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

The Potential of Harvesting Water for Agricultural Purposes in the Mountainous Areas Using GIS Systems and Remote Sensing: Bhamo District in Halabja Governorate as a Model

Asst. Prof. Dr.Tarq .K. Hassan
Asst. Prof.Dr. Halaw. h. Kareem

Department of Geography, College of Arts, Salahaddin University-Erbil

* *Corresponding author: E-mail*:
Targ.hassan@su.edu.krd
Halaw.Kareem@su.edu.krd

رقم الهاتف : 07504549127

***Keywords*:**
Water harvesting
Agricultural lands
Bhamo
Rainwater
GIS & RS

A R T I C L E I N F O

Article history:
Received 15 Aug. 2022
Accepted 4 Sept 2022
Available online 14 Dec 2022
E-mail t-jtuh@tu.edu.iq

©2022 COLLEGE OF Education for Human Sciences, TIKRIT UNIVERSITY. THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

A B S T R A C T

This research deals with the use of geographic information systems and remote sensing to determine suitable locations for water harvesting operations in the area of (Bhamo) Halabja governorate. Digital data, including spatial data, were used to determine the extent to which GIS programs can be used in water harvesting operations, and taking advantage of the water resources of seasonal valleys to improve soil moisture to raise the productivity of rain-fed crops and the cultivation of limited vegetables.

In this study, we used weighted overlay as a method of spatial analysis in ArcGIS. The study found that the percentage of suitable area for water harvesting in the study area is 51.62%. This percentage is divided between the intermediate levels (30.75%), the high (17.71%) and the very high (3.16%). While the proportion of land with low suitability (30.08%), and very low (14.28%).

© 2022 JTUH, College of Education for Human Sciences, Tikrit University

DOI: http://dx.doi.org/10.25130/jtuh.29.12.1.2022.14

Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities

إمكانيات حصاد المياه للأغراض الزراعية في المناطق الجبلية (ناحية بةمو في محافظة حلبجة انموذجاً) باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والتحسس النائي

أ.م.د.طارق خضر حسن قسم الجغرافية – كلية الآداب– جامعة صلاح الدين– أربيل
أ.م.د.حلاو حسين كريم قسم الجغرافية – كلية الآداب– جامعة صلاح الدين– أربيل

الخلاصة:

يتناول هذا البحث استخدام نظم المعلومات الجغرافية والتحسس النائي لتحديد المواقع الملائمة لعمليات الحصاد المائي في ناحية (بةموَ) محافظة حلبجة، وقد تم الاعتماد على البيانات الرقمية من أهمها

البيانات الفضائية بهدف تحديد مدى امكانية الاستفادة من برامج نظم المعلومات الجغرافية في عمليات الحصاد المائي، و الاستفادة من الموارد المائية للأودية الموسمية لتحسين رطوبة التربة لرفع إنّتاجية الزراعات البعلية وزراعة الخضروات المحدودة.

وقد استخدم في هذه الدراسة طريقة التراكب الموزون (weighted overlay) كطريقة للتحليل المكانّي (spatial analysis) ضمن برنامج (ArcGIS). من أجل تصنيف منطقة الدراسة حسب ملاءمتها لعمليات الحصاد المائي اعتماداً على عدد من المعايير المستخدمة وهي (الإنحدار ، الأمطار الساقطة، تراكم الجريان، شبكة التصريف، التكوينات الجيولوجية، الأشكال التضاريسية، الغطاء الأراضي، الارتفاع عن مستوى سطح البحر، شبكة الطرق والمستوطنات البشرية).

توصلت الدراسة إلى إنّ نسبة المساحة الملائمة لعمليات الحصاد المائي في منطقة الدراسة تبلغ (51.62%). تتوزع هذه النسبة بين المستويات: المتوسطة (30.75%)، المرتفعة (17.71%) والمرتفعة جداُ (3.16%). بينما تبلغ نسبة الأراضي ذات الملائمة المنخفضة (30.08%). والمنخفضة جداً (14.28%).

كلمات مفتاحية: حصاد المياه، أراضي زراعية، بهامو، مياه الأمطار، نظم المعلومات الجغرافية و RS

1/ المقدمة

إنّ الحاجة المتزايدة لتوسيع المساحة الزراعية وزيادة الإنّتاج الزراعي من أجل تلبية الاحتياجات الغذائية لعدد متزايد من السكان، وهو ما يتوافق مع ندرة المياه، قد دفع العالم إلى اللجوء إلى جميع الأساليب التي يمكن إنّ تقلل من فاقد المياه وتحسن كفاءة استخدام المياه وتنميتها. جميع مصادر المياه الممكنة، بما في ذلك تقنيات حصاد المياه المختلفة لتسهيل تنمية المناطق الزراعية. حصاد المياه هو عبارة عن تقنيات مصممة لجمع مياه الأمطار وتحويلها وتخزينها واستخدامها للأغراض الزراعية والاستهلاك البشري.

لاشك في إنّ عملية حصاد المياه في أصلها هي ظاهرة طبيعية مارستها الطبيعية منذ الأزل وما تزال تمارسها وستبقى، فإنّسياب مياه الأمطار الساقطة على المناطق المرتفعة باتجاه الأراضي المنخفضة في أي بقعة من العالم، وتجمعها هناك على شكل برك أو سبخات هي الصورة الطبيعية الحية لهذه التقنية.

فالحصاد المائي عملية اصطياد وجني مياه الأمطار منذ لحظة سقوطها على الأسطح الكتمية أو الأرض وأثناء مرحلة الجريان السطحي من خلال حجزها وتخزينها بوسائل معينة على شكل رطوبة في التربة أو في صورة مياه داخل مجمعات خاصة من أجل الاستفادة منها في النشاطات الإنّسانّية المختلفة. و تعد تقنيات الحصاد المائي من أهم أدوات واجراءات إدارة الطلب على المياه، حيث يتم بواسطتها تجميع المياه للاستفادة منها في الأغراض المختلفة. كما يمكن تعريف الحصاد المائي بإنّه: تجميع مياه الجريان السطحي لأغراض إنّتاجية نافعة.[1]

أهمية ومبررات الدراسة: تتمثل أهمية هذه الدراسة في موضوع دراستها من جهة و التقنية و منهجية العمل المستخدم من جهة أخرى. فعمليات الحصاد المائي ذات أهمية كبيرة في توفير كميات اضافية من الموارد المائية للأودية الموسمية لتحسين رطوبة التربة لرفع إنّتاجية الزراعات البعلية وزراعة الخضروات المحدودة في بعض الحالات، وتشكل في نفس الوقت استغلالاً أمثلاً للموارد الطبيعية عامة والموارد المائية خاصة في منطقة الدراسة التي تفتقر إلى مجاري مائية دائمة الجريان. وإنّ استخدام بيانات الاستشعار عن البعد و برامجيات أنظمة المعلومات الجغرافية لها أهمية كبيرة في مثل هذه الدراسات، من خلال أدواتها التحليلية المكانية في تحديد الموقع الأمثل لمشاريع حصاد المياه بما تتلاءم مع خصائص المنطقة.

هدف البحث: يتمثل الهدف الأساسي للدراسة في تحديد أفضل الأماكن لإجراء عمليات الحصاد المائي لتجميع مياه الأمطار لغرض الاستفادة منها في الاستعمالات المختلفة، كما تهدف الى تحديد مدى امكانية الاستفادة من بيانات التحسس النائي وبرامج نظم المعلومات الجغرافية في عمليات الحصاد المائي.

