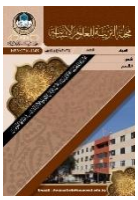
Journal of Education for Humanities

A peer-reviewed quarterly scientific journal issued by College of Education for Humanities / University of Mosul



Using the mathematical methodology (SCS-CN) and the linear regression algorithm to estimate the amount of surface water runoff and its harvesting potential for human investments in the Wadi Takiyat Basin, an applied study

Ali Suleiman Erzik [1] Salah Othman Adnan [2] Ahmed Mahmoud Ali [3] Sameeh Abdulghafour Jassim [4]

General Directorate of Anbar Education [1,2,3,4]

Article information

Received : 15/12/2024

Accepted: 15/2/2025

Published 10/7/2025

Keywords

Running water - Erosion - Linear regression algorithm - Annual precipitation - Water harvesting

Correspondence:

Ali Suleiman Erzik

alisu8720@gmail.com

Abstract

The current research aims to estimate the volume of runoff in the Takiyat basin by using digital elevation models inspired by satellite imagery and analysing them using geographic information systems (GIS) to reach the morphometric and hydrological features of the basin and then simulating these results with artificial intelligence software using a linear regression algorithm to reach the most accurate results. Using a linear regression algorithm that simulates water harvesting to reach the most accurate results, the research results indicated the possibility of applying a water harvesting system in the region, by selecting the proposed catchment sites to store water and benefit from it for various human purposes, as the water runoff was calculated according to the American model (SCS- CN). The research concluded that the basin enjoys the presence of three optimal sites for water storage for the purpose of using it in periods of drought, whose storage capacity ranged between (6377400-16074900 m3) with a surface runoff volume of

(6407-2480168) mm, which is sufficient quantitative data, which can be utilised in developing agricultural lands, expanding pastures, establishing human settlements and raising groundwater levels, while the linear regression model shows R^2 value of 0. 99 that the model accounts for 99% of the variance in the data, which means that the model is very accurate in predicting runoff according to the independent variables CN_value and area. From the coefficients, when CN_value increases by one unit, Q increases by 2.24 units, while an increase in area by one unit (km^2) increases Q by 0.039 units.

DOI: *********,, ©Authors, 2025, College of Education for Humanities University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

استعمال المنهجية الرياضية (SCS-CN) وخوارزمية الانحدار الخطية في تقدير كمية المياه السطحية الجارية وإمكانية حصادها للاستثمارات البشرية حوض وادي الطكيعيات دراسة تطبيقية

علي سليمان ارزيك [١] صلاح عثمان عبد العاني [٢] أحمد محمود علي [٣] سميح عبد الغفور جاسم [٤]

المديرية العامة لتربية الانبار [١، ٢، ٣، ٤]

معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام : ٢٠٢٤/١٢/١٥

تاريخ القبول : ٢٠٢٥/٢/١٥

تاريخ النشر : ٢٠٢٥/٧/١٠

الكلمات المفتاحية :

المياه الجارية – التعرية – خوارزمية الانحدار الخطية – التساقط السنوي– حصاد المياه

معلومات الاتصال

علي سليمان ارزيك

alisu8720@gmail.com

الملخص

يروم البحث الحالي إلى تقدير حجم الجريان السطحي في حوض الطكيعيات عبر استعمال نماذج الارتفاع الرقمي المستوحاة من المرئيات الفضائية والعمل على تحليلها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) للوصول إلى سمات الحوض المورفومترية والهيدرولوجية ومن ثم محاكاة هذا النتائج مع برمجيات الذكاء الاصطناعي وذلك باستخدام خوارزمية الانحدار الخطي التي تحاكي الحصاد المائي للوصول إلى ادق النتائج، حيث اشارت نتائج البحث إلى أمكانية تطبيق نظام حصاد مائي في المنطقة، عن طريق انتخاب مواقع المستجمعات المقترحة بهدف خزن المياه والإفادة منها لمختلف الاغراض البشرية إذ تم احتساب الجريان المائي وفق النموذج الأمريكي (SCS-CN) وخلُص البحث إلى أن الحوض يتمتع بوجود ثلاث مواقع مُثلى لخزن المياه لغرض استعمالها في فترات الجفاف تراوحت قدرتها الخزنية بين (6377400 – 16074900م^3) وبحجم جريان سطحي بلغ (6407-2480168) ملم وهي معطيات كمية كافية، يمكن الاستفادة منها في تنمية الأراضي الزراعية وتوسيع المراعي، واقامة المستقرات البشرية ورفع مناسيب المياه الجوفية، اما ما يخص نموذج الانحدار الخطي يظهر R^2 بقيمة ٠.٩٩ أن النموذج يمثل ٩٩٪ من التباين في البيانات، مما يعني أن النموذج دقيق للغاية في التنبؤ بالجريان السطحي وفقًا للمتغيرات المستقلة CN_value والمساحة. من المعاملات، عندما تزيد CN_value بوحدة واحدة، تزداد Q بمقدار ٢.٢٤ وحدة، بينما تزيد الزيادة في المساحة بوحدة واحدة (كم^2) من Q بمقدار ٠.٠٣٩ وحدة.

DOI: *********,, ©Authors, 2025, College of Education for Humanities University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

ينطلق البحث من تساؤلات مفادها: هل توفر تقانات الاستشعار عن بعد والذكاء الاصطناعي أمكانيات يمكن عن طريقها تحديد أكثر المواقع ملائمة لأنشاء السداد والخزانات وبالتالي الوصول إلى نتائج دقيقة عن كمية الجريان المائي السطحي في حوض وادي الطكيعيات ؟

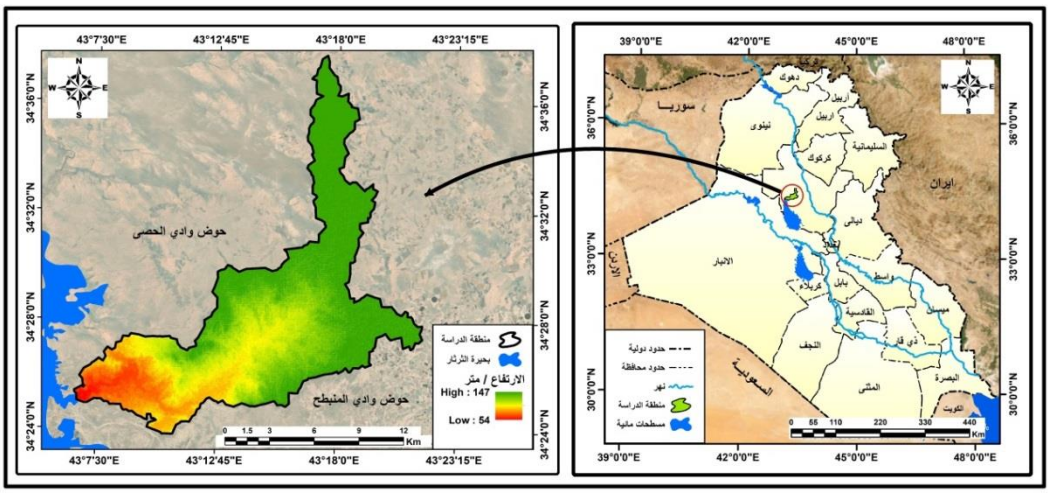
لتأتي الاجابة على النحو التالي: تُعدّ تقانات نظم المعلومات الجغرافية والذكاء الاصطناعي ادوات تحديد دقيق لكمية الجريان السطحي وتحديد المناطق المُثلى لخزن المياه وذلك عن طريق استخدام أنموذج (SCS-CN) الذي يُعنى بتقدير حجم الجريان عن طريق اعتماد بيانات الامطار المحلية ونسبة التربة واصناف الغطاء الارضي لفهم الخصائص الهيدرولوجية للمنطقة، كما ووفرت خوارزمية الانحدار الخطي للتنبؤ بالحصاد المائي نماذج تنبؤية دقيقة لتحديد أفضل المواقع ملائمة لأقامه السدود والخزانات وحساب كميات المياه التي يمكن حصادها.

أهمية البحث: إنّ عدم وجود محطة رصد هيدرولوجية في حوض الطكيعيات الواقع ضمن منطقة تتسم بمناخها الشبه الجافة دفع الباحثين إلى اللجوء إلى التقانات الحديثة والذكاء الاصطناعي والمعادلات الرياضية لإجراء دراسة هيدرولوجية تسعى لتقدير حجم الجريان السطحي في حوض الوادي، لتحقيق اكبر قدر من الفائدة من كميات المياه الموجودة في هذا الحوض وذلك عبر إنشاء مشاريع حصاد المياه بهدف الاستفادة منها المختلف الاستعمالات البشرية.

هدف البحث: يروم الباحثين توظيف نظم المعلومات الجغرافية والتحسس النائي في القياس الكمي للخصائص المورفومترية لحوض وادي الطكيعيات، وبيان أثر ذلك على الخصائص الهيدرولوجية، وامكانية استغلال مياهه في مشاريع الحصاد المائي، وفي عملية الري التكميلي لتنمية منطقة الحوض للمساهمة في استغلال المساحات الزراعية ولجميع الاحواض المائية.

