

# التحليل المورفومتري لتحديد أولويات الصيانة في الأحواض الجنوبية الغربية لسلسلة جبل آكري

م. هوزان صادق مولود  
قسم الجغرافية- كلية الآداب/ جامعة صلاح الدين  
hozan.mawlood@su.edu.krd

أ. م. د. حكمت عبدالعزيز حمد الحسيني  
قسم الجغرافية- كلية الآداب/ جامعة صلاح الدين  
hikmat.hamad@su.edu.krd

## الملخص

تعد صيانة المناطق المعرضة للتعرية المائية ضمن أحواض الأنهر والتي هي إحدى المكونات البيئية الأساسية أمر ضروري لاسيما في هذا الوقت الذي تعددت فيه التداخلات الخاطئة للإنسان ومعاملاته غير السليمة مع البيئة ومكوناتها. نظراً لعدم إمكانية إجراء الصيانة المتكاملة على مساحات واسعة وفي آن واحد، فإن محاولة تحديد مستويات التعرية المائية كأساس لتحديد أولويات الصيانة باستخدام المتغيرات المورفومترية إحدى الوسائل الناجعة لتسريع عملية الصيانة وتحقيق أوطارها. تهدف هذه الدراسة إلى رسم خارطة مستويات التعرية المائية وإبراز تبايناتها المكانية في الأحواض الجنوبية الغربية لسلسلة جبل آكري، ولتحقيق هذه الغاية ركزت الدراسة على الخصائص التضاريسية وشبكة الصرف كونهما أشد علاقة بالتعرية المائية، ثم حساب قيمة المتغيرات الخاصة بهما في الأحواض النهرية بتطبيق طريقة شبكة المربعات المتساوية، وتوصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج أهمها: يعد متغيري نسبة التضرس ومتوسط الانحدار من أكثر المتغيرات المورفومترية تأثيراً على مقدار التعرية المائية ومستوياتها.

**الكلمات الدالة:** التحليل المورفومتري، التعرية المائية، العوامل المركبة، أولويات الصيانة.

## ١- المقدمة

تعد الدراسات المورفومترية إحدى الاتجاهات الحديثة في دراسة أحواض الصرف بمختلف أحجامها، ومع أن الدراسات المورفومترية جدير بالملاحظة في التعرف على تطور أشكال الأرض وخصائص عملية التآكل ومرآحها جملةً، إلا أن المعادلات المتعلقة بالخصائص التضاريسية وشبكة الصرف ضمن تلك الدراسات هي إحدى أهم الوسائل للتعرف على مقدار التعرية ومستوياتها، ومع تطور وسائل البحث ولاسيما في مجال البرامج الحاسوبية يمكن تحويل نتائج المعادلات إلى الخرائط التي تتوفر فيها خاصية التباين المكاني لتوزيع قيم المعادلات، بدلاً من عرضها بشكل أرقامٍ صرفة في الجداول، ففي الأونة الأخيرة زادت دقة حساب قيم المعادلات المورفومترية وتعددت طرق عرضها واستخراجها، ويأتي ذلك مع تزايد التطور الذي طرأ على تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والتحسس النائي، حيث يمكن من خلال استخدام أدوات التحليل المكاني ضمن برنامج نظم المعلومات الجغرافية تطبيق المعادلات المورفومترية على مساحة أحواض الصرف مكانياً والحصول على نتائج المعادلات بهيئة قيم متباينة ضمن جداول مبوبة ومن ثم تحويلها إلى خرائط رقمية، وقد طبق ذلك في هذه الدراسة التي ركزت في هذا الفصل على إبراز التباين المكاني لقيم نتائج المعادلات ضمن منطقة الدراسة على شكل خرائط رقمية ومن ثم الاستدلال بها على مدى التعرية المائية وشدتها، لكن مع كل ذلك ينبغي الأخذ في الحسبان بأن الدراسات المورفومترية تتطلب إجراء القياسات الدقيقة ثم تحليل نتائجها لاستنباط واستقصاء بعض الدلائل الجيومورفولوجية مثل التعرية والترسيب. ولأجل تحديد مستويات التعرية المائية في منطقة الدراسة تم تطبيق مجموعة من المعادلات الرياضية باستخدام أدوات التحليل المكاني في برنامج نظم المعلومات الجغرافية ثم تحويل نتائج

المعادلات إلى خرائط رقمية للتعبير عن الخصائص التضاريسية وشبكة الصرف في منطقة الدراسة.

## ٢- منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة ضمن الحدود الإدارية لقضاء آكري التابعة لمحافظة دهوك، بين دائرتي العرض (٤٥.٦ ٣٢ ٣٦° و ٥١ ٣٣.٨ ٣٦°) وبين خطي الطول (١١ ٤٣ ٣٢ ٢٧° و ٤٤ ٠٦ ٢٧°). تضم منطقة الدراسة والبالغة مساحتها ٨٧٠.٥٩ كم<sup>٢</sup> خمسة أحواض الصرف الرئيسة، تبدأ مجاريها العليا بالجريان في أعالي جبلي دينارته وآكري وتصب كلها في نهر خازر في جهته الشرقية عدا حوض كيبل الذي يصب في نهر الزاب الكبير في جهته الغربية، وتراوحت مساحة الأحواض بين ١٠.٢٣ كم<sup>٢</sup> في حوض بازيرا إلى ٤٠٥.١٧ كم<sup>٢</sup> في حوض كيبل. تضاريسياً؛ تتميز منطقة الدراسة بتضاريسها المتنوعة بين الجبال والأراضي المتقطعة والسهول، إذ يتراوح إرتفاعها بين ٣٠٥-١٦٠٣ متر فوق مستوى سطح البحر، وبمتوسطٍ بلغ ٨١٩ متراً، تقع أعلى نقطة الأرتفاع في جبل دينارته في أقصى شمال منطقة الدراسة، بينما يمثل مصب حوض روفيا الواقع في الجزء الجنوبي الغربي أدنى نقطة الأرتفاع فيها، وبهذا فإن الإتجاه العام للتضاريس يكون من الإتجاه الجنوبي والجنوبي الغربي نحو الإتجاه الشمالي. أما من حيث درجات الحرارة والأمطار؛ يبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة في محطة آكري للسنوات (٢٠٠٠-٢٠١٩) ٢٠.٣ م، كما يبلغ المجموع السنوي للأمطار في محطة آكري في نفس المدة ٦٩٨.١ ملم (الخارطة ١) و(الجدول ١).

## ٣- المواد المستخدمة وطرق العمل

تم حساب المتغيرات المورفومترية الخاصة بالخصائص التضاريسية وشبكة الصرف للأحواض باستخدام نموذج التضرس الرقمي بدقة تمييزية ٣٠ م من نوع (ASTER) وتم الحصول عليه من موقع:

(<http://earthexplorer.glovis.gov>)، والصور الملتقطة من التتابع الاصطناعية من نوع (Sentinel-2) ذات دقة تمييزية ١٠ م، وتم الحصول عليها من موقع (<http://usgs.glovis.gov>). ثم تلى ذلك، طبقت المعادلات الرياضية الخاصة بالدراسة المورفومترية على الأحواض باستخدام طريقة شبكة المربعات المتساوية في أدوات التحليل المكاني ضمن برنامج نظم المعلومات الجغرافية ثم في النهاية إستدلت بالنتائج على مستويات التعرية المائية وتبايناتها المكانية، ومنهجية التحليل ومناقشة النتائج كالاتي:

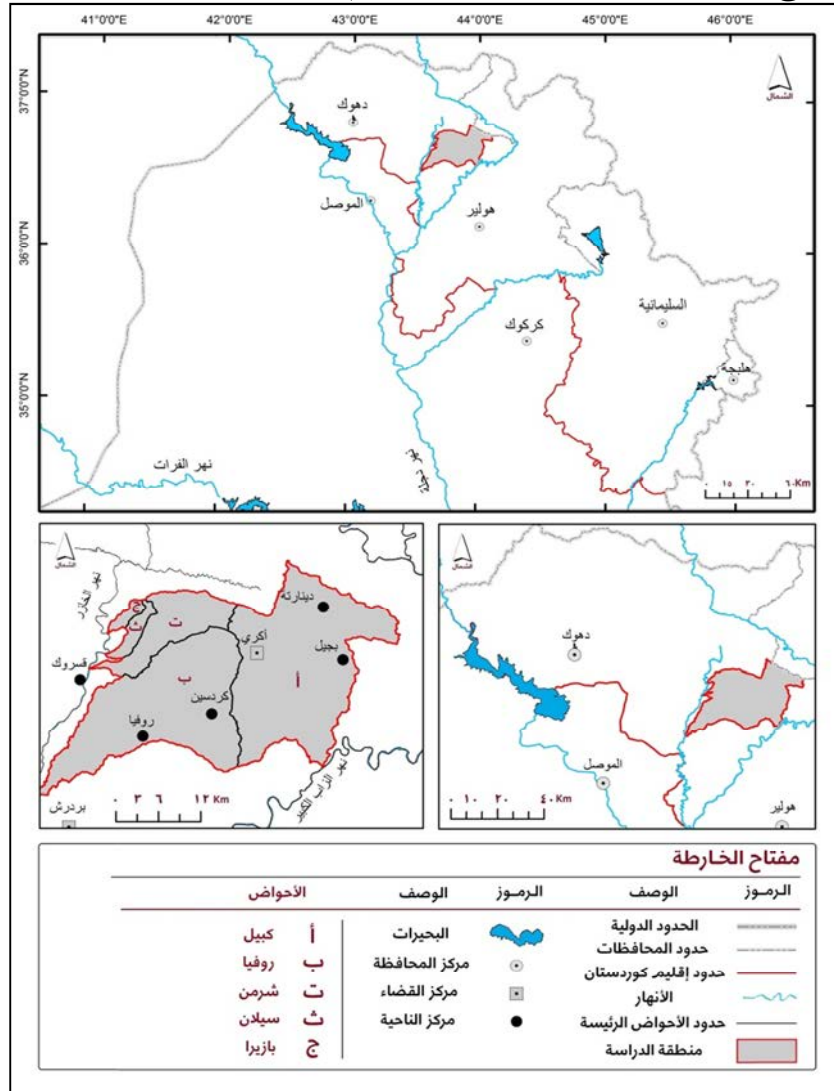
١- تقسيم منطقة الدراسة إلى خمس أحواض رئيسية، ثم تقسيم مساحة الأحواض الخمسة إلى شبكة المربعات، كل مربع بمساحة كيلومتر مربع واحد.

٢- بغية التعرف على التوزيع المكاني لقيم المتغيرات المورفومترية المتناولة تم حساب القيم الدنيا والقيم القصوى، فضلاً عن متوسط القيم للمتغيرات لكل مربع من شبكة المربعات ضمن مساحة كل حوض من الأحواض الخمسة.

٣- تم حساب العوامل المركبة لمنطقة الدراسة، التي هي عبارة عن التحليل الإحصائي الكمي، وتهدف إلى تحديد التوزيعات المكانية لمستويات التعرية المائية، كما سيأتي بيانها.

(الخارطة ١)

موقع أحواض منطقة الدراسة بالنسبة لإقليم كردستان ومحافظة دهوك



مصدر:

- من عمل الباحث باستخدام الخارطة الادارية لمحافظة إقليم كردستان، تم الحصول عليها من موقع (<https://krso.gov.krd/ku/map>) بتاريخ ٢٣/٤/٢٠٢٢.

#### ٤- المتغيرات المورفومترية

##### ٤-١ الخصائص التضاريسية للأحواض

تعكس الخصائص التضاريسية مدى شدة التعرية وتأثيراتها على الأشكال الأرضية، فمن خلالها يمكن تحديد طبيعة تضاريس الأحواض المائية وإنحدراتها، كما تكمن أهميتها في أنها تشير إلى عملية الحت النهري والدورة الحتية وتطور الشبكة المائية ونتاجها الرسوبي، وهناك ثمة علاقة طردية بين الخصائص التضاريسية للأحواض النهرية وشدة التعرية، إذ تزداد بزيادة نسب ودرجات الخصائص وتقل بقلتها. وتتعدد الخصائص التضاريسية التي يمكن أن يستدل بها على مدى شدة التعرية، وتستخدم مجموعة من المعادلات لإبراز هذه العلاقة وفيما يأتي تطبيق لها وللنتائج التي تم التوصل إليها:

##### ٤-١-١ نسبة التضرس (Relief ratio)

تعد درجة التضرس مقياساً مهماً لمعرفة الطبيعة التضاريسية في أحواض الصرف، إذ تعكس نسبة الانحدار العام ومدى وعورة الأحواض، كما أنها تعد مؤشراً جيداً يمكن ربط نتائجها بشكل إيجابي بمعدل إزالة الرواسب من الحوض المائي (Michael Allaby, 2008, 177)، إذ تزداد نسبتها مع زيادة التضرس، وحدد (جوم) وجود علاقة قوية بين نسبة التضرس وبين المؤشرات المورفومترية الأخرى مثل معدل الانحدار وكثافة الصرف (Schumm, 1954, 217)، وأظهرت الدراسة وجود علاقة قوية موجبة بين النسبة وبين كل من التضاريس النسبية، متوسط الانحدار، درجة الوعورة ومؤشر التقطع، وقد تم حساب درجة الثقة المعنوية لهذه العلاقات في هذه الدراسة عند مستوى الدالة (٠.٠١) والتي بينت أن أدنى قيمة لمعامل الارتباط الذي له دلالة معنوية هي ٠.٩٢٨ (الجدول ٥).

تعرف نسبة التضرس على أنها نسبة فرق الارتفاع النسبي بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض إلى أقصى طول الحوض ( Schumm, 1956, 612; )  
(Strahler, 1957, p 918)، ويعبر عنها رياضياً بالمعادلة الآتية:

$$\text{نسبة التضرس} = 1 \left( \frac{H}{L} \right)$$

حيث إن:

H = تضاريس الحوض (الفارق الرأسى بين منسوبي أعلى وأدنى نقطتين

في الحوض (متر).

$$L = \text{طول الحوض (كم)}$$

أظهرت النتائج المدرجة في (الجدول ١) بأن قيمة نسبة التضرس في منطقة الدراسة تراوحت بين ٢.٤٣ - ٥١١.٣ م/كم أي ٠.٠٠٢ - ٠.٥١١ كم/كم، وبلغ المعدل العام للنسبة ٩٣.١ م/كم، ووُجد أن النسبة كانت في علاقة طردية مع متوسط الانحدار، فمع الزيادة الأولى ازدادت الثانية معها، كما هو الحال في حوض روفيا الذي تقع معظم مساحته ضمن وحدة السهول، وتراوحت نسبة تضرسه بين ٢.٤٣ - ١٣٣.٣ م/كم، وبمعدل بلغ ٣٢.١ م/كم وهو بذلك يكون أقل الأحواض تضرساً من بين الأحواض الخمسة، حيث تبرز فيه فئات الانحدار المستوية والخفيفة، ولا تتجاوز درجة انحداره خصوصاً في أجزاءه الدنيا عن ٥°، وهذا يشير إلى أن الحوض يمر بالمرحلة الأخيرة من الدورة الحثية، إذ هو عبارة عن سهلٍ تآكل معظم صخوره، في حين ترتفع النسبة في المناطق الجبلية، لكونها وعرة ومنحدرة، كما في حوض كيبيل إذ تراوحت نسبة تضرسه بين ٢.٤٣ - ٥١١.٣ م/كم، وبمعدل بلغ ١٤١.٠٣ م/كم، وهذا دليل على شدة تضرس الحوض .

(الجدول ١)

قيم الخصائص التضاريسية لأحواض منطقة الدراسة

الأحواض						الخصائص
منطقة الدراسة	بازيرا	سيلان	شومن	روفيا	كييل	
١٦٠٣	٩٦٧	٩٦٧	١٤٢٠	٨٦٣	١٦٠٣	أعلى نقطة الإرتفاع/م
٣١٨	٤١٣	٣٩٩	٣٨٧	٣١٦	٣٢٢	أدنى نقطة الإرتفاع/م
١٢٨٥	٥٥٤	٥٦٨	١٠٣٣	٥٤٧	١٢٨١	تضاريس الحوض/م
٦٢٨.١	٥٨٥.٩	٥٥٢.٤	٦٩٤.٩	٥٠٤.٤	٧١٢.٤	معدل الإرتفاع/م
-٢.٤٣ ٥١١.٣ (٩٣.١)	-٤.٨٧ ٢٠٧.٣ (٨٤.٦)	١٩٥.٩-١٣ (٦١.٩)	٤٧٢.٣-٧.٣ (١٠٣.٧)	-٢.٤٣ ١٣٣.٣ (٣١.١)	-٢.٤٣ ٥١١.٣ (١٤١.٠٣)	نسبة التضرس م/كم (المعدل)
١٥٧.٤-٢.٢ (٣٠.٨)	٩٨.٧-١٤.٩ (٣٥.٤)	٦٠.٣-٣.٧ (٢٠.١٨)	-٣.٧٤ ١٤٥.٣ (٣٣.٦٤)	-٢.٢ ٤١.٠٤ (١٠.٢٤)	-٣.٤٢ ١٥٧.٤ (٤٦.٧)	التضاريس النسبية م/كم (المعدل)
٣٩.٦-١.٤ (٩.٢٣)	١٧.٧-٣.٨ (٩.٧٤)	١٦-٢.٠٩ (٦.٤)	٣١.٨-١.٨٤ (١٠.٢٤)	-١.٤٢ ١٣.٦ (٤.٠٧)	-١.٧٨ ٣٩.٦ (١٣.٦)	متوسط الإنحدار (المعدل)
٣٤.٧٨	٥٦.٨٧	٤٠.٤٦	٣٤.٠٦	٩.٩٥	٣١.٨٦	نسبة الإنحدار م/كم



