

حوض وادي القنديل (دراسة مورفومترية)

الدكتور غزوان سلوم*

الملخص

يمثل حوض وادي القنديل أحد أحواض جبال المنطقة الشمالية الغربية من الجمهورية العربية السورية، يتخذ محوراً شمالياً شرقياً- جنوبياً غربياً، بمساحة تقدر بنحو (155) كم²، وطول (20) كم، هو ذو جيولوجية معقدة (بنية وبناء)، تتنوع فيه الصخور السطحية بين صخور متحولة ورسوبية، وهي شديدة التخلع بسبب تعرضها لجهد بنائي كبير فرضه عليها موقع المنطقة في نطاق انغراز الصفيحة العربية تحت الصفيحة الأوراسية، ويتدرج ارتفاعه بشكل واضح من الشمال الشرقي نحو الجنوب الغربي، وقد راوحت قيم تضرسه المحلي بين (5) م/ كم² في المنطقة السهلية منه عند مصبه، و(375) م/ كم² في المنطقة الجبلية الشمالية الشرقية، ويسيطر عليه مناخ حالي موسمي الأمطار، يصنف ضمن المناخ المتوسطي (السهلي-الجبلي).

يتخذ الحوض شكلاً مثلثياً، قاعدته في الجنوب ورأسه في الشمال، وهو غير متناظر بسبب تأثره بصدوع أنهضت جانباً منه - وهو الجانب الشرقي- وخسفت

* قسم الجغرافية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة دمشق.

الجانب الآخر، فامتدت شبكته المائية نحو الشرق متسلقة الجانب الناهض بفعل عمليات الحت المتراجع.

بلغ مجموع أطوال المجاري المائية نحو (675) كم، وأعدادها (2066) مجرى، شكلت نسبة المجاري المائية التي تنتمي إلى الرتبة الأولى منها نحو (75%)، وبلغت رتبة المجرى الرئيس الرتبة السابعة، أمّا كثافة أطوال المجاري المائية وكثافة أعدادها العامة، فبلغتا على التوالي (5) كم/كم² و (15) مجرى/كم²، إلا أن هناك تبايناً محلياً واضحاً في قيمهما داخل الحوض بينته الخرائط الكيلومترية التي أعدت لذلك، ويصنف الحوض ضمن فئة الأحواض ذات النسيج الطبوغرافي الناعم جداً على الرغم من انتشار الغابات على نحو (80%) من مساحته، مما دعا الباحث للجزم بأن نشوء شبكة المجاري المائية وتطورها كان سابقاً لتشكل الغابة على سطحه، أمّا اتجاه المجاري المائية فكان متوافقاً مع اتجاه الصدوع على المستوى العام أو حسب الجهات العامة، وسادت في الصدوع فئة الاتجاهات الشرقية- الغربية، تلتها فئة الصدوع ذات الاتجاهات الشمالية- الجنوبية، ثم فئة الاتجاهات الشمالية الشرقية- الجنوبية الغربية، وأخيراً فئة الصدوع ذات الاتجاهات الشمالية الغربية - الجنوبية الشرقية، في حين ساد في المجاري المائية حزمة الاتجاهات الشرقية- الغربية، ثم الاتجاهات الشمالية- الجنوبية، تلاهما الاتجاهات الشمالية الغربية- الجنوبية الشرقية، ثم الاتجاهات الشمالية الشرقية- الجنوبية الغربية، وقد فسّر هذا التعاكس في مراتب الفئتين الثالثة والرابعة لكلا المتغيرين في ضوء تأثير اتجاه المنحدرات التي تعامدت بدورها مع محاور الصدوع.

مقدمة:

شهدت الجغرافية الكمية ثورة نوعية بلغت ذروتها منذ أواسط القرن الماضي، أدخلت طرائق إحصائية- هندسية في التحليل، بهدف بلوغ مستوى أكثر موضوعية في الوصف والتفسير، وازدادت أهمية هذا الاتجاه حتى أصبح طريقاً ونهجاً متبعاً في الدراسات الجغرافية كلها عموماً والطبيعية منها على وجه الخصوص، يهدف مستخدموه إلى دعم دراساتهم الميدانية والمكتبية بلغة كمية عبر صياغة العلاقات بين عناصر المكان على شكل معادلات رياضية- يُعبّر عن أكثرها شيوعاً بما يعرف بالدراسات المورفومترية- وهي ذات مدخلات ومخرجات تمثل المتغيرات الطبيعية كانهدار السطح أو ارتفاعه النسبي والمطلق أو كثافة الشبكة النهرية... الخ.

ويُعرّف مصطلح المورفومتري Morphometry حرفياً بقياس الشكل، حيث تعتمد الدراسات المورفومترية على قياس أشكال المظاهر السطحية ومعالجتها وفق أسس التحليل الكمي من خلال تطبيق المعادلات الرياضية والطرائق الإحصائية على البيانات المستقاة من الخرائط الطبوغرافية والقياسات الحقلية والصور الجوية والفضائية، وذلك لاستخدام نتائجها في تصنيف المظاهر السطحية وتحديد العوامل والعمليات المسؤولة عن نشوئها وتطورها⁽¹⁾، وقد حددت (عثمان 1977، ص 47) مفهوم العمل المورفومتري ببلاغة بأنه وصف مدرك مبني على افتراضات هندسية⁽²⁾، ويجب التنبيه هنا على أن بعض الدراسات الجيومورفولوجية قد أسرفت في استخدام الطرائق المورفومترية، فتحولت إلى بحوث يغلب عليها الطابع الهندسي- الرياضي على حساب نتج شبه كامل للتحليل الجيومورفولوجي المنشود.

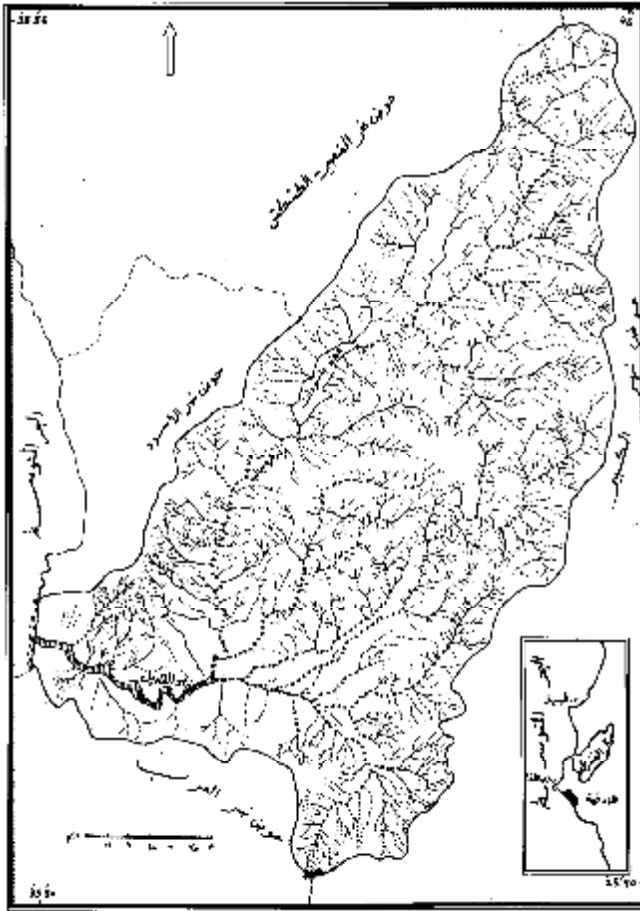
وقبل البدء بدراسة حوض وادي القنديل لا بد من التأكيد أن مثل هذه الأجهزة الهيدرولوجية- الجيومورفولوجية تصنف ضمن فئة النظم المفتوحة، التي تتميز بمدخلات كالأشعة الشمسية والأمطار ومخرجات كالمياه الجارية والحمولة الرسوبية،

وتشهد بسبب عمليات الحت والتعرية إزالة مستمرة لصخورها السطحية، فينخفض وزن كتلتها مما يستدعي نهوضها، ومن ثمّ تجديدًا لطاقاتها الجيومورفولوجية وتطوراً لمظاهرها وفق آلية تكيف ذاتي تبديه استجابة للتغيرات التي تطرأ عليها، إلا أن مثل هذا التصور يعني زيادة معدلات نهوض اليابسة على معدلات التعرية، وفي حال العكس، فإن من البدهي القول: إنّ الحوض يتجه نحو مرحلة شبه السهل المفترضة، وقد أفلح (Strahler 1952, p 324-236) في تسميتها بالنظم المضبوطة ذاتياً (المتوازنة أو المنتظمة ذاتياً) Self Regulating mechanism⁽³⁾، معبراً عن حالة التغير والحراك الدائمين التي تعيشهما سعياً منها للحفاظ على توازنها الجيومورفولوجي، ولهذه الصيرورة نتائج جيومورفولوجية مهمة، تتبدى بشكل واضح في تغير أشكال أحواض التصريف المائي ومظاهرها السطحية فيما يعرف بمفهوم التغاير Heterogeneity، والذي قصد به (Chorley, 1962, p238-244) تغير الخواص الشكلية للأحواض المائية مع مرور الزمن وتتنوع مظاهرها السطحية⁽⁴⁾، ولدراسة هذه التغيرات ورصدها ضرورة ملحة نتيجة لانعكاساتها الجغرافية والاقتصادية والسياسية الخطيرة.

منطقة البحث:

يقع حوض وادي القنديل في الزاوية الشمالية الغربية من الجمهورية العربية السورية ممثلاً الحد الجنوبي لجبل البسيط، تبدأ منابعه العليا شمال بلدة القنطرة بنحو (3) كم، ليصب في البحر المتوسط في موقع وسط بين رأس البسيط شمالاً ورأس ابن هانئ جنوباً، وذلك على بعد نحو (18) كم من مدينة اللاذقية، يمتد فلكياً بين درجتَي عرض (40° 35' - 56° 35') شمال خط الاستواء، وخطي طول (50° 35' - 36°) شرق غرينتش، يحده من الشمال حوضا القصر - الكشكش والنهر الأسود، ومن الشرق حوض نهر الكبير الشمالي الذي يشترك مع حوض نهر العرب في رسم الحدود الجنوبية للحوض، أما غرباً فيحده البحر المتوسط وحوض نهر العرب، شكل رقم (1).

الشكل رقم (1) يبيّن موقع وحدود حوض وادي القنديل



الشكل من إعداد الباحث اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية لكسب واللاذقية، مقياس 1:50000.

إشكالية البحث:

تتمثل إشكالية البحث في تحديد مدى الفائدة التي تقدمها الدراسة المورفومترية لحوض نهر القنديل في إعداد دراسة جيومورفولوجية نظرية عنه، وتقييم بعض

المعادلات والطرائق الهندسية المستخدمة من منظور جيومورفولوجي بحت، وفق معيار توظيف نتائجها في عملية التحليل والتفسير الجيومورفولوجي من جهة، وعدم تناقضها فيما بينها من جهة ثانية، أو مخالفتها للملاحظة البصرية من جهة ثالثة.

أهداف البحث: يتخذ البحث طابعاً مكتئباً، ويهدف إلى:

- تكوين صورة مسبقة عن خصائص الحوض تمهيداً لدراسة حقلية تالية.
- تحديد جدوى استخدام المعادلات الرياضية في دراسة الشبكة النهرية والخصائص الشكلية للحوض.
- الإفراج عن بعض الطرائق الإحصائية - الهندسية التي مازالت حبيسة الرسائل والأطروحات العلمية التي ابتكر أصحابها فيها طرائق جديدة، أو اتبعوا الطرائق المعروفة مع إيداء الرأي فيها وتعديلها، أو طرح البديل عنها في حال قصورها عن تأدية وظيفتها الجيومورفولوجية.

فرضيات البحث: سيتم من خلال البحث إثبات أو نفي الفرضيات الآتية:

- لا تتعارض نتائج المعادلات المورفومترية مع الملاحظة البصرية.
- تكفي الطرائق الكمية - الإحصائية لإعطاء صورة واضحة عن خصائص الحوض البنائية والجيومورفولوجية.
- هناك ترابط وثيق بين اتجاهات الصدوع من جهة واتجاهات المجاري المائية من جهة أخرى في حوض وادي القنديل.

منهج البحث:

تقوم الدراسة المورفومترية على أسس إحصائية - كمية، توظف نتائجها في إعداد خرائط وأشكال بيانية بطرائق كارتوغرافية وبرامج إحصائية مثل برنامج Excel، ولا يمكن التوقف عند حدود النتائج، مما يستدعي العمل بمقتضيات المنهج الوصفي المبني على أساس تحليلي - تركيبى يتيح الفرصة للباحث بتفكيك المركب الجيومورفولوجي

إلى عناصره المكانية الأولية، ثم إعادة تركيبه من خلال دراسة العلاقات المكانية المتداخلة وفق نظرة تكاملية، سبيلها لذلك تفسير مجمل العوامل والعمليات المسؤولة عن إكسابه خصائصه الشكلية الحالية وتحليلها، كما يستعان بالمنهج الإقليمي لتحديد شخصية الحوض ودراسته بوصفه وحدة جيومورفولوجية محددة وواضحة المعالم تماثل في ذلك مفهوم الإقليم.

أدوات البحث:

- خريطة اللانذقية الطبوغرافية، مقياس 1:50000، لعام (1944)م.
- خريطة كسب الطبوغرافية، مقياس 1:50000، لعام (1943)م.
- خريطة سورية الجيولوجية I-37-XIX-3c I-36-XXIV-4b,d، مقياس 1:50000، لعام (1962)م.

الدراسات السابقة:

لا توجد أي دراسة مورفومترية عن حوض وادي القنديل، إلا أن هناك دراسات هيدرولوجية -أكاديمية الطابع تناولت منطقة الساحل السوري، في مقدمتها دراسة (عبد الكريم حليلة 2001) التي تعرض فيها لخصائص الساحل السوري الطبيعية مع التركيز على بعض الأحواض الكبيرة كحوض نهر الكبير الشمالي، وفصل في الجوانب الجيولوجية والهيدرولوجية لأحواض الإقليم، مع تحديد بعض الخصائص المورفومترية للشبكات النهرية مثل كثافة الشبكة المائية في بعض المناطق وربطها بطبيعة الصخور السطحية⁽⁵⁾.

أمّا الدراسات التي اعتمدت على المعادلات المورفومترية والطرانق الإحصائية - الهندسية في بعض جوانبها فأكثر من أن تحصى، وأهمها على الصعيد العربي دراسة (حاج حسن 1986)⁽⁶⁾ وهي بعنوان: **بحوث جيومورفولوجية حول التضريس الكارستي في هضبة مارتل وغراما التي أبتكر فيها طريقة لتحديد العلاقة بين شبكات المجاري المائية السطحية والباطنية والجوبات (الدولينات)، وربطها باتجاهات الكسور**

والصدوع السائدة، واستخدم فضلاً عن ذلك معامل الارتباط لإثبات ما افترضه من وجود علاقة بينهما، كما يسجل له سبقه في تحديد معدل تناظر الحوض من خلال تقسيم مساحة جزئه الصغير على جزئه الكبير، مؤكداً أن اقتراب النتيجة من الواحد تعني أن شروط الحت والتعرية تسير بنسق واحد على جانبي الحوض، والعكس صحيح، وقد أصبح ما وضعه من فرضيات سنة متبعة في الرسائل والبحوث جميعها التي تهتم بالدراسة المورفومترية لأحواض التصريف المائي في قسم الجغرافية، بجامعة دمشق، على الرغم من عدم دراية مستخدميها بطريقته التي تتطلب جهداً كبيراً ودقة متناهية ومعرفة جيدة بالطرائق الإحصائية، أما دراسة (سلوم 2004)⁽⁷⁾ فقد اتخذت منحاً نقدياً للمعادلات المورفومترية المستخدمة في دراسته لبعض أحواض التصريف المائي للصحراء الشرقية من جمهورية مصر العربية، والتي اقترح فيها بعض الطرائق والمعادلات التي يمكن من خلالها تلافى عيوب المعادلات المورفومترية الشائعة، ومن البحوث المهمة التي أسهمت في نشر مفاهيم الطرائق المورفومترية في جمهورية مصر العربية: بحث (دسوقي 1981)م⁽⁸⁾ الذي استخدم فيه العديد من المعادلات الرياضية موظفاً إياها في تفسير نشوء مظاهر سطح المنطقة وأشكالها، وكان بعنوان (جيومورفولوجية الجانب الشرقي لحوض النيل فيما بين الصف وحلوان)، تلاه بحث (عاشور 1983)م⁽⁹⁾ وجاء بعنوان (التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي، مصادر البيانات وطرائق القياس)، عرض فيه بشكل موسع أهم المفاهيم العامة والخاصة بالتحليل المورفومتري لأحواض التصريف المائي، ولا تحتوي المكتبة العربية من الكتب المتخصصة في هذا المجال إلا كتابي (الموصللي 1983)⁽¹⁰⁾ وهو بعنوان (البحث الجيومورفولوجي، مناهجه وأساليبه، مصوراته وتطبيقاته) والذي حدد فيه أهم مناهج وأساليب البحث الجيومورفولوجي، ومن ضمنه أسلوب التحليل الجيومورفولوجي وخرائطه الكيلومترية، مرسومة على أساس شبكة مربعات كيلومترية، وكتاب (جوده وزملاؤه 1991)م⁽¹¹⁾ المعنون بـ (وسائل التحليل

الجيومورفولوجي)، وعُرضت فيه العديد من المعادلات المورفومترية، لكن دون التوسع بمدلولاتها الجيومورفولوجية.

أولاً - الجغرافية الطبيعية للحوض:

الوضع الطبوغرافي:

يقف سطح الأرض في مقدمة عناصر المكان التي تؤثر بشكل مباشر في نشوء الشبكة النهرية وتطورها من جهة، وتتأثر به من جهة ثانية، إذ يؤدي الانحدار الدور الحاسم - بين عناصر السطح- في زيادة سرعة المياه الجارية ومن ثمّ زيادة طاقتها الجيومورفولوجية، مما ينعكس على طبيعة العملية الجيومورفولوجية من حت وترسيب، بل يتعدى ذلك ليتدخل في تحديد أنواعها كالحث الرأسي والجانبى والتراجعي (الصاعد)، كما يسعى أي نهر لإزالة فروقات ارتفاعات قطاعه الطولي بحث بروزاته وردم منخفضاته، علاوة على ذلك فإن لبعض خصائص السطح كالتضرس المحلي دلالة بنائية، إذ يمكن تفسير ازدياد الفارق الرأسي بين نقطتين بتأثير نشاط بنائي وقد أدى إلى تخلع المنطقة، فضلاً عن المؤشرات التي تعطيها أشكال المنخفضات والمناطق المستوية والقمم سواء في عالية الحوض أو سافلته، ونمط الارتفاعات إن كان متدرجاً أو متداخلاً، حيث أكد (Chorley 1973, p 49) أن لتوزع المرتفعات والقمم البعيدة عن خط تقسيم مياه الحوض - أي في داخل حدوده - دلالة باليوجيومورفولوجية، بوصفها تمثل مستويات أساس قديمة Ancient base levels تم تخفيض ما حولها بفعل عمليات الحث والإزالة⁽¹²⁾.