موقع منطقة البحث: يقع وادي الطكيعات، في الجزء الشمالي الغربي من العراق ضمن الحدود الإدارية لمحافظة صلاح الدين، إذ يقع فلكياً بين دائرتي (34°23'49"N – 34°37'44"N) شمالاً وخطي طول (43°6'33"E – 43°21'46"E) شرقا أما من الناحية الجغرافية فيحده من الغرب بحيرة الثرثار ومن الشرق نهر دجلة ومن الشمال وادي الحصى ومن الجنوب وادي المنبطح، ينظر (الخريطة١).

خريطة (١) موقع منطقة البحث



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المرئية الفضائية DEM2007 باستخدام برنامج ARC GIS

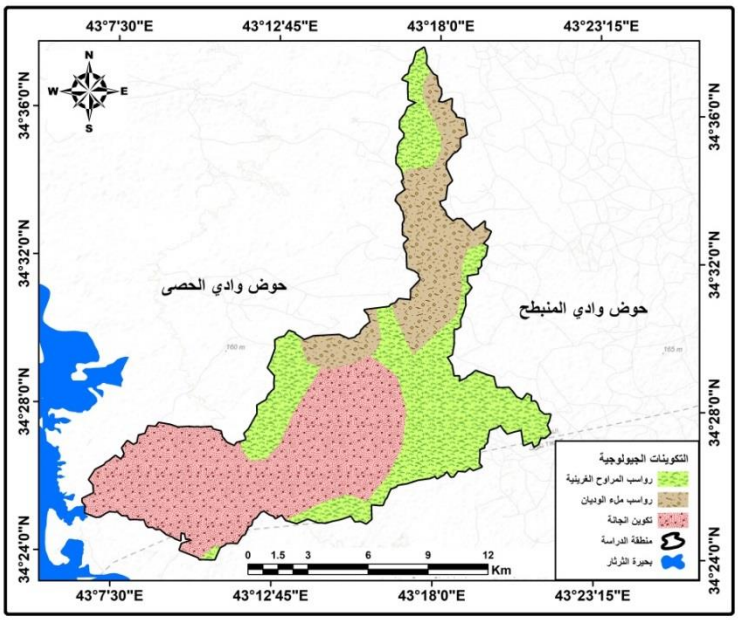
المقدمة: تُعدّ المياه مورداً طبيعياً تقترن به حياة كل الكائنات الحية, ونظراً لما شهده العالم من تطور كبير وعلى كافة الاصعدة ازادت الحاجة للمياه بشكل كبير ولتلبية هذه الحاجة اضحى المختصون يبحثون عن سبل يمكن عن طريقها استخدام المياه بطرق مُثلى فضلاً عن اللجوء إلى الدراسات الهيدرولوجية وعلاقتها بالمتغيرات البيئية لتحديد كمية المياه المتاحة للاستثمار, ومن الطرق الشائعة التي يمكن عن طريقها الاستفادة من المياه المتاحة ما يُعنى بتقدير حجم الجريان السطحي الموسمي حيث تحظى هذه الطريقة بأهمية بالغة في الدراسات الهيدرولوجية لاسيما في المناطق الجافة والشبه الجافة التي تقاسي ظروفاً طبيعية تتدر معها المياه السطحية الدائمة الجريان للوقوف على أبرز المعيقات وإبراز أرجح الحلول لهذا العجز المائي حتى لا يذهب الماء هدراً في مواسم الهطول المطري.

الخصائص الطبيعية لمنطقة البحث

اولاً: التكوينات الجيولوجية: تُعدّ دراسة الخصائص الجيولوجية أساساً جوهريا يُستندُ اليها في الدراسات الهيدرولوجية إذ تشير الدراسات الجيولوجية التي تناولت عمليات التتابع الطباقي إلى وجود دورات رسوبية تخللتها فترات انقطاع لعمليات الترسيب نتج عنها اختلاف طبيعة البيئات الترسيبية وسحناتها, حيث تراوحت بين عصر المايوسين والبلايستوسين، وأن أهم التكوينات الموجودة في منطقة البحث وفقاً للخريطة (٢) هي كما يلي (خضير ٢٠٠٧: ١١٠):

١ **رواسب المراوح الغرينية:** تتكشف في الاجزاء الشرقية والجنوبية الشرقية فضلا عن الاجزاء الشمالية الغربية وهي نتاج لعمليات التعرية المائية المتكررة في المنطقة مكونة مناطق منبسطة تمتاز باحتوائها على نسب عالية من الجبس, والتراكيب الغرينية الطينية ذات اللون القهوائي، وهي ذات سمك متغاير يتراوح بين (٥-٧ م), فضلاً عن تناثر الصخور الصغيرة التي لا يزيد قطرها عن (٣-٥) سم .

خريطة (٢) التكوينات الجيولوجية في منطقة البحث



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المرئية الفضائية DEM2007 باستخدام برنامج ARC GIS

٢. **ترسبات ملئ الوديان: (البلايستوسين):** تنتشر هذه الترسبات في وسط وشمال منطقة البحث وتتكون هذه الترسبات من مفتتات مختلفة الاحجام، ويتحدد انتشارها حسب قوة التيارات المائية التي تجري في الوادي، وتحتوي على حصى متكون من حجر الكلس الصوان مع بعض الصخور النارية والمتحولة والحصى ذات الشكل المستدير.

٣. **تكوين انجانة(الميوسين الاعلى):** يتكشف بالأجزاء الجنوبية والوسطى، ويتراوح سمكه بين(٣-٣٠)م, إنّ بيئة ترسيب هذا التكوين نهرية مع ظروف بحرية مما يجعل رواسبه متناسقة من الحجر الرملي والحجر الغريني والحجر الطيني والحجر الكلسي، وطفح الصلصال والمارل مع بعض الأملاح وهذا ما يجعله اقل تراصا واكبر سمكا مقارنة بالتكوينات الجيولوجية المتواجدة بمنطقة البحث (سيسكيان, حافظ،١٩٩٤:ص٣)

ثانياً: المناخ: يؤثر المناخ في تشـــكل وتطور الأحواض النهرية، عبر تأثيره في العمليات الجيومورفولوجية فهو يؤثر في معدلات التجوية والحت والتراجع للمنحدرات وتغير القنوات النهرية وتطورها إلى مراتب اعلى وبالتالي يؤثر على كمية المياه الواصـلة إلى حوض الوادي، إذ ترتبط هذه العملية ارتباطاً وثيقاً بعناصـر المناخ لاسـيما الحرارة والأمطار ومن تأثير هذين العنصـرين ينتج أحواض نهرية متباينة في أشـكالها الأرضـية وخصـائصـها المورفومترية (Al-Karbouli,2022:p25)

١. درجة الحرارة: تعد الحرارة احد أهم عناصر المناخ، كونها تتحكم في معظم العناصر المناخية الأخرى وتأثيرها الكبير في عمليات التجوية، يتضح من الجدول (١) أن أدنى معدل سنوي للحرارة كان في محطة تكريت (٢٠.٧) م وكان شـهر تموز أحر الشـهور، وبلغت درجة حرارة المحطتين (٣٣.٤- ٣٤) على التوالي، أما خلال أشـهر الشتاء فسجل كانون الثاني أقل معدل وبلغت (٧.٣- ٩.٥) على التوالي .

جدول (١) معدلات درجة الحرارة (م) لمحطتي (تكريت، الرمادي) للمدة (١٩٨١-٢٠٢٠)

المحطة	ك٢	شباط	أذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	ايلول	ت١	ت٢	ك١	المعدل
تكريت	٧,٣	١٠,٦	١٤,٢	٢٠,٨	٢٦,٥	٣٠,٨	٣٣,٤	٣٣,١	٢٩,٢	٢١,٨	١٢,٤	٩,١	٢٠,٧
الرمادي	٩,٥	١١,٦	١٥,٥	٢١,٨	٢٧,٣	٣١,٥	٣٤	٣٣,٦	٢٩,٩	٢٤	١٦,٥	١١,٣	٢٢,٢

المصـــدر: وزارة النقل والمواصـــلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصـــد الزلزالي، قســـم المناخ ، للمدة (١٩٨١-٢٠٢٠) .

٢. الأمطار : تؤثر الامطار بشكل كبير في نسبة الجريان النهري وتشكيل مظاهر سطح الأرض فضلا عن كونها المصدر الرئيس لتغذية الأحواض النهرية السطحية والجوفية، وتتسم منطقة البحث تتصف بقلة امطارها وتذبذبها بشكل كبير، حيث يبدأ الهطول فيها من تشرين الأول ليبلغ ذروته خلال أشهر الشتاء، ثم يقل تدريجيا إلى أن ينتهي مع بداية شـــهر مايس ينظر جدول، (٢) الذي يبدو عن طريقه أن أعلى معدل الكمية الأمطار السنوية في المنطقة قد سجل في محطة تكريت (٢٠٨/٦) ملم، اما محطة الرمادي فقد سجلت (١٤٢/٦) ملم، ويعد شهر كانون الاول أغزر أشهر السنة مطرا في المحطتين.