2/ منطقة الدراسة:

تتمثل منطقة الدراسة بناحية (بةمو) وهي إحدى النواحي التابعة لقضاء المركز ضمن محافظة حلبجة الواقعة شرق إقليم كوردستان العراق، تمتد حدودها الشرقية و الجنوبية مع امتداد الحدود الدولية لإيران، بينما يحدها جبلي (بةمو) و (خوشك) من الجهات الغربية وتفصلها عن ناحية ميدان التابعة لقضاء خانقين، وتتجاور حدودها الشمالية مع قضاء دربنديخان. وتبلغ مساحة منطقة الدراسة (129) كم^2. وتقع فلكياً بين دائرتي عرض (35:02:31 و 34:53:41) شمالاً. وخطي طول (45:45:50 و 45:53:48) شرقاً كما يظهر من الخارطة رقم (1).

3/ البيانات المستخدمة:

من أجل الوصول إلى هدف الدراسة تم الأعتماد على مجموعة من البيانات المتنوعة تتمثل بما يأتي:

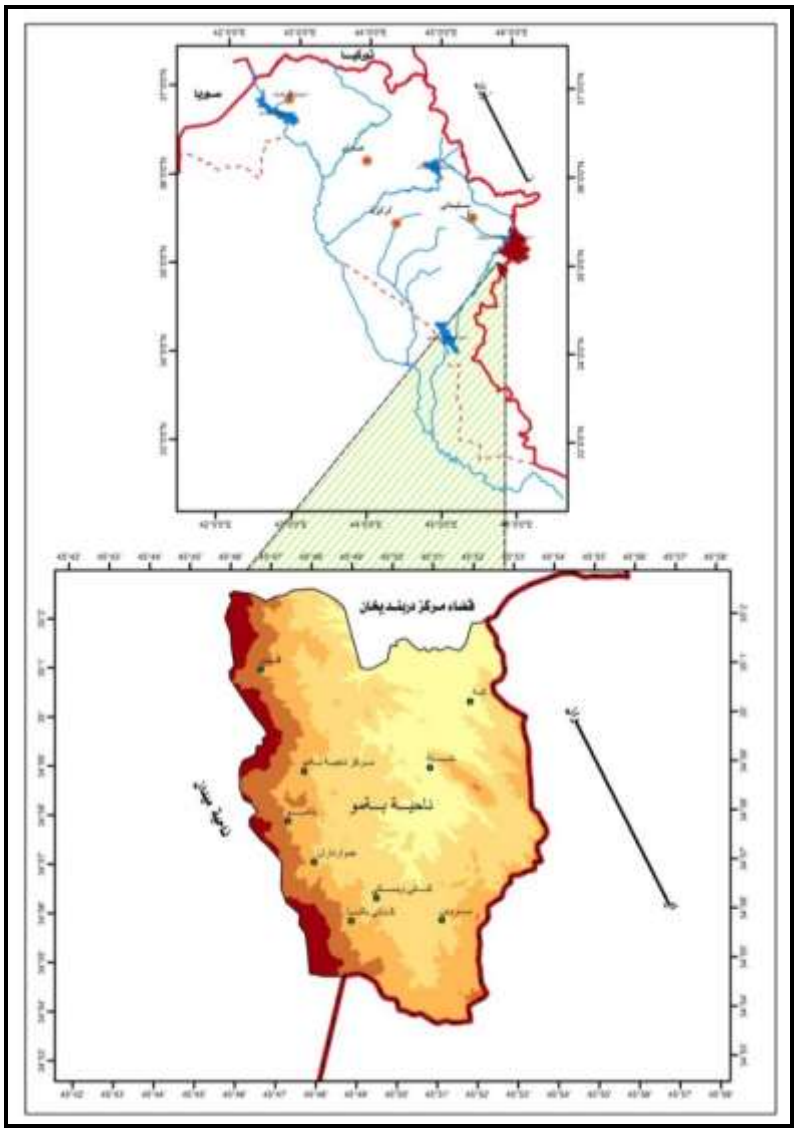
1. البيانات الفضائية: استخدمنا في هذه الدراسة البيانات الفضائية للقمر الصناعي (sentinel2) المرقمة (T38SND) بدقة تميزية مكانية (10)م، الصورة ملتقطة بتاريخ (2021/5/28). وتم تنزيلها من الموقع الإلكتروني للمساحة الجيولوجية الأمريكية المعروفة بـ (USGS).

2. بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM): تم الاعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM لرادار (ASTER) بدقة تمييز مكاني (30)م. تقع منطقة الدراسة ضمن قطاع المرقم (n35-e045). تم أخذ بيانات نموذج الارتفاع الرقمي من الموقع الرسمي لمؤسسة المسح الجيولوجي الأمريكية قسم مستكشف الأرض.

3. **الخريطة الجيولوجية:** تم استقطاع الخارطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة من خارطة جيولوجية لحوض قرداغ – كلار والواردة في (Stevanovic&Markovic، 2003، Annex 51).[2]

4. **البيانات المناخية:** من أجل تحديد خصائص الأمطار الساقطة في منطقة الدراسة تم اعتماد على بيانات الأمطار الساقطة لمحطتي حلبجة ودربنديخان الواقعتان خارج منطقة الدراسة، وذلك لعدم وجود محطات مناخية ضمن منطقة الدراسة، اعتماداً على تلك البيانات تم اعداد خارطة خطوط الأمطار المتساوية من خلال الأداة (Interpolation) ضمن برنامج (ArcGIS).

خارطة رقم (1) موقع منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالأعتماد على: إقليم كوردستان العراق، وزارة التخطيط، مديرية احصاءمحافظة السليمانية ، ملفات رقمية غير منشورة 2021.

4/ أسلوب وطريقة العمل:

من أجل الوصول لأهداف البحث المتمثلة بتحديد الملائمة المكانية لعمليات الحصاد المائي في منطقة الدراسة تم اتباع طريقة التراكب الموزون (weighted overlay) كطريقة للتحليل المكانِّي (spatial analysis) ضمن برنامج (ArcGIS). تطبيق هذه الطريقة يحتاج الى عدة خطوات يمكن اختصارها بما يأتي:

1. اعداد الطبقات لكل خاصية من خصائص المنطقة والتي تم استخدامها كمعايير في تحديد الملائمة المكانية لعمليات الحصاد المائي.

2. اعادة تصنيف (reclass) كل طبقة من الطبقات واعطاء الأوزان النسبية لأصناف داخل كل طبقة حسب أهميتها وتأثيرها في عمليات الحصاد المائي. وتم اعطاء قيم تتراوح بين (1 – 5) فكلما زادت القيمة فهي تعبر عن امكانية افضل لعمليات الحصاد المائي.

3. اعطاء الأوزان للعوامل (الطبقات) المستخدمة وذلك حسب تأثيرها في الملائمة المكانية لعمليات الحصاد المائي.

4. اجراء عملية التطابق الموزون، من خلال عملية ضرب كل طبقة بالوزن المحدد له وجمع جميع الطبقات عن طريق الأداة (raster calculate).

5/ الخصائص الطبيعية للمنطقة:

اعتماداً على البيانات المستخدمة تم استخراج مجموعة من الخرائط الموضوعية للخصائص الطبيعية للمنطقة، أعتبرت هذه الخصائص كعوامل محددة وكقاعدة بيانات وأساس لتحديد الملائمة المكانية لعمليات الحصاد المائي في منطقة الدراسة وتتمثل هذه الخصائص بما يلي:

4-1/ الخصائص الجيولوجية (الطباقية):تظهر ضمن سطح منطقة الدراسة تكوينات جيولوجية متباينة من حيث تركيبها الصخري ومدى إمكانيتها في الاحتفاظ بالمياه وبالتالي ملائمتها لعمليات الحصاد المائي. تتمثل التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة بتكوينات (كوميتان، الشرانش، كولوش، جركس، بيلاسبي وبالامبو). الخارطة رقم (2).

