

العنوان:	تحليل معطيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تقدير الجريان السطحي لاختيار موقع حصاد المياه: حوض جم جمال - العراق حالة تطبيقية
المصدر:	مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
الناشر:	كلية الإمارات للعلوم التربوية
المؤلف الرئيسي:	القيسى، حاضر ظاهر
مؤلفين آخرين:	التميمي، بشير فرحان محمود، العاني، رقية أحمد محمد أمين(م. مشارك)
المجلد/العدد:	ع11
محكمة:	نعم
التاريخ الميلادي:	2016
الشهر:	سبتمبر
الصفحات:	125 - 149
رقم MD:	910715
نوع المحتوى:	بحوث ومقالات
اللغة:	Arabic
قواعد المعلومات:	HumanIndex
مواضيع:	نظم المعلومات الجغرافية، الاستشعار عن بعد، الجريان السطحي، الغطاء النباتي، الحصاد المائي، حوض جم جمال، العراق
رابط:	<a href="http://search.mandumah.com/Record/910715">http://search.mandumah.com/Record/910715</a>

## تحليل معطيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تقدير الجريان السطحي لاختيار موقع حصاد المياه (حوض جم جمال – العراق حالة تطبيقية)

الباحث  
بشير فرحان محمود التميمي  
كلية التربية للعلوم الانسانية  
جامعة تكريت  
صلاح الدين – العراق

الاستاذ المساعد الدكتورة  
رقية احمد محمد امين  
كلية الآداب  
الجامعة العراقية  
بغداد – العراق

الاستاذ الدكتور  
حاضر ظاهر القيسي  
كلية التربية للعلوم الانسانية  
جامعة تكريت  
صلاح الدين – العراق

### الخلاصة

تسهم تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد (Remote Sensing) في دراسة حصاد مياه الأمطار وطرق استغلالها في حوض جم جمال، واختيار افضل المواضع والطرائق لحصاد المياه ، وذلك بتحليل بيانات نموذج الأرتفاعات الرقمي التي تعد الاساس حاليا في الاشتقاقات الهيدرولوجية، فضلا عن كشف العلاقة بين الخصائص الجيومورفولوجية للحوض ونظام استخدام الأرض والغطاء النباتي والنظام الهيدرولوجي للحوض و من خلال قياسات ميدانية للأمطار مع قياس الأرتشاح والنفاذية وأخذ عينات للتربة ومعرفة كمية الأمطار الساقطة في الحوض ومن ثم حجم الإرساب والأشكال الناتجة عنه ، وتقدير حجم الإيراد المائي والإيراد الرسوبي والتحليل المورفومتري . من خلال ما تم التوصل اليه يمكن انتقاء موقع للمستجمع المائي المقترح مع البحيرة الافتراضية التي هيأت لتخزن المياه والاستفادة من هذه المياه في أيام الجفاف وغيرها من الأوقات , وجرى تخمين وتقدير كمية المياه التي يمكن جمعها في مختلف مناسيب الأرتفاع في مستوى البحيرة أذ بلغ الخزين المتوقع للبحيرة بحدود (221.38) مليون م<sup>3</sup> . فضلا عن ان طريقة (SCS – CN) والتي من خلالها تم تقدير حجم الجريان السنوي لأحواض مختارة من اجل الحصول على أدق المعلومات لأستخدامها في عملية حصاد المياه والتي من خلالها تم تحديد أعلى وادي للجريان السنوي وهو الحوض رقم (3) والذي بلغ جريانه السنوي (46.084.074) م<sup>3</sup> سنوياً تلاه الحوض رقم (2) وبحجم جريان سنوي بلغ (38.645.316) م<sup>3</sup> سنوياً ويمكن القول ان الدراسة جاءت بنتائج ايجابية في تحديد نوع وطرائق الحصاد المائي بالاعتماد على معطيات الاستشعار عن بعد وبناء قاعدة البيانات المكانية .

# Remote Sensing Data and Geographic Information Systems to Estimate the Runoff to Choose Site Catchment Analysis (Chamchamal– Iraq Basin as a Case Study)

**Prof.Dr.Hadhir AL-Qaisi**  
Education for Humanities  
University of Tikrit  
Salahaldeen - Iraq

**Ass.Prof.Dr.Ruqaya AL-Ani**  
College of Literature  
Al-Iraqia University  
Baghdad - Iraq

**Basheer Farhan Al-Timimi**  
College of Education for  
Humanities  
University of Tikrit  
Salahaldeen - Iraq

## ABSTRACT

The Remote Sensing Technology and GIS in the study of runoff and methods of use in the basin gm beauty, and choose the best places and methods for water harvesting, analyzing dem data which is now basically in the derivations hydrological, revealing the relationship between geomorphological basin characteristics and the system of land use, vegetation and the system of hydrological and during field measurements of rain and measurement of permeability and leaching and take samples of the soil and find out the amount of rainfall in the basin and then the size of deposition and shapes resulting from it, and estimate the size of the water revenue and revenue and analyzing sedimentary Morvomitri. What has been reached might choose a location for the proposed catchment area of the water with a virtual lake created to store water and to take advantage of this water in the days of drought and other times, and was a guess and estimate the amount of water that can be collected in various levels of elevation in the level of the lake reaching inventories are expected to Lake up ( 221.38) million m<sup>3</sup>. The way (SCS - CN) and which have been used estimate the size of annual runoff basins selected in order to obtain the most accurate information to be used in water harvesting process and which ones have been identified higher Valley of the annual flow of a basin No. (3) where the average annual runoff (46.084.074 ) m<sup>3</sup> annually and swimming (2) and the size of annual runoff reached (38.645.316) m<sup>3</sup> annually. It could be argued that the study tested positive results in determining the type and methods of water harvesting based on remote sensing data and build a spatial database.

## المقدمة: Introduction:

تركز هذه الدراسة على دراسة حصاد مياه الأمطار وطرق استغلالها باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد (Remote Sensing) في حوض جم جمال، واختيار أفضل المواضع والطرائق لحصاد المياه .

ومن الجدير بالذكر ان الجهد الأساسي في هذا البحث ينصب على حصاد مياه الأمطار والسيول بأساليب اقتصادية يمكن من خلالها الاستفادة من المياه في أول مدة هطولها ، من ثم الاستعمالات الأخرى ، فضلا عن المحافظة على الغطاء النباتي والتنوع الحيوي وحفظ أنواع النباتات في مواقعها الطبيعية وإعادة إعمار البيئات وتعزز من مقاومتها للتغيرات الطبيعية وترشيد الاستخدام للموارد الأرضية وتغذية مخزون المياه الجوفية. تعتبر تقنيات حصاد مياه الأمطار والسيول للأودية أحد الوسائل القديمة جداً والتي قام بها الإنسان في مناطق عدة لتعظيم الاستفادة منها بأكبر قدر ممكن، وأن التزايد المستمر للسكان والحاجة الملحة للمياه دفع الى الاهتمام بالأودية وجعلها مورداً طبيعياً يمكن تنميتها والإفادة منها في إمكانية حصاد مياه الأمطار المتساقطة وهي من الوسائل المثلى للحصول على المياه عندما لا تكون مصادر المياه الأخرى متوفرة .

## مشكلة البحث: Research Problem

- هل يمكن الاستفادة من المظاهر المورفومترية والهيدرولوجية وحسابها ليا مع إمكانية توظيفها في خدمة الجوانب التطبيقية ولاسيما في مجال تقنيات الحصاد المائي؟
- ماهي العوامل الطبيعية والبشرية المتوفرة لتحديد أفضل الطرائق لألية الحصاد المائي علما ان هناك محاولة فاشلة سابقة لبناء مستجمع مائي؟
- تحديد المواقع الملائمة لاختيار طرائق الحصاد المائي يفي بالمطلبات المائية لقضاء جم جمال ؟ نتيجة القصور بتوفير مستجمع مائي يقوم بتخزين مائي كافي للمنطقة ؟

## فرضية البحث: Research Hypothesis

- طبيعة العوامل والعمليات الجيومورفية والمورفومناخية والمورفوديناميكية في الحوض ، لها الاثر في النظام الهيدرولوجي للحوض وسلوكية تغيراته التي تعكس اثرها المباشر على مورفولوجيته، وبالتالي على كميات المياه المستجمعة والموضع الجغرافي للمستجمع ، مما يترك الخيار في تحديد الطريقة المثلى للحصاد المائي .

## أهمية الدراسة: The Importance of Studying

تقع المنطقة ضمن اقليم المناخ الرطب والشبه الرطب حسب تصنيف كوبن ، حيث نشأ الحوض في ضل أحوال مناخية مطيرة تعود الى زمن البلاستوسين ، ورسمت من خلالها الشبكة النهرية الحالية واعتماد التحليل المكاني بالتقنيات الحديثة وأنتاج الخرائط التفصيلية وعرضها بهيئة نماذج تسهم في تحديد الية إدارة كمية المياه الساقطة وطريقة استغلالها والتي أصبحت من التحديات التي نواجهها في الوقت الراهن .

## هدف البحث : Research Objective

تهدف الدراسة الى استخدام النمذجة الألية القائمة على التكامل بين معطيات الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية، وذلك بتحليل بيانات نموذج الأرتفاعات الرقمي التي تعد الأساس حالياً في الاشتقاقات الهيدرولوجية، فضلا عن كشف العلاقة بين الخصائص الجيومورفولوجية للحوض ونظام استخدام الأرض والغطاء النباتي والنظام الهيدرولوجي للحوض و من خلال قياسات ميدانية للأمطار مع قياس الأرتشاح والنفاذية وأخذ عينات للتربة ومعرفة كمية الأمطار الساقطة في الحوض ومن ثم حجم الإرساب والأشكال الناتجة عنه ، وتقدير حجم الإيراد المائي والإيراد الرسوبي والتحليل المورفومتري للخصائص المساحية والشكلية باستخدام التقنيات المعاصرة .

## منهجية البحث: Research Methodology

اعتماد المنهج التحليلي والمنهج الاستقرائي في البحث، فضلا عن استخدام طرائق التحليل الكمي في بيئة نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، وسيتم أستنباط الغطاء الأرضي وأنماط استخدامه والتعرف على النظام الهيدرولوجي للحوض بدلالة الهطول المطري مع قياس الأرتشاح والنفاذية .

### هيكلية الدراسة

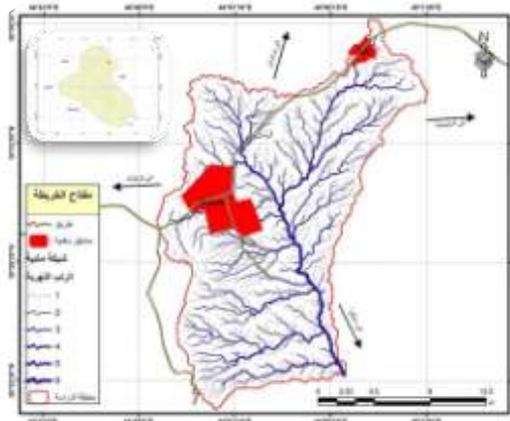
تناول البحث المحاور الآتية :

- العوامل المؤثرة على كمية الحصاد المائي
- إجراءات آلية تحديد مناطق الحصاد المائي:
- تصنيف الغطاء الأرضي
- التصنيف الهيدرولوجي للترب
- استخلاص الأرقام المنحنية ( CN ) للأحواض الثانوية
- تقدير حجم الجريان السطحي ( QV )

### حدود منطقة الدراسة

يقع حوض جم جمال فلكياً بين دائرتي عرض (  $2^{\circ} 32' 35''$  -  $35^{\circ} 38' 35''$  ) شمالاً وبين خطي طول (  $1^{\circ} 46' 44''$  -  $45^{\circ} 1'$  ) شرقاً كما هو مبين في الخارطة (1) , وبمساحة  $220000 \text{ كم}^2$  , الواقعة شمال شرق العراق ضمن منطقة شبه جبلية بين نطاقي الجبال العالية والمستوية ضمن الحدود الإدارية لمحافظة السليمانية حيث تحده من الشرق سلسلة جبال ( ققره داغ - سه كرمه - هه نجيره - وقشلاخ ) ومن الغرب جبل (خاخالان ) وهضبة ( باني مقان ) وجبال ( مملحة - ناشداخ ) ومن الشمال الغربي نهر الزاب الأسفل ومن الجنوب الشرقي نهر ( ناوه سبي )

خريطة (1)  
منطقة الدراسة



المصدر: المديرية العامة للمساحة ، خريطة العراق الادارية ، 2013 ، 1 / 500.000

### الدراسات السابقة

- 1- الحربي، نوير مسري ناعم, 2006 , النمذجة الآلية لحوض وادي ملكان باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونماذج الأرتفاعات الرقمية دراسة من منظور جيومورفولوجي .
- 2- (Rene Pumayalli) (2008) نمذجة أحواض المياه باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد وبرنامج AGWA-AWAT للجزء الغربي من حوض كوسكو في بيرو .