-٠.٠٠٥	١.٣٦-٠.٠٢	٠.٩٦-٠.٠٢	-٠.٠٠٦	-٠.٠٠٥	-٠.٠٠١	درجة الوعورة م/م (المعدل)
٢.٦٨ (٠.٤٤)	(٠.٤٦)	(٠.٢٥)	٢.٢١ (٠.٤٨)	٠.٨٠ (٠.١٣)	٢.٦٨ (٠.٧٠)	
-٠.٠٠٣	-٠.٠١١	٠.٢٧-٠.٠٣	-٠.٠٢١	-٠.٠٠٨	-٠.٠٠٣	مؤشر التقطع
٠.٥٨ (٠.١٣)	٠.٣٠ (٠.١٤)	(٠.١١)	٠.٤٢ (٠.١٤)	٠.١٩ (٠.٠٦)	٠.٥٨ (٠.١٩)	

#### ٤-١-٢ التضاريس النسبية (Relative relief)

تعرف بأنها عبارة عن الفرق في الارتفاع بين أعلى وأدنى نقطة ارتفاع في وحدة مساحة معينة (Singh, 2000, 381)، وتشير القيم المنخفضة للمعادلة إلى قلة درجات الانحدار وإحتمالية حدوث التعرية المائية بمستويات ضعيفة، والعكس بالعكس. وتعتبر عنها وفق المعادلة الآتية (Gregory and Walling, 1973, 60):

$$(2) \quad H/P = \text{التضاريس النسبية}$$

حيث إن:

H = تضاريس الحوض (الفارق الرأسى بين منسوبي أعلى وأدنى نقطتين

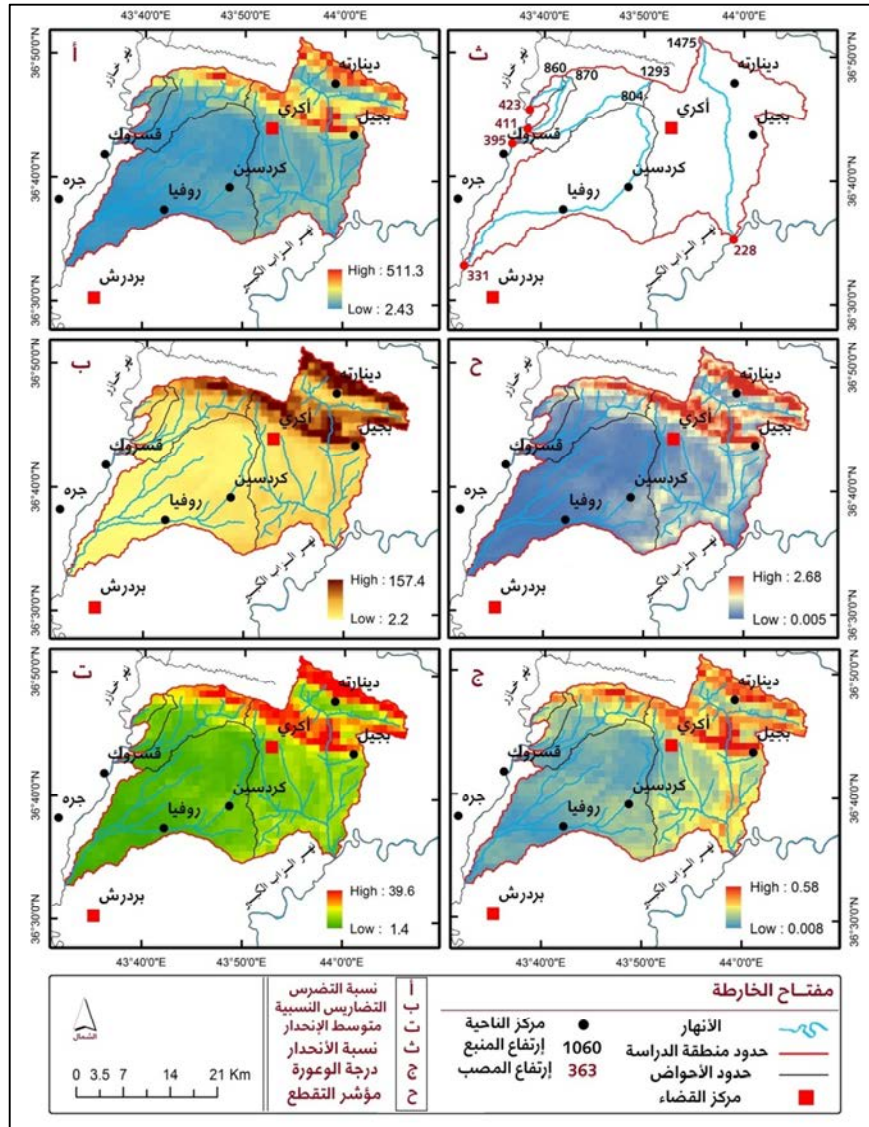
في الحوض (متر)).

P = محيط الحوض (كم)

يظهر (الجدول ١) أن قيم التضاريس النسبية لمنطقة الدراسة تتراوح بين ٢.٢-١٥٧.٤ م/كم وبمعدل بلغ ٣٠.٨ م/كم أي ٠.٣٠ م/م، ولقد تراوحت قيم التضاريس النسبية بالنسبة للأحواض الخمسة بين أحواض كانت قيم تضاريسها النسبية منخفضة كما في حوضي روفيا وسيلان، إذ تراوحت قيم تضاريسهما النسبية بين ٢.٢-٤١.٠٤، ٣.٧-٦٠.٣ م/كم وبمعدل بلغ ١٠.٢٤ و ٢٠.١٨ م/كم

(الخارطة ٢)

نتائج قيم المتغيرات التضاريسية في أحواض منطقة الدراسة



- نموذج التضرس الرقمي (DEM) ذات الدقة المكانية (٣٠ م) باستخدام طريقة المربعات المتساوية.

لكل منها على التوالي، وإن انخفاض قيم التضاريس النسبية لهذين الحوضين يدل على انخفاض معدل انحدارهما وقلة قدرتهما على التعرية والحت لكونهما ذوي سطوح منبسطة وخفيفة الانحدار مقارنةً بالأحواض الأخرى. في حين كانت القيم مرتفعة نسبياً في أحواض كيبيل، شرمن و بازيرو وتراوحت بين ٣.٤٢- ١٥٧.٤، ٣.٧٤-١٤٥.٣ و ١٤.٩-٩٨.٧ م/كم وبمعدل بلغ ٤٦.٧، ٣٣.٦٤ و ٣٥.٤ م/كم لكل منها على التوالي، وهذه النتيجة تدل على شدة تضرس هذه الأحواض ووعورتها وتكون مستويات التعرية فيها عالية لأن أسطحها منحدره وارتفاعاتها عالية.

#### ٣-١-٤ متوسط الانحدار (Average slope)

تعد درجات الانحدار إحدى أهم العوامل المؤثرة في مقدار التعرية المائية وشدتها، إذ كلما ازدادت درجة انحدار السطح ازداد معها معدل تآكل التربة، لهذا السبب يلاحظ أن المناطق الجبلية تتعرض كثيراً لتآكل التربة ما لم يكن هناك تدابير كافية لتقليل انحدار السطوح وصيانة التربة من التعرية والإنجراف.

هناك عدة طرق لاستخراج الانحدار الحوضي، ومن أبسط هذه الطرق تقسيم التضرس الحوضي (م) على طول الحوض (كم) (Reddy, 2011, 87)، ويكون الناتج بصيغة (م/كم)، وفي الدراسة هذه، تم حساب متوسط الانحدار للأحواض الخمسة باستخدام نمذجة التضرس الرقمية ذات دقة مكانية ١٢.٥ م وبنفس الخطوات التي استخرجت بها الخصائص التضاريسية الأخرى.

