العمليات الجيومرفولوجية بحوض الدندر

د. انتصار أبو عاقلة الطريفي يوسف•[1]

المستخلص

تعتبر دراسة الأحواض المائية من الدراسات الجيومرفولوجية الهامة خاصة في المناطق الجافة. هدفت هذه الدراسة التعرف على أهم الظاهرات الجيومرفولوجية لحوض الدندر والعمليات المسببة لها. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي والتحليلي الكمي، وذلك باستخدام أداة قراءة الخرائط لتحليل بيانات الخرائط الطبوغرافية وبيانات نموذج الارتفاعات الرقمية. من أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة: تركز عملية النحت بصورة رئيسية في أعلى الحوض في أثيوبيا، وفي منطقة التعرجات حيث الثنية الخارجية والبحيرات المقتطعة وفي قاعدة القناة الرئيسية (الحفر الوعائية). أما عملية الإرساب فقد ظهرت بصورة واضحة في منطقة جزيرة أم عروق حيث أرسب النهر حمولته من أعلى الهضبة مشكلا مجرىً مائياً مضفراً وتصريف متغلغل تسوده المستنقعات، كذلك يوجد الإرساب في مناطق التعرجات حيث الثنية الداخلية.

• أستاذ الجغرافيا المساعد –كلية التربية – حنتوب – جامعة الجزيرة.

المقدمة :

يعتبر مجرى المياه الواحد جزء صغير من نظام صرف أكبر منه بكثير، فكل نظام صرف يتكون من حوض صرف وهو يشمل (المساحة التي تساهم في جمع الماء للمجرى ، ويفصل بين كل حوض صرف وآخر خط وهمي يسمى خط تقسيم المياه ، ويتراوح حجم هذا الخط من مرتفع يفصل بين جدولين إلى خط التقسيم القاري الذي يقسم القارات إلى عدة أحواض هائلة (**تاريوك** 551،1990). عموماً الأحواض هي نتاج تطور المجاري المائية التي تغذيها وخير تعبير لذلك هو قانون **بليفير** 1801 (كل نهر يتكون من جذع رئيسي تغذيه مجموعة متنوعة من الفروع يجري كلٍ منها في وادي يتناسب مع حجمه، وتُكَون جميع الفروع معاً نظاماً من الأودية تتصل ببعض ولديها تعديل لطيف لانحداراتها بحيث لا يتصل أي واحد منها بالوادي الرئيسي في مستوى عالٍ للغاية أو منخفض للغاية) (**هورتن** Horton 1945 ، 280)

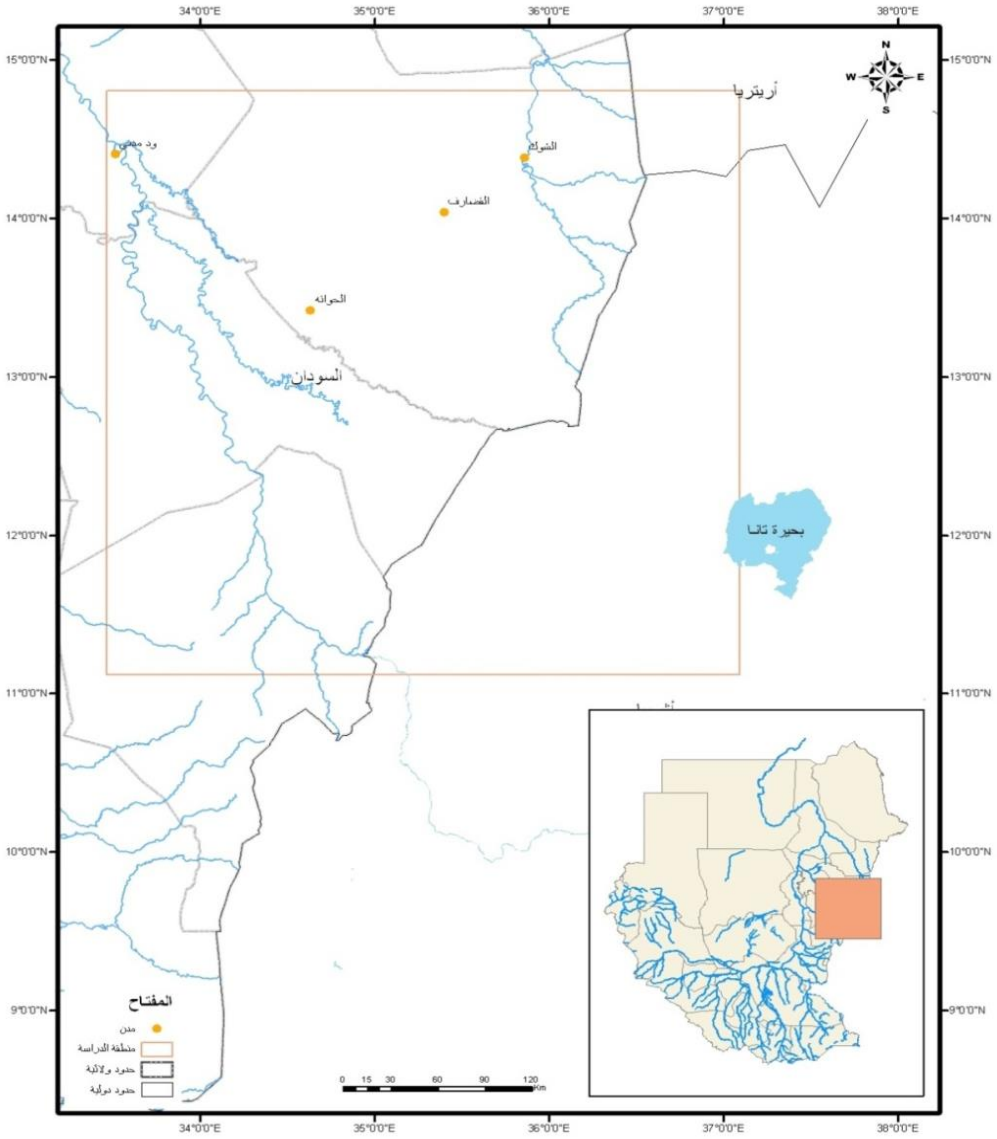
إنَّ حركة المياه الناتجة عن الأمطار نحو المستويات الدنيا من المناسيب التي يمكن أن تصل إليها المياه الجارية ، تعمل على إحداث تغيرات على سطح الأرض وذلك حسب كمية هذه المياه و سرعتها، انحدار الأرض، التركيب الصخري ، نوعية التربة و كمية ونوعية الغطاء النباتي ، حيث تجري هذه المياه في مجاري صغيرة تتطور مكونة نظم نهرية تقوم بالعمليات الجيومرفولوجية (النحت ،النقل والإرساب) ونتيجة لذلك تظهر داخل الحوض العديد من الملامح المورفولوجية يرتبط بعضها بالنحت والبعض الآخر بالإرساب.

عموماً هناك العديد من الظاهرات الجيومرفولوجية لحوض التصريف مثل الظاهرات التي ترتبط بمناطق تقسيم المياه ، المدرجات النهرية ، السهول الفيضية ، الثنيات المتعمقة ، الدلتاوات ونمط التصريف بالإضافة للخصائص الجيومرفولوجية للنهر الرئيسي في مراحله الثلاث (الشباب، النضج والشيخوخة)(**محسوب** 2005). وقد تمت دراسة الخصائص المورفولوجية لحوض الدندر داخل الأراضي السودانية وذلك بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية والزيارات الميدانية ماعدا وصف القطاعات الطولية والعرضية ومناطق تقسيم المياه ونمط التصريف العام التي تم الاعتماد فيها على تحليل خرائط الارتفاعات الرقمية.

تقع منطقة الدراسة شرق النيل الأزرق بين دائرتي عرض(11 و15°) شمال خط الاستواء، وخطي طول َ30 :33ْ و37ْ شرق غرينتش، حيث تقع أجزاء من منطقة الدراسة في دولة إثيوبيا أما داخل الأراضي السودانية فتمتد في ولايتي سنار والجزيرة، (الشكل 1).

`تتميز المنطقة بأحوال مناخية متنوعة ففي أثيوبيا يتحكم عامل الارتفاع في تقسيم النطاقات المناخية إذ يبلغ متوسط درجة الحرارة في المحطات التي يزيد ارتفاعها عن 1500 متر 18° م، أما هطول الأمطار فهو في معظم شهور السنة يبلغ متوسطها 1340 ملم، أما المناطق التي يقل ارتفاعها عن 1500 متر فإن متوسط درجة الحرارة فيها 26° م، وأمطارها من مارس إلى نوفمبر ومتوسطها 920 ملم. أما في السودان فتتدرج الأحوال المناخية من الحار الرطب في الطرف الجنوبي الشرقي إلى المناخ الجاف في أقصى الطرف الشمالي، إذ يرتفع متوسط درجة الحرارة في المحطات السودانية(الدمازين ، القضارف، الحظيرة ود مدني) متجاوزاً 30° م، كذلك تتدرج الأمطار بالاتجاه شمالا (713، 646، 606 و319ملم) على التوالي(الأرصاد الجوي2012م).

الشكل(1): موقع منطقة الدراسة



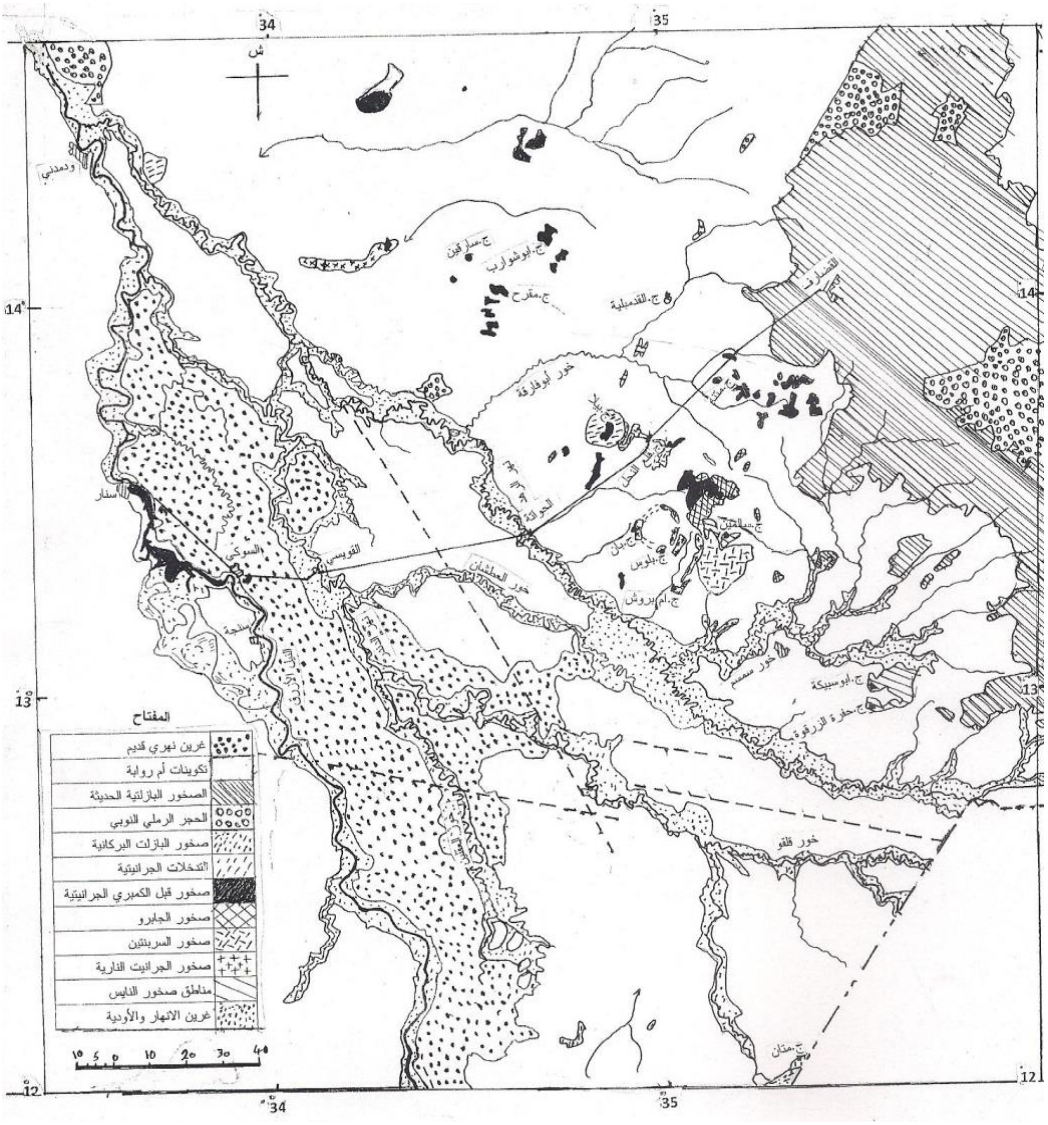
المصدر: أنموذج الارتفاعات الرقمية

تنوعت التراكيب الجيولوجية بالحوض فهي تتدرج من الأسفل؛ تكوينات قبل الكمبري بنوعيها (الآركية ،البروتروزويك)، تكوينات الميزوزويك (الحجر الرملي)، تكوينات العصر الحديث (الزمن الثالث والرابع) حيث يظهر من هذه التراكيب على السطح التكوينات الآركية في أثيوبيا وكذلك مجموعات تسلايت وتامبين التي تنتمي للزمن البروتروزويك، ثم الحجر الرملي (ادجيرت في أثيوبيا والنوبي في السودان)، أما التكوينات الحديثة فتتمثل في سلسلة تراب وأهمها مجموعة أشانجي وهي تكوينات بازلتية، ثم تكوينات الزمن الرابع وهي عبارة عن رواسب الغرين النهري التي تمتد في أثيوبيا والسودان حيث يطلق عليه في الأخير تكوينات أم روابة (العطشان) (تحليل الخرائط الجيولوجية لمنطقة الدراسة). (الشكلان(2 و3)).

