

## تقييم نتائج النماذج الرياضية في تقدير الجريان السيلي ومخاطره (دراسة حالة لمدينة أسوان)

د. أحمد محمد أحمد أبورية\*

مقدمة :

تتسم أمطار المناطق الصحراوية بالندرة، ولكنها تتسم في حال حدوثها بالغزارة وشدة الهطول في فترة زمنية قصيرة، حيث ينجم عنها رخات كثيفة التساقط، ويعقبها تجمع المياه علي هيئة تدفق غطائي Sheet Flow فوق المنحدرات، تتحد في قنوات لتصب في المجاري الرئيسية مشكلة جريان سطحي، ويتأثر الجريان السطحي بالعديد من العوامل منها؛ طبوغرافية المنطقة وجيولوجيتها، الغطاء النباتي، واستخدامات الأراضي ونوع التربة، إلي جانب درجة انحدار —  
\* المدرس بقسم الجغرافيا - كلية الآداب (جامعة الفيوم).

السطح الذي يؤثر بصورة مباشرة علي معدل التسرب، فكلما زاد انحدار السطح قل الفاقد بالتسرب مما يؤدي لسرعة توالد الجريان السطحي والعكس صحيح، وتتأثر نسبة

الفاقد بالتسرب، بكل من المسامية ودرجة النفاذية، وهما تختلفان باختلاف ليثولوجية الصخر، كما تعتمد على الفواصل والشقوق وخطوط الصدع التي تشغل الواجهات المكشوفة والأجزاء السفلية (صالح، ١٩٩٩، ص ٣٠)، أما بالنسبة لأشكال أحواض التصريف؛ فهي تؤثر على خصائص وطبيعة الجريان، حيث تشكل الأحواض المستطيلة الشكل عموماً تصريفاً مائياً أكثر انتظاماً في توزيعها الزمني، وأقل كمية من الأحواض المستديرة، ويعزي ذلك لتأخر وصول الجريان المائي في الأحواض المستطيلة إلى منطقة المصب، وما تتعرض له من تبخر وتسرب أثناء ذلك (سلامة، ١٩٨٥، ص ص ٥٨-٥٩)، كذلك يؤثر نوع التربة في كميات المياه المجمعة ومقدار ما يتسرب داخل التربة؛ فنسيج التربة الخشن كالتربة الرملية يسمح بتسرب المياه داخلها، بينما التربة ذات النسيج الناعم كالتربة الطينية بأنواعها بصفة عامة تعرقل تسرب المياه داخلها.

ويحدث الخطر السيلي عندما تتساقط كميات من الأمطار تفوق القدرة الاستيعابية للمجري المائية، سواء بسبب ضيق المجاري أو زيادة كميات المياه، ويترتب على ذلك زيادة القدرة على حمل الرواسب والمفتتات الصخرية، التي تستخدم كمعاول هدم وتدمير، وتبلغ القدرة التدميرية للجريان السيلي أقصاه في حالة وجود المنشآت البشرية بمختلف أنواعها في نطاق مصبات الأودية، كما هو الحال لأغلب مدن الصعيد المقامة على الجانب الشرقي لنهر النيل، والتوسعات الحديثة فيما يعرف بالمدن الجديدة.

من خلال تطور برامج نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد، أمكن الحصول على بيانات أكثر دقة عن الجريان السيلي، حيث تمدنا بيانات الأقمار الصناعية بالعديد من البيانات عن الغطاء النباتي واستخدامات الأراضي والمكونات الصخرية ونوع التربة، وكلما زادت عدد النطاقات الطيفية Spectral Bands كلما كانت

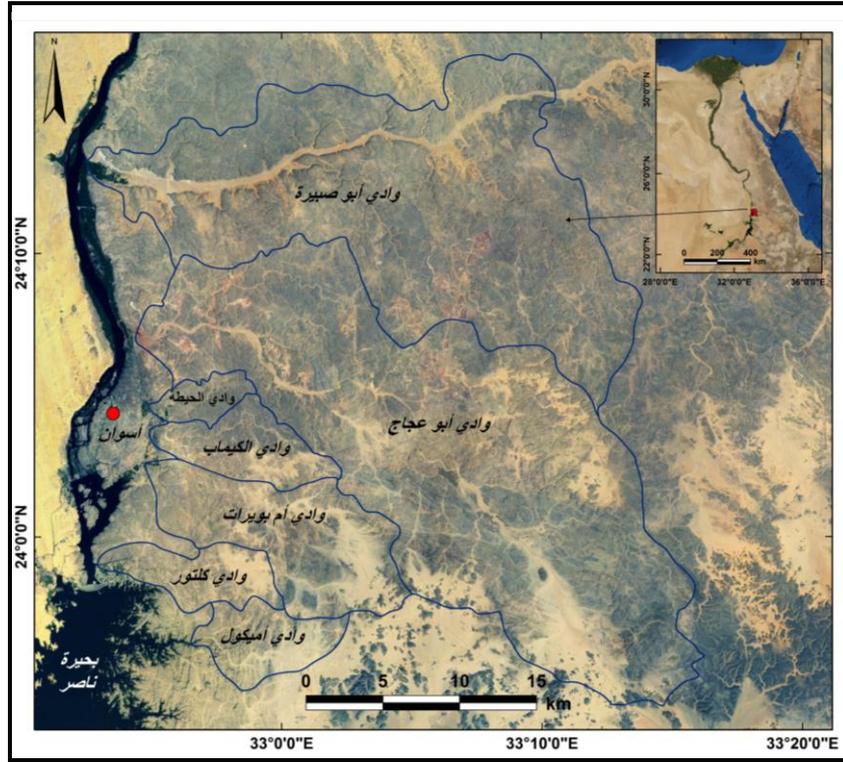
البيانات المستخلصة أكثر دقة وتفصيلا عن المناطق محل الدراسة، وتستخدم برامج نظم المعلومات الجغرافية في إدارة وتحليل ومعالجة هذه المعلومات وإعداد الطبقات المختلفة وعرضها.

### حدود منطقة الدراسة :

تمتد منطقة الدراسة على الجانب الشرقي لنهر النيل، فيما بين دائرتي عرض ١٦ ° ٥٤ ° ٢٣ °، ٥٧ ° ١٦ ° ٢٤ °، وخطي طول ٢٥ ° ٥٢ ° ٣٢ °، ٠٥ ° ١٦ ° ٣٣ °، بما يعادل نحو ١٢٠٣.٢ كم<sup>٢</sup> تقريبا.

يحد المنطقة من الشرق والشمال نطاق خط تقسيم المياه بين روافد وادي خريط خارج منطقة الدراسة وبين روافد أودية (أبو صبيرة، أبو عجاج)، ويحد المنطقة من الجنوب نطاق خط تقسيم المياه بين روافد أودية (أميكل، كلتور، أم بويرات) وبين روافد وادي العلاقي، وتتحد أودية المنطقة من الشرق نحو الغرب في اتجاه عمودي على التجمعات العمرانية لمدينة أسوان الموجودة على الجانب الشرقي لنهر النيل (شكل ١).

لقد استخدمت بطون الأودية في إنشاء شبكة من الطرق للربط بين مدن البحر الأحمر ومدينة أسوان، حيث يمتد طريق (برنيس - أسوان) في قاع وادي أم بويرات، الذي يتفرع منه طريق يمتد نحو مناطق التعدين بوادي العلاقي، كذلك استخدم قاع وادي أبو عجاج لمد طريق مرصوف وخط سكة حديد ليصل لمناجم الحديد، في حين اقتصر استخدام قاع وادي أبو صبيرة كطريق ممهد يصل إلى جنوب مركز ادفو.



شكل (١) : الموقع العام لمنطقة الدراسة.

### مشكلة البحث وأهدافه :

١. عدم وجود محطات رصد وانذار للسيول الفجائية التي تتعرض لها منطقة الدراسة بصفة خاصة، والمناطق العمرانية الموجودة على الجانب الشرقي للنهر النيل بصفة عامة؛ مما يزيد من حجم الدمار الناجم عن هذه السيول.
٢. تعرض أحواض التصريف بالصحراء الشرقية للسيول الفجائية الغير منتظمة الحدوث، مما يشكل تهديداً لمناطق الاستقرار البشري التي تقع في نطاق هذه السيول.
٣. يزيد من خطر السيول التوسع العمراني في بطون الأودية، مما يعمل علي زيادة المناطق المعرضة للسيول، وبالتالي زيادة الاثار التخريبية والتدميرية لها.

٤. عدم كفاية وسائل الحماية من السيول، منها مخزات السيول (صحارات) أسفل السكة الحديد والطريق الزراعي على الجانب الشرقي للنيل بمنطقة الدراسة.

### أهداف الدراسة :

- تقدير حجم الجريان السطحي باستخدام النماذج الرياضية، في ظل غياب محطات الرصد الهيدروليكية للسيول، بالاعتماد على ثلاث من النماذج الرياضية، حيث يعتمد كلا منها على عدد من المتغيرات في تقدير الجريان السطحي، وهذه النماذج هي؛ نموذج CIA أو ما يعرف بالطريقة المنطقية Rational Method، نموذج "سنايدر" Snyder Method 1938، نموذج SCS (Soil Conservation Service, 1986).
- مقارنة نتائج النماذج الرياضية المستخدمة لتحديد الطريقة المثلى لبناء قواعد بيانات هيدروجيومورفولوجية لأودية منطقة الدراسة.
- تحديد مكامن الخطر السيلبي وحجمه، المناطق المعرضة لهذا الخطر، وانسب الطرق لمجابهته وطرق الحماية منه.
- بناء قواعد بيانات الاستخدامات الأرضية والغطاء النباتي والتربة وأنواعها، وتحديد التداخلات البشرية في نظم التصريف المائي الطبيعي، سواء بطمس بعض المجاري، أو رصف بطون البعض الآخر منها.

### منهج البحث وأساليبه :

- لتحقيق أهداف الدراسة تم صياغة مشكلات البحث في عدة تساؤلات منها:
- ما مقدار الجريان السطحي الناتج عن حدوث عاصفة مطرية على أحواض المنطقة؟
  - أي الأحواض أكثر خطورة، وما هي المواضع الأكثر تأثراً في مدينة أسوان بالسيول؟
  - ما هي المواضع المثلى للنمو العمراني لمدينة أسوان، وما هي طرق الحماية من السيول ودرء أخطارها؟

لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة علي تساؤلاتها، اعتمدت الدراسة علي المنهج التحليلي الوصفي، وتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، من خلال معالجة وتحليل بيانات الأقمار الصناعية بهدف رصد المتغيرات المؤثرة في الجريان السطحي وإيجاد العلاقة بينها، كذلك استخدم المنهج التطبيقي (الوصف - التفسير - التقييم - التشخيص - التنفيذ - المتابعة والرصد) في رصد وتفسير مشكلة الجريان السطحي السيلي وتقييم الوضع الحالي لمدينة أسوان وتقديم وعرض الحلول المقترحة، ثم يترك التنفيذ والمتابعة للجهات المعنية لاختبار صحة المقترحات.

وتم الاعتماد على عدد من المصادر والأساليب في هذه الدراسة التي يمكن

إيجازها فيما يلي:

- جمع البيانات من الدراسات السابقة التي تناولت المنطقة جيولوجياً وهيدرولوجياً، وغيرها من الدراسات التي تخدم الموضوع.
- الخرائط الطبوغرافية، والجيولوجية، وصور الأقمار الصناعية، وملف الارتفاع الرقمي DEM الذي يغطي منطقة الدراسة ما يلي :
  - ❖ خرائط طبوغرافية ذات مقياس رسم ١ : ٥٠٠٠٠٠ إصدار المساحة المدنية (المشروع الفنلندي) ١٩٩٤ وهي؛ لوحات خرائط (أسوان، شرق أسوان، كولة النص البحرية، دابود)، وتم من خلالها الحصول على العديد من البيانات مثل أسماء المواقع الجغرافية، خطوط الكنتور ونقاط المناسيب، الطرق والمدقات، وتحديد مناطق النمو العمران بمنطقة الدراسة.
  - ❖ خرائط أسوان الجيولوجية ذات مقياس رسم ١ : ١٠٠٠٠٠٠ إصدار المساحة الجيولوجية تحت النشر، وخريطتي الأقصر وجبل حماطة ذات مقياس رسم ١ : ٥٠٠٠٠٠٠ إصدار كونكو كورال ١٩٨٧، وتم استخدامهما في تحديد مواقع التكوينات الجيولوجية وقياس مساحاتها، وتحديد وقياس الصدوع وتحديد مواضع الطيات.

- ❖ الخريطة الهيدرولوجية ١:٥٠٠٠٠٠٠ إصدار شركة رجوا، ١٩٩٧.
- ❖ صور الأقمار الصناعية (Land Sat 7(TM) بدقة ٢٨.٥ متر عام ٢٠٠٢، وتم استخدامها في رصد التغيرات في بعض النظم البيئية بعد مقارنتها بالخرائط الطبوغرافية.
- ❖ خريطة IKONOS بدقة ١ متر، تصوير عام ٢٠١٠ وتم الاستعانة بها في دراسة استخدام الأراضي داخل منطقة الدراسة.

فاستخدام برامج الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ERDAS  
 9.2، Arc View GIS 10، Arc Map ، وبرنامج Global Mapper 13، يمكن  
 من الرسم من على تلك الصور، وعمل الطبقات المختلفة من عليها بعد ضبط إحداثياتها،  
 وأتاح بيانات متعددة لمنطقة الدراسة، كما أن استخدام نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة  
 ٣٠ متر، يمكن الباحث من عمل الخرائط الكنتورية، ونقاط المناسيب للوقوف على  
 الأشكال التضاريسية لمنطقة الدراسة، وإعطاء البعد الثالث لها وعمل القطاعات  
 التضاريسية للمنطقة والمجسم الرقمي، حيث أجريت العمليات التالية:

- الإدخال الرقمي Digitizing لحدود منطقة الدراسة، وتوزيع الظواهر الطبيعية،  
 ومجري الأودية التي تصب في نهر النيل عمودية على التجمعات العمرانية  
 لمدينة أسوان.
- رصد وتوقيع مناطق التجمعات النباتية والعمرانية واستخدامات الأرض المتباينة  
 وحساب مساحة الأحواض، والغطاء النباتي.
- مطابقة هذه الخريطة مع المرئية الفضائية بعد عمل Georeference وتوحيد  
 الإسقاط لكل من المرئيات والخرائط على نظام UTM.
- مضاهاة النتائج التي تم تجميعها بجهاز GPS بنظائرها على المرئية الفضائية  
 وعمل المراجعات الحقلية، حيث ساهمت هذه المراجعة في تعديل وتأكيد التفسير  
 البصري للمرئية الفضائية.

- تحليل (الصور الفضائية، الخرائط، التحليل الإحصائي باستخدام برنامج (SPSS).
- إعداد وصياغة النتائج علي شكل خرائط حديثة ضمن البحث إلى جانب الصور الفوتوغرافية.
- تمثل الدراسة الميدانية عماد هذه الدراسة، حيث تم عمل دراسة استكشافية للمنطقة في أواخر شهر ديسمبر ٢٠١٠، والتي صادفت حدوث السيول على مدينة أسوان، وأمكن رصد الجريان السيلي في المنابع العليا لوادي (كلتور، أميكول) وفي نطاق المصب لوادي أم بويرات، وكذلك على طول الطريق الغربي (أسوان - القاهرة)، مما كان حافزاً جوهرياً لدراسة مخاطر السيول في هذه المنطقة، وتقديم بعض الحلول التي قد تسهم في تقليص أخطارها.
- القيام بدراسة ميدانية ثانية في شهر أبريل ٢٠١١ لتحديث الخرائط، وتسجيل الملاحظات الميدانية الخاصة باستخدامات الأراضي وكثافة الغطاء النباتي، وتم تحديد مواقع جديدة باستخدام جهاز GPS، والنقاط الصور الفوتوغرافية لآثار السيل الذي أصاب المدينة في شهر ابريل ٢٠١١.

### النماذج الرياضية المستخدمة (الشرح والتحليل) :

- يمكن تصنيف الدراسات المتعلقة بالسيول إلى نوعين؛ النوع الأول يهتم بالدراسة الوصفية من واقع المشاهدات الحقلية والبيانات المتاحة عن السيول بعد حدوثها، أو بالاستعانة ببيانات الأقمار الصناعية قبل وعقب السيل. حيث تتركز على أسباب حدوث السيول وامتدادها والآثار المترتبة عليها، واليات الحد من أخطارها والسيطرة عليها، ومن هذه الدراسات :
- دراسة هيئة المساحة الجيولوجية ١٩٩٤، لسيول نوفمبر على محافظة البحر الأحمر، حيث اقتصر على وصف السيل والخسائر الناجمة دون الاهتمام بتقدير حجم التدفق السيلي.

- دراسة هيئة الاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء ١٩٩٧، للسيول ووسائل مجابهة مخاطرها على مدن ساحل البحر الأحمر، التي اهتمت بالعوامل المؤثرة على الجريان السيلبي وأشكاله وطرق التفادي والوقاية من السيول.
- دراسة خضر ١٩٩٧: عن الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية في مصر، مع التركيز على السيول في بعض مناطق وادي النيل.
- دراسة عبد الحفيظ ٢٠٠٨، لقري السيول في صعيد مصر، من حيث تأثيرها على البيئة الطبيعية والأنشطة البشرية ونمو العمران بهذه القرى.

#### النوع الثاني يختص بالدراسات التطبيقية؛ التي تعتمد على النماذج الرياضية في

تقدير الجريان السيلبي وذروته، ومن هذه الدراسات :

- دراسة جون بول ١٩٣٧، لتقدير الجريان السيلبي لأودية مرسي مطروح، وقد اعتمد نموذج بول علي متغيرين فقط (المساحة الحوضية، أقصى كمية تساقط في يوم واحد).
- دراسة راضي ١٩٩٢، لإيجاد العلاقة بين التساقط والجريان السطحي للمياه بوادي سمائل، التي اعتمدت على نموذج (CIA) والمعروف بالطريقة المنطقية Rational Method لتحديد ذروة التصريف المائي لوادي سمائل.
- دراسة الشامي ١٩٩٥، التي تركزت علي وضع نموذج احتمالات لحدوث السيول ودرجتها باستخدام بعض المعاملات المورفومترية (الكثافة التصريفية - تكرار المجاري - التشعب).
- دراسة الجعيدي وبوروية ٢٠٠٨، لتقدير ذروة التصريف السيلبي في وادي العين باستخدام نموذج سنايدر Snyder 1938، ويعتمد هذا النموذج على عدد من المعاملات المورفومترية، حيث يتم تقدير ذروة التصريف من خلال قسمة حاصل ضرب المساحة الحوضية في معامل التخزين مقسمة على زمن التباطؤ.

وسوف تكون الدراسة الحالية استكمالاً للنوع الثاني من الدراسات، حيث سيتم استخدام النماذج الرياضية في تقدير الجريان السيلبي، وفيما يلي شرح للنماذج المستخدمة في هذا البحث.

