Iraqi. J. Des. Stud. 9 (1):72-85, 2019

حصاد مياه الأمطار في وادي المر / محافظة نينوى / شمال العراق

د. عادل علي بلال * يسرى طه عبد الباقي * بشار منير الشكرجي **

*جامعة الموصل - مركز بحوث السدود والموارد المائية
**مركز الاستشعار عن بعد

*E-mail: basharyahya222@gmail.com

المستخلص:

يهدف البحث الى تقدير الجريان السطحي بالاعتماد على قيم العواصف المطرية المنفردة والذي يحسب كخطوة أولى في حصاد مياه الأمطار للمساهمة في معالجة شحة المياه بالإدارة المناسبة لمصادر المياه السطحية كالأمطار. وكذلك إيجاد الخصائص الهيدرومورفومترية لحوض وادي المر والذي يقع شمال غرب العراق ضمن محافظة نينوى وتبلغ مساحته الكلية (2469كم^2).

تم اختيار افضل وانسب المواقع لإنشاء سدود مقترحة لخزن مياه الامطار. اعتمدت طريقة SCS المطورة لتخمين عمق السيح السطحي لمنطقة الدراسة وأخذت بنظر الاعتبار متغيرات مهمة في الجابية كنوع التربة واستعمال الارض والرطوبة المسبقة للتربة، واستخدمت تقنية نمذجة الاحواض المائية (WMS) والصور الفضائية والخرائط الرقمية ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لمحاكاة وتحليل البيانات الهيدرولوجية وتحديد افضل المقاطع لمواقع السدود المقترحة لخزن المياه. اعتمدت بيانات الامطار اليومية للمدة (2003-2012) لمحطة ربيعة لغرض تقدير الجريان السطحي وقسم الحوض الرئيسي الى خمسة عشر حوض ثانوي ووجد ان هناك حوضين (2،15) يمثلان افضل الاحواض الثانوية لحجز المياه واختير انسب موقعين في نهاية كل حوض ليكون الموقع المقترح لإنشاء سد بارتفاع خمسة أمتار وليحجز مياه تقدر بـ (820830)م^3 و(668323) م^3 للحوضين الثاني والخامس عشر على التوالي. بلغ معدل الساقط المطري للمدة أعلاه (297) مم وتراوح عمق السيح السطحي السنوي لمنطقة الدراسة بين (2.17-46.2)مم وظهر ان العواصف المطرية خلال (2007- 2008) و(2011-2012) لم تنتج اي سيح سطحي.

الكلمات المفتاحية: حصاد مياه الأمطار، سيح سطحي، سدود صغيرة، وادي المر .

RAIN WATER HARVESTING FOR Al MURR VALLY / NINAVA GOVERNARATE / NORTH IRAQ

Adil A. Bilal* Yousra T. Abdulbaqi * Bashar M. Al-Shakraji**

***Uni. of Mosul - Dams & Water Resources Research Center**
****Remote Sensing Center**

ABSTRACT:

The paper aims to estimate runoff based on the values of single storm which is calculated as a first step for water harvesting to contribute water scarcity and management of surface water resources, as well as to find morphometric properties of Almurr basin .The Basin is located north-west of Iraq in the province of Nineveh, with a total area (2469 km 2). Dams were proposed, chosen in the best and most suitable sites to store rain water. SCS developed method adopted to estimate the depth of surface runoff for the study area, taking into consideration the important variables as, soil type, land use and antecedent moisture content (AMC).watershed Modeling system (WMS) Technique, satellite images, digital maps and digital elevation model (DEM) were used to simulate and analyze hydrological data and to determine the best sections of the proposed dams sites. Data of daily rains of Rabiaa station of the period (2003-2012) were adopted for the purpose of estimating runoff. Almurr basin was divided into fifteen Sub basins. The (2 and 15) Sub basins were found to be the best water harvesting. Consequently, most suitable locations were selected at the end of each these two sub basins as the proposed site for the construction of a dam of five meters height. The reserved water estimated at (820 830) m3 and (668323) m3 for the two sub basins respectively. The mean rainfall for the above period reached (297) mm and the depth of surface runoff between (2.17and 46.2) mm. The rainstorms during (2007-2008) and (2011-2012) did not produce any surface runoff.

Key words : Rainwater harvesting, surface runoff, small dams, Al murr valley

ISSN:1994-7801
المجلة العراقية لدراسات الصحراء
2019:(1) 9

Iraqi. J. Des. Stud. 9 (1):72-85, 2019

المقدمة:

تكتسب تقنية حصاد مياه الأمطار أهمية خاصة وذلك لارتباطها بمجالات تنمية المصادر المائية ومشروعات التنمية الزراعية والرعوية خاصة في المناطق الجافة وشبة الجافة ذات الموارد المائية المحدودة. بعد التغيرات المناخية وما نتج عنها من تغير في درجات الحرارة وكمية الأمطار وتوزيعها، بدأ التوجه لإقامة منشآت حصاد المياه بأساليبها المختلفة لغرض خزن مياه الجريان السطحي في أوقات وفرة الأمطار للاستفادة منها وإطلاقها لأغراض الري في أوقات قلة الأمطار أو توقفها لضمان تلبية متطلبات المحاصيل الزراعية، فضلا عن مكانية الاستفادة منها في حالة خزنها في السدود للاستخدامات المدنية اعتمادا على حجم السد وكمية المياه المتوافرة في المنطقة. يتطلب إنشاء هذه الخزانات دراسة طبوغرافية وهيدرولوجية لحوض التغذية لغرض تقدير حجم مياه الجريان السطحي عند مواقع السدود المقترحة من أجل تحديد الحجم المناسب للخزان.

يمكن تقدير مياه الجريان السطحي من خلال القياسات الحقلية في محطات الرصد للسنوات السابقة في حالة توافرها، بينما في المناطق غير المرصودة يمكن اعتماد نماذج المحاكاة الرياضية والتي تعتمد على علاقات ومعادلات رياضية مشتقة وعلاقات مختبرية وقياسات حقلية والتي تغني أحياناً عن اجراء دراسات وتجارب حقلية واسعة التي غالبا ما تكون مكلفة اقتصاديا مع صعوبة اجرائها واقعيا.

ان التطور الكبير في تقنية الحاسبات فائقة السرعة ساعد العلماء على تطوير نماذج حاسوبية ذات قدرة عالية جدا في محاكاة المسائل الهيدرولوجية، نظرا لقدرتها الكبيرة في التعامل مع الكم الكثير من البيانات والتي تمثل خصائص المشاكل الهيدرولوجية فضلا عن التقدم في مجال الصور الفضائية والخرائط الرقمية التي وفرها نظام المعلومات الجغرافية (GIS) في تطوير برامجيات متكاملة لمحاكاة البيانات الهيدرولوجية المختلفة بشكل كفوء.

