

ترجمة المصاحبات اللفظية والتعبيرات الاصطلاحية

تقدير الجريان السيلي لحوض وادي الجرافي

(شرقي شبه جزيرة سيناء)

دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن

بعد

إعداد / أمجد فتحي رجب عبد الفتاح

لدرجة الماجستير بقسم الجغرافيا

ملخص البحث:

يقع حوض وادي الجرافي شرقي شبه جزيرة سيناء ووسط صحراء النقب، ويمتد فلكياً بين دائرتي عرض 23° 28' 29° و 6° 31' 30° شمالاً، وبين خطي طول 19° 24' و 34° 2' 11' 35° شرقاً. ويشغل الحوض مساحة قدرها 3662 كم<sup>2</sup>، يقع منها 2316.94 كم<sup>2</sup> (63.26%) داخل الأراضي المصرية، ويقع 1345 كم<sup>2</sup> (36.73%) داخل الأراضي الفلسطينية، ويبلغ طول القناة الرئيسية للحوض 143.37 كم من منابعه العليا في منطقة رأس النقب حتى المصب في وادي عربة على الحدود الفلسطينية - الأردنية، ويقسم خط الحدود الدولية بين مصر وفلسطين القناة الرئيسية للوادي إلى نصفين متساويين في الطول تقريباً في كلا شطري الوادي. وقد تم دراسة الجريان السيلي لحوض وادي الجرافي في الشطر المصري، حيث تم اختيار خمسة وعشرون حوضاً فرعياً للدراسة التفصيلية، وتم دراسة خصائصها المورفومترية من حيث المساحة والأبعاد الحوضية، ثم دراسة الأساليب الرياضية لتقدير الجريان السطحي في حوض وادي الجرافي، والتي اشتملت على مركز ثقل الحوض (Lc)، حيث بلغ المتوسط العام لطول مركز ثقل الحوض في الأحواض الفرعية لحوض وادي الجرافي 10.74 كم، بقيم تراوحت بين (2.85-35.20 كم) لحوضي الجرافي وأم عزة على التوالي، كما تم دراسة زمن التركيز (Tc)، حيث بلغ المتوسط العام لزمن التركيز 7.61 ساعة، تراوحت القيم بين (2.65-20.07 ساعة) لحوضي الجرافي وأم عزة، ودراسة زمن التباطؤ (tp) حيث بلغ المتوسط العام 4.23 ساعة، تراوحت القيم بين (1.54-10.76 ساعة)، وتم تقدير الجريان السيلي للحوض باستخدام نموذج

سنايدر Snyder Method، حيث بلغ إجمالي التدفق الأقصى في حوض وادي الجرافي 1668.8 م<sup>3</sup>/ثانية، بقيم تراوحت بين (18.4-117.43 م<sup>3</sup>/ثانية) لحوضي جرينة والمشاش على التوالي، وبلغ إجمالي حجم التصريف للأحواض الفرعية بحوض وادي الجرافي 11.396 مليون م<sup>3</sup>، وقد تراوحت القيم بين 188.59 - 1239.05 ألف م<sup>3</sup>، لحوضي الجرافي والفحام على التوالي.

مقدمة:

تعاني معظم الدول العربية وغيرها من دول المناطق الجافة، ضغطاً شديداً بسبب نقص موارد المياه، ومن المتوقع أن تزداد هذه الضغوط بسبب الزيادة السكانية، وزيادة نصيب الفرد من المياه العذبة. وتشير التوقعات الدولية أنه بحلول سنة 2025 سيعيش ما يقرب من خمسة مليار نسمة في دولٍ تعاني من نقص في المياه ما بين نقصاً متوسطاً وشديداً، و بالتالي، فإن الظروف ستكون أكثر شدة ولاسيما في البلاد العربية. (Sen,2008,p1).

وبالنظر إلى تلك التحديات، فإن التخطيط الجيد وتنمية وإدارة موارد المياه أصبح ذو أهمية قصوى من أجل تعظيم الاستفادة من الموارد المتاحة إلى أقصى درجة، وتحقيق التوازن في الاستخدامات الحالية، مثل الاستخدامات الصناعية، والزراعية، والمنزلية، وغيرها. وترتبط إدارة الفوائد المائية ونوعيتها بإدارة كمية المياه من أجل حماية الأنظمة البيئية، والمحافظة على جودة الموارد المتاحة. ولذلك، تعتمد التنمية السليمة لموارد المياه المتاحة والإدارة المرتبطة بها على الفهم العلمي السليم للخصائص الجيومورفولوجية الهيدرولوجية لأحواض التصريف، فقد أصبحت التنمية الشاملة لموارد المياه هي الاهتمام الرئيس للهيئات والمنظمات العالمية، من حيث تقييم موارد المياه، واستخدامها ومدى كفايتها، وإدارتها وتخطيطها والسياسات المتبعة بشأنها (UNESCO,2002,p1).

وتعتبر الأودية الجافة بالنسبة للصحراء ذات قيمة كبيرة، إذ فضلاً عن كونها تمثل طرق الانتقال المناسبة عبر الصحراء، وتنمو فوق أرضها نباتات تصلح كغذاء لحيوانات الرعي، كما يتيسر الحصول على المياه، وليس أدل على أهميتها من أن الجبال وشتى المظاهر التضاريسية غالباً ما تُسمى بأسماء أقرب الأودية إليها. كما تمثل مناطق استقرار

**ترجمة المصاحبات اللفظية والتعبيرات الاصطلاحية**

للبدو لكونها الوحيدة الصالحة للزراعة والرعي والأنشطة البشرية الأخرى، فقد أصبح الاهتمام بالأحواض في الآونة الأخيرة شديداً نظراً لأنه لن تكون هناك تنمية أو تعمير لمناطق جديدة تزيد من الرقعة المأهولة بالسكان دون أخذ هذه الأحواض في الاعتبار، ولكن بشرط التعامل معها بحرص يستوجب تجنب أخطار السيول التي أصبحت ظاهرة متكررة الحدوث نتيجة التغيرات المناخية والجوية التي طرأت على المنطقة (موسى، 2000، ص2).

أولاً: موقع وحدود منطقة الدراسة:

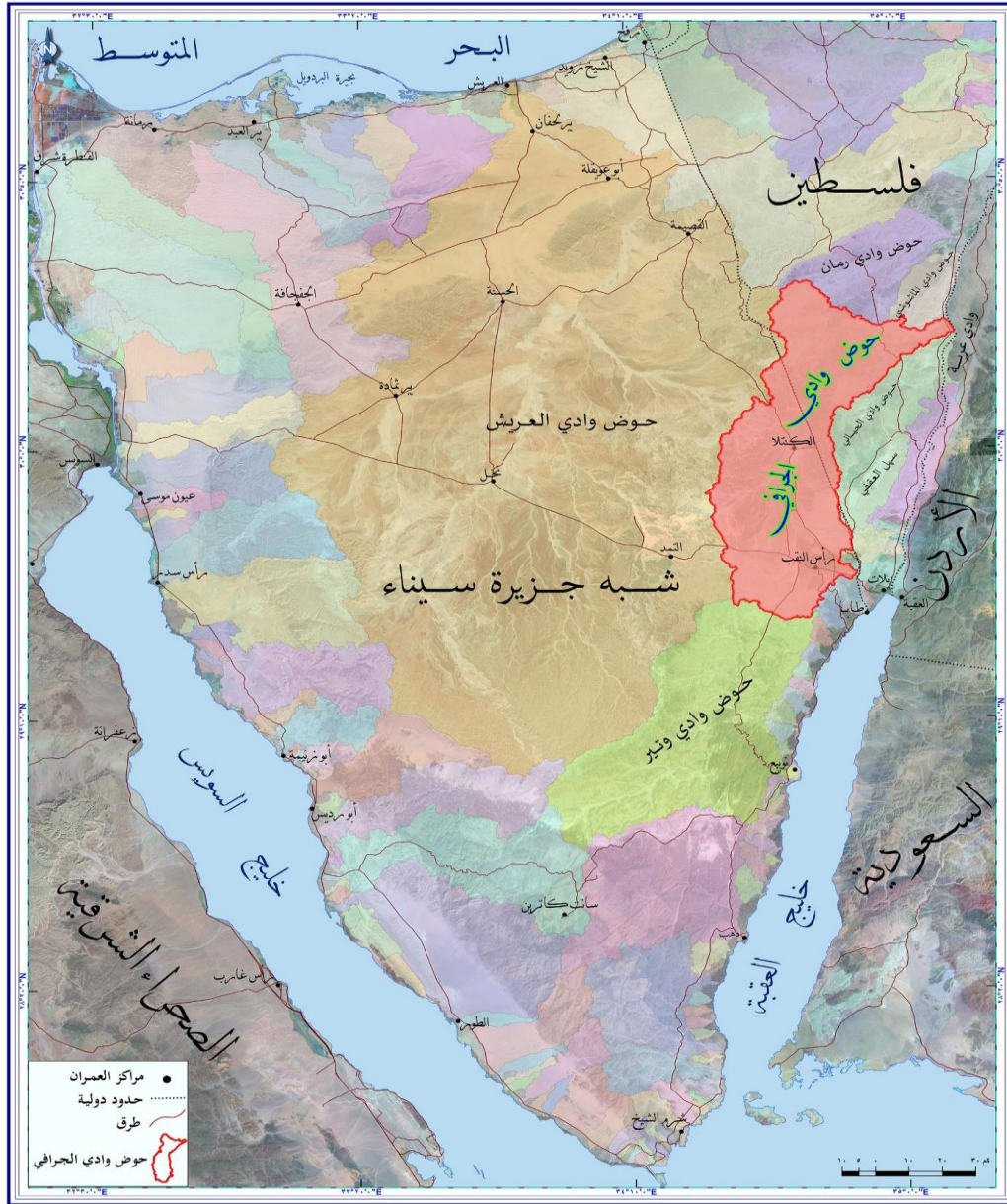
يقع حوض وادي الجرافي شرقي شبه جزيرة سيناء، ووسط صحراء النقب، شكل (1)، (2)، ويمتد فلكياً بين دائرتي عرض 23° 28' 29° و 6° 31' 30° شمالاً، وبين خطي طول 19° 24' 34° و 2° 11' 35° شرقاً، ويحده من الشمال والغرب حوض وادي رمان وحوض وادي العريش، ويحده من الجنوب حوض وادي وتير، ومن الجنوب الشرقي بعض الأودية القصيرة التي تصب في خليج العقبة، وهي: وادي المراح، ووادي مزيريج، ووادي طابا، ومن الشرق بعض الأودية الفرعية لوادي عربية وهي من الجنوب إلى الشمال أودية: العقفي، والحياي، وسحير (عراف، 2004؛ أبوسته، 2011). ويشغل الحوض مساحة قدرها 3662 كم<sup>2</sup>، يقع منها 2317 كم<sup>2</sup> (63,27%) داخل الأراضي المصرية، ويقع 1345 كم<sup>2</sup> (36,73%) داخل الأراضي الفلسطينية، ويبلغ طول القناة الرئيسية للحوض 143,37 كم من منابعه العليا في منطقة رأس النقب حتى المصب في وادي عربية على الحدود الفلسطينية - الأردنية، ويقسم خط الحدود بين مصر وفلسطين القناة الرئيسية للوادي إلى نصفين متساويين في الطول تقريباً في كلا شطري الحوض.

وبالنسبة لخط تقسيم المياه لحوض وادي الجرافي، وإذا بدأنا من الاتجاه الشمالي فيبدأ خط تقسيم المياه للحوض في شمال صحراء النقب فاصلاً بين وادي رمان شمالاً ووادي الجرافي - فاران جنوباً، وجميعاً في صحراء النقب بفلسطين ثم يعبر الحدود المصرية - الفلسطينية ويسير غرباً ثم الجنوب الغربي مع حافة جبل أم حلوف 638م، الذي يفصل بين حوض وادي الجرافي شرقاً، ووادي العريش غرباً، ثم يسير خط تقسيم المياه نحو الجنوب مع حافة جبل الأحيجبة 653م، وجبل شمعون 674م ويشكلان الحافة الشرقية لهضبة التيه، وتفصل الحافة بين حوض وادي الجرافي في الشرق، والعريش في الغرب، ويفصل جبل

د / أبو العزائم فرج الله راشد

الشعيرة 994م , وجبل الريشات 871م, وجبل نقب الشيخ 953م بين حوض الجرافي في الشمال وحوض وادي وتير في الجنوب, ثم يسير خط تقسيم المياه نحو الشمال الشرقي مع قمة جبل البيرات 905م, وجبل البراييمية 853م, وجبل أبو الزقوق 823م, حيث تفصل هذه القمم بين حوض وادي الجرافي في الشمال والشمال الغربي, وأحواض أودية الخليج العقبة, ثم يتجه خط تقسيم المياه شمالاً ويستمر مع خط الحدود الدولية مسافة 20كم فاصلاً بين حوض الجرافي غرباً وحوض وادي عقفي شرقاً بصحراء النقب, ثم يبتعد خط تقسيم المياه عن خط الحدود ويسير في الاتجاه الشمالي مسافة 26كم فاصلاً بين وادي الحياتي شرقاً ووادي الجرافي غرباً وجميعاً داخل صحراء النقب ثم يتغير الاتجاه نحو الشمال الشرقي مسافة 34كم حتى الحدود الفلسطينية-الأردنية.