يتراوح متوسط الانحدار في منطقة الدراسة بين ١.٤-٣٩.٦° وبمعدل بلغ نحو ٩.٢٣ درجات، وتباينت الأحواض في متوسط انحدارها، إذ يكون متوسط الانحدار في حوضي كيبيل وشرمن مرتفعاً ويتراوح بين ١.٧٨-٣٩.٦ و ١.٨٤-٣١.٨ درجات وبمعدل قد بلغ ١٣.٦ و ١٠.٢٤ درجات لكل منهما على التوالي،

في حين يقل المتوسط في حوضي روفيا وسيلان عن المعدل العام ويتراوح بين ١.٤٢-١٣.٦ و ٢.٠٩-١٦ درجات وبمعدل بلغ ٤.٠٧ و ٦.٤ درجة لكلٍ منهما على التوالي، وحسب النتائج المستحصلة كان متوسط الانحدار في حوض بازيرو مرتفعاً أيضاً فقد تراوح بين ٣.٨-١٧.٧ درجات وبمعدل بلغ ٩.٧٤ درجة (الجدول ١) و (الخارطة ٢).

#### ٤-١-٤ نسبة الإنحدار (Gradient ratio)

وهي عبارة عن الفرق بين ارتفاع مصدر المجرى الرئيسي في الحوض المائي ومصبه مقسوماً على طول المجرى نفسه، وهي تدل على مدى انحدار المجاري النهرية، ويمكن ربط نتائجها بمستويات التعرية المائية، إذ يستدل بالقيم العالية للنسبة على أن مجرى النهر يجري بمناطق جبلية وعرة من وجه، ولها مستويات تعرية عالية من وجه آخر، كما أن القيم المنخفضة للنسبة تدل على أن المجرى يجري في المناطق السهلية التي لها درجات تعرية خفيفة، ويعبر عنها بالمعادلة الآتية (Sreedevi et al. 2005, 419).

$$\text{نسبة الانحدار} = (a-b)/L \quad (٣)$$

حيث إن:

$$a = \text{الارتفاع عند المنبع (م)}$$

$$b = \text{الارتفاع عند المصب (م)}$$

$$L = \text{طول المجرى الرئيسي في الحوض (كم)}$$

يظهر من نتائج المعادلة (الجدول ١) و (الخارطة ٢) أن المعدل العام للنسبة في منطقة الدراسة بلغ ٣٤.٤٣ م/كم، ويلاحظ أن النسبة تتفاوت من حوض لآخر في الأحواض الخمسة، إلا أن الأحواض كلها تمتاز بنسبٍ مرتفعةٍ سوى حوض روفيا الذي تميز بقلّة نسبة انحداره الذي بلغ ٩.٨٩ م/كم كونه يقع في منطقة سهلية منبسطة، وقد سجل حوض بازيرو أعلى نسبة الانحدار من بين

الأحواض حيث بلغت نسبة إنحداره ٥٦.١٠ م/كم، في حين سجلت الأحواض الثلاثة المتبقية نسب متقاربة عن بعضها البعض ومرتفعة نسبياً، إذ بلغت النسبة فيها ٣١.١١، ٣٤.٣٦ و ٤٠.٧٢ م/كم لأحواض كيبيل، شرمن وسيلان على التوالي.

#### ٤-١-٥ درجة الوعورة (Roughness number)

من المقاييس المستخدمة المهمة، إذ تشير نتائجها إلى الترابط بين درجة تضرس السطح في الحوض وكثافة شبكة الصرف، وهي تستخرج بالمعادلة الآتية (Strahler, 1958, Melton, 1957, 5; Mark, 1975, 170):

$$\text{درجة الوعورة} = \text{HDs} / 1000 \quad (4)$$

حيث إن:

H = تضاريس الحوض (الفارق الرأسي بين منسوبي أعلى وأدنى نقطتين في الحوض (متر)).

Ds = كثافة الصرف

وعند تطبيق المعادلة على الأحواض المدروسة ظهر أن المعدل العام لدرجة الوعورة قد تراوح بين ٠.٠٠٥ - ٢.٦٨ وبمعدل بلغ ٠.٤٤ م/م، وزادت قيمة الوعورة لأحواض كيبيل، شرمن وبازيرا عن المعدل العام، إذ تراوحت بين ٠.٠١ - ٢.٦٨، ٠.٠٠٦ - ٢.٢١ و ٠.٠٢ - ١.٣٦ م/م وبمعدل بلغ ٠.٧٠، ٠.٤٨ و ٠.٤٦ م/م لكل منها على التوالي، في حين تقل القيم في الحوضين الآخرين عن المعدل العام، مع الإشارة إلى أن حوض روفيا استحوذ على أدنى قيمة تراوحت بين ٠.٠٠٥ - ٠.٨٠ وبمعدل قد بلغ ٠.١٣ م/م (الجدول ١)

#### ٤-١-٦ مؤشر التقطع (Desection index)

يشير مؤشر التقطع إلى مدى تقطع السطوح الأرضية، وهو عبارة عن نسبة ما بين تضاريس الحوض إلى أقصى ارتفاع في مساحة معينة، وتعبّر عنه بالمعادلة الآتية: (Singh, 2000, 381; Vijith et al., 2017, 45)

$$\text{مؤشر التقطع} = \text{RR/AR} \quad (5)$$

حيث إن:

$$\text{RR} = \text{تضاريس الحوض}$$

$$\text{AR} = \text{أقصى إرتفاع في الحوض}$$

يبين (الجدول ١) أن قيم المؤشر لمنطقة الدراسة تتراوح بين ٠.٠٠٣-٠.٥٨٢ م/م وبمعدل بلغ ٠.١٣٧ م/م، وقد تراوحت قيم مؤشر التقطع بين أحواض كانت قيم مؤشرها منخفضة كما في حوضي روفيا وسيلان، حيث تراوحت قيمتهما بين ٠.٠٠٨-٠.١٩، ٠.٠٣-٠.٢٧ م/م وبمعدل بلغ ٠.٠٦ و ٠.١١ م/م لكل منها على التوالي، في حين كانت القيم مرتفعة نسبياً في أحواض كيبيل، شرمن و بازيرا وتراوحت بين ٠.٠٠٣-٠.٥٨، ٠.٢١-٠.٤٢ و ٠.٠١١-٠.٣٠ م/م وبمعدل بلغ ٠.١٩، ٠.١٤ و ٠.١٤ م/م لكل منها على التوالي.

#### ٤-٢ خصائص الشبكة النهرية

تنعكس خصائص الصخور والانحدار والتضاريس في المظهر العام لشبكة المجاري النهرية، وهي الحصيلة النهائية لتأثيرات العوامل الجيومورفية على تسوية التضاريس في الأحواض النهرية وتطور الأشكال الخاصة بها، لذلك، فإن دراسة خصائص شبكة الصرف والبحث عن مدلولاتها ضرورية ولاسيما تلك التي تتعلق بالتعرية من قبيل تكرارية المجاري وكثافة الصرف، وسوف تتناول الدراسة المفردات المورفومترية لشبكة الصرف على النحو الآتي:

#### ٤-٢-١ المراتب النهرية

تعني الرتب النهرية جميع الروافد والمجاري المائية التي تنحدر من أعالي الحوض إلى أن تصب جميعها في المجرى الرئيسي والذي يعد مرتبة أخيرة بالنسبة للحوض. وهناك عدة طرق لتصنيف الروافد والمجاري المائية إلى

مراتبها، بعضها معقدة وأخرى بسيطة. صنفت المراتب النهرية في هذه الدراسة طبقاً لطريقة ستراهلر التي هي أكثر إستخداماً، وأسهلها استخراجاً، وبحسب الطريقة تسمى الجداول والمسائل التي ليس لها تفرعات بـ(المراتب الأولى)، وتحدد المرتبة الثانية بالتقاء كل جدولين من جداول المرتبة الأولى، وتبدأ المرتبة الثالثة من موضع التقاء كل جدولين من جداول المرتبة الثانية وهكذا فصاعداً، شرط أن لا يكون التقاء جدول من المرتبة الأولى مثلاً مع جداول المرتبة الثانية أو الثالثة مؤدياً إلى ارتقاء المرتبة (Strahler, 1975, 456). وبتطبيق الطريقة أعلاه على أحواض منطقة الدراسة يتضح أن هناك تبايناً في أعداد المراتب النهرية للأحواض (الجدول ٢)، إذ تكون حوضي سيلان وبازيرا من أربع مراتب، في حين تألف حوض شرمين من خمس مراتب، أما حوضي روفيا وكبيل فبلغ عدد مراتبهما ست وسبع مراتب لكلٍ منهما على التوالي.

