دراسة الهيدرومورفومتري لحوض وادي السهل بمنطقة القصيم

د. حصة عبد العزيز المبارك*

أ. زكيه راضي الحاجي*

الملخص:

أن بيئة منطقة القصيم الحالية تمثل أحد أنماط البيئات الجافة الصحراوية الواقعة في وسط المملكة العربية السعودية، وهي تتسم بشبكة نهرية جافة قديمة، فيعتبر وادي الرمة وروافده المتعددة تشكل أحد أنماط الجريان السيلي في بيئة جافة أخذت اغلب ملامحها النهائية في أواسط الهولوسين، وفي وقتنا الحاضر نلاحظ هذه الأنماط الهيدرولوجية اشبه ما تكون بقنوات جافة محنطة لا يعرف عنها الكثير سوى مسمياتها أو بعضاً من خصائصها الهندسية، هذا النقص في الفهم جعلها في أغلب الأحوال تتحول إلى قنوات جارفة حال أي تهاطل قوي في هذه البيئة القاحلة.

وتم بناء صورة واضحة عن ماهية هذه الأنماط المائية من خلال استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية بالإضافة إلى التحاليل المعملية اللازمة، بالإضافة إلى رسم صورة تعبر عن جرياناها الحالي والمستقبلي فيما لو عادت تجري كما كانت علية في السابق.

وتوصلت نتائج هذه الدراسة إلىأن وادي السهل قطع شوطاً لا بأس به في دورته التحاتية وأصبح متوازناً أو اقترب من التوازن، فإن جميع روافده ما تزال في بدايات دورتها التحاتية. وأظهرت الدراسة المورفومترية الخصائص المورفومترية لحوض وادي السهل، واختلافها بين أحواض روافده جاءت انعكاساً لتأثير التفاوت في الخصائص الجيولوجية لصخور الحوض، وأن وادي السهل لا يمثل خطورة سيلية في أعقاب التهاطلات العادية، وفي حال سقوط الأمطار الإعصارية يرجح أن وادي السهل أقل خطورة من غيره من الأودية المجاورة نظراً لاستطالته وضعف كثافة تصريفه، إضافة إلى أن جزءاً كبيراً من المياه يفقد بالتسرب الأرضي أو التبخر.

الكلمات الدالة : وادي، السهل، مورفومتري، هيدرومورفومتري، شبكة هيدرولوجية.

---

* قسم جغرافيا، جامعة الملك سعود (المملكة العربية السعودية).

المقدمة:

في أواسط المملكة العربية السعودية تشكل الأحواض الصحراوية المغلقة ظاهرة جغرافية فريدة وهي غاية في الأهمية. وذلك بسبب أنها تمثل مجامع مياه السيول وصرف الأودية، إذ توجد في بيئة هي أشد ما تكون شحيحة بمواردها المائية الدائمة، فضلاً عن طبيعتها القديمة التي كانت تشكل نظام هيدرولوجيا غنيا بموارد متعددة، ومن أحد النماذج لتلك الأحواض حوض وادي السهل الواقع بمنطقة القصيم وهو يعتبر من أحد النماذج لتلك الأحواض التي شهدت في الآونة الأخيرة سيول، خاصة في حوضه الأدنى لكون بيئته تحوي نماذج لمحلات عمرانية واراضٍ زراعية حول مجراه لم يراعىفيها ماهية الشبكة الهيدرولوجية وظروف المنطقة الجيومورفولوجية.

يقع حوض وادي السهل فلكياً بين خطي طول ٥٠° ٠٧َ ٤٤° – ٤١° ٤٠َ ٤٤° شرقاً، ويقع بين دائرتي عرض ٥١° ٢٥َ ٢٧° – ٣٨° ٣٨َ ٢٧° شمالاً، ويجري الوادي الرئيس فوق هضبة التيسية على امتداد فاصل ليثولوجي من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي بطول يبلغ نحو ٦٢ كيلومتراً، ويقدر متوسط عرض بنحو ثمانية كيلومترات، والحوض بتلك الخصائص يشغل مساحة تقدر بنحو ٥٢٨ كيلومتراً مربعاً (الدغيري، ٢٠١٣).

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة الخصائص الجيومرفولوجية والمورفومترية لحوض وادي السهلمع إلقاء الضوء على ظروف نشأته وتطوره تحت تأثير العمليات التي سادت في البيئة القديمة والوقوف على موارده وإمكاناته المتاحة الكامنة والمستغلة، كما تهدف إلى تقديم معلومات للمخططين وصناع القرار والباحثين في الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية في الوادي وذلك للوقوف على إمكاناته المائية، وبحث سبل الاستفادة منها، وحماية المنطقة من أخطار السيول.

مشكلة الدراسة:

يعتبر حوض وادي السهل الواقع بمنطقة القصيم من أحد الأحواض التي شهدت في الآونة الأخيرة سيول وفيضانات (شكل ١)، يفيض الوادي بالسيول مع نزول المطر التي تغطي معالم الطرق السير السريعة مما يسبب حدوث الكوارث والحوادث البشرية في المنطقة خاصة في حوضه الأدنى لوجود طرق سفر سريعة حول مجراه، إذ لم يراعى عند إنشائها ماهية الشبكة الهيدرولوجية وظروف المنطقة الجيومرفولوجية خاصة أن هناك بعض الدراسات التي تشير إلى أن الوادي خلال أعوام سابقة شهد فيضانات عالية المستوى إذ شهد حوض الوادي قبل ١٠,٠٠٠ سنة فيضانً فجائياً عم الحوض واغلب منطقة القصيم وبريدة، واستمر لفترة طويلة ولم يقتصر الامر على ذلك، ففي عصور الهولوسين الجافة لم يخلوا الحوض من فيضانات كارثية فجائية موسمية في حوضه الأدنى والأراضي شمال وشرق بريدة شهد فيضان سبب سيل كبير ترتب على اثرة كثيرا من المنخفضات، وشهد الحوض عام ٢٠٠٨ سيل جرف عدد كبير من الطرق السير السريعة وغمر فيها عدد كبير من

الطرقات في منطقة القصيم وفي بريدة خاصة (Al Dughairi, 2011). ومن هذا المنطلق سيتم التركيز على الإجابة على التساؤلات التالية:

١. الخصائص الجيولوجية المورفومترية لحوض وادي السهل.
٢. ماهي التغيرات التي تعرض لها حوض وادي السهل نتيجة للسيول والفيضانات؟
٣. ما أثر هذه التغيرات على حوض الوادي؟

أهداف الدراسة:

١. تهدف هذه الدراسة إلى تتبع الشبكة الهيدرولوجية في حوض وادي السهل من خلال الماسح الراداري للتضاريس نموذج الارتفاعات الرقمية SRTM.
٢. تحليل الخصائص المورفومترية للحوض وادي السهل، بالإضافة إلى استخدام المعادلات والنماذج الرياضية كنموذج هيدروجراف السيول للعالم Snyder ونموذج SCS Dimensionless Unit Hydrograph.

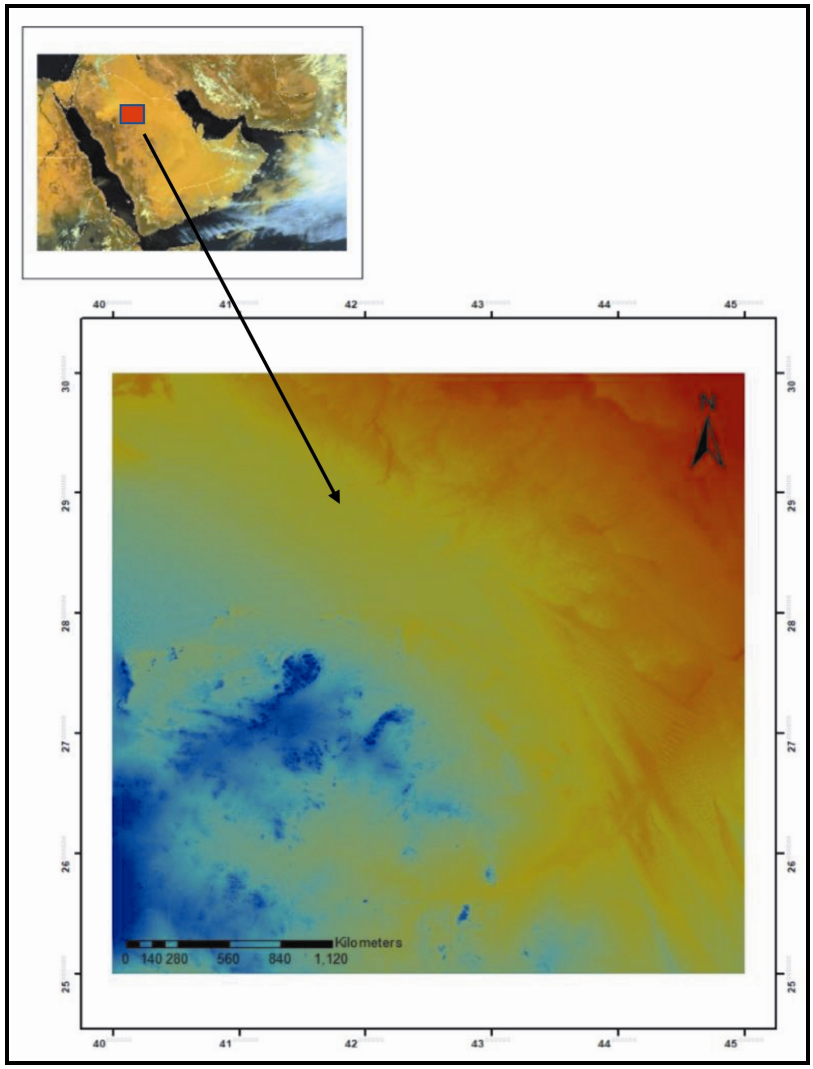
أهمية الدراسة:

تشكل الأحواض الصحراوية المغلقة في أواسط المملكة العربية السعودية ظاهرة جغرافية فريدة وهي غاية في الأهمية. وذلك بسبب لأنها تمثل مجامع مياه السيول وصرف الأودية، إذ يوجد في بيئة هي أشد ما تكون شحيحة بمواردها المائية الجارية، فضلاً عن طبيعتها القديمة التي كانت تشكل نظام هيدرولوجيا غنيا بموارد متعددة، تعتبر هذه الدراسة مساهمة علمية تفيد المخطط وتثري الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية في المملكة العربية السعودية وذلك للوقوف على إمكاناتها المائية، وبحث سبل الاستفادة منها، وحماية المنطقة من الاخطار السيلية.

منطقة الدراسة:

يقع حوض وادي السهل فلكياً بين خطي طول ٥٠ً ٠٧َ ٤٤° – ٤١ً ٤٠َ ٤٤° شرقاً، ويقع بين دائرتي عرض ٥١ً ٢٥َ ٢٧° – ٣٨ً ٣٨َ ٢٧° شمالاً، وادي السهل يعتبر من اكبر الأودية الرافدة لوادي الرمة، حيث يقع في جهة الشمال الغربي مما يلي الدهناء غرباً، وأغلب امتدادات هذا الوادي تجاري سطوح هضبة التيسية في الأجزاء الشمالية من القصيم في أواسط المملكة العربية السعودية. ويبلغ طوله نحو ٦٢ كم؛ باعتبار أنه وادي تابع لسطوح الانفصام للهضبة المذكورة. وتتصرف إليه مجموعة كثيرة من الروافد الموافقة الثانوية كوادي القليب، ووادي أبو نخلة، ووادي الماردة بالإضافة لوادي العوجاء. اما عن منابعه فإنها تبدأ من الأجزاء العليا لصفراء التيسية، وهي تتمثل بشبكة واسعة من المجاري والقنوات النهرية بدءاً من هضيبات القشر الكلسية مما يلي خشم الطليحي وقوار طيارات

وجال المالحة، بالإضافة إلى هضاب القوعي في شمال شرق حوضه. اما عن الأجزاء الدنيا للوادي حيث المصب هو عبارة عن قناة متطاولة تأخذ اتجاه جنوبي شرقي حتى تتصل بوادي الأجردي وهو الامتداد الطبيعي لوادي الرمة في محيط نفوذي الثويرات والدهناء (شكل ١).



شكل (١) : مرئية مركبة (الألوان الزائفة) (Landsat-8 level-2, 2016) لحوض وادي السهل الجزء الأسفل الأيمن من الصورة يظهر وادي الأجردي، حيث تلتقي كثبان الثويرات برمال الدهناء، اما في الجزء الأوسط من المرئية تظهر كامل الشبكة النهرية للوادي.

المصدر: أعداد الباحثة.

