مفهوم الاستطالة والاستدارة، وطرائق ترتيب المجاري المائية (دراسة مورفومترية)

الدكتور غزوان سلوم*

الملخص

تعد معادلتا الاستطالة والاستدارة أشهر معادلات التجانس المستخدمة في فرز أحواض التصريف المائي بحسب قرب أشكالها من المستطيل أو الدائرة، إلا أن تطبيق الأولى على أحواض التصريف المختارة، بين عدم جدواها في إعطاء نتائج دقيقة تصادق عليها الملاحظة البصرية في حالات شديدة التعرض بين الشكل والنتيجة، فضلاً عن أنها لم تصنف الأحواض بحسب قرب أشكالها من الشكل المستطيل، أما معادلة الاستدارة فكانت أكثر قرباً من الواقع الجيومورفولوجي في عموم نتائجها، لكنها لم تساعد على فرز الأحواض تراتبياً بحسب بعد أشكالها أو قربها من الشكل الدائري. لذلك اقتُرِحتْ معادلتان جديدتان، أفضى تطبيقهما إلى نتائج أكثر قرباً من الواقع الجيومورفومتري لها، فضلاً عن فرز الأحواض بصورة أكثر دقة من حيث قرب أشكالها أو بعدها عن الشكل المستطيل أو الدائري.

كما عجزت الطرائق المعروفة لتصيف المجاري المائية- وهي طرائق هورتونوسترهلر وشريف- عن تقدير الحجم الفعلي للشبكة النهرية بدلالة رتبة مجراها الرئيس، وهو أمر أتاحته الطريقة المقترحة مع صعوبة ترميز شبكة المجاري المائية وفقها.

* قسم الجغرافية- كلية الآداب والعلوم الإنسانية - جامعة دمشق

مقدمة:

أشعلت الطرائق الإحصائية، والمعادلات الرياضية في الجغرافية جذوة الابتكار والإبداع لدى كثير من الباحثين، فتحولت من ظاهرة فردية وأفكار متناثرة في مؤلفات غير شائعة عالمياً، إلى نهج واضح، وضع لبناته في مجالي الهيدرولوجيا والجيومورفولوجيا، مهندس المياه الأمريكي روبرت هورتون Robert Horton، الذي دأب في صياغة مفاهيم قد تكون معروفة في عهده، لكن بأسلوب رياضي جديدوبسيط في بحوث عدة نشرها بين عامي (1926-1945)م، فأحدث حراكاً علمياً تبناه فيما بعد فريق من العلماء، ليغدو ثورة كمية أُطلقت كموجة عارمة بلغت ذروتها بداية العقد السابع من القرن الماضي، فبنت مذهباً جديداً، أصبح له أتباعه بعد سنين من التأسيس له والدفاع عنه، فنضجت أفكاره على يد علماء ومنظرين أتقنوا صياغة العلاقات المكانية بين عناصر الوسط الطبيعي بلغة رياضية - إحصائية، أصبح لها كلمة الفصل في تحليل كثير من جوانب علوم الأرض وتفسيرها، ويتألف مصطلح Morphometry من مقطعين morpho وتعني الشكل، وmetry وتعني قياس، وقد عرف بأنه: إجراء قياسات وتحليل رياضي لأشكال تضاريس سطح الأرض، من حيث الشكل والأبعاد (Pareta,K&. Pareta . U, 2011: p 1)، إلا أن بعضهم حدد مجالاته ضمن أحواض التصريف المائي حصراً (Goudie .A.S, (Ed), 2004: p 696).

ومع الطمأنينة التي وفرها الأسلوب الجديد بنتائجه المؤكدة رياضياً، إلا أنه أثار جدلاً واسعاً، جعل من البحوث المتخصصة بهذا الشأن ساحة صراع علمي، أسفر عن قبول بعض الطرائق والمعادلات بسبب صحتها أو سهولة تطبيقها، فارتدت الدراسات الجيومورفولوجية حِلة جديدة بمقاسات دقيقة، وأصبحت النكهة الرياضية المضافة إلى الدراسات الجيومورفولوجيةقديماً، شرطاً رئيساً في الدراسات الحديثة يؤكد موضوعيتها وجديتها، ومع نجاح نظم المعلومات الجغرافية GIS، بأن تكون الأقدر على محاكاة الطبيعة، إلا أنها مازالت تعتمد في إعداد برامجها على ما يقدم لها من

معادلات وطرائق إحصائية، ولعل قصورها في عملية فرز أحواض التصريف المائي بحسب أشكالها، وعدم طرح بديل عن المعادلات الشائعة لهذا الغرض، هو ما أبقى الأخيرة على مكانتها، مع استمرار الجدل في مصداقية الأسلوب المورفومتري وجودة أدائه في البحوث الجيومورفولوجية والهيدرولوجية.

منطقة البحث:

بلغ عدد أحواض وحويضاتالتصريف المائي التي طبقت عليها المعادلات الرياضية وطرائق تصنيف المجاري المائية، (25) حوضاً، اختيرت من مناطق مختلفة جيومورفولوجياً، يقع سبعة منها في إقليم الساحل السوري، وهي تباعاً من الشمال إلى الجنوب: حوض صاري آغاج، والقنطار، والعرب، والمتن، والمخرج- وهو أحد حويضات نهر الحصين- وطالب والبلانة، وتمتد بين دائرتي عرض (52 ´35 °) و(50 ´34 °) شمال خط الاستواء، وخطي طول (35 ´46 ˝30 °)(36 °) شرق غرينتش، وعشرة أحواض تقع في الساحل اللبناني، هي على التوالي من الشمال إلى الجنوب: الناعمة، دنيب، السعديات، برجا،الرويسة، جب عبرا، الشيخ سالم، الوردانية، الأخضر، عبرة والأسود، وتمتد بين خطي عرض(45 ´33 °) (30 ´31 °33) شمال خط الاستواء، وخطي طول (30 ´35 °) (35 ´21 °) شرق غرينتش، وتصب جميعها في البحر المتوسط، في حين تتوزع الحويضات الخمس المختارة من حوض بردى الأعلى في مناطق الزبداني ورياق وقطنا، وهي أحواض (أبو سالم، والعورة، والعراد، وهريرة، وبسيمة) على مناطق متفرقة بين خطي عرض (30 ´36 °33) و(33 ´28 °)، وخطي طول (36 ´14 °) (36°)، وتنتهي جميعها إلى نهر بردى أحد أحواض إقليم جبال لبنان الشرقية، أما حوضا داد خين والجفرا، فينتهيان إلى نهر العاصي في منطقة جسر الشغور، ويقعان بين خطي عرض (35 ´34 °) (35 ´49 °) شمال خط الاستواء، وخطي الطول (36 ´17 ˝30 °) و(36 ´24 °) شرق غرينتش.

أهداف البحث:

في محاولة للتوصل إلى تصور منطقي عن صحة استخدام بعض معادلات التجانس والطرائق الإحصائية - الهندسية لقياس حجم الشبكة النهرية، حاول الباحث وضعها تحت مجهر التدقيق والفحص، بل وشرحها بمقبض النقد إن لزم الأمر، لإجلاء ما لاحظه من لغط حولها، ولإبداء الرأي فيها من وجهة نظر تحتاج تكاملاً مع أراء أخرى، من خلال الأهداف الآتية:

- تحديد عيوب كل معادلة وطريقة لترتيب المجاري المائية من الطرائق الشائعة في الدراسات المورفومترية، مع تفسير ذلك جيومورفولوجياً.
- طرح بديل رياضي - إحصائي عن المعادلات المورفومترية، والطرائق المتبعة في تحديد رتب المجاري المائية ومن ثَم حجم الشبكة النهرية، يمكن عـدها مـدخلات مقترحة لمن شاء استخدام نظم المعلومات الجغرافية، في تحديد أشـكال أحـواض التصريف النهري.

إن تحقيق ما سبق من أهداف يستدعي تطبيق المعادلة الواحدة على الأحـواض جميعها - حتى وإن خالف شكلها طبيعة المعادلة- وذلك لاختبار المعادلة بدلالة شكل الحوض، وليس العكس.

منهج البحث:

اتبِع المنهج الاستنتاجي، الذي يفيد في الاستدلال على النتائج من مقدمات محددة بطرائقَ قياسية، تجعل صحة النتيجة محتوماً مادامت المقدمات صادقة (صفوح خير، 2000: ص 124)، وهو منهج يتوافق مع الأسلوب الكمي الرياضي الذي بني على أساسه البحث، كما اعتُمِد على الأسلوب الكارتوغرافي لرسم الخرائط المطلوبة.

