حصاد مياه الامطار وامكانية استثمارة في حوض وادي العلية في بادية الجزيرة العراقية

أ.م.د عبد الباقي خميس حمادي

Abdbaqi81@gmail.com

الباحث. عمر عبد الجليل تركي

Omerturky32@gmail.com

الجامعة العراقية – كلية الآداب

Harvesting Rainwater and the Possibility of Investing in the Al-Alia Basin in the Iraqi Jazira desert

Prof. Abdel Baqi Khamis Hammadi (ph.D.)
Omar Abdul Jalil Turki
AL-Iraqia University - College of Arts

المستخلص

توصلت الدراسة الى امكانية محدودة لتطبيق نظام حصاد مائي في المنطقة ، بالاعتماد على المعايير الجيولوجية والتضاريسية والهيدرولوجية ، من خلال اختيار موقع الخزان الامثل المقترح لحصاد المياه لغرض خزن المياه والاستفادة منها في فترات الجفاف، لتنمية الاراضي الزراعية وزراعة محصول القمح عن طريق هذا الحصاد والعمل على استخدام نظام المرشات (زراعة الديم)، وحددت كمية المياه التي يمكن خزنها في الحزان الامثل بحوالي (1176000000م٣) ، وهذه النتائج التي تم التوصل اليها تساعد مستقبلا عند تطبيقها الى تنمية المنطقة من عدة جوانب كتنمية الاراضي الزراعية وتوسيع المراعي ، من خلال ابراز دور الحصاد المائي كوسيلة لتعويض النقص الحاصل في المياه وتوفير مصدر اضافي لها يتم استخدامه في الري التكميلي ، اثناء تراجع كميات الامطار او الجفاف ، هذا بالاضافة الى استخدامه في زيادة مخزون الماء الجوفي من خلال احتجاز مياه الامطار والسيول المارة عبر المنخفضات الارضية على شكل بحيرات وحواجز تتصف بشروط الخزن المثالية والاحتفاظ بالمياه قبل دخولها الى مناطق الشقوق والفوالق.

Abstract

The study found a limited possibility of applying a water harvesting system in the region, based on geological, topographical and hydrological criteria, and by selecting the proposed optimal reservoir site for water harvesting for the purpose of storing water and benefiting from it in periods of drought for the development of agricultural lands and the cultivation of wheat crops through this harvesting and working on the use of a system Sprinklers (Dim cultivation), and determined the amount of water that can be stored in the optimal reservoir by about (1176000000 m3), and these results that were reached help in the future when applied to the development of the region in several aspects such as developing agricultural lands and expanding pastures, by highlighting the role of water harvesting as a means to compensate The shortage of water and the provision of an additional source for it is used in supplementary irrigation, during the decline in the amounts of rain or drought, in addition to its use in increasing the stock of groundwater by retaining rainwater and torrents passing through the depressions in the form of lakes and barriers that are characterized by ideal storage conditions and water retention before entering the areas of cracks and faults.

أولا: المقدمة :

تبرز اهمية الحصاد المائي بشكل واضح في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم والوطن العربي على وجه الخصوص وذلك لأهمية واقع قطرة ماء المطر في ظل قلة ومحدودية الموارد المائية او عدم اتاحتها، فضلا عن طبيعة الهطول المطري الذي يتسم بالهطول المفاجئ واعصاري غزير خلال مدة قصيرة من الزمن، وبكميات كبيرة وسرعة ضياع للقيمة الفعلية لهذه الامطار خلال مدة قصيرة من هطولها وهذا ما ينطبق على منطقة الدراسة بأعتبارها واقعة ضمن البيئات المناخية الجافة وشبه الجافة، ومما زاد من اهمية الحصاد المائي في منطقة الدراسة هو طبيعة البنية التضاريسية المتحكمة في تصريف الجريان السطحي والتي تساهم في ضياع النسبة الاعظم من مياه امطارها، وسيولها عبر الشقوق الارضية الى الوديان دون الاستفادة منها لاسيما في ظل الحاجة الملحة والمتزايدة على طلب المياه ولا سيما التوسع في النشاط الزراعي الذي يستهلك كميات كبيرة من المياه الامر الذي ادى الى الضغط المتزايد على مناسيب المياه الجوفية وجعلها لا تكفي لسد الحاجة المتزايدة للمياه وخلق حالة من عدم التوازن بين ما هو متاح وما هو مطلوب من المياه. ونظرا لاستمرار ازمات المياه وحدوث التذبذبات المطرية بشكل مستمر في منطقة الدراسة اصبح العمل على ايجاد وسائل وتقنيات جديدة لحصاد المياه من الامور الضرورية والملحة بأعتبار ان الحصاد المائي هو الحل الامثل لتعويض النقص الحاصل في المياه مقابل الزيادة في الطلب عليها خاصةً في فترات الجفاف وأنقطاع الامطار الامر الذي يساهم في تغطية الاحتياجات المائية من خلال ما يوفره من مصادر اضافية للري التكميلي، فضلا عن مساهمته في زيادة منسوب المياه الجوفية عن طريق اعطاء الفرصة الكافية لمياه الامطار بالتغلغل ببطئ عبرمسامات التربة وبالنتيجة تغذية الخزانات الجوفية،

مما يساهم في تحقيق التوازن بين كمية المياه المسحوبة وكمية التغذية السنوية من مياه الامطار اضافة الى مساهمته في الحفاظ على التربة.

ثانيا: مشكلة البحث :

أمكانية استثمار حوض وادي العلية لاغراض الحصاد المائي ضمن مستجمعات مائية مناسبة ؟

ثالثا: فرضية البحث :

ان تطبيق تقانة نظم حصاد المياه اسهم في تحديد افضل المواقع الملائمة لانشاء مستجمعات مائية ضمن وحدات ارضية معينة من اجل تحقيق تنمية زراعية في منطقة الدراسة .

رابعاً : هدف البحث :

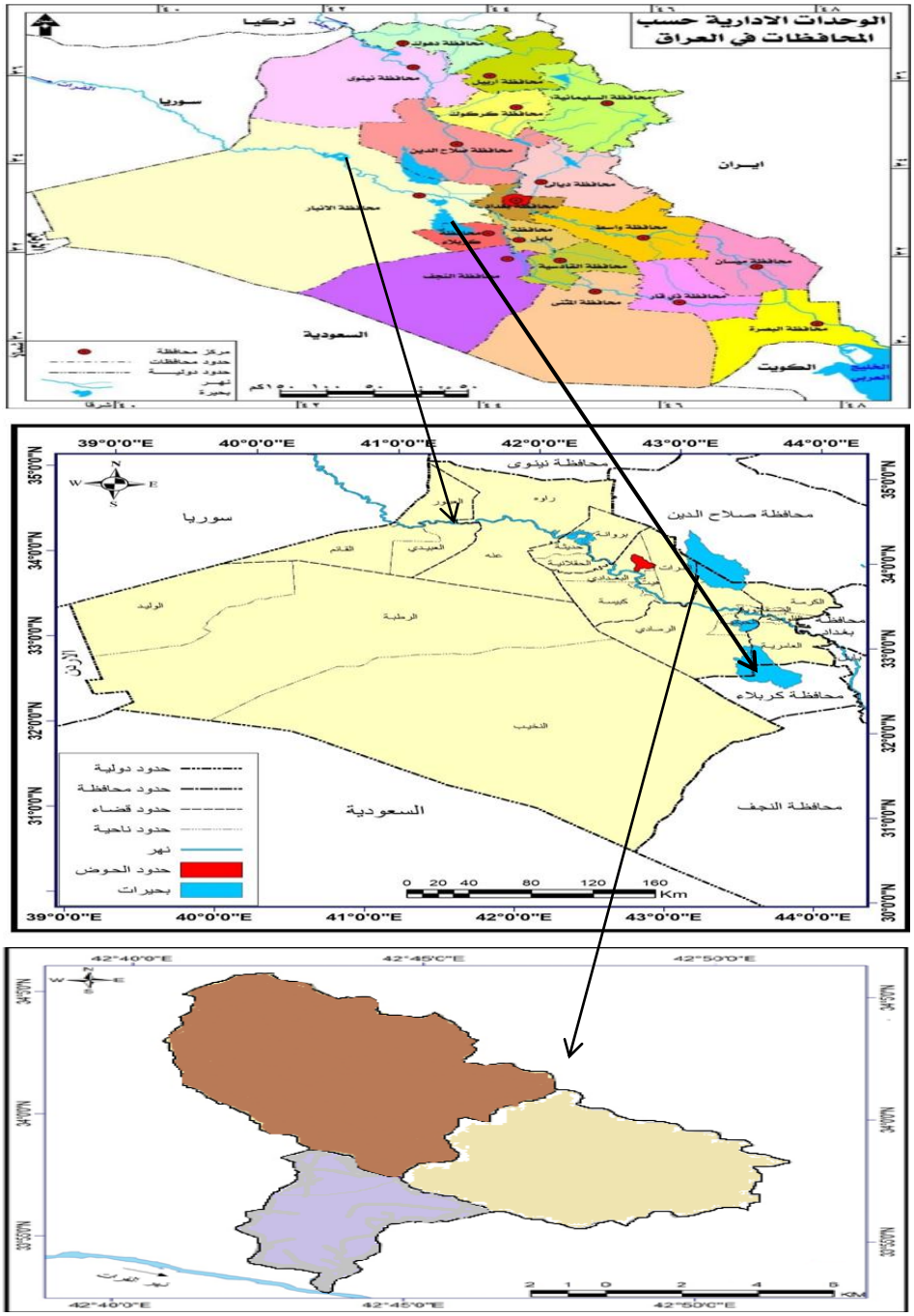
١- تحقيق الاستفادة القصوى من مياه الامطار والسيول واستثمارها بالشكل الامثل من خلال اقتراح تقنيات ونظم حصاد مائي جديدة في المنطقة تعمل على احتجاز ومنع هدر مياه الامطار والسيول من الوصول الى مناطق الشقوق الارضية والضياع

٢- استخدام احدث التقنيات والوسائل العلمية والمتمثلة بنظم المعلومات الجغرافية (GIS) في تحديد المناطق المناسبة لحصاد مياه الامطار والسيول

خامسا : موقع ومساحة منطقة الدراسة :

يقع وادي العلية في الجزء الغربي من العراق ضمن محافظة الانبار في الجزء الشمالي الشرقي من الصحراء الغربية وينحدر من الشمال الغربي الى الجنوبي نحو نهر الفرات اذا يحده من الشمال منطقة بروانة ومن الجنوب منطقة البغدادي ومن الغرب منطقة الحقلانية ومن الشرق وادي ابو دلاية اما موقع الوادي فلكيا فانه يقع بين دائرتي عرض (0.55. º 33– ..0.0.º 34) شمالا وخطي طول (- 0.40.º42 0.45.º42)شرقا وتبلغ مساحته الكلية (١٨٤كم٢) تنظر الخريطة (١) .

