ISSN: 1817-6798 (Print)
Journal of Tikrit University for Humanities
available online at: www.jtuh.org/

Suhad Shalash, behind the

University of Diyala - College of Education for Human Sciences

* *Corresponding author: E-mail* :
suhad.ge.hum@uodiyala.edu.iq

***Keywords*:**
Risks
Wadi Marj
Western Plateau
surface runoff
curve (CN)

A R T I C L E I N F O

Article history:

Received	11 Jan 2024
Received in revised form	4 Feb 2024
Accepted	5 Feb 2024
Final Proofreading	15 Apr 2024
Available online	15 Apr 2024

E-mail t-jtuh@tu.edu.iq

©THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Estimating the volume of runoff and its runoff risks in the Wadi Al-Marj Basin using the (SCS-CN) model.

A B S T R A C T

The study dealt with the Al-Marj Basin, located in the Western Plateau, where seasonal rainfall prevails in the region because the region is within the range of arid and semi-arid regions, which is sometimes insufficient to generate surface runoff, except when the precipitation is in the form of sudden storms that work to generate surface runoff, and this rain Not all of them create surface runoff because they are exposed to filtration, evaporation, and absorption by plants, in addition to many factors related to the soil, including permeability, porosity, land cover, slope, and land uses. There are many methods to estimate the volume of surface runoff, including the soil conservation model (CN-SCS).Relying on the American soil conservation hypothesis, relying on soil hydrology and land cover classification, relying on spatial analysis tools for remote sensing data and geographic information systems, for the purpose of extracting information about natural resources and land use classification, based on satellite data (Land sat OLI 8) dated 15 /4/2023, and (Arc Map 10.7) program. and apply equations to measure the USDA runoff (CN) curve (USDA, 1986, p.2-1).

DOI: http://doi.org/10.25130/jtuh.31.4.2024.11

تقدير حجم الجريان السطحي ومخاطره السيلية في حوض وادي المرج باستخدام نموذج (SCS-CN)

سهاد شلاش خلف جامعة ديالى– كلية التربية للعلوم الإنسانية

الخلاصة:

تناولت الدراسة حوض المرج الواقع في الهضبة الغربية حيث تسود في المنطقة تساقط أمطار فصلية كون المنطقة ضمن نطاق المناطق الجافة وشبه الجافة والتي تكون غير كافية في بعض الأحيان لنشوء جريان سطحي، الا عندما يكون التساقط بشكل عواصف فجائية تعمل على توليد جريان سطحي،وان هذه الأمطار ليست بمجملها تنشئ جريانا سطحيا وذلك لتعرضها للترشيح وللتبخر والامتصاص من قبل النباتات، فضلا عن العديد من العوامل متعلقة بالتربة من نفاذية ومسامية والغطاء الأرضي والانحدار واستعمالات الارض.توجد طرق عديدة لتقدير حجم الجريان السطحي ومنها نموذج صيانة التربة(CN–

SCS) بالاعتماد على فرضية صيانة التربة الأمريكية، تعتمد على هيدرولوجية التربة وتصنيف الغطاء الارضي، بالاعتماد على أدوات التحليل المكاني لمعطيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية،لغرض استخلاص معلومات عن الموارد الطبيعة وتصنيف استعمالات الأرض،اعتمادا على بيانات القمر الصناعي(LandsatOLI 8) بتاريخ 2023/4/15، وبرنامج(Arc Map 10.7). وتطبيق معادلات لقياس منحنى الجريان السطحي (CN) (USDA)[1](USDA، 1986، P.2-1)وطورت هذه الطريقة من قبل إدارة صيانة التربة التابعة إدارة الزراعة بالولايات المتحدة الامريكية Serice(Conservation Soil)عام 1970 ووضعت صيغتها المشهورة في عام 1986(الدوري ,218: 2019)

الكلمات المفتاحية (مخاطر، وادي مرج، الهضبة الغربية، جريان سطحي، منحنى (CN)، التحسس النائي)

أولا :مقدمة.

ان دراسة الجريان السطحية من المواضيع ذات الأهمية الكبيرة بالنسبة للإنسان وفعالياته المختلفة وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة ودراسة الاحواض النهرية من الدراسات التطبيقية وعلى الأخص بعد تطور التقنيات الحديثة التي يمكن عن طريقها بناء قواعد بيانات والحصول على نتائج دقيقة فضلا على انه يمكن التحقق من تلك النتائج. لغرض ادرتها وتحقيق الاستدامة البيئية.

تقع المنطقة تكتونيا ضمن النطاق الانتقالي بين الرصيف المستقر(shelf Stables) والرصيف الغير مستقر(Unstableshelf) الرصيف غير المستقر ضمن نطاق الهضبة العربية غرب للعراق.

الوسائل التي استخدمت: تتضمن معطيات ورقية ورقمية مع الدراسات الميدانية وأليات التحليل الرقمي ومنها:

1. خرائط طوبوغرافية عراقية بمقياس 100000/1 المصدر:وزارة الموارد المائية هيئة المساحة العامة لسنة 1990.

1- $Q = \frac{(P-LA)2}{P-LA+S}$..... اذ تمثل :$Q$=عمق الجريان السطحي (بوصة).

P=الامطار الساقطة (بوصة).

LA=التجريدات الاولية تعني كل المفقودات قبل بداية الجريان ويشمل المياه المحتجزة في المنخفضات السطحية والتبخر والترشح.

S= التجمع السطحي الاقصى بعد بداية الجريان السطحي (بوصة). ووجد ان La تعادل خمس قيمة S وتحسب Laكما ياتي :

2..... $La= 0.2S$

ويتم احتساب S بالمعادلة التالية :

3..... $Q = \frac{1000}{CN}$-10 : ومن اجل تحويل بيانات المعادلة السابقة من البوصة الى الملم وفق المعادلة التالية :

4..... $Q = \frac{25400}{CN}$-254

اما الجريان السطحي فيحتسب عن طريق لمعادلة الاتية :

5..... $QV = Q * \frac{A}{1000}$ اذ تمثل :QV= حجم الجريان السطحي م^3=Qعمق الجريان /ملم

A= مساحة الحوض /كم^2

2. مرئيات فضائية للقمر LandsatOLI8 لسنة 2023 https://libra.developmentseed.org/

3. بيانات ارتفاعات رقمية: DEM

4. البرمجيات الحاسوبية ضمن أدوات التحليل المكاني في حزمة برنامج ArcMAP10.7.

