# الموازنة المائيّة في حوض نهر قويق

**طارق نمورة[1]، د. ناظم عيسى[2]، د. حسام حاج حسين[3]**

## الملخص

أدّت العوامل الطبيعيّة والبشريّة والسياسيّة إلى تغير كبير في تصريف نهر قويق، ونظراً لعدم وجود محطّات هيدرولوجيّة لقياس تصريف النهر، وصعوبة تقديرها كون منابع النّهر تقع في تركيا ولوجود عدة سدود على مجرى النهر (اثنان منها في تركيا)، فقد تمّ الاعتماد على بيانات مناخيّة لعدة محطّات والتي عولجت بياناتها باستخدام برمجيّة (Excel 2013) وبرمجيّة Aqua crop.

حسبت قيم التبخّر – النتح الكامن بطريقة إيفانوف لكل من مجطات (أعزاز، سد شهبا، المسلمية، معرة النعمان، حلب، كلس) وكانت النتائج (1611.8، 1657.6، 1683.0، 1892.1، 1783.6، 1980.3) ملم/ سنة على التّوالي، وكذلك أظهرت النتائج تباينات في قيم تصريف النهر عند حسابها بالاعتماد على المعادلات التجريبيّة وهي معادلات ديكنز ورايف وإنجليس وبيرد – ماكوارن وفينكل التي أظهرت تباينات كبيرة، وكان حجم الجريان السنوي المحتسب بمعادلة بيركلي 0.18 مليار متر مكعب والتغذية الجوفية 1.92 مليار م$^3$، وأظهرت قيم نموذج سنايدر أنّه لا وجود لأي خطورة من سيول حوض قويق.

**الكلمات المفتاحيّة:** حلب، نهر قويق، التبخر – النتح الكامن، الموازنة المائيّة، التغذية الجوفيّة، نموذج سنايدر.

[1] طالب دكتوراه، قسم الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانيّة، جامعة دمشق.

[2] أستاذ دكتور، قسم الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانيّة، جامعة دمشق.

[3] دكتور، إدارة بحوث الموارد الطبيعيّة، الهيئة العامة للبحوث العلميّة الزراعيّة، دمشق.

# Water Balance of Quweiq River Basin


## Abstract

Natural, human and political factors led to a big change in drainge of Quweiq River, and because hydrological stations is absent to measure the drainge of the river, and the difficulty of appreciation it that the headwaters of the river located in Turkey and the presence of several dams on the river bed (two of them in Turkey), Several station Climate data were used and data processed using (Excel 2013) and (Aqua crop).

Potential Evapotranspiration values Calculated in Ivanov method for (Isas, Sad Shahba, Almuslemya, Maarat Alnumman, Aleppo, Kilis) and the results were respectively (1611.8, 1657.6, 1683, 1892.1, 1783.6, 1980.3) mm/year, also drainge river were calculated based empirical equations, (Dickens, Ryves, Inglis, Bird–McWarn, and Finkel), and the results were very variation, and the volume of annual runoff was calculated by Brickle equation 0.18 billion $m^3$and Ground Water Recharge 1.9 billion $m^3$, and the values of Snyder`s Model showed that there is no risk of flood of Quweiq River.


**Keyword:** Aleppo, Quweiq River, Water Balance, Potential Evapotranspiration, Ground Water Recharge, Snyder`s Model.

## المقدمة:

تؤثر الزيادة السكانيّة المرتفعة في المناطق الجافة وشبه الجافة في زيادة الاحتياج الفردي من المياه بأشكاله المختلفة نتيجة للتطور الاقتصادي والاجتماعي، وبالتالي يزداد الطلب على الموارد المائيّة المتاحة والمحدودة في هذه المناطق، مما يؤدي إلى استنزاف الموارد المائيّة بشكل متسارع ولا سيّما الموارد المائيّة الجوفيّة. تعتبر سورية من الدول الفقيرة مائيّاً (عيسى، 2012)[1] حيث ينخفض نصيب الفرد السنوي من المياه بشكل تدريجي (حالياً 700 م$^3$/سنة) (عيسى، 2012)[2] نتيجة تراجع الواردات المائيّة من جهة والزيادة السكانيّة من جهة أخرى.

تغيرت هيدرولوجية حوض نهر قويق من اللحظة الأولى التي بدأ الإنسان فيها بالاستيطان في منطقة الدراسة منذ بداية فترة الهولوسين (Holocene) كما أظهرت الدراسة التي قام بها (Willcox, 2008)[3] في موقع تل القرامل شمال حلب، حيث قام باستعمال المياه السطحيّة والجوفيّة، ممّا أحدث تغييراً في هيدرولوجيّة الحوض.

وتعرّف الموازنة المائيّة للحوض الساكب بأنها العلاقة بين الأمطار الهاطلة ومجموع ما يفقد من الحوض من مياه بأشكال مختلفة (Schwartz and Domenic, 1998)[4]، واعتبر (سليم، 1996)[5] الحوض النهري منظومة مفتوحة تستطيع فيه المادة والطاقة الانتقال بحريّة بين أجزاء المنظومة، أوبين المنظومة والمنظومات المجاورة، والاتجاه من المنبع إلى المصب هو اتجاه انتقال المادة والطاقة في النظم النهريّة.

(1) عيسى، مريم: الموازنة المائية في سورية وآفاقها المستقبلية من عام 1992–1993، 2008– 2009 ولغاية 2024–2025، ص552.

(2) عيسى، مريم، المرجع السابق، ص 552.

(3) Willcox, George:Early Holocene cultivation before domestication in northern Syria, p152.

(4) Domenico, P. A. and Schwartz, F. W: Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley and Sons Inc, P 506.

(5) صبري، سليم: الجغرافية الطبيعية (أسس ومفاهيم حديثة)، ص23.

وقد بنيت معادلة الموازنة المائيّة على افتراض أساسي وهو أنّ المدخلات والمخرجات من النظام متساوية وفي حالة حدوث أي تغير ناتج عن زيادة أو نقصان في أحد أو كلا هذين العنصرين فإن الفرق سيولد تغيراً في خزين الحوض من مياه سطحيّة أو جوفيّة على مستوى فترة زمنيّة محدّدة (Schwartz and Domenic, 1998)[1].

تعد الصيغ الوضعيّة التجريبيّة المستخدمة لحساب الجريان والتغذيّة الجوفيّة والتصريف صيغاً محليّة تعتمد بالدرجة الأولى على الارتباط بين الخصائص المناخيّة والخصائص الشكليّة والتضريسيّة للحوض وفي مقدمتها المساحة وثوابت واضعي هذه المعادلات، ولكنّها في النّهاية تعتبر صيغاً تصلح للتطبيق على الأحواض التي اشتقّت منها هذه الصيغ وما يشابهها من أحواض من حيث الشكل والتضريس والمناخ.

تستخدم المياه في حوض قويق بالدرجة الأولى في الزراعة تليها الاستخدامات المنزليّة والشرب ثم الاستخدامات الصناعيّة، وتأتي أهميّة حساب الموازنة المائية لنهر قويق نتيجة وقوعه في منطقة شبه جافة، والتحكم في الحوض الأعلى من النهر بشكل تام من قبل الجانب التركي، حيث قطعت مياهه من قبل الأتراك عام 1920 (عبد السلام، 1990)[2]، بالإضافة إلى إقامة سدّين في تركيا هما سد سيفي عام 2005 وسد قوناق عام 2006، ووجود أكبر تجمّع صناعي وثاني تجمّع سكاني في سورية ضمن هذا الإقليم وهو تجمّع حلب الكبرى وريفها، بالإضافة إلى الاستهلاك الكبير للمياه في الزّراعة.

