عند منطقة السهل الفيضي غرب منطقة المسيكتاب بالقرب من نهر النيل. كما تأخذ الرواسب شكل مراوح فيضية واسعة لوادي السقاي غرب منطقة الكجينة على السهل الفيضي نتيجة للرواسب المائية التي يحملها وادي السقاي. ويمكن الحديث عن وادي السقاي بحكم أنه وادي رئيس، كمثال للأودية الغربية في منطقة السبلوقة.

خصائص وادى السقاى:

ينحدر وادي السقاي من تلال السبلوقة نحو النيل في طول يبلغ ٨٥ كيلومترا تقريبا (أنظر الشكل٨). وتمثله تكوينات من الحجر الرملي النوبي التي تشمل الكنجلومريت والحصى والرمل. وقد ارتبط هذا الوادي

بصدع أم مراحيك، ويمكن تصنيفه ضمن مراتب الدرجة الثانية التي تتجمع جنوب جبل أم مراحيك. وتظهر الروافد في استقامة واضحة تتحكم بها طبوغرافية المنطقة ونظام صدع أم مراحيك. وينتهي هذا الوادي بدلتا عند منطقة السهل الفيضي بطول يصل إلى ١٠ كيلومتر ، وتمثلها رواسب الرمل والطين والسلت وتظهر الرواسب الغرينية حتى عمق ١,٥ مترا. وتدل مجموعة العينات الحفرية المأخوذة من الآبار التي تم حفرها في المنطقة على وجود رواسب الحجر الرملي النوبي حتى عمق ١٠ أمتار ، وتتكون من الكنجلومريت والحجر الرملي النوبي الخشن وتعلوه طبقة من الحجر الرملي متوسطة الخشونة تتخللها طبقات من الكنجلومريت التي تحتوى على حصى الكوارتز. وترجع رواسب الحجر الرملي النوبي إلى عصر الكريتاوى كما هو الحال في كل أنحاء السودان.

يعمل انحدار الوادي العام نحو السهل الفيضي على المساعدة في جريان المياه وانسياب وانتقال المفتتات من المناطق العليا وترسيبها في المنخفضات (أنظر الشكل٨). وبطبيعة الحال تتدرج خشونة الرواسب من المجرى الأعلى إلى المجرى الأدنى حيث تنتشر الجلاميد في بطن الوادي وتصبح أكثر ندرة في الجزء الأوسط منه حيث يحل محلها إرسابات رملية خشنة وحصى وهي بقايا لمكونات الحجر الرملي النوبي، وفي المجرى الأدنى يمثلها رواسب السلت والطين والرمل. وتلعب عوامل التجوية والتعرية المائية دورا مهما في تشكيل رواسب هذا الوادي.

أما منطقة تجميع مياه وادي السقاي فعبارة عن منطقة سهلية واسعة يجري فيها الوادي تبعاً لاتجاه الصدوع والفواصل من الجنوب إلى الشمال، ويبلغ عرض الوادي فيها ٢,٣ كلم، ويصعب تحديد ضفاف الوادي لاتساعه وقلة عمقه . ويظهر وادي السقاي من خلال الصور الفضائية كنظام تصريفي موسمي بمساحة تبلغ ١٩٢,٥ كلم مربع ، ويمتلىء الحوض عند هطول الأمطار لفترة لا تقل عن أربعة أشهر حيث يعتبر أحد مصادر مياه الشرب لسكان المنطقة ، كما تنمو الأشجار والحشائش على جوانبه وتبدو أكثر خضرة كلما اتجهنا نحو النيل.

وبصفة عامة يختلف شكل وحجم الحبيبات تبعاً للطريقة التي تم بها النقل والإرساب في أودية أبوجداد وأبو قيدوم والسقاي. وتتمثل أهم أنواع الرواسب في الحصى والرمل الذي يحتوى على حبيبات الكوارتز والحديد. كما تحتوي منطقة رواسب الأودية على مفتتات صخرية أصلها صخور الجرانيت والاجنمبريت والريوليت كما هو الحال في وادي السقاي وكورندا. وتتكون المواد الإرسابية في مقدمة الوادي من خليط من حبيبات الرمل والطين ذى أحجام كبيرة مختلطة معاً ، أما في مؤخرة الوادي فتتكون الرواسب من الطين والسلت والرمل، وقد تظهر فيه الأوجه والرواسب السلتية silt faces التي تحتوي على حبيبات ناعمة وخشنة أسفل الطبقات وبسمك يصل إلى ٥ أمتار. أما رواسب المراوح الفيضية التي تظهر حول وادي أبو جداد ووادي السقاي ووادي كورندا فتتألف من حبيبات صخرية مختلفة ومتباينة في الشكل والحجم ويمثلها صخور الريولايت والاجنمبريت والنيس ، والتى دفعت بها تلال منطقة السبلوقة نحو الأراضي السهلية أسفل تلك المنحدرات مكونة غطاءات ارسابية على شكل مراوح فيضية.

