

## الموازنة المائية لبحيرة قطينة

م. غريب صالح\* أ.د.أمين سليمان\*\* د.م. مازن سلوم\*\*\*

### ملخص

اعتمدت الدراسة على برنامج GIS لدراسة الحوض الساكب والجريان السطحي، وتم حساب معظم مكونات الموازنة المائية، حيث تم تحديد الرقم الدليلي للحوض الساكب المشكل للجريان السطحي الجانبي الوارد لبحيرة قطينة  $CN=42$ ، وقدر معامل الجريان السطحي الجانبي بـ 17%، وهو يختلف عن القيم الواردة في الدراسات السابقة التي لا تحوي على تفصيل عملية حسابه الأمر الذي تم استدراكه في هذه الدراسة. ولقد بينت الدراسة أن الضياعات المائية بالتبخر والرشح تشكل حوالي 30% من قيمة الواردات المائية، وهذا يشير إلى ضرورة وتبرير محاولات إيجاد حلول مجدية لتخفيض التبخر من بحيرة قطينة، كما تساعد الدراسة في وضع خطط زراعية ملائمة تتوافق مع واقع كميات المياه المتاحة في بحيرة قطينة في ضوء عدم قدرة الواردات المائية على تأمين جميع الاحتياجات المطلوبة.

كلمات مفتاحية: الموازنة المائية، بحيرة قطينة، الجريان السطحي الجانبي.

\* مدرس في كلية الهندسة المدنية - قسم الموارد المائية - جامعة البعث - سوريا.  
\*\* أستاذ في كلية الهندسة المدنية - قسم الموارد المائية - جامعة البعث - سوريا.  
\*\*\* أستاذ في كلية الهندسة المدنية - قسم الموارد المائية - جامعة البعث - سوريا.

## Water balance of Qattinah Lake

### Abstract

The study relied on the GIS program to study the drainage basin and runoff, and most of the components of the water balance were calculated. Whereas, the index number of the drainage basin formed by the incoming lateral runoff of Qattinah Lake was determined,  $CN = 42$ , and the lateral runoff coefficient was estimated at 17%, and previous studies differed in determining its value. The study showed that water losses through evaporation and leaching account for about 30% of the value of water imports, and thus the need to find feasible solutions to reduce evaporation from Lake Qattinah, and to develop agricultural plans appropriate to the reality of the available quantities of water in Lake Qattinah in light of the inability of water imports to meet the required needs.

**Key words:** water balance, Qattinah Lake, surface runoff.

## 1- مقدمة:

تُعدُّ دراسة الموازنة المائية من العوامل الأساسية في استثمار وإدارة الموارد المائية. وتعتمد الموازنة على قياس وحساب كميات المياه الواردة إلى منطقة الدراسة والخارجة منها. وتعتبر الموازنة المائية كمياً عن المكونات الأساسية للدورة الهيدرولوجية لحجم معين من الأرض. إن الحجم الذي ندرس له الموازنة المائية يحدد من الأعلى بسطح الأرض ومن الأسفل بطبقات الأرض الكتيمة، ويحدد العمق الذي تدرس له الموازنة المائية حسب بعض المراجع بـ 800m وأحياناً يؤخذ عمق يسمى العمق الفعال ويقدر بـ 100m، أما الحدود الجانبية للحجم المدروس يمكن أن تكون حدود حوض ساكب كامل أو جزئي كما أنها يمكن أن تكون حدود أي منطقة نريد دراسة الموازنة المائية لها، [7,8].

إن معادلة الموازنة المائية لبحيرة عبارة عن مساواة بين حجوم المياه الواردة إلى البحيرة وحجوم الخارجة منها، والتغير في تخزين الماء في البحيرة. وتختلف المدة الزمنية التي تحسب الموازنة على أساسها تبعاً للغرض منها والبيانات المتوفرة، [9]، فقد تكون الموازنة شهرية، أو فصلية، أو سنوية، أو لعدد من السنوات. حيث تأخذ معادلة الموازنة المائية لبحيرة الشكل التالي [4]:

$$\Delta V = (V_P + V_R + V_S + V_{GI}) - (V_A + V_E + V_{GO}) \quad (1)$$

حيث:

- $\Delta V$  - التغير في حجم البحيرة ( $m^3$ )
- $V_P$  - الهطول المطري فوق البحيرة ( $m^3$ )
- $V_R$  - حجم الجريان السطحي من الحوض الساكب للبحيرة ( $m^3$ )
- $V_S$  - حجم الجريان من الروافد والجداول نحو البحيرة ( $m^3$ )
- $V_G$  - جريان الماء الجوفي نحو البحيرة ( $m^3$ )

$V_A$  - الاستجرار من البحيرة ( $m^3$ )

$V_E$  - التبخر من البحيرة ( $m^3$ )

$V_{GO}$  - التسرب من البحيرة إلى المياه الجوفية ( $m^3$ ) .

ويعتبر البعض أن هناك فروقاً أثناء الحساب يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار وعبروا عنها بالمعادلة التالية [5]، [10] :

$$P + R - E - O_C - O_S - O_F \pm \Delta\varepsilon = \Delta S \quad (2)$$

حيث:

$P$  - الهطول المطري،  $R$  - الجريان السطحي الوارد،  $E$  - التبخر،  $O_C$  - الاستهلاك،

$O_S$  - التدفق الخارج من المفيض،  $O_F$  - التدفق الخارج لاستخدامات متنوعة،

$\Delta S$  - التغير في المخزون،  $\Delta\varepsilon$  - الخطأ المتراكم لكل مدة، (كل الكميات بالمترا المكعب في وحدة الزمن).