أدوات البحث:

تعد الخرائط الطيوغرافية الأداة الوحيدة التي استخدمت في أثناء وضع المعادلات الكمية أو الأساليب الهندسية لدراسة أحواض التصريف النهري وشبكاتها النهرية، مما

ألزم الباحث اعتمادها، لتصبح المقارنة منصفة، بين المعادلات المعروفة دولياً وما سيطرح كبديل عنها، وقد استخدمت الخرائط الآتية:

- خارطة صيدا الطبوغرافية، مقياس 1:50000، لعام (1944)م.
- خارطة الزبداني الطبوغرافية، مقياس 1:50000، لعام (1929).
- خارطة رياق الطبوغرافية، مقياس 1:50000، لعام (1939).
- خارطة قطنا الطبوغرافية، مقياس 1:50000، لعام (1945).
- خارطة كسب الطبوغرافية، مقياس 1:50000،لعام (1943).
- خارطة طرطوس الطبوغرافية، مقياس 1:50000،لعام (1973).
- خارطة اللاذقيةالطبوغرافية ، مقياس 1:50000، لعام (1928).
- خارطة جسر الشغور الطبوغرافية،مقياس 1:50000، لعام (1943).

الدراسات السابقة*:

ظهر خلال العقد الماضي مجموعة من البحوث التطبيقية في مجال التحليل المورفومتري، منها بحث (آل سعود 2000) بعنوان (نمذجة التحليل المورفومتري لشعب نساح)، فيه وضِع نموذج تضاريسي TerrainModel، بشطريه الرياضي والرقمي، اعتماداً على قياسات حقلية جيوديزية مدمجة، باستخدام صور فضائية لقمر SPOT، إلا أنه خلص إلى نتائج بسيطة، كطول الحوض وارتفاع سطحه وبعض خصائص شبكته المائية، ومن البحوث المورفومترية التي استخدمت تقنيات نظم المعلومات الجغرافية GIS في تحديد خصائص أحواض التصريف المائي، بحث (Ajibade& Others 2010)، الذي قُدمت فيه رؤية متكاملة لدراسة حوضي أغيونبا

*سبق ذكر بعض أهم الدراسات السابقة في بحث سابق للباحث بعنوان ((حوض وادي القنديل (دراسة مورفومترية) مجلة جامعة دمشق–المجلد 28 – العدد الأول 2012.

وأغبيرا، وهما من أحواض إقليم أيبادان النيجيري، تم التأكيد فيه على عدة شروط لا بد من توافرها في الدراسة الجيومورفولوجية- المورفومترية، لتغدو أكثر فائدة وأهمية على الصعيد التطبيقي، منها: أن دراسة الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف المائي تسهم في تحدد زمن التركز Concentration time، وهو من المؤشرات الهيدرولوجية الضرورية لمعرفة خصائص قمة الفيضان، كما يجب تحديد الخصائص الجيومورفية لأحواض التصريف، التي تعد بمنزلة مفتاح التحكم بخصائصه الهيدرولوجية، مع الأخذ بالحسبان ماضي الحوض، وحاضره، والتغيرات التي لحقت بشكله عبر الزمن، وظف ما سبق كلّه في اقتراح حلول علمية لمشكلة جرف التربة وتعريتها، وتدهور حالة سطح الأرض بسبب العمليات الجيومورفولوجية الجارية عليه. كما اعتمد كثير من البحوث على المعادلات الشائعة (الاستطالة- الاستدارة) لقياس أشكال أحواض التصريف، وعلى طريقة (Strahler) لترتيب المجاري المائية، وقد تحقق بصدور هذه البحوث أكثر مخاوف الجيومورفولوجي العارف بخفايا هذه المعادلات وعيوبها والطرائق الإحصائية، فكانت نتائجها دقيقة إلا أنها غير صحيحة، الأمر الذي يترتب عليه بطلان النتائج والتوصيات كلّها التي خرجت بها، فضلاً عن إضاعة كثير من الجهد والوقت دون أدنى فائدة، ومنها بحث (Al Saud. 2009)، عن حوض WadiAurnah على الساحل الغربي لشبه الجزيرة العربية، الذي خرج بنتائج يمكن التوصل إليها باتباع الأساليب التقليدية في رسم الشبكة المائية وترتيب مجاريها، وبحث (Pawar&Raskar 2009, p 95-97) عن أحد أحواض الساحل الغربي للهند، ومع الجهد الواضح في رسم الشبكة النهرية، إلا أنه رتبها وفق أسترهلر، وهي طريقة لها عيوبها كما سيرد لاحقاً، أما بحث (بدر 2012)، وهو بعنوان: التحليل المورفومتري الكمي لحوض وادي المر، وتقييم نوعية المياه الجارية فيه، فيتميز بحسن استخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، في إعداد خرائط مورفومترية نوعية لغايات تطبيقية هندسية وهيدرولوجية مهمة - مع تحفظنا على صحة نتائج المعادلات

الرياضية الخاصة بشكل حوض التصريف- وتتسع المكتبة الأجنبية لمراجع من الصعب عدها أو إيرادها، كحصيلة طبيعية لتراكم دراسات جيومورفولوجية-هيدرولوجية، ذات طابع مورفومتري تعود لنحو مئة عام مضت، وسيرد ذكر بعضها لاحقاً.

أشكال أحواض التصريف المائي:

تتخذ أحواض التصريف المائي أشكالاً تعكس طبيعة العلاقة بين نظامين يؤثران في بعضهما: أولهما جيومورفولوجي، يضم (المجاري المائية، والسهول الفيضية، والسفوح، والدلتاوات..)، وثانيهما: هيدرولوجي، يشمل كمية الماء الجاري والحمولة الرسوبية (Schumm. S.A &Piegay. H, (2003): p106)، وتوصف أحواض التصريف المائي بناءً على طبيعة هذه العلاقات بالنظم المفتوحة Open system التي تنشط فيها عمليات معقدة متكيفة ذاتياً complex adaptive process، بين المادة والطاقة، وهي متداعية وفق سلسلة من التغيرات المتناغمة، التي تحفظ لها توازنها ضمن إطار حركي (ديناميكي)، من فعل ورد فعل بين الضوابط الثلاثة الناظمة والمحددة لسمات الإقليم الجيومورفولوجي، وهي: العوامل Factors والعمليات Processes وما ينتج عنها من أشكال تضاريس السطح Landforms، ومن ثَم فإنه من البديهي القول: إن أشكال أحواض التصريف المائي مختلفة مكانياً، ومتغيرة زمنياً.

الدراسة المورفومترية:

مثّل الأسلوب الرياضي قفزة نوعية حسنت الأداء العلمي للبحوث الجيومورفولوجية والهيدرولوجية والجغرافية، ودعمت المناهج التي تبنت التحليل الموضوعي أساساً ونهجاً لها، وحقق أربعة أهداف مهمة جداً، وهي:

- إضفاء صفة الدقة والواقعية على دراسة تضاريس سطح الأرض، إذْ أصبحت القياسات الحقلية والهندسية من أهم المؤشرات المستخدمة في التوصل إلى نتائج منطقية وعلمية، وهي بدورها تمثل مدخلات للعديد من المعادلات الرياضية.
- الابتعاد عن التقييمات الشخصية للباحثين، والتقيد بأسلوب مجرد وموضوعي لتحديد الخصائص الشكلية للتضاريس، وذلك باستخدام قياسات ودلائل كمية وإحصائية.
- أتاحت الدراسات المورفومترية الفرصة لإجراء المقارنات الصحيحة والمجدية بين مظاهر سطح الأرض المتشابهة في الشكل، وترتيبها وفق حدود دقيقة وواضحة.

أفضى اتباع الأسلوب الرياضي - الإحصائي في الجيومورفولوجيا إلى نتائج تستخدم في إعداد خرائط جيومورفولوجية موضوعية، وأعمال حقلية دقيقة وموجهة لغايات تطبيقية ومنفعية، مما يعني ضرورة تمكّن الباحث من أسلوبين آخرين، هما الأسلوب الكارتوغرافي، والميداني(Strahler, N.A; (1992):p 17)، وبذلك يتسلح بأهم أدوات البحث الجيومورفولوجي، بدءاً من تجميع المعلومات ثم التوصل إلى نتائج دقيقة بطرائق كمية - إحصائية، وانتهاءً بتمثيلها خرائطياً.

إن ما سبق يؤكد ضرورة أن يكون الأساس المورفومتري للبحوث الحديثة صحيحاً ومتيناً، ومن ثَم يجب أن تتميز الدراسات النقدية التحليلية للمعادلات الرياضية والطرائق المتبعة في ترتيب المجاري المائية، بوعي تام لمدخلاتها، ومدى تمثيلها للعناصر المكانية المرتبطة بالشكل الهندسي الذي تدل عليه المعادلة، كما تحتّم إدراكاً دقيقاً لأهمية المخرجات، بوصفها دلائل وقرائن رقمية توظف في وصف تضاريس سطح الأرض، وصفاً كمياً موضوعياً وحيادياً، مع ضرورة وجود توافق بين المعادلة كمفهوم رياضي، وما وضعت لأجله كمفهوم طبيعي، فوجود عدم توافق بين المدخلات والعوامل من جهة، والمخرجات والعمليات الجيومورفولوجية أو أشكال التضاريس من جهة أخرى، يقلل من صحة نتائجها.