- 3- الجبوري، زكريا يحيى خلف , 2008 , النمذجة الهيدرولوجية لحوض وادي أبو ماريا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) .
- 4- الجبوري، عبد الحق نايف محمود , 2014 , النمذجة الهيدرولوجية للأحواض غير المقيسة في المناطق الجافة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد وبرنامج AGWA2 حوض الملح – دراسة حالة .

### مصادر البيانات والتقنيات المستخدمة في الدراسة

- بيانات القمر ( LAND SAT LC 8 ) وبتاريخ 5 / 6 / 2013 وبدقة تمييزية 14 متر وللبيانات 5 , 7 , 3 لمنطقة الدراسة
- الخرائط الطوبوغرافية لوحة جم جمال 1:100000 ، هيئة الساحة العامة لسنة 1990.
- بيانات الارتفاعات الرقمية DEM
- برامج 10.2 Arc Map و Erdas Imagine و Global Mapper
- ملحقات برنامج 10.2 Arc Map لاشتقاق الشبكة المائية والتحليل الاحصائي المكاني وبناء قاعدة البيانات المكانية .

### اولا : العوامل المؤثرة على كمية الحصاد المائي

- أخصائص سطح التربة:- وتؤثر خصائص سطح التجميع بشكل مباشر على كمية ومعدل المياه المخزونة ومن خلال عدة عوامل ومنها. ( طول السطح ، الميل ، الغطاء النباتي)
- ب- خصائص الهطولات المطرية :- إذ يؤثر الهطول المطري بشكل أساس على معدلات الإرتشاح وبالتالي تؤثر على كمية المخزون من مياه ومن أهم خصائص الهطولات المطرية هي
- 1-شدة هطول الأمطار
  - 2- كمية الهطولات
  - 3- توزيع الهطولات المطرية

### ثانيا: إجراءات آلية تحديد مناطق الحصاد المائي

تعد عملية تحديد تقديرات الحصاد المائي وأفضل المناطق التي يطبق عليها وبصورة دقيقة للوصول الى تقديرات أكثر دقة لحجم الجريان السطحي لتلك المناطق، وكما معلوم هناك عدة طرق تستخدم للوصول الى تلك التقديرات، لكن أبرز الطرق هذه هي طريقة (SCS CN) والتي طورتها إدارة صيانة التربة التابعة لإدارة الزراعة بالولايات المتحدة الأمريكية (Soil Conservation `Service) عام 1970م ووضعت صيغتها المشهورة في عام 1986م والتي تعد من الطرق متوسطة التعقيد<sup>(1)</sup> .

وجرى العمل على هذه الطريقة ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية وباعتماد بيئة برنامج Arc Gis (10.2) وتقنيات الاستشعار عن بعد، في سبيل الحصول على دقة في تحديد المناطق ذات الجريان السطحي العالي من أجل اختيار الموقع الأمثل للحصاد المائي ( بناء المستجمع مائي )، إذ تعمل هذه الدراسة مع وحدات الخلية ( بكسل ) وبأبعاد (30×30) متر مما يتيح الحصول على نتائج دقيقة تغطي المنطقة .

<sup>(1)</sup> Richard C. Sorrell, P.E.(June 22, 2010)Computing Flood Discharges For Small Ungaged Watersheds, Michigan Department of Natural Resources and Environment Land and Water Management Division , p10 - 11.

وتتطلب طريقة (SCS –CN) العديد من المعادلات والأجراءات للحصول على تقديرات السيجح السطحي بدقة لاستكمال عمليات اختيار منطقة الحصاد المائي, والمعادلة الرياضية المعتمدة لقياس منحني الجريان حسب (USDA) هي على النحو التالي :

أذ تمثل  $Q$  = عمق الجريان السطحي ( بوصة ) .

$$Q = \frac{(P - Ia)^2}{(P - Ia) + s} \quad \dots\dots\dots (1)$$

و  $P$  = الأمطار الساقطة ( بوصة ) .

و  $Ia$  = المستخلصات الأولية قبل الجريان السطحي كالترب والاستقبال من قبل النبات والتبخر (بوصة) .

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

ووجد ان  $Ia$  تعادل خمس قيمة  $S$  وتحسب  $Ia$  كالآتي :

$$Ia = 0.2S \quad \dots\dots\dots (2)$$

و يتم إحساب  $S$  بالصيغة الرياضية الآتية :

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \quad \dots\dots\dots (3)$$

ويلاحظ ان مدخلات البيانات كانت بالبوصة لذا من المفروض إعادة صياغة المعادلة للتوافق مع المقاييس المترية, إذ ضربت أرقام المعادلة السابقة في 25,4 وذلك لتحويلها الى المليمتر فأصبحت بالصيغة الآتية:-

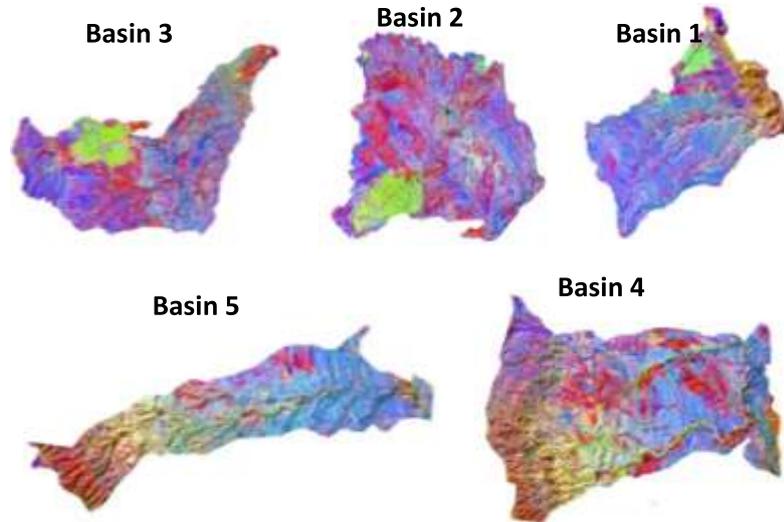
$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \dots\dots\dots (4)$$

ولإعداد الطبقات ( $Q$ ,  $Ia$ ,  $S$ ) تم أذخال المعادلات في برنامج (Arc GIS 10.2) ومن خلال استخدام الحاسبة الخلوية (Raster Calculator), ضمن وضائف المحلل المكاني ( Spatial Analyst ), وتم أخيراً احتساب حجم الجريان السطحي من خلال المعادلة الآتية :

$$= (Q * A/1000) \quad \dots\dots\dots (5)$$

تم تقسيم الحوض الرئيس هيدرولوجيا على خمسة أحواض ثانوية لغرض حساب قيمة المنحني الموزونة (CN) وفق ما في الشكل رقم ( 1 ), أذ يتم حسابه من خلال حالة الغطاء الأرضي لكل اجزاء الأحواض الثانوية ومن ثم استخراج أصناف الترب الهيدرولوجية وبعد أستكمال هذه المتغيرات تم الحصول على قيم (CN) من خلال عملية التقاطع بين الطبقتين. والذي سنذكره لاحقاً ضمن عملية أستخلاص (CN) .

### الشكل رقم (1) الأحواض الثانوية للمنطقة



المصدر : مخرجات برنامج (Arc Gis10.2) ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM).

#### ثالثاً- تصنيف استعمالات الارض لكل حوض

يهدف تصنيف المرئية الى التعرف على معالم المرئية الياً، بتطبيق قواعد القرار (Decision Rules)، والمعتمدة على الإحصاء لتحديد ماهية الغطاء الأرضي لكل بكسل على المرئية، والذي طبق من خلالها التصنيف غير الموجه والتصنيف الموجه<sup>(2)</sup>، الذي أستخدم في تصنيف الغطاء الأرضي في حوض جم جمال وكما يلي :

#### 1-1- التصنيف الغير موجه (Unsupervised Classification)

يستعمل التصنيف غير الموجه لتكوين تصور عام للأصناف الموجودة وخاصةً عندما لا يكون هناك المام بالمنطقة التي هي موضوع الدراسة، والتصنيف غير الموجه يُميز الياً بالاعتماد على البيانات الرقمية للمرئية، إذ تحدد عدد الأصناف وعدد القنوات الطيفية المستعملة، يبدأ بعدها تحديد هوية الأصناف بمقارنتها بالخرائط والمصادر المساعدة الأخرى فضلاً عن زيارات المنطقة ميدانياً، لتحديد المعالم الأرضية الممثلة لكل صنف على المرئية والتي يمكن من خلالها ملاحظة خرائط استعمالات الأرض والغطاء الأرضي باستعمال التصنيف غير الموجه للمواسم الشتوية والصيفية وما تشغله من مساحات ذات توزيع نسبي، الا أننا في دراستنا هذه واختصاراً لعاملي الزمن وعدم التكرار تم تصنيف الأحواض الثانوية لحوض جم جمال والتي هي عبارة عن (5) أحوض مرة واحدة فقط .

#### 2-1- التصنيف الموجه (Supervised Classification)

ويستعمل هذا التصنيف عندما يكون للمحلل المام واسع لمنطقة الدراسة، إذ يوجه عملية التصنيف عن طريق مناطق التدريب (Training Area) التي تحدد الخصائص الطيفية لكل صنف يتوقع وجوده<sup>(3)</sup> . وبالاستعانة بالمصادر المساعدة كالخرائط الطبوغرافية والموضوعية حددت مناطق التدريب حقلياً، وبعدها تم تصنيف استعمالات الأرض في أحواض منطقة الدراسة على خمسة أصناف.

<sup>(2)</sup> سليم ياوز جمال اليعقوبي، تصنيف استعمالات الأرض والغطاء الأرضي في ناحية الراشدية باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة كلية الآداب، العدد 94، ص 232.

<sup>(3)</sup> سليم ياوز جمال اليعقوبي، مصدر سابق، ص 233.

**(1) تصنيف الغاء الأرضي في حوض جم جمال**

تهتم عملية تصنيف الغطاء الأرضي في توضيح الأصناف التي تتواجد ضمن الأحواض الثانوية للمنطقة والتي أخضعت من خلالها بيانات القمر ( LAND SAT LC 8 ) وبتأريخ 6 / 5 / 2013 وبدقة تمييزية 14 متر وللبيانات 7 , 5 , 3 لمنطقة الدراسة , والذي أعتمد التصنيف الموجه والذي يعتمد على معلومات مسبقة عن المجموعة الطيفية الطبيعية او التجمعات القائمة في المرتبة والذي لوحظ اثناء الزيارات الميدانية التي قام بها الباحث للمنطقة , ومن خلال بيانات القمر المذكور والتي عولجت من خلال برنامج Arc map والتي من خلالها ميزت خمسة وحدات غطائية في الأحواض الثانوية لحوض جم جمال وعلى النحو التالي :

**أ - فئة الأراضي الجرداء**

وتمثل هذه الفئة الأراضي الجرداء في جميع الأراضي المفتوحة وغير المستغلة في الأحواض وكذلك الأراضي الحجرية والصخرية التي لا تصلح للاستخدام البشري ولا للاستخدام الزراعي, وذلك لوجود عدد من المكاشف الصخرية لطبقات الطيات المحدبة والمنكشفة بسبب التعرية التي تتعرض لها هذه المرتفعات, والتي تمثلت بأجزاء عديدة من منطقة الدراسة لآكن أكثرها تتركز في الشمال الشرقي والجنوب الشرقي للمنطقة والتي تمثلت باللون الرصاصي الغامق, وشغلت هذه مساحة قدرت حوالي (59.8) كم<sup>2</sup> , وما نسبة (17.3%) من مجموع مساحة المنطقة, وقد بلغت أعلى نسبة في هذه الفئة (47.5) كم<sup>2</sup> للحوض رقم (3) , وما نسبته (44.6%) من مجموع مساحة الحوض نفسه, وكما في الجدول (1) , وبلغت ادنى نسبة في هذه الفئة (13.4) كم<sup>2</sup> للحوض رقم (5), وبلغت نسبتها (57%) من مجموع مساحة الحوض نفسه وكما تبينه الخريطة رقم (2).