جدول (٢) كمية الأمطار الشهرية والمجموع السنوي (ملم) لمحطتي (تكريت، الرمادي) للمدة (١٩٨١-٢٠٢٠)

المحطة	ك٢	شباط	أذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	ايلول	ت١	ت٢	ك١	المجموع
تكريت	٢٤,٤	٢٩,٦	٣٥,٥	٢٢,٥	١٦,٤	-	-	-	٢,٤	١١,٨	٣٢,٨	٣٣,٢	٢٠٨,٦
الرمادي	١٩,٥	٢٨,٥	٢١	١٦	٥	-	-	-	٠,٣	٦,٥	٢٢,٦	٢٣,٣	١٤٢,٦

المصدر: وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، للمدة (١٩٨١-٢٠٢٠)

ثالثاً: أليات حصاد المياه والاستخدامات البشرية لمنطقة البحث

عملية جمع مياه التساقطات في الاقاليم الجافة وشبه الجافة بعدة طرائق مختلفة، والاستفادة منها في قيام النشاطات البشرية المختلفة, اذ يتصف التساقط المطري في المناطق الجافة وخلال فترات زمنية قصيرة بصورة فجائية، لهذا غالبا ما تذهب تلك الامطار بسرعة بفعل التبخر والتسرب والجريان السطحي دون الاستفادة منها (الخرابشة, غنيم, ٢٠٠٩: ص٦١). تعاني منطقة البحث من قلة المسطحات المائية ، اذ يمثل نهر الفرات الواقع جنوب المنطقة المصدر الوحيد فيها، والذي يعتمد عليه في ممارسة النشاطات البشرية، اما المناطق الشمالية والجنوبية والغربية فأنها تمثل مناطق صحراوية تنمو فيها النباتات في موسم هطول الامطار وتنعدم في المواسم الاخرى، لهذا ارتأت البحث ايجاد طريقة تعمل على الاستفادة من تلك الامطار من خلال استخدام الاساليب الاحصائية في حصاد تلك المياه، ومن اهم هذه الاساليب هي:

بناء نموذج لحصاد المياه الـ (SCS-CN).

مجموعة الارقام التي يمكن الإفادة منها في تمييز سمات التساقط المطري لكل نوع من أنواع التربة والغطاء الارضي، وتنحصر هذه القيم بين (٠ - ١٠٠) حيث تشير الارقام القريبة من الصفر إلى النفاذية العالية، في حين ان اقترابها من العدد(١٠٠) فهذا دليل على ان الاسطح قليلة النفاذية (Al-Karbouli, 2022: p29) يتم الوصول إلى هذه الارقام عبر تطبيق مجموعة من المعادلات [*] تستعمل لحساب الجريان السطحي في منطقة البحث وذلك باعتماد، التقانات الجغرافية (Gis) و(R.S). كما توضح قيم (CN) حالة الغطاء الارضي وهيدرولوجية ترب اي منطقة ومدى قابليتها على امتصاص الماء ومدى استجابة الارض للجريان (العيساوي، العاني، ٢٠١٨: ص٢٤٢). ولغرض الحصول على متطلبات قيم الـ (CN) نتبع الخطوات الاتية:

١. **الغطاء الارضـي:** لإيضـاح طبيعة الغطاء الارضـي تم اعتماد مرئية الفضـائية لمنطقة البحث ملتقطة بتاريخ (2024/2/٢٢) وبدقة (٣٠) م وتحليلها وفقاً للتصـنيف الموجه حيث صـنفت خلايا الصـورة الرقمية الى فئات متجانسه طيفياً، تدل كل منها على عناصر وظواهر سطح الارض ومجالات استخدامه، صنفت منطقة البحث الى ثلاث مناطق هي: ينظر الخريطة (٣) والجدول (٣).

أ. **اراضـي جرداء :** تغطي هذه المناطق الاراضـي معظم اجزاء منطقة البحث حيث تم تمثيلها باللون الاصـفر، وبمساحة بلغت (٩٥ كم٢) وبنسبة (٥٥.٦٪) من المساحة الكلية لمنطقة البحث, وتتسم هذه الاراضي بخلوها من الغطاء النباتي طيلة ايام السنة وذلك بسبب تكون السبخات التي تتصـف بارتفاع الاملاح فيها، وتمتاز هذه الاراضي بسرعة جريان السيح السطحي كونها خالية من العوائق .

جدول (٣) أصناف استعمالات الاراضي في منطقة البحث

ت	اصناف الاستعمال	المساحة (كم٢)	النسبة
١	اراضي جرداء	95	55.6%
٢	أراضي زراعية	15	8.8%
٣	ترسبات بطون الوديان	18	10.5%
٤	مراعي طبيعية	43	25.1%
	المجموع	١٧١	٪١٠٠

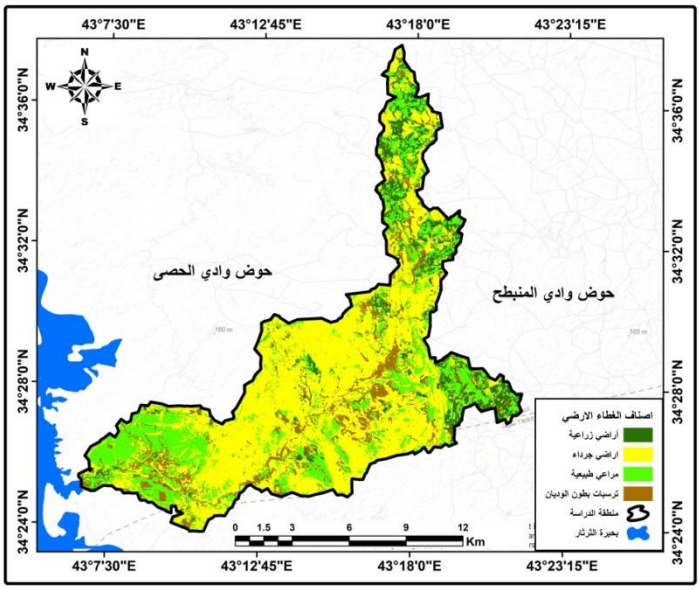
المصدر: بالاعتماد على الخريطة (٣)

ب. **اراضـي زراعية:** تظم كافة الاراضـي الزراعية المزروعة فعلياً او المحروثة وحتى المتروكة مؤقتاً ينحصـر ظهور هذا النوع من الاسـتعمال في المناطق الشـرقية والجنوبية لمنطقة البحث وتظم الاراضـي التي يتم زراعتها من قبل الانسـان بغية انتاج الغذاء بالدرجة الاسـاس والعلف الحيواني معتمدين بذلك على المياه الجوفية والهطول المطري تغطي هذه المسـاحات البالغة (١٥كم٢) وبنسـبة(٨.٨٪) من، لهذا فهي تأتي بالمرتبة الثانية من حيث سعة المساحة، وتظهر فش شرق وشمال منطقة البحث.

ت. **مراعي طبيعية:** تغطي معظم اجزاء منطقة البحث حيث تم تمثيلها باللون الاخضـر الفاتح، وبمسـاحة بلغت (٤٣ كم٢) وبنسـبة (٢٥.١٪) من المسـاحة الكلية لمنطقة البحث, وتظم الاراضـي التي يظهر فيها الغطاء النباتي لفترات قصيرة لاسيما بعد الهطول المطري مشكلة بذلك مناطق مراعي جيدة .

ث. **ترسبات بطون الاودية:** تغطي الاراضي التي تم تمثيلها باللون القهوائي، وبمساحة بلغت (١٨ كم٢) وبنسبة (١٠.٥٪) من منطقة البحث, وتشـمل الرواسـب التي تجمعت بفعل عمليات التعرية النهرية فكلما زاد عدد المجاري الحوض المائي واتسـعت رقعتها زادت كمية المياه القادمة اليه مما يزيد من كم الرواسـب القادم له وتتسم هذه الاراضي بخلوها من الغطاء النباتي ووجود السبخات وسرعة جريان السيح السطحي كونها خالية من العوائق.

خريطة (٣) أصناف استعمالات الاراضي في منطقة البحث



المصدر: اعتماداً على تحليل المرئية الفضائية لمنطقة البحث ،وبرنامج (Arc Gis.10.4)

٢. **اصناف الترب الهيدرولوجية:** قسمت الترب وفقا للنظام الامريكي (SCS) الى اربعة اقسام (ينظر جدول٩) ولكل نوع سماته التي يتميز بها، وفقاً لمعدل سرعة تسرب الماء الى داخل الترب. اظهرت النتائج وجود ثلاث اصناف من الترب في منطقة البحث مقارنة مع الجدول (٤)

جدول (٤) اصناف الترب الهيدرولوجية وفقا لطريقة (SCS)

الصنف	عمق السيح	صفات طبقة التربة
A	قليل	رملية عميقة مع كمية قليلة من الطين والغرين.
B	متوسط	رملية أقل عمقاً من A بمعدل ارتشـــاح متوســـط بعد الترطيب(مزيجية غرينية أو مزيجية)
C	فوق الوسط	طينية محددة العمق بمعدل أرتشاح دون الوسط قبل تشبع التربة
D	عالي	طينية ذات نسبة أنتفاخ عالية مع وجود طبقة ضحلة من ترب ناعمة في السطح.

