النمذجة الهيدرولوجية لحوض وادي الزرجي (شمال العراق) باستخدام طريقة (SCS-CN) وآثارها التنموية

الأستاذ الدكتور محمد موسى حمادي الشعباني
كلية الآداب / جامعة الانبار
الأستاذ المساعد الدكتور صلاح عثمان عبد العاني
مديرية تربية محافظة الانبار / وزارة التربية

المستخلص

تناول البحث دراسة حوض وادي الزرجي الذي شغل مساحة بلغت (٤٩٦) كم^{٢} ، ويقع في شمال شرق العراق ضمن الحدود الإدارية لمحافظة أربيل بين خطي طول ٤٣° ٣٢' ٥" -٤٤° ١٢' ٥٠" شرقاً، ودائرة عرض ٣٦° ٥' ٣٠" -٣٦° ١٦' ٢٣" شمالاً. اعتمد النموذج الرياضي (SCS-CN) الذي يعد من اهم الطرق التي تستخدم في تقدير حجم الجريان السطحي، إذ يقوم هذا النموذج بالاعتماد على اغطية واستعمالات الأرض والمجموعات الهيدرولوجية والرطوبة المسبقة للتربة والامطار. تم دمج اغطية واستعمالات الأرض مع الترب الهيدرولوجية لغرض الحصول على الأرقام المنحنية (CN) التي أظهرت نتائجها تسجيل قيم تراوحت بين (٣٩–٩٤)، وسجل معامل (S) قيما تراوحت بين (١٦,٢١-٣٩٧,٢٨)، في حين سجلت قيم (La) قيما تراوحت بين (٣,٢٤-٧٩,٤٦)، بينما سجل معامل (Q) قيما تراوحت بين (٢٠٥,١١- ٤٦٦,٤١) ملم، كما تبين إن حجم الجريان السنوي في حوض وادي الزرجي بلغ (١٨٨٢٦٤٨٩٤) م^{٣}. هذه الخصائص تعطي نتائج إيجابية الى إمكانية إقامة مستجمعات مائية لحصاد المياه في المناطق التي تم تحديدها في الحوض بهدف تنميته للاستثمارات المستقبلية.

المقدمة

يشكل الجريان السطحي أحد الركائز الأساسية التي لها تأثير بالغ الاهمية في نتائج الموازنة المائية، ويكون ممثل بمجموعة من الاودية والمجاري المائية سواء كانت دائمة او موسمية الجريان، ويرتبط بمجموعة من العوامل منها التكوينات الجيولوجية والطبوغرافية وكمية الامطار الهاطلة ونوعية التربة والغطاء النباتي، هذه العوامل مجتمعة تؤثر بشكل كبير على كمية الجريان السطحي من منطقة الى أخرى. نتيجة لما يحظى به الجريان السطحي من اهتمام خصوصاً في البيئات الجافة والشبه الجافة والشبه رطبة؛ لكونه يمثل شريان الحياة والمجهز الرئيس للأنهار والبحيرات والجداول المائية بالمياه. يتطلب الامر حلول ومعادلات رياضية ثابتة تخص الجريان السطحي وخصائصه الأخرى ولهذا يمثل نموذج (SCS-CN) من أفضل النماذج التي تدرس الخصائص الهيدرولوجية والتربة السطحية وكل ما يتعلق بالغطاء الأرضي، هذه العوامل مجتمعة تسهم في معرفة وتحديد الجريان السطحي.

مشكلة الدراسة:

هل بإمكان نمذجة الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي الزرجي تقديم خرائط تظهر التوزيع المكاني في تقدير حجم الجريان السطحي، وما مدى ملائمتها لأغراض حصاد المياه وفق طريقة (SCS-CN) باستعمال معطيات الاستشعار عن بعد (RS) وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، وهل يمكن الاستفادة من كميات المياه التي تم حصادها في تنمية مناطق الحوض.

فرضية الدراسة:

بإمكان نمذجة الخصائص الهيدرولوجية انتاج خرائط لتقدير حجم الجريان السطحي تكون ملائمة لأغراض حصاد المياه في ضوء التكامل بين معطيات الاستشعار عن بعد (RS) وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) من خلال تحويل التقنيات الرياضية المعتمدة عالمياً في تقدير حجم الجريان وفق نموذج (SCS-CN) الى مجموعة من النماذج الخرائطية، ويمكن الاستفادة من كميات المياه التي تم حصادها في تنمية مناطق حوض الوادي.

أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في توفير قاعدة بيانات هيدرولوجية لحوض وادي الزرجي لكونه من الاحواض غير المرصودة، تسهم تلك البيانات في معرفة المناطق المناسبة لحصاد المياه، فضلاً عن كونها تساهم في تقدير حجم الجريان السطحي المائي.

هدف البحث:

يهدف البحث الى تحقيق ما يأتي:

١- دراسة العوامل الطبيعية التي تؤثر على الجريان السطحي في المنطقة.

٢- تحديد الخصائص الهيدرولوجية التي تسهم في كميات الجريان السطحي.

٣- تطبيق التقنيات الحديثة في إقامة مشاريع حصاد المياه للاستفادة من الجريان السطحي.

٤- بناء قاعدة بيانات تتضمن معلومات دقيقة عن الخصائص الطبيعية والهيدرولوجية للمنطقة.

٥- دراسة الآثار البيئية لمشاريع حصاد المياه وتقديم معلومات تدعم التخطيط والتنمية المستدامة.

منهجية البحث:

اعتمد البحث على المنهج الاستقرائي الذي يقوم على تقصي الحقائق والمعلومات من المصادر والمراجع، والمنهج التحليلي الكمي الذي يقوم بتحليل البيانات واجراء القياسات من خلال تطبيق المعادلات الرياضية وتحليل نتائجها اعتمادا على التقنيات الحديثة لاختيار أفضل المواقع للمستجمعات المائية.

مصادر البيانات والتقنيات المستخدمة:

١- بيانات الاستشعار عن بعد للقمر الصناعي (landsat-9) وبدقة تميزية (٣٠×٣٠) متر الملتقطة بتأريخ ٢٠٢٤/١/٥ والمتحسس OLI.

٢- نموذج الارتفاع الرقمي DEM وبدقة تميزية (٣٠×٣٠) متر، القمر الصناعي الياباني، لسنة ٢٠٢١.

٣- برنامج Arc Map ν 10.8، برنامج Erdas Imagine ν 14، برنامج Global mapper ν 12.

٤- المعادلات الرياضية المعتمدةَ في قياس منُحنى الجَريان حسب (USDA) **وفق الآتي** [١]:

أ- حساب قيمة (s) يمكن من خلال المعادلة الاتية: $S=\frac{25400}{CN}-254$

ب- حساب قيمة (La) وهي تساوي خمس قيمة (S) فتحسب كالاتي: $Ia = 0.2s$

ج- حساب عمق الجريان السطحي (Q) من خلال المعادلة الاتية: $Q=\frac{(P-Ia)2}{(p-Ia)+s}$

إذ أن:

P = الامطار الساقطة بوصة، S= اقصى تجمع سطحي بعد بداية الجريان السطحي (بوصة).

La= المستخلصات الاولية قبل بدء الجَريان كالتَربة والمنخفضات السطحية والتبخر والنتح (بوصة).

Q = عُمق الجَريان السَطحي (بوصة). P= الامطار (بوصة).

