

تقدير الجريان السيلي بحوض وادي سنور
باستخدام نموذج سنايدر: دراسة
جيومورفولوجية

د. عماد عبدالفتاح صالح حافظ البنا

مدرس الجغرافيا الطبيعية

كلية الآداب - جامعة بنى سويف

DOI: 10.21608/QARTS.2022.172855.1541

مجلة كلية الآداب بقنا (دورية أكاديمية علمية)

مجلة كلية الآداب بقنا - جامعة جنوب الوادي - العدد ٥٤ (الجزء الثاني) يناير ٢٠٢٢

ISSN: 1110-614X الترقيم الدولي الموحد للنسخة المطبوعة

ISSN: 1110-709X الترقيم الدولي الموحد للنسخة الإلكترونية

<https://qarts.journals.ekb.eg>

موقع المجلة الإلكتروني:

تقدير الجريان السيلي بحوض وادي سنور باستخدام نموذج سنايدر: دراسة جيومورفولوجية

المخلص:

تتعرض قري شرق بني سويف - خاصة الواقعة عند مصبات الأودية الجافة - للعديد من الجريانات السيلية الخطيرة؛ ولعل أكثرها تعرضًا لهذه الجريانات السيلية قرية سنور الواقعة عند مصب وادي سنور أحد أكبر أودية الصحراء الشرقية عمومًا، وكان آخرها سيل يومي ١٢ - ١٣ مارس ٢٠٢٠م الذي أدى إلي خسائر اقتصادية كبيرة بالقرية تمثلت في غرق ١٠٠ منزل وتشريد وتهجير ٣١٥ أسرة وغرق نحو ٥٠٠ فدان أراضي زراعية وانهيار أجزاء من الطرق التي تمر بالجزء الأدنى من وادي سنور مما أدى إلى تعطل حركة المرور بها، وذلك نتيجة لزيادة كمية المياه في مخر وادي سنور وخروجها من قناة المخر نحو عمران قرية سنور القديمة والأراضي الزراعية المحيطة بها، وقد قدر حجم المطر الذي سقط علي حوض وادي سنور بحوالي ٣٥.٨ مليون م^٣ وفق وزارة الموارد المائية والري و ٧١.٧٤ مليون م^٣ كقيمة وسطى وفق نموذج سنايدر. وقد تم تطبيق نموذج سنايدر Snyder Model لتقدير حجم السيول واستخلاص هيدروجراف السيل لحوض وادي سنور، حيث بلغ متوسط كمية التدفق الأقصى للسيول (٢٠٨٢.٦ م^٣/ث)، في حين بلغ متوسط قيمة تدفق الذروة النوعي (١.٨٢ م^٣/ث/كم^٢) وبلغ متوسط حجم السيل (٢٧٨.٧ مليون م^٣)، وبلغ متوسط قوة السيل (٢٦.٤).

الكلمات المفتاحية: الجريان السيلي، النمذجة الهيدرولوجية، حوض وادي سنور، نموذج سنايدر، معامل تدفق الذروة، هيدروجراف السيل.

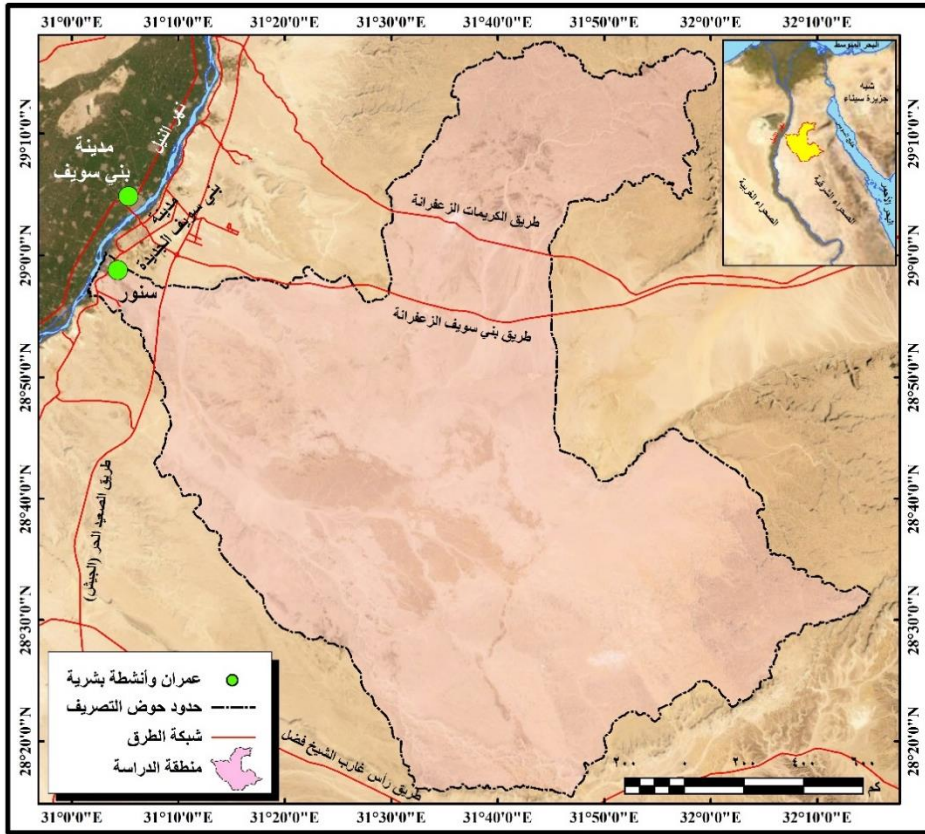
مقدمة:

ترجع أهمية دراسة السيول وأخطارها وطرق معالجة هذه الأخطار إلى كونها واحدة من أكثر الأخطار الطبيعية تكرارية وشدة، نظراً لأنها تحدث فجأة كما يصعب التنبؤ بحدوثها في ظل نقص محطات الأرصاد الجوية ونقص بياناتها، ومما يزيد من حدة خطورة هذه المشكلة أن معظم مناطق الاستقرار البشري تقع في مخارج هذه الأودية. وتعد النماذج الهيدرولوجية بمثابة محاولات لتمثيل النظام الهيدرولوجي منذ بداية التساقط المطري وحتى الجريان السيلي والتدفق وذلك في شكل رياضي، حيث تختلف تعقدات تلك النماذج باختلاف متطلبات المستخدم ووفرة البيانات. وتتدرج النماذج الهيدرولوجية من النماذج البسيطة التي تستخدم الأساليب الرسومية في الدراسة إلي النماذج الفيزيائية ثلاثية الأبعاد الأكثر تعقيداً. ويمثل نموذج سنايدر أحد النماذج الهيدرولوجية التي تم تصميمها لتقدير أحجام السيول وقوتها ورسم هيدروجراف السيل بالاعتماد علي الخصائص المورفومترية للأحواض خاصة في المناطق التي تتسم بقلّة القياسات الهيدرولوجية للعواصف المسببة للجريان السيلي.

منطقة الدراسة:

يعد حوض وادي سنور واحدًا من أكبر أحواض التصريف المائي في صحراء مصر الشرقية حيث بلغت مساحة حوضه حوالي ٦٢٢٦.٥ كم^٢، كما بلغ طول الحوض ١٢٧.٨ كم وعرضه ١١٤.٥ كم، وينتهي الوادي إلي السهل الفيضي شرق نهر النيل عند قرية سنور، وذلك مروراً ببعض الأنشطة البشرية التي أهمها مناطق الاستصلاح الزراعي، وبالتالي فإن أي جريان سيلي في هذا الوادي يشكل خطر علي الأرواح والممتلك وهو ما حدث في سيول ١٢-١٣ مارس ٢٠٢٠م، حيث أدي الجريان السيلي للوادي إلي خسائر مادية كبيرة في منطقة مصب الوادي.

ويمتد حوض وادي سنور بين دائرتي عرض ٢٨° ١٥' ٥٢٨ - ٣٢° ١٧' ٥٢٩ شمالاً، وبين خطي طول ٣٨° ١' ٥٣١ - ٥٨° ١٤' ٥٣٢ شرقاً، شكل (١)، ويحده من الجنوب الشرقي حوض وادي الطرفة ومن الجنوب حوض وادي غياضة والفقيرة والشيخ ومن الغرب السهل الفيضي لنهر النيل ومن الشمال الغربي والشمال حوض وادي ليشياب، ومن الشرق حوض وادي عربة.



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ ونماذج الارتفاعات الرقمية باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (١) موقع منطقة المنطقة الدراسة

مشكلة الدراسة:

تتمثل إشكالية الدراسة في تعرض محافظة بني سويف لسيول مدمرة في ١٢-١٣ مارس عام ٢٠٢٠م، ترتب عليها العديد من الخسائر البشرية والمادية في المحافظة بصفة عامة وقرية سنور الواقعة عند مصب وادي سنور بصفة خاصة، ومن ثم جاءت هذه الدراسة لتقدير أحجام السيول التي يمكن أن يتعرض لها حوض وادي سنور وفق قياسات مرتبطة بالخصائص المورفومترية للحوض، ومن ثم وضعها في الاعتبار عند الشروع في عمل مشروعات حماية لكافة أوجه النشاط البشري بالجزء الأدنى من وادي سنور من أخطار السيول.

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى الآتي:

- ١- معرفة الخصائص الطبيعية والمورفومترية المختلفة لحوض وادي سنور .
- ٢- تحديد كمية التصريف المحتمل وقيمه الدنيا والوسطى والقصى حوض وادي سنور وأوقات حدوثها.
- ٣- تقدير حجم السيول وتدفق الذروة وارتفاع السيول وقوتها بحوض وادي سنور وفق نموذج سنايدر .
- ٤- اقتراح الحلول المناسبة لدرء أخطار السيول بالجزء الأدنى من حوض وادي سنور .

منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة علي المنهج التحليلي الوصفي لوصف وتحليل الخصائص الهيدرولوجية من خلال تحليل المعاملات الهيدرولوجية للحوض والعلاقات القائمة بينها باستخدام الأساليب الكمية الحديثة في تفسير نشأة وتطور الظواهر وربطها ببعضها البعض، حيث تم الاعتماد عليه في تحليل بيانات المرئيات الفضائية ونماذج الارتفاعات

الرقمية والخرائط الطبوغرافية وبيانات القياسات الميدانية. كما تم الاعتماد على المنهج التجريبي الكمي والذي يعتمد علي الطرق التجريبية الكمية في معالجة الأشكال الأرضية ووصفها وصفاً كمياً من خلال القياسات الخاصة بها وتطبيق المعادلات عليها وجدولة نتائجها ونمذجتها للحصول علي النتائج النهائية لتقدير أحجام السيول ومخاطرها. كما تم استخدام عدد من البرامج مثل برنامجي: Arc GIS 10.8 & Envi 5.3.

مصادر الدراسة:

١-الدراسات السابقة:

هناك العديد من الدراسات التي اهتمت بتقدير الجريان السيلي في أحواض التصريف المائي بتطبيق النماذج الهيدرولوجية المختلفة، إلا أن تقدير الجريان السيلي بحوض وادي سنور لم يتم دراسته وفقاً لأي من هذه النماذج، مما دفع الباحث إلى دراسة الجريان السيلي بحوض وادي سنور وفقاً لنموذج سنايدر للوصول إلى تقدير تقريبي لحجم الجريان السيلي بالوادي، وفيما يلي عرض لأهم هذه الدراسات:

- دراسة (عوض عبدالمعبود سالم، ١٩٨٩): بعنوان حوض وادي سنور بالصحراء الشرقية " دراسة جيومورفولوجية " وتناولت جيومورفولوجية حوض وادي سنور والتحليل المورفومتري لأحواض وشبكات التصريف بحوض وادي سنور.
- دراسة (Sorman,A.U, 1994): بعنوان تقدير ذروة حجم الجريان السيلي باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، دراسة حالة وادي عتود جنوب غرب المملكة العربية السعودية، حيث هدفت الدراسة إلي ربط تقنيات الاستشعار عن بعد بالنموذج الهيدرولوجي لحساب ذروة التصريف السيلي وذلك بالاعتماد علي نموذج (TR 55) للأحواض صغيرة المساحة ومقارنة النتائج مع نتائج الطرق التقليدية، كما اعتمدت أيضاً علي معادلة Creager's Formula في حساب ذروة التصريف المائي للأحواض متوسطة المساحة.

- دراسة (Geriesh, M.H., 2001): بعنوان التقليل من السيول الفجائية وزيادة المياه الجوفية في حوض وادي فيران بشبه جزيرة سيناء، حيث يقوم البحث علي الاستفادة من مياه الأمطار في الوادي والتي تصل إلي ٦٢ مليون م^٣ بتغذية المياه الجوفية، حيث اعتمد علي ثلاثة نماذج في تلك الدراسة هي Rational Method (Lloyd – Davies, 1906) ونموذج Synthetic Unit Hydrograph (Snyder Procedure, 1938) والنموذج الأخير يتمثل في SCS Synthetic Unit Hydrograph (USDA–SCS, 1975).
- دراسة (Gheith, H & Sultan, M, 2002): بعنوان إنشاء نموذج هيدرولوجي لتقدير الجريان السطحي في الأودية وتغذية المياه الجوفية في الصحراء الشرقية بمصر، حيث تم الاعتماد علي نموذج (SCS, 1985) method (NRCS).
- دراسة (Saber, m., et al., 2008): بعنوان نمذجة الجريان السطحي للمجاري العابرة بمراعاة نظرية التجانس في المناطق الجافة، وادي أسبوط مصر، حيث تقوم الدراسة علي تقديم نموذج يهدف إلي السيطرة علي مياه الفيضانات وإدارة المياه وذلك بالاعتماد علي نموذج Hydro–BEAM Model.
- دراسة (حنان الغيلان، ٢٠٠٨): بعنوان دور نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي لبن، حيث تناولت نموذج سنايدر كأحد نماذج تقدير حجم السيول في الحوض ورسم الهيدروجراف.
- دراسة (Badawy, M.M., Khidr, M.M., 2011): بعنوان منهج قائم علي نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد لنمذجة الأحواض الصغيرة في مرسى علم، حيث اعتمدت الدراسة علي نموذج Rational Method.

- دراسة (محمد سعيد البارودي، ٢٠١٢): بعنوان تقدير أحجام السيول ومخاطرها عند المجري الأدنى لوادي عرنة، جنوب شرق مدينة مكة المكرمة، حيث تناول بالدراسة الخصائص الجيولوجية والمناخية والمورفومترية للمنطقة ثم تطبيق نموذج سنايدر علي الحوض وانتهي بتقدير حجم السيول ورسم هيدروجراف السيل.
- دراسة (محمد سعيد البارودي وآخرون، ٢٠١٣): بعنوان استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تقدير أحجام السيول ومدى خطورتها عند المجري الأدنى لوادي النعمان جنوب مكة المكرمة من خلا تطبيق نموذج سنايدر واعتماد نموذج الارتفاعات الرقمية ASTER، حيث انتهت الدراسة بتطبيق نموذج سنايدر علي المجري وتحديد أحجام السيول ورسم هيدروجراف السيل للمجري.
- دراسة (أحمد إبراهيم صابر وأميرة محمد البنا، ٢٠١٣): بعنوان أسلوب مقترح لتحديد معايير درجات خطورة السيول في مصر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، حيث تناولوا فيه دراسة تعريف السيول ومعايير درجات خطورة السيول وكيفية تحديد معايير درجات خطورة السيول وتطبيق المعايير علي أحواض التصريف في الصحراء الشرقية وشبه جزيرة سيناء، وقد قسما الأخطار إلي ثلاثة أقسام تشكل مثلث الخطر هي الإنسان وما يتعلق به وحجم الجريان وسرعة الجريان، حيث اعتبرا أن سرعة الجريان هي أهم معايير تحديد درجات خطورة السيول.
- دراسة (Sudhakar BS., et al., 2015): بعنوان وحدة هيدروجراف سنايدر ونظم المعلومات الجغرافية لتقدير الفيضانات في الأودية غير المقاسه في حوض تابي السفلى بالهند، حيث تناولت الدراسة تطبيق نموذج سنايدر الأصلي دون التعديل فيه لرسم هيدروجراف السيل لعدد ٢٤ وادي مائي في المنطقة.
- دراسة (أحمد عبدالله الدخيري وحمدينه عبدالقادر العوضي، ٢٠١٧): بعنوان

التحليل الهيدرومورفومتري وتقدير حجم السيول في حوض وادي الوطاة بمنطقة القسيم، وتناولت الدراسة تقدير حجم السيول وأخطارها بحوض وادي الوطاة اعتمادًا على نموذج سنايدر ونموذج الهيئة الأمريكية لحماية التربة.

▪ **دراسة (عواد حامد محمد، ٢٠١٧):** بعنوان تقدير الجريان السطحي في حوض وادي الجرافي الأعلى باستخدام نموذج سنايدر: دراسة جيومورفولوجية، حيث تناولت الدراسة الخصائص الجيولوجية والمناخية للحوض، والخصائص المورفومترية والتضاريسية لأحواض التصريف، وتقدير حجم السيول باستخدام نموذج سنايدر.

▪ **دراسة (كاظم شنته سعد ومحمد وحيد حسن، ٢٠١٩):** بعنوان تقدير حجم السيول المائية لوادي لوبيتر شمال شرق محافظة ميسان وآثارها البيئية، وتناولت الدراسة الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة وتقدير حجم الجريان السطحي والأخطار البيئية المترتبة عليه اعتمادًا على نموذج سنايدر.

▪ **دراسة (هاني ربيع نادي محمد، ٢٠١٩):** بعنوان النمذجة الهيدرولوجية للجريان السيلي بمنطقة رأس غارب مع التطبيق علي سيل أكتوبر ٢٠١٦م، حيث تناولت الدراسة الخصائص الطبيعية للمنطقة وتطبيق نموذج سنايدر علي أحواضها ودراسة احتمالية عودة العواصف الممطرة وتقدير أحجام السيول المحتملة.

٢- الخرائط والصور الفضائية:

اعتمدت الدراسة علي مجموعة من الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠.٠٠٠.٠٠٠ وعددها ١٣ لوحة من إنتاج الهيئة المصرية العامة للمساحة، والخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠.٠٠٠.٠٠٠ وعددها خمس لوحات، كما اعتمدت أيضا علي الخرائط الجيولوجية من إنتاج شركة كونكو كورال مقياس رسم ١ : ٥٠.٠٠٠.٠٠٠ لوحة بني سوف NH36SW.

هذا إلي جانب الصور الفضائية للقمر الصناعي الأمريكي Landsat8(OLI) لوحة ١٧٦/٤٠ لعام ٢٠٢٠م. وكذلك نماذج الارتفاعات الرقمية التي توفرها هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية ذات الدقة التمييزية المكانية ٣٠ متر.

٣- الدراسة الميدانية:

تعد الدراسة الميدانية أحد المرتكزات الرئيسية للدراسة، حيث تعد من المصادر المهمة للبيانات في مجال الجغرافيا. وقد تم إجراء أكثر من زيارة ميدانية لمنطقة الدراسة بحكم سهولة الوصول إليها وقربها من سكن الباحث حيث تم خلال الزيارات الميدانية التحقق الحقلية والرصد الميداني لبعض المناطق المتضررة من الجريان السيلفي في المنطقة والمساهمة في رسم خريطة للمناطق المتضررة في المنطقة، هذا إلي جانب التقاط الصور الفوتوغرافية للمواقع المتضررة والمقابلات الميدانية مع بعض السكان المتضررين وعقد جلسات مع المسؤولين.