تتمثل أعلى نقاط الحوض بالحدود الشمالية الشرقية منه والتي تقع على ارتفاعات تراوح بين (750-800)م فوق مستوى سطح البحر في مناطق جبلي كوز ونجار، ويلاحظ من الشكلين رقم (2) و(3) تدرجاً واضحاً في الارتفاعات، حيث ينخفض سطح الأرض بالاتجاه نحو الجنوب والغرب، ومن أهم جبال الحدود الشرقية، بالاتجاه من الشمال إلى الجنوب: جبل المالية (623)متراً، وجبل مران (573)متراً، جبل دير

الملك (435) متراً، جبل بستان الحق (375) متراً، وعند الزاوية الجنوبية الشرقية
 ظهر الزرقاء (223) متراً، ثم تبدأ جبال الحدود الجنوبية، من الشرق نحو الغرب
 بجبل عين الدلبة (235) متراً، وجبل سوباص (210) متراً، فـجبل الأبيض (232)
 متراً، يليه جبل خربة الشيخ (205) متراً، وآخرها على ساحل البحر جبل إسماعيل
 (237) متراً (وجميعها فوق مستوى سطح البحر). ويمكن تمييز ثلاث وحدات
 تضريبية في الحوض، تتمثل الأولى بمنطقتين: سهلية منبسطة تمتد من السهل
 الساحلي غرباً وتتفرع باتجاه الشرق في مناطق سهل زغرين وعقبة الرمانة
 والطرطوسي ومرج الرياح، يراوح ارتفاعها بين (5-50) متراً، والأخرى متوافقة
 مع منخفض نهر قره جاليه حتى بلدة بللوران وهو بين منسوبي ارتفاع (50-100)
 متر فوق مستوى سطح البحر، وتشغل هذه الوحدة ما نسبته (24%) من مساحة
 الحوض، وتتوافق مكانياً مع انتشار التوضعات الرباعية عموماً وتكشف الصخور
 العائدة للعصر الترياسي، وتسود فيها عمليات الترسيب، أما الوحدة الثانية فتتخصر
 بين منسوبي (100 - 600) متراً فوق مستوى سطح البحر، وتمثل المنطقة الهضبية
 التي تشغل نحو (71%) من مساحة الحوض، تتمثل بمعظم مناطق القطاع الأوسط
 والأعلى، وتتنوع فيها الصخور السطحية بين رسوبية ومتحولة تعود للحقبين
 الجيولوجيين الثاني والثالث، وتسود فيها عمليات الحت المائي، في حين تتمثل الوحدة
 الثالثة بالمنطقة الجبلية التي يراوح ارتفاعها بين (600-800) متر فوق مستوى سطح
 البحر، وتشغل حيزاً صغيراً من الحوض لا تزيد نسبته على (5%) من المساحة
 العامة، تتركز في الزاوية الشمالية الشرقية من الحوض متوافقة مكانياً مع تكوينات
 الأفويليت، وتسيطر عليها مظاهر الحت المائي، ويدل هذا النمط الطبوغرافي على
 احتمال تأثر الأجزاء الشمالية والشرقية من الحوض بحركات بناءية عملت على رفع
 هذه الأجزاء وطبها مقارنة بجوانبه الغربية والجنوبية الغربية.

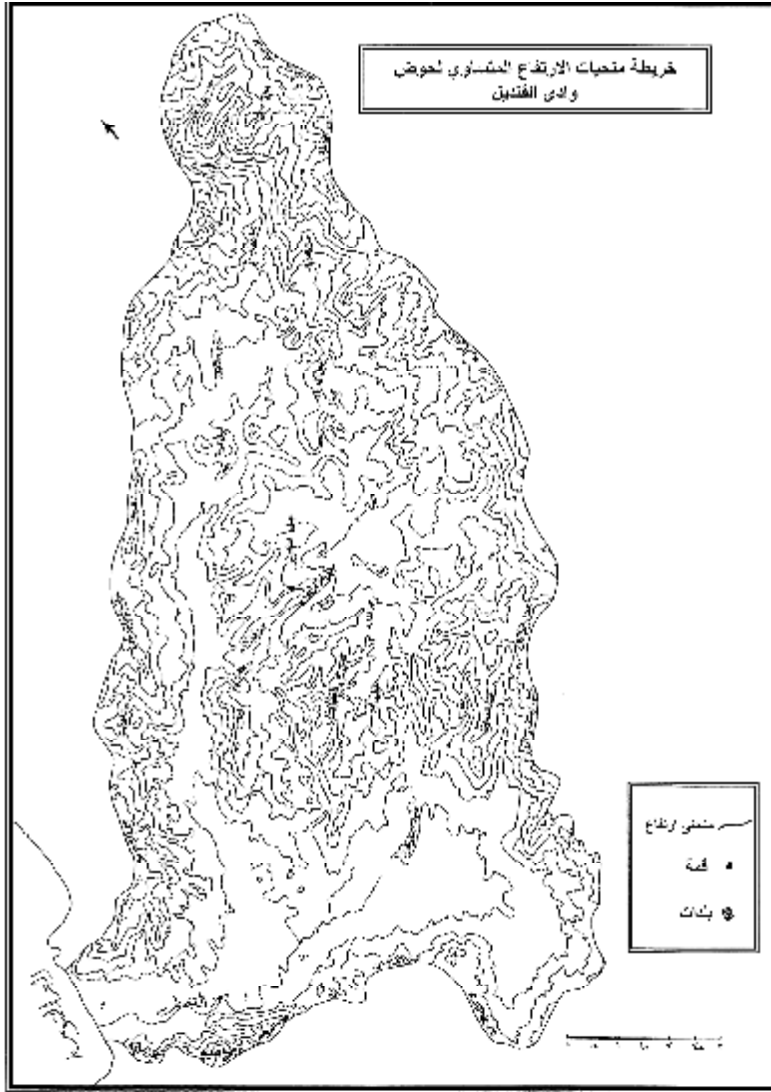
ويستدل من منحنيات التسوية على أن هناك نمطاً واضحاً لتوزيع درجات الانحدار التي تنخفض بالاتجاه نحو الجنوب والغرب، وقد راوحت بين أقل من درجة واحدة عند السهل الساحلي قرب المصب، وفوق (45°) كما في جروف جبل قره جاليه غربي الحوض، مما يستوجب حساب قيم انحدار السطح على مقاييس أصغر باستخدام شبكة مربعات كيلومترية- بطول ضلع (1) كم على الطبيعة- إلا أنه يمكن إعداد خرائط تعطي نتيجتين بأن واحد، وبالأخص خريطة التضرس المحلي الكيلومترية التي تعبر في الوقت ذاته عن طبيعة الانحدار ضمن كل فئة في حالة أجريت القياسات على أحواض صغيرة المساحة*.



الشكل رقم (2) يبين منطقة البحث وفق البعد الثالث.

أعدَّ الشكل باستخدام برنامج Arc GIS 8.3، بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية قياس 1:50000.

* لا تكون هذه القاعدة صحيحة إلا في المساحات الصغيرة من رتبة واحد كم² فما دون، أمَّا للمساحات الكبرى فتصبح احتمالات أن تكون قيمة التضرس المحلي كبيرة لكن الانحدار متوسط أو حتى بسيط، وذلك حين تكون نقطتا قياس التضرس المحلي قريبتين من بعضهما في ظل مساحة كبيرة، مما يعني أن قيمة التضرس المحلي لن تمثل كامل المساحة ومن ثمَّ لن تعبر عن انحدار سطحها.



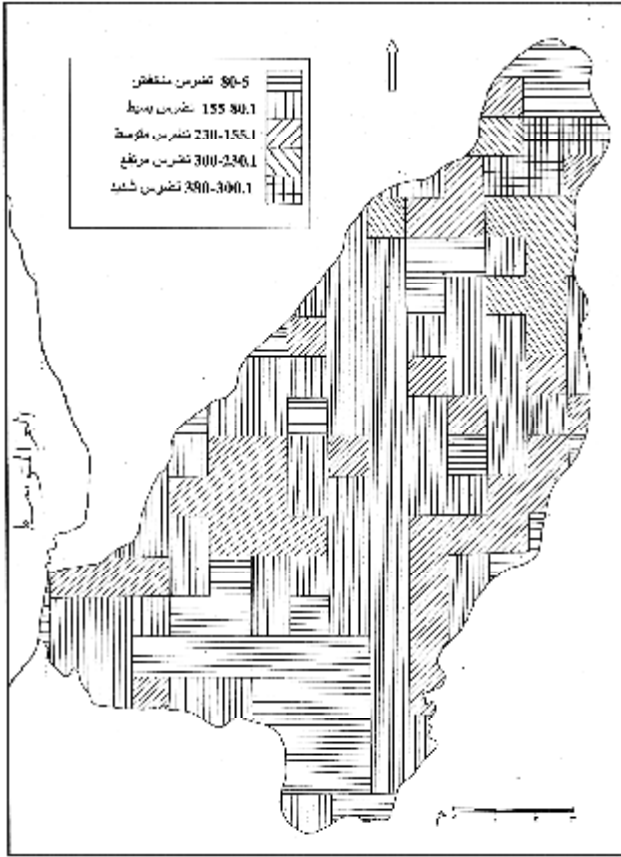
الشكل رقم (3) يمثل خريطة منحنيات الارتفاع المتساوي (منحنيات الكنتور) لحوض وادي القنديل
الشكل من إعداد الباحث اعتماداً على الخريطين الطبوغرافيتين لكسب واللاذقية، مقياس 1:50000.

ملاحظة: الفارق الرأسى بين كل منحيين (50) م.

التضرس المحلى Local Relief :

يقصد بالتضرس المحلى الفارق الرأسى بين أعلى نقاط الحوض وأدناها، على أن تكون أعلى النقاط عند خط تقسيم المياه وأدناها عند مخرج الحوض، وينعكس التضرس المحلى بشكل إيجابى على معدلات الحت والإزالة، فكلما زاد الفارق الرأسى بين نقاط الحوض اكتسبت المياه المندفعة من المناطق العليا قدرة وطاقة جيومورفولوجية تصرف فى عمليات الحت والتخفيض والنقل، أى إنَّ العلاقة بين معدلات التضرس المحلى وانحدار السطح والطاقة الجيومورفولوجية للمياه الجارية علاقة طردية.

وقد بلغت قيمة التضرس المحلى لكامل الحوض (800)متر، إلا أن هذا الرقم لا يعطى فكرة دقيقة يمكن الاستفادة منها فى تكوين تصور واضح عن حالة السطح، ويمكن اللجوء إلى الطريقة الكارتوغرافية سابقة الذكر لتحقيق ذلك الهدف، ويبين الشكل رقم (4) وجود تباين واضح فى قيم التضرس المحلى لسطح الحوض، فقد راوحت القيم بين (5- 375 م / كم²)، وهو أمر منطقي فى ظل ما سبق ذكره من تباين فى مناسيب سطح الأرض فى الحوض من جهة، وما سيرد لاحقاً من تعقيد جيولوجى على الصعيدين الليثولوجى والتكتونى من جهة ثانية.



شكل رقم (4) يبيّن تباين قيم التضرس المحلي في حوض وادي القنديل

الشكل من إعداد الباحث اعتماداً على الخريطين الطبوغرافيتين لكسب واللاقية، مقياس 1:50000. تسود في الحوض السطوح ذات التضرس البسيط* التي تتمثل بالمنطقة الهضبية، وقد راوحت قيم تضرسها المحلي بين (80.1-155 م / كم²)، وتتوزع في مناطق

* حسب الفارق بين أعلى قيمة وأدناها، ثم قُسم الناتج على (5) لتحديد مدى الفئات الخمس التي ستُعمد في الترميز والرسم، ويجب التنبيه على أن هذا التصنيف خاص بالمنطقة، فما هو مرتفع فيها قد يكون متوسطاً في غيرها، ويجب عدم مقارنته بالتصانيف العالمية إلا بعد التأكد من طبيعة ظروف المناطق المقارن بها.

القطاعين الأوسط والأدنى من الحوض، في مناطق متوسطة الانحدار، تنتشر أو تتكشف فيها الصخور الجوراسية والكريتاسية والباليوجينية من الصخور القاعدية (السربنتين والبيريدونيت) والصخور الكلسية والدولومية والرملية والمارلية، والمنطقة السهلية التي تضم بعض التلال المنعزلة، وتشكل نسبتها من المساحة العامة للحوض نحو (47%)، تليها بنسب متقاربة السطوح منخفضة التضرس ومتوسطة التضرس، والتي راوحت قيم تضرسها المحلي على التوالي (5-80 م/كم²) (155.1-230 م/كم²)، وتمثل كل منها نحو (22%) من المساحة الكلية للحوض، وتتوزع في مناطق السهل الساحلي والسهل الفيضي (غوز وعقبة الرمانة) للفئة الأولى، وهي مناطق سهلية وشبه مستوية، تنتشر فيها صخور الحقبين الجيولوجيين الثالث والرابع، وتسود فيها عمليات الترسيب والردم، أمّا الفئة الثانية فتتمثل بمناطق جبل نقار الحجر في الشمال، وجبال شرق وسط الحوض (دير الملك، بستان الحق، المقطورة) ومناطق القطاع الأوسط من نهر قره جاله جنوبي بلدة بللوران، وتوزعت المناطق ذات قيم التضرس المرتفعة (305-230.1 م/كم²) في القطاع الأعلى من الحوض على امتداد جبل الديار، بينما تتركز مناطق التضرس الشديد (305.1-380 م/كم²) عند جبال كوز ونجار وقنطرة في الزاوية الشمالية الشرقية من الحوض، وتتوافق مع مناطق الصخور الأفيوليتية شديدة التخلع والانحدار.

الوضع الجيولوجي:

إن أفضل ما جاء في وصف جيولوجية منطقة البسيط هو ما ذكره (حسين 1998) بأنها أعقد مناطق سورية على الإطلاق، فهي شديدة التباين في بنيتها الجيولوجية المعرضة للتشوش، تتجاور فيها صخور مختلفة المنشأ (رسوبية - بركانية - متحولة)، تعود إلى أزمنة جيولوجية متعددة، ومما زاد صورتها تعقيداً وتداخلها تعرضها للحركات الألبية⁽¹³⁾، ولا يمكن تفسير هذه الحالة الفريدة- التي يمثلها حوض القنديل خير تمثيل - إلا بالموقع الجغرافي الخاص للمنطقة بوصفها

منطقة انتقالية بين الصفيحة العربية المندسة تحت نطاق الطي الأبي مشكلة بذلك سلاسل جبال طوروس وزاغروس والأمانوس وتوابعها.

ويلاحظ من الشكل رقم (5) أن صخور الحقب الجيولوجي الثاني العائدة إلى أواخر الترياسي وأوائل الجوراسي - الكرياسي والمعروفة بالصخور الخضراء (الأفويليتية)، تحتل القطاع الأعلى من الحوض كما في مناطق جبال نجار وكوز وسوري ونقار الحجر وشقيق، ومعظم القطاع الأوسط كما في مناطق جبل الحبس والمقطر وحجر البصاص، وهي من أنواع (الغابرو - الديابيز - الأوليفينيت - السربنتين والبيريدوتيت)، وتشغل ما نسبته نحو (45%) من إجمالي مساحة الحوض، في حين تتكشف الصخور الرسوبية من أقدمها في سورية (الجوراسي) وحتى أحدثها (الحقب الرابع)، في مناطق من القطاع الأوسط كوادي قره جاليه وغربي ضهر الكوكرة وجبل قيشان وجبال الحدود الغربية (حبشكة وقزل أحمد وقره جاليه) وكامل القطاع الأدنى في سهل غزرين، وجبال الدلبة والأبيض وخربة الشيخ وإسماعيل في الجنوب، وتضم طيفاً واسعاً ومتنوعاً من صخور كلسية ورملية وغضارية وطينية ومارلية ومن المشبكات (الكونغلواميرات) والحصى. ويستدل من هذا العرض الموجز للصخور السطحية، على أنها شديدة الاختلاف في خصائصها الفيزيائية والكيميائية، ومن ثم فإنها متباينة في مدى استجابتها للعمليات الجيومورفولوجية الخارجية منها والداخلية، وبعبارة أدق فإنه يفترض أن تتجلى صفة التفاضلية أو الانتقائية (الاصطفائية) لعمليات تخريب الصخر وفساده تحت وطأة عمليات الحت المائي والتجوية من جهة، واختلاف أعمار الصخور وبنيتها من جهة ثانية، بأفضل نماذجها في منطقة البحث، الأمر الذي يفرض بالضرورة إلى تباين خصائص المظاهر السطحية، كارتفاع كثافة الشبكة النهرية في مناطق تكشف الصخور الكتيمية، والعكس في مناطق تكشف الصخور المنفذة، وقد أكد (أتيان دوفوماس 1985) حقيقة أن الصخور الخضراء تتدخل بصورة بارزة جداً في مورفولوجية المنطقة، وذلك حسب درجة قساوتها وطريقة تكيفها مع

عمليات الحت، حيث تبرز صخور البيريدوتيت - على الرغم من كونها تمثل المستوى الأدنى سترتغرافياً - مشكلة الأعراف الجبلية الفاصلة بين الأودية، في حين تشكل صخور الغابرو والدوليريت المناطق المنخفضة عند أقدام الجبال بسبب قابليتها الكبير للفساد والتخريب مقارنة بصخور البيريدوتيت (14).



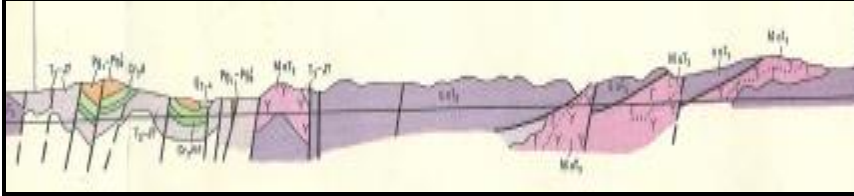
الشكل رقم (5) يبين التكوينات الصخرية السطحية في حوض وادي القنديل

الشكل من إعداد الباحث اعتماداً على الخريطين الجيولوجيين للأدقفة، مقياس 1:50000.