#### ٤-٢-٢ عدد المجاري المائية وأطوالها

بلغ مجموع عدد المجاري المائية في أحواض منطقة الدراسة ٧٠٤٩ مجرىً، فقد بلغت أعداد مجاري المرتبة الأولى ٥٦٦١ مجرىً، أي بنسبة ٨٠٪ من إجمالي عدد المجاري، وبلغ عدد المجاري في المرتبة الثانية ١٠٦٥ مجرىً، ما نسبته نحو ١٥.٠٪، مشكلة مع المرتبة الأولى نسبةً بلغت ٩٥٪ من مجموع عدد المجاري المائية في الأحواض الخمسة لمنطقة الدراسة، في حين بلغت أعداد مجاري المراتب الثالثة، الرابعة، الخامسة، السادسة والسابعة ٢٥٧، ٤٩، ١٢، ٤ و ١ مجرىً على التوالي. وتباينت الأحواض المدروسة في عدد مراتبها وأعدادها حسب خصائصها التضاريسية ودرجات الانحدار (الجدول ٢) و (الخارطة ٣).

(الجدول ٢)

عدد المجاري في الرتب المختلفة في أحواض منطقة الدراسة

المرتبة	الأحواض					المرتبة
	بازيرا	سيلان	شرمن	روفيا	كييل	
	عدد المجاري					
المرتبة الأولى	١٠٣	٩٣	٥١٩	١٤٦٥	٣٤٨١	٥٦٦١
المرتبة الثانية	٢٢	١٥	١١١	٢٥٦	٦٦١	١٠٦٥
المرتبة الثالثة	٤	٤	٣٠	٦٢	١٥٧	٢٥٧
المرتبة الرابعة	١	١	٩	٨	٣٠	٤٩
المرتبة الخامسة			٢	٢	٨	١٢
المرتبة السادسة			١	١	٢	٤
المرتبة السابعة					١	١
المجموع	١٣٠	١١٣	٦٧٢	١٧٩٤	٤٣٤٠	٧٠٤٩

فيما يتعلق بأطوال المجاري المائية؛ فقد تبين من نتائج (الجدول ٢. ٣) أن مجموع أطوال المجاري المائية في أحواض منطقة الدراسة بلغت ٣٢٧٥.١ كيلومتراً، وبمتوسط بلغ ٠.٤٦ كم/ كم، أما على صعيد المراتب فقد بلغت أطوال مجاري المرتبة الأولى ١٨٠٠.٥ كيلومتراً، ما نسبته ٥٤.٩٪ من مجموع أطوال المجاري المائية، ومجموع أطوال المرتبة الثانية بلغ ٧٤٧.٥ كيلومتراً بنسبة بلغت ٢٢.٨٪، في حين بلغت أطوال المراتب الثالثة



(الجدول ٣)

أطوال المجاري المائية ومتوسطاتها للمراتب المختلفة في أحواض منطقة الدراسة

المجموع (المتوسط)	المرتبة الأولى		المرتبة الثانية		المرتبة الثالثة		المرتبة الرابعة		المرتبة الخامسة		المرتبة السادسة		المرتبة السابعة	
	طول المجاري المائية	متوسط الطول	طول المجاري المائية	متوسط الطول	طول المجاري المائية	متوسط الطول	طول المجاري المائية	متوسط الطول	طول المجاري المائية	متوسط الطول	طول المجاري المائية	متوسط الطول	طول المجاري المائية	متوسط الطول
٣٢٧٥.١ (٠.٤٦)	١٨٠٠.٥	٠.٣١	٧٤٧.٥	٠.٧٠	٤١٠.٥	١.٥٩	١٧٦.٣	٣.٥٩	٧١.٩	٥.٩٩	٦٢.٣٨	١٥.٥٧	٥.٩٠	
١٧٤٩.٦ (٠.٤٠)	٦٠١٠.١	٠.٢٩	٣٨٧.٦	٠.٥٨	١٩٩.٣	١.٢٦	٧١.٨	٢.٣٩	٣٩	٤.٩	٣٣.٧	١١.٢	٥.٩٠	
١٠٦٠.٤ (٠.٥٩)	٧٨٨٥	٠.٣٦	٢٥٦.٧	١	١٦١	٢.٥٩	٦٨.١	٨.٥	٢٧	١٣.٥	٩.٧١			
٣٤٧.٨ (٠.٥١)	٧٠٦١	٠.٣٦	٧٣	٠.٦٥	٣١.٣	١.٠٤	٢٧.٨	٣.٠٩	٥.٩٢	٢.٩٦	١٨.٩			
٦٧٠.١ (٠.٥٩)	٨٠٨٨	٠.٣٤	١٦.٥٨	١.١	١٤.٥	٣.٦٢	٣.٨٩							
٥٠.٧٩ (٠.٣٩)	٢٨.٢٥	٠.٢٧	١٣.٥٧	٠.٦١	٤.٣٧	١.٠٩	٤.٥٩							
٣٢٧٥.١ (٠.٤٦)	١٨٠٠.٥	٠.٣١	٧٤٧.٥	٠.٧٠	٤١٠.٥	١.٥٩	١٧٦.٣	٣.٥٩	٧١.٩	٥.٩٩	٦٢.٣٨	١٥.٥٧	٥.٩٠	
	الأحواض	كيل	روفيا	شومن	سيلان	بازيرا								

٤١٠.٥ كم والرابعة ١٧٦.٣ كم والخامسة ٧١.٩ كم والسادسة ٦٢.٣ كم والسابعة ٥.٩٠ كم، مشكلة ما نسبتها مجتمعةً ٢٢.١٪ من مجموع أطوال المجاري المائية.

أما بالنسبة للأحواض فقد تباينت أطوال مجاريها، حيث يتراوح مجموع أطوال المجاري المائية بين ٥٠.٧٩ كيلومتراً في حوض بازيरा إلى ١٧٤٩.٠٦ كيلومتراً في حوض كييل (الجدول ٣).

وبالتمعن في (الجدول ١) و (الجدول ٢ و٣) يمكن استنباط بعض العلاقات بين درجات الانحدار وبين عدد المجاري النهرية وأطوالها ومنها:  
إن طول المجاري المائية يزداد مع التناقص في درجة انحدار السطح، فهو على أقله في المراتب الأدنى، مما يدل على شدة انحدار السطح في مناطقها وارتفاع معدلات التعرية فيها، أما وديان المراتب الأعلى وخاصة الرئيسة فهي أطول بكثير نظراً لجريانها وامتدادها فوق مناطق أكثر انبساطاً وأقل انحداراً، ويتضح ذلك عند مقارنة معدل طول المجاري المائية في أحواض منطقة الدراسة مع بعضها البعض، حيث يتفاوت معدل طول المجاري في الأحواض حسب درجات الانحدار، وكلما زاد معدل الانحدار قل معه طول المجاري، إذ بلغ معدل الانحدار في حوضا كييل وبازيرا ١٣.٦ و ٩.٧٤ درجات لكل منهما على التوالي، وفي المقابل بلغ متوسط طول مجاريهما النهرية ٠.٤٠ و ٠.٣٩ كم/كم ٢ على التوالي، في حين يزداد متوسط طول المجاري مع التناقص في معدل درجات الانحدار كما حوضي روفيا وسيلان، حيث يبلغ متوسط درجات إنحدارهما ٤.٠٧ و ٦.٤ درجات على التوالي، ويبلغ متوسط طول مجاريهما النهرية ٠.٥٩ كيلومتراً.

يزداد عدد المجاري المائية بزيادة درجة الانحدار في الأحواض، فعلى سبيل المثال: تزداد مساحة حوض سيلان ١.٨ ضعفاً من مساحة حوض بازيرا،

بينما بسبب زيادة متوسط الانحدار في حوض بازيरा مقارنة بحوض سيلان، إذ بلغ متوسط الانحدار في حوض بازيرا ٩.٧٤ وفي حوض سيلان ٦.٤، فيزداد عدد المجاري المائية في الحوض الثاني قياساً بحوض الأول بـ ١.٣٩ ضعفاً فقط، علماً بأن الحوضين يكونان متشابهين جداً في خصائصهما الطباقية والتضاريسية، ويمكن ربط تلك النتيجة بمعدلات التعرية، إذ تشير أعداد المجاري المائية إلى معدلات التعرية وانجراف التربة، فكلما ازدادت أعداد المجاري في مساحة معينة كلما زادت احتمالية حدوث التعرية فيها.

