مجلة العلوم البحتة والتطبيقية
Journal of Pure & Applied Sciences
www.Suj.sebhau.edu.ly ISSN 2521-9200
Received 10/01/2018 Revised 18/10/2018 Published online 14/12/2018

دراسة هيدرولوجية لتحليل الموازنة المائية لسد وادي غان ــ ليبيا

*طلال عاشور العتري [1] و المبروك عبد القادر السنوسي[2] و خالد ابوعجيلة راشد[2] و انتصار محمد الغول[2]
[1]قسم الهندسة المدينة – كلية الهندسة– جامعة غريان، ليبيا
[2]قسم الهندسة المدينة– كلية الهندسة– جامعة طرابلس، ليبيا
*للمراسلة talaletri@yahoo.com

الملخص عادة يتم إنشاء السدود للاستفادة من المياه السطحية وخاصة في المناطق الجافة والشبه جافة. لذلك تم إنشاء سد وادي غان للاستفادة من مياه الوادي في الأغراض الزراعية ومد المدن القريبة من الوادي بالمياه. وبعد مضي ثلاثة عقود على إنشاء سد وادي غان نجد أن المياه المحجوزة في بحيرة السد لم تتجاوز نصف ما تم تقديره من حجم البحيرة وذلك في أفضل الحالات. ولمعرفة أسباب قلة المخزون المائي تم استخدام معادلة الموازنة المائية لمنطقة الدراسة. حيث تم تقدير متوسط الهطول على الحوض وتقدير الفواقد المائية المتمثلة في التبخر والرشح ومن تم تقدير المخزون المائي ومقارنة ذلك بدراسات سابقة للمنطقة تم على ضوئها تصميم السد. حيث أظهرت النتائج أن المتوسط الإمطار السنوي كان في حدود 316 مم وذلك بتحليل بيانات الأمطار لمحطة مدينة غريان. أما الفواقد الرئيسية المتمثلة في التبخر فقد تم تقديرها باستخدام معادلة بنمان وذلك لبيانات المناخ المرصودة كذلك لنفس المحطة. حيث أظهرت النتائج أن متوسط التبخر السنوي في حدود 191 مم. وبدراسة معادلة الميزان المائي فقد أظهرت النتائج أن بحيرة السد تقترب بشكل مطرد من العجز في المخزون وذلك لضعف معدلات الأمطار وارتفاع معدلات التبخر.

الكلمات المفتاحية: الموازنة المائية ، سد ، هطول ، تبخر ، ترشيح ، بحيرة السد.

Hydrological study to analyze the water budget of the Wade Gahn dam

*Talal Etri[a], Almabruk A. Sanoussi[b] , Kahled Rashed[b], Entesar Gouhl[b]
[a]Civil Eng. Dep., Eng. College/Gahryan University, Libya
[b]Civil Eng. Dep., Eng. College/Tripoli University, Libya
*Corresponding Author: talaletri@yahoo.com

Abstract Dams are usually constructed to take advantage of surface water, especially in dry and semi-dry areas. Therefore, the Wadi Gahn dam was constructed to take advantage of the valley's water for agricultural purposes and to extend water to the towns near the valley. Three decades after the construction of Wadi Gahn Dam, the water in the dam was only half the estimated volume of the lake at best. To determine the reasons for the lack of water storage, the water budget equation was used for the study area. The average precipitation of the basin as well the water losses of evaporation and infiltration were estimated and compared with previous studies of the study area. The results showed that the average annual rainfall was about 316 mm by analyzing the rainfall data for the station of the city of Gharian. The main losses of evaporation were estimated using the Benman equation for the climate parameters observed for the same station. The results showed also that the average annual evaporation was about 191 mm. The study of the water budget equation, the results showed that the lake of Wadi Gahn dam is steadily approaching the deficit in the lake of the dam due to the low rainfall and high evaporation rates.

Keywords: Water budget, Dam, Precipitation, Evaporation, Infiltration, dam lake.