### نموذج CIA :

يعرف بالطريقة المنطقية Rational Method ويعتمد النموذج على المساحة الحوضية وكمية التساقط في تقدير الجريان السطحي ويحسب من المعادلة التالية:

$$Q = CIA \text{ ----- (1)}$$

$$Tc = 0.00013 (L^{1.15}) (H^{-0.38}) \text{ ----- (2)}$$

حيث:

Q = حجم التصريف بالقدم<sup>3</sup>/ثانية

C = معامل الجريان السطحي (ثابت)

I = كثافة التساقط بوصة/ساعة

A = المساحة الحوضية بالميل المربع

H = الفارق الزاسي بين المنبع والمصب بالقدم

Tc = زمن التركيز بالساعة

L = الطول المجري الرئيسي من المنبع للمصب بالقدم

(Knox County, 2008, Chapter 3, p. 8)

وتم إضافة رقم ثابت بواسطة "دني وليبولد" Dunne and Leopold بهدف استخدام المقاييس المترية (الفرنسية) بدلا من المقاييس الانجليزية (راضي، ١٩٩٢، ص ٣٤).

$$Q = 0.278CIA \text{ ----- (3)}$$

حيث:

Q = حجم التصريف بالمتراً<sup>3</sup>/ثانية

C = معامل الجريان السطحي يتراوح بين ٠.٤ للسطوح الصخرية، ٠.٢٥ للسطوح الرملية والحصوية

A = المساحة الحوضية كم<sup>2</sup>

I = كثافة التساقط ملم / ساعة

(Graf, 1988, pp. 79-81)

**نموذج "سنايدر" 1938 Snyder Method**

تم وضع هذا النموذج اعتمادا على تحليل الجريان السيلبي، لعدد من احواض التصريف بجبال الابلاش، تتراوح مساحتها بين (٢٥:٢٥ ألف كم<sup>٢</sup>) (Raghunath, 2006, p. 150)، يعتمد هذا النموذج على بعض الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف، حيث تقدر ذروة التصريف من خلال قسمة حاصل ضرب المساحة الحوضية في معامل التخزين مقسمة على زمن التباطؤ. وفيما يلي عرض معادلات هذا النموذج:

$$\text{Lag Time} = C_t (L_{ca} \times L)^{0.3} \quad \text{----- (1)}$$

$$Q_p = \frac{640 A C_p}{\text{Lag Time}} \quad \text{----- (2)}$$

حيث:

**Lag Time** = زمن التباطؤ بالساعة**C<sub>t</sub>** = ثابت يتراوح بين ١.٨ : ٢.٢ حسب درجة انحدار السطح**L<sub>ca</sub>** = طول المجري الرئيسي من المصب لأقرب نقطة تجمع مياه بالميل (تم الاعتماد على طول الرتبة الأعلى للوادي لتمثل **L<sub>ca</sub>**)**L** = طول المجري الرئيسي من المنبع للمصب بالميل**Q<sub>p</sub>** = قمة التصريف قدم<sup>٢</sup> / ثانية**C<sub>p</sub>** = معامل تخزين يتراوح بين ٠.٤ : ٠.٨ حيث أقل قيمة تقابل أعلى قيمة للثابت **C<sub>t</sub>****A** = المساحة الحوضية بالميل المربع

وقد قام (Raghunath, 2006) بعمل تعديل على نموذج سنايدر ليناسب وحدات

القياس المترية؛ حيث قام بإعادة حساب قيم الثوابت في المعادلتين السابقتين لتصيح

كالتالي:

$$\text{Lag Time} = C_t (L_{ca} \times L)^{0.3} \quad \text{----- (3)}$$

$$T_c = \text{Lag Time} / 0.6 \quad \text{----- (4)}$$

$$Q_p = \frac{C_p \times A}{T_c} \quad \text{----- (5)}$$

**Lag Time**

حيث:

Lag Time = زمن التباطؤ بالساعة

Tc = زمن التركيز بالساعة

Ct = ثابت يتراوح بين 0.2 : 2.2 حسب درجة انحدار السطح

Lca = طول المجري الرئيسي من المصب لأقرب نقطة تجمع مياه كم

L = طول المجري الرئيسي من المنبع للمصب كم

Qp = قمة التصريف متر<sup>3</sup> / ثانية

Cp = معامل تخزين يتراوح بين 2 : 6.5 حيث أقل قيمة تقابل أعلى قيمة للثابت Ct

A = المساحة الحوضية كم<sup>2</sup>

(Raghunath, 2006, chapter 5, pp. 150-151)

**نموذج SCS (Soil Conservation Service 1986)**

تم وضع نموذج SCS من قبل إدارة صيانة التربة Soil Conservation Service التابعة لإدارة الزراعة الأمريكية سنة 1986، وهو من الأساليب الرياضية المعروفة والمستخدمه في حساب الجريان السطحي.

ويتألف نموذج SCS من مجموعة معادلات رياضية، تعتمد على المعلومات المتوفرة عن الغطاءات الأرضية وأنماط استخدامها، وهيدرولوجية التربة ونوع الغطاء النباتي وكميات الأمطار الساقطة وطبوغرافية السطح من حيث الوعرة ودرجة الانحدار.

ويعتمد حساب الجريان السطحي على القيمة المحسوبة للمنحني Curve Number (CN) وتتراوح قيمة CN بين (0 : 100) وهي تعبر عن مقدار نفاذية السطح وقدرة المياه على التسرب، فكلما اقتربت القيمة من 100 دل ذلك على انخفاض النفاذية والتسرب وبالتالي جريان سطحي أكبر وأسرع والعكس كلما قلت القيمة.

**رطوبة التربة** : تنقسم رطوبة التربة لثلاث حالات؛ الحالة الأولى للتربة الجافة والحالة الثانية للتربة العادية بينما الحالة الثالثة للتربة التي تعرضت لسقوط أمطار (خفيفة / غزيرة) قبل الجريان السطحي السيلي بخمس أيام.

**المجموعات الهيدرولوجية (HSG) Hydrologic Soil Group** تنقسم لأربع مجموعات

حسب سرعة انتقال المياه خلالها وهي (USDA, 1986, Appendix A, p. 1):

- **مجموعة A** : ينشأ عنها جريان سيلي منخفض، وتتم بالتسرب العالي، حيث تتكون من تربة عميقة جافة تحوي الرمال أو الحصى ويبلغ معدل التسرب أكثر من (٨ ملم/ساعة) ومن أنواعها التربة الرملية والتربة الرملية اللومية.
- **مجموعة B** : تتألف من تربة عميقة إلى متوسطة العمق عبارة عن خليط من الحصى والمفتتات الصخرية والجلاميد، ذات قوام ناعم إلى خشن، وهي ذات معدلات تسرب متوسطة عندما تكون رطبة تماما، ويتراوح معدل التسرب بين (٤ : ٨ ملم/ساعة) وتمثلها التربة الطميية اللومية واللومية.
- **مجموعة C** : عبارة عن تربة داكنة تحوي أكاسيد الحديد والمنجنيز، نسيجها خشن في المجاري العليا للأودية، ناعم لمتوسط في المجاري الدنيا للأودية، تتسم بمعدلات تسرب منخفض عندما تكون التربة رطبة، يتراوح معدل التسرب بين (١.٣ : ٤ ملم/ساعة) ومن أنواعها التربة الرملية الصلصالية.
- **مجموعة D** : ينشأ عنها جريان سيلي عالي، بسبب انخفاض معدلات التسرب بها (أقل من ١.٣ ملم/ساعة) وهي تربة ضحلة توجد فوق صخور غير منفذة، وتمثل هذه المجموعة التربات الصلصالية.

فيما يلي المعادلات الرياضية الخاصة بالنموذج، حيث يتم حساب زمن التباطؤ

وزمن التركيز من خلال المعادلات التالية؛ (USDA, 2010, Chapter 15, pp. 3: 5)

$$T_c = \frac{L^{0.8} (S+1)^{0.7}}{1140 (Y)^{0.5}} \text{----- (1)}$$

(١٩٤)

$$\text{Lag} = \frac{L^{0.8} (S+1)^{0.7}}{1900 (Y)^{0.5}} \text{----- (2)}$$

$$\text{Lag} = 0.6 \times Tc \text{----- (3)}$$

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \text{----- (4)}$$

$$Y = \frac{100CI}{E}$$

حيث:

**Lag** = زمن التباطؤ بالساعة

**Tc** = زمن التركيز بالساعة

**L** = الطول الحوضي بالقدم =  $(209A^{0.6})$

**S** = الحد الأقصى للاحتفاظ بالمياه المتسربة بعد بدء الجريان

**CN** = القيمة المحسوبة للمنحنى

**Y** = معدل الانحدار %

**E** = المساحة الحوضية بالأيكتر (الايكر = ٤٣٥٦٠ قدم مربع = ٤٠٤٦.٨٥ متر مربع)

**C** = مج أطوال خطوط الكنتور التي تمر بالحوض بالقدم

**I** = الفاصل الكنتوري بالقدم

(USDA, 2010, Chapter 15, pp. 3-5)

ويتم حساب كمية التصريف بالبوصة من المعادلة التالية (USDA, 1986, p. 1)

$$Q = \frac{(P - La)^2}{(P - La) + S} \text{----- (5)}$$

$$La^{(2)} = 0.2 S \text{----- (6)}$$

(USDA, 1986, chapter 2, p. 1)

$$QV = 53.33 Q \times A_m \text{----- (7)}$$

(USDA, 1986, chapter 6, p. 3)

حيث:

$$\begin{aligned}
Q &= \text{كمية التصريف بالبوصة} \\
P &= \text{أقصى تساقط بالبوصة في ٢٤ ساعة} \\
La &= \text{الفاقد الأولي قبل بدء الجريان السيلي} \\
S &= \text{الحد الأقصى للاحتفاظ بالمياه بعد بدء الجريان السيلي} \\
QV &= \text{حجم التصريف قدم / ايكر} = 1233.489 \text{ م}^3 \\
A_m &= \text{المساحة الحوضية بالميل المربع}
\end{aligned}$$

ولتحويل صياغة المعادلة (٤، ٥) لتناسب النظام المتري؛ لتلافي الأخطاء الناتجة عن استخدام هذه المعادلات في تقدير السيول دون تحويل البيانات للنظام الانجليزي، مما يعطي نتائج مضللة بخلاف الواقع، تم ضرب المعادلة في ٢٥.٤ للتحويل من البوصة للمليمتر لتصبح كالآتي:

$$S = \frac{25400}{CN} \text{ ----- (8)}$$

$$Q = \frac{(P - 0.2 S)^2}{P + 0.8 S} \text{ ----- (9)}$$

$$Q_{\max} = \frac{2.083AQ}{Tc} \text{ ----- (10)}$$

حيث:

$$\begin{aligned}
Q &= \text{كمية التصريف مليمتر} \\
P &= \text{أقصى تساقط مليمتر في ٢٤ ساعة} \\
La &= \text{الفاقد الأولي قبل بدء الجريان السيلي} \\
S &= \text{الحد الأقصى للاحتفاظ بالمياه بعد بدء الجريان السيلي} \\
Q_{\max} &= \text{كمية التصريف القصوى م}^3/\text{ثانية} \\
A &= \text{المساحة الحوضية كم}^2 \\
Tc &= \text{زمن التركيز بالدقائق}
\end{aligned}$$

(Khaleghi, et al., 2011, p. 164)

الملاحط الطبيعية لمنطقة الدراسة :

## ١) الخصائص الجيولوجية :

تهدف دراسة الخصائص الجيولوجية للمنطقة التعرف على أنواع الصخور وخصائصها والظروف البنيوية والرواسب السطحية، ومدى دورها في تشكيل وتطور شبكات التصريف والظواهرات الجيومورفولوجية، وقد تناولت دراسة الخصائص الجيولوجية التوزيع المساحي للتكوينات الجيولوجية حسب التسلسل الزمني من الأقدم للأحدث، وتتألف منطقة أسوان من المجموعات الصخرية التالية:

### ١. الرسوبيات المتحولة Meta Sedimentary :

تتألف من الصخور الرسوبية والبركانية، وبعض الرواسب الحطامية النارية؛ الناتجة عن الانفجارات البركانية (الرماد - البريشيا)، وتشكل نحو ١٨٨.٠٧ كم<sup>٢</sup> بما يعادل ١٥.٦٣٪ من منطقة الدراسة، وتظهر هذه الصخور علي شكل نطاق شبة متصل جنوب المنطقة، عملت مجاري الاودية علي تقطيعها وتقسيمها لكتل متجاورة؛ وتظهر هذه الصخور في المنابع العليا لوادي أبو عجاج (الرافد الجنوبي)، وتظهر كذلك في منابع أودية (الكيماب - أم بويرات - أميكول).

وتظهر هذه الصخور في نطاق خط تقسيم المياه لروافد وادي (أبو صبيرة - أبو عجاج) في المنابع العليا، في حين تغطي اغلب المساحة لوادي (كلتور - أميكول) (شكل ٢).

### ٢. الصخور الجرانيتية Pink and Younger Granite :

تتمثل في صخور الجرانيت الكلسي القلوي، يتدرج للجرانيت التكتوني، وتتكون من (ديوريت - جرانوديوريت - البجماتيت) (Said, 1962, p. 54)، وتمثل هذه الصخور حوالي ٢٣٢.٥٧ كم<sup>٢</sup> (١) نحو ١٩.٣٣٪ من المساحة الكلية للمنطقة، ويرجع

اللون الوردي لصخور الجرانيت لوجود معدن الفلسبار الأورثوكلاس، بالإضافة لذلك تتداخل صخور الجرانيت الحديث في جنوب المنطقة، والتي تتسم بالارتفاع بالنسبة لباقي الصخور النارية.

### ٣. الصخور الرسوبية Sedimentary Rocks :

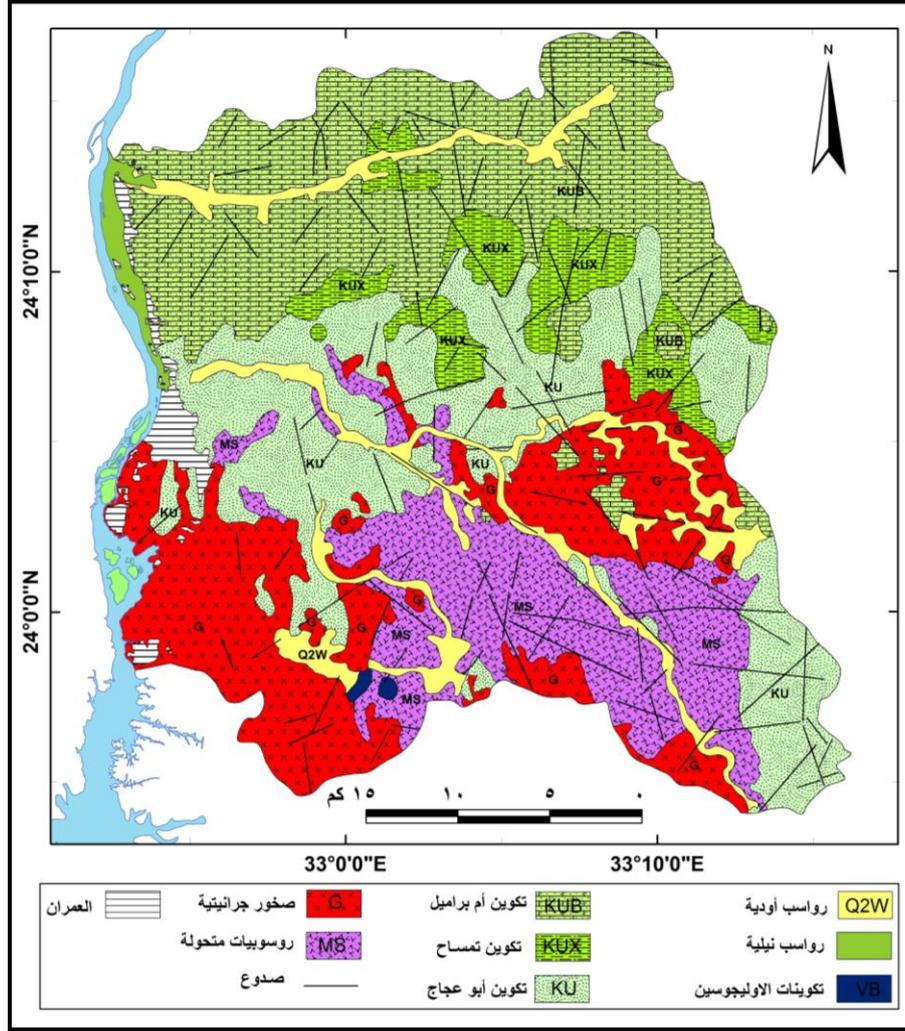
تشكل صخور عصر الكرتياسي (الحجر الرملي النوبي) أغلب تكوينات المنطقة حيث يغطي حوالي ٥٥.٨٢٪ من المساحة الاجمالية للمنطقة، ومن اهم مميزات الحجر الرملي النوبي المسامية وشدة النفاذية، ضعف التماسك مما يسهل تجويته، وتتمثل تكوينات الكرتياسي في ثلاثة تكوينات تغطي المنطقة هي:

#### - تكوين أبو عجاج Abu Ajaj Formation :

يتألف من طبقة كلونجلوميرات كاولينية تتركز بصورة مباشرةً فوق مركب صخور القاعدة بسطح عدم توافق، يليها لأعلي كلونجلوميرات وحجر رملي ذو نسيج متوسط إلي خشن، ويغطي قمة التكوين حجر رملي ناعم مع بقايا تربة قديمة، ويبلغ سمك التكوين حوالي ٤٠ متر (Omer and Hassan, 2003, p. 274).

ويشغل تكوين أبو عجاج حوالي ٢٧٣.١١ كم<sup>٢</sup> بما يعادل تقريبا ٢٢.٧٠٪ من اجمالي المساحة، ويظهر التكوين في نطاق خط تقسيم المياه لوادي أبو عجاج في المنابع العليا بين روافده وروافد وادي أبو صبيبة، وكذلك روافد وادي خريط خارج منطقة الدراسة، يغطي القطاع الاوسط لأودية (أبو عجاج - الحيطه - الكيماب - أم بويرات).

(١) تم حساب المساحة التي يشغلها كل تكوين من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة من الخريطة الجيولوجية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠ باستخدام برنامج ARC GIS 10.



المصدر:

١- خرائط جيولوجية مقياس رسم ١: ٥٠٠٠٠٠ (جبل حماطة، الأقصر، برنيس، السد العالي) كونكو، ١٩٨٧.

٢- خريطة جيولوجية مقياس رسم ١: ١٠٠٠٠٠ لوحة أسوان، هيئة المساحة الجيولوجية، تحت الطبع.

شكل (٢) : الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة.

- تكوين تمساح Timsah Formation :

(١٩٩)

يتألف التكوين من ثلاث اجزاء؛ يبلغ سمك الجزء السفلي نحو ٨ أمتار، ويتكون من الحجر الرملي والطفل والحجر الطيني، ويتخلله طبقة من الحديد البني المحمر سمكها يتراوح بين (٠.٨ : ١م)، ويبلغ سمك الجزء الأوسط حوالي ٦ أمتار، يتكون من الحجر الرملي الكتلي ذو نسيج ناعم لمتوسط الحبيبات، ويبلغ الجزء الأعلى نحو ٩ أمتار، يتكون من الحجر الطيني الكاوليني ويتداخل معه طبقة من الحديد سمكها حوالي ١.٥ متر (Omer and Hassan, 2003, pp. 274-275).

يشكل نحو ٨٤.٩٥ كم<sup>٢</sup>، بما يعادل ٧.٠٦٪، ويتمثل هذا التكوين في كتلة جبل تمساح (٢٨٥ م)، كذلك يظهر التكوين علي اقدام الصخور الجرانيتية في المنابع العليا لوادي (أبو صبيرة - أبو عجاج) وفي نطاق تقسيم المياه للوادي، يظهر علي كلا جانبي وادي أبو صبيرة في القطاع الاوسط؛ حيث استطاعت التعرية المائية نحت وتخفيض منسوب التكوين.

#### - تكوين أم براميل Umm Barneil Formation :

يتألف من طبقتين؛ السفلي يبلغ سمكها حوالي ١٨ متر، تتألف من الحجر الرملي، وتظهر اجسام عدسية نحو الأعلى من الطفل البني والحجر الطيني الرمادي؛ يبلغ سمكها نحو ١.٥ متر، في حين يتراوح سمك الطبقة العليا بين (٥ : ٦ متر) وتتألف من الحجر الرملي ذو اللون البني المحمر يتدرج للون الغامق الي الاسود وتتسم هذه الطبقة بصلابتها (Omer and Hassan, 2003, p. 275).