**ب- فئة الأراضي العشبية**

اشتملت هذه الفئة على ما يغطي المنطقة من أعشاب موسمية وفصلية ودائمية على مدار السنة والتي تضم نباتات أو حشائش قصيرة وطويلة تنتشر في أغلب منطقة الدراسة, وخاصة مع أمتداد المجاري المائية والأراضي المفتوحة المجاورة للطيات المحدبة, وقد شغلت هذه الفئة (84.8) كم<sup>2</sup> من مجموع مساحة منطقة الدراسة وما نسبته (24.2%) من مجموع مساحتها , وقد ظهرت أعلى مساحة في الحوض (3) والتي بلغت (20.1) كم<sup>2</sup> وما نسبته (18.7%) من مجموع مساحة الحوض نفسه, بينما ظهرت أدنى مساحة في الحوض رقم (5) والتي بلغت (4.7) كم<sup>2</sup> وما نسبته (20.2) من مجموع مساحة الحوض نفسه .

**ج- فئة الأراضي السكنية**

وتتمثل هذه الفئة بالمناطق ذات الاستعمالات السكنية المتمثلة بالمناطق السكنية , والمنشآت المدنية, وكذلك طرق النقل وما تشغل من شبكات طرق على مساحات منطقة الدراسة, وقد بلغت مساحة هذه الفئة (30.6) كم<sup>2</sup> من مجموع مساحة منطقة الدراسة, ما نسبته (8.8%) من مجموع مساحة المنطقة وقد ظهرت أعلى مساحة في الحوض (4) والتي بلغت (9.5) كم<sup>2</sup> وما نسبته (12.3%) من مجموع مساحة الحوض نفسه, بينما ظهرت أدنى مساحة في الحوض رقم (5) والتي بلغت (2.2) كم<sup>2</sup> وما نسبته (9.3%) من مجموع مساحة الحوض نفسه .

**فئة الأراضي المزروعة**

وتظم هذه الفئة جميع الأراضي الزراعية والتي تغطي مساحات واسعة من أحواض المنطقة والتي أشتملت على الأراضي المزروعة . بمحاصيل الحبوب والتي ساعد توفر الأمطار حتى فترة النمو تواجدها وانتشارها بمساحات واسعة جداً, وقد تبين أن غالبية هذه المحاصيل والنباتات المزروعة هي محاصيل شتوية أذ بلغ مجموع مساحات هذه الفئة (59.8) كم<sup>2</sup> من مجموع مساحة المنطقة وتشكل ما نسبته (27.3%) من مجموع مساحة المنطقة, وقد بلغت هذه الفئة أعلى النسب أذ بلغت أعلاها في الحوض رقم (3) والتي بلغت (20.2) كم<sup>2</sup> , وما نسبته (18.8%) من مجموع مساحة الحوض نفسه, وكانت أدنى نسبة في الحوض (1) والتي بلغت (2.1) كم<sup>2</sup> وما نسبته (9.1%) من مجموع مساحة الحوض نفسه .

**د - فئة الشجيرات الصغيرة**

وتشمل هذه الفئة بالغابات الكثيفة والتي تمتاز بالكثافة العالية ومساحتها القليلة جداً مقارنة بالغابات المفتوحة المتمثلة بالغابات والشجيرات المبعثرة والتي تتواجد مع حافات الوديان موسمية الجريان والتي تباينت من حيث الحجم والكثافة وقد غطت نطاق حول ضفاف النهار والوديان وشغلت هذه الفئة (37.7) كم<sup>2</sup> من مساحة المنطقة, أي ما نسبته (10.7%) من مجموع مساحة المنطقة, وكانت أعلى النسب في الحوض رقم (2) والتي بلغت (16.6) كم<sup>2</sup> وما نسبته (19.6%) من مجموع مساحة الحوض نفسه, وكانت أدنى نسبة في الحوض رقم

(5) والتي بلغت (1.1) كم<sup>2</sup> أي ما نسبته (4.6%) من مجموع مساحة الحوض نفسه, ومثلت هذه الفئة باللون (الأخضر الفاتح) والتي انتشرت في غالب مناطق منطقة الدراسة.

الجدول رقم (1)  
الغطاء الأرضي في الأحواض الثانوية لأحوض جم جمال

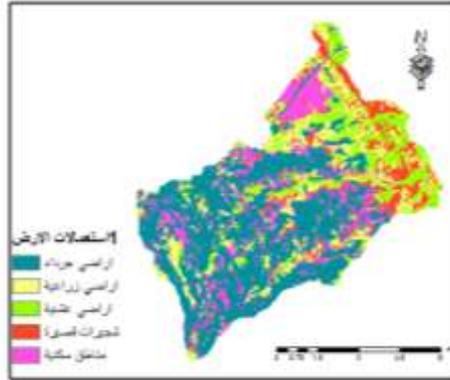
الحوض الخامس		الحوض الرابع		الحوض الثالث		الحوض الثاني		الحوض الأول		الأحواض
النسبة %	المساحة كم <sup>2</sup>	النسبة %	المساحة كم <sup>2</sup>	الصف						
23.4	5.4	31.7	23.9	15.5	16.2	21.4	18	43.9	26.3	جرداء
18.4	4.2	18.4	13.9	45.8	49.2	15.6	13.3	13.6	7.9	عشبية
-	-	-	-	6.7	7.2	8.8	7.5	16.5	9.7	سكنية
43.4	10	32.7	24.6	18.3	19.7	33.7	28.6	16.7	10	زراعية
15.6	3.6	17.2	12.8	13.7	14.7	20.5	17.4	9.3	5.6	شجيرات صغيرة
100	23	100	75.2	100	107.2	100	84.8	100	59.8	المجموع

المصدر : مخرجات برنامج ( Arc Map 10.2 ) .

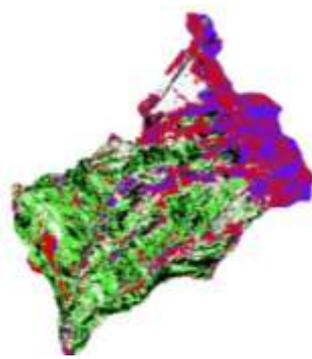
### الخريطة رقم (3)

#### التصنيف غير الموجه والموجه للاستعمالات الزراعية للحوض رقم (1)

التصنيف الموجه



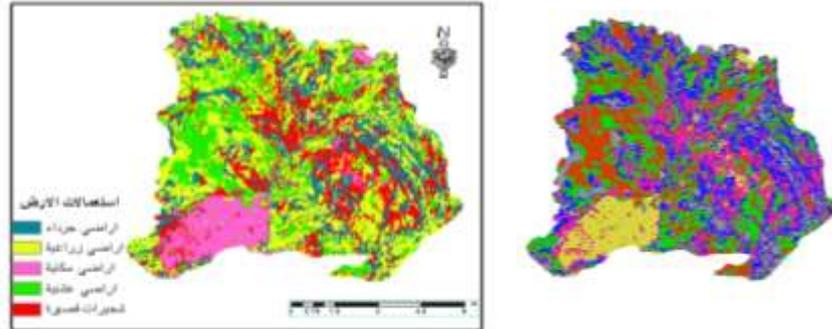
التصنيف العشوائي ( غير الموجه )



المصدر : بيانات landsat8 وعلى مخرجات برنامج Arc Map10.2

## الخريطة رقم (4)

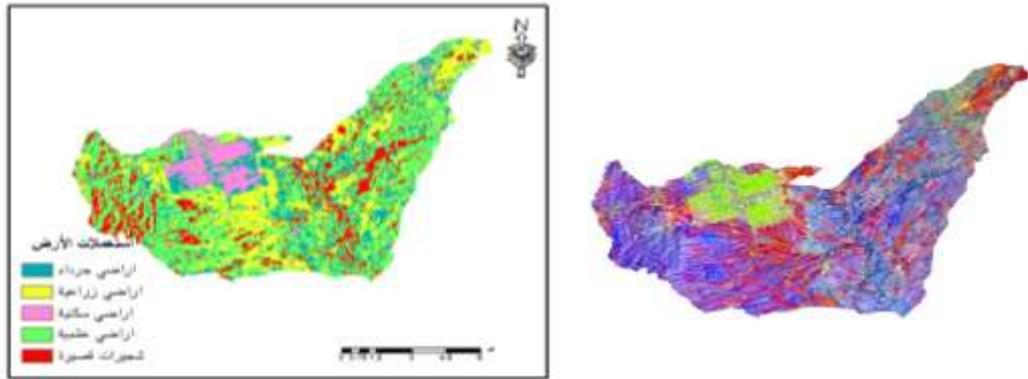
التصنيف غير الموجة والموجه للاستعمالات الزراعية للحوض رقم (2)  
التصنيف العشوائي ( غير الموجه )  
التصنيف الموجه



المصدر: بيانات landsat8 وعلى مخرجات برنامج Arc Map10.2

## الخريطة رقم (5)

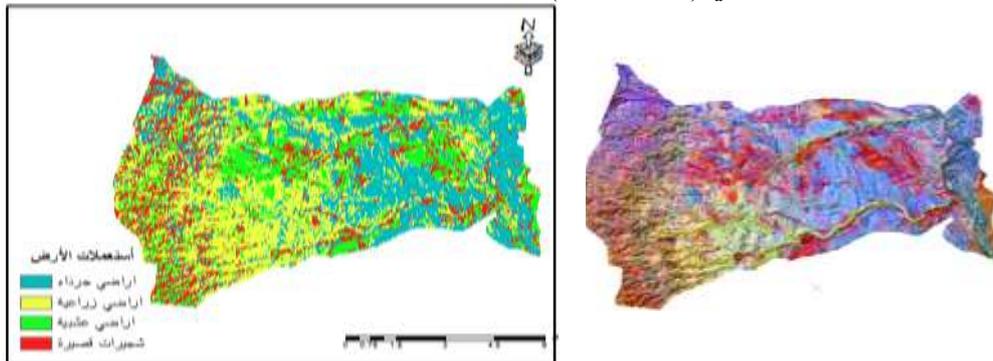
التصنيف غير الموجة والموجه للاستعمالات الزراعية للحوض رقم (3)  
التصنيف العشوائي ( غير الموجه )  
التصنيف الموجه



المصدر: بيانات landsat8 وعلى مخرجات برنامج Arc Map10.2

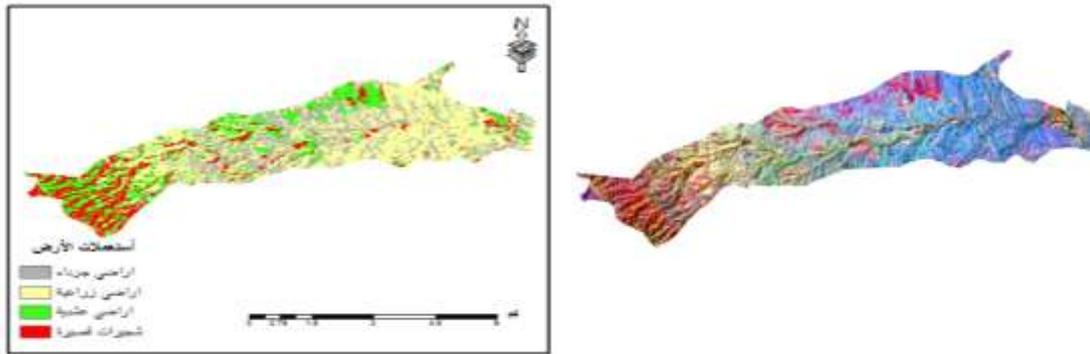
## الخريطة رقم (6)

