

## الدراسة الهيدرولوجية لحوض السعن (بادية حماه)

الباحثة: د. صفاء محمود الديب

قسم الموارد المائية - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث

### المخلص

تم اختيار منطقة الدراسة (حوض السعن) نظراً لأهميته في تأمين الموارد المائية الضرورية لأهالي المنطقة وللثروة الحيوانية، تبلغ مساحته حوالي (300 Km<sup>2</sup>)، ويقع شمال شرق مدينة سلمية، وهو جزء من حوض البادية، وإجراء دراسة هيدرولوجية لتحديد التدفقات باحتمالات مختلفة، وكان الهدف من البحث إيجاد طريقة في إدارة الموارد المائية للحوض المدروس للحصول على أكبر كمية من الهطولات المطرية في منطقة الدراسة.

تم في هذا البحث تحديد الخصائص الهندسية والفيزيائية للحوض المدروس والحصول على بيانات الهطول المطري من المحطات المناخية المجاورة لمنطقة الدراسة، لحساب الشدات المطرية وزمن تركيز الحوض والتدفق الناتج عن الدراسة الهيدرولوجية باحتمالات مختلفة، إضافة إلى دراسة وتحليل التبخر من السطوح المائية في موقع البحث، من أجل تحديد أفضل الطرق في الحفاظ على الموارد المائية والاستفادة منها.

أخيراً تم إجراء مقارنة بين طريقتين معروفتين في حساب احتمال الضمان للعواصف المطرية والشدات والتصاريف الناتجة عنها وهما معادلة غامبل ومعادلة فوستر-ريبكن، أظهرت النتائج وجود توافق كبير وتطابق بين كلتا الطريقتين، يمكن استخدام طريقة واحدة فقط في الدراسات الهيدرولوجية للمنشآت المائية.

يقترح هذا البحث استخدام طرق حصاد المياه الحديثة، إضافة إلى إنشاء شبكة معلومات مناخية تساهم في الدراسات الهيدرولوجية لزوم حصاد المياه في منطقة الدراسة

الكلمات المفتاحية: هيدرولوجيا المياه السطحية-حصاد المياه- التبخر- زمن التركيز .

# Hydrological Study of the Sa'an Basin (Badia of Hama)

Dr. Safaa Mahmoud Aldeeb

water Resources Dep- AL- Baath University

## Abstract

The study area (Al-Sa'an Basin) was chosen due to its importance in securing the necessary water resources for the people. It has an area of about (300 km<sup>2</sup>), and is located north-east of Salamiyah city, which is part of the Badia Basin, and a hydrological study was conducted to determine the flows with different possibilities. The research aims to find a way to manage the water resources of the studied basin to get the largest amount of rainfall in the study area.

In this research, the engineering and physical characteristics of the studied basin were determined and rainfall data was obtained from climatic stations adjacent to the study area, to calculate the rain intensities, the basin concentration time and the flow resulting from the hydrological study with different possibilities, in addition to studying and analyzing evaporation from the water surfaces at the research study, in order to determine the best ways to conserve and benefit from water resources.

Finally a comparison between two ways for the guarantee of the possibility of rain storms, and the consequent drainage, which is Gumble equation and Fuster- Ripken equation. The results showed a similar result in the two ways, and both are applicable.

This research suggests the use of modern water harvesting methods, in addition to establishing a climate information network that contributes to hydrological studies for the necessity of water harvesting in the study area.

## **key words:**

Surface water hydrology - water harvesting - evaporation - time concentration.

**1- المقدمة:**

تعاني المنطقة المدروسة من الفيضانات والسيول شتاءً والجفاف صيفاً، إضافةً إلى قلة عدد محطات القياس المناخية والمائية، حيث أجريت دراسات عديدة من أجل تنمية الموارد المائية في عدد كبير من الأحواض الساكنة في سورية، [4]، وتعد الدراسات التي أنجزتها المنظمة العالمية للزراعة والأغذية (FAO) هامة جداً في معرفة وتحديد كمية المياه المتوفرة في كل حوض والمتجددة في كل عام [6]، [7]، [8]. كما أنجزت منظمة (ICARDA) التابعة للأمم المتحدة الكثير من البحوث والدراسات في مجال حصاد المياه للعديد من الأحواض المائية في الجمهورية العربية السورية [3].

**2- الغاية من البحث:**

إيجاد طريقة في إدارة الموارد المائية للحوض المدروس للحصول على أكبر كمية من الهطولات المطرية في منطقة البحث.