خريطة(١) موقع منطقة الدراسة



المصدر : اعتماداً على الهيئة العامة للمساحة ، الخريطة الطبوغرافية (١:١٠٠٠٠٠) لعام ١٩٩٢م ، وبرنامج (ArcMap 10.4.1

اولا : مفهوم حصاد المياه :

هو اي عملية مورفولوجية او كيميائية او فيزيائية تنفد على الارض من اجل الاستفادة من مياه الامطار الساقطة بشكل مباشر يمكن لطبقات التربة من تخزين اكبر قدر ممكن من مياه الامطار الساقطة عليها وتخفيف سرعة الجريان، لتقليل من معدلات الانجراف التام للتربة او بشكل مباشر من خلال تجميع مياه الجريان السطحي وتخزينها واستخدامها للاغراض والنشاطات الانسانية المختلفة (١).

وتلعب تقنية حصاد المياه دورا بارزا في تنمية الموارد المائية وذلك لاستخدامها منذ القدم في توسيع الاراضي الزراعية في المناطق الجافة والتي تمتاز بموسم تساقط قليل وكذلك لمواجهة الزيادة السكانية واحتياجاتها من المياه بالاضافة الى درء خطر السيول والفيضانات ونظرا لتعرض المناطق الى الفيضان بسبب السيول القادمة من المرتفعات في موسم الشتاء وتعرضها الى الجفاف وشحة المياه في فصل الصيف فقد تطلب التفكير الجدي بالاستفادة من هذه المياه وتجميعها بطرق مختلفة وقد تتم عملية حصاد المياه بصورة طبيعية بدون تدخل العنصر البشري ويمكن ملاحظة الحصاد الطبيعي للمياه في اعقاب عواصف مطرية شديدة اذ تتدفق المياه الى المناطق المنخفضة مشكلة مساحات يستثمرها المزارعين في الزراعة اما بالنسبة للجانب البشري فيتمثل في تهيئة الظروف المناسبة لتخفيف الجريان، حيث كان الناس في بعض المناطق التي مارست انشطة الحصاد المائي يلتقطون الاحجار من سفوح التلال لجعل التربة ناعمة لغرض زيادة السيح السطحي ومن ثم يصار الى جمعه او توجيهه او كليهما من اجل استعمالة في منطقة مستهدفة واضافة الى استخدام الحصاد لاغراض زراعية ويمكن تطويره لتزويد الانسان والحيوان بمياه الشرب الى جانب استخدامه لاغراض منزلية (١).

ثانيا: مكونات انظمة حصاد المياه :

١- **المستجمع (التغذية)** : وهو جزء من الارض التي يجري فوقها ماء المطر بشكل سيح سطحي باتجاه منطقة الهدف ويمكن ان تكون مساحة المستجمع امتار مربعة او كبيرة عدة كيلومترات مربعة وعلى ان تكون مجاورة لمنطقة الهدف او بعيدة عنها(٢).

٢- **منطقة الهدف** : وهي المنطقة المهيئة لاستلام ماء السيح السطحي من منطقة المستجمع(٣) .

٣- **منطقة التخزين:** وهو المكان الذي تتجمع وتخزن فيه المياه من وقت حدوث السيح السطحي الى حين استهلاكه لاي غرض ويمكن ان يكون خزن الماء في مقد التربة حيث تنمو المحاصيل الزراعية او في خزانات سطحية او في طبقات صخرية مائية في الارض او أي نوع من الخزن الاخرى(٤).

٤- **السيح السطحي لمياه الامطار** : هو ذلك الجزء من التساقط المطري الذي لايمتص من قبل التربة عن طريق الغيض ان السيح يتم بعد ملئ المنخفضات السطحية الصغيرة الى موقع الخزن .يتولد السيح السطحي نتيجة العواصف المطرية وان حدوثه وكميته تعتمدان على مجموعتين من العوامل الاولى تتعلق بصفات العاصفة المطرية من حيث الكمية والشدة والتوزيع والاخرى تتعلق بصفات الارض كالمساحة والانحدار والطول والمحتوى الرطوبي الابتدائي وان مصطلح الغيض هو دخول الماء من خلال سطح التربة العلوي وعموديا الى الاسفل ويضاف الى السطح اما سيحا او بالرش او بالامطار(٥).

٥- **نظام النقل** : حيث تتطلب انظمة حصاد المياه في بعض الاحيان نقلها من منطقة الحجز الى منطقة التجميع عن طريق قنوات او انابيب نقل (٦).

رابعا : فوائد الحصاد المائي (٧). :

١- في البيئات الجافة فان حصـــاد المياه يجعل من الزراعة امرا ممكنا رغم الهطول المطري المتدني والتوزيع السيء له .

٢- في المناطق التي لاتكفي فيها المياه للاسـتخدام البشـري وتربية الحيوانات يمكن تلبية هذه الاحتياجات من خلال حصاد المياه

٣- تحسين الوضع الاقتصادي والمعاشي وبالتالي الوضع الاجتماعي للسكان المحليين في مناطق حصاد المياه

٤- اســـتقرارالمجتمعات الريفية والتخفيف من هجرة الريفيين وبالتالي اســـتخدام المهارات المحلية وتحســين المســتويات المعيشــية لملايين الفقراء الذين يعيشــون في مناطق يضربها الجفاف

خامسا : طرائق احواض التجمع الصغيرة :

تعد نظما بسيطة في تصـميمها ويمكن انشـاؤها بتكاليف منخفضـة مما يجعل تكرارها والقدرة على التحكم بها امرا يســيرا وتتســم هذه النظم بكفاءة جريان اكبر مقارنة بنظم احواض التجمع الكبيرة ولاتحتاج عادة لوسيلة لنقل المياه كما تسمح بالتحكم بانجراف التربة وتوجيه الرواسب للاستقرارفي المنطقة المزروعة (٨).

يمكن للمزارع الســيطرة على مزرعته وعلى حوض التجميع والمناطق المســتهدفة على حد ســواء حيث يتم انشـــاء كافة مكونات النظام ضـــمن حدود المزرعة وتعتبر هذه المســـالة من النقاط الايجابية من ناحية الصـــيانة والادارة وهذه النظم تقتصـــر على الاكثر جفافا حيث تواجه زراعة المحاصيل خطر الاخفاق(٩).

أ- **الاكتاف الكنتورية** : وهي حواجز ترابية يتم انشـــاؤها على طول خطوط الكنتور تبعد هذه الحواجز عن بعضـها مسـافة تتراوح ما بين (٥-٢٠م) وتتركز الزراعة على مسـافة

(١-٢م) اعلى الخط اما ماتبقى من المسافة فيشكل حوض التجميع ويختلف ارتفاع كل حافة تبعا لدرجة ميل الارض وتحتجز مياه الجريان المتوقعة في مقدمة هذا الخط(١٠).

وقد تدعم الحواف بالحجارة اذا لزم الامر وتعتبر عملية انشاء الحواف عملية بسيطة يمكن تنفيذها اما يدويا بواسطة الة يجرها حيوان او بواسطة جرار مزود بالتجهيزات المناسبة ويمكن انشاؤها على نطاق واسع من المنحدرات من ويكمن مفتاح نجاح هذه النظم بوضع الحواف باكثر دقة ممكنة على طول خط الكنتور والا انسابت المياه على امتداد الحافة وتجمعت عند اخفض نقطة ثم اخترقته ودمرت كامل النظام الموجود في اسفل المنحدر

ب- **المتون الهلالية وشبه المنحرفة :** هي حواجز أو متون ترابية على شكل نصف دائرة، أو هلال، أو شبه منحرف تكون مواجهة لأعلى المنحدر بشكل مباشر. ويتم إنشاؤها على مسافات تتيح لمستجمعٍ كافٍ القيام بتجهيز مياه الجريان المطلوبة، فتتجمع أمام الحاجز وهو المكان الذي تزرع فيه النباتات. وعادة مايتم إنشاء هذه الحواجز على شكل صفوف متفاوتة ويتراوح قطر الدائرة أو المسافة مابين نهايتي الحاجز من(١-٨م)، بينما يبلغ ارتفاعه مابين (٣٠ -٥٠سم). إن حفر التربة في الجانب العلوي لخط المتن عند إنشائه يسبب انخفاضاً ضئيلاً في مستوى التربة، حيث تتوقف المياه عن الجريان وتتجمع عند المتن وتخزن في منطقة جذور النبات. كذلك، فإن درجة الانحدار ستزداد مما يرفع من معامل الجريان السطحي؛ وبهذه الحالة يمكن استخدام هذه التقنية فوق الأرض المنبسطة، مع إمكانية استخدامها أيضاً فوق المنحدرات التي لاتزيد عن ١٥٪. وتُستخدم هذه المتون والحواجز بشكل رئيس من أجل إعادة إحياء المراعي الطبيعية أو من أجل إنتاج الأعلاف، إلا أنه يمكن

استخدامها أيضاً من أجل زراعة الأشجار، والشجيرات، وأحياناً من أجل زراعة المحاصيل الحقلية (مثل الذرة الرفيعة)، والخضروات (مثل البطيخ الأحمر) (١١).

ت- **الحواجز الكنتورية الحوضية** : هي حواجز ترابية ثلاثية الجوانب ، ذات اذرع داخلية صغيرة ، وتكون القاعدة على الخط الكنتوري وتستخدم الاغصان والاحجار والاطارات القديمة لتقوية الاطراف وتصمم مع الخط الكنتوري وبطريقة تبادلية(١٢).

سادسا : نظم المستجمعات المائية الكبيرة :

- نظم جمع المياه في قرار الوادي :

يستخدم قرار الوادي في هذا النظام لتخزين المياه إما على السطح وذلك بوقف تدفق المياه، أو في التربة وذلك بإبطاء التدفق وتمكين المياه من الإرتشاح داخل التربة، ووجد أن نظم قرار الوادي التالية هي الأكثر ملائمة لمناطق البادية(٢٣).

أ- **الخزانات الصغيرة للمزارع** : يمكن للمزارعين الذين يمر واد في أرضهم أن يقيموا سداً صغيراً، إذا ماكان الموقع ملائماً، لتخزين بعض أو كل المياه الجارية التي تتدفق إلى أسفل الوادي بعد ذلك يمكن استخدام هذه المياه لري المحاصيل أو استهلاكها من قبل الأسرة أو الحيوانات، وهذه الخزانات هي في العادة صغيرة الحجم، لكن قد يتفاوت حجمها من (١٠٠٠) إلى(٥٠٠,٠٠٠ م ^{3}) وتعتبر الخزانات الصغيرة للمزارع على قدر كبير من الفاعلية في بيئة البادية، فإن بإمكانها تزويد المحاصيل بالمياه، وزيادة القدرة الإنتاجية والعمل على استقرارها ورفع طاقة الخزان (٢٤).