التصنيف غير الموجة والموجه للاستعمالات الزراعية للحوض رقم (4)  
التصنيف العشوائي ( غير الموجه )  
التصنيف الموجه



المصدر: بيانات landsat8 وعلى مخرجات برنامج Arc Map10.2

### الخريطة رقم (7) التصنيف غير الموجة والموجه للاستعمالات الزراعية للحوض رقم (5)



المصدر: بيانات landsat8 وعلى مخرجات برنامج Arc Map10.2

#### رابعا: التصنيف الهيدرولوجية لترب حوض جم جمال

تم تصنيف التربة من قبل مصلحة صيانة التربة الأمريكية (SCS) الى أربع مجاميع هيدرولوجية للتربة وفقاً لمعدل سرعة انتقال الماء أو تسرب الماء داخل التربة أو التمييز بين مستويات تسرب الماء دخل التربة، وبالتالي حددت أربع أصناف (A . B . C . D) , معتمداً على نسيج التربة ومعدلات أرتشاحها وكما يبينه الجدول (2) بالاعتماد على تصنيف بيورنك لتربة حوض جم جمال، فقد لوحظ وجود كل أصناف التربة الهيدرولوجية والتي وزعت على الأحواض الثانوية والتي تم احتساب أنواعها ومساحاتها والنسب المئوية وكم في الجدول (3) وهذا ما وضحته الخرائط (3) و(4) و(5) و(6) و(7) . وهي على النحو التالي :

#### الجدول (2) أصناف التربة الهيدرولوجية حسب طريقة (SCS)

أنواع التربة	الأصناف
طبقة رملية عميقة مع كمية قليلة من الطين والغرين	A
طبقة رملية أقل عمقا من A بمعدل إرتشاح متوسط بعد الترطيب	B
طبقة طينية محددة العمق بمعدل إرتشاح دون الوسط قبل تشبع التربة	C
طبقة طينية ذات نسبة إنتفاخ عالية مع وجود طبقة ضحلة من تربة ناعمة , القريبة من السطح	D

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

#### 1- المجموعة الهيدرولوجية (A)

وتمثل هذه التربة رواسب السهول الفيضية , والتي هي عبارة عن تربة رملية أو رمل طفلي عميق وخشن التحبب, وذات قدرة عالية على امتصاص الماء إذ تتراوح معدلات التسرب فيها بين (25.4 – 210.8) ملم في الساعة<sup>(4)</sup> . والتي وتبلغ مساحتها حوالي (40.7) كم<sup>2</sup> من مساحة منطقة الدراسة وما نسبته ( 11.7% ) من مجموع مساحة المنطقة, وقد ظهرت أعلى النسب لهذا التصنيف في الحوض رقم (2) والتي بلغت مساحتها (16.9) كم<sup>2</sup> , وما نسبته 20% من مجموع مساحة الحوض نفسه, بينما ظهرت أدنى نسبة في الحوض رقم (5) والتي بلغت (1.4) كم<sup>2</sup> وما نسبته 6.2% من مجموع مساحة الحوض نفسه .

#### 2- المجموعة الهيدرولوجية (B)

وهي تربة ذات نسيج خشن وفي الغالب ما تكون ضحلة العمق, والتي هي عبارة عن خليط من الجلاميد الصخرية ومن الحصى والفتات الصخري والذي تربط بينهما مواد لاحمة تتألف من السلت, وتتواجد في

(4)USDA-SCS,(1985), Natural Engineering Handbook, section 4.Department of Agriculture, USA. P38.

المجاري العليا للأحواض ما بين الطيات المحدبة والتي تنحدر منها تلك الأودية وكذلك تتواجد في وسط وجنوب المنطقة وتظم احجار جيرية وحصوية وقد غطت ما مجموعه (71.1) كم<sup>2</sup> من مجمل مساحة المنطقة وما نسبته 20.5% من مجموع مساحة المنطقة وقد ظهرت أعلى المساحات في الحوض رقم (4) والتي بلغت (21.7) كم<sup>2</sup> وما نسبته 30.3% من مجموع مساحة الحوض المذكور بينما بلغت ادنى النسب في الحوض رقم (5) والتي بلغت (4.5) كم<sup>2</sup> وما نسبته 7.5% من مجموع مساحة الحوض نفسها وقد تراوحت معدلات التسرب فيها بين (3.81 – 7.62) ملم في الساعة.

### 3- المجموعة الهيدرولوجية (C)

وهي ترب داكنة اللون تحتوي على أكاسيد الحديد والصلصال وتتصف بنسيج خشن في المجاري العليا من الأحواض والتي تتكون من الصخور وجملايد صخرية وأحجار مختلطة بالرمال ويأخذ نسيجها بالتغير في وسط مجاري الأحواض حيث يصبح ناعم الى متوسط النعومة وغالبا ما تكون في بطون الأودية، وتظهر ضمن الترب البنية ذات السمك العميق وتقل الخشونة مع انحدار المنطقة، وتتراوح معدلات ترشيح الماء خلالها بين 1.27 – 3.81 ملم في الساعة، وتقدر مساحتها (108.4) كم<sup>2</sup> من مجموع مساحة منطقة الدراسة ما نسبته 30.9% من مجموع مساحة المنطقة، وقد بلغت أعلى نسبة في الحوض رقم (26.6) كم<sup>2</sup> ما نسبته 24.3% من مجموع مساحة الحوض، في حين بلغت أدنى نسبة في الحوض رقم (5) والتي بلغت (11) كم<sup>2</sup> وما نسبته 10.5% من مجموع مساحة الحوض نفسها.

### 4- المجموعة الهيدرولوجية (D)

وتتألف هذه المجموعة من الصخور الصلبة وهي أكبر المجموعات الهيدرولوجية مساحة حيث تمثل كامل الغطاء الجبلي والتي تشغل نحو (192.4) كم<sup>2</sup> من مجموع منطقة الدراسة، أو بما نسبته 36.9% من مساحة المنطقة وقد بلغت أعلى النسب في الحوض رقم (3) وكانت حوالي (55.5) كم<sup>2</sup> أي ما نسبته 42.8% من مجموع مساحة الحوض، وبلغت أدنى النسب في الحوض رقم (5) والتي بلغت (5.4) كم<sup>2</sup> وما نسبته 4.4% من مجموع مساحة الحوض نفسها، وتعد أضعف الفئات الهيدرولوجية قدرة على امتصاص الماء حيث لا يزيد معدلات التسرب للماء خلالها عن 1 ملم في الساعة ومما سبق نجد أن نحو ثلثي مساحة الحوض عبارة عن ترب هايذرولوجية من الفئتين (C,D)، والتي بلغت ما نسبته 80% من مجموع الترب الهيدرولوجية، والتي هي ترب سيئة التصريف مما يؤدي الى نشوء جريان سطحي عالي في حوض جم جمال.

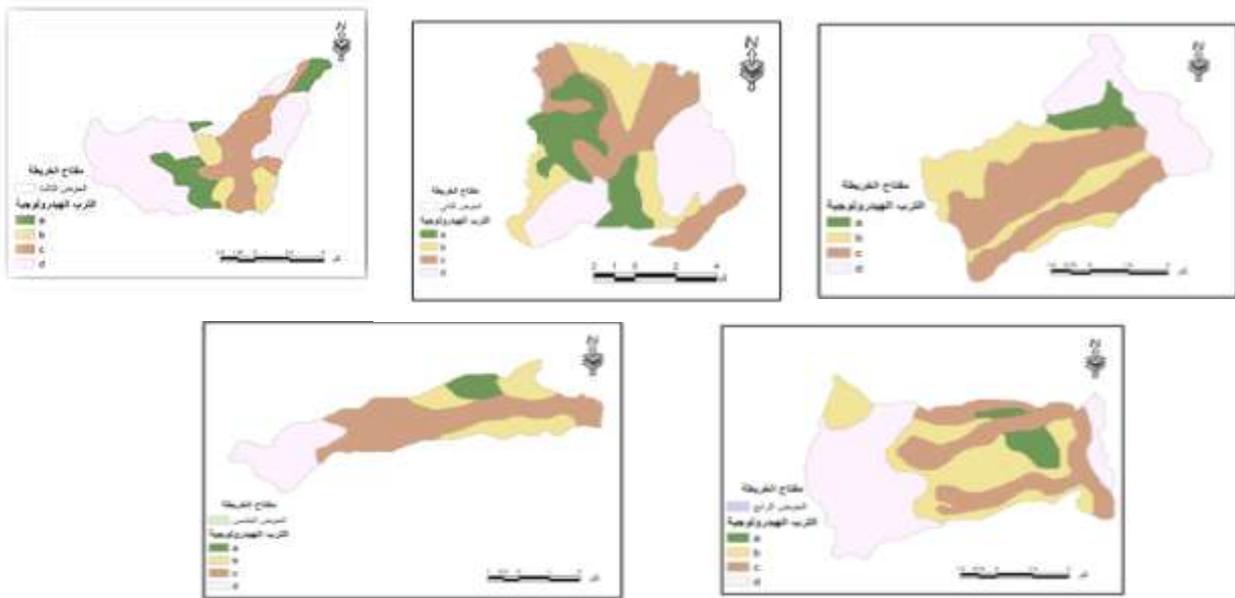
### الجدول رقم (3)

الترب الهيدرولوجية للأحواض الثانوية لحوض جم جمال

المنوع	D		C		B		A		المنوع
	المساحة كم <sup>2</sup>	نسبة %							
الحوض 1	13,9	10,7	24,3	26,6	21,8	15,6	9,4	3,7	59,1
الحوض 2	20,2	19,4	22,2	20,3	24,0	17,4	41,0	16,9	44,1
الحوض 3	50,0	42,8	23,0	20,6	10,4	10,9	36,3	14,8	10,7
الحوض 4	29,4	22,7	18,0	20,2	30,3	21,7	9,0	3,9	10,2
الحوض 5	0,4	4,4	10,0	11	7,0	0,4	3,3	1,4	23,2
المجموع	129,4	100	108,4	100	108,4	71,0	100	40,7	300

المصدر : مخرجات برنامج ( Arc Map 10.2 )

### الخرائط (8)(9)(10)(11)(12) تصنيف الترب الهيدرولوجية للاحواض الثانوية



المصدر: تصنيف بيورنك للترب و على مخرجات برنامج Arc Map10.2

#### خامسا: استخلاص الأرقام المنحنية ( CN ) للأحواض الثانوية

تعكس قيمة ( CN ) حالة غطاءات الأرض و هيدرولوجية التربة من حيث قدرتها على امتصاص الماء وهي بذلك مؤشر لمدى استجابة حوض التجميع للجريان السطحي<sup>(5)</sup>. وهذه الطريقة تركز على مجموعة من المعادلات الرياضية معتمداً على ما يتوفر من معلومات عن الغطاء الأرضي، قيم ( CN ) المرتفعة تدل على الأسطح شديدة الصماتة Impervious Surfaces والأكثر قدرة على توليد جريان سطحي مرتفع، أما قيم (CN) المتدنية فتدل على الأسطح الأقل صماتة أو غير المصمتة Pervious Surfaces أي أنها عالية النفاذية حيث تنخفض مقدرتها على توليد الجريان السطحي .

(5) هيفاء محمد النفيعي ، تقدير الجريان السطحي ومخاطرة السيولة في الحوض الأعلى لوادي عرفة شرق مكة المكرمة بوسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ، رسالة ماجستير ، جامعة أم القرى ، كلية العلوم، الاجتماعية ، قسم الجغرافية ، 2010 ، ص92 .