أما التربة بمنطقة الدراسة فتغلب عليها تربة الفيرتيسول التي تغطي تقريبا 80% من المساحة، وهي تربة سوداء صلصالية تتشقق بعمق في فصل الجفاف وتنتفخ وتصير لزجة في الفصل المطير. إلى جانب ذلك توجد أنواع أخرى في المناطق المرتفعة في أثيوبيا مثل النيتوسول، الليبتوسول والليفسول(تحليل خرائط التربة لمنطقة الدراسة). إلى جانب ذلك تسود بالمنطقة أنواع متعددة من النبات الطبيعي الذي يتدرج من الغابات الغنية في المناطق المرتفعة بأثيوبيا إلى السافنا الغنية ذات الحشائش الحولية الطويلة ثم السافنا الفقيرة حيث أشجار الكتر في أقصى شمال منطقة الدراسة.

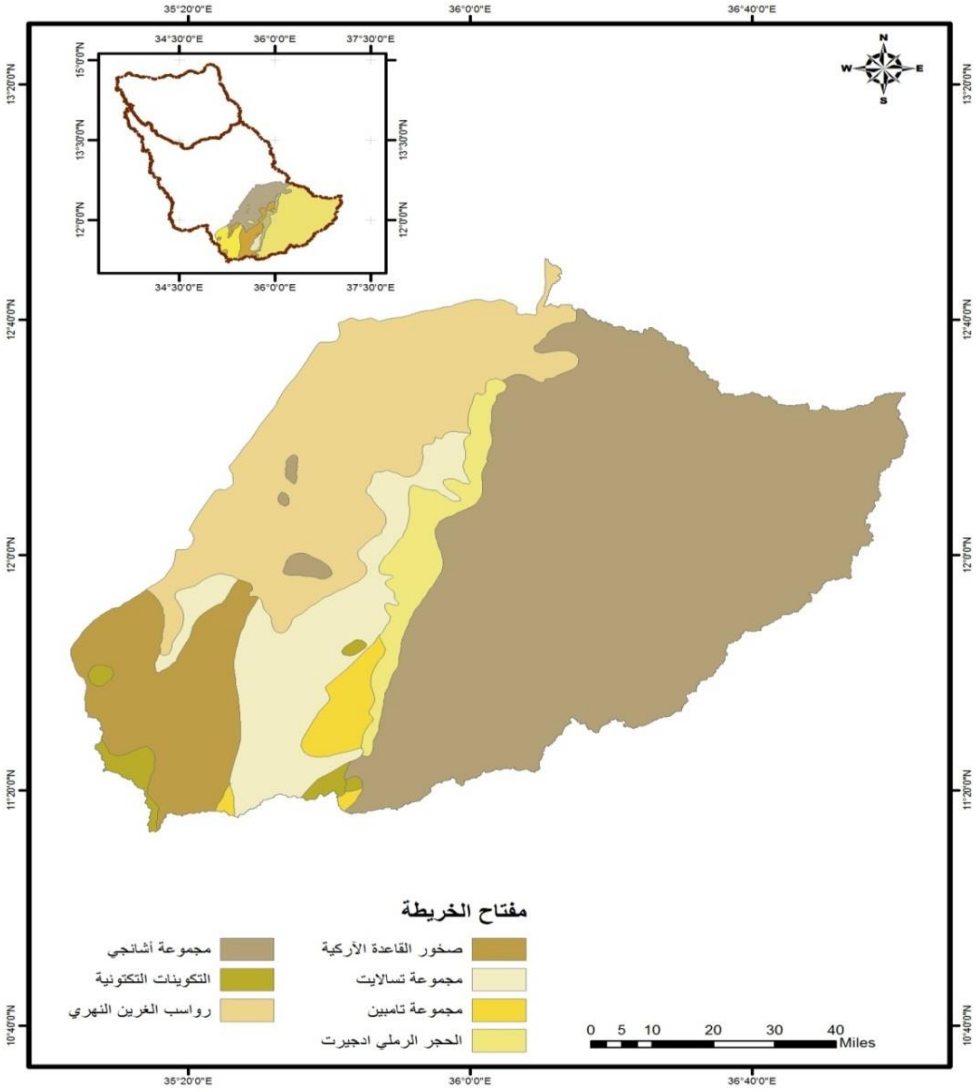
تميزت جيمورفولوجية الحوض بالبساطة حيث المناطق التي يزيد ارتفاعها عن 2000 متر في أثيوبيا شمال غرب بحيرة تانا لتنحدر تدريجيا نحو الشمال الغربي مكونة منطقة سهلية من خط الارتفاع 600 متر إلى أدنى ارتفاع 400 متر. خلال هذا التدرج تجري العديد من المجاري المائية مكونة حوض الدندر مثل خور العقليين غرب نهر الدندر، خور العطشان، السنيط و قلقو شرق نهر الدندر. بالإضافة لعدد من المجاري الصغيرة والتي جميعها تقوم بصرف مياه الأمطار التي تهطل بالمنطقة وكما ذكرنا سابقا تتدرج الأمطار من1500 ملم في أثيوبيا إلى 400 ملم في أقصى شمال منطقة الدراسة، حيث تراوحت كميات الصرف السنوية بمحطة القويسي (13°21′ شمال و34°5′ ق) ما بين 1000- 3000 مليون متر مكعب، تكون بداية الصرف بالمحطة في شهر يوليو وقمته في شهر سبتمبر(وزارة الري والموارد المائية ،2008م).

الشكل(2) يوضح جيولوجيا منطقة الدراسة بالسودان



المصدر: الخريطة الجيولوجية 1:1000000(1988م) اللوحة (9) الخرطوم ، الأبحاث الجيولوجية

الشكل (3) يوضح جيولوجيا منطقة الدراسة بأثيوبيا



المصدر : أنموذج الارتفاعات الرقمية.

موضوع الدراسة وأهميتها:

تتناول هذه الدراسة العمليات الجيومرفولوجية في حوض الدندر، وذلك للوصول إلى وصف جيومورفولوجي للحوض بالاعتماد على بيانات الخرائط الطبوغرافية باستخدام قراءة الخرائط لتحليل تلك البيانات، وترجع أهمية الدراسة لأهمية الأحواض النهرية في تشكيل جيومرفولوجية المناطق التي تجري فيها وما يتبع ذلك من ظاهرات طبيعية تكون لها أبعاد تؤثر في تطور الحياة البشرية، كما أنّ دراسة الأحواض تعطي صورة واضحة عن التغيرات البيئية التي تعرضت لها، خاصة التغيرات المناخية والبنائية. لا شك أنّ الأحواض تمثل موارد طبيعية للمياه التي هي أصل كل شيء والتي أصبحت نقطة الصراع بين الدول. إلى جانب ذلك تمثل الأحواض المائية مصدر ثروة طبيعية واقتصادية متنوعة حيث ارتبطت الأنشطة البشرية بمواقع الأنهار أو عند مصباتها بسبب وفرة الماء اللازم للأغراض المختلفة (منزلية، ري، صيد الأسماك، ملاحة)، وما ترسبه هذه الأنهار من ترب فيضية خصبة تتجمع على طول المجرى الحوضي على شكل مصاطب رسوبية أو فيضية، كذلك إقامة السدود لتوليد الطاقة الكهربائية أو لتخزين المياه للاستفادة منها في الأغراض المختلفة إضافة إلى الجذب السياحي.

يحتوي حوض الدندر على عدد من الملامح المورفولوجية الواضحة والمتباينة نسبة لاتساع الحوض وتباين المناطق التي يجري فيها من حيث الجيولوجيا ، السطح ، المناخ ، التربة والنبات الطبيعي الذي يسود فيه وأهم **هذه الملامح:**

مناطق تقسيم المياه بين حوض الدندر والأحواض الأخرى:

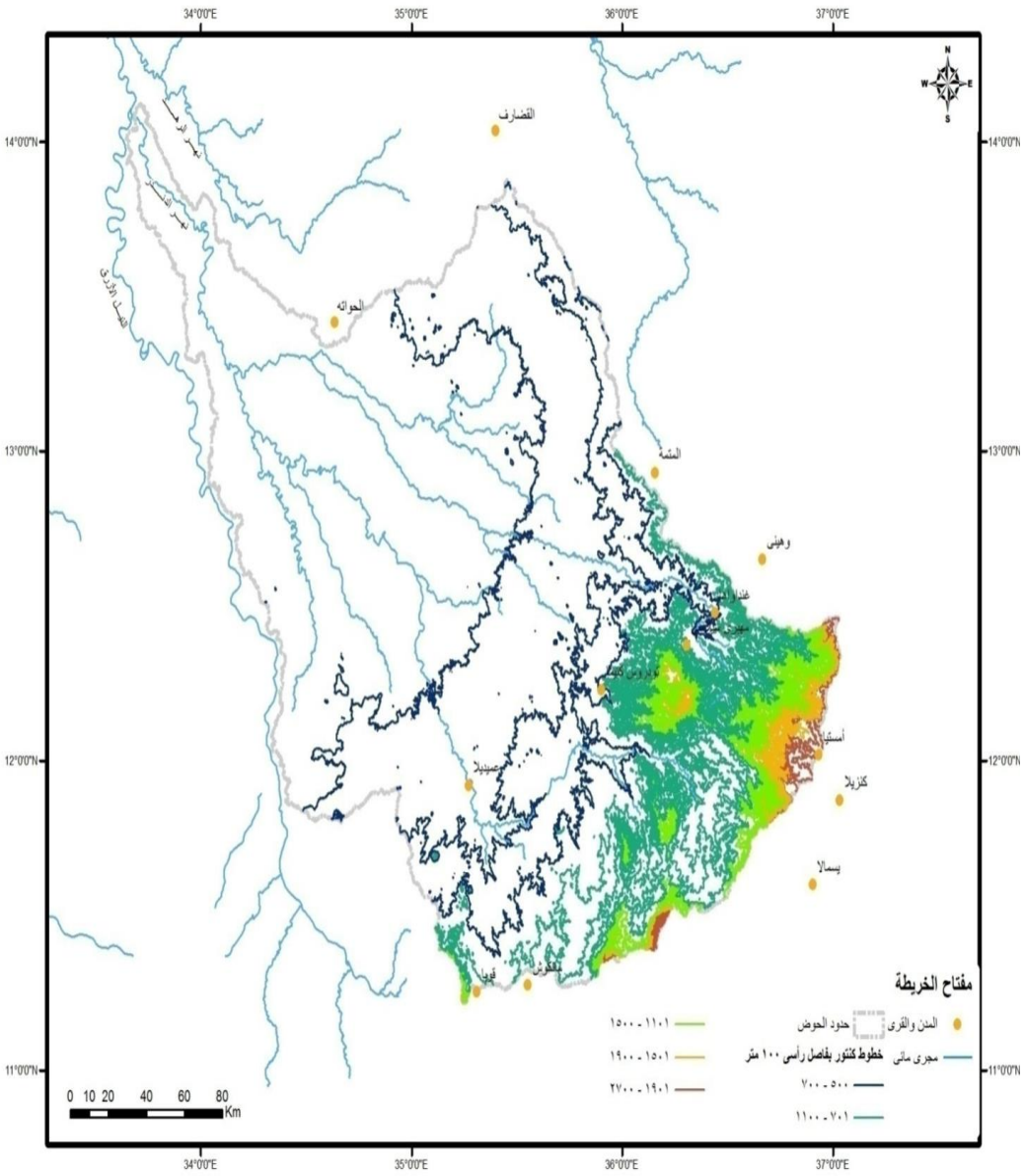
تتمثل في مناطق تقسيم المياه بين حوض الدندر وحوض بحيرة تانا من الجنوب، حوض النيل الأزرق من ناحية الغرب، حوض نهر عطبرة وحوض نهر الرهد من ناحية الشرق (الشكل4). فمنطقة تقسيم المياه مع بحيرة تانا محصورة في نطاق ضيق في أقصى الطرف الجنوبي الشرقي ويبلغ طولها 50 كم وتتميز بالارتفاع الذي يصل إلى أكثر من 2700 متر كما تتميز بالتقطع الشديد ويظهر ذلك في شدة تعرجات خطوط الكنتور وتراجعها نحو المنابع، إذ تتميز المنطقة بكثرة الصدوع ذات الاتجاهات المختلفة والتربة البركانية.