**2- مواد وطرائق البحث:**

تمّ في هذا البحث دراسة وتحليل الخواص الفيزيائية للحوض الساكن المدروس، حيث لوحظ وجود فرق واضح بين أعلى نقطة في الحوض وأخفض نقطة منه (مخرج الحوض)، وبالتالي يعتبر هذا الحوض ذو ميل كبير، حيث يبلغ منسوب أعلى نقطة (1050m) وأخفض نقطة (450m).

تمّ حساب زمن تركيز الحوض الساكن باستخدام معادلة كيريش المعروفة عالمياً، إضافةً إلى حساب متوسط الهطول المطري بطريقة (تيسين)، وكذلك حساب الثوابت الإحصائية للهطول المطري.

تمّ الحصول على بيانات قيم التبخر بواسطة حوض تبخر (Class-A) الموجود في بعض المحطات المناخية بمنطقة الدراسة ومحيطها، وحساب التبخر-نتج الحقيقي السنوي (ETR) باستخدام معادلة تورك، إضافةً إلى تحديد الجريان السطحي بالحوض المدروس، وإعداد الموازنة المائية له بالاعتماد على المعادلة التالية:

$$\Delta S = R - (F + ETR) \dots (mm)$$

$\Delta S$ : المخزون المائي

$R$ : الهطول المطري

$F$ : الجريان السطحي

$ETR$ : نتح الحقيقي السنوي التبخر

### 3- النتائج والمناقشة :

تم إجراء القياسات اللازمة لحساب وتحديد الخصائص الفيزيائية والهندسية للحوض المدروس جدول (1)، بينت النتائج أن مساحة الحوض تبلغ حوالي ( $300 \text{ Km}^2$ )، وهو حوض كبير نسبياً، و يبلغ طول المجرى المائي الرئيسي في الحوض ( $51 \text{ Km}$ ). درست الشبكة الهيدروغرافية للحوض الساكب باستخدام طريقة هورتون [1]، يعطي الجدول (2) نتائج الدراسة حيث تبين أن المجرى المائي الرئيسي من المرتبة (6) حسب ترقيم هورتون وبطول كلي ( $19 \text{ Km}$ )، وأن كثافة الشبكة النهرية حسب ترقيم هورتون بلغت ( $1.83 \text{ Km}^{-1}$ ) وتعتبر كثافة الشبكة ضعيفة، وبالتالي فإن قيمة التصريف المتشكل عن الهطول المطري ضعيف والضياعات بالرشح كبيرة، بينما وسرعة الجريان صغيرة [2].

جدول (1): الصفات الفيزيائية للحوض الساكب المدروس

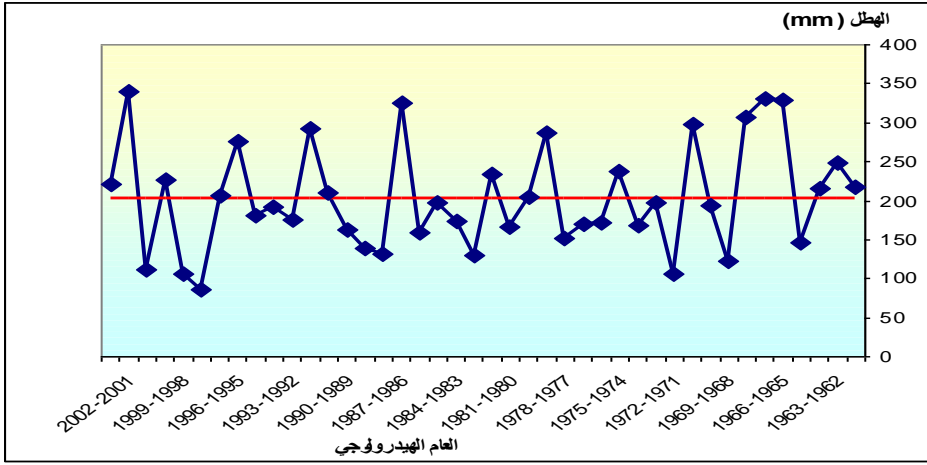
| البيان             | الصفات الفيزيائية للحوض             |
|--------------------|-------------------------------------|
| $300 \text{ Km}^2$ | مساحة الحوض                         |
| $71 \text{ Km}^2$  | مساحة الضفة اليمنى                  |
| $229 \text{ Km}^2$ | مساحة الضفة اليسرى                  |
| $37 \text{ Km}$    | طول الحوض                           |
| $51 \text{ Km}$    | طول المجرى الرئيسي                  |
| $42 \text{ Km}$    | طول المستقيم المكافئ للمجرى الرئيسي |
| $1050 \text{ m}$   | منسوب أعلى نقطة بالحوض              |
| $450 \text{ m}$    | منسوب مخرج الحوض                    |