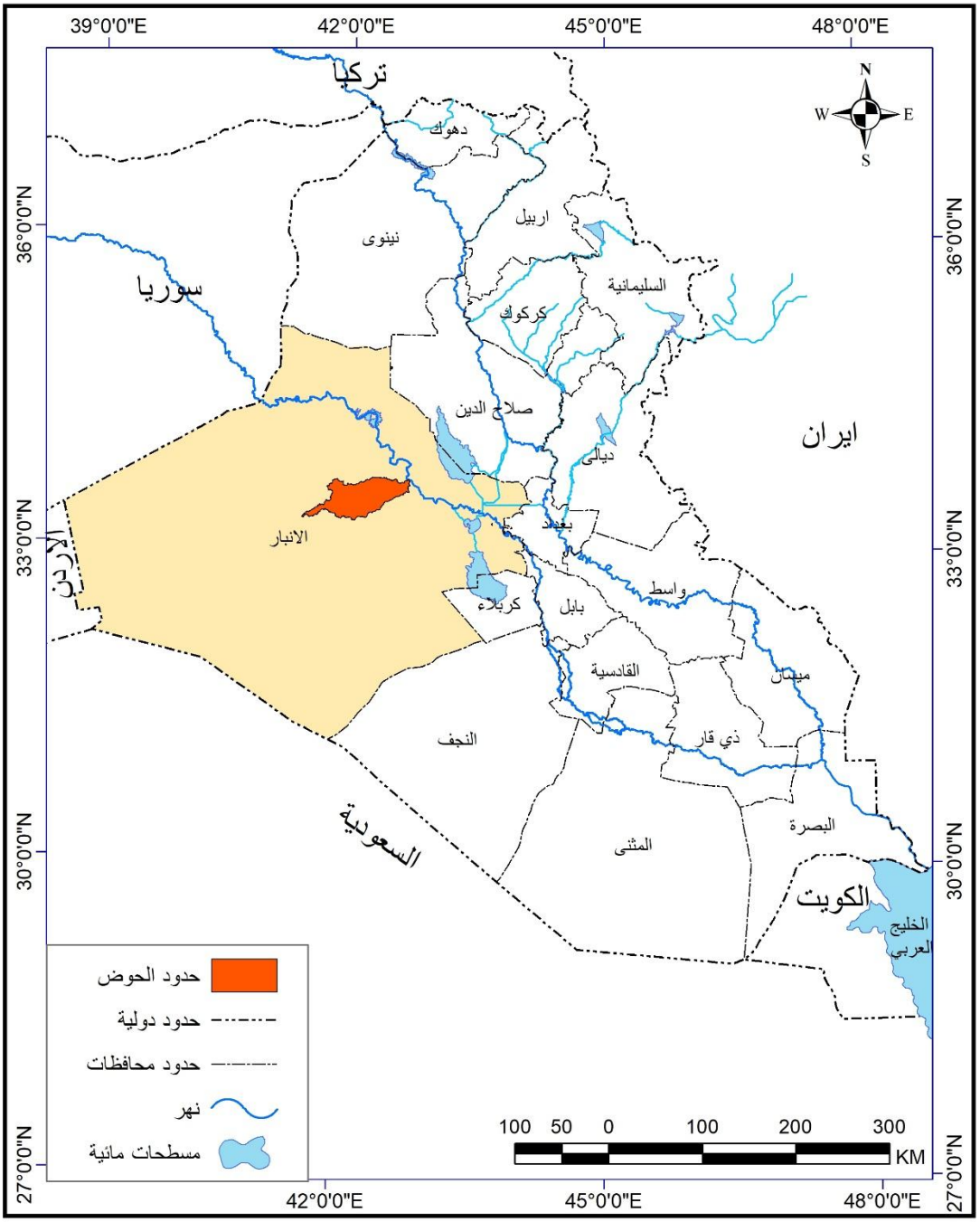
مشكلة البحث: هل ان للإمكانيات ضمن الوسط الطبيعي الهيدرولوجية والمورفومترية الأثر في حساب الجريان السطحي لحوض وادي المرج؟

فرضيات البحث: تحقق الامكانيات البيئية الهيدرولوجية في المنطقة اثر في حساب الجريان السطحي.

أهمية البحث: تعد مشكلة المياه وشحتها وخاصة في المناطق التي تعاني من العجز المائي الأثر الكبير على نشاطات الانسان مما يتطلب البحث والتحري لإيجاد الحلول للاستغلال الأمثل لمياه الامطار وتبرز اهمية البحث على استخدام المعطيات الرقمية للبيانات الفضائية ونموذج الارتفاع الرقمي والبيانات المناخية لاستخراج حجم الجريان السطحي لغرض الاستفادة منه في التنمية البشرية وانشطة الانسان المختلفة ودرء المخاطر السيلية في المنطقة.

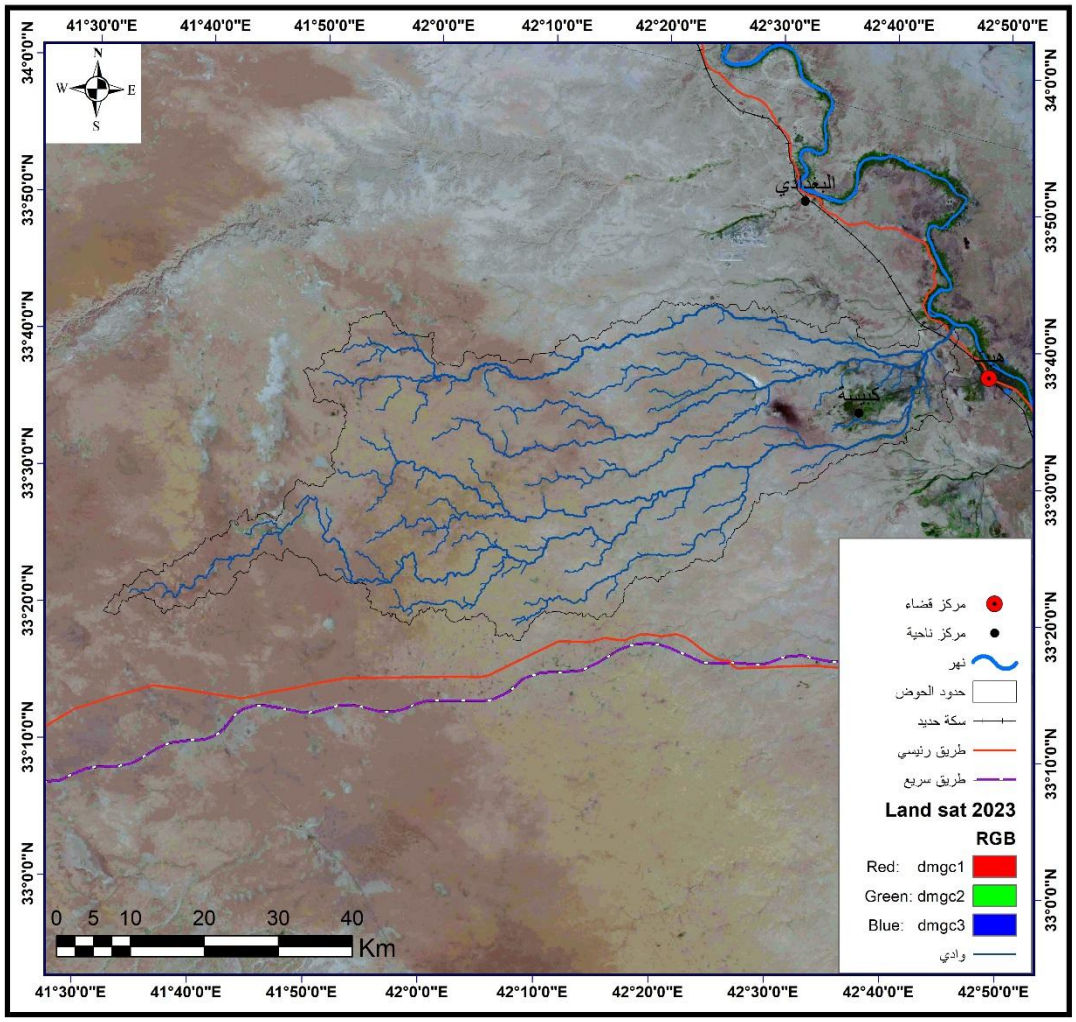
موقع منطقة:يقع وادي مرج في الهضبة الغربية في العراق غرب نهر الفرات ضمن قضاء هيت يحدها من الشمال وادي السهلية ومن الجنوب يحدها وادي المحمدي من الغرب نهر الفراتويقع الوادي فلكيا بين دائرتي عرض (3 ˚33 ً – 41ً 36˚) شمالا وخطي طول،(23ً 40˚ – 45 ً 42˚) شرقا خريطة رقم (2,1).