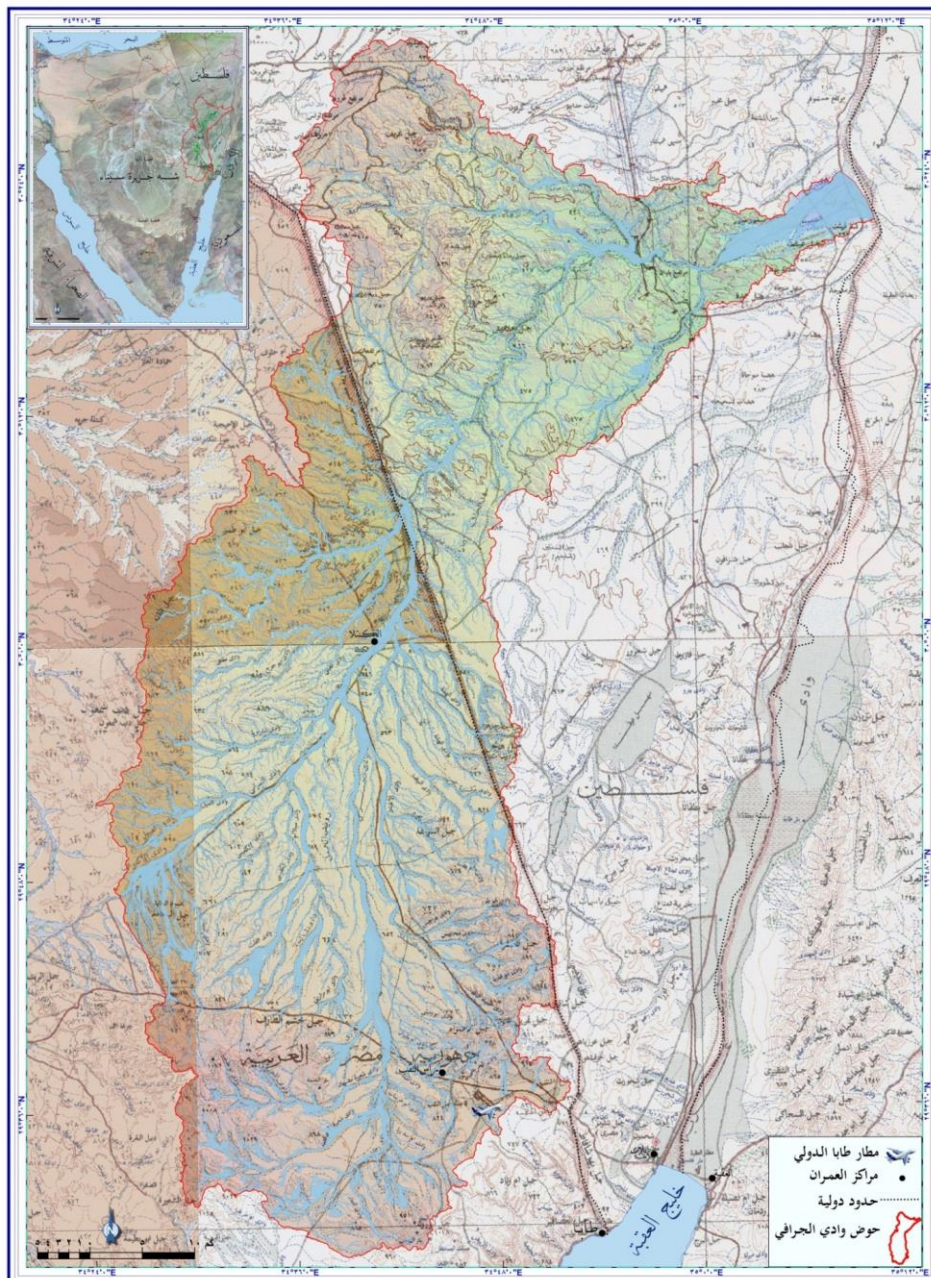
## ترجمة المصاحبات اللفظية والتعبيرات الاصطلاحية



المصدر: من عمل الطالب.

شكل(1): موقع حوض وادي الجرافي بالنسبة لأحواض التصريف بشبه جزيرة سيناء وصحراء النقب.





المصدر: من عمل الطالب.

شكل(2): موقع وحدود حوض وادي الجرفاني.

ثانياً: أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى:

دراسة الخصائص الجيومورفولوجية لحوض وادي الجرافي، في شقه المصري، من خلال دراسة المساحة والأبعاد الحوضية، وتحديد الأحواض الفرعية للحوض، بغرض الدراسة التفصيلية لتقدير الجريان السيلي، وحساب ذروة التصريف لكل حوض فرعي من أحواض وادي الجرافي الكبير في شطره المصري، ودراسة الأساليب الرياضية لتقدير الجريان السطحي في حوض وادي الجرافي، والتي شملت مركز ثقل الحوض ( $L_c$ )، زمن التركيز ( $T_c$ )، وزمن التباطؤ ( $t_p$ )، ثم تقدير الجريان السيلي، وذلك باستخدام نموذج سنايدر Snyder's Model.

ثالثاً: الدراسات السابقة:

أ-الدراسات الهيدرولوجية:

- 1- دراسة (Snyder, 1938): والتي قدم فيها طريقته المشهورة في دراسات الجريان السيلي لعدد من أحواض التصريف في جبال الأبلش.
- 2- دراسة (Ashbel, 1938): عن السيول في شبه جزيرة سيناء وفلسطين، وهي من أوائل الدراسات التي بحثت في أسباب حدوث العواصف على سيناء وفلسطين.
- 3- دراسة (الحسيني، 1987): عن موارد المياه في شبه جزيرة سيناء. وقد تناولت الأقاليم الهيدرولوجية من حيث مساحة الأحواض، وأطوال الأودية، وكثافة التصريف المائي، ثم عرضت الدراسة تقدير حجم السيول المتوقعة في أودية سيناء حسب طريقة (فينكل)، ثم تناولت كيفية الاستفادة من المياه السطحية والجوفية، واقترحت إقامة عدد من السدود لأهميتها في تعميم سيناء.
- 4- دراسة (UNESCO, 2002): مجموعة دراسات عن هيدرولوجية نظم الأودية الجافة بإشراف (Weater and Radwan)، وقد ناقشت العمليات الهيدرولوجية في المناطق الجافة، وتحليل نماذج التساقط والجريان في الأودية، وكذلك التنمية الشاملة لموارد المياه في أحواض الأودية الجافة.

5- دراسة (Sen,2008): عن هيدرولوجية الأودية الجافة، مع التطبيق على بعض أودية المنطقة العربية.

6- دراسة (Ockert et al,2014): عن الأزمنة في الدراسات الهيدرولوجية والفرق بينها ومدى تأثير كل زمن في الجريان السيلي.

7- دراسة (Sen,2018): عن هيدرولوجيا المناطق الجافة، والتطبيق على بعض المناطق في المملكة العربية السعودية.

#### ب-الدراسات الجغرافية:

1- دراسة (صالح، 1985): تناول حوض وادي العريش دراسة جيومورفولوجية فتناول دراسة حوض الوادي وشبكة التصريف ودراسة المجرى الرئيسي لحوض التصريف وما يشمله من أشكال جيومورفولوجية مختلفة وإلقاء الضوء على التطور الجيومورفولوجي للحوض.

2- دراسة (صالح، 1989): تناول الجريان السطحي في الصحاري من خلال العوامل المؤثرة عليه، وتحليل لعملية الجريان. وكذلك تناول دراسة الأخطار الطبيعية على القطاع الشرقي من طريق النفق الدولي، وذلك من حيث الوضع العام للطريق وأخطار السيول، والتساقط الصخري، وأخطار تحرك المواد، وأخطار تعرجات الطريق، وتقديم اقتراحات وحلول.

3- دراسة (راضي، 1992): عن العلاقة بين التساقط والجريان السيلي بحوض وادي سمائل، حيث تناولت الخصائص الطبيعية، والمورفومترية للحوض، والخصائص الهيدرولوجية لحوض، من حيث حجم الجريان السطحي والمياه الجوفية، بالإضافة إلى إمكانات التنمية بالحوض.

4- دراسة (خضر، 1997): تناول الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية في مصر مع التطبيق على السيول، وقد تناولت أخطار السيول في أحواض شبه جزيرة سيناء.

5- دراسة (موسى، 2000): تناول السيول في أودية خليج العقبة بمصر، وقد تم تطبيق العديد من المعادلات الهيدرولوجية على هذه الأحواض.



- ترجمة المصاحبات اللفظية والتعبيرات الاصطلاحية
- 6- دراسة (علي، 2001): وقد تناولت جيومورفولوجية حوض وادي وتير، وهو يجاور حوض وادي الجرافي من الجنوب.
- 7- دراسة (فرج، 2005): أخرج أطلس الموارد البيئية الكامنة والمستغلة بمحافظة شمال سيناء، تناول فيها المعطيات الجغرافية لبيئة المحافظة، والموارد الأرضية المتاحة والكامنة، والموارد البحرية والبحيرية الكامنة والمستغلة، والأنماط القائمة لاستغلال الموارد البيئية، وأخيراً قام بعرض آفاق التنمية وقيود استغلال الموارد البيئية، وأنهى الدراسة باستعراض معوقات التنمية بالمحافظة.
- 8- دراسة (صالح، 2008): تناولت الخطار الجيومورفولوجية على طريق نوبيع-الثمدي، ودراسة أخطار السيول والتساقط الصخري.
- 9- دراسة (موسى، 2011): عن السيول في منطقة الغردقة.
- 10- دراسة (موسى، 2016): عن السيول في حوض وادي الجرافي الأعلى باستخدام نموذج سنايدر.
- 11- دراسة (سلام، 2019): عن السيول في منطقة العريش.
- رابعاً: التحليل المورفومتري والمورفولوجي للحوض وأحواضه الفرعية.:
- يشغل حوض وادي الجرافي مساحة قدرها 2497.65 كم<sup>2</sup>، وحسب التصنيف الذي ذكره (Sen, 2008, p.30)، جدول (1)، يعتبر حوض وادي الجرافي من الأحواض الكبيرة جداً في المساحة، ويشتمل الحوض على الكثير من أحواض التصريف الفرعية، والتي بلغ عددها 27 حوضاً، قد تم اختيار 25 حوضاً للدراسة التفصيلية.

#### جدول (1) التصنيف العام للأحواض حسب المساحة.

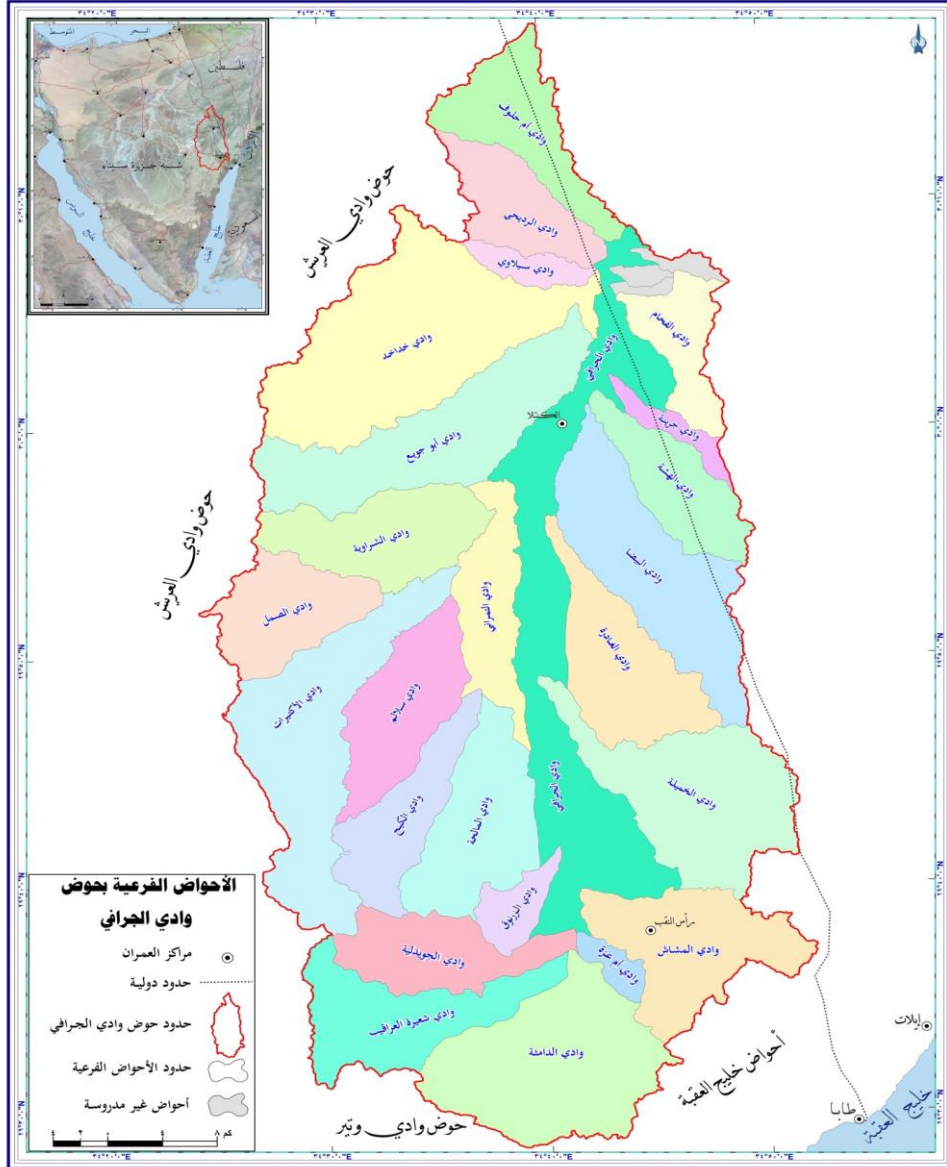
التصنيف	المساحة (كم <sup>2</sup> )
كبير جدا	أكبر من 1000
كبير	من 100 إلى 1000
متوسط	من 5 إلى 100
صغير	5 فأصغر

المصدر: (Sen, 2008, p.30).