جدول (2): توصيف المجاري المائية في الحوض الساكب المدروس

| مرتبة المجرى | عدد المجاري | الطول الكلي (Km) |
|--------------|-------------|------------------|
| 1            | 522         | 247              |
| 2            | 141         | 150              |
| 3            | 37          | 88               |
| 4            | 12          | 34               |
| 5            | 3           | 10               |
| 6            | 1           | 19               |

**3-1 الهطول المطري:**

تمّ استخدام البيانات المتوفرة في ثلاث محطات مناخية محيطة بالحوض المدروس من أجل دراسة الهطول المطري، يبين (الشكل 1) متوسط الهطول السنوي حيث بلغت قيمته حوالي (203mm/year)، كما يبين أنّ هناك سنوات رطبة يكون فيها الهطول المطري أعلى من المتوسط، وسنوات جافة كان فيها الهطول المطري أدنى من المتوسط، وتمر المنطقة بفترات جافة تشكل 55% من عدد السنوات الكلي، بينما تشكل السنوات الرطبة 45%، لذا لابدّ من إيجاد حلول عملية لشح المياه بمنطقة الدراسة، خاصة إذا ما أخذنا بعين الاعتبار التغيرات المناخية الحاصلة، حيث أن هناك مشكلة تكمن في تناقص الهطول في الحوض المدروس (جدول 3). نستنتج من هذا الجدول أن هناك انخفاض في متوسط الهطول السنوي، يشكل هذا الانخفاض قيمة كبيرة نسبياً، مما يستدعي أخذه بعين الاعتبار عند إعداد الدراسات المائية في منطقة البحث مثل استخدام الحفائر في حصاد المياه في الحوض المدروس.



الشكل (1): متوسط الهطول السنوي في الحوض الساكب المدروس

جدول (3): معدل الهطول السنوي وعدد السنوات الرطبة والجافة

| محطة 3 | محطة 2 | محطة 1 | المحطة المناخية                                      |
|--------|--------|--------|--|
| 173    | 211    | 232    | معدل الهطول السنوي (mm/year)                         |
| 16     | 21     | 16     | عدد السنوات الرطبة<br>(الهطول أعلى من المعدل السنوي) |
| 62     | 81     | 62     | عدد السنوات الجافة<br>(الهطول أدنى من المعدل السنوي) |

### 3-2 زمن التركيز (Tc):

تم استخدام معادلة كيريش لتقدير زمن التركيز في الحوض المدروس، يبين الجدول (4) البيانات اللازمة لحساب زمن تركيز الحوض الساكب باستخدام معادلة كيريش التالية:

$$T_c = (0.868 \times L^3 / H)^{0.385}$$

#### جدول (4): زمن التركيز في الحوض المدروس

| (hour) Tc | H (m) | $h^{\circ}$ (m) | h (m) | L (km) | A (km <sup>2</sup> ) |
|-----------|-------|-----------------|-------|--------|----------------------|
| 7.55      | 600   | 1050            | 450   | 51     | 300                  |

- L: طول المجرى من أبعد نقطة في الحوض حتى مخرج الحوض (km).
- H: فرق الارتفاع بين أعلى نقطة من المجرى حتى النقطة المدروسة (m).
- h: منسوب مخرج الحوض،  $h^{\circ}$ : منسوب أعلى نقطة منه، A: مساحة الحوض (Km<sup>2</sup>).

نلاحظ أنّ زمن تركيز الحوض كبير تجاوز السبع ساعات، وهذا يؤثر سلباً على حصاد المياه في الحوض المدروس، حيث يضيع قسم كبير منها بالتسرب ضمن التربة قبل الوصول إلى مخرج الحوض (سدة مائية).

#### 3-3 حساب التدفق الأعظم:

تمّ دراسة وتحليل طريقة غامبل بمقارنتها مع طريقة أخرى معروفة (طريقة فوستر-ريبكن) في حساب احتمال الضمان للهطولات المطرية وشدة العاصفة المطرية والتدفق الناتج عنها. يبين الجدولين (5) و(6) نتائج المقارنة بين هاتين الطريقتين.