الشكل (٨) :صورة فضائية لجزء من وادى السقاي منحدراً تجاه نهر النيل

المصدر: Google Maps

مساهمة الأودية الموسمية في تكوين منطقة رسوبيات غرين النيل:

تمتد منطقة غرين النيل على طول ضفتي النيل (الشكل ٩) ، وهي عبارة عن إرسابات حديثة نسبياً تسببها الرواسب النيلية السنوية وما تحمله الأودية عقب كل فيضان. ويتراوح سمكها بين ٢ – ٤ متر. ويُكون الرمل ٢٤% من هذه الرسوبيات والسلت ٤٤% والطين ٣٢% مما يدل على مناخ كان أكثر رطوبة لحد ما مما هو عليه الآن (Ruxton and Berry١٩٧٨). وقد ساعدت الأودية التي تنحدر إلى النيل في تكوين هذا السهل الفيضي مثل وادي أبو جداد وأبو قيدوم والسقاي ووادي موسى والشلك التي تحمل المترسبات الحصوية والرملية والطينية. وقد وجدت معادن الكوارنز والميكا ومفتتات صخور الجرانيت والريولايت والتي يرجع تكوينها لعمليات التجوية والتعرية المائية، حتى عمق ١٥ سم في طبقات الطين والسلت. وتدل إرسابات المراوح الفيضية عند منطقة السهل الفيضي على عمليات النقل والإرساب المائي حيث تتخذ أشكال المخروطات أو المراوح ويبلغ طولها بين ٢٦-٣٠ مترا وتتصف بعدم تماثل حبيباتها وأشكالها وأحجام رواسبها.

شكل ٩ : غرين ضفتي النيل في منطقة السبلوقة

الخصائص المورفومترية لأودية منطقة السبلوقة:

يلاحظ من خريطة نظام وشبكة التصريف أن المجارى الرئيسة للأودية تظهر بشكل متوازي تفصل بينها مسافات متساوية ، وبذلك يميز نمط التصريف المتوازي منطقة الدراسة بشكل عام (الشكلين ٦ و ٧). ويتكون هذا النظام في المناطق التي تتشكل انحداراتها من مقعرات طويلة توازيها محدبات طويلة أيضا ، مما يساعد على خلق مجارى مائية طويلة تشق المقعرات السطحية وتمتد مجاريها موازية لبعضها وتنفصل أوديتها بمسافات متساوية. ويمكن أن يتكون النمط المتوازي تبعاً للبنية الصخرية والتكوينية التي قد تؤدي لتشكيلها كما هو الحال في توازي مجرى وادي أبو جداد ووادي أبو قيدوم ، وتوازي وادي الميجا ووادي دومه. ويأتى نمط التصريف الشجرى مباشرة في الأهمية بعد النمط المتوازي في المنطقة، ويظهر بوضوح في أودية أبو جداد وأبو قيدوم وأبو السليك. ويتكون في العادة فوق المناطق الصخرية غير المتجانسة في تركيبها الصخرى ونظام بنية طبقاتها. أما النمط المتعامد فينتشر في المجارى العليا لوادي أبو جداد والمجارى الوسطى لوادي أبو قيدوم. ويظهر من خلال تعامد وادي أبو جداد وتعامد وادي الدومة على وادي أبو قيدوم. ويتمثل النمط الإشعاعي للتصريف في منطقة الدراسة في الهضبة البركانية حيث تنحدر مجارى الهضبة من أعلى التلال صوب المنحدرات السفلى التى تتجه في انحدارها نحو النيل ممثلة نمطا إشعاعيا كما هو الحال في أودية موسى والشلك والسادة. وكمثال للخصائص المورفومترية لأودية منطقة الدراسة يمكن التطرق لوادي أبو جداد وأبو قيدوم (الجدول ١).

جدول (١): الخصائص المورفومترية لوادي أبو جداد ووادى أبو قيدوم

الحوض	المساحة (كم٢)	الطول (كم)	العرض (كم)	الاستطالة	كثافة التصريف	شكل الحوض	الاستدارة	نسبة التضرس
أبو جداد	٥٢,٢	٢٥	٢,٠٨	٣,٢	٢,٧	١٢	٦,٦	٣,٠٤/كم
أبو قيدوم	٤٨,١٢	٢٦,٢٥	١,٨٣	٣,٣	٠,٨	١٤	٦,١	٢,٠١/كم