واعتماداً على بيانات المكتب المركزي للإحصاء في سورية فقد سجل العام 1958 تصريفاً متوسطاً بلغ 2.5 م$^3$/ثا، ليصل إلى 5 م$^3$/ثا عام 1973، ثم بدأ بالانخفاض بين أعوام (1982 – 1987) حيث كان التصريف الوسطي 0.3 م$^3$/ثا ، والفترة من (1997 – 2000) 3.4 م$^3$/ثا، وبدأت القيمة بالازدياد التدريجي من 1.7 م$^3$/ثا عام 2002 إلى 5.13 م$^3$/ثا عام 2009 الذي تمّ فيه تدشين قناة صناعيّة تسمح بتصريف 4 م$^3$/ثا من

(1)Domenico and Schwartz، مرجع سابق، ص506.

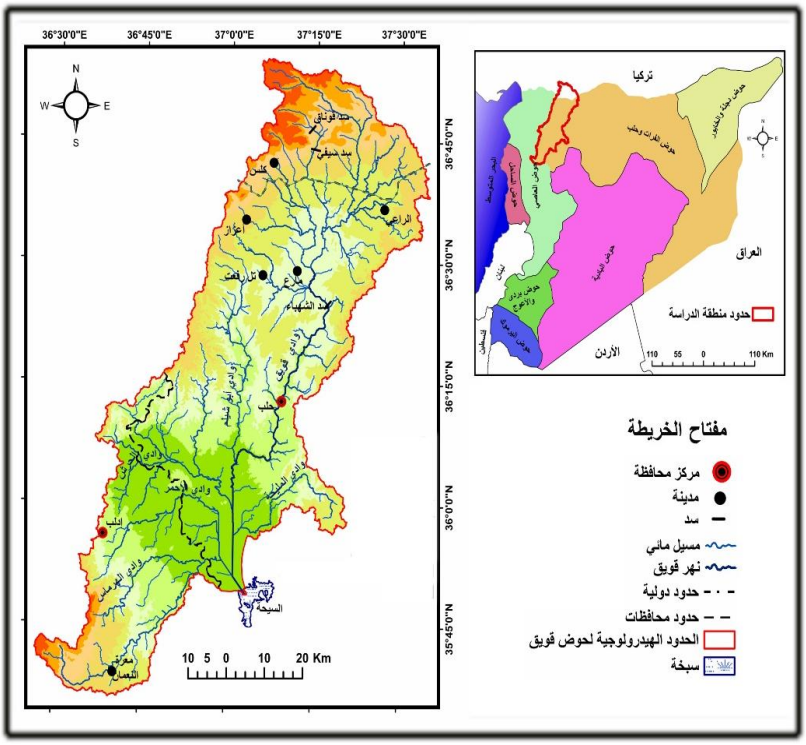
(2) عبد السلام، عادل: الأقاليم الجغرافية السورية، ص90.

بحيرة الأسد إلى نهر قويق تستخدم لتزويد النهر بمياهه زمن الجفاف من منتصف نيسان وحتى نهاية آب، وبسبب عدم وجود محطّة هيدرولوجيّة لقياس حجم الجريان في حوض قويق تمّ اللجوء إلى الاعتماد على المعادلات التجريبيّة لقياس حجم الجريان السطحي.

**منطقة الدراسة:**

تمّ تحديد حدود حوض قويق والذي يشغل الجزء الغربي من حوض حلب الهيدرولوجي، ويمتد بين درجتي طول (`37 °37 و`21 °36) شرقاً، ودرجتي عرض ( °36 `56 و`34 °35) شمالاً، ويحده من الشرق حوض نهر الذهب الذي يؤلف الجزء الشرقي من حوض حلب، ومن الغرب حوض العاصي، ومن الشمال الأراضي التركية، ومن الجنوب حوض البادية، وقد تم حساب مساحته اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM (DEM–STRM 90m)، ثم عولجت البيانات بتوسع ArcHydro ضمن نظام ArcGIS حيث بلغت المساحة 5831 كم$^2$ يقع حوالي 900 كم$^2$ من مساحته ضمن الأراضي التركية وبالتالي يعتبر من الأحواض المشتركة، وبشكل عام فإنّ أراضي حوض قويق غير مشوشة بنائيا، وتسيطر عليها الصخور الرسوبية ضعيفة الميول.

**الشكل (1) خريطة موقع وحدود حوض قويق**




(عمل الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي وخريطة الأحواض الهيدرولوجية في سورية).

## مشكلة البحث:

تتجلى مشكلة البحث في ازدياد الطلب على المياه في حوض قويق والذي يعتبر الحوض الأهم في شمال سورية وذلك لوجود أكبر تجمع بشري ضمن هذا الحوض (مدينة حلب وريفها) بالإضافة إلى وجود أكبر مجمع صناعي فيه أيضاً (مدينة الشيخ نجار)، وصعوبة تلبية الاحتياجات المائية المتزايدة، وبروز الدور السياسي كعامل مؤثر

في تصريف نهر قويق نتيجة السياسة التركية التي تشكل تهديداً دائماً لموارد الإقليم منذ عام 1920.

**أهداف البحث:**

سعى البحث لتحقيق الأهداف الآتية:

1– تقدير الموازنة المائية السطحية لحوض قويق.

2–تقدير خطورة السيول في الحوض باستخدام نموذج سنايدر.

**مناهج البحث:**

استخدمت في البحث المناهج الآتية:

1–منهج حل المشكلات الذي يساعد على تحديد المشكلة وحلها.

2–الأسلوب الرياضي الذي تجلى من خلال تطبيق العديد من العلاقات الرياضية ذات الصلة بالموازنة المائية ومدخلات نموذج سنايدر.

**الدراسات السابقة:**

جرت عدة دراسات هيدرولوجية لحوض حلب وكان أهمها الدراسة التي تمت من قبل المعهد الجيورجي لتصميم المنشآت المائية عام (1979)، ودراسة (JICA, 1997)، ودراسة (عيسى، 2012)، ودراسة (UN-ESCWA and BGR, 2013)، وبينت معظم الدراسات السابقة أنّ حوض حلب يعاني من عجز مائي، ولكن عندما تتم دراسته بالاعتماد على التقسيم الهيدرولوجي للأحواض المائية في سورية فإن الميزان المائي سيظهر نتائج إيجابية لأنّه سيدمج مع حوض الفرات، في حين أن واقع الموازنة المائيّة مختلف ما بين أجزاء الحوض.