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

أ. **الترب الهيدرولوجية صنف (A)** تمثل الترب العميقة ذات النسيج الخشن المتكونة من الرمل كميات قليلة من الطين والغرين فضلا عن التراكيب الجبسية الحصوية، يغطي هذا الصنف مساحة صغيرة حيث المصب غرب منطقة البحث بلغت (٥كم) وبنسبة (٢.٩٪)، ينظر الخريطة (٤)

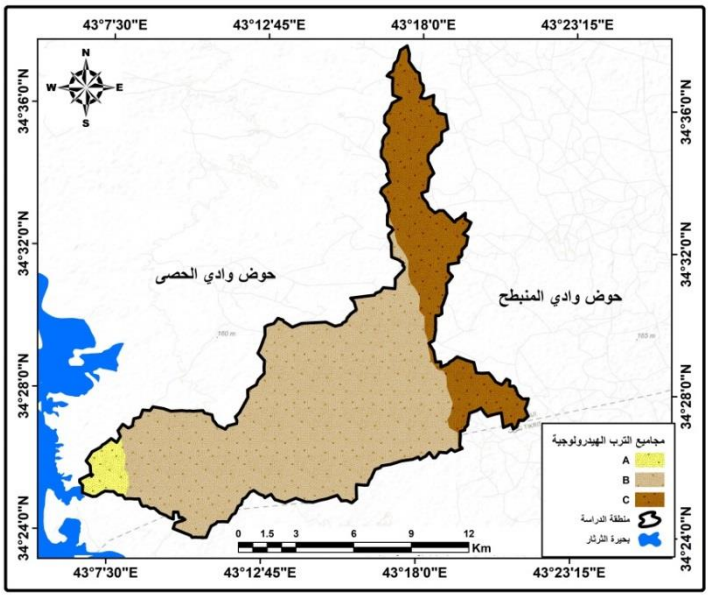
ب. الترب الهيدرولوجية صنف (B): يكون السيح في هذا الصنف اكثر من الصنف السابق نتيجة لوجود الطبقات الطينية التي تعمل على قلة المسامية للترب، مما يجعلها مناطق ذات جريان متوسط وتغطي معظم اجزاء منطقة البحث، وبمساحة (124) كم^2 وبنسبة (72.5%)ينظر الخريطة (٤), والجدول (٥).

جدول (٥) اصناف الترب الهيدرولوجية لمنطقة البحث

الترب الهيدرولوجية	المساحة كم^2	النسبة المئوية %
A	5	2.9%
B	124	72.5%
C	42	24.6%
المجموع	١٧١	٪١٠٠

المصدر: بالاعتماد على خريطة (٦)

خريطة (٤) اصناف الترب الهيدرولوجية لمنطقة البحث



المصدر: بالاعتماد على برنامج الـ Arc Gis.V.10.4

ت. الترب الهيدرولوجية صنف (C): يكون السيح في هذا الصنف عالي نتيجة لوجود الطبقات الطينية ذات الانتفاخ العالي والترب الناعمة وتتراوح معدلات ترشيح هذا الصنف بين (١.٢٧ الى ٣.٨١) ملم في الساعة (النفعي,٢٠١٠: ص٩١) .يغطي هذا الصنف (٤٢) كم^{2}وبنسبة (٢٤.٦٪) من منطقة البحث, ينظر الجدول (٥).

ثانياً: قيم (CN) لمنطقة البحث:

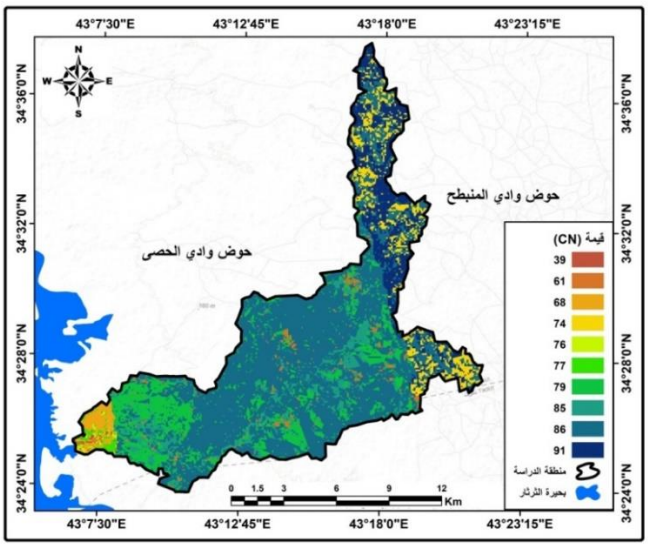
إنّ النتائج التي تحصلنا عليها لقيم الـ (CN) لحوض وادي الطكيعيات جاءت مرتفعة ولمعظم اجزاءه, وهذا مؤشر جيد لإمكانية حدوث جريان سطحي عالي في الوادي، ولعل هذا عائد إلى ضعف قابلية بعض الترب على الامتصاص وضعف ترشيحها, فبعد دمج خرائط استعمال الارض الترب الهيدرولوجية باستعمال برمجيات (Arc Gis١٠,٤) تحصلنا على خريطة افصحت لنا عن قيم (CN) حيث تراوحت هذه القيم ما بين (٣٩-٩١)، وكما موضح في الجدول(٦) .

جدول (٦) قيم (CN) لمنطقة البحث

قيمة_CN	قيم_La	قيم_S	Q	QV	المساحة كم٢
39	79.46	397.28	12.81	6407	0.5
61	32.48	162.39	54.38	157709	2.9
68	23.91	119.53	70.51	225628	3.2
74	17.85	89.24	85.2	945753	11.1
76	16.04	80.21	90.27	72217	0.8
77	15.17	75.87	92.84	102121	1.1
79	13.5	67.52	98.03	2480168	25.3
85	8.96	44.82	114.1	1517564	13.3
86	8.27	41.35	116.85	11100998	95
91	5.02	25.12	130.91	2330167	17.8

Vijay p.Singh,Donald K. Frevert ,Watershed Models, CRC Press is an imprint of Taylor& Francis Group, 2006,p364

خريطة (٥) قيم (CN) لمنطقة البحث

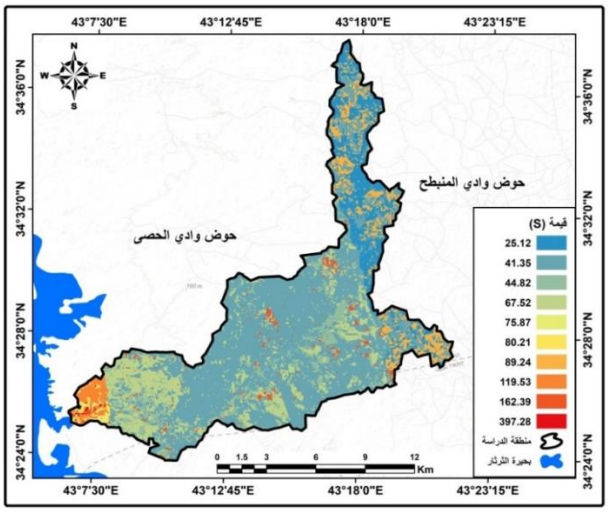


المصدر: بالاعتماد على برنامج الـ Arc Gis.V.10.4 بيانات الجدول (٥)

من الخريطة (٥) والجدول (٦) نلاحظ وجود تباين في المساحات التي تغطيها كل قيمه، اذ شغلت القيمة (٨٦) اعلى مساحة بلغت(٩٥)كم^{٢} وبنسبة (٥٥.٥٪)، لتأتي القيمة (٧٩) بعدها بمساحة (٢٥.٣)كم^{٢}، وبنسبة (١٤.٧٪) تليها بالمرتبة الثالثة المناطق التي بلغت مساحتها(١٣.٣كم^{٢}) وبنسبة (٧.٧٪) وكانت للقيمة (٨٥), اما أقل قيمة سجلت فكانت للقيمة (٣٩) وبمساحة بلغت (٠.٥ كم^{٢}) بنسبة (٠,٢٩٪), وعند النظر إلى خريطة (5) يتضح لنا أنّ منطقة البحث تتمتع بقيم (CN) مرتفعة شغلت مساحات واسعة بلغت (٩٥.٥٪) مما يعني ارتفاع قيم الجريان السطحي وهذا عامل ايجابي لإقامة مشاريع حصاد المياه في الحوض.