إن المحاكاة الرياضية أصبحت وسيلة فعالة في اتخاذ القرار في إدارة الموارد المائية. لذا سوف يتم دراسة الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي المر باستخدام تقنية نمذجة الأحواض المائية (Watershed Modeling System-WMS) المتخصص في التطبيقات الهيدرولوجية مع (Soil conservation service ,SCS) لتخمين الجريان السطحي للأحواض فضلا عن برنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS كونه الوسيلة المساعدة الفعالة في معالجة البيانات وتحليلها إحصائيا وتغذيتها إلى الحاسوب.

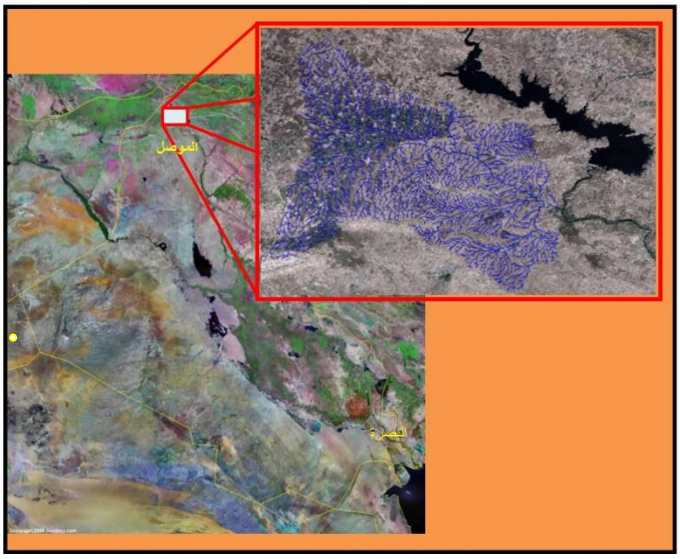
أن البيانات المتوافرة من الخرائط الطبوغرافية المختلفة، ونوع التربة، واستخدام الأرض، وغيرها يمكن اعتمادها مباشرة في تغذية النموذج بسهوله ودقة بهدف محاولة الوصول الى حلول جديدة للحالة المعنية. وضح (Larry and Mays , 2010) ان السيح السطحي المباشر (المطر الفائض) هو دائما يساوي او اقل من عمق الساقط المطري، وبعد بدء الجريان فان عمقا اضافيا يحتجز في الجابية يساوي او اقل من طاقة الاحتجاز القصوى ،هناك كمية من المطر الساقط يتم احتجازها قبل بدء بالجريان (الاحتجاز الاولي قبل الغمر) والذي لا يوجد فيه جريان سطحي. كما أوضح المصدر ان طريقة (Soil conservation service, USDA) فرضت ان نسبة الكميتين الحقيقية الى المحتملة هما متساويتان. ذكر (Gupta, *et al.*, 1997) ان طريقة SCS تعتمد على حقيقة ان الجريان السطحي المباشر (بعد حدوث الارتشاح الأولي) يعتمد على الغطاء النباتي واستعمال الأرض ونوعية التربة وحالة الرطوبة المسبقة للتربة السطحية. كما بين (U.S. Department of Agriculture, 1972) ان طريقة SCS أداة فعالة ومباشرة في تخمين مقدار الجريان السطحي من خلال معادلات وضعية والتي تتطلب السقيط المطري اليومي ومعامل الجريان السطحي للجابية (Curve Number, CN) رقم المنحني كمدخلات لها. قدم (Kulkarni, 2004) دراسة لتقدير حجم الجريان السنوي لكل حوض في منطقة (Warasgaon) وهي من المناطق شبه الجافة في الهند باستخدام طريقة خدمات صيانة التربة (SCS) مع تقنية (GIS). أظهرت النتائج إمكانية اعتماد طريقة (SCS) و(GIS) في التخطيط والتخمين لحصاد المياه في مساحات كبيرة بشكل كفوء.

أما الدراسة (Mohammadin, 2003) فقد قدرت كمية الجريان السطحي في غربي جابية بني نعيم في منطقة حبرون في فلسطين وباستخدام طريقة SCS بانها تمثل 12% من مجموع الساقط المطري السنوي. درس (Al-Namor *et al.*, 2006) هيدرولوجية وادي السعود في منطقة دورة في الضفة الغربية باستخدام تقنية GPS, GIS واظهرت النتائج ان عمق الجريان السطحي في المنطقة هو 98 مم والذي يمثل 19% من مجموع الساقط المطري السنوي. اجرى (المطلب، 2012) دراسة تطبيقية على وادي الرواكيب بالسودان باستخدام GIS ونظم الاستشعار عن بعد من أجل تحديد ملائم للخواص الهيدرولوجية للوادي. أجرى (Viji *et al.*, 2015). حساب عمق السيح السطحي بطريقة SCS-CN المطورة وGreen-Ampt لجابية كوندافلام غرب كات في الهند ووجد أن Green-Ampt هي أفضل طريقة لتمثيل السيح السطحي في الجابية واستخدموا الساقط المطري لعشر سنوات ووجد أن 42% من الساقط المطري يتم ارتشاحه من التربة والباقي 58% من الساقط المطري يجري كسيح سطحي.

يهدف البحث الحالي إلى تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي المر لتقدير حجم الجريان السطحي السنوي المتراكم من مجموع العواصف المطرية المنفردة لبعض الأحواض الثانوية لحوض الوادي كخطوة أولى في حصاد مياه الأمطار، فضلا عن اختيار أفضل المواقع الملائمة لإنشاء سدود صغيرة لخزن المياه وتخمين حجم المياه المتوقع خزنها ضمن هذه السدود من أجل عملية التأهيل لحوض الوادي ومن ثم تنمية وتطوير المنطقة بمشاريع مستقبلية.

منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة (حوض وادي المر) إداريا ضمن محافظة نينوى في الشمال الغربي للعراق، وبين خطي طول (42° 00` 13 - 42° 00` 02) شرقاً، وخطي عرض (36° 05` 57 - 36° 59` 17) شمالاً. يمتد الحوض من الحدود السورية في الشمال الغربي ويصب في نهر دجلة عند قرية اسكي موصل. يحده من الشمال ناحية عين زالة ومن الشمال الشرقي بحيرة سد الموصل ومن الجنوب والجنوب الغربي جبل شيخ ابراهيم وجبل الكولات، ومن الشرق قرية الزنازل وقرية اسكي موصل كما في الشكل (1). ان مناخ منطقة الدراسة حار جاف صيفا بارد ممطر شتاء. يبلغ المعدل السنوي للأمطار 297 مم ولدرجة الحرارة العظمى والصغرى (27.5°) و(11.4)على.التوالي.