د- حساب حَجم الجَريان السَطحي من خلال المُعادلة الآتية: $Q\nu= (Q*A/1000)$

إذ أن:

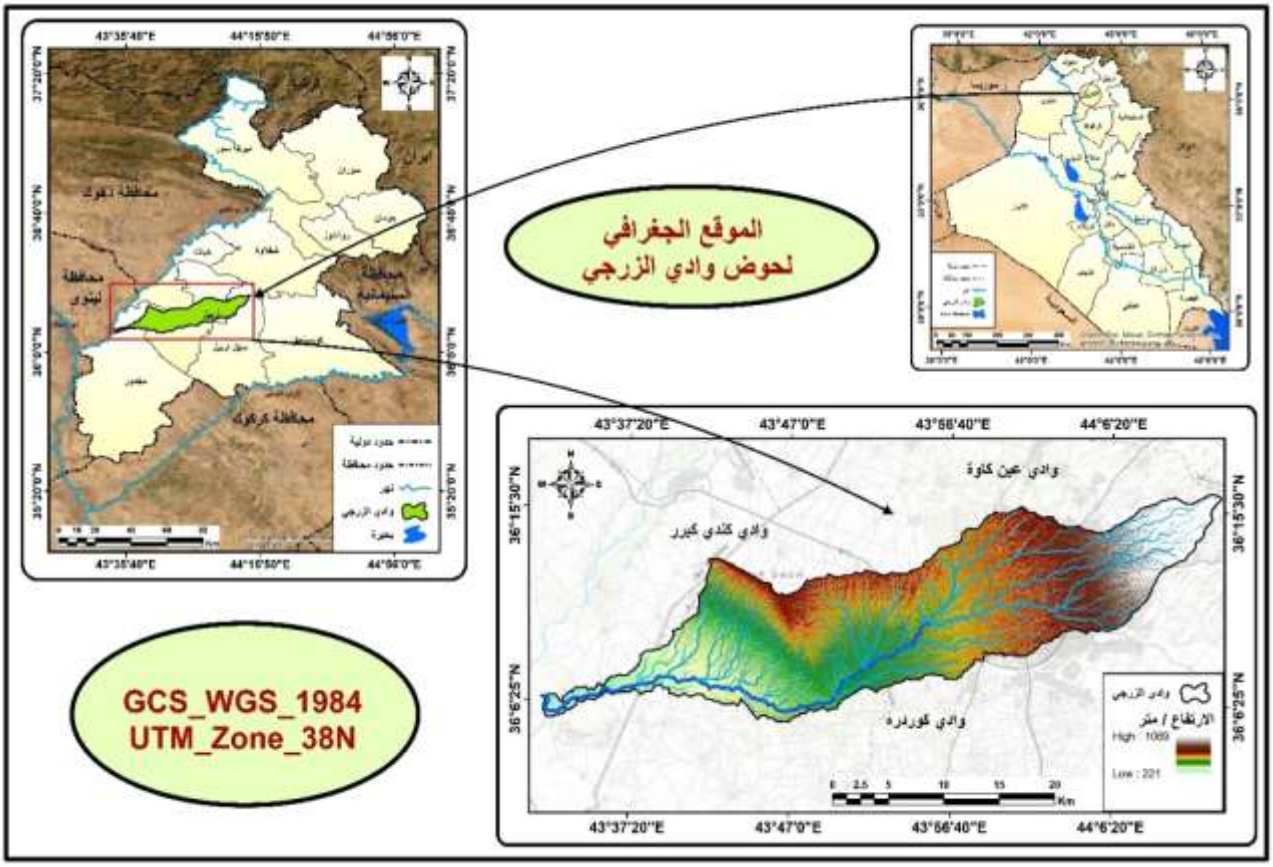
Qν = حَجم الجَريان السَطحي م^{٣} ، Q = عُمق الجَريان / ملم، A = مَساحة الحوض/ كم^{٢}.

١٠٠٠ = معامل التحويل لتكون وحدة القياس للنتائج النهائية بالمتر المكعب.

الموقع:

يقع حوض وادي الزرجي شمال شرق العراق بين خطي طول "5 ' 32 ° 43 - "50 ' 12 ° 44 شرقاً، ودائرة عرض "30 ' 5 ° 36 - ' 16 ° 36 "23 شمالاً ضمن الحدود الإدارية لمحافظة أربيل، ويشغل مساحة تقدر (٤٩٦) كم^{2}، يحده من الشمال الشرقي وادي عين كاوه ومن الشمال الغربي وادي كندي كبرر ومن الجنوب وادي كوردرة (خريطة ١).

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على:

- **جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، مديرية المساحة العامة، خريطة العراق ومحافظة اربيل الادارية، لسنة 2020، مقياس (١/١٠٠٠٠٠٠).**
- **خريطة العراق الطبوغرافية بمقياس ١:١٠٠٠٠٠ لسنة ١٩٩٠ الصادرة عن الهيئة العامة للمساحة.**
- **نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تميزية (٣٠×٣٠)، ومخرجات برنامج Arc Map 10.8.**

اولاً: الخصائص الطبيعية:

١- البنية الجيولوجية:

تساهم دراسة البنية الجيولوجية في توضيح الخصائص التي تشكل المظهر الأرضي، مثل نوعية الصخور ونظام بنائها، مما يؤثر على الموارد المائية ويحدد أنماط التوزيع السكاني واستخدامات الأراضي. يُظهر تحليل الخريطة (٢) أن منطقة الدراسة تغطيها مجموعة من التكوينات الجيولوجية تمتد من عصر البليوسين في الزمن الجيولوجي الثالث حتى عصر الهولوسين في الزمن الجيولوجي الرابع، وتشمل:

١- **تكوين باي حسن:** يعود عمر هذا التكوين إلى عصر البلايوسين ويتكون من طبقات سميكة من الرمل متداخلة معهُ طبقات كتلية من الحجر الطيني والحجر الغريني[٢] وتمثل البيئة الترسيبية لهذا التكوين بيئة نهرية عند مصبات الأنهار ضمن منطقة عميقة التكلس وخاصة عند حافات الجبال. ويشغل هذا التكوين مساحة تقدر بـ (١١٤) كم^{٢} وبنسبة (٢٣%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة. ينكشف هذا التكوين في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من منطقة الدراسة.

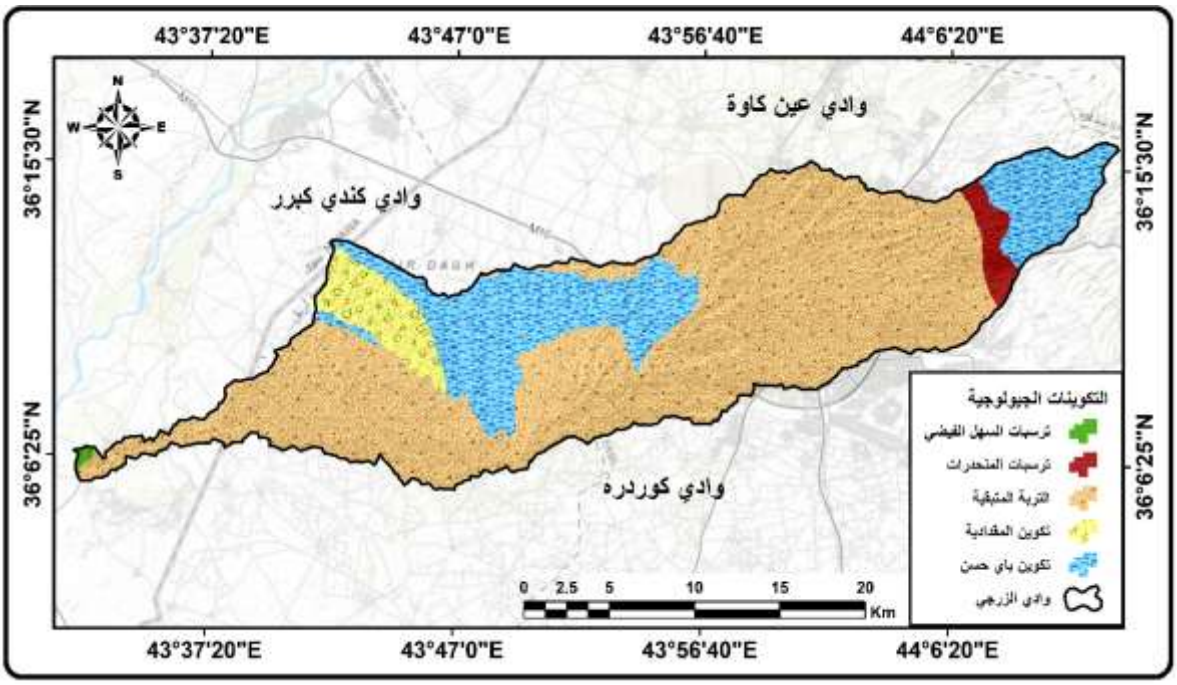
٢- **تكوين المقدادية:** ينكشف هذا التكوين في مساحة محدودة من منطقة الدراسة في الأجزاء الشمالية الغربية منها وتشغل مساحة تقدر بـ (٢٥) كم^{٢} بنسبة (٥,١%) من المساحة الكلية. يحتوي كل من تكوين باين حسن والمقدادية على مواد نهرية خشنة وسميكة، وهذا ما اكسبها مسامية ونفاذية عالية جعلت منها تحتل مكانة مهمة في تغذية مكامن المياه الجوفية في منطقة الدراسة.