الحالة البنائية:

لا تختلف الحالة البنائية في خصوصيتها عن الوضع الليثولوجي سابق الذكر، ففي ظل تأثر المنطقة بالحركات البنائية (الاندفاعية، والالتوائية الألبية)، واختلاف تجاوب الصخور معها، حيث يتكسر القاسي منها ويتصدع، في حين يُلوى الطري ويتقعر أو يتحدب، وتكون المحصلة النهائية بناءً جيولوجياً معقداً يدل عليه الشكل رقم (6)، والذي يمثل مقطعاً جيولوجياً يمر بوسط الحوض بدءاً من قمة جبل قزل أحمد في الشمال الغربي، حتى قمة جبل بستان الحق في الجنوب الشرقي، ويتضح منه شدة التخلع الذي تعرض له الحوض في هذا الجزء منه، نتيجة للحركات البنائية التي أنهضت أجزاءً من أرضه وخسفت أخرى، مولدة ومحرضة عمليات حت وتعرية كشفت الصخور الأقدم في الجوانب (الشفاه) الصاعدة من الصدوع، وحافظت على الصخور الأحدث في الجوانب المنخفضة منها، فضلاً عن صدوع الإزاحة الأفقية التي أسهمت بتباعد التكوين الصخري الواحد تباعداً أفقياً، كما في منطقة بيت عبيد الواقعة شمالي جبل الديار، حيث تكونت قبل تصدعها من منطقتين تحيط إحداهما بالأخرى، تتكون الداخلية منهما من صخور ما قبل الترياسي الأعلى، في حين تتكون الخارجية من صخور أقدم تعود للجوراسي - الترياسي الأعلى، وتشكل بعد تصدعها تناوباً صخرياً تعود صخوره إلى الحقبين السابقين، ويتكرر الأمر في مناطق أخرى، كما هو الحال في منطقة قره قوجة الواقعة جنوب شرق جبل قزل أحمد، وتعود صخورها للكريتاسي، وما سبق يفسر توزع الكتل الصخرية على شكل بلوكات مخلعة، ذات بني مختلفة مفصولة عن بعضها بعضاً بحدود ليثولوجية وحزم من الكسور (صدوع)، ويدل المقطع على وجود تدرج في تكشف الصخور، حيث تتكشف الصخور الأقدم في الشرق، في حين تتكشف الأحدث في الغرب، وهو أمر لا يمكن تفسيره بعمليات الحت فقط، بل بشروط الترسيب في المنطقة، فمن المؤكد أن مناسب بحار الحقب الثالث لم تصل إلى مناسب الصخور الكريتاسية فترسبت عند أقدام الجبال والمناطق

الأدنى من ذلك، كما يستنتج من ذلك أن الجزء الغربي من الحوض يمثل الشفة السفلى من الصدع الرئيس، يقابلها الشفة الناهضة شرقاً، بدليل إزالة صخور الكريتاسي والباليوجين منها، وبقاؤها محفوظة في الغرب، ويستدل على ذلك من وجود تكوينات الكريتاسي والباليوجين شرقي وجنوب شرقي حدود الحوض، وعلى سويات طبوغرافية مماثلة.



شكل رقم (6) مقطع جيولوجي لوسط حوض وادي لقتديل

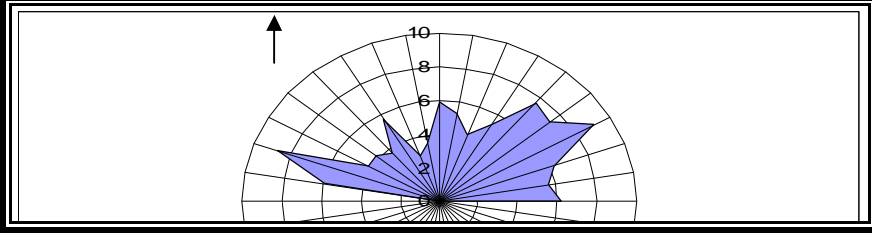
حطب:	Q-1	رواقية (حطاب ورواقية) صخور قديمة وشبكات	(K ₁)	كريتاسي (ملاص، منور) كلاسيكية، حجر رابون	M ₁ -T ₁	قبل كريتاسي: أماليت، منور نامورية (غابري)	ديابيز، اوليفينيت، مسو نيمبر
	P ₁ -T ₁	باليوجين (ملاص، منور) كلاسيكية - طينية	T ₂ -Q ₂	ترياسي - جوراسي الجرانوليت، منور كلاسيكية، ملاص	//	مصبغ فلانور، مصبغ كفتي (ملاص)	

عن خريطة اللانقية الجيولوجية، مقياس 1:50000

ويدل الشكلان رقم (7) (8) على حقيقتين مهمتين، هما:

- 1- توافق معظم الصدوع مكانياً مع مناطق تكشف صخور الحقب الثاني وتكشفيها بنسبة تزيد على (90%) من إجمالي عدد الصدوع.
- 2- تتخذ الصدوع اتجاهات رئيسة، أكثرها سيادة هو الاتجاه الشمالي الشرقي - الجنوبي الغربي، بنسبة (42%) من إجمالي عدد الصدوع المقيسة، ثم فئة الصدوع ذات الاتجاه الشمالي الغربي - الجنوبي الشرقي، بنسبة (12%)، تليها

فئة الصدوع ذات الاتجاه الشمالي - الجنوبي بنسبة (10%). وهذا دليل على أن القوى الضاغطة للحركات البنائية كانت من اتجاهات مختلفة.



الشكل رقم (7) يبين اتجاهات الصدوع حسب أعدادها الممثلة بنسب مئوية على المحور.

الشكل من إعداد الباحث اعتماداً على الخرائط الجيولوجية للاذقية مقياس 1:50000 وبرنامج Excel. (يشير السهم إلى اتجاه الشمال).

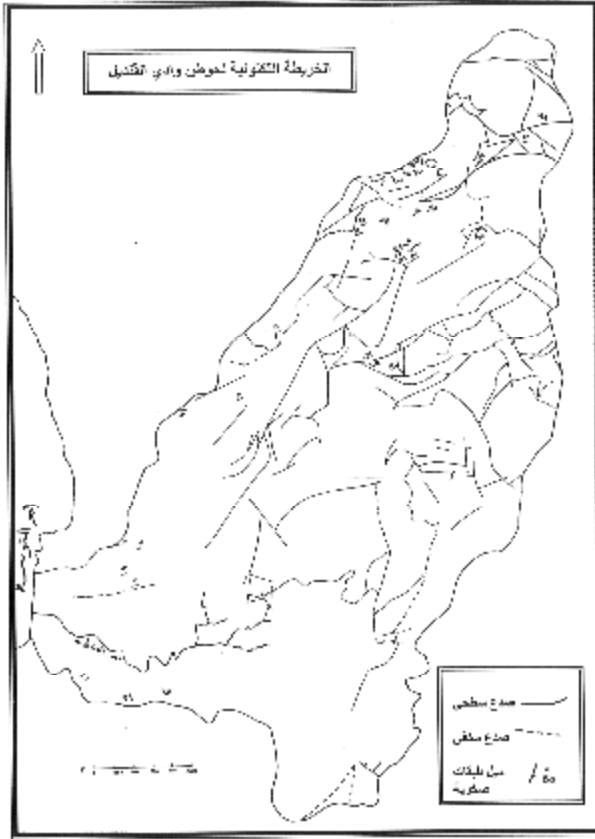
ومن المنطقي القول: إنَّ هذه النتائج بعيدة نسبياً عما يفترض أن يكون عليه حال الصدوع في منطقة نشأت متأثرة بالفالق السوري- الإفريقي ذي الاتجاه الشمالي- الجنوبي، إذ يفترض أن تسود الصدوع المسايرة لمحور الطي، أو المتعامدة معه نتيجة لعمليات الشد والضغط، إلا أن ما يستدل عليه من الخريطة الجيولوجية والشكل البياني غير ذلك- وإن توافق وجود الفئة الثالثة ذات الاتجاه الشمالي-الجنوبي مع التفسير سابق الذكر- لكن الفئة الأكثر سيادة هي المائلة على محور طي جبال الساحل باتجاه شمالي شرقي- جنوبي غربي، ولا يمكن تفسير ذلك إلا بخصوصية المنطقة كونها تقع بين نطاقين من الحركات البنائية، تتمثل الأولى بنطاق الحركات الالتوائية الألبية- شمالاً- والثاني بنطاق الحركات الانهدامية للركيزة العربية- جنوباً- وما نتج عن هذا الصراع التكتوني من نطاق تصدعي تمثل بصدع اللاذقية- كلس الواقع إلى الجنوب من منطقة البحث، ويتخذ اتجاه الشمال الشرقي- الجنوب الغربي، أمَّا المجموعة الثانية المتعامدة مع الأولى فيمكن تفسيرها بكونها صدوع إزاحة نتجت عن الفتل أو القصر الذي تعرضت له كتلة البايير والبسيط بفعل دفع الصفيحة العربية لها مع وجود صدع

اللاذقية- كلس الذي حرف قوة الدفع نحو الشمال الغربي، فأعطى صدوعاً بالاتجاه ذاته، لذلك فإن التصور الحالي المستنتج من الخريطة الجيولوجية والتمثيل البياني بواسطة الطرائق الكمية- الإحصائية عن اتجاهات الصدوع وفق توزيع فئاتها العشرية- مدى كل فئة 10 درجات- يجب المصادقة عليه بوجود خرائط جيولوجية ذات مقياس أكبر، أو التحقق منه ميدانياً.

3- تصبح الصورة أكثر منطقية باعتماد زمر أوسع مدى لتصنيف الصدوع، حيث صنفت اتجاهاتها حسب الاتجاهات العامة، ف لوحظ سيادة الصدوع ذات الاتجاه الشرقي- الغربي، متوافقة في ذلك مع زمرتي الزوايا التي راوحت قيمها بين (61° - 90°) وقد بلغت (36.8%)، تلتها فئة الصدوع ذات الاتجاه الشمالي- الجنوبي، وتوافقت مع زمرتي الزوايا التي راوحت قيمها بين (0° - 30°) و(331° - 360°) وقد بلغت (25.6%) من إجمالي عدد الصدوع المقيسة، في حين بلغت نسبة الصدوع التي أخذت الاتجاه الشمالي الشرقي- الجنوبي الغربي نحو (23.9%) وتوافقت مع زمرة الزوايا التي راوحت قيمها بين (31° - 60°)، وأخيراً بلغت نسبة الصدوع التي اتخذت اتجاهًا عامًا شمالياً غربياً- جنوبياً شرقياً نحو (13.6%) وتوافقت مع زمرة الزوايا التي راوحت قيمها بين (301° - 330°). ويفسر الترتيب السابق بتأثر سطح الحوض بعمليات الشد والضغط الناتجتين عن التواء صخور الحقبين الثاني والثالث والتي أعطت شقوقاً وصدوعاً وميول طبقات متعامدة مع اتجاه محور الطية، أمّا الاتجاه الشمالي- الجنوبي فيدل على مدى تأثر الحوض بالصدع السوري- الأفريقي، في حين يفسر اتجاه صدوع الفئة الثالثة بتأثير صدع كلس- اللاذقية في منطقة البحث.

أمّا ميول الطبقات والطيات في الحوض، فيلاحظ من الشكل رقم (8) وجود طية واسعة بمحور شرقي- غربي في ساقلة النهر الذي يمر مترنحاً فوق مقعها المنبسط، وهي غير متناظرة، تميل طبقات جناحها الشمالي بميول تراوح بين (15° - 35°)، في

حين تميل طبقات جناحها الجنوبي بميول تراوح بين (10° - 20°)، وتصبح الصورة أكثر تعقيداً في الزاوية الشمالية الشرقي من الحوض، حيث تراوح الميول بين (30° - 65°) وبالاتجاهات كلها، وذلك في مناطق جبال كوز وسوري ونقار الحجر وبل الديار، عاكسة بذلك حالة التخلع والإزاحة التي تعرضت لها الصخور الجوراسية والترياسية الرسوبية والمتحولة على حد سواء.



الشكل رقم (8) يبين الحالة البنائية لحوض وادي القنديل

الشكل من إعداد الباحث اعتماداً على الخريطين الجيولوجيتين للأدقية، مقياس 1:50000.

ويؤكد التاريخ الجيولوجي للمنطقة أنها مرت بالعديد من المراحل المهمة بين نهوض رافقه تشكل أنظمة حت وتعرية، وخسف (هبوط) رافقه طغيان بحري وترسيب، فضلاً عن الحوادث البنائية من طي وبركنة التي طبعت بصمتها بقوة على السجل التاريخي للمنطقة وفرضت شروطها بصرامة على صورتها الحالية، ويمكن تمييز المراحل الآتية من تاريخ منطقة البسيط⁽¹⁵⁾:

1. مرحلة هبوط شهدتها المنطقة خلال مرحلة الماستريخت من الكريتاسي، طغى فيها البحر على المنطقة الممتدة من البسيط وحتى فالق كلس- اللاذقية، وترافقت مع اندفاعات بركانية- تكتونية توضع خلالها الصخور الخضراء.
2. نهضت اليابسة في الأيوسين الأسفل فتوقف الترسيب، ثم عاود البحر طغيانه خلال الأيوسين الأوسط على مناطق من ضمنها البسيط، مرسباً الصخور الكلسية الغنية بالمنخربات.
3. استمر الترسيب خلال الأيوسين الأعلى والأولغوسين في منطقة البسيط - اللاذقية في ظل سيادة ظروف بيئات ترسيب ضحلة يدل عليها الصخر الكلسي النموليتي والطحلي.
4. مع نهاية الباليوجين تعرضت رسوبيات الماستريخت والباليوجين للطّي إثر حركات بنائية عنيفة، تشكل خلالها أهم المنخفضات ومنها غور(غرابن) نهر الكبير الشمالي جنوبي منطقة البحث.
5. شهدت المنطقة مع بداية النيوجين حالة نهوض تشكلت على إثرها نظم هيدرولوجية عملت حتاً ونقلاً وترسيباً باتجاه غور الكبير الشمالي.
6. وصلت الوحدات التضرسية (كتلة البسيط- غور الكبير الشمالي) إلى أوج تطورها في نهاية البليوسين، وشهدت الحدود الفاصلة بين النيوجين والرباعي حالة نهوض بطيئة.

7. استمرت عمليات النهوض خلال الرباعي، حيث تشكلت المصاطب النهريّة والبحرية، وحُدّدَ معدل هذا الارتفاع بنحو (2-3) مم/ سنة.

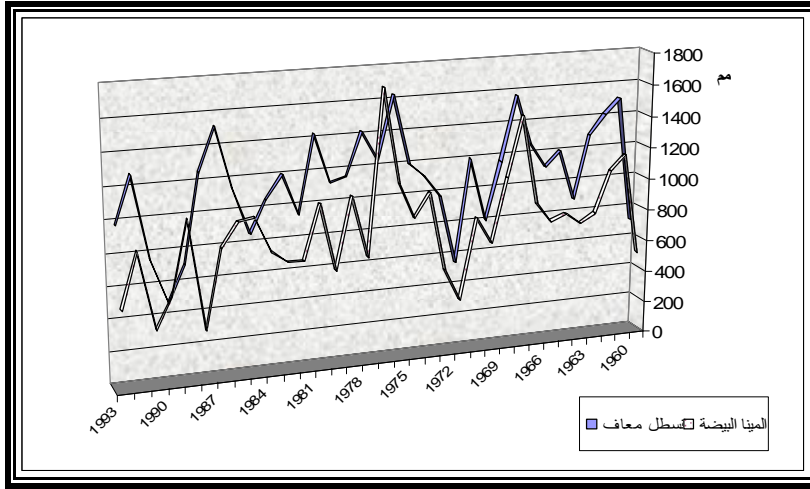
الوضع المناخي:

لا تلبّي المحطات المناخية العادية احتياجات البحث الجيومورفولوجي، الذي يتطلب معطيات مناخية خاصة، كدرجة حرارة سطح الأرض وما دونه بأعماق محددة، وتباينات درجات الحرارة اليومية والفصلية والسنوية، ودراسة نظام الأمطار من خلال معطيات محطات مناخية مزودة بتجهيزات خاصة، تحدد طول مدة التهطال بدقة متناهية، وكميات التهطال وشدته ونوعيته، وإجراء قياسات دقيقة للخصائص الحجمية والكمية لقطرات المطر الهائلة على وحدة المساحة خلال مدة زمنية محددة⁽¹⁶⁾، وقد استعين ببيانات محطة قسطل معاف الواقعة في القطاع الشمالي من الحوض، ومحطة مينا البيضاء الممثلة لقطاعه الجنوبي*.

يسود في منطقة الدراسة مناخ البحر المتوسط (الجبلي والسهلي)، وسيتم الاهتمام بعنصر الأمطار بين عناصر المناخ لأهميته الخاصة بالنسبة إلى شبكة المجاري المائية للحوض، وتشير القيم الدنيا والكبرى لكميات الأمطار السنوية لشمالي الحوض وجنوبه إلى وجود تقارب في القيم، حيث راوحت كميات الأمطار السنوية في القطاع الشمالي بين (284-1624) مم، في حين راوحت في القطاع الجنوبي بين (297-1692) مم، إلا أن الصورة تتضح بشكل مخالف لما سبق مع تحديد متوسطات كميات الأمطار السنوية التي بلغت على التوالي في شمالي الحوض وجنوبه (1127) مم و(830) مم، وذلك بين عامي (1960-1993)م. ويمكن ملاحظة بعض الحقائق من الشكل رقم (9)، أولها: التذبذب الكبير في كميات الأمطار السنوية لكلتا المحطتين، فقد

* استعين ببيانات محطة المينا البيضاء على الرغم من وقوعها خارج حدود الحوض، كونها تمثل السهل الساحلي منه، وهي الأقرب إليه من محطة اللاذقية.

بلغ معامل الانحراف المعياري لكميات الأمطار شمالي الحوض (285) مم وجنوبه (297) مم، وثانيهما: ارتفاع كميات الأمطار السنوية في شمالي الحوض بشكل عام عن جنوبه على الرغم من تماثل وثيرة التغيرات السنوية، باستثناء بعض السنوات التي شهدت تقارباً في كميات أمطارها بين القطاعين مثل (1968-1979)، مما يعني أن كميات المياه الجارية في الحوض متباينة بين سنة وأخرى، ومن ثم فإن الأعمال الجيومورفولوجية المرتبة بذلك كلها قد شهدت تبايناً كبيراً في فعاليتها خلال مدة التسجيل، وإذا عدّنا أن كل قمة هطل ترافقها قمة فيضان، فإن توزع هذه القمم غير منتظم، فقد راوحت المدد بين (3-10) سنوات.

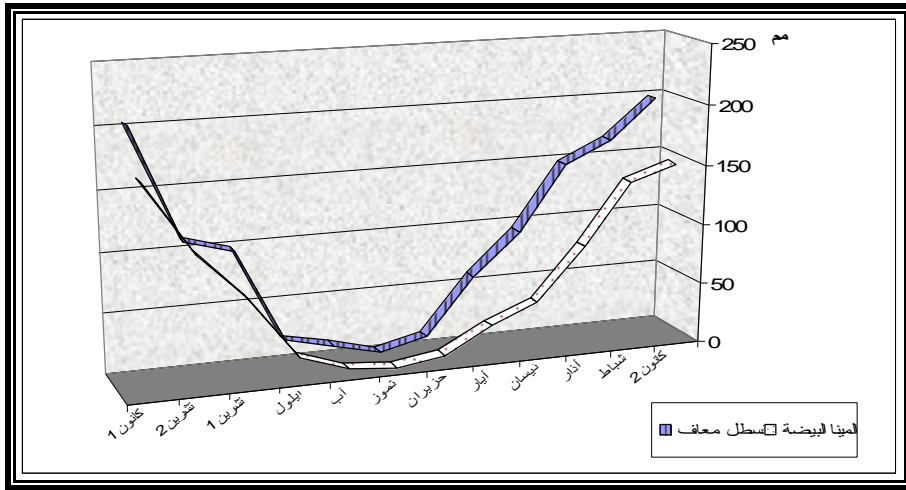


شكل رقم (9) يبيّن توزع كميات الأمطار السنوية في محطتي قسطل معاف والمينا البيضاء .