يغطي تكوين أم براميل حوالي ٣٠٧.٠٦ كم<sup>٢</sup> بما يعادل ٢٥.٥٢٪ من المنطقة، ويشغل معظم المساحة لحوض وادي أبو صبيرة، كما يغطي لسطح الهضبة التي تطل على الجزء الشمالي للمنطقة.

#### - تكوينات عصر الاوليوجوسين Oligocene Formation :

(٢٠٠)

تظهر تكوينات الاوليغوسين في جنوب المنطقة على هيئة تلين منعزلين في المنابع العليا لوادي أم بوبرات، تتألف من البازلت الداكن اللون ويحوي بعض التراكيت، ويشغل حوالي ٢.٢٨ كم<sup>٢</sup>، تعادل ٠.١٩٪ من المنطقة.

#### رواسب الزمن الرابع Quaternary Formation :

تشمل رواسب البلايوسين والهولوسين وتمثل حوالي ٥٩.٩٢ كم<sup>٢</sup>، بما يساوي ٧.٩٧٪ من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، وتمثل الرواسب في :

#### - ارسابات الطمي السبيلي:

ترجع لأوائل البلايوسين ويتراوح سمك الرواسب بين (١٠ : ٨ م) وقد ارجعت هذه الرواسب لانسياب البحيرات القديمة عبر خانق سابلوقة، وقد غطت هذه الرواسب مصبات اودية المنطقة اسفل طمي النيل الحديث (Ball, 1939, p. 33).

#### - طمي النيل :

يتكون من الصلصال والصلصال الرملي ورمال متوسطة الي ناعمة الحبيبات، إلي جانب الميكا وبعض اكاسيد الحديد، ويبلغ متوسط سمك الطمي ٦.٧ متر ( Ball, 1939, p. 162).

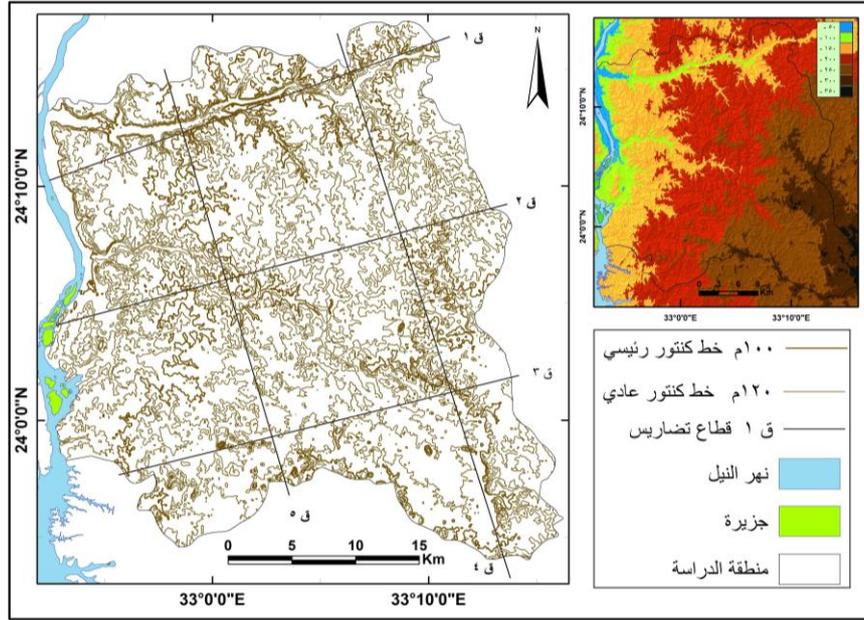
- رواسب بطون الأودية والمراوح الفيضية بجانب رواسب المنحدرات، وأغلب هذه الرواسب قارية - نهريّة النشأة، يتكون منها العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية كالمصاطب، والمراوح الفيضية والنباك والفرشات الرملية وكذلك الإرسابات السطحية المفككة ذات أصول متعددة.

#### (٢) السمات التضاريسية :

تتسم المنطقة بالوعورة الشديدة<sup>(١)</sup>، حيث عملت روافد الأودية على تقطيع السطح وتعميق مجاريها على حساب زيادة المساحة الحوضية من خلال زيادة اطوال المجاري؛ ويرجع ذلك لسيادة التكوينات الرسوبية (عصر الكرتياسي) بمنطقة الدراسة وضعفها امام التعرية المائية. ينحدر السطح بصفة عامة من الشرق حيث نطاق تقسيم المياه للأودية نحو الغرب حيث يوجد الشريط السهلي لنهر النيل، كذلك ينحدر السطح من الجنوب الشرقي (مركب صخور القاعدة) نحو الشمال الغربي؛ مما انعكس على المساحة الحوضية لوادي أبو عجاج، وكذلك قصر الاودية الجنوبية وشدة انحدارها عموديا على التجمعات العمرانية، مما يشير لسرعة الجريان وحدوث السيول الفجائية ذات الاثار التدميرية العالية. ويهدف تحديد خصائص السطح تم رسم ثلاث قطاعات من الشرق نحو الغرب وقطاعين من الجنوب نحو الشمال (شكل ٣)، وفيما يلي شرح لهذه القطاعات:

\* **قطاع رقم (١)** : يمتد من الشرق للغرب بطول بلغ ٣٣ كم، ويخترق هذا القطاع معظم حوض وادي أبو صبيبة؛ حيث يبدئ من المنابع العليا لوادي صبيبة في الشرق حتى نهر النيل في الغرب، ويتسم هذا القطاع بالتقطع الشديد بفعل روافد وادي أبو صبيبة؛ ولعل ذلك يرجع لتجانس التكوينات الصخرية (تكوين أم براميل) التي تتألف من الحجر الرملي؛ والذي يتميز بالنفاذية العالية، مما عمل على اتجاه روافد الوادي للنحت الرأسى وتخفيض السطح على حساب التوسع الافقي وتوسيع الحوض، حيث لم يتعدى الفارق الراسي (١٧٧م) بمعدل انحدار ٢٨٢/١ متر (شكل ٤).

(١) تم حساب متوسط درجة الانحدار لكل اجزاء الحوض، وذلك بضرب كل درجة انحدار فيما يقابلها من مساحة، ثم جمع هذه القيم وقسمتها على المساحة الكلية للحوض، بلغ متوسط درجة الانحدار (٥٪، ٤.٤٪، ٣.٩٪، ٤.٢٪، ٥.٣٪، ٤.٣٪، ٤.٤٪) لأحواض (ابو صبيبة، ابو عجاج، الحيطه، كيماب، ام بويرات، كلتور، أميكول) على الترتيب.



شكل (٣) : الخريطة الكنتورية ونموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة.

\* **قطاع رقم (٢) :** يبدئ من المنابع العليا لوادي أبو صبيبة، ويمتد ليقطع وادي أبو حجاج في قطاعة الأوسط، ثم يخترق وادي الحبيطة حتى السهل الفيضي الضيق لمسافة ٣٧ كم، ويتسم هذا القطاع بعدم التجانس الصخري، حيث يقطع اغلب التكوينات الجيولوجية بالمنطقة؛ مما انعكس على تباين معدل الانحدار على طول أجزائه، حيث يبلغ معدل انحدار الأجزاء العليا ٩٨/١م، في حين بلغ في الأجزاء الدنيا ٢٣/١م، بمعدل انحدار عام ٩٧/١م، حيث ينحدر السطح من ارتفاع ٣٥٠م في الشرق حتى منسوب ١٨٧م في الغرب.

\* **قطاع رقم (٣) :** يمتد باتجاه عام من الشرق للغرب بمتوسط طول ٣٢ كم، ويغطي هذا القطاع الأجزاء الجنوبية من منطقة الدراسة، ويمتد القطاع من نطاق تقسيم المياه بين روافد وادي أبو عجاج وروافد وادي خريط خارج منطقة الدراسة، ويبلغ معدل الانحدار



**شكل (٤) : القطاعات التضاريسية لمنطقة الدراسة.**

\* **قطاع رقم (٤) :** يمثل هذا القطاع اكبر امتداد للمنطقة من الجنوب نحو الشمال، حيث يبلغ حوالي ٤٥ كم بمعدل انحدار ١/٤٥٠م، ويشكل هذا القطاع اغلب المنابع العليا لوادي أبو صبيرة وأبو عجاج ، ونلاحظ أن معدل انحدار الأجزاء الجنوبية بلغ ١/٢٠١م، حيث الصخور النارية، بينما بلغ انحدار الأجزاء الشرقية نحو ١/١٠٠م، وهو معدل مرتفع يرجع لسيادة تكوينات الحجر الرملي ونشاط التعرية المائية في تخفيض السطح الهضبي؛ حيث يقطعه وادي أبو صبيرة الذي عمل على تعميق مجراه علي حساب التوسع الأفقي.

\* **قطاع رقم (٥) :** يمر هذا القطاع بالقطاع الأوسط لوادي أبو صبيرة وأبو عجاج، في حين يمر بالمنابع العليا لوادي أم بويرات والكيما، وينحدر السطح من الجنوب نحو الشمال بمعدل انحدار عام ١/١٥٠م؛ حيث يقل ارتفاعه بالتدرج بالاتجاه نحو الشمال، ويلاحظ سيادة تكوينات الحجر الرملي على القطاع؛ مما جعلها عرضة لعمليات التجوية والتعرية، حيث ساعدت على تخفيض وتسوية سطح الهضبة في الأجزاء الشمالية.

**(٣) الخصائص المناخية :**

تشكل الخصائص المناخية وبخاصة الأمطار الدور الرئيسي في حساب الميزانية المائية لأحواض التصريف، ويقدر حجم التصريف المائي عقب ذروة العواصف المطرية الفجائية، حيث أن القيم الفعلية للأمطار الساقطة على منطقة الدراسة قليلة. والعناصر المناخية رغم أهميتها إلا أنها ذات تأثير محدود لعدم التمكن من رصدها تفصيلاً حتى الآن. فدرجات الحرارة والرطوبة والرياح والإشعاع الشمسي يتركز دورها في عمليات التبخر عقب انتهاء التساقط، لذا يمكن إهمالها في هذه الورقة جزئياً نظراً لأن كميات التبخر الحقيقي محدودة وغير مرصودة مطلقاً، ومن ثم يمكن اعتبار كل

من الأمطار وخصائص الأحواض والغطاء النباتي والتربة هي العوامل الأساسية المؤثرة في الجريان السطحي.

ترتبط السيول بعلاقة طردية مع الأمطار المسببة لها مع مراعاة القدرة التسريبيه للتربة والغطاء النباتي وطبيعية استخدام الأرض في هذه الأحواض، ويصعب تقدير شدة وتوزيع هذه الأمطار على كل اجزاء الحوض الواحد؛ بسبب غياب وسائل القياس بمنطقة الدراسة، لذا تم الاعتماد على أكثر من نموذج لتقدير حجم الجريان السطحي لأحواض منطقة الدراسة.

### المعدلات السنوية للأمطار :

تتسم المنطقة بقلّة الأمطار؛ حيث تقع المنطقة ضمن النطاق الصحراوي والضغط المرتفع دون المداري الذي يؤدي لارتفاع في درجات الحرارة وندرة في سقوط الأمطار، ومن خلال دراسة الجدول رقم (١) يتضح ان كميات الامطار لم تتعدى في أسوان وكوم امبو (١.٤، ١.٦ مم) على الترتيب مما يوضح ضآلة كمية الأمطار الساقطة على منطقة الدراسة.

يلاحظ ان سقوط الامطار غير منتظم في شهر معين، ويلاحظ ان الامطار تتسم بالفصلية، حيث يمثل فصل الربيع يليه الخريف فصلي المطر؛ ويرجع سقوط الامطار في الربيع عقب بعض العواصف الخماسينية التي تؤدي لحدوث انقلابات في الأحوال الجوية ويعقبها سقوط الامطار على المنطقة.

نظرا لوقوع المنطقة في النطاق الصحراوي الجاف قد تمر العديد من السنوات دون سقوط أمطار، ولكن يلاحظ سقوط المطر على هيئة رخات سريعة بكميات كبيرة؛ مما يولد جريان سطحي مفاجئ بأودية المنطقة حيث الانحدار العام نحو الغرب عمودياً على السهل الفيضي لنهر النيل، وما به من تجمعات بشرية، وقد بلغت الكميات الساقطة في يوم واحد حوالي (٧.٢ مم) في ابريل ١٩٨٦، بما يمثل سبعة أمثال الكمية السنوية علي أسوان، كذلك بلغت الكمية الساقطة علي كوم امبو (٦.٢

مم) في أكتوبر ١٩٦٩ بما يعادل ستة أمثال الكمية الساقطة، وتشكل هذه الرخات السريعة السيول الفجائية علي منطقة الدراسة.

جدول (١) : المعدلات الشهرية لكميات الأمطار بمحطتي أسوان وكوم امبو.

المحطة	الشهر											
	أب	سب	نور	آب	أيار	حز	نيسان	أيار	حز	أب	سب	نور
معدل المطر ملم	أثر	أثر	٠,٦	٠,٦	٠,٦	٠,٦	٠,٦	٠,٦	٠,٦	٠,٦	٠,٦	٠,٦
أكثر كمية سقطت في يوم واحد السنة	٣,٠	١٩٦٤	٦,٦	١٩٦٩	١٩٦٦	١٩٦٢	١٩٦٢	١٩٦٢	١٩٨٧	٠,٧	٠,٧	٠,٧
معدل المطر ملم	٠,٤	٠,١	٠,٢	٠,١	٠,٣	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,١	٠,١	٠,١
أكثر كمية سقطت في يوم واحد السنة	١,٠	١٩٦٦	٠,٣	١٩٧٣	٦٣,٧٤	١٩٦٨	١٩٦٨	١٩٧٤	١٩٧٦	١٩٧٦	١٩٧٦	١٩٧١

المصدر اعتمادا على:

١- بيانات مناخية غير منشورة للفترة من ١٩٨٠-٢٠١٠، هيئة الأرصاد الجوية، القاهرة.

٢- [http://docs.lib.noaa.gov/rescue/data\\_rescue\\_egypt.html](http://docs.lib.noaa.gov/rescue/data_rescue_egypt.html)

#### ٤) التربة والغطاء النباتي :

بدراسة شكل رقم (٥) لأنواع التربات بمنطقة الدراسة يتضح أربعة أنواع هي:

#### \* التربة الرملية الحصوية :

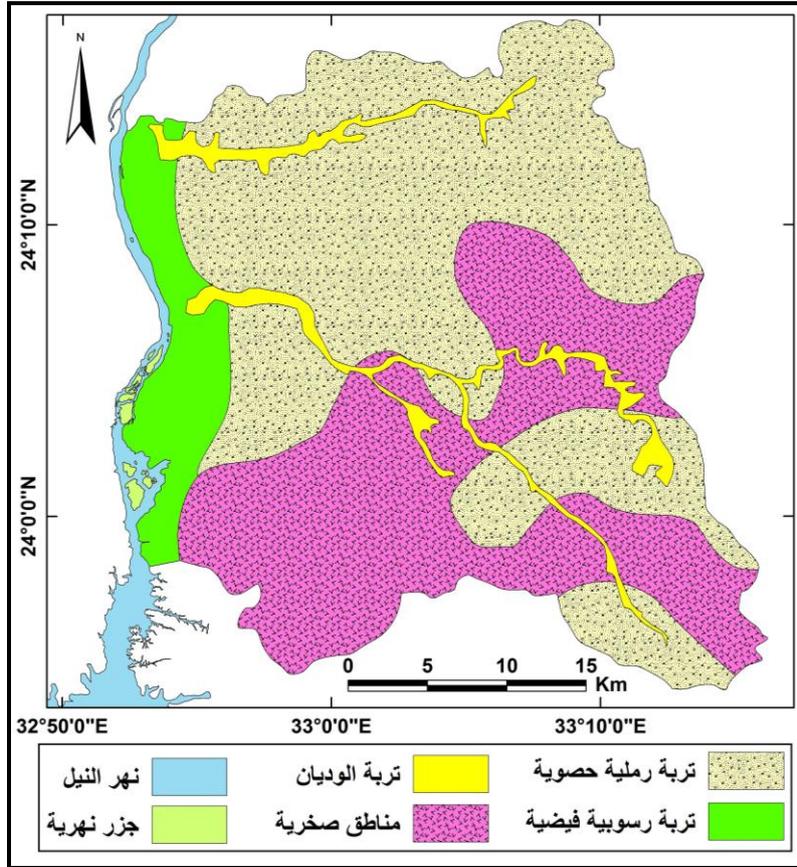
هي تربة حديثة النشأة توجد فوق الاسطح الصخرية، تتسم بقلة عمقها تتركز على صخور الأساس ويتخللها التلال الصخرية، وتمثل تربة "توري سامبتس" Torripsamemts التربة الرئيسية وتحوي تربات ثانوية متداخلة Lithic Torriorthents، Lithic Torripsamemts تتسم التربة الرملية بالنفاذية العالية للمياه، مما يجعل قدرتها على الاحتفاظ بالمياه منخفضة؛ مما يسمح بتولد جريان سطحي عقب تجمع مياه الامطار، وتغطي معظم حوض وادي أبو صبيرة يليه وادي أبو عجاج بنسبة بلغت ٥٢.٠٧٪ من منطقة الدراسة.

#### \* المناطق الصخرية :

ترتبط بمناطق صخور مركب القاعدة في جنوب منطقة الدراسة، وتتسم بالوعورة وقلة النفاذية للمياه مما ينتج عنه جريان سطحي عقب التساقط، ويغطي هذا النوع اغلب المنابع العليا لوادي أبو عجاج، وكل اودية (أم بويرات، كلتور، أميكول) بمساحة بلغت نحو ٣٥.٣٨٪ من المنطقة؛ مما يشكل خطورة مباشرة على مدينة اسوان.

#### \* تربة رسوبية فيضيه :

هي تربة ذات قوام متباين بين الطميي والطيني، وتشكل تربة Vertic Torrifluents التربة الرئيسية تتداخل معها Typic Haplotorrets, Typic Torrifluents وتتركز في نطاق مصبات الأودية والشريط السهل الفيضي لنهر النيل على الجانب الشرقي، ويمثل هذا النوع الأراضي الزراعية التي تتركز عليها التجمعات البشرية في نطاق مخارج الأودية، وقد بلغت مساحتها ٧.٩٣٪ من منطقة الدراسة.



المصدر:

١- مشروع حصر أراضي السد العالي، لوحتي اسوان - اسنا، كوم امبو، ١٩٦٢.

٢- Hammad, 1975, Soil Association map of Egypt, Geol. Survey, p. 56

شكل (٥) : أنواع التربة بمنطقة الدراسة.

## \* تربة الوديان :

تربة ذات قوام يتراوح بين الرملي الي الطمي والحصوي وأحيانا جيرية؛ وهي تربة حديثة تمثل رواسب قاع الوادي جلبتها الأودية من منابعه فضلاً عن كونها بقايا عمليات التجوية، وهي تشبه التربة الرملية الحصوية من حيث النفاذية وقلة قدرتها

على الاحتفاظ بالمياه، وتمثل المصدر الرئيسي للتربات المتداخلة في السهل الفيضي ومن أنواعها Typic Torrifluvents, Typic Haplotorrets ومثلت نسبة صغيرة من منطقة الدراسة ٤.٦٢٪.