تبين الأشكال (2)، (3) وجود توافق كبير بين طريقتي (غامبل) و(فوستر-ريبكن)، حيث أعطت الطريقتان هطول أعظم يومي (48 mm/day) من أجل احتمال ضمان (1%) الذي يأتي كل مئة عام، مع معامل تحديد مرتفع في كلا الحالتين (R=97%). بينما بلغ احتمال الضمان كل 50 عام (2%) حسب الطريقتين (45 mm/day)، وهذا يؤكد وجود تطابق النتائج بين الطريقتين.

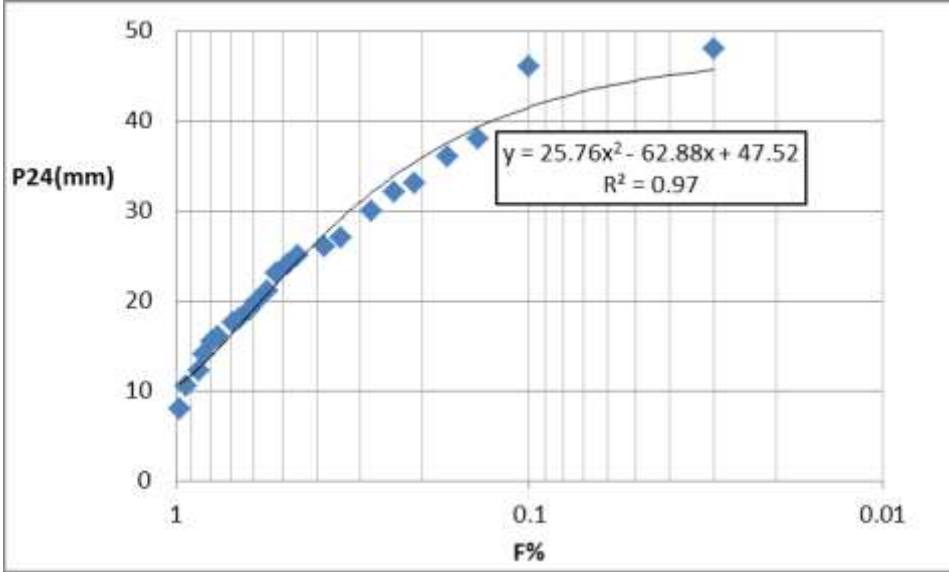
جدول (5): حساب احتمال الضمان بطريقة غامبل

| التدفق الأعظم<br>Q (m <sup>3</sup> /s) | احتمال الضمان<br>F% | الشدة المطرية<br>i (mm/h) | الهطول<br>P <sub>24</sub> (mm) | م. |
|--|---------------------|---------------------------|--------------------------------|----|
| 24.9                                   | 3                   | 7.6                       | 48.0                           | 1  |
| 23.8                                   | 10                  | 7.2                       | 46.0                           | 3  |
| 19.7                                   | 14                  | 6.0                       | 38.0                           | 4  |
| 18.7                                   | 17                  | 5.7                       | 36.0                           | 5  |
| 17.1                                   | 21                  | 5.2                       | 33.0                           | 6  |
| 16.6                                   | 24                  | 5.0                       | 32.0                           | 7  |
| 15.6                                   | 28                  | 4.7                       | 30.0                           | 8  |
| 15.0                                   | 31                  | 4.6                       | 29.0                           | 9  |
| 14.0                                   | 34                  | 4.3                       | 27.0                           | 10 |
| 13.5                                   | 38                  | 4.1                       | 26.0                           | 11 |
| 13.0                                   | 45                  | 3.9                       | 25.0                           | 13 |
| 12.4                                   | 48                  | 3.8                       | 24.0                           | 14 |
| 11.9                                   | 52                  | 3.6                       | 23.0                           | 15 |
| 10.9                                   | 55                  | 3.3                       | 21.0                           | 16 |
| 10.4                                   | 59                  | 3.1                       | 20.0                           | 17 |
| 9.9                                    | 62                  | 3.0                       | 19.0                           | 18 |
| 9.3                                    | 66                  | 2.8                       | 18.0                           | 19 |
| 9.1                                    | 69                  | 2.8                       | 17.5                           | 20 |
| 8.8                                    | 72                  | 2.7                       | 17.0                           | 21 |
| 8.3                                    | 76                  | 2.5                       | 16.0                           | 22 |
| 8.0                                    | 79                  | 2.4                       | 15.5                           | 23 |
| 7.3                                    | 83                  | 2.2                       | 14.0                           | 24 |
| 6.3                                    | 86                  | 1.9                       | 12.2                           | 25 |
| 6.2                                    | 90                  | 1.9                       | 12.0                           | 26 |
| 5.4                                    | 93                  | 1.7                       | 10.5                           | 27 |
| 4.2                                    | 97                  | 1.3                       | 8.0                            | 28 |