تتضمن المساحة والأبعاد الحوضية تحليل مساحات أحواض التصريف وأبعادها (الطول، العرض، المحيط) مما يفيد في التعرف على خصائصها العامة، وحساب المعاملات المورفومترية المرتبطة بها، مثل الخصائص الشكلية، والتضارسية لأحواض التصريف، وخصائص شبكة التصريف، فهي تعد حجر الزاوية الأساسي لكل من الدراسات المورفومترية والهيدرولوجية لأحواض التصريف. وقد تم اختيار خمسة وعشرون حوضاً للدراسة التفصيلية، تشغل مساحة قدرها 2480.42 كم<sup>2</sup> بنسبة 99.30% من جملة مساحة الحوض 2497.65 كم<sup>2</sup>، شكل (3)، وشكل (4).

ويتضح من تحليل جدول (2) تباين مساحة الأحواض الفرعية لحوض وادي الجرافي، حيث بلغ أقلها في المساحة حوض وادي أم عزة بمساحة 14.08 كم<sup>2</sup>، بينما شغل حوض وادي الجرافي (المجرى الرئيسي) مساحة قدرها 229.73 كم<sup>2</sup>، وهو بذلك يعتبر أكبر الأحواض، وقد بلغ المتوسط العام للمساحة 10.954 كم<sup>2</sup>، ويعزى تباين المساحة في المقام الأول إلى الخصائص الجيولوجية، والخصائص الطبيعية، وشكل سطح المنطقة، إضافة إلى الفترة الزمنية التي قطعها أحواض التصريف من دورتها الجيومورفولوجية، أما بالنسبة لأبعاد الأحواض فقد بلغ المتوسط العام لأطوال الأحواض 19.87 كم، وقد تراوحت بين 7.31-53.18 كم لحوضي أم عزة والجرافي على التوالي، وبلغ المتوسط العام لقيم العرض الحوضي 15.14 كم، والقيم قد تراوحت بين 1.82، 17.99 كم لحوضي جرينة، والدامثة، وبلغ المتوسط العام لمحيط الحوض 130 كم، وتراوحت القيم بين 19.25-192.64 كم لحوضي أم عزة والجرافي على التوالي. فقد اتضح من خلال دراسة الخصائص الشكلية لأحواض التصريف، التباين في انتظام أشكالها الخارجية، إلا أنها بشكل عام تميل إلى الشكل الكمثري، وهو الشكل المثالي للأحواض.

## ترجمة المصاحبات اللفظية والتعبيرات الاصطلاحية



المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على الخرائط الطبوغرافية مقياس 1:50.000 , ونماذج الارتفاعات الرقمية, وصور الأقمار الصناعية.

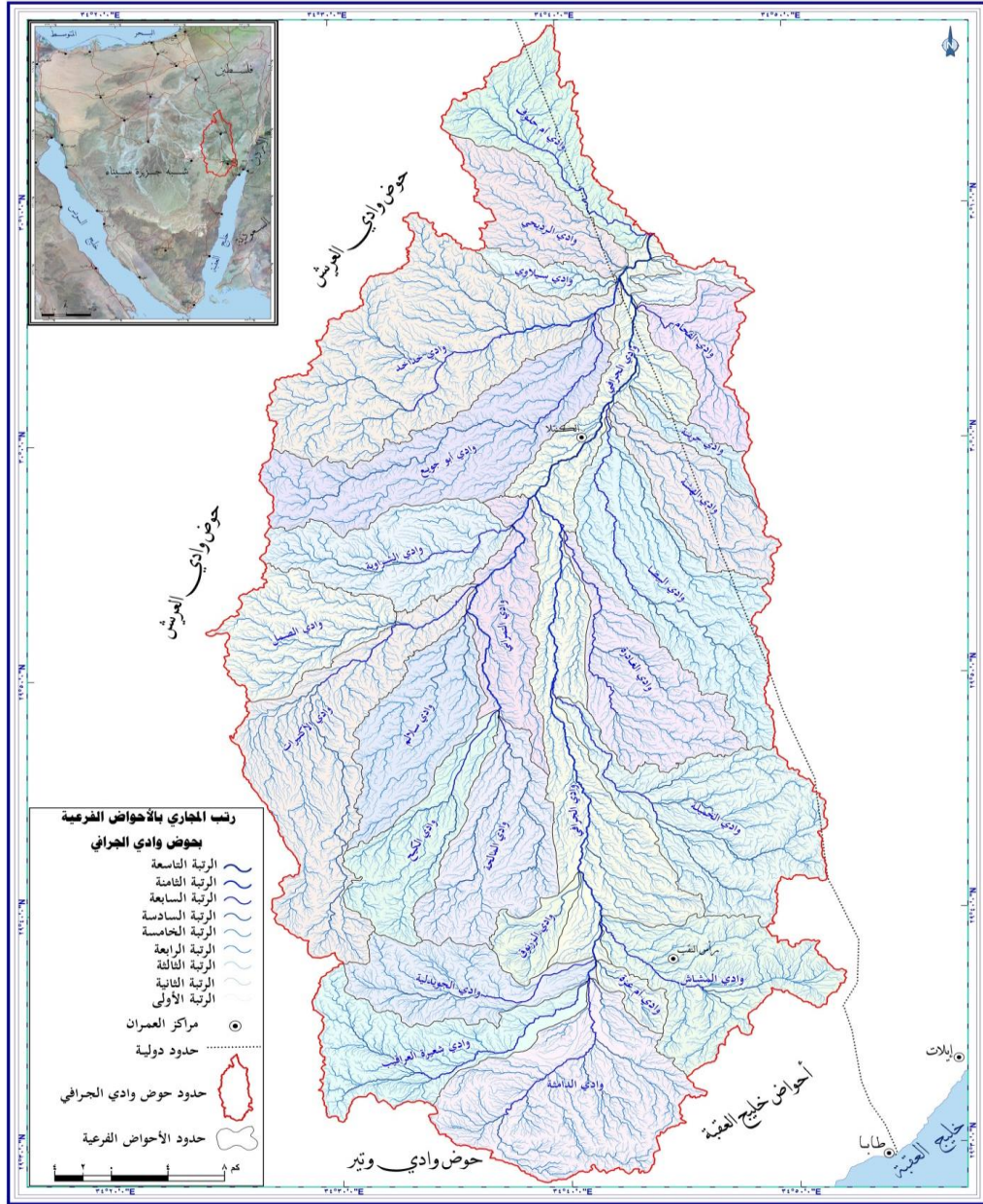
شكل (3) أحواض التصريف الفرعية بحوض وادي الجرافي.

## جدول (2) مساحة وأبعاد أحواض التصريف الفرعية لحوض وادي الجرافي.

اسم الحوض	المساحة		الطول		العرض		المحيط	
	كم <sup>2</sup>	%	كم	%	كم	%	كم	%
وادي الجرافي	229.73	9.26	53.18	10.7	8.54	4.25	192.65	12.25
خداخذ	227.01	9.15	27.69	5.57	14.6	7.26	97.9	6.22
وادي الاكثيرات	172.5	6.95	29.85	6.01	9.97	4.96	100.8	6.41
وادي الدامثة	170.57	6.88	15.7	3.16	17.99	8.94	66.89	4.25
وادي أبو جويج	151.23	6.1	28.56	5.75	6.8	3.38	83.37	5.3
وادي الخميبة	147.99	5.97	23.76	4.78	11.58	5.76	77.02	4.9
وادي البيضا	146.05	5.89	28.46	5.73	8.29	4.12	76.92	4.89
وادي المشاش	111.79	4.51	17.69	3.56	12.85	6.39	64.38	4.09
وادي المالحه	104.43	4.21	18.43	3.71	8.74	4.34	54.59	3.48
وادي الغادرة	100.29	4.01	20.32	4.09	9.37	4.66	60.64	3.86
وادي شعيرة العراقيب	99.15	4	20.69	4.16	9.85	4.9	68.57	4.36
وادي الشراوية	93.15	3.76	18.1	3.64	8.16	4.06	54.56	3.47
وادي سلام	89.01	3.59	20.38	4.1	6.69	3.33	53.13	3.38
وادي أم حلوف	80.76	3.26	17.59	3.54	10.17	5.06	61.08	3.88
وادي الصمل	77.79	3.14	13.47	2.71	10.55	5.24	47.02	2.99
وادي الجويدلية	75.78	3.06	17.91	3.6	6.74	3.35	53.68	3.41
وادي الكنج	72.77	2.93	19.41	3.91	6.55	3.26	53.76	3.42
وادي التمراني	68.92	2.78	21	4.23	4.83	2.4	62.32	3.97
وادي الهشة	67.94	2.74	17.87	3.6	5.78	2.87	46.7	2.97
وادي الرديحي	64.65	2.61	16.03	3.23	5.3	2.63	45.66	2.9
وادي الفحام	51.8	2.09	11.1	2.24	5.44	2.7	45.98	2.92
وادي الزرنوق	25.98	1.05	9.87	1.99	4.53	2.25	26.89	1.71
وادي سيلوي	19.87	0.8	10.08	2.03	2.99	1.49	27.09	1.72
وادي جرينة	17.17	0.69	12.39	2.49	1.82	0.9	31.95	2.03
وادي ام عزة	14.08	0.57	7.31	1.47	3.02	1.5	19.25	1.22
أعلى قيمة	229.73	9.26	53.18	10.7	17.99	8.94	192.65	12.25
أدنى قيمة	14.08	0.57	7.31	1.47	1.82	0.9	19.25	1.22
المتوسط	99.2164	-	19.873	-	8.046	-	62.912	-
الإجمالي	2480.41	100	496.84	100	201.15	100	1572.8	100

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على شكل (3).

ترجمة المصاحبات اللفظية والتعبيرات الاصطلاحية



المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على الخرائط الطبوغرافية ونماذج الارتفاعات

الرقمية.

شكل(4): شبكة تصريف حوض وادي الجرافي.

خامساً: الأساليب الرياضية لتقدير الجريان السطحي في حوض وادي الجرافي.

يوجد العديد من معادلات تقدير تصريف الذروة أو التدفق الأقصى التي تم تطويرها على مدار الـ 150 عاماً الماضية بعضها محلي بشكل كبير، والبعض الآخر لديه انتشار واسع في جميع أنحاء العالم. ومع ذلك، يجب تطبيقها بحكمة كبيرة، وقبل التطبيق، يجب التحقق من الافتراضات الأساسية بقدر المستطاع، ولسوء الحظ، لا أحد من تلك المعادلات أو النماذج يقدم نتائج دقيقة ونهائية، وبالتالي، يجب أن تؤخذ حدود الاحتمالية والمخاطرة بعين الاعتبار (Sen, 2018, p. 310). وتتعدد الطرق وصيغ المعادلات في حسابات السيول بشكل يضع الباحث في حيرة من أمره، وقد ينتج عن اختيار طريقة معينة نتائج غير واقعية لحساب ذروة التدفق ( $Q$ ) م<sup>3</sup>/ثانية، وتلك القيمة غاية في الأهمية والخطورة، فمن خلالها يتم تصميم العبارات لحماية الطرق وقنوات التصريف لحماية المنشآت ومراكز العمران، أو شبكات تصريف الأمطار في المخططات والأحياء السكنية بالمناطق الحضرية داخل المدن، وهيدرولوجيا المناطق الحضرية ربما تكون جانباً مهماً في أغلب الدراسات الهيدرولوجية رغم أهميتها القصوى.

### 1- مركز ثقل الحوض ( $L_c$ ):

هو عبارة عن النقطة الرئيسية التي تتجمع فيها المياه من روافد الحوض في أسرع وقت، والتي يتم منها قياس المجرى حتى المصب من الخريطة، وهذا الطول هو ما يمثل مركز ثقل الحوض، وقد قام سنايدر بحسابها في عام 1938، وذلك عن طريق تقسيم حوض التصريف إلى شبكة مربعات ترقم المربعات الصحيحة علي المحورين الرأس والأفقي، وتجمع بمعادلة حسابية ثم تقسم على عددها على المحورين للحصول على المتوسط لكل منهما ثم يتم توقيع المتوسطين على المحورين في نقطة واحدة هذه النقطة هي مركز ثقل الحوض (موسى, 2017, ص 338).