الجدول (4)  
 قيم ( CN ) للأحواض الثانوية

المجموع	الخامس		الرابع		الثالث		الثاني		الأول		الأحواض قيم CN
	التسقية/%	المساحة									
١٤,٤	-,٥	-,٦	١,٧	١,٣	٥,٢	٥,٦	٦,٢	٥,٣	١,٧	١,٥	٩١
١٢,٣	١,٣	-,٤	-,٥	-,٤	٢,٨	٣	٨,٥	٧,٢	٢,٣	١,٤	٨٩
١٧,٨	٤,٦	١,٥	٥,٥	٣,٧	٤,٣	٤,٦	٤,٢	٣,٥	٧,٣	٤,٥	٨٨
١٩,٨	٢,٣	-,٥	١,٣	١,٥	٥,٨	٦,٥	١٠,٢	٨,٥	٤,٦	٢,٨	٨٦
١٧,٣	-,٧	-,٢	٣,٣	٢,٥	٤,١	٤,٤	٩,٢	٧,٧	٤,٤	٢,٦	٨٥
١٣,٧	٢,٥	-,٤	١,٣	-,٨	٧,٥	٨	٣,٨	٣,٣	٢,٥	١,٣	٨٣
١٧,٩	١٣,٢	٣,٣	٥,٣	٣,٨	٣,٣	٣,٥	٣,٣	٢,٨	٧,٦	٤,٥	٨١
٢٦,٣	-,٧	-,١	١٥,٧	١١,٧	٢,٢	٢,٣	٣,٣	٢,٨	١٥,٨	٩,٤	٨٠
١٧,٨	٣,٥	-,٧	١,٣	-,٩	٤,١	٤,٤	١١,١	٩,٤	٤,١	٢,٤	٧٩
٢٩,٤	١٤,٧	٣,٤	٧,٣	٥,٥	١٢,٩	١٣,٨	٥,١	٤,٣	٣,٩	٢,٣	٧٧
١٦,٩	١,٥	-,٣	٤,٤	٣,٣	٥,٨	٦,٣	٥,٤	٤,٦	٣,٦	٢,٥	٧٢
٣٢,٣	-	-	٢٢,٧	١٧,٣	١,٨	١,٩	٢,٣	١,٩	١٩,٣	١١,٢	٧٠
١٧,٨	٢,٤	-,٥	١,٢	-,٨	٥,٤	٥,٨	١٠,٨	٨,٥	٣,٦	٢,٢	٦٨
٤٨,٤	٤٣,٩	١٠,٣	١٣,٢	٩,٨	١٧,١	١٨,٣	٧,٣	٦,٢	٦,٤	٣,٨	٦٦
٢٢,٧	١,٣	-,٣	١٠,٦	٨,٣	٤,٢	٤,٤	٤,٨	٤,١	٩,٣	٥,٦	٥٤
٢٥,٤	٦,٩	١,٦	٤,٧	٣,٦	١٣,٥	١٤,٤	٤,٨	٤	٣,٥	١,٨	٤٥
٣٥٠,٢	%١٠٠	٢٣,٩	%١٠٠	٧٥,٢	%١٠٠	١٠٧,٢	%١٠٠	٨٤,٢	١٠٠		المجموع

المصدر : من عمل الباحث بالإعتماد على مخرجات برنامج ( Arc GIS 10.2 ) .

ومن واقع قياسات ( SCS ) فيما يختص بالحالة المعتدلة لرطوبة التربة المسبقة حدد المستوى ( AMC $\square\square$  ) المتمثل بالحالة الطبيعية والاعتيادية لاحتساب الخصائص الجريانية للأحواض الثانوية المدروسة , وجد أن قيم ( CN ) تمتد في مدى يتراوح بين ( صفر – 100 )<sup>(6)</sup> وتخصص القيم المرتفعة والقريبة من ال 100 للسطح المصمت تماماً بحيث لا تسمح لدخول الماء ونفاذه من التربة , وبالتالي ما يسقط على سطحها من أمطار سوف تجري مباشرة عليه , أما لقيم القريبة من ( صفر ) فتشير الى أن السطح غير مصمت ويسمح لنفاذ كمية عالية من المياه من خلال تربته , وبين الحدين المتطرفين تقع قيمة الوسطى ( 50 ) وهي تعبر عن الأسطح متوسطة الإصمات والنفاذية بحيث تكون معدلات التسرب متساوية مع معدلات الجريان السطحي<sup>(7)</sup> وقد تم الحصول على قيم ( CN ) من خلال عملية دمج بين طبقتي ( استعمالات الأرض ) و( طبقة الترب الهيدرولوجية ) وذلك من خلال عملية ترميز ( Code ) لكل طبقة بقيم تختلف عن القيم الموجودة في الطبقة الأخرى , من خلال وظيفة ( Combine ) في برنامج ( Arc Gis ) والتي من خلالها تظهر قيمة ( CN ) وفق الجدول ( ) والمعد من ( SCS ) لاشتقاق تلك القيم , نحصل من البرنامج على خارطة ( raster ) والتي تعطي لكل قيمة من ( CN ) لون معين للتمييز , وظهرت القيم وكما موضح في الجدول رقم ( 5 ) أنه يمكن من خلاله ملاحظة تباين النسب لقيم المنحنى للأحواض المدروسة والتي هي ما بين ( 45 – 91 ) والتي قد أظهرت تباين في المساحات التي تشغلها

<sup>(6)</sup> هيفاء محمد النفيعي , مصدر سابق , ص 92 .

<sup>(1)</sup> AL- Gamid , S (1991) Estimating , Runoff curve Number of the soil conservation Service in Arid and Semi – arid Environments Using Remotely sensed Data A dissertation Submitted to the Faculty of the University of Utah, p25 .

كل فئة من الفئات التي ذكرت , أذ نجد السيادة في الحوض الأول كانت للفئة ( 70 ) حيث بلغت المساحة التي شغلتها بحدود ( 11.2 ) كم<sup>2</sup> وما نسبته ( 19.3 % ) من مجموع مساحة الحوض , في حين كانت الفئة ( 83 ) الأقل مساحة والتي بلغت ( 1.3 كم<sup>2</sup> ) وما نسبته ( 2.5 % ) من مجموع مساحة الحوض, أما الحوض الثاني فقد كانت السيادة للفئة ( 79 ) والتي شغلت مساحة ( 9.4 ) كم<sup>2</sup> وبسبة ( 11.1 % ) من مجموع مساحة الحوض في حين شغلت الفئة ( 70 ) أقل المساحات أذ بلغت ( 1.9 ) كم<sup>2</sup> وما نسبته ( 2.3 % ) من مجموع مساحة الحوض, أما ي الحوض الثالث والذي يعد أكبر الأحواض مساحةً وبقاع ( 107.2 ) كم<sup>2</sup> فقد كانت السيادة للفئة ( 66 ) والتي شغلت ما مساحته ( 18.3 ) كم<sup>2</sup> وبنسبة ( 17.1 % ) من مجموع مساحة الحوض في حين شغلت الفئة ( 70 ) أدنى المساحات أذ بلغت ( 1.9 ) كم<sup>2</sup> وما نسبته ( 1.8 % ) من مجموع مساحة الحوض , وفي الحوض الرابع طغت الفئة ( 70 ) تمثيلاً على باقي الفئات أذ شغلت مساحة تقدر بحوالي ( 17.3 ) كم<sup>2</sup> وما نسبته ( 22.7 % ) من مجموع مساحة الحوض , بينما كانت الفئة ( 89 ) أقل الفئات تمثيلاً أذ شغلت ما مساحته ( 0.4 ) كم<sup>2</sup> وبنسبة ( 0.5 % ) من مجموع مساحة الحوض , أما الحوض الخامس والذي يعد أقل الأحواض المدروسة مساحةً فقد طغت عليه الفئة ( 66 ) والتي شغلت ما يقارب نصف مساحته والتي بلغت ( 10.3 ) كم<sup>2</sup> ومناسبته ( 43.9 % ) من مجموع مساحة الحوض .

وبصورة عامة يمكن ملاحظة الجدول (5) والخرائط (13) (14) (15) (16) (17), أذ نلاحظ بأن جميع مساحات الأحواض المدروسة تقع ضمن فئات قيم ( CN ) المرتفعة ومن ذلك يمكن أن نستدرك أن نسبة كبيرة من مساحات هذه الأحواض يمكنها ان تولد جريان سطحي كبير كونها تقترب من الرقم (100), الذي يمثل الأسطح المصمتة وكذلك تجاوزها الى الوسيط (50), وبذلك يتأكد تكوين جريان سطحي شديد على هذه الأحواض , مع قلة لعملية الارتشاح مما يجعل بعض هذه الأحواض مناطق ملائمة لأقامه بناء مستجمع مائي ومشاريع للحصاد المائي وحسب الطرق الملائمة

## الجدول (5)

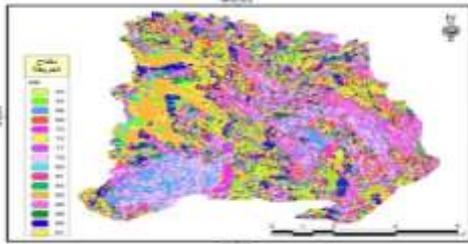
الملحق المعد وفق طريقة (SCS) لاشتقاق أرقام منحني (CN)

وصف استخدامات الأرض ( Land Use Description )	مجاميع الترب الهيدرولوجية			
	A	B	E	D
الأراضي المزروعة				
بدون معالجة حماية التربة	72	81	88	91
مع معالجة حماية التربة	62	71	78	81
أراضي المراعي الاصطناعية والمراعي الطبيعية				
ظروف فقيرة	68	79	86	89
ظروف غنية جداً	39	61	74	80
أراضي أعشاب				
ظروف جيدة	30	58	71	78
أراضي الغابات				
جناح خفيف - غطاء قليل - لا أمراض	45	66	77	83
غطاء سميك و غني	25	55	70	77
أراضي مفتوحة - أراضي عشبية - مسارات الغولف - المقابر				
ظروف جيدة: الغطاء العشبي 75 % أو أكثر	39	61	74	80
ظروف متوسطة: الغطاء العشبي بين 50 - 75 %	49	69	79	84
المناطق التجارية والمهنية 85 % غير نفاذة	89	92	94	95
المقاطعات الصناعية 72 % غير نفاذة	81	88	91	93
أراضي سكنية				
معدل حجم القطعة				
معدل غير النفاذ				

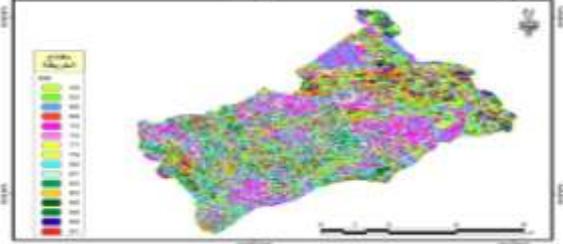
8-1 فأكثر	65	77	85	90	92
4-1 فأكثر	38	61	75	83	87
3-1 فأكثر	30	57	72	81	86
2-1 فأكثر	25	54	70	80	85
1 فأكثر	20	51	68	79	84
قطع أراضي لوقوف السيارات معبدة – سطوح ، ممرات ... الخ		98	98	98	98
الشوارع والطرق					
معبدة مع أرصفة ومجاري تصريف الأمطار		98	98	98	98
طرق غير معبدة حصوية		76	85	89	91
طرق متروكة		72	82	87	89

المصدر : Vijay P. Singh , Donald K. Frevert , Watershed Models , CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, 2006 , P 364 .