أما منطقة التقسيم مع النيل الأزرق فهي الأطول بما يعادل نصف محيط الحوض (1107كم) وتشغل الأطراف الجنوبية، الجنوبية الغربية والغربية حيث تتسم الأجزاء التي تقع في الأراضي الأثيوبية بالارتفاع الذي يتراوح بين(2700– 1100متراً) كما تتصف بالانحدار الشديد وشدة تعرجات خطوط الكنتور وتراجعها نحو الأعالي ويتضح ذلك في أنّ الروافد المنحدرة من هذه المناطق تلتقي بالنهر الرئيسي بشكل شبه عمودي. أما الارتفاع 700-500 متراً واقل فيتدرج في مناطق تقسيم المياه من منطقة الحدود وحتى مصب نهر الدندر في النيل الأزرق. أعلى هذه المناطق المنطقة التي تقسم المياه بين النيل الأزرق ونهر الدندر ورافديه خوري كنانة والعقلين في جنوب غرب الحوض ونسبة لتدني الانحدار نجد أنّ الروافد تسير موازية للنهر الرئيسي. ثم منطقة تقسيم المياه مع نهر عطبرة التي تشغل الأطراف الجنوبية الشرقية والشرقية للحوض، إذ يبلغ ارتفاعها في الأراضي الأثيوبية 1100 متراً بينما في السودان تتدرج بين هذا الارتفاع و700 متر في منطقة حافة القضارف- القلابات، وعليه تميزت المنطقة الأولى بشدة الانحدار وتراجع خطوط الكنتور نحو الأعالي، أما الثانية يتدنى فيها الانحدار، عندها اتسمت خطوط الكنتور بالاستقامة. وأخيراً مناطق تقسيم المياه مع نهر الرهد والتي تقع حسب خريطة أنموذج الارتفاعات الرقمية فهي تقع في المنطقة السهلية داخل السودان من الناحية الشمالية الشرقية والشرقية وتتميز بتدني الانحدار لذلك تتغير من وقت لأخر حسب كمية الأمطار.

المدرجات في حوض الدندر:

تمثل المدرجات النهرية في الأغلب بقايا لسهول فيضية سابقة للسهل الفيضي الحالي للنهر وقد نتجت أساساً من حدوث تغيرات في مستوى القاعدة أو نتيجة للتغيرات المناخية التي حدثت في المنطقة التي يجري خلالها النهر ، فعند حدوث ذلك فإنّ النهر ينحت للوصول لمستوى القاعدة الجديد تاركاً سهله الفيضي القديم في شكل مدرج مرتفع يتناسب ومعدل الانخفاض في مستوى النهر .(أبوالعينين1989م،430). ففي حوض الدندر ليس هناك مدرجات نهرية واضحة، وأنّ وجدت تتمثل في تتابع خطي كنتور لا أكثر حول ضفاف النهر وفي بعض الأحيان يكون التتابع من ناحية واحدة. نماذج من هذه المدرجات النهرية توجد في المنطقة بين (12°30´–12° شمال) حيث تتكرر الارتفاعات(510،500، 520 متر) (الشكل5)، كذلك في المنطقة بين قرية جالدوك وقرية ود الجوك بتتابع الارتفاعات(430، 440 متر) رغم أنه لا يكون مستمراً في كل الأحوال، ولا يتكرر في الضفتين(الشكل6)، من الأمثلة المنطقة بين قرية دبركي وقرية الدقاف بتكرار الارتفاعات (440، 430 متر).

الشكل(4): طبوغرافية حوض الدندر



المصدر: انموذج الارتفاعات الرقمية

السهول الفيضية بحوض الدندر:

يتكون السهل الفيضي نتيجة لاتساع قاع النهر وأرضية واديه، ذلك عندما يعظم مدى أثر النحت الجانبي على قوى النحت الرأسي، وعلى هذا الأساس يمر تكوين السهل الفيضي أولاً بعملية توسيع الوادي عن طريق النحت الجانبي ويتم ذلك في

مرحلة النضج. ثانياً بعملية الإرساب التي تحدث على الجوانب المحدبة للمنعطفات، تبدأ في مرحلة النضج وتستمر في مرحلة الشيخوخة. ثالثاً عملية إرساب الغرين والطين على أرض الوادي ذلك حينما يفيض النهر ويطغى على جسوره فتنتشر الرواسب على جميع أرض الوادي وهي العملية الأخيرة لتكوين السهل الفيضي.(**جودة**،1988م ،225). تعتبر مناطق السهول الفيضية من أخصب الأراضي الزراعية بسبب تجدد تربتها سنوياً، كما أنها من أنسب مناطق حفر الآبار الجوفية لقرب مستوى المياه.

يوجد بحوض الدندر عدد من السهول الفيضية التي تتباين فيما بينها من حيث الموقع والمساحة، لكنها تتركز بصورة رئيسية في المنطقة التي تقع بين دائرتي عرض (12° – 13° ش) والسمة الغالبة لها تزايد مساحاتها بالاتجاه شمالاً. ففي الأجزاء الجنوبية(12°-12°:30 شمال) تتصف السهول الفيضية بصغر مساحتها التي تتراوح بين(2/1 كم إلى 2كم) وتنتشر على ضفتي نهر الدندر، لكنها على الضفة الشرقية تتسع مساحاتها لتشمل كل الأراضي التي تشغلها المستنقعات حول خور قلقو(الشكل 5)، أما المنطقة بين(12°:30–13° شمال) تتزايد فيها مساحات السهل الفيضي لتبلغ أقصى اتساع لها في مناطق البحيرات المقتطعة، ففي الناحية الغربية تكون السهول الفيضية أكثر عدداً وأكبر مساحةً من تلك التي بالناحية الشرقية، مثال لذلك السهل بين النهر وخط الكنتور 450 متراً والذي تبلغ مساحته(52كم2)، والآخر إلى الشمال منه بين النهر وخط الكنتور 440 متراً وتبلغ مساحته (173كم2) وطوله (24 كم) ويتراوح عرضه بين(2-11 كم). أما في الناحية الشرقية من الجنوب إلى الشمال هناك ثلاث سـهول مساحاتها (26،21،7كم) على التوالي(الشكل6) والى الشمال من ذلك توجد عدد من السهول الفيضية الصغيرة خاصة في مناطق التعرجات النهرية كما هو الحال في منطقة القويسي وباقراس (الشكل7).

الثنيات والبحيرات المقتطعة بحوض الدندر:

تختلف هذه الثنيات من حيث النشأة والخصائص المورفولوجية عن تلك الثنيات أو المنعطفات التي يكونها النهر في مرحلة الشيخوخة ، وهي عادة ما تظهر في قطاعات الأودية الشابة، الثنيات هي نمو وتطور طبيعي يرتبط بميكانيكية الجريان والنقل النهري، وذلك في منطقة السهول الفيضية التي تكونها الأنهار.(جودة 1988م224). وهي نمط من أنماط القنوات النهرية التي تميز النهر في مرحلتي النضج والشيخوخة. تتكون عندما يزداد اتساع السهل الفيضي نتيجة لتوالي عمليات النحت الجانبي من خلال تولد تيارات مائية دورانية (حلزونية) تؤدي إلى النحت عندما تلتقي قرب الجانب الخارجي للثنية بينما تسبب الإرساب عند مواضع الافتراق بالجانب المحدب من الثنية (الجانب الداخلي).(**محسوب**،2005م، 124). يتميز حوض الدندر بظاهرة التعرجات في قناة نهر الدندر وذلك على طول مجرى النهر خاصة المنطقة بعد دائرة العرض (12°:30شمال) وحتى ملتقى النهر بالنيل الأزرق، أما البحيرات المقتطعة فقد تركزت بصورة رئيسية في المنطقة بين (12°:30ش-13°شمال) (الشكل (6)) وقد تمت دراسة التعرجات في منطقتين وهما (قرية العزازة وقرية برة) كما هو واضح تقع العزازة شرق النهر بالحافة الخارجية للثنية لذلك نجد ارتفاع الضفة الشرقية حيث بلغت زاوية الانحدار بين أعلى الضفة وأدناها (20.3°) وانخفاض الضفة الغربية وبلغت زاوية انحدارها (10.8°) (اللوحة(1) والشكل(8))، والعكس في قرية برة فالثنية الخارجية على الضفة الغربية والتي بلغت درجة انحدارها 20.7°و36.9° والثنية الداخلية على الضفة الشرقية وتدنى الانحدار فيها لدرجتين ويتضح ذلك في اللوحة(2) والشكل(9).

أما البحيرات المقتطعة (تعرف محلياً بالميعات) تتكون نتيجة لازدياد وتوالي عمليات النحت والتآكل في الأجزاء المقعرة من جانب النهر ومن ثم تتقارب الحواف الحديثة للمحدبات، بحيث لا تفصلها عن بعضها سوى عنق سهلي ضيق، فتلتحم أجزاء المجرى في النهاية في جانبي العنق، ومع استمرار الجريان ينفصل عنق المنعطف الذي يصبح في شكل بحيرة هلالية ضحلة. قد تجف المياه تدريجياً في البحيرة المقتطعة بفعل التبخر والتسرب، فتتحول إلى مناطق ضحلة تشغلها الحشائش والنباتات المستنقعية.(**أبوالعينين**، 1989م ،425). ففي منطقة الدراسة يبلغ عددها (18) وتتراوح أطوالها بين 2- 10كم بمتوسط طول 5.5كم، كما يتراوح طول محورها بين (1-6 كم)، ومما هو ملاحظ تكرار حدوث اقتطاع المجري في المنطقة الواحدة مرتين على التوالي وقد حدث ذلك في ثلاث مواقع، وخلال الدراسة الميدانية تمت دراسة البحيرة المقتطعة بالقرب من قرية برة على الضفة الغربية لنهر الدندر إذ بلغت زاوية انحدار الحافة الخارجية 12.5° والداخلية 2.5° (اللوحة(3) والشكل(10)).

نمط التصريف في حوض الدندر:

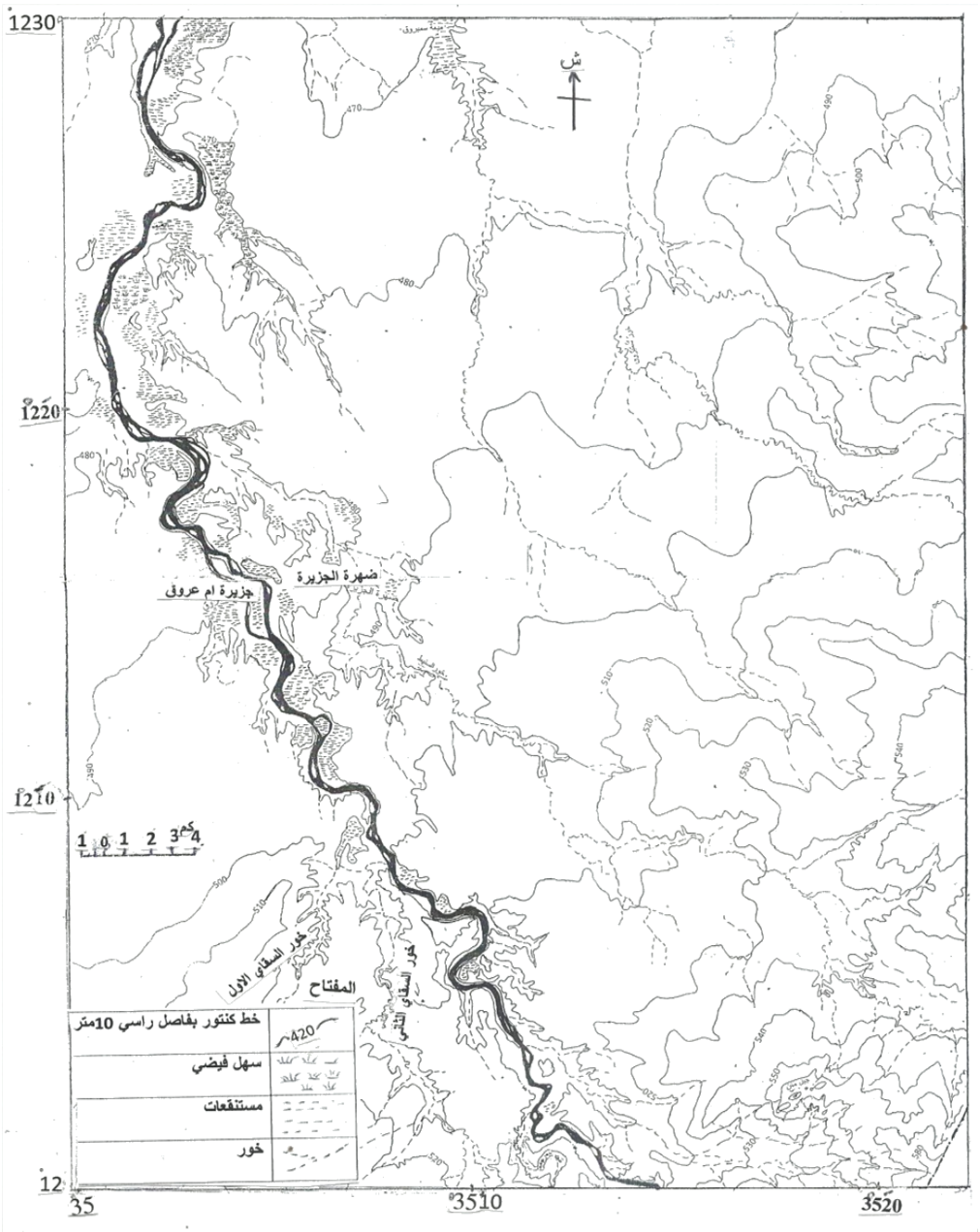
المقصود بنمط التصريف المائي الشكل العام الذي تأخذه الروافد ذات الرتب المختلفة عندما تلتقي ببعض داخل حوض النهر أو فوق أي سفح له انحدار ما (**محسوب** 2005 ،123) وعليه تتعدد أنماط التصريف المائي وذلك لارتباطها بالتراكيب الجيولوجية للصخور التي تجري فيها ولارتباطها بنوع الانحدارات ، إذ أنّ هناك بعض الأنماط ترتبط بالصخور الرسوبية وأخرى بالنارية وبعضها يرتبط بمناطق الفوالق والمفاصل الصخرية.