ب-**البرك** : هي منخفض طبيعي يتم غلق مخرج المياه فيه ، وتجمع مياه الجريان السطحي من مساحة محدودة وغالبا ماتكون منحدرا جبليا بمعدل امطار بالغ (٢٠٠-٦٠٠ملم) مع مساحة جمع بالغ قدرها (١-١٠كم٢) مع قدرة تخزينية (١٠-١٠٠الف م٣)

مع نمط تخزين سطحي وتحت السطحي وتتعدد استخداماتها مابين سقاية المواشي وري المزروعات ويتم اختيار الموقع حسب الطبيعة الطبوغرافية المناسبة (٢٥).

سابعاً : وصف نموذج لحصاد المياه :

تعد نماذج الجريان السطحي والرسوبيات المنقولة معه من المسائل الصعبة نظرا الى كثرة المتغيرات المؤثرة في هذه العملية وتشبعها وتداخلها مع بعضها الاخر كالامطار والتبخر وخصائص التربة، فضلا عن كثافة انحدار السطح والغطاء النباتي وغيرها(٢٧).

ثامناً: طرائق الجريان السطحي :

وهناك العديد من الطرائق التي تستخدم لغض الوصول إلى تقديرات دقيقة لحجم الجريان السطحي للأحواض المائية، وتعد طريقة (SCS–CN) إحد اهم الطرق التي تستخدم لتقدير الحصاد المائي والتي طورتها ادارة صيانة التربة التابعة لإدارة الزراعة بالولايات المتحدة الامريكية Soil Conservation (Service) عام ١٩٧٠م، ووضعت صيغتها المشهورة في عام ١٩٨٦م. وأسلوب (SCS) عبارة عن مجموعة من المعادلات الرياضية يعتمد في مدخلاتها على توفير معلومات عن غطاءات الأرض وأنماط استخدامها وهيدرولوجية التربة، ونوع الغطاء النباتي، وكميات الأمطار الساقطة (٢٨).

تم العمل وفق هذه الطريقة ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية (Geography Information System) باستخدام برنامج (ArcMap 10.7.1) وبالاعتماد على المرئية الفضائية (Landsat 8 Oli) بتاريخ (٢٠١٩/٣/٩).

إنَ طريقة الـــــــ (CN_SCS) تتطلب العديد من المراحل والمعادلات والاجراءات للحصول على تقديرات دقيقة للجريان السطحي في المنطقة واستكمال عمليات اختيار موقع الحصاد المائي المؤهل والمثالي.

المعادلات المعتمدة لقياس منحنى الجريان حسب (USDA) هي كالاتي (٢٩).

$$Q = \frac{(P - Ia)^2}{(P - Ia) + S} \quad \text{.....(١)}$$

إذ تمثل Q = عمق الجريـان الســـطحي (بوصة).

P = الأمطار الساقطة (بوصة) .

Ia = المسـتخلصـات الأولية قبل الجريان السـطحي كالترب والاسـتقبال من قبل النبات والتبخر (بوصة)

S = التجمع السطحي الأقصى بعد بداية الجريان السطحي (بوصة).

ووجد أنّ (Ia) تعادل خمس قيمة (S) وتحسب (Ia) كالاتي:-

$$Ia = 0.2S \quad \text{----------(٢)}$$

ويتم احتساب S بالصيغة الرياضية الأتية :-

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \quad \text{..... (٣)}$$

ويلاحظ مدخلات البيانات كانت بالبوصة لذا من المفروض إعادة صيغة المعادلة لتتوافق مع المقاييس المترية، إذ ضربت أرقام المعادلة السابقة في ٢٥,٤ وذلك لتحويلها إلى المليمتر فأصبحت بالصيغة الأتية :-

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \text{.....} \quad (٤)$$

ولإعداد الطبقات (Q , Ia , S) تم إدخال المعادلات في برنامج (ArcMap 10.7.1) من خلال استخدام الحاسبة الخلوية (Raster Calculator) ضمن وظائف طبقات المحلل المكاني (Spatial Analyst) ، وتم أخيراً احتساب حجم الجريان السطحي من خلال المعادلة الأتية :-

$$QV = (Q * A/1000) \quad \text{.....} \quad (٥)$$

QV:حجم الجريان السطحي.

Q : عمق الجريان السطحي.

A : مساحة حوض التصريف.

١٠٠٠: معامل التحويل.

٣-٢-١: استخلاص منحنى (CN)

يقصد بالـ (CN) هو رقم يستعمل لتمييز خصائص المطر لنوع معين من الترب وغطاء الأرض وكذلك استعمالات الارض، وتتراوح قيمته ما بين (الصفر – ١٠٠) فكلما اقتربت القيم من الصفر دل ذلك على النفاذية العالية، في حين إذا اقتربت القيم من العدد (١٠٠) دل على قلة نفاذية الاسطح (٣٠). وفيما يلي توضيح للمتطلبات التي تم دراستها وتحليلها للحصول على قيم الـ (CN) :-

٣-٢-٢ :- وصف الغطاء الأرضي

يقصد به توضيح اصناف الغطاء الأرضي المنتشرة في حوض وادي العلية ، والتي تم اشـــتقاقها من المرئية الفضـــائية للقمر (Landsat 8 Oli) بتاريخ (٢٠٢٢/٣/٩) وبدقة تميزية (٣٠) م، وتحليلها اعتماداً على التصـــنيف الموجة (Supervised Classification) وهو عملية تصنيف خلايا الصور الرقمية الى فئات تكون متجانسة طيفياً توضح عناصر وظواهر السطح ومجالات استخدامها في المنطقة (٣١). فضلاً عن ما تم مشاهدته اثناء الزيارات الميدانية المتكررة للحوض.

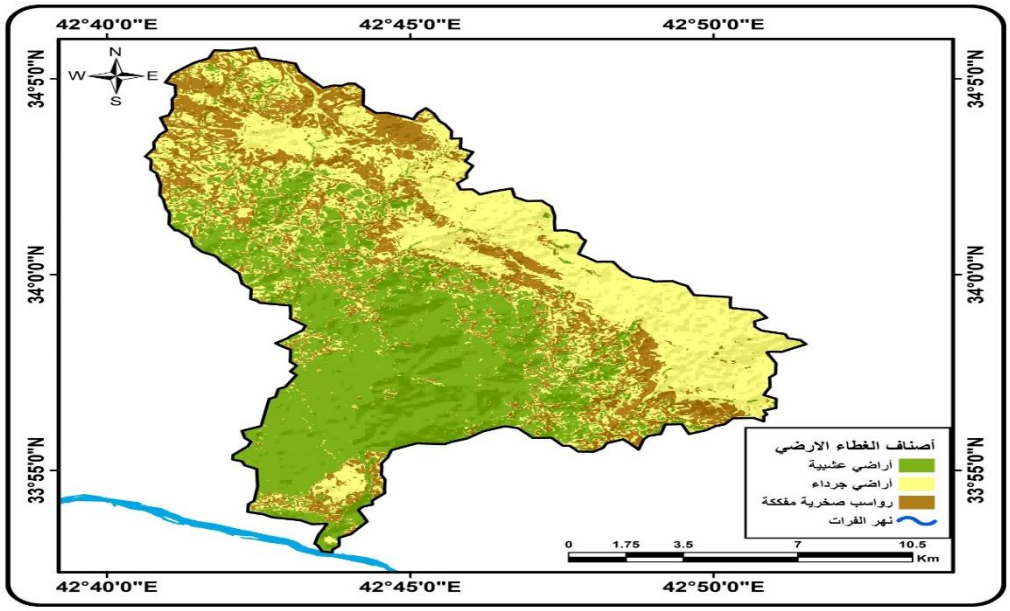
تم تصنيف الغطاء الارضي في منطقة الدراسة الى خمسة اصناف:

أ- **اراضـــي جرداء :** يتمثل هذا الصـــنف بالأراضـــي التي تكون خالية من الغطاء النباتي والتي يتركز تواجدها في في الاجزاء الشـرقية، وتبلغ مسـاحة هذا الصـنف **(69)** كم^{٢} وبنســبة (٣٧.٧٪%) من مســاحة الحوض الكلية. وكما موضـــح في الخريطة (٢) والجدول (١)، إذ تســاهم الاراضـــي الجرداء بشـــكل كبير في زيادة ســـرعة الجريان الســطحي كونها خالية من الغطاء النباتي الذي يعرقل ويقلل من سـرعة الجريان اثناء فترة هطول الامطار.

ب- أراضـي رعوية: يتمثل هذا الصـنف بالأراضـي التي تكون مغطاة بالنبات الطبيعي المتمثل بالأعشـاب الموسـمية القصـيرة ومجموعة من النباتات ألاخرى التي تنمو في المناطق الهضـبية وفي بطون الوديان، والتي تزداد كثافتها في فصـلي الشـتاء والربيع وتنخفض في فصلي الصيف والخريف، وتنتشر هذه الأراضي في معظم اجزاء حوض العلية ، اذ تبلغ مساحتها (٧٤) كم^{٢} وبنسبة (٤٠.٧٪) من المساحة الكلية للحوض، وهو بذلك يكون أكبر أصناف الغطاء الارضي في الحوض من حيث المساحة.

ج-رواسب صخرية مفككة: تبرز هذه المنطقة بشكل واسع في الجزء الشمالي الشرقي من المنطقة اي في المنابع العليا ، ويكون انتشـــارها بشـــكل طبقات خفيفة في معظم اجزاء حوض العلية ، اذ بلغت مسـاحته (٤٠كم٢) وبنسـبة (٢١.٦ **%**) من المسـاحة الكلية للحوض، نشـأت هذه الرواسـب بفعل عمليات الترسـيب والانجراف التي تعرض لها الحوض.

خريطة (٢)استعمالات الأرض في حوض وادي العلية



المصـدر/ بالاعتماد على المرئية الفضـائية (Land sat 8 Oli) بتاريخ (٢٠٢٢/٣/٩)، وباسـتخدام برنامج (ArcMap 10.7.1)

جدول (١) أصناف الاستعمالات الأرضية لحوض وادي العلية

نوع	كم٢	النسبة %
أراضي عشبية	74	٪٤٠.٧
مناطق صخرية مغطاة برواسب خشنة	40	٪٢١.٦
أراضي جرداء	69	٪٣٧.٧
المجموع	183	٪١٠٠

المصدر/ بالاعتماد على خريطة (١٤).