يتبع حوض وادي السهل المناخ الحالي السائد في وسط المملكة والمصنف في كثير من الدراسات ضمن مناخ الأقاليم الصحراوية القاحلة، حيث ترتفع معدلات الحرارة في فصل الصيف إلى ما يقارب ٤٨ درجة، في حين تتدنى شتاءً إلى نحو ما يقارب ٥ درجات. يقل تهاطل المطر خلال الفترة المحصورة الممتدة بين (يونيو، يوليو، وأغسطس)، في حين ترتفع معدلاته نسبياً في شهور (ديسمبر، يناير، وفبراير)، بالإضافة إلى شهري مارس وأبريل، حيث يهطل في بعض السنوات ما يقارب من ١٧ ملم ويزيد في بعض السنوات ليصل نحو ٤٨ ملم، إلا أنها إجمالاً متباينة وذات معدلات قليلة. اما عن الرياح السائدة في المنطقة هي الرياح الشمالية بتفرعاتها الشمالية الشرقية والشمالية الغربية، والتي يتحكم فيها بشكل رئيسي من قبل أنظمة الضغط الجوي المرتفع الذي تتعرض له منطقة غرب آسيا.

منهج وتقنيات البحث:

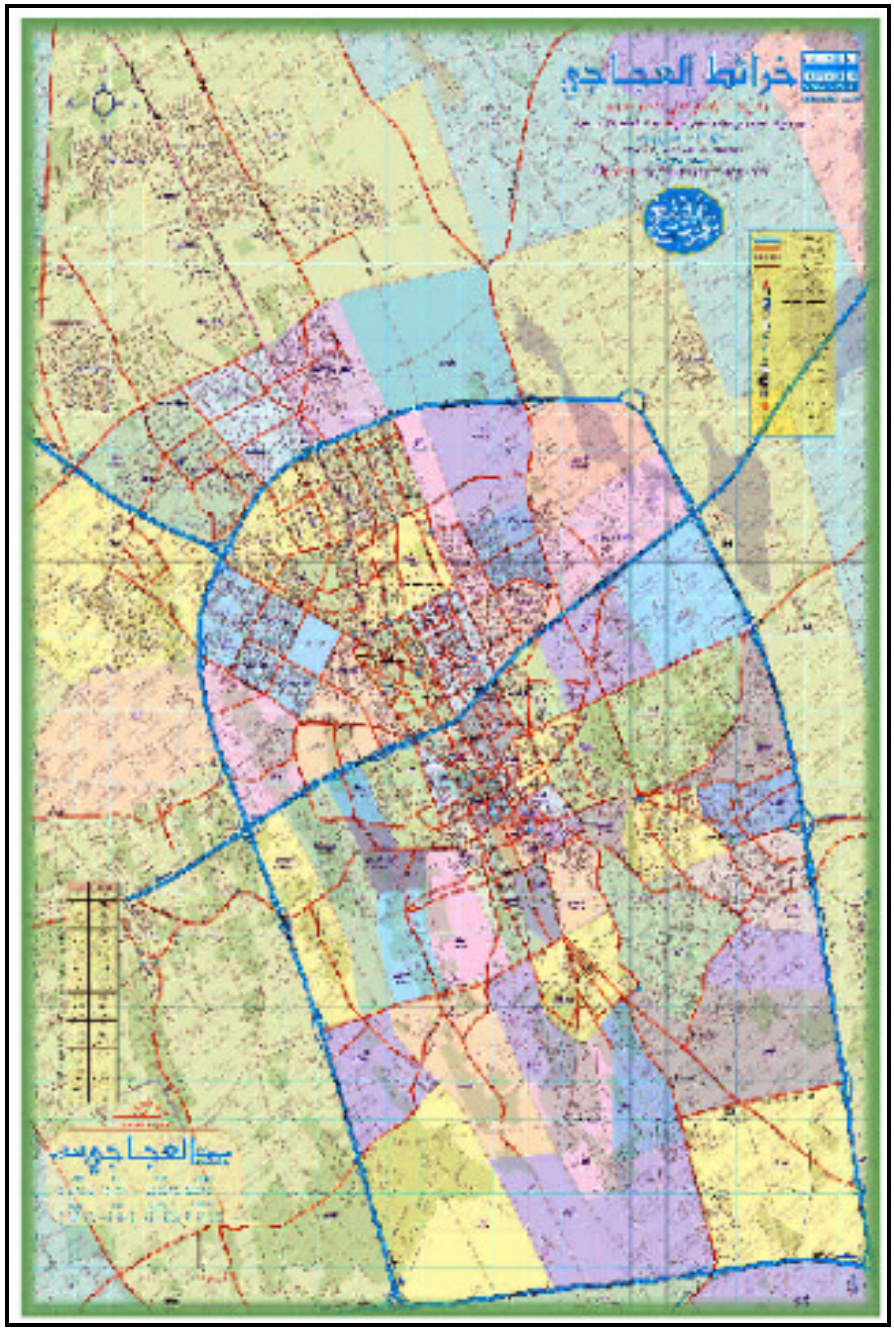
١) العمل الميداني:

أ- مرحلة تحديد منطقة الحوض:

تعتبر الدراسة الميدانية أهم مرحلة بهذه الدراسة، فكانت البداية بتحديد منطقة الحوض وادي السهل داخل منطقة القصيم عن طريق الخريطة الكنتورية لمنطقة القصيم ذات مقياس ١: ٢٥٠٠٠، وثم سحب هذه الخريطة أسكنر وعمل لها إرجاع جغرافي، وإعادة رسم منطقة الحوض باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS 10.2 لحساب مساحة الحوض البالغ ٦٢ كم^{٢} (شكل ٢).

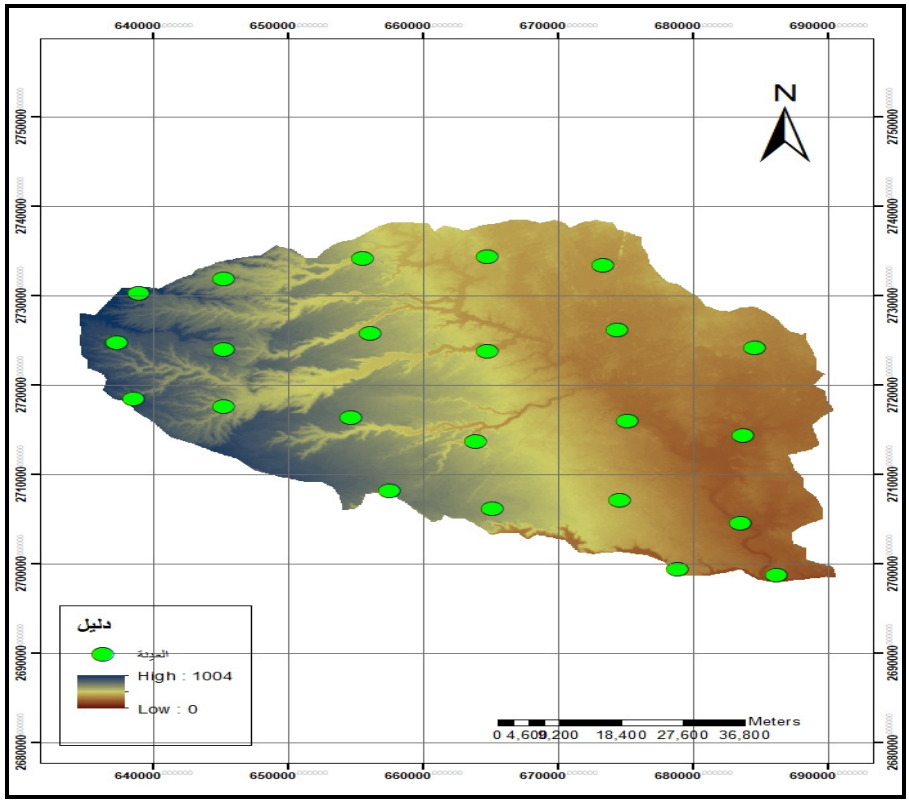
ب- مرحلة أخذ العينات:

بدأت مرحلة أخذ العينات بمنطقة الحوض وادي السهل بعد اقتطاع منطقة الحوض من الصور الجوية للعام ٢٠١٦، وعمل شبكة مربعات عليها بطول ضلع ٧٠٨م لكل مربع، ليمثل كل مربع عينة دراسة، حيث تم طباعة خريطة ملونة مقاس (١٢٠*١١٠ سم) للعمل الميداني (شكل ٣)، وبدأت مرحلة الاستطلاع الميداني للتأكد من أماكن أخذ العينات من كل مربع واستمرت فترة الاستطلاع لخمسة أيام، وأما الأدوات التي استخدمت لأخذ العينات فهي (أكياس نايلون – متر متدرج – كاميرا تصوير)، وأخذت جميع العينات التربة بعمق ٣٠ سم، والموضحة حسب الأرقام (شكل ٣) وبلغ أجمال عدد العينات ٢٣ عينة موزعة على مساحة حوض وادي السهل.



شكل (٢) : حوض وادي السهل من منطقة القصيم.

المصدر: اعداد الباحثة اعتماداً على خريطة العجاجي للقصيم.



شكل (٣) : مناطق أخذ عينات التربة بمنطقة حوض وادي السهل.

المصدر: اعداد الباحثة.

٢) المرحلة المخبرية:

تم تحليل جميع عينات التربة بمختبرات قسم كلية الزراعة في جامعة الملك فيصل، وإخضاعها Coulter LS TM باستخدام تقنية Particle Size Analysis لتحليل القيم الرقمية الناتجة حسبت وفقاً للمعادلات الإحصائية، Windows TM وأما دراسة الخصائص المعدنية والشكلية (Maurice, 1988) وفقاً Thin Section، فقد تم دراسة خصائصها الفزيائية وهي (اللون – رطوبة التربة – نسيج التربة– محتوى التربة من المواد العضوية) بواسطة الشريحة الميكروسكوبية وقد جرى استقراء الخصائص المذكورة. باستخدام للرواسب النهرية والريحية تم مطابقتها بدليل الترب المعروف باسم (Munsell) Petrographic Microscope بغية معرفة الخصائص الكيمائية وهي (كربونات الكالسيوم – درجة الحموضة – ملوحة التربة) طبقاً لتجربة وخطوات (Soil Colour Charts, 1998) (Maurice, 1988).

٣) تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية:

عمدت الدراسة لاستخراج الشبكة الهيدرولوجية لوادي السهل بواسطة تحليل أنموذج Shuttle Rader Topography Mission (SRTM) التابع لو كالة الفضاء ناسا لعام ٢٠١٦، وهو ذو وضوح مكاني ٣٠ متر، ويستعرض هذا الأنموذج التضاريس الأرضية بواسطة رادار التضاريس المحمول على مكوك الفضاء إنديفور. ومن ثم تم تصحيح الانموذج ومعالجته واستخلاص الشبكة بواسطة المعادلات الهيدرولوجية المصاحبة لتطبيق ArcGIS والمتمثلة بـ (Toolbox - Spatial Analyst - Hydrology). كما تم تصنيف الاودية تبعاً لطريقة استرالر Strahler، وتم أثبات حدود الحوض بناء على الأمر (Hydrology- Watershed)، تم الاستفادة من المخططات الهيكلية المنجزة من قبل وزارة الشؤون البلدية والقروية والمتمثلة بالمخطط الحالي للعام ٢٠١٠، والمخطط الهيكلي للأعوام اللاحقة ٢٠٢٠ و٢٠٥٠، وتم ربط الشبكة بالحوض واسقاطها على مخططات السكن، الطرق، الفلاحة، بغية بناء تصور مستقبلي للنمو العمراني والفلاحي ومدى تأثيرها بالفيضان المتوقع لتفادي خطرة وتجنيب المدينة اخطار القنوات النشطة ذات السيلانات الخطرة.

٤) الخصائص المورفومترية لشبكة الصرف:

تعمل الخصائص المورفومترية لشبكة الصرف بشكل كبير على إمكانية توقع الجريان السيلي في حوض وادي السهل، وعليه فقد تم التحليل المورفولومتري اعتماداً على بعض المؤشرات الرياضية، فمساحة حوض وادي السهل، ومساحات أحواض روافده الرئيسية استخلصت بواسطة تطبيق برمجة (ArcMap - ArcInfo. Ver. 10.2)، في حين تم حساب معامل الاستدارة (معادلة رقم ١) والاستطالة (معادلة رقم ٢)، وعامل الشكل (معادلة رقم ٣)، باستخدام المعادلات المعتمدة:

- **معامل الاستدارة** (Rc): $\pi \frac{4\pi A}{p2}$ = Circularity Ratio (Miller, 1953) (معادلة رقم ١).

حيث إن: ثابت رياضي ($\pi = 3.14$)، (R) مساحة الحوض، (R) محيط الحوض.

- **معامل الاستطالة** Elongation Ratio: $(Re) = \frac{\sqrt[2]{A/n}}{Ln}$

حيث أن: Ln الحد الأقصى لطول الحوض. (معادلة رقم ٢).

- **معامل الشكل:** $Form\ Factor\ Ratio\ Rf = \frac{A}{Ln^1}$ (Horton, 1932) (معادلة رقم ٣).