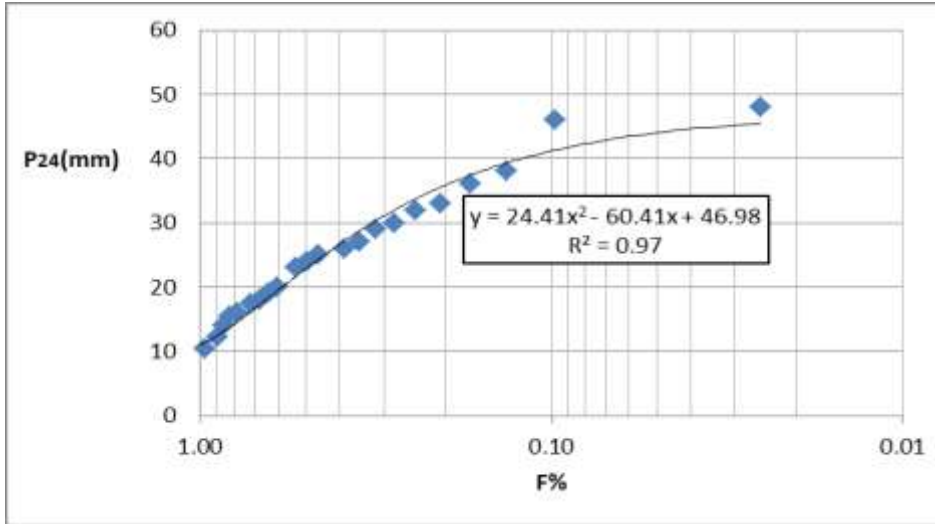


جدول (6): حساب احتمال الضمان بطريقة فوستر-ريبكن

| التدفق الأعظم<br>Q (m <sup>3</sup> /s) | احتمال الضمان<br>F% | الشدة المطرية<br>i (mm/h) | الهطول<br>P <sub>24</sub> (mm) | م. |
|--|---------------------|---------------------------|--------------------------------|----|
| 24.9                                   | 3                   | 7.6                       | 48.0                           | 1  |
| 23.8                                   | 10                  | 7.2                       | 46.0                           | 3  |
| 19.7                                   | 13                  | 6.0                       | 38.0                           | 4  |
| 18.7                                   | 17                  | 5.7                       | 36.0                           | 5  |
| 17.1                                   | 21                  | 5.2                       | 33.0                           | 6  |
| 16.6                                   | 24                  | 5.0                       | 32.0                           | 7  |
| 15.6                                   | 28                  | 4.7                       | 30.0                           | 8  |
| 15.0                                   | 32                  | 4.6                       | 29.0                           | 9  |
| 14.0                                   | 35                  | 4.3                       | 27.0                           | 10 |
| 13.5                                   | 39                  | 4.1                       | 26.0                           | 11 |
| 13.0                                   | 46                  | 3.9                       | 25.0                           | 13 |
| 12.4                                   | 50                  | 3.8                       | 24.0                           | 14 |
| 11.9                                   | 53                  | 3.6                       | 23.0                           | 15 |
| 10.9                                   | 57                  | 3.3                       | 21.0                           | 16 |
| 10.4                                   | 61                  | 3.1                       | 20.0                           | 17 |
| 9.9                                    | 64                  | 3.0                       | 19.0                           | 18 |
| 9.3                                    | 68                  | 2.8                       | 18.0                           | 19 |
| 9.1                                    | 71                  | 2.8                       | 17.5                           | 20 |
| 8.8                                    | 75                  | 2.7                       | 17.0                           | 21 |
| 8.3                                    | 79                  | 2.5                       | 16.0                           | 22 |
| 8.0                                    | 82                  | 2.4                       | 15.5                           | 23 |
| 7.3                                    | 86                  | 2.2                       | 14.0                           | 24 |
| 6.3                                    | 89                  | 1.9                       | 12.2                           | 25 |
| 6.2                                    | 93                  | 1.9                       | 12.0                           | 26 |
| 5.4                                    | 97                  | 1.7                       | 10.5                           | 27 |
| 4.2                                    | 100                 | 1.3                       | 8.0                            | 28 |