#### ٤-٢-٣ التكرار النهري (Stream frequency)

يعد التكرار النهري أحد المفردات المورفومترية المهمة في دراسة خصائص شبكة الصرف، وهو عبارة عن عدد المجاري المائية في وحدة مساحة معينة، وتشير نتائجه إلى درجة تحدد سطح الحوض بسبب عوامل التعرية، وتستخرج حسب المعادلة الآتية (Horton, 1945, 285):

$$\text{التكرار النهري} = N/A \quad (٦)$$

حيث إن:

$$N = \text{مجموع عدد المجاري في الحوض}$$

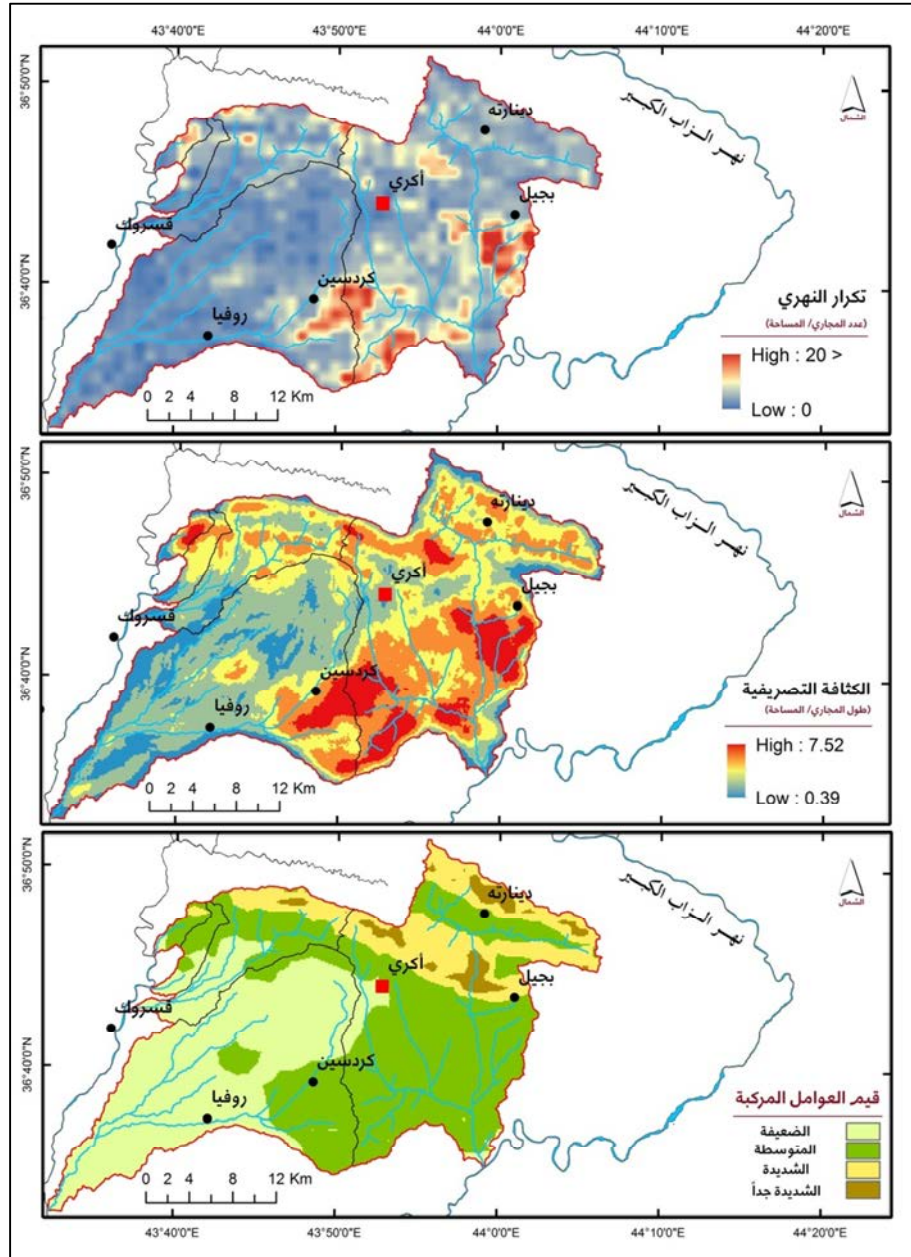
$$= \text{مساحة الحوض}$$

تبين من نتائج (الجدول ٤) أن معدل التكرار النهري في أحواض منطقة الدراسة على أساس تقسيم أعداد المجاري المائية على المساحة الإجمالية للإحواض كلاً على حدة قد بلغ حوالي ٨ مجرى/كم<sup>٢</sup>، أما على صعيد

التحليل المورفومتري لتحديد أولويات الصيانة في الأحواض الجنوبية الغربية لسلسلة جبل آكري

### (الخارطة ٣)

قيم التكرار النهري، الكثافة التصريفية والعوامل المركبة لأحواض منطقة الدراسة



الأحواض فقد زادت قيم التكرار النهري عن المعدل العام في أحواض كيبيل، شرمن و بازيرا وبلغ ١٠.٧، ٦.٨٩ و ١٢.٧ مجرى/ كم على التوالي، في حين قلت القيم في حوضي روفيا و سيلان عن المعدل العام، إذ بلغت قيمهما ٥.٢٩ و ٥.٠٣ على التوالي.

(الجدول ٤)

خصائص شبكة الصرف لأحواض منطقة الدراسة

منطقة الدراسة	الأحواض					المفردات
	بازيرا	سيلان	شرمن	روفيا	كيبيل	
٨٧٠.٥٩	١٠.٢٣	١٨.٧١	٩٧.٤٤	٣٣٩.٠٤	٤٠٥.١٧	المساحة
٧٠٤٩	١٣٠	١١٣	٦٧٢	١٧٩٤	٤٣٤٠	مجموع عدد المجاري
٣٢٧٥.١	٥٠.٧٩	٦٧.٠١	٣٤٧.٨	١٠٦٠.٤	١٧٤٩.٠٦	مجموع أطوال المجاري (كم)
٢٠١.٣٥	١٨.٠٧	٢٧.٦٣	٦٤.٣	١٠٨.٠٧	١٢٠.٦٣	محيط الحوض (كم)
٨.٠٩ (١١.١)	١٢.٧ (١٣.٧)	٥.٠٣ (٩.١٦)	٦.٨٩ (٩.٨)	٥.٢٩ (٨.١٠)	١٠.٧ (١٤.٠١)	التكرار النهري* (المعدل)**
-٠.٣٥ ٧.٥٢ (٣.٥٨)	-٠.٧٦ ٦.١٥ (٣.٨١)	-٠.٩١ ٥.٧٤ (٣.٣٦)	-٠.٤٦ ٦.٠٤ (٣.٣٥)	-٠.٥١ ٦.٦ (٣.٠١)	-٠.٣٥ ٧.٥٢ (٤.١٣)	كثافة الصرف (المعدل)

حيث أن: \* = تقسيم أعداد المجاري المائية على المساحة الإجمالية للأحواض (كم<sup>٢</sup>).  
\*\* = طريقة الشبكة المربعات.

#### ٤-٢-٤ كثافة الصرف (Drainage density)

تعني كثافة الصرف طول مجرى النهر في وحدة المساحة المعينة، وهي من أهم المؤشرات المستخدمة في مورفومترية الأنهار، إذ يمكن الاستدلال بنتائجها على النسيج التضاريسي للأحواض (Eyles, 1973, 19)، وتشير نتائج كثافة الصرف إلى مدى اتساع المسافة بين المجاري المائية ضمن الحوض، فكلما كانت نسبتها مرتفعة كانت المسافة قليلة ومتجدولة بشبكة التصريف النهري، وتفيد نتائجها في تحديد مستوى تقطع السطوح التضاريسية وكمية الجريان السطحي في الأحواض، إذ إن الأحواض ذات كثافة الصرف العالية تتميز عن غيرها بالتشعب الناعم لمجاريها النهرية وقلة طولها، وهي في عين الوقت ذات سطوح شديدة الانحدار (Nancy, 2004, 63)، ويمكن الحصول عليها بتقسيم مجموع أطوال الجداول النهرية لكل المراتب على مساحة الحوض الإجمالية حسب المعادلة الآتية:

$$\text{الكثافة الصرف} = \Sigma L / A \quad (٧)$$

حيث أن:

$$\Sigma L = \text{مجموع أطوال الجداول النهرية في الحوض}$$

$$A = \text{مساحة الحوض}$$

بيّنت النتائج المدونة في (الجدول ٤) و (الخارطة ٣) أن قيمة كثافة الصرف في منطقة الدراسة تراوحت بين ٠.٣٥ - ٧.٥٢ كم/كم<sup>٢</sup> وبمعدل قد بلغ ٣.٥٨ كم/كم<sup>٢</sup>، وتفاوتت الأحواض في قيم كثافتها التصريفية بين أحواض كانت قيمها أكثر من المعدل العام، حيث يندرج ضمن هذا القسم كل من حوض كيبيل الذي بلغ متوسط قيمته ٤.١٣ كم/كم<sup>٢</sup> وحوض بازيلا الذي كانت قيمة كثافة الصرف فيه قريبة من حوض كيبيل وبلغ ٣.٨١ كم/كم<sup>٢</sup>، في حين تقل القيم في الأحواض الثلاثة الأخرى عن المعدل العام، إذ بلغ متوسط الكثافة

الصرف فيها ٣.٠١، ٣.٣٥ و ٣.٣٦ كم / كم ٢ لكل من أحواض روفيا، شرمن وسيلان على الترتيب.