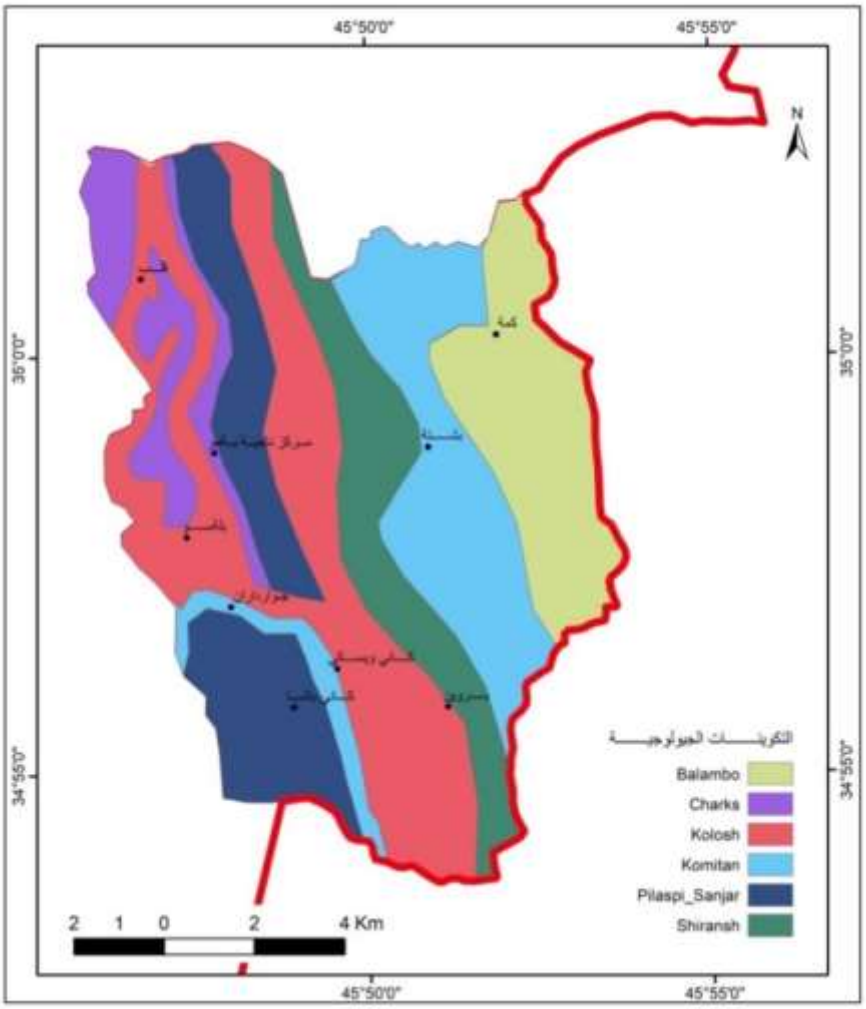
يتكون تكوين كوميتان من طبقات رقيقة من اللايمستون ذات اللون الرصاصي الفاتح، ومسامية هذه الطبقة تعود للفواصل والانكسارات والتكوينات الكارسيتية فيها.[3] أما تكوين الشرانش فيتكون من طبقات رقيقة من الحجر الجيري الممزوج بالمارل وطبقات رقيقة من المارل الازرق في الجزء الأعلى، وهذه التكوينات غير نفاذة وغير خازنة للمياة.[4]

وبالنسبة لتكوين كولوش يتألف من صخور الشيل الأزرق وصخور اللايمستون والشيل والصخور الرملية بشكل تعاقبات رقيقة وصخورها غير نفاذة. [5]. ويتألف تكوين الجركس من صخور طينية حمراء اللون وصخور رملية وحجر السلت المتعاقبة مع طبقات المارل السلتي والحجر الجيري المارلي. وصخورها غير نفاذة وغير خازنة للمياه. [6] .

ويتكون تكوين بالامبو من طبقات رقيقة متعاقبة من الحجر الجيري الأزرق والمارل الأخضر اللون والشيل والسجيل الأسود،وطبقات رقيقة من حجر اللايمستون(الكلوبوجيريي). وقابلتها لحمل المياه جيدة. ويتكون تكوين بيلاسبي من طبقات من اللايمستون الدولوميتي ذي اللون الأبيض والدولومايت،

واللايمستون الطباشيري الأبيض متعاقبة مع طبقات رقيقة من المارل الكلس، وهذا التكوين طبقاتها حاملة جيدة جداً للمياه. (7)

خارطة رقم (2) التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة



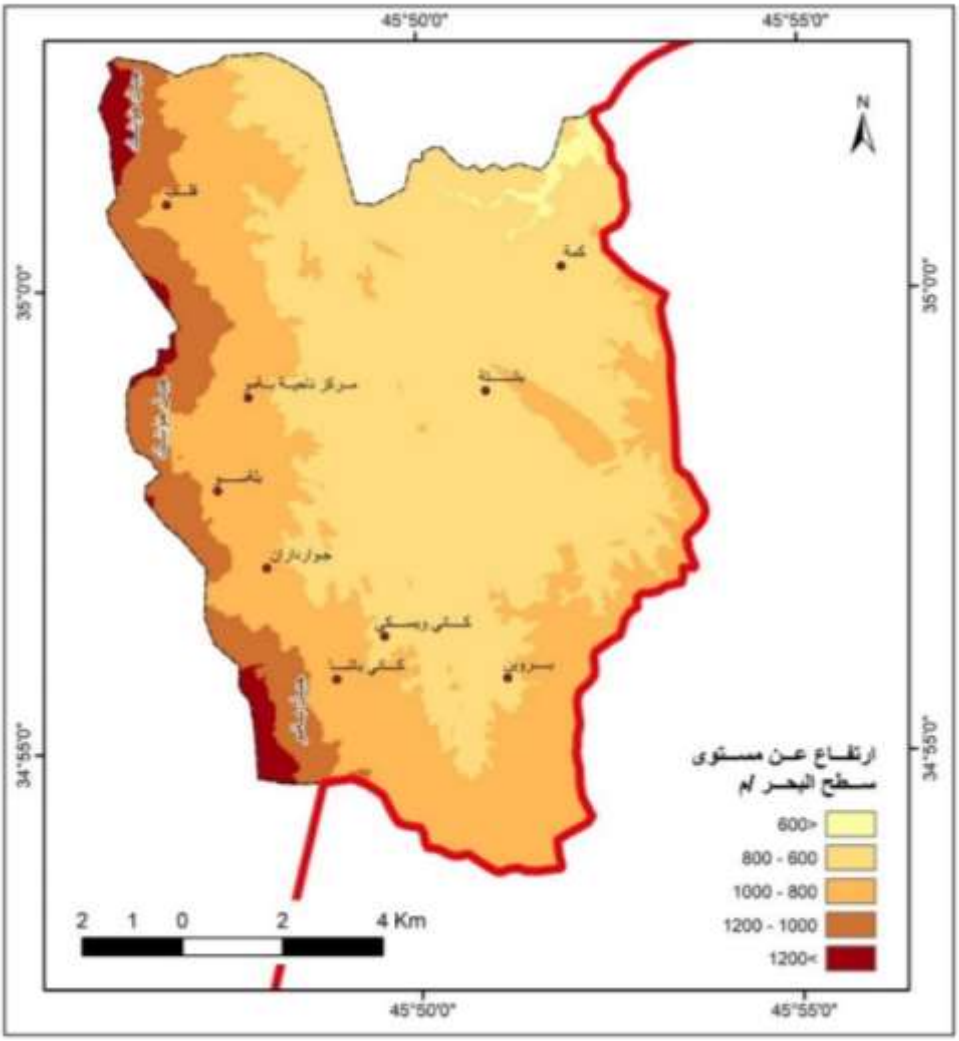
المصدر: من عمل الباحث بالأعتماد على:

Zoran stevanovic, Miroslova morkovic, Hydrology of Northern Iraq, Vol, 2nd Edition, Erbil, 2003.