٣- **ترسبات السهل الفيضي**: يشغل هذا التكوين مساحة صغيرة جداً تكون عند مصب الوادي بمساحة تبلغ (١) كم^{٢} ونسبة تبلغ (٠,٢%) من المساحة الكلية للمنطقة، مكوناته في الغالب تكون رملية -غرينيه -طينيه مترسبة على جانبي مجرى الوادي، السمك والعرض متغيران إذ يتراوح بين (٠,١-٣) م، دائماً تستغل كحقول زراعية.

٤- **التربة المتبقية:** تشغل مساحة كبيرة من الحوض إذ غطت مساحة تبلغ (٣٤٦) كم^{٢} وبنسبة بلغت (٦٩,٧%) من المساحة الكلية، تتألف هذه الترب من المفتتات الناعمة وقطع صخرية يمتد عمرها إلى البلايستوسين وتستمر لغاية الهولوسين يتراوح سمكها بين (٠,٣ – ٠,٥) م وقد تزيد في أحيان قليلة إلى عدة أمتار. تكون ذات لون بني وتتكون نتيجة لحدوث التجوية بأنواعها الفيزيائية والكيميائية.

٥- **ترسبات المنحدرات:** يقترن وجودها بالسطوح الشديدة الانحدار وتنتج تلك الترسبات عن جرف السيول للحصى والفتات الصخري الناعم أثناء عملية الجريان السريع على تلك السطوح إلى أن تصل سطوح أقل ميلاً للانحدار من سابقتها لينتهي دورها ويتم تجمعها عند تلك السطوح. يتراوح سمكها بين (٠,٥-١,٥)[٣] م وتشغل مساحة (١٠) كم^{٢} بنسبة (٢%) من مساحة المنطقة. يظهر تأثير كل من ترسبات السهل الفيضي والتربة المتبقية وترسبات المنحدرات في كونها من المناطق الناقلة للجريان السطحي.

خريطة (٢) التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة



المصدر: وزارة الصناعة والمعادن، الهيأة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، الخريطة الجيولوجية لوحة اربيل، بمقياس ١/٢٥٠٠٠٠، بالاعتماد على برنامج Arc GIS 10.8.

جدول (١) التكوينات الجيولوجية ومساحتها ونسبتها في منطقة الدراسة

التكوين	كم^2	النسبة %
تكوين باي حسن	114	23.0
ترسبات السهل الفيضي	1	0.2
تكوين المقدادية	25	5.1
التربة المتبقية	346	69.7
ترسبات المنحدرات	10	2.0
المجموع	**496**	**100.0%**

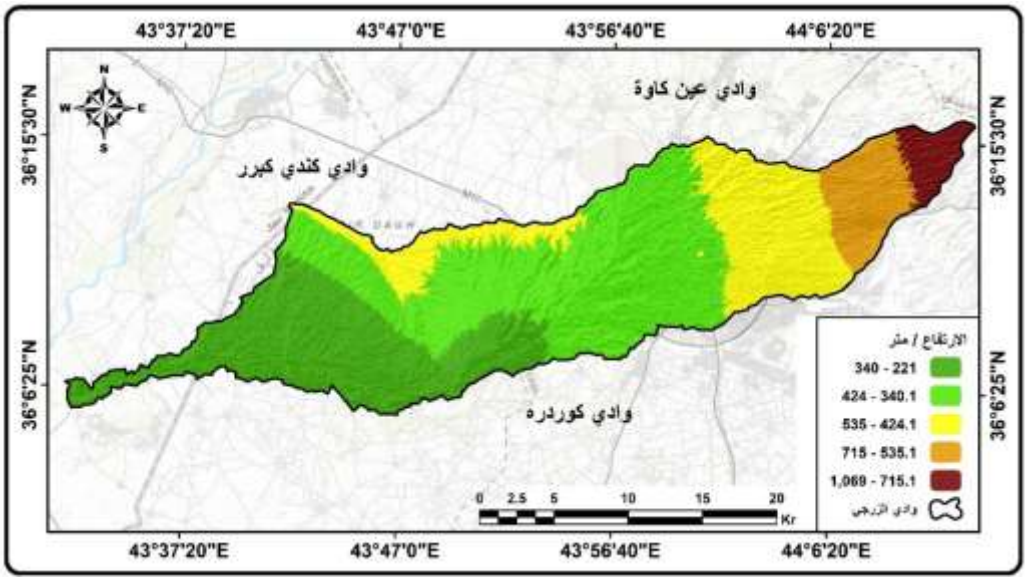
المصدر: بالاعتماد على خريطة (١).

٢- طبوغرافية الحوض:

يتضح من خلال خريطة (٣) وجدول (٢) أن هنالك تباين في ارتفاع السطح لحوض وادي الزرجي، إذ يظهر اعلى فئات الارتفاع عند منطقة المنبع تتراوح بين (٧١٥,١ – ١٠٦٩) م فوق مستوى سطح البحر شكلت مساحة (١٦) كم^2 ما نسبته (٣,٢%) من

المساحة الكلية للحوض، في حين سجل أدنى مستوى للارتفاع فئة تراوحت (٢٢١-٣٤٠) م فوق مستوى سطح البحر وبمساحة بلغت (١٣٨) كم^{٢} ما يعادل (٢٧,٨%) من مساحة الحوض الكلية.

خريطة (٣) فئات الارتفاع لحوض وادي الزرجي



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تميزية (٣٠×٣٠)، ومخرجات برنامج Arc Map 10.8.

جدول (٢) مساحات ونسب نطاقات الارتفاع لحوض وادي كيفية

فئات الارتفاع بالمتر	المساحة كم^{٢}	النسبة %
221 - 340	138	27.8
340.1 - 424	196	39.5
424.1 - 535	108	21.8
535.1 - 715	38	7.7
715.1 - 1069	16	3.2
المجموع	**496**	**100.0**

المصدر: بالاعتماد على خريطة (٣)، وبرنامج Arc Map 10.8.

ثانياً: آليات حصاد المياه باعتماد طريقة SCS-CN لحوض وادي الزرجي:

تعد هذه الآلية أحد أهم الرَكائز الاساسية الَتي تعتمد عليها الدراسات الهيدرولوجية من خلال الاعتماد على تصنيف الغطاء الارضي لحوض الوادي، ومن ثم تحديد الخصائص الهيدرولوجية للتربة التي تعد اهم العناصر لاحتساب الجريان السطحي.

١- تصنيف الغطاء الارضي لحوض وادي الزرجي:

يتبين من خلال الخريطة (٤) والجدول (٣) أن منطقة البحث تصنف إلى اربعة أصناف هي:

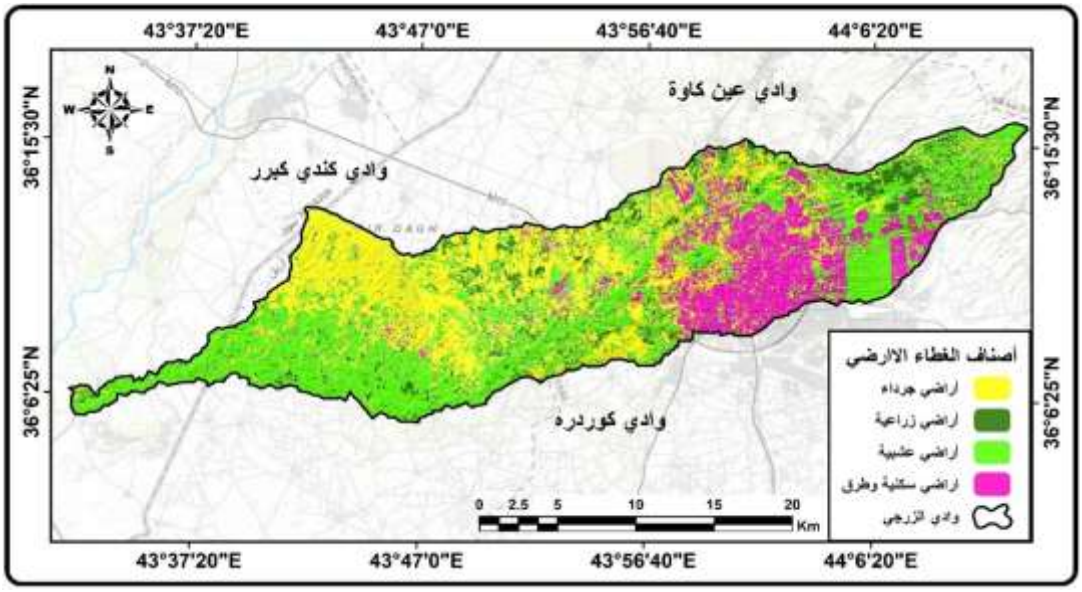
أ- أراضي جرداء: تتمثل بالأراضي الصخرية والتي تكون في الغالب غير صالحة للاستخدام البشري ولا الزراعي؛ وذلك لوجود عدد من المكاشف الصخرية لطبقات الطيات المحدبة والمنكشفة بسبب التعرية التي تعرضت لها. هذا الصنف له انعكاس هيدرولوجي واضح لكونه يساعد في زيادة سرعة الجريان السطحي. ينتشر هذا الصنف في أجزاء متفرقة من الحوض وخاصة عند المنابع ويشغل مساحة (١٥٩) كم^{٢} وبنسبة (٣٢,١%) من المساحة الكلية.