المقدمة:

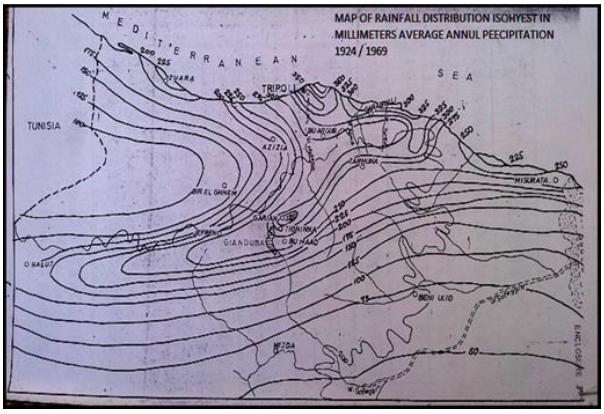
تعد المياه السطحية احد أهم مكونات الدورة الهيدرولوجية ، حيث تمثل الأنهار و الوديان أهم الصور التي تجري بها هذه المياه . وللاستفادة من المياه الجارية في الأنهار والوديان أنشئت السدود لغرض تخزين المياه للاستفادة منها أثناء فترة الجفاف. وكذلك أنشئت السدود الضخمة لدرء أخطار الفيضانات وري الأراضي الزراعية ، وتوليد كميات هائلة من الطاقة الكهربائية باستغلال القدرات الطبيعة الكامنة في الماء المحجوز. بذلك نجد أن السدود وغيرها من المنشآت الهيدروليكية ذات أهمية كبرى في حياة البشر. وعلي هذا الأساس صار من الضروري التوسع في تصميم السدود وخصوصاً في ظل التقدم العلمي في ميكانيكا التربة والميكنة الحديثة والحسابات الهيدروليكية. بالإضافة إلى الدقة في حساب الواردات المائية على أسس علمية صحيحة باستخدام التقنيات الإحصائية الحديثة ، وذلك من حيث كمية المياه المتوقع حجزها خلف السد ، ومعرفة السنوات الممطرة والسنوات الجافة. تم إنشاء سد وادي غان للاستفادة من مياه فيضان الوادي في الأغراض الزراعية ومد المدن القريبة من الوادي. حيث يقع سد وادي غان في جبل نفوسة شمال شرق مدينة غريان بين خطي طول′135 °13 و′137 °13 شرقاً

وخطي عرض ′32°242 و ′245 °32 شمالاً، وهو عبارة عن سد ترابي ركامي ، يقع السد في ملتقى حوض تجمع فرعين من الواديين الذين ينتهيان في الجهة الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية. [1]

وبعد مضي ثلاثة عقود على إنشاء السد لم تبلغ المياه في بحيرة السد نصف ما تم تقديره من حجم البحيرة خلال فترة التصميم. تعد الحسابات الهيدروليكية وحساب الواردات المائية هي الأساس العام في تصميم السدود. بالإضافة إلى إمكانية الاستفادة من التقنيات الإحصائية الحديثة لغرض معرفة حجم المياه المتوقع تجميعها في بحيرة السد، وزمن تكرار الفيضانات للحد من أخطارها. ولمعرفة الأسباب خلف هذه المشكلة تم دراسة الميزان المائي لحوض السد وذلك بتحليل المعلومات الهيدرولوجية.

في السابق تم اجراء العديد من الدراسات الهيدرولوجية لحوض السد. فقد قامت شركة جيفلي وهي شركة فرنسية بدراسة استطلاعية عام (71 ـــــــــــ 1972م) وذلك بإجراء مسح عام للموارد المائية والتربة لأغراض التنمية الزراعية للمنطقة الغربية المتمثلة في وادي الهيرة ، وادي أبو شيبة ، غريان. حيث قامت الشركة بإنشاء عدد من المحطات المناخية سنة 1971م ، منها محطة مناخية رئيسية في مدينة غريان ، عدد2 محطة مناخية ثانوية (وادي الهيرة ، العربان) ، عدد11 محطة قياس المطر. وفي سنة 1973م تم تجميع المعلومات الهيدرولوجية للمستجمعات المائية وحساب الجريان السطحي من خلال علاقات رياضية وباستخدام البيانات المناخية مثل (الأمطار، درجات الحرارة،... الخ). كذلك تم استخدام النمذجة والمحاكاة التي ساعدت في حساب كمية الأمطار، الجريان السطحي ، الرشح ، وبناءً على هذه الدراسات ثم إنشاء العديد من المشاريع الزراعية وكذلك السدود في فترة السبعينيات [2].