عناصر البحث:

- أولاً: الخصائص الطبيعية لحوض وادي سنور.
- ثانياً: تقدير حجم السيل باستخدام نموذج سنايدر.
- ثالثاً: رسم هيدروجراف السيل لحوض وادي سنور.
- رابعاً: احتمالية عودة العواصف المطرية المسببة للجريان السيلفي.
- خامساً: النتائج والتوصيات.

أولاً: الخصائص الطبيعية لحوض وادي سنور:

١- التكوينات الجيولوجية السطحية:

تلعب التكوينات الجيولوجية دوراً مهماً في تكون السيول وجريانها، حيث أن التكوينات الصماء ذات البنية الصلدة تسمح بجريان المياه بشكل أكبر من التكوينات ذات المسامية العالية حيث تتغلغل المياه من مساماتها وتقل قدرة الأمطار على تكوين سيول جارية (Raghunath, H, M, 2006, P. 150).

جدول (١) التكوينات الجيولوجية السطحية بمنطقة الدراسة

| الزمن | التكوين | المساحة (كم ^٢) | (%) |
|----------|-----------------------|----------------------------|-------|
| الرابع | طمي النيل الحديث | ٣,٣ | ٠,٠٥ |
| | رواسب المراوح الفيضية | ٤٥,٦ | ٠,٧٣ |
| | رواسب وديانية | ٣٥٢,٩ | ٥,٦٧ |
| | رواسب الزمن الرابع | ٢٩٨,٥ | ٤,٨٠ |
| الثالث | تكوين أم رقبة | ٣٥,٤ | ٠,٥٧ |
| | حصى ورمل أوليجوسيني | ٦٦,٦ | ١,٠٧ |
| | تكوين المعادي | ٤,٥ | ٠,٠٧ |
| | تكوين المقطم | ٥١٥٤,٢ | ٨٢,٧٨ |
| | تكوين بني سويف | ٢٥٠ | ٤,٠٢ |
| | تكوين قرارة | ٣,٣ | ٠,٠٥ |
| | تكوين سراى | ٣,٤ | ٠,٠٥ |
| الثاني | تكوين سانت أنطونيو | ٣,٨ | ٠,٠٦ |
| | تكوين الجلالة | ٥ | ٠,٠٨ |
| الإجمالي | | ٦٢٢٦,٥ | ١٠٠ |

المصدر : من إعداد الباحث اعتماداً على شكل (٢) وتم قياس المساحات باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

وترجع أقدم التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة إلي الزمن الجيولوجي الثاني وتحديداً خلال فترة السينوماني في العصر الكريتاسي حيث تكوين الجلالة، بينما يتمثل أحدث التكوينات بالمنطقة في طمي النيل الحديث والذي يرجع إلي الهولوسين. وتتنوع التكوينات الجيولوجية السطحية في المنطقة، حيث أدي توغل حوض وادي سنور شرقاً

أ- صخور الزمن الجيولوجي الثاني:

تغطي تكوينات هذا الزمن نحو (٠.١٤%) من مساحة المنطقة وتتمثل في تكوينات (الجلالة وسانت أنطونيو)، وتظهر هذه التكوينات في المنحدرات الغربية والشمالية الغربية لهضبة الجلالة القبليّة، وتتألف هذه التكوينات من الحجر الرملي النوبي والحجر الرملي الأبيض والأصفر والطفل والطفل الطيني والمارل الرملي والمارل والحجر الجيري الطباشيري الناصع البياض (Said. R., 1990, P.350)، شكل (٢).

ب- صخور الزمن الجيولوجي الثالث:

تمثل هذه التكوينات أكثر أنواع التكوينات الجيولوجية انتشاراً بمنطقة الدراسة حيث تغطي نحو ٨٨.٦١% من مساحة المنطقة وتتمثل في تكوينات (سراي وقراره وبني سويف والمقطم والمعادي وحصي ورمل أوليجوسيني وأم رقبة). وتنتشر هذه التكوينات في معظم أنحاء منطقة الدراسة وتتألف في مجملها من الحجر الجيري الغني بالحفريات والطباشير والطفل والطين، شكل (٢).

ت- رواسب الزمن الجيولوجي الرابع:

تغطي هذه الرواسب حوالي (١١.٢٥%) من مساحة المنطقة، وتتمثل في رواسب الزمن الرابع غير المصنفة والرواسب الوديانية ورواسب المراوح الفيضية وطمي النيل الحديث. وتغطي هذه الرواسب منطقة وسط حوض التصريف والجزء الغربي منه حيث منطقة السهل الفيضي لنهر النيل.

يتضح من دراسة التكوينات الجيولوجية بالمنطقة أن ٠.١٤% من مساحة المنطقة تتألف من الحجر الرملي وأن ٨٨.٦١% من مساحتها تألف من الحجر الجيري والطفل والطين وأن ١١.٢٥% تتألف من الرواسب الحصوية والرملية والوديانية والطينية والتي

تتسم بنفاذيتها العالية مما يؤثر في الجريان السيلي حيث تُفقد كمية من المياه بالتسرب عبر هذه الرواسب.

٢- الخصائص التضاريسية:

تؤثر الخصائص التضاريسية للمنطقة بوضوح في الجريان السيلي من خلال تأثيرها علي كمية المياه المتدفقة من المنحدرات الجبلية وسرعتها واتجاهها، فضلا عن تأثيرها في بعض المعاملات المورفومترية للأحواض مثل زمن التركيز وزمن التباطؤ. وتتكون المنطقة مورفولوجيا من السهل الفيضي لنهر النيل في الغرب ومنطقة البيدمنت التي تلي نطاق السهل الفيضي ناحية الشرق ثم نطاق السطح الهضبي الذي يشكل المساحة الأكبر من حوض وادي سنور، حيث يتدرج سطح المنطقة في الانحدار من النطاق الهضبي شرقاً نحو السهل الفيضي ونهر النيل في الغرب. وفيما يلي عرض لبعض الخصائص التضاريسية بالمنطقة:

جدول (٢) فئات الارتفاع الرئيسية بمنطقة الدراسة

| المنسوب | المساحة (كم ^٢) | (%) |
|------------------------|----------------------------|------|
| أقل من ١٠٠ م | ١٢٦,٧ | ٢ |
| من ١٠٠ - أقل من ٢٠٠ م | ٥٦٨,٦ | ٩,١ |
| من ٢٠٠ - أقل من ٣٠٠ م | ١٦٩٠ | ٢٧,٢ |
| من ٣٠٠ - أقل من ٤٠٠ م | ١٥٥١,٦ | ٢٤,٩ |
| من ٤٠٠ - أقل من ٥٠٠ م | ١٠٨٧,٩ | ١٧,٥ |
| من ٥٠٠ - أقل من ٦٠٠ م | ٦٠٢,٧ | ٩,٧ |
| من ٦٠٠ - أقل من ٧٠٠ م | ٢٩٥,٢ | ٤,٧ |
| من ٧٠٠ - أقل من ٨٠٠ م | ١٨٣,٢ | ٣ |
| من ٨٠٠ - أقل من ٩٠٠ م | ٧٤,٧ | ١,٢ |
| من ٩٠٠ - أقل من ١٠٠٠ م | ٣٠,٩ | ٠,٥ |
| ١٠٠٠ م فأكثر | ١٥ | ٠,٢ |
| الإجمالي | ٦٢٢٦,٥ | ١٠٠ |

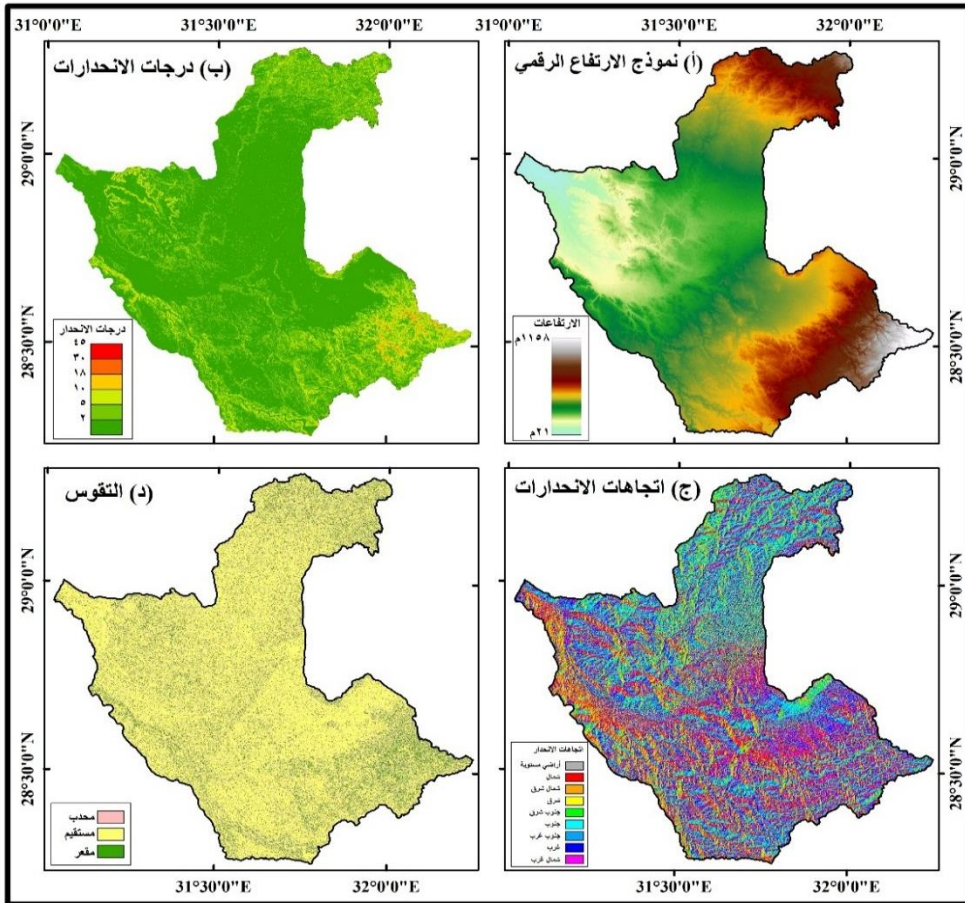
المصدر : من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (٣ أ) وتم قياس المساحات باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

أ- نموذج الارتفاع الرقمي (DEM):

يتضح من دراسة وتحليل نموذج الارتفاع الرقمي (Digital Elevation Model)

لحوض تصريف وادي سنور جدول (٢) وشكل (٣- أ) ما يلي:

- يتراوح منسوب سطح منطقة الدراسة بين ٢١م في نطاق السهل الفيضي غرباً وبين ١٥٨م في هضبة الجلالة القبليّة جنوب شرق حوض وادي سنور، ويرتفع المدى التضاريسي بحوض وادي سنور ليلبغ ١٣٧م مما يؤثر بشكل واضح على الجريان السيلي للمياه في الحوض من حيث سرعة الجريان ومعدلاته.



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على ملفات الارتفاعات الرقمية التي تنتجها هيئة المساحة الأمريكية USGS .

شكل (٣) الخصائص التضاريسية لمنطقة الدراسة

جدول (٣) فئات الانحدار بمنطقة الدراسة

| فئات الانحدار | المساحة (كم ^٢) | (%) |
|---------------|----------------------------|-------|
| أقل من ٢ | ٤١٥٥,٨ | ٦٦,٧٤ |
| ٢ - ٥ | ١٥٩٨,٢ | ٢٥,٦٧ |
| ٥ - ١٠ | ٤٠,٣ | ٦,٤٧ |
| ١٠ - ١٨ | ٦١,٧ | ٠,٩٩ |
| ١٨ - ٣٠ | ٦,٧ | ٠,١١ |
| ٣٠ - ٤٥ | ١,١ | ٠,٠٢ |
| الإجمالي | ٦٢٢٦,٥ | ١٠٠ |

المصدر : من إعداد الباحث اعتمادا على شكل (٣ ب) وتم قياس المساحات باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

- تغطي الأراضي التي يقل منسوبها عن ١٠٠م حوالي ٢٠.٠% من مساحة المنطقة، وتظهر في الجزء الغربي من حوض وادي سنور، حيث نطاق السهلي الفيضي لنهر النيل والهوامش الهضبية لهضبة المعازة.
- بلغت نسبة مساحة الأراضي التي يقل منسوبها عن ٥٠٠م حوالي ٧٨.٧% وهي نسبة كبيرة تزيد علي ثلاثة أرباع مساحة الحوض، ومن ثم فإن حوض تصريف وادي سنور يغلب عليه السطح متوسط الارتفاع.

جدول (٤) اتجاهات الانحدارات بمنطقة الدراسة

| الاتجاهات | المساحة (كم ^٢) | (%) |
|---------------|----------------------------|------|
| مستوي | ٨٢٤,٨ | ١٣,٣ |
| الشمال | ٥٦٩ | ٩,١ |
| الشمال الشرقي | ٤٣٥ | ٧ |
| الشرق | ٥٠٤,٢ | ٨,١ |
| الجنوب الشرقي | ٧٥٤,٢ | ١٢,١ |
| الجنوب | ٨٦٥,٧ | ١٣,٩ |
| الجنوب الغربي | ٧٨٦,٥ | ١٢,٦ |
| الغرب | ٧٥٨,٢ | ١٢,٢ |
| الشمال الغربي | ٧٢٨,٩ | ١١,٧ |
| الإجمالي | ٦٢٢٦,٥ | ١٠٠ |

المصدر : من إعداد الباحث اعتمادا على شكل (٣ ج) وتم قياس المساحات باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

- بلغت نسبة مساحة الأراضي التي يزيد منسوبها علي ٥٠٠ م حوالي ١٩.٣٪، وتظهر هذه الأراضي في الجزء الشرقي من الحوض حيث منابعه الشرقية من هضبتي الجلالة القبلية والبحرية إلي جانب بعض المرتفعات في داخل الحوض مثل جبل أبوخشيرات.

ب- درجات الانحدار:

يتسم السطح بحوض تصريف وادي سنور بقلة درجات انحداره، وقد بلغت أقصى درجة انحدار حوالي ٣٢.٦ درجة في الأجزاء الجنوبية الشرقية للحوض، ويتضح من دراسة وتحليل جدول (٣) وشكل (٣ ب) ما يلي:

- تغطي الأراضي المستوية وشبه المستوية وهينة الانحدار (٠ - ٥ درجات) حوالي ٩٢.٤ % من مساحة المنطقة، في حين تغطي الأراضي التي يزيد انحدارها علي ٥ درجات نحو ٧.٦ %، وبالتالي يغلب علي سطح المنطقة الانحدار التدريجي.
- تغطي الأراضي شديدة الانحدار وشديدة الانحدار جدا (١٨ - ٤٥ درجة) حوالي ٠.١٣ % من مساحة المنطقة وتظهر علي جوانب المنحدرات في المناطق الجبلية.

ج- اتجاهات الانحدارات:

ينحدر سطح منطقة الدراسة من الشمال إلى الجنوب ومن الشرق إلى الغرب، ويتضح من دراسة وتحليل جدول (٤) وشكل (٣ ج) ما يلي:

- يغلب علي ١٣.٣ % من سطح المنطقة الاستواء النسبي وتتمثل هذه المناطق في الأجزاء الغربية من المنطقة حيث السهل الفيضي لنهر النيل فضلا عن السطح الهضبي لهضبة المعازة والذي يتسم بالاستواء في معظم قطاعاته.
- ينحدر نحو ٩.١ % من سطح منطقة الدراسة ناحية الشمال وهو الاتجاه العام لانحدار الأرض في مصر، حيث يرتبط هذا الانحدار بالأجزاء الجنوبية من الحوض.

- تشكل اتجاهات الشمال والشمال الشرقي والشمال الغربي نحو ٢٧.٨٪ من مساحة المنطقة، بينما تشكل اتجاهات الجنوب والجنوب الشرقي والجنوب الغربي نحو ٣٨.٦٪ من مساحتها ويعد اتجاه الجنوب أكثر الاتجاهات انتشاراً حيث يشكل نحو ١٣.٩٪ من مساحتها ويظهر في الأجزاء الشمالية من حوض التصريف والتي تتحدر نحو الجنوب لتصرف إليه مياه روافد وادي أرحب وأبو رمث.
- يعد اتجاه الشمال الشرقي أقل الاتجاهات انتشاراً بالمنطقة حيث يمثل نحو ٧٪ من مساحتها ويرتبط ظهوره بالأجزاء الجنوبية الشرقية من الحوض والتي تصرف إليه مياه روافد وادي مواتيل أحد أكبر روافد حوض وادي سنور من ناحية الجنوب.

جدول (٥) فئات تقوس السطح بمنطقة الدراسة

| التقوس | المساحة (كم ^٢) | (%) |
|----------|----------------------------|------|
| محدب | ١٤٧٧,٨ | ٢٣,٧ |
| مستقيم | ٣٨٣٤,٨ | ٦١,٦ |
| مقعر | ٩١٣,٩ | ١٤,٧ |
| الإجمالي | ٦٢٢٦,٥ | ١٠٠ |

المصدر : من إعداد الباحث اعتماداً على شكل (٣ د) وتم قياس المساحات باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

د- درجات التقوس:

يتسم السطح بحوض تصريف وادي سنور بالاستقامة، حيث بلغت مساحة العناصر المستقيمة ٦١.٦٪، في حين تغطي العناصر المحدبة ٢٣.٧٪، وتغطي العناصر المقعرة نحو ١٤.٧٪، جدول (٥) وشكل (٣ د).

يتضح من دراسة الخصائص التضاريسية لحوض وادي سنور أن المدى التضاريسي بلغ ١١٣٧م وهو ما يؤثر في طبيعة الجريان السيلي للمياه المنحدرة من المرتفعات نحو منطقة السهل الفيضي بما فيها من أنشطة بشرية، كما يتضح أن سطح المنطقة ينحدر نحو الجنوب والجنوب الغربي والغرب بنسبة ٣٨.٧٪ تقريباً، أي نحو

التجمعات العمرانية لقريتي سنور القديمة والجديدة مما يساهم في زيادة خطورة الجريان السيلي، فضلا عن استقامة سطح المنطقة وغلبة العناصر المحدبة علي العناصر المقعرة.

٣- الخصائص المناخية:

لا شك أن العوامل المناخية لها دورًا مهمًا في إحداث الجريان السيلي، حيث تتضافر مجموعة من العناصر المناخية المختلفة في تشكيل السيول، ولعل ذلك كله أدعي بالضرورة إلي إلقاء الضوء علي بعض العناصر المناخية السائدة في المنطقة والتي يمكن أن تؤثر بشكل أو بآخر في تكوين السيول وتزيد من حدتها، وتم الاعتماد في دراسة مناخ منطقة الدراسة علي بيانات محطة أرصاد بني سويف، جدول (٦). وسوف يتم دراسة الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة عن طريق دراسة عناصر المناخ الرئيسية وهي: الحرارة، الرياح، الرطوبة، التبخر، الأمطار.