المصدر: العمل الميدانى

بعد قياس مساحة حوضيّ تصريف وادي أبو جداد وأبو قيدوم ، من خريطة مقياس رسمها ١:٢٥٠٠٠٠ ، وجد أن مساحة حوض وادي أبو جداد تفوق مساحة حوض وادي أبو قيدوم، وبصفة عامة تضيق مساحة الحوضين في الوسط. ويلعب عامل المساحة دورا مهماً في طبيعة الجريان وكثافة التصريف وأطوال وأعداد المجارى ، ونتيجة لذلك يتوقع أن تقل أبعاد حوض وادى أبو قيدوم عن أبعاد وادى أبو جداد وفق ما يرى شورلى "أن الأحواض الصغيرة المساحة غالباً ما تقل فيها الأبعاد" (Chorley 1972). ويقل طول حوض تصريف وادى أبو جداد عن طول وادي أبو قيدوم، وبالتالي سيكون الجريان السيلي في وادي أبو جداد أقل سرعة من وادى أبو قيدوم ، وسيزيد الترشيح والتبخر في وادى أبو قيدوم عن وادى أبو جداد. كما يظهر الجدول (١) أن عرض حوض وادى أبو جداد يزيد عن عرض حوض وادى أبو قيدوم مما يؤدي لزيادة مقدار التدفق في حوض وادي أبو جداد مقارنة بوادي أبو قيدوم ، كما يتوقع أيضا أن يزيد معدل الترشيح والتبخر في حوض وادي أبو جداد عن حوض وادي أبو قيدوم. كما يميل كلا الواديين للاستطالة. ولا تزيد استطالة وادى أبو قيدوم عن وادى أبو جداد إلا قليلاً ، ولكن لهذا دلالته وهي أن وادى أبو قيدوم قد يكون أكثر نضجاً من وادى أبو جداد ، وبالتالي تكون خصائصه الهيدرولوجية أكثر استقراراً من حوض وادى أبو جداد، وكذلك الجريان والتدفق يتوقع أن يكونا أكثر انتظاماً. وبصفة عامة يرتبط بالأحواض المستطيلة تصاريف مائية أكثر انتظاماً في توزيعها الزماني والمكاني ، كما تتميز بكميات أقل من المياه بسبب بطء وصول الجريان المائي في الأحواض المستطيلة إلى منطقة المصب ، إضافة إلى ما تتعرض له من تبخر أو تسرب.

وتظهر النتائج أن درجة استدارة حوض وادي أبو جداد تزيد عن درجة استدارة حوض وادي أبو قيدوم، ويتميز كلاهما بالاستدارة ناحية المنبع مما يؤثر على كمية الجريان المائي. وتساعد درجة الاستدارة على معرفة العلاقة بين سرعة الجريان وعامل الزمن، فكلما كان الحوض يميل إلى الاستدارة في منابعه العليا فسيكون الوقت اللازم لكي يبلغ الفيضان أو الجريان ذروته قصيرا حال سقوط الأمطار. وعلى عكس ذلك إذا كان الحوض يميل للاستدارة في مناطقه السفلى فسيتأخر في بلوغ ذروة الجريان نتيجة لقلة مساحةالمجارى العليا ومن ثم كمية الجريان المتصرفة منها. وبما أن درجة استدارة حوض وادي أبو جداد تزيد عن حوض وادي أبو قيدوم فيتوقع أن يكون التسرب والتبخر أقل في وادي أبو قيدوم. وتزيد قيمة عامل التضرس في وادى أبو جداد عن وادي أبو قيدوم مما يدل على أن وادى أبو جداد هو أكثر انتظاماً في شكله من وادى أبو قيدوم مما يؤثر على الانحدار العام والسرعة وبالتالي يزيد من احتمالات الفيضان.

يوضح الجدول (٢) أن أعداد المجارى من الرتبة الأولى في وادى أبو جداد تزيد عن وادى أبو قيدوم وبالتالى مجموع عدد المجارى فيه ، وبالتالى ستكون قدرته التصريفية أكبر من وادى أبو قيدوم. كما يوضح الجدول (٢) وجود اختلاف في أعداد مجارى الرتبة الأولى والرتبتين الثالثة والرابعة في وادى أبو جداد، وكذلك بين مجارى الرتبة الأولى والرتبتين الثالثة والرابعة في وادى أبو قيدوم. وهذا الاختلاف فى عدد المجارى تفسره الظروف البنيوية والمورفولوجية لمنطقة السبلوقة ويشمل ذلك درجة الانحدار وزيادة الأمطار في المجارى العليا للواديين، أما في المجارى الدنيا فيلاحظ أنه أقل عددا في كلا الواديين ، وربما يرجع ذلك إلي الظروف البنيوية

السابق ذكرها.