وفي سنة 1973 قامت شركة هيدروبروجكيت وهي شركة يوغسلافية بدراسة هيدرولوجية لمنطقة جندوبة للأغراض الزراعية. وكانت محطة غريان المناخية هي المحطة التي اعتمدت عليها في إعداد هذه الدراسة وذلك لوجود سجل مناخي طويل . هذا ساعد في رسم عدد من الخرائط لخطوط تساوي المطر على المنطقة والشكل رقم (1) يبين خطوط تساوي المطر للمنطقة، وكذلك قامت برسم منحنيات الوحدة لمنطقة وادي جندوبة [3].



شكل 1: خطوط تساوي المطر لمنطقة الدراسة [3]

ومن احدث الدراسات التي تمت على حوض منطقة الدراسة التي قام بها محمد عبد الجليل وآخرون (2013). حيث تناولت هذه الدراسة تقييم بحيرة سد وادي غان (منطقة الدراسة) الذي يقع في منطقة جبل نفوسة قرب مصب وادي غان، من خلال التعرف على أعماقها و مناسيب المياه بها ، ودراسة الأملاح الذائبة بالبحيرة والمتوقع ترسبها في البحيرة. وكانت هذه الدراسة لمدة سبع سنوات (من سنة 2005 وحتى سنة 2011) وذلك لتقييم استغلال مياهها لغرض الشرب والاستخدام الحضري .

توصلت الدراسة إلى أن الأمطار في حوض وادي غان تتجمع خلف السد على هيئة بحيرة ذات سعة إجمالية تقدر بحوالي 30 مليون متر مكعب. كما يتوقع حجز ما يصل إلى 11مليون متر مكعب سنوياً. كان أعلى منسوب وصلت إليه مياه البحيرة 332.5 متر وذلك في يناير 2008 م ، وبحجم مياه بلغ 14,866,940 متر مكعب وكان أدني منسوب في أكتوبر 2007 م وبحجم مياه مقداره 1,988,529 متر مكعب، كل ذلك خلال سنوات الدراسة السبع ، علماً بأن البحيرة تتغذى من روافد ووديان منطقة غريان. وبسبب هذه الارقام تم إنشاء مصنع مياه غان لإنتاج مياه معلبة ذات مواصفات قياسية لغرض الشرب مصدرها مياه البحيرة ، وذلك لأن نسبة الأملاح الكلية الذائبة بمياه البحيرة تتراوح مابين 0.26 جرام / لتر – 0.28 جرام / لتر، كما أظهر الفحص الجرثومي أن مياه السد خالية من الجراثيم القولونية وأنها صالحة للشرب والاستخدام الآدمي [1].

من خلال ما سبق عرضه من دراسات سابقة فقد تبين أهمية الدراسات الهيدرولوجية للأغراض الزراعية والتنموية. غير ان قدم هذه الدراسات والتي كانت في فترة السبعينات ، كالدراسات التي قامت بها شركة جيفلي وشركة هيدروبروجيكت ، لذلك كانت التقديرات جيدة لمنحنيات الوحدة ورسم خرائط لخطوط

تساوي المطر للمنطقة ، وتقدير الجريان السطحي والفيضانات المحتملة لمنطقة الدراسة. غير ان الدراسة الحديثة قد ركزت على بحيرة سد وادي غان من حيث مناسيبها والأملاح الذائبة فيها وما نتج عنه من إقامة مصنع للمياه المعلبة.