وبما أن الجريان الجوفي يعتبر من المكونات صعبة التحديد ذهب البعض لاعتباره الفرق في الموازنة المائية في فترة الدراسة، وقاموا بتبسيط المعادلة لتأخذ الشكل التالي [6]:

$$(P - E) + (I - O) \pm ds/dt = 0 \quad (3)$$

حيث:

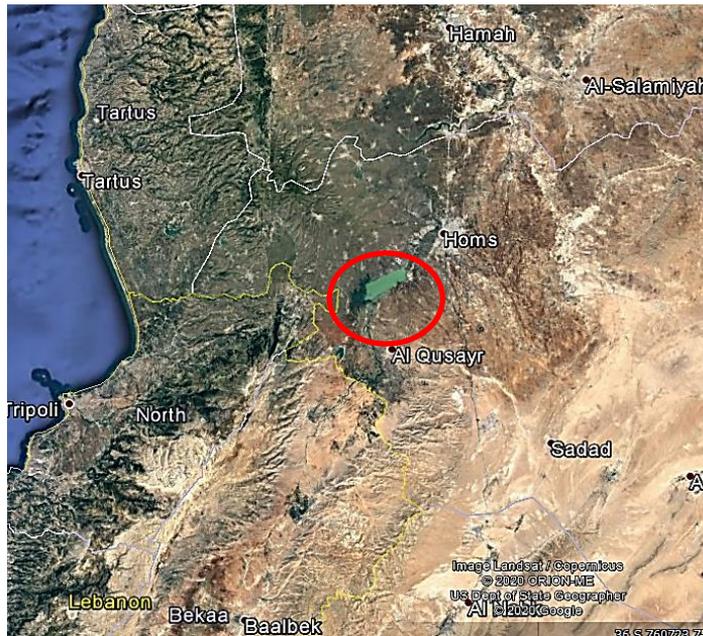
$I$  - الجريان الداخل للبحيرة ،  $O$  - الجريان الخارج من البحيرة، (كلاهما واحدة حجم).

والتالي فإن المحدد في استخدام العلاقة هو الدقة الممكنة في حساب كميات الجريانات الداخلة والخارجة، والبيانات المتوفرة عن هذه الكميات.

## 2- موقع الدراسة (منطقة الدراسة)

يبدأ نهر العاصي من بلدة بعلبك اللبنانية على ارتفاع نحو 1100 متر عن سطح البحر. ويجري في منخفض يفصل جبال لبنان الغربية عن جبال لبنان الشرقية، إلى

أن يجتاز الحدود السورية اللبنانية عند بلدة العميري، حيث تتفرع عن النهر خمسة أقدية للري. وتفرّد النهر ثلاثة ينابيع هي عين السمك، وعين الحارون (وهي جافة حالياً)، وعين شين. كما تلاحظ بالقرب من القصير أربعة مخارج للمياه الجوفية إلى سرير نهر العاصي. بعد مركز القصير تصب في مجرى نهر العاصي ثلاثة ينابيع (عين الدامل، وعين السمك، وعين التتور). وقبل بحيرة قطينة يرفده وادي ربيعة، ثم يدخل نهر العاصي إلى بحيرة قطينة بعد 4 كم من مصب نبع عين التتور في النهر. إن بحيرة قطينة من أهم البحيرات على مجرى العاصي الأعلى، وهي تقع إلى الجنوب الغربي من مدينة حمص بنحو (10 km) وهي بحيرة طبيعية اصطناعية، تكونت بادئ الأمر خلف عتبة صخرية بازلتية، وأسهم الإنسان في زيادة اتساعها بتشييد سد قطينة على العتبة البازلتية، وتبلغ مساحة بحيرة قطينة  $60 \text{ km}^2$ . توفر البحيرة المياه لمصفاة حمص ومصنع الأسمدة ومياه الري لمناطق زراعية في حمص وحماة، إذ يستخدم سد قطينة للتحكم في جريان النهر. يبلغ طول البحيرة نحو 12 كم، ويبين الشكل (1) الموقع العام لبحيرة قطينة.



الشكل (1) الموقع العام لبحيرة قطينة.

### 3- المياه الواردة إلى بحيرة قطينة

يشكل جريان نهر العاصي التغذية الرئيسية للبحيرة، ويضاف له الجريانات السطحية الجانبية للبحيرة المباشرة، والهطول المطري فوق سطح البحيرة. توجد محطة لقياس تدفق النهر في منطقة الجوادية قبل دخول نهر العاصي للبحيرة، وهذه القياسات تمثل القسم الأكبر من الحجم الداخلة، ولكن يبقى الجريان السطحي من الأحواض الساكنة الجزئية التي تغذي البحيرة بين محطة الجوادية وسد قطينة.

#### 3-1- التدفق الوارد من نهر العاصي عند محطة الجوادية:

تقع محطة الجوادية على بعد 18 كم من الحدود السورية اللبنانية، وبدأ العمل في المركز منذ عام 1954م حتى عام 2011م. يتم قياس الجريان عبر محطة قياس على النهر، وهي تعطي ارتفاع منسوب الماء، وقياس سرعة المياه، وبإنشاء منحنى معايرة للمحطة يمكن تقدير تصريف النهر. ويبين الجدول (1) حجم المياه الواردة إلى البحيرة والمقاسة عند محطة الجوادية من العام (1978/77) لعام (2012/11).

الجدول (1) حجم المياه الداخلة عند محطة الجوادية للفترة (1978-1977) حتى

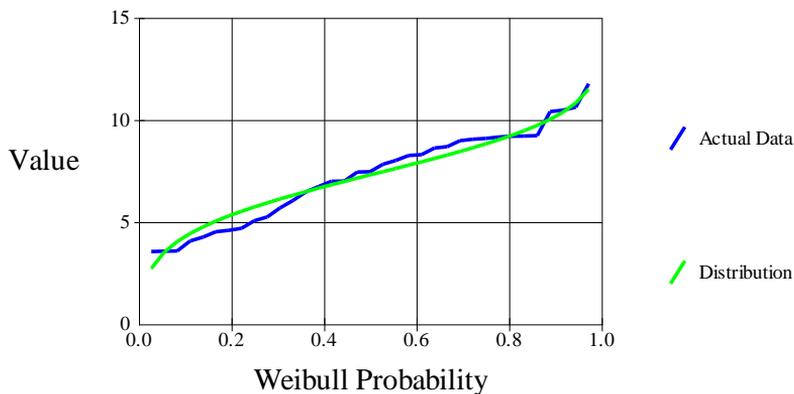
(2011-2012).