كما أن العجز متباين مكانيّاً في حوض قويق سواءً في أجزائه الواقعة ضمن الأراضي السوريّة أو تلك الواقعة في تركيا، ولذلك لا تعبر معادلة الموازنة المائيّة عن الواقع المكاني الحقيقي في الحوض، ويعود ذلك لعدة أسباب أهمّها استحواذ دولة المنبع على قسم كبير من مياه نهر قويق واستخدامها في أنشطة اقتصاديّة مختلفة وأهمّها الزراعة، بالإضافة إلى

أن الأمطار الهاطلة فوق الحوض تتناقص من الشمال إلى الجنوب فتكون أكبر في أراضي المنبع، حيث بلغ المتوسط السنوي للأمطار في محطّة كلّس الواقعة بجوار الحوض 514 ملم/سنة ضمن الأراضي التركية، بزيادة 186ملم/سنة عن المتوسط السنوي للهطل في محطة حلب، وكذلك تتناقص الأمطار من الغرب إلى الشرق، فمحطة دانا (باب الهوى) الواقعة غرب الحوض كان معدل الأمطار السنوي فيها 395.7 ملم بينما في محطة حلب المشتل التي تقع شرقها وتبعد عنها حوالي 35 كم كان معدل الهطل السنوي فيها 356.8 يضاف إلى ذلك استخدام المياه الجوفيّة عن طريق الضخ من الآبار من الحوامل المائيّة المختلفة، وأيضا الفواقد في شبكات الرّي والشرب وعدم الترشيد.

## أولاً: الموازنة المائيّة:

تؤثر العوامل الجغرافية الطبيعية والعوامل السياسية في عناصر الموازنة المائية، وهما الوارد المائي والفاقد المائي:

بإهمال الجريان الجوفي العميق يمكن التعبير عن معادلة الموازنة المائية بالشكل التالي:

$$P = E + R \pm \Delta W$$

حيث أنّ: P: الهطل، E: التبخر، R: الجريان، ΔW: التغير في المخزون المائي.

وبالتالي فإن كمية الأمطار هي المدخل الرئيس عند حساب الموازنة المائيّة، بينما يمثل التبخّر كميّة المياه المفقودة من السطوح المائيّة والتربة، ودرست الموازنة المائية من بداية العام الهيدرولوجي الذي يبدأ في بداية الشهر العاشر (OCT) وينتهي في نهاية الشهر التاسع (SEP).

## مدخلات معادلات الموازنة المائية:

تعتبر كمية الأمطار المدخل الرئيس عند حساب الموازنة المائيّة لأي حوض، بينما يمثل التبخّر كميّة المياه المفقودة من السطوح المائيّة والتربة، وقد تم الحصول على بيانات لأربع محطات داخل حوض قويق هي: أعزاز، سد شهبا، المسلمية، معرة النعمان، ومحطتين مجاورتين له هما: حلب، كلس.

**1**– حساب التبخّر – النتح الكامن الشهري (Potential Evapotranspiration):

يعرف التبخّر – النتح الكامن (FAO, 1977)[1] بأنه أقصى كميّة من البخار التي يمكن أن تنطلق من مساحة معيّنة من الأرض إلى الجو تحت تأثير العوامل الجويّة الخاصة بتلك المنطقة، إنّ تعريف النتح والتبخر المرجعي مبني على قياس كميّة المياه المفقودة من حقل مغطّى تماماً بعشب ينمو بشكل نشط، ويعتبر التبخر– النتح أحد الأركان الأساسيّة في الدراسات الهيدرولوجيّة والمناخيّة لأنه يحدّد درجة الاحتياج المائي للمحاصيل، كما أنه يشكّل أحد أهمّ المدخلات في معادلات حساب العجز المائي والتصانيف المناخيّة.

تم حساب قيم التبخر للمحطات المختارة اعتماداً على معادلة إيفانوف التالية[2] والتي تستخدم لحساب التبخر في البيئات الجافة وشبه الجافة.

$$E = 0.0018(25 + t)^2(100 - H)$$

حيث أنّ: P: الأمطار، E: التبخّر – النتح الكامن، t: متوسط الحرارة الشهرية بالدرجة المئويّة، H: متوسط الرطوبة النسبيّة الشهريّة.

**الجدول (1) قيم التبخر بحسب معادلة إيفانوف لكل من محطات أعزاز وسد شهبا والمسلمية وإدلب ومعرة النعمان وحلب وكلس.**

| المحطة | OCT | NOV | DEC | JAN | FEB | MAR | APR | MAY | JUNE | JULY | AUG | SEP | السنوي |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| أعزاز | 158.8 | 86.0 | 44.3 | 40.8 | 52.9 | 78.7 | 112.4 | 164.7 | 215.5 | 221.7 | 225.1 | 210.9 | 1611.8 |
| سد شهبا | 161.3 | 62.4 | 41.3 | 35.2 | 49.6 | 75.8 | 112.6 | 177.1 | 227.1 | 241.3 | 238.1 | 236.0 | 1657.6 |
| المسلمية | 155.1 | 75.0 | 35.8 | 30.8 | 43.4 | 68.4 | 106.8 | 174.1 | 246.6 | 261.5 | 258.1 | 227.5 | 1683.0 |
| معرة النعمان | 158.3 | 65.7 | 32.8 | 27.7 | 41.6 | 69.5 | 117.7 | 202.2 | 286.9 | 324.1 | 313.9 | 251.5 | 1892.1 |
| حلب | 165.6 | 79.7 | 35.3 | 31.8 | 46.3 | 72.0 | 118.5 | 191.0 | 261.5 | 277.6 | 270.8 | 233.6 | 1783.6 |
| كلس | 197.8 | 104.5 | 50.0 | 38.7 | 53.2 | 87.3 | 134.2 | 192.0 | 258.2 | 296.7 | 296.1 | 271.4 | 1980.3 |

(1) FAO: Crop water requirement. Irrigation and Drainage paper No.24, p 156.

(2) موسى، علي: التصحر، ص33.

**2**–حساب التبخّر نتح الحقيقي (Actual Evapotranspiration):

يعرف التبخّر نتح الحقيقي (السمني، 2013)[1] بأنه كميّة المياه المفقودة من التربة والنبات في حالة رطوبتها الطبيعية وهو في الغالب أقل أو يساوي التبخر – النتح الكامن. ويمكن قياسه بعدة طرق أهمها معادلة تورك وهي أشهر المعادلات لقياس التبخّر نتح الحقيقي (Turce, 1955)[2] والتي تعطى بالشكل:

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9+(\frac{P^2}{L^2})}}$$

$$L = 300 + 25T + 0.05T^3$$

حيث أنّ: p: الهطل المطري السنوي (ملم)،

T: متوسط درجة الحرارة السنويّة مقدّرة بالدرجة المئويّة.

كما ويمكن تقدير التبخر – النتح الحقيقي كمايلي: يكون التبخر نتح الكامن مساوياً للتبخّر – النتح الحقيقي (ETA=ETO) في المدة التي يكون فيها مجموع الأمطار أكبر من التبخر– النتح الكامن (P>ETO) وفي ضوء ذلك تتقسم الزيادة المائيّة المتحقّقة إلى الجريان السطحي والتغذية الطبيعيّة للمياه الجوفيّة بعد تشبّع التربة بالرطوبة، وفي حالة كون التساقط أقل من التبخر – النتح الكامن (P<ETO) فإنّ التبخّر – النتح الحقيقي يكون مساوياً لكميّة التساقط.

(1) السمني، محمد عوض: الموازنة المائية وتوزيع الأراضي الزراعية بشبه جزيرة سيناء العدد 41، ص 519.