ب- اراضي سكنية وطرق: وتتمثل بالمستقرات البشرية التي يسكنها الانسان ويتفاعل داخلها من خلال شبكة طرق النقل، وتتراوح ما بين قرية صغيرة ومدينة ويمتاز حوض الدراسة بقلة اعداد المستقرات البشرية المتمثلة بالقرى. يشغل هذا الصنف مساحة تقدر (٧٠) كم^{٢} وبنسبة بلغت (١٤,١%) من مساحة الحوض الكلية.

ج- أراضي زراعية: يشمل جميع الأراضي الزراعية التي غطت مساحات محدودة من الحوض، ويشغل هذا الصنف المساحة الأقل من حوض الوادي، إذ شغل مساحة تقدر (٣٥) كم^{٢} وبنسبة بلغت (٧%) من المساحة الكلية للحوض. لهذا الصنف تأثير مهم على الخصائص الهيدرولوجية، إذ إن وجود المحاصيل الزراعية تحدد من عملية الجريان السطحي، وتساعد على تسرب المياه الى التربة مما يضعف عملية الجريان.

د- أراضي عشبية: يعد هذا الصنف من أكثر الأصناف انتشارا في منطقة الدراسة، إذ شغل مساحة بلغت (٢٣٢) كم^{٢} وبنسبة (٤٦,٥%) من مساحة منطقة الدراسة. يتمثل هذا الصنف بما يغطي المنطقة من اعشاب وحشائش قصيرة او طويلة قد تكون موسمية او دائمية على مدار السنة. تربط هذا الصنف علاقة عكسية بكمية المياه الجارية؛ إذ إن كلما زادت كثافة الأعشاب والنباتات انخفضت كمية المياه الجارية والعكس صحيح.

خريطة (٤) أصناف الغطاء الأرضي لحوض وادي الزرجي



المصدر: بالاعتماد على المرئية الفضائية LAND SATLC 9 الملتقطة بتأريخ 2024/1/5،

وبرنامج Erdas Imagine 14 ، وبرنامج Arc Map 10.8.

جدول (٣) مساحات ونسب اصناف الغطاء الارضي لحوض وادي الزرجي

اصناف الغطاء الارضي	المساحة كم^{٢}	النسبة %
أراضي عشبية	232	46.8
أراضي زراعية	35	7
اراضي سكنية وطرق	70	14.1
أراضي جرداء	159	32.1
المجموع	**496**	**100.0**

المصدر: بالاعتماد على خريطة (٤)، وبرنامج Arc Map 10.8.

٢- أصناف الترب الهيدرولوجية:

بحسب نموذج (SCS-CN) تصنف الترب الهيدرولوجية الى أربع مجاميع وفقا لمعيار معدل وسرعة انتقال المياه من خلالها، وتعتمد الترب الهيدرولوجية على خصائص التربة الفيزيائية من مسامية ونفاذية والنسجه لما لها من تأثير كبير على خصائص الجريان، وإن هذه المجموعات مصنفة الى(A.B.C.D)[٤] إذ إن لكل نوع مواصفات خاصة تختلف عن الأنواع الأخرى، وكما يظهر في جدول (٤).

جدول (٤) أصناف الترب الهيدرولوجية بحسب طريقة (SCS-CN)

المجموعة الهيدرولوجية للتربة	صفات التربة
A	طبقة رملية عميقة مع كمية قليلة جداً من الطين والغرين رملية - رملية مزيجية او مزيجية رملية.
B	طبقة رملية أقل عمق من صنف A مع معدل ارتشاح متوسط بعد ترطب التربة المزيجية الغرينية او المزيجية.
C	طبقة طينية محددة العمق مع معدل ارتشاح دون الوسط قبل وصول التربة إلى حالة التشبع مزيجية طينية رملية.
D	طبقة طينية ذات نسبة انتفاخ عالية مع وجود طبقة ضحلة من التربة الناعمة الغرينية في السطح مزيجية طينية - مزيجية طينية غرينية - طينية رملية - طينية غرينية – طينية.

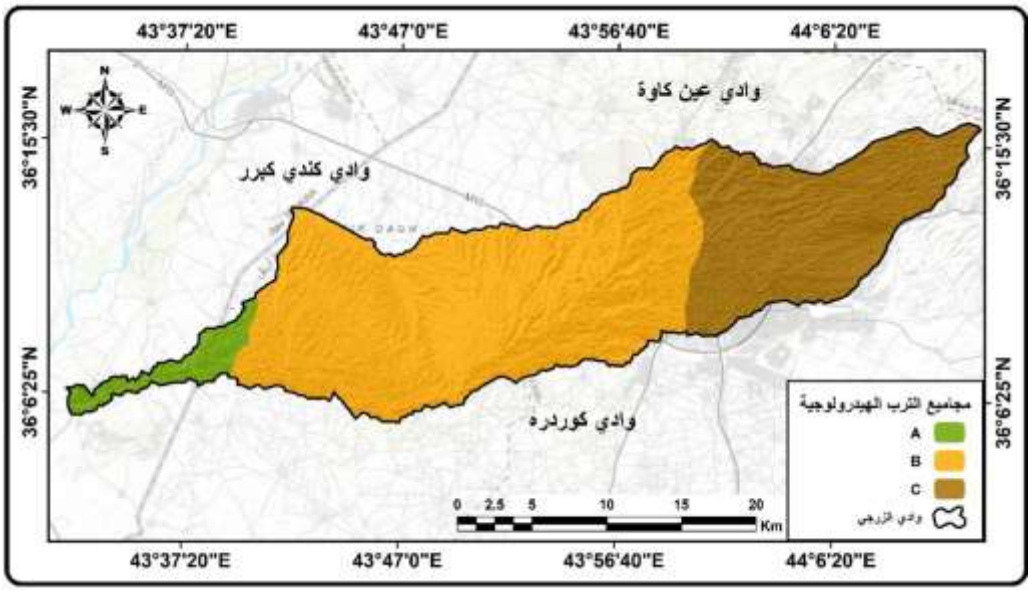
Soil Conservation Service.Urban Hydrology for Small Watershed. Technical releases 55,2nd, U.S.Dept of Agriculture, Washington D.C.(1986).

يتضح من خلال تحليل خريطة (٥) وجدول (٥) وجود ثلاثة انواع من الترب ضمن منطقة الدراسة وكما يأتي:

١- **المجموعة الهيدرولوجيةA :** تشغل هذه المجموعة أقل مساحة في الحوض إذ تبلغ مساحتها ٢٣ كم^2، أي ٤,٦% من الإجمالي. تتميز بتربة خشنة النسيج، ذات طبقة رملية عميقة وكميات قليلة من الطين والغرين، مما يجعلها أكثر عرضة للتصحر نتيجة قلة الغطاء النباتي. تحمل هذه التربة قدرة عالية على امتصاص الماء، بمعدل ترشيح يتراوح بين (١٥,٢-٣٠,٥) ملم/ ساعة [٥].

٢- **المجموعة الهيدرولوجية B:** تمتاز هذه المجموعة بانتشارها الواسع تغطي هذه المجموعة مساحة ٣٢١ كم^2، تشكل ٦٤,٧% من منطقة الدراسة. ويتميز نسيجها بأنه أقل عمقًا من المجموعة A، مع خصائص خشنة ومسامية ونفاذية منخفضة، إذ يتراوح معدل الترشيح فيها بين (٧,٦-١٥,٢) ملم/ ساعة [٦].

خريطة (٥) أصناف الترب الهيدرولوجية لحوض وادي الزرجي



المصدر: بالاعتماد على منظمة الاغذية العالمية تصنيف الفاو، ومخرجات برنامج Arc Map 10.8 .

٣- **المجموعة الهيدرولوجية C:** تشغل (١٥٢) كم^2 وتمثل (٣٠,٧%) من المساحة الكلية، بمعدل ارتشاح دون المتوسط مما يزيد من معدلات الجريان فوقها، إذ يبلغ حجم الترشيح فيها (٣,٨-٧,٦) ملم/ ساعة.