الموازنة المائية ـــــــ التغذية: بما أن للهطول دور هام في معادلة الموازنة المائية التي تُعرَف بأنها دراسة المقارنة بين كمية الهطول على مساحة معينة من سطح الأرض كحوض مثلا وبين مختلف أشكال التحول أو التوزيع الذي تسلكه هذه المياه من تبخر وجريان وتسرب نحو التربة و الخزانات الجوفية، فالأمطار التي تسقط على الأرض يتسرب جزءاً منها في باطن الأرض لتغذية الخزانات الجوفية ويتبخر جزء منها والباقي يجرى كسيول مكونًا المياه السطحية، كما هو الحال في الدورة الهيدرولوجية.

وتعتمد عناصر الموازنة المائية على طبيعة الحوض والمتغيرات الموجودة ضمنه ويمكن التعبير عنها بالمعادلة الآتية [4]:

change in storage = Input – Output eq.(1)

$$\Delta S = P + R - E - I - G - T \quad \text{eq.(2)}$$

حيث أن

ΔS الفارق في المخزون

P الهطول ، R الجريان السطحي ، I الرشح ، E التبخر ، G جريان جوفي ، T النتح.

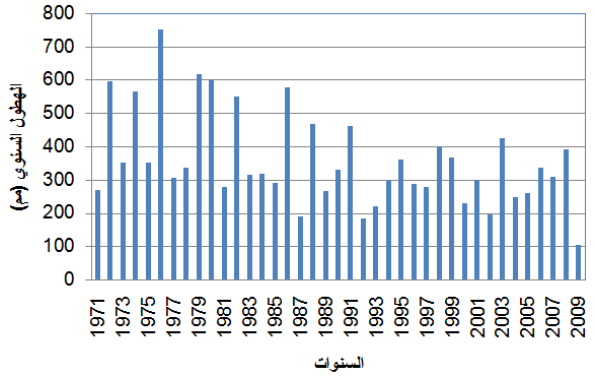
ولحساب التغير في المخزون وهو ما يمكن حجزه في بحيرة السد فإن معادلة الموازنة المائية لسد وادي غان سوف تشمل الهطول والتبخر والرشح.

$$\Delta S = P - E - I \quad \text{eq.(3)}$$

تحليل بيانات المطر: بما ان الامطار هي المؤثر الرئيسي في معادلة الميزان المائي ، فقد تم تحليل البيانات الخاصة بمحطتي غريان والقواسم. وقد تم الاعتماد على المحطتين في اجراء التحليل الخاص ببيانات المطر وذلك لعدم توفر محطات اخرى في منطقة الدراسة وكذلك لتشابه الظروف المناخية في منطقة واسعة من منطقة الدراسة.

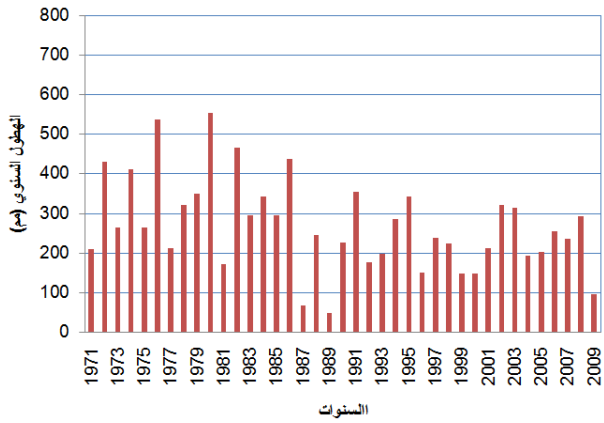
حيث تقع محطة غريان المناخية في الجزء الغربي من الوادي على خط طول 13.01° شرقًا وخط عرض 32.04° شمالًا ، وقد تم الاعتماد عليها كمحطة رئيسية . ويميز هذه المحطة وجود سلسلة زمنية طويلة من الأمطار المرصودة خلال سنوات الدراسة كما تقاس فيها جميع عناصر المناخ الأخرى مثل درجات الحرارة، الرطوبة النسبية، صافي الإشعاع الشمسي، سرعة واتجاه الرياح. [1]