4-2/ الخصائص التضاريسية: تعد الخصائص التضاريسية من العوامل الأساسية في عمليات الحصاد المائي، فشكل التضاريس ودرجة إنحدارها تحددان نوع العملية والملائمة المكانية لعمليات الحصاد المائي.

يتراوح ارتفاع منطقة الدراسة فوق مستوى سطح البحر بين أقل من (600) م في أقصى الجزء الشمالي الشرقي إلى أكثر من (1200) م بامتداد الحدود الغربية للمنطقة. كما يظهر في الخارطة رقم (3). وتمتد في الجهات الغربية من منطقة الدراسة سلسلتي جبل (خوشك) وجبل (بةمو)، وتمتد من هذين الجبلين مجموعة من الكتل الجبلية والتلال باتجاه داخل المنطقة.

خارطة رقم (3) ارتفاع منطقة الدراسة عن مستوى سطح البحر

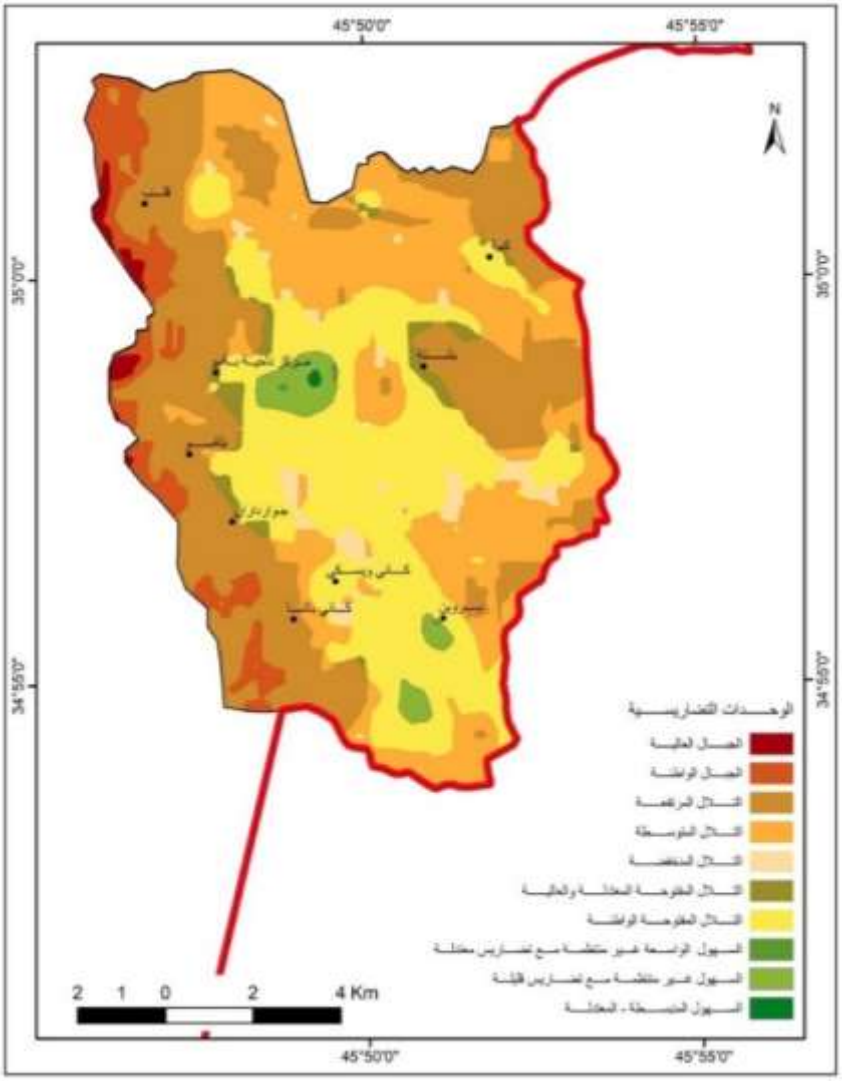


المصدر : من عمل الباحث بالأعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) و بدقة المكانية (30م)

وبالاعتماد على الخارطة رقم (4) والجدول (1) تبين إنّ معظم منطقة الدراسة تتكون من وحدة تلال حيث تغطي مساحة قدرها (111.22)كم مشكلاً نسبة(86.5%) من مساحة منطقة الدراسة، وتتوزع التلال المنطقة بين ثلاث أشكال تضاريسية ثانوية وهي (التلال المرتفعة مشكلة نسبة 40.41% والتلال المفتوحة الواطئة بنسبة35.80 % والتلال المتوسطة بنسبة(35.28%) من مساحة منطقة الدراسة، وقد غطت وحدة الجبال مساحة قدرها (8,93)كم مشكلة نسبة (6.9%)، توزعت هذه الجبال على أشكال التضاريسية الثانوية وهي الجبال الواطئة بنسبة (6.1%) والجبال العالية (0.8%).وبالنسبة لوحدة الهضاب شغلت مساحة تقدر ب(5.63)كم وحصلت على نسبة(4.3%)من مساحة منطقة الدراسة الموزعة بين التلال المنخفضة والتلال المفتوحة المعتدلة والعالية بنسبة (3.00% و2.63%)، بينما شكلت وحدة السهول (2.86) كم من مساحة منطقة الدراسة بنسبة (2.3%)موزعة على الاشكال التضاريسية الثانوية ك (السهول غير منتظمة مع تضاريس قليلة بنسبة(2.1%) ،أما السهول

المنبسطة– المعتدلة والسهول الواسعة غير المنتظمة مع التضاريس المعتدلة كانّت نسبتها قليلة لاتتجاوز (0.1%) من مساحة منطقة الدراسة.

خارطة رقم (4) خارطة الاشكال التضاريسية في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على : حلاو حسين كريم، العلاقة المكانية بين الوحدات التضاريسية والغطاء النباتي في المنطقة الجبلية (محافظة حلبجة نموذجاً)، مجلة جامعة دهوك، المجلد:22، العدد:1، 2019، ص 268–283.

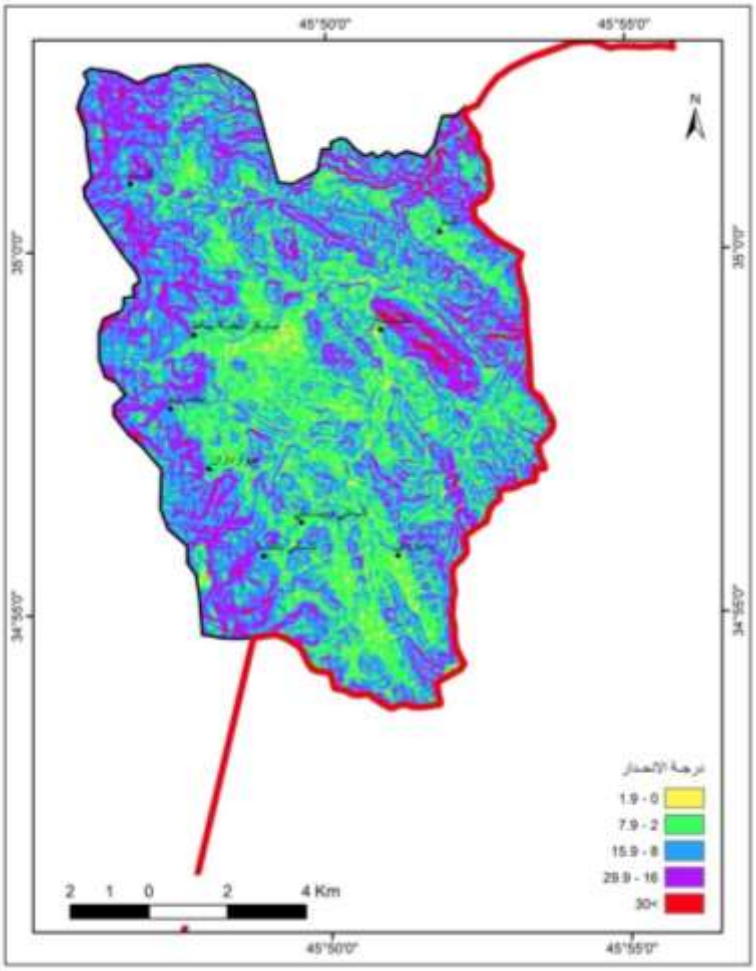
جدول (1) الوحدات التضاريسية ومساحاتها في منطقة الدراسة