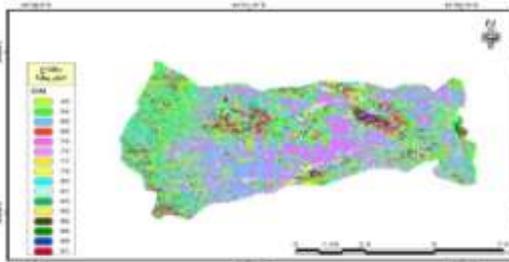
الخريطة (14) توزيع قيم المنحنى (CN) للحوض 2



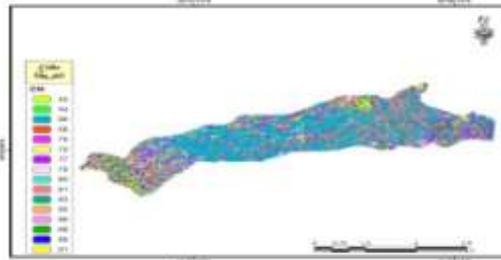
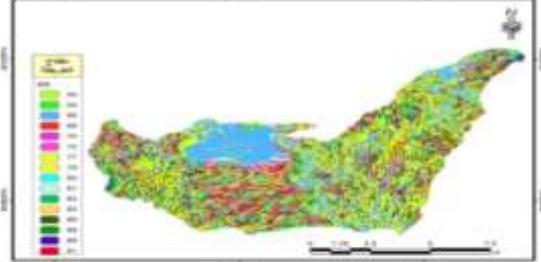
الخريطة (13) توزيع قيم المنحنى (CN) للحوض 1



الخريطة (16) توزيع قيم المنحنى (CN) للحوض 4



الخريطة (15) توزيع قيم المنحنى (CN) للحوض 3



المصدر : تصنيف غطاء الأرض والتربة الهيدرولوجية ومخرجات برنامج (Arc Gis)

## (2) حساب معامل (S)

يعبر معامل (S) Potential Maximum Retention After Runoff من الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء في التربة، أو حبس الماء في التربة بعد الجريان السطحي، وهذا المعامل يصف حالة التربة المشبعة تماماً بالماء بعد الجريان، أي بعد عملية التسرب<sup>(8)</sup>. وهناك تباين في سمك طبقة التربة المشبعة بالماء تبعاً لنوع التربة ومدى قابليتها على امتصاص الماء خلال فترة سقوط المطر، ومن ذلك يمكن التأكيد على أن هذا المعامل له علاقة مباشرة بنوع التربة ونوع الاستخدام الرضي.

وتعكس القيم المرتفعة للمعامل (S) ارتفاع التربة بالاحتفاظ بالماء وبالتالي انخفاض كمية الجريان السطحي، في حين تعكس القيم القريبة من الصفر انخفاض قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء مما ينعكس على توفير كمية أكبر من مياه الجريان السطحي، وقد تم احتساب قيمه وفق المعادلة رقم (3) واستخراج النتائج ضمن بيئة برنامج (Arc Gis) وباستخدام (raster calculator) والحصول على قيم ونتائج تم من خلالها استخراج خارطة لتحديد هذه القيم ومساحاتها ونسبها، وقد تراوحت قيم المعامل (S) ما بين (25) ملم وهي الأقل قدرة على الاحتفاظ بالماء على سطحها، وبين (310) ملم للأجزاء الأكثر قدرة على الاحتفاظ بالماء والتي لا تساعد في أتمام عملية الجريان السطحي، ومن ملاحظة الخرائط يتبين أن أغلب أجزاء الأحواض ومناطقها تقع ضمن الفئات المنخفضة والمتوسطة لمعامل (S) وهذا ما يدل على حدوث جريان سطحي عالي وما يؤكد صحة نتائج قيم (CN) وكما في الخرائط (43) (44) (45) (46) (47)

يتبين من الجدول رقم (6) أن أدنى القيم مجتمعة للمعامل (S) قد شغلت مساحات كبيرة أكثر مما هو عليه في القيم المرتفعة إذ لوحظ أن الأحواض المدروسة تتقارب فيها القيم المتدنية والتي تقل فيها عملية الاحتفاظ بالماء والتي لا تحتوي ضمن مكوناتها على ما يسمح بحفظ الماء على السطح وبالتالي تصبح الإمكانية القصوى للسطح في حفظ الماء منخفضة مما يسمح بنشوء عملية الجريان السطحي، فيما يتوافق توزيع قيم (S) المرتفعة مع أكثر أجزاء الأحواض المدروسة مسامية وهنا تصبح أمكانية حفظ الماء مرتفعة مما يبطئ حدوث الجريان السطحي، أما الأجزاء التي لها مقدرة متوسطة في الاحتفاظ بالماء فهي تلك التي تقترب أو تتقاطع فيها قيم (S) مع (CN).

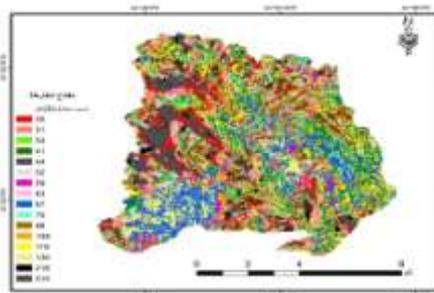
(8) هيفاء محمد النفيعي، مصدر سابق، ص 103.

الجدول (6)  
لقيم (S) لأحواض منطقة الدراسة

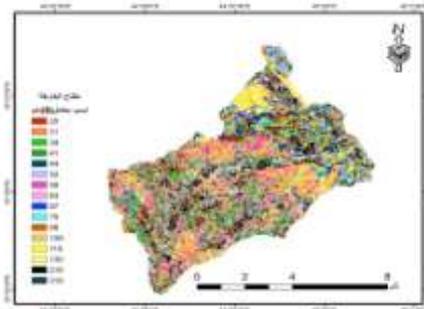
الأحواض	الأول		الثاني		الثالث		الرابع		الخامس		قيم (S)
	المساحة	% التسمية									
٢٥	١,٥	١,٧	٥,٣	٦,٢	٥,٦	٥,٢	١,٣	١,٧	٠,٦	٠,٥	١٤,٤
٣١	١,٤	٢,٣	٧,٢	٨,٥	٣	٢,٨	٠,٤	٠,٥	٠,٤	١,٣	١٢,٣
٣٤	٤,٥	٧,٣	٣,٥	٤,٢	٤,٦	٤,٣	٣,٧	٥,٥	١,٥	٤,٦	١٧,٨
٤١	٢,٨	٤,٦	٨,٥	١٠,٢	٦,٥	٥,٨	١,٥	١,٣	٠,٥	٢,٣	١٩,٨
٤٤	٢,٦	٤,٤	٧,٧	٩,٢	٤,٤	٤,١	٢,٥	٣,٣	٠,٢	٠,٧	١٧,٣
٥٢	١,٣	٢,٥	٣,٣	٣,٨	٨	٧,٥	٠,٨	١,٣	٠,٤	٢,٥	١٣,٧
٥٩	٤,٥	٧,٦	٢,٨	٣,٣	٣,٥	٣,٣	٣,٨	٥,٣	٣,٣	١٣,٢	١٧,٩
٦٣	٩,٤	١٥,٨	٢,٨	٣,٣	٢,٣	٢,٢	١١,٧	١٥,٧	٠,١	٠,٧	٢٦,٣
٦٧	٢,٤	٤,١	٩,٤	١١,١	٤,٤	٤,١	٠,٩	١,٣	٠,٧	٣,٥	١٧,٨
٧٥	٢,٣	٣,٩	٤,٣	٥,١	١٣,٨	١٢,٩	٥,٥	٧,٣	٣,٤	١٤,٧	٢٩,٤
٩٨	٢,٥	٣,٦	٤,٦	٥,٤	٦,٣	٥,٨	٣,٣	٤,٤	٠,٣	١,٥	١٦,٩
١٠٨	١١,٢	١٩,٣	١,٩	٢,٣	١,٩	١,٨	١٧,٣	٢٢,٧	-	-	٣٢,٣
١١٩	٢,٢	٣,٦	٨,٥	١٠,٨	٥,٨	٥,٤	٠,٨	١,٢	٠,٥	٢,٤	١٧,٨
١٣٠	٣,٨	٦,٤	٦,٢	٧,٣	١٨,٣	١٧,١	٩,٨	١٣,٢	١٠,٣	٤٣,٩	٤٨,٤
٢١٦	٥,٦	٩,٣	٤,١	٤,٨	٤,٤	٤,٢	٨,٣	١٠,٦	٠,٣	١,٣	٢٢,٧
٣١٠	١,٨	٣,٥	٤	٤,٨	١٤,٤	١٣,٥	٣,٦	٤,٧	١,٦	٦,٩	٢٥,٤
	٥٩,٨	١٠٠	٨٤,٢	١٠٠	١٠٧,٢	١٠٠	٧٥,٢	١٠٠	٢٣,٩	١٠٠	٣٥٠,٢

المصدر : من عمل الباحث بالإعتماد على معادلة (S) ومخرجات برنامج (Arc Gis10.2)

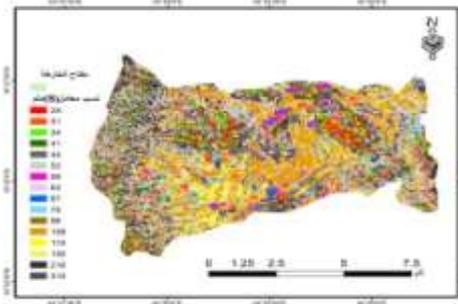
الخريطة (19) توزيع قيم (S) للحوض 2



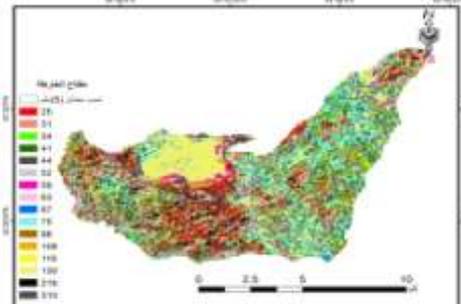
الخريطة رقم (18) توزيع قيم (S) للحوض 1



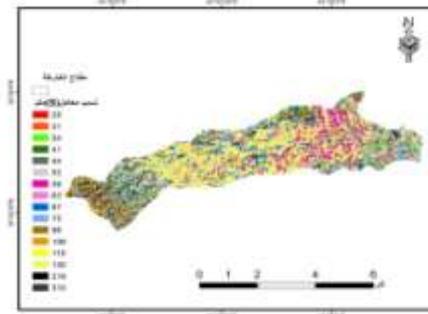
الخريطة (21) توزيع قيم (S) للحوض 4



الخريطة (20) توزيع قيم (S) للحوض 3



الخريطة (22) توزيع قيم (S) للحوض 5



المصدر : معادلة (S) ومخرجات برنامج (ArcGis10.2)

#### - حساب معامل (Ia)

وهو مقدار الفاقد من مياه الأمطار قبل بدء الجريان السطحي عن طريق التبخر، أو ما تتعرض له النباتات من مياه الأمطار أو المياه المتجمعة من المنخفضات السطحية، أو عن طريق التسرب<sup>(9)</sup>. ويعتبر (Ia) من المعامل المهمة في تقدير كمية الجريان السطحي كونه عنصراً مهماً من عناصر المعادلة الخاصة التي تم من خلالها استخراج جميع القيم، ولهذا المعامل علاقة وثيقة بالتربة وغطاءات الأرض من خلال ارتباطه بالمعامل (S) كما تبين في معادلة (Ia) إذ يمثل خمس قيمة (S)، وتدل القيم المنخفضة على لهذا المعامل والتي تقترب من (الصفر) على قلة أو انخفاض كمية ما يفقد من مياه الأمطار قبل بدء الجريان السطحي مما يساعد على سرعة الجريان السطحي، بينما يصبح معدل الاستخلاص الأولي مساوياً لمعدل المياه الجارية على السطح إذا بلغت قيمة الوسيط للمعامل (Ia) (50.8) ملم، أما إذا ارتفعت قيمة (Ia) عن قيمة الوسيط دل ذلك على فقد كميات أعلى من الأمطار وبالتالي تنخفض كميات المياه الجارية على السطح.

(1) USDA-TR55, (1986), Urban Hydrology for Small atersheds, Department of Agriculture, USA, P213 .

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

(3) Vijay P. Singh, Donald K. Frevert, Watershed Models, CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, 2006, P 364 .