يتضح مما سبق ان حوض وادي الزرجي تغطيه ترب هيدرولوجية من الفئتين (B .C) بنسبة تبلغ (٩٥,٤%) من المساحة الكلية للحوض، وهي ترب تمتاز بكونها ضعيفة التصريف وبالتالي تساعد على نشوء جريان سطحي عالي.

جدول (٥) مساحات ونسب أصناف الترب الهيدرولوجية لحوض وادي الزرجي

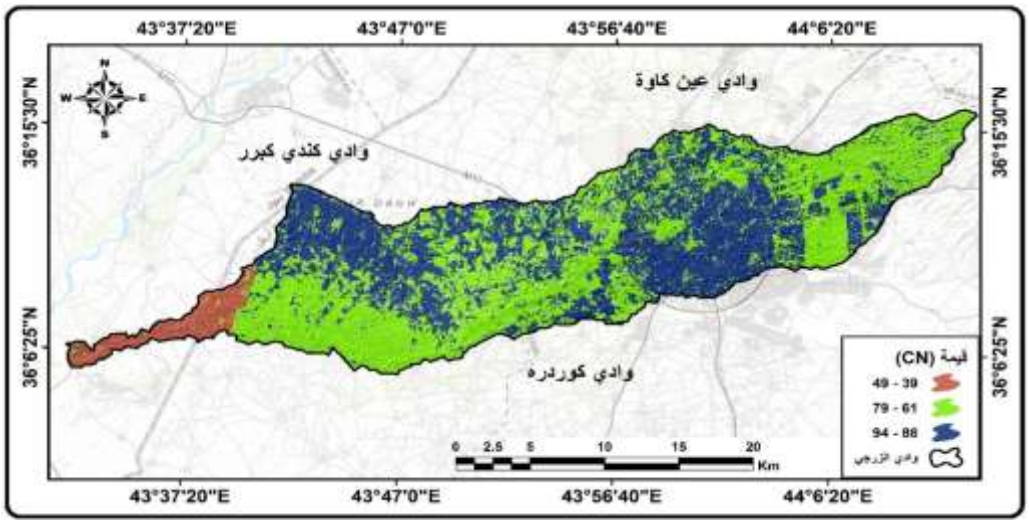
نوع التربة	المساحة كم٢	النسبة %
A	23	4.6
B	321	64.7
C	152	30.7
المجموع	**496**	**100.0**

المصدر: بالاعتماد على خريطة (٥)، وبرنامج Arc Map 10.8.

٣- استخلاص قيم (SCS-CN) لحوض وادي الزرجي:

تعكس قيمة (CN) مدى قابلية السطح على نفاذية الماء بالاعتماد على أصناف الغطاء الارضي ونوعيةُ التَربة، وهي قيمةً رقمية تتراوح بين (صفر – ١٠٠)، فكلما اقتربت القيمة من (١٠٠) تكون الاسطح صلبة تمامًا وقليلة النفاذية للمياه وقادرة على توليد جريان كبير على السطح، على العكس إذا اقتربت القيم من (صفر) فإن الاسطح تكون مسامية وذات نفاذية عالية قادرة على امتصاص مياه الأمطار مما يسهم في زيادة التغذية الجوفية [٧]، وبالتالي يقلل من حدوث الجريان السطحي. من خلال برنامج Arc Map 10.8 تم مطابقة طبقتي الغطاء الارضي مع طبقة الترب الهيدرولوجية عن طريق أداة (Combine) للوصول بالنهاية الى استخراج قيم (CN)، إذ نلاحظ من الخريطة (٦) والجدول (٦) وجود (٣) فئات لـ (CN) لحوض وادي الزرجي تراوحت بين (٣٩ – ٩٤) وبمعدل موزون للقيم بلغ (٧٤,٨) مما يدل على أن سطح الحوض يقترب من (١٠٠) وهذا ما يدل على إن منطقة الدراسة ذات نفاذية قليلة للمياه وهي بذلك تسمح بحدوث جريان سطحي عالي، مما يعطي نتائج إيجابية لإقامة المستجمعات المائية لحصاد لمياه.

خريطة (٦) توزيع قيم (CN) المستخلصة لحوض وادي الزرجي



المصدر: بالاعتماد على خريطة (٤، ٥)، ومخرجات برنامج Arc Map 10.8 .

جدول (٦) مساحات ونسب قيم المنحنيات (CN) المستخلصة لحوض وادي الزرجي

فئات CN	المساحة كم^2	النسبة %
39 - 49	26	5.2
61 - 79	251	50.6
86 - 94	219	44.2
المجموع	**496**	**100.0**

المصدر: بالاعتماد على خريطة (٦)، وبرنامج Arc Map 10.8.

٤- حَساب مُعامل إمكانية الِاحتفاظ بالماء بعد بدء الجَريان (S) لحوض وادي الزرجي:

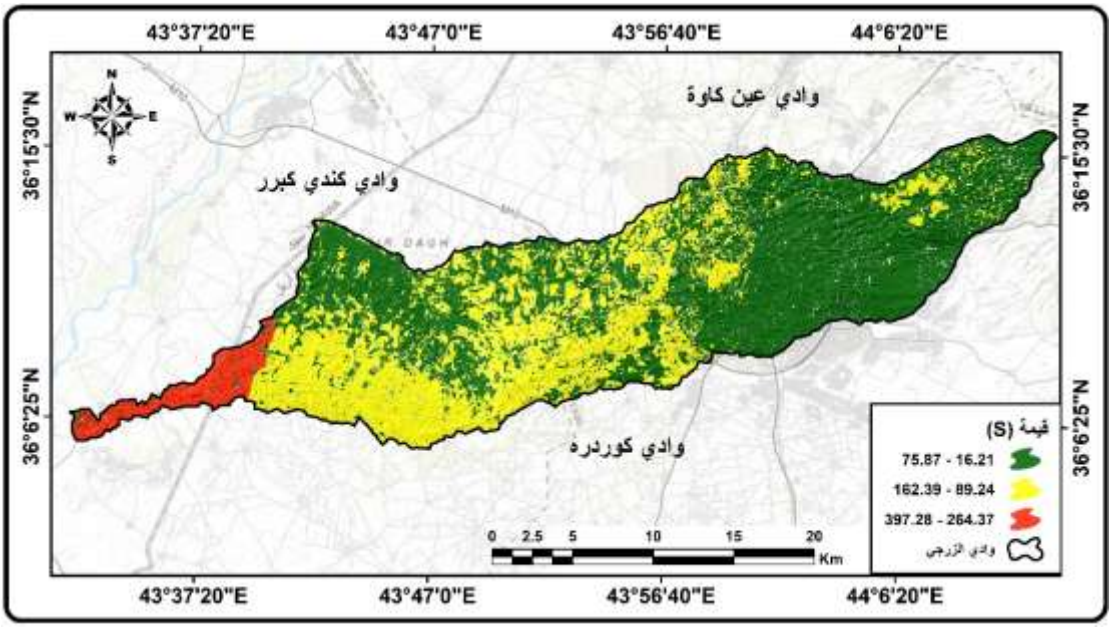
يعبر معامل (S) على مدى قدرة التربة للاحتفاظ بالمياه بعد تشبعها بالمياه وانتهاء التسرب وبدء الجريان السطحي[٨]، إذ تشير القيم المرتفعة الى قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه ومن ثم انخفاض كمية الجريان السطحي، في حين تعكس القيم المنخفضة الى انخفاض قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه، مما ينعكس ذلك على توفير كمية أكبر من المياه للجريان السطحي. يتضح من خلال خريطة (٧) وجدول (٧) بإن الفئة الاولى التي تراوحت قيمها بين (١٦,٢١-٧٥,٨٧) وهي تمثل اقل القيم، إذ سجلت أوسع امتداد لها في منطقة الدراسة وشغلت مساحة بلغت (٢٩١) كم^2 بنسبة (٥٨,٧%)، وهذا ما يعكس مدى صلاحية الجزء الأكبر من الحوض لحدوث الجريان السطحي. في حين سجلت الفئة التي تراوحت قيمها بين (٢٦٤,٣٧-٣٩٧,٢٨) وتمثل اعلى القيم أقل امتداد لها إذ غطت مساحة بلغت (٢٦) كم^2 بنسبة (٥,٢%).

