

التحليل الهيدرولوجي الكمي لحوض صلنفة

جميل عباس⁽¹⁾ وكامل خليل*⁽²⁾ ولبنى بدور⁽²⁾

- (1). قسم علوم التربة والمياه، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين. اللاذقية، سورية.
(2). قسم الوقاية البيئية، المعهد العالي لبحوث البيئة، جامعة تشرين. اللاذقية، سورية.
(*المراسلة: د. كامل خليل، البريد الإلكتروني: d.kamelkhalil@tishreen.edu.sy).

تاريخ القبول: 2023/02/2

تاريخ الاستلام: 2022/09/28

الملخص:

يعد حوض صلنفة أحد أهم الأحواض الفرعية لحوض الساحل لأهميته الاقتصادية والسياحية والبيئية، أجري هذا البحث في حوض صلنفة خلال الفترة 2018-2020. أظهرت النتائج تميز الشبكة الهيدروغرافية بالتفرعات الكبيرة والتي قسمت الحوض إلى مجريين كل منهما من المرتبة الرابعة ليصلا الى نهر الكبير الشمالي. تذبذبت الهطولات السنوية والشهرية من سنة إلى أخرى وتزايد الهطل مع الارتفاع بمعدل 0.55 مم/م. كما أظهرت النتائج تناسب الجريان السطحي طرذاً مع الهطل بحيث بلغت نسبة الجريان بحدود 30% من الهطل. تغير التبخر-نتح الحقيقي من سنة لأخرى ومن شهر لآخر وارتبط ارتباطاً وثيقاً مع الهطل ودرجة الحرارة بحيث بلغت نسبة التبخر-نتح الحقيقي بحدود 43.5% من الهطل وبلغ معامل تناقص التبخر-نتح الحقيقي مع الارتفاع (0.05). كما بلغت نسبة متوسط التخزين السنوي 26.5% من الهطل حيث أن القيمة المتوسطة لـ 24 عام هيدرولوجي للمخزون الكلي 363.02 مم. تساهم نتائج هذه الدراسة بإعداد السدات لتخزين المياه لتشكيل بحيرات (حصاد المياه) تساهم في تنمية الموارد الطبيعية بشكل عام والسياحة البيئية بشكل خاص مما يساهم في التنمية الاقتصادية والاجتماعية لمنطقة الحوض المدروس.

الكلمات المفتاحية: حوض صلنفة، هطل، جريان، تبخر-نتح حقيقي، تخزين، حصاد مياه.

المقدمة

الماء هو أساس الحياة وهو أحد أهم مدخلات التنمية الاجتماعية والاقتصادية وأحد أهم عناصر الاستدامة البيئية. وهو المورد الذي يجب أن تعمل البشرية من أجل الحفاظ عليه وتنميته (Mourad and Alshabi, 2016; UNO, 2018). تعاني المنطقة العربية بشكل خاص من ندرة المياه حيث تعد المنطقة الأكثر فقراً في المياه في العالم وإن منطقة البحر المتوسط بالرغم من كونها تضم 7 % من سكان العالم لا تملك سوى 2 % من مصادر المياه العذبة في العالم. كما أن المناطق الساحلية المتوسطة من بين أكثر المناطق عرضة لتقلب المناخ وندرة المياه (Arnell, 2004; Bates et al., 2008; Shahin, 2009; Sowers et al., 2011; Guardiola-Claramonte et al., 2010). ولا يزال الإفراط في استغلال الموارد المائية Water Resources يشكل أكبر عائق أمام التنمية الزراعية المستدامة، وهو عامل هام للتخفيف من حدة الفقر وتم الاعتراف بالمياه كعنصر أساس للأمن الغذائي (UNWATER, 2006).

يقدر متوسط الموارد المائية المتجددة في سورية بحوالي 16 ± 2.2 مليار م³/سنة واعتبر الاستغلال المفرط للموارد المائية مشكلة رئيسية في سورية ككل، وإن كان أقل شيوعاً في المنطقة الساحلية مقارنة بالمناطق الداخلية. وعلى الصعيد الوطني،

قدر مؤشر ندرة المياه بنحو 800 م³/فرد/ سنة، وهو أقل من العتبة العالمية البالغة 1000 م³/فرد/سنة. تتراوح متوسط مؤشر الإجهاد المائي في عام 2010 على المنطقة الساحلية بين 760 م³/فرد/سنة (ظروف سنة جافة) و1000 م³/فرد/سنة (ظروف سنة رطبة) (Faour and Fayad, 2014). وتعد مياه الأمطار المصدر الرئيس للمياه في سورية وتقدر كميتها المتوسطة بحدود 48.5 مليار م³ تتوزع على مختلف مناطق البلاد وينسب متفاوتة جداً تتراوح بين أقل من 100 مم (البادية السورية) إلى أكثر من 1000 مم (الجبال الساحلية) (عباس، 2001). أي من تحليل الهطل يتبين أن جزء منه يجري سطحياً في المجاري المائية أو يخزن سطحياً في المنخفضات الطبيعية والمنشآت الهندسية الطبيعية وجزء آخر يخزن في التربة والجزء الأخير يغذي الطبقات الحاملة الجوفية (Aquifers) (USGS, 2006; Oki and Kanae, 2006; Gimeno, 2012; Arabinda, 2014;) من هنا جاءت أهمية هذا البحث من خلال الدراسة التحليلية الكمية (الشهرية والسنوية) لعناصر الدورة الهيدرولوجية Hydrological cycle (water cycle) في الحوض المائي لصلنفة والتي تتمثل بالهطل Precipitation والجريان Runoff والتبخر-نتح Evapotranspiration والتخزين Storage للفترة الزمنية من 1996-1997 إلى 2019-2020. ليصار إلى الاستفادة من تخزين المياه والحماية من الفيضانات شتاءً وتأمين المياه للزراعة والشرب صيفاً. تعد مدينة صلفنة وجهة سياحية هامة في محافظة اللاذقية، وتتسم معظم جرياناتها المائية بالموسمية، وتتحول في معظمها إلى مياه جريان سطحي ومياه جوفية تغذي الينابيع المتفرقة، لذا كان من المهم دراسة الحوض الساكب لصلنفة دراسة تفصيلية تحليلية موسعة باستخدام برنامج الـ GIS (ArcGIS10.5)، لتحديد طبيعة هذه الجريانات وإمكانية الاستفادة منها في المناظر الطبيعية للمنطقة وإمكانية اقتراح مواقع لمنشآت حصاد المياه لهذا الغرض (خزام، 2010، العلي، 2018، بدور وآخرون، 2022). وبناءً عليه تتجلى أهداف البحث في تحليل عناصر الدورة الهيدرولوجية والربط فيما بينها.