(2) محمد الشماع، أيسر، مرجع سابق، ص127.

**الجدول (2) التبخر الحقيقي المقدر والمحسوب لمحطات أعزاز وسد شهبا والمسلمية وإدلب ومعرة النعمان وحلب وكلس.**

| المحطة | العنصر | OCT | NOV | DEC | JAN | FEB | MAR | APR | MAY | JUNE | JULY | AUG | SEP | السنوي |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| أعزاز | AE * | 26.6 | 52.1 | 44.3 | 40.8 | 52.9 | 61.0 | 40.3 | 20.9 | 3.6 | 0.0 | 0.4 | 1.7 | 344.7 |
| | AE ** | 28.1 | 54.7 | 87.3 | 75.6 | 66.4 | 64.0 | 42.4 | 22.0 | 3.8 | 0.0 | 0.4 | 1.8 | 407.3 |
| سد شهبا | AE * | 13.8 | 27.2 | 41.3 | 35.2 | 53.2 | 41.2 | 21.5 | 8.5 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 242.4 |
| | AE ** | 14.5 | 28.7 | 44.5 | 48.8 | 44.9 | 43.3 | 22.6 | 9.0 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 248.0 |
| المسلمية | AE * | 20.9 | 40.1 | 35.8 | 30.8 | 43.4 | 48.6 | 35.0 | 18.0 | 1.9 | 0.1 | 0.4 | 2.7 | 277.6 |
| | AE ** | 22.0 | 42.1 | 61.3 | 63.9 | 54.4 | 51.1 | 36.9 | 18.9 | 2.0 | 0.1 | 0.4 | 2.9 | 334.6 |
| معرة النعمان | AE * | 18.0 | 40.8 | 32.8 | 27.7 | 41.6 | 52.1 | 28.1 | 14.8 | 3.4 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 261.0 |
| | AE ** | 19.0 | 42.9 | 71.5 | 80.8 | 64.2 | 54.7 | 29.6 | 15.6 | 3.6 | 0.0 | 0.0 | 1.7 | 358.4 |
| حلب | AE * | 19.2 | 33.5 | 35.3 | 31.8 | 46.3 | 45.9 | 32.9 | 19.2 | 2.3 | 0.1 | 0.3 | 2.1 | 214.9 |
| | AE ** | 20.2 | 35.3 | 61.8 | 64.0 | 55.0 | 48.2 | 34.7 | 20.2 | 2.4 | 0.1 | 0.3 | 2.2 | 326.8 |
| كلس | AE * | 38.0 | 38.0 | 38.0 | 38.0 | 38.0 | 38.0 | 38.0 | 38.0 | 38.0 | 38.0 | 38.0 | 3.0 | 421.0 |
| | AE ** | 40.0 | 58.8 | 92.3 | 89.9 | 77.1 | 79.5 | 56.8 | 27.4 | 8.4 | 2.1 | 1.1 | 3.2 | 476.1 |

* AE: التبخر الحقيقي المقدر، **AE : التبخر الحقيقي المحسوب.

(عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية)

**3**– الجريان (Runoff):

تعرض حوض قويق لفيضانات عدة (عينتابي، 1993) سجل منها منذ نهاية العهد العثماني فيضان كانون الأول وفيضان شباط وكلاهما حدث عام 1922، وفيضان عام 1952، وفيضان كانون الثاني عام 1969، وكذلك فيضان كانون الثاني عام 2012. تم الحصول على بيانات من وزارة الري ولكنها كانت قديمة تعود لمحطتين هما محطة أرشاف (Archaf) والتي تقع على المجرى الأعلى للنهر والتي كانت تقيس لمساحة 1109كم$^2$ من إجمالي مساحة الحوض الجدول (1)، ومحطة شيخ سعيد (Shaikh said) التي تقع على مجراه الأدنى قرب محطة المعالجة جنوب مدينة حلب والتي كانت تقيس لمساحة 2398 كم$^2$ من إجمالي مساحة الحوض.

**الجدول (3) التصريف الشهري لمحطة أرشاف بين عامي 1978 إلى 1981 (م$^3$/ثا)**

| الشهر | OCT | NOV | DEC | Jan | Feb | MAR | APR | MAY | JUN | JUL | AUG | SEP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المتوسط | 0 | 0 | 0.05 | 2.15 | 1.54 | 0.91 | 0.44 | 0.1 | 0.03 | 0 | 0 | 0 |
| القيم الصغرى | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.73 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| القيم العظمى | 0 | 0 | 0.18 | 6.97 | 2.22 | 3.48 | 1.59 | 0.48 | 0.17 | 0 | 0 | 0 |

**الجدول (4) التصريف الشهري لمحطة أرشاف بين عامي 1975 إلى 1979 (م$^3$/ثا)**

| الشهر | OCT | NOV | DEC | Jan | Feb | MAR | APR | MAY | JUN | JUL | AUG | SEP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المتوسط | 0 | 0,27 | 0.01 | 0.46 | 2.02 | 0.97 | 1.1 | 0.25 | 0.02 | 0.01 | 0 | 0 |
| القيم الصغرى | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.07 | 0.06 | 0.02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| القيم العظمى | 0,01 | 1.34 | 0.04 | 1.35 | 6.69 | 1.33 | 1.9 | 1.1 | 0.06 | 0.03 | 0 | 0 |

**4–** عجز رطوبة التربة (Soil Moisture Deficit)**:**

يحسب من الفرق بين التبخر النتح المحتمل والحقيقي، فإذا زاد التبخر – النتح الكامن على التبخر النتح الفعلي دلّ ذلك على عجز في رطوبة التربة وحدوث العكس يدل على وجود فائض في رطوبتها[1].

**الجدول (5) معدل عجز رطوبة التربة (ملم) لكل من محطات أعزاز وسد شهبا والمسلمية وإدلب ومعرة النعمان وحلب وكلس.**

| المحطة | OCT | NOV | DEC | JAN | FEB | MAR | APR | MAY | JUNE | JULY | AUG | SEP | السنوي |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| أعزاز | -130 | 31 | 43 | 35 | 14 | -15 | -70 | -143 | -212 | -222 | -224 | -209 | -1165 |
| سد شهبا | -147 | -34 | 3 | 14 | -5 | -33 | -90 | -168 | -227 | -241 | -238 | -236 | -1401 |
| المسلمية | -133 | -33 | 26 | 33 | 11 | -18 | -70 | -155 | -245 | -261 | -258 | -225 | -1327 |
| معرة النعمان | -139 | -23 | 39 | 53 | 23 | -15 | -88 | -187 | -283 | -324 | -314 | -250 | -1509 |
| حلب | -145 | -44 | 17 | 32 | 9 | -24 | -84 | -171 | -259 | -278 | -270 | -231 | -1439 |
| كلس | -158 | -46 | 42 | 51 | 24 | -8 | -77 | -165 | -250 | -295 | -295 | -268 | -1444 |

(عمل الباحث).

(1) السمني، محمد عوض، مرجع سابق، ص 508 – 552.

**5**–الزيادة المائيّة Water Surplus: يكون هنالك فائض مائي عندما يكون معدل الأمطار أعلى من معدلات التبخر – النتح الكامن.

$$P > ETO \text{ عندما } WS = P - ETO$$

حيث أنّ: WS: الزيادة المائيّة (ملم)، P: الأمطار (ملم)،

ETO: التبخر – النتح الكامن (ملم).