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة بالنسبة للعراق والمحافظة



المصدر:عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة العراق الادارية ومحافظة الانبار الادارية بمقياس 1:250000

خريطة (2): مرئية فضائية لحوض وادي المرج من العراق



المصدر:عمل الباحثة بالاعتماد على المرئية الفضائية Landsat LC 8 –وبرنامج(Arc map10)Arc Gis

<u>أهمية البحث</u>: تعد المياه الركيزة الأساسية لكافة اشكال التنمية فهنا تمكن أهمية البحث كون المنطقة تعاني من الجفاف والعجز في الموارد المائية الامر الذي يوثر على النشاط البشري الامر الذي يتطلب استخدام المعطيات الرقمية لتقدير الجريان السطحي والاستغلال الأفضل للأمطار والحد من المخاطر السيلية.

<u>أهداف البحث</u>:يهدف البحث الى اظهار مناطق زيادة وقلة الجريان السطحي في المنطقة من خلال بناء قاعدة بيانات هيدرولوجية تفصيلية للجريان السطحي.

<u>التكوينات الجيولوجية:</u>

مرت المنطقة بالعديد من الحركات التكتونية ومراحل جيولوجية وعمليات جيمورفيه تعرويه وترسيبيه كونت الاشكال الأرضية السائدة تقع المنطقة ضمن النطاق الانتقالي بين الرصيف المستقر (shelf)

Stablesوالرصيف الغير مستقر(Unstableshelf) ومن خلال ملاحظة جدول (1) خريطة (3)التي تبين التكوينات الجيولوجية المنكشفة في المنطقة:-

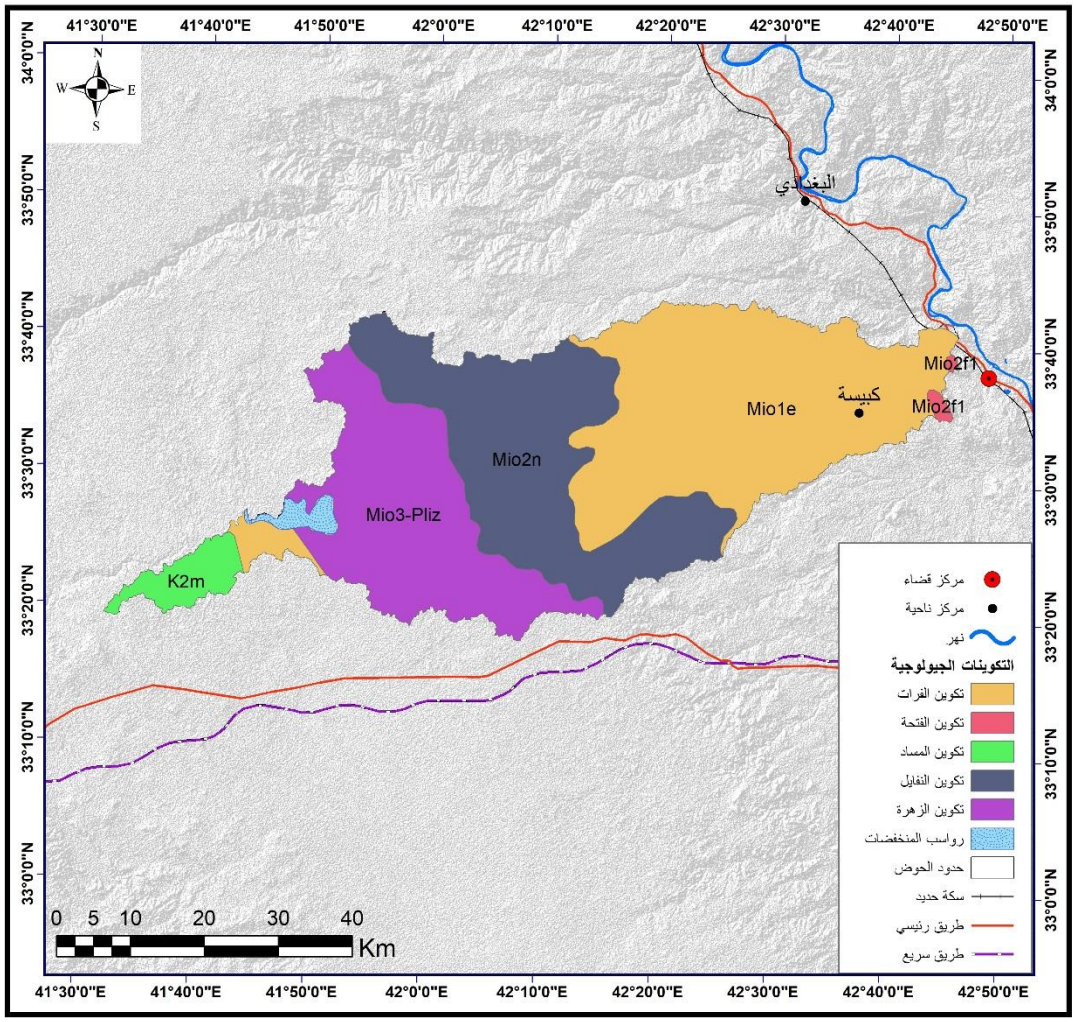
- تكوينات الفرات: شغلت الجزء الأكبر والشرقي من المنطقة بمساحة بلغت(1109) كم2 وبنسبة 40% من المساحة الكلية للمنطقة.
- تكوين الفتحة: شغل مساحة الأصغر من الحوض بلغت (12) كم2 وبنسبة بلغت (0.4%) من مجوع مساحة المنطقة.
- تكوين النفايل:شغل هذا التكوين المساحة الأكبر بعد تكوين الفرات بمساحة بلغت (804) كم2بنسبة (29.5%) من مجمل مساحة المنطقة.
- تكوين المساد: بلغت مساحة هذا التكوين(93) كم2 بنسبة بلغت (3.4%) من مجموع مساحة المنطقة يقع في اقصى غرب الحوض.
- تكوين الزهرة:بلغت مساحة هذا التكوين (674) كم2 بنسبة (24.7%)واحتل المرتبة الثالثة من حيث المساحة بعد تكوين الفتحة وتكوين النفايل.
- رواسب المنخفضات: بلغت مساحة التكوين (32) كم2 بنسبة (1.2%)من مجموع مساحة المنطقة.

جدول (1): مساحة التكوينات الجيولوجية في المنطقة

الصنف	المساحة كم2	%
تكوين الفرات	1109	40.7
تكوين الفتحة	12	0.4
تكوين النفايل	804	29.5
تكوين المساد	93	3.4
تكوين الزهرة	674	24.7
رواسب المنخفضات	32	1.2
المجموع	2724	100.0

المصدر من عمل الباحثة بالاعتماد على خارطة (3)

خريطة (3): التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على المرئية الفضائية Landsat LC -8وبرنامج(Arc map10)Arc Gis

تصنيف استعمالات الارض في المنطقة :

بالاعتماد على وظائف برنامج نظم المعلومات الجغرافية تم اشتقاق خريطة تصنيف الغطاء الأرضي للمنطقة من المرئية الفضائية للقمر الصناعي (Land sat8)باستخدام التصنيف الغير موجه (Unsupervised Classification)ظهرت أربعة وحدات غطائية واستخراج مساحتها والنسب وكما في جدول (3) والخريطة (4)

1- الغطاء النباتي: بلغت مساحة هذا الصنف(47)كم^{2}ونسبة(1.7%)من مساحة المنطقة يشمل الأراضي المستزرعة والأشجار والبساتين في كبيسة وعلى المنطقة القريبة من نهر الفرات.