مواد البحث وطرائقه:

- موقع الدراسة:

يقع الحوض الصباب على بعد 45 كم شرقي مدينة اللاذقية بمساحة قدرها 95.8 كم² (الطول: 20.15، العرض: 4.75 كم) والذي تقع مدينة صلفنة على حدوده كما هو واضح في الخريطة الطبوغرافية شكل (1)، ويتراوح الارتفاع عن سطح البحر في منطقة الدراسة من 95 م إلى 1500 م حيث يمتد حوض صلفنة بين خطي طول شرق غرينتش 35°96'37"E - 36°22'12"E وبين خطي عرض شمال خط الاستواء 35°56'57"N - 35°64'14"N.



الشكل (1): موقع مدينة صلفنة في الحوض المدروس.

مواد البحث:

- الخارطة الطبوغرافية والجيولوجية بمقياس 50000/1 للموقع المدروس.
- المعطيات المناخية (هطل - حرارة - رياح - تبخر - نتح - رطوبة... الخ) المديرية العامة للأرصاد الجوية من العام الهيدرولوجي 1996-1997 ولغاية 2019-2020 ومن خارطة الهطل العام في سورية لعدد من المحطات المناخية داخل وفي محيط الحوض.
- خريطة طبوغرافية بمقياس 50000/1 المتوضع عليها المحطات المناخية والمطرية.
- صورة فضائية للحوض ونظام المعلومات الجغرافية متمثلة ببرنامج ARC GIS 10.5
- الكرفيمتر لقياس المسافات والانحدار.
- البلانيمتر لقياس المساحة.
- جهاز قياس سرعة التدفق (البرامة المائية) ليصار إلى استخدام قطعة من الخشب وقياس سرعتها وربطها بقياس البرامة المائية.
- محطات قياس التدفق الموجودة والمنجزة. اضافة إلى اشادة بعض مقاطع الأفنية ليصار إلى قياس التدفق وسرعة التدفق والتي تم توزيعها في مناطق مختلفة من الحوض.

- طرائق البحث:

- اعداد خارطة شبكة الجريان (الخارطة الهيدروغرافية) وخارطة الهطل السنوي باستخدام خطوط التساوي المطري بعد حساب الهطل الشهري والسنوي ومعامل تزايد الهطل حسب الارتفاع:

$$\alpha p = \frac{\Delta p}{\Delta h}$$

حيث أن αp : معامل تزايد الهطل حسب الارتفاع، Δp : Error! Bookmark not defined. تغير الهطل، Δh : تغير الارتفاع.

- حساب الشدة المطرية (mm/h) باستخدام العلاقة:

$$i = \frac{P_{24}}{T_c}$$

حيث أن: P_{24} : الهطل اليومي الأعظمي mm لأربع وعشرون منه. T_c : زمن التركيز hr.

- حساب زمن التركيز حسب معادلة جياودوتي الرياضية (C.W.P.C., 1973):

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{\Delta h}}$$

حيث أن: L : طول المجرى المائي A.km: مساحة الحوض Δh .km²: فرق الارتفاع بين أعلى نقطة ومخرج الحوض. علماً بأن زمن التركيز هو الزمن اللازم لقطره مائية هطلت في أبعد نقطة من الحوض المائي لتصل إلى مخرجه وبلغ زمن التركيز T_c : 2.5h.

- حساب التدفق النوعي المميز الأعظمي q_{max} احتمالياً:

$$q_{max} = \frac{ci}{3.6}$$

حيث أن: C : معامل الجريان السطحي. i : الشدة المطرية mm/h.

- حساب التدفق الموافق احتمالياً مقدراً بـ $Q_{max} = q_{max} \cdot A$: m³/sec

حيث أن: Q: التدفق. A: مساحة الحوض km^2 .

- حساب وتحليل الهطل الشهري والسنوي والمتوسط الشهري والسنوي للفترة الممتدة بين 1996-2020 لـ 8 محطات وهي (صلنفة- الحفة- سد الثورة- اللاذقية- مطار الباسل- جوبة برغال- ستخيس)، ورسم خطوط التساوي المطري والتي تمثل توزيعاً دقيقاً للمياه المتساقطة على الحوض.

- تم ترتيب قيم الهطل الأعظمي اليومي بشكل تنازلي ثم حساب احتمال التجاوز باستخدام تابع الكثافة الاحتمالية لكامل $F\% = (1 - \frac{P}{100})^{1/N+1}$ ، كما تم حساب الشدة المطرية والتدفق الأعظمي والتدفق الأعظمي المميز (C.W.P.C., 1973). علماً أن زمن التركيز $T_c = 2.5 \text{ h}$ ومعامل الجريان 0.3.

- حساب التبخر - نتح الحقيقي السنوي باستخدام علاقة تورك (Turc, 1963):

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

حيث أن: L: تابع لدرجة الحرارة ويعطى بالعلاقة: $L = 300 + 25t + 0.05t^3$ ، T: متوسط درجة الحرارة السنوية $^{\circ}\text{C}$. P: كمية الهطل السنوية بـ mm.

- تم اعداد خارطة التبخر نتح الحقيقي بالاعتماد على علاقة تورك وتوزع الحرارة في الحوض والارتفاعات حيث كان تناقص معدل التبخر نتح الحقيقي مع الارتفاع تحسب من العلاقة:

$$\alpha ETR = - \frac{\Delta ETR}{\Delta H}$$

حيث أن: αETR : معامل تناقص التبخر-نتح تابع لتغير التبخر-نتح ΔETR ، تغير الارتفاع ΔH .
- إعداد الموازنة المائية باستخدام العلاقة (Wiesner, 1982):

$$\Delta R = P - (ETR + Q)$$

حيث أن: ΔR : التغير في المخزون المائي السنوي mm، P: الهطل السنوي، ETR: التبخر نتح الحقيقي السنوي، Q: الجريان السطحي السنوي.