شكل (1): بيان فضائي يبين منطقة الدراسة.

طرق وادوات التحليل:

إن توفر بيانات الجريان السطحي في عموم العراق محدودة جدا مقارنة مع بيانات الامطار الساقطة وخاصة في الجابيات الصغيرة والمتوسطة. وبما أن قيم التصاريف ضروري لمثل هذه الجابيات وخاصة التي لا تتوفر فيها محطات قياس التصاريف لإجراء التصاميم المختلفة للمنشآت الهيدروليكية مثل السدود الصغيرة، لهذا فان الطرق التحليلية تستعمل لتخمين ذلك.

اعتمدت الدراسة على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبدقة 30 متر والخرائط الطبوغرافية بمقياس 1:100000 والدراسات الحقلية لتحديد نوع التربة والغطاء النباتي، والبيانات اليومية التي تتعلق بمناخ منطقة الدراسة وتشمل بيانات (الأمطار اليومية ودرجات الحرارة) المأخوذة من الهيئة العامة للأنواء الجوية 2018. تم تحليل البيانات بالاعتماد على العديد من البرامج منها (Arc view 9.0) و(Watershed Modeling System- WMS) و(Global Mapper)، وتضم هذه البرمجيات العديد من الأدوات والموديلات الهيدرولوجية (Hec1,TR55,Tr20) التي تم

الاستفادة منها في تحليل البيانات الخاصة بالمنطقة وتحديد مواقع السدود الصغيرة او الحواجز المقترحة وايجاد أفضل المقاطع العرضية لمجاري الوديان بالإضافة الى برمجة معادلة الجريان السطحي ومعامل الجريان .

تم اقتطاع الموقع الخاص بمنطقة الدراسة من الصورة الفضائية، ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM) شكل (1) أيضاً كونه المحور الأساسي الذي تدور حوله معظم الدراسات الهيدرولوجية والمورفولوجية ويشكل القاعدة التي يعتمد عليها لاستنتاج المعلومات المتعلقة بالنمذجة الهيدرولوجية، وذلك لاحتوائه على قاعدة بيانات متكاملة ويعبر عن الخصائص للمنطقة بشكل ثلاثي الابعاد يسهل التعامل معها في تطبيقات برمجية مختلفة.

يحدث الجريان السطحي عندما تكون كمية الأمطار أعلى من معدل الارتشاح. فاذا وصل معدل الارتشاح الى الحد الأقصى فان المياه ستبدأ بملئ المنخفضات والبرك في الترب السطحية وبعدها فان الماء سيجري على السطح على شكل سيح سطحي. هناك عدة طرق للتنبؤ بالسيح السطحي استخدمت من قبل باحثين امتدت من الصيغ او المعادلات البسيطة لتحديد الجريان السطحي الى الموديلات المعقدة التي تتبع حركة المياه من ابعد نقطة في الجابية الى المصب منها: طريقة Rational, (Haspers; SCS Meclchior, Weduwen).

استخدم في هذا البحث طريقة SCS المطورة. ان طريقة (SCS) المطورة وضعتها هيئة خدمات صيانة التربة (Soil Conservation Service, 1986) والتي تسمى ألان هيئة حفظ الموارد الطبيعية والخدمات العامة Natural (Resources Conservation Service, NRCS) وهي مستخدمة بنطاق واسع في العالم لتخمين الجريان السطحي لمياه الأمطار من الجابية.

إن هذه الطريقة تمّكن الهيدرولوجيين من محاكاة خيارات التصميم المختلفة ومقارنة النتائج. تتطلب هذه الطريقة كمية الساقط المطري ورقم المنحني الذي يعتمد على نوعية تربة المنطقة واستخدام الأرض والغطاء النباتي والرطوبة المسبقة للتربة (Antecedent Moisture Content, AMC).

النتائج والمناقشة

صنِفت التربة حسب (Larry and Mays, 2010) الى أربع مجاميع هيدرولوجية (D,C,B,A). تعتمد هذه المجاميع على الأحواض ونوع التربة ومعاييرها واستعمال الأرض ومستوى المعالجات لها والتي تستخدم في التحضيرات لتقدير الغطاء النباتي والذي يعود بالتالي على تخمين السيح السطحي المباشر. ان حالة الرطوبة المسبقة (AMC) هي مؤشر للمحتوى الرطوبي للتربة قبل العاصفة المطرية ولها دور مهم ومؤثر في حجم الجريان السطحي. واعترافاً بأهمية (AMC) فان (USDA) طوّرت سياقات عمل لتعديل قيمة (Curve Number, CN) حسب الرطوبة المسبقة للتربة بالاعتماد على كمية الأمطار الساقطة في فترة الخمسة أيام التي تسبق العاصفة المطرية. استخدمت ثلاث مستويات من الرطوبة المسبقة للتربة لحساب رقم المنحني (CN)، المستوى الاول للجاف والثاني للطبيعي والثالث للحالة الرطبة. والجدول رقم (1) يعطي حدود الأمطار لموسمي النمو والسبات لهذه المستويات الثلاثة من حالة الرطوبة المسبقة.

ان قيم رقم المنحني الموجودة في المصدر (Larry and Mays, (2010)) هي لحالة (AMC_{II}) ولتعديل قيمة (CN) الى الحالة (AMC_I) او (AMC_{III}) تستعمل المعادلات التالية :

$$CN_{(I)} = \frac{4.2 * CN_{(II)}}{10 - (0.058 * CN_{(II)})} \quad \text{.....(1)}$$

$$CN_{(III)} = \frac{23 * CN_{(II)}}{10 + (0.13 * CN_{(II)})} \quad \text{.....(2)}$$

حيث ان (AMC II) هو رقم المنحني للحالة الاعتيادية وان (AMC I) هو رقم المنحني للحالة الجافة وان (AMC III) هو للحالة الرطبة.

الجدول (1): تصنيف حالات الرطوبة المسبقة للتربة للخمس أيام المسبقة لموسمي النمو والسبات

AMC	Total 5-days Antecedent Rainfall (mm)	
	Dormant season	Growing season
I	<12.7	<35.6
II	27.9-12.7	53.3-35.6
III	> 27.9	> 53.3

ان معادلة (الأمطار-السيح السطحي) التي استخدمت من قبل (SCS) لتخمين عمق الجريان السطحي المباشر لعاصفة مطرية هي:

$$Q = \frac{(p-0.2S)^2}{(p+0.8S)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (P \geq 0.2S \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث ان S هي عمق الخزين في الجابية بالمم وان Q هي عمق السيح السطحي المباشر الحقيقي بالمم وان (P) هو الساقط المطري بالمم. ان المعادلة لها متغير واحد وهو (P) أما المعامل (S) فيرتبط برقم المنحني بالعلاقة التالية:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

حيث أن (CN) هو متغير لا بعدي وان قيمته تتراوح بين (1_100) أقل وأقصى جريان سطحي على التوالي، ويمكن إيجاده بالاعتماد على مجموعة الترب الهيدرولوجية واستعمال الأرض ومعالجاتها وحالتها الهيدرولوجية.