2- الرواسب الرملية: ينتشر هذا الصنف في عموم المنطقة بلغت مساحة هذا الصنف(241)كم^{2}بنسبة (8.8%) من مجموع مساحة المنطقة.

3- مناطق صخرية جرداء: شكل هذ الصنف المساحة الاكبر في عموم المنطقة بمساحة بلغت (1924)كم^2 بنسبة (70.6%) من اجمالي مساحة المنطقة .

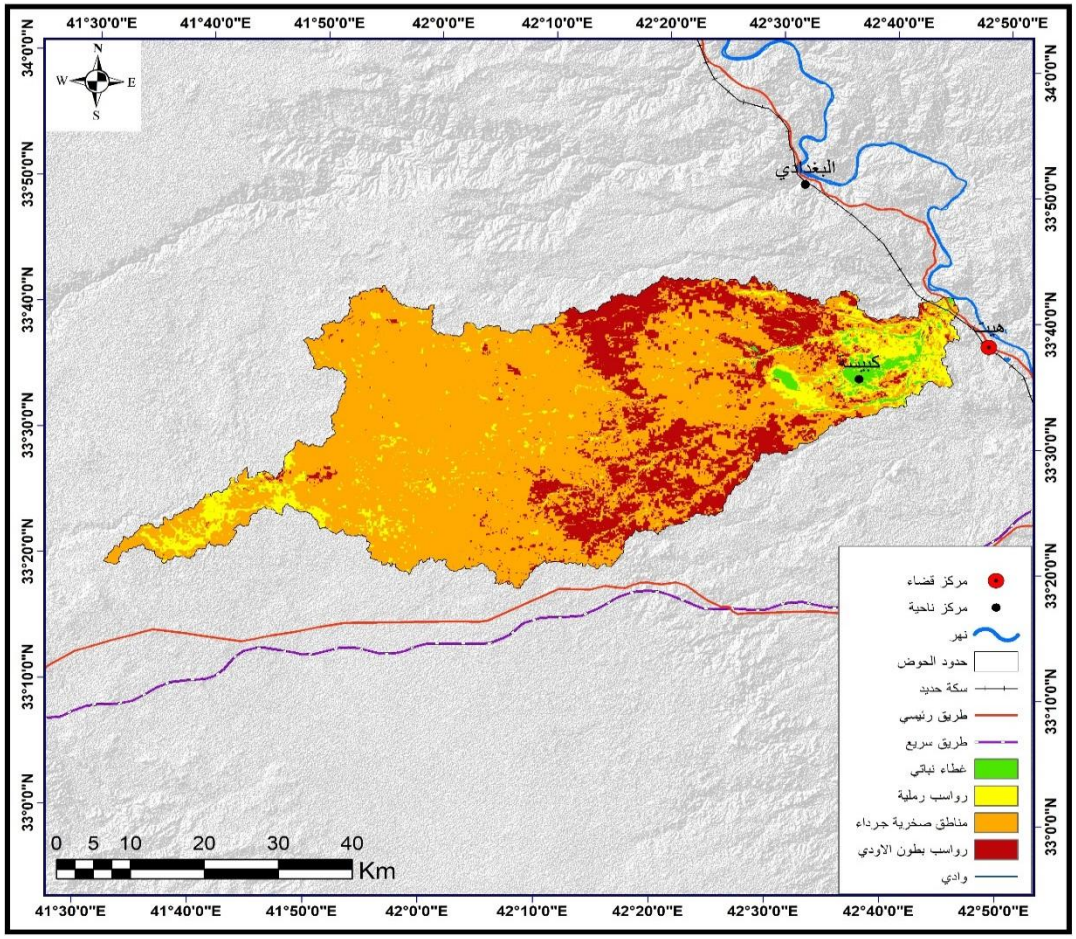
4- رواسب بطون الاودية :ينتشر هذا التصنيف في عموم المنطقة والذي يتميز بقلة الغطاء النباتي شكل هذا التصنيف مساحة (512) كم^2 بنسبة (18.8%) من مجمل مساحة المنطقة.

جدول (3): مساحة الغطاء الارضي

الصنف	المساحة كم2	%
غطاء نباتي	47	1.7
رواسب رملية	241	8.8
مناطقصخريةجرداء	1924	70.6
رواسب بطون الاودية	512	18.8
المجموع	2724	100

المصدر من عمل الباحثة بالاعتماد على خارطة (4)

خريطة (4): أصناف الغطاء الأرضي في المنطقة



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على المرئية الفضائية Landsat LC -8وبرنامج(Arc map10)Arc Gis

أصناف الترب الهيدرولوجية في المنطقة :

تم الاعتماد عل تصنيف منظمة الاغذية والزراعة (فاو) لتصنيف الترب الهيدرولوجية في المنطقة والذي تم الاعتماد على مسامية التربة ونفاذيتها (النسجة)وقابليتها لنفاذية المياه (فياض ,2021: 2516)وقسمت التربة في المنطقة الى صنفين ينظر جدول(4) وخريطة (5) :

1-التربة الهيدرولوجية صنف (A):تتكون هذا التربة من من رواسب بطون الأودية الواسعة والترب الرملية والمناطق الصخرية الجرداء (Moore& AL-Rehaili ،1989)وهي تتكون من طبقة رملية عميقة وكمية قليلة من الغرين والطين شغلت هذه التربة المساحة الأكبر في المنطقة بلغت (2662) كم ^{2} وبنسبة بلغت (97.7%).