جدول (٧) مساحات ونسب قيم (S) المستخلصة لحوض وادي الزرجي

قيم S	المساحة كم^2	النسبة %
16.21 - 75.87	291	58.7
89.24 - 162.39	179	36.1
264.37 - 397.28	26	5.2
المجموع	**496**	**100.0**

المصدر: بالاعتماد على معادلة معامل (S)، وبرنامج Arc Map 10.8.

خريطة (٧) فئات معامل (S) المستخلصة لحوض وادي الزرجي



المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول (٧)، وبرنامج Arc Map 10.8.

٥- حساب معامل الاستخلاص الأولي (La) لحوض وادي الزرجي:

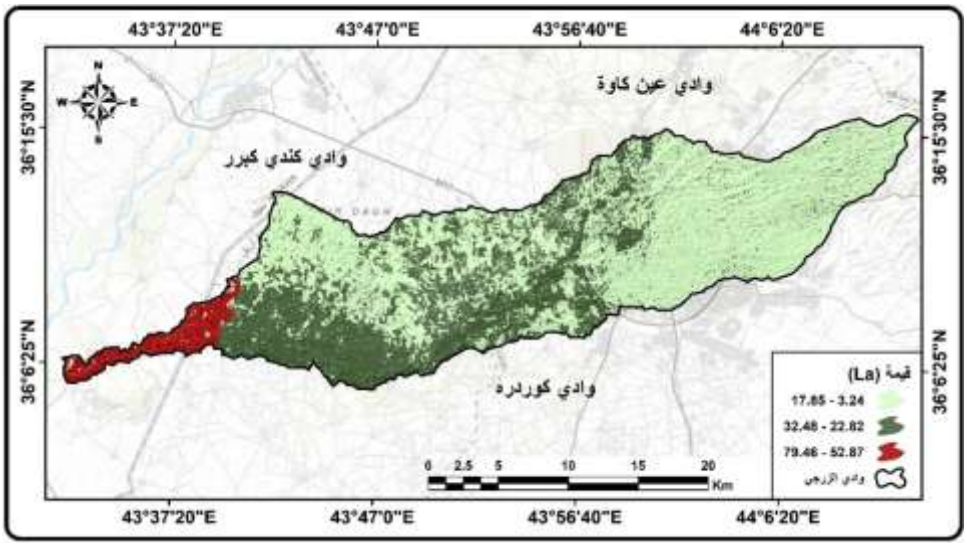
يعد من اهم المعايير المعتمدة في حساب كمية الجريان السطحي، إذ يعطي هذا المعامل صورة واضحة عن كمية الفاقد من مياه الامطار بفعل التَبخر والتسرب أو ما تعترضه النباتات أو المياه المتجمعة في المنخفضات السطحية قبل بدء عملية الجَريان السَطحي. إن القيم المنخفضة لمعامل (La) واقترابها من (الصفر) تدل على قلة الفاقد من مياه الامطار وبالتالي حدوث جريان سطحي بكميات عالية، والعكس إذا ارتفعت القيم فأنها دلالة على ارتفاع كمية المياه المفقودة من الامطار مما يسبب جريان سطحي اقل [٩].

جدول (٨) مساحات ونسب قيم (La) المستخلصة لحوض وادي الزرجي

فئات قيم La	المساحة كم^2	النسبة %
3.24 - 17.85	305	61.5
22.82 - 32.48	165	33.3
52.87 - 79.46	26	5.2
المجموع	**496**	**100.0**

المصدر: بالاعتماد على معادلة معامل (La)، وبرنامج Arc Map 10.8.

خريطة (٨) فئات معامل (La) المستخلصة لحوض وادي الزرجي



المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول (٨)، وبرنامج Arc Map 10.8.

يتضح من خلال جدول (٨) وخريطة (٨) أن الفئة الأولى التي تراوحت قيمها بين (٣,٢٤-١٧,٨٥) وهي أقل القيم سجلت أوسع امتداد مساحي لها في منطقة الدراسة، إذ شغلت مساحة (٣٠٥) كم^{٢} بنسبة (٦١,٥%)، في حين سجلت الفئة التي تراوحت قيمها بين (٥٢,٨٧- ٧٩,٤٦) أقل امتداد لها في منطقة الدراسة، إذ شغلت مساحة (٢٦) كم^{٢} بنسبة (٥,٢%) من المساحة الكلية للحوض. هذه القيم تعكس صلاحية الجزء الأكبر من الحوض على حدوث الجريان السطحي.

٦- تقدير عمق الجريان السطحي (Q) لحوض وادي الزرجي:

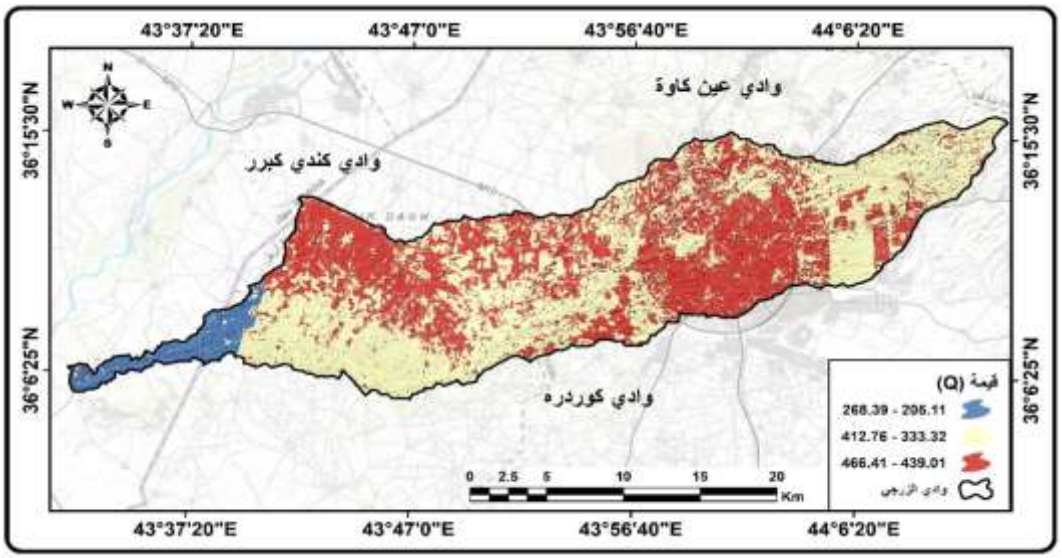
يمثل بأنه مجموع التفاعلات بين موجة مطر مُعينة مع مكونات وخَصائص حَوض التَصريف الطبيعية في شكل تدفق سطحي، إذ يختلف عمق الجريان على السطح باختلاف نوع الغطاء الارضي ومقدار نفاذية التربة [١٠]. إذ تكون قدرة التسرب لأي منطقة غير ثابتة اثناء تساقط المطر، تبدأ بقيم أولية عالية وتنخفض بشكل تدريجي لكون التسرب يكون عند بداية الهطول كبير مما يعيق تدفق المياه إلا إن وصول التربة الى حالة التشبع تعطي فرصة لحدوث الجريان السطحي.

جدول (٩) مساحات ونسب قيم معامل (Q) / ملم المستخلصة لحوض وادي الزرجي

قيم Q	المساحة كم^{٢}	النسبة %
205.11 - 268.39	26	5.2
333.32 - 412.76	251	50.6
439.01 - 466.41	219	44.2
المجموع	**496**	**100.0**

المصدر: بالاعتماد على معادلة معامل (Q)، وبرنامج Arc Map 10.8.

خريطة (٩) توزيع قيم معامل عمق الجريان السطحي (Q) المستخلصة لحوض وادي الزرجي



المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول (٩)، وبرنامج Arc Map 10.8.

يتضح من خلال جدول (٩) وخريطة (٩) أن الفئة التي تراوحت قيمتها بين (٣٣٣,٣٢-٤١٢,٧٦) شغلت أكبر مساحة بلغت (٢٥١) كم^{٢} بنسبة (٥٠,٦%)، في حين شغلت الفئة (٤٣٩,٠١-٤٦٦,٤١) مساحة (٢١٩) كم^{٢} بنسبة (٤٤,٢%) من المساحة الكلية للحوض، وهذه النسب تشير الى ارتفاع معدلات الجريان السطحي في الحوض خصوصًا مع زيادة كميات التساقط وارتفاع معدلات الانحدار التي تساعد على سرعة تدفق المياه لتتجمع وسط الحوض وتتجه نحو المصب.