وبغية تحديد مستويات التعرية المائية في الأحواض الخمسة، تم توظيف نتائج معامل الارتباط للمتغيرات المورفومترية، وترقيم قيم المتغيرات حسب درجتها كخطوة تمهيدية لتطبيق العوامل المركبة (CF) في إطار منهج مجموع الأوزان (Wiegthed-Sum Approach)، فوق الترتيب يعطي الوزن الأدنى للقيم المنخفضة من قيم المتغيرات المورفومترية، ويعطي الوزن الأدنى الآخر للقيم المنخفضة التالية، وهكذا فصاعداً، وتسمى نتيجة هذه الخطوة برتبة الأولويات التمهيدية للمتغيرات المورفومترية المهمة (PPRSMP)، وبعد عملية الترتيب تأتي خطوة استخراج معامل الارتباط لجميع المتغيرات وحساب مجموعها والمجموع العظمى لها (الجدول ٥.٢)، و من ثم تقسيم مجموع معامل الارتباط لكل متغير على مجموعه العظمى، والنتيجة تساوي أوزان المتغيرات المورفومترية المهمة (WSMP) لكل متغير على حدة، ويعقب هذه الخطوات تطبيق معادلة العوامل المركبة وتعبّر عنها طبقاً للصيغة الأتية (Malik et al., 2019, p. 10):

$$(A) \quad \text{العوامل المركبة} = \text{PPRSMP} / \text{WSMP}$$

حيث أن:

$$\text{PPRSMP} = \text{رتبة الأولويات التمهيدية للمتغيرات المورفومترية المهمة}$$

$$\text{WSMP} = \text{أوزان المتغيرات المورفومترية المهمة}$$

(الجدول ٥)

المصفوفة معامل الارتباط بين متغيرات الخصائص التضاريسية وشبكة الصرف لأحواض منطقة الدراسة

الخصائص	تضاريس الحوض	النضاريس النسبية	نسبة التضرس	متوسط الانحدار	درجة الوعورة	مؤشر التقطع	التكرار النهري	الكثافة الصرف
تضاريس الحوض	١							
النضاريس النسبية	٠.٩٦١	١						
نسبة التضرس	١	٠.٩٦١	١					
متوسط الانحدار	٠.٩٤٦	٠.٩٦٠	٠.٩٤٦	١				
درجة الوعورة	٠.٩٥٧	٠.٨٨٦	٠.٩٥٧	٠.٨٩١	١			
مؤشر التقطع	٠.٩٢٨	٠.٨٦٤	٠.٩٢٨	٠.٨٥٨	٠.٩٢٨	١		
التكرار النهري	٠.١٥٧	٠.٠٨٦	٠.١٥٧	٠.١٦٤	٠.٣٢١	٠.٢٨٨	١	
الكثافة الصرف	٠.٢٣٩	٠.١٣٠	٠.٢٣٩	٠.٢١٢	٠.٤٢٩	٠.٤١٦	٠.٨١٣	١
مجموع معامل الارتباط (١)	٦.١٦١	٥.٨٤١	٦.١٦١	٦.٠٤٥	٦.٣٢٧	٦.٠٩٤	٣.٠٥٥	٣.٤٤٨
إجمالي مجموع معامل الارتباط (٢)	٤٤	٤٤	٤٤	٤٤	٤٤	٤٤	٤٤	٤٤
أوزان المتغيرات المورفومترية	٠.١٤٠	٠.١٣٢	٠.١٤٠	٠.١٣٧	٠.١٤٣	٠.١٣٨	٠.٠٦٩	٠.٠٧٨



تبين من تطبيق المعادلة (الخارطة ٣) أن قيمة العوامل المركبة لأحواض منطقة الدراسة تتراوح بين ٠.٧ - ٦.٢٣ بمعدل قد بلغ ١.٩، وتتوافق قيمة معدل المعادلة مع معدل التضاريس النسبية ومؤشر التقطع وغيرها، فوفق تلك المعدلات تتميز منطقة الدراسة باندرج متوسط قيم متغيراتها المورفومترية يندرج ضمن الفئة الضعيفة إلى المتوسطة، إذ إن حوالي ثلث مساحتها هي عبارة عن منطقة سهلية منبسطة، وتختلف قيم الأحواض الخمسة بين قيم كانت عالية نسبياً، وقيم أخرى كانت واطئة، حيث يزيد متوسط قيم العوامل في أحواض كيبيل، شرمن وبازيرا عن المعدل العام الذي بلغ ٢.٣٣، ٢.٠١ و ٢.١ على التوالي، وبهذا تصنف هذه الأحواض الثلاثة ضمن الصنف المتوسط من أصناف مستويات التعرية المائية، وتحتاج أراضيها إلى أولويات الصيانة وحسابات إدارة الأراضي بالرتبة المتوسطة، في حين يقل متوسط قيم حوضي روفيا وسيلان عن المتوسط العام، إذ بلغا ١.١٩ و ١.٥٩، ووفقاً لهذه النتيجة يصنف مستوى التعرية المائية في الحوضين بأنه ضعيف، وبالتالي فإن الحوضين يحتاجان إلى الصيانة الأقل والإدارة الأخف نسبة إلى الأحواض الثلاثة الأخرى ذكرها.

ويمكن تصنيف قيم معادلة العوامل المركبة في منطقة الدراسة إلى أربع فئات رئيسية كالآتي (الخارطة ٣):

- **الضعيفة:** وتتراوح قيمتها بين ٠ - ١.٥، ويبلغ عدد مربعاتها ٣٨١ مربعاً، في مساحة تقدر بـ ٣١٨.٥٦ كم<sup>٢</sup>، ما نسبتها ٣٦.٥٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتتركز هذه الفئة في وحدة السهول بوضوح، وتظهر في القدمات الإرسابية أيضاً. إن الأراضي التي تقع ضمن هذه الفئة لا تحتاج إلى أولويات الصيانة إلا بدرجة طفيفة، لأنها ذات تضاريس بسيطة وانحدارات خفيفة.

- **المتوسطة:** تتراوح قيمة هذه الفئة بين ١.٥١ - ٣، وتحتوي على ٤٤٠ مربعاً من أصل ٩٧٧ مربعاً، وتبلغ مساحتها الكلية ٤٠٨.٠٥ كم<sup>٢</sup>، مشكلة نسبة بلغت ٤٦.٨٪ من مجموع المساحة الإجمالية لمنطقة الدراسة البالغة ٨٧٠.٥٩ كم<sup>٢</sup>، تظهر هذه الفئة في وحدة الأراضي المتقطعة والقدمات التعرؤية، وهنا يستحسن إجراء بعض الخطوات التمهيدية للحفاظ على مكونات التربة من مخاطر التعرية المائية.

- **الشديدة:** تتراوح قيمة المعادلة في هذه الفئة بين ٣.١ - ٤.٥، ويبلغ عدد المربعات في هذه الفئة ١١٨ مربعاً، وبلغت مساحتها ١٠٦.٦٨ كم<sup>٢</sup>، بنسبة بلغت

١٢.٢٥٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، تتركز هذه الفئة في وحدة الجبال لوحدها، وفي وحدة الجبال تزداد درجات الانحدار وإجمالي التضاريس بشكلٍ جلي، وهما خاصيتان متعلقتان بالتعرية المائية بالدرجة الأولى، إذ كلما زادت قيم أحدهما زادت معها مستويات التعرية، لذا يقتضي الأمر إجراء تدابير وقائية وصيانة وافية بغية تقليل مخاطر التعرية وإزالة طبقات التربة.

- **الشديدة جداً:** وتتراوح قيمتها بين ٤.٥١-٦ تضم هذه الفئة مربعات قليلة، إذ لا يتجاوز عددها ٣٨ مربعاً، وتقدر مساحتها بـ ٣٧.٢٨ كم<sup>٢</sup>، ما نسبته ٤.٢٨٪ من مجموع المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، وتبرز هذه الفئة في وحدة الجبال ولاسيما في السفوح الجنوبية الغربية لجبل دينارته وآكري، فقد تتعرض تلك المناطق خلال فصل الشتاء إلى احتمالية وقوع مستويات التعرية الشديدة جداً، لذا يقترح إتخاذ الإجراءات الفورية وتسريع خطوات أولويات الصيانة فيها إزاء مخاطر التعرية المائية وتحجيم بُورثها (الخارطة ٣).