ت	الوحدة التضاريسية	المساحة/كم	%
1	التلال المرتفعة	40.41	31.3
2	التلال المفتوحة الواطئة	35.8	27.8
3	التلال المتوسطة	35.28	27.4
4	الجبال الواطئة	7.91	6.1
5	التلال المنخفضة	3	2.3
6	السهول غير المنتظمة مع تضاريس قليلة	2.73	2.1
7	التلال المفتوحة المعتدلة والعالية	2.63	2
8	الجبال العالية	1.02	0.8
9	السهول المنبسطة – المعتدلة	0.1	0.1
10	السهول الواسعة غير المنتظمة مع التضاريس المعتدلة	0.09	0.1
	المجموع	128.99	100

المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على خارطة الإنحدار رقم (4)

ويظهر من الخارطة رقم (5) و الجدول (2)، إنّ أعلى نسبة من مساحة المنطقة تصنف ضمن المنطقة المتموجة من حيث درجة الإنحدار التي تتراوح بين (8 – 15.9) إذ يشكل هذا الصنف (40.3%) من مساحة منطقة الدراسة، ويأتي بعدها صنف تموج خفيف، إنحداره بين (2 – 7.9) ويشكل نسبة (33.8%). وتغطي صنف أراضي متقطعة إنحدارها بين (16 – 29.9) نسبة (21.5%)، وتشكل صنف الأراضي المسطحة (3.2%). بينما تنخفض نسبة الأراضي المتقطعة بدرجة كبيرة ولا تشكل سوى (1.2%) من مساحة منطقة الدراسة.

خارطة رقم (5) أصناف الإنحدار في منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث بالأعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لناحية بةمو

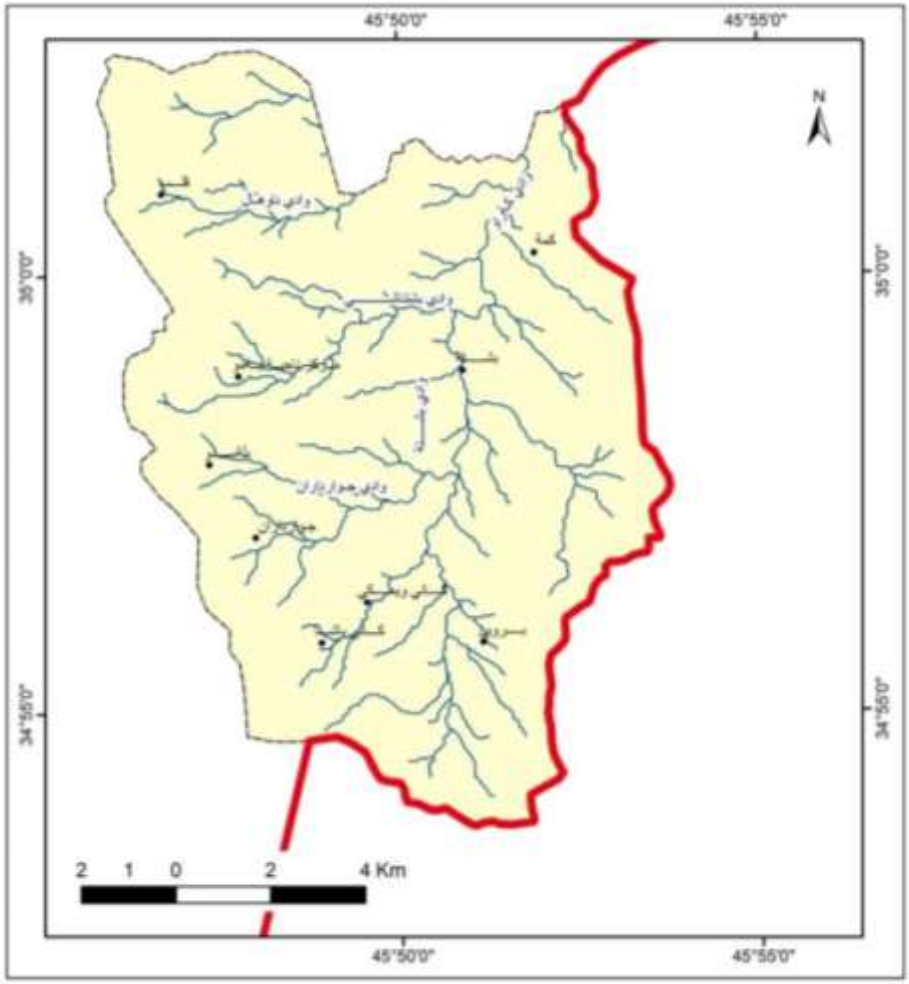
جدول (2) أصناف الإنحدار ومساحاتها في منطقة الدراسة

ت	اصناف الإنحدار	المساحة/كم	%
1	1.9-0	4.12	3.2
2	7.9-2	43.83	33.8
3	15.9-8	52.23	40.3
4	29.9-16	27.9	21.5
5	اكثر من 30	1.59	1.2
	المجموع	129.67	100

المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على خارطة الإنحدار رقم (5)

4-3/ الخصائص الهيدرولوجية (الشبكة التصريفية): تتطابق حدود منطقة الدراسة في أغلب جهاتها مع خطوط تقسيم المياه لحوض وادي (كەراو) الذي يمتد باتجاه الشمال الشرقي ويلتقي برافد (زمكان) وهو أحد روافد نهر (سيروان)،وتتواجد ضمن منطقة الدراسة عدد من الوديان أغلبها موسمية الجريان منها وديان (پشتى ئاشى، چواردارا‌ن، پشته، ناو هال) كما يظهر في الخارطة رقم (6).