فيما يتعلق بتضاريس الحوض تم الاعتماد عدد من المعاملات (معادلات ٤، ٥، ٦) التي تختبر ذلك وهي على النحو التالي:

- **التضاريس الكلية للحوض: Z - z (Strahler, 1952)** (معادلة رقم ٤).

حيث أن: Z منسوب أعلى نقطة في الحوض، z منسوب ادنى نقطة في الحوض.

- **نسبة التضاريس : H / Lb (Schumm, 1956)** (معادلة رقم ٥).

حيث أن: **H**: التضاريس الكلية للحوض، **Lb**: اقصى طول للحوض بحذاء المجرى الرئيسي.

- **التضاريس النسبية : H* 100\p (Mellton, 1957)** (معادلة رقم ٦).

حيث أن: **H**: التضاريس الكلية للحوض، **p**: طول محيط الحوض (بالمتر).

- **درجة الوعورة** = (التضاريس الكلية للحوض × كثافة التصريف) ÷ طول محيط الحوض.
- **التكامل الهيسومتري**، لاتوجد طريقة محددة في حسابة، انما اجمالاً أفضل الطرق لحسابه يتم بقسمة نسبة الارتفاع على نسبة المساحة، وعليه يتم تصميم منحنى التكامل بناء على هاتين النسبتين، ويحتسب التكامل أدنى المنحنى.
- **نسبة التشعب** Bifurcation Ratio: وتحسب وفقاً للمعادلة (٧)

Bifurcation Ratio: $(Rb)\ \frac{N\mu}{N\mu + 1N}$ (معادلة رقم ٧).

حيث أن: Rb: هي نسبة التشعب، $N\mu$: هي عدد المجاري في الرتب، $N\mu + 1N$: عدد المجاري في الرتبة التي تليها.

عليه فإن حساب نسبة التشعب يتم من خلال قسمة أعداد في الرتبة على عدد المجاري في الرتبة التي تعلوها.

- **كثافة التصريف** Drainage Density: ويحسب وفقاً للمعادلة (٨)

كثافة التصريف = $L\mu_{(Dd)}$ \A (Horton, 1932) (معادلة رقم ٨).

حيث أن: Dd: هي كثافة التصريف، $L\mu$: مجموع أطوال الأودية في كافة الرتب بالكيلومتر، **A**: مساحة حوض التصريف بالكيلومتر.

- **تكرار التصريف النهري** Drainage Frequency: يتم الحصول عليه من خلال المعادلة (٩).

تكرار التصريف = $(F_s) = N\mu / A$ (Horton, 1932) (معادلة رقم ٩).

حيث أن: F_s: تكرار التصريف، **Nμ**: العدد الكلي للمجاري النهرية في جميع الرتب، **A**: مساحة حوض التصريف (بالكيلومتر).

الدراسات السابقة:

قام العوضي، حمدينه عبد القادر (٢٠٠٢) بدراسة معنونة بـ "أحواض التصريف بحوض المدينة المنورة – المملكة العربية السعودية – دراسة جيومرفولوجية". ركز في هذه الدراسة على أربعة أحواض، هي: حوض وادي العقيق، وحوض وادي القناة، وحوض وادي النقمي، وحوض وادي العاقول، وقام ايضاً بعرض لهيدروجيولوجيتها، وعلى جانب أخر ركز على دراسة مصاطبها من خلال أشكالها وخصائص إرسابتها النهرية، وتوصلت نتائج هذه الدراسة إلى تميز جريان عظيم وطويل عكس حالها القديم باعتبارها مجاري سالفة شبه دائمة، كانت تفيض بكامل طاقتها إبان أدوار المطر البليستوسيني. ومن المعروف أن هذه الأراضي تقع بالقرب من منابع الرمة العليا. وبتالي تزامن جريانها مع توغل المؤثرات القديمة الرطبة أمر ليس بالمستبعد. وجدير بالتقصي والتحقق سواء في غرب المملكة أو وسطها حيث وادي الأجردي امتداد الرمة ورافده وادي السهل.

وعن الشبكة الهيدرولوجية بشمالي الكويت قام (Mohammed, 2008) بدراستها وتحليلها اعتماداً على نظم المعلومات الجغرافية وتطبيق نموذج (SRTM) وصور لاندسات ٧، وتوصلت الدراسة إلى ثبت عام للمجاري والاقنة النهرية السائدة بشمالي الكويت وشرق السعودية، وعلى جانب أخر عرضت الدراسة إلى أن الشبكات النهرية في تلك المنطقة تشكلت خلال فترات مطيرة، أي قبل ما يقارب (١٠,٠٠٠-٧٠٠٠) سنة بالتزامن مع توغل الرياح البحر متوسطية الصيفية على شمال المملكة، ويتضح ذلك من خلال دراستهم على تطابقات رواسب الرمال النهرية والتي عمل الجريان النهري على ترسيبها خلال تلك الفترات. إن هذه الشبكة النهرية في هذا الجزء من المملكة ما هي إلا امتداد للشبكة الهيدرولوجية الأم في وسط المملكة حيث وادي الرمة وروافده وادي السهل موضوع الدراسة الحالية، وبتالي تطبيق هذا النموذج في المجال الذي يغطي حوض وادي السهل سيسهم بدرجة كبيرة في رسم جزء من نظام هيدرولوجي في المملكة العربية السعودية وبالتالي سيوفر جزء من شبكة هيدرولوجية كانت عامرة قديماً بل سيسهل في ثبتها للمواطن والمسؤول ليعي ويبين خططها عليها، إلا أن الملاحظ في الدراسة المذكورة وجود نسبة خطاء بسيطة في ثبت مسارات القنوات النهرية وربما هذا راجع إلى عدم تصحيح الأنموذج أو عدم التحقق الميداني الأرضي بعد الاستخلاص.

أما عن الدراسة المشتركة التي قام بها كلاً من بوروبة والجعيدي (٢٠٠٧) بتقدير تدفق الذروة للسيول بحوض وادي العين بمحافظة الخرج في المملكة العربية السعودية معتمد على أنموذج سنايدر Snyder وبيانات مرئية Spot-5، حيث وصل التدفق الأقصى بحوض وادي العين نحو (٢٦٤٩,٣ م^{٣}/ثانية) بينما وصل التدفق المتوسط (٣٠٣,٧ م^{٣}/الثانية) والأدنى (٧٤,٣

م^3/ثانية). وعلى نفس النهج قدر بوروبة (٢٠٠٧) دراسة قدر فيها حجم السيول في وادي عتود وضلع في المملكة العربية السعودية باستخدام أنموذج سنايدر، وتوصلت الدراسة إلى أن قيم التدفق الذروة الأقصى بين ١٣٥٤,٩ و١٨٨٦,٥ م^3/ثانية وقيم تدفق الذروة المتوسط بين ١٣٦,٤ و ١٨٥,١ م^3/ثانية وقيم تدفق الذروة الأدنى بين ٣٦,١ و٤٩,٨ م^3/ثانية في حوضي عتود الأعلى ووادي ضلع على التوالي.

عرض البريدي، تركي بن جار الله (١٤٣٣هـ) دراسة بعنونها: "التحليل المورفومتري وتقدير التدفق السيلي لشبكة التصريف المائي السطحي لحوض وادي العمارية". درس الباحث فيها الخصائص الجيولوجية والتضاريسية والتربة في الحوض، وكذلك خصائصه المناخية، وعمدا إلى إجراء دراسة موفومترية تحليلية للشبكة النهرية السائدة ف الحوض، على جانب أخر من الدراسة ركز الباحث على حساب وتقدير التدفق السيلي، معتمدا على عدد من النماذج في ذلك مكنته من حساب أقصى وأدنى دفق مائي أثناء حدوث السيول، توصلت نتائج الدراسة إلى أن هناك فروقات في احجام التدفق السيلي من حوض لأخرف وصلت قيم التدفق السيلي في حوض العمارية بين ١٠٤,٩٣٩ m^3/sec بالنسبة لفترة رجوع خمس سنوات، ونحو ١٨٠,١٠٨ m^3/sec بالنسبة لفترة رجوع ١٠٠ سنة.

فقد قدم الدغيري، أحمد عبدالله (٢٠١١) دراسة تتعلق عن الحالة البيئية القديمة لأودية وسط المملكة عن "التغيرات البيئية الرباعية ببريدة" خصص في الدراسة جزء تناول فيها الفيضانات القديمة لوادي الوطاة، وتوصلت النتائج دراسته إلى تبيان فيضان عم حوض الوطاة قبل ما يقارب ١٠ آلاف سنه، حيث كان الحوض يستقبل الامداد المائي من هضاب شمال غرب القصيم والتي كانت تستقطب المؤثرات الموسمية الرطبة آنذاك، على جانب أخر وفي أواسط الهولوسين أوضحت الدراسة جفاف وضعف تدريجي في جريان وادي الوطاة حيث ساد الجفاف وتغيرت الأوضاع البيئية واصبح الوادي أقرب لما يكون بقناة وحلية مستنقعية، في الوقت نفسة أشار الدغيري في مبحث أخر قائلاً "أدلة فيضان وادي الرمة بإقليم القصيم خلال الهولوسين" إن الفيضانات التي شهدها وادي الرمة تزامن وقتاً وزمناً مع فيضانات وادي الوطاة وفي معرض أخر أشار الدغيري والوهيبي، ٢٠١٦ أن فيضانات عظيمة شهدها حوض وادي النساء بغرب القصيم هي ه قريبة الشبة من تلك المجاورة لها في قاع القتلا حيث مصب وادي النساء، ومن جهة أخرى من الدراسة قاما الباحثان بسقاط المخططات الهيكلية لمدينة الرس ومحلة دخنة بحوض وادي النساء على الشبكة القديمة لوادي النساء وأسفرت النتائج إلى أن المخطط والمستثمر لا يراعي مجاري وحرم أودية حوض النساء.

التحليل والمناقشة:

الدراسة المورفومترية لحوض وادي السهل واحواض روافده الرئيسية:

أولاً – الخصائص المساحية والشكلية :

تعد الخصائص المساحية والشكلية لأحواض التصريف انعكاساً حقيقياً للخصائص الجيولوجية (الليثولوجية والبنيوية) للصخور في تلك الأحواض، وخصائص شبكات التصريف، وكذلك الظروف المناخية وبصفة خاصة المناخ القديم التي توالت أحداثه عليها، إذ يمكن الاعتماد على تلك الخصائص في قراءة التطور الجيومورفولوجي لأحواض التصريف؛ وذلك لأنها تعكس المراحل التي قطعتها الأودية في دورتها التحاتية.

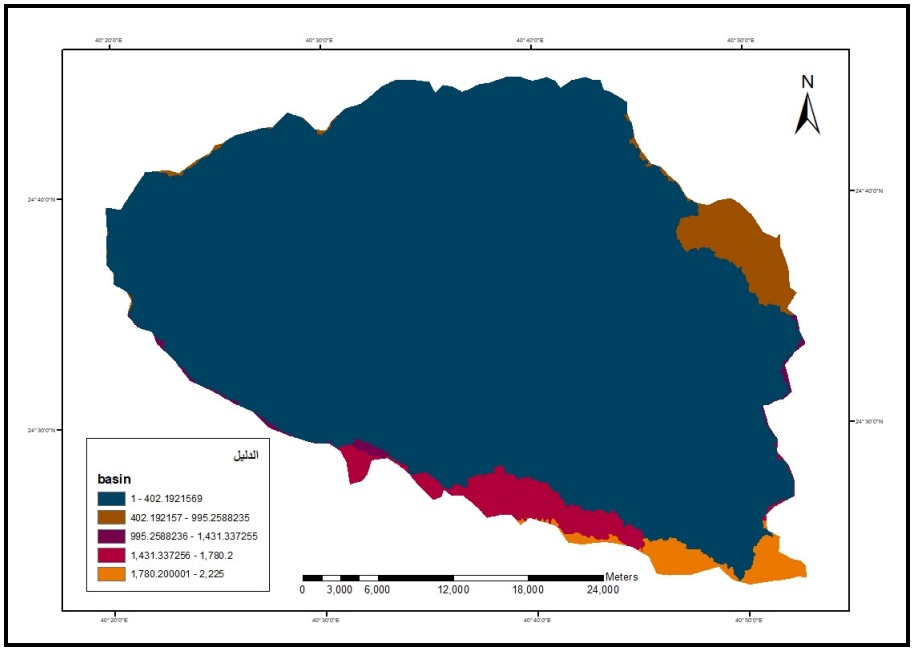
ويبين الجدول رقم (١) الخصائص المساحية والشكلية لحوض وادي السهل وأحواض روافده الرئيسية الي بلغت الرتبة الخامسة حسب تصنيف "اشترالر Strehler"، ومنه يتضح الآتي:

١- تبلغ مساحة حوض وادي السهل ٥٢٨,٢٧ كم٢، إذ تراوحت مساحات أحواض روافده الرئيسية بين ١٤,٧٠–١٢٢,٧٣ كم٢، بمتوسط عام بلغ ٧٠,٥١ كم٢، وسجل حوض شعيب السهل وهو من أحد روافده الرئيسية أكبر مساحة حوضية على مستوى مساحات أحواض الروافد الرئيسية الأربعة، ويليه حوض شعيب أبو نخلة، ثم حوض شعيب القليب، واخيراً حوض شعيب الماردة (الدغيري، ٢٠١٣)، (شكل ٤).