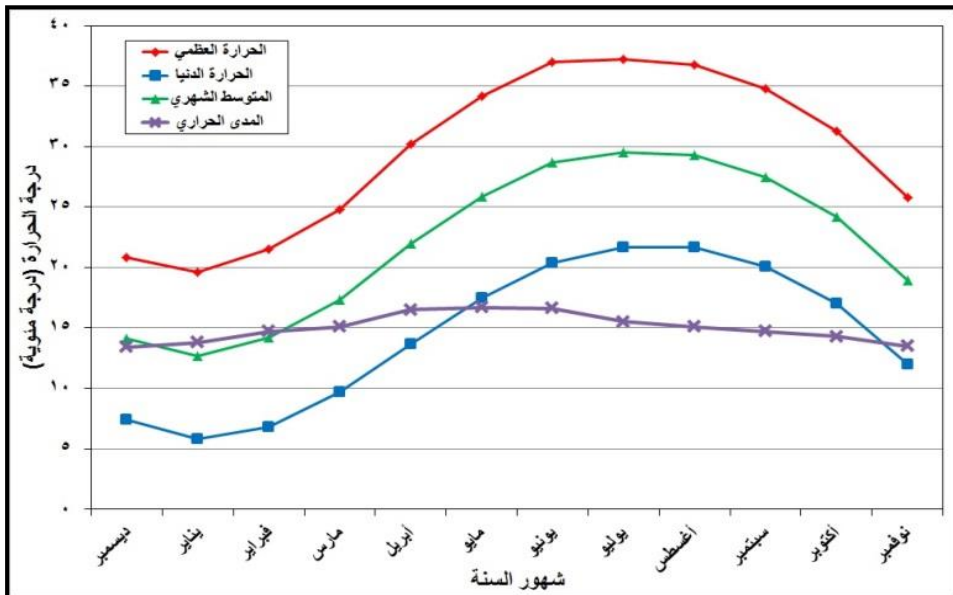
جدول (٦) بعض العناصر المناخية بمنطقة الدراسة

| المحطة | يناير | فبراير | مارس | أبريل | مايو | يونيو | يوليه | أغسطس | سبتمبر | أكتوبر | نوفمبر | المتوسط السنوي |
|-----------------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|----------------|
| الحرارة العظمى | ٢٠,٨ | ١٩,٦ | ٢٤,٨ | ٣٠,٢ | ٣٤,٢ | ٣٧ | ٣٧,٢ | ٣٦,٨ | ٣٤,٨ | ٣١,٣ | ٢٥,٨ | ٢٩,٥ |
| الحرارة الدنيا | ٧,٤ | ٥,٨ | ٦,٨ | ٩,٧ | ١٣,٧ | ١٧,٥ | ٢٠,٤ | ٢١,٧ | ٢٠,١ | ١٧ | ١٢ | ١٤,٥ |
| المتوسط الشهري | ١٤,١ | ١٢,٧ | ١٤,٢ | ١٧,٣ | ٢٢ | ٢٥,٩ | ٢٨,٧ | ٢٩,٣ | ٢٧,٥ | ٢٤,٢ | ١٨,٩ | ٢٢ |
| المدى الحراري | ١٣,٤ | ١٣,٨ | ١٤,٧ | ١٥,١ | ١٦,٥ | ١٦,٧ | ١٦,٦ | ١٥,١ | ١٤,٧ | ١٤,٣ | ١٣,٥ | ١٥ |
| الرطوبة النسبية | ٤٩,٥ | ٥٨,٥ | ٥٢,٥ | ٥٠,٥ | ٤٩,١ | ٤٥,٤ | ٣٨,٧ | ٣٩,٦ | ٤٧,٦ | ٥٢,٥ | ٥٩,٩ | ٤٨,٤ |
| التبخر | ١٠,٥ | ٤,٥ | ٦,٣ | ١١,٩ | ١٣ | ١٤,٧ | ١٦,٥ | ١٣ | ٩ | ٦,٧ | ٥,٢ | ١٠,٥ |
| سرعة الرياح | ٥,٨ | ٦ | ٧,٧ | ٩,٤ | ١٠,٦ | ١١,٥ | ١٢,٤ | ١١,٣ | ١١,٨ | ٩,٧ | ٨,٤ | ٩,٨ |
| المطر | ١٠,٢ | ١ | ٠,٨ | ١,٩ | ٠,٢ | ٠,١ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠,٩ | ٠,٩ |

المصدر : بيانات الهيئة العامة للارصاد الجوية، سجلات المحطات المناخية (محطة بني سويف)، قسم المناخ، القاهرة.

أ- الحرارة:

تعد الحرارة من العوامل المناخية المؤثرة في الجريان السيلي حيث أن ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلي ارتفاع معدلات التبخر مما يزيد من كمية المياه المفقودة وبالتالي يقلل من خطورة الجريان السيلي والعكس صحيح، وقد بلغ المتوسط السنوي لدرجة الحرارة العظمي 29.5° م، حيث تراوحت بين 19.6° م في شهر يناير وبين 37.2° م في شهر يوليو. أما درجة الحرارة الصغرى فقد بلغ متوسطها السنوي 14.5° م حيث تراوحت بين 5.8° م في شهر يناير وبين 21.7° م في شهر يوليو وأغسطس، في حين بلغ المتوسط السنوي للمدى الحراري نحو 15° م حيث تراوحت بين 13.4° م في شهر يناير وبين 16.7° م في شهر مايو ويونيو. وقد بلغ المتوسط الشهري لدرجة الحرارة 22° م، جدول (٦) وشكل (٤).



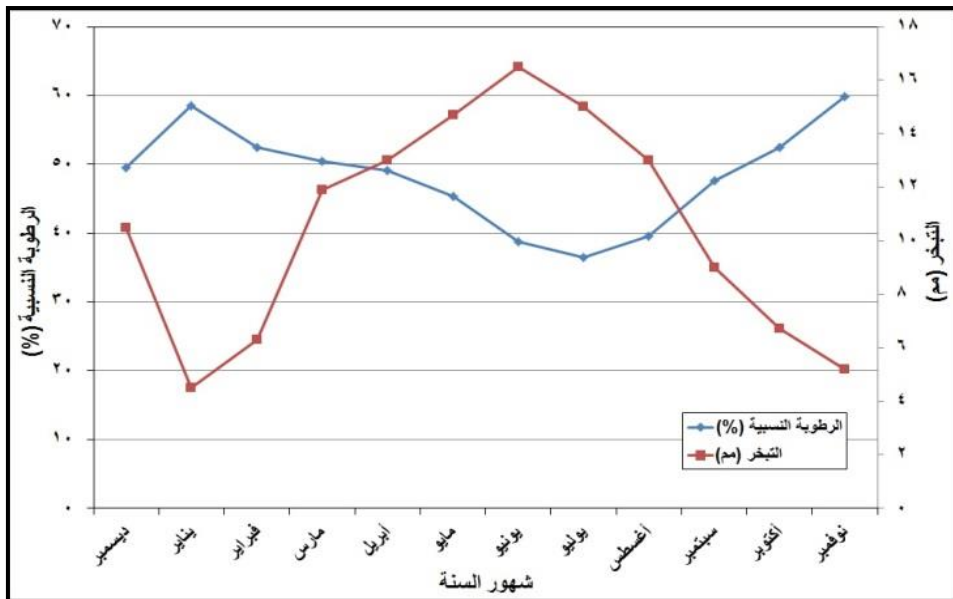
شكل (٤) درجات الحرارة بمنطقة الدراسة

ب- الرطوبة النسبية:

بلغ المتوسط السنوي للرطوبة النسبية في المنطقة ٤٨.٤٪، حيث ترتفع هذه النسبة لتصل إلي ٥٩.٩٪ في شهر نوفمبر بينما تنخفض لتصل إلي ٣٦.٥٪ في شهر يوليو، جدول (٦) وشكل (٥).

ج- التبخر:

يساهم التبخر كأحد عناصر المناخ في الجريان السيلي بشكل كبير حيث يؤدي في حالة ارتفاع معدلاته إلي زيادة معدلات المياه المفقودة وبالتالي يقلل من صافي الجريان ومن ثم خطورة الجريان السيلي، وقد بلغ المتوسط السنوي للتبخر في منطقة الدراسة ١٠.٥ مم، حيث بلغ هذا المعدل أقصاه في شهر يونيو حيث بلغ ١٦.٥ مم، في حين سجل شهر يناير ٤.٥ مم أقل معدلات التبخر في المنطقة، جدول (٦) وشكل (٥).



شكل (٥) الرطوبة النسبية والتبخر بمنطقة الدراسة

د- اتجاه الرياح:

يوضح جدول (٧) النسب المئوية لاتجاهات هبوب الرياح في المنطقة، ويلاحظ أن اتجاه الشمال هو الاتجاه السائد لهبوب الرياح في المنطقة بنسبة ٤٧٪، يليه اتجاه الشمال الغربي بنسبة ١٥.٦٪، ويعد اتجاه الشرق أقل الاتجاهات من حيث الهبوب بنسبة ٠.٧٪، في حين تشكل الرياح في حالة السكون نسبة ١٦.٣٪.

جدول (٧) اتجاهات هبوب الرياح بمنطقة الدراسة

| المحطة | شمال | شمال شرق | شرق | جنوب شرق | جنوب | جنوب غرب | غرب | شمال غرب | سكون |
|----------|------|----------|-----|----------|------|----------|-----|----------|------|
| بني سويف | ٤٧ | ٧,١ | ٠,٧ | ٠,٨ | ٤,٢ | ٣,٣ | ٥,٤ | ١٥,٢ | ١٦,٣ |

المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، سجلات المحطات المناخية (محطة بني سويف)، قسم المناخ، القاهرة.

ه- سرعة الرياح:

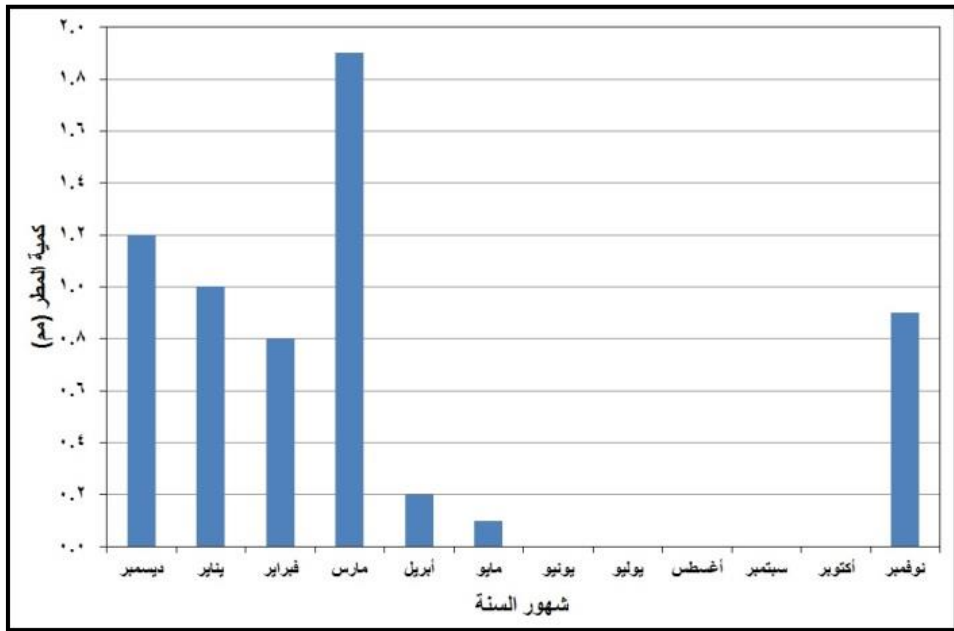
بلغ المتوسط السنوي لسرعة الرياح في المنطقة ٩.٨ كم/ساعة، ويرتفع هذا المتوسط ليصل إلى ١٢.٤ كم/ساعة في شهرى يونيو ويوليو، بينما ينخفض ليصل إلى ٥.٨ كم/ساعة في شهر ديسمبر، جدول (٦)، وتلعب الرياح دوراً مهماً في نحت الصخور وتجهيزها لعمليات النقل عن طريق المياه الجارية، فضلاً عن كزنها المشثولة عن حركة السحب الحاملة لمياه المطر المؤثر الرئيسي في حدوث الجريان السيلي.

و- المطر:

تعتبر دراسة الأمطار من أهم العوامل التي يجب تحليلها بعناية ودقة بالغة عند دراسة السيول ودرء أخطارها، لأنها تلعب دوراً مهماً في تحديد التوقعات المستقبلية لكمياتها وتوزيعها على زمن سقوطها في العاصفة، ويتضح من دراسة وتحليل جدول (٦) وشكل (٦) أن موسم المطر بمنطقة الدراسة يرتبط عادة بشهر ديسمبر حتى مايو، أي في

فصلي الشتاء والربيع، وذلك نتيجة الانخفاضات الجوية التي تمر على البحر المتوسط من الغرب إلى الشرق في فصل الشتاء، والأمطار التصاعدية التي تسببها بعض العواصف الرعدية المطيرة التي تصاحب الانخفاضات الربيعية. وقد بلغ المتوسط السنوي للمطر في المنطقة ٠.٩ مم، حيث يرتفع هذا المتوسط ليصل إلي ١.٩ مم في شهر مارس بينما يصل إلي ٠.١ مم في شهر مايو وتتسم المنطقة بصيف جاف خالي من التساقط.

وبصفة عامة فقد تعرضت منطقة الدراسة للعديد من الجريانات السيلية العالية نظرًا للأمطار الفجائية التي تتعرض لها من وقت لآخر، لعل آخرها سيل ١٢ - ١٣ مارس عام ٢٠٢٠م، والذي خلف آثارًا تدميرية كبيرة وخسائر اقتصادية تمثلت في غرق ١٠٠ منزل وتشريد وتهجير ٣١٥ أسرة وغرق نحو ٥٠٠ فدان أراضي زراعية.



شكل (٦) كمية المطر بمنطقة الدراسة

ز- السجلات القصوى للأمطار:

لا تعكس معدلات الأمطار القيمة الحقيقية لمدي مساهمتها في الجريان السطحي، حيث أن للمطر في المناطق الصحراوية خصائصه التي تميزه عن غيرها من المناطق والتي يتمثل أهمها في التركيز الشديد والفجائية، ومن ثم فإن دراسة أقصى كمية مطر سقطت في يوم واحد يعبر عن الدور الحقيقي للمطر في الجريان السيلوي. وقد تم الاعتماد في دراسة أكبر كمية مطر سقطت علي منطقة الدراسة علي بيانات محطات الأرصاد الجوية في حيز حوض وادي سنور والممثل في محطة بني سويف ومحطة بئر عريضة للوقوف علي الوضع العام للتساقط في المنطقة ككل والتي يوضحها جدول (٨)، والذي يتضح منه ما يلي:

- سقطت أكبر كمية من الامطار في منطقة الدراسة خلال فصل الشتاء ويرجع ذلك إلى كثرة الانخفاضات الجوية التي نتج عنها كميات كبيرة من الامطار، وسقطت على بني سويف كمية من الامطار تزيد على تلك التي سقطت على محطة بئر عريضة، ففي بني سويف سقطت (٤.٥ ، ١.٢ ، ٠.٨ مم) خلال شهور (ديسمبر، يناير، فبراير) على التوالي، اما في بئر عريضة فسقطت (١.٣ ، ١.٧، ١.٥ مم) خلال شهور (ديسمبر، يناير، فبراير) ومن هنا يلاحظ سقوط أكبر كمية من الامطار على منطقة الدراسة خلال شهري ديسمبر ويناير.
- خلال فصل الربيع تبدأ الجبهة المدارية في التحرك نحو الشمال وقد تتصل في بعض الاحيان بانخفاضات البحر المتوسط فينشأ عن ذلك تيارات صاعده محمله ببخار الماء مما يؤدي إلى سقوط أمطار غزيرة تعرف بالامطار الانقلابية وفي الغالب تكون مصحوبه بعواصف رعدية Thunder storms وتتهمر هذه الامطار

بشكل فجائي وبغزارة تؤدي إلى حدوث سيول جارفة (عبدالعزیز طريح شرف، ٢٠٠٣، ص ٢١٢ - ٢١٣)، ويلاحظ ان الامطار الربيعيه في منطقة الدراسه تتركز خلال شهرى مارس، ابريل بينما يعد شهر مايو أدنى شهور الربيع مطراً حيث انه يمثل نهاية موسم المطر.

جدول (٨) أكبر كمية أمطار سقطت في يوم واحد (مم) في منطقة الدراسة

| الشهر | بنى سويف | | بنر عريضة | |
|--------|-------------|---------|-------------|---------|
| | الكمية (مم) | التاريخ | الكمية (مم) | التاريخ |
| يناير | ٧,٨ | ٧١ / ٩ | ٤,٧ | ٧٨ / ٣ |
| فبراير | ٣,٥ | ٦٩ / ٢٢ | ٤,٤ | ٩٩ / ٧ |
| مارس | ٨,٢ | ٨٥ / ٢٢ | ٣,٦ | ٨٥ / ٢٢ |
| إبريل | ٤,١ | ٧٧ / ١٢ | ٠ | - |
| مايو | ١,٣ | ٦٧ / ١٥ | ٢,٧ | ٧٦ / ١٣ |
| يونيه | ٠ | - | ٠ | - |
| يوليو | ٠ | - | ٠ | - |
| أغسطس | ٠,١ | ٨٦ / ٣١ | ٠ | - |
| سبتمبر | ٠ | - | ٠ | - |
| أكتوبر | ٠,٨ | ٩٤ / ٧ | ٠ | - |
| نوفمبر | ٢٠ | ٧٢ / ٢٤ | ٣,٨ | ٩٤ / ٢ |
| ديسمبر | ٨,٤ | ٧٣ / ٢٠ | ٣ | ٧٨ / ١٠ |

المصدر : بيانات الهيئة العامة للارصاد الجوية، بيانات غير منشورة للفترة (١٩٦٨ - ٢٠٠٤)، قسم المناخ، القاهرة.

- على الرغم من قله الامطار وندرتها في منطقه الدراسه إلا إنه يمكن ان يسقط في يوم واحد كميات كبيره من الامطار، ويلاحظ من جدول (٨) ان أكبر كمية مطر سقطت في منطقة الدراسه في يوم واحد كانت ٢٠ مم في ٢٤ نوفمبر ١٩٧٢ على محطة بنى سويف، ٨.٤ مم في ٢٠ ديسمبر ١٩٧٣ وهذا يدل على ان الامطار في منطقة الدراسة تتميز بانها فجائيه وغير منتظمه مما يزيد من فرص حدوث السيول التي يمكن ان تقوم بتدمير قرى ومدن بأكملها.

٤- حوض وادي سنور:

يوضح جدول رقم (٩) وشكل رقم (٧) بعض الخصائص المورفومترية لحوض تصريف وادي سنور والذي يتضح منه ما يلي :

أ- يتسم حوض وادي سنور بكبر مساحته وأبعاده الحوضية الأخرى ممثلة في طول الحوض وعرضه ومحيطه، وهو ما يمثل خطر شديد في حالة العواصف المطرية كبيرة المساحة التي تغطي معظم حوض المجري، أما في حالة العواصف المطرية الصغيرة فإنها لا تشكل خطورة علي الوادي.