نمط تصريف الحوض:

حسب خريطة الارتفاعات الرقمية فإنّ حوض الدندر يتميز بنمط التصريف الشجري الذي يتميز بالتفرع غير المنتظم للروافد حيث تلتقي مع بعضها بزوايا مختلفة ، وهذا النمط تتميز به المناطق المتجانسة في تكوينها الصخري مثال الطبقات الأفقية أو كتلة من الصخور النارية ، وحيث أنّ مقاومة الصخور للتعرية متجانسة فإنها لن تتحكم في نظام الصرف بل يكون

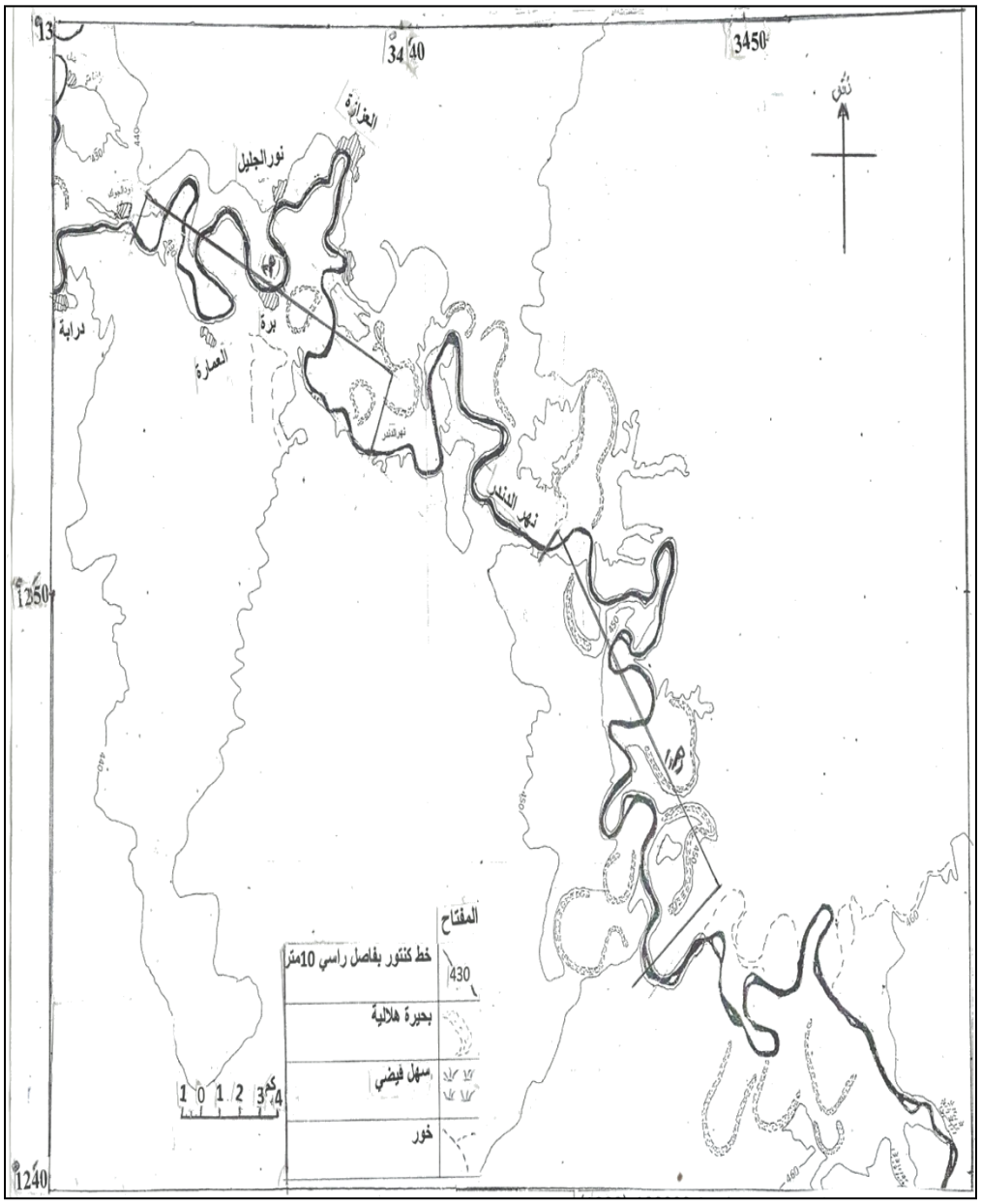
التأثير أساساً ناتجاً عن اتجاه ميل سطح الأرض (**تاريورك** 1990 ،251)، مما يُلاحظ في الشكل (11) أنّ روافد أعلى الحوض تميزت بالنمط الشجري في الصخور النارية ويظهر ذلك في أن زوايا التقاء الروافد مع نهر الدندر قائمة أو اقرب للقائمة، أما في منطقة الصخور الرسوبية حيث السهول السودانية اتخذ التصريف النمط الشجري إذ أصبحت زوايا التقاء الروافد أكثر حدة، هذا بالإضافة إلى أن هناك بعض المناطق في الحوض تميزت بأنماط تصريف خاصة مثل منطقة خور قلقو (نمط مشوش) (الشكل (12)) ومجموعة خيران العطشان ، ود الحسن و ود العقيلي (نمط متغلغل) (الشكل (13)).

الشكل(5): التضفر والسهول الفيضية بحوض الدندر(لوحة جزيرة أم عروق)



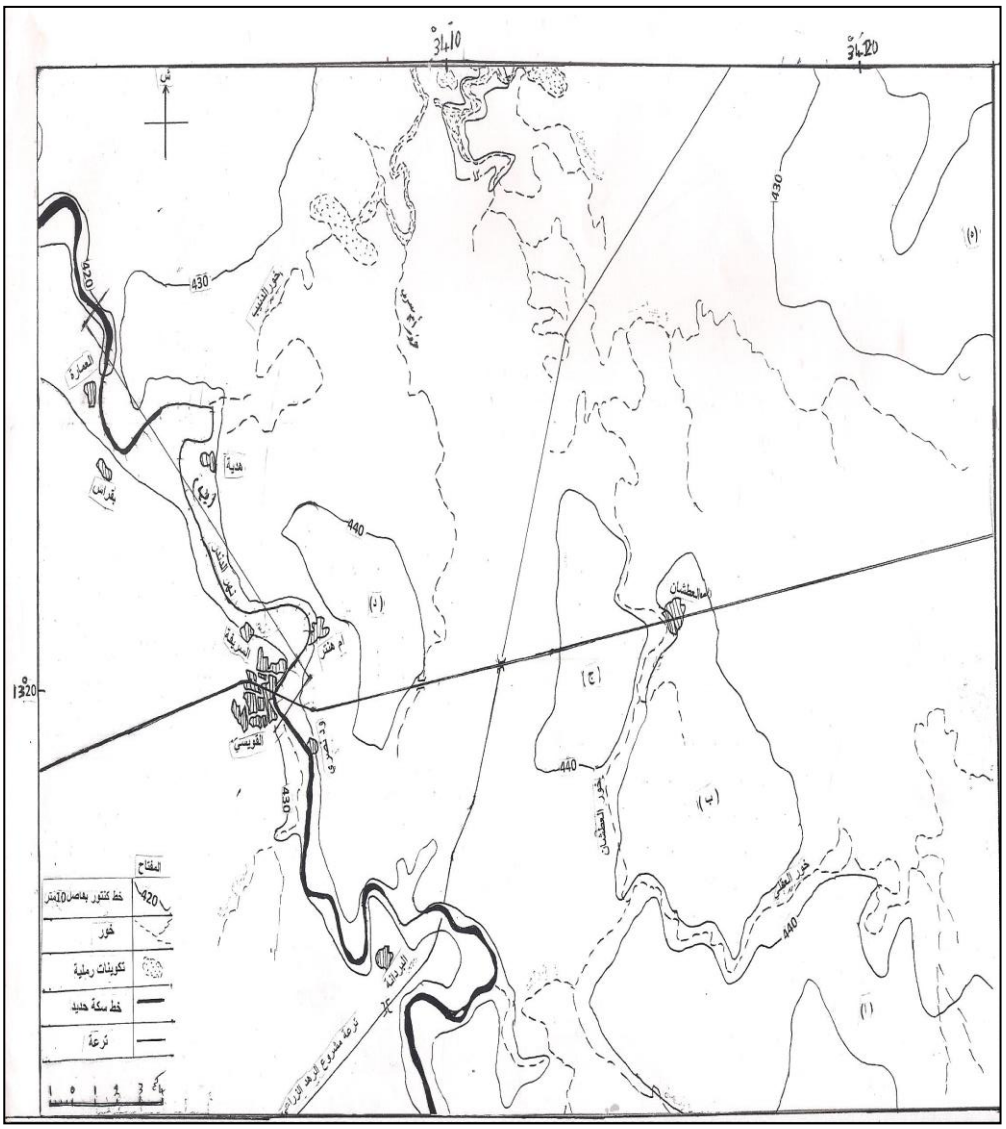
المصدر: الهيئة القومية للمساحة ،الخرطوم، مقياس 1:100000 (1989م)

الشكل(6): التعرجات على نهر الدندر الموقع (أ1 وأ2)(لوحة العزازة)



المصدر: الهيئة القومية للمساحة، الخرطوم، (1989م)

الشكل(7): تلال ما بين الأودية، التعرج في حوض الدندر الموقع (ب)(لوحة القويسي)



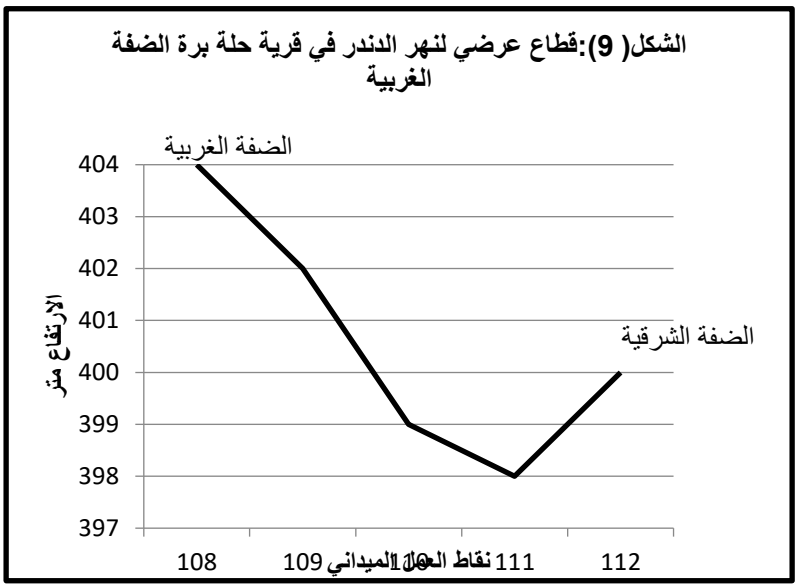
المصدر: الهيئة القومية للمساحة، الخرطوم، (1988م)