ولأن هذه الطريقة معقدة وتستهلك الكثير من الوقت، فيمكن استخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية في تحديد النقطة الوسطى في الحوض Centroid بكل سهولة، ومن خلال تحديد هذه النقطة يمكن تحديد مركز ثقل الحوض واختيار النقطة التي تتجمع فيها المياه من معظم الروافد العليا للحوض باستخدام صور الأقمار الصناعية المتاحة في برنامج



ترجمة المصاحبات اللفظية والتعبيرات الاصطلاحية  
ArcGIS, بالإضافة إلى ذلك فقد اقترح الطالب معادلتين لحساب مركز ثقل الحوض عن  
طريق طول الحوض, وطول المجرى الرئيسي على النحو التالي:

$$L_C = 0.2682 L_{CH}^{1.132}$$

حيث أن:  $L_C$  = مركز ثقل الحوض (كم),  $L_{CH}$  = طول المجرى الرئيسي (كم).

$$L_C = 0.2682 L_H^{1.23}$$

حيث أن:  $L_C$  = مركز ثقل الحوض (كم),  $L_H$  = طول الحوض (كم).

ويوضح الجدول (3) نتائج تطبيق معادلات مركز ثقل الحوض للأحواض الفرعية  
بحوض وادي الجرافي, ويلاحظ التقارب الشديد بين نتيجة الطريقتين لحد التطابق في الكثير  
من الأحواض, لاسيما الأحواض التي تميل للاستدارة, ثم حساب المتوسط العام لكلا  
الطريقتين. ويعتبر مركز ثقل الحوض متغير مهم في حساب العديد من المتغيرات الزمنية  
الأخرى, مثل زمن التركيز, وزمن التباطؤ.

جدول رقم (3) نتائج تطبيق معادلات مركز ثقل الحوض (كم).

المتوسط العام	تطبيق معادلات مركز ثقل الحوض (كم)				حوض التصريف
	المعادلة الثانية بدلالة طول الحوض	المعادلة الأولى بدلالة طول المجرى الرئيسي	طول المجرى الرئيسي (كم)	طول الحوض (كم)	
35.20	35.57	34.83	73.621	53.18	وادي الجرافي
15.91	15.94	15.88	36.226	27.69	وادي خدخد
18.60	17.48	19.71	43.813	29.85	وادي الاكتيرات
8.99	7.93	10.04	24.199	15.70	وادي الدامثة
17.17	16.56	17.78	40.01	28.56	وادي أبو جويج
12.66	13.21	12.12	28.5655	23.76	وادي الحميلة
16.10	16.49	15.71	35.898	28.46	وادي البيضا
8.91	9.19	8.64	21.195	17.69	وادي المشاش
9.34	9.66	9.02	22.015	18.43	وادي المالحه
11.57	10.89	12.25	28.821	20.32	وادي الغادرة
11.41	11.14	11.68	27.648	20.69	وادي شعيرة العراقيب
9.22	9.45	8.99	21.956	18.10	وادي الشراوية
10.32	10.93	9.70	23.47	20.38	وادي سلام
9.31	9.12	9.49	23.029	17.59	وادي أم حلوف
6.18	6.57	5.79	14.901	13.47	وادي الصمل
8.91	9.33	8.50	20.897	17.91	وادي الجويدلية
9.69	10.30	9.07	22.135	19.41	وادي الكيج
10.32	11.34	9.30	22.619	21.00	وادي التمراني
8.98	9.30	8.65	21.228	17.87	وادي الهشة
7.96	8.14	7.78	19.324	16.03	وادي الرديحي
4.76	5.18	4.34	11.554	11.10	وادي الفحام
3.98	4.48	3.48	9.518	9.87	وادي الزرنوق
4.69	4.60	4.77	12.571	10.08	وادي سيلوي
5.38	5.93	4.83	12.714	12.39	وادي جرينة
2.85	3.10	2.61	7.385	7.31	وادي ام عزة
35.20	35.57	34.83	73.62	53.18	أعلى قيمة
2.85	3.10	2.61	7.39	7.31	أدنى قيمة
10.74	10.87	10.60	25.01	19.87	المتوسط

المصدر: من عمل الطالب اعتماداً على نتائج تطبيق معادلات مركز ثقل الحوض.

## 2- زمن التركيز (T<sub>c</sub>):

يعتبر المجرى الرئيسي للحوض هو المحصلة النهائية لكل العمليات التي تتم قبل بدء الجريان في سائر الحوض، كما أنه يشكل الجزء الأكثر خطورة في حوض التصريف، ويعتبر الأساس في حساب زمن التركيز، وزمن التركيز Catchment time of concentration، يرمز له بـ(T<sub>c</sub>)، هو واحد من أهم المتغيرات المستخدمة في النماذج الهيدرولوجية المعتمدة في الأوساط المهنية والعلمية؛ ومع ذلك، لا يوجد تعريف عملي محدد مقبول عالمياً لهذا المتغير شديد الأهمية (Grimaldi et al, 2012,p.217)، وربما يكون التعريف الأكثر تعبيراً عن الخصائص الهيدرولوجية والطبيعية لزمن التركيز هو أنه "مدة الرحلة التي تستغرقها قطرة مياه سقطت على أقصى حدود الحوض ثم عبورها المجرى الرئيسي حتى المصب" (Ockert and Jeff , 2014,p.1939 ;Perdikaris et al,2018,p.58). وينبغي عند حساب زمن التركيز في المناطق الجبلية تقسيم المجرى الرئيسي تبعاً للتضاريس ونقاط تغير الانحدار، وحساب زمن التركيز لكل قسم على حده، ثم جمع قيم زمن التركيز في جميع الأقسام.

ولقد اجتهد العديد من علماء الهيدرولوجيا في تصميم معادلات رياضية لحساب زمن التركيز في أحوض التصريف، حيث يوجد حوالي تسع عشرة معادلة رياضية لحساب هذا الزمن، وتعتبر المعادلة التي قدمها "كيريتش" Kirpich هي المعادلة الأكثر استخداماً في البيئة الصحراوية الجافة، وتوجد عدة صيغ لهذه المعادلة كما يلي (Ockert and Jeff , 2014,p.224):

$$T_c = 0.0663 \left( \frac{L_{CH}^2}{S_{CH}} \right)^{0.385}$$

حيث أن: T<sub>c</sub> = زمن التركيز (ساعة)، L<sub>CH</sub> = طول المجرى الرئيسي (كم)، S<sub>CH</sub> = معدل الانحدار (م/م).

والصيغة التي أوردها (Şen,2008,p.36):

$$T_c = 0.0003245L^{0.77}S^{-0.385}$$

د / أبو العزائم فرج الله راشد

حيث أن:  $T_C$  = زمن التركيز (ساعة),  $L$  = طول المجرى الرئيسي (م),  $S$  = معدل الانحدار (م/م).

وقام كلاً من (Rowe and Thomas, 1942) بمراجعة معادلة كريتش وإجراء بعض التعديلات عليها وقدم الصيغة التالية (Loukas and Quick , 1996,p.13):

$$t_c = 0.000325 \left[ \frac{L}{\sqrt{S_s}} \right]^{0.77}$$

حيث أن:  $t_c$  = زمن التركيز (ساعة),  $L$  = طول المجرى الرئيسي (م),  $S_s$  = معدل الانحدار (م/م).

كما إقترح كلاً من (Ockert and Jeff, 2014,p.1942) معادلة جديدة لحساب زمن التركيز بناءً على دراسة تطبيقية على عدد من الأحواض بوسط دولة جنوب إفريقيا على النحو التالي:

$$T_C = \left( \frac{0.87L_{CH}^2}{1000S_{CH}} \right)^{0.385}$$

حيث أن:  $T_C$  = زمن التركيز (ساعة),  $L_{CH}$  = طول المجرى الرئيسي (كم),  $S_{CH}$  = معدل الانحدار (م/م).

ويقترح الطالب معادلة جديدة لحساب زمن التركيز (ساعة), وهي تعديل لمعادلة سنايدر (Snyder, 1938) الخاصة بحساب زمن التباطؤ, حيث ستكون صيغتها على النحو التالي:

$$T_C = 0.35 \left( \frac{L_{CH} L_C}{\sqrt{S}} \right)^{0.38}$$

حيث أن:  $T_C$  = زمن التركيز (ساعة),  $L_{CH}$  = طول المجرى الرئيسي (كم),  $L_C$  = مركز ثقل الحوض (كم),  $S$  = متوسط انحدار المجرى الرئيسي (م/م).  
ويوضح الجدول (4) الخصائص المورفومترية للمجرى الرئيسي للأحواض الفرعية بحوض وادي الجرافي.

ترجمة المصاحبات اللفظية والتعبيرات الاصطلاحية

جدول (4) خصائص المجرى الرئيسي لأحواض الفرعية بوادي الجرافي.

متوسط انحدار المجرى الرئيسي (م/م)	خصائص المجرى الرئيسي الأدنى				خصائص المجرى الرئيسي الأوسط				خصائص المجرى الرئيسي الأعلى				الحوض
	معدل الانحدار (م/م)	أدنى منسوب (م)	أعلى منسوب (م)	الطول (كم)	معدل الانحدار (م/م)	أدنى منسوب (م)	أعلى منسوب (م)	الطول (كم)	معدل الانحدار (م/م)	أدنى منسوب (م)	أعلى منسوب (م)	الطول (كم)	
0.0038	0.0033	437	528	27.937	0.0040	528	630	25.479	0.0040	630	710	20.205	وادي الجرافي
0.0040	0.0031	458	492	10.969	0.0038	492	537	11.949	0.0050	537	603	13.308	خداخد
0.0089	0.0025	554	599	18.099	0.0067	599	686	13.077	0.0174	686	906	12.637	وادي الاكتيرات
0.0051	0.0040	710	743	8.339	0.0035	743	770	7.775	0.0077	770	832	8.085	وادي الدائمة
0.0050	0.0038	470	517	12.377	0.0043	517	598	18.745	0.0070	598	660	8.888	وادي أبو جويج
0.0058	0.0046	604	662	12.544	0.0065	662	716	8.2675	0.0064	716	766	7.754	وادي الهيلة
0.0069	0.0048	500	587	18.125	0.0048	587	639	10.923	0.0112	639	716	6.850	وادي البيضاء
0.0025	0.0041	691	735	10.823	0.0025	735	746	4.474	0.0010	746	752	5.898	وادي المشائش
0.0105	0.0051	603	649	8.997	0.0065	649	683	5.252	0.0198	683	837	7.766	وادي الملححة
0.0051	0.0039	544	589	11.619	0.0039	589	619	7.652	0.0076	619	692	9.550	وادي الفكرة
0.0082	0.0060	712	761	8.100	0.0073	761	835	10.173	0.0113	835	941	9.375	وادي شعيرة العرقيب
0.0048	0.0035	535	570	10.091	0.0038	570	594	6.311	0.0072	594	634	5.554	وادي الشراوية
0.0053	0.0044	562	599	8.410	0.0054	599	646	8.680	0.0061	646	685	6.380	وادي سلام
0.0050	0.0073	442	512	9.537	0.0029	512	534	7.484	0.0048	534	563	6.008	وادي أم حلوف
0.0035	0.0022	571	582	5.020	0.0029	582	595	4.466	0.0054	595	624	5.415	وادي الصمل
0.0132	0.0080	704	782	9.808	0.0108	782	857	6.937	0.0207	857	943	4.152	وادي الجويدلية
0.0123	0.0062	602	649	7.609	0.0072	649	704	7.643	0.0234	704	865	6.883	وادي الكنج
0.0032	0.0024	529	546	7.115	0.0034	546	575	8.535	0.0039	575	602	6.969	وادي التمراني
0.0053	0.0046	497	515	3.936	0.0059	515	561	7.742	0.0053	561	612	9.550	وادي الهشة
0.0066	0.0057	455	481	4.558	0.0055	481	522	7.484	0.0085	522	584	7.282	وادي الرديجي
0.0121	0.0057	468	501	5.805	0.0254	501	533	1.259	0.0051	533	556	4.490	وادي الفحام
0.0052	-	-	-	-	0.0052	671	701	5.802	0.0148	701	756	3.716	وادي الزرنوق
0.0100	0.0124	460	512	4.204	0.0066	479	512	5.007	0.0110	512	549	3.360	وادي سيلوي
0.0054	0.0075	490	524	4.516	0.0058	524	555	5.346	0.0028	555	563	2.852	وادي جرينة
0.0087	0.0059	705	721	2.711	0.0081	721	743	2.707	0.0122	743	767	1.967	وادي أم عزة
0.0132	0.0124	712	782	27.937	0.0254	782	857	25.479	0.0234	857	943	20.205	أعلى قيمة
0.0025	0.0022	437	481	2.711	0.0025	479	512	1.259	0.0010	512	549	1.967	أدنى قيمة
0.0067	0.0050	554	598	9.635	0.0061	599	643	8.366	0.0092	643	708	7.396	المتوسط

المصدر: من عمل الطالب اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية ونماذج الارتفاعات

الرقمية.