**6**–العجز المائي Water Deficit:

تشمل هذه الفترة الأشهر غير المطيرة حيث تزيد قيم التبخّر– نتح الكامن على معدل الأمطار.

$$P < ETO \text{ عندما } WD = ETO - P$$

تشمل فترة الشح الأشهر من آذار ولغاية تشرين الثاني، والشكل (5) يوضح النقصان المائي الشهري بالطرق الأربعة، وقد سجلت أعلى قيم النقصان المائي في شهر تموز وأدنى القيم في شهر آذار وذلك لكل الطرق.

**الجدول (6) الزيادة المائيّة والعجز المائي لكل من محطات أعزاز وسد شهبا والمسلمية وإدلب ومعرة النعمان وحلب وكلس.**

| السنوي | SEP | AUG | JULY | JUNE | MAY | APR | MAR | FEB | JAN | DEC | NOV | OCT | | المحطة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 82.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.7 | 32.0 | 39.9 | 0.0 | 0.0 | ws | أعزاز |
| 1267 | 209.2 | 224.7 | 221.7 | 211.9 | 143.8 | 72.1 | 17.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 33.9 | 132.2 | wd | |
| 12.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.4 | 1.1 | 0.0 | 0.0 | ws | سد شهبا |
| 1426 | 236.0 | 238.1 | 241.3 | 226.6 | 168.6 | 91.1 | 34.6 | 6.9 | 0.0 | 0.0 | 35.2 | 147.5 | wd | |
| 53.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 30.5 | 22.8 | 0.0 | 0.0 | ws | المسلمية |
| 1397 | 224.8 | 257.7 | 261.4 | 244.7 | 156.1 | 71.8 | 19.8 | -8.5 | 0.0 | 0.0 | 34.9 | 134.2 | wd | |
| 106.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.9 | 50.3 | 35.8 | 0.0 | 0.0 | ws | معرة النعمان |
| 1631 | 249.9 | 313.9 | 324.1 | 283.5 | 187.4 | 89.6 | 17.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 24.9 | 140.3 | wd | |
| 59.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.2 | 29.5 | 23.8 | 0.0 | 0.0 | ws | حلب |
| 1515 | 231.5 | 270.5 | 277.5 | 259.2 | 171.8 | 85.6 | 26.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 46.2 | 146.4 | wd | |
| 108.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 20.8 | 48.3 | 39.0 | 0.0 | 0.0 | ws | كلس |
| 1574 | 268.4 | 295.1 | 294.7 | 250.2 | 166.0 | 80.2 | 11.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 48.5 | 159.8 | wd | |

(عمل الباحث).

**7–تغذية المياه الجوفية Ground Water Recharging:**

• حساب الجريان السطحي والتغذية الجوفيّة باستخدام معادلة (Dandekar and Sharma, 1989)[1].

يمكن حساب تغذية المياه الجوفيّة بالاعتماد على كميّة الأمطار الهاطلة السنويّة ومساحة المنطقة المدروسة.

$$Rs = (P - 178)\ P / 2540$$

وحُسب معدل التغذية السنوي (Annual Recharge) لحوض قويق من المعادلة التالية[2]:

$$G.W.R = A \times Re$$

حيث أن: Re: التغذية ملم، A: مساحة المنطقة.

بلغت قيمة الجريان السطحي 19.5ملم باستخدام معادلة (Dandekar and Sharma, 1989) وبلغت قيمة Re السنوية 19.9 ملم، وكانت قيمة معدل التغذية السنوي ( Annual Recharge) $116\times10^6$ م$^3$/سنة.

• تقدير حجم الجريان السطحي والتغذية الجوفيّة باستخدام معادلة بيركلي:

هي من المعادلات المهمّة في الدراسات الهيدرولوجيّة وتحسب من المعادلة التجريبية الآتية[3]:

$$R=(CIS)^{0.5}\,(W/L)^{0.45}$$

حيث أن: R: حجم الجريان السنوي المتوقع مليار/ م$^3$، C: معامل الجريان، I: حجم الأمطار (مليار/م$^3$)، S: معدل الانحدار (م/ كم )، W: عرض الوادي (كم)، L: طول الوادي (كم). أما قيمة (C) فتحسب من معادلة (Khosla, 1960)[4] على

(1) Dandekar, M. M. and Sharma, K. N: Water Power Engineering, P451.

(2) Dandekar, M. M. and Sharma, K. N، المرجع السابق، ص451.

(3) حمادي، أحمد عبد الله أحمد: دور العمليات الجيومورفولوجية في تشكيل المظهر الأرضي لجزيرة سقطرى، ص125.

(4) الجبوري، دلي خلف حميد: حوض وادي الفضا في المنطقة المتموجة من العراق دراسة في الهيدرولوجيا التطبيقية، ص73.

النحو الآتي:

$$C = R_m / P_2 \text{ ،} Rm = P_1 - Lm \text{ ،} Lm = 0.48\ Tm$$

حيث أن: Rm: الجريان الشهري (سم)، $P_1$: الأمطار الشهريّة (سم)،

Lm: الفواقد الشهريّة (سم)، Tm: متوسط الحرارة الشهريّة (درجة مئوية)،

$P_2$: الأمطار السنويّة (سم).

مع العلم أن حجم الأمطار فوق الحوض حسب باستخدام طريقة المتوسط الحسابي، وهي أبسط الطرق وتكون القيمة الوسطيّة لكميّة الهطل في كامل المساحة تساوي مجموع الهطولات في كافة المحطات مقسومة على عددها، وقد استخدمت البيانات المطريّة لست وعشرين محطّة مناخيّة.

$$\bar{X} = \Sigma x/n\bar{x}$$

$$\bar{X} = \sum 9359.27/26 = 360 \text{ ملم}$$

حجم كميّة الأمطار بالوحدات المكعّبة = متوسط كمية الأمطار في الحوض (كم)×مساحة الحوض (كم$^2$) $\frac{360}{1000000}$ x 5831 = 2.1 كم$^3$

وطبقت معادلة بيركلي (Brickle) لتقدير حجم الجريان السطحي على الأشهر التي لم يحدث فيها عجزاً مائيّاً، وتبين بالحساب لعناصر المعادلة (C، A، I، S، W، L، R) أنّها كانت (0.07، 5831 كم$^2$، 2.07 مليار م$^3$، 0.6 م/كم، 41 كم، 142.5 كم، 0.18 مليار م$^3$)، أما حجم التغذية للمياه الجوفيّة فهي تساوي الفرق بين حجم الأمطار الفائضة وحجم الجريان السطحي المحتسب، وبالتالي كان حجم الأمطار 2.1 مليار م$^3$ والجريان السطحي 0.18 مليار م$^3$ والتغذية الجوفيّة 1.92 مليار م$^3$.

معادلة ديكنز (Dickens): وتحسب بالمعادلة الآتية[1]:

$$Q_P = C_D\ A^{3/4}$$

(1) CWC: development of hydrological design aids (surface water) hydrology project-II, Annex4 ,P17.

حيث: $Q_P$ : التصريف الأقصى للفيضان (م$^3$/ثا)، A: مساحة الحوض (كم$^2$)،

$C_D$: ثابت ديكنز (6 – 30).