٧- تقدير حَجم الجَريان السَطحي (QV) لحَوض وادي الزرجي:

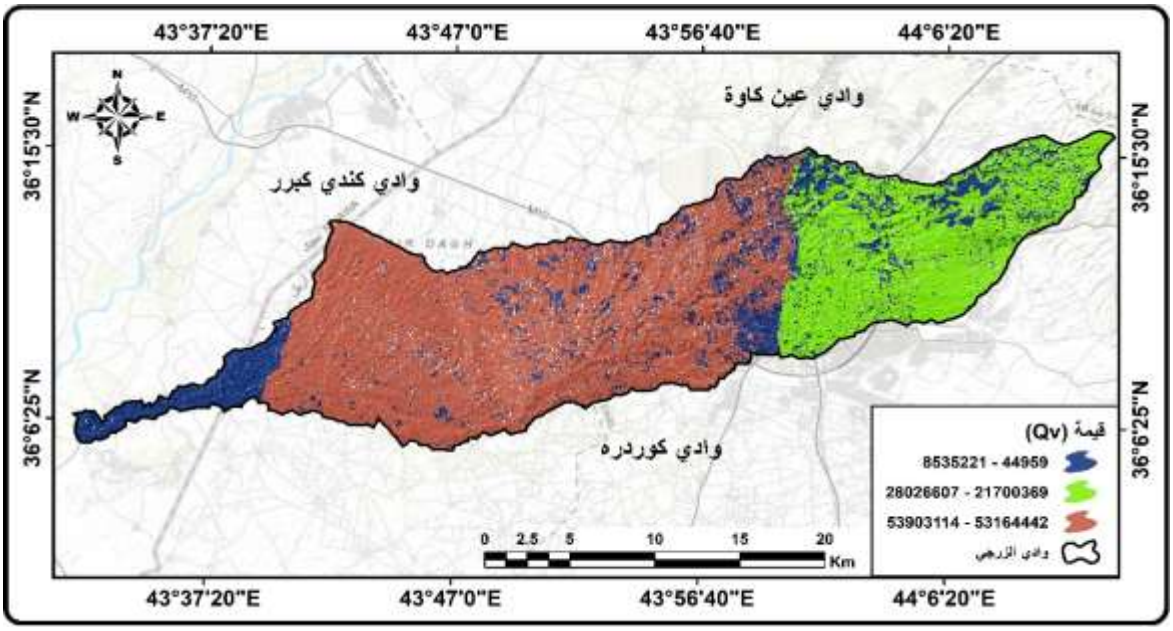
يعبر حَجم الجَريان السَطحي عن مجموع الجَريان الى مساحةِ الحَوض، فهو يعد من المسائل المهمة عند القيام بأية دراسة هيدرولوجية، خاصة تلك التي تتعلق بحصاد المياه وتحديد مواقع السدود في المناطق التي تكون قليلة الامطار كما هو الحال في منطقة الدراسة، إذ يساعد ذلك في تقدير ومعرفة الأماكن التي تكون أكثر تعرضًا لمياه السيول داخل الاحواض المائية[١١].

جدول (١٠) مساحات ونسب قيم معامل (QV) / م^{٣} المستخلصة لحوض وادي الزرجي

قيم QV	المساحة كم^{٢}	النسبة %
44959 - 8535221	106	21.4
21700369 - 28026607	120	24.2
53164442 - 53903114	270	54.4
المجموع	**496**	**100.0**

المصدر: بالاعتماد على معادلة معامل (QV)، وبرنامج Arc Map 10.8.

خريطة (١٠) توزيع قيم معامل (QV) المستخلصة لحوض وادي الزرجي



المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول (١٠)، وبرنامج Arc Map 10.8.

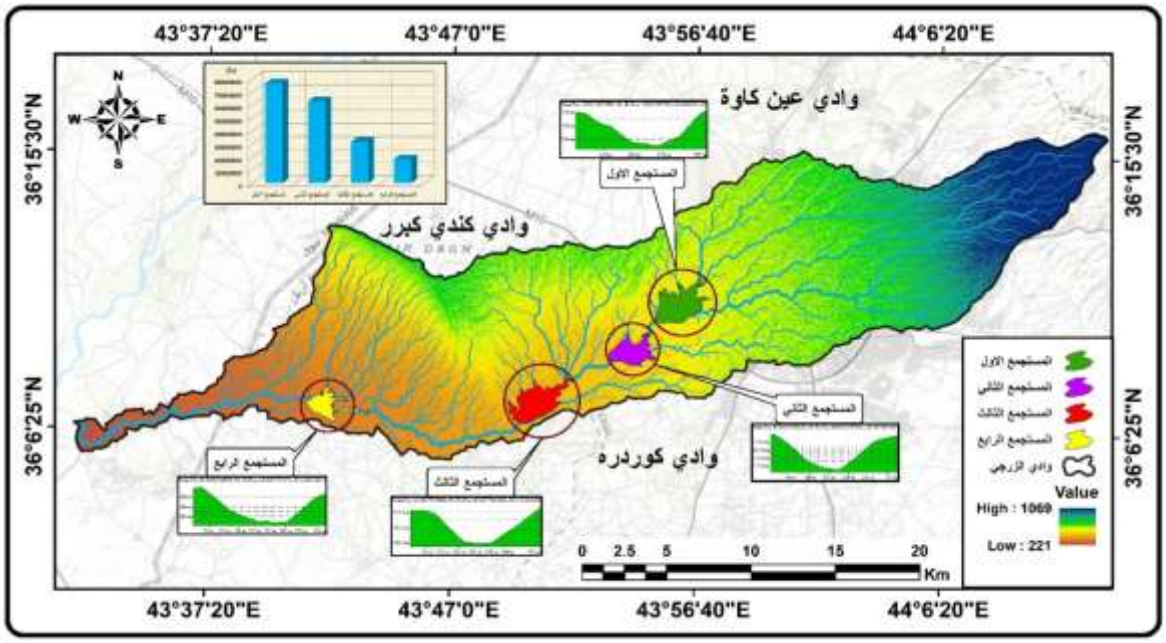
يتضح من خلال تحليل جدول (١٠) وخريطة (١٠) تباين فئات حجم الجريان ما بين (٤٤٩٥٩-٥٣٩٠٣١١٤) م^{٣} شغلت الفئة التي تراوحت بين (٥٣١٦٤٤٤٢ – ٥٣٩٠٣١١٤) م^{٣} اوسع امتداد لها اذ شغلت مَساحة (٢٧٠) كم^{٢} بنسبة (٥٤,٤%) في حين شغلت الفئة (٤٤٩٥٩ – ٨٥٣٥٢٢١) م^{٣} اقل امتداد لها إذ شغلت مَساحة (١٠٦) كم^{٢} بنسبة (٢١,٤) من المَساحة الكلية للحوض.

ثالثًا: إمكانية استثمار حوض وادي الزرجي لأغراض حصاد المياه:

تعد عملية التخطيط لإدارة الموارد المائية في المناطق شبه الجافة وشبه الرطبة، والتي من ضمنها حوض وادي الزرجي الذي يعتبر من الوديان الموسمية الجريان، أمرًا في غاية الأهمية. إذ يتوفر الماء في موسم هطول الأمطار وينعدم في المواسم الأخرى، لذلك أصبحت الحاجة ملحة إلى اعتماد آليات الحصاد المائي؛ كونه يمثل الطريقة أو التقنية التي يتم من خلالها زيادة الفائدة وتعظيمها من الأمطار الهاطلة في فصل هطول الأمطار، كما أنها تقلل أو تحدد من مخاطر السيول والانجراف التي ربما تسببها تلك الأمطار. تم في هذا البحث تطبيق آليات حصاد المياه من خلال طريقة (SCS-CN) التي أظهرت نتائجها أن منطقة الدراسة تتسم بقدرتها العالية لحدوث الجريان السطحي، إذ تم مطابقة الخصائص الطبيعية لنتائج هذا التطبيق مع نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) والتوصل إلى اختيار أربع مواقع تصلح أن تكون مستجمعات مائية في منطقة الدراسة. إذ يقع المستجمع الأول على ارتفاع (٣٥٨) م فوق مستوى سطح البحر بطاقة تخزينية (٧٦٦٥٣٠٠٠) م^{3}، أما المستجمع الثاني فيقع على ارتفاع (٣٣٩) م فوق مستوى سطح البحر وبطاقة تخزينية تقدر (٦٢٩٧٨٤٠٠) م^{3}، بينما بلغت الطاقة التخزينية

للمستجمع الثالث (٣١٩٣١١٠٠) م^3 ويقع على ارتفاع (٣١٦) م فوق مستوى سطح البحر، في حين بلغت الطاقة التخزينية للمستجمع الرابع (١٨٥٣٦٤٠٠) م^3 ويقع على ارتفاع (٣٧٠) م فوق سطح البحر، كما مبين في الخريطة (١١) والجدول (١١).