العام الهيدرولوجي	حجم المياه M.m <sup>3</sup>	العام الهيدرولوجي	حجم المياه M.m <sup>3</sup>
1977/1978	371.01	1995/1996	262.15
1978/1979	252.49	1996/1997	215.24
1979/1980	290.08	1997/1998	220.52
1980/1981	290.59	1998/1999	245.98
1981/1982	261.51	1999/2000	158.04
1982/1983	288.78	2000/2001	118.39
1983/1984	285.37	2001/2002	127.27
1984/1985	286.54	2002/2003	150.68
1985/1986	204.23	2003/2004	262.21
1986/1987	165.05	2004/2005	338.11

العام الهيدرولوجي	حجم المياه $M.m^3$	العام الهيدرولوجي	حجم المياه $M.m^3$
1987/1988	283.24	2005/2006	304.04
1988/1989	290.31	2006/2007	245.69
1989/1990	190.81	2007/2008	149
1990/1991	136.26	2008/2009	125.15
1991/1992	134.91	2009/2010	146.3
1992/1993	204	2010/2011	162.12
1993/1994	320.9	2011/2012	179.43
1994/1995	308.46		

بإجراء التحليل الإحصائي للتدفقات الشهرية الوسطية لنهر العاصي في موقع الجوادية باستخدام برنامج SMADA للفترة الممتدة من (1977-1978) حتى (2011-2012)، نستنتج أن التدفق الوسطي السنوي لنهر العاصي عند مركز الجوادية يوافق توزيع بيرسون III، وإن التدفق الوسطي هو  $7.251 m^3/s$ ، ويبين الشكل (2) منحنى التوزيع الاحتمالي التجريبي والنظري للتدفق حسب توزيع بيرسون III، كما يبين الجدول (2) القيم الاحتمالية للتدفق الوسطي والحجم السنوية المقابلة لها.

### Pearson Type III



الشكل (2): التوزيع الاحتمالي النظري والتجريبي حسب توزيع بيرسون III للتدفق عند مركز الجوادية.

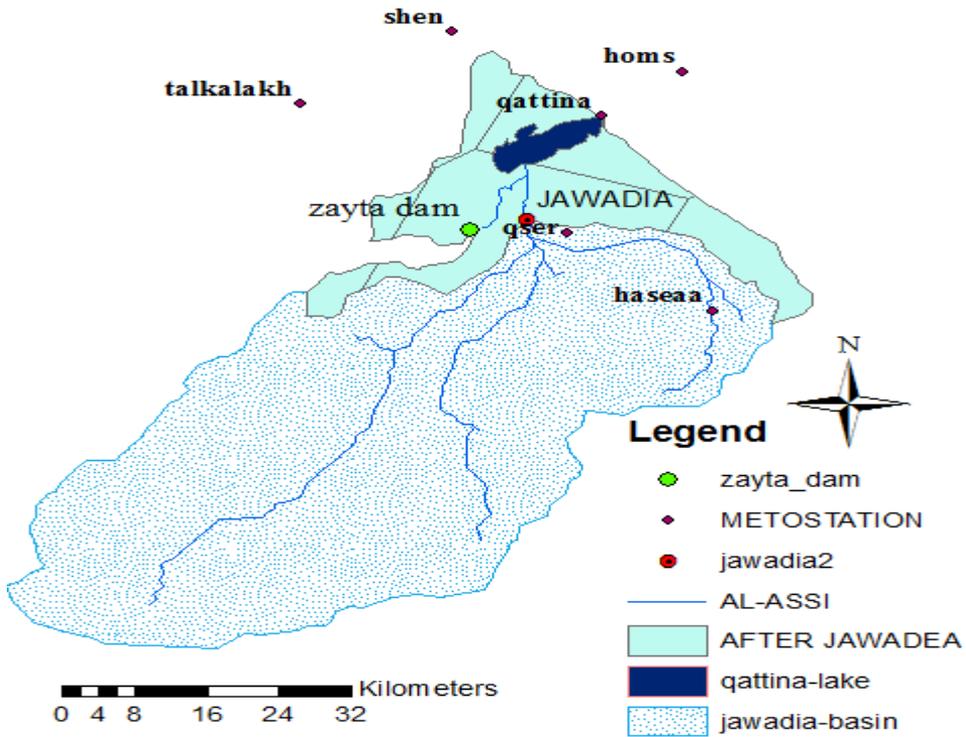
الجدول (2) قيم التدفق الوسطي السنوي لنهر العاصي عند مركز الجوادية من أجل احتمالات مختلفة

الاحتمال %	مدة التكرار T(year)	التدفق m <sup>3</sup> /sec	الحجوم السنوية M.m <sup>3</sup>
99.5	200	12.87	405.868
99	100	12.36	389.785
98	50	11.79	371.809
90	10	10.15	351.942
80	5	9.19	320.090
75	4	8.82	289.816
50	2	7.3	278.148
25	1.3	5.74	230.213
10	1.1	4.28	181.017

### 3-2- الجريان السطحي الجانبي الوارد إلى البحيرة:

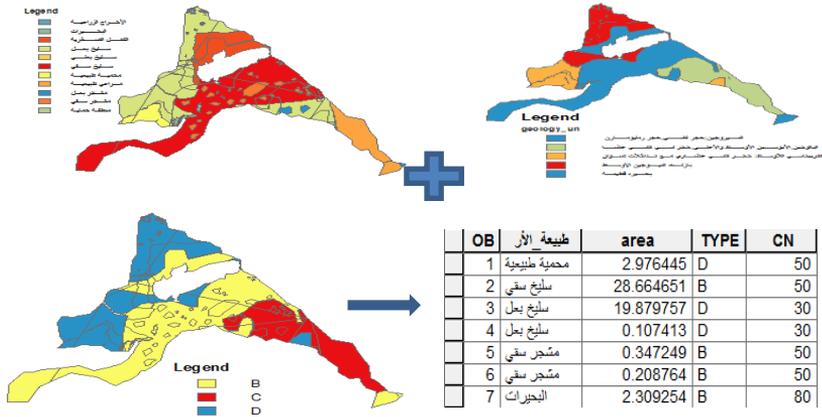
يتشكل هذا الجريان من الهطولات المطرية فوق الحوض الساكب للبحيرة والذي لا يمر عبر النهر، وهو عبارة عن سيول متقطعة وجريانات سطحية من المناطق القريبة من البحيرة. وهو القسم المتبقي من الهطول المطري الذي يجري فوق سطح الأرض وعبر مسيلات مؤقتة الذي يجري فوق سطح الأرض حتى الوصول إلى البحيرة. لتحديد هذا القسم تم رسم الحوض الساكب المغذي للبحيرة باعتبار السد هو فم الحوض وتم تحديد مساحته (3693.078 km<sup>2</sup>) بالاعتماد على برنامج GIS، ثم تم تحديد مساحة الحوض عند محطة الجوادية (2951.95 km<sup>2</sup>).