من خلال دراسة وتحليل معدل الأمطار خلال سنوات الدراسة في الفترة الزمنية من (1971–2009 م) حيث بلغ معدل الهطول السنوي(361مم)، وجد أن السنة الأكثر هطولاً للأمطار سنة 1976 م حيث بلغ مجموع الهطول السنوي للمطر (755 مم)، والسنة الأكثر جفافًا هي (2009 م) حيث بلغ مجموع الهطول السنوي للمطر (106.4 مم). كما هو موضح في الشكل 2. [1]



شكل 2: الأمطار السنوية المرصودة لمحطة غريان [1]

أما محطة القواسم فتقع في الجزء الغربي من الوادي شمال محطة غريان على خط طول 13.02° شرقًا وخط عرض 32.13° شمالًا، إلا أن البيانات المرصودة توجد بها بيانات ناقصة لمعدل هطول الأمطار ولإيجاد هذه البيانات الناقصة ولتوحيد عدد سنوات الدراسة بين المحطتين وذلك باعتبار أن محطة القواسم دالة في محطة غريان، تم استخدام طريقة المربعات الصغرى لعمل نموذج الانحدار الخطي البسيط. حيث بلغ معدل الهطول السنوي للمطر خلال سنوات الدراسة (270.6 مم)، ونجد أن السنوات الأكثر مطراً هي سنة (1980م) حيث سجلت مجموع الهطول السنوي (554.5مم)، والسنة الأكثر جفافا هي سنة (1989 م) وكان مجموع الهطول السنوي (50.5مم)، كما هو مبين في الشكل 3. [1]



شكل 3: مجموع الهطول السنوي المسجل والمحسوب في محطة القواسم [1]

وبما أن عدد المحطات المناخية لا يزيد عن اثنتين فإن الطريقة المناسبة لحساب متوسط الأمطار على الحوض هي طريقة المتوسط الحسابي. لذلك تم حساب متوسط الأمطار وفق المعادلة التالية

$$P_a=(361+270.6\ )/2=315.8\ mm$$

بينما كان متوسط الأمطار الذي قامت بحسابه شركة جيفلي262.1 مم، وشركة هيدروبروجكيت كان 318.6 مم، والقيمة المقدرة في هذه الورقة كما ذكر سابقا تبلغ 315.8 مم. هذا التباين بين التقديرات لمعدلات الهطول للمنطقة قد يرجع بشكل مباشر لاختلاف الفترات الزمنية المستخدمة في كل دراسة من حيث توفر البيانات والمدة الزمنية. ولكن من هذه النتائج لا يوجد مجال للشك انه كلما زادت الفترة الزمنية والبيانات الخاصة بالأمطار لها كلما كانت التقديرات اقرب للواقع وهو ما نجده في نتائج التحليل لهذه الدراسة والدراسة التي قامت بها شركة هيدروجيكيت.

الموازنة المائية ـــــ الفواقد: يمكن تعريف الفواقد المائية من حوض ما بأنها الفرق بين كمية الهطول الكلي والجريان الكلي من الحوض أو من أي منطقة محددة أخرى تحت الدراسة. أما في منطقة الدراسة فقد تم تقدير الفواقد المائية المتمثلة في التبخر والرشح. حيث تعتبر هاتين العمليتين من اكثر العمليات التي تسبب في فواقد للموازنة المائية لمنطقة الدراسة.

تحليل بيانات التبخر: لتقدير التبخر في منطقة الدراسة (بحيرة سد وادي غان) تم استخدام معادلة بنمان. حيث تعتمد هذه الطريقة في نتائجها على أغلب عناصر المناخ مما يجعل النتائج قريبة من الواقع .ونظراً لتوفر البيانات المناخية اللازمة لتطبيق هذه المعادلة و لكون محطة غريان هي المحطة المستخدمة في هذه الدراسة فقد تم مقارنة النتائج باستخدام معادلة ماير(Meyer) وكذلك القيم المقدرة من قبل شركة جيفلي باستخدام معادلة تورك (Turc) [2].

ولاستخدام أي من المعادلتين السابقتين تم الاخذ في الاعتبار البيانات المناخية التي تم تجميعها في محطة غريان والمبينة بالجدول رقم 1.