١. حساب معامل امكانية الاحتفاظ بالماء بعد الجريان(S): لحساب الجريان السطحي بصورة دقيقة نحتاج معرفة مدى قدرة الترب على الاحتفاظ بالماء بعد سقوط الامطار فالمناطق التي تتصف بقدرتها على الاحتفاظ بالمياه يمكننا الافادة منها في توليد جريان سطحي للمنطقة، تم احتساب قيم (S) وفقا للمعادلة رقم (٤) تم ذكرها سابقا في حساب الجريان السطحي، والحصول على النتائج من خلال تطبيقها بالاعتماد على برنامج الـ(Arc Gis10.4)، ومن الجدول(٥) يتبين أنّ قيم المعامل تراوحت ما بين (25.12- 397.28) فالقيم المرتفعة تدل على قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء وقلة الجريان السطحي لتلك المساحات التي تمثلها، اما القيم المنخفضة القريبة من الصفر فتدل على العكس (Arzek, 2018:p11) وفي منطقة البحث كانت معظم القيم متوسطة إلى مرتفعة وتشغل اعلى المساحات في المنطقة، اذ شكلت جميع هذه المساحات نسبة بلغت (73.7%) اما الاجزاء الاخرى للمنطقة فتعد مساحات تتصف بعدم القابلية على الاحتفاظ بالمياه ولها القابلية على توليد جريان سطحي للمنطقة, كما يلاحظ من الجدول (٦) والخريطة (٦) ان المناطق التي ظهرت فيها قيم معامل(S) منخفضة هي نفسها كانت تمثل اعلى قيم (CN) وهذا دليل على الارتباط ما بين المتغيرين.

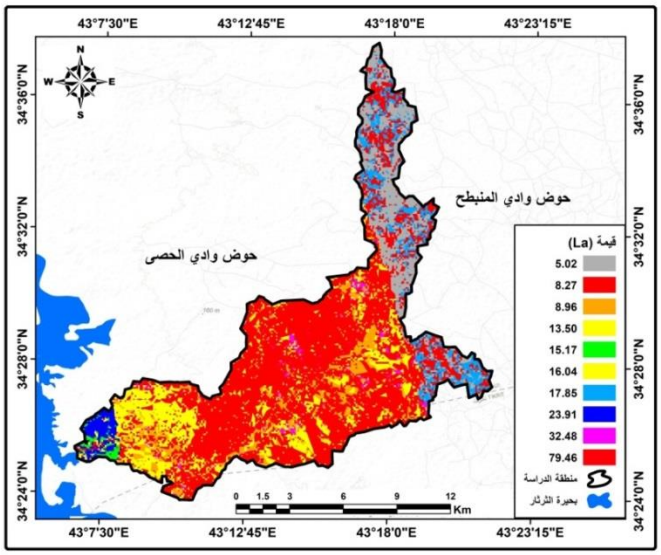
خريطة (٦) قيم معامل (S) ملم لمنطقة البحث



المصدر: بالاعتماد على برنامج الـ Arc Gis.V.10.4 بيانات الجدول (٥)

٢. **معامل الاســـتخلاص الاولي(Ia):** تبين نتائج معامل الاســـتخلاص كمية المياه المفقودة منذ بداية عملية الجريان السطحي، عن طريق عمليات التبخر والتسرب وبعض عمليات الاعاقة من النباتات والاعشاب فضلا عن بعض المياه التي تتجمع في المنخفضات, تتضح اهمية هذا العامل كونه يمثل احد العناصر الاساسية في معرفة عمق الجريان السطحي للمنطقة، فضلا عن ارتباطه بالمعامل (S) اذ يمثل خمس قيمته, وتشير قيم (Ia) التي تقترب من الصـــفر على قلة الضـــائعات للمياه قبل بدء عملية الجريان، اما اذا كانت قيمته (٥٠.٨) فتعد قيمة متوســـطة لمعدل المياه الجارية، اما اذا ارتفعت النتائج عن القيمة المتســـاوية فتدل على زيادة كمية المياه المفقودة مما ينعكس على كمية المياه الجارية بالانخفاض.

خريطة (٧) قيم معامل (Ia) ملم لمنطقة البحث

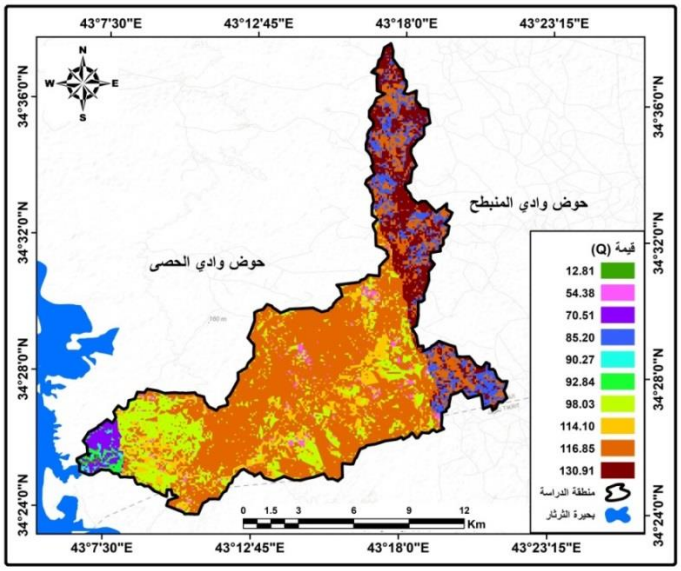


المصدر: بالاعتماد على برنامج الـ Arc Gis.V.10.4 بيانات الجدول (٥)

دلت نتائج تطبيق معادلة (Ia) جدول (٦) على امكانية توليد جريان ســـطحي لمنطقة البحث، لان القيم كانت جيدة جدا وتراوحت ما بين (5.02- 79.46) اذ بلغت اعلى نســـبة للقيمة (٠.٥) ملم ومن خلال الخريطة (٧) يتضح ان المساحات القريبة من الصفر والتي تمثل مناطق ذات ضائعات مائية قليلة جدا شغلت (٨٢.٥٪) من منطقة البحث وهذا يعني ان القيم المنخفضـــة مثلت معظم اجزاء منطقة البحث في حين تركزت اقل القيم عند الاجزاء الشرقية والاجزاء الشمالية الشرقية من منطقة البحث, وهي تمثل الاماكن التي تزيد فيها فاقد المياه وهي مناطق لا تتســم باحتفاظها بالمياه والقدرة العالية على الجريان يســاعدها في ذلك طبيعة الانحدار الســائدة التي تتجه من الشمال والشمال الشرقي باتجاه الجنوب والجنوب الغربي مما يوفر بيئة ملائمة تساعد في انشاء السدود لأغراض الحصاد المائي.

٣. تقدير عمق الجريان السطحي Q: يقصد بعمق الجريان السطحي كمية المياه التي تجري في منطقة ما، ولكون منطقة البحث منطقة جافة ينعدم فيها وجود مجرى مائي دائم، لهذا تمثل مياه الامطار المصدر الاساس للجريان في المنطقة، ولغرض معرفة كمية الجريان تم الاعتماد على معادلة (١) التي تم ذكرها في بداية البحث, مستندين على كميات الامطار للمدة (١٩٨١ – ٢٠١٨) للجدول (٢) إذ اظهرت النتائج الى تباين في عمق الجريان لمنطقة البحث، فقد سجل اقل عمق للجريان بلغ (٣٧.٣٠ملم) ولمساحة (٤) كم^{٢}.ما اعلى عمق للجريان فقد بلغ (١١٣.٨٨) ملم ولمساحة (٨٦) كم^{٢} كما يتضح من الجدول(٦) والخريطة (٨) ان المنطقة تتصف بمعدل جريان عالي ولمعظم اجزاء حوض الطكيعيات مما يعني أمكانية استثمار كميات كبيرة جدا من المياه عن طريق عمليات الحصاد المائي.

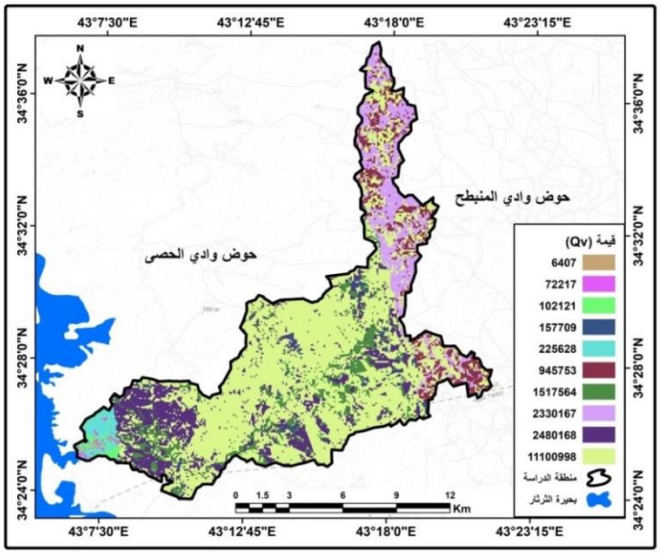
خريطة (٨) تقدير عمق الجريان السطحي (Q) لمنطقة البحث



المصدر: بالاعتماد على برنامج الـ Arc Gis.V.10.4 بيانات الجدول (٥)

٤. تقدير حجم الجريان السطحي QV: يرتبط حجم الجريان السطحي بمعرفة عمق الجريان، فلكمية الجريان اهمية في الدراسات الهيدرولوجية لأي منطقة وخاصة اذا كانت قليلة الامطار وذات مناخ جاف كما هو الحال لمنطقة البحث. لهذا تعد الاساس الذي يعتمد عليه في اقامة السدود والخزانات وتقدير حجم الفيضان التي تتعرض لها المنطقة، فضلا عن ما يحدثه حجم الجريان من تغيير في نوعية المياه

خريطة (9) قيم (QV) لمنطقة البحث



المصدر: بالاعتماد على برنامج الـ Arc Gis.V.10.4 بيانات الجدول (5)

ولانعدام محطات القياس الهيدرولوجية في المنطقة، تم احتساب كمية الجريان وفقاً للمعادلة (٥) السابقة الذكر وبحسب المساحة لكل قيمه من قيم الـ (CN) يتم حساب كمية الجريان السطحي ينظر الجدول (٦) والخريطة(9) نجد أن القيم كانت جيدة وتراوحت ما بين (6407- 2480168) اذ بلغت اعلى كمية لحجم الجريان (2480168) م^{3} وبمساحة (٢٥.٣)كم^{2} اما اقل كمية فبلغت (٦٤٠٧) ملم ولمساحة (٠.٠٥) كم.