### الغطاء النباتي :

تنتم المنطقة بقلة النبات الطبيعي حيث يبدو السطح الهضبي عاريا من النباتات وتركزها محدود في بطون الأودية ومصباتها؛ مما يزيد من تأثير الجريان السطحي السيلي، والنباتات في بطون الأودية اغلبها نباتات حولية شوكية تظهر عقب التساقط المائي ما تلبث ان تجف، ويلاحظ وجود بعض الشجيرات في بطون الأودية ومصباتها حيثما توجد المياه الباطنية من أكثر الأنواع انتشارا نبات الطرفة Nilotic Tamarix الحرجل Solenosternma يتراوح ارتفاعها بين ١ : ٤ متر، الي جانب بعض النباتات التي تنتم بها البيئات الفيضية (صورة ١، ٢).



صورة (١) : بعض أنواع النباتات الحولية في بطن وادي ام بويرات، ويلاحظ قوام تربة الأودية.



صورة (٢) : أشجار الطرفة في القطاع الأوسط لوادي كلتور.

تقدير الجريان السيلي لأحواض منطقة الدراسة :

### ١) مورفومترية أحواض وشبكات التصريف :

توضيح دراسة مورفومترية الأحواض خصائصها؛ من حيث الشكل ونمط الجريان والعوامل المؤثرة فيه، وشملت دراسة مورفومترية الأحواض على كل من مساحاتها وأبعادها وأشكالها باستخدام بعض الأساليب الكمية، ودراسة شبكات التصريف لأودية المنطقة.

### المساحة الحوضية :

مساحة حوض التصريف من الخصائص المورفومترية الهامة التي تشير لكميات المطر التي يستقبلها، وكذلك كمية التصريف وحجم الرواسب، ومساحة الحوض ذات علاقة وثيقة بنظام شبكة التصريف لاسيما فيما يتعلق بأعداد وأطوال المجاري، وما يتبع ذلك من تأثير في كميات التصريف وأحجام وكميات الرواسب داخل هذه الأحواض، كما تؤثر المساحة بصورة عكسية على كل من كثافة التصريف (كليو، ١٩٨٨، ص ٥٤)، وكمية

الرواسب التي ينقلها النهر من منابعه إلى مصبه، فكلما ازدادت مساحة حوض التصريف تزيد قدرته على الاحتفاظ بتلك الرواسب. ومن خلال الجدول رقم (٢) يتضح التالي: بلغ إجمالي مساحة أحواض التصريف في المنطقة حوالي ١١١٣.٣٣ كم<sup>٢</sup>، أي أنها تشكل نحو ٩٢.٥٣%<sup>(١)</sup>، من إجمالي مساحة المنطقة. بلغ المتوسط العام لمساحة الأحواض نحو ١٥٩.٠٥ كم<sup>٢</sup>، وتتباين مساحة الأحواض حول هذا المتوسط، إذ تبلغ مساحة أصغرها حوض (وادي الحيطه) نحو ٤.٨٠ كم<sup>٢</sup>، ويمثل حوضي (ابو صبيرة، ابو عجاج) نحو ٨٨٩.٣٤ كم<sup>٢</sup>، بما يعادل ٧٣.٩١% من مساحة المنطقة، في حين تمثل باقي الأحواض حوالي ١٨.٦٢%، ويؤيد ذلك التباين لارتفاع قيم الانحراف المعياري لمساحات الأحواض.

### أبعاد الأحواض (الطول . العرض . المحيط)

#### الطول الحوضي :

استخدمت طريقة (Gregory and Walling, 1973, p. 50) التي تعتبر طول الحوض هو الخط الواصل بين نقطة المصب وأبعد نقطة على محيط الحوض، والجدول رقم (٢) يوضح نتائج عملية القياس ومن دراسته يتضح ما يلي: بلغ المتوسط العام لأطوال الأحواض نحو ٢٠.١٩ كم، وتتباين تلك الأطوال بين ٤٢.٥٣ كم لوادي أبو عجاج و ٧.١ كم لوادي الحيطه، ويعزي ذلك لاختلاف الظروف البنوية والجيولوجية والهيدرولوجية داخل أحواض التصريف، وانعكاسها بالتالي على عمليات النحت التراجعي للروافد، مما أدى إلى تكوين أودية كبيرة ومنتسعة وأخرى صغيرة وقصيرة الامتداد، وتنسم الاودية التي تقطع الصخور الرسوبية بالطول الحوضي الواضح بعكس اودية مركب صخور القاعدة.

(١) النسبة الباقية تتمثل في المناطق التي يشغلها السهل الفيضي والتجمعات البشرية وارااضي ما بين الأودية.

جدول (٢) : الخصائص المساحية والشكلية لأحواض منطقة الدراسة.

الحوض	المساحة كم <sup>٢</sup>	الطول الحوضي كم	متوسط العرض كم	المحيط كم	معدل الاستطالة	معامل الشكل	النسيج الحوضي
أبو صبيبة	٣٩٩.٣٢	٣٧.١٣	١٣.٦٧	١١٧.٢٧	٠.٦١	٠.٢٩	٢٦.٤٦
أبو عجاج	٤٩٠.٠٢	٤٢.٥٣	١٢.٣٦	١٢٠.١٦	٠.٥٩	٠.٢٧	٣٠.٢٠
الحيطة	١٤.٨٠	٧.١٠	٢.٦٤	١٨.٧١	٠.٦١	٠.٢٩	٦.٣٦
الكيماب	٤٠.١٦	١٢.٨٠	٤.١٥	٣١.١٠	٠.٥٦	٠.٢٥	٩.٠٤
ام بويرات	٩٩.١٤	١٩.١٩	٦.٨٢	٤٩.١٩	٠.٥٩	٠.٢٧	١٥.٧١
كلتور	٣٤.١١	١٢.٣٢	٣.٢١	٣١.٠٤	٠.٥٤	٠.٢٢	٧.٣٨
أميكول	٣٥.٧٨	١٠.٣١	٤.٣٩	٢٨.١٢	٠.٦٦	٠.٣٤	٩.٦٤

### العرض الحوضي:

توجد عدة طرق لقياس العرض الحوضي، مثل قسمة مساحة الحوض على طوله، أو إيجاد متوسط عدد من القياسات تمثل عرض الحوض على مسافات متساوية (جودة وآخرون، ١٩٩١، ص ٢٩٣)، وقد اتبعت الطريقة الثانية لقياس العرض الحوضي؛ وذلك لعدم تناسق شكل الحوض وتباين عرض الحوض من نطاق لأخر. ومن خلال دراسة الجدول رقم (٢) يتضح ما يلي :

- بلغ المتوسط العام لعرض أحواض التصريف نحو ٦.٧٥ كم، كما بلغ أقص عرض للأحواض ١٣.٦٧ كم في حوض أبو صبيبة، بينما بلغ أقل عرض لها نحو ٢.٦٤ كم في حوض وادي الحيطة، ويرجع هذا التباين إلى الاختلافات البنوية والليثولوجية للتكوينات التي تشغلها الأحواض، إلى جانب تفاوت الانحدار والظروف الهيدرولوجية من حوض لأخر.

- ارتفعت قيم العرض الحوضي في أحوض أودية أبو صبيرة (١٣.٦٧ كم) وأبو عجاج (١٢.٣٦ كم)، وهي أكبر أحواض المنطقة التي تتفرد بأقصى طول وأكبر مساحة حوضية، مما يشير لارتباط العرض والطول الحوضي بالمساحة بعلاقة طرية، ويمكن تفسير اتساع هذه الأودية في ضوء نشاط الروافد في النحت والتراجع على حساب الأحواض المجاورة نتيجة لكثرة مائيتها، وربما ساهم في ذلك بعض مظاهر الضعف الصخري كالفواصل والشقوق والصدوع التي نشطت علي طولها عمليات النحت، إلى جانب سيادة الصخور الرسوبية في الحوضين. انخفضت قيم عرض الأحواض في بقية الأحواض الأخرى وهي في الغالب أحواض صغيرة المساحة، ويتفق هذا مع ما أشار إليه شورلي؛ من أن الأحواض الصغيرة المساحة غالباً ما تنقل فيها الأبعاد (Chorley, 1972, p. 166).

#### المحيط الحوضي :

محيط الحوض هو خط تقسم مياه مؤقت قابل للتغير من وقت لآخر تبعاً لنشاط الأودية في النحت والتراجع وحدث عمليات الأسر النهري، ويشكل محيط الحوض حجر الزاوية عند حساب العديد من المعاملات المورفومترية التي تعبر عن أشكال أحواض التصريف وتضاريسها (جودة وآخرون، ١٩٩١، ص ٢٩٣).

من خلال دراسة الجدول رقم (٢) يتبين ما يلي:

- بلغ إجمالي أطوال محيطات الأحواض نحو ٣٩٥.٥٩ كم، كما بلغ متوسط طول المحيط نحو ٥٦.٥١ كم، وتتراوح الأطوال بين ١٢٠.١٦ كم في حوض وادي أبو عجاج و ١٨.٧١ كم في حوض وادي الحيطه، مما يوحي بتباين قيم محيطات الأحواض فيما بينها، وتشتتها حول المتوسط العام.

- بدراسة العلاقة بين محيطات الأحواض وأبعادها جدول رقم (٢) وجد أن هناك علاقة طردية موجبة بين محيطات الأحواض ومساحتها وأطوالها وعرضها بقيم ارتباطيه بلغت ٠.٩٩٠، ٠.٩٩٤، ٠.٩٨٧ علي التوالي، مما يشير أن التفاوت بين الأحواض من حيث المحيط يقترن بكلٍ من الطول والعرض والمساحة فكلما ازدادت قيم هذه المتغيرات ارتفعت قيم محيطات الأحواض.
- من خلال دراسة المحيط الحوضي لأحواض المنطقة يتضح ان هناك فئتين؛ الفئة الاولي أكبر من المتوسط العام وتمثلها اودية (ابو صبييرة، ابو عجاج) ويعزي ذلك إلي كبر مساحة أحواض هذه الفئة وكثرة تعرجات خطوط تقسيم مياهها التي فرضتها عليها الظروف الجيولوجية والبنوية والهيدرولوجية، في حين ان باقي الاحواض اقل من المتوسط العام للمحيط الحوضي بالمنطقة، وتتميز هذه الاحواض بقلّة تعرجات محيطاتها، وصغر أبعادها، وقد سبقت الإشارة إلى مدي الارتباط القوي بين المحيط والأبعاد المورفومترية الأخرى داخل أحواض التصريف.

#### شكل الأحواض :

يؤثر شكل الحوض بصفة عامة علي كمية الجريان المائي وقمته، فالأحواض المستطيلة يرتبط بها غالباً تصاريف مائية أكثر انتظاماً في توزيعها الزمني وأقل في الكمية من الأحواض المستديرة، ويرجع ذلك إلي تأخر وصول الجريان المائية في الأحواض الأولي إلي منطقة المصب وما تتعرض له من عمليات تبخر وتسرب أثناء ذلك (كليو، ١٩٨٨، ص ٦٢).

قد استخدمت بعض من المعاملات والمعايير لتحديد أو لمقارنة أشكال الأحواض ببعض الأشكال الهندسية كالمستطيل، إلى جانب دراسة معامل الشكل والنسيج

الحوضي، بهدف الوقوف على خصائصها المورفولوجية ومعرفة العوامل والعمليات التي ساهمت في تشكيلها وتطورها.

معامل الاستطالة<sup>(١)</sup> Elongation Ratio :

يوضح معامل الاستطالة مدى التشابه بين شكل حوض التصريف وشكل المستطيل، وتزداد استطالة الحوض كلما اقترب الناتج من الصفر، في حين يبعد شكل الحوض عن الشكل المستطيل كلما اقترب الناتج من الواحد الصحيح؛ وقد أشار شوم إلي أن قيم معامل الاستطالة تتراوح بين (٠.٦ - ١.٠) في الأحواض التي تتباين فيها الظروف المناخية أو الجيولوجية (Schumm, 1956, p. 611)، في حين يرى سترالر (Strahler, 1964, p. 51) تقترب القيم من الواحد الصحيح في المناطق التي ينخفض فيها التضرس، بينما تقل في المناطق الشديدة التضرس والانحدار، والجدول رقم (٢) يوضح أن:

معامل الاستطالة يتراوح بين ٠.٥٤ لوادي كلتور وبين ٠.٦٦ لوادي أميكول، مما يشير لاتجاه الأودية للاستطالة الواضحة، حيث نجحت الأودية كبيرة المساحة (أبوصديرة، أبو عجاج) في تخفيض سطحها اتجاه روافدها للامتداد الأفقي متتبعاً في ذلك امتداد الصدوع والفواصل؛ التي تأخذ امتداد شمال غربي/ جنوب شرقي في أغلبها، في حين يرجع ارتفاع قيم معامل الاستطالة لباقي الأودية لصغر مساحتها الحوضية، خاصة أن تشوري وموريساوا قد أشارا إلي أن الأحواض الصغيرة المساحة غالباً ما تكون أكثر ميلاً للاستدارة لا سيما وأنها لم تصل بعد إلي المرحلة الجيومورفولوجية المتقدمة التي وصلت إليها الأحواض الكبيرة، التي غالباً ما تكون أكثر ميلاً للاستطالة (كليو، ١٩٨٨، ص ٦٣).

$$(١) \text{معامل الاستطالة} = \sqrt{\frac{\text{المساحة كم}^2}{\text{الطول الحوضي كم} \times \text{ط}}}$$

(٢١٧)

(Gardiner, 1975, pp. 24-26)

**معامل الشكل<sup>(١)</sup> : Shape Factor**

يبرز معامل الشكل مدي تناسق وانتظام الشكل العام لأحواض التصريف، وتشير القيم المرتفعة لهذا المعامل إلى تناسق وانتظام شكل الحوض، في حين تشير القيم المنخفضة إلى عدم تناسق وانتظام الشكل (جودة وآخرون، ١٩٩١، ص ٣١٩) ومن خلال دراسة جدول رقم (٢) يتضح الآتي :

بلغ متوسط قيم هذا المعامل في أحواض المنطقة نحو ٠.٢٨، وهي قيمة منخفضة تشير إلى أن أحواض المنطقة غير منتظمة الشكل، وربما يرجع ذلك إلى استتالة معظم أحواض المنطقة، خاصة وأن هناك علاقة قوية موجبة بين معامل الشكل وكل من معامل الاستتالة بلغت قيمتها (٠.٩٩٦).

تراوحت قيم هذا المعامل بين ٠.٢٢ بوادي كلتور و ٠.٣٤ بوادي أميكول، وهي أرقام تشير إلى عدم تناسق وانتظام شكل الأحواض، وتعكس أثر الظروف البنوية والخصائص الليثولوجية والهيدرولوجية والتضاريسية على استقامة واستتالة تلك الأحواض.

**النسيج الحوضي<sup>(٢)</sup> : Texture Basin**

يظهر النسيج الحوضي درجة تقطع سطح الحوض بواسطة روافده، ويتأثر النسيج الحوضي بمجموعة من العوامل منها؛ نوع السطح والمناخ والظروف التكتونية ومرحلة تطور الحوض التي يمر بها. لقد ربطت موريساوا (Morisawa, 1985, p. 150) بين معدل النسيج الحوضي وكثافة التصريف وقسمتها إلى أربعة أقسام. تم تقسيم أحواض التصريف حسب معدل النسيج الطبوغرافي كالتالي:

(١) معامل الشكل = المساحة الحوضية كم<sup>٢</sup> / (الطول الحوضي كم) ٢

(Horton, 1932, p. 353)

(٢) النسيج الحوضي = مج اعداد المجاري بحوض التصريف/ المحيط الحوضي كم  
(Horton, 1945, p. 288)

تم تقسيم أحواض التصريف حسب معدل النسيج الطبوغرافي إلى ثلاث فئات هي؛ فئة النسيج الخشن<sup>(١)</sup> التي يقل عدد المجاري عن ٨ مجاري/كم<sup>٢</sup> ويمثل هذه الفئة حوض وادي الحيط ويرجع ذلك لكونه اصغر الاحواض من حيث المساحة، فئة النسيج المتوسط وتمثله احواض اودية (الكيما، ام بويرات، كلتور، أميكل) وتتسم هذه الاحواض بصغر مساحتها الحوضية وميلها للاستطالة، مما يزيد الطول المحيطي لها وينعكس علي النسيج الحوضي، فئة النسيج الناعم ويمثله حوضي وادي (ابو صبيرة، ابو عجاج) ويرجع ذلك للمساحة الحوضية الكبيرة، مما ترتب عليه زيادة الكثافة التصريفية الي جانب سيادة الصخور الرسوبية.

نلاحظ تركز الأحواض متوسطة الخشونة في نطاق المنحدرات الجبلية للنطاق الهضبي، حيث تتميز بصغر المساحة الحوضية وشدة انحدار السطح، مما يؤدي لميل المجاري إلى زيادة الطول على حساب عددها، في حين تتركز الأحواض ناعمة النسيج فوق السطح الهضبي، وتتميز بكبر المساحة الحوضية والانحدار الهين، مما أدى إلى كثرة أعداد المجاري المائية على حساب أطوالها، وبالتالي زيادة نحت المجاري واتساع أوديتها وتقدمها في دورتها التحاتية.

### خصائص شبكات التصريف :

شبكات التصريف هي المحصلة النهائية الناتجة عن ارتباط نوع الصخر ونظامه من جهة والظروف المناخية السائدة من جهة اخرى (أبو راضي، ١٩٩١، ص ٣٢٥) وتعتبر كذلك عن العلاقة بين عوامل التعرية والمرحلة الجيومورفولوجية من ناحية وليثولوجية الصخر والخصائص البنوية من ناحية اخرى.

(١) معدل النسيج الحوضي	خشن	متوسط	ناعم	ناعم جدا
كثافة التصريف	أقل من ٨ مجاري/كم	من ٨-٢٠ مجرى/كم	من ٢٠-٢٠٠ مجرى/كم	أكثر من ٢٠٠ مجرى/كم

اعداد ورتب المجاري<sup>(١)</sup> Stream order and Numbers :

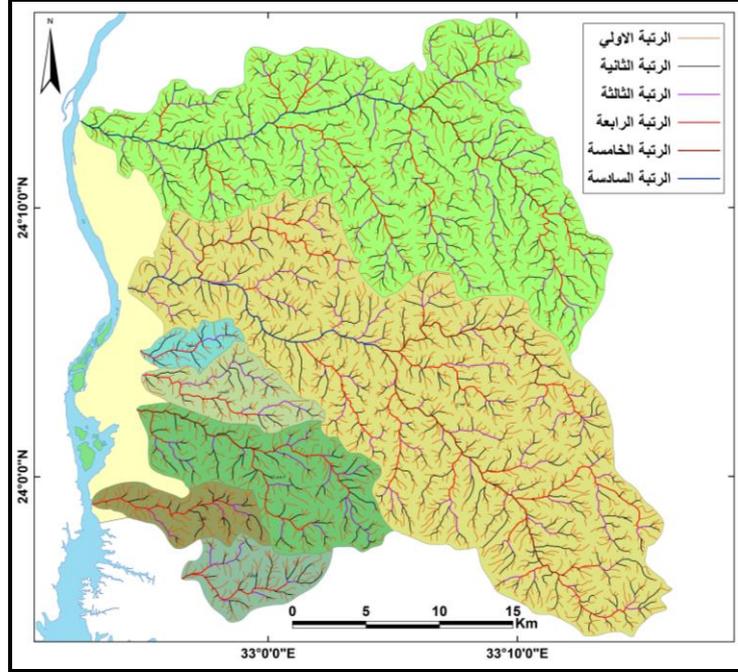
من خلال دراسة الجدول رقم (٣) يستنتج ما يلي:

تتباين رتبة المجري الرئيسي لأحواض المنطقة؛ حيث بلغت رتبة وادي (أبو صبيرة، أبو عجاج) الرتبة السادسة، في حين بلغت رتبة وادي (أم بويرات، أميكل) الرتبة الخامسة، بينما لم تتعد باقي أحواض الأودية الرتبة الرابعة (شكل ٦).

جدول (٣) : رتب وأعداد المجاري بأحواض المنطقة.