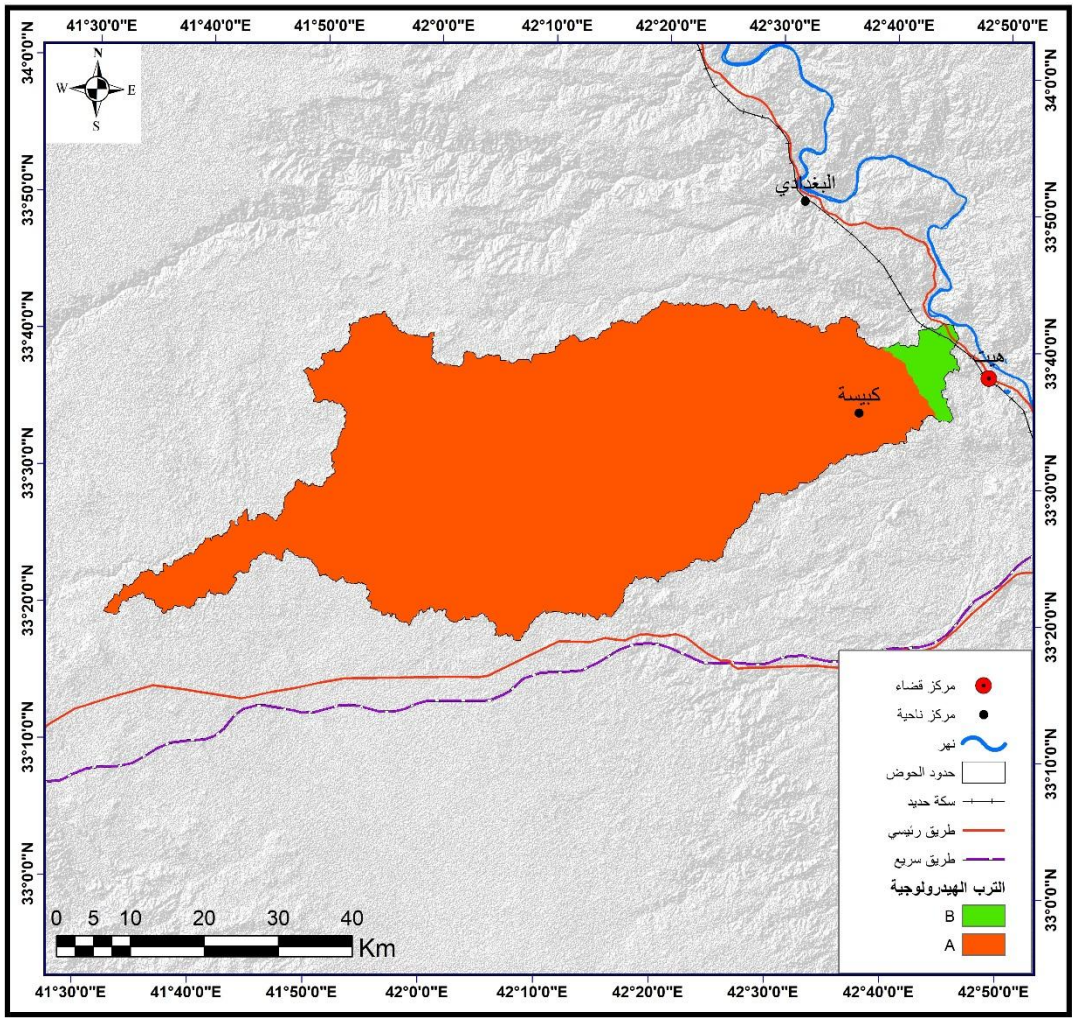
2- التربة الهيدرولوجية صنف(B):تتميز هذه التربة بضحالة العمق تكون خليط من الرمل وقليل من الحصى مزيجية غرينية طينية قليلة المسامية والنفاذية شغل هذا الصنف مساحة صغيرة بلغت (62)كم^2 وبنسبة(2.3%)من مجل مساحة المنطقة.

جدول(4) اصناف الترب الهيدرولوجية للمنطقة ومساحتها

الصنف	المساحةكم2	%
A	2662	97.7
B	62	2.3
المجموع	2724	100.0

المصدر من عمل الباحثة بالاعتماد على خارطة (5)

خريطة (5): الترب الهيدرولوجية في منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على المرئية الفضائية Landsat LC –8وبرنامج(Arc map10Arc Gis

استخراج الارقام المنحنية (CN)الحوض:

قيم (CN) تعكس الحالة الهيدرولوجية للتربة وقابليتها على امتصاص الماء من عدمه فضلا عن الغطاء الأرضي وهو رقم يستعمل لتمييز خصائص المطر لنوع معين من الترب وغطاء الارض وكذلك استعمالات الأرض(حميد,531 :2022) ، وتراوحت قيم ال(CN) بين (0–100)تدل القيم العالية لل (CN)على الصماته الشديدة وقلة النفاذية وبذلك يزداد الجريان السطحي والقيم المنخفضة النفاذية والصماته وبالتالي قلة الجريان السطحي وتمثل القيمة (50)حالة متوسطة من الاصماط حيث تتساوى كمية المياه المتسربة مع الجريان السطحي(AL-Ghamdi, 1991)،وللحصول على قيم ال(CN) ومن دمج طبقتي الترب الهيدرولوجية واستعمالات الارض للمنطقة باستخدام وظائف برنامج (Arc map– combine) تراوحت القيم في المنطقة مابين (44—89) جدول(5) والخريطة (6). فقد سجلت القيمة الاولى في المنطقة التي شكلت قيمة(CN) أعلى من متوسط الاصماط المساحة الأكبر بلغت (2683)كم

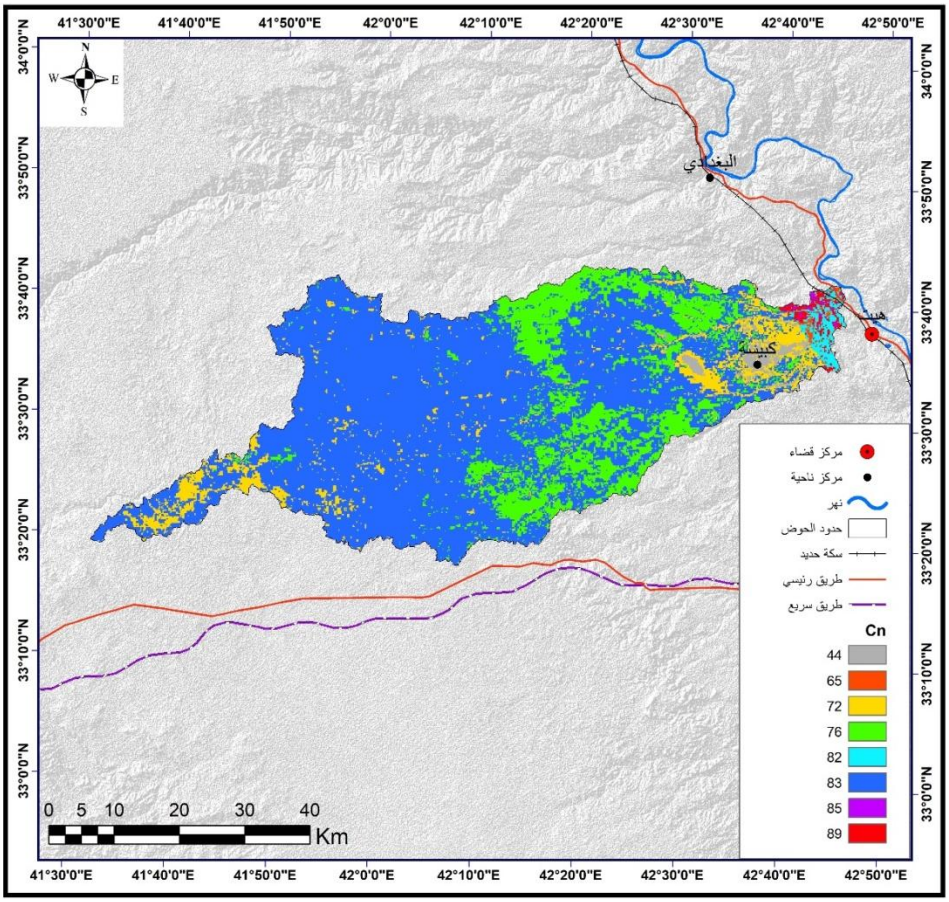
^{2} ونسبة (98.5%) من مجموع مساحة المنطقة ونستنتج من ذلك بان الحوض يزداد فيه الجريان السطحي بشكل كافي لإقامة مواقع مستجمعات المياه.