ولحساب زمن التركيز TC (ساعة) في أحواض التصريف الفرعية بحوض وادي الجرافي، فقد تم استخدام جميع الطرق السابقة، حيث تم استخدام زمن التركيز التجميعي لقطاعات المجرى الرئيسي باستخدام معادلة "كربيتش" Kirpich، وتم حساب زمن التركيز لكل قطاع على حدة من قطاعات المجرى الرئيسي ثم جمع زمن التركيز، ويكون الناتج عن ذلك زمن التركيز التجميعي للحوض، فعند تطبيق معادلة "كربيتش" باستخدام متوسط انحدار

د / أبو العزائم فرج الله راشد

الحوض مباشرة تظهر قيم أقل من زمن التركيز التجميعي قد تصل إلى حوالي أربع ساعات في بعض الأحواض, كما يظهر في جدول (5), كما تم تطبيق المعادلات المقترحة, ولكن باستخدام قيمة متوسط انحدار المجرى الرئيسي, حيث أظهرت قيم متقاربة فيما بينها, وكذلك مع طريقة كريتش باستخدام زمن التركيز التجميعي.

ويتضح من تحليل جدول (5) تباين زمن التركيز في الأحواض الفرعية لوادي الجرافي, حيث تراوحت القيم حسب طريقة زمن التركيز التجميعي باستخدام معادلة (Kirpich, 1940) بين (2.55 - 20.11 ساعة) لحوضي أم عزة والجرافي على التوالي, وبلغ المتوسط العام 7.58 ساعة.



ترجمة المصاحبات اللفظية والتعبيرات الاصطلاحية

جدول رقم (5) نتائج تطبيق معادلات زمن التركيز (ساعة).

المتوسط العام	المعادلة المقترحة تعديل معادلة (Snyder,1938)	Ockert and Jeff , 2014 باستخدام متوسط انحدار المجرى الرئيسي	Kirpich,1940		حوض التصريف
			باستخدام متوسط انحدار المجرى الرئيسي	باستخدام زمن التركز التجميعي	
20.07	20.03	15.58	15.59	20.11	وادي الجرافي
11.33	11.21	8.85	8.85	11.44	وادي خذاخذ
11.34	10.97	7.51	7.52	11.71	وادي الاكثيرات
7.62	7.39	5.90	5.90	7.84	وادي الدامثة
11.48	11.45	8.71	8.72	11.50	وادي أبو جويح
8.50	8.72	6.35	6.35	8.28	وادي الخميلة
9.91	10.09	7.09	7.09	9.73	وادي البيضا
8.63	7.99	6.96	6.96	9.27	وادي المشاش
6.08	6.30	4.15	4.15	5.85	وادي المالحه
8.77	8.67	6.72	6.72	8.86	وادي الغادرة
7.43	7.76	5.43	5.43	7.10	وادي شعيرة العراقيب
7.36	7.25	5.58	5.58	7.47	وادي الشراوية
7.49	7.63	5.66	5.67	7.34	وادي سلالم
7.44	7.36	5.71	5.71	7.52	وادي أم حلوف
5.98	5.72	4.68	4.69	6.23	وادي الصمل
5.42	5.81	3.65	3.65	5.03	وادي الجويدلية
5.91	6.21	3.92	3.92	5.60	وادي الكيح
8.46	8.26	6.66	6.66	8.65	وادي التمراني
6.82	6.97	5.26	5.26	6.66	وادي الهشة
5.98	6.16	4.49	4.49	5.79	وادي الرديحي
3.76	3.71	2.39	2.39	3.81	وادي الفحام
3.33	3.79	2.86	2.86	2.87	وادي الزرنوق
3.79	3.95	2.74	2.74	3.63	وادي سيلوي
4.64	4.71	3.52	3.52	4.57	وادي جرينة
2.65	2.74	1.92	1.92	2.55	وادي ام عزة
20.07	20.03	15.58	15.59	20.11	أعلى قيمة
2.65	2.74	1.92	1.92	2.55	أدنى قيمة
7.61	7.63	5.69	5.69	7.58	المتوسط

المصدر: من عمل الطالب اعتماداً على نتائج تطبيق معادلات زمن التركيز.

يُقصد بزمن التباطؤ Catchment lag time والذي يُرمز له بـ ( $t_p$ ) أو ( $T_L$ ) بأنه الفترة الزمنية بين منتصف العاصفة الفعالة وذروة التصريف (Ockert and Jeff , 2014,p.1943), أو هو الفترة الزمنية بين ذروة العاصفة المطرية وقمة منحنى التصريف, وقد ذكر عدد من الباحثين أن زمن التباطؤ يساوي 60% من زمن التركيز (Loukas and Quick , 1996,p.13). وتوجد عدة معادلات لحساب زمن التباطؤ, ولعل أشهرها معادلة USDA SCS كما يلي:

$$T_L = 0.6T_C$$

كما توجد عدة طرق أخرى لحساب زمن التباطؤ منها طريقة (Snyder) من خلال المعادلة التالية (Snyder,1938,p.450):

$$t_p = C_t(L_{cg}L)^{0.3}$$

حيث أن:  $t_p$  = زمن التباطؤ (ساعة),  $L_{ca}$  = مركز ثقل الحوض (كم),  $L$  = طول الحوض (كم),  $C_t$  = معامل الانحدار وتخزين المياه.

ولقد أجرى بعض الباحثين تطويراً على معادلة Snyder السابقة, منهم (Linsley et al. 1988) حيث حدد قيم المعامل  $C_T$  بناءً على طبيعة الحوض, وقدم المعادلة التالية (Ockert and Jeff , 2014,p.1943)

$$T_L = C_T \left( \frac{L_H L_C}{\sqrt{S_{CH}}} \right)^{0.38}$$

حيث أن:  $T_L$  = زمن التباطؤ (ساعة),  $L_H$  = طول المجرى الرئيسي (كم),  $L_C$  = مركز ثقل الحوض (كم),  $S_{CH}$  = متوسط انحدار المجرى الرئيسي (م/م)  $\times 100$ ,  $C_T = 0.5$  الرقم المناسب لهذه الدراسة.

بالإضافة إلى ذلك توجد عدة طرق أخرى لحساب زمن التباطؤ منها طريقة (Chow,1962) من خلال المعادلة التالية (Loukas and Quick , 1996,p.13):

ترجمة المصاحبات اللفظية والتعبيرات الاصطلاحية

$$t_l = 0.00116 \left[ \frac{L}{\sqrt{S_s}} \right]^{0.64}$$

حيث أن:  $t_l$  = زمن التباطؤ (ساعة),  $L$  = طول المجرى الرئيسي (م),  $S_s$  = متوسط انحدار المجرى الرئيسي (م/م).

وطريقة (Haktanir and Sezen, 1990, p.181) من خلال المعادلة التالية:

$$T_L = 0.2685 L_{CH}^{0.841}$$

حيث أن:  $T_L$  = زمن التباطؤ (ساعة),  $L_{CH}$  = طول المجرى الرئيسي (كم).

ويوضح الجدول (6) نتائج تطبيق معادلات زمن التباطؤ للأحواض الفرعية بحوض وادي الجرافي، ويلاحظ الاختلاف النسبي بين نتائج الطرق، حيث أن قيم زمن التركيز الناتج عن الطريقة الأولى USDA SCS تزيد على باقي الطرق بحوالي ساعة ونصف تقريباً في بعض الأحواض، وهذه الطريقة في الأساس لا تعتمد على أي متغيرات حوضية ولكنها ناتج عملية حسابية لزمن التركيز ( $T_m = 0.6 \times TC$ ) على خلاف باقي الطرق، والتي تتقارب إلى حدٍ ما في قيم زمن التباطؤ، وتعتمد معادلات هذه الطرق على متغيرات أحواض التصريف.

جدول رقم (6) نتائج تطبيق معادلات زمن التباطؤ (ساعة).

المتوسط العام	تطبيق معادلات زمن التباطؤ (ساعة)				حوض التصريف
	Haktanir and Sezen,1990	Chow,1962	Linsley et al, 1988	USDA SCS	
10.76	10.0	9.02	11.93	12.07	وادي الجرافي
6.17	5.5	5.63	6.67	6.87	وادي خداخد
6.22	6.4	4.92	6.53	7.03	وادي الاكتيرات
4.26	3.9	4.02	4.40	4.70	وادي الدامثة
6.32	6.0	5.56	6.82	6.90	وادي أبو جويح
4.74	4.5	4.28	5.20	4.97	وادي الخميعة
5.51	5.5	4.68	6.01	5.84	وادي البيضا
4.61	3.5	4.61	4.76	5.56	وادي المشاش
3.47	3.6	3.00	3.75	3.51	وادي المالحة
4.87	4.5	4.48	5.16	5.32	وادي الغادرة
4.26	4.4	3.76	4.62	4.26	وادي شعيرة
4.06	3.6	3.84	4.32	4.48	وادي الشراوية
4.16	3.8	3.89	4.54	4.40	وادي سلالم
4.15	3.8	3.91	4.39	4.51	وادي أم حلوف
3.27	2.6	3.32	3.40	3.74	وادي الصمل
3.17	3.5	2.70	3.46	3.02	وادي الجويدلية
3.38	3.6	2.86	3.70	3.36	وادي الكيح
4.57	3.7	4.45	4.92	5.19	وادي التمراني
3.82	3.5	3.65	4.15	3.99	وادي الهشة
3.39	3.2	3.21	3.67	3.47	وادي الرديحي
2.13	2.1	1.90	2.21	2.29	وادي الفحام
2.00	1.8	2.20	2.26	1.72	وادي الزرنوق
2.24	2.3	2.13	2.35	2.18	وادي سيلوي
2.62	2.3	2.62	2.80	2.74	وادي جرينة
1.54	1.4	1.58	1.63	1.53	وادي ام عزة
10.76	10	9.02	11.93	12.07	أعلى قيمة
1.54	1.4	1.58	1.63	1.53	أدنى قيمة
4.23	3.96	3.84	4.55	4.55	المتوسط

المصدر: من عمل الطالب اعتماداً على نتائج تطبيق معادلات زمن التباطؤ.

طريقة سنايدر Snyder Method :

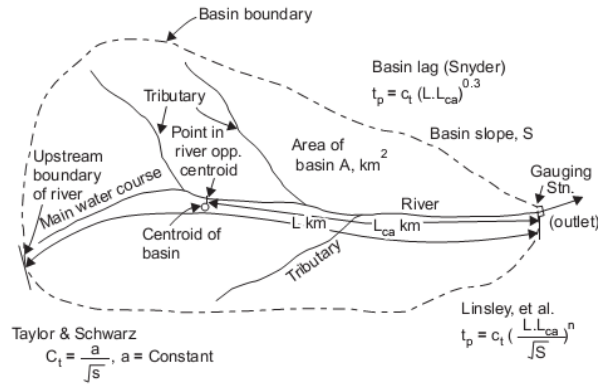
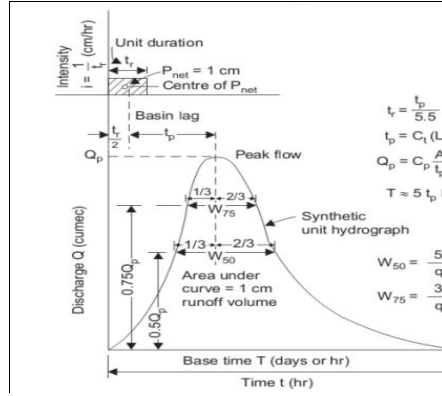
ترجمة المصاحبات اللفظية والتعبيرات الاصطلاحية

هنالك حاجة شديدة لمعرفة معلومات عن منحني السيل أو الهيدرجراف, وهذه المعلومات لا تكون متاحة إلا في مواقع قليلة, لذلك توفرت معادلات تجريبية من أجل بناء وحدات هيدروغرافية لمثل هذه المناطق تُعرف باسم منحنيات الوحدات الاصطناعية (هيدروغرافات) Synthetic-unit Hydrographs, ومع ذلك, يجب أن نتذكر أن هذه الأساليب التي تستند إلى المعادلات التجريبية لا تنطبق إلا على مناطق محددة تم تطويرها فيها ولا ينبغي اعتبارها علاقات عامة للاستخدام في جميع المناطق (Subramanya, 2008, p. 255), فهناك حاجة حقيقية لمزيد من البحث حول أقله طرق تقدير الفيضانات في المناطق الجافة, ومثل هذه التقديرات مهمة جداً لأن أمطار العواصف الموثقة طويلة المدى وقياسات الجريان السطحي المقابلة غير متوفرة بشكل عام, وهذا هو الحال في البلاد العربية (Sen, 2008, p. 356).

ونموذج سنايدر هو منهج تجريبي تم تطويره في الولايات المتحدة الأمريكية لدراسة أحواض التصريف بجبال الأبلش, وهو يربط الوقت time مع قمة التصريف peak discharge بالخصائص الجيومورفولوجية للحوض (Sen, 2018, p. 174), وقد تم بناء هذه النموذج من خلال دراسة مجموعة من الأحواض تراوحت مساحتها بين (30-30000 كم<sup>2</sup>) (Chow et al, 1988, p. 224).