الرتبة الوادي	الأولي	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة	السادسة	المجموع	متوسط التشعب
أبو صبيرة	٢٦٢٣	٣٩٠	٧٢	١٣	٤	١	٣١٠٣	٤.٩٩
أبو عجاج	٢٩٣٢	٥٨٤	٩٢	١٧	٣	١	٣٦٢٩	٥.٠٩
الحيطة	٩٦	١٩	٣	١	٠	٠	١١٩	٤.٨٠
الكيما	٢٣٤	٤١	٥	١	٠	٠	٢٨١	٦.٣٠
أم بويرات	٦٠٢	١٤١	٢٦	٣	١	٠	٧٧٣	٥.٣٤
كلتور	١٩١	٣٣	٤	١	٠	٠	٢٢٩	٦.٠١
أميكل	٢٣١	٣١	٦	٢	١	٠	٢٧١	٤.٤٠

(١) تم الاعتماد على طريقة استرالر في تصنيف الرتب كالاتي: مجاري الرتبة الأولى لا ينتهي إليها مجاري، وتتحد مع بعضها تكون مجاري الرتبة الثانية، التي تتحد مع بعضها هي الأخرى وتكون مجاري الرتبة الثالثة وهكذا.



شكل (٦) : أحواض وشبكات التصريف بمنطقة الدراسة.

بلغ مجموع أعداد المجاري بمنطقة الدراسة ٨٤٠٥ مجرى، وقد تباينت أعداد المجاري في الأحواض على مستوى الرتب، حيث تضم الرتبة الأولى ٦٩٠٩ مجرى بنسبة ٨٢.٢٠٪ من أعداد المجاري، وقد بلغ أعداد مجاري الرتبة الثانية ١٢٣٩ مجرى بنسبة ١٤.٧٤٪ من جملة أعداد المجاري بالمنطقة، وهذا يعنى تركيز أعداد المجاري في الرتبتين الأولى والثانية حيث يضمن نحو ٨١٤٨ مجرى بنسبة ٩٦.٩٤٪ من جملة أعداد المجاري، وترجع هذه النسبة المرتفعة إلى قلة وانعدام الغطاء النباتي في أحواض المناطق الجافة مما ينتج عنه حرمان أسطح هذه

الأحواض من الحماية اللازمة، ولذا فهي أكثر تعرضاً للنحت وتكوين مجاري مائية عديدة من الرتبة الأولى عقب العواصف المطرية الشديدة أو عقب كل سيل، لاسيما أن أمطار المناطق الجافة غالباً ما تتركز في رخات سريعة ومفاجئة. تتباين أعداد المجاري على مستوى الأحواض، ويرجع ذلك لتباين المساحة الحوضية والتركييب الليولوجى للصخر، واختلاف درجة انحدار السطح، حيث تشكل الأحواض الكبيرة التي تتبع من سطح الهضبة نحو ٨٠٪ من المجاري، بالإضافة لتجانس التكوينات الصخرية في معظم اجزاء الحوض (تكوينات الكرتياسى)، بالإضافة إلى درجة الانحدار الهينة لأسطح هذه الأحواض حيث تتراوح بين أقل من درجة ودرجتين لأكثرها انحداراً.

#### نسبة التشعب :

توضح العلاقة بين اعداد مجاري التصريف لرتبة ما وعدد مجاري الرتبة التالية لها، وتعد نسبة التشعب أحد المقاييس الهامة، حيث تعتبر من العوامل التي تتحكم في معدل التصريف، حيث كلما قلت نسبة التشعب للأحواض تعطى سرياناً سطحياً سريعاً، مما يعطى الفرصة لزيادة احتمالية حدوث السيول بمنطقة الدراسة والعكس (الشامى، ١٩٩٥، ص ص ٦٥-٦٤).

بلغ معدل تشعب المنطقة ٥.٢٨، تتباين قيم التشعب من حوضٍ لآخرٍ داخل المنطقة قيد الدراسة لظروف تتعلق بالبنية الجيولوجية وخصائص السطح والتركييب الصخري وخصائص الأحواض وشبكات التصريف وحجم وكمية الجريان، والمرحلة العمرية التي تمر بها الأحواض، حيث تراوحت القيم داخل الأحواض بين (٤.٤) في حوض وادي أميكول و(٦.٣) في حوض وادي الكيماب. ومن خلال دراسة القيم السابقة فإن أحواض أودية (أميكول، الحيطه، أبو صبيرة) تعطى سريان مائى سريع عمن باقى أحواض المنطقة، في حين أن حوضي (كلتور، الكيماب) تعطى سريان مائى بطيء.

### أطوال المجاري:

بلغ إجمالي أطوال مجاري شبكات التصريف لأحواض منطقة الدراسة (٤٣٧٦.٢٤ كم) بمتوسط طول (٦٢٥.١٧ كم) لكل حوض تصريف وتشكل مجاري الرتبة الأولى وحدها (٢٧٨٣.٣٦ كم) بنسبة ٦٣.٦٪ من مجموع الأطوال، وبلغ طول الرتبة الثانية (٩٦٨.٧٧ كم) بنسبة ٢٢.١٣٪ من جملة الأطوال، أي أن مجاري الرتبة الأولى والثانية تمثل نحو ٨٥.٧٣٪ من مجموع أطوال المجاري بمنطقة الدراسة، في حين تمثل باقي الرتب لأحواض المنطقة ١٤.٢٧٪ من مجموع الأطوال. يتناقص مجموع أطوال المجاري باضطراد مع زيادة الرتبة، ويختلف مجموع أطوال المجاري من حوض لآخر، حيث بلغت المجاري أقصى طول لها في حوض وادي أبو عجاج (١٨٨٤.٤٤ كم) بنسبة ٤٣٪ من مجموع أطوال المجاري، يليه وادي أبو صبيرة (١٥٧٩.١٩ كم) بما يعادل ٣٦٪، في حين بلغت أطوال المجاري في حوض وادي الحيطه نحو (٥٠.١٦٧ كم) بنسبة ١.١٤٪ من جملة أطوال المجاري بمنطقة الدراسة؛ ويرجع التباين الكبير لأطوال المجاري بين الأحواض للاختلاف الواضح في المساحة الحوضية، حيث أن الأحواض ذات المساحات الكبيرة تتسم بزيادة أعداد مجاريها، كما في حوضي (أبو صبيرة، أبو عجاج) التي تتميز بالمساحة الحوضية الكبيرة، التي تمثل نحو ٧٩٪ من جملة أطوال المجاري بمنطقة الدراسة، في حين لم تزد نسبة الأحواض الباقية عن ٢١٪ من جملة أطوال المجاري.

### جدول (٤) : أطوال المجاري بأحواض المنطقة.

الرتبة الوادي	الأولي كم	الثانية كم	الثالثة كم	الرابعة كم	الخامسة كم	السادسة كم	المجموع
أبو صبيرة	١٠٤٣.٩٥٤	٣١٦.٦٨	١١٩.٢٣٢	٥٣.٣٥٢	٢٠.٩٤٤	٢٥.٠٣	١٥٧٩.١٩٢
أبو عجاج	١١٤٦.٤١٢	٤٦٣.٦٩٦	١٣٣.٣٠٨	٧٣.٢٥٣	٤٦.٤٤	٢١.٣٤	١٨٨٤.٤٤٩
الحيطة	٢٨.٩٩٢	١٤.٢٥	٢.١١٥	٤.٨١	٠	٠	٥٠.١٦٧
الكيما	١٠١.٣٢٢	٢٧.٥١١	١٢.٩٣	٩.٦١٨	٠	٠	١٥١.٣٨١

أم بويرات	٢٧٣.٣٠٨	٩٥.٤٥٧	٣٨.٣٥	٢٠.٢٢٩	٩.٠٩	٠	٤٣٦.٤٣٤
كلتور	٧٩.٦٤٧	٢٤.٤٥٣	٦.٧٧٦	١٠.٥٠٤	٠	٠	١٢١.٣٨
أميكل	١٠٩.٧٢٥	٢٦.٧٢٢	٧.١٠٤	٨.٩٦	٠.٧٢٦	٠	١٥٣.٢٣٧

### كثافة التصريف<sup>(١)</sup>:

تعد كثافة التصريف من المعاملات المورفومترية الهامة لأحواض التصريف، حيث تفيد في التعرف على مدى تعرض سطح هذه الأحواض لعمليات النحت والتقطيع بفعل المجاري المائية، كما أنها تعبر عن العلاقة النسبية بين أطوال المجاري النهرية ومساحة أحواضها.

بلغ متوسط الكثافة التصريفية ٣.٨٩ كم<sup>٢</sup>/كم<sup>٢</sup> وهي كثافة منخفضة ترجع لسيادة تكوينات الكرتياسي، وقد أوضحت بعض الدراسات أن قيم كثافة التصريف تتباين من إقليم لآخر تبعاً لاختلاف نوع الصخور السائدة في الإقليم، إذ أنها تقل عن ٢ كم<sup>٢</sup>/كم<sup>٢</sup> في مناطق صخور الحجر الجيري، بينما تتراوح بين ٥-٦ كم<sup>٢</sup>/كم<sup>٢</sup> في صخور الحجر الرملي، وتتراوح بين ١٠٠-٥٠٠ كم<sup>٢</sup>/كم<sup>٢</sup> في المناطق التي تسودها الصخور الطينية والطفلية (Small, 1989, p. 48) ويرتبط ذلك بدرجة المسامية والنفاذية لهذه الصخور، حيث ترتفع القيم في الصخور غير المنفذة التي لا تسمح بتسرب نسبة كبيرة من المياه الساقطة على الحوض، كما هو الحال في الصخور الطينية، بينما تقل الكثافة بارتفاع قيم النفاذية للصخور، كذلك تتأثر كثافة التصريف بالغطاء النباتي بالمنطقة (1964, p. 52). (Strahler, 52).

تتباين الكثافة التصريفية على مستوى الأحواض حيث ترتفع في حوض وادي أميكل ٤.٢٨ كم<sup>٢</sup>/كم<sup>٢</sup>، ويرجع ذلك لوجود صخور مركب القاعدة إلي جانب صغر

المساحة، في حين بلغت ٣.٣٩ كم<sup>٢</sup>/كم<sup>٢</sup> في حوض وادي الحيطه ذو التكوينات الرسوبية.

(١) كثافة التصريف = مج اطوال المجاري/ المساحة الحوضية كم<sup>٢</sup>

(Doornkamp and King, 1971, p. 41)

جدول (٥) : الخصائص العامة للكثافة التصريفية لأحواض التصريف.

الحوض	كثافة تصريف	تكرار المجاري	بقاء المجاري	الحيطة	الكمية	أم بورت	كلتر	أمبول	المتوسط
الكثافة التصريفية	٣.٩٥	٣.٨٥	٣.٣٩	٣.٧٧	٤.٤٠	٣.٥٦	٤.٢٨	٣.٨٩	
تكرار المجاري	٧.٧٧	٧.٤١	٨.٠٤	٧.٠٠	٧.٨٠	٦.٧١	٧.٥٧	٧.٤٧	
بقاء المجاري	٠.٢٥	٠.٢٦	٠.٣٠	٠.٢٧	٠.٢٣	٠.٢٨	٠.٢٣	٠.٢٦	

### تكرار المجاري<sup>(١)</sup>:

من المقاييس الهامة التي تقيس كثافة التصريف بصورة أخرى، بغرض تحديد العوامل المتحكمة في نشأة وتطور الشبكات المورفومترية بأحواض منطقة الدراسة، ويقاس تكرار المجاري النسبية بين أعداد قنوات التصريف بالنسبة للمساحة الحوضية ومن خلال الجدول رقم (٥) يتضح أن :

- القيم المرتفعة لهذا المعامل تشير إلى إمكانية عالية لتجميع المياه داخل حوض التصريف، ومن ثم إحداث جريان سطحي بصورة أكبر (عبد الصمد، ٢٠٠١، ص ١٧١).

- تراوحت قيم معدل التكرار للمجاري في أحواض التصريف بين ٨.٠٤ مجرى/كم<sup>٢</sup> في حوض الحيطه و ٦.٧١ مجرى/كم<sup>٢</sup> في حوض كلتر، بما يعنى أنه ليس هناك تفاوتاً كبيراً في تكرار المجاري داخل الأحواض المدروسة.

(١) تكرار المجاري = مج أعداد المجاري/ المساحة الحوضية كم<sup>٢</sup>

(Horton, 1945, p. 285)

- ارتفعت قيم التكرار عن المتوسط العام لأحواض التصريف في أحواض (الحيطة، ام بوبرات، أميكول)، وهى أحواض صغيرة المساحة، ومع ذلك تضم عدداً كبيراً من المجاري لا يتناسب مع مساحتها الحوضية، مما يشير إلى وجود علاقة عكسية بين المساحة ومعدل تكرار المجاري، وهذه النتيجة لا تتفق مع ما أشار إليه هورتن من ارتفاع قيم معامل تكرار المجاري في الأحواض الكبيرة المساحة إليه هورتن من ارتفاع قيم معامل تكرار المجاري في الأحواض الكبيرة المساحة (Horton, 1945, p. 286).

- اقتربت قيم معامل التكرار من المتوسط العام لأحواض التصريف في حوض أبو عجاج (٧.٤١)، ويعد من الأحواض المثالية في المنطقة من حيث تكرار المجاري؛ أي أنها تضم عدداً من المجاري يتناسب أو يتلاءم نسبياً مع مساحتها الحوضية، في حين انخفضت قيم المعامل في حوضي (كلتور، الكيماب) والذي سجل أقل قيمة لمعدل تكرار المجاري بين الأحواض (٦.٧١، ٧.٠)، وذلك وفقاً لما سبق ذكره من عوامل عند دراسة أعداد المجاري.

### بقاء المجاري<sup>(١)</sup>:

اقترح شوم هذا المقياس للدلالة على متوسط الوحدة المساحية اللازمة لإمداد الوحدة الطولية الواحدة من مجاري الشبكة بالمياه (جودة وآخرون، ١٩٩١، ص ٣٤١)، وتشير القيم المرتفعة لهذا المعامل إلى اتساع المساحة الحوضية على حساب مجاري شبكتها الطولية، وبالتالي انخفاض كثافتها التصريفية.

بلغ متوسط قيم معدل بقاء المجاري في أحواض التصريف ٠.٢٦، بما يعنى أن حوالي ٢٦، ٢ كم من مساحة الأحواض تغذى ١ كم من أطوال المجاري بها، —  
(١) بقاء المجاري = المساحة الحوضية كم<sup>٢</sup>/مج أطوال المجاري.

(Schumm, 1956, p. 607)

تراوحت قيم معدل بقاء المجاري بين (٠.٢٣) في حوض أميكول و(٠.٣٠) في حوض الحيطه، ويمكن القول أن قيم المعدل ترتفع في الأحواض التي تنخفض فيها قيم كثافة التصريف، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط بين المتغيرين نحو (-٠.٩٩) وهي علاقة عكسية قوية، تتفق مع دلالات قيم المعامل الذي يمثل مقلوبا لكثافة التصريف.

ارتفعت قيم معدل بقاء المجاري في أحواض الحيطه (٠.٣٠) وكتنور (٠.٢٨) والكيما (٠.٢٧) وهي أودية صغيرة المساحة ويرتفع بها معدل تكرار المجاري، مما يشير إلى وجود علاقة طردية بين معدل تكرار ومعدل بقاء المجاري، ويشير ارتفاع القيم في هذه الأحواض أنها لم تكتمل بعد في صورتها النهائية. تنخفض قيم المعدل في حوضي (أميكول، أم بويرات) وبلغت (٠.٢٣) على الرغم من صغر مساحتهما وانخفاض قيم معدل تكرار المجاري بهما، وارتفاع قيم كثافة التصريف، مما يشير إلى زيادة أطوال المجاري بهذه الأحواض على حساب مساحتها الحوضية.

## ٢) البيانات الهيدرومورفومترية لأودية المنطقة :

لاستخلاص البيانات الهيدرومورفومترية تم الاستعانة بخريطة IKONOS دقة ١ متر، تصوير عام ٢٠١٠، في تصنيف الغطاءات الأرضية داخل منطقة الدراسة، وأمكن تحديد الفئات التالية:

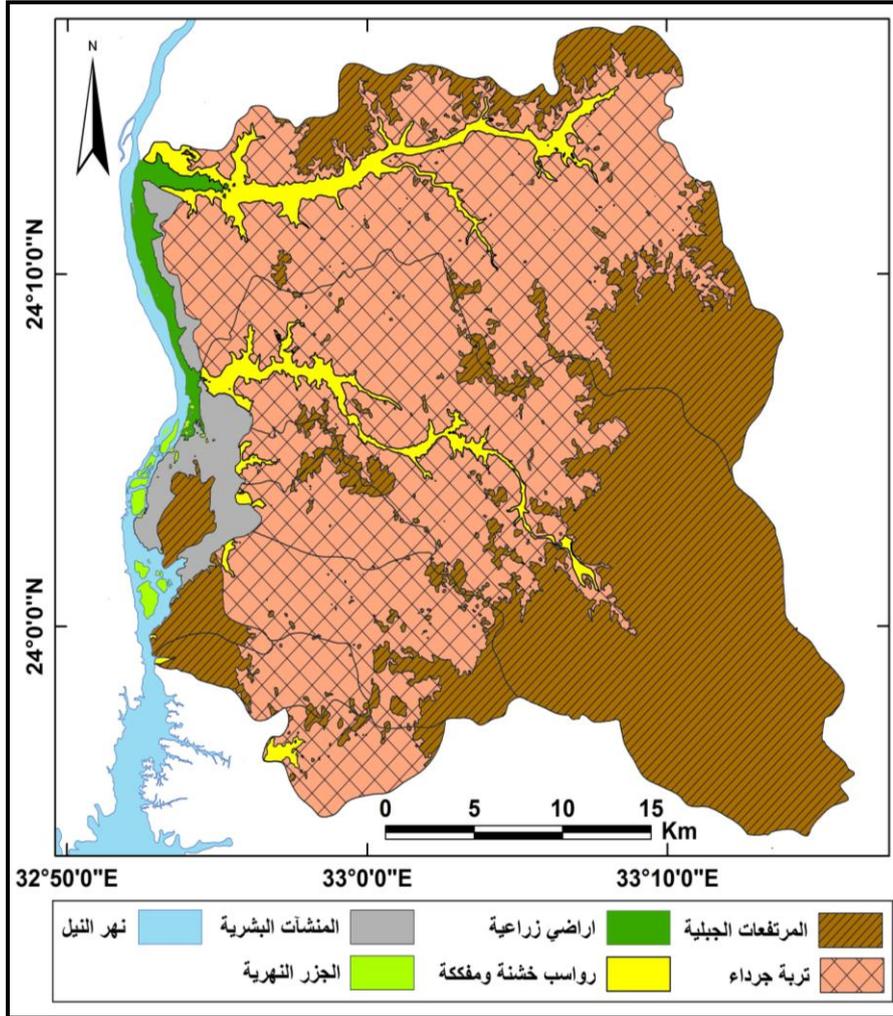
- فئة المرتفعات الجبلية : تغطي هذه الفئة نحو ٥٣٢.٢ كم<sup>٢</sup> بما يعادل ٤٤.٢٣% من المساحة الكلية للمنطقة، بسبب عدم تجانس التكوينات الصخرية للمنطقة؛ حيث تغطي مركب صخور القاعدة جنوب منطقة الدراسة في حين

تغطي الصخور الرسوبية شمال المنطقة، مما انعكس علي توزيع هذه الفئة التي تشكل المنابع العليا لوادي أبو عجاج في الجنوب وبعض التداخلات بالقرب من مدينة أسوان، بينما ظهرت في باقي المنطقة في نطاق تقسيم المياه علي هيئة قمم جبلية، وتشكل هذه الفئة المصدر الأولي لبداية تولد الجريان السيلي؛ بسبب انحدارها الواضح مما يكون مسارات مستقيمة عمودية علي المجاري الرئيسية مما يؤدي لبداية الجريان. وتمثل هذه الفئة المجموعة (D) من المجموعات الهيدرولوجية إلي يقل معدل التسرب عن ١.٣ ملم/ساعة مما يشير لقدرة هذه الفئة علي توليد جريان سيلي عالي.