جدول (5) فئات منحنى ال (CN)الجريان السطحي ومساحتها للمنطقة

ت	Cn	S	LA	Q	QV	المساحة/كم2	%
1	76	80.21	16.04	83.79	44.32	529	19.4
2	83	52.02	10.40	101.70	190.48	1873	68.8
3	72	98.78	19.76	74.07	16.07	217	8.0
4	65	136.77	27.35	57.98	0.35	6	0.2
5	82	55.76	11.15	99.07	3.37	34	1.2
6	89	31.39	6.28	117.96	2.24	19	0.7
7	85	44.82	8.96	107.02	0.54	5	0.2
8	44	323.27	64.65	17.83	0.73	41	1.5
المجموع						2724	100

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على المرئية الفضائية Landsat LC −8وبرنامج(Arc map10)Arc Gis

خريطة (6) فئات ال (CN) للمنطقة

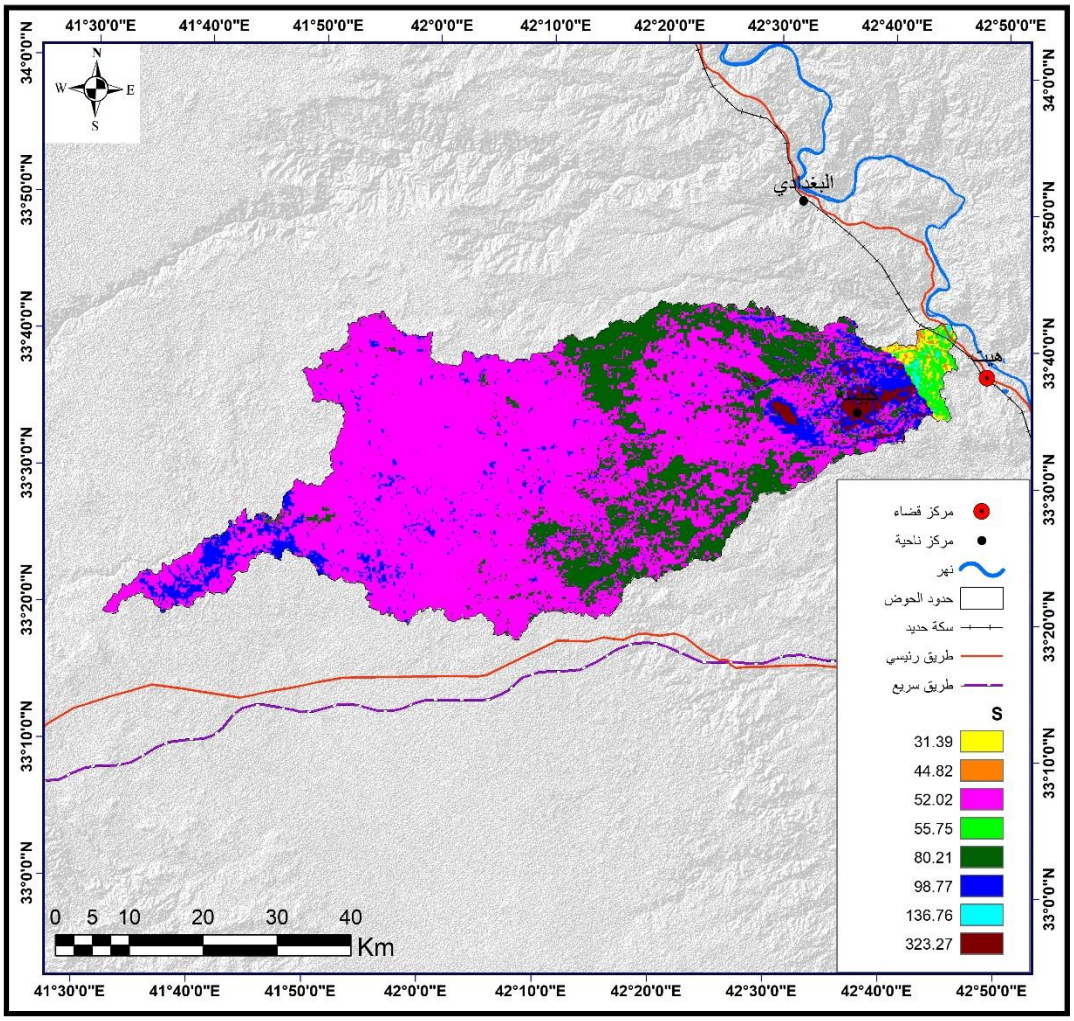


المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) و برنامج(Arc map10)Arc Gis.

1- حساب معامل الامكانية القصوى للاحتفاظ بالماء بعد الجريان السطحي (S)

هذا المعامل يبين امكانية التربة القصوى للاحتفاظ بالمياه بعد بداية الجريان السطحي ويشير الى حالة الترب المشبعة وقيم (S) التي تكون قريبة من الصفر دل على تدني امكانية التربة بالاحتفاظ بالمياه وبالتالي زيادة الجريان السطحي ويدل ارتفاع قيم (S)على قلة الجريان السطحي وزيادة امكانية التربة بالاحتفاظ بالمياه استخرجت قيمة (S) باستخدام المعادلة رقم (3و4) المذكورة سابقا ويلاحظ من الخريطة (7)والجدول (5) تراوحت قيمة (S)مابين (31.39 ,323.27) وان المساحة الأكبر من المنطقة ذات الامكانية القصوى المتدنية لحفظ الماء منخفضة وبالتالي زيادة الجريان السطحي.

خريطة (7)توزيع فئات قيم معامل (S) في المنطقة



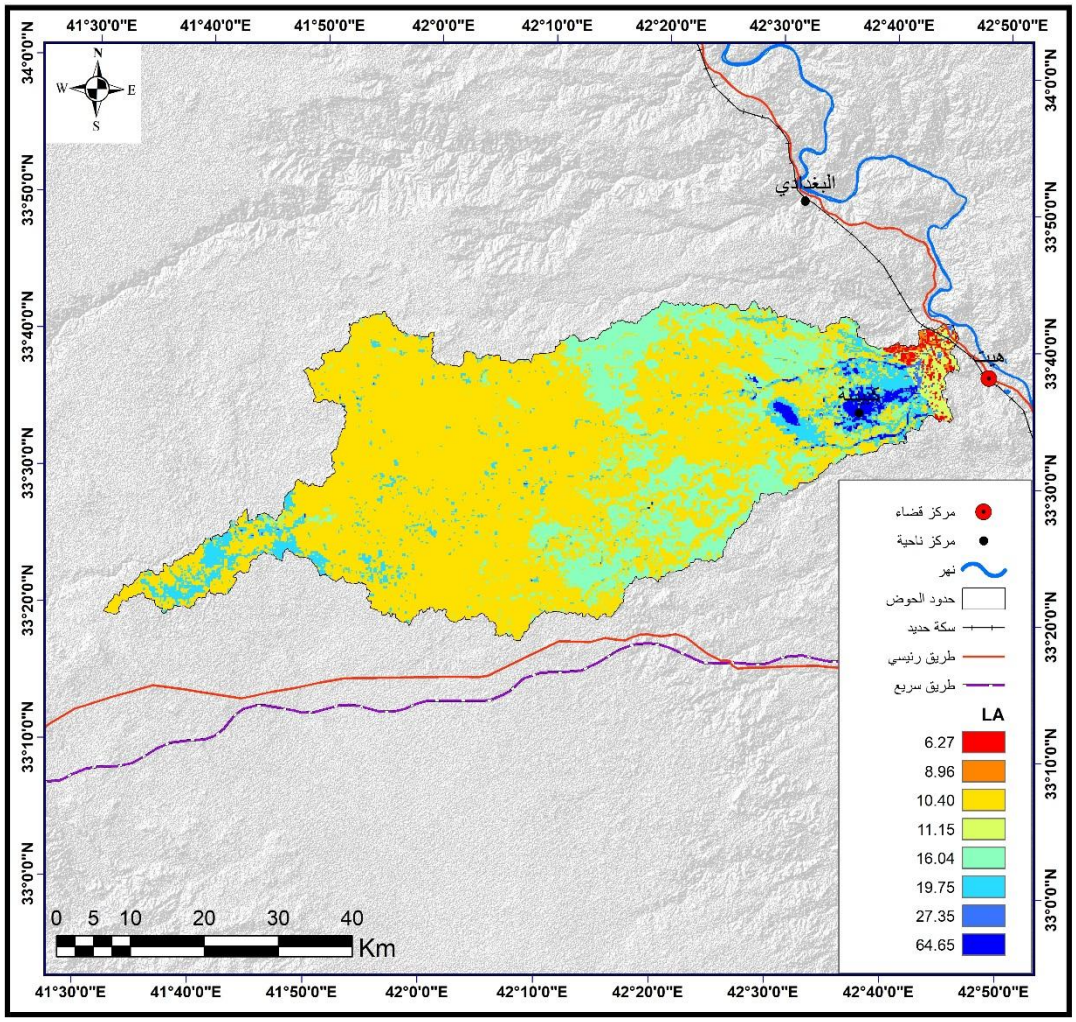
المصدر من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وباستخدام برنامج (Arc map10)Arc Gis

.