ب- تشير الخصائص الشكلية لحوض وادي سنور إلي قلة استدارته وابتعاده عن الشكل المستطيل وقربه من الشكل المربع مما يقلل من خطورة الجريان السيلبي وفق هذا المعامل.

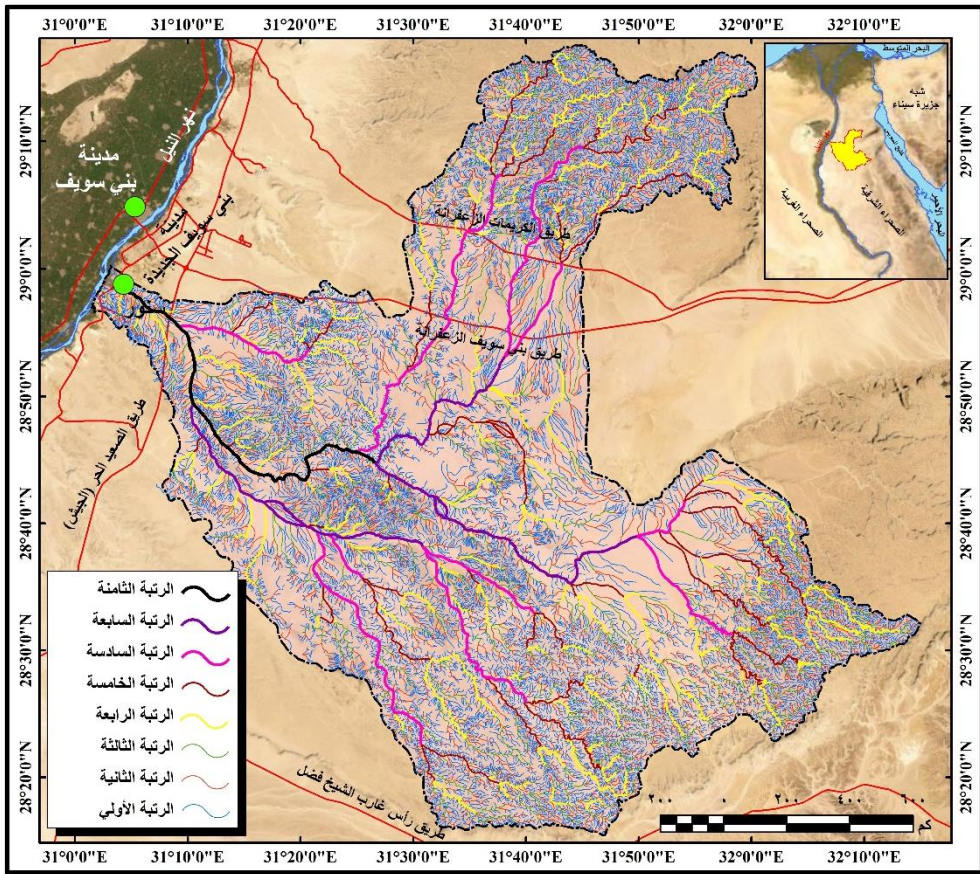
ج- يتضح من دراسة الخصائص التضاريسية للحوض أن حوض وادي سنور متوسط الخطورة وفق هذه المعاملات.

د- يلاحظ من دراسة شبكة التصريف المائي لحوض وادي سنور ارتفاع معدلات خطورته نظرا لرتبة الوادي العالية وارتفاع أعداد المجاري وأطوالها ونسبه تفرعه وكثافته التصريفية.

جدول (٩) الخصائص المورفومترية لحوض وادي سنور

| القيم | المتغيرات | الزمن |
|---------|---|--------------|
| ٦٢٢٦,٥ | المساحة (كم ^٢) | أبعاد الحوض |
| ١٢٧,٨ | الطول (كم) | |
| ١١٤,٥ | العرض (كم) | |
| ٥٨٢,١ | المحيط (كم) | |
| ٠,٣٠٤ | الاستدارة | شكل الحوض |
| ٠,٧٢٥ | الاستطالة | |
| ٠,٤١٢ | الشكل | |
| ١١٣١ | التضاريس القصوى (م) | تضاريس الحوض |
| ٨,٨ | التضرس | |
| ٢,١٤١ | التضاريس النسبية | |
| ٢,٨٤٧ | الوعورة | |
| ٥,٩٥٠ | التكامل الهيسومري | |
| ١١٠ | الانحدار | |
| ٨ | رتب المجرى الرئيسي | شبكة التصريف |
| ١٦٩٣٨,٣ | أطوال المجاري (كم) | |
| ٢٠٢٠٧ | أعداد المجاري | |
| ٤,٧ | التفرع | |
| ٢,٥١٧ | كثافة التصريف (كم / كم ^٢) | |
| ١,٢٥٩ | الانسياب السطحي (كم / كم ^٢) | |
| ٣,٠٠٣ | تكرار المجاري (مجرى / كم ^٢) | |
| ٣٨,٢٦٤ | النسيج الطبوغرافي (مجرى / كم) | |
| ٠,٣٩٧ | بقاء المجاري (كم ^٢ / كم) | |

المصدر : من إعداد الباحث اعتمادا علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ وملفات الارتفاعات الرقمية لمنطقة الدراسة بدقة مكانية ٣٠م، وباستخدام برنامج Arc GIS 10.8



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ وملفات الارتفاعات الرقمية لمنطقة الدراسة بدقة مكانية ٣٠م، وباستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (٧) شبكة التصريف المائي بحوض وادي سنور

ثانياً: تقدير حجم السيل باستخدام نموذج سنايدر:

قدم سنايدر طريقته للتطبيق على المناطق الجافة أو تلك التي تفتقر إلى بيانات مسجلة عن الجريان أو العواصف المطرية وتعد طريقته الأشهر في تقدير الجريان لأحواض المناطق الجافة على الرغم من وجود طرق عديدة لعلماء آخرين. وقد تم وضع النموذج من قبل سنايدر عام ١٩٣٨ لدراسة أحواض التصريف في المناطق الصحراوية التي لا يتوفر فيها محطات أو بيانات مائية أو مطرية. ويهدف هذا النموذج الى وضع

مخطط مائي هيدروجراف للجريان في الأحواض المائية الصحراوية بهدف تقدير مخاطر السيول عن طريق تقدير كميات وأحجام الجريان وتقدير أوقاته الزمنية.

ويعد نموذج سنايدر أحد أقدم النماذج التي تم تقديمها لحساب وحدة الهيدروجراف لحوض ما بالاعتماد علي خصائص وأبعاد حوض التصريف نفسه وذلك في المناطق التي يصعب فيها قياس العواصف المطرية، كما هو الحال في المناطق الجافة، كذلك يمكن تطبيقها علي أي حوض مائي علي اختلاف ظروفها المناخية لأنها لا تعتمد علي القياسات المطرية ولا علي قيم الجريان السطحي بل تعتمد علي خصائص الأحواض المورفومترية (حنان الغيلان، ٢٠٠٨، ص ٢٤٢). وتقوم فكرة هذا النموذج علي اشتقاق وحدة الهيدروجراف لحوض التصريف المائي بالاعتماد علي عاملين مهمين في ذلك هما عامل زمن تدفق الذروة Peak flow time factor ويرمز له بالرمز (ct) وتتراوح قيمته بين (١.٨-٢.٢)، ومعامل تدفق الذروة Peak flow factor ويرمز له بالرمز (cp) وتتراوح قيمته بين (٠.٥-٠.٧)، حيث تم الاعتماد عليهما في حساب باقي المعاملات التي تساهم في اشتقاق وحدة الهيدروجراف (محمد سعيد البارودي، ٢٠١٢، ص ٣١).

وقد حقق نموذج سنايدر انتشاراً واسعاً بفعل التعديلات التي قام بها العديد من الباحثين والهيئات ومنهم سلاح المهندسين في الجيش الأمريكي، وكل من شو (Chow et.al, 1988) و زنجيبو يو (Zhongbo you, 1998) و راميرز (Ramerez, 2000) و راجوناث (Raghunath, 1991,2006) والتي شملت تغيير قيم معاملات سنايدر بما يتناسب مع الوحدات المترية بدلا من الوحدات الإنجليزية (محمد سعيد البارودي وآخرون، ٢٠١٣، ص ٧٧٣).

ولتطبيق نموذج سنايدر لا بد من المرور بخمسة مراحل اساسية لاشتقاق وحدة الهيدروجراف وهي: حساب زمن التباطؤ أو زمن الاستجابة للحوض المائي TL أو Tp

وزمن تصريف الذروة Qp وزمن السيل الأساسي Tb والفترة القياسية المثالية لهطول الأمطار Td أو Tr وزمن الوصول للذروة Tp وحساب الفترة الزمنية W50 و W75 المناسبة لعرض الهيدروجراف عند مستوي ٥٠٪ و ٧٥٪ من تدفق أو تصريف الذروة.

ويتكون نموذج سنايدر Snyder Model من مجموعة من المعادلات الرياضية البحتة التي تعتمد علي بعض المعاملات المورفومترية لأحواض التصريف المائي والتي تم استخراجها بالاعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة من نوع SRTM بدقة تمييزية مكانية بلغت ٣٠م، حيث تم معالجة النموذج واستخراج البيانات المطلوبة منه بالاعتماد علي بعض برامج نظم المعلومات الجغرافية وبالتحديد برنامج Arc GIS 10.5 وبرنامج WMS 11.0. وقد تم الاعتماد علي النموذج المعدل بواسطة راجونات (Raghunath, 1991, 2006) نظرا لسهولة واعتماده الوحدات المترية، حيث أعطي راجونات قيم مناسبة لقيمتي (ct) و (cp) والتي تراوحت بين (٠.٢-٢.٢) و (٢.٠-٦.٥) علي الترتيب. وفيما يلي عرض للمعادلات الرياضية التي تم تطبيقها للوصول إلي وحدة الهيدروجراف لحوض وادي سنور وهي:

١- زمن استجابة الأحواض المائية:

تعرف بمعادلة زمن التباطؤ^(١)، وتعتبر عن المدة الزمنية التي تفصل بين ذروة تساقط الأمطار وذروة الجريان السيلي (Ramirez, J, A, 2000, P 18)، ويتم حسابه وفق المعادلة رقم (١):

$$(١) T_p^{(hr)} = ct (L_b L_{ca})^{0.3} \text{ (Raghunath, 2006)}$$

(١) حيث إن: $T_p^{(hr)}$ زمن التباطؤ

L_b طول المجرى الرئيسي للحوض

L_{ca} المسافة الفاصلة بين مصب الحوض المائي ومركز ثقله (كم)

ct معامل زمن تدفق الذروة Peak flow time factor أو معامل التباطؤ وهو خاص

بطبيعة الحوض وانحداره وتتراوح قيمته بين (٠.٢ - ٢.٢).

يتضح من جدول (١٠) أن فترة الاستجابة لتساقط الأمطار بحوض وادي سنور تراوحت بين ٣.٦ - ٣٩.٩ ساعة، ويلاحظ أنه كلما ارتفعت قيمة (ct) زاد زمن استجابة الحوض للوصول إلى ذروة التدفق، لأن هذه الزيادة تعني قلة الانحدار وقتها تعني زيادة الانحدار وبالتالي تناقص القيم.

جدول (١٠) فترة الاستجابة والفترة القياسية للأمطار بحوض وادي سنور

| T_r | T_p | ct |
|-------|--------|-----|
| ٠,٦٥٩ | ٣,٦٢٥ | ٠,٢ |
| ١,٣١٨ | ٧,٢٥٠ | ٠,٤ |
| ١,٩٧٧ | ١٠,٨٧٦ | ٠,٦ |
| ٢,٦٣٧ | ١٤,٥٠١ | ٠,٨ |
| ٣,٢٩٦ | ١٨,١٢٦ | ١ |
| ٣,٩٥٥ | ٢١,٧٥١ | ١,٢ |
| ٤,٦١٤ | ٢٥,٣٧٦ | ١,٤ |
| ٥,٢٧٣ | ٢٩,٠٠٢ | ١,٦ |
| ٥,٩٣٢ | ٣٢,٦٢٧ | ١,٨ |
| ٦,٥٩١ | ٣٦,٢٥٢ | ٢ |
| ٧,٢٥٠ | ٣٩,٨٧٧ | ٢,٢ |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على المعادلة رقم (١) والمعادلة رقم (٢)

٢- الفترة الزمنية القياسية للأمطار^(١):

تشير إلى المدة الزمنية اللازمة لحدوث جريان سطحي بعد التعرض لعاصفة مطرية، ويتم الاعتماد عليها في حالة كون فترة سقوط الأمطار (T_r) لا تتجاوز زمن استجابة الحوض (T_p) (محمد سعيد البارودي، ٢٠١٢، ص ٥٥)، وهو ما ينطبق على حوض وادي سنور، ويمكن حسابها وفق المعادلة رقم (٢):

$$T_r^{(hr)} = \frac{T_p^{(hr)}}{5.5} \quad (\text{Réménieras, G, 1972, P. 45}) \quad (٢)$$

(١) حيث إن: $T_r^{(hr)}$ الفترة القياسية لتمثيل زمن ذروة سقوط الأمطار (ساعة)

$T_p^{(hr)}$ زمن استجابة حوض التصريف لتساقط الأمطار (ساعة)

يتضح من جدول (١٠) أن الفترة القياسية لزمن ذروة هطول الأمطار تراوحت بين ٠.٦٦ - ٧.٢٥ ساعة، وبالتالي فإن حوض وادي سنور يحتاج إلي فترة لا تزيد علي ٧.٢٥ ساعة للوصول إلي ذروة التساقط المطري والجريان السيلي، حيث يرتبط ذلك بإنخفاض قيمة $T_p^{(hr)}$ التي تمثل زمن استجابة الحوض والتي تتأثر في الأساس بقيم Ct ، حيث أنه كلما زادت قيمتها زادت معها فترة استجابة الحوض وهو ما يعني قلة الانحدار وزيادة الأزمنة الأخرى في حين أن انخفاضها يشير إلي زيادة الانحدار ومن ثم انخفاض الأزمنة الأخرى (عواد حامد محمد موسى، ٢٠١٧، ص ٣١٣).

جدول (١١) كمية التدفق الأقصى للسيول بحوض وادي سنور م ٣ / ث

| cp | | | | | | ct |
|----------|----------|---------|---------|---------|---------|-----|
| ٦,٥ | ٦ | ٥ | ٤ | ٣ | ٢ | |
| ١١١٦٤,١٤ | ١٠٣٠٥,٣٦ | ٨٥٨٧,٨٠ | ٦٨٧٠,٢٤ | ٥١٥٢,٦٨ | ٣٤٣٥,١٢ | ٠,٢ |
| ٥٥٨٢,٠٧ | ٥١٥٢,٦٨ | ٤٢٩٣,٩٠ | ٣٤٣٥,١٢ | ٢٥٧٦,٣٤ | ١٧١٧,٥٦ | ٠,٤ |
| ٣٧٢١,٣٨ | ٣٤٣٥,١٢ | ٢٨٦٢,٦٠ | ٢٢٩٠,٠٨ | ١٧١٧,٥٦ | ١١٤٥,٠٤ | ٠,٦ |
| ٢٧٩١,٠٤ | ٢٥٧٦,٣٤ | ٢١٤٦,٩٥ | ١٧١٧,٥٦ | ١٢٨٨,١٧ | ٨٥٨,٧٨ | ٠,٨ |
| ٢٢٣٢,٨٣ | ٢٠٦١,٠٧ | ١٧١٧,٥٦ | ١٣٧٤,٠٥ | ١٠٣٠,٥٤ | ٦٨٧,٠٢ | ١ |
| ١٨٦٠,٦٩ | ١٧١٧,٥٦ | ١٤٣١,٣٠ | ١١٤٥,٠٤ | ٨٥٨,٧٨ | ٥٧٢,٥٢ | ١,٢ |
| ١٥٩٤,٨٨ | ١٤٧٢,١٩ | ١٢٢٦,٨٣ | ٩٨١,٤٦ | ٧٣٦,١٠ | ٤٩٠,٧٣ | ١,٤ |
| ١٣٩٥,٥٢ | ١٢٨٨,١٧ | ١٠٧٣,٤٨ | ٨٥٨,٧٨ | ٦٤٤,٠٩ | ٤٢٩,٣٩ | ١,٦ |
| ١٢٤٠,٤٦ | ١١٤٥,٠٤ | ٩٥٤,٢٠ | ٧٦٣,٣٦ | ٥٧٢,٥٢ | ٣٨١,٦٨ | ١,٨ |
| ١١١٦,٤١ | ١٠٣٠,٥٤ | ٨٥٨,٧٨ | ٦٨٧,٠٢ | ٥١٥,٢٧ | ٣٤٣,٥١ | ٢ |
| ١٠١٤,٩٢ | ٩٣٦,٨٥ | ٧٨٠,٧١ | ٦٢٤,٥٧ | ٤٦٨,٤٣ | ٣١٢,٢٨ | ٢,٢ |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي المعادلة رقم (٣)

٣- كمية التدفق الأقصى للسيول بالحوض^(١):

ويتم من خلالها تقدير أقصى معدل تصريف محتمل للسيول، حيث يتم حسابها وفق المعادلة رقم (٣):

$$Q_p (m^3/s) = \frac{C_p (A)}{T_p (hr)} \quad (\text{Ragunath, 2006}) \quad (٣)$$

يتضح من جدول (١١) أن كمية التدفق الأقصى للسيول في حوض وادي سنور تتراوح بين (٣١٢.٣ - ١١١٦٤.١) م^٣/ث. ويلاحظ أنه كلما زادت قيمة (cp) كلما زاد معه قيمة التدفق الأقصى للسيول، في حين أن العلاقة عكسية بين قيمة (ct) وأقصى تدفق للسيول.