٣-٢-٣: الترب الهيدرولوجية

وهي عبارة عن تصـــنيفات قامت بتحديدها خدمات حفظ التربة الامريكية (SCS)، والتي تكون على شـــكل اربع مجاميع للترب (A-B-C-D)، ويطلق عليها تســـمية المجموعات الهيدرولوجية للتربة، ولكل نوع منها صـفاتها الخاصـة وفقاً لمعدل سـرعة انتقال المياه، وتسـرب الماء الى داخلها بحسـب درجة نفاذية التربة(٣٢). اذ تمثل (A-D) حالتين متطرفتين، الصـنف (A) يكون فيه الجريان منخفض، والصـنف (D) يكون فيه الجريان عالي جداً، والصـنفين (B-C) يكون فيها الجريان متوسـط. الجدول (٢) يوضح ذلك.

جدول (٢) أصناف الترب الهيدرولوجية بحسب طريقة (SCS)

الصنف	عمق السيح	صفات التربة
A	قليل	طبقة رملية عميقة مع قليل من الطين والغرين (رملية – رملية مزيجيه أو مزيجيه رملية)
B	متوسط	طبقة رملية أقل عمقاً من A بمعدل ارتشاح متوسط بعد الترطيب (مزيجيه غرينيه أو مزيجيه)
C	فوق الوسط	طبقة طينية محددة العمق بمعدل ارتشاح دون الوسط قبل تشبع التربة (مزيجيه طينية رملية)
D	عالي	طبقة طينية ذات نسبة انتفاخ عالية مع وجود طبقة ضحلة من ترب ناعمة في السطح (مزيجيه طينية – مزيجيه طينية غرينيه – طينية رملية – طينية غرينيه – طينية)

Soil Conservation Service.Urban Hydrology for Small Watershed. Technical releases 55,2nd, U.S.Dept of Agriculture, Washington D.C.(1986).

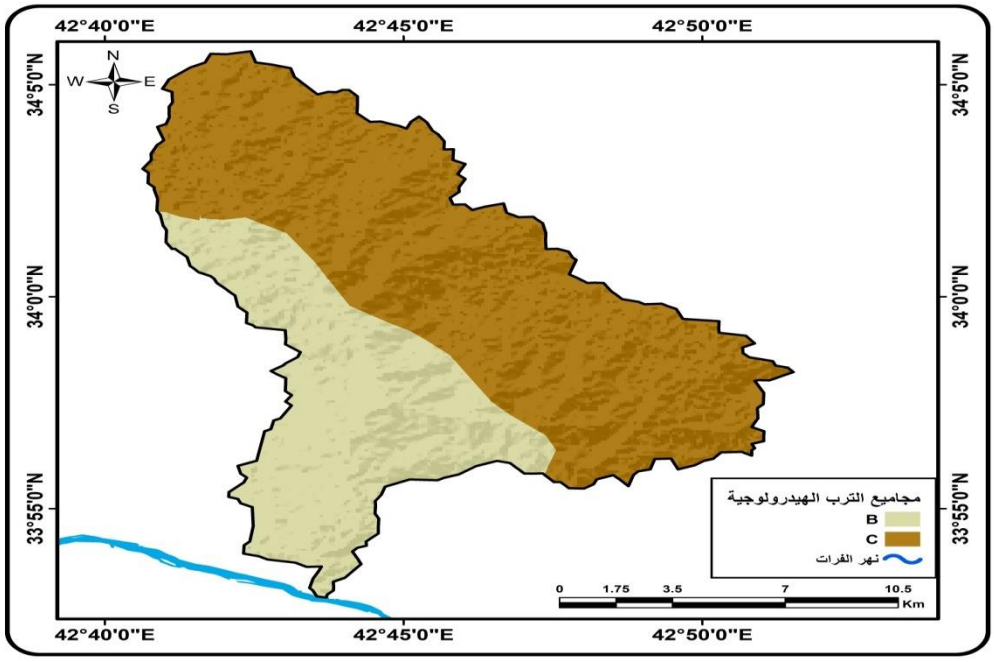
١- المجموعة الهيدرولوجية (C):

تعتبر هذه المجموعة من الترب الاكثر انتشـــاراً في حوض وادي العلية، التي وتتكون هذه الترب من طبقة صـخرية مغطاة بطبقة التربة ولونها داكن يميل من البني الشاحب الى البني الغامق، وتتصف بقلة نفاذيتها اي عندما تكون رطبة تسمح بجريان المياه اثناء التســاقط وتنخفض فيها معدلات التســرب وتظهر بشــكل كبير في الجزء الاوســط من حوض العلية اذ تشــغل مســاحات واســعة بلغت (١١٩كم^{٢}) وبنســبة (٦٥.١%) من المساحة الكلية للحوض (٣٣). كما هو موضح في جدول (٣) وخريطة (٣)

٢ – **المجموعة الهيدرولوجية (B):**

تتميز ترب هذا الصنف بنسيجها خشن غالباً ما تكون ضحلة العمق وهي اقل عمقاً من الصنف (A)، اذ انها خليط من الحصى والرمل والفتات الصخري تلتصق مع بعضها بمواد لاحمة تتألف من السلت وتضم مواد جبسية ايضا يمتد هذا الصنف من شمال حوض العلية الى اجزائه الجنوبية، وتبلغ مساحة هذا الصنف (**64**)كم^{٢} وبنسبة (٣٤.٩٪)من المساحة الكلية للحوض (٣٤).

خريطة (٣)اصناف الترب الهيدرولوجية في حوض العلية



المصدر بالاعتماد على المرئية الفضائية (Land sat 8 Oli) بتاريخ (٢٠٢٢/٣/٩)، وباستخدام برنامج (ArcMap 10.7.1)

جدول (٣)أصناف الترب الهيدرولوجية لحوض وادي العلية

نوع	كم٢	النسبة
C	119	٦٥.١٪
B	64	٣٤.٩٪
المجموع	183	١٠٠٪

المصدر/ بالاعتماد على خريطة (15).

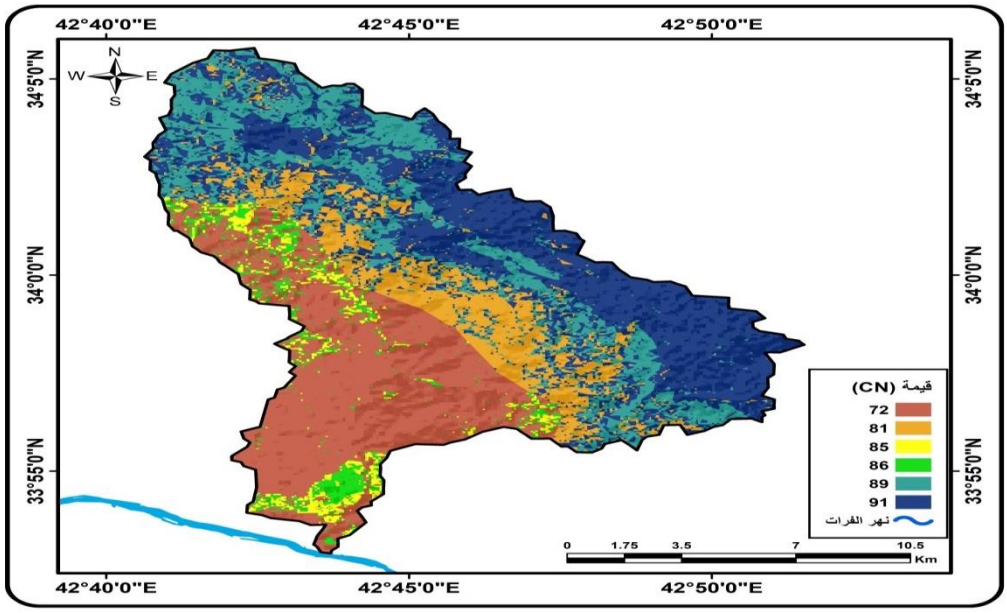
٣-٣: استخراج قيمة الـ(CN) :

هي قيمة رقمية تتراوح بين (٠-١٠٠) وذلك تبعاً لنوع التربة وامكانية احتفاظها بالماء ونوع الغطاء الارضي في منطقة الدراسة، فضلاً عن خصائص مياه الامطار، وتعبر هذه القيمة عن الاستجابة المائية لمكونات الحوض بين النفاذية العالية والمنخفضة، اي كلما اتجهت القيم نحو(١٠٠) فأن اسطح الحوض يكون قليلة النفاذية مما تساعد على ارتفاع حجم الجريان المائي السطحي بينما إذا اتجهت القيم نحو الصفر فأن اسطح الحوض يكون عالية النفاذية للمياه، مما يقلل فرص الجريان المائي السطحي بدوره تسمح بتسرب المياه الى باطن الارض (٣٥) .

تم الحصول على قيم (CN) من خلال عملية دمج طبقتي غطاءات الأرض والمجموعات الهيدرولوجية للتربة المنتشرة في الحوض وايضا عن طريق الجداول التي اعدتها ادارة صيانة التربة الامريكية (SCS). الموضحة في الجدول (28)، وتم من خلال هذا الجدول تحديد قيم الـ (CN) الخاصة بمنطقة الدراسة كما موضح في الجدول (٤)،والخريطة (٤)

واتضح ان اغلب القيم هي اكثر من (٧٢) اذ تراوحت القيم بين (٧٢- ٩١) كما موضح في خريطة () وجدول ()، وبما ان قيم (CN) مرتفعة فأنها تدل على ان التربة ذات نفاذية قليلة

خريطة (٤)قيم (CN) لحوض وادي العلية



المصدر: بالاعتماد على المرئية الفضائية (Land sat 8 Oli) بتاريخ (٢٠٢٢/٣/٩)، وباستخدام برنامج (ArcMap 10.7.1)

جدول (٤)قيم (CN) لحوض وادي العلية

CN	المساحة كم٢
72	52
81	24
85	٦
86	7
89	33
91	61
المجموع	١٨٣

المصدر: اعتمادا على خريطة (١٦)

٣-٣-١: حســـاب معامل الإمكانية القصـــوى للاحتفاظ بالماء بعد بدء الجريان السطحي (S)

يعبر المعامل (S) (Potential Maximum Retention After Runoff) عن الامكانية القصـوى للاحتفاظ بالماء في التربة، أو هي حبس الماء في التربة ويصـف حالة التربة المشـــبعة بالماء تماماً بعد بدء عملية الجريان الســـطحي، حيث تختلف سمك طبقة التربة المشبعة بالماء تبعاً لنوع التربة ومدى قدرتها على امتصاص كميات أكبر من الماء اثناء فترة هطول المطر، هذا ويمكن التأكيد على أنَّ هذا المعامل له علاقة مباشـــرة بنوع التربة ونوع الاســـتخدام الأرضـــي وهو ما ينعكس من خلال قيم (CN) (٣٦).