ليست الغاية من البحث تحديد أشكال أحواض التصريف المائي، فهي مهمة يسيرة على العين المجردة، بل الغاية منه اختبار المعايير- إن جاز وصف المعادلات بذلك - التي وضعت لتحديد أشكال أحواض التصريف المائي، ومدى قربها من الأشكال الهندسية، وقد اختيرت مجموعة من أحواض التصريف النهري وفق معايير العشوائية، حيث تنتمي إلى بيئات جيومورفولوجية مختلفة (الساحلية، الجبلية، الهضبية، السهلية)، كما أنها تتنوع بين أحواض كاملة وأخرى كأجزاء من أحواض (حويضات)، وذات خصائص شكلية متباينة، حتى يمكن اختبار المعادلات المستخدمة في مختلف الظروف المكانية للأحواض، وجرى التعامل مع معادلتي (الاستطالة، والاستدارة)، وهما الأشهر بين المعادلات المتداولة في معظم الدراسات الجيومورفولوجية، مع التأكيد أن لا ضرورة لشرح الحالات التي تقترب فيها أشكال الأحواض من المستطيل أو الدائرة وتفسيرها، فليست هذه غاية البحث.

ويلاحظ من الملحق رقم (1) شدة التباين بين أحواضوحويضات التصريف المختارة، فيما يخص المساحات والأطوال وأقصى عرض والمحيط. وهي المدخلات الرئيسة في المعادلات المستخدمة، وقد جاء في مقدمتها من حيث الكِبر في المساحة والأبعاد حوض العراد، في حين كان حوض الناعمة أصغرها مساحة وأقلها اتساعاً، وأقصرها حوض دنيب.

معدل الاستطالة Elongation ratio:

استخدمت معادلة الاستطالة في الدراسات الجيومورفولوجية من قبل (Schumm1956: p612)، بعد أن كانت متداولة في علم البترولوجيا تحت مسمى Wadellsphericity ratio، لتحديد مدى اقتراب شكل الحبيبات الرسوبية من الشكل المكور، وقد عد Schumm أن النتائج الخاصة باقتراب شكل الحبيبة من التكور، يمكن الإفادة منها بتطبيقها على أحواض التصريف، وذلك باستبدال البيانات الخاصة بالحبيبة الرسوبية، ببيانات الحوض النهري، وأكد اقتراب شكل الحوض من الشكل المستدير

في حال اقتراب الناتج من الواحد. أي إن Schumm - وبطريقة مثيرة للاستغراب- غير وظيفة المعادلة الأصلية، وأطلق عليها تسمية لا ترتبط بمدخلاتها الخاصة بالتكور، مستخدماً نتائجها لتقييم استدارة الحوض بقصد قياس مدى استطالته، وتتخذ المعادلة (1) الشكل الآتي:

$$Re = Da / Lo$$

إذْ :Da : قطر دائرة تساوي مساحتها مساحة الحوض.

Lo : طول الحوض.

ويمكن اختصارها باستخدام المدخلات ذاتها، من خلال تعويض قطر الدائرة برموزه الرياضية، ومتابعة استخراج المعادلة بشكل يسهل تطبيقيها، لتتخذ الشكل الآتي (2):

$$Re = \frac{2\sqrt{A / \pi}}{L}$$

ويلاحظ من المعادلة (2)، العلاقة العكسية بين النتيجة وطول الحوض، فكلما اقتربت النتيجة من الصفر، دلّ ذلك على قرب شكل الحوض من المستطيل•، وبتطبيق المعادلة السابقة لوحظ من الملحق رقم (2)، أن قيم استطالة أحواض التصريف المائي راوحت بين (0.375 - 0.931)، ويفترض بالنتائج الأدنى التي وقعت دون (0.5)، أن تدل على الأحواض الأقرب للشكل المستطيل، وهي أحواض: (عين جنة، وشيخ صالح، والناعمة، والأسود، وهريرة)، إلا أن الملاحظة البصرية تؤكد أن أكثر الأحواض اقتراباً من الشكل المستطيل، هي: (حوض جب عبرة، والسعديات، وبسيمة، وعبرة، والعورة، والناعمة)، ومن ثَم فإن حوض الناعمة هو الوحيد الذي دلت عليه

•وضع (Pareta, 2012,p 14) دليلاً لمعدل الاستطالة على النحو الآتي: (1- 0.9) شكل الحوض دائري، (0.9- 0.8) بيضوي، (0.7- 0.8) قليل الاستطالة، (0.5-0.7) مستطيل، (أقل من 0.5) شديد الاستطالة.

نتائج تطبيق المعادلة والملاحظة البصرية، مما يقلل من أهميتها في تحديد مدى قرب شكل الحوض المائي من الشكل المستطيل.

لذلك اقترح الباحث معادلة جديدة، تعتمد على فكرة وضع الحوض النهري داخل مستطيل، بحيث يساوي طوله طول الحوض، وعرضه أقصى اتساع له، وتكون العلاقة الرياضية، بقسمة مساحة الحوض على مساحة المستطيل، وهي طريقة تنسجم مع مفهوم قياس استطالة حوض ما بالمقارنة بشكل المستطيل، وليس بشكل الدائرة كما فعل Schumm. وتتخذ المعادلة المقترحة (3) الشكل الآتي :

$$\text{م.س} = \frac{\text{مساحة الحوض}}{\text{طول الحوض} \times \text{أقصى عرض للحوض}}$$

أو:

$$REg = A / L \,.\, W$$

إذْ :REg: نسبة الاستطالة المقترحة.

A : مساحة الحوض.

L : طول الحوض.

W : أقصى عرض للحوض.

تدل الأرقام القريبة من الواحد على اقتراب شكل الحوض من المستطيل، مما يعني اقتراب قيمة المساحتين من بعضهما، ويفترض وهذه الحال، أن تصغر المساحات بين محيط الحوض وأضلاع المستطيل الهندسي الذي يحتويه، في حين يدل اقتراب الناتج من الصفر، على نقيض ذلك، أي ابتعاد خط تقسيم المياه عن محيط المستطيل الهندسي نحو مركزه، فقد يكون مكوراً، أو متسعاً في قطاعه الأعلى، أو الأوسط، أو الأدنى، ويلاحظ من الملحق رقم (2) أن أكثر الأحواض قرباً من الشكل

المستطيل هي ما تجاوز ناتج تطبيق المعادلة عليها الـ (0.6)، وهي على التوالي من أكثرها قرباً إلى أقلها (المتن، وعبره، وداد خان، وجب عبرة، وبسيمة، والقنطار، والسعديات، والعورة، وطالب، والناعمة، والجفرا، وشيخ صالح)، وهو تصنيف شمل (90%) من الأحواض الأقرب للشكل المستطيل وفق الملاحظة البصرية.

معدل الاستدارة Circularity Ratio:

وضع (Miller 1953, p9)معادلة معدل الاستدارة للتعبير عن مدى اقتراب شكل الحوض من شكل الدائرة، وذلك باستخدام متغيري المساحة والمحيط ، على النحو الآتي (4) :

$$R c = A / A c$$

إذْ R : معدل الاستدارة .

A : مساحة الحوض (كم^2) .

Rc : مساحة دائرة يساوي محيطها محيط الحوض .

أو تتخذ الشكل (5) المستنتج من المعادلة (5)، على النحو الآتي:

$$Rc = 4 \pi A / P^2$$

وتشير النتائج القريبة من الواحد إلى اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري، وبتطبيق المعادلة السابقة على أحواض التصريف المختارة تبين أن أقربها للشكل المستدير - بحسب الملحق رقم (3) - هي أحواض (الجفرا، وداد خان، وصاري آغاج). إلا أن الملاحظة البصرية تؤكد قرب حوض الجفرا تحديداً من الشكل الدائري، ويمكن تفسير دخول بعض الأحواض ضمن فئة الأحواض المستديرة الشكل بحسب معادلة Miller باتخاذها أشكالاً قريبة من الدائرية، كالكمثري، أو شبيهة بالدائرة هندسياً كالمربع - وفيه تبتعد أضلاعه كما محيط الدائرة عن مركزه بمسافات متساوية - أو

يتخذ نصف الحوض تقريباً شكلاً مستديراً، فلا تميزه المعادلة، لاعتمادها على مبدأ حصر مساحة الحوض ضمن دائرة يساوي محيطها محيط الحوض، مما يخرج أجزاءً من المساحة ويدخل أخرى ضمن الشكل المتخيل.