- **فئة التربة الجرداء** : تمثل في معظمها التربة الرملية الحصوية الغير مستغلة، وتبلغ مساحتها ٥٧٠.٠٦ كم<sup>٢</sup> بما يعادل ٤٧.٣٨٪ من المساحة الإجمالية، وتتركز هذه التربة في اغلب المساحة الحوضية لوادي أبو صبيرة وأبو عجاج؛ وتتميز التربة بوجود الرمل والحصى مما يساعد علي زيادة النفاذية؛ مما يزيد من فرص التسرب، ولكن بسبب قلة سمك التربة وارتكازها علي صخور الأساس لا تستطيع الاحتفاظ بالمياه، مما يولد جريان سطحي منتظم واضح عقب انتهاء الأمطار مما يعطي سريان مائي محدد في قنوات التصريف مما يزيد من القدرة علي حمل الرواسب. تمثل هذه الفئة المجموعة الهيدرولوجية (C) والتي يتراوح معدل التسرب فيها بين (١.٣ : ٤ ملم/ساعة).

- **فئة الرواسب الخشنة والمفككة** : تشغل نحو ٥٢.٠٧ كم<sup>٢</sup> حوالي ٤.٣٣٪ من منطقة الدراسة، تتمثل هذه الرواسب في رواسب حشو الوادي ومخاريط الهشيم ونواتج عمليات التجوية وعوامل التعرية، وهذه الرواسب مفككة غير متلاحمة وتكون حادة الزوايا في اغلبها، وتكون غالبا ذات سمك صغير فوق القاع الصخري أو على المنحدرات الصخرية، مما يسهل انجرافها أثناء الجريان السيلي، ويزيد الانجراف للمفتتات مع زيادة درجة الانحدار أسطح المنحدرات، وتشكل هذه الفئة معاول الهدم والتدمير لكل ما يعترض مسار السيل. تمثل

الرواسب الخشنة المجموعة الهيدرولوجية (C) وهي تشبه بذلك فئة التربة الجرداء من حيث معدل التسرب.



شكل (٧) : الخصائص الهيدرومورفومترية لأحواض المنطقة.

- فئة المنشآت البشرية : تغطي حوالي ٣٤.٥٤ كم<sup>٢</sup> نحو ٢.٨٧٪ من المنطقة وتتنحصر في شريط طولي يمتد علي أقدام الحافة الصخرية من الشرق والأراضي الزراعية من ناحية الغرب، وتطل مباشرة علي النيل في حالة اختفاء السهل الفيضي، وتتمثل المنشآت البشرية في الأنشطة العمرانية المختلفة والطرق المرصوفة والمرافق والأرصفة والكباري وتتسم هذه المنشآت بزيادة درجة أصمات السطح مما يولد جريان سيلي قوي، ويزيد من خطورة هذه الفئة تركيز هذه المنشآت أمام مخارج الأودية معترضة مسارات السيول؛ كما في قرية الخطارة علي مصب وادي أبو صبيرة ومجمع كيما للكيماويات أمام مخرج وادي أم بويرات. ترتفع درجة الاصمات لهذه الفئة حيث تمثل المجموعة الهيدرولوجية (D) والتي ينتج عنها جريان سيلي مرتفع.

تمثل النسبة الباقية لمنطقة الدراسة الأراضي الزراعية وتمثل ١٤.٣٣ كم<sup>٢</sup> حوالي ١.١٩٪ من منطقة الدراسة، تمثل الأراضي الزراعية المجموعة الهيدرولوجية (A) والتي يبلغ معدل التسرب فيها ٨ ملم/ساعة.

ومن خلال الجدول رقم (٦) يمكن استخلاص قيم CN بدلالة كل من الغطاءات الأرضية والمجموعات الهيدرولوجية: وتدل قيم CN على مدي قدرة الأحواض على تجميع مياه الأمطار وتوليد جريان سيلي؛ وتشير القيم المرتفعة لقلة التسريب وزيادة أصمات الحوض واحتمالية تولد جريان سيلي مرتفع، في حين تدل القيم المنخفضة لزيادة التسريب واحتمالية جريان سيلي منخفضة، وتم استخلاص قيم CN لكل فئة هيدرولوجية على حدي لكل حوض واخذ قيمة متوسطة لكل حوض، لتعبر عن درجة أصمات الحوض لكل أجزائه المختلفة.

جدول (٦) : متوسط قيم CN لكل حوض بدلالة الغطاءات الأرضية والمجموعات الهيدرولوجية.

مساحات الغطاءات الأرضية كم <sup>٢</sup>						قيم CN حسب المجموعة الهيدرولوجية <sup>(١)</sup>	الغطاءات الأرضية	
أميكون	كاتور	أم بويرات	الكيماب	الحيطنة	أبو عجاج			أبو صبيبة
٦,٣١	١٢,٠٩	٢٦,٧٠	٤,٢٩	١,٨١	٢٩١,٩٦	١٣٤,٢٩	٩٦,٠٠	مرتفعات جبلية
٢٧,٩٤	٢١,٤٣	٦٩,٧٥	٣١,٦٩	١٠,٣٩	١٧٤,٩٢	٢٣٣,٩٤	٩١,٠٠	تربة جرداء
١,٥٣	٠,٥٩	١,٤٧	١,٥٦	١,٤٥	١٩,٧١	٢٥,٧٦	٨٩,٠٠	رواسب خشنة
٠,٠٠	٠,٠٠	١,٢٢	٢,٦٢	١,١٥	٢,٢٥	٢,٨٨	٩٨,٠٠	مشتات بشرية
٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	١,١٨	٢,٤٥	٣٩,٠٠	ارض زراعية
٩١,٨٠	٩٢,٧٤	٩٢,٤٠	٩١,٩١	٩١,٩٦	٩٣,٨١	٩٢,٢٨		متوسط قيم CN للحوض <sup>(٢)</sup>

(١) (٢)

المجموعات الهيدرولوجية				الغطاءات الأرضية	
D	C	B	A		
٩٦	٩٦	٩٦	٩٦	مرتفعات جبلية	
٩٤	٩١	٨٦	٧٧	تربة جرداء	
٩١	٨٩	٨٥	٧٦	رواسب خشنة	
٩٨	٩٨	٩٨	٩٨	مشتات بشرية	

(١) (٢) متوسط قيم CN لكل حوض = (مجموع قيم CN لكل غطاء ارضي ÷ المساحة الموضعية كم<sup>٢</sup>) × المساحة الموضعية كم<sup>٢</sup> (USDA, 1986, Chapter 2, Tab. 2a,b,c)

### (٣) حجم الجريان السطحي السيلبي باستخدام النماذج الرياضية المختلفة :

أوضحت دراسات السيول لشمالي ساحل خليج العقبة بسيناء، أن الجريان السيلبي قد يتوالد عند درجات غزارة ٠.٧٢ مم، ١.٠٥ مم، ٠.٦ مم، ٢١ مم/دقيقة، بإجمالي كميات مطر ٧.٢ مم، ١٠.٥٢ مم، ٦ مم، ١.٢١ مم على الترتيب (خضر، ١٩٩٧، ص ٣٢٧) صورة رقم (٣، ٤)، تم الاعتماد علي متوسط كميات المياه الساقطة خلال سيول ٢ نوفمبر ١٩٩٤ علي محافظات الصعيد (٣٨ ملم<sup>(١)</sup>)، حيث تأثرت معظم الأراضي المصرية بخاصة اغلب مناطق وادي النيل ومرتفعات البحر الأحمر وسيناء، لذلك فعند دراسة طرق تقدير كميات الجريان السيلبي وطرق الحماية منها، فإنه يجب الاعتماد على دراسة أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد، ودراسة الميزانية الهيدرولوجية للحوض على أساس تلك الكمية، حيث يوضح ذلك أقصى احتمالات الخطورة التي تتعرض لها المنطقة، وفيما يلي نتائج تطبيق النماذج الرياضية الهيدرولوجية في تقدير السيول المحتملة علي منطقة الدراسة، وتم قياس كلا من زن التباطؤ وزمن التركيز ومعدل التصريف، بدراسة الجدول رقم (٧) يتضح تباين نتائج النماذج الرياضية بالنسبة للأحواض المنطقة كالتالي:

#### ١. زمن التباطؤ Lag Time :

هو الوقت بين بداية التساقط وبداية الجريان السطحي الفعلي، ويعد هذا المعامل من المعاملات المؤثرة بقوة في تحديد كمية الفاقد خلال زمن التباطؤ، حيث يزداد تسرب كميات كبيرة من المياه في ثنايا التربة في حالة زيادة زمن التباطؤ والعكس صحيح، ويتوقف زمن التباطؤ على نوع الصخور الأساس المكونة للسطح الحوض، ومدى تأثرها بالشقوق والفواصل والصدوع، هذا بالإضافة إلى مدى تأثرها بالتجوية.

(١) الهيئة العامة للأرصاد الجوية، ١٩٩٤، سيول نوفمبر ١٩٩٤، تقارير غير منشورة.

جدول (٧) : الخصائص الهيدروولوجية لأحواض المنخفضة باستخدام النماذج الرياضية.

الاحتراف المعياري	المتوسط	أميكل	كلتور	أم بويرات	كيماب	الحيطة	أبو عجاج	أبو صبيرة	العوض	
									النموذج	المعامل
٢,٠٨	٣,١١	١,٨٨	٢,١٩	٢,٦١	١,٩٦	١,٠١	٦,٢٥	٥,٩٣	CIA	زمن
٤,١٦	٣,٩٣	٠,٧٨	١,٨٢	١,٩٩	١,٧٧	١,١٩	٩,٨٧	١٠,١٤	Snyder	التباطؤ
١,٣٢	٢,٥٧	١,٦٥	١,٨٤	٢,٤٠	١,٩٩	١,٢٨	٤,٦٧	٤,٢٢	SCS	بالساعة
٣,٤٧	٥,١٩	٣,١٣	٣,٦٥	٤,٣٥	٣,٢٦	١,٦٨	١٠,٤١	٩,٨٨	CIA	زمن
٦,٩٤	٦,٥٦	١,٣٠	٣,٠٣	٣,٣٢	٢,٩٥	١,٩٨	١٦,٤٥	١٦,٩١	Snyder	التركيز
٢,٢٠	٤,٣٠	٢,٧٤	٣,١٠	٤,٠٠	٣,٣٢	٢,١٤	٧,٧٨	٧,٠٣	SCS	بالساعة
٧٥,٤١	٧١,٢٩	٢٢,٩٠	٢١,٨٣	٦٣,٤٥	٢٥,٧٠	٩,٤٧	١٩٦,٠١	١٥٩,٧٣	CIA	معدل
٧١,١١	١٥٧,٧٠	٢٢٩,٣٦	٩٣,٧١	٢٤٩,١٠	١١٣,٤٥	٦٢,١٨	١٩٨,٥٩	١٥٧,٥٢	Snyder	التصريف
٤٢,٤٥	٥٠,١٧	٢٥,٤٦	٢٠,٩٥	٤٧,٠٧	٢٣,٤٧	١٣,٣٩	١١٢,٤٤	١٠٨,٤٤	SCS	م <sup>٣</sup> /ثانية



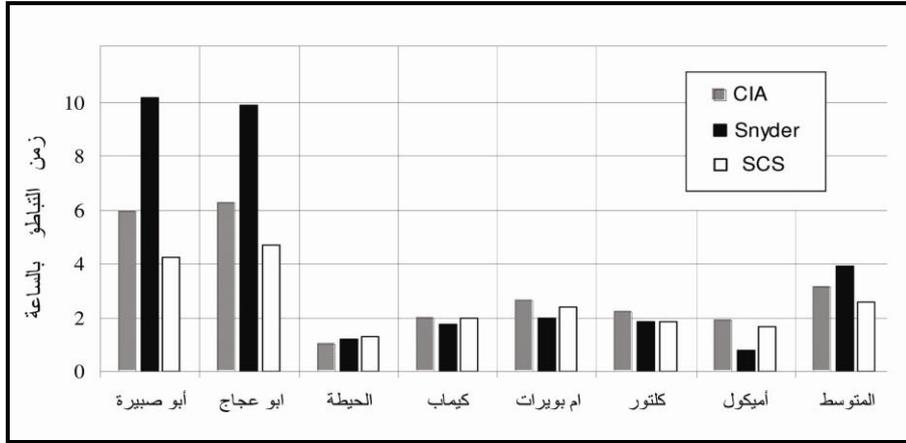
صورة (٣) : اثر الجريان السطحي في وادي أم بوبرات  
عقب سقوط مياه الأمطار في أكتوبر ٢٠١١.



صورة (٤) : توضح بحيرة المياه التي تجمعت علي جانب طريق أسوان  
عقب سقوط مياه الأمطار ديسمبر ٢٠١١.

بدراسة معامل زمن التباطؤ للنماذج المستخدمة في الدراسة شكل رقم (٨) قد شذت قيم نموذج (Snyder) عن باقي النماذج في الأحواض كبيرة المساحة، وقد بلغ انحرافه المعياري  $\pm 4.16$  ساعة؛ مما يعكس التباين الواضح بين قيم زمن التباطؤ للأحواض كبيرة المساحة وباقي أحواض المنطقة، بلغ الانحراف المعياري لقيم زمن التباطؤ في نموذج (CIA)  $\pm 2.08$  ساعة، بينما بلغ انحراف قيم زمن التباطؤ لنموذج حماية التربة (SCS)  $\pm 1.32$  ساعة؛ مما يشير لكونه انسب النماذج في حسب زمن التباطؤ، حيث يعتمد علي أكثر من متغير لتقدير الزمن (كمية التساقط، درجة تشبع التربة، الطول الحوضي، درجة الانحدار).

بتحليل زمن التباطؤ لأحواض المنطقة بالنماذج الثلاث (Snyder، CIA، SCS) اتضح أن متوسط زمن التباطؤ للمنطقة بلغ (٣.١١، ٣.٩٣، ٢.٥٧ ساعة) على الترتيب، ويرجع ارتفاع زمن التباطؤ للأودية كبيرة المساحة (أبو صبيرة، أبو عجاج) لسيادة الصخور الرملية (كريتاسي) وتأثرها بالصدوع التي صاحبت تداخل الصخور النارية بالمنطقة، بالإضافة لبطء الانحدار العام للحوضين، ويرجع انخفاض زمن التباطؤ لباقي الأحواض لصغر المساحة والانحدار الواضح نحو المصب إلي جانب وجود صخور مركب القاعدة شبة المصمتة مما يولد جريان سطحي في وقت قصير. حيث بلغ زمن التباطؤ اقل قيمة لها في حوض وادي الحيطه أصغرها مساحة نحو (١.٠١، ١.١٩، ١.٢٨ ساعة) للنماذج (Snyder، CIA، SCS) على الترتيب. يمثل حوض وادي أم بويرات متوسط زمن التباطؤ للمنطقة حيث بلغ (٢.٦١، ١.٩٩، ٢.٤٠ ساعة) للنماذج (Snyder، CIA، SCS) علي الترتيب، مما يؤكد وجود علاقة طردية بين زمن التباطؤ وكلا من المساحة والأبعاد الحوضية بلغت (٠.٩٥، ٠.٩٦، ٠.٨٩).



شكل (٨) : زمن التباطؤ لأحواض منطقة الدراسة والمتوسط العام.

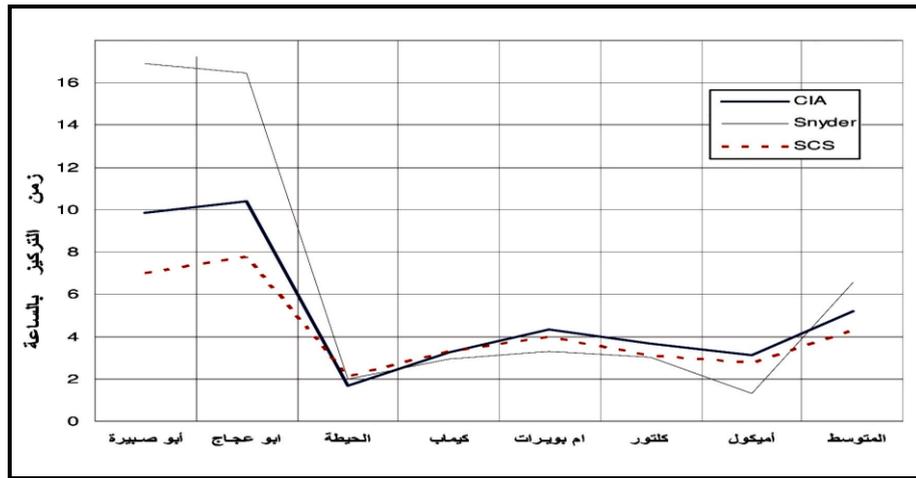
## ٢- زمن التركيز Concentration Time :

يعرف زمن التركيز بأنها الوقت اللازم لمياه الأمطار للتدفق من نطاق خط تقسيم المياه للوصول للمصب (USDA, 2010, Chapter 15, p. 3) ويمكن تعريفه بأنه الوقت الفاصل بين بداية الجريان والوصول للمصب أو نقطة نهاية الجريان في حالة السيول الضعيفة، زمن التركيز مفيد في توقع معدلات التدفق التي ستتجم عن العواصف المطرية الافتراضية، وبالتالي يعطي القدرة على التنبؤ بدقة استجابة الحوض لحدوث جريان سيلبي، مما يعد عامل هام في تطوير البنية التحتية (تصميم الجسور والقنوات، الخ) وإدارتها، وكذلك لتقييم مخاطر السيول.

بدراسة زمن التركيز لأحواض المنطقة (شكل ٩) يتضح وجود تباين في قيم النماذج الثلاث في الأحواض كبيرة المساحة، وشبه اتفاق في باقي الأحواض؛ حيث بلغ الانحراف المعياري لنموذج (Snyder)  $6.94 \pm$  ساعة، يليه نموذج (CIA)  $\pm$   $3.47$  ساعة، بينما يمثل نموذج حماية التربة (SCS) اقلها انحراف  $2.20 \pm$  ساعة.

بلغت قيم زمن التركيز في حوض وادي أبو عجاج اعلي قيمة على الرغم من التباين الواضح بين النماذج الثلاث (SCS، Snyder، CIA) حيث بلغ على الترتيب (١٠.٤١، ١٦.٤٥، ٧.٧١ ساعة) ثلثه قيم زمن التركيز في حوض وادي أبو صبيبة (٩.٨٨، ١٦.٩١، ٧.٠٣ ساعة).

جاءت جميع الأحواض ذات المساحات الصغيرة والمتوسطة اقل من المتوسط العام لجميع نتائج النماذج الثلاث، وان اقتربت القيم من المتوسط العام في نموذج حماية التربة (SCS) لأحواض (أم بويرات، كيماب، كلتور) حيث بلغت (٤.٠)، (٣.٣٢، ٣.١٠ ساعة) وكذلك في نموذج (CIA) حيث بلغت على الترتيب (٤.٣٥، ٣.٢٦، ٣.٦٥ ساعة)، في حين لم تقترب قيم زمن التركيز في نموذج (Snyder) من المتوسط العام بسبب القيم المرتفعة للأحواض كبيرة المساحة.