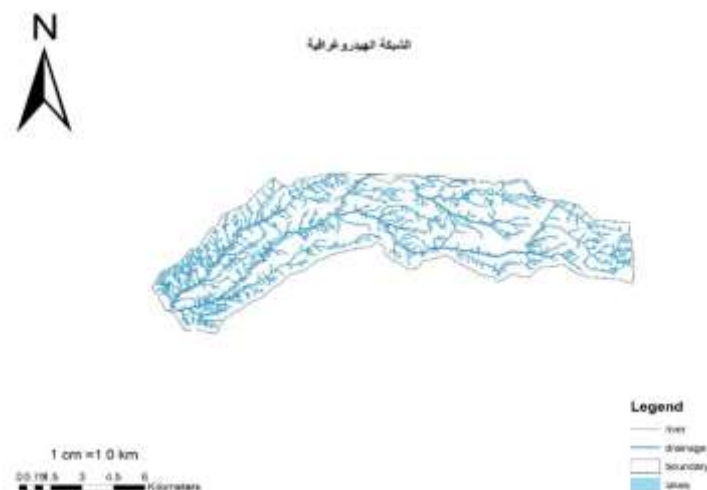
التحليل الاحصائي:

-حسب معامل الارتباط (r) بين عناصر الموازنة المائية عند مستوى المعنوية 0.05.

النتائج والمناقشة:

- الخارطة الهيدروغرافية:

تعد الخارطة الهيدروغرافية أساساً في الدراسات الهيدرولوجية للمسايط المائية كونها توضح المجرى المائي الرئيسي للنهر والمسيلات المائية المغذية له وهذا له دور كبير في تحديد أماكن المنشآت المائية (منشآت حصاد المياه)، يوضح الشكل (2) حدود الحوض المائي المدروس والشبكة الهيدروغرافية للحوض وهي شبكة كثيفة ومعقدة وشديدو التفرع والمجرى الرئيسي المكون من مجريين متوازيين تقريباً من المرتبة الرابعة يلتقيان في مجرى نهر الكبير الشمالي.

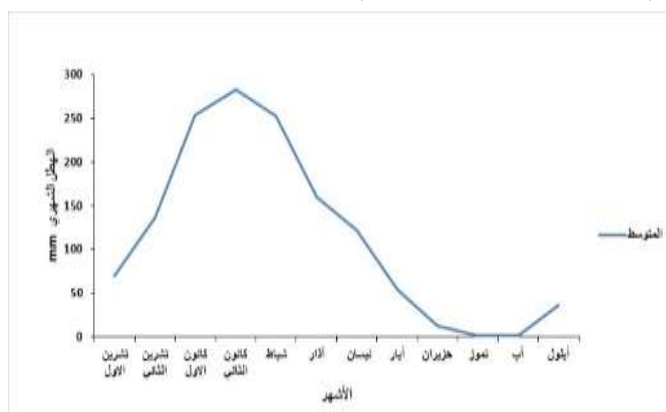


الشكل (2): الشبكة الهيدروغرافية للحوض.

- حساب الموازنة المائية:

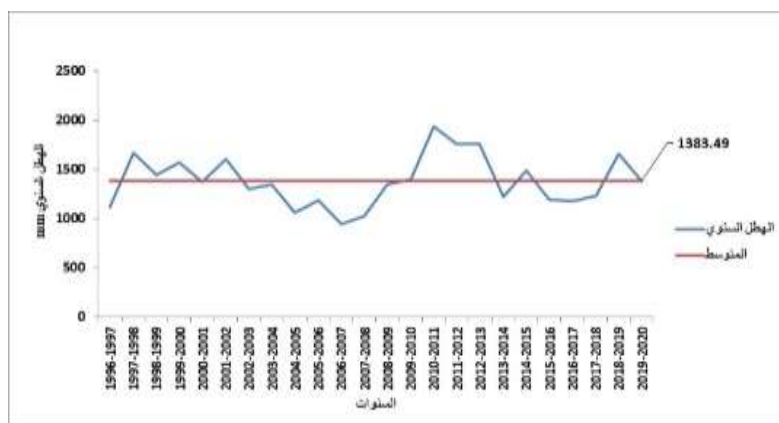
- الهطل:

نهتم بالهطل اليومي والشهري والسنوي اضافة إلى الشدة المطرية للحماية من الانجراف والفيضانات ووضع خطة للحد من تأثير الفيضانات وتوزيع الجريان لخدمة الزراعة وتخزين ما يمكن تخزينه في الحوض المدروس ليصار إلى استخدامه في فصل الجفاف. أظهرت النتائج أن كمية الهطل تختلف من شهر لآخر حيث بلغ أكبر هطل شهري في الحوض 693.4 مم/شهر في شهر كانون الثاني لعام 2011-2012 بينما سجلت أشهر الصيف قيماً معدومة. سجل أعلى متوسط شهري في كانون الثاني 283.3 مم/شهر وأدنى قيمة 1.1 مم/شهر في شهر آب. بالنسبة للمتوسط الشهري للفترة المدروسة كان وعلى التوالي (كانون الثاني، كانون أول، شباط، تشرين الثاني، آذار، نيسان، ... وأقلها في شهري آب وتموز، كما يوضحه الشكل (3).



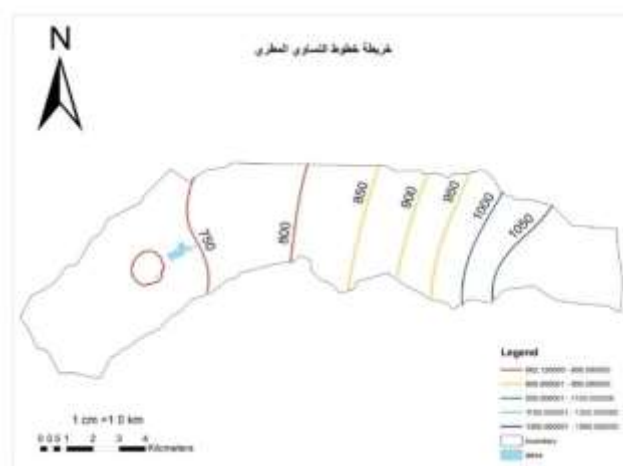
الشكل (3): قيم متوسط الهطل الشهري مقدرة ب mm في حوض صلفه من العام الهيدرولوجي 1996-1997 وحتى العام 2019-2020.