الشكل من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات محطتي قسطل معاف والمينا البيضاء باستخدام برنامج Excel.

إلا أن التعامل مع المعدلات السنوية لا يعطي صورة واقعية عن الفعالية الجيومورفولوجية لنظام الأمطار في المناخات الموسمية كالمناخ المتوسطي، مما

يستوجب دراسة البيانات المطرية الشهرية، التي يدل عليها الشكل رقم (10)، ويلاحظ منه تباين كبير في كميات الأمطار الشهرية، إلا أنها تتوزع وفق نمط متدرج واضح، حيث ترتفع كميات أمطار فصل الشتاء التي تشكل نحو (50%) من المتوسط السنوي، بينما يسقط منها في أشهر الربيع والخريف على التوالي (26%) (20%)، مما يعني أن هناك موسمية للأعمال الجيومورفولوجية الحالية، تعكس خصائص نظام الأمطار الشهري في المنطقة، حيث ترتفع الطاقة الجيومورفولوجية للمياه الجارية مع بداية فصل الخريف لتبلغ ذروتها في فصل الشتاء ثم تتخف خلال فصل الربيع لتتوقف في فصل الصيف الجاف، ولا بد من التأكيد أن ولادة الشبكة المائية الحالية لحوض وادي القنديل تعود على الأرجح إلى البلايستوسين، لذلك تتطلب دراسة نشأتها كشف النقاب عن ذاكرة الزمن الرابع، بعمل ميداني ومخبري لشواهدا وبقاياها الصخرية والعضوية.



شكل رقم (10) يبين توزيع كميات الأمطار الشهرية في محطتي قسطل معاف والمينا البيضاء. الشكل من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات محطتي قسطل معاف والمينا البيضاء باستخدام برنامج

.Excel

ثانياً - الخصائص الهندسية والشكلية لحوض وادي القنديل:

أرست العديد من الدراسات ذات الطابع المورفولوجي مثل دراسات Horton (1945) (1952-1958) Strahler، Miller (1953)، Schumm (1956)، Melton (1958)، Chorley (1971)، قواعد التحليل الكمي وأساسه لتفسير العلاقة بين خصائص الأحواض وتوضيحها، وإجراء مقارنة دقيقة بينها بالاعتماد على الفوارق العشرية بين النتائج، ولإبراز مدى التعقيد والصعوبة في دراسة أنظمة التصريف المائي حدد (Schumm, 1977, p 19) أهم المتغيرات التي تؤثر في هذه النظم على النحو الآتي⁽¹⁷⁾:

- 1- التضرس المحلي.
 - 2- الوضع الجيولوجي.
 - 3- المناخ.
 - 4- ارتفاع الحوض بالنسبة إلى مستوى أساسه السابق والحالي.
 - 5- النبات (نوعه، كثافته، توزيعه).
 - 6- المتغيرات الهيدرولوجية (التصريف المائي، طبيعة الجريان وخصائصه ..).
 - 7- أشكال شبكات المجاري المائية وخصائصها الجيومورفولوجية.
 - 8- أشكال المنحدرات.
 - 9- المرحلة التطورية التي يمر بها الحوض.
- وستُدرَسُ الخصائص الهندسية والشكلية لحوض وادي القنديل على النحو الآتي:

أ/1- المساحة:

ترجع الأهمية الجيومورفولوجية لهذا المتغير إلى تأثيره المباشر في حجم التصريف المائي بمائه وحمولته، أمّا على المستوى الجغرافي فإن للمساحة دلالة مهمة على الوضع المحلي لمنطقة الدراسة بالنسبة إلى محيطها الإقليمي ومدى تأثيرها فيه

وتأثرها به، هذا فضلاً عن أن بعض المعادلات الرياضية المورفومترية الأخرى التي تعتمد في استخراجها على هذا المتغير، وقد بلغت مساحة حوض وادي نهر القنديل نحو (135) كم² باستخدام الخرائط الطبوغرافية* .

وتتأثر مساحة الأحواض - ومن ثم الأبعاد الخطية - بالظروف الجيولوجية و المناخية والمرحلة العمرية التي يمر بها الحوض من دورته الحثية، كما يؤثر نمو شبكة المجاري المائية ونمط توزيعها في مساحة الحوض بشكل مباشر، بحيث تزداد المساحة مع تقدم المرواح والدالات ونموها من جهة، وتراجع الحافات الجبلية التي تمثل خطوط تقسيم مياه بعض الأحواض من جهة أخرى، كما تنقص المساحة أو تزيد نتيجة عمليات الأسر النهري، وقد أكد كلٌّ من (Ritter & Kochel & Miller, 1995, p 160) أن هناك حالة من التنافس تنشأ بين المجاري الأولية على المسافات والمساحات الفاصلة بين الأحواض في مناطق الصراع الهيدرولوجي-المتتمثلة بمناطق تقسيم المياه- مما يغير من أبعاد الأحواض مع الحفاظ على العلاقات الكمية الأصلية فيها⁽¹⁸⁾، وعلى العموم تكون العلاقة طردية بين مساحة الأحواض الصغيرة وحجم التصريف، وعكسية بين الأحواض الكبيرة وحجم تصريف، وقد خرجت دراسة (Schumm 1963) التي أجراها على عدة أحواض جبلية صغيرة المساحة غربي الولايات المتحدة الأمريكية، بنتائج تتوافق مع القاعدة السابقة حيث أبدت شبكات المجاري المائية في الأحواض صغيرة المساحة فعالية عالية في نقل الماء والحمولة الرسوبية وتصريفها، وذلك لشدة

* يُحسَبُ المساحات والأبعاد عادة من خلال الخرائط الطبوغرافية المتاحة، إلا أن هذه الحسابات تعتمد على بعدي الطول والعرض اللذين أعدت على أساسهما هذه الخرائط، ومن ثم فإن المساحة المحسوبة لا تعبر عن المساحة الفعلية لإهمال البعد الثالث المتمثل بالارتفاع، ولذلك فإن مصداقية النتائج تنخفض كلما مثلت الخرائط الطبوغرافية مناطق وعرة وجبلية، في حين يكون العكس في حال مثلت مناطق سهلية تكاد تنعدم فيها فروقات الارتفاع، وقد أعدت لاحقاً برامج GIS لحساب المساحات الفعلية، وفي ظل عدم وجود البديل عن الخرائط الطبوغرافية لتحقيق هذا الهدف فإن ما لا يدرك كله لا يترك كله.

انحدار سطحها وارتفاع تضرسها، مما قلل في الوقت ذاته من معدلات تسرب مياهها وبخرها⁽¹⁹⁾، أمّا الأحواض كبيرة المساحة فتتميز بالقدرة على إعاقة المياه والحمولة النهريّة وحجزها بشكل مؤقت، فضلاً عن احتمال صغر حجم العاصفة المطيرة مقارنة بمساحة هذه الأحواض.

وفي هذا الشأن أكدت دراسة (حليمة، 2001، ص 207) أن كمية التصريف المائي النظرية للحوض تساوي نحو (51.68) مليون م³، معتمداً في حساباته على معدل التهطل السنوي البالغ نحو (1000) ملم، ومساحة الحوض (135) كم²، وأن نسبة ما يجري على السطح تعادل من إجمال كمية الأمطار التي يتلقاها الحوض نحو (38%).

ب/1- الطول:

يؤدي طول الحوض دوراً مهماً في عملية الجريان السطحي، حيث يتحكم بمدة تفريغ الحوض لمياهه وحمولته الرسوبية، كما تتناسب معدلات التسرب والبخر مع طول الحوض تناسباً طردياً، وذلك لتباطؤ سرعة المياه الجارية بالاتجاه نحو مخرج الحوض، بسبب قلة انحدار السطح واتساع القنوات والمجاري المائية- مع الأخذ بالحسبان زيادة كتلتها بالاتجاه ذاته- ويمكن تحديد طول الحوض بعدة طرق، أشهرها طريقة (Schumm, 1956, p 612)⁽²⁰⁾، الذي مثله بالمسافة الممتدة من مصب المجرى الرئيس حتى أبعد نقطة على محيطه، على أن يوازي هذا الخط المجرى الرئيس، أمّا دراسة كل من (Chorley & Schumm & Sugden, 1984, p 31) فاعتمدت على تحديد أقصى طول Longest Length للحوض بالمسافة التي تبدأ من مصب المجرى الرئيس حتى منابعه⁽²¹⁾ - مع أن خط تقسيم المياه أو المحيط يقع على مسافة أبعد من المنابع- ويتأثر طول الحوض بعدة عوامل وعمليات، يأتي في مقدمتها اتجاهات نمو المجاري المائية الخاضع بدوره لاتجاهات الصدوع ومحاور المنخفضات الطبوغرافية

واتجاهات منحدراتها، وعمليات الحت التراجعي، وتقدم الدلتاوات والمراوح الفيضية باتجاه البحر، كما يرتبط طول الحوض ارتباطاً وثيقاً بمساحته، وقد وضع (Dade 2001, p 60) معادلة بسيطة مستخدماً المتغيرين ذاتهما، وطبقها على أكثر من (200) حوض من أحواض تصريف العالم، وتتخذ الشكل الآتي⁽²²⁾:

$$L = 3 A^{0.5}$$

A: مساحة الحوض- L: طول الحوض- 0.5 ثابت

وقد أعطى تطبيق المعادلة السابقة على حوض نهر القنديل نتيجة مقارنة للقياس المباشر من الخريطة الطبوغرافية- وليس الواقعي على الطبيعة- فكانت النتيجة لكليهما (20.1) كم* و(20) كم على التوالي.

ج/ 1- الاتساع:

يؤدي اتساع الحوض دوراً مماثلاً لما يؤديه الطول في تحديد شكل الحوض، وزيادة طول المدة اللازمة لتصريف كامل مياه وحمولة الحوض، فضلاً عن تحديد زمن قمة الفيضان وحدتها، فزيادة اتساع الحوض على جانبي محوره يقترب به من الشكل المستدير، وينتج عنه قمة فيضان عالية وخطيرة، أما في حال اتساع الحوض من جهة واحدة واقتراب شكله من الشكل المثلثي، فإن قمة فيضانه ستكون منخفضة مقارنةً بسابقه، وفي حال اتسع الحوض من جهتين متقابلتين فسيقرب شكله من الشكل الكمثري أو البيضوي، ويعطي قمة فيضان متوسطة بين الشكلين السابقين، ويتأثر اتساع الحوض بشكل توزع المجاري المائية، التي تتأثر بدورها بعدة عوامل منها:

* إلا أن هذه النتائج تتعد عن الواقع كلما كبرت مساحة الحوض وقد أكد كلٌّ من Gregory & Willing (1973) أن العلاقة بين الطول والمساحة هي علاقة طردية، وذلك من خلال دراستهما لـ (76) حوضاً في منطقة Devon Shows، في الولايات المتحدة الأمريكية (محمد صبري محسوب، 1997): ص206⁽²³⁾.

اتجاهات الصدوع وزاوية تقاطعها مع محور الحوض، وتوزع المرتفعات بالنسبة إلى محور الحوض ويُعدّها عنه، ومواقع عمليات الأسر والاتجاه العام للمنحدرات ونمط تطورها، ويمكن حساب اتساع الحوض بعدة طرائق، أهمها :

1- رسم عدة خطوط متوازية من المصب إلى المنبع، وحساب متوسط مجموع أطوالها، الذي يمثل اتساع الحوض.

2- قسمة المساحة على الطول .

3- حساب أقصى اتساع، ويتمثل بأبعد نقطتين متقابلتين عن محور الحوض.

وقد اعتُمدَ على الطريقة الثالثة لكونها تتناسب مع أقصى طول للحوض، كما تفيد في إعطاء صورة محددة عن مدى اتساع الحوض، ومن ثمّ إمكانية تحديد الزمن اللازم لوصول المياه كلّها من أبعد نقاط الحوض عن محوره إلى مخرجه - فضلاً عن متغيري الطول والشكل - ويعبر أقصى اتساع للحوض عن نشاط شبكة مجاري المياه وفعاليتها في توسعها ونموها بشكل يتقاطع مع المحور الرئيس، كما يرتبط شكل الحوض غالباً بأقصى اتساع له وليس بمتوسط اتساعه، وقد بلغ أقصى اتساع للحوض نحو (11.25) كم وهو ذو محور جنوبي شرقي - شمالي غربي، يمتد من جبل دونتلوق حتى ضهر الزرقاء.

د / 1 - محيط الحوض :

يتمثل محيط الحوض بخط تقسم المياه الذي يشكل الحدود الخارجية للأحواض المائية ويفصلها عن بعضها بعضاً في بالوقت ذاته، ويُحدّدُ بدلالة خط الذرى وقمم المرتفعات فضلاً عن رؤوس منحنيات الارتفاع المتساوي التي تمثل البروزات والألسنة الجبلية المتقدمة عن جبهات الجبال، وهي بالضرورة أعلى نقاط الارتفاع عما يجاورها*، ويتأثر محيط الحوض بشكل مباشر بتطور المجاري المائية من الرتبة

* أكد Selby (1985) وجود صعوبة في تحديد هذا الخط في المناطق المنخفضة أو المستوية، وأشار إلى أنه يتخذ شكل نطاق عريض Broad Zone غير واضح الملامح (Selby, M.L.; (1985) : P 294)⁽²⁴⁾.

الأولى ونموها، وبعمليات الأسر النهري، ونشوء المجاري الموسمية عقب كل عاصفة مطيرة، كما يتأثر بتراجع المنحدرات التي تمثل قممها وجروفها خطوط تقسيم مياه الأحواض، وكذلك بتوزيع الصدوع وامتدادها، وينعكس تكرار المجاري المائية الأولية بشكل واضح على زيادة تعرج المحيطات، ومن ثمَّ زيادة أطوالها وخصوصاً في القطاعات العليا من الأحواض، أمَّا في حالة القمم المسطحة والجروف الصاعدة النشأة والمنطبقة على خطوط تقسيم المياه، فإنَّ المحيطات تتصف بالاستقامة وقلة التعرج، كما هو الحال عند الحدود الغربية للحوض مع حوض نهر الأسود، والحدود الشرقية مع حوض نهر الكبير الشمالي، وقد بلغ محيط حوض وادي نهر القنديل نحو (62) كم.

2- شكل الحوض:

شاع بين أوساط عموم الجيومورفولوجيين والهيدرولوجيين أن الغاية من استخدام المعادلات المورفومترية هو تحديد أشكال الأحواض المائية، إلا أن هذه المهمة بحد ذاتها يسيرة على الملاحظة البصرية التي تمكّن من فرز الأحواض إلى مجموعات شكلية كلَّ حسب قربه من الشكل المستطيل أو المستدير أو الكمثري (المثلثي) أو البيضوي*، أمَّا أهم موجبات استخدام هذه المعادلات فهو أنها تتيح الفرصة أمام الباحث لإجراء مقارنة دقيقة بين أشكال الأحواض المائية وترتيبها بل وتصنيفها وفق دلائل كمية مؤكدة ضمن كل مجموعة شكلية، أي إنَّه لا داعٍ لاستخدام المعادلات المورفومترية الخاصة كلَّها لتحديد أشكال الأحواض المائية، بل يكفي الباحث باستخدام المعادلة التي تتوافق مع ملاحظته البصرية، وقد يكون لاستخدام المعادلات كلَّها على عدة أحواض دون تصنيفها بصرياً- أو على حوض واحد- غاية أعقد مما سبق وليست مجالاً للبحث الحالي- وهي اختبار مصداقية نتائج المعادلات

* تبين من دراسة سابقة للباحث عن بعض أحواض الصحراء الشرقية في مصر، أن هناك تناقضاً بين بعض نتائج المعادلات المورفومترية والملاحظة البصرية، مما دعاه للدعوة إلى التعامل بحذر مع مثل هذه المعادلات (غزوان سلوم (2004): ص 128).

وفق معيار الملاحظة البصرية من جهة، وبالنسبة إلى بعضها بعضاً من جهة أخرى، فحيث تشير المعادلة إلى ابتعاد الحوض عن الشكل المستدير، تؤكد المعادلات الأخرى ذلك وتصادق عليه باقترابه من الأشكال الأخرى، وإلا فإن هناك خطأ ما، أما بتطبيق المعادلات أو بحساب مدخلاتها.

وتأتي أهمية تحديد أشكال الأحواض المائية من خلال ربط ذلك بالخصائص الهيدرولوجية لنظام التهطال الذي يفرض شروطه على نظام الجريانات السطحية (من حيث مددها وأنواعها وحجمها..). ولهذا فائدة كبيرة من الناحية التطبيقية، حيث يساعد في تحديد المعايير الهندسية التي يجب أن تنشأ على أساسها السدود ويتم وفقها إدارتها، وكذلك مد أفنية الري وسعتها، بل يتعدى ذلك إلى تحديد الحصص ونظام اقتسام مياه الحوض بين المستفيدين منها وفق معيار الزمن الذي يتطلبه الحوض لتصريف كامل مياهه، فضلاً عن تحديد خصائص قمة الفيضان وما يتطلبه ذلك من حيلة وإجراءات لتلافي خطرهما، وبالأخص في حالة الأحواض الجبلية التي تتميز بشدة انحدار سطحها ووعورتها، مما ينعكس بشكل خطير على كمية المياه الجارية وحمولتها الرسوبية.