وقد طبق الباحث معادلة Schumm للاستطالة ولكن بغايتها الأصلية- أي باوصفها معادلة لقياس التكور- لتبيان مدى تكور شكل الأحواض المائية، باقتراب الناتج من الواحد، ودلت على اقتراب أشكال تسعة أحواض تصريف مائي من الشكل الدائري: (الجفرا، والقنطار، وبسيمة، وصاري آغاج، والعرب، وداد خان، والمتن، والعراد، ودنيب)، ويبين الملحق رقم (2) أن قيمها راوحت بين (0.603 -0.931) ومع كونها أكدت ترأس حوض الجفرا، لقائمة الأحواض القريبة من الدائرة، إلا أنها أدخلت معه ثمانية أحواض تصريف نهري لا تقترب من الشكل الدائري في الفئة ذاتها، مما يؤكد عدم جدواها في تحديد شكل الحوض، واقترابه من الشكل الدائري.

لذلك اقترح الباحث معادلة جديدة لتبيان مدى قرب شكل الحوض من الشكل المستدير تعتمد على ذات المبدأ الذي أعتمده في معادلة الاستطالة المقترحة، وهو وضع الحوض ضمن دائرة يساوي قطرها طول الحوض، وبذلك سيدخل الحوض بكامل مساحته ضمن الدائرة المفترضة وما يبقى من مساحات بعيدة بين محيط الحوض والدائرة، هي ما يبعد الناتج عن القيمة واحد، ويعبر عن المعادلة رياضياً، بقسمة المساحة المسطحة للحوض، على مساحة دائرة يساوي قطرها طول الحوض النهري، وتتخذ الشكل الآتي (6):

$$\text{ن د} = \frac{4\ (\text{مساحة الحوض})}{\pi .\ (\text{مربع طول الحوض})}$$

أو

$$R\,Cg = 4\ A\ /\ L^2\ \pi$$

إذْ: A C g: نسبة الاستدارة المقترحة.

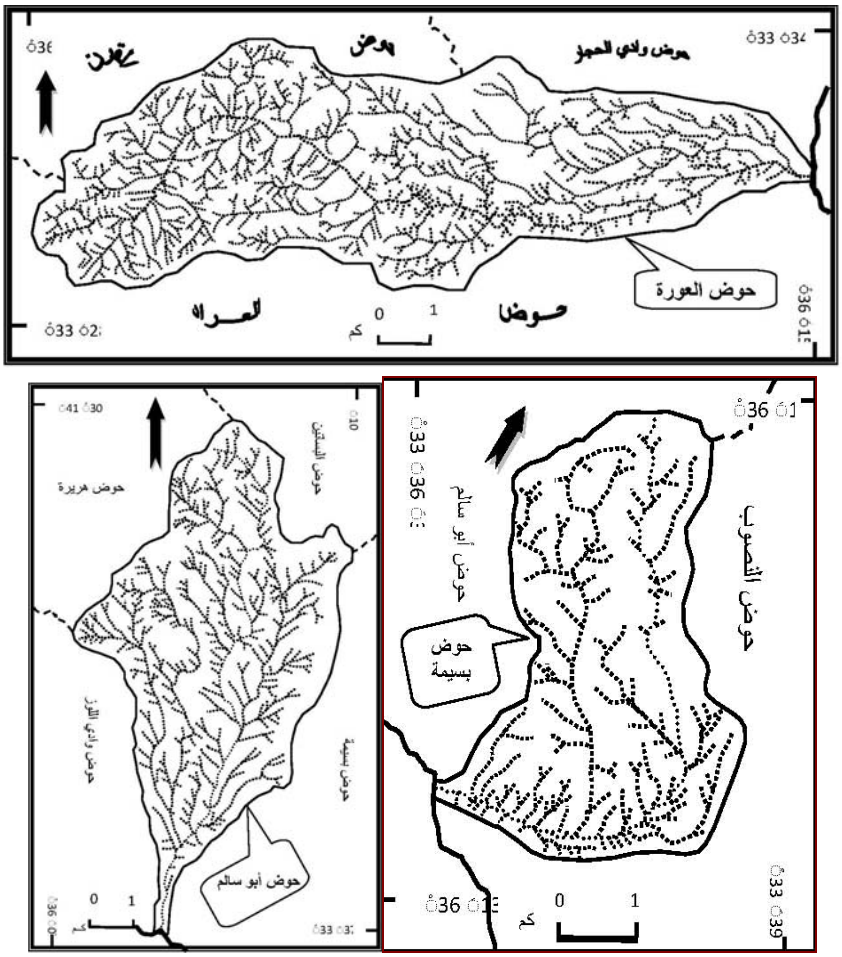
A : مساحة الحوض.

L : طول الحوض.

ومن البديهي القول: إنه كلما اقترب الناتج من القيمة واحد، دل ذلك على اقتراب شكل الحوض من الشكل المستدير، وبين تطبيق المعادلة - ملحق رقم (2)- عدم اقتراب أي من الأحواض المختارة من الشكل المستدير باستثناء حوض الجفرا، الذي بلغت قيمة معدل استدارته (0.868)، وحوض القنطار (0.562)، إلا أن الملاحظة البصرية تؤكد صحة النتيجة في حالة حوض الجفرا، أما حوض القنطار فيتخذ شكلاً دائرياً في قطاعه الأعلى والأوسط، وضيقاً في قطاعه الأدنى، مما يخرجه عن التصنيف، ويدفعنا للقول: إن شكل الحوض يكون قريباً من الدائري وفق المعادلة المقترحة، إذا راوحت قيمها بين (0.6 -1).

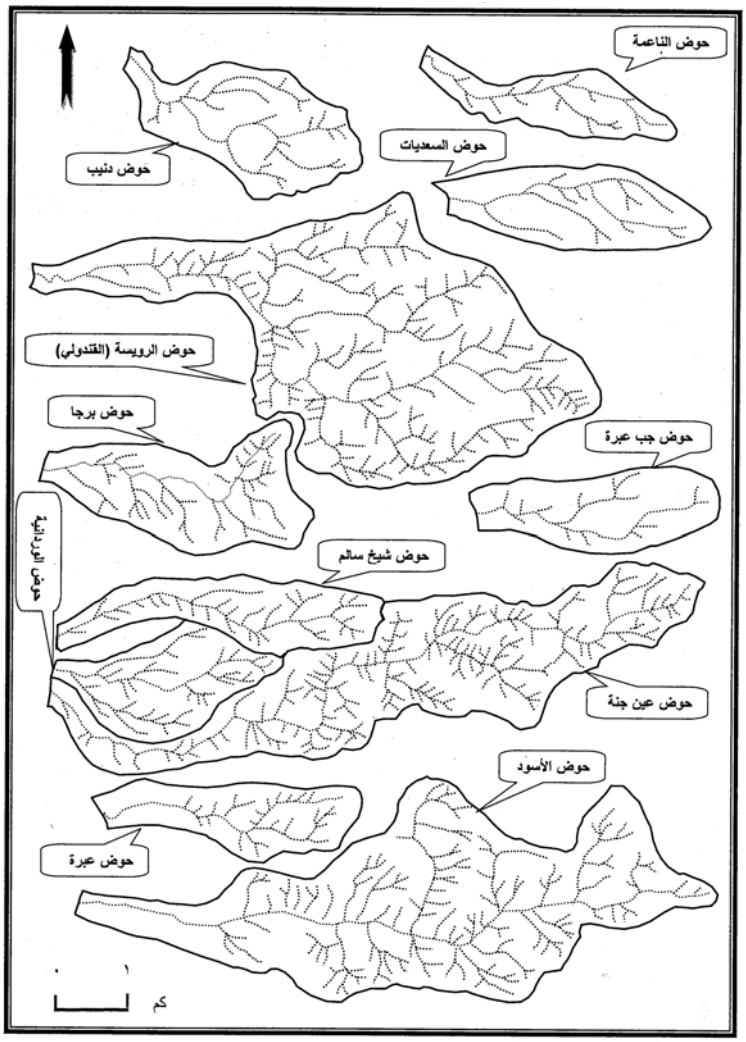
يلاحظ من تطبيق المعادلتين المقترحتين للاستطالة والاستدارة، أن أشكالها تقترب من المستطيل أو الدائرة، كلما اقترب ناتجها من (1)، وبذلك تُحل مشكلة أخرى من مشكلات قراءة نتائج المعادلات، فأحياناً يخطئ - أو يرتبك على الأقل- بعض مستخدمي المعادلتين الأصليتين، في تحديد أيهما يجب أن يقترب ناتجه من الواحد الصحيح ليعطي الشكل المحدد، فناتج معادلة Schumm للاستطالة، يجب أن يقترب من الصفر ليكون شكل الحوض قريباً من المستطيل، في حين يجب أن يقترب ناتج معادلة Miller من الواحد لتعطي دلالة عن قرب شكل الحوض من الشكل الدائري، وهو أمر لوحظ باستمرار لدى كثير من طلبتنا.

شكل رقم (أ-1) يبين أحواض العورة وبسيمة وأبو سالم، من حويضات نهر بردى.