استخراج معامل الاستخلاص الاولي (Ia):

يشير هذا المعامل على كمية الامطار التي تفقد قبل بداية الجريان السطحي عن طريق التبخر والتسرب بتأثير مسامية التربة والغطاء النباتي, حيث تزداد نسبة المياه المتسربة بزيادة الغطاء النباتي.(I5:2007,Weng)وهو يمثل خمس قيم (S) كما ذكر سابقا وتدل قيم **(Ia)** المنخفضة الى قلة المياه المفقودة واما ارتفاع القيم يدل على ارتفاع كمية مياه المطر المفقودة وقلة الجريان السطحي,تم تطبيق المعادلة رقم (2) لاستخراج قيم (Ia) وباستخدام تقنيات Arc Gis10 -- Raster Calculatorلاشتقاق خريطة اماكن هذه القيم وحساب مساحتها ونسبها و وتراوحت القيم ما بين (6.28–64.65) ملم ومن خلال ملاحظة جدول (5) والخريطة (8) وقيم هذا المعامل على إمكانية توليد الجريان السطحي بكميات كافية.

خريطة (8)فئات قيم معامل الاستخلاص الاولي (Ia) في المنطقة

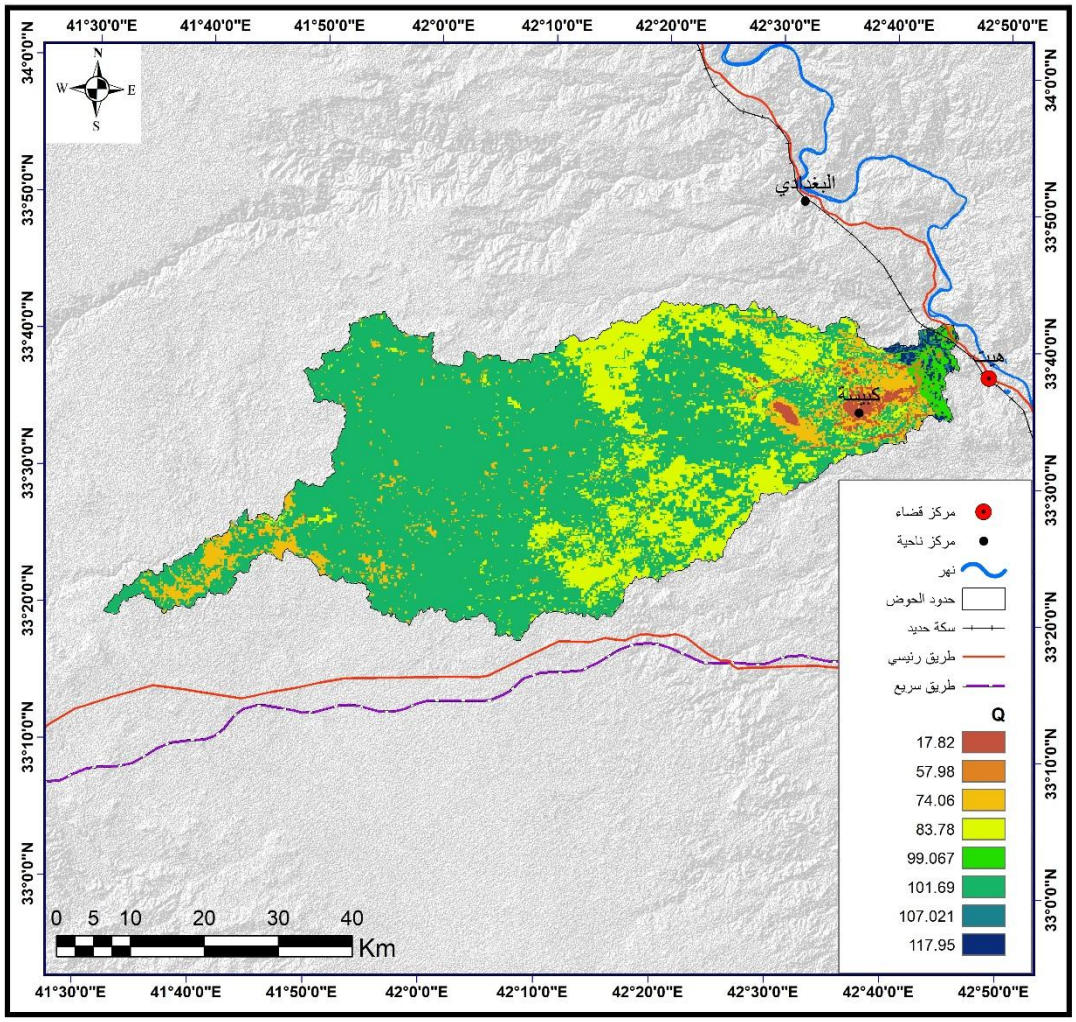


المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (Arc map10)Arc Gis.

تقدير عمق الجريان السطحي (Q)في المنطقة:

يبين هذا المعامل التفاعل ما بين خصائص الحوض ومكوناته والموجة المطرية ونفاذية التربة والغطاء النباتي وتم تطبيق المعادلة رقم (1) وباستخدام وظائف برنامج Arc Gis10 --Spatial (Gis) Analyst-map Algebra- Raster Calculator. لاستخراج خريطة بأعماق الجريان السطحي ومن ملاحظة الجدول (5) والخريطة (9) يلاحظ ان أعماق الجريان السطحي تراوحت ما بين (775-114،173) ملم قسمت الى ثلاث فئات الفئة الأولى تتراوح القيم ما بين (775 - 5،667)ملم شغلت القسم الأكبر من مساحة المنطقة بلغت (13997.33) كم^{2}وبنسبة بلغت (73.34%) تشمل على مناطق السهول الفيضية والسهول التجميعية، والفئة الثانية تراوحت قيم عمق الجريان السطحي ما بين (17.83- 117.96)ملم.