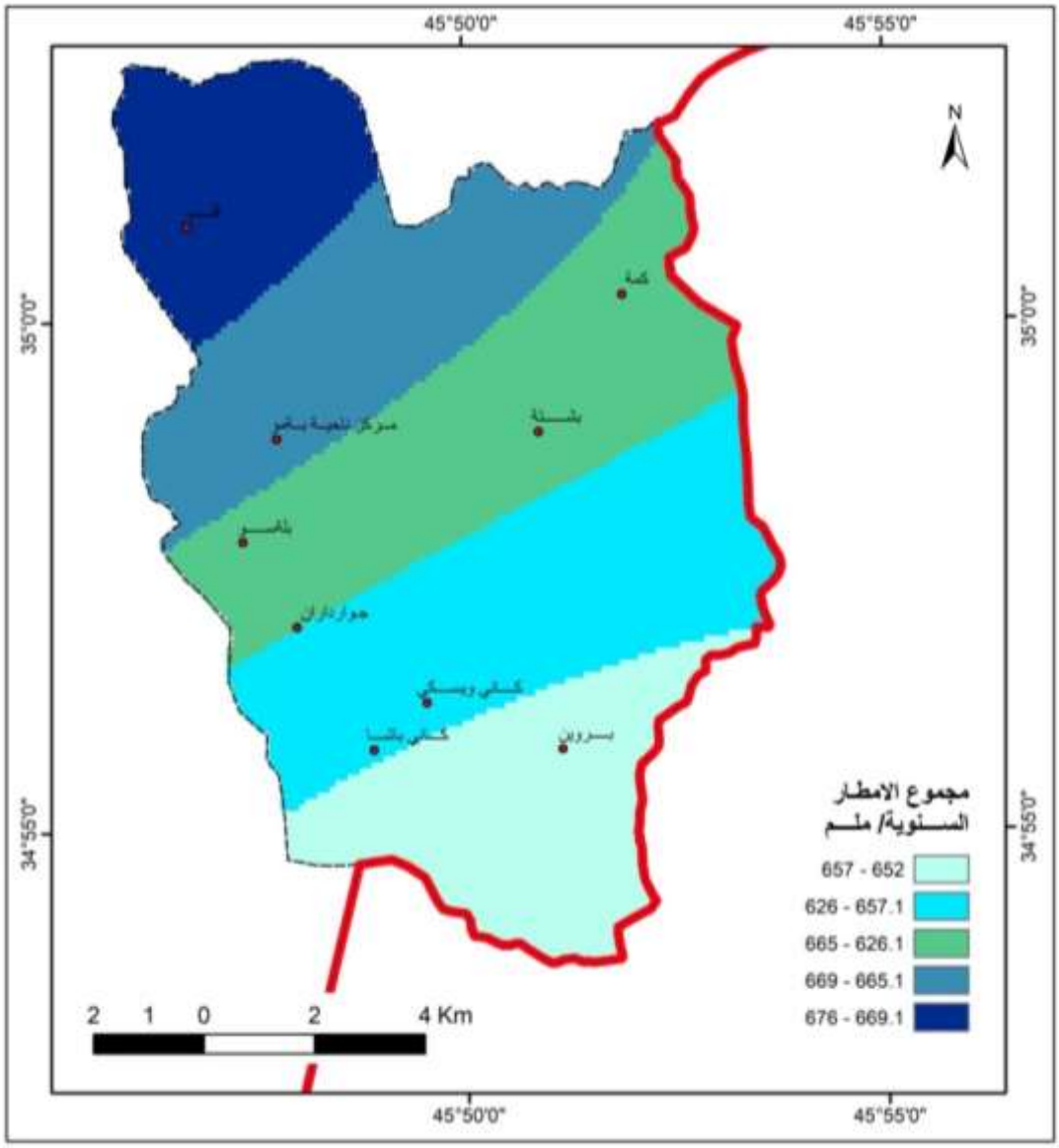
خارطة رقم (6) المجاري المائية السطحية في منطقة الدراسة



المصدر من عمل الباحث اعتماداً على :إقليم كوردستان العراق، وزارة التخطيط، مديرية المعلومات و الخرائط، قسم (GIS)، سنة 2010.

4-4/ خصائص الأمطار:تتراوح المجموع السنوي لكميات الأمطار الساقطة في منطقة الدراسة بين (652 – 669) ملم، تتدرج ازدياد كميات الأمطار الساقطة من الجهات الجنوبية الشرقية باتجاه الجهات الشمالية الغربية. كما يظهر في الخارطة رقم (7).

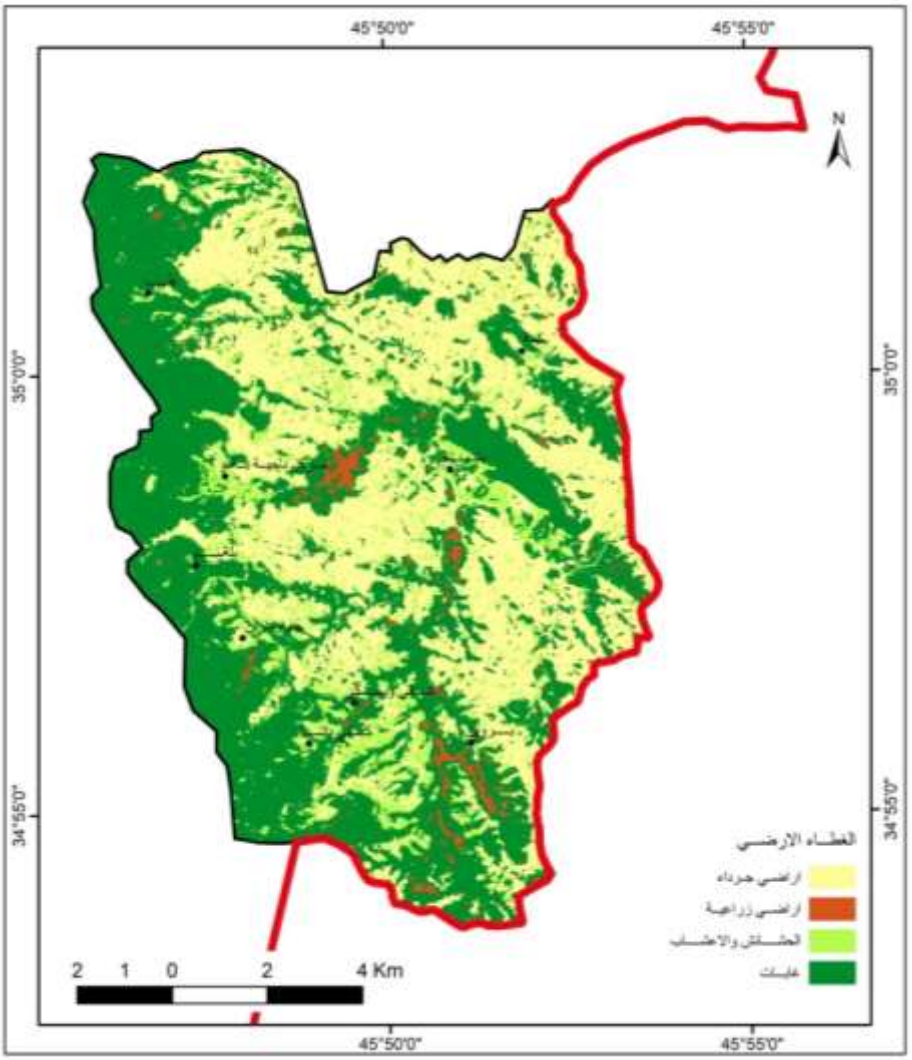
خارطة رقم (7) مجموع الأمطار السنوي في منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث بالأعتماد على بيانات الأمطار الساقطة لمحطتي حلبجة ودربنديخان.

4-5/ الغطاء الأراضي:ظهرت في منطقة الدراسة أربعة أصناف رئيسة من الغطاء الأراضي كما في الخارطة رقم (8). ويتبين من الجدول (3) إنّ نسبة (46.4%) من مجموع مساحة المنطقة عبارة عن الغابات. وشكل صنف الأراضي الخالية او الجرداء نسبة (39.5%)، وشارك صنف الحشائش والاعشاب بنسبة (12.1%)، أما صنف الأراضي المزروعة فمساحتها صغيرة تشكل نسبة (2%) من مجموع مساحة منطقة الدراسة.