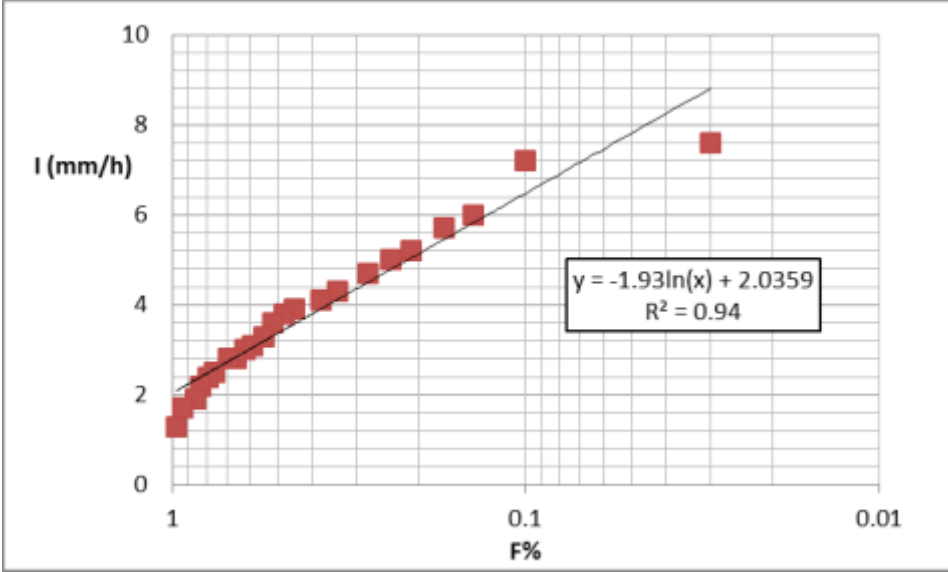
شكل (2): احتمال الضمان للهطول الأعظم اليومي حسب طريقة غامبل



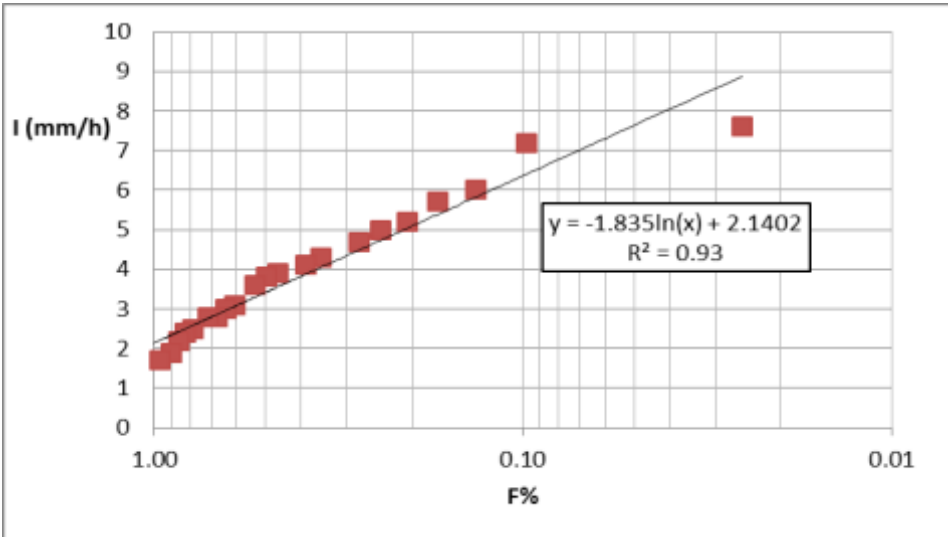
شكل (3): احتمال الضمان للهطول الأعظم اليومي حسب طريقة فوستر-ريبكن

كما لوحظ وجود تطابق بين طريقتي (غامبل) و(فوستر-ريبكن) في حساب الشدة المطرية كما تبينه الأشكال (4)،(5)، حيث أعطت الطريقتان شدة مطرية (10 mm/h) باحتمال ضمان

(1%)، مع وجود اختلاف بسيط بقيم معامل التحديد بين الطريقتين حيث أعطى عامل معامل تحديد (R=94%)، بينما أعطى فوستر-ريبن (R=93%)، بينما بلغ احتمال الضمان كل 50 عام حسب الطريقتين (9 mm/h)، وهذا يؤكد تقارب بين الطريقتين.