ويتم استخراج قيمة (S) بالمعادلة الرياضية التالية (٣٧). :

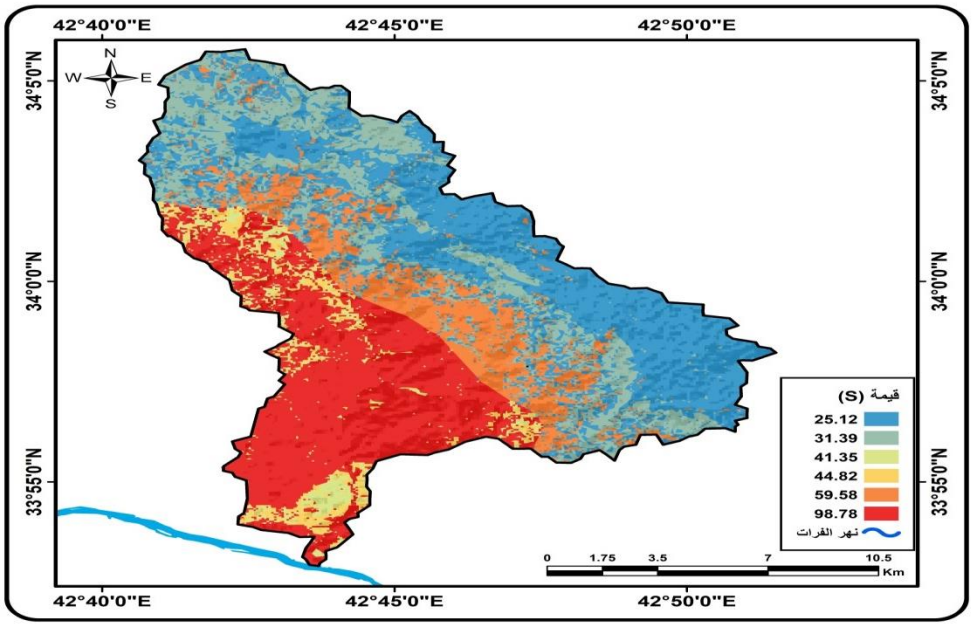
$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

وهنا البيانات تظهر بالبوصـــة ولتوافق المعادلة مع القياســـات المترية تم اســـتعمال المعادلة الاتية:-

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

وبتطبيق هذه المعادلة في برنامج نظم المعلومات الجغرافية (ArcMap10.7.1) تمكنا من الحصول على مساحات ونسب كل قيمة من تلك القيم. وكما موضح في الجدول (٥) والخريطة (٥)، فكلما زادت قيم (S) عن الوسيط دل ذلك على ارتفاع إمكانية التربة في حفظ الماء وبالتالي يؤدي الى انخفاض كمية الجريان السطحي، في حين ان القيم الاقل من الوسيط تدل على انخفاض قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء مما ينعكس على توفير كمية كبيرة من المياه الجارية على السطح (مياه الجريان السطحي) (٣٨).

خريطة (٥) توزيع معامل قيم (S)



المصدر: بالاعتماد على المرئية الفضائية (Land sat 8 Oli) بتاريخ (٢٠٢٢/٣/٩)، وباستخدام برنامج (ArcMap 10.7.1)

جدول (٥) قيم (S) لحوض وادي العلية

قيمة (s)	المساحة كم٢
25.12	52
31.39	24
41.35	٦
44.82	7
59.58	33
98.78	61
المجموع	١٨٣

المصدر / بالاعتماد على معادلة (S) ومخرجات برنامج (ArcMap10.4.1).

ومن خلال ملاحظ الجدول تبين ان قيم المعامل (S) في حوض وادي العلية معظمها تقع ضمن القيم المنخفضة، مما يدل على سرعة الاستجابة للجريان السطحي في المنطقة، اذ تراوحت ما بين (٢٥.١٢-٩٨.٧٨) وتبين كذلك ان هناك علاقة وثيقة وواضحة ما بين المتغيرين الـ (CN) والـ (S) في الحوض، فالمناطق التي ظهرت فيها أعلى قيم للمعامل (S) والتي تزداد فيها قابلية الترب على الاحتفاظ بالماء هي نفس المناطق التي ظهرت فيها اقل قيم للـ (CN) والتي تدل على زيادة نفاذيتها، وفي ذلك اشارة واضحة على العلاقة بينهما.

٣-٣-٢: حساب معامل الاستخلاص الأولي للحوض (LA)

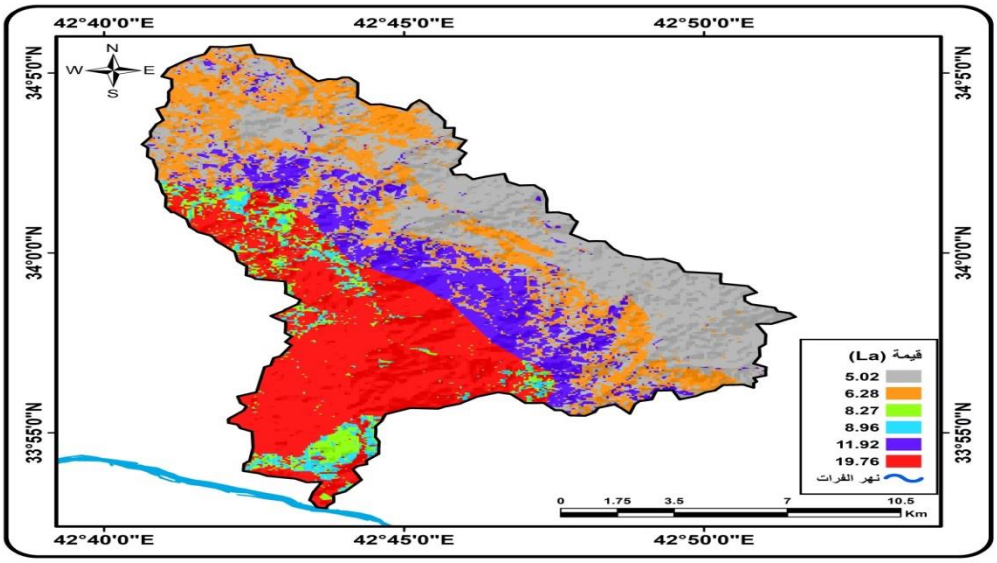
ان لهذا المعامل دوراً كبيرا ومهماً في عملية تقدير كمية الجريان المائي، إذ تبين نتائج معامل الاستخلاص الاولي (LA) Initial abstraction كمية مياه المطر المفقودة قبل بداية عملية الجريان السطحي عن طريق عملية التبخر والتسرب وبعض

عمليات الإعاقة من النباتات والاعشاب، والمياه التي تتجمع في المنخفضات السطحية ويستخرج (٣٩).

$$LA = 0.2S$$

تمكنا من الحصـــول على خريطة raster تحدد المناطق ذات القيم المتشـــابهة للمعامل مع مسـاحات ونسـب كل قيمة من تلك القيم. وكما موضـح في الجدول (٦) والخريطة (٦)، بلغت قيمة الوسيط لمعامل الـ (LA) (٨.٠)ملم، وتشير القيم المنخفضة التي تقترب من الصفر على انخفاض كمية المفقود من مياه الامطار قبل بدء الجريان السـطحي، في حين تشـير القيم المرتفعة على ارتفاع في كمية المفقود من مياه المطر وبالتالي انخفاض كمية المياه السـطحية، ويصـبح معدل الاسـتخلاص الاولي مسـاوياً لمعدل المياه السطحية الجاري

خريطة (٦)توزيع قيم (La) لحوض وادي العلية



المصـدر: بالاعتماد على المرئية الفضـائية (Land sat 8 Oli) وباسـتخدام برنامج (ArcMap 10.7.1)

جدول (٦)توزيع قيم (La) لحوض وادي العلية

قيمة (La)	المساحة كم٢
5.02	52
6.28	24
8.27	٦
8.96	7
11.92	33
19.76	61
المجموع	١٨٣

المصدر / بالاعتماد على معادلات (LA، S)، ومخرجات برنامج (ArcMap 10.7.1)

ومن خلال ملاحظة الجدول أعلاه تبين ان قيم المعامل (LA) في حوض وادي العلية معظمها منخفضـــة ، إذ تراوحت هذه القيم ما بين (٥.٠٢)ملم لأقل فاقد اولي لمياه المطر الذي يظهر في المناطق السكنية وفي الطرق، و(١٩.٧٦)ملم لأعلى فاقد اولي لمياه. وبصورة عامة ان هذه القيم تشير إلى إمكانية توليد جريان سطحي مائي في معظم اجزاء حوض العلية .

٣-٣-٣: تقدير عمق الجريان السطحي السنوي (Q)

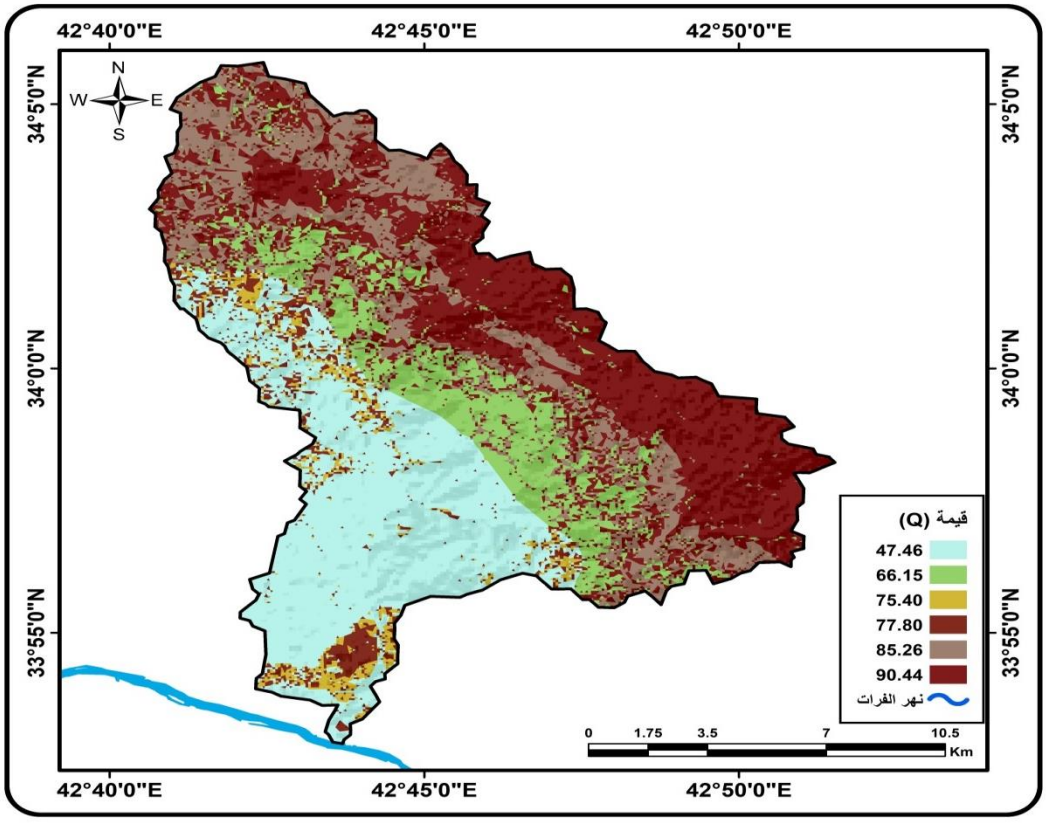
يعبر عمق الجريان السطحي عن مقدار المياه الجارية على السطح خلال مدة هطول الأمطار عليه، ويتم ذلك من خلال التحليل الرقمي للمعطيات الطبيعية للحوض ونتائج قياس قيم (LA,S,CN) وبحساب المتوسط السنوي لكل خلية وبالاعتماد على بيانات