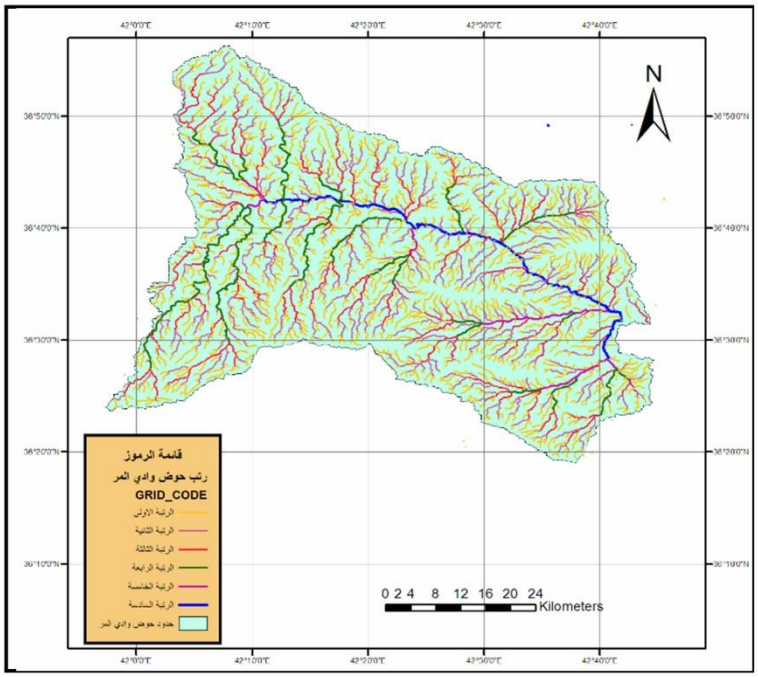
التحليل المورفومتري لحوض وادي المر:

إجري التحليل المورفومتري لشبكة التصريف السطحية لحوض وادي المر باستخدام برنامج (Arc View 9.0). أظهرت نتائج التحليل المورفومتري والموضحة في الشكل (2) أن المرتبة النهرية لحوض وادي المر هي الرتبة السادسة حسب طريقة ستراهلر (Strahler, 1964) حيث تشير هذه الرتبة إلى استلام هذا الحوض لكميات كبيرة من المياه الموسمية على شكل جريان سطحي، بينما بلغت مساحته الكلية (2469 كم^2).

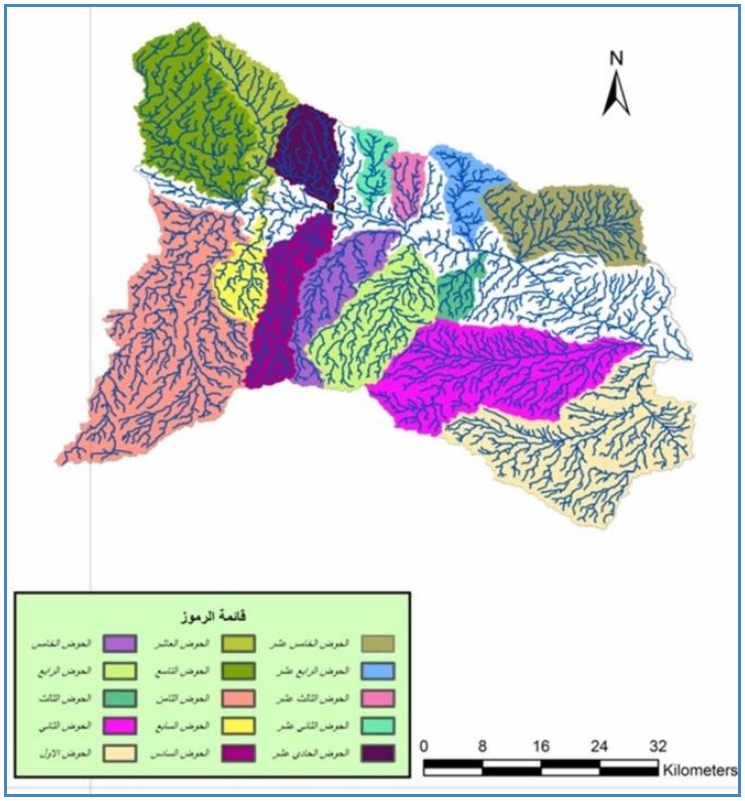
بعد التدقيق في الشكل (2) استبعدت مواقع الحواجز أو السدود المقترحة على الوادي الرئيسي وذلك كون المنطقة منبسطة وغير ملائمة لحجز المياه، فضلا عن ان نوعية المياه غير ملائمة، اذ بلغت قيمة الايصالية الكهربائية في الوادي 9.384 ديسيمنز/م وكانت المياه عسرة جداً حيث تراوحت عسرتها ما بين 234.21-2922.6 ملغم $caco_3$/لتر اذ تمثل مبزل قناة مشروع ري الجزيرة (الرفاعي، 2005)، لذا تم التحري عن مواقع أفضل ضمن الأحواض الثانوية.

تم تقسيم حوض وادي المر إلى خمسة عشر حوض ثانوي (الشكل، 3) وإجراء التحليل المورفومتري لكل حوض وإيجاد الصفات المورفومترية التي تساعد في تخمين الأماكن المناسبة لاجراء عمليات حصاد المياه. يوضح الجدول (2) الخواص المورفومترية والمساحية للأحواض الثانوية. وبعد دراسة تلك الأحواض الثانوية وخواصها، تم استبعاد الأحواض (4، 5،1، 6، 7، 8، 9، 10، 11) وذلك لشمولها بموقع مشروع ري الجزيرة الشمالي، أما الأحواض (3، 12، 13، 14) فلا يتوفر فيها متطلبات الخزن السطحي الكفوء. لهذا تم اختيار الحوضين (2، 15) لأنهما يمثلان الجابية الأفضل لحصاد المياه في المنطقة ككل وذلك لتوفر المقومات الأساسية لحصاد المياه مثل مساحة الجابية ،الطبوغرافية والموقع الملائم مع المقطع الملائم لإنشاء السد المقترح.

ISSN:1994-7801
المجلة العراقية لدراسات الصحراء
2019:(1) 9



الشكل رقم (2) : تصنيف حوض وادي المر الى مراتب نهرية حسب (Strahler,1964)



الشكل (3): حوض وادي المر مقسم الى خمسة عشر حوض ثانوي.