معادلة رايف (Ryves): وتحسب بالمعادلة الآتية[1]:

$$Q_P = C_R A^{2/3}$$

حيث: $Q_P$ : التصريف الأقصى للفيضان (م$^3$/ثا)، A: مساحة الحوض (كم2)،

$C_R$: ثابت رايف ويأخذ القيمة 6.8 للمناطق التي تبعد بحدود (80) كم عن الساحل، و8.5 للمناطق التي تبعد بحدود (80 – 160) كم عن الساحل و 10.2 لبعض المناطق قرب الجبال.

معادلة إنجليس (Inglis): وتحسب من المعادلة الآتية[2]:

$$Q_P = \frac{124A}{\sqrt{A+10.4}}$$

حيث: $Q_P$ : التصريف الأقصى للفيضان (م$^3$/ثا)، A: مساحة الحوض (كم$^2$).

معادلة بيرد – ماكوارن (Bird–McWarn, 1951): وتحسب بالمعادلة الآتية[3]:

$$Q_P = \frac{3010\ A}{277+A^{0.78}}$$

حيث: $Q_P$ : التصريف الأقصى للفيضان (م$^3$/ثا)، A: مساحة الحوض (كم$^2$).

ويوضح (الجدول 1) التصريف الأقصى م$^3$/ثا باستخدام كل من معادلة ديكنز ورايف وإنجليس وبيرد – ماكوارن، وسجل أعلى تصريف بالطريقة الأخيرة وأدنى تصريف بالطريقة الأولى.

(1) المرجع السابق، ص 43.

(2) المرجع السابق، ص 43.

(3)Raghunath, H.M. (2006): Hydrology: principles, analysis and design ; Wiley Limited, New Eastern Delhi, second edition. P231.

**الجدول (7) يبين التصريف الأقصى للحوض.**

| اسم الصيغة | التصريف الأقصى م$^3$/ثا |
|---|---|
| ديكنز (Dickens) | 668 |
| رايف (Ryves) | 2753 |
| إنجليس (Inglis) | 9513 |
| بيرد – ماكوارن (Bird–McWarn ) | 19642 |

(عمل الباحث).

معادلة فينكل (Finkel, 1979): يتمّ بهذه الطريقة حساب معدلات الفيضان العظمى وحجم الفيضان السنوي ومدة حدوث السيل بالساعة باستخدام معادلة (Finkel)[1]، التي تعتمد على ثلاث احتمالات: الأول (2%) يعطي كميّة تصريف كبيرة، والثاني يعطي كميّة تصريف متوسطة (10%)، والثالث يعطي كميّة تصريف صغيرة (80%).

$$Q_P = a\,A$$
$$R = b\,A$$
$$t = Q/R$$

حيث: A: مساحة الحوض وتساوي 5831 كم$^2$ (وذلك اعتماداً على ArcGIS بعد تحديد حدود الحوض)، وتكون قيمة a مساوية (0.01، 1.58، 4.3) وذلك عند الاحتمالات (80%، 10%، 2%) على التوالي بينما تكون قيم b عند الاحتمالات السابقة (0.168، 26.5، 72.2) على التوالي، وقد أظهرت هذه المعادلة اختلافاً في القيم لمعدل الفيضان وحجم الفيضان عند الاحتمالات المختلفة كما يبين الجدول الآتي مع ثبات وقت حدوث السيل لكل الاحتمالات.

(1)Finkel, H. H: Water Resource in Arid Zone Settlement, A Case Study in arid Zone Settlement, P 461.

**الجدول (8) يبين مخرجات معادلة فينكل.**

| الوقت اللازم لحدوث السيل (ساعة) | حجم الفيضان السنوي ($م^3$) | أقصى معدل للفيضان ($م^3$/ثا) | الاحتمال % | b | a |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.06 | 979.6 | 58.31 | 80 | 0.17 | **0.01** |
| 0.06 | 154521.5 | 9212.98 | 10 | 26.5 | **1.58** |
| 0.06 | 420998.2 | 25073.3 | 2 | 72.2 | **4.3** |

(عمل الباحث).

## ثانياً: نموذج سنايدر(Snyder`s Model):

تعتبر طريقة سنايدر من أشهر الطرق الرياضية لتقدير قيمة التصريف المائي للأحواض، وبالرغم من تصميمه للبيئات الرطبة (الزهراني، 2008) إلا أنه يطبق على أحواض البيئات الجافة وشبه الجافة، وقد استخدم في دراسة أحواض المملكة العربية السعودية من قبل (الجعيدي وبوروبة، 2006) لتقدير تدفق الذروة في حوض وادي العين بالخرج، واستخدمه (الفراء وبوروبة، 2008) لتقدير تدفق الذروة في حوض وادي حنيفة. ويستخدم في نموذج سنايدر عدة معادلات وهي[1]:

كمية التدفق الأقصى للسيول في الحوض: ويرمز له Qp ويقدر $م^3$/ثا وتحسب من خلال المعادلة الآتية:

$$Q_p = \frac{CpA}{t_p}$$

حيث: Qp: كمية التدفق الأقصى للسيول بالحوض المائي مقاسة $م^3$/ثا، Cp: معامل يرتبط بقابلية الحوض المائي لتخزين المياه (2 – 6.5)، A: مساحة الحوض المائي $كم^2$، tp: فترة استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار (ساعة). ويتم الحصول على القيمة المحسوبة لفترة استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار من المعادلة الآتية:

$$t_p = Ct(L_b L_{ca})^{0.3}$$

(1)Raghunath, H.M.(2006): Hydrology: principles, analysis and design; Wiley Limited, New Eastern Delhi, second edition: P. 150-287.

حيث: tp: فترة استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار (ساعة)، Ct: معامل خاص بطبيعة الحوض وانحداره (0.2 – 2.2) Lb: طول المجرى الرئيسي كم، Lca: المسافة الفاصلة بين مصب الحوض المائي ومركز ثقله بالكم.

الفترة الزمنية المثالية لهطول الأمطار: ويرمز لها tr وتحسب من المعادلة الآتية:

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

حيث: tr: الفترة الزمنية المثالية لهطول الأمطار محسوبة بالساعة، tp: فترة استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار (ساعة)، 5.5 عدد ثابت.

فترة الأساس (زمن القاعدة للسيل): ويرمز له Tb وتحسب باليوم حسب المعادلة الآتية:

$$T_b = 3 + \frac{t_p}{8}$$

حيث: Tb الفترة الأساسية لحدوث السيل محسوبة باليوم، tp: فترة استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار (ساعة)، (3،8) أعداد ثابتة.

فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل: ويرمز له Tm وهي الفترة التي يحتاجها الجريان السطحي للوصول إلى أعلى منسوب له وتحسب بالساعة وفق المعادلة الآتية:

$$T_m = 1/3\ T_b$$

حيث: Tm: فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل بالساعة، Tb الفترة الأساسية لحدوث السيل محسوبة باليوم.