اللوحة(1): الضفة الشرقية لنهر الدندر في قرية العزازة

المصدر: العمل الميداني

اللوحة(2): الضفة الغربية لنهر الدندر في قرية برة

المصدر: عمل الباحثة

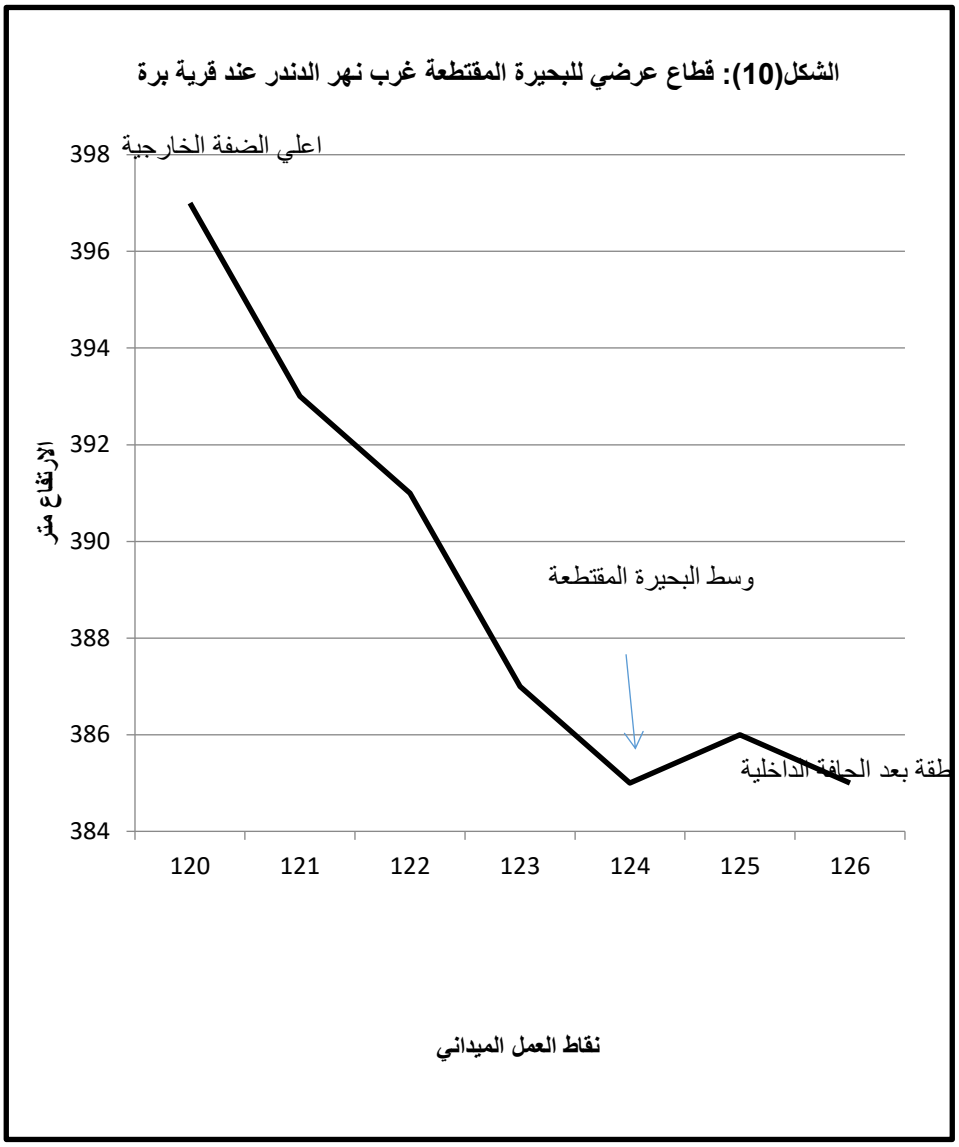


الشكل(9):قطاع عرضي لنهر الدندر في قرية حلة برة الضفة الغربية

المصدر: العمل الميداني

اللوحة(3): الحافة الخارجية للبحيرة المقتطعة غرب نهر الدندر

المصدر: عمل الباحثة



المصدر: العمل الميداني

نمط القناة الرئيسية :

تميزت قناة نهر الدندر داخل الأرضي السودانية (حسب الخريطة الطبوغرافية) **بنمطين:**

أ. **النمط الضفائري**: ترتبط القنوات المضفرة بالأنهار المنحدرة التي تنقل الرواسب الخشنة غير المتماسكة ، تتميز جوانبها بقلة انحدارها باتجاه القاع وتكثر في مجاريها الجزر التي كثيراً ما تتعرض لإعادة التشكيل وأحياناً للإزالة وخاصة مع حدوث فيضانات شديدة ، كما تظهر في الأودية الجبلية ، مما يدل على أنها لا ترتبط ببيئة مناخية معينة (**محسوب**، 2005، 121). يوجد هذا النمط في المنطقة من الحدود الإثيوبية وحتى دائرة العرض ́40 :°12 (الشكل(5)) وهي المنطقة التي يتراوح الارتفاع فيها بين(580و500 متراً) حيث يتدنى الانحدار فيها، لذلك يرسب النهر حمولته

مما أعطاه النمط الضفائري. وقد تم حساب التضفر باستخدام معامل **برايس** (1964م)، الذي اقترحه لقياس تعدد الجريان خلال القناة المضفرة وكلما كان الناتج كبيرا (أكثر من واحد ونصف) دل على زيادة التضفر داخل القناة ، وعليه فقد بلغ طول المجرى المضفر 88 كم ومجموع أطوال الجزر كان 44.8 كم.

مؤشر التضفر= مجموع أطوال الجزر / طول المجرى

مؤشر التضفر = 2×44.8÷88 = 1.02 . ∴

وهو أقل من (1.5). وقد بلغ عدد الجزر باختلاف أطوالها 79 جزيرة أكبرها جزيرة أم عروق.

ب. **النمط المتعرج**:

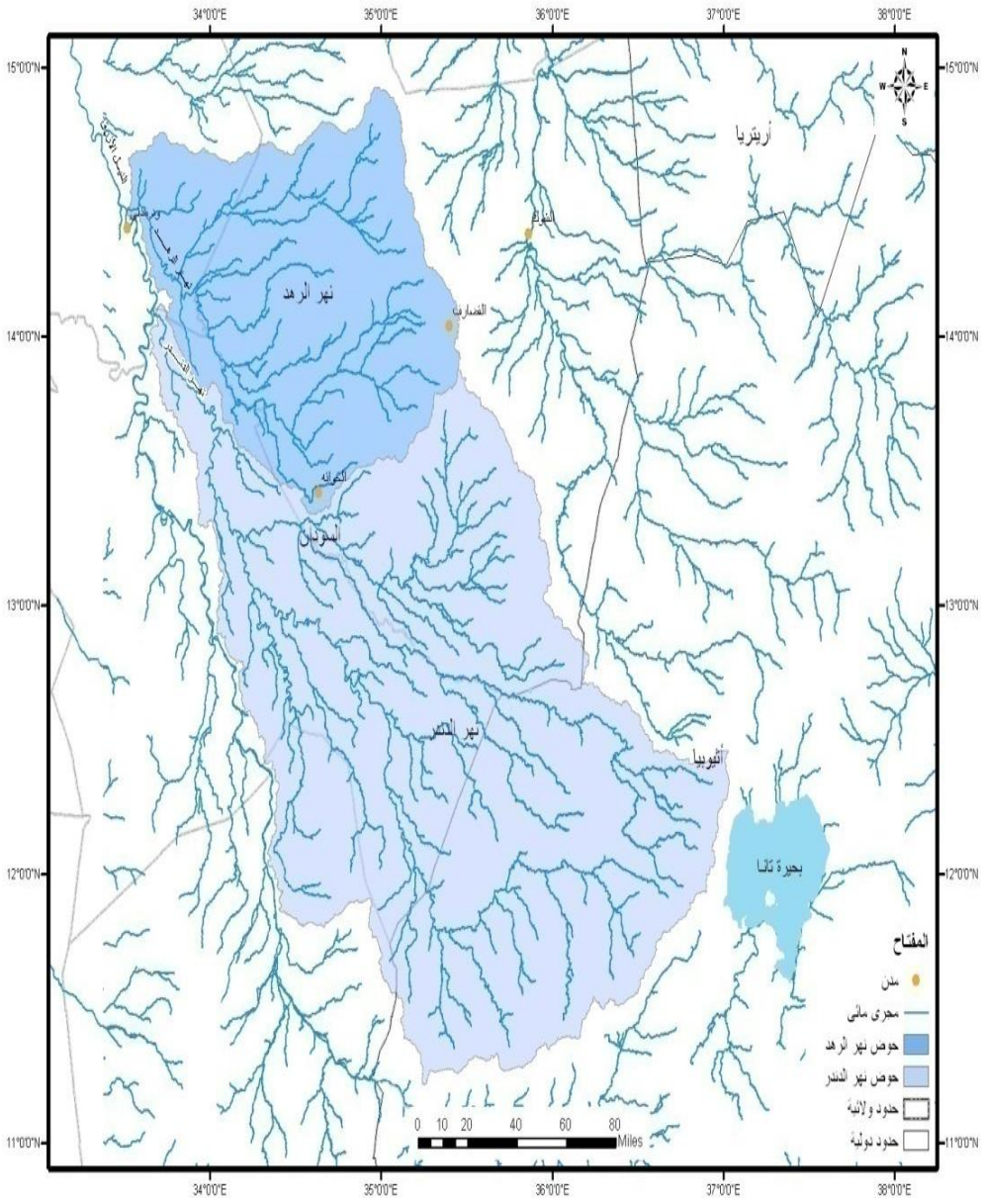
يعتبر التعرج هو السمة الرئيسية لنهر الدندر وروافده مثل العطشان والعقليين، لذلك كان لابد من قياس التعرج في القناة الرئيسية باستخدام مؤشر **برايس** (1964م) والذي استخدمه ليفرق بين القناة المستقيمة والمتعرجة والمنعطفة، يرى **برايس** إنّ مؤشر التعرج إذ كان أقل من 1.05 فإن القناة مستقيمة، وإذا كان بين 1.05 و1.5 تكون متعرجة، أما إذا زاد عن 1.5 فتكون متمعجة (**الوليعي**، 241992،) لهذا الغرض تم حساب التعرج على نهر الدندر في أربعة مواقع مختلفة للنهر بطول محور 14كم، (الجدول (1) والأشكال (6 و7 و13)). من الجدول يتضح أنّ نهر الدندر نهر متعرج لأنّ معامل التعرج في كل مواقع الدراسة يبلغ أكثر من(1.5) بمتوسط 2.55، حيث حصلت منطقة العزازة على أعلى معامل في الموقعين. تتصف منطقة التعرجات بكثرة الثنيات والبحيرات المقتطعة، وكل ذلك مهدت له المنطقة المضفرة التي حوت الجزر والحواجز، كما أنه ليس هناك تدرج في قيمة التعرج بين المواقع بتقدم النهر نحو المصب، إذ من المتوقع أن تقل القيمة بسبب اتساع الثنيات نحو المصب وهذا لم يحدث. لذلك يمكن القول بأن لكل موقع ظروف خاصة ساهمت في تشكيله، حيث كان الموقع (أ2) أكبر من (أ1) والموقع (ج) أكبر من الموقع (ب).

جدول(1): مؤشر التعرج بنهر الدندر

الموقع	طول المحور(كم)	طول القناة (كم)	معامل التعرج
العزازة (أ1)	14	35.5	2.5
العزازة (أ2)	14	37	2.6
القويسي (ب)	14	23.8	1.7
أبو رخم (ج)	14	28	2