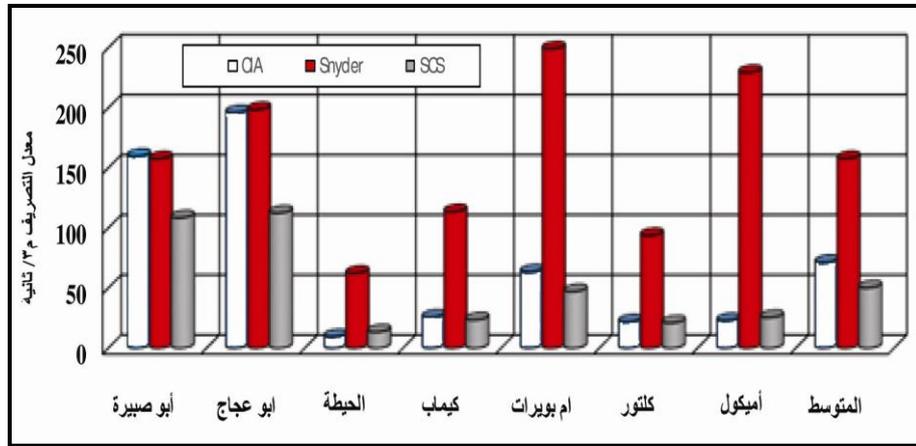


شكل (٩) : زمن التركيز لأحواض منطقة الدراسة والمتوسط العام.

٣- معدل التصريف :

يمثل معدل التصريف المؤشر الفعلي لكميات تدفق مياه السيول بالمتري المكعب في الثانية، ويشير كذلك لمدي خطورة الحوض؛ حيث تزيد درجة الخطورة كلما زاد معدل التصريف والعكس.

بدراسة الشكل رقم (١٠) يتضح اتفاق قيم التصريف في نموذجي (CIA، Snyder) للأحواض ذات المساحات الكبيرة كما في حوض أبو صبييرة حيث بلغ (١٥٩.٧٣ م<sup>٣</sup>/ثانية)، (١٥٧.٥٢ م<sup>٣</sup>/ثانية) على الترتيب، يليه حوض أبو عجاج (١٩٦.٠١، ١٩٨.٥٩ م<sup>٣</sup>/ثانية)، بينما اتفق نموذجي (SCS، CIA) في تقدير قيم معدل التصريف للأحواض الصغيرة والمتوسطة المساحة.



شكل (١٠) : معدل التصريف لأحواض منطقة الدراسة والمتوسط العام.

بلغ متوسط معدل التصريف المستخرج من نموذج (Snyder) ١٥٧.٧٠ م<sup>٣</sup>/ثانية بانحراف معياري  $\pm 71.11$  م<sup>٣</sup>/ثانية، وبلغ المتوسط العام لمعدل التصريف المحسوب من نموذج (CIA) نحو ٧١.٢٩ م<sup>٣</sup>/ثانية بانحراف معياري  $\pm 75.41$  م<sup>٣</sup>/ثانية، بينما بلغت قيم متوسط معدل التصريف المحسوبة من نموذج التربة (SCS) نحو ٥٠.١٧ م<sup>٣</sup>/ثانية بأقل معدل انحراف معياري  $\pm 42.45$  م<sup>٣</sup>/ثانية، وحيث أن

نموذج حماية التربة اقل النماذج انحراف عن قيمه فسوف يعتمد عليه في تقدير الجريان السطحي لكل حوض من خلال المعادلة رقم (٧) من معادلات نموذج حماية التربة كالتالي :  $QV = 53.33 Q \times A$

وقد تم تعديل الثابت في المعادلة السابقة لتناسب النظام المتري في القياس فأصبحت المعادلة كما يلي:

$$QV = 1609 (Q \times A)$$

حيث :

$Q$  = التصريف ملم

$QV$  = حجم التصريف الكلي بالمتر المكعب

$A$  = المساحة الحوضية كم<sup>٢</sup>

$1609$  = ثابت يساوي مقدار الميل بالمتر

بتطبيق المعادلة السابقة لأحواض المنطقة كما في الجدول رقم يتضح الآتي: بلغ مجموع كميات التصريف المتوقعة لأحواض المنطقة ٩٥.٧٣ مليون م<sup>٣</sup>، بمتوسط عام ١٣.٦٨ مليون م<sup>٣</sup> وهي كميات كبيرة تعكس القدرة التدميرية لهذه الأحواض، قد بلغت نسبة كميات المياه في حوضي أبو صبيرة وأبو عجاج نحو ٧٩.٢٦٪، بينما سجلت باقي الأحواض ذات المساحة الصغيرة والمتوسطة نحو ٢٠.٧٤٪ من الكميات الكلية لأحواض المنطقة.

جدول (٨) : كميات التصريف الكلية لأحواض منطقة الدراسة.

الحوض	أبو صبيرة	أبو عجاج	الحيطة	الكياب	أم بويرات	كلتور	أمبول	المجموع	المتوسط
معدل التصريف الثابت ملم	٥٤.٩٩	٥١.٤٢	٥٥.٧٧	٥٥.٨٨	٥٤.٧١	٥٣.٩١	٥٦.١٦	٣٨٢.٨٤	٥٤.٦٩
كميات التصريف	٣٥.٣٣	٤٠.٥٤	١.٣٣	٣.٦١	٨.٧٣	٢.٩٦	٣.٢٣	٩٥.٧٣	١٣.٦٨

									مليون م <sup>٣</sup>
--	١٠٠.٠٠٠	٣.٣٨	٣.٠٩	٩.١٢	٣.٧٧	١.٣٩	٤٢.٣٥	٣٦.٩١	كميات التصريف %

الملاحظ أن الأحواض ذات المساحات الصغيرة والمتوسطة التي تمثل حوالي ١٨.٦٢٪ من المساحة الكلية للمنطقة، سجلت حوالي مليون ١٩.٨٦ م<sup>٣</sup>، مما يعكس درجة خطورة هذه الأحواض.

ترجع خطورة الأحواض الصغيرة كونها عمودية علي اغلب المراكز العمرانية والمجمعات الصناعية بمنطقة الدراسة، ورغم صغر مساحة حوض وادي الحيطه ١٤.٨ كم<sup>٢</sup> فقد سجل كميات مياه متوقعة ١.٣٣ مليون م<sup>٣</sup>، كذلك سجل حوض وادي أم بويرات ٨.٧٣ مليون م<sup>٣</sup> يليه حوض وادي كيماب ٣.٦١ مليون م<sup>٣</sup> وتشكل هذه الأحواض الثلاثة خطورة عالية علي مراكز العمران بمدينة أسوان، خاصة أن عمليات التوسع العمراني والصناعي تتم علي منحدرات وبتون هذه الأودية مما يزيد من درجة خطورتها. كذلك يشكل حوضي أبو صبيرة وأبو عجاج خطورة عالية رغم زيادة زمن التركيز بسبب مجاريها العميقة والمحددة مما يزيد من اندفاع المياه وقدرتها على التدمير وبخاصة التجمعات البشرية في بطونها وأمام مخارجها.

#### مخاطر الجريان السيلبي علي منطقة الدراسة :

تتركز الاستخدامات البشرية في اغلبها في بطون الأودية وعلى المراوح الفيضية أمام مخارج الأودية، وبدراسة توزيع العمران بمنطقة الدراسة يتضح تركزه في الشريط المحصور بين الحافة الجبلية والأراضي الزراعية إلى الغرب منه، وكذلك وجود التوسعات العمرانية في بطون الأودية كما توضح الصورة رقم (٥) والتي تظهر بقايا بعض المنازل وأثر التخريب بفعل الجريان السطحي المحدود (سيول يناير ٢٠١٠)، نظرا لضيق هذا الشريط اتجه النمو العمراني نحو الشرق على المنحدرات الجبلية للحافة مما يعرضها لأخطار الانهيارات الصخرية وانزلاقات التربة (صورة ٦).

## (١) تصنيف المناطق حسب درجات الخطورة :

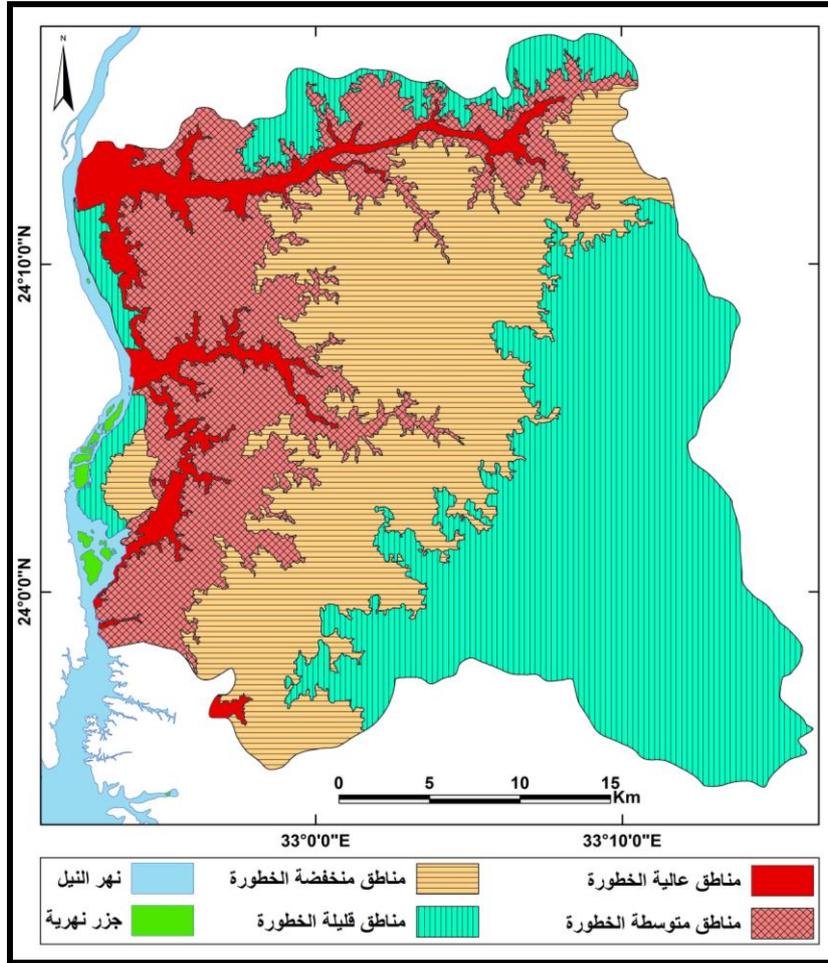
بناء على دراسة الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية وطبيعية السطح إلي جانب الخصائص الليثولوجية لصخور المنطقة؛ أمكن تحديد أربع مستويات لدرجات الخطورة الناجمة عن السيول والتي تهدد المنطقة وهي: (شكل ١١)



صورة (٥) : أطلال التوسعات العمرانية في مجري وادي الحيطه ويظهر عليها تأثير السيول.



صورة (٦) : التوسعات العشوائية للعمران علي الحافة الجبلية  
في مدخل مدينة أسوان.



- مناطق عالية الخطورة : تغطي نحو ٦.٤٪ من منطقة الدراسة، وتتمثل في بطون الأودية في قطاعها الأدنى والأوسط وبخاصة وادي أبو صبيرة وأبو عجاج؛ حيث تتخذ المجاري المائية مسارات محددة، تعمل على زيادة سرعتها بسبب تسارع المياه، مما يؤدي لزيادة قدرتها على النحت وحمل المفتتات واكتساح كل ما يعترض طريقها.

كذلك تتمثل هذه المناطق في نطاق الحافة الشرقية بمنطقة الدراسة، حيث تعمل المسيلات المائية سريعة الجريان على جرف المفتتات والرواسب، ويساعدها الانحدار الواضح، مما يعري صخور الأساس ويعرضه لتسرب المياه خلال الشقوق والفواصل، ما يزيد من خطر الانهيارات والانزلاقات الصخرية للمباني التي أنشأت على أقدم هذه المنحدرات (صورة ٧، ٨) ويتمثل هذا الخطر بوضوح في مباني قرية الخطارة والخلاصات والتجمعات السكانية في مدخل مدينة أسوان.

- **مناطق متوسطة الخطورة :** تشغل حوالي ٢١.١٤٪ من المنطقة، وتظهر على هيئة نطاق ممتد من الجنوب نحو الشمال، ويتراجع في الوسط نحو الشرق بسبب تأثير روافد وادي أبو عجاج، وتمثل في اغلبه المنحدرات الجبلية المطلة على نهر النيل التي تلي حافة الهضبة، ويرجع انخفاض درجة خطورتها لكونها جزء من سطح الهضبة ويقتصر تأثير الأودية عليها على روافدها في قطاعها الأدنى، لكنها معرضة لخطر الانزلاقات الأرضية الناجم عن تشبع التربة بالمياه، خاصة أن المكون الصخري الرئيسي الحجر الرملي والذي يعتمد في تماسكه على المواد اللاصقة.

- **مناطق منخفضة الخطورة :** تمثل هذه المناطق اعلى نسبة بمنطقة الدراسة، حيث بلغت ٣٧.٥٧٪ من المساحة الكلية، وتتسم هذه المناطق بالانحدار الهين مما ينعكس على نظام التصريف حيث تتخذ المجاري مسارات عشوائية وتكون في اغلبها ضعيفة محدودة القدرة على النحت والحمل؛ حيث تركز المجاري جهدها في الجريان السطحي للوصول للروافد الرئيسية، ويعد هذه المناطق من انسب المناطق للتوسعات العمرانية والتوسع في الأنشطة الاقتصادية حيث تقع هذه المناطق إلى الشرق والجنوب من مدينة أسوان.

كذلك تظهر هذه المناطق في نطاق الأرض المرتفعة في وسط وجنوب مدينة أسوان وتصلح لإنشاء الوحدات السكنية بعد تهذيب المنحدرات.



صورة (٧) : البناء علي الحافة مباشرة دون حماية بوادي أم بويرات،  
ويلاحظ التجوية البيولوجية بفعل النباتات.



صورة (٨) : اقتطاع أجزاء من المنحدرات بوادي كيماب والبناء عليها  
مما يعرض المباني لأخطار انزلاق التربة.

- **مناطق قليلة الخطورة** : تغطي حوالي ٣٤.٨٨٪ من منطقة الدراسة، وتتمثل في المنابع العليا لوادي أبو صبيرة وأبو عجاج وتتسم هذه المناطق بالتداخل مع بعضها البعض (المجري المضفرة) إلي جانب انحدار المشتت حيث يأخذ الانحدار أكثر من اتجاه بالإضافة لكون المجاري المائية ضحلة غير محددة الجوانب ويظهر تأثير السيول في هذه المناطق على التعرية الغطائية. تظهر كذلك في الشريط الفيضي الضيق المحصور بين الحافة الجبلية ونهر النيل، والذي يتمثل في الأراضي الزراعية شمال منطقة الدراسة، وقد عملت قنوات الري والصرف الزراعي على حمايتها من الانجراف بفعل السيول وبخاصة المناطق البعيدة عن مخارج الأودية. يوجد نطاق صغير محصور بين الأراضي المرتفعة ونهر النيل الذي توجد عليه مباني مدينة أسوان القديمة؛ حيث عملت الأراضي المرتفعة على حمايته من أخطار السيول في حين زادت درجة الخطورة للمناطق الواقعة إلي الشرق منها.

## (٢) مقترح جغرافي لأفضل مواضع النمو العمراني لمدينة أسوان :

يعد الحل النهائي لمشكلة السيول في أي مكان نقل مركز العمران بعيدا عن مناطق تأثير السيول، لكن هذا الحل رغم كونه حل جوهري، لكن ذلك صعب لأغلب مدن الصعيد بسبب ضيق السهل الفيضي، وتكاد الحافة الشرقية لنهر النيل أن تحف بالنهر في مواضع كثيرة، كما أن سكنى منحدرات الحافة يتعرض للعديد من المخاطر، كأخطار الانهيارات الصخرية، وعمليات غسل المنحدرات التي تعقب التساقط المطري، كذلك عدم وجود مناطق أخرى بديلة للسكن، ولذا فمن الأفضل البحث عن مواضع أخرى تبتعد فيها الحافة عن السهل الفيضي بعيدا عن مصبات الأودية، أو بالبناء على سطح الهضبة الشرقية أو الغربية، والتي تتسم بالاستواء النسبي لسطحها.

تجدر الإشارة إلى أن محافظة أسوان قد قامت بتجربة رائدة ، في بناء مدينة أسوان الجديدة على سطح الهضبة الغربية فيما بين سد أسوان والسد العالي، وقد بدأت في إنشاء مبني جامعة أسوان لجذب العديد من الخدمات لهذه المنطقة وبالتالي التركيز السكاني بها، ويعد هذا الموضع من أفضل المواضع نظرا لارتفاعه الواضح مما جعله بمنأى عن أخطار فيضانات النيل في السابق، بالإضافة لسطح الهضبة شبة المستوي الذي يسمح بالنمو العمران والامتداد الأفقي في اتجاه الغرب، فضلا عن إشرافها على النهر وسهله الفيضي وقربها من المدينة القديمة، حيث تقع جنوبها ببضعة كيلو مترات.

على هذا فإن هذه الطريقة قد تفيد في حالة القرى الواقعة في أحواض ذات المساحات الصغيرة للمتوسطة (الحيطة، كيماب، أم بويرات، كلتور)، والتي يشهد بها معدل الانحدار بدرجة كبيرة، ونظراً لسقوط مياه السيول عند مخارجها من ارتفاعات عالية، فضلاً عن عدم إمكانية بناء سدود عند مناطق مصبات بعضها، نظراً لعدم وجود مناطق متسعة ذات انحدارات هينة تسمح بإنشاء بحيرات لتخزين مياه السيول. ولعل هذا ما ينطبق بصفة أساسية على حوضي وادي (كيماب، أم بويرات) حيث يتعرض مجمع كيما للمنتجات الكيميائية عند مخرج وادي كيماب إلى التهديد بفعل السيول ولذا من الضرورة نقل المجمع جنوب موضع مدينة أسوان الجديدة؛ للحماية من الأخطار الكيميائية في حالة اختراق السيل مجمع كيما للكيمياويات؛ وما يترتب عليه من الأخطار البيئية على السكان وتلويث مياه النهر.

أما بالنسبة للمجمعات العمرانية التي تقع في مصبات وادي (أبو صبيرة، أبو عجاج) ولا نستطيع نقلها؛ بسبب ارتباط السكان بالمكان لوجود أراضيهم الزراعية الخصبة، فلا بد لها من طرق حماية كما يلي.

## النتائج والتوصيات :

- أ- بدراسة زمن التباطؤ للنماذج الثلاثة اتضح وجود تباينات واضحة؛ حيث ارتفعت قيم زمن التباطؤ في نموذج (Snyder) للأحواض كبيرة المساحة، في حين تقاربت قيم باقي النماذج، بالنسبة للأحواض الصغيرة المساحة حيث تقاربت قيم النماذج الثلاثة مما يشير لكون هذه النماذج تتفق في قيم زمن التباطؤ للأحواض اقل من ١٠٠ كم<sup>٢</sup>.
- ب- بدراسة زمن التركيز للأحواض، يتضح وجود تباين في قيم الأحواض كبيرة المساحة لنموذجي (CIA، Snyder)، وشبه اتفاق في قيم زمن التركيز لباقي الأحواض؛ مما انعكس على قيم معدل التصريف للأحواض الكبيرة، كذلك أعطي نموذج سنايدر معدلات تصريف مرتفعة للأحواض الصغيرة بما لا يتناسب مع المساحة الحوضية لها.
- ج- خلصت الدراسة إلى أن نموذج سنايدر يصلح لتقدير معدلات التدفق للأحواض كبيرة المساحة، في حين أن نموذجي (SCS، CIA) يعطي نتائج مقارنة للأحواض اقل من ١٠٠ كم<sup>٢</sup> للمتغيرات الثلاثة مما يشير لأهميتهما في دراسة السيول، مع مراعاة تقسيم حوض التصريف أكثر من ١٠٠ كم<sup>٢</sup> لأحواض ثانوية عند تطبيق نموذج (CIA) ليعطي نتائج أكثر دقة.
- د- يمثل نموذج حماية التربة (SCS) أفضل النماذج الرياضية، لاعتماده على العديد من المتغيرات سواء المورفومترية أو الهيدرولوجية إلى جانب طبيعية استخدامات الأرض، لذا يفضل تعميم استخدام هذا النموذج في دراسة السيول وبخاصة أن اغلب برامج نظم المعلومات الهيدرولوجية تعتمد عليه في قياس العديد من المتغيرات.
- هـ- تتمثل خطورة السيول على منطقة الدراسة فيما يلي
- الاستغلال السيئ لمجاري الأودية سواء بالتوسعات العمرانية في بطونها أو استصلاح بعض أجزاء المجري وإقامة أسوار حماية حول الأراضي

المستصلحة؛ مما يترتب عليه ردم وتعديل أجزاء كبيرة من المجاري الرئيسية وعدم قدرة المجاري المائية الباقية على تصريف مياه السيول؛ مما يترتب عليه تدمير المنشآت التي تعترض مجري السيل وإعاقة سرعة تدفق المياه، مما يعمل على رفع منسوبها وبالتالي الوصول لمستويات مرتفعة لمنحدرات جوانب الأودية، مما يزيد من خطورة تشبع المنحدرات بالمياه، وبالتالي ارتفاع خطر انزلاقات التربة.