فيما يخص الهطل السنوي سجل أعلى هطل سنوي في عام 2010-2011 حيث بلغ 1935.5 مم/سنة وأقل هطل سنوي كان في عام 2006-2007 حيث بلغ 946.4 مم/سنة وبلغ متوسط الهطل السنوي 1383.5 مم/سنة للفترة الزمنية الممتدة لـ 24 عاماً هيدرولوجياً. تذبذبت الهطولات السنوية خلال الفترة المدروسة 24 سنة من 946.4 إلى 1935.5 مم/سنة. تطلب تحديد السنوات الجافة والرطبة رسم مخطط الهطل -الزمن (شكل، 4)



الشكل (4): قيم الهطل السنوي وقيمة المتوسط الحسابي مقدرة بـ mm في حوض صنفية من العام الهيدرولوجي 1997-1996 وحتى العام 2020-2019.

يتضح من الشكل (4): تناوب السنوات الجافة والرطبة وأن السنة 2011-2010 هي السنة الأكثر رطوبة والسنة 2007-2006 هي السنة الأكثر جفافاً: السنوات من 1999-1998 حتى 2002-2001 سنوات رطبة ومن 2003-2002 حتى 2009-2008 سنوات جافة. يلي ذلك أربع سنوات رطبة 2010-2009 حتى 2014-2013 سنوات رطبة. يلي ذلك سنة واحدة جافة 2014-2015 ثم سنة واحدة رطبة 2016-2015. يلي ذلك ثلاث سنوات جافة وستين رطبتين إضافة إلى سنة جافة في بداية السلسلة عام 1997-1996. ويوضح الشكل (5) خارطة خطوط التساوي المطري حيث يتزايد الهطل من 72.8 مم إلى 1202.1 مم، والتي تبين متوسط الهطل المطري في الحوض عن طريق احداثيات ومعطيات المحطات المناخية الموجودة فيه والذي بلغ 1338.5 مم. كما لوحظ تغير الهطل مع الارتفاع حيث بلغ تزايد الهطل مع الارتفاع 0.55 مم/م.



الشكل (5): خارطة خطوط التساوي المطري في الحوض.

- الهطل الأعظمي اليومي (P_{24}):

رتبت النتائج في الجدول (1).

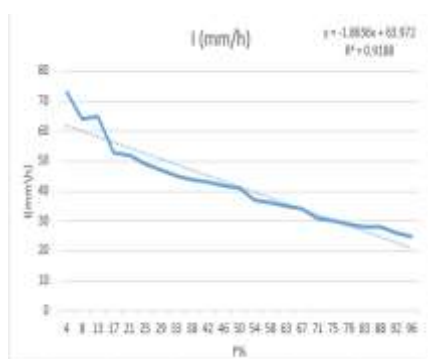
الجدول (1): التدفق الأعظمي والتدفق المميز الأعظمي والهطل الأعظمي اليومي والشدة المطرية واحتمال التجاوز.

R	$P_{24}(\text{mm})$	I (mm/h)	F%	$q_{\max}(\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2)$	$Q_{\max}(\text{m}^3/\text{s})$
1	182	73	4	6.1	581.2
2	160	64	8	5.3	510.9
3	140	65	13	4.7	447.1
4	132	53	17	4.4	421.5
5	130	52	21	4.3	415.1

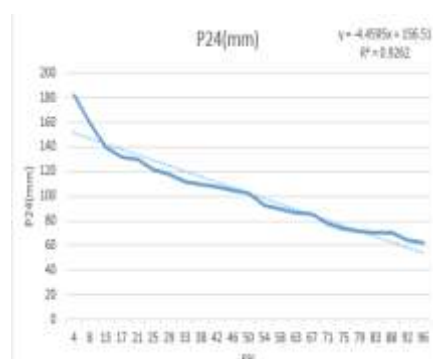
6	122	49	25	4.1	389.6
7	118	47	29	3.9	375.2
8	112	45	33	3.7	357.7
9	110	44	38	3.7	351.3
10	108	43	42	3.6	344.9
11	105	42	46	3.5	335.3
12	103	41	50	3.4	328.9
13	93	37	54	3.1	297.0
14	90	36	58	3	287.4
15	87	35	63	2.9	277.8
16	86	34	67	2.9	274.6
17	78	31	71	2.6	249.1
18	74	30	75	2.5	236.3
19	72	29	79	2.4	229.9
20	71	28	83	2.4	226.7
21	70	28	88	2.3	223.5
22	64	26	92	2.1	204.4
23	62	25	96	2.1	198.0

من الجدول (1) يتضح ما يلي: عند احتمال تجاوز 4% يكون الهطل الأعظمي اليومي 182 مم تكون الشدة المطرية 73 مم/سا والتدفق المميز الأعظمي 6.1 م³/ثا/كم² والتدفق الأعظمي 581.2 م³/ثا. عند احتمال تجاوز 50% يكون الهطل الأعظمي اليومي 103 مم تكون الشدة المطرية 41 مم/سا والتدفق المميز الأعظمي 3.4 م³/ثا/كم² والتدفق الأعظمي 328.9 م³/ثا. عند احتمال تجاوز 96% يكون الهطل الأعظمي اليومي 62 مم تكون الشدة المطرية 25 مم/سا والتدفق المميز الأعظمي 2.1 م³/ثا/كم² والتدفق الأعظمي 198 م³/ثا.

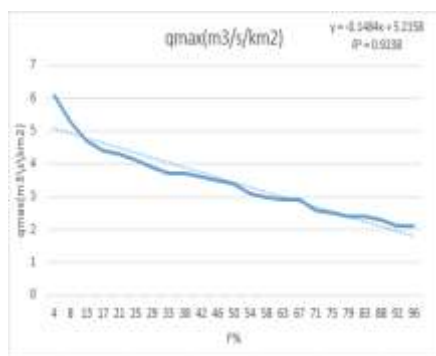
من الجدول (1) نستطيع إيجاد العلاقة بين التدفق الأعظمي والشدة المطرية والهطل الأعظمي والتدفق المميز الأعظمي واحتمال التجاوز لتحديد موجات الفيضان في الحوض المدروس ليصار إلى إشادة المنشآت الهندسية لتحقيق الإدارة الفعالة للموارد المائية (الشكل: 6، 7، 9، 8) على التوالي:



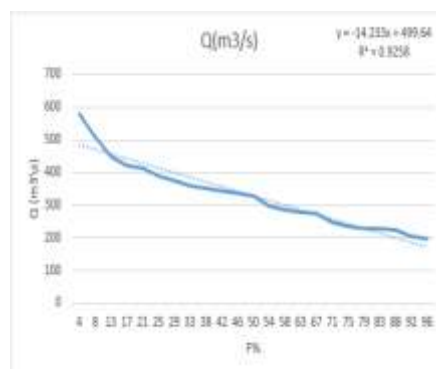
الشكل (7): العلاقة بين احتمال التجاوز والشدة المطرية



الشكل (6): العلاقة بين احتمال التجاوز والهطل الأعظمي اليومي.