الأمطار السنوية لمحطتين الاولى حديثة البالغة (١٢٢.٢)ملم ومحطة الرمادي البالغة (١٠٩.٧) ملم وبمعدل المحطتين البالغ (١١٥.٩٥) ملم ، تم حساب عمق الجريان السطحي في الحوض باستعمال الحاسبة الخلوية (Raster Calculater)، ضمن وظائف المحلل المكاني Spatial Analyst، في برنامج (ArcMap 10.7.1) ومن ثم حساب عمق الجريان السطحي لكل خلية في الحوض وفق المعادلة التالية (٤٠).

$$Q = \frac{(P - Ia)^2}{(P - Ia) + s}$$

وبعد تطبيق هذه المعادلة تمكنا من الحصول قيم ممثلة على خريطة خاصة بعمق الجريان السطحي السنوي للحوض. وكما موضح في الجدول (٧) والخريطة (٧) ومن خلال ملاحظة الجدول أعلاه تبين أنَ أعماق الجريان السطحي السنوي تراوحت ما بين (**47.46 – 90.44**) ملم، كما هو موضح في جدول (٣١) مما يشير الى إمكانية توليد جريان سطحي في الحوض وهذا يتوافق مع قيم (CN) و(S) و (La) لحوض وادي العلية .

خريطة (٧) توزيع قيم (Q) لحوض العلية



المصدر: بالاعتماد على المرئية الفضائية (Land sat 8 Oli) ، وباستخدام برنامج (ArcMap 10.4.1)

جدول (٧)توزيع قيم (Q) لحوض العلية

قيمة (Q)	المساحة كم٢
47.46	52
66.15	24
75.40	٦
77.80	7
85.26	33
90.44	61
المجموع	٤٤٢.٥١	١٨٣

المصدر: اعتماداً على معادلة Q ومخرجات برنامج (ArcMap10.4.1).

٣-٤: تقدير حجم الجريان السطحي للحوض (QV)

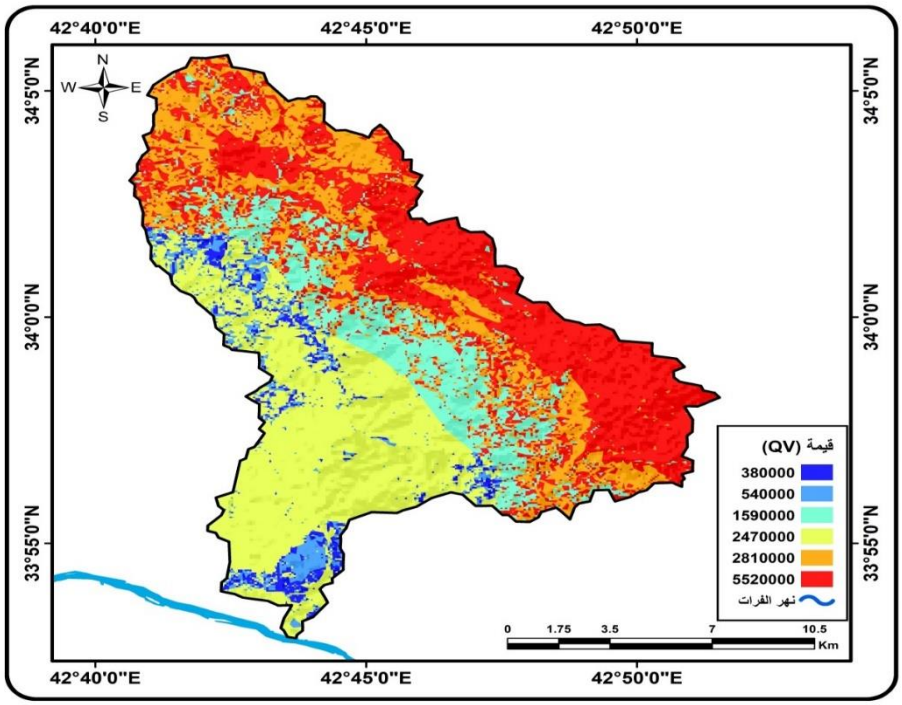
يعد تقدير حجم الجريان المائي السطحي Runoff Volume (QV) احد المسائل المهمة عند القيام بأية دراسة هيدرولوجية، لا سيما في الدراسات التي تتعلق بحصاد المياه وتحديد مواقع السدود، وخاصةً في المناطق التي تكون ذات قليلة الامطار وذات مناخ جاف كما هو الحال في حوض العلية ، اذ يساعد هذا التقدير على معرفة اكثر الاماكن التي تكون عرضة لمياه السيول داخل الاحواض المائية ، تم تقدير حجم الجريان السطحي السنوي (QV) في الدراسة الحالية لحوض وادي العلية اعتماداً على حساب عمق الجريان السطحي (Q) من خلال استخدام المعادلة التالية في حساب حجم الجريان السطحي (٤١).:

$$\boldsymbol{QV = (Q * A/1000)}$$

وبعد تطبيق هذه المعادلة تمكنا من الحصول قيم الـــQV وعلى خريطة خاصة بحجم الجريان السطحي السنوي للحوض. كما موضح في الجدول (٨) والخريطة (٨)

وبالنظر الى الجدول يتبين ان مجموع حجم الجريان السطحي السنوي لحوض وادي العلية بلغ (١٣٣١٠٠٠٠) م^{٣}، وتراوحت قيم حجم الجريان السنوي ما بين **(380000)** م^{٣} الأقل تقدير، وبين **(5520000)** م^{٣} الاعلى تقدير والذي يظهر في معظم اجزاء حوض العلية بمساحة قدرها (٦١) كم (٤٠)

خريطة (٨)تقديرات حجم الجريان السنوي (QV)



المصدر : اعتماداً على مخرجات برنامج (ArcMap10.4.1) .

جدول (٨)تقديرات حجم الجريان السنوي (QV)

قيمة (QV)		المساحة كم٢
2470000		52
1590000		24
380000		٦
540000		7
2810000		33
5520000		61
المجموع	١٣٣١٠٠٠٠	١٨٣

المصدر: اعتماداً على معادلة (QV) بطريقة (SCS) ومخرجات برنامج (ArcMap10.4.1).

بناء نموذج لحصاد المياه :

هي عمل محاكاة للواقع عن طريق بناء نموذج له والذي يكون عبارة عن مجموعة من الخطوات بنظم المعلومات الجغرافية التي تمكننا من التنبؤ بالنتائج المستقبلية الناتجة عن العمليات الهيدرولوجية ، اذ توضح هذه النماذج خصائص ومواصفات الحوض المائي في منطقة الدراسة ونحن بدورنا نقوم باختيار افضل موقع حاصل على اعلى تقييم والذي يحقق جميع المعايير المطلوبة ، ويتم ذلك من خلال اعتمادنا على خصائص التربة (النفاذية) والخصائص الهيدرولوجية(حجم الجريان السطحي) واصناف الغطاء الارضي ، وبالتالي تحديد المعايير والشروط التي تنطبق على كل طريقة من طرائق الحصاد المائي اذ بني نموذج الملائمة لمحددات الحوض بناء على اعادة تصنيفها من الحد الادنى الى الحد الاعلى من خلال ادوات المعالجة المكانية(**Spatial Analyst Tools**) ضمن بيئة برنامج (**Arc map**)من خلال الاداة (**Reclassify**) وبحجم خلية (بكسل) (١٥*١٥متر) للحصول على نتائج دقيقة (٤٢).

مراحل اختيار المواقع المناسبة لحصاد المياه في الحوض وادي العلية :

ان اختيار الموقع المناسب للحصاد المائي من الامور التي تتطلب عدة مراحل وهي :

أ – **المرحلة الاولى :** هي مرحلة تحديد ارتفاع المنطقة التي يتم فيها حجز المياه ، من خلال الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (**DEM**) وتحديد الاراضي التي تتصف بالانحدار البسيط وفقا لخطوط الكنتور وهي تعد لامن اهم المراحل عند انشاء السد داخل الاحواض المائية .

ب – **المرحلة الثانية** :وهي المرحلة التي تكون فيها عملية الحصاد المائي متطابقة لخريطة المراتب المائية مع خطوط الكنتور لمعرفة اتجاه انحدار المجاري المائية .

ت – **المرحلة الثالثة :** تحديد المناطق التي يمكن للمتغيرات البشـرية الافادة منها في الانتاج الزراعي (النباتي والحيواني).

ث–**المرحلة الرابعة :** تقدير حجم الجريان السطحي عند الموقع الملائم للسد لغرض تحديد الحجم المناسـب للخزان لان اثناء فترة التسـاقط المطري تحدث عملية فصـل حبيبات التربة ومحاولة نقلها بفعل الطاقة التي يمتلكها الجريان المائي السـطحي من جهة وعندما تتناقص سـرعة الجريان المائي الحامل لها عند دخول الخزانات ونقل الطاقة الكامنة حمل ونقل الرسوبيات التي يؤدي ترسيبها الى العديد من الاثار السلبية لذا لا بد من تقدي حجم الجريان السطحي لتلافي المشكلة في مرحلة التصميم.