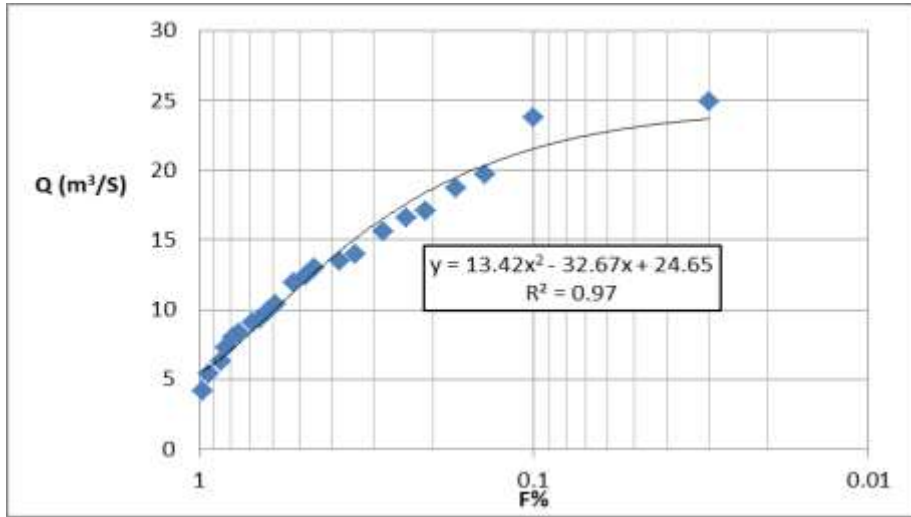


شكل (4): احتمال الضمان للشدة المطرية حسب طريقة غامبل

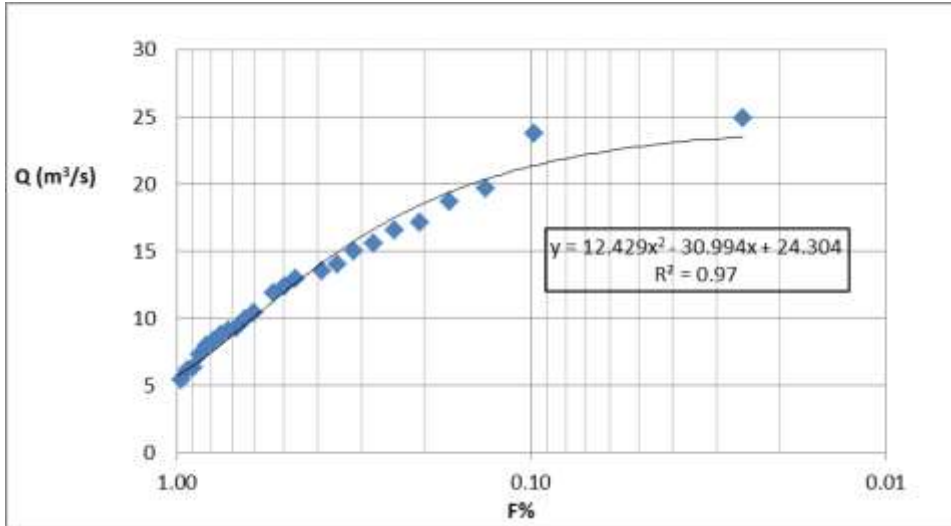


شكل (5): احتمال الضمان للشدة المطرية حسب طريقة فوستر-ريبن

تبين الأشكال (6)،(7) حساب التدفق الأعظم الناتج عن شدة العاصفة المطرية وفق الطريقتين، حيث لوحظ تطابقاً في معامل التحديد ( $R=97\%$ )، وأعطت الطريقتان تدفق أعظم ( $26 \text{ m}^3/\text{s}$ ) باحتمال ضمان (1%)، بينما من أجل احتمال ضمان (2%) أعطت معادلة غامبل ( $24 \text{ m}^3/\text{s}$ )، في حين أعطت معادلة فوستر-ريكن تدفق بقيمة ( $22 \text{ m}^3/\text{s}$ ).



شكل (6): احتمال الضمان للتدفق الأعظم حسب طريقة غامبل



شكل (7): احتمال الضمان للتدفق الأعظم حسب طريقة فوستر-ريكن

### 3-4 حساب التبخر من السطوح المائية:

تمّ حساب كمية المياه المتبخرة من السطوح المائية في منطقة الدراسة باستخدام أحواض التبخر الموجودة في المحطة المناخية في مدينة السلمية (الأقرب إلى منطقة الدراسة). يوضح الجدول (7) النتائج التي تم الحصول عليها، حيث بلغت أكبر قيمة للتبخر اليومي في شهر تموز (13 mm/day)، وأدنى قيمة (1mm/day) كانت في شهري كانون الأول وكانون الثاني، ونلاحظ أن التبخر مرتفع على مدار العام، حيث تجاوزت قيمة التبخر اليومية (6 mm/day) في ستة أشهر من السنة، بسبب هذا التبخر نقصاً كبيراً في كمية المياه الممكن تخزينها في العام والنتيجة عن الهطولات المطرية في منطقة الدراسة.