جدول (١٢) زمن الأساس للسيول (يوم - ساعة) بحوض وادي سنور

| T _r (hours) | T _p (day) | ct |
|------------------------|----------------------|-----|
| ١٤,٥٠ | ٣,٤٥٣ | ٠,٢ |
| ٢٩,٠٠ | ٣,٩٠٦ | ٠,٤ |
| ٤٣,٥٠ | ٤,٣٦٠ | ٠,٦ |
| ٥٨,٠٠ | ٤,٨١٣ | ٠,٨ |
| ٧٢,٥٠ | ٥,٢٦٦ | ١ |
| ٨٧,٠٠ | ٥,٧١٩ | ١,٢ |
| ١٠١,٥٠ | ٦,١٧٢ | ١,٤ |
| ١١٦,٠١ | ٦,٦٢٥ | ١,٦ |
| ١٣٠,٥١ | ٧,٠٧٨ | ١,٨ |
| ١٤٥,٠١ | ٧,٥٣٢ | ٢ |
| ١٥٩,٥١ | ٧,٩٨٥ | ٢,٢ |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على المعادلة رقم (١-٤) والمعادلة رقم (٤-ب)

(١) حيث إن: Q_p (m³/s) كمية التدفق الأقصى للسيول

A مساحة الحوض

cp معامل تدفق الذروة ويرتبط بقابلية الحوض لتخزين المياه وله علاقة بالنفاذية

وتتراوح قيمته بين (٢.٠ - ٦.٥)

٤- زمن الأساس (زمن القاعدة للهيدروجراف) للسيل:

يتم حسابها وفق المعادلة رقم (٤ - أ)^(١)، وتشير إلى المدة الأساسية لحدوث السيل محسوبة باليوم وحددها سنايدر بثلاثة أيام للأحواض:

$$(ع-أ) T_b (\text{days}) = 3 + \frac{T_p (\text{hr})}{8.0} \quad (\text{عبدالرحمن عبدالرحمن وجاهك مارديني، ٢٠٠٣، ص ٤١٣})$$

يتضح من جدول (١٢) أن زمن الأساس للسيل (يوم) في حوض وادي سنور يتراوح بين ٣.٤٥ - ٧.٩٩ يوم، وهي قيم مرتفعة حيث تم حسابها علي أساس الأحواض كبيرة المساحة (٣ - ٥ أيام) أو الأحواض التي تتعرض لعواصف مطرية متكررة، ولذلك تم استبدالها بمعادلة سنايدر رقم (٤ - ب)^(٢) والتي تتوافق مع حوض وادي سنور حيث يتم فيها حساب زمن الأساس للسيل بالساعة.

$$(ع-ب) T_b (\text{hours}) = (T_p)^{(\text{hr})} \times 4 \quad (\text{محمد سعيد البارودي، ٢٠١٢، ص ٥٧})$$

يتضح من جدول (١٢) أن زمن الأساس للسيل (ساعة) في حوض وادي سنور يتراوح بين ١٤.٥ - ١٥٩.٥ ساعة، وهو ما يعني أن الجريان السيلي بحوض وادي سنور يتصاعد بشكل تدريجي.

(١) حيث إن: $T_b (\text{days})$ زمن الأساس للسيل والذي تبلغ مدته ثلاثة أيام للأحواض الكبيرة المساحة.

$T_p^{(\text{hr})}$ زمن استجابة حوض التصريف لتساقط الأمطار، ويلاحظ تأثر زمن الأساس للسيل بقيمة زمن الاستجابة والتي كلما زادت ارتفع معها زمن السيل الذي يتأثر أيضا بالزيادة في قيم معامل التباطؤ (ct).

(١) حيث إن: $T_b (\text{hours})$ زمن الأساس للسيل ساعة.
 $T_p^{(\text{hr})}$ زمن استجابة حوض التصريف لتساقط الأمطار.

جدول (١٣) فترة الأرتفاع التدريجي لتدفق السيل (يوم - ساعة) بحوض وادي سنور

| T _m (hours) | T _m (day) | ct |
|------------------------|----------------------|-----|
| ٤,٨٣٣ | ٢٧,٥٩٦ | ٠,٢ |
| ٩,٦٦٧ | ٣١,٢١٧ | ٠,٤ |
| ١٤,٥٠٠ | ٣٤,٨٤٥ | ٠,٦ |
| ١٩,٣٣٣ | ٣٨,٤٦٥ | ٠,٨ |
| ٢٤,١٦٧ | ٤٢,٠٨٦ | ١ |
| ٢٩,٠٠٠ | ٤٥,٧٠٦ | ١,٢ |
| ٣٣,٨٣٣ | ٤٩,٣٢٧ | ١,٤ |
| ٣٨,٦٧٠ | ٥٢,٩٤٧ | ١,٦ |
| ٤٣,٥٠٣ | ٥٦,٥٦٧ | ١,٨ |
| ٤٨,٣٣٧ | ٦٠,١٩٦ | ٢ |
| ٥٣,١٧٠ | ٦٣,٨١٦ | ٢,٢ |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي المعادلة رقم (١-٥) والمعادلة رقم (٥-ب)

٥- فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل:

يقصد بها الفترة الزمنية التي يحتاجها الجريان السيلي للوصول إلي أعلى منسوب له، ويتم حسابها وفق المعادلة رقم (٥ - أ)^(١):

$$(A-5) T_m^{(hr)} (days) = \frac{1}{3} T_b (days) \quad (Ragunath, 2006)$$

يتضح من جدول (١٣) أن فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل (يوم) في حوض وادي سنور تراوحت بين ٢٧.٦ - ٦٣.٨ يوم. وقد تم استبدال المعادلة السابقة (٥ - أ) بالمعادلة التالية رقم (٥ - ب)^(٢) التي تعد أكثر تناسباً لظروف حوض وادي سنور، حيث يتم حساب فترة الارتفاع التدريجي للسيل بالساعة.

(١) حيث إن: T_m^(hr) (days) فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل (ساعة).

T_b (days) زمن الأساس للسيل (ساعة).

(٢) حيث إن: T_m^(hr) hours فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل بالساعات (ساعة).

T_b (hours) زمن الأساس للسيل (ساعة).

$$(T_m^{(hr)} \text{ hours}) = \frac{T_b \text{ (hours)}}{3.0} \quad (\text{محمد سعيد البارودي، ٢٠١٢، ص ٥٨})$$

يتضح من جدول (١٣) أن فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل (ساعة) في حوض وادي سنور تراوحت بين ٤.٨ - ٥٣.٢ ساعة، ويلاحظ هنا تأثير عامل مساحة الحوض علي ارتفاع تدفق السيل داخل الحوض، كما يلاحظ أيضًا أنه كلما زادت قيمة زمن التباطؤ أو زمن الأساس (Ct) زادت فترة الأرتفاع التدريجي للوصول إلى ذروة التدفق.

٦- فترة الانخفاض التدريجي لتدفق السيل:

ويقصد بها الفترة الزمنية التي يستغرقها السيل لرجوع المياه إلي وضعها الطبيعي، أي أنها فترة أنخفاض منسوب السيل ورجوع الجريان السيلي إلى وضعه الطبيعي، ويتم حسابها وفق المعادلة رقم (٦ - أ) ^(١):

$$(T_d^{(hr)} \text{ days}) = \frac{2}{3} T_b \text{ (days)} \quad (\text{Ragunath, 2006})$$

يتضح من جدول (١٤) أن فترة الانخفاض التدريجي لتدفق السيل في حوض وادي سنور تراوحت بين ٥٥.٣ - ١٢٧.٨ يوم. ويلاحظ أيضا ارتفاع قيم ناتج المعادلة السابقة وذلك لأنه تم حسابها علي أساس الأحواض كبيرة في المساحة لذا تم تعديلها بالمعادلة رقم (٦ - ب) ^(٢):

(١) حيث إن: $(T_d^{(hr)} \text{ days})$ فترة الانخفاض التدريجي لتدفق السيل بالساعات (ساعة) وهي الفترة

الزمنية الممتدة بين ذروة التدفق إلي نهايته علي الهيدروجراف.

$T_b \text{ (days)}$ زمن الأساس للسيل (ساعة).

(٢) حيث إن: $(T_d^{(hr)} \text{ hours})$ فترة الانخفاض التدريجي لتدفق السيل بالساعات (ساعة).

$T_b \text{ (hours)}$ زمن الأساس للسيل (ساعة).

$$(T_d^{(hr)} \text{ hours}) = T_b \text{ (hours)} \frac{2}{3} \quad (\text{محمد سعيد البارودي، ٢٠١٢، ص } ١٤)$$

تراوحت تلك الفترة في حوض وادي سنور بين ٩.٧ - ١٠٦.٤ ساعة، جدول

(١٤).

جدول (١٤) فترة الانخفاض التدريجي لتدفق السيل (يوم - ساعة)

بحوض وادي سنور

| $T_d^{(hr)}$ (hours) | $T_d^{(hr)}$ / (day) | ct |
|----------------------|----------------------|-----|
| ٩,٦٧٢ | ٥٥,٢٧٦ | ٠,٢ |
| ١٩,٣٤٣ | ٦٢,٥٢٧ | ٠,٤ |
| ٢٩,٠١٥ | ٦٩,٧٩٥ | ٠,٦ |
| ٣٨,٦٨٦ | ٧٧,٠٤٧ | ٠,٨ |
| ٤٨,٣٥٨ | ٨٤,٢٩٨ | ١ |
| ٥٨,٠٢٩ | ٩١,٥٥٠ | ١,٢ |
| ٦٧,٧٠١ | ٩٨,٨٠١ | ١,٤ |
| ٧٧,٣٧٩ | ١٠٦,٠٥٣ | ١,٦ |
| ٨٧,٠٥٠ | ١١٣,٣٠٥ | ١,٨ |
| ٩٦,٧٢٢ | ١٢٠,٥٧٢ | ٢ |
| ١٠٦,٣٩٣ | ١٢٧,٨٢٤ | ٢,٢ |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على المعادلة رقم (١-٦) والمعادلة رقم (٦-٦)

مما سبق وبعد حساب مدة الارتفاع والانخفاض التدريجي للسيل بحوض وادي

سنور يتضح الآتي:

- أن أدنى مدة زمنية للارتفاع التدريجي لتدفق السيل للوصول إلى أقصاه كانت (٤.٨ ساعة)، وأدنى قيمة زمنية للانخفاض التدريجي لتدفق السيل ورجوعه إلى وضعه الطبيعي كانت (٩.٧ ساعة).
- أن أعلى مدة زمنية يستغرقها السيل للوصول إلى أقصاه هي (٣٥.٢ ساعة)، بينما

كانت أعلى مدة زمنية يستغرقها السيل للوصول إلى وضعه الطبيعي (١٠٦.٤ ساعة).

جدول (١٥) تركيز الأمطار المناسبة لتدفق الذروة بحوض وادي سنور

| I (mm) | I (cm/hr) | ct |
|--------|-----------|-----|
| ١٥,١٧٥ | ١,٥١٧ | ٠,٢ |
| ٧,٥٨٧ | ٠,٧٥٩ | ٠,٤ |
| ٥,٠٥٨ | ٠,٥٠٦ | ٠,٦ |
| ٣,٧٩٢ | ٠,٣٧٩ | ٠,٨ |
| ٣,٠٣٤ | ٠,٣٠٣ | ١ |
| ٢,٥٢٨ | ٠,٢٥٣ | ١,٢ |
| ٢,١٦٧ | ٠,٢١٧ | ١,٤ |
| ١,٨٩٦ | ٠,١٩٠ | ١,٦ |
| ١,٦٨٦ | ٠,١٦٩ | ١,٨ |
| ١,٥١٧ | ٠,١٥٢ | ٢ |
| ١,٣٧٩ | ٠,١٣٨ | ٢,٢ |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على المعادلة رقم (٧)

٧- تركيز الأمطار المناسب لتدفق الذروة^(١):

ويتم حسابها وفق المعادلة رقم (٧):

$$(٧) \quad I \text{ (cm / hr)} = \frac{I}{T_r \text{ (hr)}} \quad (\text{محمد سعيد البارودي، ٢٠١٢، ص ٦٥})$$

يتضح من جدول (١٥) أن أدنى وأقصى تركيز أمطار مناسبة لتدفق الذروة في حوض وادي سنور تراوح بين ٠.١٣٨ - ١.٥١٧ سم / ساعة، ويلاحظ أن العلاقة

(١) حيث إن: $I \text{ (cm/hr)}$ تركيز الأمطار المناسبة لتدفق الذروة (سم/ساعة).

$T_r \text{ (hr)}$ الفترة القياسية لتمثيل زمن ذروة سقوط الأمطار.

عكسية بين تركيز الأمطار أو كثافتها وبين الفترة القياسية لزمن ذروة المطر $Tr^{(hr)}$ ، حيث أنه كلما زادت قيمة الفترة الزمنية قلت كثافة المطر والعكس صحيح وهي أيضا مرتبطة بقيمة زمن التباطؤ Ct بعلاقة عكسية أيضا.

جدول (١٦) قيمة تدفق الذروة النوعي بحوض وادي سنور

| cp | | | | | | ct |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| ٦,٥ | ٦ | ٥ | ٤ | ٣ | ٢ | |
| ٩,٧٣٦ | ٨,٩٨٨ | ٧,٤٩٠ | ٥,٩٩٢ | ٤,٤٩٤ | ٢,٩٩٦ | ٠,٢ |
| ٤,٨٦٨ | ٤,٤٩٤ | ٣,٧٤٥ | ٢,٩٩٦ | ٢,٢٤٧ | ١,٤٩٨ | ٠,٤ |
| ٣,٢٤٥ | ٢,٩٩٦ | ٢,٤٩٧ | ١,٩٩٧ | ١,٤٩٨ | ٠,٩٩٩ | ٠,٦ |
| ٢,٤٣٤ | ٢,٢٤٧ | ١,٨٧٢ | ١,٤٩٨ | ١,١٢٣ | ٠,٧٤٩ | ٠,٨ |
| ١,٩٤٧ | ١,٧٩٨ | ١,٤٩٨ | ١,١٩٨ | ٠,٨٩٩ | ٠,٥٩٩ | ١ |
| ١,٦٢٣ | ١,٤٩٨ | ١,٢٤٨ | ٠,٩٩٩ | ٠,٧٤٩ | ٠,٤٩٩ | ١,٢ |
| ١,٣٩١ | ١,٢٨٤ | ١,٠٧٠ | ٠,٨٥٦ | ٠,٦٤٢ | ٠,٤٢٨ | ١,٤ |
| ١,٢١٧ | ١,١٢٣ | ٠,٩٣٦ | ٠,٧٤٩ | ٠,٥٦٢ | ٠,٣٧٤ | ١,٦ |
| ١,٠٨٢ | ٠,٩٩٩ | ٠,٨٣٢ | ٠,٦٦٦ | ٠,٤٩٩ | ٠,٣٣٣ | ١,٨ |
| ٠,٩٧٤ | ٠,٨٩٩ | ٠,٧٤٩ | ٠,٥٩٩ | ٠,٤٤٩ | ٠,٣٠٠ | ٢ |
| ٠,٨٨٥ | ٠,٨١٧ | ٠,٦٨١ | ٠,٥٤٥ | ٠,٤٠٩ | ٠,٢٧٢ | ٢,٢ |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على المعادلة رقم (٨)

٨- قيمة تدفق الذروة النوعي المائي^(١):

وتشير إلى كمية تدفق السيول الأقصى / كم^٢، ويتم حسابها وفق المعادلة الآتية

رقم (٨):

(١) حيث إن: $Qp^{(m^3/s/km^2)}$ قيمة تدفق الذروة النوعي للحوض المائي.

$Qp^{(m^3/s)}$ كمية التدفق الأقصى للسيول.

$A^{(km^2)}$ مساحة الحوض.

$$(٨) Q_p^{(m^3/s/km^2)} = \frac{Q_p^{(m^3/s)}}{A (km^2)} \quad (Raghunath, 2006)$$

يتضح من جدول (١٦) أن قيمة تدفق الذروة النوعي للحوض المائي بحوض وادي سنور تراوحت بين ٠.٢٧٢ - ٩.٧٣٦ م^٣/ث / كم^٢، ويلاحظ أنه كلما قلت مساحة الحوض ارتفعت معه قيمة تدفق الذروة النوعي والعكس صحيح حيث تصرف الأحواض صغيرة المساحة مياهها بشكل أسرع من الأحواض الكبيرة المساحة.

جدول (١٧) الفترة الزمنية W50 المناسبة لعرض منحنى السيل بحوض وادي سنور

| cp | | | | | | ct |
|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-----|
| ٦,٥ | ٦ | ٥ | ٤ | ٣ | ٢ | |
| ٠,٤٧٩ | ٠,٥٢٣ | ٠,٦٣٦ | ٠,٨١٠ | ١,١٠٥ | ١,٧١٢ | ٠,٢ |
| ١,٠١٤ | ١,١٠٥ | ١,٣٤٦ | ١,٧١٢ | ٢,٣٣٦ | ٣,٦٢٠ | ٠,٤ |
| ١,٥٧١ | ١,٧١٢ | ٢,٠٨٤ | ٢,٦٥٣ | ٣,٦٢٠ | ٥,٦٠٦ | ٠,٦ |
| ٢,١٤٢ | ٢,٣٣٦ | ٢,٨٤٦ | ٣,٦٢٠ | ٤,٩٤٣ | ٧,٦٥٠ | ٠,٨ |
| ٢,٧٢٦ | ٢,٩٧٢ | ٣,٦٢٠ | ٤,٦٠٩ | ٦,٢٨٥ | ٩,٧٣٩ | ١ |
| ٣,٣٢٠ | ٣,٦٢٠ | ٤,٤٠٩ | ٥,٦٠٦ | ٧,٦٥٠ | ١١,٨٦٤ | ١,٢ |
| ٣,٩٢٢ | ٤,٢٧٥ | ٥,٢٠٤ | ٦,٦٢٧ | ٩,٠٣٢ | ١٤,٠٠٠ | ١,٤ |
| ٤,٥٣١ | ٤,٩٤٣ | ٦,٠١٥ | ٧,٦٥٠ | ١٠,٤٢٨ | ١٦,١٨٥ | ١,٦ |
| ٥,١٤٢ | ٥,٦٠٦ | ٦,٨٢٩ | ٨,٦٨٢ | ١١,٨٦٤ | ١٨,٣٦١ | ١,٨ |
| ٥,٧٦١ | ٦,٢٨٥ | ٧,٦٥٠ | ٩,٧٣٩ | ١٣,٣٠٢ | ٢٠,٥٨٨ | ٢ |
| ٦,٣٩٣ | ٦,٩٦٥ | ٨,٤٨٥ | ١٠,٧٩٠ | ١٤,٦٩٨ | ٢٢,٨٥٧ | ٢,٢ |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي المعادلة رقم (٩-١)

جدول (١٨) الفترة الزمنية W75 المناسبة لعرض منحني السيل بحوض وادي سنور

| cp | | | | | | ct |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-----|
| ٦,٥ | ٦ | ٥ | ٤ | ٣ | ٢ | |
| ٠,٢٧٥ | ٠,٣٠٠ | ٠,٣٦٥ | ٠,٤٦٤ | ٠,٦٣٣ | ٠,٩٨١ | ٠,٢ |
| ٠,٥٨١ | ٠,٦٣٣ | ٠,٧٧١ | ٠,٩٨١ | ١,٣٣٩ | ٢,٠٧٥ | ٠,٤ |
| ٠,٩٠٠ | ٠,٩٨١ | ١,١٩٥ | ١,٥٢١ | ٢,٠٧٥ | ٣,٢١٣ | ٠,٦ |
| ١,٢٢٨ | ١,٣٣٩ | ١,٦٣١ | ٢,٠٧٥ | ٢,٨٣٣ | ٤,٣٨٥ | ٠,٨ |
| ١,٥٦٣ | ١,٧٠٤ | ٢,٠٧٥ | ٢,٦٤٢ | ٣,٦٠٣ | ٥,٥٨٣ | ١ |
| ١,٩٠٣ | ٢,٠٧٥ | ٢,٥٢٨ | ٣,٢١٣ | ٤,٣٨٥ | ٦,٨٠١ | ١,٢ |
| ٢,٢٤٨ | ٢,٤٥٠ | ٢,٩٨٣ | ٣,٧٩٩ | ٥,١٧٧ | ٨,٠٢٥ | ١,٤ |
| ٢,٥٩٧ | ٢,٨٣٣ | ٣,٤٤٨ | ٤,٣٨٥ | ٥,٩٧٨ | ٩,٢٧٧ | ١,٦ |
| ٢,٩٤٨ | ٣,٢١٣ | ٣,٩١٥ | ٤,٩٧٧ | ٦,٨٠١ | ١٠,٥٢٥ | ١,٨ |
| ٣,٣٠٢ | ٣,٦٠٣ | ٤,٣٨٥ | ٥,٥٨٣ | ٧,٦٢٥ | ١١,٨٠١ | ٢ |
| ٣,٦٦٤ | ٣,٩٩٣ | ٤,٨٦٤ | ٦,١٨٥ | ٨,٤٢٥ | ١٣,١٠٢ | ٢,٢ |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على المعادلة رقم (٩ - ب)

٩- الفترة الزمنية $W50^{(hr)}$ و $W75^{(hr)}$ المناسبين لعرض منحني السيل (الهيدروجراف) عند مستوي ٥٠٪ و ٧٥٪ من تصريف الذروة^(١):

ويتم حسابها وفق المعادلتين رقما (٩ - أ) و (٩ - ب):

$$(أ - ٩) W_{50}^{(hr)} = \frac{5.6}{(Q_p)^{1.08}} \quad (\text{Dubreuil, p., 1974})$$

$$(ب - ٩) W_{75}^{(hr)} = \frac{3.21}{(Q_p)^{1.08}} \quad (\text{Dubreuil, p., 1974})$$

يتضح من جدول (١٧) أن الفترة الزمنية المناسبة لعرض منحني السيل (الهيدروجراف) عند مستوي ٥٠٪ في حوض وادي سنور تراوحت بين ٠.٤٧٩ - ٢٢.٨٦

(١) حيث إن: $W50^{(hr)}$ و $W75^{(hr)}$ الفترة الزمنية المناسبة لقيمة ٥٠٪ و ٧٥٪ من التدفق الأقصى للسيل (م/٣ ثانية).