خارطة رقم (8) أصناف الغطاء الأراضي في منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على المرئية الفضائية sentinel2 في 28_5_2021

جدول (3) أصناف الغطاء الأراضي في منطقة الدراسة

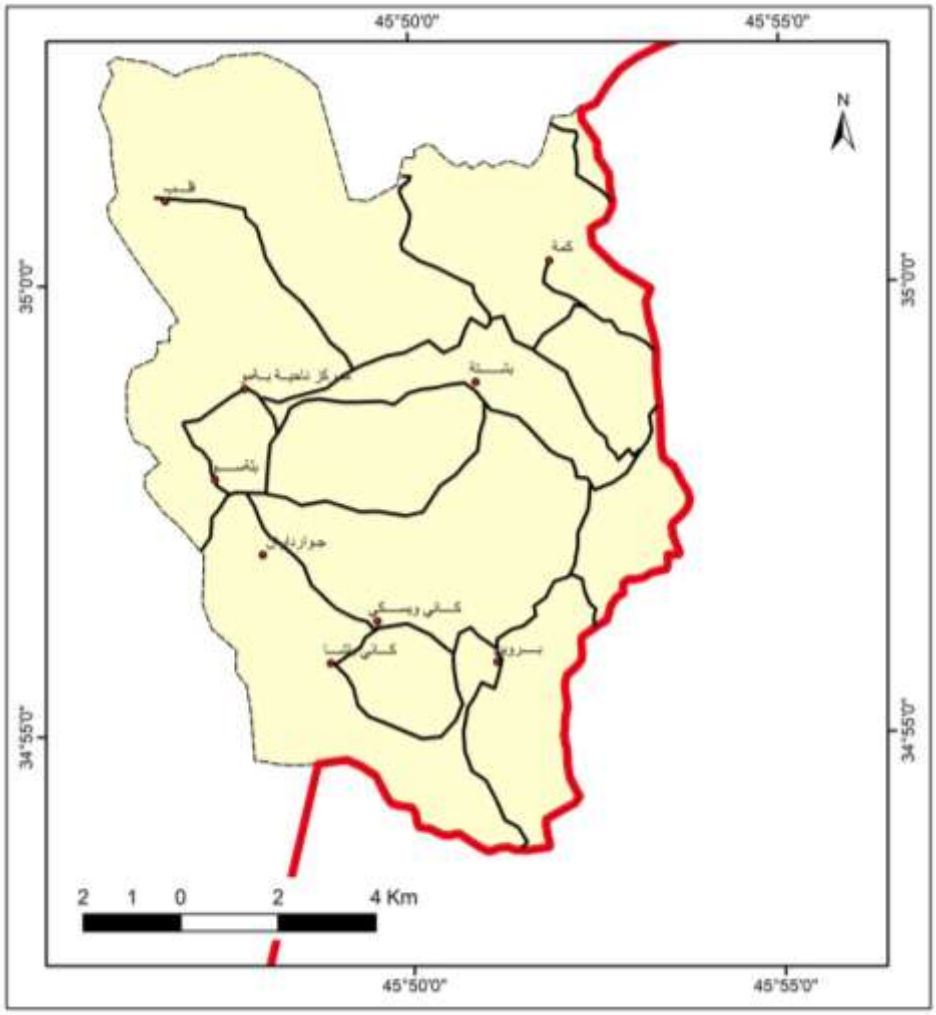
ت	الغطاء الأراضي	المساحة/كم	%
1	الغابات	60.2	46.4
2	أراضي جرداء	51.23	39.5
3	الحشائش والاعشاب	15.7	12.1
4	أراضي مزروعة	2.55	2
المجموع		129.68	100

المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على خارطة أصناف الغطاء الأراضي رقم (8)

بإستثناء هذه العوامل الطبيعية هناك عدد من العوامل البشرية التي تؤثر في الملائمة المكانية لعمليات الحصاد المائي من أهمها التي تتعلق بالتحديد المكاني لتقنيات الحصاد المائي هي (المستوطنات البشرية وطرق النقل).

ويتواجد في منطقة الدراسة عدد من المستوطنات البشرية تتضمن مركز ناحية بةمو(گليجال) بالإضافة الى ثمانية قرى تابعة لهذه الناحية وهي قرى(قلب، گمه، پشته، بەلەسو، چوارداران، كانى ويسكى، كانى پاشا، بەڕوين)، ويوجد في منطقة الدراسة طريق رئيسي ومجموعة من الطرق الثانوية ، فيمر الطريق الرئيسي من وسط منطقة الدراسة ويمتد الى الحدود الايرانية– العراقية وتتفرع من هذه الطرق عدد من الطرق الثانوية أغلبها ترابية تمتد بين الطرق الرئيسي ومراكز القرى أو بين القرى نفسها. الخارطة رقم (9).

خارطة رقم (9) شبكة الطرق والمستوطنات السكنية في منطقة الدراسة



المصدر من عمل الباحث اعتماداً على : إقليم كوردستان العراق، وزارة التخطيط، مديرية المعلومات و الخرائط، قسم (GIS)، سنة 2010.

6/ المعايير المستخدمة

من اجل تحديد المناطق الملائمة للمستجمعات المياه وعمليات الحصاد المائي هناك عدة معايير تتعلق بالخصائص الطبيعية للمنطقة وتحدد مدى ملائمة المنطقة لإنشاء مستجمعات المياه، ومن اهم هذه المعايير :[8]

1. يجب إنّ تكون بعيدة عن الشقوق والفواصل بمسافة100م.
2يجب إنّ يكون فوق الإنحدار المعتدل الى القليل.
3. من ناحية الطباقية يفضل الترسبات الصخور الرملية أو المناطق التي تقل فيها ترشح المياه.
4. من الناحية التضاريسية يفضل الأماكن السهلية ذات التضاريس المعتدلة.
5. يجب إنّ تكون قريبة من المجاري المائية والاراضي الزراعية.

تتباين أهمية كل معيار في تحديد الملائمة المكانية لعمليات الحصاد المائي وتتمثل المعايير المستخدمة في هذه الدراسة بـ(الإنحدار ، الأمطار الساقطة، تراكم الجريان، شبكة التصريف، التكوينات الجيولوجية، الاشكال التضاريسية، الغطاءالأراضي، الارتفاع عن مستوى سطح البحر، شبكة الطرق والمستوطنات البشرية). وأعطي لكل معيار من هذه المعايير أوزان حسب أهميتها، فاعطيت لكل من معايير (الإنحدار ، تراكم الجريان والشبكة التصريفية) قيمة (20%) لكل منهم، ومعياري الاشكال التضاريسية والغطاء الأراضي(10%). اما المعايير الأخرى فاعطي لكل منها (5%).

ويصنف كل معيار من هذه المعايير الى عدد من الأصناف حسب درجة ملائمتها المكانية لعمليات الحصاد المائي،واعطيت لكل صنف وزن نسبي حسب دورها في تحديد الملائمة المكانية. كما يظهر من الجدول (4).

7/ النتائج والمناقشة:

اعتماداً على منهجية وطريقة الدراسة والمعايير المستخدمة من أجل تحديد الملائمة المكانية لعمليات الحصاد المائي في ناحية (بةمو)، وعن طريق اسلوب التراكب الموزون (weighted overlay) ضمن برنامج (ArcGIS) تم التوصل الى ما يأتي:

7-1/ الملائمة المكانية حسب المعايير المستخدمة:

1. معيار كمية الأمطار الساقطة: تعتبر كمية الأمطار الساقطة من العوامل المحددة لعمليات الحصاد المائي، حيث يجب أنّ لاتقل كمياتها عن (50) ملم سنوياً.[9].

وبما إنّ كمية الأمطار السنوية في منطقة الدراسة أكبر بكثير من هذه الكمية،حيث تستلم منطقة الدراسة كميات من الأمطار تتراوح بين(652 – 669) ملم سنوياً، لذا لم يتم ادخال هذا المعيار كعامل محدد

للعمليات الحصاد المائي، و بذلك فإنّ جميع مساحة منطقة دراسة ملائمة لعمليات الحصاد المائي حسب معيار كمية الأمطار الساقطة.