جدول (7): المتوسط الشهري للتبخر اليومي في منطقة الدراسة (mm/day)

| الشهر                                 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6  | 7  | 8  |
|---------------------------------------|---|----|----|----|---|---|---|---|---|----|----|----|
| المتوسط الشهري للتبخر اليومي (mm/day) | 9 | 6  | 3  | 1  | 1 | 2 | 3 | 5 | 8 | 11 | 13 | 12 |

تقترح هذه الدراسة إيجاد حلول في الإدارة المثلى للموارد المائية في منطقة الدراسة، تحد من الضياعات المائية بالتبخر، مثل تقنيات الحفائر والسدات الترابية بدلاً من السدود الكبيرة.

**4-المقترحات والتوصيات:**

- استخدام طرق حصاد المياه الحديثة مثل الحفائر والسدات الترابية، التي تساعد في تنمية الموارد المائية وتقلل من الفاقد المائي بالتبخر نتيجة حجوم التخزين الصغيرة.
- تقترح هذه الدراسة اللجوء إلى الطرق الرومانية في حفظ مياه الهطول المطري في البادية (إنشاء خزانات تجميع مياه الأمطار في الصخور تحت الأرض).
- إنَّ الكلفة الاقتصادية في إنشاء الحفائر والسدات الترابية الصغيرة وكلفة استثمارها وصيانتها أقل بكثير من السدود، وهذا أحد الأسباب الجوهرية في اللجوء إلى هذه الطرق في حصاد المياه.
- إنشاء بنك معلومات لتجميع البيانات المناخية مثل الهطول المطري ودرجات الحرارة وسرعة الرياح والرطوبة الجوية وعدد ساعات السطوع الشمسي ..... الخ، يساهم هذا في الدراسة الهيدرولوجية للمنشآت المائية في منطقة البحث والمناطق القريبة منها.
- عند مقارنة طريقة غامبل مع طريقة فوستر ريبكن في حساب الهطول المطري الأعظم اليومي وشدة العاصفة المطرية الناتجة عنها والتدفق الأعظم الحاصل تبين لنا وجود توافق كبير بين كلا المعادلتين بحيث يمكن استخدام واحدة منهما فقط في الدراسات الهيدرولوجية ولا يوجد مبرر لاستخدام الطريقتين في الحصول على النتائج المطلوبة.
- تسبب عاصفة مطرية تأتي كل مئة عام في منطقة الدراسة حصول تدفق أعظم بقيمة  $(26 \text{ m}^3/\text{s})$ ، حيث يمكن الاستفادة من هذا التصريف في إدارة الموارد المائية في منطقة البحث بشكل أمثل.

## 5- قائمة المراجع :

- 1- الرفاعي فيصل محمود، 1985، الهيدرولوجيا الهندسية، منشورات كلية الهندسة المدنية، جامعة حلب، ص 206.
- 2- الشبلاق، محمد؛ التجار، محمد هشام، 1995، الهيدرولوجيا، منشورات كلية الهندسة المدنية، جامعة دمشق، ص 453.
- 3- عويس ديب وآخرون، 2003، حصاد المياه وتقانات تقليدية لتطوير البيئات الأكثر جفافاً، المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا).
- 4- غريغور كونوف، 1972، الطرق الملائمة لدراسة الهيدرولوجيا في القطر العربي السوري، وزارة الأشغال والثروة المائية، مديرية الري والقوى المائية، دمشق، ص 172.
- 5- رمضان أنور، 2006، تطوير إدارة الموارد المائية في حوض البادية باستخدام تقانات حصاد ونشر المياه، رسالة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية.

**References :**

6- FAO, 1977 a, Amenagemnt des bassins versans, cahier FAO, conservation des sols, No 1 .

7- FAO, 1977 b, Techniques des bassins versants, cahier FAO, conservation des terres et des eaux en montagne, cahier FAO, conservation des sols No 2 .

8- FAO, 1985, La conservation et L'amenagment des sols dans les pays en developpement . Bull . pedo .de la FAO No. 33 .

9- FAO,1986,Watershed management, Field Manuel, gully control FAO, conservation guide No 13/2