وقد أكدت دراسات (Morisawa (1968), Chorley (1973), Goudie (1993) أن الأحواض ذات الشكل المستطيل أو القريب منه، تتميز بفيضانات أقل خطراً من بقية الأحواض، وبطول مدة التصريف التي تتناسب طردياً مع مدى استئطالة الحوض، كما يكون تصريف المياه من الحوض على شكل دفعات (تدفقات) مائية متواصلة ومنقاربة في الحجم، وذلك لوصول الماء إلى مخرج الحوض بشكل متتالي وزمن متعاقب، وعلى العكس منها تتميز الأحواض المستديرة أو القريبة من الشكل المستدير بفيضانات أكبر خطورة من سابقتها، وذلك لوصول كتلة المياه الجارية على شكل دفعة واحدة تقريباً إلى مخرج الحوض، مما يجعلها ذات قدرة كبيرة على الحت وخصوصاً في المنطقة التالية لنقطة الترافد الأعظمي في مركز الحوض، وتكون قمة الفيضان في الأحواض ذات الشكل الأقرب إلى الاستئطالة منخفضة أو مسطحة، أما في حال كان شكلها أقرب

إلى الشكل المستدير فتكون حادة وواضحة، ويتناسب موقع هذه القمة من المنحنى الهيدروغرافي - الذي يمثل كميات المياه المنصرفة خلال وحدة الزمن - في حالة الأحواض ذات الشكل الكمثري مع مدى قرب أو ابتعاد الجزء المفلطح أو العريض من الحوض عن مخرجه، فإن كان هذا الجزء قريباً من المخرج، تميزت القمة بأنها مبكرة وفي بداية المنحنى، والعكس يكون في حال تفلطح الحوض في عاليته⁽²⁵⁾، ومن ثم فإن توقع وتدارك خطر الفيضانات في الحالة الثانية يكون ممكناً أكثر مقارنة بالحالة السابقة لها، وتتميز بعض الأحواض بمنحنى هيدروغرافي معقد أو غير منتظم يعكس شكله اللامنتظم أو المركب، ولذلك يتميز بخطر فيضاناته وعشوائية نظامه الهيدرولوجي، مما يتطلب دراسة تفصيلية لها. ويمكن القول أخيراً: إن مدة التصريف تتناسب طردياً مع طول أو استطالة الحوض، في حين يتناسب ارتفاع ووضوح قمة الفيضان مع ازدياد عرض الحوض، كما تزداد مخاطر الفيضانات مع اقتراب الجزء المتسع من مخرج الحوض، وقد فرضت الملاحظة البصرية على الباحث اختيار المعادلات الآتية لتحديد مدى تجانس شكل حوض وادي القنديل:

أ/2 - معامل الشكل:

وضع (1932) Horton معادلة تحديد شكل الحوض، معتمداً على العلاقة بين متغيري مساحة الحوض وطوله، وتتخذ المعادلة الشكل الآتي⁽²⁶⁾:

$$F = A / L^2$$

إذ: F : معامل الشكل .

A : مساحة الحوض (كم²) .

L² : مربع طول الحوض (كم) .

وتدل القيم المنخفضة على صغر مساحة الحوض مقابل زيادة طول الحوض، واقتراب الحوض من الشكل المثلثي، أمّا القيم المرتفعة فتشير إلى كبر مساحة الحوض

على حساب طولها، ومن ثمَّ اقترب الحوض من شكل المربع*، وقد بلغ معامل الشكل في الحوض (0.34)، مما يعني أن استخدام المعامل السابق يعطي نتائج توافق الواقع الذي تحدده الملاحظة البصرية، فشكل الحوض أقرب إلى الشكل المثلثي، ذو قاعدة تمتد على طول الحدود الجنوبية لمسافة نحو (10) كم، من ضهر الزرقاء شرقاً حتى جبل إسماعيل غرباً، أمَّا رأسه فيقع شمالي قرية القنطرة بنحو (3) كم عند خط تقسيم مياه جبلي كوز ونجار.

ب/2- معامل التفلطح(الانبعاج):

يعدُّ هذا المعامل الحل الأمثل لمشكلة مقارنة شكل الحوض الطبيعي بالأشكال الهندسية المجردة، بحيث يكشف عن مدى قرب شكل الحوض من الشكل الكمثري Pear - shape، وقد وضع (1957) Chorly معادلة هذا المعامل والتي تتخذ الشكل الآتي⁽²⁷⁾:

$$K = L^2 / 4 A$$

إذ K : معامل التفلطح .

L : طول الحوض (كم) .

A : مساحة الحوض (كم²) .

تدل القيم المنخفضة على تفلطح الحوض وزيادة أعداد مجاريه الأولية وأطوالها، ومن ثمَّ نشاط عمليات الحت التراجعي، مما يدلُّ على أن الحوض قد قطع شوطاً طويلاً من دورته الحثية، في حين تشير القيم المرتفعة إلى عكس ذلك، وقد بلغ معامل تفلطح الحوض (0.74)، مما يعني اقترابه من الشكل الكمثري، وهو أمر توافقه

* لم يحدد هورتون حداً معيارياً يمكن القياس على أساسه إن كانت القيمة منخفضة أو مرتفعة، وهو نقص في معادلته، لكن يمكن تدارك الأمر بالقياس المقارن بين قيم تمثل عدة أحواض مائية، وقد اعتمد الباحث في معايرته للرقم على مقارنته بنتائج دراسة سابقة عن أحواض مائية في مصر.

الملاحظة البصرية**، وعلى الرغم من عدم وجود دليل ملموس على تأثر الرافد الجنوبي بصدع إلا أنه يمكن تأكيد دور الصدوع بتحديد وجهة نمو المجاري المائية بشكل متقاطع مع محور الحوض في القطاع الأوسط ، أمّا في الجنوب فيمكن تفسير التفلطح بتأثير ابتعاد منابع المجاري الدنيا من منحدرات ظهر الزرقاء وجبل سوناص عن نقطة الترافد المركزية في الحوض - وتمثل نقطة ترافد المجريين من الرتبة قبل الرئيسة - جدير بالذكر أن دراسة (Morisawa, 1968, p 590) لبعض أحواض جبال الأبالاش أكدت ابتعاد الأحواض كبيرة المساحة عن الشكل الكمثري.

ج/2- معامل القطع الناقص:

يقاس شكل الحوض بموجبه وفقاً لاقترابه من شكل القطع الناقص، ويحسب باستخدام المعادلة التالية:

مساحة الحوض
مساحة القطع الناقص الذي يساوي أقصى طول فيه طول الحوض

$$\text{إذ: مساحة القطع الناقص} = r^2 \cdot 3.985$$

$$r = \text{طول الحوض} / 2.59$$

بلغ معدل القطع الناقص للحوض (0.57)، ويكون بذلك بعيداً بشكله عن شكل القطع الناقص، وهو أمر تؤكد الملاحظة البصرية فضلاً عن الرقم السابق.

ومما سبق يلاحظ أن نتائج المعادلات المستخدمة توافقت مع الملاحظة البصرية، وأن شكل الحوض أقرب هندسياً إلى الشكل المثلثي، وهو إثبات واضح على صحة الفرضية الأولى للبحث.

** تزيد درجة التفلطح على الواحد، فقد بلغت في بعض أحواض الصحراء الشرقية في مصر نحو (2.2). (غزوان سلوم، 2004م: ص 129)

د/2-معامل عدم تناسق الحوض:

يستخدم هذا المعامل لقياس مدى تناظر الحوض بالنسبة إلى مجراه الرئيس، وله دلالة خاصة بمعرفة الجانب المعرض للنهوض أو الخسف، ومن ثمّ فإن هذا المعامل مَعْنِيّ بتحديد طبيعة ميل أو جنوح كتلة الحوض (سطحه وطبقاته الصخرية) بدلالة توزع شبكته النهرية، وقد حدده (Keller & Pinter 2002)⁽²⁸⁾ على النحو الآتي:

$$A F = \frac{A r}{A t}$$

إذ: Ar : مساحة الجانب الأكبر من الحوض.

At : مساحة الحوض.

ويدل الناتج في حال كانت القيمة أكبر من (0.5) على وجود ميل في كتلة الحوض، وأن الجانب المُمَثَل بالبسط هو الأعلى طبوغرافياً أو المعرض للنهوض بنائياً، ومن ثمّ فإن الشبكة النهرية نشأت أو تطورت متأثرة بحالة عدم استقرار بنائي-والعكس صحيح في حال بلغت النتيجة (0.5) - وقد بلغت قيمة معامل عدم تناسق حوض نهر القنديل (0.73)، مما يعني أن الجانب الأيمن تعرض للنهوض فحرض نشاط الحت المتراجع للمجري المائية التي امتدت نحو الشرق والشمال الشرقي، وهو أمر يتوافق مع نتيجة مقارنة قسَمي الحوض من الخريطة الطبوغرافية و المقطع الجيولوجي، الذي يشير إلى تخفيض سوية صخور الترياسي و الجوراسي في الأجزاء الشرقية من الحوض، مما يُفسر بتعرضها لحالة نهوض، ومن ثمّ فهي تمثّل الجانب الأعلى من الصدع الرئيس المتوافق مكانياً مع مسار المجرى الرئيس (قره جاليه - القنديل)، فضلاً عمّا أكدته المذكرة الإيضاحية من أن الجانب الشمالي والشمالي الغربي من حوض نهر الكبير الشمال - وهو الحد الجنوبي لحوض نهر القنديل الذي يمثل ضفته اليسرى - يمثل شفة صدع ناهضة، تبلغ رميته من قاعدة رسوبيات الأوليغوسين (2.5-3) كم⁽²⁹⁾.

ثالثاً- خصائص شبكة المجاري المائية:

تمثل المجاري المائية العنصر الخطي من أحواض التصريف المائي- في حين تمثل سطوح المنحدرات العنصر المساحي- وهي بمنزلة طرق موصلات طبيعية تقاس على أساسها فعالية الشبكة المائية وقدرتها على نقل الماء الجاري والحمولة الرسوبية من مختلف أنحاء الحوض إلى مصبه، ومن ثمّ فهي تحمل على عاتقها مسؤولية نشوء الحوض المائي وتطوره، وخلق التوازن الجيومورفولوجي فيه استجابة لأي تغير مناخي أو هيدرولوجي أو جيولوجي أو جيومورفولوجي، كما تمثل المظاهر المرتبطة بها أرشيف الذاكرة الجيومورفولوجية للحوض، كالمصاطب النهرية والأكواع (المنعطفات) والجزر النهرية وحدود الحوض، وسيتم تحديد بعض خصائص الشبكة النهرية للحوض بدراسة:

1- أعداد المجاري المائية ورتبها:

تعدّ أعداد المجاري المائية- فضلاً عن أطوالها- من المؤشرات المهمة على حجم شبكة التصريف التي تتناسب كفاءتها طردياً مع أعداد مجاريها المائية، كما تدل بشكل واضح على مرحلة التطور التي بلغها الحوض حيث يزداد عدد المجاري مع تقدم الحوض في دورته الحثية وصولاً إلى مرحلة النضج، فقد أكدت نتائج الدراسة التجريبية التي قام بها (Flint, 1973, p 1090-1091) أن معدلات زيادة أعداد المجاري تكون ثابتة وفق متوالية هندسية في المراحل الأولى من نمو شبكة المجاري المائية، ثم تتباطأ هذه المعدلات في مراحل متقدمة تمثلها مرحلة الهرم في الأنهار الطبيعية، فتقل أعداد المجاري المائية المضافة إلى الشبكة النهرية لتصل معدلات الزيادة إلى حدها الأدنى⁽³⁰⁾، هذا إن لم تتجدد دورته الحثية العادية أو تتجدد لأسباب مناخية أو بنائية أو لأي سبب آخر.

ويمكن عدّ أعداد المجاري من المؤشرات المهمة التي تدل على مدى استجابة الشبكة النهريّة للمتغيرات المناخية، والتطورات الجيومورفولوجية الناتجة عن عمليات الأسر، كما يزداد عدد المجاري مع ارتفاع معدلات التهطال، ويتناقص بسبب عمليات الردم كما هو الحال في المجاري الموسمية سريعة الزوال، ولعدد المجاري أهمية كبيرة في تقدير مدى خطورة السيول، فزيادة أعداد المجاري المائية يرفع من كفاءة شبكة المجاري المائية في نقل المياه الجارية (السطحية - والضمنية) والرواسب، مما ينتج عنه مخاطر كبيرة في حال توافرت الخصائص والظروف الملائمة لذلك، كأن تشمل العاصفة المطيرة إجمالي مساحة الحوض، ولتحديد رتب المجاري المائية اتبعت طريقة Strahler⁽³¹⁾ لعدة أسباب، يأتي في مقدمتها: بساطة هذه الطريقة وسهولة تطبيقها، وارتباط معادلة نسبة التشعب (الترافد) بها، وإمكانية ترميز المجاري المائية وفق رتبها، فضلاً عن إمكانية مقارنة نتائج تطبيقها بنتائج الدراسات التي استخدمتها، وعلى الرغم من صحة النقد الذي وجهه (Miller & Onest, 1977, p.85-86)⁽³²⁾ لطريقة سترهالر، بأنها تهمل المجاري من الرتب الدنيا التي لا تغير من رتبة المجري المستقبل، الأمر الذي يفقد التصنيف أهم وظائفه، وهي إبراز حجم تصريف شبكة المجاري وسعته بدلالة تغير رتبها، ورغم أن طريقة Shreve (1966)⁽³³⁾ التي تحقق هذا الأمر باعتمادها على العد التراكمي للمجاري المائية وعدّه في الوقت ذاته ترتيباً لها، مما يفيد في إعطاء صورة واضحة عن حجم الشبكة النهريّة، إلا أن صعوبة ترميزها وعدم الاستفادة منها في حساب معدل الترافد، قد أوجب استخدام طريقة سترهالر.

يضم حوض وادي القنديل عدداً من المجاري المائية التي تتراقد مشكلة شبكة شجيرية الشكل يحمل مجراها الرئيس الرتبة السابعة، ويبين الجدول رقم (1)، أعداد

* تعتمد طريقة سترهالر على مبدأ: إن التقاء مجريين من رتبة واحدة يعطي مجرياً مائياً من رتبة أعلى، في حين يعطي التقاء مجريين من رتبتين مختلفتين، مجرياً مائياً يحمل رتبة المجري ذي الرتبة الأعلى بينهما.

المجري المائية حسب رتبها، ومجموع أعداد المجاري المائية لحوض تغذية بحيرة السد أو ما يطلق عليه حوض نهر الشاملية أو نهر بلوران، ويعرف بنهر قره جاليه بعد السد حيث يستمر مشكلاً الرافد الأيمن لنهر القنديل الذي يلتقي به في سهل زغرين مشكلاً نهر الغسيل، وكذلك أعداد المجاري المائية لنهر القنديل الأساسي قبل التقائه بنهر الغسيل وبعده، شكل رقم (11)*.

وينتمي إلى الرتبة الأولى نحو (75.8%) من مجموع أعداد المجاري المائية البالغ (2066) مجرى، في حين تشكل نسب المجاري المائية من الرتبة الثانية والثالثة والرابعة من المجموع الكلي على التوالي (18.5%) و(4.4%) و(0.9%)، وهي أرقام توافق المنطق كون الحوض جبلي وعر وشديد التضرس في مناطق الروافد الأولية؛ مما يفسر ارتفاع نسبتها إلى نحو ثلاثة أرباع أعداد المجاري المائية في الحوض، وهذا يعني أنه يمكن افتراض أن عمليات الحت التراجعي نشطة في هذا الحوض، وأن تغيرات خط تقسيم المياه أمرٌ حتمي في ظل ظروفه الخاصة.

جدول رقم (1) يبين أعداد المجاري المائية حسب الرتب وبعض المواقع في حوض وادي القنديل.

نسبة الترافد	المجموع	الرافد الرئيس النهائي	مجري الرافد الرئيس الثاني	مجموعهما	مجري الرافد الرئيس الأول		الرتبة
					قبل البحيرة	بعد البحيرة	
	1566	124	579	863	426	437	1
4.1	383	33	145	205	114	91	2
4.2	91	8	38	45	21	24	3
4.78	19	1	8	10	5	5	4
4.75	4	---	2	2	1	1	5
2	2	---	1	1	---		6
2	1	1	---	---	---	---	7
	2066	167	773	1126	567	558	المجموع

الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على خريطتي كسب و اللانذقية الطبوغرافيتين مقياس 1:50000.

** تم رسم الشبكة المائية من الخرائط الطبوغرافية لكسب واللاذقية مع إجراء تعديلات عليها بإضافة المجاري المائية غير المرسومة أو المغفلة، وذلك بدلالة منحنيات الارتفاع المتساوي (خطوط الكنتور).

يثير الجدول السابق تساؤلاً خطيراً عن اختيار موقع سد بلوران، حيث تتجمع فيه مياه نحو (27%) فقط من مجموع أعداد المجاري المائية، كما اختير الموقع في منطقة تتكشف فيها صخور كلسية- دولومية شديدة التخلع والتصدع، ولعل الحسنة الوحيدة للموقع هي ضيق المقطع العرضي للوادي الذي يستمر بهيئته جنوباً حتى شرق جبل دوتلوق.

2- نسبة الترافد* :

يقصد بها عدد المجاري المائية التي تتجمع في رافد مستقبل لها من رتبة أعلى، وقد أكد Horton أن نسب الترافد تتزايد وفق متواليه هندسية، إلا أن Shreve نفى أن تكون هذه الزيادة ثابتة، وأوضح أن هناك دائماً انحرافات نظامية Systematic deviation لقيمتها، وقد وُضعت ضوابط أكثر دقة من قبل (Strahler, 1957, p152) لتكون نسب الترافد شبه ثابتة بين المجاري، ومنها أن تكون الأحواض على درجة عالية من التجانس في خصائصها المناخية والجيولوجية، مؤكداً أن النسب تراوح بين (3-5) في أحواض الأنهار الدائمة الجريان، ولعل أهم توظيف وفائدة لدراسة نسبة الترافد هو ربطها مع قمة الفيضان بعلاقة طردية، إلا أن (محمد رمضان 1993، ص 462) عارض هذه القاعدة مؤكداً أن فعالية السيول وتكررها، يتناسب عكساً مع قيمة نسبة الترافد، فكلما انخفضت هذه النسبة تناقصت المسافة الخطية التي تقطعها المياه الجارية وصولاً إلى مخرج الحوض⁽³⁴⁾، أمّا (أحمد سالم 1999، ص 53) فربط بين نسبة الترافد وشكل الحوض، إذ أكد تميز الأحواض الأقرب إلى الشكل المستطيل

* شاح مصطلح نسبة التشعب Bifurcation Ratio في الدراسات الجيومورفولوجية، وهو صحيح في حال كانت جهة الناظر نحو المنطقة العليا، لكنه مخالف تماماً لصياغة المعادلة الخاصة باستخراجه، والتي تعني أن عدداً من المجاري المائية اجتمع وترافد في مجراً جديداً، لذلك يقترح الباحث تعديل مصطلح نسبة التشعب - الذي ينسجم مع مفهوم الدلتا - إلى نسبة الترافد Tributary Ratio أو التجمع ليتوافق مع آلية استخراج النسب أولاً، ومفهومها الجيومورفولوجي ثانياً.

بنسب ترافد منخفضة، ولذلك يتأخر فيها حدوث الجريان مع الوقت بسبب ضياع جزء كبير من الجريان بالتسرب والبخر، ويلاحظ عكس ذلك في الأحواض ذات الأشكال الأقرب إلى الشكل المستدير⁽³⁵⁾. وتتخذ معادلة نسبة الترافد الشكل الآتي:

$$R = N_0 / N_{0+1}$$

إذ R : نسبة الترافد (التجمع)

N_0 : عدد المجاري في رتبة 0 .

N_{0+1} : عدد المجاري في الرتبة التي تليها مباشرة من 0 .