- عدم الاهتمام أثناء تصميم المخزات السيلية بالخصائص المورفولوجية للأحواض وبالتالي إنشاء مخزات لا تتناسب وكميات التصريف الفعلي، إلى جانب عدم الاهتمام بعملية التطهير الدورية للمخزات من الرواسب والمفتتات، وأزاله النباتات التي تنمو في المخزات مما يترتب عليه قلة المقطع العرض للمخزات، وانسداد هذه المخزات مع أقل نسبة من الرواسب، وارتفاع المياه خلف المخزات مما يشكل ارتفاع ضغط المياه المتجمعة على المنشآت وانهارها.

لذلك تم وضع مقترحين الأول خاص بتصميم المخزات والثاني خاص بإنشاء قواعد بيانات لاستخدامات الأراضي كالتالي:

### (١) طرق مقترحة لتجنب مخاطر السيول :

- إنشاء مخزات السيول من الطرق الشائعة للحماية والحد من أخطار السيول، إنشاء مخزات ومجاري محددة لها، وتكمن مشكلة المخزات المقامة في عمليات الإطماء التي تتعرض لها المخزات بعد حدوث السيول (صورة ٩، ١٠)، وعمليات الإرساب الهوائي أثناء الفترات الجافة، إلى جانب أن السيول الجارفة قد تغير من مساراتها حسب قوة السيل والتدخلات البشرية، بحيث لا تستوعبها المخزات؛ ولذا يقترح التالي:



صورة (٩) : توضح احدي مخزات علي طريق أسوان - برنيس السيول وقد أنظمر أكثر من نصفها تقريبا عقب الجريان السيلبي ديسمبر ٢٠١١.



صورة (١٠) : اثر نحت مياه السيول لجانب الطريق بعد عبورها الطريق عقب الطمر الكامل للمخزات وتكوين بركة من المياه.

- إنشاء أكثر من مخر للحوض الواحد يتناسب ومساحته الحوضية، ودرجة الانحدار، وحجم الرواسب في قاع الوادي، ويفضل إنشاء مسارات متعرجة للسيول فوق أسطح المراوح الفيضية، ويتم استخدام نواتج عوامل التعرية وعمليات التجوية في تكسيه جوانب هذه المسارات بالكامل، مما يسمح بتقليل سرعة المياه وبالتالي زيادة التسرب عبر التكسيه الغير مصمتة، ويتم تجميع المياه أمام أنفاق لا تقل أبعادها عن 3×3 متر تمر أسفل السكة الحديدية، وبخاصة لوادي أبو صبيرة وأبو عجاج.
  - لا بد أن يكون انحدار المخزات من الضعف بحيث يسمح بمرور المياه بسرعة ضعيفة، وأن تبدأ المخزات من قمة المروحة، أو من نهاية الوادي الرئيسي مباشرة.
  - يجب أن يرعى في المخزات العلاقة الطرية بين الاتساع والعمق، بمعنى أنه كلما زاد عمق المخر يصاحب ذلك زيادة عرض المخر، على أن تكون انحدارات الجوانب هينة، حتى لا تتهدل الجوانب وتتهار بفعل عمليات التفويض السفلى.
  - يجب الاهتمام بتطهير المخزات بصفة دورية عقب كل سيل، وإزالة جميع التعديات البشرية على هذه المخزات.
- **السدود** من أقدم الطرق المعروفة للوقاية من السيول وأكثرها شيوعاً، سواء على الأنهار الدائمة أو الأودية الجافة، ولكن غالبية السدود يتم أقامتها عند المصب، مما يجعلها عرضة للطمر بفعل الرواسب والمفتتات التي تجلبها السيول من منابعها على مر الزمن، كذلك يؤدي تجمع المياه بالقرب من مصبات الأودية إلي زيادة قوة اندفاع المياه، وقدرتها علي حمل الرواسب مما ينجم عنه انجراف للتربة، فضلاً عن إمكانية هدم السدود في تلك الحالة بفعل التفويض السفلي والتخوير أسفل جسم السد.

لهذا فقد اقترح (الشامي، ١٩٩٤) إنشاء مجموعة من السدود المتعاقبة على المنابع العليا، وفي الأجزاء الوسطى من الأحواض للتحكم في مياه السيول المفاجئة، وذلك بهدف؛ السيطرة على كل مجموعة من الروافد على حده، وتسهيل عملية التحكم في المياه المتدفقة، ومنع تزايد قوة وطاقة المياه، وبالتالي الحد من انجراف التربة، إلى جانب أن تعرج المجاري المائية يجعلها تميل للترسيب وعدم قدرتها على حمل الرواسب، كذلك الاستفادة من المساحات المنبسطة في المناطق العليا. وتتخلص فكرة الشامي في:

- استخدام المفتتات الناتجة عن عوامل التعرية وعمليات التجوية التي تتواجد في مجاري الأودية، في إنشاء سدود، وذلك بتجميعها في المناطق الضيقة ذات الانحدار الهين، ويتم توزيع هذه السدود على أجزاء الحوض جميعها.
- إنشاء سلسلة متعاقبة من السدود التبادلية والغير كاملة، لا يزيد ارتفاعها وعرضها عن المتر، ولا تزيد المسافات البينية بينها عن المائة متر، مما يزيد من درجة تعرج المجري وتقليل سرعة تدفق المياه.
- لكن لا بد من مراعاة أن المنابع العليا فقيرة الرواسب والمفتتات التي تعمل السيول على إزالتها، لذلك لا بد من استخدام مفتتات سطح الهضبة، واستخدام الشباك الحديدية لتجميع المفتتات مما يسمح بمرور المياه عبرها دون انجرافها.
- إنشاء سدود العوائق التي تعمل على تقليل سرعة المياه في المنابع العليا للأودية، وهي سدود تبادلية ذات ارتفاع لا يزيد عن مترين، تسمح بحجز المياه أمامها مما يعمل على زيادة التسريب وتغذية المياه الباطنية، ويسمح بمرور المياه الزائدة عن قدرتها التخزينية للخران الذي يليه، وهذا النوع من السدود البسيطة مستخدم في أودية الساحل الشمالي لتزويد المياه الباطنية.
- إنشاء مجموعة من السدود الخرسانية تتناسب مع ضعف صافي الميزانية الهيدرولوجية للحوض، على نهايات الأودية الرئيسية المتصلة بالوادي الرئيسي، ويتم التحكم في ضغط المياه خلف السد بمجموعة من المواسير على ارتفاع

متر واحد من قاع الوادي تسمح بمرور المياه. (طريقة مستخدمة في سد الروافعة على وادي العريش بمنطقة شمال سيناء). وتستخدم المياه المتجمعة في استزراع قاع الوادي في المناطق الصالحة للزراعة، أو استخدام المياه في زراعة الأشجار كالطرفة في المجري الرئيسي بما يسمح بتثبيت الرواسب إلى جانب عملها كعائق للرواسب في أثناء السيول.

- **تحويل أجزاء من المجاري لعل من الواضح** تداخل المنابع العليا للأودية فيما بينها، بما يسمح بحفر قنوات تحويل للأجزاء العليا للأودية لتصب مائها في أحد الأحواض البعيدة عن المراكز العمرانية؛ كما في وادي أبو عجاج يمكن تحويل جزء كبير من مائته إلى وادي العلاقي. كما يجب عمل شبكة إنذار مبكر اليكتروني في حالة وجود الطرق التي تخترق بطون الأودية الجافة، أو التي تقطعها وتتعمد عليها لحين مرور مياه السيل، حتى لا تتسبب في خسائر فادحة لحركة المركبات والبضائع والركاب أنفسهم.

## ٢) متطلبات بناء قواعد بيانات هيدرولوجية للأحواض :

تبدأ عملية بناء قواعد بيانات هيدرولوجية للأحواض، بتحديد استخدامات الأرض لكل حوض والخصائص الجيومورفولوجية والجيولوجية وبالتالي تحديد مواضع محطات الرصد المبكر. وتبدأ هذه العملية بإنشاء مجموعة من الخرائط تمر بثلاث مراحل:

### - جمع المادة العلمية :

تشمل ثلاثة متغيرات هي الجانب الطبيعي والجانب السكاني، وأخيراً الجانب الاقتصادي. ويشمل الجانب الأول جميع النواحي الطبيعية؛ الجيولوجية والمناخية والجيومورفومترية والهيدرولوجية، أما الجانبين السكاني والاقتصادي فيشمل الأنشطة البشرية القائمة، وخرائط استخدام الأرض الحالية ورصد التغير فيها، ومورفولوجية العمران ومادة البناء واتجاهات نموه، فضلا عن عدد السكان وكثافتهم.

تم تجميع بيانات المتغيرات السابقة اعتماداً على الخرائط والصور الجوية بمختلف أنواعها ومقاييسها للدراسة الحصرية الفعلية، وعلى المرئيات الفضائية الحديثة ذات الدقة العالية في رصد التغيرات واتجاهات النمو العمراني، وهي تعد من أفضل المصادر الأولية والأساسية في الحصول على البيانات. كما يتم الاعتماد على البيانات المناخية التي تعد من أهم لمتغيرات إلي يعتمد عليها في دراسة السيول.

القيام بالدراسات الميدانية للحصول على البيانات التي لم تتوفر من المصادر الأخرى، وتحديث وتأكيد نقاط محددة على الخرائط الميدانية للاستفادة منها في إنشاء خرائط مواضع الخطورة وتصنيف درجاتها بكل حوض.

#### - تحليل البيانات :

تتم بدراسة وتحليل جميع البيانات التي تم جمعها، توضح تأثير كل متغير في حدوث السيول، ثم دراسة العلاقات بين كل المتغيرات. ومن الأفضل دراسة تلك المتغيرات دراسة كمية رياضية، ويعد نموذج حماية التربة SCS من أكثر النماذج فاعلية في تقدير السيول وتتسم المعادلات الرياضية بالسهولة ويمكن الرجوع إليها عند دراسة تلك المتغيرات والعلاقات بينها، ثم يتم ترتيب هذه المتغيرات والعوامل حسب أهميتها ودرجة تأثيرها وخطورتها.

#### - أخرج الخرائط النهائية :

تمثل الخرائط التي توضح مواضع الخطورة ودرجاتها، ومواضع الأمان وعوامله، العنصر الأساسي في عمليات التخطيط المحلي أو الإقليمي، ويجب على أساسها اختيار أفضل الأماكن لإقامة المشروعات الصناعية أو الاقتصادية أو الامتدادات السكنية.

المراجع

أولاً : المراجع العربية.

١. أبو راضي، فتحي عبد العزيز، ١٩٨٣: الأساليب الكمية في الجغرافية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
٢. أبو راضي، فتحي عبد العزيز، ١٩٩١: التوزيعات المكانية، دراسة في طرق الوصف الإحصائي وأساليب التحليل العددي، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
٣. الجعيدي، فرحان وبوروية، محمد، ٢٠٠٨: تقدير تدفق الذروة للسيول بحوض وادي العين بمحافظة الخرج في المملكة العربية السعودية، مركز البحوث- كلية الآداب، جامعة الملك سعود، العدد ١٢١، الرياض
٤. العتر، حسن على وآخرون، ١٩٩٧: السيول ووسائل مجابهة مخاطرها على مدن ساحل البحر الأحمر بالأراضي المصرية، الهيئة القومية للاستشعار من البعد وعلوم الفضاء، ١٩٩٧، المطبوعات الخاصة رقم (١).
٥. الشامي، إبراهيم زكريا ١٩٩٥- التحكم في السيول، الاستفادة من مياهها ودرء أخطارها، - ندوة المياه في الوطن العربي، الجمعية الجغرافية العربية، المجلد الأول - القاهرة.
٦. خضر، محمود محمد، ١٩٩٧: الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية في مصر، مع التركيز على السيول في بعض مناطق وادي النيل، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
٧. دردير، أحمد عاطف، ١٩٩٥: السيول في مصر منشأها وطبيعتها ومخاطرها، مجلة أسيوط للدراسات البيئية، مركز الدراسات البيئية، العدد ٨ يناير.
٨. راضي، محمود دياب، ١٩٩٢: العلاقة بين الجريان السطحي والأمطار في وادي سمائل بسلطنة عمان، الجمعية الجغرافية الكويتية، رسائل جغرافية ١٤١، الكويت.
٩. سالم، طارق زكريا، ٢٠٠٣: الأمطار والسيول علي سيناء وساحل البحر الأحمر، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٤١ الجزء الأول.
١٠. صالح، أحمد سالم ١٩٨٩: الجريان السيلي في الصحاري، دراسة في جيومورفولوجية الأودية الصحراوية، معهد البحوث والدراسات العربية، سلسلة الدراسات الخاصة، رقم ٥١، القاهرة.

١١. صالح، أحمد سالم، ١٩٩٩: السيول في الصحاري نظريا وعمليا، دار الكتاب الحديث، القاهرة.
١٢. كليو، عبد الحميد، ١٩٨٨: أودية حافة جبال الزور بالكويت - دراسة جيومورفولوجية، إصدارات وحدة البحث والترجمة بقسم الجغرافيا - جامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية.
١٣. الحسيني، السيد (١٩٩٨) دراسات في الجيومورفولوجيا، الجزء الأول، دار الثقافة العربية، القاهرة
١٤. جودة، حسنين، عاشور، محمود، الدسوقي، صابر، تراب، محمد مجدي، كامل، مصطفى، محمد، ١٩٩١: وسائل التحليل الجيومورفولوجي، بدون ناشر.
١٥. السوقي، طاهر، ١٩٩٥: الظروف المناخية التي صاحبت سيول نوفمبر ١٩٩٤، بحوث ندوة المياه في الوطن العربي، الجمعية الجغرافية العربية، المجلد الأول، القاهرة.
١٦. عبد الحفيظ، علا عبد الجواد، ٢٠٠٨: الكوارث وتأثيرها علي البيئة الطبيعية والعمرانية والإنسانية، قري السيول في صعيد مصر - دراسة حالة، ندوة إدارة الكوارث وسلامة المباني في الدول العربية، وزارة الشؤون البلدية والقروية، الرياض.
١٧. عبد الصمد، متولي، ٢٠٠١: حوض وادي وتير - دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة القاهرة.
١٨. محسوب، محمد صبري، ١٩٩٠: جغرافية الصحاري المصرية، الجزء الثاني - الصحراء الشرقية، دار النهضة العربية، القاهرة.
١٩. سلامة، حسن، ١٩٨٣: مظاهر الضعف الصخري وآثارها الجيومورفولوجية، نشرة قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٥٣.
٢٠. سلامة، حسن، ١٩٨٥: اختلاف التصريف المائي للأودية الصحراوية في الأردن، نشرة قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٤٣.

### ثانياً : المراجع غير العربية.

1. Attia, M.I., 1955: Topography, Geology and iron ore deposits of the district of Aswan, Egypt, Geol. Survey, 262p.
2. Ball, J., 1937: The water supply of Mersa Matruh, Geol. Survey and mines Dept., paper No.42, Cairo.

3. Ball, J., 1939: Contributions to the Geography of Egypt Geol. Survey, Cairo.
4. Chorely, R.J., 1972: Introduction to Physical Hydrology, London.
5. Doornkamp, J., and King, C., 1971: Numerical Analysis in Geomorphology– An Introduction, Edward Arnold, London.
6. Gardiner, V., 1975: Drainage Basin Morphology, British Geomorph.
7. Research Group, Technical, Bull. No.14 , P.P. 1- 48
8. Graf, W., 1988: Fluvial Processes in Dry land Rivers, Springer Verlag, Berlin.
9. Gregory, K., and Walling, D., 1968: The Variation of Drainage Density within A Catchement, Inter. Assoc. Sci. Hydrology Bull., 13.
10. Gregory ,K., and Walling, D., 1973: Drainage Basins - Form and Process, Edward Arnold , London
11. Hoggan, D. H., 1997: Computer – assisted flood plain hydrology and hydraulics, 2<sup>nd</sup> Ed., McGraw- Hill Companies, New York, pp. 30-32.
12. Horton, R., 1932: Drainage Basin Characteristics, Transactions of the American Geophysical Union, 13.
13. Horton, R., 1945: Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins, Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology, Geol. Soc. America Bull.,56.
14. Knox county, 2008: Strom water management manual, Vol. 2, (Technical Guidance) <http://www.knoxcounty.org/stormwater/volume2.php>
15. Khaleghi, M., Gholam,V., Ghodusi, J., and Hosseini, H., 2011:Efficiency of geomorphologic instantaneous unit hydrograph method in flood hydrograph simulation, J. Catena, No. 87, pp. 163 -171.
16. Mansour, A.M., 1985: Sedimentological studies on the Nubia Sandstone, Eastern Desert, M. Sci. thesis Fac. Sci., Assiut Univ., Egypt
17. Morisawa, M., 1985: Rivers Forms and Process, Long man, London.
18. Omer, A.A., and Hassan, A.M., 2003: Geochemistry and Mineral composition of upper Cretaceous siliciclastics (Nubia Group) northeast of Aswan: Implications for provenance and weathering, Annals. Geol. Survey, Egypt, vol. 26, pp.273-294.
19. Said, R., 1962: The Geology of Egypt, El Sevier, New Amsterdam.
20. Schumm, S.A., 1956: Evolution of Drainage Systems and Slopes in badland at Perth Amboy New Jersey, Bull. Amer. Geol. Soc., Paper No. 67, P.P.597-646
21. Small, R., 1989: Geomorphology and Hydrology, Longman, London.
22. Snyder, F.F., 1938: synthetic unit-graphs. Transactions of the American Geophysical Union, vol. 19, pp.447-454.
23. Strahler, A., 1964: Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks, Handbook of Applied Hydrology, McGraw- Hill, New York.
24. Raghunath, H.M., 2006: Hydrology; Principles, Analysis, Design, 2<sup>nd</sup> Ed., New age international (P) Ltd. publishers, New Delhi.
25. USDA (Natural Resources Conservation Service) 2010: National Engineering Handbook, Part 630 Hydrology, Chapter 15, Time of Concentration, Washington, DC.

26. USDA (Natural Resources Conservation Service) 2004: National Engineering Handbook, Part 630 Hydrology, Chapter 9, Hydrologic Soil cover complexes, Washington, DC.
27. USDA (Natural Resources Conservation Service) 1986: Urban hydrology for small watersheds, Technical release number 55 (TR-55), Chapter 2, Estimating Runoff, 2<sup>nd</sup> Ed., Washington, DC.

\* \* \*