الجدول (2): الصفات المورفومترية والمساحية للأحواض الثانوية لحوض وادي المر.

الأحواض	الصفات المورفومترية للأحواض الثانوية لحوض وادي المر					الخواص المساحية للأحواض الثانوية لحوض وادي المر			
	نسبة تماسك المساحة	نسبة التشعب	شكل الحوض	الاستطالة	الكثافة التصريفية الطولية Km^2/Km	مساحة الحوض ($كم^2$)	محيط الحوض (كم)	طول الحوض (كم)	طول الوادي (كم)
الحوض الاول	0.24	2.96	0.26	0.61	3.4	327.8	127.6	26.5	38.4
الحوض الثاني	0.52	3.61	0.1	0.63	3.77	283.9	119.19	31.2	43.2
الحوض الثالث	0.84	4.2	0.86	0.65	3.2	31.49	38	10.26	13.22
الحوض الرابع	0.32	4.03	0.37	0.72	3.53	160.6	82.54	22.85	24.2
الحوض الخامس	0.41	4.1	0.32	0.65	3.44	101.8	89.46	23.41	26.8
الحوض السادس	0.36	3.98	0.61	0.61	3.67	28.27	34.1	86	90.1
الحوض السابع	0.29	3.88	0.43	0.67	3.86	92.46	86.27	24.95	25.9
الحوض الثامن	0.33	4.2	0.21	0.63	3.98	382.9	62.23	79	80.2
الحوض التاسع	0.51	4.1	0.56	0.58	3.51	191.35	59.87	65.23	69.3
الحوض العاشر	0.47	4.6	0.32	0.59	3.24	152.95	93	24.56	26.13
الحوض الحادي عشر	0.77	3.79	0.66	0.72	3.77	34.12	46.1	12.05	13.84
الحوض الثاني عشر	0.41	4.9	0.84	0.69	3.91	57.18	46.6	10.82	12,73
الحوض الثالث عشر	0.9	4.25	0.91	0.74	3.11	56.79	58.22	14.76	16.25
الحوض الرابع عشر	0.79	4.2	0.46	0.69	3.67	57.18	59.1	15.66	16.12
الحوض الخامس	0.8	4.8	0.7	0.75	3.5	155	279.2	26.5	28.34

تخمين السيح السطحي:

لغرض ايجاد عمق السيح السطحي للحوضين (15,2) يتطلب تحديد نوعية التربة. ان تربة المنطقة هي مزيجية طينية حسب (JICO, 2011) وعليه فإنها تقع ضمن النوع (C) من مجاميع الترب الهيدرولوجية، وان قيمة (CN) للحالة الاعتيادية لها هي (79)، بينما قيم رقم المنحني (CN) للحالتين الأخيرتين الجافة والرطبة تحسب من المعادلتين (2&1)، ولغرض حساب عمق الجريان السطحي استخدمت المعادلتين (4&3)، علما ان هذه المعادلات تعتمد على قيمة الساقط المطري (P) للجابية وكذلك على خزين الجابية (S) الذي يحسب من قيمة رقم المنحني المُعدّل، ولهذا فان قيمة (S) يجب ان

تحسب لكل حالة من الرطوبة المسبقة (AMC). اعتمد موسم السبات في التحليل وكذلك الساقط المطري اليومي لمحطة ربيعة باعتبارها الأقرب الى منطقة الدراسة وكما موضح بالجدول (3).

$$CN_{(I)} = \frac{4.2*79}{10-(0.058*79)}) = 61.24$$

$$CN_{(III)} = \frac{23*79}{10+(0.13*79)} = 89.639$$

جدول (3): قيم رقم المنحني للحالات الثلاث لرطوبة التربة المسبقة

AMC	CN	S
I	61.24	6.32
II	79	2.658
III	89.63	1.155

وحسب عمق السيح السطحي لتسع مواسم مطرية ابتداءً من الموسم المطري (2003-2004) والى(2011-2012). كمثال للحسابات يوضح الجدول(4) قيم عمق السيح السطحي للموسم المطري (2004-2005)، ويلاحظ انه بتاريخ 2005/1/19 تم تسجيل 16 مم مطر ولكن نتيجة عدم وجود الرطوبة المسبقة (AMC) وبسبب تباعد العواصف المطرية السابقة لم ينتج سيح سطحي. وفي نفس الفترة بتاريخ 2005/1/23 سجل مطر 18 مم ولوحظ سيح سطحي بمقدار (0.28مم) بينما في اليوم التالي سجل مطر بمقدار 36مم (أي ضعف عمق المطر في اليوم السابق) ولكن عند حساب مقدار السيح السطحي بلغ 15.2 مم (وهو ما يعادل خمسين ضعف للسيح السطحي في اليوم السابق).

يمكن من هذا ملاحظة التأثير الفعال والكبير لمحتوى الرطوبة المسبق (AMC) بشكل جلي على مقدار السيح السطحي الناتج. ومما يؤكد ذلك ما ورد في الجدول (5). يلاحظ ان عمق السيح السطحي لم يتأثر بعدد الايام الممطرة ولا بمجموع السقيط في الموسم المطري وانما بمحتوى الرطوبة المسبقة لخمسة ايام سبقت العاصفة المطرية، علما لم ينتج سيح سطحي في الموسمين (2007-2008) و(2011-2012) حيث الرطوبة المسبقة قليلة جدا تزامنت مع قلة الساقط المطري، بينما كانت أقل قيمة محسوبة للسيح السطحي هي 2.75 مم في الموسم المطري (2006- 2007) ومثلت (0.64%) من مجموع الساقط المطري لذلك الموسم ،وأكبر قيمة هي (46.2) مم في (2010-2011) ومثلت (15.95%) من مجموع الساقط المطري لذلك الموسم. وجد أن المعدل السنوي لعمق السيح السطحي لهذه الفترة هو (11.6مم) في حين بلغ معدل الساقط المطري لتلك السنوات (297 مم). عموما يلاحظ ان مؤشر الايام الجافة كان أكثر بكثير من الايام الاعتيادية أو الرطبة. وهذا يعتمد على توزيع الساقط المطري خلال موسم الامطار ومدى تقارب العواصف المطرية كما في الشكل (4). اذا ان تباعد العواصف المطرية يقلل من رطوبة التربة وزيادة قابليتها على الارتشاح وبالتالي يقلل عمق الجريان السطحي. ان المتغيرات من شدة سقوط المطر وتقارب الموجات ورطوبة التربة والغطاء النباتي تعمل على تغاير عمق الجريان السطحي واختلافه خلال سنوات الدراسة رغم وجود تقارب نسبي لمجموع الساقط المطري.