وتتميز طريقة سنايدر بعدة مميزات أهمها:

- 1 - إمكانية تطبيقها على أي حوض من الأحواض تحت أي ظرف من الظروف المناخية لعدم ارتباطها بأي من الأجهزة التقنية الخاصة بمحطات قياس الأمطار أو السيول.
- 2 - تصنيف أحواض الروافد بناءً على حجم التصريف بها, ومن ثم معرفة المنطقة الأكثر عرضة للأخطار خاصة تلك التي امتدت عليها مناطق العمران بمختلف منشأته, كذلك إمكانية التطبيق في برامج نظم المعلومات الجغرافية, لذا يعتبر سنايدر (Snyder, 1938) صاحب أفضل نموذج معروف حتى الآن, حيث قام بدراسة وتحليل عدد من المنحنيات لأحواض التصريف بجبال الأبلش وركز في تصميم هذا المنحني على ثلاثة أبعاد هي: كميات التصريف في الحوض بالمتر المكعب في الثانية, والوقت الذي يستمر فيه الجريان بالساعة, ووقت التباطؤ (موسى, 2016, ص 23).



المصدر: (Raghunath ,2006,p.150).

شكل (5) خصائص منحنى السيل (هيدروجراف الوحدة).

المعادلات التطبيقية لطريقة سنايدر :

1- مركز ثقل الحوض (Lc) : يشكل المرحلة الأولى في تطبيق نموذج سنايدر, وقد تم

حسابه منذ قليل.

2- وقت حدوث الذروة أو زمن التباطؤ ( $t_p$ ) (ساعة): وقد تم حسابها قبل قليل باستخدام

معادلة (Linsley et al).



ترجمة المصاحبات اللفظية والتعبيرات الاصطلاحية

3- الفترة الزمنية المثالية (ساعة) لهطول الأمطار  $(t_r)$  Standard Duration وهي عبارة عن ذروة هطول الأمطار بالساعات, ويتم حسابه من المعادلة التالية  
(Raghunath ,2006,p.150):

$$t_r = \frac{t_p}{5.5}$$

حيث أن:  $t_r$  = الفترة الزمنية المثالية (ساعة),  $t_p$  = زمن التباطؤ (ساعة).

4- حساب تركيز الأمطار المناسبة لتدفق الذروة (سم/ساعة) (I) ويتم حسابه من المعادلة التالية:

$$I \text{ ( cm / hr )} = 1/tr(\text{hr})$$

حيث أن:  $I$  = تركيز كثافة الأمطار في الزمن (سم/ساعة) ,  $tr$  = الفترة الزمنية المثالية لهطول الأمطار.

5- وقت الجريان الأساسي (ساعة) ( $T$ ): هو عبارة عن زمن السيل أو القاعدة الزمنية للهيدروجراف, وقد قدم (Snyder ,1983,p.451) المعادلة التالية لحسابه:

$$T = 3 + 3 \left( \frac{t_p}{24} \right)$$

حيث أن:  $T$  = زمن السيل (يوم),  $t_p$  = زمن التباطؤ (ساعة).

وهذه المعادلة ينتج عنها زمن سيل لا يقل عن ثلاثة أيام لأي حوض, لذلك قدم بعض الباحثين عدة معادلات لحساب زمن الجريان في نموذج سنايدر على النحو التالي:

- زمن الجريان الأساسي من خلال المعادلة التالية

- (Raghunath ,2006,p.150):

$$T = 5 \times t_p$$

حيث أن:  $T$  = زمن السيل (يوم),  $t_p$  = زمن التباطؤ (ساعة).

- زمن الجريان الأساسي من خلال المعادلة التالية

:(Bhunya et al ,2011,p.2)

$$T = 5 \left( t_p + \frac{t_r}{2} \right)$$

حيث أن:  $T$  = زمن السيل (يوم),  $t_p$  = زمن التباطؤ (ساعة),  $t_r$  = الفترة الزمنية المثالية (ساعة).

- زمن الجريان الأساسي من خلال المعادلة التالية

:(Bhunya et al ,2011,p.2)

$$T = 5.411 (t_p)^{0.826}$$

حيث أن:  $T$  = زمن السيل (يوم),  $t_p$  = زمن التباطؤ (ساعة).

6- التدفق الأقصى (قمة منحنى السيل) (م<sup>3</sup>/ثانية): ويتم حساب كمية التدفق الأقصى للسيول بنموذج سنايدر بتطبيق المعادلة التالية (Raghunath ,2006,p.150):

$$Q_p = C_p \frac{A}{t_p}$$

حيث أن:  $Q_p$  = التدفق الأقصى (م<sup>3</sup>/ثانية),  $A$  = مساحة الحوض (كم),  $t_p$  = زمن التباطؤ (ساعة),  $C_p$  = معامل تدفق الذروة ويرتبط بقابلية الحوض المائي لتخزين المياه, وله علاقة بالنفاذية وتتراوح قيمته بين (2 - 6.5).

7- حساب قيمة تدفق الذروة النوعي (م<sup>3</sup>/ثانية/كم<sup>2</sup>): ويتم حساب كمية التدفق

الأقصى للسيول بنموذج سنايدر بتطبيق المعادلة التالية

:(Raghunath ,2006,p.150)

$$q_p = \frac{Q_p}{A} \text{ cumec/km}^2$$

حيث أن:  $q_p$  = قيمة الجريان بالمتري المكعب في الثانية في الكيلومتر المربع,  $Q_p$  = التدفق الأقصى (م<sup>3</sup>/ثانية).  $A$  = مساحة الحوض (كم<sup>2</sup>).

8- حساب الفترة الزمنية **W50**, **W75** المناسبين لعرض منحنى السيل

(الهيدروجراف) عند مستوى 50% و 75% على التوالي من تصريف الذروة بتطبيق

المعادلتين التاليتين (Raghunath ,2006,p.150):

ترجمة المصاحبات اللفظية والتعبيرات الاصطلاحية

$$W_{50} = \frac{5.6}{q_p^{1.08}}$$

$$W_{75} = \frac{3.21}{q_p^{1.08}} = \frac{W_{50}}{1.75}$$

حيث أن:  $W_{50}$  و  $W_{75}$  الفترة الزمنية المناسبة لقيمة 50% و 75% من التدفق الأقصى للسيل ( $\text{م}^3/\text{ثانية}$ ) ،  $q_p$  = تدفق الذروة النوعي للحوض المائي ( $\text{م}^3/\text{ثانية}$ ) / كيلومتر مربع).

9- حساب فترة الارتفاع التدريجي للسيل (ساعة): وهي عبارة الفترة الزمنية التي يستغرقها السيل حتى يبلغ ذروته، وهي تمثل الثلث الأول من زمن قاعدة السيل، ويتم حسابه من خلال المعادلة التالية (البارودي، 2012، ص 58):

$$T_m = \frac{1}{3} (T)$$

حيث أن:  $T_m$  = زمن السيل (يوم)،  $T$  = زمن الأساس (ساعة).

10- حساب حجم السيل بتطبيق المعادلة الآتية (الغيلان، 2008):

$$AL ( \text{Hm}^3 ) 10^6 \text{ m}^3 = Q_p / ( T_m (\text{s})^{-6} )$$

حيث أن  $AL$  = حجم السيل في الحوض  $1000 \text{ م}^3$  ،  $6 - (s) T_m$  = مدة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل محسوبة بالثانية.

11- حساب سمك (عمق) الجريان السطحي المناسب لذروة تدفق السيل باستخدام المعادلة التالية (موسى، 2016، ص 343):

$$E ( \text{mm} ) = AL / A$$

حيث  $E ( \text{mm} )$  = عمق السيل (مم)،  $AL$  = حجم السيل في الوادي بالمليون متر مكعب،  $A$  = مساحة الحوض بالكيلو متر المربع.

ومن خلال تطبيق نموذج سنايدر والذي شمل المعادلات السابقة، وبناء على الجدول (7) وشكل (6)، يتضح ما يلي:

بلغ إجمالي التدفق الأقصى أو تصريف الذروة لأحواض وادي الجرافي 1668.8 ( $\text{م}^3/\text{ثانية}$ )، وقد تراوحت القيم بين 18.4-117.43 ( $\text{م}^3/\text{ثانية}$ ) لحوضي جرينة والمشاش

على التوالي، فقد شكل حوض وادي المشاش أعلى الأحواض في التصريف على الرغم من أنه ليس أكبر الأحواض في المساحة مثل وادي خداخد، وشكل حوض وادي جرينة أقل الأحواض، وبلغ إجمالي حجم التصريف للأحواض الفرعية بحوض وادي الجرافي 11.396 مليون م<sup>3</sup>، وقد تراوحت القيم بين 188.59 - 1239.05 ألف م<sup>3</sup>، لحوضي الجرافي والفحام على التوالي.

ومن دراسة منحنيات السيل (الهيدروجراف)، شكل (6)، اتضح الاختلاف في شكل المنحنى بين الأحواض، ولعل الأحواض الأكثر خطورة هي تلك الأحواض التي يقل فيها زمن التباطؤ الذي يفصل بين ذروة العاصفة المطرية وقمة التصريف، وهذه الأحواض يقل فيها مدة حدوث السيل، ويصل السيل إلى الذروة في وقت قصير، ومنها: حوض وادي أم عزة، وحوض وادي جرينة، وحوض وادي سيلوي، وحوض وادي الزرنوق، وحوض وادي الفحام، وحوض وادي الرديحي، حيث يقل زمن التباطؤ في هذه الأحواض عن ثلاث ساعات ونصف، وقد يرجع قصر زمن التباطؤ في هذه الأحواض في المقام الأول إلى صغر مساحاتها، بينما في المقابل كان هنالك أحواض طال فيها زمن التباطؤ وزادت فيها مدة حدوث السيل، ومنها وادي الجرافي الرئيسي، ووادي الأكتيرات، ووادي أبو جويع، ووادي البيضاء، وفيما يلي دراسة لمنحنيات السيل للأحواض الفرعية بحوض وادي الجرافي:

ترجمة المصاحبات اللفظية والتعبيرات الاصطلاحية

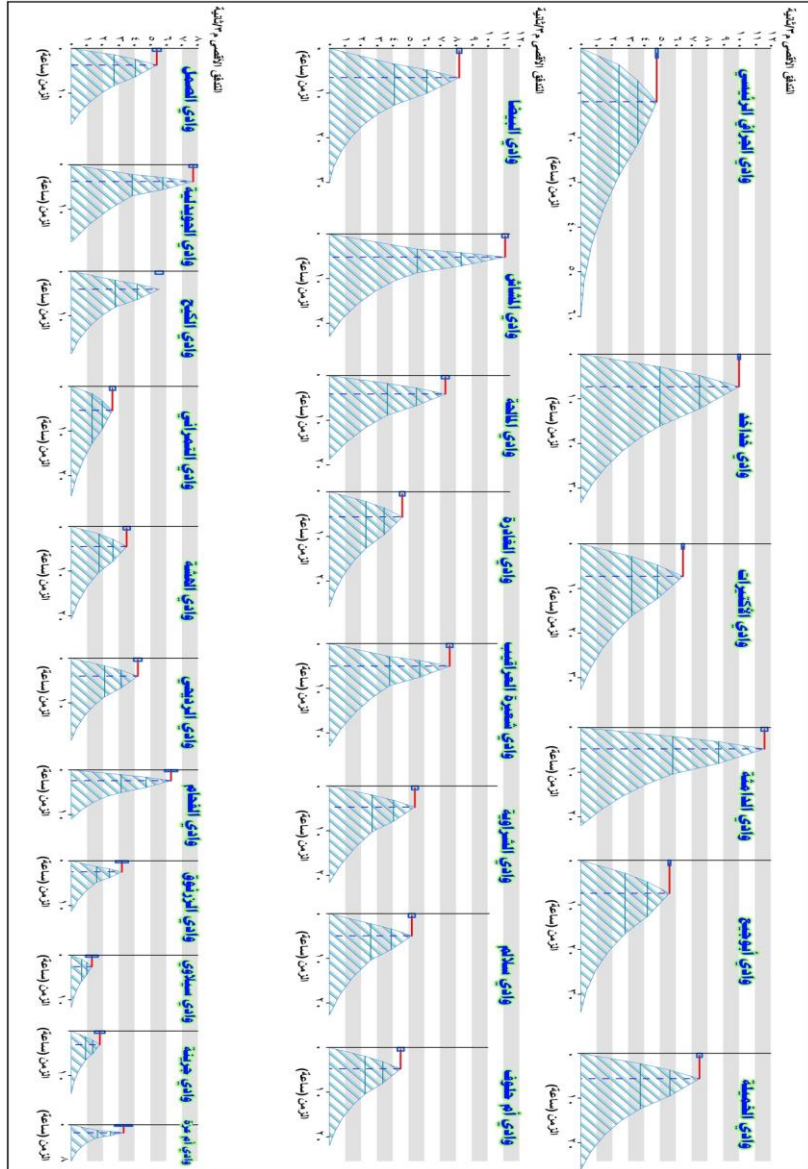
جدول (7) نتائج تطبيق نموذج سنايدر لأحواض الفرعية بحوض وادي الجرافي.