خريطة (9)فئات قيم معامل(Q) في المنطقة

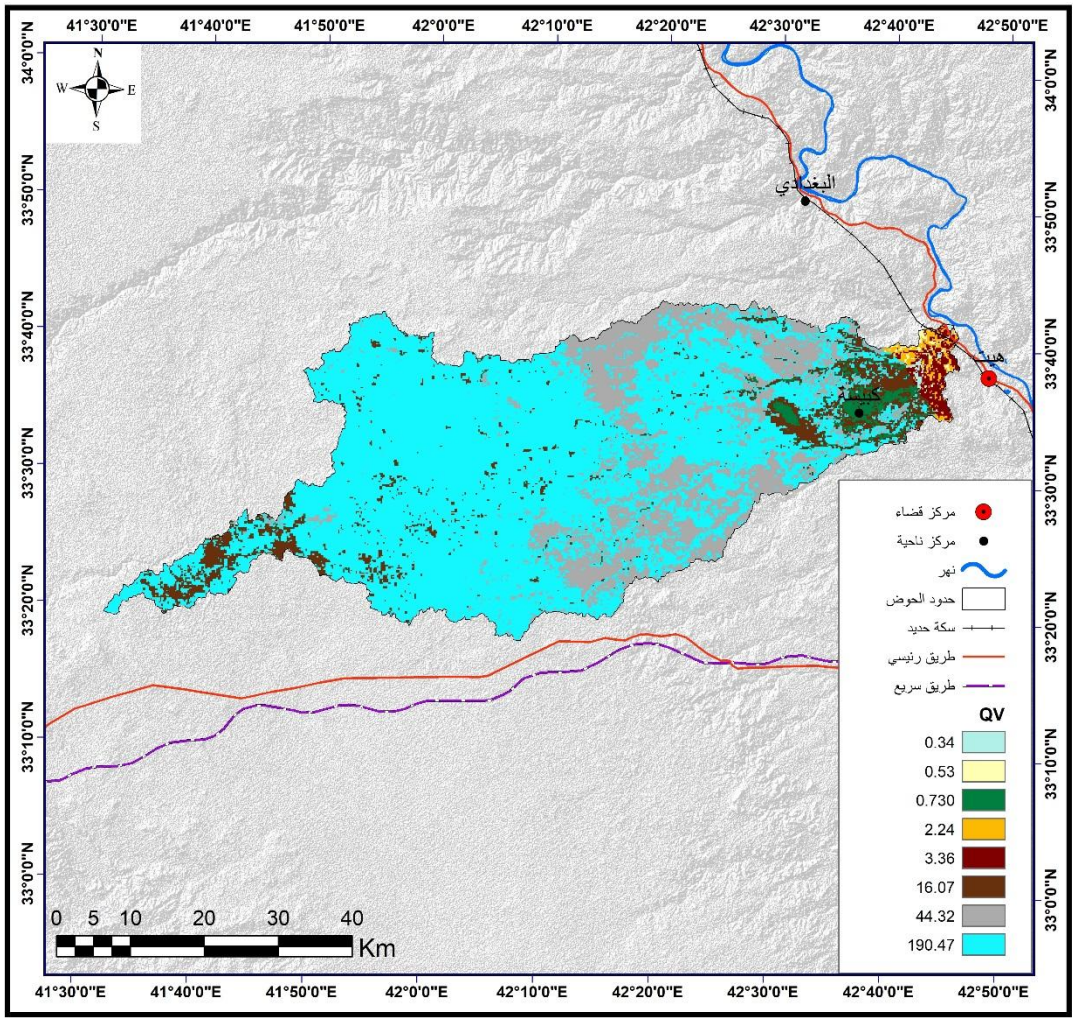


المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (Arc map10)Arc Gis.

تقدير حجم الجريان السطحي (QV) في المنطقة :

يشير هذا المعامل الى حجم الجريان السطحي (QV)على مجموع الجريان الوارد الى الحوض ويعد من الحسابات الهامة في الدراسات الهيدرولوجية كحفر الابار وانشاء السدود ومصائد المياه والتعرف على المناطق الاكثر عرضة للغمر المائي(النفيعي ,2010: 134)وبتطبيق المعادلة (5)المذكورة انفا،وبالاعتماد على عمق الجريان لكل بكسل يعطي مساحة ثابتة لكل البكسلات قدرها (900)م^{2}بلغت اعلى قيمة لحجم الجريان السطحي (190.48)م^3 وبلغت ادنى قيمة (0.35) م^{3}ينظر جدول (5) وخريطة (10)

خريطة (10)حجم الجريان السطحي Qv في المنطقة



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (Arc map10)Arc Gis.

الاستنتاجات

1- تم تقدير حجم الجريان السطحي بالاعتماد على نموذج (SCS – CN) وتراوحت القيم في المنطقة ما بين(44—89) المساحة الأكبر بلغت (2683)كم ^{2} ونسبة (98.5%) من مجموع مساحة المنطقة ونستنتج من ذلك بان الحوض يزداد فيه الجريان السطحي بشكل كافي لإقامة مواقع مستجمعات المياه .

2- النتائج اشارت الى فعالية استخدام تقنية الاستشعار ونظم المعلومات الجغرافية للتحليل والتفسير واستخراج النتائج وبناء قواعد البيانات بالاعتماد على بيانات القمر الصناعي(Landsat8) المتمثل بالمرئية الفضائية م واستخدام برنامج(Arc Map 10) .

3- اختلاف كمية الامطار وتوزيعها وكثافتها الساقطة على الحوض الامر الذي يوثر على عمق وحجم الجريان السطحي.

التوصيات

1- توصي الدراسة بضرورة الاهتمام بتقنيات حصاد المياه التي تتمثل ببناء السدود الترابية في مجاري الاوديةالامر الذي يؤدي الى خلق بيئة محلية في مناطق انشاءها.

2- ضرورة الاستفادة من مياه الجريان السطحي في فترات سقوط الامطار بتطبيق تقنيات حصاد المياه0

3- انشاء محطات هيدرولوجية لقياس كمية المياه في منطقة الدراسة لبناء قواعد بيانات والاعتماد عليها في الدراسة الهيدرولوجية والتنبؤ بالمخاطر السيلية في المنطقة.

4- ضرورة استخدام التقانات الحديثة في معالجة وتهيئة المعلومات المشتقة من الدوائر الرسمية وتنظيمها وتحليلها للوصول الى الدقة في العمل واختصار الوقت وتقليل التكاليف لمساعدة اصحاب القرار في رسم الخطط التنموية للمنطقة.

المصادر :

1-Raghad Sahmi Al-Douri, Hydrological analysis for applying water harvesting technology to the Wadi Al-Luqluq Basin using the CN-SCS method (College of Education for Human Sciences, Tikrit University, 2019

2-Deli Khalaf Hamid, Analysis of the hydrological characteristics of the Wadi Al-Sakran Basin using the SCS-CN method, University of Tikrit, College of Education for Human Sciences, 2022, p. 531
3- Mishal Mahmoud Fayyad, the volume of surface water flow in the Wadi Basin located in the Iraqi Western Plateau, Anbar University Journal of Human Sciences, Anbar University - College of Education for Girls, Volume 18, Issue 3 - September 2021.
4- Haifa Muhammad Al-Nafi'i, Estimating surface runoff and its flow risks in the upper basin of Wadi Arnah, east of Mecca, using remote sensing and geographic information systems, Umm Al-Qura University, College of Social Sciences - Department of Geography, Master's thesis, 2010.

5-USDA-TR55، (1986)، Urban Hydrology for Small Watersheds،Department of Agriculture، USA.
6-Moore، T & AL-Rehaili، M (1989)، Geologic Map of the Makkah Quadrangle، Sheet 21D،Ministre of Petroleum And Mineral Resources،Jiddah
7-AL-Gamdi، S (1991)، Estimating Runoff Curve Numbers of the Soil Conservation Service in Arid and Semi-arid Environments Using Remotely Sensed Data، A dissertation Submitted to theFaculty of the University of Utah, USA.
8-Weng، Q (2007)، Remote Sensing Impervious Surfaces، Taylor &Francis Group، LLC، New York.