جدول (٢): أعداد المجارى لواديّ أبو جداد وأبو قيدوم في كل رتبة ونسبتها

الحوض↓	الرتبة←	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	مجموع المجارى	نسبة التشعيب
وادي أبو جداد	عدد المجارى	٥٧	١٦	٤	١	٧٨	٤
	نسبتها	%٧٣	٢٠,٥	٥,١	١,٢	٩٩،٨	
	نسبتها	٣,٥	٤	٤			
وادي أبو قيدوم	عدد المجارى	٣٠	٨	٣	١	٤١	٣
	نسبتها	٧٣,١	١٩,٥	٧,٣			
	نسبتها	٣,٧	٢,٦				

المصدر: العمل الميداني

ويوضح الجدول (٢) أعداد المجارى ونسبتها إلى مجموع المجارى في كل حوض في كل رتبة. ونجد هنا وجود تشابه واضح بين النسب في أعداد المجارى في كل رتبة من الرتب في كلا الواديين. وقد تؤكد النسبة المنخفضة التي وصل لها وادى أبو جداد في الرتبة الرابعة أن مجراه قد وصل لحالة التوازن في المجرى الأدنى مقارنة بوادى أبو قيدوم الذي لم يصل إلى تلك المرحلة حتى في حال الرتبة الرابعة. وتستأثر مجارى الرتبة الأولى في كلا الواديين على نسب أعلى من بقية الرتب. ولو ثبتنا كل العوامل المؤثرة في حوض التصريف فإن رتب المجارى في الحوض يجب أن تتناسب مع حجم شبكة التصريف، وأيّ زيادة في رتب مجارى الشبكة سوف يصاحبها المزيد من التصريف والجريان، وبناءً على ذلك ستكون كمية التصريف في وادى أبو جداد أكبر من وادى أبو قيدوم ، وبالتالى تعتبر أعداد الرتب مؤشرا لنشاط العمليات الجيومورفولوجية.

ويبلغ مجموع أطوال المجارى في وادى أبو جداد ضعف أطوالها في وادى أبو قيدوم, كما يظهر أن عدد أطوال المجارى في الرتبة الأولى والثانية لكلا الحوضين أكبر من بقية الرتب الأخرى رغم انخفاض طول المجرى الواحد في الرتبة وقد لا يتجاوز ال ١,٥ كيلومترا. ويرجع الانخفاض الشديد في مجال الرتبة الثالثة والرابعة في كلا الواديين إلى كون هذه الرتب تضم مجرى أو مجريين ، وأن مجموع أطوال المجارى يتناقص باضطراد كبير مع زيادة الرتبة مما يوحى بوجود علاقة عكسية بينهما مما يتفق مع قانون هورتون، وهكذا تبدو العلاقة بين مساحة الأحواض ومجموع أطوال المجارى فيها وبين المساحة وأعداد المجارى. وتزيد كثافة التصريف فى وادى أبو جداد عن وادى أبو قيدوم وبالتالى يتوقع أن تكون كمية وسرعة الجريان في وادى أبو جداد أكبر مما هي عليه في أبو قيدوم. ويوحى هذا أيضا لمدى تعرض سطح وادى أبو جداد أكثر لعمليات النحت بواسطة المياه الجارية أكثر من وادى أبو قيدوم. ويكثر في وادى أبو جداد نسبة تكرار المجارى (١,٤١ مجرى/ كلم^{٢}) مقارنة ب (١,٢٨ كلم^{٢}) في وادى أبو قيدوم. وقد أتت هذه الأرقام عن تكرار المجارى في كلا الحوضين متقاربة مع القيم التي سبق ذكرها عن كثافة التصريف مما يؤكد أن كلا التصريفين لهما نتائج متشابهة عن تقطع الحوض.

يستدل مما سبق من تحليل مورفومترى للمثالين السابقين، على أن حوض وادى أبو قيدوم يعتبر أكثر تطوراً من حوض وادى أبو جداد الذي يتميز بعدم الانتظام والسرعة مما يزيد من احتمالات فيضانه. كما أن الاختلاف في خصائص الحوضين قد يرجع إلى التفاوت في البعد بينهما وارتباطها بعامل المساحة.

مناقشة النائج:

نشأت الأودية الموسمية في منطقة السبلوقة نتيجة لعمليات التعرية المائية والريحية، التى تعمل معاً