Q_p قيمة تدفق الذروة النوعي للحوض المائي. ($m^3/s/km^2$)

ساعة، جدول رقم (١٧). كما يتضح من جدول (١٨) أن الفترة الزمنية المناسبة لعرض منحني السيل (الهيدروجراف) عند مستوي ٧٥٪ في حوض وادي سنور تراوحت بين ٠.٢٧٥ - ١٣.١ ساعة.

١٠- حجم السيل في الحوض المائي^(١):

ويتم حسابها وفق المعادلة رقم (١٠):

$$(١٠) AL^{(Hm^3)} (10^{6m^3}) = Q_p^{(m^3/s)} [(T_m(sec.) 10^{-6})] \quad (PNUD-OPE, 1987)$$

يتضح مكن جدول (١٩) أن حجم السيل في حوض وادي سنور يتراوح بين ٧١.٧٤ - ١١٠٩.١ مليون م^٣.

جدول (١٩) أحجام السيول بحوض وادي سنور

| cp | | | | | | ct |
|----------|----------|---------|---------|---------|---------|-----|
| ٦,٥ | ٦ | ٥ | ٤ | ٣ | ٢ | |
| ١١٠٩,١١٣ | ١٠٢٣,٧٩٦ | ٨٥٣,١٦٤ | ٦٨٢,٥٣١ | ٥١١,٨٩٨ | ٣٤١,٢٦٥ | ٠,٢ |
| ٦٢٧,٣١٩ | ٥٧٩,٠٦٣ | ٤٨٢,٥٥٣ | ٣٨٦,٠٤٢ | ٢٨٩,٥٣٢ | ١٩٣,٠٢١ | ٠,٤ |
| ٤٦٦,٨١٧ | ٤٣٠,٩٠٨ | ٣٥٩,٠٩٠ | ٢٨٧,٢٧٢ | ٢١٥,٤٥٤ | ١٤٣,٦٣٦ | ٠,٦ |
| ٣٨٦,٤٨٦ | ٣٥٦,٧٥٦ | ٢٩٧,٢٩٧ | ٢٣٧,٨٣٧ | ١٧٨,٣٧٨ | ١١٨,٩١٩ | ٠,٨ |
| ٣٣٨,٢٩٦ | ٣١٢,٢٧٣ | ٢٦٠,٢٢٨ | ٢٠٨,١٨٢ | ١٥٦,١٣٧ | ١٠٤,٠٩٠ | ١ |
| ٣٠٦,١٦٢ | ٢٨٢,٦١١ | ٢٣٥,٥٠٩ | ١٨٨,٤٠٧ | ١٤١,٣٠٥ | ٩٤,٢٠٤ | ١,٢ |
| ٢٨٣,٢١٤ | ٢٦١,٤٢٧ | ٢١٧,٨٥٧ | ١٧٤,٢٨٥ | ١٣٠,٧١٤ | ٨٧,١٤٢ | ١,٤ |
| ٢٦٥,٩٩٩ | ٢٤٥,٥٣٧ | ٢٠٤,٦١٥ | ١٦٣,٦٩١ | ١٢٢,٧٦٩ | ٨١,٨٤٦ | ١,٦ |
| ٢٥٢,٦٠٩ | ٢٣٣,١٧٧ | ١٩٤,٣١٤ | ١٥٥,٤٥١ | ١١٦,٥٨٩ | ٧٧,٧٢٦ | ١,٨ |
| ٢٤١,٩٣٣ | ٢٢٣,٣٢٤ | ١٨٦,١٠٣ | ١٤٨,٨٨١ | ١١١,٦٦٢ | ٧٤,٤٤١ | ٢ |
| ٢٣٣,١٦٦ | ٢١٥,٢٣٠ | ١٧٩,٣٥٩ | ١٤٣,٤٨٧ | ١٠٧,٦١٦ | ٧١,٧٤٣ | ٢,٢ |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي المعادلة رقم (١٠)

(٢) حيث إن: $AL^{(Hm^3)} (10^{6m^3})$ حجم السيل في الحوض المائي.

$Q_p^{(m^3/s)}$ كمية التدفق الأقصى للسيول.

$T_m(sec.)$ فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل بالثانية.

جدول (٢٠) عمق الجريان السطحي المناسب لذروة تدفق السيل بحوض وادي سنور

| cp | | | | | | ct |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|
| ٦,٥ | ٦ | ٥ | ٤ | ٣ | ٢ | |
| ٣٥٦,٧٩٥ | ٣٢٩,٣٤٩ | ٢٧٤,٤٥٨ | ٢١٩,٥٦٦ | ١٦٤,٦٧٥ | ١٠٩,٧٨٣ | ٠,٢ |
| ٢٠١,٧٩٧ | ١٨٦,٢٧٥ | ١٥٥,٢٢٩ | ١٢٤,١٨٣ | ٩٣,١٣٧ | ٦٢,٠٩٢ | ٠,٤ |
| ١٥٠,١٧٣ | ١٣٨,٦٢١ | ١١٥,٥١٧ | ٩٢,٤١٤ | ٦٩,٣١٠ | ٤٦,٢٠٧ | ٠,٦ |
| ١٢٤,٣٣٢ | ١١٤,٧٦٨ | ٩٥,٦٤٠ | ٧٦,٥١٢ | ٥٧,٣٨٤ | ٣٨,٢٥٦ | ٠,٨ |
| ١٠٨,٨٢٦ | ١٠٠,٤٥٤ | ٨٣,٧١٢ | ٦٦,٩٧٠ | ٥٠,٢٢٧ | ٣٣,٤٨٥ | ١ |
| ٩٨,٤٩٠ | ٩٠,٩١٤ | ٧٥,٧٦٢ | ٦٠,٦٠٩ | ٤٥,٤٥٧ | ٣٠,٣٠٥ | ١,٢ |
| ٩١,١٠٦ | ٨٤,٠٩٧ | ٧٠,٠٨١ | ٥٦,٠٦٥ | ٤٢,٠٤٩ | ٢٨,٠٣٢ | ١,٤ |
| ٨٥,٥٦٩ | ٧٨,٩٨٧ | ٦٥,٨٢٣ | ٥٢,٦٥٨ | ٣٩,٤٩٤ | ٢٦,٣٢٩ | ١,٦ |
| ٨١,٢٦٣ | ٧٥,٠١٢ | ٦٢,٥١٠ | ٥٠,٠٠٨ | ٣٧,٥٠٦ | ٢٥,٠٠٤ | ١,٨ |
| ٧٧,٨٢٧ | ٧١,٨٤١ | ٥٩,٨٦٧ | ٤٧,٨٩٤ | ٣٥,٩٢١ | ٢٣,٩٤٧ | ٢ |
| ٧٥,٠٠٨ | ٦٩,٢٣٨ | ٥٧,٦٩٨ | ٤٦,١٥٩ | ٣٤,٦١٩ | ٢٣,٠٧٩ | ٢,٢ |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على المعادلة رقم (١١)

١١- سمك (عمق) الجريان السطحي المناسب لذروة تدفق السيل^(١):

ويتم حسابها وفق المعادلة رقم (١١):

$$(١١) E^{(mm)} = Q_p^{(m^3/s)} [(T_m(sec.) \times 10^{-3})(S^{-1} (Km^2))] \quad (Ragunath, 2006)$$

يتضح من جدول (٢٠) أن عمق الجريان السيلبي في وادي سنور تراوح بين

٢٣.١ - ٣٥٦.٨ مم.

(١) حيث إن: $E^{(mm)}$ سمك أو عمق الجريان السطحي المناسب لذروة تدفق السيل.

$Q_p^{(m^3/s)}$ كمية التدفق الأقصى للسيول.

$T_m(sec.)$ فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل.

(S) مساحة الحوض.

١٢- قوة السيل (A) (١)

ويتم حسابها وفق المعادلة الآتية رقم (١٢):

$$A = \frac{Q_p \text{ (m}^3\text{/s)}}{\sqrt{S \text{ (km}^2)}} \quad (\text{Prade, 1961}) \quad (12)$$

يتضح من جدول (٢١) أن معامل قوة السيل في حوض وادي سنور تراوح بين ٣.٩٦ - ١٤١.٤٨، وترتبط قوة السيل للحوض بعلاقة طردية مع ارتفاع قيمة درجة الانحدار (ct) وبالعلاقة عكسية مع النفاذية (cp) حيث تزداد قوة السيل للحوض كلما ارتفعت درجة الانحدار للحوض وقل مقدار نفاذيته. وتعد منطقة المجري الأدنى والأوسط من حوض وادي سنور هي الأكثر عرضة لخطر السيول حيث تمثل المناطق الأقل انحدارًا والتي تتجمع فيها المياه، وفي نفس الوقت هي أكثر الأماكن المناسبة لإقامة التجمعات العمرانية والزراعية، ومن ثم فهي الأكثر عرضة لخطر الجريان السيلوي.

جدول (٢١) معامل قوة السيول بحوض وادي سنور

| cp | | | | | | ct |
|---------|---------|---------|--------|--------|--------|-----|
| ٦,٥ | ٦ | ٥ | ٤ | ٣ | ٢ | |
| ١٤١,٤٨٣ | ١٣٠,٥٩٩ | ١٠٨,٨٣٣ | ٨٧,٠٦٦ | ٦٥,٣٠٠ | ٤٣,٥٣٣ | ٠,٢ |
| ٧٠,٧٤١ | ٦٥,٣٠٠ | ٥٤,٤١٦ | ٤٣,٥٣٣ | ٣٢,٦٥٠ | ٢١,٧٦٧ | ٠,٤ |
| ٤٧,١٦١ | ٤٣,٥٣٣ | ٣٦,٢٧٨ | ٢٩,٠٢٢ | ٢١,٧٦٧ | ١٤,٥١١ | ٠,٦ |
| ٣٥,٣٧١ | ٣٢,٦٥٠ | ٢٧,٢٠٨ | ٢١,٧٦٧ | ١٦,٣٢٥ | ١٠,٨٨٣ | ٠,٨ |
| ٢٨,٢٩٧ | ٢٦,١٢٠ | ٢١,٧٦٧ | ١٧,٤١٣ | ١٣,٠٦٠ | ٨,٧٠٧ | ١ |
| ٢٣,٥٨٠ | ٢١,٧٦٧ | ١٨,١٣٩ | ١٤,٥١١ | ١٠,٨٨٣ | ٧,٢٥٦ | ١,٢ |
| ٢٠,٢١٢ | ١٨,٦٥٧ | ١٥,٥٤٨ | ١٢,٤٣٨ | ٩,٣٢٩ | ٦,٢١٩ | ١,٤ |
| ١٧,٦٨٥ | ١٦,٣٢٥ | ١٣,٦٠٤ | ١٠,٨٨٣ | ٨,١٦٣ | ٥,٤٤٢ | ١,٦ |
| ١٥,٧٢٠ | ١٤,٥١١ | ١٢,٠٩٣ | ٩,٦٧٤ | ٧,٢٥٦ | ٤,٨٣٧ | ١,٨ |
| ١٤,١٤٨ | ١٣,٠٦٠ | ١٠,٨٨٣ | ٨,٧٠٧ | ٦,٥٣٠ | ٤,٣٥٣ | ٢ |
| ١٢,٨٦٢ | ١١,٨٧٣ | ٩,٨٩٤ | ٧,٩١٥ | ٥,٩٣٦ | ٣,٩٥٨ | ٢,٢ |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على المعادلة رقم (١٢)

(٢) حيث إن: A معامل قوة السيل.

Qp كمية التدفق الأقصى للسيول. (m³/s)

S مساحة الحوض. (Km²)

جدول (٢٢) القيم الكمية والزمنية لتدفق السيول بحوض وادي سنور

| المتغيرات | اقصى قيمة (Qp. Max) | المتوسط (Qp. Mean) | اقل قيمة (Qp. Min) |
|---|---------------------|--------------------|--------------------|
| A(km) | ٦٢٢٦,٥ | ٦٢٢٦,٥ | ٦٢٢٦,٥ |
| L _b | ١٦٧,٥ | ١٦٧,٥ | ١٦٧,٥ |
| L _{ca} | ٩٣,٤ | ٩٣,٤ | ٩٣,٤ |
| ct | ٠,٢ | ٠,٢ | ١,٢ |
| cp | ٦,٥ | ٦,٥ | ٤,٢٥ |
| T _p ^(hr) | ٣٩,٨٨ | ٢١,٧٥ | ٣,٦٣ |
| T _r ^(hr) | ٧,٢٥ | ٣,٩٦ | ٠,٦٦ |
| Q _p ^(m³/s) | ١١١٦٤,١٤ | ٢٠٨٢,٥٩ | ٣١٢,٢٨ |
| T _b (days) | ٧,٩٩ | ٥,٧٢ | ٣,٤٥ |
| T _b (hours) | ١٥٩,٥ | ٨٧,٠ | ١٤,٥ |
| T _m ^(hr) (days) | ٦٣,٨٢ | ٤٥,٧١ | ٢٧,٦ |
| (T _m ^(hr) hours) | ٥٣,١٧ | ٢٩,٠ | ٤,٨٣ |
| (T _d ^(hr) days) | ١٢٧,٨٢ | ٩١,٥٥ | ٥٥,٢٨ |
| (T _d ^(hr) hours) | ١٠٦,٣٩ | ٥٨,٠٣ | ٩,٦٧ |
| I (cm/hr) | ١,٥٢ | ٠,٢٥٣ | ٠,١٣٨ |
| Q _p ^(m³/s/km²) | ٩,٧٤ | ١,٨٢ | ٠,٢٧٠ |
| W ₅₀ ^(hr) | ٢٢,٨٦ | ٦,١٦ | ٠,٤٨ |
| W ₇₅ ^(hr) | ١٣,١ | ٣,٥٣ | ٠,٢٧٥ |
| AL ^{(Hm³)(10⁶m³)} | ١١٠٩ | ٢٧٨,٧ | ٧١,٧٤ |
| E (mm) | ٣٥٦,٨ | ٨٩,٦٤ | ٢٣,٠٨ |
| A | ١٤١,٥ | ٢٦,٣٩ | ٣,٩٦ |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي المعادلات من (١) إلى (١٢)

يتضح مما سبق أنه يمكن تطبيق نموذج سنايدر على أي حوض كان وفي أي منطقة تفنقر إلى بيانات ميتوهيدرولوجية، إلا أن النتائج المستخرجة تبقى رياضية (نظرية) بحتة ويمكن الرجوع إليها والاعتماد عليها في تحديد الحدود القصوى والوسطي والدنيا لقيم خصائص السيول في هذه الأحواض، غير أن أهمية هذا النموذج وتطبيقه مرهونة بقياس قيم معامل زمن تدفق الذروة (ct) Peak flow time factor ومعامل تدفق الذروة (cp) Peak flow factor أو نقلها من حوض آخر مقاس وله نفس الخصائص، حيث يترتب علي ذلك تحديد دقيق لقيم معاملات السيول المدروسة وفق هذا النموذج بحيث

يتم الاعتماد عليها في الدراسات التي تهدف إلى الحد من أخطار السيول ومقاومة أضرارها.

ويتضح من دراسة وتحليل جدول (٢٢) لنتائج القيم الكمية والزمنية لتدفق السيول بحوض وادي سنور حسب القيم الدنيا والوسطى والقصى مايلي:

■ بلغ تصريف الذروة الدنيا بحوض وادي سنور حوالي ٣١٢.٣ م^٣ / ث بتدفق نوعي قدره ٠.١٤ م^٣ / ث / كم^٢، ويستمر الجريان السطحي في الحوض حوالي ١٤.٥ ساعة، ويصل إلى قمته بعد حوالي ٣.٦٣ ساعة، ويصل الجريان إلى أقصى منسوب له بعد حوالي ٤.٨٣ ساعة، في حين يستغرق حوالي ٩.٧ ساعة حتى يعود إلى وضعه الطبيعي، ويبلغ حجم الجريان السيلي فيه حوالي ٧١.٤ مليون م^٣ وبسبك بلغ حوالي ٢٣.١ مم، وتقدر قوة السيل بحوالي ٣.٩٦.

■ بلغ تصريف الذروة الوسطى بحوض وادي سنور حوالي ٢٠٨٢.٦ م^٣ / ث بتدفق نوعي قدره ٠.٢٥ م^٣ / ث / كم^٢، ويستمر الجريان السطحي في الحوض حوالي ٨٧ ساعة، ويصل إلى قمته بعد حوالي ٢١.٧٥ ساعة، ويصل الجريان إلى أقصى منسوب له بعد حوالي ٢٩ ساعة، في حين يستغرق حوالي ٥٨ ساعة حتى يعود إلى وضعه الطبيعي، ويبلغ حجم الجريان السيلي فيه حوالي ٢٧٨.٧ مليون م^٣ وبسبك بلغ حوالي ٨٩.٦ مم، وتقدر قوة السيل بحوالي ٢٦.٤.