ويطرح مساحة الحوض من أجل المقطع على نهر العاصي عند محطة الجوادية والحوض الصباب لسد زيتا (43.13 km<sup>2</sup>) من مساحة الحوض من أجل سد قطينة نحصل على مساحة الأحواض الجزئية التي تصب مياهها مباشرة في بحيرة قطينة وليس عبر نهر العاصي حيث بلغت قيمتها 638 km<sup>2</sup> الشكل (3).



الشكل (3) الحوض الساكب لبحيرة قطينة والمحطات المناخية والمطرية.

لحساب الجريان السطحي الجانبي الوارد البحيرة الناتج عن الهطول المطري يجب تحديد معامل الجريان السطحي، واعتماداً على شرائح استخدام الأراضي وجيولوجية المنطقة، تم تحديد CN للحوض الساكب بعد دمج شريحة استخدام الأرض وشريحة جيولوجية الأرض، ولذلك لتحديد نوع التربة اعتماداً على الطريقة الأمريكية SCS [3]، الشكل (4)، وبعد ذلك تم تحديد CN لكل منطقة بعد دمج الشرائح، ومن ثم حساب قيمته المتوسطة الموزونة والتي قدرت بـ  $CN=42$ ، الشكل (5)، ومن خلال رسم مضايعات ثيسين للمحطات المطرية الموجودة ضمن الحوض تم تحديد المساحات الجزئية لكل محطة، [3].



الشكل (4) مراحل تحديد الرقم الدليلي CN باستخدام برنامج GIS.

تم تقدير الجريان السطحي حيث تحسب سماكة الجريان السطحي بالعلاقة:

$$Q = \frac{(P - 0.2 \cdot S)^2}{P + 0.8 \cdot S} \quad (4)$$

حيث أن:

Q - سماكة طبقة الجريان السطحي الناتجة عن العاصفة المطرية (mm).

P - قيمة الهطول المطري (mm).

S - التسرب الكلي مقدراً (mm)، ويحسب بالعلاقة الآتية:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (5)$$

يحسب معامل الجريان السطحي بالعلاقة:

$$\phi = \frac{Q}{P} \quad (6)$$

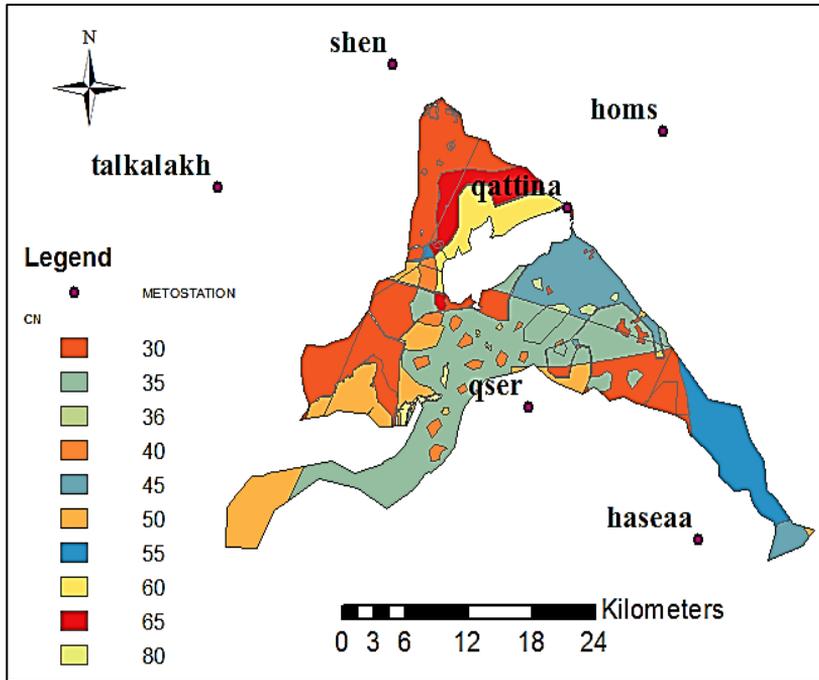
ويوضح الجدول (3) الحجم السنوية للجريان السطحي الجانبي نحو قطينة وفق

الدراسة للفترة (1977-1978) حتى (2011-2012).

ويقدر معامل الجريان السطحي بـ 17% بوسطي جريان قدره 24.16 M.m<sup>3</sup>، والذي

قدر بـ 9% في التقرير الهيدرولوجي لسد زيتا، وفي دراسات أخرى تم اعتباره 4%،

وقد ذُكر في الدراسة الإيرانية أن معدل جريان الأحواض الصابة في بحيرة قطينة بعد الجوادية بحوالي 13.51 م<sup>3</sup> سنوياً.



الشكل (5) حساب CN المتوسط الموزون باستخدام برنامج GIS.

الجدول (3): الحجم السنوية للجريان السطحي الجانبي نحو قطينة وفق الدراسة للفترة (1977-1978) حتى (2011-2012).