ثامناً : الموقع المنتخب لانشاء سد او خزان لحصاد المياه :

تعد عملية انشاء السدود والحواجز ذات التكلفة المتوسطة على مجاري الاودية المائية من اهم المراحل التي تسـاهم في تطوير مصـادر المياه مقارنة بالسـدود ذات التكلفة المرتفعة بسـبب كون هذه الاودية تكون ذات كلفة تخزينية متوسـطة مع الاخذ بانها قليلة التكلفة حيث تمثل مرحلة انجازها في فترة قياسية مقارنة بالسدود الكبيرة، فضـلا عن سـهولة الحصـاد المائي من خلال الاسـتفادة منها في فترة انعدام الامطار في مرحلة المواسـم التي تلي سـقوط الامطار كون منطقة الدراسـة بحاجة لهكذا مشـاريع تسهم في تطوير مناطق الاقاليم الجافة .

وكما هو موضـح في خريطة (١٤) تم اقتراح موقعين لانشـاء السد المقترح في حوض وادي العلية .

١– يقع الخزان الاول على خط طول ("٠45'42º) شـمالا ودائرة عرض ("٠0'0º٣٤) شرقا .

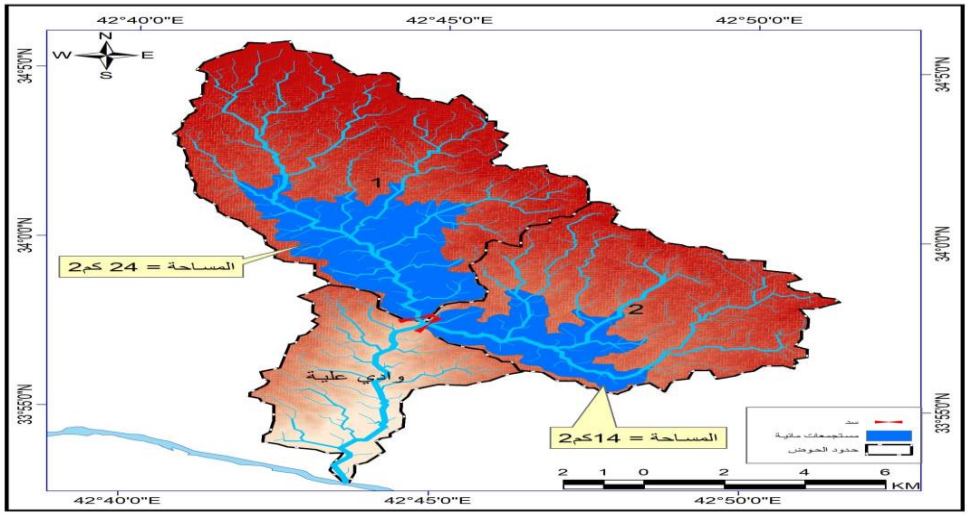
٢– اما الخزان الثاني على خط طول ("٠50'42º) شمالا ودائرة عرض ("٠0'٣٤º) شرقا

تم اختيار هذه المواقع الافتراضية لانشاء خزانات المياه كونها اكثر المواقع ملائمة من جانب طبيعة الانحدار السطحي وتقارب الخطوط الكنتورية ومن جانب استقبال التساقط المطري في الحوض المائي

حيث يتحول هذان الخزانان بالنهاية الى بحيرة مائية اصطناعية من اجل الاستفادة منها لتنمية الاراضي الزراعية التي تحتاج الى مياه الري في اوقات الجفاف .

بلغ ارتفاع المنطقة المؤهلة لانشاء الخزان الاول (١٥٣م) عن مستوى سطح البحر ويمتد عامود يا بارتفاع (١٨م) ، في حين بلغ طول السد (١١٥٠م)، وبلغ حجم التخزين حوالي (١١٧٦٠٠٠٠٠٠م٣) كما هو موضح في جدول (٢٦) وشكل (٣٣). اما ارتفاع المنطقة المؤهلة الثانية لانشاء الخزان الثاني بلغ (١٤١م) عن مستوى سطح البحر ويمتد عامود يا بارتفاع (١٤م) فين بلغ طول السد (١٢٠٠م) ، بينما بلغ حجم التخزين حوالي (٥٣٢٠٠٠٠٠٠م٣) كما هو ملاحظ في جدول (٢٦) وشكل (٣٤) .

خريطة (٩) مواقع الخزانات المقترحة على حوض وادي العلية



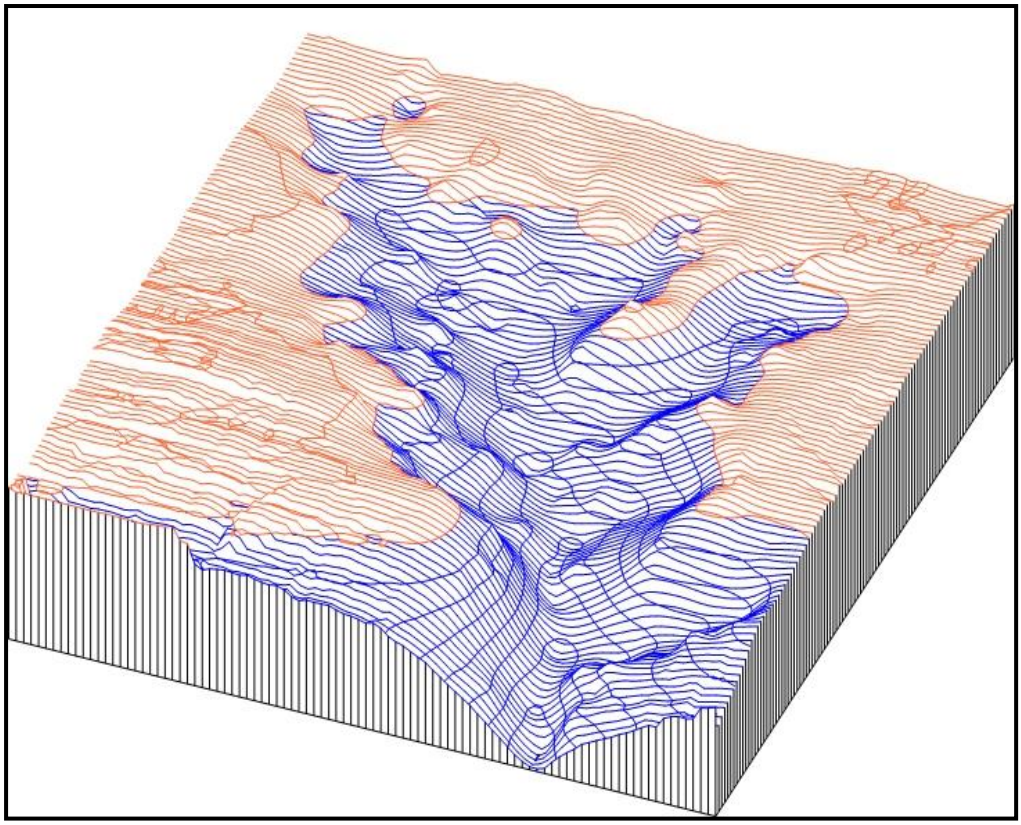
المصـــــدر : اعتمادا على برنامج (ArcMap10.8) والخريطة الكنتورية ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM)

جدول (٩) الخصـــائص التصـــميمية للخزانات المقترحة على حوض وادي العلية

ت			المساحة كم٢	اعلى ارتفاع متر	اقل ارتفاع متر	معدل الارتفاع متر	الطاقة الاستيعابية للمستجمع / م٣	طول السد متر	ارتفاع السد متر
	خط الطول	خط العرض							
1	٤٢°45'٠" شمالا	°0'0" ٣٤ شرقا	24	153	104	49	1176000000	١١٥٠٠	١٨
2	٤٢°50'٠" شمالا	٣°0'٠" ٤ شرقا	14	141	103	38	532000000	١٢٠٠٠	١٤

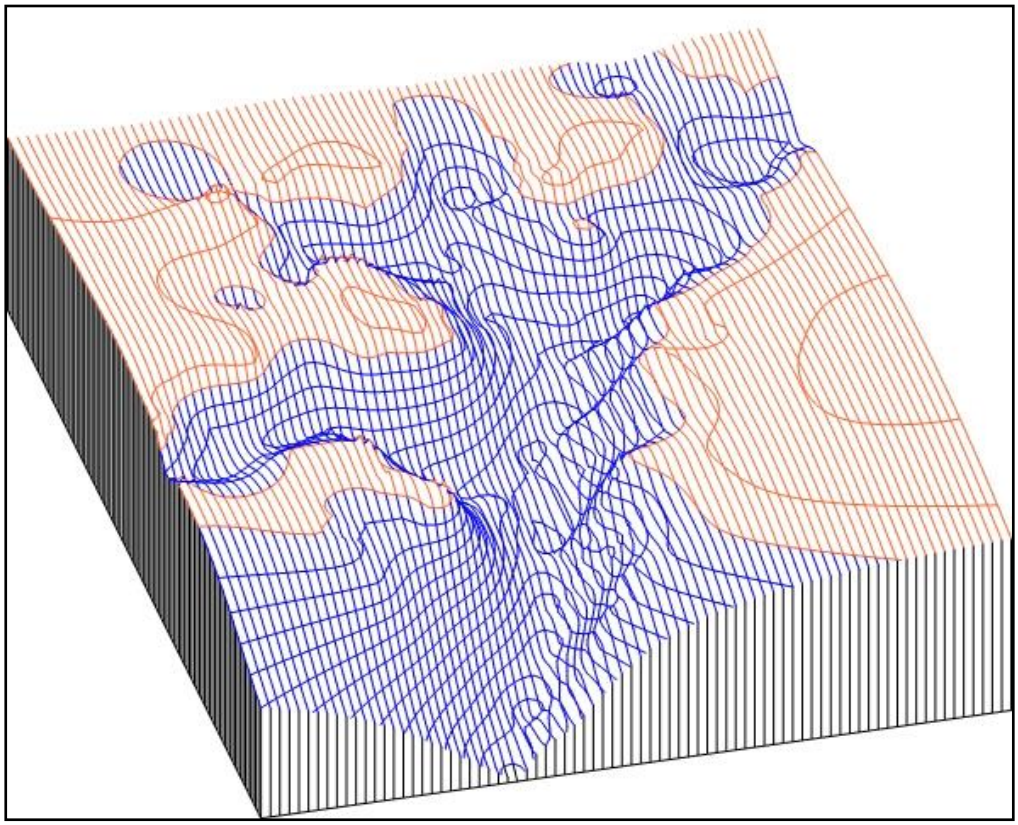
المصدر : اعتمادا على الخارطة رقم (٩)

شكل (١) مستجمع ثلاثي الابعاد (3D) للخزان الاول



المصدر : باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات برنامج (ArcMap)