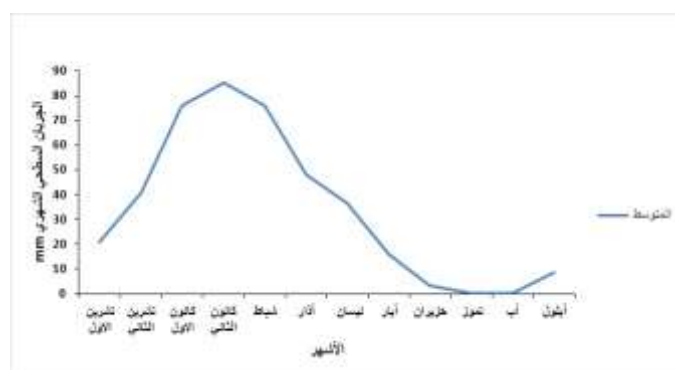
الشكل (9): العلاقة بين احتمال التجاوز والتدفق المميز الأعظمي.



الشكل (8): العلاقة بين احتمال التجاوز والتدفق الأعظمي.

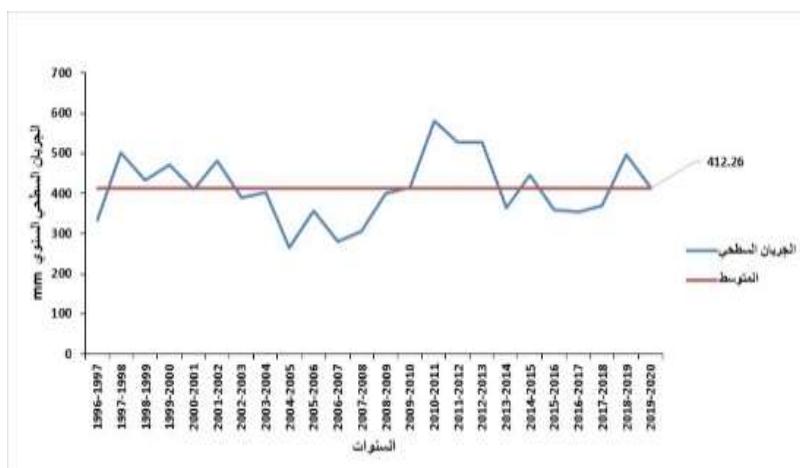
- الجريان السطحي:

يعد الجريان السطحي أحد أهم عناصر الدورة الهيدرولوجية ويجب الاهتمام به والاستفادة منه لأنه يشكل كمية مهمة من مياه الهطل المتساقطة في حوض ما وهناك عوامل تؤثر في الجريان السطحي منها (ميل الأرض، خشونة السطح، سماكة ونوعية التربة، الغطاء النباتي، الشدة المطرية، الصخور). أظهرت النتائج (شكل، 10) بالنسبة للهطل الشهري بأن كمية الجريان السطحي تختلف من شهر لآخر حيث بلغ أعلى متوسط الجريان السطحي في الحوض 84.99 مم/شهر في شهر كانون الثاني وأدنى القيم في أشهر تموز (0.19) وشهر آب (0.33) مم/شهر خلال 24 عام هيدرولوجي. بالنسبة للمتوسط الشهري للفترة المدروسة كان وعلى التوالي (كانون الثاني، كانون أول، شباط، تشرين الثاني، آذار، نيسان، ... وأقلها في شهري آب وتموز كما يوضحه الشكل (10).



الشكل (10): قيم متوسط الجريان السطحي الشهري مقدرة بـ mm في حوض صنفية من العام الهيدرولوجي 1996-1997 وحتى العام 2019-2020.

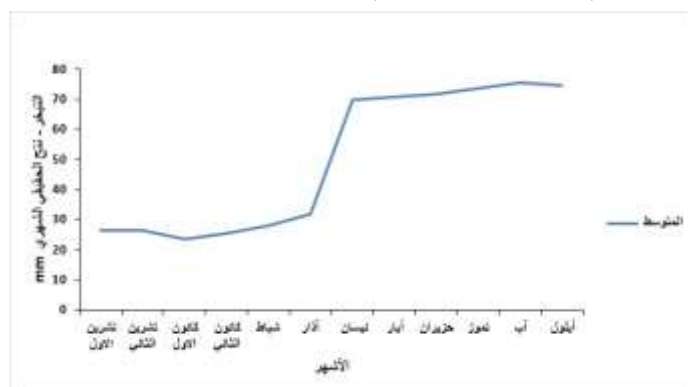
وعند دراسة العلاقة بين قيمة الجريان السطحي السنوي والزمن (الشكل 11) لوحظ أن أكبر قيمة للجريان السطحي السنوي بلغت 580.65 مم للعام الهيدرولوجي 2010-2011 وأدنى قيمة للجريان السنوي كانت 264.30 مم للعام الهيدرولوجي 2004-2005 ومتوسط الجريان السنوي خلال 20 عام هيدرولوجي 412.26 مم. بلغت نسبة الجريان السطحي 30% باستثناء العام 2004-2005 25% بسبب قلة الأمطار والجريان. بشكل عام بلغت نسبة الجريان السطحي الشهرية بحدود 30% باستثناء أشهر الصيف قليلة أو معدومة الأمطار.



الشكل (11): قيم الجريان السنوي وقيمة المتوسط الحسابي مقدرة بـ mm في حوض صلنفة من العام الهيدرولوجي 1996-1997 وحتى العام 2019-2020.