العام الهيدرولوجي	حجم الجريان M.m <sup>3</sup>	العام الهيدرولوجي	حجم الجريان M.m <sup>3</sup>
1977/1978	38.78	1995/1996	17.50
1978/1979	20.19	1996/1997	30.22
1979/1980	40.85	1997/1998	21.90
1980/1981	36.68	1998/1999	2.89
1981/1982	32.95	1999/2000	10.97
1982/1983	41.26	2000/2001	35.22
1983/1984	18.81	2001/2002	23.29

العام الهيدرولوجي	حجم الجريان M.m3	العام الهيدرولوجي	حجم الجريان M.m3
1984/1985	9.06	2002/2003	76.50
1985/1986	8.76	2003/2004	22.54
1986/1987	24.97	2004/2005	18.70
1987/1988	60.83	2005/2006	18.42
1988/1989	4.38	2006/2007	13.17
1989/1990	3.69	2007/2008	8.66
1990/1991	10.80	2008/2009	18.36
1991/1992	23.67	2009/2010	14.92
1992/1993	6.92	2010/2011	20.19
1993/1994	5.75	2011/2012	0.74
1994/1995	14.99		

بإجراء التحليل الإحصائي للحجوم السنوية للجريان السطحي الجانبي نحو قطينة وفق الدراسة باستخدام برنامج SMADA للفترة الممتدة من (1977-1978) حتى (2011-2012)، نستنتج أن هذه الحجوم تتبع لتوزيع بيرسون III الاحتمالي، ويبين الجدول (4) القيم الاحتمالية الموافقة لأزمة تكرار مختلفة.

الجدول (4) القيم الاحتمالية لحجوم الجريان السطحي الجانبي نحو قطينة للفترة الممتدة من (1977-1978) حتى (2011-2012) وفق برنامج SMADA.

الاحتمال %	مدة التكرار T(year)	الجريان السطحي الجانبي M.m <sup>3</sup>
99.5	200	90.73
99	100	79.44
98	50	68.28
90	10	57.22
80	5	42.74
75	4	28.26
50	2	17.05
25	1.3	9.99
10	1.1	6.41

### 3-3- الهطول المطري

يبين الجدول (5) حجم الهطول المطري السنوي في محطة قطينة للفترة (1977-1978) حتى (2011-2012)، علماً أن القياسات تمت عن طريق محطة مناخية بالقرب من السد تقوم بتسجيل بيانات الهطول المطري في منطقة البحيرة.

الجدول (5) : حجم الهطول المطري السنوي فوق بحيرة قطينة للفترة (1977-1978) حتى (2011-2012).

العام الهيدرولوجي	حجم الهطل المطري $M.m^3$	العام الهيدرولوجي	حجم الهطل المطري $M.m^3$
1977/1978	25.08	1995/1996	25.932
1978/1979	24.096	1996/1997	30.594
1979/1980	24.582	1997/1998	27.126
1980/1981	27.51	1998/1999	12.576
1981/1982	27.036	1999/2000	12.732
1982/1983	29.496	2000/2001	12.336
1983/1984	20.988	2001/2002	20.922
1984/1985	21.528	2002/2003	37.098
1985/1986	15.546	2003/2004	19.386
1986/1987	24.954	2004/2005	14.388
1987/1988	38.094	2005/2006	14.118
1988/1989	14.178	2006/2007	19.122
1989/1990	15.744	2007/2008	14.742
1990/1991	16.512	2008/2009	21.42
1991/1992	25.218	2009/2010	22.89
1992/1993	25.65	2010/2011	21
1993/1994	15.714	2011/2012	24.438
1994/1995	25.824		

بإجراء تحليل إحصائي لحجم الهطول السنوي فوق بحيرة قطينة يتضح أنه يوافق توزيع Log Normal III، ويوضح الجدول (6) القيم الاحتمالية لحجم الهطل السنوي فوق البحيرة مباشرة للفترة (1978-77) حتى (2012-11).

الجدول (6) القيم الاحتمالية لحجم الهطل السنوي فوق البحيرة مباشرة للفترة (1978-77) حتى (2012-11).

الاحتمال %	مدة التكرار T(year)	حجم الهطل المباشر M.m <sup>3</sup>
99.5	200	75.57
99	100	64.62
98	50	54.90
90	10	46.24
80	5	36.14
75	4	27.17
50	2	20.63
25	1.3	16.31
10	1.1	13.62

#### 4- الحجم الخارجة من البحيرة:

#### 4-1- التبخر من سطح البحيرة:

توجد مجموعة من الطرق لتقدير التبخر من السطوح المائية، كما أنه توجد أجهزة لقياس التبخر مثل أوعية التبخر، ومنها حوض Class A للتبخر، وهو عبارة عن حوض بأبعاد خاصة (تحديد الأبعاد) يملأ بالماء ويقاس انخفاض الماء فيه يومياً على الأغلب والذي يعبر عن مقدار التبخر، إلا أن التبخر من السطوح المائية يختلف عن الحوض نظراً لاختلاف المساحة وتغيرات درجات الحرارة مع العمق في المسطحات المائية العميقة، لذلك يجب تحويل التبخر بضربه بمعامل الحوض والذي له قيم مختلفة

ويؤخذ جسطياً (0.7). ويبين الجدول (7) حجم التبخر السنوي من البحيرة المقدر بواسطة حوض Class A من قبل مديرية الموارد المائية للأعوام 2004-2012م. الجدول (7): حجم التبخر السنوي من بحيرة قطينة م<sup>3</sup> للفترة (97-1998) حتى (2011-2012).

العام الهيدرولوجي	منسوب التخزين الوسطي m	مساحة البحيرة الوسطية ha	حجم التبخر M.m <sup>3</sup>
1997/1998	498.90	5195	59.511
1998/1999	497.43	3930	47.342
1999/2000	497.28	3775	45.096
2000/2001	497.60	4095	49.931
2001/2002	497.92	4257.5	48.44
2002/2003	499.90	6000	79.748
2003/2004	499.79	5945	74.494
2004/2005	499.59	5790	81.4997
2005/2006	499.46	5677.5	74.6223
2006/2007	498.85	5145	74.7614
2007/2008	497.71	4152.5	70.7861
2008/2009	497.77	4182.5	69.5023
2009/2010	498.820	5120	82.3042
2010/2011	498.560	4860	75.4185
2011/2012	500.710	5920	92.3529

تم إجراء عدة دراسات لتقدير التبخر، وبينت دراسة لشركة روسية 1977 SEKHOPROMEXPORT م أن فواقد التبخر السنوية من سطح البحيرة للفترة (1974/75-1951/52)، تتراوح بين (62-85 M.m<sup>3</sup>/year) وبقيمة وسطية (75 M.m<sup>3</sup>/year)، وقامت شركة يك-سونير الإيرانية عام 2003 بدراسة لتقليل التبخر الذي تم تقديره ب 60 م<sup>3</sup> سنوياً، وقامت مديرية الموارد المائية بإجراء دراسة

لتقليل التبخر اعتماداً على الدراسات السابقة، واقترحوا عدة حلول منها تصغير حجم البحيرة، ولكن لم يتم تنفيذ أيّاً من الحلول بعد.