في العديد من الأقاليم الجغرافية مما ينعكس على جيومورفولوجية مشهدها الطبيعي (Joanna and Ian 2002). فنتائج البحث تشير إلى أن شبكة الأودية الموسمية في منطقة السبلوقة قد نشأت في ظلّ ظروف مناخية تتميز بكثرة الأمطار مقارنة بما هي عليه اليوم. فرغم أن الصحراء الكبرى تعتبر الإقليم الأكبر والأكثر جفافاً على سطح الأرض، فقد كان في السابق ينصرف فيها الكثير من الأنهار التى طمرت حالياً أسفل مسطحات الرمال والكثبان الرملية، مما يكشف عن حدوث تحولات مناخية رئيسية (Abdelkareem, et al.,2012)، فوادى النيل الرئيسي في شمال السودان كان رطباً في الهولوسين المبكر. ويؤكد ذلك وجود بحيرة مساحتها ٤٥٠الف متراً مربعاً ، كان يغذيها مجرى غزير المياه شديد الجريان مصدره نيل الهولوسين المبكر ، وذلك بين ٩,٥ إلى kyr.٧,٥ (IEEE, 2007). ويدعم ذلك تاريخ النشاط النهرى في فترة السينوزويك في الصحراء الشرقية في مصر ، إذ وجدت أودية وأحواض عريضة ممتلئة بالطمى ، ومجارى مجدلة تدخل في أودية عريضة ممتلئة بالطمى ، ومترسبات مفككة، وأودية متثنية ضيقة وطويلة تجرى فوق صخور الأساس، وكذلك امتدادات من الرمال الريحية والمترسبات المغطاة بتضاريس البرخانات (IEEE 2007). إضافة لذلك تظهر نتائج المسح الرادارى للصحراء الشرقية قنوات تصريف لأودية عند أعماق بعيدة أسفل رمال الصحراء الجافة تعزى للتطور الجيومورفولوجي العظيم "megageomorphological" لقارة أفريقيا (Burke et al., No date). ويدل هذا على أن أودية الأنهار الرادارية قد تكون أجزاءً من نظام نهر النيل القديم بدلاً من أن تكون مجرد مجارى قطعها نظام تصريف أفريقي عرضى يجرى ناحية الغرب ممتداً من تلال البحر الأحمر إلي دلتا النيجر (Burke et al. No date). كما ثبت وجود نهر كبير كان يمتد على طول تلال البحر الأحمر من أريتريا إلى مخرجه الحالى منذ الأولوجسين ، إلا أن المجرى المبكر لهذا النهر لم يتأكد بعد في السودان ، إلا أنه قد تأكد في مصر بأنه يتجه ناحية الغرب (Macgregor 2012).

إضافة لما سبق تدل قطاعات الترسيبات المفككة أسفل الوديان في منطقة السبلوقة على معلومات حول التغيرات المناخية المحلية، حيث تُكوّن ترسيبات الهولوسين سلسلة متبادلة من الرمال الجافة وطبقات اللوم أو الغرين الرطبة (Lenka, et al. 2009). ويتفق هذا مع نتائج بعض البحوث التى تمت في شمال السودان التى تؤكد أن عدم الاستقرار المناخي كان سمة لمناخات الهولوسين ، فقدشهد النيل الأبيض والنيل الرئيسي أثناء هذه الفترة معدلات أعلى من الفيضان أعقبها انخفاض في معدلاته (Williams et al., 2010). وقد كان وادى النيل الأبيض أثناء قمة الفترة الجليدية الأخيرة "Last Glacial Maximum "أكثر جفافاً مما هو عليه اليوم ، مع وجود للكثبان الصحراوية النشطة حتى دائرةالعرض ١٢ درجة (Martin, et al. 2006). وقد ظهر تأثير الرياح أثناء الرباعي المتأخر حيث تظهر الإرسابات النهرية والبحيرية في وجوار وأدنى وادى النيل الأبيض تناقضا شديداً بين أنماط المناخ التى سادت في البليوستوسين المتاخر الجاف في الغالب والبارد الكثير الرياح ، وبين المناخات الدافئة الوفيرة المياه التى سادت في هذه الأقاليم بين٥٠٠ ١١ -١١٠٠٠ BP ، ٩٥٠٠ BP و ٨٥٠٠ – ٧٠٠٠ BP (Martin, et al.,2000). كما كان النيل الأبيض أيضا قادراً على نقل الحصى والرمال إلى النيل الرئيس حتى نهاية البليوستسين الانتقالى terminal Pleistocene عندما أصبح واديه مغلقاً (أو معوقا) بالكثبان الرملية. ومن المحتمل أن تكون مرحلة الاضمحلال قد بدأت في مصر واتخذت سبيلها أعلى النهر في الهولوسين (and Williams Adamson, 1980). أما النيل الأزرق فقد كان في البليوستسين المتاخر نهراً موسمياً له القدرة على نقل حمولة قاع هائلة تتكون من الرمال الخشنة والحصى الناعم. وخلال هذه المراحل نقص حجم مياه الأنهار والبحيرات نقصاً واضحا، ليس فقط بسبب الجفاف ولكن بسبب تحطيم الغطاء النباتي الطبيعي وتحويل المياه من المجارى العليا للنهر **(Feng, 1963)** ، وذلك بسبب الأسر النهرى الذي يمحو أو يضيف تضاريس الاندين

Andean لحوض تصريف نهر ما (Baker, 1977)، كما لا نغفل أنه قد أعيد تنشيط الكثبان الرملية الثابتة في فترات متقطعة أثناء الهولوسين (Williams et al., 2010).