E	AL	Tm	W75	W50	qp	Qp	Cp	T	l	tr	tp	A	الحوض
5.39	1239.05	19.88	14.21	24.87	0.25	57.77	3	59.65	0.46	2.17	11.93	229.73	وادي الجرافي الرئيسي
1.73	391.97	11.12	7.58	13.27	0.45	102.1	3	33.35	0.82	1.21	6.67	227.01	وادي خفاخذ
3.07	529.75	10.88	7.99	13.98	0.43	73.96	2.8	32.65	0.84	1.19	6.53	172.5	وادي الاكترات
1.33	227	7.33	4.84	8.47	0.68	116.3	3	22	1.25	0.8	4.4	170.57	وادي الدائمة
4.07	615.15	11.37	7.77	13.6	0.44	66.52	3	34.1	0.81	1.24	6.82	151.23	وادي أبو جويح
2.47	365.43	8.67	5.8	10.14	0.58	85.38	3	26	1.06	0.95	5.2	147.99	وادي الخميطة
2.67	390.47	10.02	5.25	9.19	0.63	92.35	3.8	30.05	0.92	1.09	6.01	146.05	وادي البيضا
2.18	243.21	7.93	3.03	5.31	1.05	117.43	5	23.8	1.16	0.87	4.76	111.79	وادي المشاش
2.58	269.3	6.25	4.07	7.13	0.8	83.55	3	18.75	1.47	0.68	3.75	104.43	وادي الملححة
5.48	549.23	8.6	5.96	10.43	0.56	56.37	2.9	25.8	1.07	0.94	5.16	100.29	وادي الغفرة
3.26	322.93	7.7	3.74	6.54	0.87	85.84	4	23.1	1.19	0.84	4.62	99.15	وادي شعيرة العرقيب
4.3	400.68	7.2	4.74	8.3	0.69	64.69	3	21.6	1.27	0.79	4.32	93.15	وادي الشراوية
4.88	434.17	7.57	4.67	8.17	0.7	62.74	3.2	22.7	1.21	0.83	4.54	89.01	وادي سلام
5.91	477.26	7.32	4.83	8.45	0.68	55.19	3	21.95	1.25	0.8	4.39	80.76	وادي أم حلوف
4.09	318.4	5.67	3.95	6.91	0.82	64.07	2.8	17	1.62	0.62	3.4	77.79	وادي الصمل
3.13	236.96	5.77	2.74	4.79	1.16	87.61	4	17.3	1.59	0.63	3.46	75.78	وادي الجوبيلية
4.56	331.99	6.17	3.51	6.14	0.92	66.87	3.4	18.5	1.49	0.67	3.7	72.77	وادي الكبح
11.76	810.54	8.2	6.37	11.15	0.53	36.42	2.6	24.6	1.12	0.89	4.92	68.92	وادي التمراني
8	543.19	6.92	4.89	8.57	0.67	45.84	2.8	20.75	1.33	0.75	4.15	67.94	وادي الهشة
6.44	416.65	6.12	3.98	6.96	0.82	52.85	3	18.35	1.5	0.67	3.67	64.65	وادي الرينحي
3.64	188.59	3.68	2.3	4.03	1.36	70.31	3	11.05	2.49	0.4	2.21	51.8	وادي القحام
12.97	336.98	3.77	2	3.49	1.55	40.24	3.5	11.3	2.43	0.41	2.26	25.98	وادي الزرنوق
31.1	617.88	3.92	2.75	4.82	1.15	22.82	2.7	11.75	2.34	0.43	2.35	19.87	وادي سيلوي
53.16	913.04	4.67	2.97	5.2	1.07	18.4	3	14	1.96	0.51	2.8	17.17	وادي جريئة
16.09	226.49	2.72	0.95	1.67	3.07	43.18	4	8.15	3.37	0.3	1.63	14.08	وادي ام عزة
53.16	1239.05	19.88	14.21	24.87	3.07	117.43	5	59.65	3.37	2.17	11.93	229.73	أعلى قيمة
1.33	188.59	2.72	0.95	1.67	0.25	18.4	2.6	8.15	0.46	0.3	1.63	14.08	أدنى قيمة
8.17	455.85	7.57	4.83	8.463	0.87	66.75	3.22	22.73	1.44	0.82	4.546	99.21	المتوسط
-	11396.31	-	-	-	-	1668.8	-	-	-	-	-	2480.41	الاجمالي

$A =$  المساحة (كم<sup>2</sup>) ,  $tp =$  زمن التباطؤ (ساعة) ,  $tr =$  الفترة المثالية لهطول الأمطار (ساعة) ,  
 $=$  فترة تركيز الأمطار (سم/ساعة) ,  $T =$  زمن الأساس (ساعة) ,  $Cp =$  معامل تدفق الذروة ,  
 $Qp =$  التدفق الأقصى (م<sup>3</sup>/ثانية) ,  $qp =$  تدفق الذروة النوعي (م<sup>3</sup>/ثانية/كم<sup>2</sup>) ,  $W50 =$  الفترة الزمنية (ساعة) لعرض الهيدروجراف عند إرتفاع 50% من التدفق ,  $W75 =$  الفترة

د / أبو العزائم فرج الله راشد

الزمنية (ساعة) لعرض الهيدروجراف عند إرتفاع 75% من التدفق,  $T_m$  = فترة الإرتفاع التدرجي للسيل (ساعة),  $AL$  = حجم السيل ( $1000 \text{ م}^3$ ),  $E$  = عمق السيل (مم).



(6) منحنيات السيول للأودية الفرعية بحوض وادي الجرافي حسب نموذج سنايدر.



**حوض وادي الجرافي الرئيسي:** اتسم منحى السيل في حوض وادي الجرافي الرئيسي بالشكل متسع القاعدة، نظراً لطول زمن السيل والذي بلغ 59.65 ساعة، كما اتسم المنحنى بصغر التدفق الأقصى والذي بلغ 57.77 م<sup>3</sup>/ثانية، وأيضاً اتسم المنحنى بطول زمن التباطؤ، حيث يبلغ السيل قمته بعد 11.93 ساعة من ذروة العاصفة المطرية، وبلغ حجم السيل في الحوض 1.23 مليون م<sup>3</sup>، وهو يعتبر أكثر الأحواض من حيث حجم التصريف.

**حوض وادي خدخد:** اتسم منحى السيل في حوض وادي خدخد بالضخامة، نظراً لطول زمن السيل والذي بلغ 33.35 ساعة، وارتفاع قمته بسبب زيادة التدفق الأقصى، والذي بلغ 102.1 م<sup>3</sup>/ثانية، كما يبلغ السيل قمته بعد 6.67 ساعة من ذروة العاصفة المطرية، وبلغ حجم السيل في الحوض 391.97 ألف م<sup>3</sup>، وهو يعتبر من الأحواض ذات حجم التصريف الكبير.

**حوض وادي الأكتيرات:** ويتسم منحى السيل لحوض وادي الأكتيرات بالضخامة النسبية مقارنة بحوض وادي خدخد، حيث يبلغ زمن السيل 32.65 ساعة، وتبلغ قمة السيل 73.96 م<sup>3</sup>/ثانية، كما يبلغ السيل قمته بعد 6.53 ساعة من ذروة العاصفة المطرية، وبلغ حجم السيل في الحوض 529.75 ألف م<sup>3</sup>، وهو يعتبر من الأحواض كبيرة الحجم.

**حوض وادي الدامثة:** ويتسم منحى السيل لحوض وادي الدامثة بالارتفاع الشديد، والقصر النسبي لزمن السيل مقارنة بالأحواض السابقة، حيث يبلغ زمن السيل 22 ساعة، وتبلغ قمة السيل 116.3 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة المرتفعة بعد مرور 4.4 ساعة من ذروة العاصفة المطرية، وبلغ حجم السيل في الحوض 227 ألف م<sup>3</sup>، وهو يعتبر من الأحواض كبيرة الحجم، ويعبر شكل منحى السيل لحوض وادي الدامثة عن خطورة شديدة، وأن المنشآت والمرافق الموجودة داخل هذه الحوض عرضة لخطر السيل الجارف السريع.

**حوض وادي أبو جويع:** يتشابه منحى السيل لحوض وادي أبو جويع إلى حد كبير مع منحى السيل لحوض وادي الأكتيرات، حيث يتسم كلا الحوضين بالزمن الطويل حيث يستغرق السيل مدة قدرها 34.1 ساعة في وادي أبو جويع، وتبلغ قمة السيل 66.52 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 6.82 ساعة من ذروة العاصفة

المطرية، وهو يعتبر ثاني الأحواض في طول زمن التباطؤ بعد حوض وادي الجرافي الرئيسي، وبلغ حجم السيل في الحوض 615.15 ألف م<sup>3</sup>، وهو يعتبر من الأحواض كبيرة الحجم.

**حوض وادي الخميعة:** يبلغ طول زمن السيل في حوض وادي الخميعة 26 ساعة، وتبلغ قمة السيل 85.38 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 5.2 ساعة، وبلغ حجم السيل في الحوض 365.43 ألف م<sup>3</sup>.

**حوض وادي البيضا:** يبلغ طول زمن السيل في حوض وادي البيضا 30.05 ساعة، وتبلغ قمة السيل 92.35 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 6.01 ساعة، وبلغ حجم السيل في الحوض 390.47 ألف م<sup>3</sup>، ويتشابه منحني السيل لوادي البيضا مع منحني السيل لوادي الخميعة.

**حوض وادي المشاش:** يبلغ طول زمن السيل في حوض وادي المشاش 23.8 ساعة، وتبلغ قمة السيل 117.43 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 4.76 ساعة، وبلغ حجم السيل في الحوض 243.21 ألف م<sup>3</sup>، ويعتبر حوض وادي المشاش من أكثر الأحواض الفرعية بحوض وادي الجرافي دقفاً، حيث يجري السيل في صخور نارية صلبة غير منفذه، مما يؤدي إلى مساهمة أغلب الأمطار المتساقطة في عملية الجريان.

**حوض وادي المالحه:** يبلغ طول زمن السيل في حوض وادي المالحه 18.75 ساعة، وتبلغ قمة السيل 83.55 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 3.75 ساعة، وبلغ حجم السيل في الحوض 269.3 ألف م<sup>3</sup>.

**حوض وادي الغادرة:** يبلغ طول زمن السيل في حوض وادي الغادرة 25.8 ساعة، وتبلغ قمة السيل 56.37 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 5.16 ساعة، وبلغ حجم السيل في الحوض 549.23 ألف م<sup>3</sup>، ويعد وادي الغادرة من الأودية كبيرة الحجم.

**حوض وادي شعيرة العراقيب:** يبلغ طول زمن السيل في حوض وادي شعيرة العراقيب 23.1 ساعة، وتبلغ قمة السيل 85.84 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 4.62 ساعة، وبلغ حجم السيل في الحوض 322.93 ألف م<sup>3</sup>، ويعد وادي الغادرة من الأودية

## ترجمة المصاحبات اللفظية والتعبيرات الاصطلاحية

كبيرة الحجم، كما أنه يشكل خطر على المنشآت التي تقع في الحوض، ويتميز هذا الحوض بكثرة آبار المياه الجوفية الصالحة للشرب.

**حوض وادي الشراوية:** يبلغ طول زمن السيل في حوض وادي الشراوية 21.6 ساعة، وتبلغ قمة السيل 64.69 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 4.32 ساعة، وبلغ حجم السيل في الحوض 400.68 ألف م<sup>3</sup>.

**حوض وادي سلالم:** يبلغ طول زمن السيل في حوض وادي سلالم 22.7 ساعة، وتبلغ قمة السيل 62.74 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 4.54 ساعة، وبلغ حجم السيل في الحوض 434.17 ألف م<sup>3</sup>.

**حوض وادي أم حلوف:** يبلغ طول زمن السيل في حوض وادي سلالم 21.95 ساعة، وتبلغ قمة السيل 55.19 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 4.39 ساعة، وبلغ حجم السيل في الحوض 477.26 ألف م<sup>3</sup>، ويلاحظ التشابه الكبير في شكل منحنى السيل بين وادي أم حلوف ووادي سلالم ووادي الشراوية.

**حوض وادي الصمل:** يبلغ طول زمن السيل في حوض وادي سلالم 17 ساعة، وتبلغ قمة السيل 64.07 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 3.4 ساعة، وبلغ حجم السيل في الحوض 318.4 ألف م<sup>3</sup>.

**حوض وادي الجويدلية:** يبلغ طول زمن السيل في حوض وادي سلالم 17.3 ساعة، وتبلغ قمة السيل 87.61 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 3.46 ساعة، وبلغ حجم السيل في الحوض 236.96 ألف م<sup>3</sup>، ويلاحظ من شكل المنحنى خطورة السيل في هذا الحوض.

**حوض وادي الكيخ:** يبلغ طول زمن السيل في حوض وادي سلالم 18.5 ساعة، وتبلغ قمة السيل 66.87 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 3.7 ساعة، وبلغ حجم السيل في الحوض 331.99 ألف م<sup>3</sup>.

**حوض وادي التمراني:** يبلغ طول زمن السيل في حوض وادي سلالم 24.6 ساعة، وتبلغ قمة السيل 36.42 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 4.92 ساعة، وبلغ حجم السيل في الحوض 810.54 ألف م<sup>3</sup>.