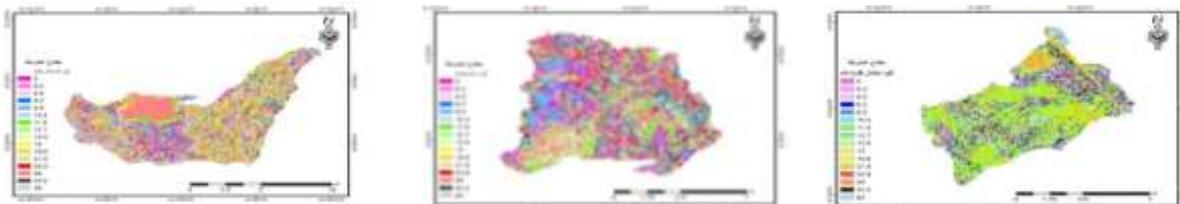
وقد تم احتساب قيم المعامل لكل حوض ثانوي بواسطة بيئة برنامج ( Arc Gis ) ومن خلال الأداة (Raster Calculator) ضمن قائمة المحلل المكاني (Spatial Analyst) تم احتساب المعادلة لتنتج لنا خريطة ( Raster ) أظهرت لنا فيها البكسلات ذات القيم المتشابه بلون معين, مع حساب المساحات ونسبها المئوية لكل قيمة, ومن ذلك نجد أن عموم المنطقة يمكنها توليد جريان سطحي وبكميات كبيرة على عد إن جميع القيم التي ظهرت دون الوسيط المذكور أعلاه(50.8) ملم وكما مبين بالجدول رقم (7) ماعدا متغير واحد فقط كان أعلى من الوسيط وكما وضحته الخرائط (23) (24) (25) (26) (27) , أذ تبين أن أدنى انخفاض شهدته المناطق الجبلية في حين ظهرت القيم الأقل في المناطق ذات الاستخدامات السكنية والشوارع , ووجد أن هناك تباين بسيط في مناطق القمم الجبلية والسبب في ذلك يعود الى مظاهر الضعف الصخري التي تنتشر في بعض مرتفعات المنطقة , مما يسمح بترشح المياه خلالها عكس ما هو عليه في الحافات الجبلية التي تمثل بدايات مجاري الأودية المنحدرة من تلك المرتفعات , مما يشكل مناطق تجمع المياه لعموم المنطقة, ومن ملاحظة الجدول نجد أن هناك ارتفاع في المساحات التي شغلها القيم المنخفضة في عموم الأحواض الثانوية لقيم (Ia).

الجدول رقم (7)  
لقيم معامل ( Ia ) لأحواض منطقة الدراسة

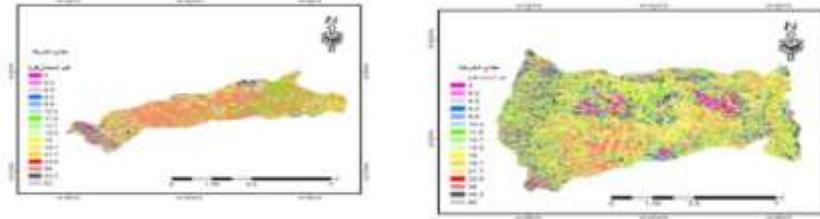
الأحواض	الأول		الثاني		الثالث		الرابع		الخامس		قيم (Ia)
	المساحة	النسبة%									
5	1,5	1,7	5,3	6,2	5,6	5,2	1,3	1,7	0,6	0,5	14,4
6,2	1,4	2,3	7,2	8,5	3	2,8	0,4	0,5	0,4	1,3	12,3
6,9	4,5	7,3	3,5	4,2	4,6	4,3	3,7	5,5	1,5	4,6	17,8
8,2	2,8	4,6	8,5	10,2	6,5	5,8	1,5	1,3	0,5	2,3	19,8
8,9	2,6	4,4	7,7	9,2	4,4	4,1	2,5	3,3	0,2	0,7	17,3
10,4	1,3	2,5	3,3	3,8	8	7,5	0,8	1,3	0,4	2,5	13,7
11,9	4,5	7,6	2,8	3,3	3,5	3,3	3,8	5,3	3,3	13,2	17,9
12,7	9,4	15,8	2,8	3,3	2,3	2,2	11,7	15,7	0,1	0,7	26,3
13,5	2,4	4,1	9,4	11,1	4,4	4,1	0,9	1,3	0,7	3,5	17,8
15	2,3	3,9	4,3	5,1	12,8	12,9	5,5	7,3	3,4	14,7	29,4
19,6	2,5	3,6	4,6	5,4	6,3	5,8	3,3	4,4	0,3	1,5	16,9
21,6	11,2	19,3	1,9	2,3	1,9	1,8	17,3	22,7	-	-	32,3
23,9	2,2	3,6	8,5	10,8	5,8	5,4	0,8	1,2	0,5	2,4	17,8
26	3,8	6,4	6,2	7,3	18,3	17,1	9,8	13,2	1,3	43,9	48,4
43,2	5,6	9,3	4,1	4,8	4,4	4,2	8,3	10,6	0,3	1,3	22,7
62	1,8	3,5	4	4,8	14,4	13,5	3,6	4,7	1,6	6,9	25,4
المجموع	59,8	100	84,2	100	107,2	100	75,2	100	23,9	100	350,2

المصدر : معادلة (Ia) ومخرجات برنامج (Arc GIS10.2) .

الخرائط (23)(24)(25) توزيع قيم (Ia) للأحواض(1-2-3)



الخرائط (26)(27) توزيع قيم (Ia) للاحواض (4-5)

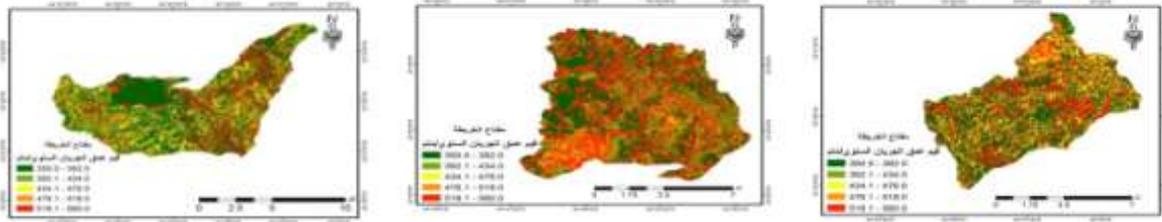


المصدر : معادلة (Ia) ومخرجات برنامج (Arc Gis10.2)

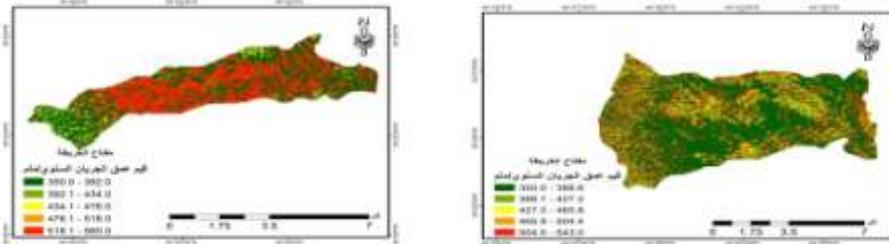
سادسا: تقدير عمق الجريان (Q)

من خلال ما تبين من المعطيات الطبيعية للأحواض المدروسة لمنطقة الدراسة والتي نستدل بها عبر قيم (LA,S,CN) وبحساب المتوسط السنوي لكل خلية، والتي حصلنا عليها بالأعتماد على بيانات الأمطار السنوية للمحطات التي ذكرت في الفصل الثاني، والتي من خلالها تم احتساب الجريان السطحي في الأحواض وباستعمال الحاسبة الخلوية Raster Calculator ضمن قائمة المحلل المكاني Spatial Analyst في بيئة برنامج Arc Gis حيث تم احتساب عمق الجريان السطحي لكل خلية في الحوض بناءً على الأحواض الثانوية، وحسب المعادلة رقم (1) المذكورة في بداية الفصل، ويعبر عمق الجريان السطحي مقدار المياه الجارية على السطح خلال تساقط الأمطار عليه، وبغض النظر عن المساحة التجميعية للحوض، إذ أظهرت الأحواض تبايناً ملحوظاً في تلك القيم وكما يبينه الجول رقم (8) والخرائط (28) (29) (30) (31) (32)

الخرائط (28)(29)(30) قيم عمق الجريان السطحي السنوي للاحواض (1-2-3)



الخرائط (31)(32) قيم عمق الجريان السطحي السنوي للاحواض (4-5)



المصدر :- مخرجات برنامج (Arc Gis10.2) ومعادلة عمق الجريان .

- تقدير حجم الجريان السطحي (QV)

بعد أن تم الحصول على عمق الجريان (Q) تم احتساب الجريان السنوي Runoff Volume، وكما تبينه المعادلة رقم (5)، وباستخدام برنامج Arc Gis 10.2 وبعد ان حصلنا على قيمة (Q) لكل بكسل موجود وبوجود مساحة كل بكسل والتي قدرها (30 × 30) متر مما أعطى مساحة ثابتة لكل البكسلات قدرها (900م<sup>2</sup>)، من خلال المعادلة التي ظهرت قيم حجم الجريان السنوي للأحواض المدروسة وكما يبينه الجدول رقم (39) إذ أظهرت هذه الأحواض تباين في قيمها وأظهر أعلى حجم للجريان السنوي في الحوض رقم (3) والذي بلغ (46.084.074) م<sup>3</sup>، ثم جاء بعدة الحوض رقم (2) والذي بلغ (38.645.316) م<sup>3</sup>، وجاء الحوض رقم (4)

في المرتبة الثالثة وبقوة (31.355.724) م<sup>3</sup> ثم الحوض رقم (1) بالمرتبة الرابعة بواقع (27.332.835) م<sup>3</sup> وكان أدنى جريان سطحي في الحوض رقم (5) والذي بلغ (10.752.386) م<sup>3</sup> , وقد لوحظ أن سبب ارتفاع حجم الجريان السطحي السنوي في الأحواض (3, 2, 4) لكبر مساحتها مقارنةً ببقية الأحواض المدروسة. والتي بلغت 251.2 كم<sup>2</sup> مجتمعة وما نسبته 71% من مجموع مساحة الحوض الرئيسي , والتي هي مهيئة لاستلام كميات كبيرة من الأمطار.

### الجدول رقم (8)

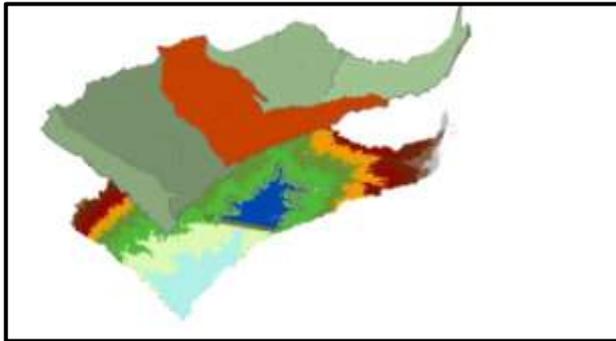
تقديرات حجم الجريان السنوي لأحواض منطقة الدراسة

الأحواض	المساحة / كم <sup>2</sup>	حجم الجريان السطحي السنوي / م <sup>3</sup>
الأول	89,8	27,332,835
الثاني	84,9	38,588,415
الثالث	117,9	49,184,174
الرابع	78,2	31,355,724
الخامس	43,9	10,752,386

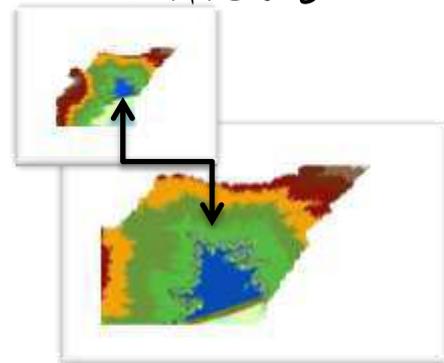
المصدر: - معادلة (QV) وحسب طريقة (SCS) ومخرجات برنامج (Arc GIS10.2).