فترة الانخفاض التدريجي لتدفق السيل: ويرمز لها Td ويتم حسابها بالساعة وهي الفترة الزمنية اللازمة التي يحتاجها الجريان السطحي ليعود إلى وضعه الطبيعي وتحسب من المعادلة الآتية:

$$T_d = 2/3\ T_b$$

حيث: Td فترة الانخفاض التدريجي لتدفق السيل، Tb الفترة الأساسية لحدوث السيل محسوبة بالساعة.

التدفق الأقصى المناسب لفترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل: ويرمز له QTm، ويقدر م$^3$/ثا ويتم من خلاله معرفة كمية تدفق السيل للفترة الزمنية التي يستغرقها السيل للوصول إلى أقصاه ويحسب بالمعادلة الآتية:

$$Q_{tm} = Q_p(\frac{T}{T_m})$$

حيث: $Q_{tm}$ كمية التدفق الأقصى المناسب لفترة الارتفاع التدريجي للسيل (م$^3$/ثا)،

$Q_p$ كمية التدفق الأقصى للسيول بالحوض المائي (م$^3$/ثا)،

Max تعني قيمة Mean وMaxi وMini، T: الفاصل الزمني المحدد لتقدير الارتفاع التدريجي للتدفق محسوب بالدقائق أو الساعات.

التدفق الأقصى المناسب لفترة الانخفاض التدريجي لتدفق السيل: ويرمز له QTd، ويقدر (م$^3$/ثا) ويحسب بالمعادلة الآتية:

$$Q_{td} = Q_p(\frac{T_{d-T}}{T_d})$$

حيث: QTd كمية التدفق الأقصى المناسب لفترة الانخفاض التدريجي للسيل (م/ثا)،

$Q_p$: كمية التدفق الأقصى للسيول بالحوض المائي (م$^3$/ثا)، Max تعني قيمة Mean وMaxi وMini، Td: فترة الانخفاض التدريجي لتدفق السيل بالساعة، T الفاصل الزمني المحدد لتقدير الانخفاض التدريجي للتدفق محسوب بالدقائق أو الساعات.

قيمة تدفق الذروة النوعي للحوض المائي: ويرمز له $q_p$ ويتم تقديره (م$^3$/ثا)، ويحسب من المعادلة الآتية:

$$q_P = \frac{Q_p}{A}$$

حيث: $q_P$: قيمة تدفق الذروة النوعي للحوض المائي (م3/ثا)، $Q_p$ : كمية التدفق الأقصى للسيول بالحوض المائي، A: مساحة الحوض كم٢.

حساب الفترة الزمنية المناسبة لارتفاع منسوب السيل عند مستوى W50: محسوبة بالساعة حسب المعادلة الآتية:

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

حيث: W50: الفترة الزمنية المناسبة لارتفاع منسوب السيل عند مستوى $W_{50}$ محسوبة بالساعة، $q_p$: قيمة تدفق الذروة النوعي للحوض (م$^3$/ثا/كم$^2$)، 5.6: عدد ثابت.

حساب الفترة الزمنية المناسبة لارتفاع منسوب السيل عند مستوى W75: محسوبة بالساعة حسب المعادلة الآتية:

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

حيث: W75: الفترة الزمنية المناسبة لارتفاع منسوب السيل عند مستوى $W_{75}$ محسوبة بالساعة، $q_p$: قيمة تدفق الذروة النوعي للحوض (م$^3$/ثا/كم$^2$)، 5.6:عدد ثابت.

حساب تركيز الأمطار المناسبة لتدفق الذروة: يرمز له i ويقدر (سم/ساعة)، ويحسب من المعادلة الآتية:

$$i = \frac{1}{T_r}$$

حيث: i: تركيز الأمطار المناسبة لتدفق الذروة محسوبة (سم/سا)، tr: الفترة الزمنية المثالية لهطول الأمطار (ساعة)، 1: عدد ثابت.

حساب حجم تدفق السيل في الحوض: يرمز له AL ويقدر (مليون م$^3$/ثا)، ويحسب من المعادلة الآتية:

$$AL = Q_p(T_m)$$

حيث: AL: حجم تدفق السيل في الحوض المائي محسوب مليون م$^3$/ثا، Qp: التدفق الأقصى للسيل (م$^3$/ثا)، Tm: فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل (ثا).

حساب عمق الجريان السطحي المناسب لذروة تدفق السيل: ويرمز له E ويقدر بالملم ويحسب من المعادلة الآتية:

$$E = Q_p(\frac{T_m}{S})$$

حيث: E: سمك أو عمق الجريان السطحي المناسب لذروة تدفق السيل (ملم)،

Qpmax: قيمة كمية التدفق الأقصى للسيول بالحوض المائي مقاسة (م$^3$/ثا)، حيث تعني Max قيمة Qp (Mini، Maxi، Mean)، Tm فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل (ثا)، S : مساحة الحوض كم$^2$.

حساب قوة السيل في الحوض: يرمز A ويحسب من المعادلة الآتية:

$$A = \frac{Q_p}{\sqrt{A}}$$

حيث: A: معامل قوة السيل، Qp: التدفق الأقصى للسيل (م$^3$/ثا)، A: مساحة الحوض المائي كم$^2$.

يمكن إجمال نتائج نموذج سنايدر في (الجدول 3)، حيث أظهرت قيم Tp أن أدنى فترة زمنية يمكن أن يحدث عندها جريان سطحي بعد سقوط الأمطار هي 3.2 ساعة بينما كانت أقصى فترة زمنيّة ممكن أن تسقط فيها الأمطار هي 35.2 ساعة، وأدنى كمية للتدفق الأقصى لسيول الحوض 331 م$^3$/ثا، وسجلت أقصر فترة زمنيّة ممكن أن تسقط فيها الأمطار متسبّبة في حدوث جريان سطحي 0.58 دقيقة وأطول فترة زمنيّة 6.40 دقيقة، وكانت أقصر فترة أساس لحدوث السيل 3.4 يوم وأطول فترة 7.4 يوم، وبلغ أدنى ارتفاع تدريجي لتدفق السيل 27.3 ساعة وأقصى فترة 59.3 ساعة، في حين كانت أدنى فترة زمنية للانخفاض التدريجي لتدفق السيل 54.7 ساعة وأقصى فترة يستغرقها السيل للرجوع إلى الوضع الطبيعي 118.7ساعة.

بلغت أدنى كمية تدفق للذروة 0.06 م$^3$/ثا وأعلى كميّة 2.03 م$^3$/ثا، وسجلت أدنى فترة زمنيّة مناسبة لارتفاع منسوب السيل 2.6 ساعة عند مستوى 50% و1.5 عند مستوى 75% كما سجلت أعلى فترة زمنيّة مناسبة لارتفاع منسوب السيل 124 ساعة عند مستوى

50% و71 عند مستوى 75%، وأدنى كميّة أمطار ليظهر الجريان السطحي هي 1.6 سم/ساعة وأكبر كميّة 17.2 سم/ساعة.

تبين أن أدنى حجم لتدفق السيل 71 مليون م$^3$/ثا وأقصى حجم 1165 مليون م$^3$/ثا، وأقل سمك لمياه الجريان السطحي والمناسب لكميّة التدفق الأقصى 9 ملم بينما كان أكبر سمك 316 ملم، وبلغت أدنى قيمة لمعامل قوة السيل 4.34 وأعلى قيمة 155.