وبإجراء تحليل إحصائي لحجم التبخر من بحيرة قطينة يتضح أنه يوافق توزيع لوغاريتم بيرسون III، ويوضح الجدول (8) القيم الاحتمالية لحجم التبخر من البحيرة للفترة (1998-97) حتى (2012-11).

الجدول (8) القيم الاحتمالية لحجم التبخر من البحيرة

الاحتمال %	مدة التكرار T(year)	حجم التبخر M.m3
99.5	200	103.09
99	100	100.80
98	50	98.02
90	10	94.60
80	5	88.67
75	4	79.97
50	2	69.29
25	1.3	58.05
10	1.1	47.96

#### 4-2- الجريان الخارج من البحيرة

تؤمن البحيرة المياه لمعامل الأسمدة والمصفاة وري الأراضي الزراعية في سهول حمص وحماه، ويبين الجدول (9) الجريان الخارج من البحيرة حسب التقرير الهيدروجيولوجي الصادر عن الشركة العامة للدراسات المائية، والهيئة العامة للموارد المائية لعام 2016م، ولكن هذه الكميات تختلف من عام لآخر بحسب الاستمرار وحجم التخزين المتوفر في البحيرة، وهناك أولويات في التزويد تبعاً للأهمية. ويضاف للجريان الخارج تدفق المفيض عند عمله في حالة الفيضانات. إن التدفق الخارج

محكوم بالواردات المائية وحجم التخزين في البحيرة، والخطة الموضوعية من قبل إدارة السد للري والأغراض الأخرى.

الجدول (9) كمية الجريانات الوسطية الخارجة من بحيرة قطينة 2000-2010م.

كمية الجريان الوسطية م.م <sup>3</sup>	نوع الاستجرار
12.11	احتياج المصفاة
0.94	ري - قناة الكنجية
1.02	ري - قناة العجر
0.56	ري - قناة تل الشور
136.95	ري - قناة حمص وحماة
47.3	نهر العاصي جريان بيئي
<b>198.88</b>	<b>المجموع</b>

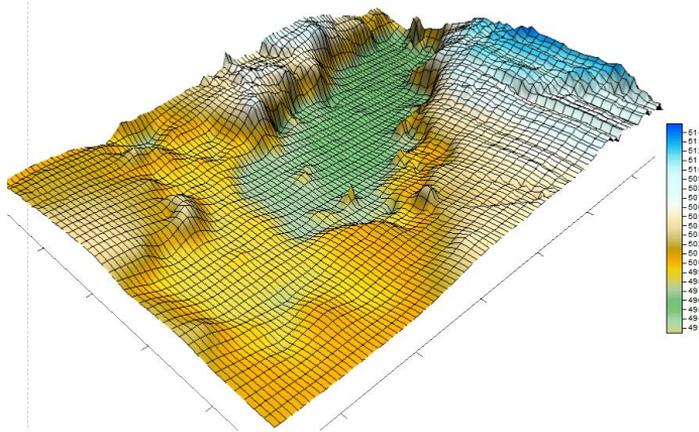
#### 4-2-3- الجريان الجوفي الخارج

كما ذكرنا سابقاً فإن الجريان الجوفي يعتبر من المكونات صعبة التحديد وخاصة عند عدم توافر البيانات الكافية ولعدم وجود آبار بيزومترية لقياس مناسيب المياه الجوفية، ولذلك قد يعتبره البعض الفرق في الموازنة المائية خلال الفترة المدروسة، وحسب دراسة روسية أجريت عام 1977م فقد قدرت كمية المياه الراشحة الخارجة من البحيرة بحوالي (10-12.65 M.m<sup>3</sup>/year).

#### 4-3- التغيير في مخزون البحيرة

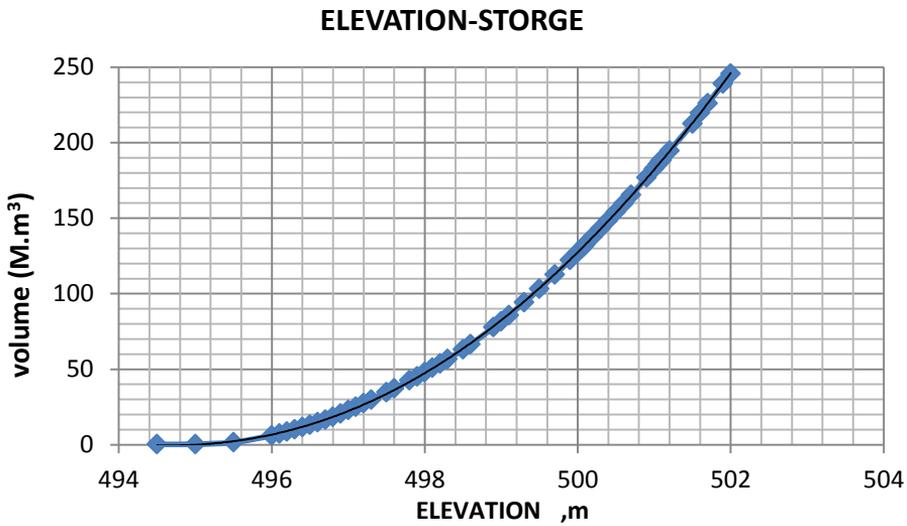
لدراسة التغيير في مخزون البحيرة يجب معرفة علاقة المنسوب - التخزين لمعرفة المخزون في أي وقت بدلالة المنسوب، ولهذا الأمر ارتباط بعلاقة المنسوب - المساحة. وتم ذلك بالاستعانة بخريطة ثلاثية الأبعاد تمت نمذجتها بالاستناد إلى

خارطة طبوغرافية للبحيرة أجريت من قبل شركة روسية عام 1979م، وصور من googlearth وباستخدام GIS الشكل (6).