جدول (4): قيم عمق السيح السطحي للموسم المطري (2004-2005) كنموذج للحسابات

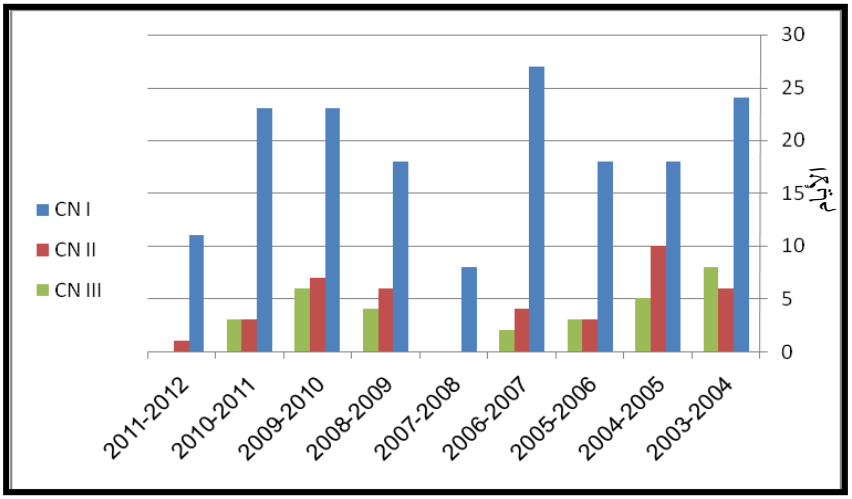
year	mm rain	5day pre(AMC)	CN	S inch	Runoff mm	Runoff acc. mm
1/18/2005		0	0	0	0	0
1/19/2005	16	0	61.2403	6.3291	0	0
1/20/2005	9	16	79	2.6582	0	0

year	mm rain	5day pre(AMC)	CN	S inch	Runoff mm	Runoff acc. mm
1/21/2005		25	0	0	0	0
1/22/2005		25	0	0	0	0
1/23/2005	18	25	79	2.6582	0.2807	0.2807
1/24/2005	36	43	89.6399	1.1558	15.26	15.541
1/25/2005	2	63	89.6399	1.1558	0	15.541
1/26/2005		56	0	0	0	15.541
1/27/2005		56	0	0	0	15.541
1/28/2005		56	0	0	0	15.541
1/29/2005		38	0	0	0	15.541
1/30/2005		2	0	0	0	15.541
1/31/2005		0	0	0	0	15.541
2/1/2005	11	0	61.2403	6.3291	0	15.541
2/2/2005	5	11	61.2403	6.3291	0	15.541
2/3/2005		16	0	0	0	15.541
2/4/2005		16	0	0	0	15.541
2/5/2005	12	16	79	2.6582	0	15.541
2/6/2005	15	28	89.6399	1.1558	2.1654	17.706
2/7/2005		32	0	0	0	17.706
2/8/2005	8	27	79	2.6582	0	17.706
2/9/2005	14	35	89.6399	1.1558	1.7628	19.469
2/10/2005		49	0	0	0	19.469
2/11/2005		37	0	0	0	19.469
2/12/2005		22	0	0	0	19.469

year	mm rain	5day pre(AMC)	CN	S inch	Runoff mm	Runoff acc. mm
2/13/2005		22	0	0	0	19.469
2/14/2005		14	0	0	0	19.469
2/15/2005		0	0	0	0	19.469
2/16/2005		0	0	0	0	19.469
2/17/2005		0	0	0	0	19.469
2/18/2005		0	0	0	0	19.469
2/19/2005		0	0	0	0	19.469
2/20/2005	6	0	61.2403	6.3291	0	19.469
2/21/2005		6	0	0	0	19.469

الجدول (5): السيح السطحي والساقط المطري وعدد الايام الممطرة في المواسم المطرية (2003–2012) مع تكرار مؤشر لجريان

تكرار مؤشر الجريان			السيح السطحي (مم)	%السيح السطحي	مجموع الساقط المطري(مم)	عدد الايام الممطرة (يوم)	الموسم المطري
CNIII	CNII	CNI					
8	6	24	2.14	0.64	335	38	2004-2003
5	10	18	19.47	6.45	302	33	2005-2004
3	3	18	4.35	1.53	284	24	2006-2005
2	4	27	2.75	1.19	232	33	2007-2006
0	0	8	0.0	0	36	8	2008-2007
4	6	18	25.9	10.97	236.1	28	2009-2008
6	7	23	3.58	1	357.1	36	2010-2009
3	3	23	46.2	15.95	289.7	29	2011-2010
0	1	11	0.0	0	64.8	12	2012-2011
			Aver. = 11.6		Aver. = 297.1		



الشكل(4): عدد الايام للمحتوى الرطوبي لثلاث انواع (الجافة والاعتيادي والرطب)

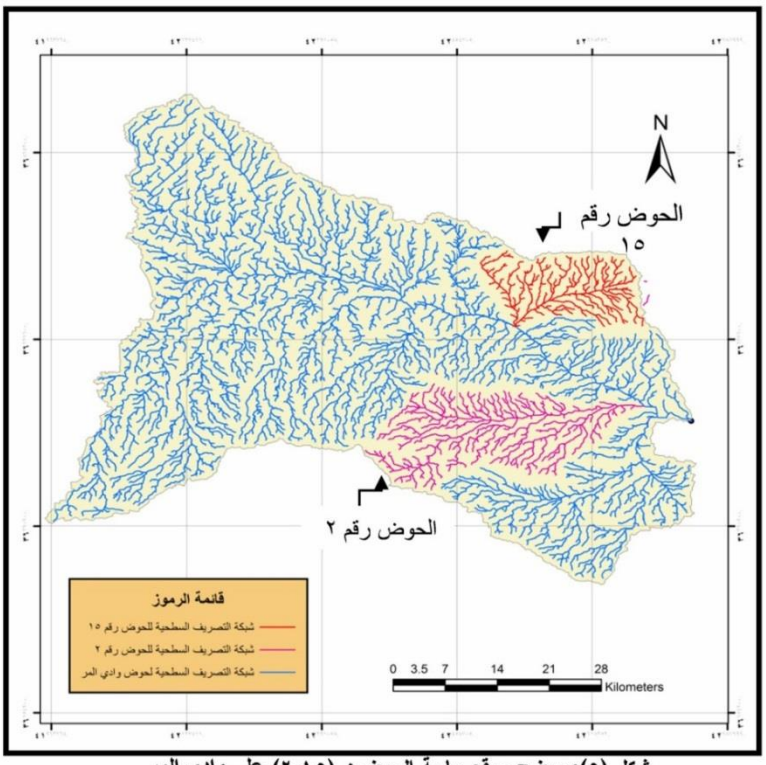
لغرض ايجاد حجم الخزان في الحوضين (2،15) كما في الشكل (5) وبعد تطبيق موديل Hec1 وتحديد مصب للحوض الثانوي رقم (2) والحوض (15)، وبعد دراسة عدة مواقع لمقاطع عرضية ضمن تلك الاحواض الثانوية تم اختيار موقعين على المجرى الرئيسي يمثلان أفضلها من حيث مساحة الجابية والمقطع العرضي المناسب والارتفاع لإنشاء السد لحجز كمية من المياه للأغراض المختلفة كما في الشكل (6) ويلاحظ من الشكل (6- أ) للحوض (2) ان المقطع يمثل (V-shape) وهو ملائم جدا لضيق مجرى الوادي وهو بحدود 250 متر عرض ويوفر ارتفاع خمسة أمتار بينما شكل المقطع (U-shaped) للحوض (15) وبعرض 500 متر وارتفاع 4 أمتار والموضح في الشكل (6- ب). فضلا عن ان نوعية المياه المخزونة في الحوضين ستكون جيدة وصالحة للري وذلك لحجزها للمياه قبل امتزاجها بمياه وادي المر الحاوية على مياه بزل مشروع ري الجزيرة الشمالي.