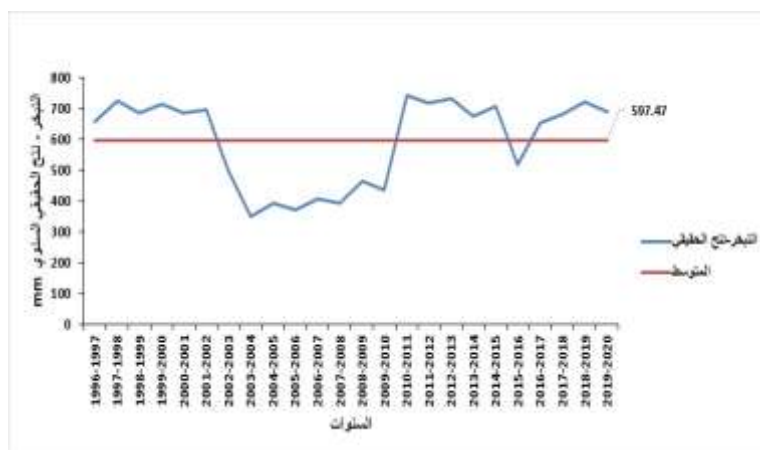
- التبخر-نتح الحقيقي:

يعد التبخر-نتح عنصراً ذا فاعلية كبرى في الميزان المائي العام لأي منطقة كونه يستهلك كمية لا بأس بها من مجموع الكمية الواردة إلى المنطقة المدروسة. التبخر-نتح هو الفاقد الكبير ولعدم إمكانية حسابه اليومي والشهري استبدل بحسابه على المستوى السنوي كتبخر-نتح حقيقي وباستفادة من درجات الحرارة والهطل حسب من السنوي إلى الشهري. ولوحظ من الشكل (12) اختلاف في كمية التبخر-نتح الحقيقي الشهري من شهر لآخر حيث بلغ أكبر متوسط التبخر-نتح الحقيقي في الحوض 75.43 مم/شهر في شهر آب وأدنى القيم في أشهر كانون الأول (23.63) وشهري تشرين الثاني وتشرين الأول (26.36) مم/شهر خلال 24 عام هيدرولوجي. بالنسبة للمتوسط الشهري للفترة المدروسة كان وعلى التوالي (آب، أيلول، تموز، حزيران، أيار، نيسان،... وأقلها في شهر كانون الأول، كانون الثاني، تشرين الأول والثاني، شباط، آذار كما يوضحه الشكل (12).



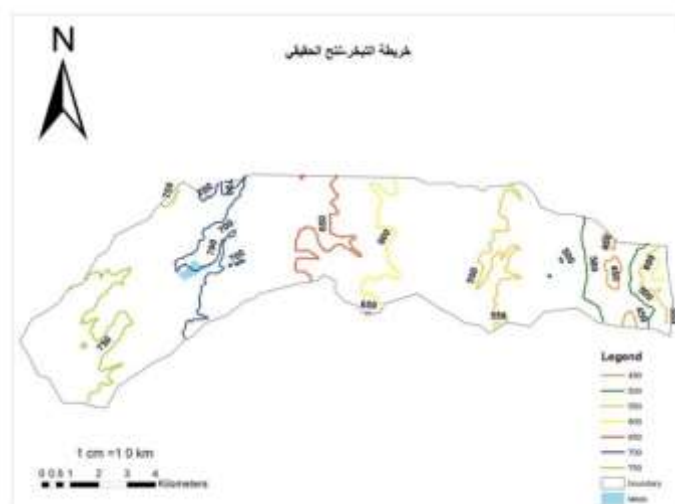
الشكل (12): قيم متوسط التبخر-نتح الحقيقي الشهري مقدرة بـ mm في حوض صلنفة من العام الهيدرولوجي 1996-1997 وحتى العام 2019-2020.

وعند دراسة العلاقة بين قيمة التبخر-نتح الحقيقي السنوي والزمن (الشكل 13).



الشكل (13): قيم التبخر-نتج الحقيقي السنوي وقيمة المتوسط الحسابي مقدرة ب mm في حوض صلفه من العام الهيدرولوجي 1996-1997 وحتى العام 2019-2020.

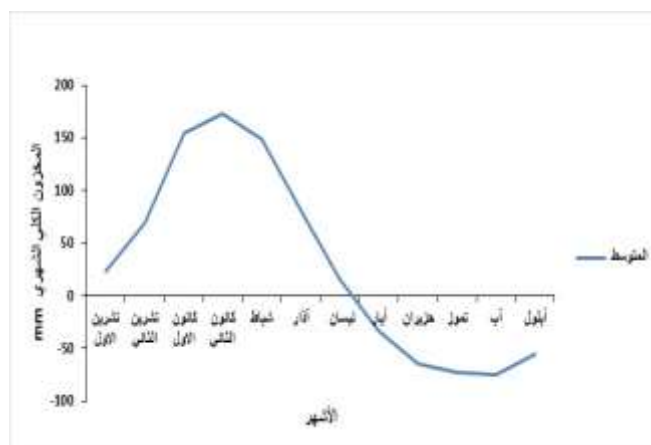
لوحظ أن أعلى قيمة للتبخر-نتج بلغت 744.4 مم خلال العام الهيدرولوجي 2010-2011 وبلغت أدنى قيمة للتبخر-نتج 350.7 مم خلال العام الهيدرولوجي 2003-2004 بينما كانت القيمة المتوسطة لـ 24 عام هيدرولوجي للتبخر-نتج 597.47 مم يوضح الشكل (14) خارطة التبخر-نتج الحقيقي السنوي حيث يظهر التباين في القيم والتي تبدأ من 450 وحتى 750 مم على كامل مساحة الحوض، وبلغ معامل تناقص التبخر-نتج الحقيقي 0.05 م/م.



الشكل (14): خارطة التبخر-نتج السنوي.

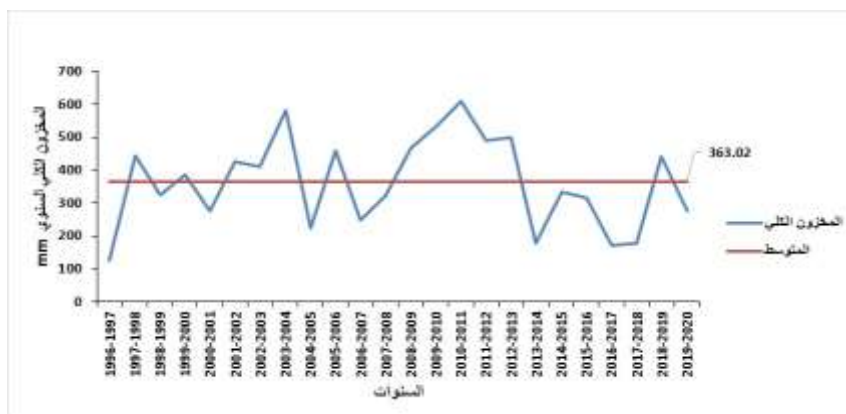
- المخزون المائي الكلي:

أظهرت النتائج أن كمية المخزون المائي الكلي الشهري تختلف من شهر لآخر حيث بلغ أعلى متوسط للمخزون الكلي في الحوض (172.87) مم في شهر كانون الثاني وأدنى القيم في أشهر نيسان (15.69) مم وتشيرين الأول (22.72) مم، بينما كانت أقل القيم السالبة (هناك استنزاف مائي) في شهر آب (-74.65) مم خلال 24 عام هيدرولوجي. بالنسبة للمتوسط الشهري للفترة المدروسة كان وعلى التوالي (كانون الثاني، كانون الأول، شباط، آذار، تشيرين الأول، نيسان وأقلها في شهر كانون الأول، كانون الثاني، تشيرين الأول والثاني، شباط، آذار بينما الأشهر ذات الاستنزاف المائي كانت على النحو التالي (آب، تموز، حزيران، أيلول وأيار) كما يوضحه الشكل (15):



الشكل (15): قيم المخزون المائي الكلي الشهري مقدرة بـ mm في حوض صلنفة من العام الهيدرولوجي 1996-1997 وحتى العام 2019-2020.