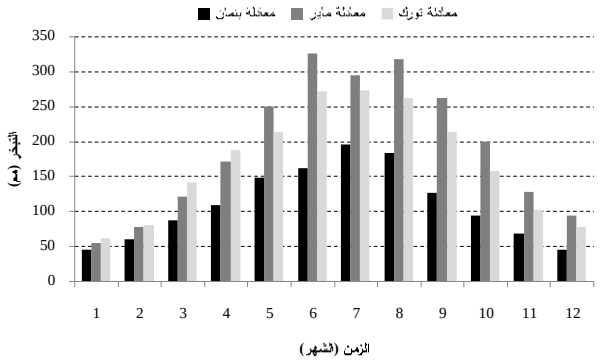
جدول 1: البيانات المناخية لمحطة غريان خلال سنوات الدراسة [2]

الشهور	متوسط درجة الحرارة (م°)	متوسط سرعة الرياح (كم/ يوم)	متوسط الرطوبة النسبية (٪)	متوسط سطوع الشمس (ساعة)
يناير	9.3	388.8	70	6.3
فبراير	10.3	388.8	66	7.2
مارس	12.8	397.4	63	8.0
أبريل	16.5	406.1	54	9.1
مايو	21.3	380.2	50	10.6
يونيو	25.7	354.2	46	11.4
يوليو	26.5	302.4	51	12.7
أغسطس	27.4	293.8	49	11.6
سبتمبر	25.3	345.6	55	9.1
أكتوبر	21.2	354.2	58	7.5
نوفمبر	15.3	371.5	61	7.0
ديسمبر	10.8	423.4	66	6.6
المتوسط السنوي	18.5	367.2	57	8.9

جدول 2: تقديرات قيم التبخر

الشهر	معادلة ماير	معادلة بنمان	معادلة تورك
1	54.1	61.07	44.6
2	77.19	80.94	60.18
3	121.36	141.67	86.51
4	171.8	188.4	108.6
5	250.22	214.2	148.7
6	327.4	272.1	162.1
7	295.6	274	196.6
8	319.17	263.5	183.3
9	262.4	213.9	126.91
10	200.7	157.5	93.73
11	127.8	102.3	67.63
12	93.5	78.1	45
المجموع	2301.46	2047.68	1323.86
المتوسط السنوي	191.8	110.3	170.6

وبتطبيق بيانات الجدول رقم واحد على معادلة ماير ومعادلة بنمان ومقارنتها بنتائج شركة جيفلي فقد كانت النتائج كما هي مبينة بالجدول رقم 2 والشكل رقم 4.



شكل 4: تقديرات قيم التبخر

بالرجوع الى النتائج المتحصل عليها من المعادلات الثلاثة (ماير ، بنمان ، تورك) يتضح بما لا يدع مجال للشك ان جميع النتائج تتفق من حيث نمط التبخر لجميع اشهر السنة. ولكن بطبيعة الحال يوجد اختلاف في قيم التبخر لنفس الشهر باستخدام المعادلات الثلاثة. ويظهر هذا الاختلاف بشكل كبير بين معادلتي تورك وماير من جهة ومعادلة بنمان من جهة اخرى. حيث اظهرت نتائج معادلتي ماير و تورك مقارنة بمعادلة بنمان

ارتفاع واضح في تقديرات التبخر خلال الفترة بين شهر 5 وشهر 10 بنسبة تصل إلى 114%. ويرجع ذلك للاعتماد بعض المعادلات على العلاقة بين البخر ودرجة الحرارة دون أن يتم الاخذ في الاعتبار أي مؤثرات أخرى هامة مثل سرعة الرياح ودرجة الرطوبة. وهذا مما يؤثر بشكل كبير في تقديرات الموازنة المائية لبحيرة السد.