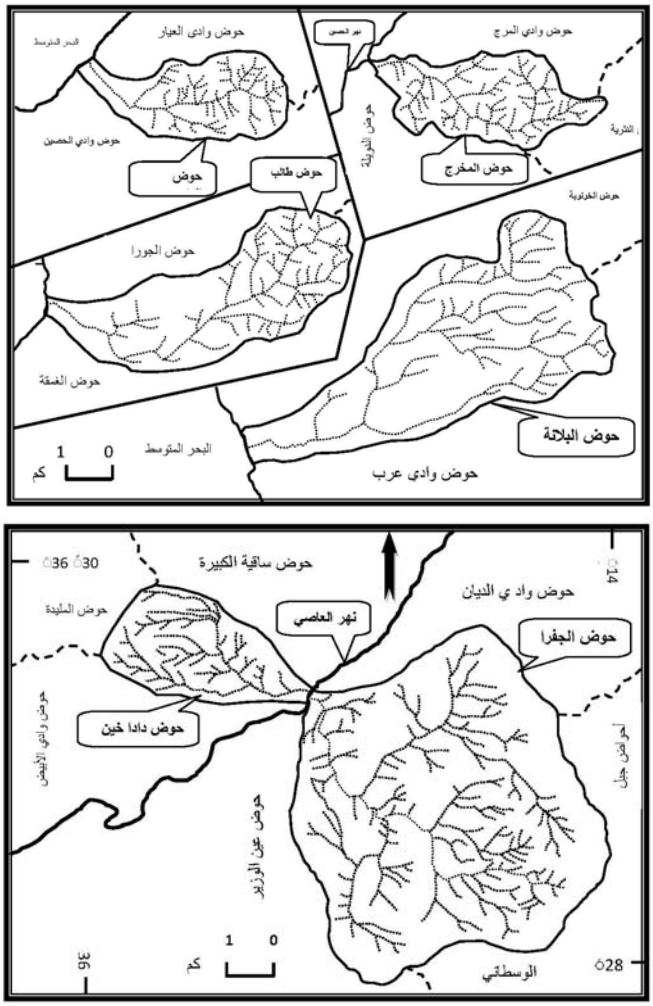
من عمل الباحث اعتماداً على خارطة الزيداني الطبوغرافية، مقياس (1:50000).

شكل رقم (ب-1) يبين أحواض التصريف المائي في منطقة صيدا من الساحل اللبناني.



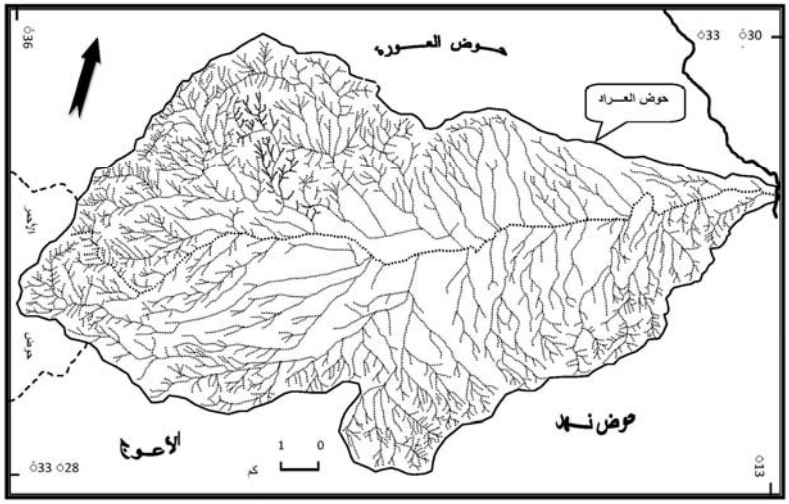
من عمل الباحث اعتماداً على خارطة صيدا الطبوغرافية، مقياس (1:50000).

شكل رقم (ج-1) يبين بعض أحواض التصريف المائي شمال الساحل السوري وحوضين من حويضات نهر العاصي في منطقة جسر الشغور.



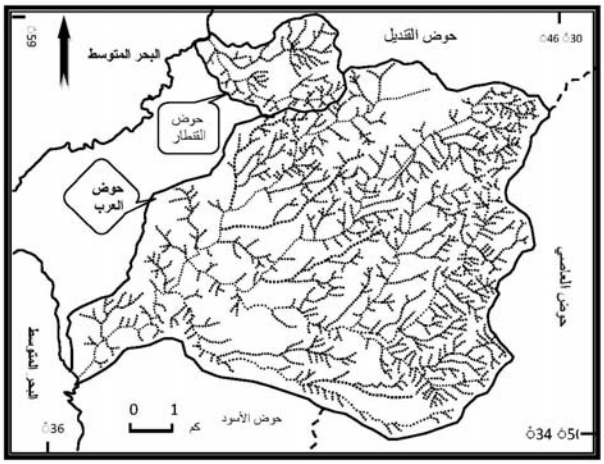
من عمل الباحث اعتماداً على خارطتي طرطوس (العليا) وجسر الشغور (الدنيا) الطبوغرافيتين مقياس (1:50000).

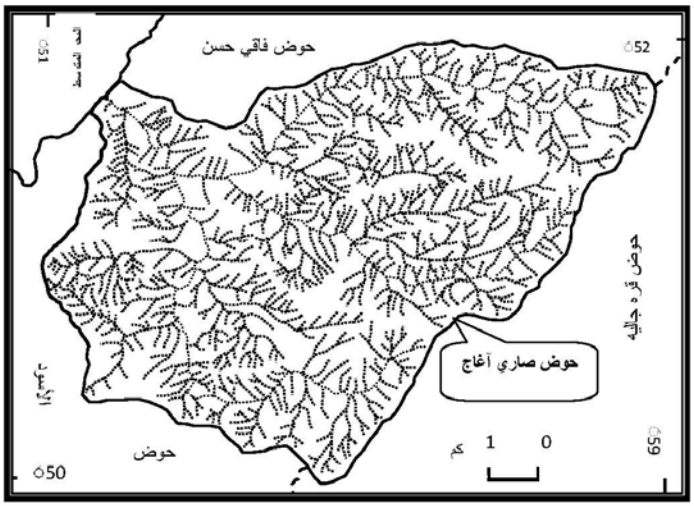
شكل رقم (د-1) يبين حوضي العراد وهريرة، منحويضات نهر بردى في قطاعه الجبلي.



من عمل الباحث اعتماداً على خارطتي الزيداني وقطنا الطبوغرافيتين، مقياس (1:50000).

شكل رقم (هـ-1) يبين أحواض القنطار والعرب وصاري آغاج شمالي الساحل السوري.





من عمل الباحث اعتماداً على خارطتي كسب واللاذقية الطبوغرافيتين، مقياس (1:50000).

طرائق تصنيف المجاري المائية:

يعتقد الباحث أن الغاية من تنظيم المجاري المائية وفق رتب، هي استنتاج التباينات المحلية للمجاري المائية في الشكل والعملية بناء على اختلاف رتبها، و تقدير حجم الشبكة المائية بدلالة رتبة مجراها الرئيس. فضلاً عما أورده (Ward, A & Others, 2008, p 1) من أنها تساعد على فهمها وتفسير التشابه والاختلاف فيما بينها، ويتوافق ذلك مع ما أكدته دراسة (Romshoo, A& Others 2012:p 668)، عن بعض أحواض التصريف المائي في جبال هيمالايا، إذْ لوحظ أن الأحواض ذات الرتب الأعلى تعطي تصريفاً مائياً أكبر، وسرعة جريان أعلى للماء ضمن مجاريه، مما ينجم عنه مخاطر بيئية مؤكدة، بسبب القدرة التدميرية العالية للفيضانات.

يجب ألا يتعارض ترتيب المجاري المائية مع المبادئ الجيومورفولوجية العامة لعمل المياه الجارية، وأهمها: أن تغير رتبة المجرى نحو المصب يعكس بالضرورة تغيرات فعلية في حجم الشبكة النهرية والمساحة الحوضية، ومن ثَم فإن الخصائص

الشكلية للمجرى من الرتبة الأعلى هي بالضرورة مختلفة عن المجاري التي تسبقه أو تليه، كأن يزيد اتساعه وتكبر كمية مياهه وحمولته.

تعددت الطرائق التي حاولت ترتيب المجاري المائية وفق نظام تصنيفي، بدأ بعضها من المنابع نحو المصبات، في حين بدأ الآخر من المصبات نحو المنابع، إلا أن أكثر الطرائق شيوعاً هي طريقة كل من Horton وStrahler وShereve.