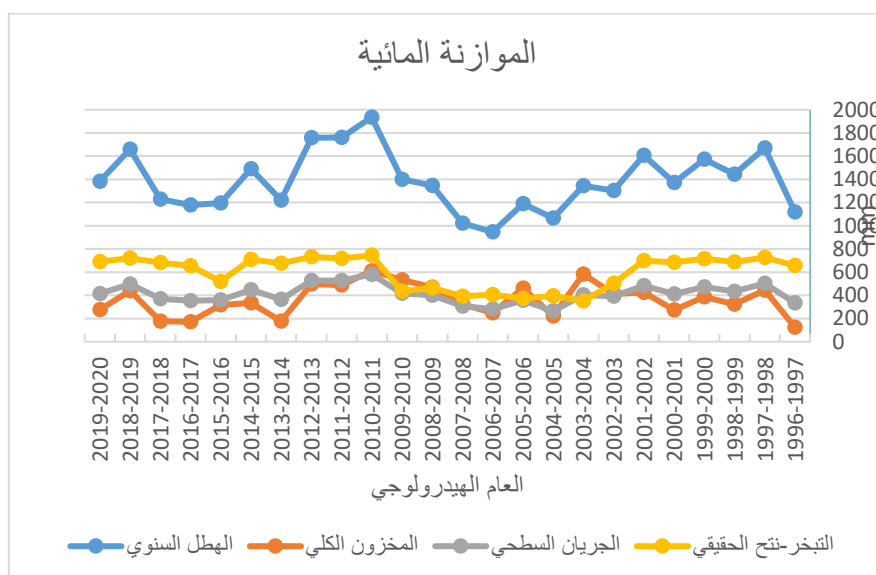
وعند دراسة العلاقة بين قيم المخزون المائي الكلي السنوي والزمن (الشكل 16) لوحظ أن أعلى قيمة للمخزون المائي الكلي 610.45 مم خلال العام الهيدرولوجي 2010-2011 وبلغت أدنى قيمة للمخزون 124.79 مم خلال العام الهيدرولوجي 1996-1997 بينما كانت القيمة المتوسطة لـ 24 عام هيدرولوجي للمخزون الكلي 363.02 مم.



الشكل (16): قيم المخزون المائي الكلي السنوي وقيمة المتوسط الحسابي مقدرة بـ mm في حوض صلنفة من العام الهيدرولوجي 1996-1997 وحتى العام 2019-2020.

تحليل الموازنة المائية:

إن الإدارة الرشيدة للموارد المائية في الأحواض المائية يتطلب تحديد الميزان الهيدرولوجي أو المائي وتحليل مركباته المختلفة ومن ثم ضبط هذه المركبات ضمن خطة الإدارة المستدامة للحوض بهدف الاستفادة المثلى كماً ونوعاً من الموارد المائية ولأطول فترة زمنية ممكنة. تم ترتيب عناصر الموازنة المائية السنوية ومثلت بيانياً كما في الشكل (17).



الشكل (17): عناصر الميزان المائي.

كما حسبت علاقات الارتباط بين عناصر الميزان المائي (جدول 2):

الجدول (2): قيم معامل الارتباط (r) بين عناصر الميزان المائي: الهطل (P)، التبخر-نتج الحقيقي (ETR)، الجريان السطحي (Q)، والتخزين (R).

	P	ETR	Q
ETR	.6670	1	
p<0.05	.0000		
Q	.9910	.6840	1
p<0.05	.0000	.0000	
R	.6700	-0.089	.6650
p<0.05	.0000	.6780	.0000

لوحظ من الجدول (2) وجود علاقة ارتباط معنوية ($p < 0.05$) بين الهطل (P) وكل من التبخر-نتج الحقيقي (ETR) والجريان السطحي (Q) والتخزين (R) وهناك علاقة ارتباط بين التبخر-نتج الحقيقي والجريان وبين الجريان والتخزين ولوحظ وجود علاقة ارتباط سلبية بين التبخر-نتج الحقيقي والتخزين ولكن غير معنوية وهذا شيء طبيعي.

الاستنتاجات:

تميزت الشبكة الهيدروغرافية بالتفرعات الكبيرة وتقسّم الحوض إلى مجريين كل منها من المرتبة الرابعة ليصلا إلى نهر

الكبير الشمالي وأن زمن التركيز بلغ 2.5 hr.

تذبذبت الهطولات السنوية والشهرية من سنة إلى أخرى وتزايد الهطل مع الارتفاع حيث أن $\alpha = 0.55p$ مم/م.

تناسب الجريان السطحي طردياً مع الهطل بحيث بلغ معامل الجريان بحدود 30% من الهطل. ويمكن تعميم نسبة الجريان هذه لمعظم الأحواض الصبابة في المنطقة الجبلية في حوض الساحل.

يتغير التبخر-نتج الحقيقي من سنة لأخرى ومن شهر لآخر ويرتبط ارتباطاً وثيقاً مع الهطل ودرجة الحرارة بحيث بلغ

معامل التبخر-نتج الحقيقي بحدود 43.5% من الهطل وهناك تناقص في قيمة التبخر-نتج الحقيقي مع الارتفاع حيث

بلغ معامل تناقص التبخر-نتج الحقيقي ETR $\alpha = 0.05$ مم/م.

✚ بلغ معامل متوسط التخزين السنوي 26.5% من الهطل حيث أن القيمة المتوسطة لـ 24 عام هيدرولوجي للمخزون الكلي 363.02 مم.

✚ تراوح التدفق الأعظمي للفترة المدروسة بين 198-581.5 م³/ثا.