### الإستنتاجات

توصلت الدراسة إلى عدة إستنتاجات ومن أهمها ما يأتي:

- ١- يعد متغيري نسبة التضرس ومتوسط الإنحدار من أكثر المتغيرات المورفومترية تأثيراً على مقدار التعرية المائية ومستوياتها.
- ٢- توصلت الدراسة إلى أن دقة شبكة الجداول المائية تتوقف على دقة صور التوابع الصناعية، كلما كانت دقة الصور عالية كلما كانت دقة رسم شبكة الجداول كبيرة.
- ٣- أظهرت نتائج الدراسة بأن طريقة المربعات من أكثر الطرق دقة في الدراسات المورفومترية، إذ بيّنت النتائج الحاصلة منها تبايناً مكانياً للقيم تتناسب مع الخصائص التضاريسية والإنحدار.
- ٤- يتوافق معدل معادلة العوامل المركبة مع معدل التضاريس النسبية ومؤشر التقطع وغيرها، إذ بحسب تلك المعدلات تميزت منطقة الدراسة أن متوسط قيم متغيراتها المورفومترية يندرج ضمن الفئة الضعيفة إلى المتوسطة.
- ٥- دلت قيم كثافة الصرف على دلالات معنوية وفي الوقت عينه نسبة أيضاً، إذ تدل القيم المرتفعة من نتائج كثافة الصرف على وجود درجات التعرية العالية

والكثيفة من وجه، كما أن نتائجها لوحدها لا يؤخذ بعين الاعتبار في تصنيف مستويات التعرية والحت ضمن الأحواض النهرية، إلا إذا إقترنت مع نتائج المعادلات المورفومترية الأخرى من وجه آخر، فوفق النتائج كانت وحدة الأراضي المتقطعة من أكثر الوحدات قيمة، لكن هذا لا يعني أن كمية المواد المتعرية في الوحدة تبلغ أقصاها مقارنةً بالوحدات الأخرى.

### المصادر

- 1- Michael Allaby. (2008). "A Dictionary of Earth Sciences.", 3rd Ed., Oxford University Press.
- 2- Gregory, K.J. and Walling, D.E.,(1973). "Drainage Basin Form and Process A Geomorphological approach.", Edward Arnold, London.
- 3- Melton, Mark A., (1957). "An analysis of the relations among elements of climate, surface properties, and geomorphology.", Columbia University, New York.
- 4- Reddy, P.Jaya Rami. (2011). " A Textbook of Hydrology.", 3rd Ed., Laxmi Publications Pvt. Ltd. , New Delhi.
- 5- Singh S. (2000). " Geomorphology." Ed. Allahabad: Prayag Pustak Bhawan.
- 6- Schumm Stanley A.(1956). " Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands of Perth Amboy.", New Jersey. Bull. Geol. Soc. Am. Vol. 67.
- 7- Schumm, S. A. 1954. " The relation of drainage basin relief to sediment loss." International Association of Hydrology, IUGG, vol 1.
- 8- Vijith, H., Prasannakumar, V., and Pratheesh, P.,(2017). "Landform Evaluation through Hypsometric Characterisation: An Example from a Selected River Basin in Southern Western

- Ghats, India." *Journal of Environmental Research, Engineering and Management*, Vol. 73, No.4.
- 9- Malik, A., Kumar, A., Kushwaha, D. P., Kisi, O., Salih, S. Q., Al-Ansari, N., and Yaseen, Z. M., (2019). "The Implementation of a Hybrid Model for Hilly Sub-Watershed Prioritization Using Morphometric Variables: Case Study in India." *Water Journal*, 11.
- 10- Strahler A. N., (1958). "Dimensional analysis applied to fluvial eroded landforms." *Geol. Soc. Am. Bull.*, Vol. 69.
- 11- Mark, D. M., (1975). "Geomorphometric Parameters: A Review and Evaluation." *Taylor & Francis, Ltd., Sweden*, Vol. 57, No. 3/4.
- 12- Eyles, R. J. (1973). " Drainage Density Representation on Wellington Maps." *Journal of Hydrology, New Zealand*, Vol. 12, No. 1.
- 13- Sreedevi P. D., Subrahmanyam K., Ahmed S. (2005). "The significance of morphometric analysis for obtaining groundwater potential zones in a structurally controlled terrain." *Envir. Geo.*, Vol. 47.
- 14- Horton Robert E., (1945). " Erosional development of streams and their drainage basins." *Hydrological approach to quantitative morphology, Geol , Sco., Amir bull.*, Vol 56, 1945.
- 15- Strahler, Arthur N. (1975). "Physical Geography.", 4th Ed., John Wiley and Sons, Inc. New York.
- 16- Strahler, N. A. (1957). "Quantitive Analysis of Watershed Geomorphology." *Transaction*, Vol. 38, No. 6.

### پوختە

شیکردەوہی مۆرفۆمەتری بۆ دیاریکردنی لەپیشینە ی پاراستن لە

#### ئاوژیلەکانی باشووری رۆژئاوای چیای ئاکری

پاراستنی ناوچە دووچاربووہکان بە دامالینی ئاوی لە چوارچیوہی ئاویژیلە رۆبۆبارییەکان بە کاریکی پیویست لە قەلەم دەدری، تاییەت لە ئیستادا، مامەلە ھەلە و ناتەندروستەکانی مروف لە گەل ژینگە و پیکھاتەکانی فرەو جۆراوجۆر بوون. وە بە ھۆی نەبوونی توانستی ئەنجامدانی پاراستنیکی تەواوکار لە چوارچیوہی رۆبۆبارییکی فراوان لە یەك کاتدا، بۆیە ھەولدان بۆ دیاریکردنی ئاستەکانی دامالینی ئاوی وەك بنچینە یەك بۆ دیاریکردنی لەپیشینە ی پاراستن بە بەکارھێنانی گۆراوہ مۆرفۆمەترییەکان بە یەكێك لە ئامرازە گونجاوہکان لە خیراکردنی پروسە ی پاراستن و پیکانی ئامانجەکانی ھەژمار دەکری. ئامانج لەم توێژینەوہیە ئامادەکردنی نەخشە ی ئاستەکانی دامالینی ئاوی و دەرخیستی دابەشبوونە شوینیەکیەتی لە ئاویژیلەکانی باشووری رۆژئاوای زنجیرە چیای ئاکری، وە بە مەبەستی دەستەبەرکردنی ئەم ئامانجە توێژینەوہکی جەختی کردۆتە سەر ھەژمارکردنی ھەردوو خەسلەتی بەرزو نزمی و تۆپیی لقی رۆبۆبارییەکان بەھۆی زیاتر لکاویان بە دامالینی ئاوی، پاشان بەھای گۆراوہ تاییەتەکان بە دوو خەسلەتەکی لە ھەر یەك لە ئاویژیلەکانی ناوچە ی لیكۆلینەوہ بە پراکتیزەکردنی تۆری چوارگۆشە یەكسانەکان ھەژمارکرا. توێژینەوہکی لە کۆتاییدا بە چەند دەرئەنجامیک گەیشت لە گرنگترینان: ھەردوو گۆراوی بەرزو نزمی پڕیژەیی و ناوہندی لیژی بە کاریگەرترین گۆراوی مۆرفۆمەتری لە سەر بری دامالینی ئاوی و ئاستەکانی ھەژمار دەکری.

وشە سەرەکییەکان: شیکردنەوہی مۆرفۆمەتری، دامالینی ئاوی، ھاوکۆلە

لیکدراوہکان، لەپیشینە ی پاراستن.

## Abstract

### **Morphometric analysis to determine conservation priorities in the south western watersheds of Akre mountain**

Water erosion-prone areas within conservation watersheds, which are one of the basic components of the environment, is necessary, especially at this time when there are many wrong interactions with humans and their improper dealings with the environment and its components. Since it is not possible to carry out integrated maintenance on large areas at the same time, attempting to determine the water erosion levels as a basis for determining maintenance priorities using morphometric variables is one of the effective means to speed up the maintenance process and achieve its framework. This study aims to draw a map of water erosion levels and highlight their spatial variations in the southwestern basins of the Akre mountain chain. To achieve this end, the study focused on the topographical characteristics and the drainage network as they are more closely related to water erosion, and then calculating the value of their variables in river basins by applying the square grid method, and the study reached a set of results, the most important of which are: The mean gradient is one of the most influential morphometric variables on the amount and levels of water erosion.

Keywords: Morphometric analysis, Water erosion, Compound parameter, Prioritization .