1- طريقة Horton:

اعتمد هورتون في صياغة أفكاره ومفاهيمه عن تنظيم أحواض التصريف المائي وتطويرها، على أعمال المهندس الألماني (Gravclius& Park, 1914)، إلا أنه طورها لتصبح أكثر فائدة على الصعيدين الأكاديمي والتطبيقي، من خلال إنجازات علمية كثيرة، بوأتـْه ليحتل مكانة الصدارة بين جيومورفولوجيو أحواض التصريف المائي في زمنه، ولعل أفضل ما أسهم في شيوع أفكار هورتون – فضلاً عن نشرها باللغة الإنكليزية - بحسب رأي كل من (Gardiner & Park 1978)، هو: بناؤه لمنظومة فكرية متكاملة عن نشأة أحواض التصريف المائي وتطورها، مستخدماً طرائقَ رياضية بسيطة، لقياس أطوال المجاري المائية وأعدادها، وتحديد العلاقات المكانية بينها بأسلوب رياضي، يمكن وصفه بالتقنية العددية numerical techniques، والذي أفضى إلى وضع معادلات عرفت لاحقاً بقوانين هورتون، مستخدماً الخرائط الطبوغرافية، وهي الوسيلة المتاحة عالمياً عن أي منطقة، كما أعادت بحوثه عن خصائص الفيضانات وجرف التربة الزراعية، العمل الجيومورفولوجي إلى حيث ينتمي - أي الميدان - محرراً إياه من أسوار الجامعات وقيودها النظرية.

تعتمد طريقته في تنظيم شبكة المجاري المائية لأحواض التصريف وترتيبها، على الخطوات الآتية (Horton, R, E ;(1945):p 281):

- تتخذ المجاري العليا عند المنابع التي لا تتفرع إلى مجارٍ أخرى- أي إنها أول المجاري المائية بعد خط تقسيم المياه مباشرة - الرتبة رقم واحد.
- إن التقاء مجريين من الرتبة (x) يعطي مجرىً من رتبة (x+1).
- يتخذ المجرى الجديد الناتج عن التقاء مجريين من رتبتين مختلفتين، رتبة المجرى الأعلى.
- عندما تحدد الرتبة الأعلى ولتكن (N) يأخذ المجرى الرئيس وحتى امتداده من المجاري الأدنى مرتبة نحو المنابع، الرتبة (N+1).

ولعل أهم عيوب طريقة Horton تتمثل بصعوبة تحديد امتداد المجرى الرئيس نحو المنابع، فغالباً ما يجري ذلك وفق معيار شخصي (ذاتي)، مما يعقد العملية التصنيفية برمتها، فضلاً عن إحداث خلل واضح في تحقيق الغاية من تصنيف المجاري المائية، فلا يمكن بأي حال من الأحوال القبول بفكرة أن أحد المجاري العليا، الذي يمثل امتداد المجرى الرئيس نحو المنابع، يحمل الخصائص الشكلية والمكانية ذاتها للمجرى الرئيس- كونه يحمل الرتبة ذاتها - وبذلك تكون طريقة Horton مخالفة لأبسط مبادئ الجيومورفولوجيا، ولا فائدة ترجى من تطبيقها، ويبين الشكل (2) مثالاً تطبيقياً عن طريقة Horton على حوض الجفرا الذي بلغت رتبة مجراه الرئيس، الرتبة الخامسة، في حين بلغت رتبة مجرى الحويضة الشمالية، الرتبة الرابعة، والحويضة الجنوبية، الرتبة الخامسة، مع أن الفارق بينهما من حيث الحجم يقدر بنحو الضعف، إذْ بلغت مساحة الحويضة الشمالية قرابة (10) كم2، والشرقية (18) كم2.

2- طريقة Strahler:

يعد سترهلر من كبار المسؤولين عن إحداث تحول في الفكر الجيومورفولوجي، وانتقاله من المرحلة الوصفية الشخصية، إلى المرحلة الكمية الموضوعية، يتمثل عمله الأشهر بتعديل طريقة Horton في ترتيب المجاري المائية، عبر بحوث نشرها بين

عامي (Strahler, 1957-1952: p 1120)، وذلك بإلغاء الخطوة الرابعة منها، لتصبح رتبة المجرى الرئيس منسجمة مع فكرة ارتفاع رتبة المجرى كلما اتجهنا نحو المصب، محققاً ما عجزت عنه طريقة Horton، وهو البساطة في التصنيف، والتوافق - ظاهرياً- مع المبادئ الجيومورفولوجية العامة، ووصف عمله هذا، بأنه نقلة نوعية لمعلومات هورتون من حيز المعرفة الهيدرولوجية والفيزيوغرافية، إلى ساحة المفاهيم الجيومورفولوجية المتجذرة في كثير من جوانبها مع الجيولوجيا (Schumm .S. A, 2004):p 53)، وقد لاقت استحساناً وقبولاً عالمياً لسهولة تطبيقها، إلا أن (Chorley1969: p 33) أشار كغيره إلى عيب في طريقة Strahler، فهي لا تظهر حجم التغير المفترض للمجرى المستَقِبل (المرفود) ضمن الشبكة المائية الواحدة، فربما تجتمع سبعة روافد في مجرى من الرتبة الثانية، في حين يجتمع رافدان من رتبة أولى ليشكلا مجرى من الرتبة ذاتها - أي الثانية- الأمر الذي ينجم عنه في رأينا عدة مشكلات، تُفقد الطريقة أهميتها الجيومورفولوجية، وتتمثل بما يأتي:

- تهمل طريقة Strahler وجود العديد من المجاري المائية لصغر رتبتها مقارنة بالمجرى الذي ترفده، مما يعني إقصاء أعداد كبيرة من المجاري المائية، وإعطاء صورة مضللة عنها ومن ثَم فإن الاستنتاجات جميعها التي يمكن أن يستنبطها مطبقو طريقة Strahler عن الخصائص المكانية للحوض النهري، بدلالة رتبة مجراه الرئيس، مثل كفاءة الشبكة النهرية ونظام الجريان السطحي وخطورة الفيضانات.. ستكون غير واقعية.
- ينتج عن العيب الأول، مشكلة أخطر، فطريقة Strahler لا تظهر مدى التباينات المحلية للشبكات النهرية، على مستوى الحوض الواحد أو الإقليم الجيومورفولوجي عموماً.

- ما دامت لا تظهر حجم شبكة المجاري المائية، فهي حتماً لا تفيد في إجراء مقارنات دقيقة بين الأحواض المائية، فضلاً عن إجراء ذلك بين حويضات الحوض الواحد.
- كما أنها تعطي نتائج مضللة، توحي بحدوث تغيرات متماثلة في المجاري المائية التي انتقلت إلى رتب متساوية، إلا أن هذه التغيرات غير فعلية، أو أنها لا تنسجم مع الواقع الجيومورفولوجي.
- أورد (عاشور، 1983: ص121) بعض النقاط المهمة في نقد طريقة سترهلر، فقد يتساوى عدد المجاري المائية في حوضين، وتختلف الرتبة الرئيسة نتيجة لشكل الاتصال بين المجاري، كما أنها لا تظهر التغيرات المفترضة لبعض خصائص المجرى مع تغير رتبته، كعرضه وحجم تصريفه.

ومن ثَم فإن طريقة Strahler لا تلبي حاجة الجيومورفولوجي من تصنيف المجاري المائية، مع بساطتها وسهولة ترميز الشبكات النهرية على أساسها، وهي صفات كان لها أكبر الأثر في شيوعها، إلا أن ذلك لم يمنع اعتراف كثيرين بعدم قدرتها على تقييم الحجم الفعلي للشبكة النهرية، بدلالة رتبة مجراها الرئيس. ويبين الشكل (2) مثالاً تطبيقياً عن طريقة Strahler على حوض الجفرا الذي بلغت رتبة مجراه الرئيس، الرتبة الخامسة، في حين بلغت رتبة المجرى الرئيس فيالحويضة الشمالية، الرتبة الرابعة، وللمجرى الرئيس في الحويضة الشرقية -الجنوبية، الرتبة الخامسة، وهي نتائج لا تعبر عن حجم كلا الحويضتين، ولا فائدة جيومورفولوجية ترجى منها.