تحليل بيانات الرشح: يعتبر الرشح من اهم عناصر معادلة الموازنة المائية ونظراً لصعوبة حسابه وذلك لأنه يحتاج إلى تجارب حقلية كثيرة ، ومن جهة اخرى لم يطرأ على منطقة الدراسة تغيرات ملحوظة في الغطاء النباتي والمكونات الجيولوجية القريبة من السطح. لذلك تم استخدام القيم المحسوبة من قبل شركة جيفلي خلال دراستها للمنطقة هيدرولوجياً وكان متوسط قيم الرشح 15.3مم سنوياً. وتعتبر منطقة الدراسة ذات تكوين جيولوجي متمثل في الحجر الجيري والحجر الرملي حيث يقدر معامل نفاذية الحجر الرملي من (10^{-3} – 1 م/يوم) و للحجر الجيري يقدر من (10^{-5} – 1 م/يوم)[2].

معادلة الميزان المائي لمنطقة الدراسة: ولتقدير كمية المياه المحجوزة في بحيرة السد تم استخدام طريقة الموازنة المائية حيث أن التغير في المخزون يمثل كمية المياه المحجوزة في بحيرة السد. وكما تم التنويه إليه سابقا فقد تم حساب الموازنة المائية وذلك أخذا في الاعتبار الهطول ، التبخر ، الرشح فقط (كما هو مبين بالمعادلة رقم 3) . وبتطبيق المعادلة رقم 3 يتضح أن الميزان المائي يمكن تقديره في حدود 108 مم سنويا بالموجب. وهذه النتيجة تعطي للوهلة الاولى انطباع ايجابي بوجود فائض في الميزان المائي لمنطقة الدراسة. لكن هذه القيم تم احتسابها على اساس متوسط سنوي سواء للأمطار أو التبخر خلال الفترة من 1971 حتى 2009. وبالرجوع الى الشكلين رقم 2 و 4 نلاحظ بما لا يدع مجال للشك وجود انخفاض بمعدلات الأمطار وارتفاع ملحوظ بمعدلات التبخر في السنوات الأخيرة مما يؤثر بشكل سلبي في الميزان المائي لمنطقة الدراسة.

الرواسب والطمي في بحيرة السد: تمتلئ الخزانات كافة خلف السدود بالمواد المترسبة التي تحملها المياه الجارية. يعتمد انخفاض سعة الخزان نتيجة عملية الترسيب المستمر على عدة عوامل منها كمية الرواسب الداخلة إلى الخزان ، كثافة الرواسب التي تترسب في الخزان ، نسبة اصطياد الرواسب في الخزان.

ويساعد معامل الوارد السنوي إلى الخزان في عملية تقدير الرواسب في الخزان وكذلك كفاءة الخزان في اصطياد الرواسب. وقد تم تقدير نسبة الطمي لمنطقة الدراسة من قبل شركة جيفلي خلال الفترة 1945–1974م في حدود 18جرام /لتر [2].

وفي هذه الدراسة تم استخدام مؤشر فورنييه المعدل في تقدير كمية الطمي التي تصل الى السدود والذي عادة يتم اعتماده من قبل منظمة الأغذية والزراعة (FAO) وفق المعادلات التالية :[5]

$$Es = F_m.C_1.C_2.C_3 \qquad eq.(4)$$

$$F_m = P_i^2/P \qquad eq.(5)$$

حيث أن: E_s = الانجراف النوعي (طن /هكتار/ سنة)

F_m = مؤشر فورنييه المعدل وفقًا لتوزيع الهطول الشهري

C_1 = معامل قوام التربة ويتراوح (0.5– 2)

C_2 = المعامل الطبوغرافي يتراوح (0.5 – 1.5)

C_3 = معامل استعمال الأرض يتراوح (0.5 – 1)

P_i = متوسط الهطول الشهري

P = متوسط الهطول السنوي

ويتم تقدير كمية الطمي المتوسطة السنوية وذلك باستخدام المعادلة التالية:

$$E_n = (A*E_s) / d \qquad eq.(6)$$

حيث أن: E_n = كمية الطمي المتوسطة السنوية $م^3$ /سنة

A = مساحة المستجمع المائي بالهكتار

d = كثافة الطمي والتي تقدر بشكل متوسط 1.5

ولمنطقة الدراسة تم أخذ المعاملات السابقة في المعادلات 4 ، 5 ، 6 وفق القيم المبينة في الجدول رقم 3.