**حوض وادي الهشة:** يبلغ طول زمن السيل في حوض وادي سلالم 20.75 ساعة، وتبلغ قمة السيل 45.84 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 4.15 ساعة، وبلغ حجم السيل في الحوض 543.19 ألف م<sup>3</sup>.

**حوض وادي الرديحي:** يبلغ طول زمن السيل في حوض وادي سلالم 18.35 ساعة، وتبلغ قمة السيل 52.85 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 3.67 ساعة، وبلغ حجم السيل في الحوض 416.65 ألف م<sup>3</sup>.

**حوض وادي الفحام:** يبلغ طول زمن السيل في حوض وادي سلالم 11.05 ساعة، وتبلغ قمة السيل 70.31 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 2.21 ساعة، وبلغ حجم السيل في الحوض 188.59 ألف م<sup>3</sup>.

**حوض وادي الزرنوق:** يبلغ طول زمن السيل في حوض وادي سلالم 11.3 ساعة، وتبلغ قمة السيل 40.24 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 2.26 ساعة، وبلغ حجم السيل في الحوض 336.98 ألف م<sup>3</sup>.

**حوض وادي سيلاوي:** يبلغ طول زمن السيل في حوض وادي سلالم 11.75 ساعة، وتبلغ قمة السيل 22.82 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 2.35 ساعة، وبلغ حجم السيل في الحوض 617.88 ألف م<sup>3</sup>.

**حوض وادي جرينة:** يبلغ طول زمن السيل في حوض وادي سلالم 14 ساعة، وتبلغ قمة السيل 18.4 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 2.8 ساعة، وبلغ حجم السيل في الحوض 913.04 ألف م<sup>3</sup>.

**حوض وادي أم عزة:** يبلغ طول زمن السيل في حوض وادي سلالم 8.15 ساعة، وتبلغ قمة السيل 43.18 م<sup>3</sup>/ثانية، ويصل السيل لهذه القمة بعد مرور 1.63 ساعة، وبلغ حجم السيل في الحوض 226.49 ألف م<sup>3</sup>.

ومن خلال ما سبق يتضح أن نموذج سنايدر يضع في الاعتبار عوامل أخرى غير المساحة في حساب التدفق، وبشكل عام يقدم هذا النموذج معلومات كثيرة ومتنوعة عن

ترجمة المصاحبات اللفظية والتعبيرات الاصطلاحية  
الأحواض، ويعتبر أفضل نموذج حتى الآن في دراسة منحني السيل (هيدروجراف الوحدة  
الاصطناعية).

النتائج:

❖ من دراسة خصائص الجيومورفولوجية للحوض، والتي ركزت على الجزء المصري  
من حوض وادي الجرافي، والذي يشغل مساحة قدرها  $2497.65 \text{ كم}^2$ ، وقد تم اختيار خمسة  
وعشرون حوضاً للدراسة التفصيلية؛ تشغل مساحة قدرها  $2480.42 \text{ كم}^2$  بنسبة  $99.30\%$   
من جملة مساحة الحوض، وقد اتضح من دراسة المساحة والأبعاد الحوضية للأحواض  
الفرعية بحوض وادي الجرافي، أن المتوسط العام لمساحة الأحواض  $10.954 \text{ كم}^2$ ،  
تراوحت القيم بين  $14.08 - 229.73 \text{ كم}^2$  لحوضي أم عزة والجرافي على التوالي، أما  
بالنسبة لأبعاد الأحواض فقد بلغ المتوسط العام لأطوال الأحواض  $19.87 \text{ كم}$ ، وقد تراوحت  
بين  $7.31 - 53.18 \text{ كم}$  لحوضي أم عزة والجرافي على التوالي، وبلغ المتوسط العام لقيم  
العرض الحوضي  $15.14 \text{ كم}$ ، والقيم قد تراوحت بين  $1.82$ ،  $17.99 \text{ كم}$  لحوضي جرينة،  
والدامثة، وبلغ المتوسط العام لمحيط الحوض  $130 \text{ كم}$ ، وتراوحت القيم بين  $19.25 -$   
 $192.64 \text{ كم}$  لحوضي أم عزة والجرافي على التوالي. فقد اتضح من خلال دراسة الخصائص  
الشكلية لأحواض التصريف، التباين في انتظام أشكالها الخارجية، إلا أنها بشكل عام تميل  
إلى الشكل الكمثري، وهو الشكل المثالي للأحواض.

❖ ومن دراسة الأساليب الرياضية لتقدير الجريان السطحي في حوض وادي الجرافي،  
والتي اشتملت على مركز ثقل الحوض (Lc)، فقد بلغ المتوسط العام لطول مركز ثقل  
الحوض في الأحواض الفرعية لحوض وادي الجرافي  $10.74 \text{ كم}$ ، بقيم تراوحت بين  $(2.85 -$   
 $35.20 \text{ كم})$  لحوضي الجرافي وأم عزة على التوالي، ومن دراسة زمن التركيز (Tc)، فقد بلغ  
المتوسط العام  $7.61$  ساعة، تراوحت القيم بين  $(2.65 - 20.07$  ساعة) لحوضي الجرافي وأم  
عزة، ومن دراسة زمن التباطؤ (tp) قد بلغ  $4.23$  ساعة، تراوحت القيم بين  $(1.54 -$   
 $10.76$  ساعة).

❖ ومن دراسة منحنيات السيل للأحواض الفرعية لحوض وادي الجرافي حسب نموذج  
سنايدر Snyder Method، اتضح الاختلاف الشديد في شكل المنحنى بين الأحواض،

ولعل الأحواض الأكثر خطورة هي تلك الأحواض التي يقل فيها زمن التباطؤ الذي يفصل بين ذروة العاصفة المطرية، وقمة التصريف، وهذه الأحواض يقل فيها مدة حدوث السيل، ويصل السيل إلى الذروة في وقت قصير، ومنها: حوض وادي الدامثة، وحوض وادي شعيرة العراقيب، وحوض وادي الجويدلية، بينما في المقابل كان هنالك أحواض تأخر فيها زمن التباطؤ وزادت فيها مدة حدوث السيل، ومنها وادي خداخ، والجرافي الرئيسي، والمشاش.

❖ من خلال طريقة سنايدر Snyder Method ، فقد بلغ إجمالي التدفق الأقصى في حوض وادي الجرافي 1668.8 م<sup>3</sup>/ثانية، بقيم تراوحت بين (18.4-117.43 م<sup>3</sup>/ثانية) لحوضي جرينة والمشاش على التوالي، وبلغ إجمالي حجم التصريف للأحواض الفرعية بحوض وادي الجرافي 11.396 مليون م<sup>3</sup>، وقد تراوحت القيم بين 188.59-1239.05 ألف م<sup>3</sup>، لحوضي الجرافي والفحام على التوالي.

❖ وقد خلصت هذه الدراسة أن طريقة سنايدر Snyder Method تقدم نتائج مقبولة جداً في حساب التدفق الأقصى في الأحواض الفرعية بحوض وادي الجرافي، حيث يقدم هذا النموذج معلومات كثيرة ومتنوعة عن الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف من خلال تحليل الهيدروجراف الناتج عن النموذج، ويعتبر أفضل نموذج حتى الآن في دراسة منحني السيل (هيدروجراف الوحدة الاصطناعية).

ترجمة المصاحبات اللفظية والتعبيرات الاصطلاحية

المراجع العربية

- 1- إبراهيم, طارق زكريا(1993): مناخ شبه جزيرة سيناء والساحل الشرقي لمصر, دراسة في الجغرافية المناخية. رسالة ماجستير (غير منشورة), كلية الآداب, جامعة الزقازيق.
- 2- .....(2003): الأمطار والسيول على سيناء وساحل البحر الأحمر. المجلة الجغرافية العربية, العدد41, الجزء الأول, صص 305-340.
- 3- أبو سته, سلمان حسين(2011): أطلس فلسطين (1917-1966). لندن, الطبعة الأولى.
- 4- الحسيني, السيد السيد(1987): موارد المياه في شبه جزيرة سيناء. الجمعية الجغرافية الكويتية, العدد 100.
- 5- الرملي, إسماعيل محمود(1982): الإمكانيات المائية بشبه جزيرة سيناء وخطط تنميتها السياسية والإقليمية خلال الخمسين عاماً القادمة (1982 - 1932), أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا, القاهرة.
- 6- خضر, محمود محمد(1997): الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية في مصر مع التركيز على السيول في بعض مناطق وادي النيل. رسالة ماجستير (غير منشورة), كلية الآداب, جامعة عين شمس.
- 7- راضي, محمود دياب(1992): العلاقة بين التساقط والجريان السطحي للمياه في وادي سمائل بسلطنة عمان. الجمعية الجغرافية الكويتية, العدد141.
- 8- سلام, وائل محمد محمد(2019): السيول في منطقة العريش بشبه جزيرة سيناء, دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. رسالة ماجستير, كلية الآداب, جامعة المنوفية.
- 9- صالح, سحر أحمد سالم (2008): الأخطار الجيومورفولوجية علي طريق نوبيع - الثمد بسيناء, دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. رسالة ماجستير (غير منشورة), كلية الآداب, جامعة الزقازيق.

- 10- عبدالكريم، أشرف أحمد علي(2019): النمذجة الهيدرولوجية والهيدرولوجية للسيول، باستخدام برنامج نظام نمذجة الأحواض المائية ( Watershed Modeling System WMS))، أساسيات ومفاهيم وتطبيقات عربية. مكتبة العبيكان، المملكة العربية السعودية.
- 11- علي، أحمد عبد السلام(2000): بعض الأخطار الطبيعية على الطرق البرية في شمال سلطنة عمان، دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية. الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد 247.
- 12- علي، متولي عبد الصمد عبد العزيز (2001): حوض وادي وتير شرق سيناء، دراسة جيومورفولوجية. رسالة دكتوراه(غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
- 13- عراف، شكري(2004): المواقع الجغرافية في فلسطين، الأسماء العربية والتسميات العبرية. الطبعة الأولى، بيروت.
- 14- فرج، محمود فوزي محمود(2005): أطلس الموارد البيئية الكامنة والمستغلة بمحافظة شمال سيناء. رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة المنوفية.
- 15- موسى، عواد حامد(2000): السيول في أودية خليج العقبة بمصر، دراسة جغرافية. رسالة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة المنوفية.
- 16- .....(2016): تقدير الجريان السطحي في حوض وادي الجرافى الأعلى باستخدام نموذج سنايدر (دراسة جيومورفولوجية)، المؤتمر الجغرافى الدولى الأول 9-11 ديسمبر، مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنوفية.

#### المراجع الأجنبية

- 1- Ashbel, D., (1938): Great floods in Sinai Peninsula, Palestine, Syria and the Syrian Desert, and the influence of the Red Sea on their formation. Quart. J. Roy. Meteor. Soc., 64, pp.635-639.



- 2- **Bhunya, P.K., Panda, S.N., Goel, M.K.(2011):** Synthetic Unit Hydrograph Methods: A Critical Review. The Open Hydrology Journal, Vol 5, pp. 1–8
- 3- **Chow, V.T., Maidment, D.R. and Mays, L.W. (1988):** Applied Hydrology. McGraw–Hill, New York.
- 4- **Grimaldi, S., Petroselli, A., Tauro, F., Porfiri, M., (2012):** Time of concentration: a paradox in modern hydrology, Hydrological Sciences Journal, Vol. 57, pp. 217–228.
- 5- **Haktanir, T., and Sezen, N., (1990):** Suitability of two–parameter gamma and three–parameter beta distributions as synthetic unit hydrographs in Anatolia. Journal of Hydrological Sciences, 35(2), pp. 167–184.
- 6- **Loukas, A., and Quick, M. C. (1996):** Physically–based estimation of lag time for forested mountainous watersheds. Journal of Hydrological Sciences, Vol. 41(1), pp. 1–19.
- 7- **Ockert, J. Gericke, . And Jeff C. Smithers. (2014):** Review of methods used to estimate catchment response time for the purpose of peak discharge estimation, Hydrological Sciences Journal, Vol 59:(11), pp.1935–1971.
- 8- **Perdikaris, John., Gharabaghi, Bahram., Rudra, Ramesh., (2018):** Reference Time of Concentration Estimation for Ungauged Catchments, Earth Science Research; Vol. 7, No. 2, pp. 58–73.
- 9- **Raghunath, H.M. (2006):** Hydrology. Principles. Analysis. Design, New Age International (P) Ltd., Publishers, New Delhi.

- 
- 10- **Şen, Zekai. (2008):** Wadi Hydrology, CRC Press, New York.
  - 11- **Şen, Zekai. (2018):** Flood Modeling, Prediction, and Mitigation, Springer International Publishing.
  - 12- **Snyder F.F.,(1938):** Synthetic Unit Hydrographs. Trans. Am. Groph, Un., Part I, pp. 447–454.
  - 13- **Subramanya, K.(2008):** Engineering Hydrology. Third Edition, McGraw–Hill.
  - 14- **Wheater,H and Radwan A. Al–Weshah, L. (2002):** Hydrology of wadi systems , IHP regional network on wadi hydrology in the Arab region, INTERNATIONAL HYDROLOGICAL PROGRAMME, UNESCO, Paris, No.55.