✚ تراوحت الشدة المطرية بين 25-73 مم/سا.

المقترحات:

✓ اشادة منشآت حصاد المياه ومن أهمها بناء سدات في المناطق على المجاري عند ميول أقل من 15% مع الموافقة الجيولوجية والسكانية والزراعية بحيث نستطيع تخزين معظم المياه الجارية في الحوض لمناطق اختيار السدات.

✓ الاستفادة من نتائج هذا البحث بإعداد السدات لتخزين المياه لتشكيل بحيرات تساهم في تنمية الموارد الطبيعية بشكل عام والسياحة البيئية بشكل خاص مما يساهم في التنمية الاقتصادية والاجتماعية لمنطقة الحوض المدروس.

المراجع:

خزام، بشرى (2010). ترشيد استخدام الموارد المائية في حوض العاصي الأعلى. رسالة دكتوراه، كلية الهندسة المدنية، منشورات جامعة البعث، سورية. 157 صفحة.

عباس جميل (2001). إدارة المساقط المائية في سورية. البرنامج الوطني لمكافحة التصحر. وزارة الري (وزارة الموارد المائية حالياً).

بدور، لبنى، عباس، جميل، خليل، كامل (2022). تهيئة قوعد البيانات الثابتة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية الضرورية لإعداد خطة إدارة الموارد المائية والسياحية البيئية لحوض صلنفة. العدد 152. مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الزراعية.

العلي، مارينا (2018): استخدام تقنيات النمذجة الهيدرولوجية في الإدارة المتكاملة لحوض نهر الكبير الشمالي. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة تشرين. 134 صفحة.

Arabinda, P., (2014). The Importance of Hydrological Cycle on Earth. Bhattar College. Journal of Multidisciplinary Studies. Vol. IV: 112-119.

Arnell, N., (2004). Climate change and global water resources: SRES emissions and socio-economic scenarios. Global Environmental Change. 14(1): 31-52.

Bates, B.C.; Z.W. Kundzewicz; S. Wu; and J.P. Palutikof (2008). Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Secretariat, Geneva, Switzerland.

C.W.P.C., (1973). CWPC. Report on chemical investigation of river waters of India, March. 1973, Central Water and Power Commission, Govt. of India.

Faour, G., and A. Fayad (2014). Water Environment in the Coastal Basins of Syria – Assessing the Impacts of the War. Environ. Process. 1: 533–552.

Gimeno, L., A. Stohl, R.M. Trigo, F. Dominguez, K. Yoshimura, L. Yu, A. Drumond, A.M. Durán-Quesada, and R. Nieto (2012). Oceanic and terrestrial sources of continental precipitation. Rev. Geophys. 50: 1-14.

Guardiola-Claramonte, M., P.A. Troch; D. D. breshears; E. Huxman; M.S. Switanek, M. Durcik and N. Cobb (2011). Decreased streamflow in semi-arid basins following drought-induced

- tree die-off: a counter-intuitive and indirect climate impact on hydrology. *J. Hydrol.* 406: 225–233.
- Li, L., (2018). Chasing water in the Atmosphere: The sources, transport paths, amount, and signals favoring rainfall. Thesis of Vrije University. Amsterdam. Chapter 1: 1-15.
- Mourad K.A., and O Alshihabi (2016). Assessment of future Syrian water resources supply and demand by the WEAP model. *Hydrological Sciences Journal.* 61(2). 1-9.
- Oki, T., and S. Kanae (2006). Global hydrological cycles and world water resources. *Science.* (80). 313. 1068–1072.
- Shahin M., (2009). Water scarcity in the Arab region-major problems and attempts to alleviate their impacts. *Water Resources and Hydrometeorology of the Arab Region. Water Sci. Technol. Libr.* 59: 519–547.
- Sowers, J., A. Vengosh; and E. Weinthal (2010). Climate change, water resources, and the politics of adaptation in the Middle East and North Africa. *Climatic Change.* 104(3-4): 599-627.
- Turc, L., (1963). Evaluation des besoins en eau d'irrigation, évapotranspiration potentielle, formulation simplifié et mise à jour. *Ann. Agron.,* 12: 13-49.
- UNO- United Nations Organization. (2018). Revision of World Urbanization Prospects. New York: UNDESA.
- UNWATER (2006). Water a shared responsibility: United Nations World Water Development Report 2.
- USGS- United States Geological Survey. September 2006– The Water Cycle: Summary from Water Science Basics. September 2006.
- Wiesner, C. J., (1982). *Hydrometrology*, Chapman and Hall Litd. London.
- Yang, D., Y. Yang; and J. Xia (2021). Hydrological cycle and water resources in a changing world: A review. *Geography and Sustainability.* 2: 115–122.

Quantitative hydrological analysis of the Slunfeh Basin

Jamil Abbas ⁽¹⁾, Kamel Khalil* ⁽²⁾ and Lubna Badour ⁽²⁾

(1).Soil and Water Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

(2).Department of Environmental Prevention, Higher Institute for Environmental Research, Tishreen University, Lattakia, Syria.

(*Corresponding author: Dr. kamel Khalil, Email: d.kamelkhalil@tishreen.edu.sy).

Received:28/09/2022

Accepted: 2/02/2023

Abstract:

The Slunfeh Basin is one of the most important sub-basins of the Coast Basin due to its economic, tourism and environmental importance. This research was conducted in the Slunfeh Basin during the period 2018-2020. The results showed that the hydrographic network was distinguished by its large ramifications, which divided the basin into two streams, each of them from the fourth order to the Al Kabeer Al Shamali River. Annual and monthly precipitation (P) fluctuated from year to year and (P) increased with height at a rate of 0.55 mm/m. The results also showed that the surface runoff (Q) is proportional to (P), so that the (Q) ratio was about 30% of the (P). The real evapotranspiration (ETR) changed from year to year and from month to month and was closely related to (P) and temperature, so that the (ETR) ratio amounted to 43.5% of (P) and there is a decrease in the value of (ETR) coefficient with the Height at 0.05. The average annual storage (R) ratio was 26.5% of (P), as the average value for 24 hydrological years for the total (R) is 363.02 mm. The results of this study contribute to the preparation of dams to store water to form lakes (water harvesting) that contribute to the development of natural resources in general and eco-tourism in particular, which contributes to the economic and social development of the studied basin area.

Keywords: Slunfeh basin, Precipitation (P), Run-off (Q), Evapotranspiration real (ETR), Storage (R), Water Harvesting.