وقد بلغت نسبة الترافد بين مجاري الرتبة الأولى والثانية (4.1) - جدول رقم (1) - وبين الرتبتين الثانية والثالثة (4.2)، وتقاربت بين الرتبتين الثالثة والرابعة، والرتبتين الرابعة والخامسة فبلغت نحو (4.8)، في حين تساوت النسبة بين الرتبتين الخامسة والسادسة، والرتبتين السادسة والسابعة وبلغت (2)، أي إنَّ قيم نسبة الترافد متقاربة بين الرتب الخمس الأولى، ومرد ذلك إلى كون هذه المجاري تحتل مناطق منسجمة في معظم ظروفها المكانية، فهي الأكثر انحداراً وتضرساً والأقل نفاذية، مما جعل مجاريها المائية تتوزع وفق النمط الشجري الذي يعطي نسب ترافد متقاربة، في حين اجتمعت المجاري المائية من الرتبة الخامسة بالمجاري المائية من الرتبة السادسة والسادسة بالأخيرة، في مناطق ذات تكوينات رباعية مفككة نفوذة لا تسمح بتشكيل مجاري مائية كثيرة، وسهلية منبسطة مما قلل من قيم نسب الترافد بينها.

ويفترض بموجب النسب السابقة أن يستقبل كل مجرى من الرتبة الثانية أربعة مجاري مائية من الرتبة الأولى، وكذلك الأمر بالنسبة إلى المجاري المائية من الرتبة الثالثة التي يفترض أن يستقبل كل منها أربعة مجاري مائية من مجاري الرتبة الثانية، وهكذا بالنسبة إلى بقية النسب بين المجاري المائية التالية، إلا أنه يجب الانتباه إلى

عدم صحة مقارنة نسب الترافد لترتب متباعدة، فمثلاً لا يمكن القول: إن نسبة الترافد بين مجاري الرتبة الخامسة والسادسة التي تساوي (2)، تدل على أن خصائص مجاري الرتبة السادسة- المستقبلية- تكون أصغر حجماً من الخصائص الشكلية للمجاري المائية المستقبلية بين الرتبتين الثالثة والرابعة والبالغة نحو (5)، ذلك لأن مفهوم الترافد يخدم برأي الباحث فرضاً مفاده (أن عرض المجرى المائي المستقبل يتزايد بنسب تتوافق مع عدد المجاري المائية التي ترفده بالماء الجاري والحمولة من الرتب السابقة له)، وبذلك فمن المفترض أن يكون عرض المجرى الرئيس هو الأكبر بين أنهار الشبكة المائية الواحدة، وللحصول على نسبة الترافد العامة، وضع Strahler ما عرف بنسبة التشعب المرجح $Weighted\ Bifurcation\ Ratio$ *، وقد بلغت لحوض القنديل (5.1).

أطوال المجاري المائية:

إن كانت أعداد المجاري ترتبط أساساً بعملية تشكيل المجرى بفعل الحت النهري، فإن أطوالها ترتبط بتطور هذا المجرى ونموه، بسبب نشوء الأكوام والتعرجات النهريّة، كما في معظم مجاري الرتبة الرابعة والخامسة لحوض القنديل، وبالأخص مجرى نهر قره جاليه في جزئه الغربي، ووادي جبل الحبس في جزئه الشرقي، أو يزداد الطول بفعل الحت المتراجع والتنافس على مناطق الصراع الجيومورفولوجي الحدودية التي أطلق عليها (Horton, 1945, p 156-162) قطاع اللاحت $Belt\ of\ no$ Erosion⁽³⁶⁾ وعرفه بالمسافة الحرجة $critical\ distance$ التي تفصل بين خط تقسيم المياه وبداية المجاري من الرتبة الأولى، ويتعرض هذا النطاق للتناقص مع زيادة

* يمكن استخراج معدل التشعب المرجح وفق الخطوات الآتية :

1- حساب نسبة النفرع بين كل رتبتين متتاليتين \times مجموع مجاري هاتين الرتبتين.

2- مجموع حاصل الضرب في كل خطوة مما سبق.

3- تقسيم مجموع حاصل الضرب على عدد المجاري في الحوض كله. (آرثر ستريهلر، 1997): ص(22)⁽³⁷⁾.

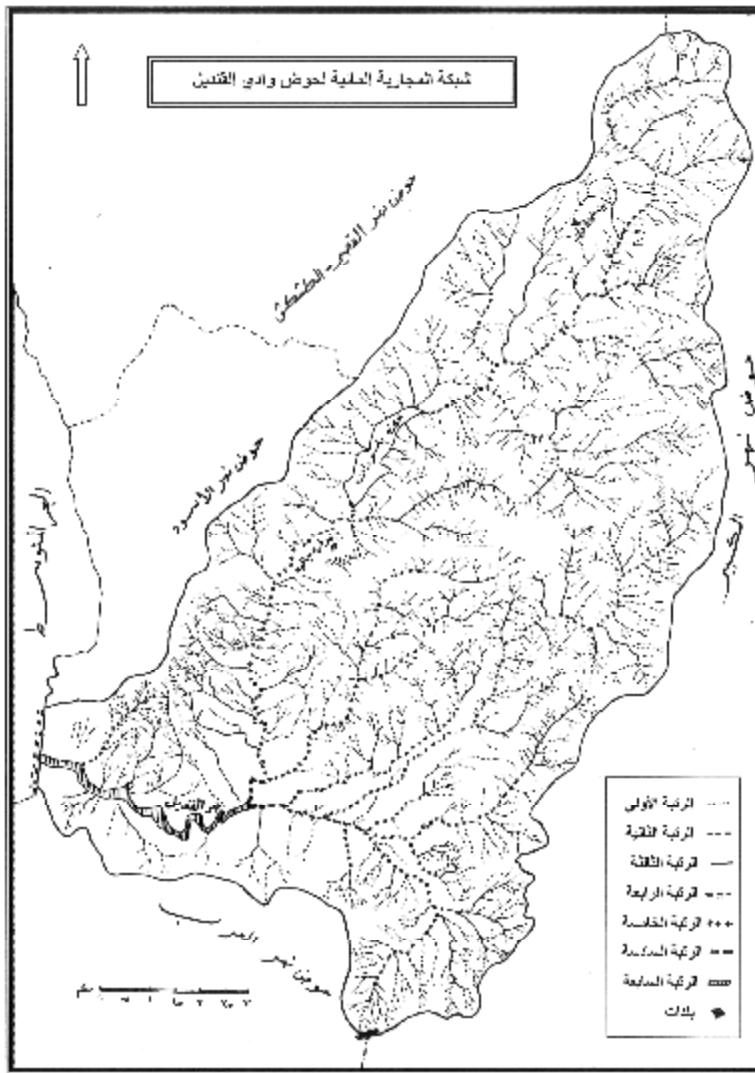
فعالية عمليات الحت وتحوله من حت انتشاري (غطائي Sheet Erosion) إلى حت خطي (Linear Erosion)، ومع تطور هذا النطاق إلى أعراف حادة، فإن المجاري المائية تبلغ أقصى طول لها ضمن حدود الحوض، وهي حالة محققة نظرياً في حوض القنديل عند حدوده الجنوبية الشرقية والشرقية والشمالية مع حوض الكبير الشمالي، وذلك لتوافر شروطها من انحدارات كبيرة وأعداد روافد مائية كثيرة وهطولات مطرية، إلا أن الباحث يرى أن مصطلح نطاق اللاحت لا يعبر عن واقع الحال، فما من جزء من سطح الحوض إلا ويشهد نوعاً من أنواع الحت المائي ما دام تعرض لحالة تهطال أعقبها تشكل جريانات سطحية، لذلك فإن مثل هذه المناطق تتطور تحت تأثير الحت الانتشاري، وتخضع لاحقاً لتغيرات مهمة بسبب تقدم رؤوس الروافد الأولية نحوها بفعل عملية الحت التراجعي.

وقد بلغ مجموع أطوال المجاري المائية في حوض نهر القنديل نحو (675) كم، شكلت منها أطوال مجاري الرتبة الأولى ما نسبته (56%)، والرتب الثانية والثالثة والرابعة على التوالي (21.7%) (11%) (7.3%) - جدول رقم (2) - ويلاحظ التوافق الكبير بين نسب أعداد المجاري المائية وأطوالها، وقد بلغ معامل ارتباط بيرسون بينهما (0.99)، مما يعني أن العلاقة طردية بأعلى مستوياتها وهو أمر بديهي في ظل الشكل الشجري الذي تنتزع وفقه شبكة المجاري المائية في الحوض.

جدول رقم (2) يبين مجموع أطوال المجاري المائية حسب الرتب وبعض المواقع في حوض وادي القنديل.

المجموع	الرافد الرئيس النهائي	مجري الرافد الرئيس الثاني	مجموعهما	مجري الرافد الرئيس الأول		الرتبة
				قبل البحيرة	بعد البحيرة	
379.05	25.45	128.95	224.65	99.15	125.5	1
146.35	11.45	53.1	81.8	40.3	41.5	2
74.55	8	26.3	40.25	19	21.25	3
49	1.45	26.35	21.2	8.3	12.9	4
16.9	---	2.9	14	10.35	3.65	5
3.55	---	2.7	0.85	---		6
5.75	5.75	---	---			7
675.15	52.1	240.3	382.75			المجموع

الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على خرائط اللائقية وكسب الطبوغرافية مقياس 1:50000.



شكل رقم (11) يبيّن شبكة المجاري المائية ورتبتها في حوض وادي القنديل
 الشكل من إعداد الباحث اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية لكسب واللاذقية، مقياس 1:50000.

وبسبب قلة الفائدة التي تقدمها دراسة مجموع أطوال المجاري المائية حسب رتبها، تم التركيز على دراسة متوسطات أطوال المجاري المائية لرصد التغيرات الايجابية والسلبية التي طرأت عليها حسب الرتب، وهو متغير مهم يدل على تأثير الضوابط الليثولوجية والبنائية والطبوغرافية والجيومورفولوجية في تطور المجاري المائية، وقد وضع (Strahler) معادلاته على النحو الآتي⁽³⁸⁾:

$$R_1 = Ld / Ld_{+1}$$

إذ: R_1 : معدل الطول.

Ld : متوسط طول المجرى في رتبة d / كم أو متر.

Ld_{+1} : متوسط طول المجرى في رتبة تالية أو أعلى من d / كم أو متر.

ويلاحظ من الجدول رقم (3) أن هناك شذوذاً واضحاً لنسب تزايد متوسط طول المجاري المائية وتناقصها، حيث تضاعف متوسط طول المجرى المائي في الرتبة الثانية بمعدل مرة ونصف عن طوله في الرتبة الأولى، ثم تضاعف نحو مرتين في الرتبة الثالثة عما كان عليه في الرتبة الثانية، ليقفز إلى ثلاث مرات في الرتبة الرابعة، ثم يشهد تناقصاً حاداً إلى ثلث النسبة تقريباً في الرتبة الخامسة، ليفقد نحو (60%) من طوله في الرتبة السادسة عما كان عليه في الخامسة.

إن تزايد متوسط طول المجرى من الرتبة الأولى حتى الرتبة الرابعة وفق النسب السابقة، أمر يسهل تفسيره في ظل سيادة نمط واضح من انخفاض سطح الحوض ودرجات انحداره وتضرسه بالاتجاه من الشمال الشرقي نحو الجنوب الغربي، كما تزداد أطوال الحدود الليثولوجية والصدوع بالاتجاه ذاته، والتي تمثل نقاط الضعف البنوي والبنائي التي تستغلها المياه الجارية في تحديد مساراتها من القطاع الأعلى حتى الأوسط، أمّا الشذوذ الذي يتطلب تفحصاً دقيقاً للخرائط فهو القصر الحاد الذي أصاب متوسط طول مجري الرتبة السادسة، وعلى الرغم من عدم توضيح الخرائط لأي خصوصية لهذه المنطقة، إلا أنه يمكن القول: إن نقاط الترافد المتقاربة

لمجري الرتبة الخامسة والممتدة من سهل الطرطوسي ومرج الفجج حتى سهل زغرين قد تأثرت بصدوع مروحية التوزع مدفونة تحت التوضعات الرباعية التي تغطي المناطق السابقة، بدليل وجود حزمة من الصدوع مبتورة الامتداد نحو الجنوب الغربي في المنطقة الواقعة إلى الشمال الشرقي من نقطة الترافد لمجري الرتبة السادسة، عند تلال الرويسية والأخيخة.

جدول رقم (3) يبين متوسطات أطوال المجاري المائية حسب الرتب وبعض المواقع في حوض

وادي القنديل.

الرتبة	مجري الرافد الرئيس الأول		مجموعهما (م)	مجري الرافد الرئيس الثاني	الرافد الرئيس	المجموع (م)	النسبة المئوية لزيادة الطول
	قبل البحيرة	بعد البحيرة					
1	287.2	232.7	260.3	222.7	205.2	242	
2	456	353.5	399	366.2	346.9	382	157
3	885.4	904.8	894.4	692.1	1000	819.2	214
4	3580	1660	2120	3293.8	1450	2578.9	314
5	3650	???	7000	1450	---	4222	164
6	---	---	850	2700	---	1775	42
7	---	---	---	---	4750	5750	324

الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على خرائط اللاذقية وكسب الطبوغرافية مقياس 1:50000.

3- كثافة أطوال المجاري المائية* :

تعدُّ كثافة أطوال المجاري المائية أكثر المعاملات المورفومترية التي لاقت اهتماماً واسعاً من قبل الهيدرولوجيين والجيومورفولوجيين، وذلك لأنها تعكس نصيب

* دأبت الكتب والبحوث الجيومورفولوجية في استخدام مصطلح كثافة التصريف Drainage Density للدلالة على نصيب كل كيلومتر مربع من مساحة الحوض من إجمالي طول الشبكة النهرية، إلا أن هذا المصطلح لا يتوافق مع مدخلات المعادلة، والتي بنيت على أساس قسمة مجموع أطوال المجاري على مساحة الحوض - أمّا مصطلح كثافة التصريف فيعني قسمة كمية المياه التي تمر من المصب أو من نقطة ما من المجرى في زمن محدد على مساحة الحوض، لذلك تبني الباحث مصطلح كثافة أطوال المجاري المائية لاتفاقه مع المدلول الجيومورفولوجي للمعادلة المستخدمة، وكذلك الأمر فيما يخص مصطلح تكرارية المجاري المائية، الذي قد يفهم منه أن المجاري ذاتها تكررت في وحدة المساحة، فاستبدل به مصطلح كثافة أعداد المجاري المائية.

كل واحد كيلومتر مربع من مساحة الحوض من شبكة المجاري المائية بالكيلومتر، ويستفاد من ذلك بتقدير كفاءة الشبكة في نقل المياه والرواسب من الحوض، فكلما ارتفعت كثافة التصريف ارتفعت كفاءة الشبكة في نقل المياه والحمولة المنصرفة عبرها، وتوافق رأي كل من Cotton (1964) و Huggett (2003) على أنها مؤشر مهم على التوازن القائم بين قوى الحت من جهة و مقاومة الصخور السطحية من جهة أخرى، كما أنها تعكس مدى تحكم الضوابط الطبوغرافية والثلوجية والمناخية والتربة والنباتية بتصريف الحوض، وأوضح Carlston (1963) طبيعة العلاقة العكسية بين كل من كثافة شبكة المجاري المائية وطاقة التسرب فزيادة الأخيرة تؤدي إلى انخفاض الأولى، وأورد (Schumm, 1977, p 67) معادلةً ربط فيها بين كثافة أطوال المجاري المائية وانحدار السطح، اتخذت الشكل الآتي:

$$D = 0.909 + 22.42 S$$

إذ D : كثافة التصريف، و S : انحدار السطح.

إلا أن الباحث يرى أنه لكي تكون العلاقة بين هذين المتغيرين طردية فلا بد من أن يكون السطح وعرًا فضلاً عن كونه منحدرًا، وإلا فإن السطح المنحدر قد يعطي نمطاً تصريفياً متوازياً ويكون منخفض الكثافة عموماً، في حين قد يعطي الانحدار اللطيف والسطح الوعر نمطاً شجرياً، ورغم ما تقدمه كثافة أطوال المجاري المائية من بيانات مفيدة إلا أن (Gregory (1977), p 1076)⁽³⁹⁾ وجد فيها بعض القصور، فبوصفها معاملاً مورفومترياً مركباً فإنها لا تعبر مباشرة عن مدخلاتها، أي إنه في حال بلغت كثافة تصريف حوض ما (5) كم / كم²، فلا يمكن معرفة قيمة عنصر المعادلة لتعدد احتمالات ذلك، إلا أن الرد على Gregory بسيط في هذا الجانب من نقده، فليس الهدف من المعاملات المركبة أن تدل على عناصرها، بل أن تعطي مؤشراً

مورفومترياً جديداً، أمّا النقد الثاني الذي قدمه Gregory وهو الأهم فيتمثل بكون معادلة كثافة أطوال المجاري المائية تهمل سعة القناة المائية Channel Capacity، ففي حال تماثلت خصائص شبكات المجاري المائية في حوضين - وكذلك بقية الظروف - فليس من الضرورة أن يعطيا الحجم ذاته من التصريف، وذلك لاحتمال اختلاف سعة القنوات المائية بين شبكتي المجاري المائية في كلا الحوضين، وقد خلص Gregory إلى هذه النتيجة من خلال دراسته لحوضين في كل من نيو انكلند (New England) و نيو ساوث ويلز (New south wiles) حيث يتميزان باختلاف كثافتها التصريفية إلا أنهما أعطيا حجماً تصريفياً متقارباً وذلك لاختلاف سعة القنوات التصريفية بينهما .