■ بلغ تصريف الذروة القصى بحوض وادي سنور حوالي ١١١٦٤.١ م^٣ / ث بتدفق نوعي قدره ١.٥٢ م^٣ / ث / كم^٢، ويستمر الجريان السطحي في الحوض حوالي ١٥٩.٥ ساعة، ويصل إلى قمته بعد حوالي ٣٩.٩ ساعة، ويصل الجريان إلى أقصى منسوب له بعد حوالي ٥٣.٢ ساعة، في حين يستغرق حوالي ١٠٦.٤ ساعة حتى يعود إلى وضعه الطبيعي، ويبلغ حجم الجريان السيلي فيه حوالي ١١٠٩ مليون

م^٣ وبسبك بلغ حوالي ٣٥٦.٨ مم، وتقدر قوة السيل بحوالي ١٤١.٥.

ثالثاً: رسم هيدروجراف السيل لحوض وادي سنور:

يفيد تطبيق نموذج سنايدر في رسم هيدروجراف السيل لحوض وادي سنور، ويتم ذلك من خلال تطبيق معادلتين يتم من خلالهما توضيح الشكل العام لقيم تدفق المياه في فترة زمنية معينة. وفيما يلي عرض لهذه المعادلات:

١- التدفق الأقصى المناسب لفترة الارتفاع التدريجي للسيل^(١):

وتشير إلى المدة الزمنية التي يستغرقها السيل للوصول إلى اقصاه (محمد سعيد البارودي وآخرون، ٢٠١٣، ص ٦٠)، ويتم حسابه من خلال المعادلة الآتية رقم (١٣):

$$(١٣) Q_{Tm} (m^3/s) = Q_p \max (m^3/s) \left[\frac{T}{(T_m^{(hr)} \text{ hours})} \right]^2 \quad (\text{PNUD-OPE, 1987})$$

بلغت القيم الدنيا والوسطى والقصى للتدفق الأقصى المناسب لفترة الأرتفاع التدريجي للسيل بحوض وادي سنور (٢٨ - ٤٦ - ٦٤ ساعة) علي الترتيب.

(١) حيث إن: $Q_{Tm} (m^3/s)$ التدفق الأقصى المناسب لفترة الارتفاع التدريجي للسيل.

$Q_p \max (m^3/s)$ كمية التدفق الأقصى للسيل.

Max القيم الدنيا والوسطى والقصى من كمية التدفق الأقصى للسيول وتم حسابها من المعادلة (٣).

$(T_m^{(hr)} \text{ hours})$ فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل الاساسي (ساعة) وتم حسابها من المعادلة (٦).

T الفاصل الزمني المحدد لتقدير الارتفاع التدريجي للتدفق (ساعة) وتم حسابها من المعادلة (٦).

٢- التدفق الأقصى المناسب لفترة الانخفاض التدريجي للسيل^(١):

وتشير إلى المدة الزمنية التي يعود بها الجريان السيلي إلى وضعه الطبيعي (حنان الغيلان، ٢٠٠٨، ص ٢٦٨)، ويتم حسابه من خلال المعادلة الآتية رقم (١٤):

$$(١٤) \quad Q_{Td} \text{ (m}^3\text{/s)} = Q_p \max \text{ (m}^3\text{/s)} \left[\frac{(T_d^{(hr)} \text{ hours)} - T}{(T_d^{(hr)} \text{ hours)} \right]^3 \quad (\text{PNUD-OPE, 1987})$$

بلغت القيم الدنيا والوسطى والقصى للتدفق الأقصى المناسب لفترة الانخفاض التدريجي للسيل بحوض وادي سنور (٥٦ - ٩٢ - ١٢٨ ساعة) علي الترتيب.

يتضح من دراسة هيدروجراف السيل لحوض وادي سنور شكل (٨) أن هناك تفاوت في شكل وقيم كل هيدروجراف وأن مدة السيل بين الارتفاع والانخفاض قد بلغت ١٩٢ ساعة في القيمة القصى و ١٣٨ ساعة في القيمة الوسطى و ٨٤ ساعة في القيمة الدنيا.

كما يتضح أيضًا من شكل هيدروجراف السيل لحوض وادي سنور أنه من أنماط الهيدروجرافات الخطيرة التي تتركز فيها قيمة التدفق الأقصى للسيول في فترة قصيرة مما يشكل خطراً جيومورفولوجياً في حالة الجريان السيلي على كافة المنشآت في حرم مجري السيل بما في ذلك منشآت الحماية من سدود وبحيرات تخزين ومخزات ومصدات إن كانت قد صممت بطاقة أقل من قوة السيول التي تخرج من الوادي.

(١) حيث إن: Q_{Td} (m³/s) التدفق الأقصى المناسب لفترة الانخفاض التدريجي للسيل.

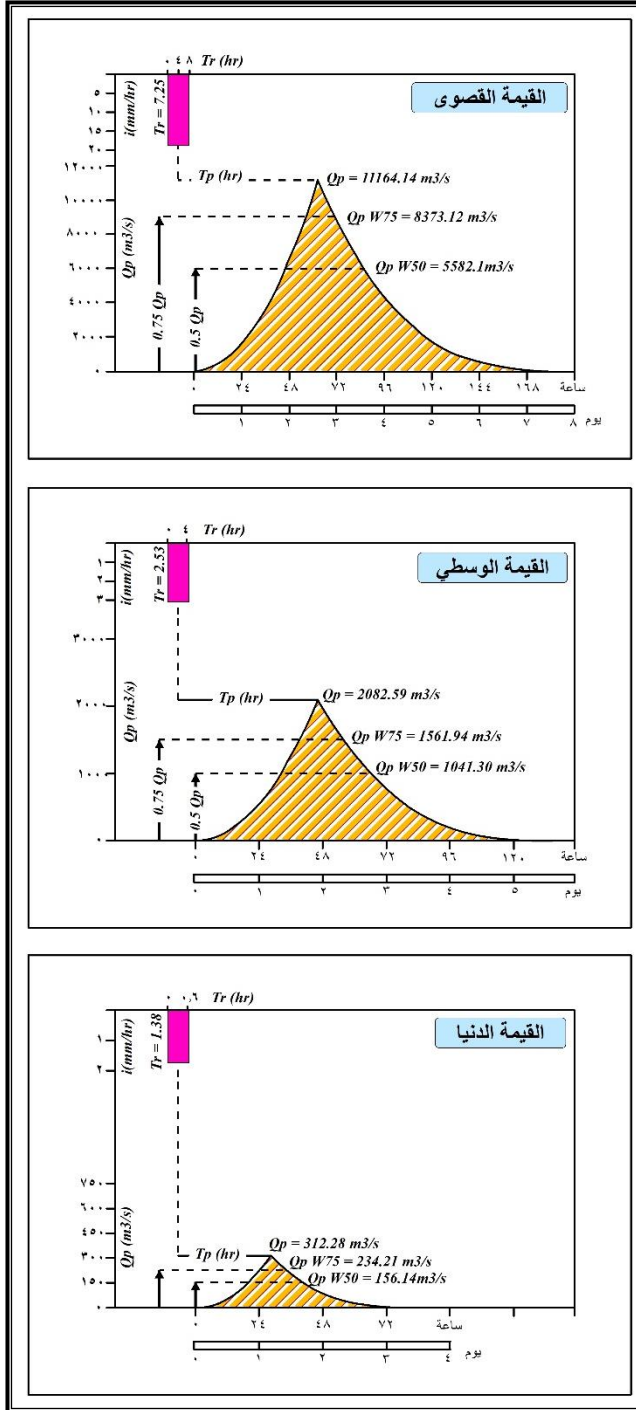
$Q_p \max$ (m³/s) كمية التدفق الأقصى للسيول.

Max القيم الدنيا والوسطى والقصى من كمية التدفق الأقصى للسيول وتم حسابها من المعادلة (٣).

$(T_d^{(hr)} \text{ hours})$ فترة الانخفاض التدريجي لتدفق السيل الاساسي (ساعة) وتم حسابها من المعادلة

(٨ - أ).

T الفاصل الزمني المحدد لتقدير الارتفاع التدريجي للتدفق (ساعة) وتم حسابها من المعادلة (٨ - أ).



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي المعادلة (١٣) (١٤).

شكل (٨) هيدروجراف السيل لحوض وادي سنور

رابعاً: احتمالية الرجوع للعواصف المطرية وعمق المطر المستقبلي:

١ - احتمالية الرجوع للعواصف المطرية:

لتقدير احتمالية حدوث السيول بحوض زادي سنور وزمن عودتها تم الاعتماد علي بيانات محطات الأرصاد في منطقة الدراسة وذلك للحصول علي أعلى كمية مطر سقطت في يوم واحد في هذه المحطات، حيث بلغ عدد تلك القراءات (١٥) قراءة يبلغ أقصى قيمة لها حوالي ٣٥ مم وذلك في محطة بني سويف عام ٢٠٢٠م و ٢٠ مم في نفس المحطة عام ١٩٧٢م. وقد تم ترتيب هذه القيم ترتيباً تنازلياً بحيث تأخذ أعلى قيمة من قيم المطر المرتبة الأولى تليها باقي القيم وهكذا (الترتيب) كما هو موضح بجدول (٢٣). كذلك تم حساب كمية التساقط المطري فوق جبال البحر الأحمر بزيادة قدرها ٢٥٪ عن التساقط في نفس الفترة وذلك وفق دراسة (Gheith, H & sultan, M., 2002, p. 44). وقد تم حساب احتمالية حدوث الجريان السيلفي في المنطقة ((P (%) بالاعتماد علي معادلة (Critchley, W & Siegert, K., 1991) وهي^(١):

$$P(\%) = \frac{(M-0.375)}{(N+0.25)} \times 100$$

ومن خلال تطبيق هذه المعادلة علي بيانات أقصى كمية مطر متاحة لدينا يتضح أن احتمالية حدوث سيل ١٢ مارس ٢٠٢٠م وهو أحدث السيول التي حدثت بحوض وادي سنور تصل إلي ٤.١٪، حيث أن العلاقة عكسية بين كمية المياه واحتمالية

(١) حيث إن: P(%) احتمالية رجوع العواصف المطرية (%).

M كمية المطر المراد حساب احتمالية عودتها.

N عدد القراءات التي تم الاعتماد عليها في الدراسة وعددها (٢٠) قراءة.

حدوث السيول فالسيول الكبيرة تقل احتمالية حدوثها عكس السيول الصغيرة الحجم.

كما تم حساب زمن عودة السيول بحوض وادي سنور ($T_p^{(yr)}$) وذلك وفقاً

للمعادلة التالية:

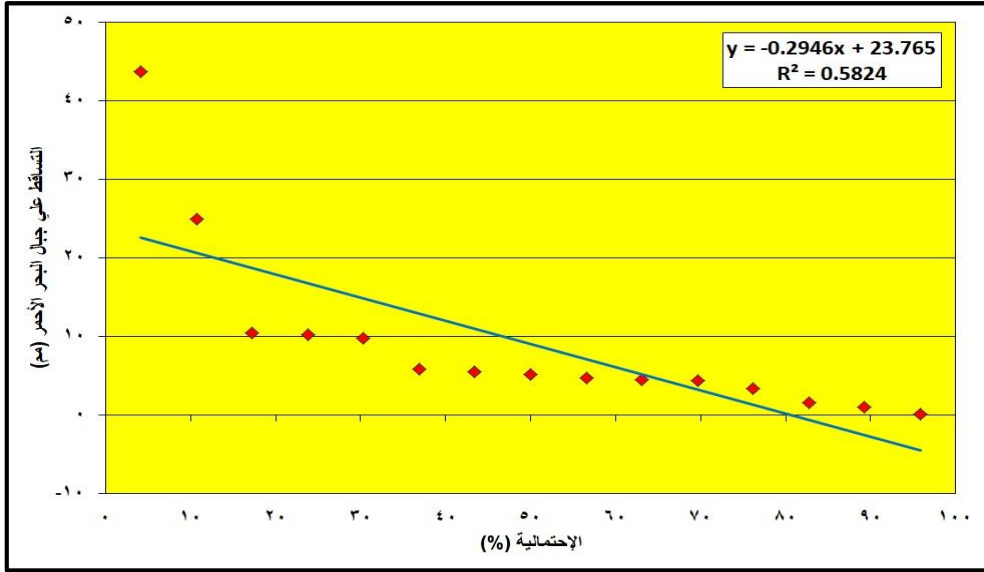
$$T_p^{(yr)} = 100 / P$$

ومن خلال المعادلة السابقة تم حساب زمن عودة السيول والتي تتناسب عكسياً مع احتمالية حدوث السيول، حيث أنه كلما زادت احتمالية حدوث السيول قلت الفترة الزمنية للعودة والعكس صحيح. وبناءً على ما سبق فإن احتمالية عودة سيل ١٢ مارس ٢٠٢٠ مرة أخرى بحوض وادي سنور يصل إلى ٢٤.٤ سنة، وبالتالي يتوقع حدوث سيل يماثل في القوة سيل عام ٢٠٢٠ بحلول عام ٢٠٤٤م.

جدول (٢٣) تقدير احتمالية الرجوع للعواصف المطرية في منطقة الدراسة

| العالم | الفاصل الزمني | أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد (مم) | التساقط على جبال البحر الأحمر | الترتيب | الاحتمالية (%) | زمن العودة (عام) |
|--------|---------------|-------------------------------------|-------------------------------|---------|----------------|------------------|
| ١٩٦٧ | - | ١,٣ | ١,٦٣ | ١٣ | ٨٢,٨ | ١,٢ |
| ١٩٦٩ | ٢ | ٣,٥ | ٤,٣٨ | ١١ | ٦٩,٧ | ١,٤ |
| ١٩٧١ | ٢ | ٧,٨ | ٩,٧٥ | ٥ | ٣٠,٣ | ٣,٣ |
| ١٩٧٢ | ١ | ٢٠ | ٢٥ | ٢ | ١٠,٧ | ٩,٣ |
| ١٩٧٣ | ١ | ٨,٤ | ١٠,٥ | ٣ | ١٧,٢ | ٥,٨ |
| ١٩٧٦ | ٣ | ٢,٧ | ٣,٣٨ | ١٢ | ٧٦,٢ | ١,٣ |
| ١٩٧٧ | ١ | ٤,١ | ٥,١٣ | ٨ | ٥٠ | ٢ |
| ١٩٧٨ | ١ | ٤,٧ | ٥,٨٨ | ٦ | ٣٦,٩ | ٢,٧ |
| ١٩٨٥ | ٧ | ٨,٢ | ١٠,٢٥ | ٤ | ٢٣,٨ | ٤,٢ |
| ١٩٨٥ | ٠ | ٣,٦ | ٤,٥ | ١٠ | ٦٣,١ | ١,٦ |
| ١٩٨٦ | ١ | ٠,١ | ٠,١٣ | ١٥ | ٩٥,٩ | ١ |
| ١٩٩٤ | ٨ | ٠,٨ | ١ | ١٤ | ٨٩,٣ | ١,١ |
| ١٩٩٤ | ٠,١ | ٣,٨ | ٤,٧٥ | ٩ | ٥٦,٦ | ١,٨ |
| ١٩٩٩ | ٥ | ٤,٤ | ٥,٥ | ٧ | ٤٣,٤ | ٢,٣ |
| ٢٠٢٠ | ٢١ | ٣٥ | ٤٣,٧٥ | ١ | ٤,١ | ٢٤,٤ |

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على معادلة (Critchley, W & Siebert, K., 1991)



المصدر: المصدر: من عمل الباحث اعتماداً علي جدول (٢٣).

شكل (٩) احتمالية الرجوع للعواصف المطرية المسببة للسيول في منطقة الدراسة

٢- تقدير العمق التصميمي للعواصف المطرية المستقبلية:

تفيد بعض البرمجيات الحديثة في الحصول علي التقديرات المستقبلية لكمية الأمطار في منطقة ما علي فترات زمنية مستقبلية متفاوتة، وذلك من خلال الاعتماد علي بيانات السجلات المطرية التي حدثت في فترات زمنية سابقة، وكلما زادت القراءات التي حدثت في الماضي زادت دقة التوقعات المستقبلية والتي تتم وفق مجموعة من النماذج الرياضية. وقد اعتمدت الدراسة علي برنامج HyfranPlus 10.1 في تقدير العمق التصميمي المتوقع للعواصف المطرية المستقبلية في المنطقة بناء علي البيانات التراكمية المتاحة لأكبر كمية مطر سقطت حيث تم الاعتماد علي نموذج Gumbel (Maximum Likelihood) في ذلك الأمر.

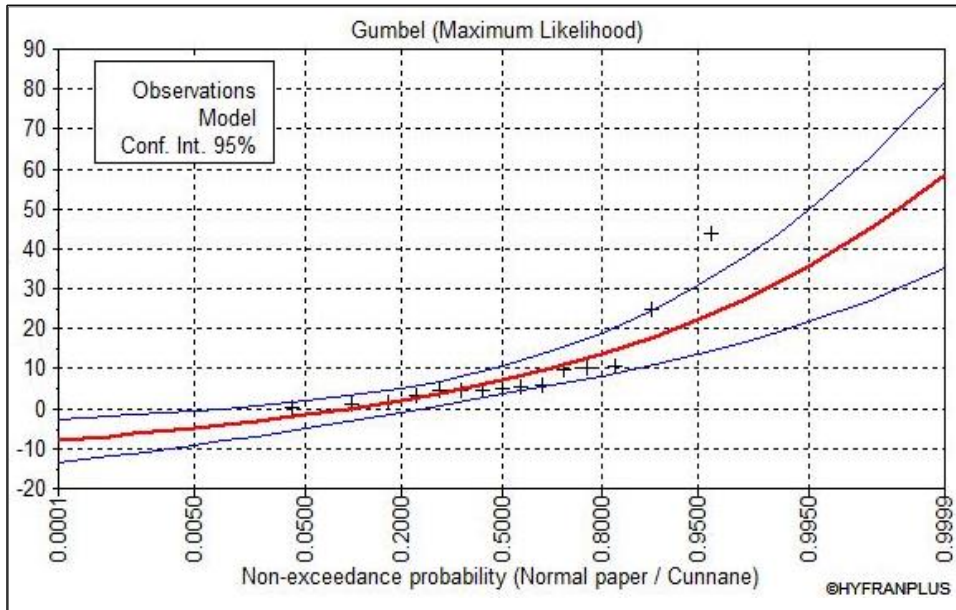
ويوضح جدول (٢٤) وشكل (١٠) تقدير العمق التصميمي المتوقع للعواصف المطرية المستقبلية في حوض وادي سنور، حيث يتوقع أن يبلغ عمق المطر خلال فترة

عامين ٦.٩٩ مم، ثم ترتفع هذه القيمة لتصل إلي ١٨ مم بعد ١٠ سنوات، كذلك يتوقع هذا النموذج أن يصل عمق الأمطار إلي ٢٧.٦ مم بعد ٥٠ عام و ٣١.٦ مم بعد ١٠٠ عام. ولعل هذه التقديرات مع تقديرات احتمالية عودة السيول تستدعي مراعاة خصائص العواصف المطرية في المنطقة والعمل علي حماية المنطقة من أخطارها عن طريق مجموعة من الإجراءات التي توصي بها الدراسة.