تم حساب حجم الخزان التخميني في الموقعين المختارين أعلاه لسد بارتفاع خمسة أمتار للحوض الثاني و4 أمتار للحوض الخامس عشر لكي يلائم التصاريف المتوقعة من كلا الجابيتين كل على حدى. شكل (6- أ، ب). وكان حجم الخزين في الحوض الثاني والخامس عشر هو (820830 و668323)م^3 على التوالي. تم حساب المساحات السطحية التخمينية للخزان (البحيرة المشكلة)عند مستويات مختلفة وبفاصلة قدرها (نصف متر) وبلغت (0.3381) و(2.6724) كم^2 للحوضين (2 و15) على التوالي كما في الجدول (6). ومن مميزات الموقع المختار في الحوض (2) هو إمكانية رفع منسوب السد الى (7) أمتار لكي يحجز كمية تقدر بـ (1339465) م^3 في حالة احتياجنا الى كميات اضافية لحصاد المياه.

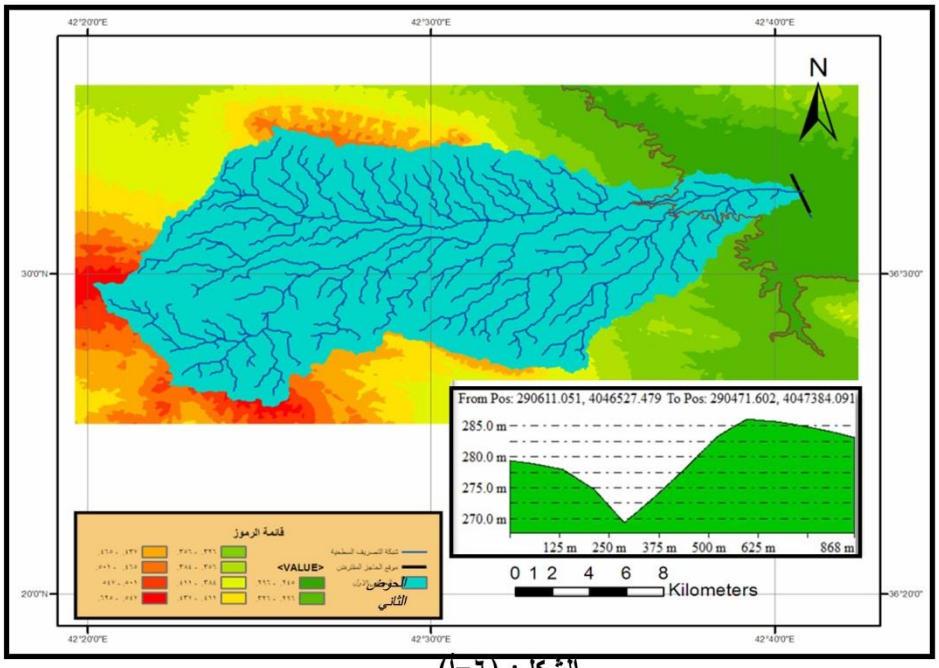
الاستنتاجات

1. أظهر التحليل المورفومتري لحوض وادي المر أنه من الرتبة السادسة حسب طريقة ستراهلر، وأنه يتكون من خمسة عشر حوضا ثانوياً، تم استبعاد إقامة الحواجز والسدود على مجرى الوادي الرئيسي كون المنطقة منبسطة وغير ملائمة لحصاد المياه ،عليه تم التوجه لدراسة الاحواض الثانوية .تم استبعاد الاحواض الثانوية (4,5,1,6,7,8,9,10,11) لأنها تقع ضمن مشروع ري الجزيرة الشمالي ،وأما الأحواض (3,12,13,14) فتم استبعادها لأنها لا تتوفر فيها متطلبات الخزن السطحي .
2. يمثل الحوضين (2 و5) الجابية الأفضل كونهما تتوفر فيهما المقومات الاساسية لحصاد مياه الامطار من السيح السطحي.
3. تم إيجاد عمق السيح السطحي لتسع مواسم مطرية للفترة من (2004-2003) الى (2012-2011) ووجد التأثير الكبير والفعال لمحتوى الرطوبة المسبق (AMC) بشكل واضح وجليَ على مقدار السيح السطحي الناتج .ولوحظ أن عمق السيح السطحي لم يتأثر بعدد الأيام الممطرة ولا بمجموع السقيط المطري في الموسم المطري وانما بمحتوى الرطوبة المسبق لخمسة أيام سبقت العاصفة المطرية .

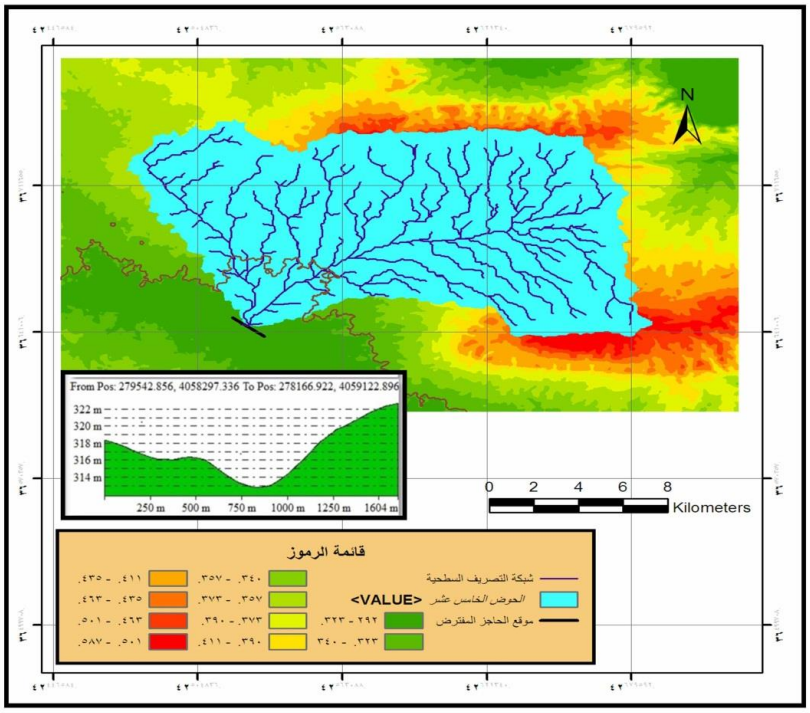
ISSN:1994-7801
المجلة العراقية لدراسات الصحراء
2019:(1) 9