وقد وضع (Horton, 1945, P 283) معادلة كثافة أطوال المجاري المائية على النحو الآتي:

$$D a = \Sigma L / A$$

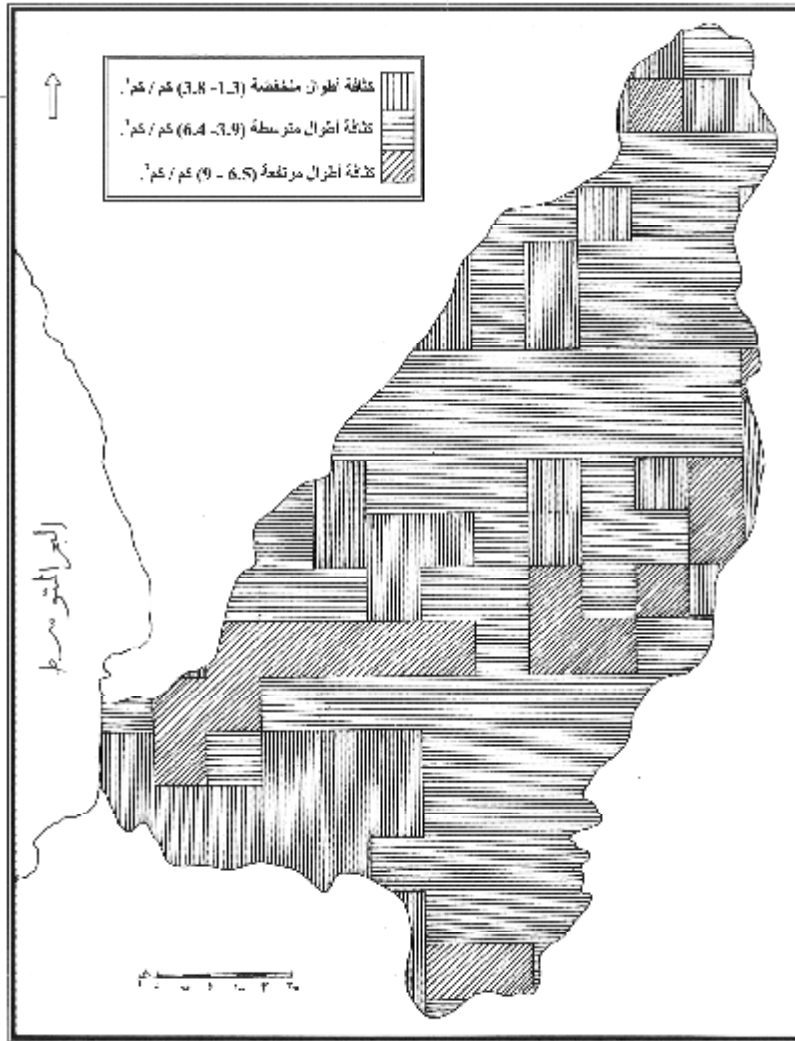
إذ : D : كثافة أطوال المجاري المائية كم / كم².

ΣL : مجموع أطوال المجاري المائية كم.

A : مساحة الحوض كم².

بلغت كثافة أطوال المجاري المائية العامة لحوض وادي القنديل (5) كم/ كم²، مما يعني أن كل (1) كم² من مساحة الحوض تمتلك نظرياً (5) كيلومترات من المجاري المائية لتصريف مياهها وحمولتها، إلا أنها لا يمكن أن تعبر عن واقع الحال فهي قيمة متوسطة ومدلولها مضلل في حال أُريدَ توظيفها جيومورفولوجياً، والأفضل استخدام المعادلة ذاتها في إعداد خريطة كثافة كيلومترية، كما في الشكل رقم (12)، ويلاحظ منه تباين قيم كثافة المجاري المائية في الحوض، إذ راوحت قيم فئة الكثافات المنخفضة بين (1.3-3.8) كم/كم²، وتتوزع في معظم مناطق القطاع الأدنى ومناطق

متفرقة من القطاعين الأعلى والأوسط (سهل زغرين ، جبل الأبيض، جبل إسماعيل، جبل قبشان، جبل كوز)، وتمثل ما نسبته (33.4%) من مساحة الحوض، وهي مناطق ذات تكوينات سطحية منفذة من الحصى والرمال والمشبكات، فضلاً عن سطحها شبه المستوي الذي لا يساعد على تشكل مجاري مائية كما هو الحال في المناطق الوعرة شمالي الحوض وشرقه، وراوحت قيم فئة الكثافات المتوسطة بين (3.9-6.4) كم²، وتمثل نحو (48%) من مساحة الحوض، وتظهر بمساحات واسعة متصلة من القطاع الأعلى والأوسط والأدنى متوافقة مكانياً مع مناطق انتشار الصخور الكلسية والمارلية والكلسية- الطينية والحجر الرملي، وتتوزع في مناطق تمتد من جبل قنطرة شمالاً حتى جبل الكبير في الوسط ثم جبال بستان الحق والمقطرة والبصاص شرقاً، في حين تمثل مساحة فئة الكثافات المرتفعة نحو (18.6%)، وقد راوحت قيمها بين (6.5-9) كم²، وتتوزع في المناطق الغربية من القطاع الأوسط في مناطق تكشف صخور الباليوجين من المارل و الصخور الكلسية والكلسية- الطينية، من منطقة جبلي قره جاله وغوز وحتى تلال الأخيخة، وبعض المناطق الشرقية كجبل دير الملك، وفي مساحات أقل عند الزاوية الشمالية الشرقية من الحوض، ويلاحظ من مقارنة الأشكال ذوات الأرقام (2) و(9) و(12) أن الكثافات العالية تتوافق مع مناطق منحدره ذات تكوينات صخرية أقل نفاذية، والعكس في مناطق الكثافات المتدنية. إلا أنه وبالقياس إلى تصنيف (Morisawa 1989)⁽⁴⁰⁾ - جدول رقم 4- الذي وضعته بناءً على دراسات متعددة في مناطق مثل ماليزيا الغربية وهضبة الأبالاش ومنطقة ديفون والولايات الغربية الوسطى والشرقية وكاليفورنيا ومناطق الأراضي الرديئة Bad Land في الولايات المتحدة الأمريكية، فإن معظم أراضي حوض القنديل تقع ضمن فئة الكثافة الخشنة، وتتوافق في ظروفها الليثولوجية مع الظروف التي حددتها موريساوا لهذه الفئة، من صخور كتيمية أو منفذة، وغطاء نباتي كثيف.



شكل رقم (12) يبين تباين قيم كثافة أطوال المجاري المائية في حوض وادي القنديلية

الشكل من إعداد الباحث اعتماداً على خريطتي كسب واللاذقية الطبوغرافيتين مقياس 1:50000.

جدول رقم (4) يبيّن تصنيف كثافة أطوال المجاري المائية وفق Morisawa

التصنيف	حسب Morisawa
خشنة	أقل من 8 (صخور منفذة أو كتيمية ، مناطق رطبة كثيفة النباتات)
متوسطة	8 - 20 (صخور منفذة ، أمطار غزيرة ومناطق كثيفة بالنباتات)
ناعمة	20 - 200 (سطح كتيم، وأمطار ونباتات قليلة)
ناعمة جداً	أكثر من 200(سطح كتيم ودون نبات و أمطار قليلة وصخور ضعيفة)

5- كثافة أعداد المجاري المائية:

تعدّ كثافة أعداد المجاري المائية أكبر أهمية في رأي الباحث من كثافة أطوال الشبكة المائية في تقدير حجم التصريف وكفاءة الشبكة النهرية وتقطع السطح، فمن الممكن أن يكون لكل كيلومتر مربع من الحوض مجرى واحد بطول (10) كم، يقابله حوض آخر يمتلك كل كيلومتر مربع منه الطول ذاته من المجاري المائية، لكن عدد مجاريه (5) مجارٍ/ كم²، مما يعني أن الأخير أكثر تقطعاً ومن ثمّ فإن سرعة وصول المياه والحمولة إلى مجاريه المائية أكبر، الأمر الذي ينعكس على سرعة تصريف الحوض لمياهه بشكل إيجابي، وترتبط كثافة أعداد المجاري المائية من حيث تطورها وتغير قيمتها بما يطرأ على أعداد المجاري المائية أو مساحة التصريف من تغيرات عبر مراحل تطور شبكة المجاري المائية، فقد تتخفّف كثافة أعداد المجاري أو ترتفع من موسم مطير إلى آخر، بحيث تؤدي عملية تشكل المسيلات (Rills) عقب تساقط الأمطار التي تشهدها المناطق المكشوفة الجرداء، إلى ارتفاع كثافة أعداد المجاري المائية، في حين أكد (Kirkeby; 1973, P102)⁽⁴¹⁾ انخفاض قيمتها بفعل ردم بعض المجاري الموسمية الضحلة أو طمس معالم المجاري صغيرة المساحة في حال تغير المناخ من رطب إلى جاف، إلا أنه من الصعب دراسة هذه التغيرات لعدم وجود خرائط أو صور جوية موسمية متباعدة زمنياً لمنطقة الدراسة.

وضع (Horton, 1945, p285) معادلة كثافة أعداد المجاري المائية على النحو الآتي:

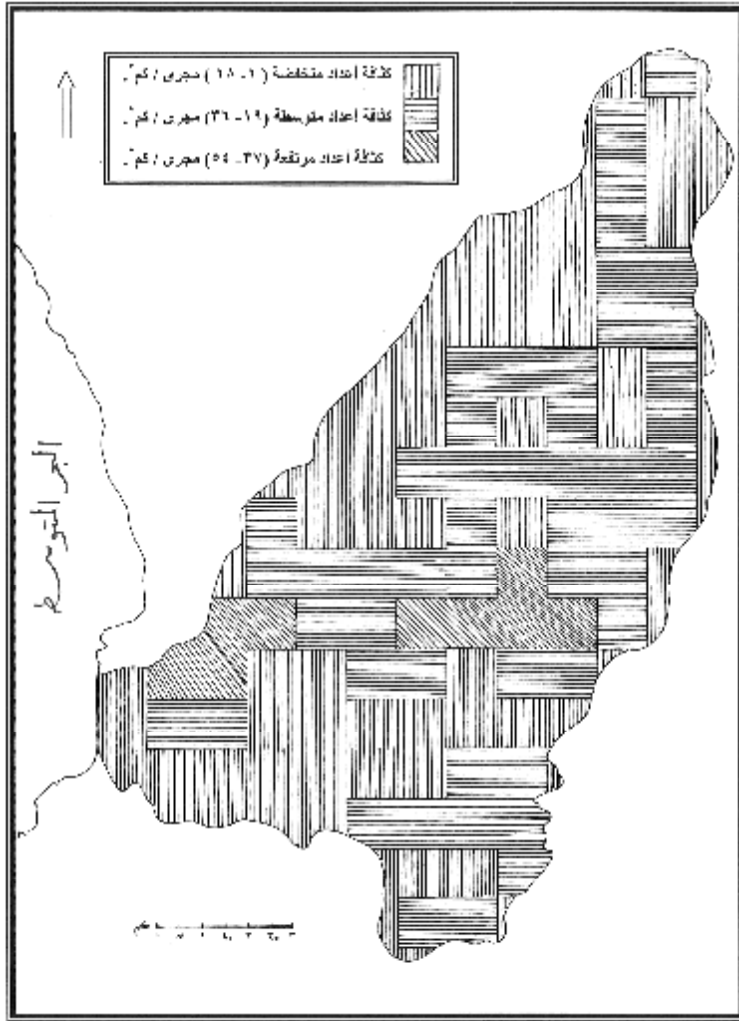
$$F_s = N/A$$

إذ F_s : كثافة أعداد المجاري المائية (مجرى / كم²).

N : أعداد المجاري المائية.

A : مساحة الحوض كم².

بلغت كثافة أعداد المجاري المائية في حوض نهر القنديل نحو (15.3) مجرى/ كم²، إلا أنه ولإظهار التباينات المحلية لكثافة أعداد المجاري المائية، أُعدت خريطة كيلومترية- الشكل رقم (13)- ويلاحظ منها: سيادة فئتين رئيسيتين من الكثافات، الأولى وهي المنخفضة والتي راوحت قيمها بين (1-18) مجرى/ كم²، تليها فئة كثافة أعداد المجاري المائية المتوسطة التي راوحت قيم كثافتها بين (19-36) مجرى/ كم²، وقد بلغت نسب كل منهما على التوالي (45.4%) (42.6%) من المساحة الإجمالية من الحوض، وتتوزعان بشكل واضح، حيث تحتل المناطق ذات الكثافة المنخفضة الأجزاء الحدودية الشمالية الغربية (من شمالي جبل عبيس حتى جبل قزل أحمد وشرقاً حتى جبل الديب وشقيف)، والشمالية الشرقية (جبال نجار وكوز وسوري) من الحوض، فضلاً عن منطقة واسعة ممتدة من شرق القطاع الأوسط إلى غربه (جنوبي جبل بستان الحق حتى ساحل البحر مروراً بزهرة الكركرة وتل رويسة ووادي نهر قره جاله وجبال الحد الجنوبي)، في حين تتوزع المناطق ذات الكثافة المتوسطة في وسط القطاعين الشمالي والأوسط، والزوايا الجنوبية الشرقية من الحوض (جبل الديار، جبل الحديد، جبل أرجيلك حتى جبل دوتلوق)، أمّا أكبر المناطق كثافةً في الحوض، التي راوحت قيمها بين (37-54) مجرى/ كم²، فتركزت في منطقتين، أولهما: الزاوية الجنوبية الغربية (جبل قره جاله وغوز)، والثانية وسط الحوض (جبل المارة ومحيطه)، وهي مناطق ذات صخور سطحية كثيفة نسبياً، وسطح منحدر وعر.



الشكل رقم (13) يبيّن تباين كثافات أعداد المجاري المائية في حوض وادي القنديل.

الشكل من إعداد الباحث اعتماداً على خريطة كسب واللاذقية الطبوغرافيتين، مقياس 1:50000.

ويمكن القول من الناحية النظرية بأمرين:

1- يعود هذا التباين في قيم كثافة أطوال المجاري المائية وكثافة أعدادها في ظل سيادة ظروف مناخية واحدة نسبياً إلى اختلاف أنواع الصخور السطحية وخصائص السطح الطبوغرافية، مما انعكس على استجابة السطح لتشكيل المجاري المائية، وفق مبدأ التفاضلية أو الاصطفائية الذي قامت على أساسه الطبيعة.

2- إن الجريانات المائية المتولدة في حوض القنديل خطيرة نسبياً، حيث توجد أعلى الكثافات بالقرب من مصب النهر - إلى الشمال منه - على منحدرات جبلي قره جاله وغوز، والمناطق المقابلة لها من وسط الحوض على منحدرات جبلي المقطرة والحبس، فضلاً عن أنه من الأحواض القصيرة عموماً، لكن ما يقلل من خطر هذه الجريانات هو اتساع السهل الفيضي وانبساطه في القطاع الأدنى من المجرى الرئيس، والذي راوح بين (3-5) كم، مما يخفف من سرعة المياه الجارية المتجهة نحو المصب، والأهم من ذلك هو بناء سد بلوران الذي يحتجز نحو (10) مليون م³، وعمليات الري التي تستهلك قدراً من مياه الحوض السطحية، كما أن صغر مساحة المناطق الأعلى كثافة والقريبة من المصب يفترض ألا يشكل جريانات سطحية خطيرة.

ولا يمكن إنهاء فقرتي كثافة أطوال المجاري المائية وأعدادها، دون لفت الانتباه إلى وقوع بعضهم في خطأ فهم أو تحليل نتائج معادلتني كثافة أطوال المجاري المائية وكثافة أعدادها، فقد تقرأ كثافة أطوال شبكة المجاري المائية على النحو الآتي: إن نصيب كل (1) كم² من مساحة الحوض، من طول شبكة المجاري المائية هو (5) كم، أي إنَّ كل (1) كم² يصرف مياهه وحمولته عبر (5) كم، لكن قراءتها على نحو مغاير، كالقول: إنَّ كل (5) كم من أطوال المجاري المائية مسؤول عن تصريف مياه وحمولة (1) كم² من مساحة الحوض، صحيح في ظاهره، خاطئ في مضمونه، فهو جائز في المناطق العليا التي تلي خط تقسيم المياه، لكنه خاطئ في المناطق الأدنى،

فكل (5) كم من المجاري المائية فيها مسؤول عن تصريف مياه نصيبه من مساحة الحوض - أي (1) كم² - ومياه وحمولة المناطق التي تعلوه نحو خط تقسيم المياه، لذلك الأفضل قراءة نتائج كثافة أطوال المجاري المائية وفق الطريقة الأولى، وكذلك الأمر فيما يخص كثافة أعداد المجاري المائية.

6 - النسيج الحوضي أو النسيج الطبوغرافي:

يعبر النسيج الطبوغرافي عن بعد المجاري المائية أو قربها من بعضها بعضاً، ويستفاد منه في تحديد مدى تقطع الحوض بها، وقد أكد (Smith, 1950, p 655) (42) أن النسيج الطبوغرافي يخضع لعدة عوامل يأتي في مقدمتها طبيعة المناخ والصخور السطحية وشكل السفوح وانحدارها ونوع التربة والغطاء النباتي، ويتبع ذلك كثافة التصريف وطاقة التسرب، وقيم التضرس المحلي والوعورة والمرحلة العمرية للحوض، وعموماً فإن السطح الوعر شديد الانحدار ذا الصخور الكتيمة الضعيفة أمام عمليات الحت كالمارل والغضار، يعطي نسيجاً ناعماً في ظل مناخ مطير، في حين تعطي الصخور القاسية المقاومة لعمليات الحت المائي ذات المسامية المرتفعة كالصخور الكلسية، سطوحاً قليلة التقطع أي ذات نسيج طبوغرافي خشن، وكذلك الأمر في حال سادت صخور سطحية منفذة، كالحجر الرملي أو الرسوبات الرباعية (مشبكات وحصى ورمال..)، كما تؤدي كثافة النباتات أو انعدامها دوراً حاسماً في تحديد درجة تقطع السطح ففي المناطق ذات السطح الأجرد أو العاري من النباتات أو المعرض لقطع الغابات بمعدلات جائرة، يكون النسيج الطبوغرافي ناعماً لشدة فعالية عمليات الحت المائي عليه، في حين يكون النسيج الطبوغرافي خشناً فوق السطوح ذات الكثافات العالية للنبات، وتتخذ معادلة النسيج الطبوغرافي الشكل الآتي (43):

$$T = N / P$$

إذ : T : نسبة النسيج الطبوغرافي .

N: أكبر عدد من التسنينات أو البروزات Crenulations في أطول خط كنتور من الحوض كدلالة على أكبر عدد من المجاري المائية فيه.

P: محيط الحوض كم.

وقد بلغ النسيج الطبوغرافي لحوض نهر القنديل (33.3) وهو بذلك من الأحواض ذات النسيج الطبوغرافي الناعم جداً وفق تصنيف (Small, 1978, p221)⁽⁴⁴⁾، والنسيج الناعم وفق تصنيف (Smith 1950, p 661)، كما يبيئهما الجدول رقم (5).

إن مقارنة قيمة النسيج الطبوغرافي للحوض، بمساحة الغابات التي تشكل ما نسبته نحو (80%) من مساحة الحوض، توجب طرح تساؤل مهم، وهو: كيف بلغت نسبة النسيج الطبوغرافي هذا الحد في ظل شروط محلية لا تساعد على الحت المائي، ومن ثمّ تشكل المجاري المائية؟ ولا يمكن الإجابة عن هذا التساؤل، إلا بالجزم بأن تشكل شبكة المجاري المائية سابق لوجود الغابات الحالية، وأن تشكلها مرتبط بما سبق تحديده من ظروف ليثولوجية وبنائية وطبوغرافية ومناخية.

جدول رقم (5) يبيئ تصنيف أحواض التصريف المائي وفق (Small) و (Smith).