جدول (١) : الخصائص الجيومترية (المساحة – الأبعاد – معاملات الشكل) لحوض وادي السهل وأحواض روافده الرئيسية.

الحوض	المساحة (كم٢)	أبعاد الحوض (كم٢)			شكل الحوض		
		الطول	م.العرض	المحيط	الاستدارة	الاستطالة	عامل الشكل
حوض وادي السهل	٥٢٨,٢٧	٦٢,٩٧	٨,٣٥	١٩٦,٨	٠,١٧	٠,٢١	٠,١٣
شعيب السهل	١٢٢,٧٢	٣٣,٣٦	٣,٦٨	٩٨,٢١	٠,١٦	٠,١٩	٠,١١
شعيب أبو نخلة	٨٠,٧٣	٢٢,٥٧	٣,٥٨	٥٦,٩٤	٠,٣١	٠,٢٢	٠,١٦
شعيب القليب	٦٣,٨٨	١٧,٣٥	٣,٦٨	٤٤,٥٩	٠,٤٠	٠,٢٦	٠,٢١
شعيب الماردة	١٤,٧٠	٧,٨١	١,٨٨	٢٠,٢٧	٠,٤٥	٠,٢٨	٠,٢٤
المتوسط	**٧٠,٥١**	**٢٠,٢٧**	**٣,٢١**	**٥٥,٠٠**	**٠,٣٣**	**٠,٢٤**	**٠,١٨**

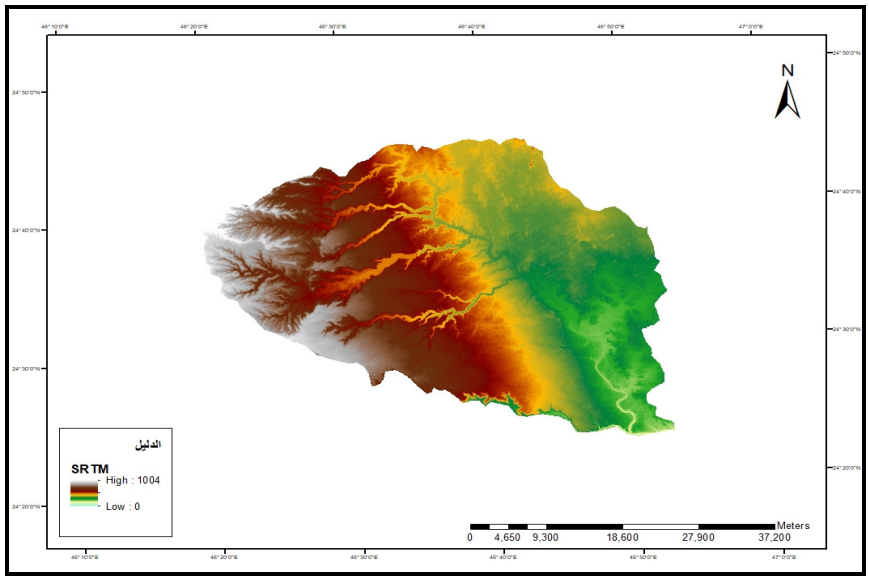
المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات د.احمد الدغيري ٢٠١٣.



شكل (٤) : أحواض الروافد التي بلغت الرتبة الخامسة وأجريت عليها دراسة تفصيلية.

المصدر: إعداد الباحثة.

ومما لاشك فيه أن الاختلافات في مساحات أحواض الروافد الرئيسية انما يرجع بالدرجة الأولى إلى العامل الجيولوجي بشقية الليثولوجي والبنيوي، وكذلك الخصائص الجيومترية الأولية للأسطح التي تجري عليها، خاصة وأن تلك الأودية شهدت أحداثاً مناخية واحدة حال نشاطها، وربما كان الزمن من أكثر العوامل المؤثرة في حدوث هذه الاختلافات؛ لذا فإن تأثيرهما محدود ليس على مساحات تلك الأحواض بشكل عام، وإنما على تباين مساحاتها، والدليل على ذلك أن حوضي شعيب السهل وشعيب أبو نخلة اللذين احتلا من حيث المساحة المرتبتين الأولى والثانية على التوالي بين مساحات أحواض الروافد يجريان على صدوع اكتنفت الصخور في حوضيهما (شكل ٥)، وبالتالي مكنتهما الظروف البنيوية من تعميق مجاريهما، وتباعاً نشطت روافدهما وقامت بعمليات نحت رأسي وتراجعي، ودفعت بخط تقسيم المياه في اتجاه المنابع، ولهذا السبب اتسعت مساحتهما الحوضية، ومن المتوقع اختلاف خصائص التضاريس، وشبكة التصريف في هذين الحوضين عن مثيلتها في أحواض الروافد الأخرى التي تعمل في نظام حوض وادي السهل، فعادة ما ترتبط خصائص أحواض التصريف بمساحاتها.



شكل (٥) : الارتفاعات في حوض وادي السهل.

المصدر: اعداد الباحثة.

٢- بلغ **طول حوض وادي السهل** ٦٢,٩٧ كم٢، وبلغ متوسط عرضه ٨,٣٥ كم٢، بينما بلغ محيطه ١٩٦,٧٦ كم٢، وعلى الرغم من تباين أبعاد أحواض روافده الرئيسية: (الطول – متوسط العرض – المحيط) فإنها تسير بشكل عام في خط موازي مع مساحاتها، وبالفعل احتل حوض شعيب السهل المرتبة الأولى بين الأحواض من حيث الطول والمحيط الحوضي، ويليه حوض شعيب أبو نخلة، بينما سجل الحوضان الآخران (حوض شعيب القليب، وحوض شعيب الماردة) أبعاداً أقل من المتوسطات العامة، فربما تكشف المقاييس المورفومترية التالية عن تقدم شعيب السهل، وشعيب أبو نخلة في الدورة الجيومورفولوجية، وتأخر شعيب القليب وشعيب الماردة في دورتهما.

٣- بلغت **نسبة الاستدارة** Circularity Ratio لحوض وادي السهل ٠,١٧. وتبين هذه النسبة إلى أن الحوض منخفض الاستدارة، وهذا ما تظهره في الواقع خريطة الحوض (شكل ٤)، بينما تراوحت نسب استدارة أحواض الروافد الرئيسية بين ٠,١٦–٠,٣٣ ويعني هذا أن أحواض الروافد هي الأخرى منخفضة الاستدارة بشكل عام. بينما وضحت المقارنة على مستوى تفصيلي أن نسبتي استدارة حوضي شعيب السهل وشعيب أبو نخلة وهما الأكبر من حيث المساحة شكلوا أقل من المتوسط العام، وأيضاً أقل من نسبتي استدارة حوضي شعيب القليب وشعيب الماردة وهما الأصغر من حيث المساحة، ويرجع ذلك إلى ما سبقت الإشارة إليه من أن الحوضين الأولين متأثران بصدوع اكتنفت الصخور في حوضيهما.

٤- سجل حوض وادي السهل **نسبة استطالة** Elongation Ratio بلغت ٠,٢١ مما يوضح أن الحوض يتجه بشكل كبير نحو الاستطالة، وهو بالفعل طولي الشكل (شكل ٤)، بينما تراوحت نسب استطالة أحواض الروافد بين ٠,١٩ – ٠,٢٨ بمتوسط عام بلغ ٠,٢٤ وتدل تلك النسب على أن أحواض الروافد هي الأخرى طولية الشكل مما اتضح أن أحواض التصريف تميل إلى الشكل الطولي إذ انخفضت نسب استطالتها، وذلك بعكس الاستدارة، فالأحواض المستديرة أو القريبة من الشكل الدائري ترتفع نسب استدارتها. واتضح من المقارنة أن حوضي شعيب السهل وشعيب أبو نخلة أكثر استطالة من حوضي القليب والماردة، وهنا تبرز للمرة الثانية نتيجة خاصة بأحواض الروافد موضوع البحث أن أحواض الروافد الكبيرة من حيث المساحة أقل استدارة وأكثر استطالة من أحواض الروافد الأصغر مساحة، مما لا شك فيه أنها اكتسبت تلك الخصائص تحت تأثير العوامل البنيوية.

وأثبتت المقارنة البصرية العادية بين أشكال أحواض الروافد (شكل ٤) حقيقة نتائج تلك المقاييس، وربما هذا ما دعا ماري موريساوا (Morisawa, 1985) إلى توضيح إن نسبة الاستطالة التي ابتكرها شوم (Schumm, 1956) تعد أفضل المقاييس للحكم على شكل حوض التصريف.

وتجدر الإشارة إلى أن نسبتي الاستدارة والاستطالة يعدان مؤشراً جيداً لفهم طبيعة الجريان النهري في أحواض التصريف، فالأحواض منخفضة الاستدارة عالية الاستطالة إذ يندرج حوض وادي السهل وأحواض روافده تحت تلك الفئة من الأحواض، وفي الواقع لا تشكل خطورة حقيقية في أعقاب سقوط أمطار عادية، وفي حال سقوط أمطار العواصف التي تعد أهم حدث مناخي في البيئات الجافة، تكون أقل خطورة بالمقارنة بأحواض أخرى عالية الاستدارة منخفضة الاستطالة لها نفس الخصائص الجيولوجية؛ ذلك لأن جريان المياه يستغرق وقتاً أطول داخل الأحواض منخفضة الاستدارة عالية الاستطالة حتى يصل إلى مخارج أوديتها الرئيسية، وبالتالي فإن جزءاً كبيراً من المياه يُفقد بالتسرب وعن طريق التبخر تحت تأثير عامل الوقت، بينما يصل الجزء المتبقي من المياه على سطح الأرض داخل الأحواض إن قُدر له الوصول إلى مخارج أوديتها وهو ضعيف الجريان محدود الطاقة، وهنالك شواهد وظواهر تدعم تلك النتيجة وتؤكدها، لعل أبرزها: أن المروحة الفيضية لوادي السهل نفسة الوادي الرئيسي التي أرسبها عند نقطة التقائه بوادي الأجردي تتسم بصغر مساحتها؛ مما يدل على مقدرة وادي السهل على حمل الرواسب ونقلها إلى مروحته كانت محدودة للغاية، ومن مؤشرات ضعف الجريان في الوقت الحاضر أن التراكمات الرملية النفود التي توجد بكثافة في محيط حوض الوادي أخذت تتأهب لغزوه، وبالفعل ظهرت تجمعات رملية حول مجرى الوادي في قطاعه الأدنى (شكل ٥) في محاولة منها لاجتياحه وطمره. كما فعلت في أودية أخرى عديدة في منطقة القصيم باتت أثراً، ولم يعد لها وجود سوى في ذاكرة المعمرين من قاطني المنطقة أو في بعض المأثورات الشعرية والسجلات التاريخية.

٥- بلغت **قيمة عامل الشكل** Form Factor لحوض وادي السهل ٠,١٣. بينما تراوحت قيمة هذا العامل لأحواض الروافد بين ٠,١١-٠,٢٤ بمتوسط عام بلغ ٠,١٨. وفي الوقت الذي انخفضت فيه قيمتا عامل الشكل لحوضي شعيب السهل وشعيب أبو نخلة عن المتوسط العام، فإن قيمتي عامل الشكل لحوضي شعيب القليب وشعيب الماردة تجاوزتا المتوسط العام، ولما كان عامل الشكل محصلة للعلاقة بين مساحة الحوض ومربع طوله، فإن هذا المقياس يوضح أن الخصائص الجيومترية لحوضي شعيب السهل وشعيب أبو نخلة متشابهة إلى حد كبير، وأنهما أيضاً متشابهان في خصائصهما الجيومورفولوجية، ربما لبلوغهما نفس المرحلة في دورتهما الجيومورفولوجية والتي يمكن تحديدها بدقة عند تحليل منحنى التكامل الهبسومتري. وتتفق نتائج مقياس عامل الشكل مع النتائج التي توصلت إليها مقاييس الشكل الأخرى الاستدارة والاستطالة وجاء الارتباط بينها طردياً وقوياً.

ثانياً – الخصائص التضاريسية Relief Characteristics :

أن خصائص أحواض التصريف تعكس المستوى الذي بلغته أوديتها في مجال النحت والتعرية، وبالتالي تحدد بدقة شديدة المراحل التي قطعتها في دورتها التحاتية، كما أن تساعد في تقدير كمية المادة الصخرية التي ماتزال داخل أحواضها وتنتظر دورها في النحت والنقل. ويوضح الجدول رقم (٢) خصائص تضاريس حوض وادي السهل وأحواض روافده الرئيسية، ومنه اتضح الآتي:

جدول (٢) : خصائص تضاريس حوض وادي السهل وأحواض روافده الرئيسية.