شكل (٥): يوضح موقع جابية الحوضين (١٥،٢) على وادي المر



الشكل: (٦-أ)



الشكل: (٦-ب)

الشكل(٦-أ- ب): موقع السدود المقترحة على الحوضيين الثانويين رقم ٢ و١٥

الجدول (6): حجم الخزان والمساحة السطحية لمواقع السدود المقترحة للحوض الثاني والخامس عشر

الحوض الخامس عشر			الحوض الثاني		
المساحة السطحية التخمينية للخزان كم^2	منسوب السد فوق مستوى سطح البحر	حجم الخزان م^3	المساحة السطحية التخمينية للخزان كم^2	منسوب السد فوق مستوى سطح البحر	حجم الخزان م^3
0	312.1	0	0	270.0	0
0.0574	312.6	14377.62	0.0164	270.5	4200.47
0.2037	313.1	50947.73	0.0251	271.0	14818.34
0.4214	313.6	105390.05	0.0752	270.5	40429.32
0.7003	314.1	175151.40	0.0814	272.0	80391.70
1.0539	314.6	263572.05	0.1580	272.5	141472.82
1.4816	315.1	370541.17	0.1981	273.0	232306.84
2.0157	315.6	504105.25	0.2843	273.5	355344.06
2.6724	316.1	668323.24	0.2406	274.0	489231.99
			0.3607	274.5	642605.18
			0.3381	275.0	820830.88

الاستنتاجات

4. أظهرت الحسابات أن أقل قيمة محسوبة لعمق السيح السطحي هي(2.75)مم في الموسم المطري (2006-2007) وأن أكبر قيمة هي (46.2) مم في الموسم (2010-2011) ومثلت 15.95% من مجموع الساقط المطري لذلك الموسم ، بينما لم ينتج أي سيح سطحي في الموسمين(2007-2008)و(2011-2012) .بلغ المعدل السنوي المحسوب لعمق السيح السطحي لفترة الدراسة (11.6) مم في حين كان معدل الساقط المطري لسنوات الدراسة 297مم .
5. أظهرت الدراسة أن المقطع العرضي لموقع السد الحاجز على مجرى الوادي للحوض (15) هو على شكل (U-shape) وأن ارتفاعه أربعة أمتار وبطول 500 متر، وبلغ حجم الخزين خلفهُ 668323 م^3 أما المقطع العرضي للسد الحاجز على مجرى الوادي للحوض (2) فهو على شكل(V-shape) وهو ملائم جدا لضيق مجرى الوادي إذ يبلغ طوله 250 متر وبارتفاع خمسة أمتار . ومن مميزات هذا الموقع المختار إمكانية رفع منسوب السد الى ارتفاع سبعة أمتار لكي يصل حجم الخزين الجديد الى 1339465م^3.

المقترحات والتوصيات:

1. تتوافر في حوض وادي المر أحواض ثانوية اخرى يمكن أن تستخدم لحصاد المياه بعد دراستها مستقبلا .
2. نقترح أنشاء محطات قياس التصريف على مصبات الوديان الرئيسة للحصول على قياسات حقلية يمكن مقارنتها مع النتائج التحليلية .
3. نصب محطات ميتيورولوجية رقمية للتمكن من قياس مختلف المتغيرات بشكل دقيق ومستمر.

المصادر العربية :

الرفاعي، معن هاشم محمود (2005) "الخصائص النوعية لمياه حوض وادي المر وأثرها في نوعية مياه نهر دجلة " رسالة ماجستير غير منشورة، قسم علوم الحياة، كلية العلوم /جامعة الموصل.

الهيئة العامة للأنواء الجوية ،قسم المناخ، بيانات غير منشورة للفترة 1994-2008.

عبد المطلب ,عبد الرحيم (2012)، "الخصائص الهيدرولوجية للأودية في البيئات الجافة "دراسة تطبيقية على وادي الرواكيب باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، مجلة ايجي ماتكس العدد الثالث 2012

REFERENCES:

Al-Namor, A. Al-Zain A. and Al-Qwasmi, S. (2006), "A Hydrologic Study of Wadi Su'd in Dura Area Using GIS and GPS Techniques", Graduation Project Palestine Polytechnic University, Hebron-West Bank, Palestine.

Gupta, K. K, Deelstra, J., and Sharma, K. D, (1997), "Estimation of Water Harvesting Potential for a Semiarid Area using GIS and Remote Sensing" International Association of Hydrological Science, Pub. No. 242, 53-62.

JICO, Japan International Cooperation Agency, (2011), "The Preparatory survey on south Jazira Irrigation Project in Republic Iraq", "Final Report, Ch.3: conditions of the study area".

Kulkarni, A. A. and Aggarwal, S. P. (2004) Estimation of Surface Runoff using Rainfall – Runoff Modeling of Warasgaon Dam Catchment, Map India Conference, India

Larry W. and Mays, (2010) "Water Resources Engineering –2nd Ed. Text Book, Ch8 John Wiley and Sons, Inc.

Mohammadin, A. (2003), "Estimation of Runoff for East Bani Naim Watershed Using SCS Curve Number Method and GIS", Graduation Project Palestine Polytechnic University, Hebron-West Bank, Palestine.

R.Viji, P. R., Rajesh P. and R. Ilangovan (2015), "Modified SCS-CN and Green-Ampt Methods in surface Runoff Modeling for Kunahpallam Watershed, Nilgiris, Western Gatts, India". International Conference on Water Resources Costal and Ocean Engineering (ICRCOE,2015).

Strahler, A.N., (1964) "Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Network": In a book of applied hydrology, edited by Chow, V.T., Mc Grew – Hill, New York.

U.S. Department of Agriculture, (1972), "Soil Conservation Service". National Engineering Hand book, Section 4, HYDROLOGY. U.S. Govt. Printing Office, Washington, DC. pp544.