ومما سبق من نقاش يستشف منه أن تصريف الأودية الموسمية الحالية في منطقة السبلوقة لا ينفك أن يكون جزءاً من جميع هذه الأحداث التى شهدتها الصحراء الكبرى وتلال البحر الأحمر ، أو الصحراء الشرقية في مصر بحكم الاتصال الجغرافي. كما يستدل من نتائج البحث وجود علاقة متبادلة بين أشكال تصريف الأودية الموسمية في منطقة السبلوقة وبين التركيب الجيولوجي للمنطقة، حيث يظهر تأثير عوامل الانحدار واختلاف التركيب الصخرى، ومدى تجانس الصخور، وأثر الحركات الباطنية. وتظهر الأودية المائية امتداداً طولياً أو تقطع الهضاب والمرتفعات، كما يمكن اعتبارها أراضي مستطيلة ضيقة تحف بها المرتفعات من الجانبين، ومنها الأودية التكتونية والانكسارية والتحاتية. وتتبع في مجملها الانحدار الطبيعي للأرض واتجاه الالتواءات ومناطق الشقوق والفواصل وبالتالي تختلف في أعماقها وتكوينها ورواسبها ، مما يتفق مع دراسة عبد الرحيم (Abdel Rahim, 1980) في منطقة دنقلا ، حيث وجد أن نظام التصريف يتفق مع خطوط الانكسار، وكذلك كما في دراسة عبد الماجد (١٩٩١) في منطقة البحر الأحمر حيث تتحكم خطوط الانكسار في جريان المياه ، خاصة وأنه يوجد في الجزء الغربي من منطقة السبلوقة أودية قصيرة ومستقيمة وموسمية في جريانها نشأت في نطاقات الفواصل والشقوق الناتجة من عمليات التصدع حيث تتبع في جريانها مناطق الضعف الجيولوجي للصخور البركانية وصخور الأساس ، وتتبع بوجه عام طول مضرب الطبقات والتي عرفها ديفز Davies بمصطلح أنهار مضرب الطبقات strike type streams ومنها وادي موسى والسقاي والشلك والسادة.

وتحتوى المراوح الفيضية على مكونات الطين والرمل والحصى التى تعتبر دليلا لعمليات النقل والارساب والتجوية والتعرية. وتمثل رواسب مائية مصدرها المياه التي تصرفها الأودية أثناء جريانها ، أو رواسب ريحية تذروها الرياح. وتدل ارسابات المراوح الفيضية عند منطقة السهل الفيضي على عمليات النقل والإرساب المائي حيث تتخذ أشكال المخروطات أو المراوح ويبلغ طولها بين ٢٦-٣٠ مترا وتتصف بعدم تماثل حبيباتها وأشكالها وأحجام رواسبها. وقد يوحي تكوين المراوح الفيضية الدلتاوات المروحية بوجود نطاق مورفومناخي morphoclimatic محدود (Talbot, et al., 1978) ، كما تؤدي المثيرات المناخية المتوسطة المدى إلى تحولات تضاريسية رئيسية (Goudie2003).

ويوحى تحليل نتائج العمل الميداني في منطقة السبلوقة بإمكانية تأكيد العلاقة بين ترتيب المجارى وأطوالها ومساحة الأحواض وانحداراتها (Strahler 1954, Chorely 1957)، وبالمثل تفيد عملية تقسيم المجارى إلى رتب في إعطاء فكرة واضحة عن نظام وحجم ومدى تطور شبكة التصريف في المنطقة، إذ تؤدي الزيادة في رتب المجارى إلى المزيد من التصريف والجريان (Gregory and Walling 1973). كما تعتبر أطوال المجارى التى تعتمد على شكل الحوض مؤشراً جيداً لكثافة التصريف. كما تؤكد النتائج وجود علاقة قوية بين مساحة الحوض ومجموع أطوال المجارى ذلك أن مجموع أطوال المجارى يتناقص باضطراد كبير مع زيادة الرتبة مما يعنى وجود علاقة عكسية بينهما (هورتون ١٩٤٥).

الخاتمة:

يمكن تلخيص أهم نتائج هذا البحث في النقاط التالية:

١- تتحكم جيولوجية ما قبل الكمبرى فى تحديد الخصائص الجيومورفولوجية لهذه الأودية الموسمية.

٢- تعكس مكونات المترسبات تأثير التعرية المائية التى تحدد السمات المورفومترية لهذه الأودية الموسمية.

٣- يظهر كل وادى خصائص مورفومترية تميزه عن الأودية الأخرى.

٤- يمكن اعتبار هذه الأودية الموسمية بمثابة جزء من نظم تصريف نهر النيل القديم والصحراء الكبرى وتلال البحر الأحمر.

٥- هناك دلائل تؤكد تأثير المناخ القديم في تحديد أنماط وخصائص هذه الأودية الموسمية.

توصى الدراسة بإجراء بحوث عميقة في نظم الأودية الموسمية لمنطقة الدراسة لتجلية الجوانب غير المعروفة عن تاريخ نهر النيل القديم مما يساعد في التنبؤ بمستقبله . كما توصي الدراسة بإجراء دراسات للاستفادة من مياه هذه الأودية لتوفير مياه الشرب للسكان وزيادة الرقعة الزراعية وتطوير السياحة بهدف تنمية المنطقة.