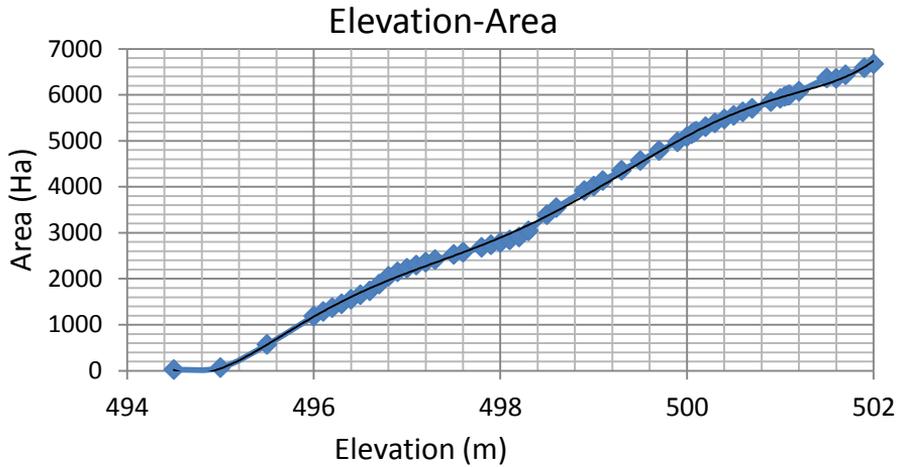


الشكل (6) السطح الطبوغرافي للبحيرة المشكل ببرنامج GIS.

ويبين الشكلان (7)، (8) العلاقة بين منسوب الماء مع التخزين، وبين المنسوب والمساحة على التوالي من خلال البيانات المستنتجة من برنامج GIS.



الشكل (7) العلاقة بين منسوب الماء والتخزين في البحيرة.



الشكل (8) علاقة مساحة سطح البحيرة مع منسوب الماء في البحيرة.

#### 5- تحليل الموازنة المائية لبحيرة قطينة

بعد تجميع جميع عناصر الموازنة، تم حساب إجمالي الجريانات الواردة إلى بحيرة قطينة، وإجمالي الجريانات الخارجة للفترة 1978/77 - 2012/11، والموضحة بالجدول (10).

الجدول (10) إجمالي الجريانات الواردة والخارجة وفرق التخزين في بحيرة قطينة للفترة 1978/77 - 2012/11.

العام الهيدرولوجي	حجوم الجريانات الواردة $M.m^3$	حجوم الجريانات الخارجة $M.m^3$	فرق التخزين في البحيرة $M.m^3$
1977/1978	434.74	426.24	8.5
1978/1979	296.93	335.13	-38.2
1979/1980	355.71	314.51	41.2
1980/1981	354.67	363.17	-8.5
1981/1982	321.35	348.95	-27.6
1982/1983	359.24	346.84	12.4
1983/1984	324.82	325.22	-0.4

الموازنة المائية لبحيرة قطينة

العام الهيدرولوجي	حجوم الجريانات الواردة $M.m^3$	حجوم الجريانات الخارجة $M.m^3$	فرق التخزين في البحيرة $M.m^3$
1984/1985	316.26	333.76	-17.5
1985/1986	228.41	255.01	-26.6
1986/1987	214.37	185.87	28.5
1987/1988	381.87	341.57	40.3
1988/1989	308.62	383.22	-74.6
1989/1990	209.45	210.65	-1.2
1990/1991	163.53	139.83	23.7
1991/1992	183.61	145.21	38.4
1992/1993	387.06	398.56	-11.5
1993/1994	343.97	365.67	-21.7
1994/1995	348.95	354.05	-5.1
1995/1996	305.23	313.33	-8.1
1996/1997	275.32	268.27	7.05
1997/1998	269.46	281.91	-12.5
1998/1999	261.26	266.86	-5.6
1999/2000	181.49	175.84	5.65
2000/2001	166.01	173.61	-7.6
2001/2002	171.44	142.49	28.95
2002/2003	264.17	238.27	25.9
2003/2004	303.53	307.33	-3.8
2004/2005	370.63	386.13	-15.5
2005/2006	336.12	340.92	-4.8
2006/2007	277.53	289.73	-12.2
2007/2008	172.12	174.22	-2.1
2008/2009	164.66	144.46	20.2
2009/2010	184.27	194.67	-10.4
2010/2011	203.47	182.82	20.65
2011/2012	204.72	130.32	74.4

ويوضح الجدول (11) دراسة احتمالية لحجوم الجريانات السنوية الداخلة للبحيرة للفترة الممتدة من عام 1978/77 حتى 2012/11.

الواردات (M.m <sup>3</sup> /year)				
إجمالي الواردات	المطر المباشر فوق سطح البحيرة	الجريان السطحي بين الجوادية وسد قطينة	الجريان الداخل عند محطة الجوادية	الاحتمال (عدم تجاوز)
203.07	17.11	9.99	176.17	25%
263.7	21.21	17.05	225.44	50%
336.22	26.07	28.26	281.89	75%

وبافتراض أن حجم الجريان الخارج الوسطي (استجرار من البحيرة + تبخر + تسرب) هو:  $(198.88+65+10=273.88 \text{ M.m}^3)$ ، فنلاحظ وجود عجز في العديد من السنوات. وبالتالي فإنه عند احتمالي (عدم تجاوز) 25%، 50% بفترات تكرار (1.3، 2) سنوات على التوالي فإن الواردات المائية غير قادرة على تغطية الاحتياجات المائية المطلوبة، بينما من أجل احتمال 75% (عدم تجاوز) أي بضمان 25% والتي تقابل فترة تكرار 4 سنوات تكون بحيرة قطينة قادرة على تأمين الالتزامات المائية الحالية المطلوبة.