3- طريقة Shreve :

عرفت طريقة (Shreve)1966 التي وضعها لتصنيف المجاري المائية اختصاراً بـ (TDCN)، وتمثل الأحرف الأولى من كلمات تحدد الأساس الذي بنيت عليه، وهو

تميز الطبوغرافية لشبكات المجاري المائية topologically distinct channel networks، وفق مبدأ ارتفاع رتبة المجرى المائي بحسب أعداد المجاري المائية الأولية المنتهية إليه، اعتماداً على الوصلات الخارجية Exterior links، وتتخذ المجاري المائية وفقاً لذلك، رتباً تنتج عن جمع قيمة رتبتي المجريين الملتقيين، مما يساعد في تقدير التغيرات التي تطرأ على المجاري المائية وفق رتبها من جهة، ومدى التباين المحلي في حجم الشبكات النهرية ضمن الحوض الواحد، أو العديد من الأحواض المائية، وحقق Shreve من خلال ذلك مقصداً مهماً برأيه، تمثل بحساب عدد المنابع بدلالة الرقم النهائي الذي يحمله المجرى الرئيس، مفترضاً بذلك أمراً بعيداً عن الواقع، وهو أن كل مجرى أولي يبدأ من نبع مائي بالضرورة، وهو مالا يصادق عليه الواقع الجيومورفولوجي، ومع أن طريقة Shreve تؤكد وجود تباينات محلية وإقليمية في الشبكات المائية ضمن الحوض الواحد أو الأحواض المتجاورة، لكن لا يخفى على كل مدقق بصير، أنها لا تعبر بدقة عن حجم الشبكة المائية، إذْ يتخذ المجرى الرئيس رتبةً تمثل مجموع مجاري الروافد الأولية، وهو أمر تلافى فيه خطأ طريقتي سترهلروهورتون، واللذين اسقطا من حسابهما العديد من المجاري الأولية، إلا أنه أهمل رتبة المجرى المستقبل، ومن ثَم لا يمكن اعتماد طريقته في تحديد الحجم الفعلي للحوض المائي بدلالة شبكته النهرية، فضلاً عن صعوبة ترميز الشبكة المائية بحسب رتبها، مما دفع كثيرين إلى الابتعاد عنها، ويبين الشكل (2) مثالاً تطبيقياً عن طريقة Shreve على حوض الجفرا، إذْ بلغت رتبة مجراه الرئيس (127)، وبلغت رتبة المجرى الرئيس للحويضة الشمالية منه (37)، والجنوبية (74)، أي إن حجم الحويضة الجنوبية يعادل نحو ضعفي الشمالية، وهي نتيجة تبين الفارق الفعلي بين الحويضتين بشكل نسبي، إلا أنها لا تعكس الحجم الفعلي للشبكة النهرية في كل منهما.إن أفضل ما جاء في وصف الطرائق السابقة، أن طريقتي Horton و Strahler، تظهران زيادة في مساحة حوض التصريف المائي مع زيادة الرتبة، في حين تبين طريقة Shreve زيادة

في حجم الشبكة كلما زادت الرتبة (Boyd, M.J, (1978):p 925)، مع تأكيدنا أنها لا تظهر الحجم الفعلي للشبكة المائية.

ومن ثَم فمازالت الطرائق الثلاث السابقة عاجزة عن تقدير حجم حوض التصريف المائي، وقياس الحجم الفعلي للشبكة المائية.

4- الطريقة المقترحة:

بناءً على ما سبق يقترح الباحث طريقة تعتمد على مبدأ الجمع التراكمي للمجاري المائية، مع إضافة رتبة المجرى المستقبل، ويكون بذلك قد أخذ من طريقتي (Strahler) و(Shreve) أفضل ما جاء فيهما، فجمع بين مبدأ الوصلات الداخلية لسترهلر والوصلات الخارجية لشريف، وتقوم على مبدأ أن المجرى المستقبل سيتخذ رتبة تساوي مجموع ما انتهى إليه من مجارٍ مائية، فضلاً عن ذاته أو (1)،أي إن الطريقة المقترحة تبنى على المعادلة الآتية :

$$\text{رتبة المجرى} = (T+1)$$

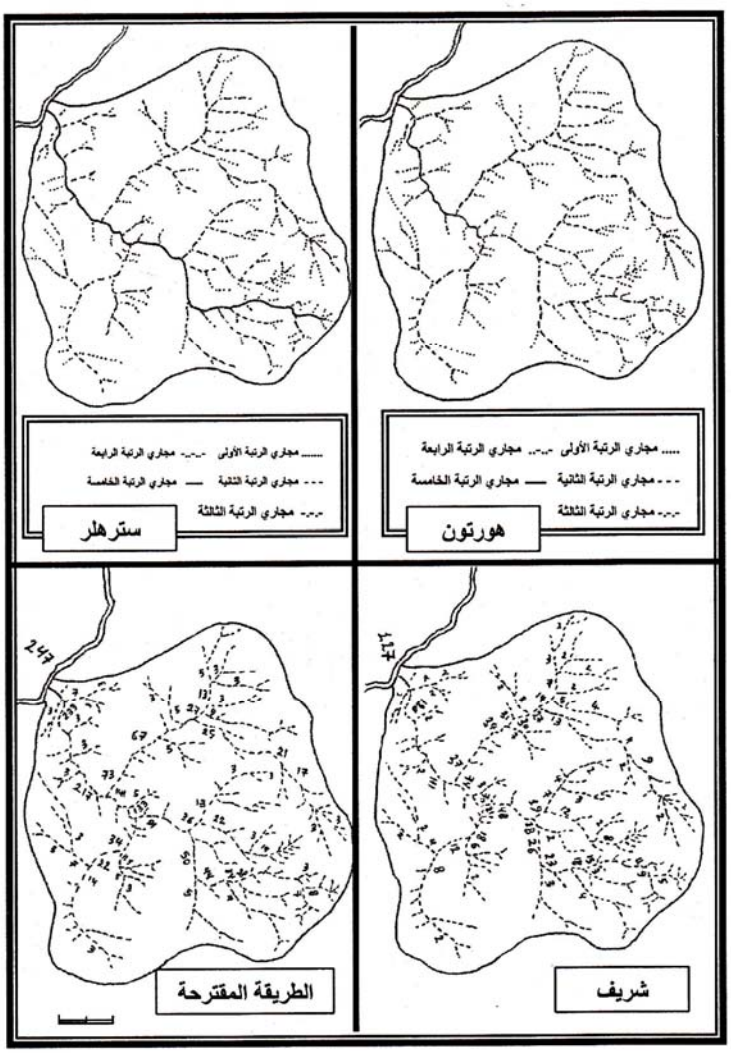
إذْ T : مجموع رتب المجاري السابقة (المترافدة).

وبذلك يحتفظ المجرى المستقبِل برتبته التي تعبر عن قيمته مستقلاً عن المجريين اللذين ينتهيان إليه، وهو أمر لم تحققه الطرائق المعروفة التي تعطي المجرى المتشكل من التقاء مجريين من الرتبة الأولى، رتبة من الدرجة الثانية، مما يلغي رتبة المجرى المستقبل، في حين يتخذ المجرى الرتبة (3)- وقد يتخذ الرتبة (4) إذا التقى أكثر من مجرى أولي في نقطة واحدة- وفق الطريقة المقترحة بعد اجتماع المجريين من الرتبة الأولى، وقد لوحظ من خلال الشكل رقم (2)، أنها طريقة تعطي نتائج ذات مصداقية عالية وواقعية عن حجم الشبكة المائية ضمن الحوض الواحد من جهة، وحويضاته الثانوية من جهة أخرى، فقد بلغت رتبة المجرى الرئيس لحوض الجفرا (247)، ورتبة المجرى الرئيس في الحويضة الشمالية والجنوبية على التوالي

(73) و(144)، وهي رتب تعكس حجم شبكاتها بل ومساحاتها الحوضية، إذْ تمثل الحويضة الأولى نحو (32%) من مساحة الحوض، والثانية قرابة (57%) منها، في حين يمثل مجموع أعداد مجاري الشبكة النهرية في الحويضة الشمالية نحو(30%)، وفي الحويضة الجنوبية (58%) من إجمالي مجموع أعداد مجاري حوض الجفرا، أي إنها تتيح الفرصة لإظهار التباينات المكانية المحلية الفعلية ضمن الحوض الواحد، أو أحواض مائية من مناطق مختلفة جيومورفولوجياً، وإجراء مقارنة بينها، مبنية على أرقام صحيحة تعكس واقع الحال الجيومورفولوجي للشبكة النهرية.

إن اعتماد المعادلة الرياضية لمعرفة رتبة أي مجرى في الشبكة، وهي (T+1) يتيح الفرصة لتطبيق الطريقة المقترحة في نظم المعلومات الجغرافية، فهي تبين حتى رتبة المجاري الأولية التي تساوي (1)، وما يليها من مجاري وفق معادلة رياضية ثابتة، عكس الطرائق الثلاث المنتقدة التي بنيت وفق أسلوب تنظيمي تراتبي، يستحيل اعتماده كمدخل في نظم المعلومات الجغرافية، مما يعني عدم قدرة الأخيرة على تحديد حجم شبكات الأحواض الكبيرة، وهو ما تتيحه الطريقة المقترحة.

شكل رقم (2) يبين تطبيق طرائق التصنيف على حوض الجفرا.



من عمل الباحث اعتماداً على الخارطة الطبوغرافية لجسر الشغور، مقياس (1:50000).

الخاتمة:

يمكن تحديد أهم النتائج التي توصل إليها البحث بالنقاط الآتية:

1- أعطت المعادلتان المقترحتان نتائج أكثر دقة من المعادلات الشائعة لشوم وميلتون في تصنيف أحواض التصريف المائي، وتقترب أشكال الأحواض من المستطيل أو الدائرة، كلما اقترب ناتجها من الواحد الصحيح.