الحوض	أدنى منسوب (م)	أعلى منسوب (م)	التضاريس الكلية	نسبة التضرس	التضاريس النسبية	رقم الوعورة
حوض السهل	٤٤٠	٦٥٣	٢١٣	٣,٣٨	٠,١١	٣,٣٨
شعيب السهل	٥٠٥	٦٥٣	١٤٨	٤,٤٤	٠,١٥	٥,٤٦
شعيب أبونخلة	٥١٠	٦٢٣	١١٣	٥,٠٠	٠,٢٠	٧,٤٤
شعيب القليب	٥١٩	٦٣٠	١١١	٦,٤٠	٠,٢٥	٨,٩٩
شعيب الماردة	٤٩٣	٥٦٩	٧٦	٩,٧٣	٠,٣٧	١٢,٩٤
المتوسط			**١١٢**	**٦,٣٩**	**٠,٢٤**	**٨,٩٤**

المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات د. احمد الدغيري ٢٠١٣.

١- بلغت التضاريس الكلية Total Basin Relief لحوض وادي السهل ٢١٣م، بينما تراوحت في أحواض الروافد بين ٧٦-١٤٨م، بمتوسط عام بلغ ١١٢م، ويأتي حوض شعيب السهل في المقدمة ويليه حوض شعيب أبو نخلة؛ نتيجة لارتفاع مناسيب السطح في منابعهما، وكثرة الجبال والكتل الصخرية المنعزلة داخل حوضيهما. بينا نلاحظ انخفضت التضاريس الكلية في حوضي شعيب القليب وشعيب الماردة؛ نظراً لأنهما أقل مساحة، ويتسم سطح الأرض بالانخفاض العام داخل حوضيهما.

ويعتبر جلوك (Glock, 1931) أول من صاغ مصطلح التضاريس المتاحة Available Relief واستخدامه للأشارة إلى التباين في مناسيب سطح الأرض داخل أحواض التصريف، وأشار إلى ارتفاع سطح الأرض داخل الأحواض أو تضرسها أمر يتيح لشبكاتها القيام بعمليات نحت شديدة، وايدت رائيه موريساوا (Morisawa, 1985) حيث وضحت إلى أن عمليات التعرية النهرية تنشط وتقوى في الأحواض التي تتميز بارتفاع تضاريسها نتيجة لزيادة الطاقة الكامنة Potential Energy للجريان النهري. وبالاعتماد على هذه الدراسات يمكن القول إن ارتفاع التضاريس في حوض شعيب السهل وحوض شعيب أبو نخلة أكسب شبكتيهما نشاطاً كبيراً، ومكن أوديتهما من القيام بعمليات النحت رأسي وتراجعي واسعة النطاق بالمقارنة بحوضي شعيب القليب وشعيب الماردة، ومما لا شك فيه أن هذا الأمر انعكس على مساحات الأحواض وأشكالها وأيضاً على خصائصها التضاريسية.

٢- بلغت نسبة التضاريس Relief Ratio لحوض السهل ٣,٣٨ م/كم، بينما بلغت نسبة التضاريس لأحواض الروافد بين ٤,٤٤-٩,٧٣ م/كم، بمتوسط عام بلغ ٦,٣٩ م/كم، ويرجع السبب الرئيسي في تباين تضاريس أحواض الروافد إلى اختلاف تضاريسها الكلية، وتباين أطوال أحواضها، والدليل على ذلك نسبتي تضرس حوض شعيب السهل وحوض شعيب أبو نخلة جاءتا دون المتوسط العام، ويرجع السبب في ذلك إلى أنهما حوضان طوليان وبالمقارنة بحوضي شعيب القليب وشعيب الماردة اللذين سجلا نسبتي تضرس تجاوزتا المتوسط العام على الرغم من انخفاض تضاريسهما الكلية، غير أن طولهما أقل بكثير من طولي الحوضين الآخرين، وهذا ما توضحه أبعد ومقاييس الشكل (الاستدارة والاستطالة وعامل الشكل).

٣- بلغت التضاريس النسبية Relative Relief لحوض وادي السهل ٠,١١% بينما تراوحت في أحواض الروافد بين ٠,١٥-٠,٣٧% بمتوسط عام بلغ ٠,٢٤%، وتتفاوت التضاريس النسبية في أحواض الروافد نتيجة لاختلاف تضاريسها الكلية، وكذلك مساحتها وأطوال محيطاتها، حيث تنخفض قيم التضاريس النسبية في الأحواض المتسعة التي بلغت محيطاتها أطولاً كبيرة، ولهذا السبب انخفضت التضاريس النسبية في حوضي شعيب السهل وشعيب أبو نخلة عن

المتوسط العام. بينما ارتفعت التضاريس النسبية في حوضي شعيب القليب وشعيب الماردة عن المتوسط العام، ويتضح من بيانات الجدول رقم (٢) أن زيادة التضاريس الكلية لأحواض الروافد يقابلها نقص في تضاريسها النسبية، وأن العلاقة الارتباطية بينهما تأتي بالضرورة عكسية ودالة.

٤- بلغ رقم الوعورة Ruggedness Number في حوض وادي السهل ٣,٣٨ بينما تراوحت في أحواض الروافد بين ٥,٤٦-١٢,٩٤ بمتوسط عام بلغ ٨,٧١. ونلاحظ أن رقم الوعورة يسير بشكل متوازٍ مع التضاريس النسبية، حيث انخفضت وعورة حوض شعيب السهل وشعيب أبو نخلة عن المتوسط العام، بينما تجاوزت وعورة حوضي شعيب القليب وشعيب الماردة المتوسط العام، ولهذا فإن العلاقة عكسية بين الوعورة والتضاريس الكلية، والعلاقة طردية بين الوعورة والتضاريس النسبية.

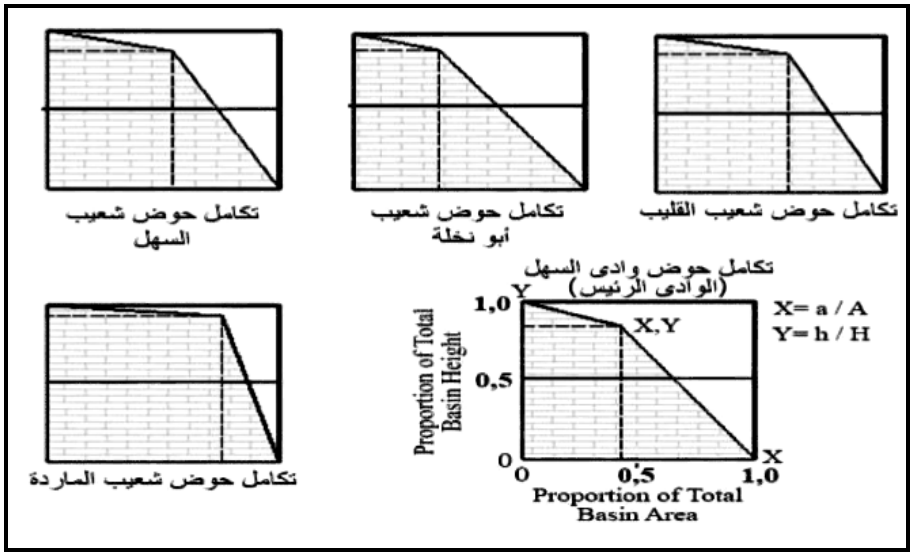
٥- بلغ التكامل الهبسومتري Hypsometric Integral لحوض وادي السهل ٦٤,٢٠%، بينما بلغت أحواض روافده بين ٦٥,٠٤-٨٤,٦٨% بمتوسط عام بلغ ٧٣,٢٤% (جدول ٣)، ويعتبر أن انخفاض تكامل حوض وادي السهل بالمقارنة بأحواض روافده أمراً منطقياً، فعادة ما يأتي تكامل حوض الوادي الرئيسي منخفضاً بالمقارنة بأحواض روافده التي تعمل في نظامه؛ نظراً لانخفاض سطح الأرض في القطاع الأدنى الذي يشكل نسبة كبيرة من مساحة حوض الوادي الرئيسي، ولهذا السبب نلاحظ يأخذ تكامل حوض التصريف في الارتفاع تدريجياً بالاتجاه صوب منابعه، وينخفض بالاتجاه نحو مصبه.

ويجب الأشارة إلى بعض الأمور الهامة قبل إجراء دراسة تفصيلية لتكامل حوض وادي السهل وأحواض روافده ومن أبرزها أن وادي السهل أحد روافد وادي الأجردي، يلتقي به في نقطة تقع على منسوب ٤٤٠ متراً فوق مستوى سطح البحر، ولها يجب الوضع في الاعتبار أن التكامل هنا نسبي وليس تكاملاً مطلقاً، تقتصر أهميته على مقارنة حوض وادي السهل بأحواض أخرى مماثلة لها نفس الخصائص، وكذلك وضع أحواض روافده في مقارنة مع بعضها لمعرفة المتقدم منها في دورته التحاتية والمتأخر. أما الحكم على هذا الوادي وغيره من الأودي الجافة التي لم تنتِه إلى بحار مفتوحة ولا إلى أحواض ومنخفضات تقع في مستواها، بل تقع مخارجها مصباتها فوق مستوى سطح البحر، فإن الحكم عليها بأنها بلغت مرحلة النضج أو الشيخوخة، كما توصل اليها عدد من الباحثين التخصص أمر به قدر كبير من المبالغة وعدم الموضوعية، فضلاً عن تجاهله للضوابط والمعايير الواجب توافرها عند إطلاق تلك الأحكام، فوادي السهل وغيره من الأودية الجافة بنفس خصائصه، توقف جريانها ونشاطها التحاتي وهي ماتزال حبيسة الأدوار التمهيدية الأولى في دورتها الجيومرفولوجية.

جدول (٣) : التكامل الهبسومتري لحوض وادي السهل وأحواض روافده الرئيسية.

الحوض	منسوب خط الكنتور (h)	أعلى منسوب (H)	الارتفاع النسبي (Y)	المساحة فوق خط الكنتور (a)	المساحة الكلية للحوض (A)	المساحة النسبية (X)	التكامل الهبسومتري (%)
حوض السهل	٤٤٠	٦٥٣	٢١٣	٣,٣٨	٠,١١	٣,٣٨	٦٤,٢
شعيب السهل	٥٠٥	٦٥٣	١٤٨	٤,٤٤	٠,١٥	٥,٤٦	٧٠,٨٨
شعيب أبو نخلة	٥١٠	٦٢٣	١١٣	٥,٠٠	٠,٢٠	٧,٤٤	٦٥,٠٤
شعيب القليب	٥١٩	٦٣٠	١١١	٦,٤٠	٠,٢٥	٨,٩٩	٧٢,٣٦
شعيب الماردة	٤٩٣	٥٦٩	٧٦	٩,٧٣	٠,٣٧	١٢,٩٤	٨٤,٦٨
المتوسط			١١٢	٦,٣٩	٠,٢٤	٨,٩٤	٧٣,٢٤

المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات د. احمد الدغيري ٢٠١٣.



شكل (٦) : منحنيات التكامل الهبسومتري لحوض وادي السهل وأحواض روافده الرئيسية.

ويوضح الجدول رقم (٣) والشكل رقم (٦) لنتائج تكامل حوض وادي السهل وأحواض روافده الرئيسية، ومنهما يتضح الآتي:

٥-١: قطع وادي السهل شوطاً لا بأس في دورته التحاتية، وبات متوازناً أو أقترب من التوازن، حيث يرى اشترالر أن أحواض الأودية تصبح متوازنة إذا بلغ تكاملها ٦٠%، وربما تعادلت عمليتا النحت والإرساب أو اقتربت من التعادل على الأقل في القطاع الأدنى من مجرى الوادي الذي يجري على فاصل ليثولوجي بين صخور الحجر الجيري البيوكلاستي Bioclastic Limestone وصخور الحجر الجيري العقدي Nodular Limestone (شكل ٥) وكان ذلك سبباً في توازن انحداره.

٥-٢: على الرغم من وجود تفاوت نسبي في تكامل أحواض روافد وادي السهل، فإنها تعتبر مانزال في بدايات الدورة التحاتية، وأن حجم المادة الصخرية داخل تلك الأحواض ما يزال كبيراً ٧٣,٣٤% بالمقارنة بما تم نحته ونقله.