المراجع العربية:

أبو العينين ، حسن سيد أحمد .١٩٨١.أصول الجيومورفولوجيا، دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض. الدار الجامعية للطباعة والنشر. بيروت.

عبد الماجد ، عمر سيد احمد .١٩٩١ .جيومورفولوجية المياه بمنطقة أدريت – البحر الأحمر ، الاستخدام والأثار البيئية، رسالة دكتوراه غير منشورة جامعة الخرطوم.

التوم، مهدي أمين.١٩٨١.طبيعة البيئات الصحراوية، معهد الدراسات البيئية جامعة الخرطوم.

شاهين، على عبد الوهاب .١٩٨٢. محاضرات في الجيومورفولوجيا، جامعة بيروت العربية، لبنان.

مرزا، معراج نواب .١٩٩٤ .جغرافية المياه في مكة المكرمة، مصادر الاستخدام . رسالة دكتوراة غير منشورة ، جامعة الخرطوم.

الخشاب، رفيق حسين ، والمشهداني، ابراهيم عبد الجبار .١٩٧٨ .أفريقيا جنوب الصحراء، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة بغداد ، العراق.

الرديسي، سمير محمد على حسن .٢٠١٠ .تضاريس السودان، ، إدارة التعريب جامعة الخرطوم، دار جامعة الخرطوم للنشر ، الخرطوم، السودان.

References:

Abdel Rahim, O., 1980, Erosion hazards in Dongola, Sudan using aerial photographs and other remote sensing techniques, unpublished MSc thesis, International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences, Enscheda, Netherlands.

Abdelkareem, M. Eman Ghoneim, Farouk El-Baz, Mohamed Askalany. 2012. New insight on paleoriver development in the Nile basin of the eastern Sahara. Journal of African Earth Sciences, Volume 62, Issue 1, January 2012, Pages 35–40

Alameldin, I. O., 1968, The Qoz, a geomorphological analysis of sand in Western Sudan, unpublished PhD thesis, University of Los Angles.

Almond, C. and Ahmed, F.1993, Field guide to the geology of the Sabaloka inlier, Central Sudan,

University of Khartoum Press, Khartoum, Sudan.

Almond, D. C. 1977, the Sabaloka igneous complex, Sudan, Transactions of the Geological Society of London, vol.7.

Anderson, H.W. 1957. Relating sediment yield to watershed variables.Trans Amer. Geophys. Union,38, 921-4

Baker, V. 1977. Adjustment of Fluvial Systems to Climate and Source Terrain in Tropical and Subtropical Environments. Fluvial Sedimentology — Memoir 5, 1977. Pages 211-230

Burke, K. and Yanni Gunnell (no date). The African Erosion Surface: A Continental-Scale Synthesis of Geomorphology, Tectonics, and Environmental Change over the Past 180 Million Years. http://memoirs.gsapubs.org/content/201/1.abstract.

Burke,K. and Gordon L. Wells (no date). Trans-African drainage system of the Sahara: Was it the Nile?. http://geology.gsapubs.org/content/17/8/743.short.

Chorely, R., Donald, M. and Pogorzelski, H.1957. A New Standard for Estimating Drainage Basin Shape. American Journal of Science, 255, 138-141. http://dx.doi.org/10.2475/ajs.255.2.138

El-Baz, F. 1988. Origin and Evolution of the Desert. Isr, volume 13, Issue 4 (01 December 1988), pp. 331-347. http://www.maneyonline.com/doi/abs/10.1179/isr.1988.13.4.331

Feng, S. W. 1963. THE EVOLUTION OF THE DRAINAGE SYSTEM OF THE MINCHIN OASIS. http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-DLXB196303005.htm

Goudie, A. S. 2005. The drainage of Africa since the Cretaceous. Geomorphology, Volume 67, Issues 3–4, 30 April 2005, Pages 437–456

Goudie, A.S. 2003, " Desertification in the third millennium", in Abdelrahman, S et al., (eds.): The impact of global warming on the geomorphology of arid lands. Proceedings of an international conference , Dubai 12-15 Feb.2000

GRAS, Geological Research Authority of the Sudan, 1995, Accompanying geological notes to the 1: 1000000 scale geological Atlas of the republic of Sudan. Compiled by the staff of the Geological Research Authority of the Sudan and Robinson Research International Ltd.