2- بنيت طرائق تصنيف المجاري المائية على أسس هيدرولوجية، وأخرى جيومورفولوجية، إلا أنها لم تأخذ بالحسبان مبدأ ضرورة تغير رتبة المجرى بعد كل نقطة تروفد، لذلك لم يكن أي منها موفقاً في تقدير الحجم الفعلي لشبكة المجاري المائية، ومن ثَم في إظهار تبايناتها المكانية المحلية، وهو ما حققته الطريقة المقترحة.

يأمل الباحث بالنهاية أن يستحوذ ما طرحه من جديد على اهتمام من أثارت المورفومترية إعجابهم وسخطهم على حد سواء، لتجديدها شكلاً ومضموناً، وطرحها بأسلوب يتيح لنا واطلبتنا مزيداً من الطمأنينة في الركون إلى نتائجها.

ملحق رقم (1) يبين مساحات أحواض التصريف النهري المختارة وأبعادها.

الحوض	مساحة الحوض	طول الحوض	عرض الحوض	محيط الحوض
أبو سالم	26.2	10.2	5.75	26.5
هريرة	56	17.5	6.85	47
العورة	49	15.75	4.75	38
العراد	134	21.5	12.5	56.5
بسيمة	14	6	3.5	13
الناعمة	2.1	3.75	0.9	8.5
دنيب	3.7	3.6	1.6	9.6
السعديات	3.2	3.7	1.3	9
الرويسة	15.5	8.25	4.2	21.4
برجا	4.2	3.9	2.25	10.3
جب عبره	3	3.6	1.2	8.3
شيخ صالح	2.8	4.6	1	10.7
الوردانية	3	3.3	1.75	8
الأخضر(عين الجنة)	10	9.5	2.2	25.3
عبره	2.9	3.6	1.1	9
الأسود	14	9	3.4	22.3
القنطار	5.1	3.4	2.25	10.5
العرب	56.4	12.3	8.3	35.5
داد خان	7.4	4.5	2.3	11.3
الجفرا	31.5	6.8	7.5	22
المتن	6.3	4.5	1.9	12
المخرج	6.75	5.3	2.2	13.5
طالب	12.4	6.9	2.75	17.3
البلانة	20.6	8.7	4	23.5
صاري آغاج	65.5	13.2	7.9	36.3

من عمل الباحث اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية.

ملحق رقم (2) قيم الاستطالة بحسب معادلة شوم، والمعادلتين المقترحتين

الحوض	معادلة الاستطالة لشوم	المعادلة المقترحة	معادلة الاستدارة لميلر	المعادلة المقترحة
الأخضر (عين الجنة)	0.375	0.478	0.196	0.141
شيخ صالح	0.411	0.609	0.307	0.169
الناعمة	0.436	0.622	0.365	0.190
الأسود	0.469	0.458	0.353	0.220
هريرة	0.482	0.467	0.318	0.259
العورة	0.502	0.655	0.426	0.252
عبره	0.526	0.722	0.449	0.277
جب عبره	0.543	0.694	0.546	0.294
السعديات	0.546	0.665	0.496	0.298
الرويسة	0.539	0.447	0.445	0.293
المخرج	0.553	0.579	0.465	0.306
أبو سالم	0.566	0.447	0.485	0.239
طالب	0.576	0.653	0.52	0.331
البلانة	0.589	0.592	0.465	0.347
الوردانية	0.592	0.519	0.588	0.351
برجا	0.593	0.479	0.497	0.351
دنيب	0.603	0.571	0.504	0.363
العراد	0.608	0.499	0.527	0.369
المتن	0.629	0.737	0.549	0.379
داد خان	0.682	0.715	0.728	0.466
العرب	0.689	0.552	0.562	0.475
صاري آغاج	0.692	(0.633)	0.624	0.486
بسيمة	0.704	0.667	0.542	0.495
القنطار	0.75	0.667	0.581	0.562
الجفرا	0.931	0.617	0.817	0.868

من عمل الباحث اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية.

المراجع

المراجع العربية:

- آل سعود، مشاعل بنت محمد: نمذجة التحليل المورفومتري لشعب نساح، مجلة بحوث جغرافية، العدد (45)، جامعة الملك سعود، الرياض، 2000.
- بدر، هدى هاشم:التحليل المورفومتري الكمي لحوض وادي المر، وتقييم نوعية المياه الجارية فيه، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، المجلد 28، العدد الأول، دمشق، 2012.
- خير، صفوح: الجغرافية، موضوعها ومناهجها وأهدافها، ط1، دار الفكر، دمشق، 2000.
- عاشور، محمود محمود: التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي، مصادر البيانات وطرق القياس، المجلة الجغرافية العربية، العدد (15)، 1983.

المراجع الانكليزية:

- Ajibade. L.T &Ifabiyi. I.P 7&Iroye. K.A &Ogunteru, S; Morphometric Analysis of Ogunpa and Ogbere Drainage Basins, Ibadan, Nigeria. Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management Vol.3 No.1.(2010).
- Al Saud. M: Morphometric Analysis of WadiAurnah Drainage System, Western Arabian Peninsula, The Open HydrologyJournal, 2009, 3, 1-10 1, 1874-3781/09 2009 Bentham Open, SpaceResearch Institute, King Abdel Aziz City for Science and Technology,P.O. BOX 15413 11444 Riyadh.(2009).
- Boyd, M.J:A Storage-Routing Model Relating Drainage Basin Hydrology and Geomorphology, VOL. 14, NO. 5 WATER RESOURCES RESEARCH, the American Geophysical Union.Paper number 8W0211**.(**1978).
- Chorley, R.J: the Drainage Basin as the Fundamental Geomorphic Unit, in Chorley, R.J (ed): Introduction to Fluvial Processes , METHUEN & CO LTD. Cambridge.(1969).

- Gardiner, V &Park ,C,C: Drainage Basin morphomoetry, review and assessment, SAG,(1978), http://ppg.sagepub.com/content/2/1/1.
- Goudie .A.S, (Ed): Encyclopedia of Geomorphology, Routledge Ltd,.(2004).
- Horton, R, E : Erosional Development of Streams and their Drainage Basins Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology, Geo, Soc, Amer, Bull, V,56.p 281.(1945).
- Miller , V .G: A Quantitative Geomorphic Study of Drainage Basin Characteristics in Clinch Mountain Area , Virginia , Res , Proj, NR 384-042 . (1953) .
- Pareta, k : Quantitative Geomorphological Analysis of a Watershed of Ravi River Basin, H.P. India,Research Article ISSN 2277–9051,International Journal of Remote Sensing and GIS, Volume 1, Issue 1, 2012, 47-62**.** www.rpublishing.org.(2012).
- Pareta,K&. Pareta . U :Quantitative Morphometric Analysis of a Watershed of Yamuna Basin,India using Aster (DEM) Data and GIS, International Journal of Geomatics and Geosciences Volume 2, No 1.(2011).
- Pawar.D.H&Raskar. A.K: Linear Aspects of Basin Morphometry of Panchaganga River (KOLHAPUR): Western MAHARASHTRA, International Referred Research Journal,May,2011,ISSN-0975-3486,RNI: RAJBIL 2009/30097,VOL-II,ISSUE 20.(2009).
- Romshoo, SH.A &Bhat. Sh. A & Rashid, I: Geoinformatics for assessing the morphometric control on hydrological response at watershed scale in the Upper Indus Basin, Indian Academy of Sciences*, J. Earth Syst. Sci.* 121, No. 3, June 2012, pp 659–686.(2012).
- Schumm , S.A : Evolution of Drainage Systems and Slope in Badland at Perth Amboy New York , Geol , Soc , Ame , Bull , Vol 67.(1956).
- Schumm .S. A: Memorial to Arthur Newell Strahler 1918–2002, Geological Society of America *Memorials*, v. 33, April,(2004) .
- Schumm. S.A &Piegay. H: System Approaches in Fluvial Geomorphology, in Kondolf, G.M &Piegay. H, (ed): Tolls in Fluvial Geomorphology, John Wiley & Sons LTD, England, p 106.(2003).
- Shereve, R.L: Infinite Topologically Random Channel Network, Publication No. 494. University of California, Los Anglos 90024.(1966).
- Strahler, A. N: Hypsometric (Area – Altitude) Analysis of Erosionel Topography – Geol, Soc. Ame, Bull. 63.(1952).

- Strahler, N.A:Quantitative/dynamic geomorphology at Columbia 1945-60: a retrospective, 1039 Cima Linda Lane, Santa Barbara, CA93108-1818, USA, http://ppg.sagepub.com/content.(1992).
- Ward,A&D'Ambrosio .J.L &Mecklenburg. D ;Stream Classification, The Ohio State University Department of Food, Agricultural, and Biological Engineering, AEX-445-01,(2008).

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2013/10/2.