جدول 3: مدخلات المعادلات 4 ، 5 ، 6

المتوسط السنوي للهطول (مم)	316
المتوسط الشهري للهطول (مم)	27.6
قيمة المعامل C1	0.5
قيمة المعامل C2	0.6
قيمة المعامل C3	0.8

أظهرت هذه الدراسة أن الكميات المقدرة للطمي وذلك باستخدام المدخلات المبينة في الجدول رقم 3 في المعادلات 4 ، 5 ، 6 تتراوح في حدود 23358.4 متر مكعب سنويا ، 467168 متر مكعب لفترة 20 سنة و 2335840 متر مكعب لفترة 100 سنة. وهذه الكميات تمثل حوالي ما نسبته 0.15% سنويا ، 3.14% لفترة 20 سنة و 15.7% لفترة 100 سنة وذلك بالرجوع إلى أقصى كمية ماء في بحيرة السد تم تخزينها والبالغة 14866940 متر مكعب.

الاستنتاجات: تم دراسة الميزان المائي لمنطقة سد وادي غان بالاعتماد على محطتي غريان و القواسم في تقدير متوسط الهطول. أم التبخر فقد تم تقديره باستخدام معادلة ماير ومعادلة

بنمان ومقارنتها بقيم سابقة مقدرة باستخدام معادلة تورك. كذلك تم استخدام تقديرات سابقة لمعدلات الترشيح في دراسة الميزان إلى بحيرة السد ومدى تأثيرها على السعة التخزينية لبحيرة السد. مما تقدم سابقا أظهرت الدراسة النتائج التالية:

1. لم يتجاوز حجم المياه المتجمعة في بحيرة سد وادي غان حسب التقارير السنوية للسد لسنة 2008 م حوالي 14مليون متر مكعب. وهذا يمثل حوالي نصف سعة التخزين لبحيرة السد.

2. بينت الدراسة الحالية أن متوسط الأمطار السنوي لمنطقة الدراسة بلغ 316 مم تقريباً. أما الدراسات السابقة فقد بينت أن المتوسط السنوي للأمطار يبلغ 262 مم. ويرجع هذا التباين إلى الاختلاف في الفترات الزمنية المستخدمة في تقدير معدلات الأمطار السنوية.

3. أظهرت الدراسة الحالية أن معدلات التبخر السنوية قد تبلغ 191 مم مقارنة بالقيم التي تم تقديرها سابقا والبالغة في حدود 170 مم. وهذا يؤكد ارتفاع معدلات التبخر السنوية حيث يمكن تقدير هذه الزيادة في حدود 12% بمقارنة القيم المقدرة حاليا بالقيم السابقة.

4. بدراسة معادلة الميزان المائي لمنطقة الدراسة ، أظهرت النتائج أن بحيرة السد تقترب بشكل مطرد من العجز في المخزون وذلك لضعف معدلات الأمطار وارتفاع معدلات التبخر.

المائي لمنطقة الدراسة. بالإضافة إلى تقدير كميات الطمي التي تصل

5. بحساب كميات الطمي بينت الدراسة أن هذه الكميات لا تؤثر بشكل كبير في القدرة التخزينية لبحيرة السد. فسنويا لا تتعدى نسبة الطمي في بحيرة السد ـــــ بسعة تخزينية 14 مليون متر مكعب ـــــ 0.15%.

المراجع

[1]– محمد عبد الجليل، إسماعيل الفرجاني الشوشان. دراسة هيدرولوجية بمنطقة بحيرة وادي غان – شمال غرب ليبيا. المؤتمر الوطني للمياه، طرابلس. ليبيا، 2013.

[2]- Survey for Agricultural Development, Wadi Hira, Wadi Abu Shaybah, and Gharyan Project, Water Resources, Climatology, G.E.F.L.I, 1976.

[3]- Gianduba Project Hidrological and Hidrogeological Study, Hidroprojekat Conslilting Engineers Begrad - Yugoslavia, 1973.

[4]- H. M. Raghunath 2006. Principles of hydrology. New age international publishers.

[5]- Fournier, F. (1960), Climat et erosion. P.U.F. Paris