ومن خلال هذه التقديرات التي حصلنا عليها تمكنا إيجاد المنطقة المناسبة للحصاد المائي , بعد أن تم استخراج أعلى نسبة للجريان السطحي, والتي كانت من نصيب الحوض رقم (3) إذ تم اختيار الحوض وعمل مطابقة له مع المرئية الرادارية للتأكد من صحة اختيار المكان الملائم, وتبين أن مكان الحوض الثانوي يقع في قعر الحوض أو الوادي الرئيس ثم أجريت مطابقة الحوض مع إنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) مع الاعتماد على درجة التضرس والتي من خلالها اختير مكان المستجمع المائي على أساس حافة الوادي ومن ثم عمل بحيرة أفتراضية على ارتفاع بطن الوادي وكما في الشكل رقم (8) ومن ثم عمل شكل (3D) للتأكد من موقع المستجمع المائي والبحيرة الأفتراضية وفق ما في الشكل (2)

الشكل رقم (3) شكل (3D) للحوض الرئيسي والأحواض الثانوية



الشكل (2) مكان مستجمع مياه على حوض جم جمال

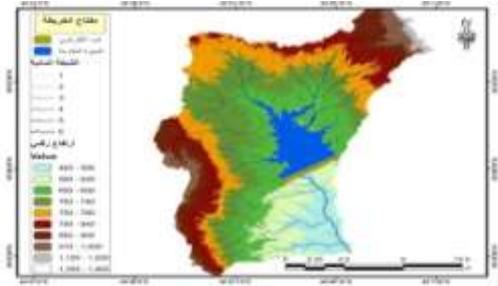


المصدر : مخرجات برنامج (Arc Gis10.2) ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM).

إن عملية اختيار منطقة مستجمعات مائية على مجاري الأودية تتطلب دراسة في بعض الجوانب الجيولوجية والهيدرولوجية والتضاريسية , فضلاً عن الجوانب الأخرى التي سنتناول إبرازها في المراحل اللاحقة لتحديد الموقع المقترح لإنشاء المستجمع مائي. أن عملية إنشاء مستجمع مائي أفتراضية صغيرة بدلاً من إنشاء مستجمع مائي كبيرة وعالية الكلفة هو السبيل الأمثل لتطوير مصادر المياه وبخاصة أن منطقة الدراسة تمتاز بشحة المياه صيفاً ولهذا كان هنالك دافع لتوجيه وتكثيف الجهود للمحافظة عليها وديمومتها وتنميتها لما للموارد المائية من أهمية تفوق أهمية أية ثروة طبيعية أخرى وهذا ما دفع إلى إنشاء مستجمع مائي صغير ومتوسط الحجم والكلفة , وهذا النوع مناسب في الظروف المماثلة في حوض جم جمال والاستفادة من مياه الأودية في الهضاب الجبلية معاً

أذا ما أحسن اختيار الموقع، لأن هطول الأمطار وحدوث الجريان السطحي يتم أحياناً خلال دقائق أو ساعات محدودة وبسبب الانحدار الكبير فإن هذه المياه تذهب سريعاً وتجرف التربة معها، أن موقع مشروع المستجمع مائي المقترح في حوض (جم جمال) وكما توضحه الخريطة رقم (33) والذي يقع في وسط الحوض الرئيسي من الجهة الشرقية أذ جاء الاختيار مراعاة لعوامل عدة منها طوبوغرافية المنطقة وعامل الانحدار ودورهما، أذ تعتبر اغلب المناطق المجاورة ذات تضرس عالٍ ومعقد لا يمكن إقامة مستجمع مائي آخر مشابه أو حتى مستجمع مائي ركامية أو خزانات خرسانية أو مستجمع مائي ترشيحية لرفع مستوى المياه الجوفية، لندرتهما في منطقة الدراسة، فضلاً عن اختيار هذا المكان مراعاة للبنية التحتية نتيجة قربها من الطرق الرئيسية وتجمعات مدينة جم جمال السكنية والزراعية لزيادة الاستثمار والاستصلاح والحد من عملية انجراف التربة بالمنطقة وتحسين البيئة المحيطة بالمستجمع مائي وبالبحيرة على اعتبارهما مناطق ترفيه ومناطق سياحية والإفادة من المياه للاستعمالات المنزلية والزراعية والصناعية.

### الخريطة (33) مشروع المستجمع المائي المقترح في حوض جم جمال



### الصورة (1) موقع البحيرة المفترضة للمستجمع المائي التقطت هذه الصورة بتاريخ 2015/ 4 / 22



المصدر :- أنموذج الأرتفاع الرقمي ومخرجات برنامج (Arc Gis).

أما من الناحية الطبيعية فالمنطقة المختارة تقع ضمن تكوينات صخرية تمتاز بالصلابة وتساعد على إنشاء المستجمع مائي وفق ما توضحه الصورة رقم (15) إذ يتميز المستجمع مائي المقترح بأرتفاع بلغ (80) متراً وبعرض (6) متر تتقدمه بحيرة افتراضية بلغت مساحتها (24) كم<sup>2</sup> وبلغ حجم التخزين فيها بحدود 221.38 مليون م<sup>3</sup> وكما تبينه المقاطع العرضية في الشكل (10) و الشكل (11) والشكل (12) وبلغ معدل الانحدار لبحيرة المستجمع المائي 1.5م لكل 10 متر.

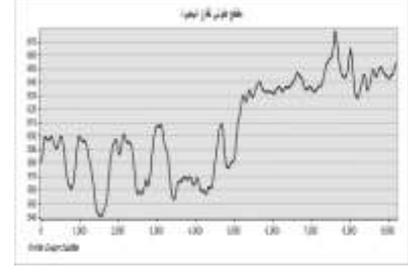
شكل (13) مقطع عرضي لوسط البحيرة المفترضة



شكل (5) مقطع عرضي للبحيرة المفترضة عند فوهة المستجمع المائي المقترح



شكل (4) مقطع طولي لفاع البحيرة الأفتراضية



المصدر :- مخرجات برنامج (Arc Gis) وأنموذج الأرتفاع الرقمي (DEM)

### النتائج

1. أن للنمذجة الهيدرولوجية الفائدة الكبيرة في التعامل مع مناطق التي لا يتواجد فيها محطات رصد وقياس وامكانية الحصول على نتائج كبيرة ودقيقة جداً وفي وقت زمني قصير جداً .
2. أمتاز مناخ المنطقة بكونه مناخ شبة رطب شتاءً الى مناخ شبة جاف صيفاً ويحمل صفات مناخ البحر المتوسط، أذ بلغ معدل لحرارة السنوي حوالي (19.8) مئوية واطار قد بلغ مجموعها السنوي حوالي (500) ملم أغلبها تتساقط في فصل الشتاء مسببة جريان سطحي كبير .

3. ان طريقة (SCS – CN) والتي من خلالها تم تقدير حجم الجريان السنوي لأحواض مختارة من اجل الحصول على أدق المعلومات لأستخدامها في عملية حصاد المياه والتي من خلالها تم تحديد أعلى وادي للجريان السنوي وهو الحوض رقم (3) والذي بلغ جريانه السنوي (46.084.074) م<sup>3</sup> سنوياً تلاه الحوض رقم (2) وبحجم جريان سنوي بلغ (38.645.316) م<sup>3</sup> سنوياً وهكذا بقية الأحواض الأخرى .
4. بناء قواعد بيانات تفصيلية ودقيقة باستخدام التقنيات الجغرافية ومعطيات الاستشعار عن بعد للخصائص المورفومترية والهيدرولوجية وغطاءات الأرض وأستعمالاتها والترب الهيدرولوجية .
5. بناء الانموذج الهيدرولوجي الذي يحاكي الواقع الجغرافي تم التوصل الى تحديد أمكانية الحصاد المائي , وتم اختيار الحوض رقم (3) موقعاً للمستجمع الرئيس في المنطقة، لما يتمتع به من موقع ملائم للخصائص المورفومترية والجيولوجية والهيدرولوجية , ومن النتائج أمكن انتقاء موقع للمستجمع المائي المقترح مع البحيرة الأفتراضية التي هيأت لتخزين المياه والأستفادة من هذه المياه في أيام الجفاف وغيرها من الأوقات , وجرى تخمين وتقدير كمية المياه التي يمكن جمعها في مختلف مناسيب الأرتفاع في مستوى البحيرة أذ بلغ الخزين المتوقع للبحيرة بحدود (221.38) مليون م<sup>3</sup> .

### التوصيات

6. أنشاء محطات قياس هيدرولوجية على مجاري الأحواض الرئيسة لحوض جم جمال لمعرفة حجم الصرف المائي في تلك الأودية , لكي تمكن الدراسات اللاحقة من أجل الوصول الشامل لكل الخصائص الهيدرولوجية والطبيعية.
7. الأستفادة القصوى من جميع مياه الحوض , ولاسيما ان محافظة السلیمانية تعاني من شحة كبيرة جداً للمياه وفي جميع الأستعمالات البشرية والصناعية وغيرها , والحد من هدر المياه في الأنهر وعدم استغلالها .
8. توسيع الاهتمام في البنية الحوضية مع متابعة الأنشطة البشرية التي قد تنعكس تأثيراتها على سلوك الأحواض , كأنشاء المقالع وأقامة القناطر وعملية الرعي الجائر وغيرها من الأنشطة في المنطقة .
9. أستخدم التقنيات الحديثة في النمذجة الهيدرولوجية والتي أصبحت ذا فائدة كبيرة جداً , فبالأمكان من خلالها التعامل مع المناطق الغير مرصودة للحصول على نتائج عالية ودقيقة وفي وقت قصير جداً , وعدة النمذجة الهيدرولوجية حلقة الوصل مابين معطيات التحسس النائي وأستخدام البيانات والخرائط التي وفرتها الأقمار الصناعية من جهة وبين نظم المعلومات الجغرافية من جهة أخرى .
10. الأهتمام بالتعاون العلمي مابين الكوادر المتخصصة كالجيولوجيين والجغرافيين ومهندسي الري , وكذلك المهتمين في مجالات التنمية الاجتماعية والاقتصادية .
11. العمل على أنشاء سدود واطئة الكلفة لأحياء أكبر مايمكن من الأراضي , ويتطلب ذلك دعم وتشجيع حكومي للأستفادة منها في الأستخدامات الزراعية والسكنية والصناعية .
12. الأهتمام في تنشيط السياحة داخل منطقة الدراسة نظراً لما تتمتع به المنطقة من موقع جغرافي ومناظر خلابة وأجواء طبيعية جميلة , فضلاً عن بعض العيون والينابيع المنتشرة في المرتفعات الجبلية .

### المصادر والمراجع

- (3) الحربي، نوير مسري ناعم، 2006 , النمذجة الألية لحوض وادي ملكان بأستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونماذج الأرتفاعات الرقمية دراسة من منظور جيومورفولوجي .
- (4) الجبوري، زكريا يحيى خلف , 2008 , النمذجة الهايدرولوجية لحوض وادي أبو ماريأ بأستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) .
- (5) الجبوري، عبد الحق نايف محمود , 2014 , النمذجة الهيدرولوجية للأحواض غير المقيسة في المناطق الجافة بأستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد وبرنامج AGWA2 حوض الملح – دراسة حالة .

- (6) سليم ياوز جمال اليعقوبي , تصنيف أستعملات الأرض والغطاء الارضي في ناحية الراشدية باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية , مجلة كلية الآداب , العدد94 , ص232.
- (7) -هيفاء محمد النفيعي ، تقدير الجريان السطحي ومخاطرة السيالية في الحوض الأعلى لوادي عرفة شرق مكة المكرمة بوسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ، رسالة ماجستير ، جامعة أم القرى، كلية العلوم. الاجتماعية ، قسم الجغرافية ، 2010 ، ص92 .
- (8) (Rene Pumayalli) (2008) نمذجة أحواض المياه بأستخدام تقنيات الأستشعار عن بعد وبرنامج AGWA-AWAT للجزء الغربي من حوض كوسكو في بيرو .
- (9) AL- Gamid , S (1991) Estimating , Runoff curve Number of the soil conservation Service in Arid and Semi – arid Environments Using Remotely sensed Data A dissertation Submitted to the Faculty of the University of Utah, p25 .
- (10) Richard C. Sorrell, P.E.(June 22, 2010)Computing Flood Discharges For Small Ungaged Watersheds, Michigan Department of Natural Resources and Environment Land and Water Management Division , p10 - 11.
- (11) Soil Conservation Service.Urban Hydrology for Small Watershed. Technical releases 55,2nd, U.S.Dept of Agriculture, Washington D.C.(1986).
- (12) USDA-SCS,(1985), Natural Engineering Handbook, section 4.Department of Agriculture, USA. P38.
- (13) USDA-TR55, (1986), Urban Hydrology for Small atersheds ,Department of Agriculture, USA, P213 .
- (14) Vijay P. Singh , Donald K. Frevert , Watershed Models , CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, 2006 , P 364 .