٥-٣: قطع شعيب أبو نخلة شوطاً متقدماً عن غيره من الروافد الأخرى في دورته التحاتية، حيث بلغ تكامله ٦٥,٠٤%، ويليه حوض شعيب السهل بتكامل بلغ ٧٠,٨٨%. بينما نلاحظ تأخر حوضي شعيب القليب وشعيب الماردة في دورتهما حيث سجلا تكاملاً مرتفعاً بلغ على ٧٢,٣٦-٨٤,٦٨% على التوالي، وهي تعتبر نفس النتائج التي أشارت إليها من قبل معاملات شكل الحوض (الاستدارة، والاستطالة، وعامل الشكل)، والخصائص التضاريسية (تضاريس الحوض، ونسبة التضرس، والتضاريس النسبية). وهنا نجد مبرراً لما وضحه كوك وورن (Cooke and Warren, 1975) من أن التكامل الهبسومتري يعد أهم المقاييس في الكشف عن حقيقة العلاقة المورفومترية بين تضاريس أحواض التصريف.

ثالثاً - خصائص شبكة التصريف :

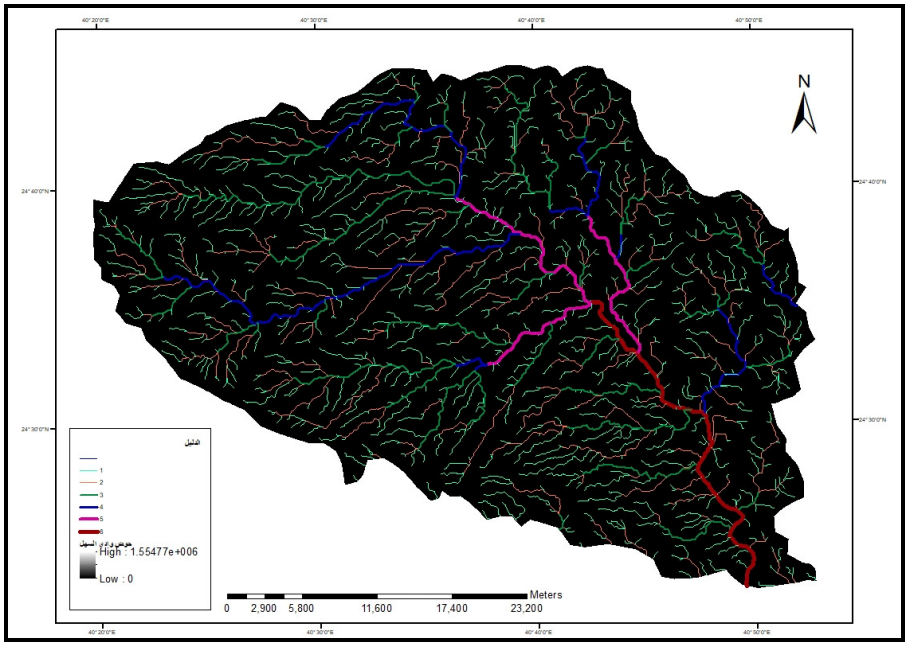
١- رتب المجاري المائية Stream Orders :

وفي أحواض الروافد المختارة لدراسة، نلاحظ تفوقت مجاري الرتبة الأولى من حيث العدد على مجاري الرتب الأخرى مجتمعة في الحوض ككل، ورغم قصر أطوال أحواض روافد الدراسة حيث بلغ متوسط أطوال مجاري الرتبة الأولى في الحوض ككل ٠,٣٠ كم، وتليها مجاري الرتبة الثانية، وكلما تقدمت الرتبة تناقصت أعداد مجاريها وازدادت أطوالها، حيث بلغ طول المجرى الرئيسي لوادي السهل نحو ٣٩ كم من نقطة التقاء رافديه شعيب أبو نخلة، وشعيب القليب وحتى اتصاله بوادي الأجردي حيث المصب وبطول تلك المسافة لم يتصل به روافد تفوق رتبتها الرتبة الخامسة ١٤,٧ كم، منها أثنان هما شعيب السهل وشعيب أبو نخلة تجاوز طول كل منهما المتوسط العام، بينما جاء طول شعيب القليب وشعيب الماردة دون المتوسط العام لأطوال المجاري في تلك الرتبة.

جدول (٤) : رتب مجاري وادي السهل وروافده الرئيسية وإعداد المجاري وأطوالها (بالكيلومتر).

الوادي وروافده الرئيسية	الرتبة الاولى		الرتبة الثانية		الرتبة الثالثة		الرتبة الرابعة		الرتبة الخامسة		الرتبة السادسة	
	العدد	الطول	العدد	الطول	العدد	الطول	العدد	الطول	العدد	الطول	العدد	الطول
وادي السهل	٢٦٩٨	٨١٣	٦٨١	٤١٨	١٤٠	٢٠١	٢٩	١١٩	٤	٥٩	١	٣٩
شعيب السهل	٧٥٣	٢٣٠	١٧٥	١١٠	٢٩	٥٧	٨	٢٥	١	٢٢		
شعيب أبو نخلة	٥٠٢	١٥٥	١٠٨	٨٤	٢٣	٣٢	٥	١٤	١	١٨		
شعيب القليب	٣٨٢	١١٦	٩١	٥٥	١٨	٣٤	٣	١١	١	١٤		
شعيب الماردة	٨٧	٢٥	٢٦	١١	٨	٨	٣	٣	١	٥		
المجموع	**١٧٢٤**	**٥٢٦**	**٤٠٠**	**٢٥٩**	**٨٨**	**١٣٢**	**١٩**	**٥٣**	**٤**	**٥٩**		
متوسط الطول		**٠,٣١**		**٠,٦٥**		**١,٤٩**		**٢,٧٧**		**١٤,٧**		

المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات د. احمد الدغيري ٢٠١٣.



شكل (٧) : شبكة تصريف وادي السهل مقسمة إلى رتب بحسب تصنيف (اشترالر).

المصدر: إعداد الباحثة.

ونلاحظ تفوق أحواض الروافد كبيرة المساحة كحوضي شعيب السهل وشعيب أبو نخلة على حوضي شعيب القليب وشعيب الماردة الأقل مساحة، وذلك من حيث أعداد المجاري وزيادة أطوالها خاصة مجاري الرتب الدنيا التي تمثل مخالب قوية يستخدمها الوادي الرئيسي في نحت وتقويض الصخور في منابعه والدفع بخط تقسيم المياه ناحية المنابع؛ فتتسع مساحته الحوضية، ويترتب على ذلك زيادة نصيبة من الأمطار التي تسقط عليه، ويقوم انحدار سطح الأرض وقوة الجاذبية الأرضية بتحويلها إلى فيضانات وسيول تدخل في حساب الروافد، فتتمكن شبكة التصريف من تعديل خصائصها الجيومترية والمورفومترية، وينعكس ذلك بدوره على تخفيض سطح الأرض وتخفيف الانحدارات داخل الحوض، وبالتالي يمضي حوض التصريف في تطوره ويسجل أشواطاً متقدمة في دورته التحاتية، وتقف الخصائص الجيولوجية للصخور التي تجري عليها تلك الأودية كحجر زاوية يتوقف عليه آليات عمل ونتائج تلك الحلقات الاسترجاعية.

أن تطور شبكات التصريف بهذا السيناريو حدث في وقت كانت فيه الأمطار أكثر وفرة وانتظاماً بالمقارنة بأمطار الوقت الحاضر، فأحواض التصريف في المناطق شديدة الجفاف كما موضح في منطقة الدراسة المذكورة أنفاً تمر بفترة توقف فيها النشاط التحاتي، وغدت ظاهرة حفرية أو أنها أشبه بالبراكين

الخامدة، وبالتالي لا تقوى على تطوير الخصائص المورفومترية لشبكاتها حتى وإن وضعنا في الاعتبار تأثير أمطار العواصف التي تهطل من عام إلى آخر أو على فترت متباعدة؛ لأن مجرد تعديل الخصائص المورفومترية لشبكات تلك الأحواض عن طريق إطالة مجاريها أو نشوء مجارٍ جديدة أو حتى تعميق القديم منها وتوسيعه؛ أمر يتطلب نشاط كل مجاري الشبكة في مختلف الرتب، وعلى المجاري القيام بتطهير جوانبها وقيعانها من نواتج التجوية، وتصبح المياه الجارية مطالبة بالوصول إلى الأساس الصخري الذي كانت تجري عليه في عصور المطر، ثم ينشط النحت بأنواعه (النحت الرأسي والتراجعي)، لذا فإن اقتراح بعض الدراسات بشأن إمكانية نشوء مجار جديدة في شبكات تصريف الأحواض الواقعة في البيئات الجافة في ظل ظروف المناخ الحالي الذي يتسم بضعف أمطاره وعدم انتظامها وقلة قينتها الفعلية وفاعليتها، فضلاً عن وجود أساس صخري متين يمثل أبرز عناصر المقاومة داخل الأحواض ولا يستجيب لقوى الجريان بسهولة، أمر فيه قدر من المبالغة، فأحواض التصريف في تلك البيئات تمر بزمن السيادة فيه للتجوية والرياح وليست التعرية النهرية.

٢- نسبة التشعب Bifurcation Ratio :

من خلال حساب رتب المجاري تم حساب واستخراج معدلات التشعب للحوض ككل ولأحواض الروافد (جدول ٥)، وقد بلغ معدل التشعب للحوض ككل ٤,٢٥، بينما تراوح في أحواض الروافد بين ٢,٤-٤,٣٣ بمتوسط عام بلغ ٣,٥٨، وتجاوز معدل التشعب في حوضي شعيب السهل وشعيب أبو نخلة المتوسط العام، بينما يلاحظ انخفاض معدل التشعب في حوضي القليب والماردة عن المتوسط العام. وقد وضح سعد وآخرون (Saad, et al., 1980) إلى أن نسبة التشعب تعد دالة للشكل الهندسي لحوض التصريف، فالأحواض التي تسجل نسب تشعب عالية تميل إلى الشكل الطولي، وعليه تستغرق المياه وقتاً طويلاً حتى تصل إلى مخارج وديانها. أما الأحواض منخفضة التشعب؛ فتميل إلى الشكل الدائري أو القريب منه، وتتمكن شبكاتها من نقل المياه من منابعها إلى مخارج وديانها في وقت قصير، وبالتالي يشكل هذا النوع من الأحواض خطورة حقيقية في البيئات الجافة، حيث يلاحظ تتكرر فيها ظاهرة الفيضانات عقب سقوط الأمطار، وبناءً على ما أشار إليه (Saad, et al., 1980) فإن جريان وادي السهل وكذلك روافده لا يشكل خطورة حقيقية حال سقوط الأمطار العادية على حوضه.

ويلاحظ أن هناك عوامل أخرى غير أبعاد الحوض وشكله تتحكم في عدد ورتب المجاري المائية داخل حوض التصريف، وبالتالي تحكم نسبة تشعبه. ومن أبرزها الشوط الذي قطعه حوض التصريف في دورته التحاتية، وخصائص المناخ القديم وظروف المناخ الحالي، وكذلك جيولوجية الأسطح التي تجري عليها شبكات التصريف، رغم ما أشار إليه هورتون (Horton, 1932) من أن نسبة التشعب تنحصر بين ٣-٥ عندما لاتكون لبنية الصخور تأثير قوي على أحواض التصريف (Gregory and Walling, 1973).

جدول (٥) : الخصائص المورفومترية لشبكة تصريف وادي السهل وروافده الرئيسية.

الحوض	المساحة (كم٢)	الرتبة	معدل التشعب	إجمالي أعداد المجاري	أطوال المجاري (كم)	كثافة التصريف (كم/كم٢)	التكرار النهري (الروافد/ كم٢)
حوض السهل	٥٢٨,٢٧	٦	٤,٢٥	٣٥٥٣	١٦٤٩,٥	٣,١٢	٦,٧٣
شعيب السهل	١٢٢,٧٣	٥	٤,٣٣	٩٦٦	٤٤٤,٠٢	٣,٦٢	٧,٨٧
شعيب أبو نخلة	٨٠,٧٣	٥	٣,٨٦	٦٣٩	٣٠٢,٥٢	٣,٧٥	٧,٩٢
شعيب القليب	٦٣,٨٠	٥	٣,٧٤	٤٩٥	٢٣٠,٧٠	٣,٦١	٧,٧٥
شعيب الماردة	١٤,٧٠	٥	٢,٤٠	١٢٥	٥٠,٧٨	٣,٤٥	٨,٥٠
المتوسط	**٧٠,٥١**		**٣,٥٨**	**٥٥٦**	**٢٥٧,٠١**	**٣,٦١**	**٨,٠١**

المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات د. احمد الدغيري ٢٠١٣.