جدول (٢٤) تقدير العمق التصميمي للعواصف المطرية المستقبلية في منطقة الدراسة

| العمق التصميمي (مم) | الفترة الزمنية (عام) |
|---------------------|----------------------|
| ٦,٩٩ | ٢ |
| ١٣,٦٦ | ٥ |
| ١٨,٠ | ١٠ |
| ٢٣,٥ | ٢٥ |
| ٢٧,٦ | ٥٠ |
| ٣٠,٠ | ٧٥ |
| ٣١,٦ | ١٠٠ |

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد علي معادلات HyfranPlus 10.1



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد علي برنامج HyfranPlus 10.1

شكل (١٠) تقدير عمق (سمك) المطر المتوقع سقوطه علي منطقة الدراسة

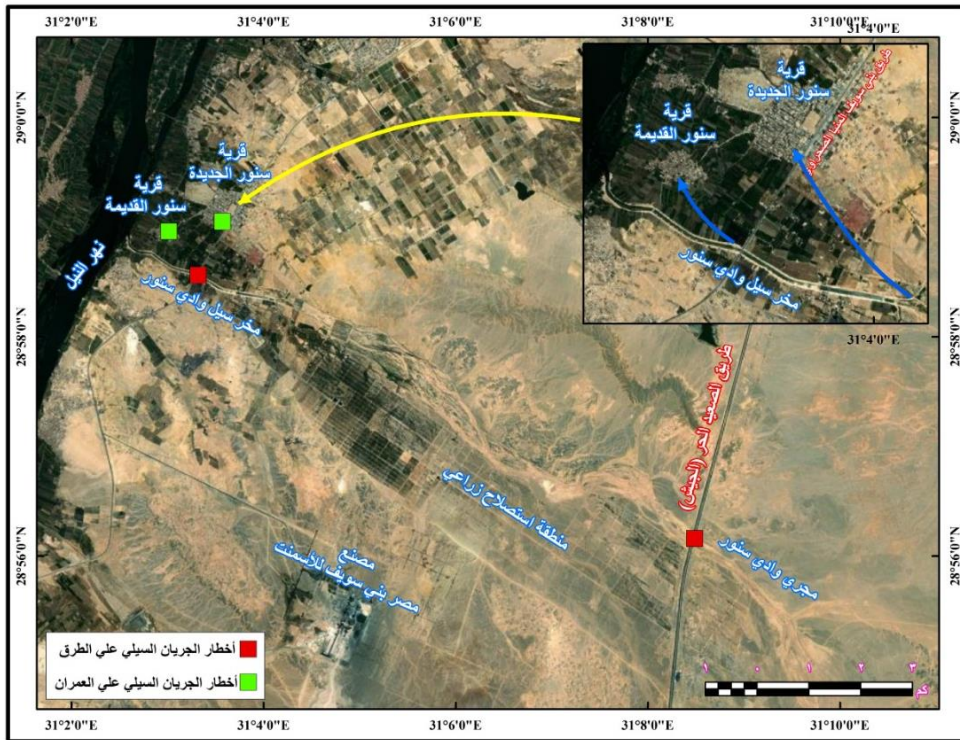
خامسًا: النتائج والتوصيات:

أ- النتائج:

من العرض السابق يمكن الخروج بعدة نتائج تتمثل في:

- ١- تغطي صخور الحجر الرملي ٠.١٤٪ من مساحة المنطقة في حين تغطي تكوينات الحجر الجيري والطفل والطين نحو ٨٨.٦١٪ من مساحتها وتستحوذ رواسب الزمن الرابع علي ١١.٢٥٪ من مساحتها.
- ٢- يغلب علي المنطقة الطابع الهضبي، حيث يبلغ المدى التضاريسي لها ١١٣٧م، وتشغل المناطق التي يزيد منسوبها علي ٥٠٠م حوالي ١٩.٣٪ من مساحتها.
- ٣- يتسم سطح المنطقة بقلة انحداره، حيث تغطي الانحدارات التي تقل عن ٥ درجات حوالي ٩٢.٤٪ من مساحتها.
- ٤- يعد الاتجاه الجنوبي الاتجاه الرئيسي لسطح المنطقة حيث ينحدر ١٣.٩٪ من سطح المنطقة في هذا الاتجاه في حين يغلب علي ١٣.٣٪ منها الاستواء النسبي.
- ٥- يتسم سطح المنطقة بسيادة الأقسام المستقيمة بنسبة ٦١.٦٪، في حين تغطي العناصر المحدبة ٢٣.٧٪ والعناصر المقعرة ١٤.٧٪.
- ٦- يعد شهر مارس أعلى أشهر العام من حيث كمية المطر في المنطقة، في حين يعد فصل الربيع أكبر الفصول من حيث التساقط.
- ٧- تراوحت كمية التدفق الأقصى للسيول في حوض وادي سنور بين (٣١٢.٢٨ - ١١١٦٤.١) م^٣ / ث، في حين تراوحت قيمة تدفق الذروة النوعي للحوض المائي في حوض وادي سنور بين ٠.٢٧٢ - ٩.٧٤ م^٣ / ث / كم^٢.

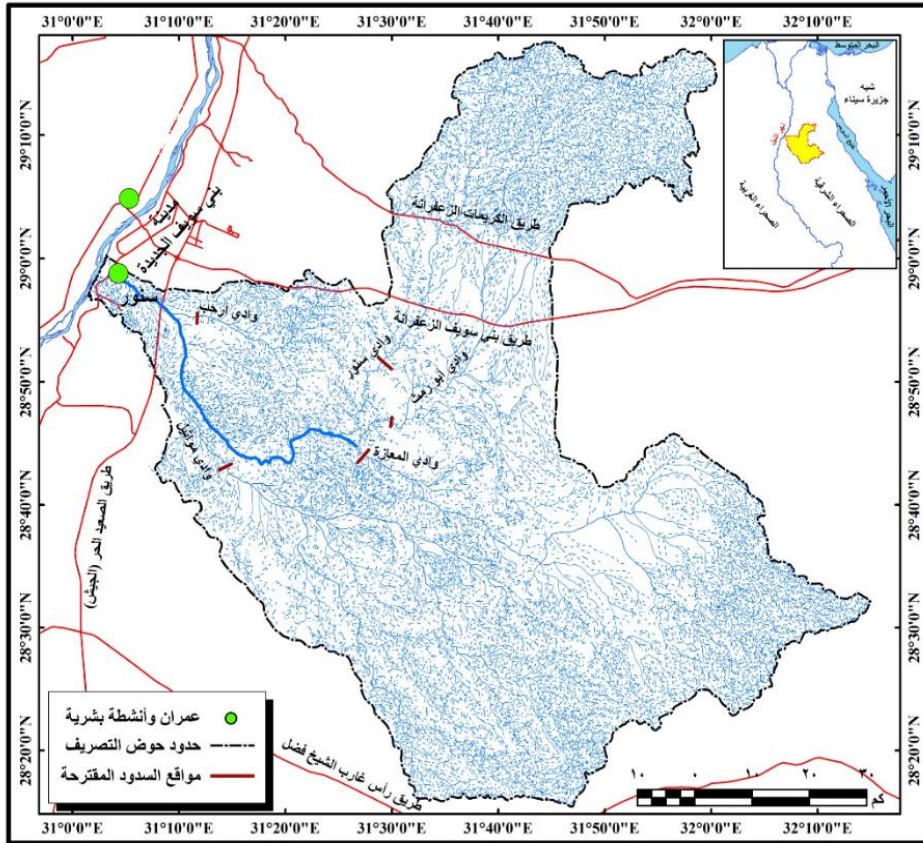
- ٨- تراوح حجم السيل في حوض وادي سنور بين ٧١.٧٤ - ١١٠٩ مليون م^٣، في حين تراوح معامل قوة السيل في حوض وادي سنور بين ٣.٩٦ - ١٤١.٥.
- ٩- تراوحت فترة هيدروجراف السيل بحوض وادي سنور بين ١٩٢ ساعة في قيمته القصوى و ٨٤ ساعة في قيمته الدنيا.
- ١٠- بلغت احتمالية عودة سيول ١٢ - ١٣ مارس ٢٠٢٠م حوالي ٢٤.٤ عام أي انه يتوقع عودة هذه السيول بحلول عام ٢٠٤٤م.
- ١١- يتوقع أن يصل العمق التصميمي المستقبلي للعواصف المطرية بحوض وادي سنور إلى ٢٣.٥ مم خلال فترة ٢٥ عام و ٢٧.٦ مم خلال فترة ٥٠ عام و ٣١.٦ مم خلال فترة ١٠٠ عام.



المصدر : من عمل الباحث باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (١١) أخطار الجريان السيلي على العمران والطرق بالجزء الأدنى لوادي سنور

١٢- تعرض الجزء الأدنى من حوض وادي سنور إلي سيول عنيفة أدت إلي خسائر اقتصادية بقرتي سنور القديمة والجديدة تمثلت في غرق ١٠٠ منزل وتشريد وتهجير ٣١٥ أسرة وغرق نحو ٥٠٠ فدان أراضي زراعية، وكذلك انهيار أجزاء من الطرق التي تمر بالجزء الأدنى من الوادي مما تسبب في تعطل حركة النقل، شكل (١١) وصور (١، ٢، ٣، ٤).



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (١٢) مواقع السدود المقترح انشاؤها بحوض وادي سنور

ب- التوصيات:

وبناء علي ما سبق توصي الدراسة بالتوصيات التالية:

١- بناء مجموعة من سدود الحماية علي مجاري الأودية المسئولة عن الجريان السيلي في الأماكن المقترحة من الباحث جدول (٢٥) وشكل (١٢)، بحيث يراعي فيها حجم السيل الأقصى الذي حددته الدراسة بنحو ٢٧٨.٧ مليون م^٣.

جدول (٢٥) مواقع السدود المقترحة انشاؤها بحوض وادي سنور

| م | الوادي | خط الطول | دائرة العرض |
|---|--------------|--------------|--------------|
| ١ | وادي المعازة | ٢٨ ٤٤ ٦,٣١٥ | ٣١ ٢٧ ٢٢,٩١٥ |
| ٢ | وادي أبو رمث | ٢٨ ٤٦ ٥٤,٦٨١ | ٣١ ٣٠ ٥,٤٢٣ |
| ٣ | وادي سنور | ٢٨ ٥١ ٤٧,٢ | ٣١ ٢٩ ٣,٣٧٤ |
| ٤ | وادي مواثيل | ٢٨ ٤٣ ١٤,٤٩٥ | ٣١ ١٤ ١٩,٩٢ |
| ٥ | وادي أرحب | ٢٩ ٥٥ ٢٧,٠٨٦ | ٣١ ١١ ٣٧,٤١١ |

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد علي شكل (١٢)

٢- إنشاء مجموعة من البحيرات الاصطناعية (أحواض تخزين) بقاع المجري الرئيسي لوادي سنور تعمل على تجميع مياه السيول بهما للحد من مخاطرها والاستفادة منها في عمليات أستصلاح وزراعة الأراضي.

٣- إنشاء قناة تصريف جانبية لمخر سيل وادي سنور تستوعب اي كميات اضافية من مياه السيول تفوق قدرة المخر القديم علي نقلها إلي نهر النيل.

٤- إعادة دراسة وضع البرابح والسحارات المقامة علي طريقي الصعيد الحر (الجيش) وطريق بني سويف المنيا القديم بحيث يتم إعادة تصميمها بما يتماشى مع الطاقة التصميمية القصى للسيول والعمل المستمر علي تطهيرها.

٥- حظر عمليات البناء والزراعة في حرم مجري وادي سنور ومصبة لضمان عدم وقوع خسائر بشرية أو في الممتلكات اثناء الجريان السيلي.



صورة (١) امتلاء مخر وادي سنور بمياه السيول، ويلاحظ قوة اندفاع المياه وامتلاؤها بالرواسب



صورة (٢) انهيار أجزاء من الطرق بالجزء الأدنى لوادي سنور وتوقف حركة النقل



صورة (٣) غرق الأراضي الزراعية والمزارع بمنطقة المصب



صورة (٤) تدمير مياه السيول للأراضي الزراعية والمزارع بمنطقة المصب

المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

- ١- أحمد إبراهيم محمد صابر وأميرة محمد محمود البنا (٢٠١٣): أسلوب مقترح لتحديد معايير درجات خطورة السيول في مصر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة كلية الآداب جامعة الزقازيق العدد ٦٤.
- ٢- أحمد عبدالله الدغيري وحمدينه عبدالقادر العوضي (٢٠١٧): التحليل الهيدرومورفومتري وتقدير حجم السيول في حوض وادي الوطاة بمنطقة القصيم، مجلة العلوم الانسانية والاجتماعية، جامعة الامام محمد بن سعود، الرياض.
- ٣- حنان بنت عبداللطيف بن حسن الغيلان (٢٠٠٨): دور نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي لبن، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الملك سعود.
- ٤- عبدالعزيز طريح شرف (٢٠٠٣): الجغرافيا المناخية والنباتية مع التطبيق على مناخ أفريقيا ومناخ العالم العربي، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- ٥- عبدالرحمن عبدالرحمن وباك مارديني (٢٠٠٣): علم حركة المياه (الهيدرولوجيا)، منشورات جامعة حلب، كلية الهندسة المدنية، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، حلب، سوريا.
- ٦- عواد حامد محمد موسى (٢٠١٧): تقدير الجريان السطحي في حوض وادي الجرافي الأعلى باستخدام نموذج سنايدر: دراسة جيومورفولوجية، المؤتمر الجغرافي الأول: الموارد المائية في الوطن العربي بين المعوقات وآفاق التنمية، كلية الآداب، جامعة المنوفية، مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية، ص ٣١٧ - ٣٥٠.

- ٧- عوض عبدالمعبود سالم (١٩٨٩): حوض وادي سنور بالصحراء الشرقية - دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
- ٨- كاظم شنته سعد ومحمد وحيد حسن (٢٠١٩): تقدير حجم السيول المائية لوادي لوبيتر شمال شرق محافظة ميسان وآثارها البيئية، مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع، العدد ٤١، ص ص ٣٧٣ - ٣٩٢.
- ٩- محمد سعيد البارودي (٢٠١٢): تقدير أحجام السيول ومخاطرها عند المجرى الأدنى لوادي عرنة جنوب شرق مدينة مكة المكرمة، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، سلسلة بحوث جغرافية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٤٨.
- ١٠- محمد سعيد البارودي، معراج نواب مرزا، جمعة داوود (٢٠١٣): استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تقدير أحجام السيول ومدى خطورتها عند المجرى الأدنى لوادي النعمان جنوب مدينة مكة المكرمة من خلال تطبيق نموذج سنايدر واعتماد نموذج الارتفاع الرقمي ASRET، المؤتمر الجغرافي الدولي (الجغرافيا والتغيرات العالمية المعاصرة)، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة طيبة.
- ١١- هاني ربيع نادي محمد (٢٠١٩): النمذجة الهيدرولوجية للجريان السيلي وأثره البيئي بمنطقة رأس غارب، بالتطبيق على سيل أكتوبر ٢٠١٦م، حولية كلية الآداب، جامعة بني سويف، عدد خاص ٢٠١٩، ص ص ١٥ - ٧٤.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

- 1- Badawy, M. M., Khidr, M, M. (2011): A GIS and RS Based Approach for modeling ungauged small-scale catchments in

- Marsa Alam, Bulletin of the Egyptian geographical society, Tome LXXXIV, Vol. 84.
- 2- Crichley, W. and Siegret, K. (1991): Water harvesting. FAO corporation Document Repository, Available at:
<http://www.fao.org/3/U3160E/u3160e05.htm#3.4%20probability%20analysis>.
 - 3- Dubreuil, P. (1974): Initiation al analyse hydrologique; orstom, Masson, Paris.
 - 4- Geriesh, M.H., El-Shamy, I.Z. and Abouelmagd, A.A. (2001) : Flash flood mitigation and groundwater augmenting in Wadi Feiran basin, South Sinai, Egypt , Proceeding of the 6th Conf. Geology of Sinai for Development Ismailia, 2001, pp. 303-319.
 - 5- Gheith, H. and Sultan, M. (2002): Constrution of hydrologic model for estimating wadi runoff and ground water recharge in the Eastern Desert, Egypt, Journal of Hydrology, 263, PP. 36-55.
 - 6- Raghunath, H, M. (2006): Hydrology: principles analysis and desing; Revisal second Edition, New Delhi.
 - 7- Ramirez, J, A. (2000): Prediction and Modeling of Flood Hydrology and Hydraulics, chapter 11 of Inland Flood Human, Riparian and Aquatic Communities Eds. Ellen Wohl; Cambridge University Press.

- 8- Réméniéras, G. (1972): Hydrologie de l'ingénieur; Eyrolles, 3^{ème}: Edition, Paris.
- 9- Pnud – ope (1987): Ressources en eau les pays de l'Afrique du Projet Nord; RAB/80/011. Guide maghrebin pour 1 execution des etudes et des travaux de retenues collinaires. OPU, Alger.
- 10-Saber, M., Hamaguchi, T., Kojiri, T., (2008): surface Runoff Modeling of Ephemeral Streams Considering Homogenization Theory in Arid Regions, Wadi Assiut in Egypt, Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No. 51 B.
- 11- Said, R. (1990): Geology of Egypt, A. A, Balkema, Rotterdam.
- 12- Sudhakar, B, S., Anupam, K, S., Akshay, J, o. (2015): Snyder Unit Hydrograph and GIS for Estimation of Flood for Un-Gauged Catchments in Lower Tapi Basin, India, Hydrol Current Res 6: 195. doi :10.4172/2157-7587.1000195.
- 13- Sorman. Ali U. (1994): Estimation of Flood Peaks Using Remote Sensing Techniques; Case Study: Wadi Itwad, Southwestern Saudi Arabia, JKAU: Met., Env, Arid Land Agric. Sci., Vol. 5, pp. 161-177.

Estimation of the Flash Flood in Wadi Sannour Basin Using Snyder Model “A Geomorphological Study “

Dr. Emad Abdel-fattah Saleh Hafez Elbanna

Lecturer of physical Geography Faculty of Arts

Beni-Suef University

Emadelbanna1975@gmail.com

Abstract:

Eastern Beni Suef villages – especially those occurring at wadi estuaries – are exposed to many hazardous flash floods. Wadi Sannour is noticeably most exposed to these flash floods as it occurs the estuary of Wadi Sannour, one of the biggest wadies in the eastern desert wholly. The last of these flash floods ran during 12-13 March 2020 which caused significant economic losses represented in merging 100 houses, displacing 315 families, submerging about 500 acres collapse of parts of roads crossing the lower part of Wadi Sannour causing traffic breakdown as the volume of water in Wadi Sannour outlet increased overflowing the outlet stream towards Old Sannour populated area and the agricultural areas surrounding it. The estimated volume of water Wadi Sannour received is about 35.8 million m³ according to the ministry of irrigation, and about 71.74 million m³ as an average value according to Snyder Model. Snyder Model was applied to estimate flood volume and extract the flood hydrography for Wadi Sannour basin, as the average volume of the maximum flash flood reached (2082.6 m³/s), whereas the average value of quantitative flow peak reached (1.82 m³ / s / km²), the average flood volume (278.7 million m³) and the average flood strength (26.4).

Keywords: Flood Flow - Hydrological Modeling - Wadi Sannour Basin - Snyder Model – Peak flow factor – Flood Hydrograph.