شكل (٢) مستجمع ثلاثي الابعاد (3D) للخزان الثاني



المصدر : باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات برنامج (ArcMap)

الاستنتاجات :

- ان قلة مصادر المياه في منطقة الدراسة واعتمادها بشكل رئيسي على مياه الامطار في تغذية المياه السطحية يجعل من تقنية حصاد المياه الحل الامثل للتعويض عن النقص الحاصل في المصادر المائية
- تشكل الخصائص الجيولوجية لمنطقة الدراسة دورا كبيرا في هدر اوضياع القسم الاكبر من مياه الامطار والاودية من حيث الاستفادة من شدة التضرس والانحدار في اغلب جهات الحوض وانتشار الشقوق والصدوع ساهم في ضياع نسبة كبيرة من الهطول المطري في منطقة حوض الدراسة وخاصة في ظل انعدام تقانة الحصاد المائي في منطقة الدراسة
- يبين اثر المظاهر الطبيعية والبشرية في منطقة الدراسة في حوض وادي العلية كيفية اعطاء صورة واضحة عن اكثر الاماكن المناسبة لاجراء الحصاد المائي
- تعد السدود والخزانات من الوسائل الرئيسية المستخدمة في تقانات حصاد المياه في العراق

التوصيات :

- تشجيع الدراسات الهيدرولوجية والمناخية ذات العلاقة بالمياه
- الاعتماد على التقنيات العلمية الحديثة التي لها دور في تنظيم عمليات الري والحد من الهدر المائي
- تكثيف الدعم للفلاحين من اجل توسع العملية الانتاجية من خلال الاعتماد على المياه المحصودة وذلك لدعم الاقتصاد الوطني
- تكيف الدور الاعلامي من اجل وضع صورة واضحة عن تقانات الحصاد المائي واثرها على الجانب الاقتصادي والاجتماعي

هوامش البحث مصادره :

١- التاقلم مع شـــح المياه ودور الزراعة في الاردن ، تقرير منظمة الاغذية والزراعة للامم المتحدة (FAO)، روما ،٢٠١٦،ص٨.

٢- اســحق صــالح العكام ، الامكانات المتاحة في اودية الهضــبة الغربية (حصــاد المياه)،مجلة كلية التربية للبنات ،مجلد ٢٤،الاصدار١،٢٠١٣،ص٩٨.

٣- امل شــوكت جاســم ،حصــاد المياه، تقريرعن وزارة الموارد المائية،الهيئة العامة للمياه الجوفية (غير منشور)،٢٠١٤،ص١.

٤- المنظمة العربية للتنمية الزراعية والدراســات القطرية ،حول تقرير اســتخدام تقانات حصــاد المياه، الاردن ،٢٠٠٢،ص١٦.

٥- اسحق صالح العكام واحمد هاشم السلطاني، مصدر سابق ، ص٨٩.

٦- براند لانكاســتر ،حصــاد مياه الامطار للاراضــي الجافة واكثر ، ترجمة لميس فؤاد يحيى ، الاهلية للنشر والتوزيع – عمان ،المجلد١،2011،ص١.

٧- ثعبان كاظم خضــير ، هندســة الســيطرة على مياه الفيضــان، دار الشــروق للنشــر والتوزيع،ط١، ١٩٩٨م،ص٨٤-٨٥.

٨- حســن ابو ســمور،حامد الخطيب،جغرافية الموارد المائية ،دار صــفاء للنشــر والتوزيع- عمان،ط١، ١٩٩٩م،ص١٤٠-١٤٣.

٩- حســـن رمضـــان ســـلامة ،جغرافية الارض الجافة ،عمان،دار المســـيرة للنشـــر والتوزيع،ط١، ٢٠١١م،ص١٠٢.

١٠- حمدينة عبد القادر العوضــي، الاســتشــعار عن بعد وتحليل الصــور الرقمية، دار المعرفة الجامعية، سنة ٢٠١٨، ص٢٠٠.

١١- حسين كريم حمد الساعدي وامال هادي كاظم الجابري، النمذجة المكانية للحصاد المائي في حوض وادي عرعر غرب العراق باســتعمال تقنيات RS&GIS، مجلة ابحاث البصــرة للعلوم الإنسانية، المجلد (٤٣)، العدد ٣(ب)، سنة ٢٠١٨، ص٣١٨-٣١٩.

١٢- دلي خلف حميد، التحليل المكاني لتقدير حجم الجريان السطحي باستخدام (SN-SCS) لحوض وادي المر الجنوبي – شمال العراق، مجلة تكريت للعلوم الصرفة، المجلد(٢١)، العدد (٥)، السنة ٢٠١٦، ص١١٦.

١٣- دعاء زكريا ،تنمية الموارد المائية في الوطن العربي تحديات مستقبلية ،الدار الثقافية للنشر والتوزيع- القاهرة،ط١ ، ٢٠٠٩،ص١٠١.

١٤- دلي حميد خلف وسبعاوي خميس كعود، تحليل الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي الحمدانية باستخدام طريقة (SCS-CN)، مجلة جامعة تكريت للعلوم الانسانية، المجلد (٢٥)، العدد(١١)، سنة ٢٠١٨، ص٣٧٥.

١٥- دلي خلف حميد، التحليل المكاني لتقدير حجم الجريان السطحي لحوض (وادي الفضا) في شمال شرق العراق باستخدام مصدر سابق، ص٣٠٨.

١٦- ذيب عويس ،وديتر برنيز،احمد حاجم،حصاد المياه تقانات تقليدية لتطوير البيئات الاكثر جفافا،المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا)، حلب سوريا ،٢٠٠٢م. (١)

١٧- رقية احمد محمد و لازم محمد محمود، حصاد المياه واليات استثماره في منطقة غرب دجلة بين الفتحة وتكريت باستخدام معطيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة اداب الفراهيدي جامعة تكريت، المجلد (١١)، العدد ٣، سنة ٢٠١٩، ص٢٣٤-٢٣٥.

١٨- سالم اللوزي ، تقرير استخدامات حصاد المياه في الدول العربية ، المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، ٢٠٠٨، ص٢٩.

١٩- سبعاوي خميس كعود ودلي حميد خلف، تحليل الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي الحمدانية باستخدام طريقة (SCS-CN)، مصدر سابق، ص٣٩٠.

٢٠- شهاب محسن عباس الاميري،العراق والاستراتيجية المائية،مطبعة ايلاف- بغداد، ٢٠١٣،ص٢٧.

٢١- صلاح عبدالله احمد،حصاد المياه والتغذية الجوفية في جمهورية السودان،المنظمة العربية للتنمية الزراعية ،سلطنة عمان،٢٠١٣،ص٥٠-٥١.

٢٢- صاحب الربيعي ، تنمية وادارة الموارد المائية غير التقليدية في الوطن العربي،الديوان للطباعة- بغداد،ط١، ٢٠٠٤،ص٦٣.

٢٣- صلاح عبدالله احمد،حصاد المياه والتغذية الجوفية ،مصدر سابق ،ص٥٤ .

٢٤- عاطف علي حامد الخرابشه ،عثمان محمد غنيم ،الحصاد المائي في الاقاليم الجافة وشبه الجافة في الوطن العربي ،دار صفاء للنشر والتوزيع – عمان ،ط١ ، ٢٠٠٩،ص٦٣-٦٤.

٢٥- علي احمد غانم ، المناخ التطبيقي،دار الميسرة للنشر –عمان،ط١،2010،ص١٩٩.

٢٦- عاطف علي حامد الحزابثة ،مصدر سابق .

٢٧- عويس ذيب واخرون،حصـــاد المياه،تقانات تقليدية اتطوير البيئات الاكثر جفافا، المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا) ،٢٠٠٢،ص٨-٩.

٢٨- عبد الخالق صـالح نعمة ، علاقة الغيض ، السـيح السـطحي في المسـتجمعات الصـغيرة لحصاد المياه، اطروحة دكتوراه- جامعة بغداد ،٢٠٠١،ص١٢٠.

٢٩- علي محســن كامل الشــريفي وزهراء مهدي عبد الرضــا، بناء نموذج الجريان الســطحي لحوض وادي مزعل بطريقة (SCS-CN)، مجلة القادســية للعلوم الانســانية، المجلد الواحد والعشرون، العدد (٤)، سنة ٢٠١٨، ص٣٦١.

٣٠- علي محســن كامل الشــريفي وزهراء مهدي عبد الرضــا، بناء نموذج الجريان الســطحي لحوض وادي مزعل بطريقة (scs_cn)، مصدر سابق، ص٣٦٢.

٣١- نوال كامل علوان، تقدير حجم الجريان الســطحي لحوض وادي دويريج، مصــدر ســابق ص٧٠.

٣٢- هاشم محمد صالح ، المياه الجوفية والابار ، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع . عمان ،ط١،2013،ص١٣٦-١٣٨.

المصادر باللغة الانكليزية :

1- International. Center for، Agricultural Research. in the Dry Areas (ICARDA)٢٠٠٣.

2- Water Quality Assessment , Aguide To Use of Bio ta , Sediment s and water Ln Environ mental.2003.

3- Monitoring , Capter ٨ , second Edition , Edition By Debora chapman u nesco ١٩٩٢., p ,١١.

4- Oweis, T., A. Y. Hachum and J. Kijne. (1999). Water Harvesting And Supplementary Irrigation For Improved Water Use Efficiency In Dry Areas. SWIM Paper7. Colombo, Sri Lanka.

5- Water Harvesting, Food And Agriculture Organization of the United Nations- Rome, 1991, P.76.

6- Gregory,K.J.,and Walling,D.E.,(1973), Drainage Basin Form and process,Ageomorphologieal Approach, EdwardArnold, London,p284.

7- Oweis, T. and Hachum, A. 2003. Farming where there,s no water.LEISA Magazine, June 2003, p. 26-28 (En), ICARDA, Aleppo, Syria.

8- Alberto Campisano, Water Research, Journal homepage Elsevier, 2017, P.196.

9- Ali , A. , A. Yazar. , A. Abdul Aal , T. Oweis. and P. Hayek (2010). Micro-catchment water harvesting potential of an arid environment. Agricultural Water Management.98 (1):96–104.

10- International. Center for، Agricultural Research. in the Dry Areas (ICARDA)٢٠٠٣.

11- FAO.1994, Water harvesting.

12- Moore, T &AL-Rehaili, Geologic Map of the Makkah Quadrangle, Sheet 21D, Ministre of Petroleum and Mineral Resources, Jidah,p21, m(1989) .

13- USDA, National, Nonpint Source Monitoring Program (NNPSMP), Surface Water Flow measurement for Water Quality Monitoring Projects, 2008. P1-3.