٣- كثافة التصريف Drainage Density :

تعتبر كثافة التصريف تأتي في مقدمة المقاييس التي تصف النظامين الموفومتري والمورفولوجي لأحواض التصريف، وتعكس طبيعة العلاقة بين عدد من المتغيرات أسهمت بأدوار متباينة في رسم ملامح هذين النظامين. ومن أبرزها الظروف المناخية القديمة والسائدة في الوقت الحاضر، خاصة كمية الأمطار من حيث فصليتها ونظام سقوطها وقيمتها الفعلية، والخصائص الجيومترية لسطح الأرض داخل حوض التصريف التي يتوقف عليها نشاط شبكة التصريف، وتقف جيولوجية الصخور والتكوينات نوعاً وبنية عاملاً مشتركاً بين تلك المتغيرات، فضلاً عن تأثير عوامل أخرى كالنبات ونوع التربة والشوط الذي قطعته أحواض التصريف في دورتها التحاتية. ويعرض الجدول رقم (٥) كثافة تصريف حوض وادي السهل وكذلك أحواض روافده، ومنها يتضح التالي:

١- بلغت كثافة تصريف حوض وادي السهل ٣,١٢ كم/كم٢، بينما تراوحت في أحواض الروافد بين ٣,٤٥-٣,٧٥ كم/كم٢ بمتوسط عام بلغ ٣,٦١ كم/كم٢ وهي تعتبر بشكل عام كثافة منخفضة رغم ندرة الغطاء النباتي. كما انها تعكس خشونة النسيج الطبوغرافي داخل الحوض، حيث أشار (Strahler, 1967) إلى أن أحواض التصريف تكون خشنة النسيج إذا انخفضت كثافات تصريفها عن ٥ كم/ كم٢، ويرجع ذلك إلى شدة نفاذية الصخور وقلة الأمطار التي تسقط على أحواضها، واتفق معه باحثون آخرون منهم جريجوري ووالنج (Gregory and Walling, 1973)، وهوارد

(Howard, 1967)، غير أن ماري موريساوا (Morisawa, 1985) أشارت إلى أن أحواض التصريف تكون خشنة النسيج Coarse Texture إذ انخفضت كثافة التصريف عن ٨ كم/كم^{٢}، وعلى أيه حال ففي الحالتين يوصف حوض وادي السهل وأحواض روافده بانخفاض كثافة تصريفها وخشونة نسيجها الطبوغرافي.

أن كثافة التصريف تكون منخفضة في بدايات دورة التعرية، ثم ترتفع في منتصفها، غير أنها تعود وتنخفض ثانية في نهاية الدورة، وانخفاض كثافة تصريف حوض وادي السهل وأحواض روافده يتبع الانخفاض الأول، حيث أظهرت دراسة خصائص المساحة والشكل، ودراسة خصائص التضاريس الحوض تكامله الهبسومتري، أنه ما يزال حبيس المراحل الأولى من دورة التعرية، وتوقف نمو شبكة التصريف وتطورها مع توقف المطر البليستوسيني، وتعجز الأمطار الحالية عن تطوير هذه الشبكة أو حتى تطهيرها من المواد الصخرية التي سقطت من جوانب الأودية وعلقت بقيعانها، وبالطبع يرجع السبب في ذلك إلى ندرة الأمطار وتدني قيمتها الفعلية، وبالتالي ضعف الجريان في حال حدوثه.

٢- يلاحظ انخفاض نسبي في كثافة تصريف الحوض ككل (٢,١٢ كم/كم^{٢}) إذا ما قورنت بكثافات أحواض الروافد وبالمتوسط العام (٣,٦١ كم/كم^{٢})، ويرجع السبب في ذلك إلى قلة عدد الروافد في القطاع الأدنى من الحوض الذي يشغل نسبة كبيرة من مساحة الحوض ككل.

٣- بالاعتماد على دراسات أخرى مماثلة يبدو أن جيولوجية الصخور في حوض وادي السهل وأحواض روافده كانت سبباً في انخفاض كثافة تصريفها، حيث تتألف صخور الحوض من الحجر الجيري متباين الخصائص، وقد أشار كوك وورن (Cooke and Warren, 1975) إلى أن كثافة التصريف تنخفض بشدة في الأحواض التي تجري أوديتها على صخور عالية النفاذية والتسرب مثل الحجر الجيري والصخور البركانية الحامضية، وفي دراسة لهما عن الشكل والعملية في أحواض التصريف أكد جريجوري ووالنج (Gregory and Walling, 1973) نفس النتيجة بقولهما إن كثافة التصريف تنخفض بشكل كبير في الأحواض التي تجري أوديتها على صخور عالية النفاذية، واتفق باحثون كثيرون ومنهم ريتر وزملاؤه (Ritter, 1995)، وهيلز (Hails, 1977)، وصُمال (Small, 1986)، وعوَل الأخير كثيراً على قوة تأثير نوع الصخر في كثافة التصريف، حيث أشار عند دراسته لأحواض التصريف التي تجري أوديتها في أراضي الطباشير الإنجليزي English Chalk Lands إلى أن كثافة التصريف انخفضت إلى أقل من ١ كم/كم^{٢} رغم أنه أدخل الغدران الموسمية Seasonal Bournes في حساب الكثافة، ويرجع انخفاض كثافة التصريف إلى ارتفاع معدلات النفاذية في الصخور الطباشيرية. وبناءً على ما تقدم فمن المتوقع أن تكون صخور الحجر الجيري أحد أسباب انخفاض كثافة التصريف حوض وادي السهل بشكل

عام، ويمكن القول إن نسبة كبيرة من مياه الأمطار التي تسقط على حوض وادي السهل تتسرب عبر الصخور والتكوينات وتتحول إلى حساب المياه الجوفية القريبة من السطح.

٤- تكرار التصريف Drainage Frequency :

بلغ تكرار التصريف في حوض وادي السهل حوالي ٦,٧٣ رافد/كم^{٢}، بينما تراوحت بين ٧,٨٧-٨,٥٠ رافد/كم^{٢} بمتوسط عام وصل حوالي إلى ٨,٠١ رافد/كم^{٢} (جدول ٥).

ويتضح من ذلك أن تكرار التصريف في حوض وادي السهل (الوادي الرئيسي) انخفض عن تكرار التصريف في أحواض روافده وعن المتوسط العام، ويرجع ذلك إلى نفس الأسباب التي أدت إلى انخفاض كثافة التصريف في حوض الوادي الرئيسي عن كثافات تصريف أحواض روافده وأيضاً عن المتوسط العام، فعادة ما يسير تكرار التصريف في خط مواز لكثافة التصريف.

إذ أن قيم تكرار التصريف تقاربت في أحواض الروافد الثلاثة الأولى (شعيب السهل، وشعيب أبو نخلة، وشعيب القليب). بينما ارتفع نسبياً تكرار حوض الرافد الرابع (شعيب الماردة) رغم انخفاض كثافة تصريفه مقارنة بأحواض الروافد الأخرى، ويرجع ذلك إلى زيادة عدد الروافد وقصر أطوالها في الوحدة المساحية داخل هذا الحوض، بينما يقل عدد الروافد ويزداد أطوالها في نفس الوحدة المساحية المماثلة داخل أحواض الروافد الأخرى، وفي ذلك إشارة إلى أن قيم تكرار التصريف تنخفض في الأحواض التي قطعت شوطاً متقدماً في دورة التعرية، وفقدت على أثره نسبة من رصيدها الصخري، بينما ترتفع تكرار التصريف في الأحواض التي ما تزال في مرحلة أقل من دورتها التحاتية، كما هو حال حوض شعيب الماردة، وبالفعل أظهرت بيانات الجدول رقم (٤) أن نسبة التكامل الهبسومتري لحوض شعيب الماردة بلغت ٨٤,٦٨% وهو أعلى تكامل على مستوى أحواض الروافد. كما أنه الوحيد الذي تجاوز المتوسط العام.

الخاتمة:

١) النتائج:

١- تبلغ مساحة حوض وادي السهل ٥٢٨,٢٧ كم^{٢}، إذ تراوحت مساحات أحواض روافده الرئيسية بين ١٤,٧٠-١٢٢,٧٣ كم^{٢}، بمتوسط عام بلغ ٧٠,٥١ كم^{٢}، وسجل حوض شعيب السهل وهو من أحد روافده الرئيسية أكبر مساحة حوضية على مستوى مساحات أحواض الروافد الرئيسية الأربعة، ويليه حوض شعيب أبو نخلة، ثم حوض شعيب القليب، واخيراً حوض شعيب الماردة.

٢- بلغ طول حوض وادي السهل ٦٢,٩٧ كم^{٢}، وبلغ متوسط عرضه ٨,٣٥ كم^{٢}، بينما بلغ محيطه ١٩٦,٧٦ كم^{٢}، وعلى الرغم من تباين أبعاد أحواض روافده الرئيسية: (الطول - متوسط

العرض – المحيط) فإنها تسير بشكل عام في خط موازي مع مساحاتها، وبالفعل احتل حوض شعيب السهل المرتبة الأولى بين الأحواض من حيث الطول والمحيط الحوضي، ويليه حوض شعيب أبو نخلة، بينما سجل الحوضان الآخران (حوض شعيب القليب، وحوض شعيب الماردة) أبعاداً أقل من المتوسطات العامة.

٣- بلغت نسبة الاستدارة Circularity Ratio لحوض وادي السهل ٠,١٧. وتبين هذه النسبة إلى أن الحوض منخفض الاستدارة، وهذا ما تظهره في الواقع خريطة الحوض، بينما تراوحت نسب استدارة أحواض الروافد الرئيسية بين ٠,١٦–٠,٣٣ ويعني هذا أن أحواض الروافد هي الأخرى منخفضة الاستدارة بشكل عام.

٤- سجل حوض وادي السهل نسبة استطالة Elongation Ratio بلغت ٠,٢١ مما يوضح أن الحوض يتجه بشكل كبير نحو الاستطالة، وهو بالفعل طولي الشكل، بينما تراوحت نسب استطالة أحواض الروافد بين ٠,١٩–٠,٢٨ بمتوسط عام بلغ ٠,٢٤ وتدل تلك النسب على أن أحواض الروافد هي الأخرى طولية الشكل مما اتضح أن أحواض التصريف تميل إلى الشكل الطولي.

٥- بلغت قيمة عامل الشكل Form Factor لحوض وادي السهل ٠,١٣. بينما تراوحت قيمة هذا العامل لأحواض الروافد بين ٠,١١–٠,٢٤ بمتوسط عام بلغ ٠,١٨. وفي الوقت الذي انخفضت فيه قيمتا عامل الشكل لحوضي شعيب السهل وشعيب أبو نخلة عن المتوسط العام، فإن قيمتي عامل الشكل لحوضي شعيب القليب وشعيب الماردة تجاوزتا المتوسط العام.

٦- بلغت التضاريس الكلية Total Basin Relief لحوض وادي السهل ٢١٣م، بينما تراوحت في أحواض الروافد بين ٧٦–١٤٨م، بمتوسط عام بلغ ١١٢م، ويأتي حوض شعيب السهل في المقدمة ويليه حوض شعيب أبو نخلة، وانخفاض التضاريس الكلية في حوضي شعيب القليب وشعيب الماردة.

٧- بلغت نسبة التضاريس Relief Ratio لحوض السهل ٣,٣٨ م/كم، بينما بلغت نسبة التضاريس لأحواض الروافد بين ٤,٤٤–٩,٧٣ م/كم، بمتوسط عام بلغ ٦,٣٩ م/كم، ويرجع السبب الرئيسي في تباين تضاريس أحواض الروافد إلى اختلاف تضاريسها الكلية، وتباين أطوال أحواضها.

٨- بلغت التضاريس النسبية Relative Relief لحوض وادي السهل ٠,١١% بينما تراوحت في أحواض الروافد بين ٠,١٥–٠,٣٧% بمتوسط عام بلغ ٠,٢٤%، وتتفاوت التضاريس النسبية في أحواض الروافد نتيجة لاختلاف تضاريسها الكلية، وكذلك مساحتها وأطوال محيطاتها، حيث تنخفض قيم التضاريس النسبية في الأحواض المتسعة التي بلغت محيطاتها أطولاً كبيرة.

٩- بلغ رقم الوعورة Ruggedness Number في حوض وادي السهل ٣,٣٨ بينما تراوحت في أحواض الروافد بين ٥,٤٦ – ١٢,٩٤ بمتوسط عام بلغ ٨,٧١. ونلاحظ أن رقم الوعورة يسير بشكل متوازٍ مع التضاريس النسبية.

١٠- بلغ التكامل الهبسومتري Hypsometric Integral لحوض وادي السهل ٦٤,٢٠%، بينما بلغت أحواض روافده بين ٦٥,٠٤-٨٤,٦٨% بمتوسط عام بلغ ٧٣,٢٤%، ويعتبر أن انخفاض تكامل حوض وادي السهل بالمقارنة بأحواض روافده أمراً منطقياً، فعادة ما يأتي تكامل حوض الوادي الرئيسي منخفضاً بالمقارنة بأحواض روافده التي تعمل في نظامه.

١١- تفوقت مجاري الرتبة الأولى من حيث العدد على مجاري الرتب الأخرى مجتمعة في الحوض ككل، ورغم قصر أطوال أحواض روافد الدراسة حيث بلغ متوسط أطوال مجاري الرتبة الأولى في الحوض ككل ٠,٣٠ كم، وتليها مجاري الرتبة الثانية، وكلما تقدمت الرتبة تناقصت أعداد مجاريها وازدادت أطوالها، حيث بلغ طول المجرى الرئيسي لوادي السهل نحو ٣٩ كم من نقطة التقاء رافديه شعيب أبو نخلة، وشعيب القليب وحتى اتصاله بوادي الأجردي.