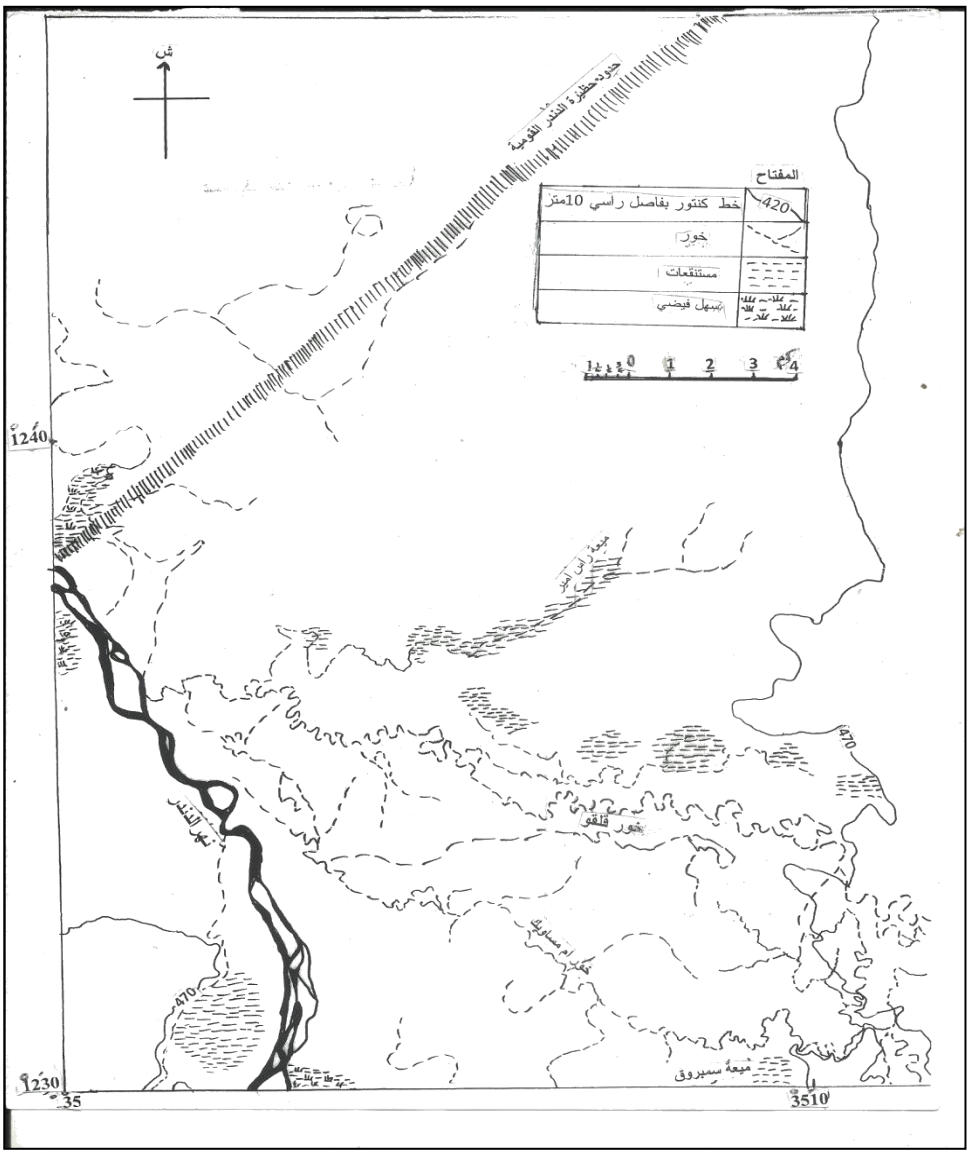
المصدر :عمل الباحثة

الشكل(11): نمط التصريف في حوض الدندر



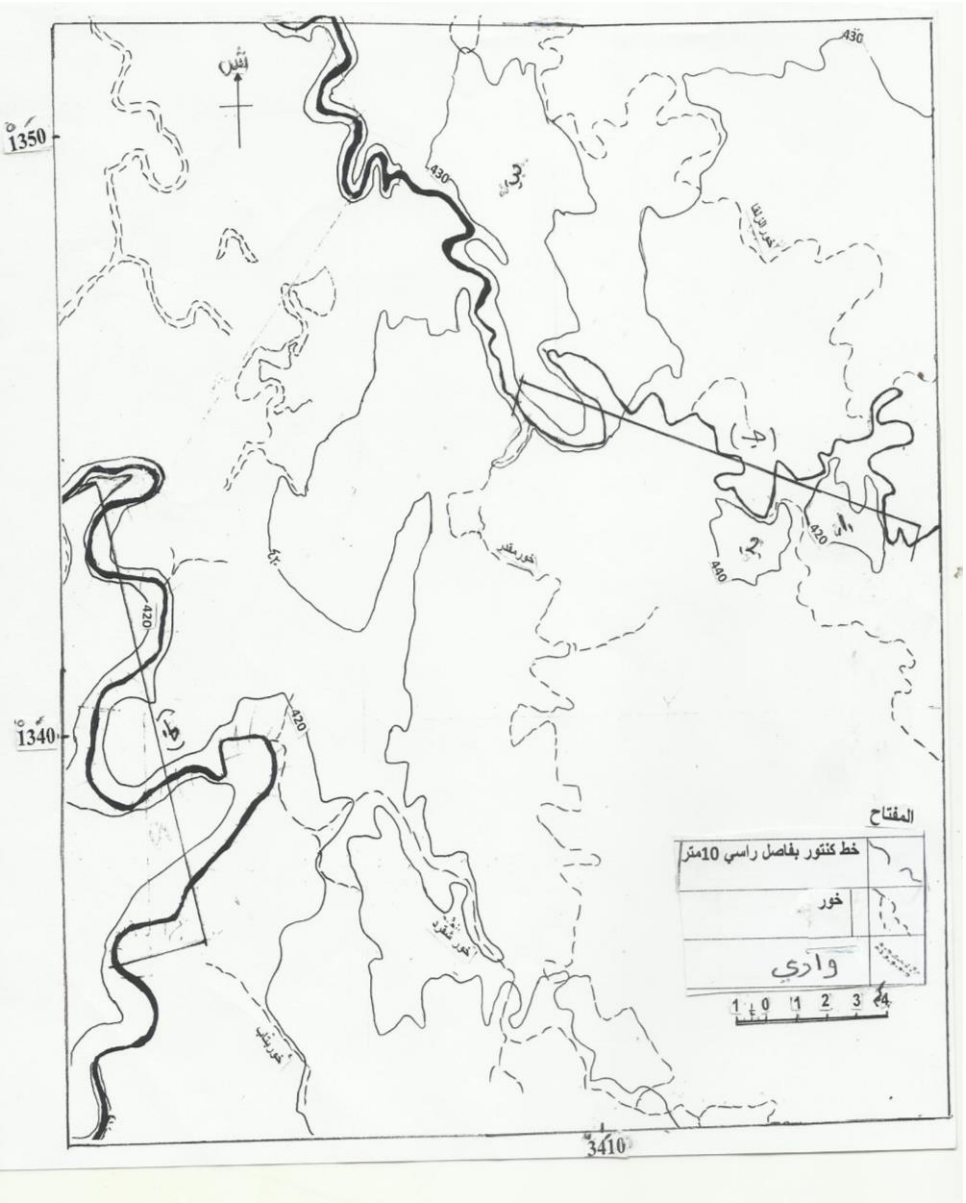
المصدر : نموذج الارتفاعات الرقمية

الشكل(12): منطقة خور قلقو (لوحة خور قلقو)



المصدر : الهيئة القومية للمساحة ،الخرطوم، (1989م)

الشكل (13) التعرجات في حوض الدندر والرهد الموقع (ج)(لوحة القويسي)



المصدر: الهيئة القومية للمساحة، الخرطوم، (1988م)

الخصائص المورفولوجية لنهر الدندر:

حسب ما يرى **ديفيز** أن لكل ظاهرة جيومورفولوجية مراحل تطور (شباب، نضج وشيخوخة) فالأنهار خلال جريانها في حوض تصريفها تمر بهذه المراحل ولكل مرحلة مميزات تميزها عن الأخرى (**أبو العينين**1989 ،180)، لذا أخذت قطاعات عرضية لحوض الدندر في ثلاثة مواقع (أعلى، وسط وأدنى الحوض)(الشكل(14)) لدراسة أهم الخصائص المورفولوجية لهذه المراحل **كالآتي:**

مرحلة الشباب:

تظهر هذه المرحلة بوضوح في أعالي نهر الدندر في الأراضي الأثيوبية (الشكل (4)) ومن أهم ملامحها؛ يتخذ القطاع العرضي للنهر شكل الحرف (V) ويظهر ذلك في الشكل (15)، كما يتصف القطاع الطولي للنهر بشدة الانحدار والتي توضحها المنطقة ما بين الارتفاع 800 متر و600 متر حيث يبلغ معدل الانحدار(104/1) (الشكل(16))، هذا بالإضافة لعدم وجود سهول فيضية بدلالة تقارب وتراجع خطوط الكنتور نحو الأعالي النهر، كما لم تظهر التعرجات على مجرى النهر وتقل وتتباعد روافد النهر، بمعنى أنّ هذه المنطقة تتسم بكل مميزات مرحلة الشباب.

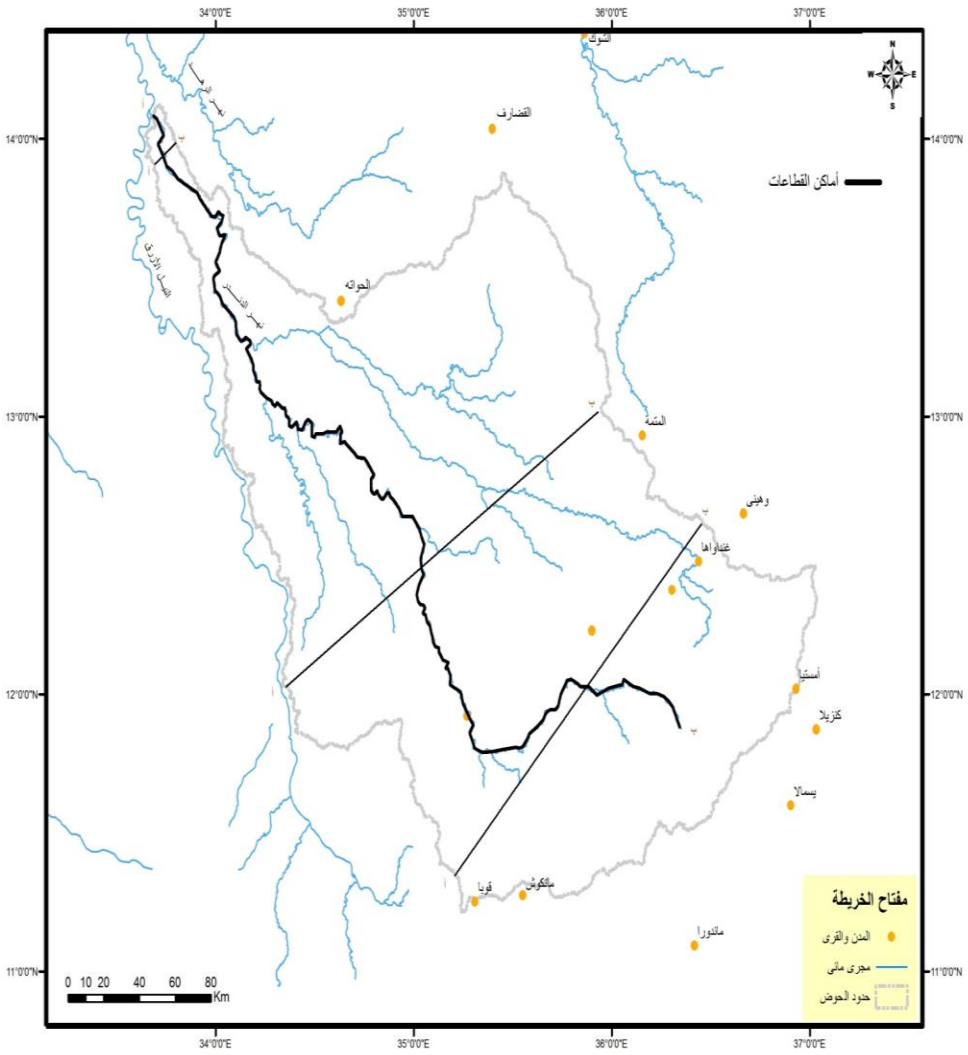
مرحلة النضج:

أما مرحلة النضج تمثلت بين خط الكنتور 600 متر في امتداد حتى خط العرض ́10:°13 والتي تبرز فيها الكثير من مظاهر مرحلة النضج المعروفة في الأنهار. ففي البداية مع دخول النهر الأراضي السودانية يتدنى الانحدار ويَرسب النهر وروافده كميات من الحمولة، مكوناً عدداً من السهول الفيضية والمستنقعات والجزر والحواجز الرملية في قناة النهر، وفي هذه المنطقة يلتقى النهر بالكثير من الروافد من الشرق مثل خور السنيط، قلقو وخور الرميتاب، ومن الغرب خوري السقاي الأول والثاني وخور أبو رملة. ومن مميزات هذه المرحلة كثرة التثني أو التعرجات والتي صاحبتها البحيرات المقتطعة، كما اتخذ القطاع العرضي شكل الحرف(U) كما هو واضح في الشكل(17) وفي القطاعات العرضية لمناطق قرية العزازة وقرية برة. هذا بالإضافة لتدني الانحدار مقارنة بالمرحلة السابقة لها، حيث يبلغ معدل الانحدار بين خط الارتفاع 600 متر و550 متراً في الأجزاء الجنوبية الغربية باتجاه الشمال الشرقي (126/1)، وبين 550 متر و500 متر في نفس الأجزاء والاتجاه (460/1). أما معدل الانحدار في الأجزاء الجنوبية الشرقية لخطوط الارتفاع ذاتها لكن باتجاه الشمال الغربي (150/1) و(320/1) على التوالي. يُلاحظ تناقص الانحدار بالاتجاه نحو المجرى الرئيسي وهو في الأجزاء الجنوبية الغربية أشد منه في الأجزاء الشرقية.