ثالثاً: حصاد المياه وفقا لكمية التساقط السنوي.

بعد ان بين البحث بان المنطقة تتصف بقدرتها على الجريان السطحي وبنسب عالية من خلال تطبيق نموذج الـ (SCS-CN) ولكي تتم اليات حصاد المياه يتطلب معرفة كمية المياه التي تتوفر للمنطقة والمعتمدة بشكل اساس على الامطار، كونها تمثل المورد المائي الوحيد للمنطقة ووفقا للموقع الالكتروني (http://chrsdata.eng.uci.edu) الذي يوفر كمية المطر وعلى مستوى الساعات للموسم المطري(٢٠٢٠-٢٠٢١)، تم انتخاب مواقع المستجمعات في حوض وادي الطكيعيات ينظر الخريطة (١٠) بناءً على ما تتسم به من سمات جيومورفولوجية وهيدرولوجية ممتازة يمكن استثمارها لأغراض الحصاد المائي حيث تراوحت كميات الهطول المطري (الزخة المطرية) بتاريخ ٢٠٢١/١/٢٧ ان كميات الامطار تراوحت بين مواقع المستجمعات وتراوحت هذه الكميات بين (١٨٥- ٣١٢ملم) ووفقاً لبيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية لمحطتي تكريت والرمادي اذ بلغ معدل مجموع الامطار للمدة (١٩٨١- ٢٠٢٠) (٢٠٨.٦-١٤٢.٦) ملم وبمعدل (١٧٥.٣) وهو معدل مرتفع يوفر كميات مياه جيدة جدا ويؤكد هطول كميات امطار كبيرة وهذا ما تم ملاحظته اثناء البحث

الميدانية بتاريخ (٢٠٢١/٣/١٢) وجود مساحات كبيرة قد غطتها مياه الامطار التي سقطت قبيل فترة قصيرة مما كون بعض البحيرات التي غمرت المنخفضات ينظر الصورة (١) مما يعني ان هذه المنخفضات وغيرها قد تعرضت الى الزيادة لكميات الامطار مما يتطلب المحافظة على هذه الكمية من المياه التي تكون عرضة للتبخر والتسرب الى داخل الترب، من خلال اقامة الحواجز والسداد الترابية لمنطقة البحث.

صورة (١) التجمع المائي بالقرب من المستجمع رقم (2)

المصدر: البحث الميدانية بتاريخ ٢٠٢١/٣/١٧

رابعاً: اختيار المواقع المناسبة لحصاد المياه في حوض وادي الطكيعيات .

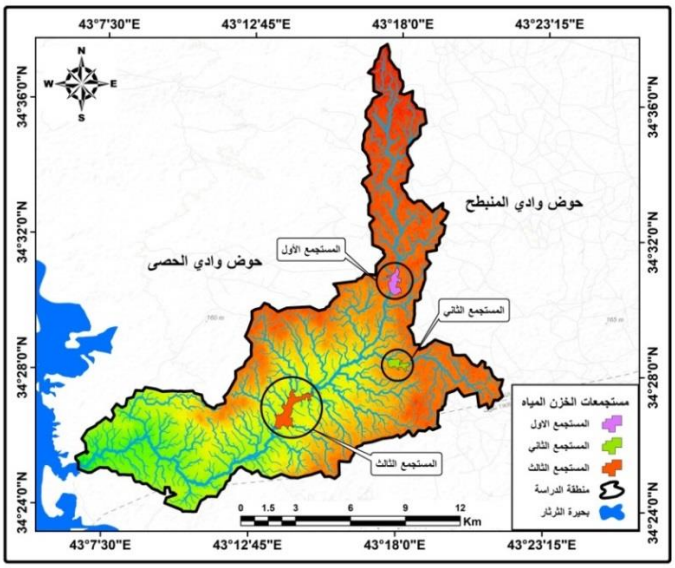
تعد عملية اختيار المواقع المناسبة للحصاد من الامور التي تتطلب عدة مراحل هي:

١. **المرحلة الاولى:** يتم فيها تحديد ارتفاعات منطقة البحث عن طريق نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لتحديد الاراضي التي تتصف بالانحدار البسيط وفقا لخطوط الكنتور لانتخابها كأماكن لحجز المياه.
٢. **المرحلة الثانية:** مطابقة خريطة المراتب النهرية مع خطوط الكنتور، لكي يتم معرفة اتجاه انحدار المجاري المائية لأحواض الاودية.
٣. **المرحلة الثالثة:** تحديد مناطق يمكن لسكان المنطقة الاستفادة منها، مع مراعاة توفر مساحات للخزن للمواسم المطيرة التي يمكن ان تحدث في اي وقت.

بعد اكمال المراحل الثلاث حدد الباحث افضل موقع افتراضي لإقامة السد المقترح انشاؤه في منطقة البحث كما موضح بالخريطة (١٠) والأشكال(١, ٢, ٣) حيث كان الغرض الاساس في تحديد مواقع السد هو اختيار اقرب موضع من المستقرات البشرية للاستفادة منه للأغراض البشرية لاسيما الانتاج الزراعي بشقيه (الحيواني والنباتي), ونظراً لما يتمتع به حوض وادي الطكيعيات من سمات جيومورفولوجية كالحافات الصخرية والاماكن الضيقة التي يمكن استثمارها كحواجز للمياه وهذا ما يقلل من تكلفة انشاء الدعامات الكونكريتية، وكذلك يمتاز بالمساحة التي يشغلها هذا الحوض، إن المستجمعات المنتخبة تتسم بارتفاع عدد المجاري الواصلة اليها

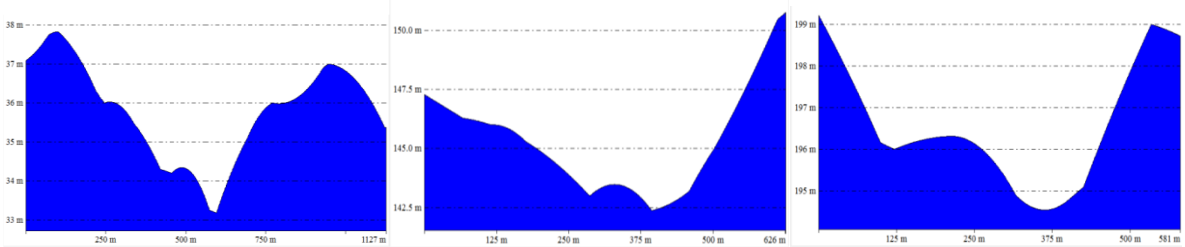
وهذا مؤشر لوصول كميات كبيرة من المياه اليها, يمكن استثمارها لأغراض الحصاد المياه لما تتصف به من السهولة والمرونة وقلة التكاليف، مقارنة مع الطرائق الاخرى التي تتطلب بناء جدران اسمنتية خاصة لاسيما ان المستجمعات المقترحة واقعة ضمن تكوينات جيولوجية تتسم بالصلابة والقدرة على حفظ المياه. يبين الجدول (٧)الاشكال (١, ٢, ٣). كميات المياه التي يمكن تجميعها على مستوى حيث تراوح حجم تخزين (6377400 – 16074900 م^3) للمستجمعات المقترحة.

خريطة (١٠) مواقع المستجمعات المقترحة في وادي الطكيعيات



المصدر: بالاعتماد على برنامج الـ Arc Gis.V.10.4 بيانات الجدول (11)

شكل (١, ٢, ٣) المقاطع العرضية للمستجمعات المائية وفق التسلسل



المصدر: برنامج الـ (Glopal Mapper11)

جدول (٧) مناسيب الارتفاع والتخزين لموقع سد وادي الطكيعيات

المستجمع	م٣
١	10552500
٢	6377400
٣	16074900

المصدر: انموذج الارتفاع الرقمي (DEM) . ومخرجات برامجيات (Arc Gis 10.4).