**الجدول (9) يبين القيم المحسوبة لنموذج سنايدر.**

| Mean | Max | Min | عناصر نموذج سنايدر | Mean | Max | Min | عناصر نموذج سنايدر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.38 | 2.03 | 0.06 | qp | 19.2 | 35.2 | 3.2 | tp (hr) |
| 33.46 | 124 | 2.6 | W50 | 2209 | 11844 | 331 | Qp |
| 19.2 | 71 | 1.5 | W75 | 3.49 | 6.4 | 0.58 | tr (hr) |
| 4.7 | 17.2 | 1.6 | I | 5.4 | 7.4 | 3.4 | Tb (day) |
| 284 | 1165 | 71 | AI | 130 | 178 | 82 | Tb (hr) |
| 59 | 316 | 9 | E | 43.3 | 59.3 | 27.3 | Tm (hr) |
| 29 | 155 | 4.34 | A | 86.4 | 118.7 | 54.7 | Td (hr) |

## الاستنتاجات:

1– أشارت القيم المقاسة والمحسوبة للجريان في الحوض إلى قيم متدنية وذلك نظراً لمساحة حوض قويق الكبيرة والتي بلغت 5831 كم$^2$ ومعدل التبخر العالي الذي بلغ 1767 ملم/سنة كمتوسط للمحطات الست المدروسة والتسرب الكبير نتيجة سيطرة الصخور الرسوبية على أراضي الحوض وقلة انحدارات أراضيه.

2– عند حساب تصريف النهر وتغذيته الجوفيّة أعطت المعادلات التجريبيّة المستخدمة تبايناً كبيراً في القيم الناتجة، ويجب العمل على وضع معادلة تمثل الظروف البيئية في سورية.

3–يتغير الصبيب السنوي في حوض قويق من سنة إلى أخرى نتيجة تغذيته المطرية المتغيرة، واختلاف توزّع كمية الأمطار زمنياً ومكانياً في الفصل الماطر، وتعتبر الفترة من كانون الأول إلى شباط فترة زيادة مائيّة وباقي أشهر السنة فترة عجز مائي.

4– لا تشير البيانات المحسوبة بنموذج سنايدر إلى أي خطورة من سيول وادي قويق، نظراً للمساحة الواسعة للحوض، واختلاف معدّلات الهطل المطري مكانياً من شماله الغربي إلى جنوبه الشرقي، ووجود مجموعة سدود على مجراه، واتساع عرض الوادي في جزئه الأدنى.

**المراجع:**


1- أنور ديبة، راميا: تقييم شدة وتواتر الجفاف وتأثيره في الانتاج الزراعي في مواقع مناخية مختلفة في غرب وشمال غرب سورية، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية (رسالة ماجستير غير منشورة)، 2012.

2- البارودي، محمد سعيد: تقدير أحجام السيول ومخاطرها عند المجرى الادنى لوادي عرنة جنوب شرق مدينة مكة المكرمة، الجمعية الجغرافية المصرية، سلسلة بحوث جغرافية، العدد 48، 2012.

3- بوروبة، محمد فضيل: تقدير تدفق الذروة لسيول روافد وادي حنيفة الداخلة على غرب مدينة الرياض في المملكة العربية السعودية، بحث مقدم إلى ندوة إدارة الكوارث وسلامة المباني في الدول العربية، وزارة الشؤون البلدية والقروية، المملكة العربية السعودية، الرياض، 2008.

4- الجعيدي، فرحان: تقدير تدفق الذروة لسيول في وادي العين بالخرج، بحث مقدم إلى الندوة الجغرافية التاسعة في جامعة الملك سعود، الرياض، 2006.

5- الزهراني، محمد: دراسة مناطق الفيضانات المحتملة في مناطق السهل الفيضي لوادي قنونة، بحث مقدم إلى ندوة إدارة الكوارث وسلامة المباني في الدول العربية، وزارة الشؤون البلدية والقروية، المملكة العربية السعودية، الرياض، 2008.

6- السمني، محمد عوض: الموازنة المائية وتوزيع الأراضي الزراعية بشبه جزيرة سيناء (دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي)، مجلة الإنسانيات، كلية الآداب، جامعة دمنهور، العدد 41، ص ص 508 – 552، 2013.

7- صبري محسوب، محمد: الجغرافية الطبيعية أسس ومفاهيم حديثة، منشورات جامعة القاهرة، دار الفكر العربي، 1996.

8- عبد السلام، عادل: الأقاليم الجغرافية السورية، منشورات جامعة دمشق، دمشق، 1990.

9– عيسى، مريم: الموازنة المائية في سورية وآفاقها المستقبلية من عام 1992–1993، 2008– 2009 ولغاية 2024–2025. مجلة جامعة دمشق، 29(3+4)، ص ص 551– 585، 2013.

10– عينتابي، محمد فؤاد: حلب في مئة عام، معهد التراث العلمي العربي، الجزء الثالث، حلب، 1993.

11– المعهد الجيورجي الحكومي لتصميم المنشآت المائية، الدراسات والتحريات الهيدرولوجية والهيدروجيولوجية للمناطق الاربعة في الجمهورية العربية السورية (منطقة حلب)، المؤسسة العامة للمشاريع الكبرى، المجلد 2، تبليسي، 1979.

12–محمد الشماع، أيسر: الموازنة المائية لحوض أربيل الشمالي (شمال العراق). المجلة العراقية للعلوم، جامعة بغداد، العراق، بغداد، 48 (1)، 124–134، 2007.

13–محمد صبري، سليم: الجغرافية الطبيعية (أسس ومفاهيم حديثة)، دار الفكر العربي، جامعة القاهرة، 1996.

14–موسى، علي: التصحر، دار الأنوار، دمشق، 1991.

15- Brickle,P., Rodriguez, V. T. & Patrida, E. G: The Water Balance For The Basin Of The Valley Of Mexico And Future Water Consumption. Hydrogeology, Vol.6, 500-517, 1998.

16-CWC: Development Of Hydrological Design Aids (Surface Water) Hydrology Project-II, MINISTRY OF WATER RESOURCES, 447p, India, 2010.

17- Dandekar, M. M. and Sharma, K. N: Water Power Engineering. Vicas Publishing House Pvt.Ltd, 451p, New Delhi, 1989.

18- Domenico, P. A. and Schwartz, F. W: Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley and Sons Inc, New Yourk. 506P, 1998.

19-FAO: Crop water requirement. Irrigation and Drainage paper No.24, Rome United Nation, 1977.

20-Finkel, H. H: Water Resource in Arid Zone Settlement, A Case Study in arid Zone Settlement, Geolonged Progamm Press, P.P 440-473, 1979.

21- JICA (Japan International Cooperation Agency): The Study on Water Resources Development in the Northwestern and Central

Basins of the Syrian Arab Republic (PHASE I). Published by Sanyou Consultants Inc and Yachiyo Engineering Co., LT, 1997.

22-Raghunath, H.M: Hydrology: principles, analysis and design; Wiley Limited , second edition. 477p, New Eastern Delhi, 2006.

23-UN-ESCWA and BGR (United Nations Economic and Social ommission for Western Asia; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe). Inventory of Shared Water Resources in Western Asia. Beirut, 2013.

24- Willcox, G and Buxo, R: Early Holocene cultivation before domestication in northern Syria. P.P 151-158, 2008.