مرحلة الشيخوخة:

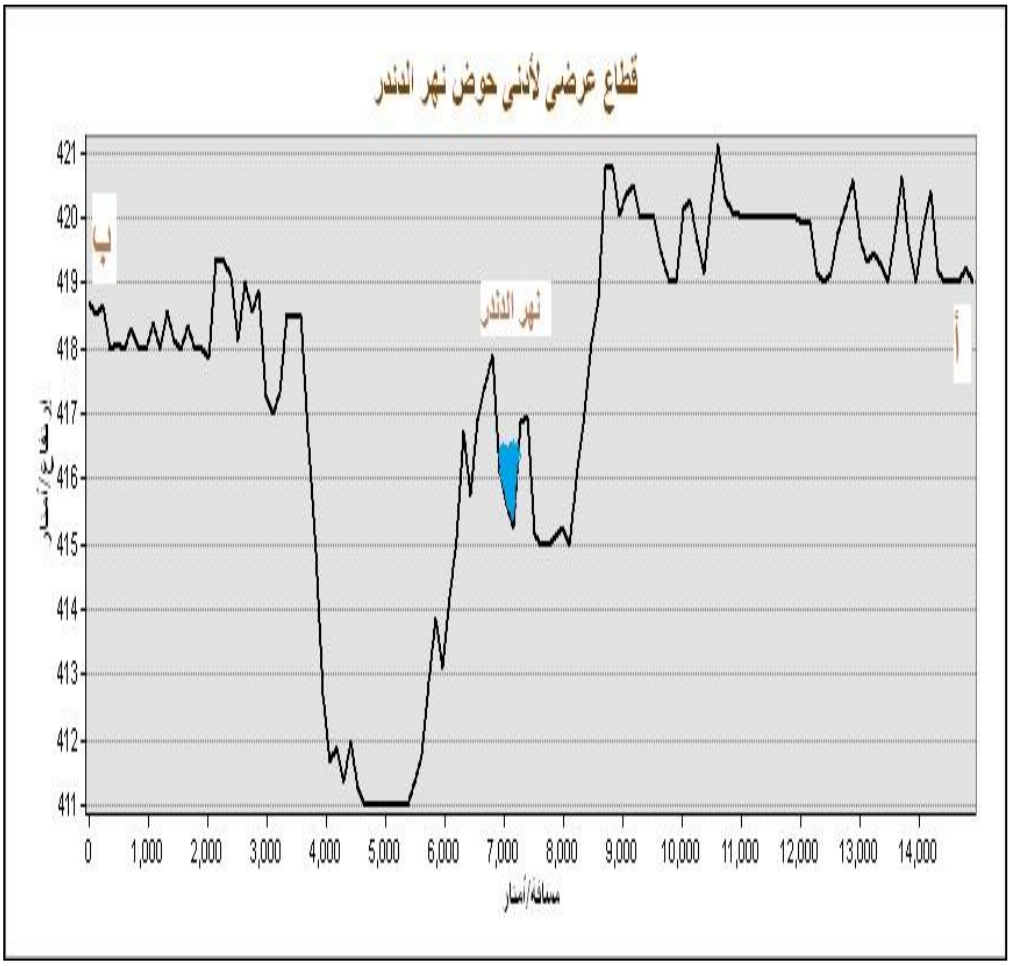
تقع هذه المرحلة إلى الشمال من مدينة القويسي و حتى الملتقى مع النيل الأزرق عند قرية الربوة في الضفة الغربية للنيل الأزرق. من مظاهر هذه المرحلة يتخذ القطاع العرضي الشكل (U) مفتوحة كما في الشكل (18) رغم أنه في منطقة الملتقى اتصفت الضفة الغربية بشدة الارتفاع مقارنة بالضفة الشرقية ويتضح ذلك في القطاع العرضي لمنطقة مصب النهر(الشكل (19))، كما اتسعت تعرجات النهر مقارنة بالمرحلة السابقة بالإضافة لاتساع السهل الفيضي، ومن مظاهر هذه المرحلة وجود التلال المبعثرة والتي ظهرت في الخريطة الطبوغرافية بخطوط كنتور مغلقة على جانبي نهر الدندر خاصة المنطقة شرق الدندر حيث خيران العطشان، ود العقيلي، ود الحسن، أبو شبروت وأم سارب (الشكل(7)) يوضح أمثلة لهذه التلال (أ، ب ،ج ، د) وقد بلغت مساحاتها (21،24،45،90كم²) على التوالي. والجدير بالذكر أنّ نهر الدندر لا يُكون مروحة فيضية عند مصبه في النيل الازرق وذلك لانه يمثل رافد له يعمل على الوصول لمستوى قاعدة النيل الازرق حيث كانت أدنى نقطة عند الملتقى ارتفاعها 368 متراً.

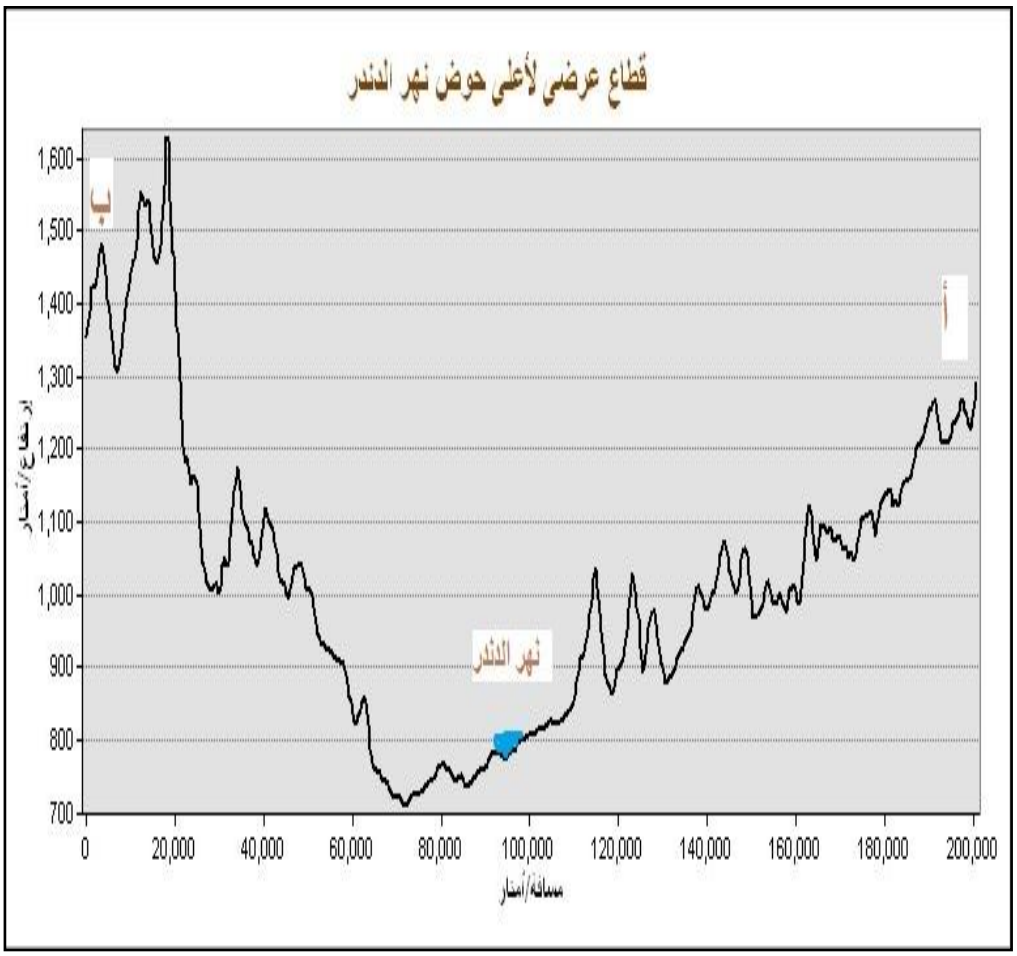
الشكل(14): المواقع التي أخذت منها القطاعات على حوض الدندر



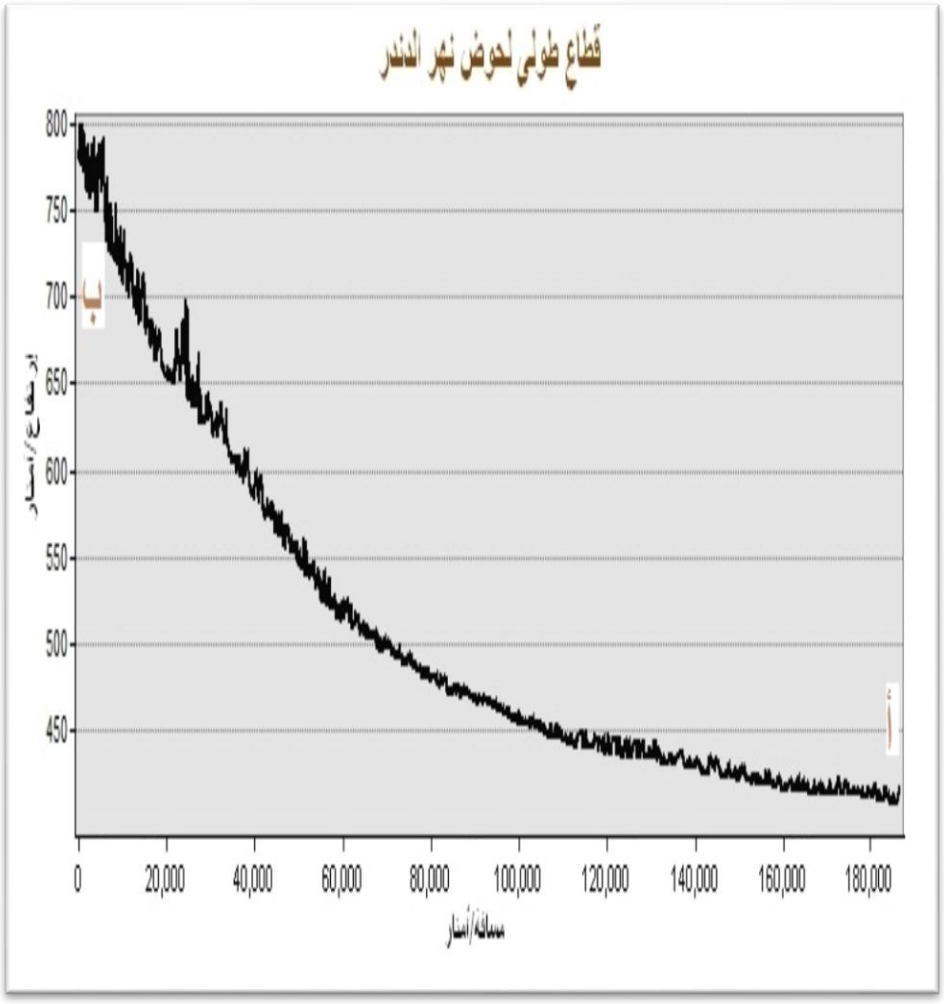
المصدر: أنموذج الارتفاعات الرقمية

الشكل (15) يوضح القطاع العرضي لأعلى حوض الدندر

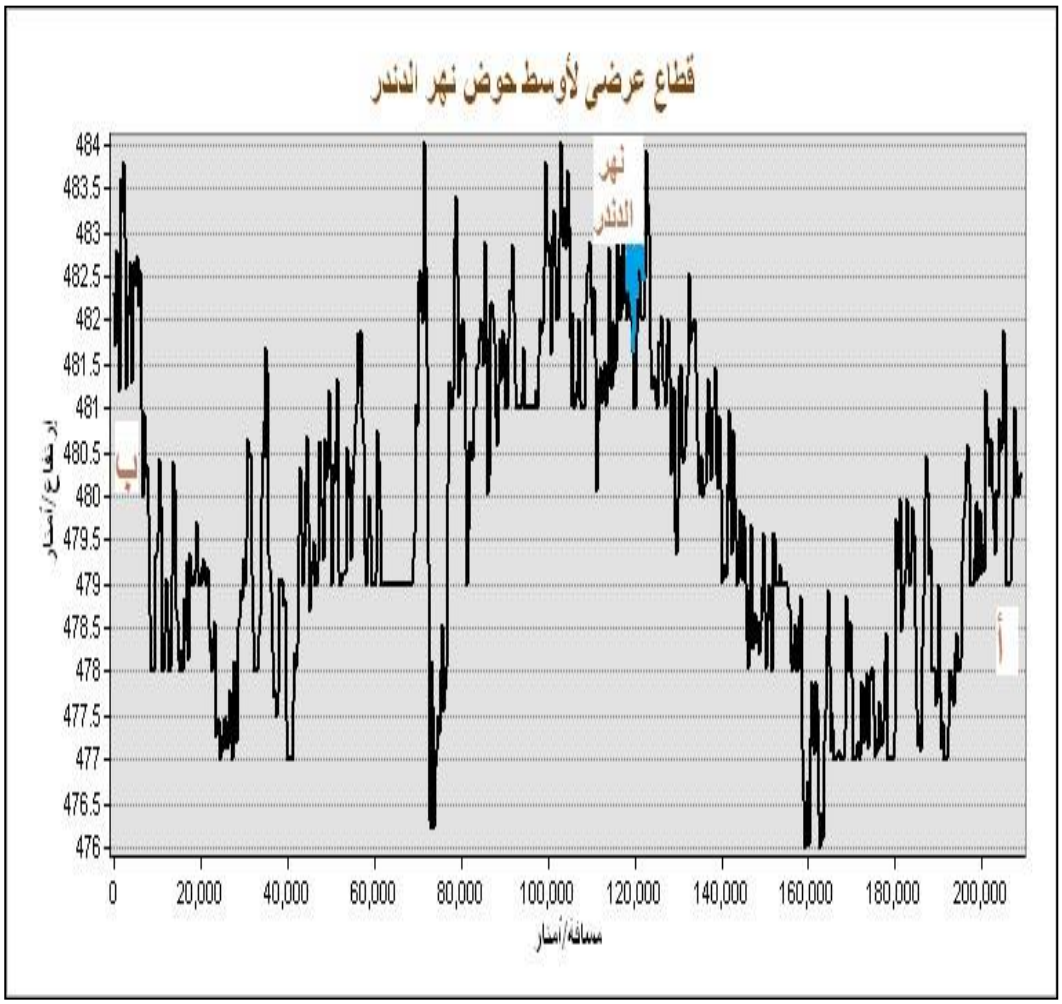



قطاع عرضي لأعلى حوض نهر الدندر
ب
أ
نهر الدندر
ارتفاع/أمتار
مسافة/أمتار
1,600
1,500
1,400
1,300
1,200
1,100
1,000
900
800
700
0
20,000
40,000
60,000
80,000
100,000
120,000
140,000
160,000
180,000
200,000