Small (1978)	Smith (1950)	التصنيف
2-1.8	---	خشن جداً
4-2	أقل من 4	خشن
10 -4	10 -4	متوسط
200 -10	50 -10	ناعم
300-200	50+	ناعم جداً

7- اتجاهات المجاري المائية:

تعكس اتجاهات المجاري المائية مدى تأثرها باتجاه منحدرات السطح من جهة، والصدوع أو الكسور من جهة ثانية، وتعكس عمر الشبكة النهرية، إذ يفترض أنه في

حال توافقت اتجاهات المجاري المائية مع اتجاه السطح واتجاهات الصدوع، فإن التفسير المنطقي هو أن الشبكة النهرية متكيفة مع السطح الطبوغرافي ونظام الصدوع السائد، أمّا العكس فيدل على أن الشبكة النهرية أمّا سابقة لنشوء صدوع المنطقة أو لاحقة لها ولم تستطع في الحالتين أن تصل إلى مرحلة التكيف معه.

وقد اتبعت طريقة (حاج حسن، 1986، ص 289-300) في رسم اتجاهات المجاري المائية، وهي:

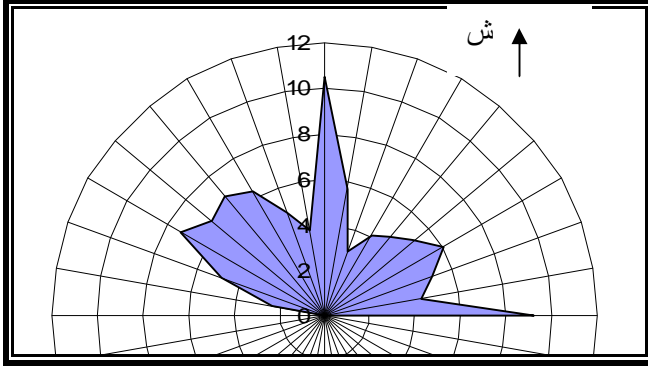
1. حساب زاوية اتجاه المجرى المائي حسب اتجاه عقارب الساعة (على اعتبار أن اتجاه الشمال هو القيمة صفر على المنقلة).
 2. توزيع القيم في جداول مبنية حسب عدد الزوايا من 0-360، على أن تقسم أعداد مجاري الزوايا (0-180-360) وهي تمثل اتجاهي الشمال والجنوب على ثلاثة، في حين يقسم عدد مجاري الزاويتين (90-270) على الرقم اثنين.
 3. تصنف الزوايا حسب فئات الاتجاه، على أن يكون مدى كل فئة عشر درجات.
 4. بحسب المتوسط الفعلي لقيمة الزاوية الممثلة لكل فئة.
 5. ترسم الفئات بشكل بياني باستخدام برنامج Excel، أو بالطريقة اليدوية، وتكون أمّا على شكل وردة اتجاهات كاملة أو نصفية، والثانية هي الفضلى لإجراء المقارنة بينها وبين وردة الكسور التي لا ترسم إلا على أساسها.
- ويلاحظ من الشكل رقم (14) أن هناك عدة اتجاهات رئيسة للمجاري المائية في الحوض، يأتي في مقدمتها اتجاه الشمال الغربي - الجنوب الشرقي بنسبة (25.8%) من إجمالي عدد المجاري المائية المقيسة، ثم جهة الشمال - الجنوب بنسبة (25%)، تليها فئة الاتجاه الشمال الشرقي - الجنوب الغربي بنسبة (19.7%)، ثم فئة الاتجاه الشرقي - الغربي بنسبة (17%).

وبمقارنة الشكل رقم (14) بالشكل رقم (7) الخاص باتجاهات الصدوع حسب أعدادها في حوض نهر القنديل، يلاحظ ما يأتي:

1- بلغت نسبة المجاري المائية التي تتجه بمحور شرقي - غربي نحو (33%)، وذلك حسب الاتجاهات العامة، يقابلها في الصدوع التي تتخذ ذات الاتجاه نسبة (36.8%)، في حين بلغت نسبة المجاري المائية التي تتجه بمحور شمالي - جنوبي نحو (31.8%)، ويقابلها من الصدوع نسبة (25.6%)، أمّا المجاري المائية التي اتخذت اتجاهًا شماليًا شرقيًا - جنوبيًا غربيًا فبلغت نسبتها نحو (15.6%)، يقابلها نسبة صدوع مرتفعة تماثلها في الاتجاه وقد بلغت نحو (23.9%)، وأخيرًا بلغت نسبة المجاري المائية التي اتخذت اتجاهًا شماليًا غربيًا - جنوبيًا شرقيًا نحو (19.6%)، ونسبة الصدوع للاتجاه ذاته (13.6%)، أي إنّ هناك تطابقًا كبيرًا بين الاتجاهات العامة للمجاري المائية من جهة، والصدوع من جهة ثانية، وقد بلغ معامل الارتباط بيرسون بينهما نحو (0.7)، فالعلاقة طردية قوية نسبيًا.

2- يلاحظ مما سبق أنّ هناك توافقًا في تراتبية الزمرتين الأولى والثانية، في حين احتلت زمرة الاتجاهات الشمالية الغربية - الجنوبية الشرقية الرتبة الثالثة بين زمر اتجاهات المجاري المائية، يوازيها في الرتبة زمرة الاتجاهات الشمالية الشرقية - الجنوبية الغربية للصدوع، وكذلك الأمر بالنسبة إلى زمرة الاتجاهات الشمالية الشرقية - الجنوبية الغربية من المجاري المائية التي احتلت المرتبة الرابعة، يساويها في الرتبة زمرة الاتجاهات الشمالية الغربية - الجنوبية الشرقية، ويُفسر هذا التعاكس الواضح في التراتبية بأن الصدوع ذات الاتجاه (الشمالي الشرقي - الجنوبي الغربي) التي تحمل الرتبة الثالثة بين اتجاهات الصدوع، قد شكلت منخفضات طبوغرافية تتخذ ذات الاتجاه كمنخفض نهر قره جالية ومعظم أودية مجاري الرتبتين الرابعة والخامسة، فتعامدت منحدراتها على محاورها، وأعطت

مجري مائية ذات اتجاه (شمالي غربي - جنوبي شرقي)، وهي الرتبة الثالثة بين اتجاهات المجاري المائية.



الشكل رقم (14) يبين اتجاهات المجاري المائية حسب نسب أعدادها في حوض وادي القنديل

الشكل من إعداد الباحث اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية، وبرنامج Excel.

9- معدل التجفف:

يقصد به طول المجاري المائية التي خسرتها الشبكة المائية دائمة الجريان من أصلها، بفعل تجفف أجزاء منها - تحولها إلى مجار جافة أو موسمية الجريان - نتيجة لتغير المناخ نحو مناخ أقل رطوبة، وتتخذ معادلته الشكل الآتي⁽⁴⁵⁾:

$$\text{معدل التجفف} = \frac{\text{كثافة أطوال المجاري المائية الفعلية} \times 100}{\text{كثافة أطوال المجاري المائية العامة}}$$

ويقصد بالكثافة الفعلية ناتج قسمة أطوال المجاري دائمة الجريان على مساحة الحوض، في حين تنتج الكثافة العامة من قسمة مجموع أطوال المجاري المائية (دائمة كانت أم موسمية أم جافة) على مساحة الحوض، وبشكل مختصر فإن معدل التجفف هو حاصل قسمة أطوال المجاري المائية دائمة الجريان على مجموع أطوال المجاري

المائية كلاًها، وقد بلغ في حوض القنديل (9.5%) مما يعني أن نحو (90%) من شبكة المجاري المائية قد تعرض للتجفف، ولتفسير هذا الناتج يمكن وضع ثلاثة احتمالات: أولها أن مناخ المنطقة شهد تغيراً نحو الجفاف، تراجعت فيه كميات الأمطار بشكل عجزت معه عن تزويد الشبكة النهرية بالمياه، وثانيها أن عدداً كبيراً من ينابيعه قد جفت أو لم تعد قادرة على تزويد شبكة المجاري المائية بالمياه، وثالثها: أن كلا العاملين يتحمل مسؤولية تدهور الشبكة النهرية، وهي ظروف يفترض أن المنطقة لم تشهدها إلا في الفترات بين الجليدية*، لكن ما يؤخذ على معادلة التجفف هو أن مصطلحاتها لا تعبر عن واقع الحال، حيث لا تعني الكثافة الفعلية التي تشير إلى مجموع أطوال المجاري دائمة الجريان مقسوماً على مساحة الحوض، أن المجاري الأخرى غير فعلية، فهطول الأمطار على كامل الحوض - خصوصاً إذا كان صغير المساحة - يسبب جريان الماء في المجاري المائية جميعها، ومن ثم فإن كامل شبكة المجاري المائية هي مجاري فعلية في وظيفتها الجيومورفولوجية أي كان جريان الماء فيها دائماً أم مؤقتاً، لذلك يقترح الباحث استبدال المصطلحين بكثافة أطوال المجاري المائية الدائمة، وكثافة أطوال المجاري المائية العامة.

الخاتمة:

يمكن إيجاز أهم النتائج التي خلص إليها البحث على النحو الآتي:

1. لوحظ وجود نمط واضح لخصائص سطح الحوض، حيث ينخفض بشكل تدريجي بالاتجاه من الشمال الشرقي نحو الجنوب الغربي، وكذلك الأمر بالنسبة إلى قيم تضرسه، ويتوافق ذلك مع انتشار صخور الحقبين الثاني والثالث (الأفيوليتية والكلسية) في القطاع العلوي منه، في حين تسود صخور الحقب الثالث والرابع (الكلسية والرمال والحصى) في القطاعين الأوسط والجنوبي منه، وتنتشر الصدوع بشكل رئيس في المنطقة العليا والوسطى منه، أمّا كمية الأمطار التي يستقبلها الحوض فتتخفف بالاتجاه من عاليته نحو سافلته.

* يتطلب هذا الاحتمال أو الفرض دلائل ميدانية لإثباته أو نفيه.

2. يعكس توزع الصدوع واتجاهاتها مدى تأثر الحوض بالحركات البنائية المحلية والإقليمية من شد وضغط وتصدع، فقد سادت الصدوع ذات الاتجاه الشرقي - الغربي، تلتها الصدوع ذات الاتجاه الشمالي - الجنوبي، ثم الصدوع ذات الاتجاه الشمالي الشرقي - الجنوبي الغربي.
3. أعطت المعادلات المستخدمة نتائج موافقة للملاحظة البصرية، وأكدت أن شكل الحوض أقرب إلى الشكل المثالي، وأثبتت ذلك صحة الفرضية الأولى.
4. تباينت قيم كثافة أطوال المجاري المائية وأعدادها تبعاً لطبيعة أنواع الصخور السطحية وخصائص السطح، فارتفعت في مناطق انتشار الصخور الأفيوليتية، والتضرس المرتفع، وانخفضت في مناطق انتشار التوضعات الرباعية.
5. سادت المجاري المائية ذات الاتجاه الشرقي-الغربي، تلتها زمرة المجاري المائية ذات الاتجاه الشمالي-الجنوبي، ثم المجاري المائية ذات الاتجاه الشمالي الغربي-الجنوبي الشرقي، وأخيراً المجاري المائية ذات الاتجاه الشمالي الشرقي-الجنوبي الغربي.
6. أعطى استخدام الطرائق الإحصائية - الهندسية لدراسة اتجاهات الصدوع والمجاري المائية وشكل الحوض وخصائص شبكته المائية، نتائج استفيد منها في تحديد أهم خصائص الحوض الجيومورفولوجية والبنائية، وهو تحقيق وإثبات لصحة الفرضية الثانية.
7. هناك ترابط وثيق بين اتجاهات الصدوع من جهة واتجاهات المجاري المائية من جهة أخرى في حوض وادي القنديل، ويتمثل هذا الترابط بعلاقتين، الأولى: مباشرة كتأثير الصدوع في نشأة المجاري المائية الرئيسة واتجاهها، أو المنخفضات التي سلكتها المجاري المائية الرئيسة، والثانية: غير مباشرة، كتأثير الصدوع في تشكيل منخفضات بنائية تحيط بها منحدرات ذات مجاري مائية متعامدة مع محور المنخفض أو اتجاه الصدوع، وهو إثبات لصحة الفرضية الثالثة.

قائمة المراجع

- 1- حاج حسن، محمد فائد، (1986): بحوث جيومورفولوجية حول التضريس الكارستي في هضبتي مارتل وغراما، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة بوردو الثالثة، كلية علوم الأرض، قسم الجغرافيا، بوردو، ص ص (37-46) (284-300).
- 2- حاج حسن، محمد فائد، (1996): أسس الجيومورفولوجيا المناخية، منشورات جامعة دمشق، دمشق.
- 3- حاج حسن، محمد فائد، (2003): محاضرات غير منشورة لطلبة الدراسات العليا، قسم الجغرافية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة دمشق.
- 4- حسين، كمال محي الدين (1998): جيولوجية سورية الإقليمية (2)، منشورات جامعة دمشق، دمشق.
- 5- حليلة، عبد الكريم، (2001)م: إقليم الساحل السوري (دراسة في جغرافية المياه)، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة دمشق، دمشق.
- 6- دسوقي، صابر أمين، (1981): جيومورفولوجية الجانب الشرقي لحوض النيل فيما بين الصف وحلوان، المجلة الجغرافية العربية، العدد 32، القاهرة. ص 65- 109.
- 7- دوفوماس، إتيان (1985): بنية ومورفولوجية الشرق الأدنى، ترجمة عبد الرحمن حميدة، مطبعة طربين، دمشق.
- 8- ستريلر، آرثر، (1997): الجغرافية الطبيعية، ترجمة محمد السيد غلاب، مكتبة الإشعاع الفنية، الإسكندرية.

- 9- سلوم، غزوان، (2004)م: جيومورفولوجية أحواض التصريف المائي شرق وادي النيل، بين حوض وادي سنور شمالاً وجبل قرارة جنوباً، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة أسيوط، أسيوط.
- 10- صالح، أحمد سالم، (1999) : العمل الميداني في قياس أشكال السطح، دراسة في الجيومورفولوجيا، عين للدراسات والبحوث الإنسانية والاجتماعية، القاهرة.
- 11- عاشور، محمود ، (1983): التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي، مصادر البيانات وطرائق القياس، المجلة الجغرافية العربية، العدد 15، القاهرة. ص 101-125.
- 12- عثمان، ليلي، (1977): ثورة التصورات الجغرافية، وتطور مناهج البحث، المجلة الجغرافية العربية، العدد (10)، القاهرة، 47.
- 13- محسوب، محمد صبري، (1997) : جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، دار الفكر العربي، القاهرة .
- 14- مصطفى، محمد رمضان، (1993): هضبة الدفة، دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة عين شمس، القاهرة.
- 15- الموصلي، عماد الدين ، (1983)م: البحث الجيومورفولوجي، مناهجه وأساليبه، مصوراته وتطبيقاته، منشورات جامعة دمشق، دمشق.
- 16- المذكرة الإيضاحية لرقعة اللاتقية، (1991): مرجع سبق ذكره.
- 17- المذكرة الإيضاحية لرقعة اللاتقية X-4-b N136- مقياس 1:50000 (1991): ص ص 129-134.

- 1- Chorley, R.J; (1962): Geomorphology and General Systems Theory , in King, C.A.M; (ed): (1976): Landforms and Geomorphology Concepts History, Dowden & Ross .Inc .Pennsylvania , PP 238-244.
- 2- Chorley. R. J (1973): Introduction to Fluvial Processes , Methuen & Co . Ltd .Cambridge. p 49.
- 3- Chorley, R .J & Schumm, S .A & Sugden , D .E ; (1984) : Geomorphology , Methuen, London.
- 4- Clarke , J.I ; (1970) : Morphometry from Maps , In Dury , G.H;(ed) : (1970) : Essays in Geomorphology , HEINEMANN, London.
- 5- Dade , W .B ; (2001) : Multiple Scale in River Basin Morphology , Amer . Jou. Soc . Vol 301, [www . gelogy .yale.edu/~ais/2000/jou/qan010100060.pdf](http://www.gelogy.yale.edu/~ais/2000/jou/qan010100060.pdf).
- 6- El-Ashry, M.J: (1971): Quantitative Method for Grading Drainage Density, Geo. Sci., Amer. Bull. V. 82.
- 7- Flint, J.J; (1973): Experimental Development of headward Growth of channel Net-work, Geo. Sci, Amer, Bull, V. 84. P 1090-1901.
- 8- Gregory, K . J & Willing , D .E ;(1973) : Drainage Form and Processes Geomorphology Approach, Edward Arnold , London .
- 9- Gregory, K. J, (1977): Stream network volume: An Index of channel morphometry, Geo. Sci. Bull, v. 89.
- 10- Horton, R, E ;(1945): Erosional Development of Streams and their Drainage Basins Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology, Geo, Soc, Amer, Bull, V,56.
- 11- Kirkeby, M.J ; (1973) : Erosion by water on the Hillslop , In Chorley, RJ (1973) (ed) : Introduction to Fluvial Processes.
- 12- Keller, E.A & Pinter. N ; (2002): Active Tectonics , Earthquakes, Uplift and Landscape, 2 edition, Prentice Hall, New Jersey.
- 13- Leopold , L .B & Miller , J , P ; (1956) : Ephemeral Streams – Hydraulic Factors and Relation to the Drainage Net , U . S .Geol , Survey , Prof, paper 282.
- 14- Miller, T.K& Onest, L.J; (1977): Multivariate empirical test of the Leopold and Miller Stream order-hydraulic Geometry Hypothesis, vol. 88.
- 15- Morisawa, M ; (1968) : Stream, their Dynamic and Morphology, Mc Grow – Hill, New York.

- 16- Ritter, D.F & Kochel, R.C & Miller J.R ; (1995) :Processes Geomorphology, third Edition, Wm C , Brown Publishers, London.
- 17- Schumm , S.A; (1956) : Evolution of Drainage Systems and Slope in Badland at Perth Amboy New York , Geol , Soc , Ame , Bull , Vol 6.
- 18- Schumm , S ; (1977) : the Fluvial System , John Wiley & Sons , New York.
- 19- Selby, M. J; (1985): Earth's Changing Surface, An Introduction to Geomorphology , Clarendon Press.
- 20- Selby, M.L; (1985): Earth's Changing Surface, An Introduction to Geomorphology, Clarendon Press.
- 21- Shreve, R.L; (1966): Infinite Topologically Random Channel Network, Publication No. 494. University of California, Los Angeles 90024.
- 22- Small, R.J ; (1978) : the Study of Landforms , University Press , Cambridge, London.
- 23- Smith, K, G; (1950); Standard for Grading Textures of Erosional Topography- Am. Jour SCI. v. 248.
- 24 - Strahler , A ; (1952) : Dynamic Basis of Geomorphology. Geol. Soc . Amer Bull . Vol.63. PP 923 -925 . in King , C.A.M ; (ed) : (1976): Landforms and Geomorphology Concepts History , Dowden & Ross .Inc .Pennsylvania , PP 324-326 .
- 25- -Strahler, A.N; (1957): Quantitative Analysis of watershed Geomorphology, Am, Geophys, union vol. 33.