خريطة (١١) مو اقع المقترحة لإنشاء المستجمعات المائية لحوض وادي الزرجي



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تميزية (30×30)، ومخرجات برنامج Arc Map 10.8.

جدول (١١) مناسيب الارتفاع والتخزين لمو اقع السدود المقترحة لحوض وادي الزرجي

المستجمع	الارتفاع م عن مستوى سطح البحر	حجم التخزين م^3
المستجمع الاول	358	76653000
المستجمع الثاني	339	62978400
المستجمع الثالث	316	31931100
المستجمع الرابع	370	18536400

المصدر: بالاعتماد على خريطة (١١)، وبرنامج Arc Map 10.8.

- الاستنتاجات:

١- أظهرت الدراسة بان المنطقة ضمت ثلاث مجموعات من الترب الهيدرولوجية (A, B, C) شغلت الفئة (B) أوسع امتداد مساحي لها بلغت (٣٢١) كم^{٢} بنسبة (٦٤,٧%)، في حين شغلت الفئة (A) أقل امتداد لها بمساحة (٢٣) كم^{٢} وبنسبة (٤,٦%) من المساحة الكلية للحوض.

٢- اغلب مساحة الحوض تغطيه ترب هيدرولوجية من الفئتين (B .C) بنسبة تبلغ (٩٥,٤%) من المساحة الكلية للحوض، وهي تمتاز بقلة معدل الارتشاح للمياه، مما يساعد على نشوء جريان سطحي ملائم لعملية حصاد المياه.

٣- أظهرت نتائج قيم (CN) بانها سجلت قيم تراوحت بين (٣٩–٩٤) وبمعدل موزون بلغ (٧٤,٨) مما يدل على أن الحوض يقترب من (١٠٠)، وهذا ما يدل على إنه ذات نفاذية قليلة للمياه تسمح بحدوث جريان سطحي عالي، مما يعطي نتائج إيجابية لإقامة المستجمعات المائية لحصاد لمياه.

٤- حسب معامل (S) سجلت الفئة التي تراوحت قيمها بين (١٦,٢١-٧٥,٧٨) أوسع انتشار لها إذ شغلت ما نسبته (٥٨,٧%) من مساحة الحوض، وهذا ما يدل على انخفاض قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه، وهذا ما يساعد في توفير كمية أكبر من المياه للجريان السطحي.

٥- أظهرت قيم (La) سيادة الفئة التي تراوحت قيمها بين (٣,٢٤-١٧,٨٥)، إذ شغلت ما نسبته (٦١,٥%) من مساحة الحوض الكلية، وهذ ما يعكس انخفاض الفاقد من مياه الامطار وبالتالي حدوث جريان سطحي بكميات عالية.

٦- معامل (Q) أظهرت نتائجه ارتفاع معدلات الجريان السطحي، إذ سجل قيمة لعمق الجريان بلغت (٤٦٦,٤١) ملم وهي قيمة عالية تسمح بحدوث جريان سطحي خلال تساقط الامطار يمكن أن تستثمر في حصاد المياه.

٧- تبين إن حجم الجريان السنوي في حوض وادي الزرجي بلغ (١٨٨٢٦٤٨٩٤) م^{٣}، وهي كمية عالية توكد إمكانية حصاد المياه للحوض.

٨- توصل البحث اعتمادًا على المؤشرات التي تم اعتمادها الى إمكانية إقامة أربع مستجمعات مائية وبطاقة تخزينية كلية بلغت (١٩٠٠٩٨٩٠٠) م^{٣}. يمكن الاستفادة منها في جوانب تنموية تخص الأنشطة البشرية الرئيسة في منطقة الدراسة.

المقترحات:

١- اقامة المستجمعات المائية المقترحة والمثبتة إيراداتها في جداول الدراسة بغية تحقيق الفائدة القصوى من مياه الحوض، والاستفادة منها في مختلف الاستعمالات؛ منها الزراعية والرعوية والسكنية والصناعية.

٢- نقل تجارب الدول المتقدمة في مجال حصاد المياه لا سيما تلك التي تعاني نقص في المياه وتكون ظروفها مشابها لظروف منطقة الدراسة، لغرض تحقيق الاستغلال الأمثل لمياه الامطار.

٣- زيادة الاهتمام بالدراسات الهيدرولوجية التي تقوم على التمثيل بالنمذجة لكونها تساعد في اعطاء صورة دقيقة عن الخصائص الهيدرولوجية للمياه الجارية في الحوض المائي. إذ تعد النمذجة الهيدرولوجية حلقة الوصل ما بين تقنيات التحسس النائي واستخدام بيانات الخرائط التي وفرتها الاقمار الصناعية من جهة وبين نظم المعلومات الجغرافية من جهة اخرى.

٤- انشاء محطات رصد هيدرولوجية على مجرى الوادي تأخذ على عاتقها مراقبة كميات التصريف للجريان السطحي، من أجل توفير البيانات الضرورية لعملية الاستثمار الامثل لهذه المياه.

٥- التوسع في استخدام بيانات الاستشعار عن وبعد وبرامج نظم المعلومات الجغرافية في الَدراسات الهَيدرولوجية، لما لها من دور مهم في اعطاء نتائج دقيقة في وقت قصير وجهد أقل، تسهم في تزويد المخططين بقاعدة بيانات مفصلة تساعدهم على اتخاذ القرار الامثل.

٦- تشجيع ودعم البحوث التطبيقية في مجال الموارد المائية من خلال تخصيص مبالغ مجزية لإنجاز هذه البحوث من قبل الجهات المعنية بالموارد المائية.

المصادر

[١] USDA-SCS, urban hydrology for small watershed, department of agriculture USA , 1986,p.2,3.

[٢] زينب ابراهيم حسين العطواني، التباين المكاني للظواهر الجيومورفولوجية الخطرة في محافظة اربيل، اطروحة دكتوراه (غير منشوره)، كلية التربية، الجامعة المستنصرية، ٢٠١٥، ص٢٢.

[٣] فاروجان خاجيك سيسكيان، تقرير عن جيولوجية لوحتي اربيل ومهاباد ٣٨-١٤ وان جي ٣٨-١٥، مقياس ٢٥٠٠٠٠، الهياة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، بغداد، ١٩٩٨، ص٢٤.

[٤] USDA, (2009), Hydrologic Soil Groups. In National Engineering Handbook: Part 630 Hydrology: 2.

[٥] اسحق صالح العكام، نوال كامل علوان، تقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي دويريج بالاعتماد على تقنية التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة البحوث الجغرافية، العدد (٢١)، ٢٠١٥، ص٣٥٦.

[٦] نبراس عباس ياس، علي حسن سلوم الكرخي، استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد لتقدير حجم الجريان المائي السطحي لاحواض الجزء الشرقي من محافظة ديالى، مجلة ديالى، العدد (٧٧)، ٢٠١٨، ٥٢١.

[٧] حسين علي رشيد، نمذجة الاستجابة الهيدرولوجية للمناطق الحضرية، مدينة دهوك أنموذجاً رسالة ماجستير (غير منشوره) ، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة الموصل، ٢٠٢١ ، ص ١٠٦.

[٨] دلي خلف حميد ، التحليل المكاني لتقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي الفضا في شمال شرق العراق باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS ، مجلة آداب الفراهيدي، العدد ٢٥ ، ٢٠١٦ ، ص ٢٠٨.

[٩] هند خليل ابراهيم الجابري، هيدروجيومورفولوجية حوض وادي عكاش وإمكانية استثماره في حصاد المياه، رسالة ماجستير (غير منشوره)، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة الانبار، ٢٠٢٢، ص ١٠٢.

[١٠] مصطفى أنور عزيز، محمد بهجت ثامر، التقييم الهيدرولوجي لإمكانية حصاد مياه الامطار (وادي غريبة دراسة حالة) مجلة المستنصرية للعلوم الانسانية، عدد خاص بالمؤتمر العلمي السادس والعشرين للعلوم الإنسانية والتربوية/ كلية التربية/ الجامعة المستنصرية، ٢٠٢٣،ص ٥٩٧.

[١١] احمد محمود ابراهيم، حميد، دلي خلف، تحليل الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي السكران باستخدام طريقة (SCS-CN)، مجلة جامعة الانبار للعلوم الإنسانية، المجلد ٢، العدد ١، ٢٠٢٢ ، ص ٤٥.