Gregory,J.K and Walling,D.E.. 1973. "Drainage basins form and process :A geomorphological approach" Edward Arnpaleo, London,456pp

Horton, R.E.1945. Quantitative morphology of drainage basins, hydrological approach to erosional development of streams. geological society of America bulletin 945;56;275-370

Horton, **R.E**.1932 .Drainage-basin characteristics. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/TR013i001p00350/abstract

IEEE 2007. Paleo-drainages of the Eastern Sahara-The Radar Rivers Revisited (SIR-A/B Implications for a Mid-Tertiary Trans-African Drainage System. Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on (Volume:GE-24 , Issue: 4)IEEE Geoscience and Remote Sensing Society. Page 624 – 648. DOI:10.1109/TGRS.1986.289678

Joanna E. Bullard[1] and Ian Livingstone′ 2002. Interactions between aeolian and fluvial systems in dryland environments. Area Volume 34, Issue 1, pages 8–16, March 2002. Article first published online: 16 DEC 2002. DOI: 10.1111/1475-4762.00052.

Kathleen Nicoll.2004. Recent environmental change and prehistoric human activity in Egypt and Northern Sudan. Quaternary Science Reviews,Volume23, Issues 5–6, March 2004, Pages 561–580. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277379103002683

King, C.A.M.1966, Techniques in Geomorphology, Edward Arnpaleo, LTD, London.

Koppen, 1936 climate classification http://en.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6ppen_climate_classification

Lenka Suková, Václav Cílek, Lenka Lisá, Pavel Lisý, Murtada Bushara, 2009, Report on the Geoarchaeological Survey in the area of Sabaloka, Sixth Cataract, Sudan, Czech Institute of Egyptology, Faculty of Arts, Charles University in Prague. http://sudan.geolab.cz/2009/files/geoarcheologie_web.

Macgregor Duncan S. 2012. The development of the Nile drainage system: integration of onshore and offshore evidence. 2012 EAGE/Geological Society of London. http://pg.lyellcollection.org/content/18/4/417.abstract.

Martin A.J Williams, Donald Adamson, Bryan Cock, Rosanna McEvedy .2000. Late Quaternary environments in the White Nile region, Sudan. Global and Planetary Change. Volume 26, Issues 1–3, November 2000, Pages 305–316. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921818100000473

Poesen , J.W.A. Erosion, flooding and channel management in Mediterranean environments of southern Europe. http://ppg.sagepub.com/content/21/2/157.short

R.J. Chorley (Ed.), 1972. Spatial Analysis in Geomorphology. In R.J. Chorley (Ed.), Methuen & Co., London, 1972**.**

Ruxton,P.B.1958. Weathering and Subsurface Erosion in Granite at the Piedmont Angle, Balos, Sudan. Geological Magazine / Volume 95 / Issue 05 / October 1958, pp 353-377. DOI: http://dx.doi.org/10.1017/S0016756800062944 (About DOI), Published online: 01 May 2009.

Schumm,S.A. 1963.The disparity between present rates of denudation and orogeny. U.S.Geo/.SurveyProf.Paper454H. p 13

Strahler, , A.N**. 1**952 dynamic bases of geomorphology, geological society of America bulletin 63 923-938.

Strahler, A.N. 1954: Statistical analysis in geomorphic research. Journal of Geology 62, 1-25

Talbot, M. R and. Williams′ **M. A. J.** 1978. Erosion of fixed dunes in the Sahel, Central Niger, Earth Surface Processes, Volume 3, Issue 2, pages 107–113, April–June 1978.

Thomas, David (ed.), 1989, Arid zone geomorphology, Halsted Press, New York, USA.

Vail, J.R. 1982, "Geology of central Sudan" in Williams, A.J Williams, et al. (eds.), A land between two

Niles : Quaternary geology and biology of central Sudan, A.A. Balkema, Rotterdam.

Walton, K.1979, the Arid Zone, Hutchinson, London.

Whiteman, A.J. 1971 .The geology of the Sudan Republic, Clarendon Press, Oxford, London.

Williams , M.A.J. , F.M. Williams, G.A.T. Duller, R.N. Munro, O.A.M. El Tom, T.T. Barrows, M. Macklin, J. Woodward, M.R. Talbot, D. Haberlah, J. Fluin 2010. Late Quaternary floods and droughts in the Nile valley, Sudan: new evidence from optically stimulated luminescence and AMS radiocarbon dating. Quaternary Science Reviews, Volume 29, Issues 9–10, May 2010, Pages 1116–1137. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277379110000508

Williams, M. A. J Michael Talbot, Paul Aharon, Yassin Abdl Salaam, Frances Williams, Knut Inge Brendeland (2006)Abrupt return of the summer monsoon 15,000 years ago: new supporting evidence from the lower White Nile valley and Lake Albert. Quaternary Science Reviews, Volume 25, Issues 19–20, October 2006, Pages 2651–2665.

Williams, M. A. J.; Adamson, D. A. 1980. "Late Quaternary depositional history of the Blue and White Nile rivers in central Sudan". In The Sahara and the Nile (M. A. J. Williams and H. Faure, Editors). 1980 pp. pp. 281-304. Record Number 19812609060. http://www.cabdirect.org/abstracts/19812609060.html;jsessionid=1182812C269A076C5A65D773B094D2FF