١٢- بلغ معدل التشعب للحوض ككل ٤,٢٥، بينما تراوح في أحواض الروافد بين ٢,٤-٤,٣٣ بمتوسط عام بلغ ٣,٥٨، وتجاوز معدل التشعب في حوضي شعيب السهل وشعيب أبو نخلة المتوسط العام، بينما يلاحظ انخفاض معدل التشعب في حوضي القليب والماردة عن المتوسط العام.

١٣- بلغت كثافة تصريف حوض وادي السهل ٣,١٢ كم/كم^{٢}، بينما تراوحت في أحواض الروافد بين ٣,٤٥-٣,٧٥ كم/كم^{٢} بمتوسط عام بلغ ٣,٦١ كم/كم^{٢} وهي تعتبر بشكل عام كثافة منخفضة رغم ندرة الغطاء النباتي. كما انها تعكس خشونة النسيج الطبوغرافي داخل الحوض، أن أحواض التصريف تكون خشنة النسيج إذا انخفضت كثافات تصريفها عن ٥ كم/كم^{٢}، ويرجع ذلك إلى شدة نفاذية الصخور وقلة الأمطار التي تسقط على أحواضها.

١٤- انخفاض نسبي في كثافة تصريف الحوض ككل (٢,١٢ كم/كم^{٢}) إذا ما قورنت بكثافات أحواض الروافد وبالمتوسط العام (٣,٦١ كم/كم^{٢})، ويرجع السبب في ذلك إلى قلة عدد الروافد في القطاع الأدنى من الحوض الذي يشغل نسبة كبيرة من مساحة الحوض ككل.

١٥- أن جيولوجية الصخور في حوض وادي السهل وأحواض روافده كانت سبباً في انخفاض كثافة تصريفها، حيث تتألف صخور الحوض من الحجر الجيري متباين الخصائص، أن كثافة التصريف تنخفض بشدة في الأحواض التي تجري أوديتها على صخور عالية النفاذية والتسرب مثل الحجر الجيري والصخور البركانية الحامضية.

١٦- بلغ تكرار التصريف في حوض وادي السهل حوالي ٦,٧٣ رافد/كم^{٢}، بينما تراوحت بين ٧,٨٧-٨,٥٠ رافد/كم^{٢} بمتوسط عام وصل حوالي إلى ٨,٠١ رافد/كم^{٢}.

١٧- أن تكرار التصريف في حوض وادي السهل (الوادي الرئيسي) انخفض عن تكرار التصريف في أحواض روافده وعن المتوسط العام، ويرجع ذلك إلى نفس الأسباب التي أدت إلى انخفاض كثافة التصريف في حوض الوادي الرئيسي عن كثافات تصريف أحواض روافده وأيضاً عن المتوسط العام، فعادة ما يسير تكرار التصريف في خط مواز لكثافة التصريف.

٢) التوصيات:

١- توصي الدراسة بضرورة استغلال المياه الجوفية القريبة من سطح وادي السهل بشكل لا يشكل ضغطاً على الموارد؛ حيث وضحت هيدرولوجية وجيومورفولوجية الحوض أن مياه الأمطار تتسرب إلى معظم الصخور والتكوينات داخل الحوض وهي عالية المسامية والنفاذية وقليلة التبخر.

٢- أيضاً توصي الدراسة بعدم الحاجة إلى أنشاء السدود الخرسانية على مجرى الوادي في أي موقع أو قطاع منه، لأن لا فائدة من أقامتها لأن جيومورفولوجية وهيدرولوجية الحوض وضحت أنه لا يشكل خطورة حال جريانه.

٣- توصي الدراسة على أهمية أثبات مجاري الأودية خرائطياً خاصة تلك التي حول المحلات العمرانية والاستفادة من هذا الاثبات والتوثيق في عدم التعدي على مجاريها والتخطيط وفقاً لانسيابها.

٤- وتؤكد الدراسة على أهمية التركيز على الدراسات التي تعني بدراسة ماهية وتطور الأودية قديماً والذي بدورها تعطي مؤشرات حقيقة تدعم أصحاب القرار التخطيط والتنفيذ.

٥- لازالت منطقة حوض وادي السهل تفتقر إلى الدراسات المتخصصة، والتي تبرز أهمية الحوض باعتباره جزء من حوض وادي كبير وهو وادي الرمة.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

١. شاور، آمال إسماعيل (١٩٨٢) التعبير الكمي لدورة التعرية عند دافيز، مع التطبيق على بعض الأودية في مصر، المجلة الجغرافية العربية، العدد الرابع عشر.

٢. الوليعي، عبد الله ناصر (١٤١٦هـ) جيولوجية وجيومرفولوجية المملكة العربية السعودية، دار الممتاز للنشر، الرياض.

٣. العوضي، حمدينه عبد القادر السيد (٢٠٠٢) أحواض التصريف بحوض المدينة المنورة، المملكة العربية السعودية – دراسة جيومرفولوجية، إصدارات مجلة كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.

٤. مجد الدين محمد (١٤٢٥هـ)، القاموس المحيط، دار الجيل، القاهرة.

٥. البريدي، تركي بن جار الله (١٤٣٣هـ) التحليل المورفومتري وتقدير التدفق السيلي لشبكة التصريف المائي السطحي لحوض وادي العمارية، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة الملك سعود– الرياض.

٦. الدغيري، أحمد عبد الله (٢٠١٢) الأنماط المورفولوجية والتوزيعات اللونية للكثبان في صحراء الدهناء شمال منطقة القصيم، مجلة العلوم العربية والإنسانية، جامعة القصيم.

٧. الدغيري، أحمد عبد الله (٢٠١٣) أدلة فيضان وادي الطرفية رافد وادي الرمة بإقليم القصيم خلال الرباعي المتأخر أواسط المملكة العربية السعودية، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.

٨. الدغيري، أحمد عبد الله (٢٠١٣) أدلة فيضان وادي الرمة بإقليم القصيم خلال الهولوسين أواسط المملكة العربية السعودية، مؤتمر الجغرافيا والتغيرات العالمية المعاصرة، جامعة طيبة، المدينة المنورة.

ثانياً: المراجع الأجنبية

1. Al dughairi, A. (2011): Late Quaternary Palaeo environmental Reconstruction in the Burydah area. Central Saudi Arabia. PhD. thesis submitted to University of Leicester, UK.
2. Andrew V. Bradley; Sue J. McLaren; Ahmed, Al Duwairi; Nadia Khalaf (2012): Relationship Between Dune Colour and Dune Topography in Central Saudi Arabia – What Does it Mean 18th windy day conference, University of Leicester, UK.
3. Bullard, J. and White, K (2002): Quantifying Iron Oxide Coatings on Dune Sands Using Spectrometric Measurements: An example from the Simpson-Strzelecki Desert. Australia. Journal of Geophysical Research, Vol. 107, pp. 21-25.

4. Chavez, P. (1996): Image Based Atmospheric Correction Revisited and Improved. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol. 62, pp. 1025-1036.
5. Cooke, R.U. and Warren. A. (1975): Geomorphology in Desert. Second edit; London.
6. Glock, W.S. (1931): The Development of Drainage Systems: A Synoptic View. Geogr. Rev., 21.
7. Gregory, K.J. and Walling, D.E. (1973): Drainage Basin: Form and Process- A Geomorphological Approach. John Willey, New York.
8. Hails, J.R. (1977): Applied Geomorphology. Amsterdam. Horton, R.E. (1932): Drainage Basin Characteristics. Am. Geophys. Union. Trans., Vol. 13.
9. Horton, R.E. (1945): Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins. Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology. Bulletin of the Geological Society of America, Vol. 56, pp. 275-370.
10. Howard, R.D. (1967): Drainage Analysis in Geologic Interpretation a Summation of American Association of Petroleum Geologists. Bull., Vol. 5. No. 11, pp. 2246-2259.
11. Manivit, J.; Denis. V.; Alain. B.; Paul, L. and Jackie. F. (1986): Explanatory notes to the geologic map of the Burydah Quadrangle. Kingdom of Saudi Arabia. Ministry of petroleum and Mineral Resources, Saudi Arabia.
12. Maurice. E. (1988): Techniques in Sedimentary. Blackwell Publishing, London.
13. McLaren, S.; Al Juaidi. F.; Millington, A. and Bateman, M. (2009): Evidence for Episodic Humidity in the Arid Interior of Central Saudi Arabia over the last 60 ka. Journal of Quaternary.
14. Miller. V.C. (1953): A Quantitative Geomorphic Study of Drainage Basin Characteristics in the Clinch Mountain Area. Varginia and Tennessee. Project. 3. Columbia University, Department of Geology. ONR. Geography Branch. New York.
15. Moran. M.S.; Jackson R.D. Slater, P. N. and Teillet, P.M. (1992): Evaluation of Simplified Procedures for Retrieval of land Surface Reflectance Factors from Satellite Sensor Output. Remote Sensing of Environment, No. 41, pp. 169-184.
16. Morisawa, M. (1985): Rivers: Form and Process. New York.
17. Nadia, R. Khalaf. Sue.; McLaren Andrew, V.; Bradley; Al Dughairi, Ahmed (2012): Pattern and Distribution of Complex Dune Structures Using Residual Relief Separation. Central Saudi Arabia. 18th Windy Day Conference. University of Leicester. UK.
18. Petraglia1, M.; Alsharekh, P.; Breeze.P.; Clarkson, C.; Crassard, R.; Drake, N.; Groucutt, H.; Jennings, R.; Parker, A.; Parton, A.; Roberts, R.; Shipton, C.; Matheson, C.; Al-Omari, A.; Veall, M (2012): Hominin Dispersal into the Nefud Desert and Middle.
19. Palaeolithic Settlement along the Jubbah Paleolake. Northern Arabia. Plos one. Vol. 7, Issue 11.
20. Ritter, D.F.; Kochel, R.C. and Miller, J.R. (1995): Process Geomorphology. 3rd edition, London.

21. Rosenberg, T.; Preusser, F.; Risberg, J.; Plikk, A.; Kadi, K.; Matter, A.; Fletimann, D. (2013): Middle and Late Pleistocene Humid Periods Recorded in Palaeolake Deposits of the Nafud Desert Saudi Arabia. Quaternaey Science Reviews, Vol.70, pp. 109-123.
22. Saad, K.F.; El-Shamy, I.Z and Sweiden, A.S. (1980): Quantitative Analysis of the Geomorphology and Hydrology of Sina Peninsula. Annals of Geol. Surv. of Egypt, Vol. 10, pp. 819-836.
23. Schumm, S.A. (1956): Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy. New Jersey. Geol. Soc. Am.
24. Small, R.J. (1989): Geomorphology and Hydrology. Long. London & New York.
25. Strahler, A.N. (1957): Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. Am. Geophys. Union Trans. Vol. 38.
26. Thomas, H.; Roge. J.; Halawani, M.; Memesh. A.; Lebrat, P., Bourillon, C.; Buffeftuut, E.; Cappetta, H.; Cavelier, C.; Dutheil, D. (1999): Paleocene to Early Eocene Marine Vertebrates from the Uppermost Aruma Formation Northern Saudi Arabia. Earth Planetary Sciences, Vol. 329, pp. 909-912.
27. Wood, W.; Imes, J. (1998): How Wet is Wet? Precipitation Constraints Late Quaternary Climate in Southern Arabian Peninsula. Journal of Hydrology, Vol. 164, pp. 263-268.

Hydromorphometric Study of the Sahel Valley Basin in Al-Qassim Region

ABSTRACT

The current environment of the Qassim region is one of the dry desert environments in the center of Saudi Arabia. It is characterized by an old dry river network. The Ruma valley and its multiple tributaries constitute one of the patterns of dry flow in a dry environment. Most of its features are in the middle of Holocene. These hydrological patterns are similar to those of dry, stuffed channels, of which little is known except for their names or some of their geometrical characteristics.

This lack of understanding has often turned them into channels of destruction, in the event of a severe collapse in this arid environment. Water patterns through the use of remote sensing techniques and geographic information systems in addition to the necessary laboratory analysis, in addition to drawing a picture that reflects its current and future gravity if it returns to the same as it was in the past.

The results of this study found that the Sahel valley went well in its adaptive cycle and became balanced or close to equilibrium, all its tributaries are still in the early stages of its rotation. The morphometric study showed the morphometric characteristics of the Sahel Valley basin, and the difference between the basins of its tributaries reflected the effect of variation in the geological characteristics of the basin rocks. Sahel Valley does not represent a sedimentary danger in the wake of normal precipitation. In the case of precipitation, the Sahel Valley is less dangerous than other valleys Neighboring, due to its depletion and poor drainage density, in addition to a large part of the water lost by leaking or evaporation.

Key Words: Valley, Sahel, Morphometric, Hydromorphometric, Hydrological network.