خامساً: الانحدار الخطي: من ابسط الأدوات الإحصائية في الذكاء الاصطناعي، حيث يعد الأكثر استخداما لتحليل البيانات وإجراء التوقعات وهو يعمل على مبدأ بناء علاقة خطية بين متغير تابع أو هدف ومتغير مستقل واحد على الأقل أو مدخل، حيث يمكن للباحث أن يفهم كيف تؤثر المتغيرات المستقلة على المتغير التابع، وفي الوقت نفسه، يحافظ الانحدار الخطي على أهميته من خلال مستوياته العالية من الفهم والدقة في تلك المجالات، والتي تتطلب البحث في العلاقات الموجودة بين العوامل المختلفة، على سبيل المثال، يعد الانحدار الخطي مفيدًا جدًا في إدارة موارد المياه في التنبؤ بالجريان السطحي، الذي يمثل الماء الذي يتدفق على سطح الأرض بعد هطول الأمطار أو ذوبان الثلوج وهي كمية مهمة في تخطيط حصاد المياه التي يمكن استعمالها للأغراض الزراعية أو الصناعية أو الاستهلاك البشري، ويمكن تحديد هذه الكميات عبر تحديد بيانات هطول الأمطار وتسجيل خصائص التربة واستخدام الأراضي قيد الدراسة واستخدام قيم CN التي تمثل استخدام الأراضي وخصائص التربة، والمنطقة التي يتم قياس الجريان السطحي عليها، يمكن للانحدار الخطي تقدير المياه المتاحة بشكل جيد. تدعم هذه التقديرات أيضًا عملية اختيار قرارات الاستثمار في موارد المياه التي تؤدي إلى الاستدامة البيئية وتلبية الاحتياجات البشرية. تجعل الحقائق المذكورة أعلاه الانحدار الخطي أداة قوية يمكن للباحثين والمهندسين استخدامها في تحسين إدارة المياه والتخطيط لمشاريع المياه المستقبلية.

تم تطبيق الكود البرمجي التالي بالغة بايثون للتنبؤ بكمية المياه السطحية الجارية وإمكانية حصادها. حيث تم التركيز في هذا البرنامج على المفاهيم التالية:

- R^2 (معامل الانحدار): هذه هي نسبة التباين في البيانات التي يفسرها النموذج. لذلك، تتراوح قيمة R^2 بين 0 و1. ويفضل اختيار قيمة أقرب إلى ١ لأنها تشير إلى أن النموذج يفسر جزءًا كبيرًا من التباين في البيانات.
- المعاملات: تمثل هذه القيم تأثير كل متغير مستقل على المتغير التابع. على سبيل المثال، إذا كانت قيمة المعامل لـ CN_value هي 1.5، فإن زيادة وحدة واحدة أخرى في CN_value ستزيد Q بمقدار 1.5 وحدة، مع الحفاظ على ثبات العوامل الأخرى.
- نقطة التقاطع: تعطي القيمة المتوقعة لـ Q عندما تكون جميع المتغيرات المستقلة صفرًا.
- المخططات: تساعد المخططات في تصور العلاقة بين المتغيرات وتقييم أداء النموذج.

```
File  Edit  Format  Run  Options  Window  Help
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.metrics import r2_score
# تحميل البيانات
data = {    'قيمة_CN': [39, 61, 68, 74, 76, 77, 79, 85, 86, 91],
    'Q': [12.81, 54.38, 70.51, 85.2, 90.27, 92.84, 98.03, 114.1, 116.85, 130.91],
    'المساحة_كم2': [0.5, 2.9, 3.2, 11.1, 0.8, 1.1, 25.3, 13.3, 95, 17.8]}
df = pd.DataFrame(data)
# تحضير البيانات
X = df[['قيمة_CN', 'المساحة_كم2']]
y = df['Q']
# تدريب نموذج الانحدار الخطي
model = LinearRegression()
model.fit(X, y)
# التنبؤ
y_pred = model.predict(X)
# تقييم النموذج
r2 = r2_score(y, y_pred)
print(f'معامل التحديد (R²): {r2:.2f}')
# عرض النتائج
print(f'المعاملات: {model.coef_}')
print(f'التقاطع: {model.intercept_}')
# رسم المخططات
plt.figure(figsize=(12, 6))
# مخطط Q الفعلي مقابل Q المتوقع
plt.subplot(1, 2, 1)
plt.scatter(y, y_pred)
plt.plot([min(y), max(y)], [min(y), max(y)], color='red', linestyle='--')
plt.xlabel('Q الفعلي')
plt.ylabel('Q المتوقع')
plt.title('Q الفعلي مقابل Q المتوقع')
# مخطط Q مقابل قيمة CN
plt.subplot(1, 2, 2)
plt.scatter(df['قيمة_CN'], y, color='blue', label='Q الفعلي')
plt.scatter(df['قيمة_CN'], y_pred, color='red', label='Q المتوقع')
plt.xlabel('قيمة_CN')
plt.ylabel('Q')
plt.legend()
plt.title('Q مقابل قيمة_CN')
plt.tight_layout()
plt.show()
```

بعد تنفيذ الكود البرمجي كانت النتائج كما يلي:

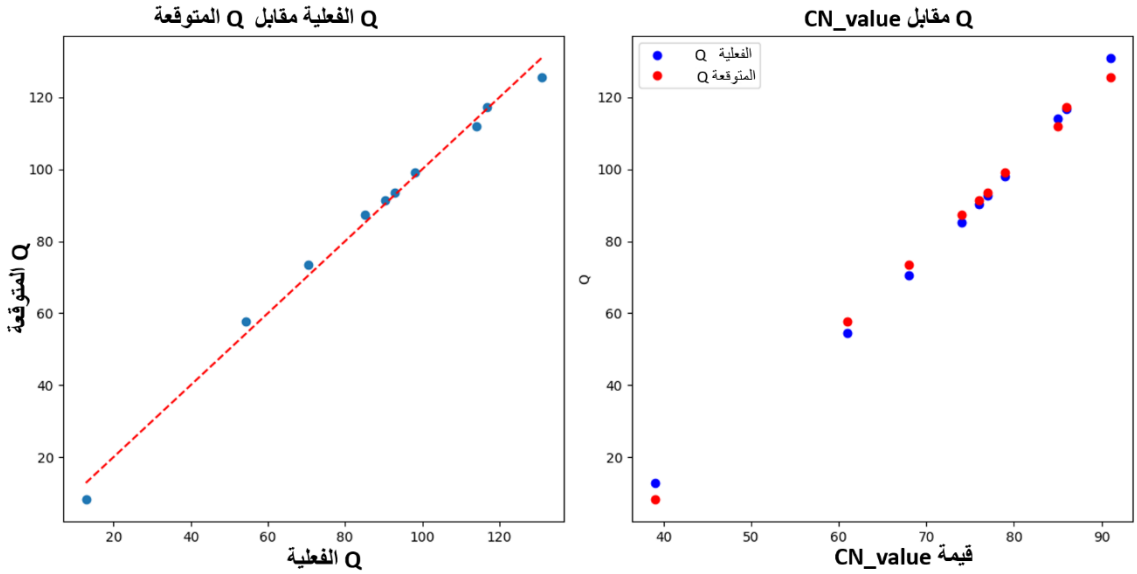
R^2 = ٠.٩٩

المعاملات = [٢.٢٤٤٠٤٧٨٧ ٠.٠٣٨٥٦٧١٦]

التقاطع = −٧٩.٢٣١٤٢١٦٨٠٦٧٦٠٨

ج

يوضح المخطط الأول العلاقة بين القيم الفعلية والمتوقعة لـ Q؛ ويوضح الرسم البياني الثاني العلاقة بين CN_value و Q.



يُظهر R^2 بقيمة ٠.٩٩ أن النموذج يمثل ٩٩٪ من التباين في البيانات، مما يعني أن النموذج دقيق للغاية في التنبؤ بالجريان السطحي وفقًا للمتغيرات المستقلة CN_value والمساحة. من المعاملات، عندما تزيد CN_value بوحدة واحدة، تزداد Q بمقدار ٢.٢٤ وحدة، بينما تزيد الزيادة في المساحة بوحدة واحدة (كم²) من Q بمقدار ٠.٠٣٩ وحدة. التقاطع هو −٧٩.٢٣، مما يعني أنه عندما تكون كل من CN_value والمساحة صفرًا، سيكون هناك −٧٩.٢٣ كقيمة متوقعة لـ Q، وهو أمر مستحيل عمليًا في ظل ظروف الدراسة ولكنه يعكس حقيقة وجود متغير آخر غير مدرج في النموذج. وبالتالي، فإن العلاقة قوية بين المتغيرات، ومن CN_value، يتم تخصيص مساحة أكبر لتأثير الكمية بدلاً من المساحة، أي أن خصائص التربة التي تمثلها CN_value هي العوامل الرئيسية التي تؤثر على كمية الجريان السطحي.

الاستنتاجات:

١. يتسم وادي الطكيعيات بسعة مساحته مما وفر له امكانية استقبال كميات كبيرة من الوارد المائي وذلك بسبب طبيعة شبكته المائية التي بلغ عدد مجاريها (٩٢٦) مجرى مائي مقسمة على خمس مراتب نهرية ساهمت باتساع مساحة الاراضي المغذية له وارتفاع كمية الوارد المائي، فضلاً عن طبيعة امتداده المائلة إلى الاستطالة مما يعني تأخر وصول الموجات الفيضانية .

٢. يتمتع حوض الوادي بوجود ثلاث اصناف من التربة الهيدرولوجية هي (A,B,C) وفقا لنظام مصلحة الترب الامريكي (SCS) كانت الفئة (B) الاكثر اتساعاً وشغلت (٧٢٪) مما جعل الوادي يتمتع بطبيعة ترب تساعد على جريان بسبب احتوائها على الطبقات الطينية التي تعمل على قلة المسامية للترب، مما جعلها مناطق ذات جريان متوسط.