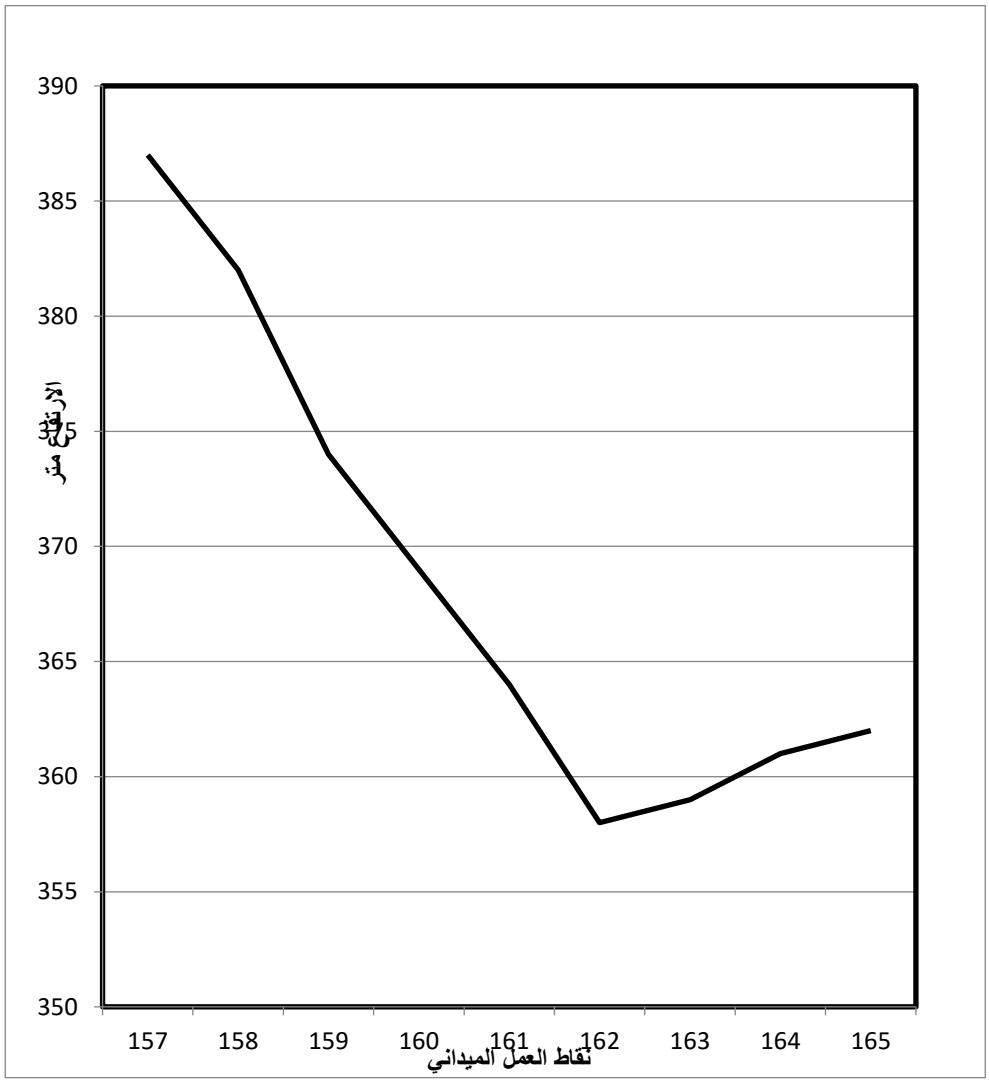
الشكل (16) يوضح القطاع الطولي لحوض الدندر



الشكل (17) يوضح القطاع العرضي لوسط حوض الدندر



الشكل (18) يوضح القطاع العرضي لأدنى حوض الدندر



المصدر : عمل الباحثة

النتائج ومناقشتها:

من العرض السابق يتضح أنّ هناك أجزاء من الحوض سادت فيه عمليات معينة نتجت عنها تلك الظاهرات وهي **كالآتي:**

عمليات النحت:

تسود بصورة رئيسية في أعالي الحوض حيث الانحدار الشديد ، كما توجد في الأجزاء الأخرى لكن بصورة أقل، فقد تميزت مناطق التقسيم في أعالي حوض الدندر بكثرة التعرجات لسيادة النحت الراسي ومما ساعد على ذلك كميات الأمطار التي تتراوح ما بين 1400مم– 900 وطول الفصل المطير وكذلك التكوينات السطحية والتي في معظمها صخور بازلتية يسهل نحتها، في حين تميزت مناطق التقسيم داخل الأراضي السودانية بالاستقامة وهو مؤشر لقلة النحت الجانبي لتدني الانحدار ونوعية الرواسب السطحية، كما تظهر عملية النحت بصورة جلية في المنطقة بين أعلى الحوض وخط الارتفاع 500 متر والتي تمثل 10% من المساحة ويظهر ذلك في التراجع الشديد لخطوط الكنتور عند المجاري المائية ويستمر ذلك التراجع بصفة خاصة في نهر الدندر حتى ارتفاع 430 متر وهذا يدل على أن النهر يعمل على تعميق مجراه حتى في المنطقة السهلية، كما أن هناك مظهر آخر لعملية النحت تتمثل في المنطقة بين نهر الدندر ونهر الرهد شمال خط ْ13ش، حيث تجري مجموعة من الخيران المتشابكة (العطشان ، ود الحسن ، شقرد ،مقدر) والتي تشكل عدد من التلال و مما ساعد على ذلك، حسب مشاهدات الميدان تتمثل في هذه المنطقة نوع من الرواسب السطحية شبيهة بالرواسب الفيضية يكثر فيها الحصى، لذا كان من السهل نحتها وتشكيلها. كذلك تتضح عملية النحت بصورة واضحة في مناطق التعرجات عند الثنية الخارجية وذلك بسبب كميات المياه الكبيرة التي يصرفها نهر الدندر، إذ يؤدي في بعض المواقع لتآكل الضفاف، بالإضافة للبحيرات المقتطعة التي ميزت مرحلة النضج وتعتبر من أبرز نواتج عملية النحت بالأحواض وهي عملية مازالت مستمرة، و من الظاهرات الناتجة عن عملية النحت الخيران العميقة التي تنحدر نحو الأنهار وتعمل على تقطع الضفاف، أما في أرضية الأنهار يتمثل النحت في الحفر الوعائية والتي تعرف محلياً (**بالبرك**) مثال لذلك البركة التي توجد في وسط نهر الدندر عند قرية أم عقرب والتي يبلغ عمقها ما يقارب سبعة أمتار.

عمليات الارساب:

سادت هذه العملية في منطقة جزيرة أم عروق حيث اتصفت قناة نهر الدندر بالتضفر وانتشرت حولها المستنقعات والسهول الفيضية ويرجع ذلك إلى أنّ المجاري المائية المنحدرة عن الهضبة الأثيوبية (نهر الدندر، خور قلقو، خور السنيط ونهر الرهد) تكون محملة بكميات من المواد المختلفة الأحجام وعند وصولها السهول السودانية يقل الانحدار فتخفف المجاري المائية من حمولتها في تلك المنطقة معطية هذا المظهر الجيومورفولوجي، والذي يتصف بسطح متموج وبنوع من الرواسب السطحية متمثلة في تربة القليسول التي تتميز بقلة تماسكها لاحتوائها الكثير من الحصى مختلف الأحجام والتي تمتد موازية للمناطق المرتفعة في الهضبة الأثيوبية ومما ساعد على ذلك كثافة الغطاء النباتي. كما تتضح مظاهر الإرساب في مناطق التعرجات حيث الثنية الداخلية، إذ تعمل المياه على نحت الثنية الخارجية وإرساب ما تم نحته فيها، ويظهر ذلك على طول منطقة التعرجات بنهر الدندر، فمن خلال العمل الميداني تميزت الثنية الخارجية برواسب طينية سوداء، كما هو الحال في ثنية العزازة، دبركي في حين تميزت الضفاف الداخلية برواسب فيضية مثال لذلك قرية برة وقرية ود الفاضل.

أما الإرساب في قاعدة المجاري المائية فقد اتصف نهر الدندر برواسب رملية ذات حبيبات مختلفة الأحجام خاصة في مناطق التعرجات حيث تتدرج الرواسب من الخشنة مثل الفرشات الحصوية ثم الرملية فالغرينية الناعمة ، وهذا التدرج لا يظهر في أرضية الخيران مثل العطشان وود الحسن، كذلك عند ملتقى نهر الدندر بالنيل الأزرق فالرواسب في معظمها الغرينية الصلصالية، إذ تنعدم الرمال والحصى والسبب في ذلك ربما كانت الرواسب من مصادر محلية أو إن الرواسب الخشنة تكون في الأسفل والناعمة في الأعلى والتي تتكون من المواد المذابة في المياه وجاء ظهورها بعد تبخر المياه وجفافها.

المصادر والمراجع

1. أبو العينين، حسن سيد،1989م، **أصول الجيومورفولوجيا**، الطبعة العاشرة، مؤسسة الثقافة الجامعية، الاسكندرية.
2. تاريوك، لوتجينز،1990م، **الأرض مقدمة للجيولوجيا الطبيعية**، ترجمة عمر سليمان حمودة وآخرون(بدون تفاصيل).
3. جودة، جودة حسنين، 1988م،**الجيومورفولوجيا**، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
4. كورلي، ريتشارد جي وآخرون،1979م، دراسات في الجيومورفولوجيا، ترجمة وفيق حسين الخشاب، جامعة بغداد، بغداد.
5. محسوب، محمد صبري وآخرون 2005م، **الخرائط الكنتورية**- قراءة وتحليل، دار الفكر، القاهرة .
6. الوليعي، عبدالله بن ناصر،1992م، **تعرج الأنهار والأودية** دراسة جيومورفولوجية تطبيقية لبعض الأودية الجافة في المملكة السعودية، سلسلة بحوث جغرافية، الجمعية الجغرافية السعودية جامعة الملك سعود.

المراجع الاجنبية:

1. *Horton, R,E, 1945, Erosional Development of Streams and their DrainageBasins,Hydro physical Approach to Quantitative Morphology, Bulletin of the Geological Society of America, vol 56, pp275-370.*
2. *Osman ,A.Rahim, Osman, 1990, The study of the palaeochannels of the Blue Nile in the Gazira plain.pp416.Gent,Rijksuiversiteit-ITC for soil scientists PH.D. thesis.*

الخرائط الطبوغرافية :

1. خريطة طبوغرافية ،**القويسي**. رقم لوحة (512). مقياس رسم 1:100000. الهيئة القومية للمساحة 1988. الخرطوم
2. خريطة طبوغرافية ،**ابو نعامة** . رقم لوحة (542. مقياس رسم 1:100000. الهيئة القومية للمساحة .1989 . الخرطوم.
3. خريطة طبوغرافية ،**العزازة** . رقم لوحة (543). مقياس رسم 1:100000. الهيئة القومية للمساحة 1989 الخرطوم.
4. خريطة طبوغرافية، **خور قلقو**. رقم لوحة (544). مقياس رسم 1:100000.الهيئة القومية للمساحة .1989. الخرطوم.
5. خريطة طبوغرافية، **جزيرة أم عروق** . رقم لوحة (573). مقياس رسم 1:100000. الهيئة القومية للمساحة.1989. الخرطوم.
6. الخريطة الجيولوجية ،الخرطوم. رقم لوحة (9). مقياس رسم1:1000000. هيئة البحوث الجيولوجية السودان.1988.
7. فبراير 2000م بدقة مكانية (900متر2)SRTM .
8. صورة راداريه.