#### 6- مقارنة نتائج الموازنة مع الدراسات السابقة للموازنة المائية

قامت منظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO) بدراسة الموازنة المائية في أعالي العاصي للفترة 1964/65-1941/42 كما يبين الجدول (12) [2]. كما قامت الشركة الروسية SEKHOPROMEXPORT 1977م بوضع الموازنة المائية لسد قطينة للفترة 1951/52-1975/76 كما هو موضح بالجدول (13)، [2].  
إن الدراسة الحالية قامت على أساس القيم الاحتمالية لمكونات الموازنة ولم تأخذ قيماً وسطية كما في الدراسات السابقة، وهي تعطي مؤشراً من حيث انخفاض قيم الواردات.

الموازنة المائية لبحيرة قطينة

جدول (12) الموازنة المائية في أعالي العاصي للفترة 1941/42-1964/65.

الواردات (M.m <sup>3</sup> /year)			
إجمالي الوارد	استرجار المياه من المضخات والأقنية	فواقد المياه في أقنية نهر العاصي	تدفق النهر عند مدخل قطينة
528.5	13.1	90.3	425.2
الاحتياجات (M.m <sup>3</sup> /year)			
إجمالي الخارج	الخارج من السد	التبخّر من سطح البحيرة	إجمالي الخارج للري
527.2	378.5	25.4	123.3
1.3	المخزن في السد (M.m <sup>3</sup> /year)		

جدول (13) الموازنة المائية لسد قطينة من عام 1951/52-1975/76.

الواردات (M.m <sup>3</sup> /year)				
إجمالي الواردات	المطر المباشر فوق سطح البحيرة	الجريان السطحي لحوض البحيرة	الإجمالي من العاصي (نهر+ينابيع)	
536.82	24.01	21.49	491.32	
الاحتياجات (M.m <sup>3</sup> /year)				
إجمالي الاحتياجات	فواقد التسرب من البحيرة	التبخّر من البحيرة	استرجار المياه بالضخ	قناة الري الرئيسية وقناة تل الشور
535.24	12.65	69.99	7.93	444.69
1.58	المخزن في السد (M.m <sup>3</sup> /year)			

إن عدم توفر القياسات المائية الدقيقة لمكونات الموازنة للعقد الأخير حال دون إمكانية تمديد فترة الدراسة حتى الفترة الحالية، ولكننا اعتمدنا القيم الاحتمالية لتكون مؤشراً لقيم مكونات الموازنة، حيث أن تقييم الموازنة رهن للمتطلبات المائية في كل فترة، والتي هي عموماً في حالة ازدياد، وللغرض من دراسة الموازنة، ولتوفر قياسات حقيقية.

ولكن مقارنة مع الدراسات السابقة فقد اعتمدت هذه الدراسة على الأسس العلمية في التحليل الاحصائي لمكونات الموازنة حيث أن الظواهر الهيدرولوجية هي ظواهر احتمالية، ولكن بالمجمل هناك انخفاض واضح بقيم الواردات المائية يدعو للتفكير الجدي بأولوية توزيع المياه من بحيرة قطينة وكيفية استثمارها بالشكل الأمثل.

#### 7- النتائج والتوصيات

1- تم تحديد الرقم الدليلي للحوض الساكب المشكل للجريان السطحي الجانبي الوارد لبحيرة قطينة  $CN=42$  بحسب البيانات المتوفرة عن المنطقة خلال فترة الدراسة، وقد كان يُعتمد كقيمة وسطية لكامل منطقة حمص تقدر ب60، وهذه القيمة بحاجة لتحديث دائم لتعطي قيمة دقيقة لكل فترة دراسية وبالتالي فإن معامل الجريان السطحي الجانبي يقدر ب17%.

2- تشكل الضياعات المائية بالتبخر والرشح حوالي 30% من قيمة الواردات المائية، وبالتالي ضرورة إيجاد حلول مجدية لتخفيض التبخر من بحيرة قطينة.

3- ضرورة وضع خطط زراعية ملائمة لواقع كميات المياه المتاحة في بحيرة قطينة بظل عدم قدرة الواردات المائية عن تأمين الاحتياجات المطلوبة.

المراجع :

- 1- التقرير الهيدروجيولوجي الصادر عن الشركة العامة للدراسات المائية والهيئة العامة للموارد المائية لعام 2016م.
- 2- رعد، تمام. 2013، التنبؤ عن الوضع المائي المستقبلي لحوض العاصي الأعلى باستخدام الطرق التحليلية والإحصائية. أطروحة دكتوراه- جامعة البعث.
- 3- الشبلاق محمد، التجار محمد هشام: الهيدرولوجيا، جامعة دمشق، 1995.

#### References

- Bublaku, S. & Beqiraj, A. , 2015 “**Assessment of water balance 4 for Badovc Lake, Kosovo**” , Faculty of Geology and Mines ,Polytechnic University of Tirana, Albania.
- Robert W. D., Glenn A. ., and Joseph P. N. ,2001 “ **Water 5 Budget for Sebago Lake, Maine,1996-99** ” , Water-Resources Investigations Report 01-4235, Augusta.
- Kevin C. V. and Aldo V. V. ,2007 “**Water-Balance Simulations 6 of Runoff and Reservoir Storage for the Upper Helmand Watershed and Kajakai Reservoir, Central Afghanistan**” U.S. Geological Survey, USGS Afghanistan Project Product Number 165.
- 7-Nathan S. Bosch, Joellyn Moine, Margaret Lee, Anna Burke,2013 “**Quantification of lake water level influences for Wawasee and**

**Syracuse lakes: Lake and watershed water budgets for 2011,**

**2012, and 2013**“ Center for Lakes & Streams, Grace College,

Winona Lake, IN 46590, USA

8- B. S. PIPER , D. T. PLINSTON & J. V. SUTCLIFFE, 1986 **“The  
water balance of Lake Victoria**“ , Hydrological Sciences Journal,

31:1, 25-37.

9- Robert J. Nauta, P.G. 2006 **“Lake Beulah Water Balance Study  
Lake Beulah, Wisconsin**“ Principal Hydrogeologist , East

Milwaukee Street Jefferson, Wisconsin.

10- Arelia T. Werner , Terry D. Prowse , Barrie R. Bonsal , 2015,

**“Characterizing the Water Balance of the Sooke Reservoir,  
British Columbia over the Last Century** “ , University of Victoria,

Victoria, BC V8P 5C2, Canada.