٣. يتسم حوض وادي الطكيعيات بإمكانيات هيدرولوجية كبيرة يمكن استثمارها لأغراض الحصاد المائي اذ حيث بلغت اعلى كمية لحجم الجريان (2480168 جم^{٣}) لتحقيق الاستفادة القصوى من هذه المياه لأغراض الري التكميلي والزراعة وشرب الحيوان.

التـوصـيات:

١. انشاء فرق بحثية تُعنى بالدراسات الهيدروجيومورفولوجية للمناطق الصحراوية كونها مناطق واعده للاستثمار، وتمتلك موارد طبيعية غير مستغله لانتخاب افضل المناطق التي يمكن استثمارها لإنشاء المشاريع التنموية لاسيما ما يتعلق بحصاد المياه كونه اساس الحياة حيث يمكن اعتماد السدود الترابية كونها طريقة قليلة التكاليف وسهلة التنفيذ.

٢. انشاء محطات هيدروميناخية في منطقة البحث، للاستفادة منها في الحصول على نتائج اكثر دقة واكثر تفصيلاً, سواءً ما يتعلق بالمناخ او في كمية المياه التي تجري في الاحواض.

٣. اقامة مشاريع استثمارية صناعية مثل الوحات الزراعية مع ضرورة تقديم الدعم لسكان المنطقة على اقامة مشاريع تدعم الاستقرار كالتوسع في اقامة معامل الحصو والرمل ومعامل الحجر، مما يساعد على رغبة السكان في التوجه الى هذه المناطق.

References

- العيساوي، عبد الحميد ولي عبد بطي، وعبد العاني، صلاح عثمان. (٢٠١٨). اختيار مواقع المستجمعات المائية لحوض وادي تبل بين (العراق والسعودية) بدلالات هيدروجيومورفولوجية وأثرها في التنمية الصحراوية باستخدام تقنيات الجيوماتكس .مجلة الدراسات التربوية والعلمية، الجامعة العراقية، كلية التربية، العدد (١١)، المجلد (٢)، صفحة ٢٤٢.
- الخرابشة، عاطف علي حامد، وغنيم، عثمان محمد. (٢٠٠٩ .(الحصاد المائي في الأقاليم الجافة وشبه الجافة في الوطن العربي .عمّان: دار صفاء للنشر والتوزيع، صفحة ٦١.
- خضير، زينب وناس. (٢٠٠٧). تركيبة وصخارية ورسوبية أعالي وادي نهر الفرات وإثرها في تغير تراكيز الأملاح في مياه النهر بين منطقتي (حصيبة والرمادي .(مجلة الأستاذ، العدد (٦٥)، صفحة ١١٠.
- سيسكيان، فاروجان خاجيك، وحافظ، شاكر قنبر. (١٩٩٤ .(تقرير عن لوحتي البوكمال ووادي المياه)تقرير رقم ٢٣٢٣). بغداد: الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، صفحة ٣.
- النفعي، هيفاء محمد. (٢٠١٠ .(تقدير الجريان السطحي ومخاطره السيلية في الحوض الأعلى لوادي عرفة شرق مكة المكرمة بوسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية)رسالة ماجستير غير منشورة). مكة المكرمة: جامعة أم القرى، كلية العلوم الاجتماعية، صفحة ٩١.
- Al-Karbouli, I. D. A. S. (2022). The Analysis of the hydro morphometric properties of the valley Halewat Basin in Anbar Governorate using remote sensing and geographic information systems. *Midad Al-Adab Refereed Journal*, *1*(25).
- Karbouli, A. S. E. A. (2022). Hydromorphometric Characteristics of the Milan Valley Basin in the Western Plateau and the Possibility of Investing Them for the Purposes of Water Harvesting. *Journal of Tikrit University for Humanities*, *29*.
- Arzek, A. S. (2018). Evaluating the qualitative characteristics of groundwater and its suitability for human use in the Kirkuk district. *Journal of Education and Scientific Studies*, *2*(11).
- USDA,National,Nonpoint Source Monitoring Program(NNPSMP),Surface Water Flow measurement for Water Quality Monitoring Projects,2008.p1-3.

(*) لقياس عمق الجريان السطحي تستخدم المعادلة $Q=\frac{(P-Ia)2}{(p-Ia)+s}$ ١-

Q= عمق الجريان السطحي(بوصة).P = الامطار(بوصة).

Ia= المستخلصات الاولية قبل بدء الجريان كالتربة والمنخفضات السطحية والتبخر والنتح.(بوصة).

S= اقصى تجمع سطحي بعد بداية الجريان السطحي (بوصة).

بما أن Ia= تساوي خمس قيمة S فتحسب كالاتي:

$Ia=0.2s.$ 2-

ولمعرفة قيمة (s) يمكن من خلال المعادلات الاتية:

$S=\frac{1000}{cn}-10.$ 3-

ولكون جميع المدخلات مقاسة بالبوصة، يتم تغيير البوصة الى المليمتر لتتوافق مع المقايس المترية، وذلك بضرب ارقام المعادلة بالعدد (٢٥.٤). فتصبح المعادلة كالاتي:

$S=\frac{25400}{CN}-25.4$ 4-

وبعد انتاج طبقات لـ (S,Ia,Q) ادخلت نتائج المعادلات في برنامج (ArcGis10.4) وباستخدام الحاسبة (RasterCalculator) . لحساب حجم الجريان السطحي من خلال المعادلة.

$Qv=(Q*A/1000)$ ٥-

Qv= حجم الجريان السطحي م^{٣}. Q= عمق الجريان /ملم. A= مساحة الحوض/كم^{٢}.

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

- Al-Eisawi, Abdulhamid Wali Abdul Bati, & Al-Ani, Salah Othman. (2018). Selecting water catchment sites for the Wadi Tabl Basin between Iraq and Saudi Arabia based on hydrogeomorphological indicators and their impact on desert development using geomatics techniques. Journal of Educational and Scientific Studies, College of Education, Iraqi University, Issue (11), Volume (2), p. 242.
- Al-Kharabsheh, Atef Ali Hamed, & Ghoneim, Othman Mohammed. (2009). Water harvesting in arid and semi-arid regions in the Arab world. Amman: Dar Safa for Publishing and Distribution, p. 61.
- Khudair, Zainab Wanas. (2007). Composition, lithology, and sedimentology of the upper Euphrates River valley and their impact on changes in salt concentrations in river water between the regions of Husaybah and Ramadi. Al-Ustadh Journal, Issue (65), p. 110.
- Siskian, Varoujan Khajik, & Hafez, Shaker Qanbar. (1994). Report on the Boukamal and Wadi Al-Miyah maps (Report No. 2323). Baghdad: General Company for Geological Survey and Mining, p. 3.

- Al-Nafie, Haifa Mohammed. (2010). Estimation of surface runoff and its flood hazards in the upper basin of Wadi Arafah, east of Makkah, using remote sensing and GIS (Unpublished master's thesis). Umm Al-Qura University, College of Social Sciences, p. 91.
- Al-Karbouli, I. D. A. S. (2022). The Analysis of the hydro morphometric properties of the valley Halewat Basin in Anbar Governorate using remote sensing and geographic information systems. Midad Al-Adab Refereed Journal, 1(25).
- Karbouli, A. S. E. A. (2022). Hydromorphometric Characteristics of the Milan Valley Basin in the Western Plateau and the Possibility of Investing Them for the Purposes of Water Harvesting. Journal of Tikrit University for Humanities, 29.
- Arzek, A. S. (2018). Evaluating the qualitative characteristics of groundwater and its suitability for human use in the Kirkuk district. Journal of Education and Scientific Studies, 2(11).

(*) To calculate surface runoff depth, the following equation is used:

$$Q = (P - Ia)^2 / ((P - Ia) + S)$$

Where:

- **Q** = Surface runoff depth (in inches)
- **P** = Precipitation (in inches)
- **Ia** = Initial abstractions before runoff begins (such as infiltration, surface depressions, evaporation, and transpiration) (in inches)
- **S** = Maximum potential retention after runoff begins (in inches)
  Since **Ia** is typically considered to be **20% of S**, it is calculated as:
  $$Ia = 0.2 \times S$$
  To calculate the value of **S**, the following equation is used:
  $$S = (1000 / CN) - 10$$
  Where:
- **CN** = Curve Number
  Because all inputs are in inches and the metric system is used for consistency, the values are converted to millimeters by multiplying the equation by **25.4**, resulting in the modified equation:
  $$S = (25400 / CN) - 25.4$$

After generating the spatial layers for **S**, **Ia**, and **Q**, the results of the equations were entered into **ArcGIS 10.4**, using the **Raster Calculator** tool to compute the **volume of surface runoff** using the following formula:

$$Qv = (Q \times A) / 1000$$

Where:

- **Qv** = Surface runoff volume (in cubic meters)
- **Q** = Surface runoff depth (in millimeters)
- **A** = Basin area (in square kilometers)
- **1000** = Conversion factor to ensure the final unit is in cubic meters