2. معيار الإنحدار : يظهر من الخارطة رقم (10) إنّ مستويات المساحة الملائمة لعمليات الحصاد المائي حسب معيار الإنحدار تتدرج بين ثلاث مستويات. المتوسطة بنسبة (40.28%)، والمرتفعة بنسبة (33.80%) والمرتفعة جدا بنسبة (3.71%) من مساحة المنطقة، بينما نسبة (3.73%) من المساحة مستوياتها منخفضة والمنخفضة جداً حسب معيار الإنحدار .

3. معيار تراكم الجريان: إنّ مستويات الملائمة لعمليات الحصاد المائي حسب معيار تراكم الجريان يجب إنّ يكون ضمن الجهات التي تتميز بارتفاع تراكم الجريان فيها.[10] من الخارطة رقم (11) يتضح إنّ نسبة (0.49%) من مساحة المنطقة ذات مستويات ملائمة لعمليات الحصاد المائي تتدرج بين مستويات المرتفعة جداً (0.21%). المرتفعة والمتوسطة بنسبة (0.07) لكل منهما. يرجع إنخفاض هذه النسب الى إنّ هذا العامل يحدد الى حد كبير الملائمة المكانية لتقنيات السدود والبرك الصغيرة ضمن عمليات الحصاد المائي. وهذه التقنيات لايمكن إنشائها إلا في الأماكن الواقعة ضمن المجاري وذات تراكم جريان مرتفع وهي دلالة على سعة المساحة الحوضية للموقع المحدد. وتبلغ نسبة المستويات ذات الامكانيات المنخفضة جداً والمنخفضة لعمليات الحصاد المائي حسب معيار تراكم الجريان (99.25%) من مساحة منطقة الدراسة،

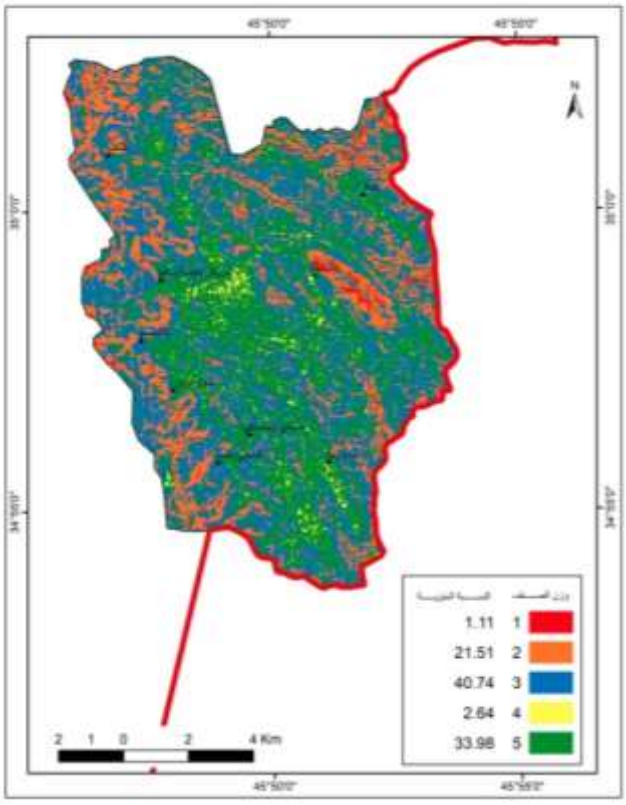
4. معيار شبكة الجريان: تظهر دور الشبكة التصريفية في عمليات الحصاد المائي من خلال بيان المواقع الملائمة لهذه العمليات فيجب إنّ تقع مباشرة على احدى مجاري ضمن الشبكة، او إنّ لا تبتعد عن المجاري مسافة (50)م. فمن الخارطة رقم (12) يتبن إنّ المساحة الملائمة شكلت نسبة (39.07%). توزعت بين المستويات: المتوسطة(18.34%)، والمرتفعة حداً (11.23%)المرتفعة(9.50%) من مساحة منطقة الدراسة.والمستويات ذات الملائمة المنخفضة جداً والمنخفضة شكلتا نسبة (44.92% و 15.98%) لكل منهما.

جدول (4) المعايير المستخدمة وأوزان ها النسبية

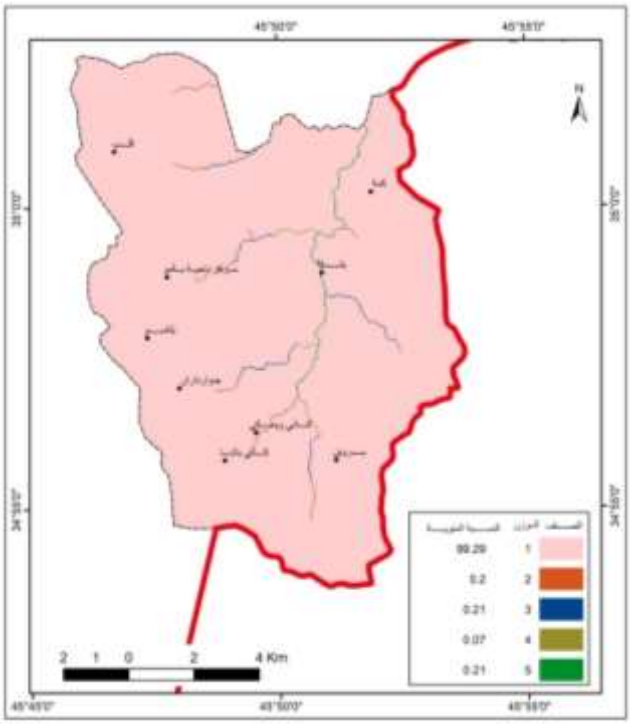
ت	المعيار المستخدم	الوزن النسبي %	اصناف المعيار	وزن الصنف
1	الإنحدار	20	19-0	4
			7.9-2	5
			8.15.9	3
			29.9-16	2
			اكثر من 30	1
2	تراكم الجريان	20	5000-0	1
			10000-5000	2
			20000-10000	3
			30000-20000	4
			اكثر من 30000	5
3	شبكة الجريان	20	البعد 50م	5
			البعد 100 م	4
			البعد 150 م	3
			البعد 200 م	2
			اكثر من 200 م	1
4	الأشكال التضاريسية	10	السهول	5
			التلال المنخفضة	4
			التلال المفتوحة الواطئة	3
			الجبال الواطئة والتلال العالية	2
			الجبال العالية	1
5	الغطاء الأراضي	10	اراضي زراعية	5
			الحشائش والاعشاب	4
			اراضي الجرداء	3
			الغابات	2
6	التكوينات الجيولوجية	5	بالامبو،كوميتان،بيلاسبي،	3

ت	المعيار المستخدم	الوزن النسبي %	اصناف المعيار	وزن الصنف
			جركس	
			شيرانش، كولوش	4
7	الارتفاع عن مستوى سطح البحر	5	اقل من 800 م	5
			1000-800	3
			1200-1000	2
			اكثر من 1200	1
8	شبكة الطرق	5	250م	1
			500-250	3
			750-500	4
			1000-750	5
			اكثر من 1000 م	2
9	المستوطنات السكنية	5	250م	0
			500-250	3
			750-500	4
			1000-750	5
			اكثر من 1000 م	3

خارطة رقم (10) الملائمة المكانية حسب فئات الإنحدار



خارطة رقم (11) الملائمة المكانية حسب تراكم الجريان السطحي



5. معيار الأشكال التضاريسية: يظهر من الخارطة رقم (13) إنّ المساحة الملائمة لعمليات الحصاد المائي حسب معيار الاشكال التضاريسية شكلت نسبة (34.38%) من مساحة المنطقة. توزعت هذه النسبة بين المستويات: المتوسطة (27.82%)، المرتفعة (4.29%) و المرتفعة جداً (2.27%) من مساحة المنطقة. وشكل المستويين المنخفضة والمنخفضة جداً نسبة (65.59%) من مساحة منطقة الدراسة.

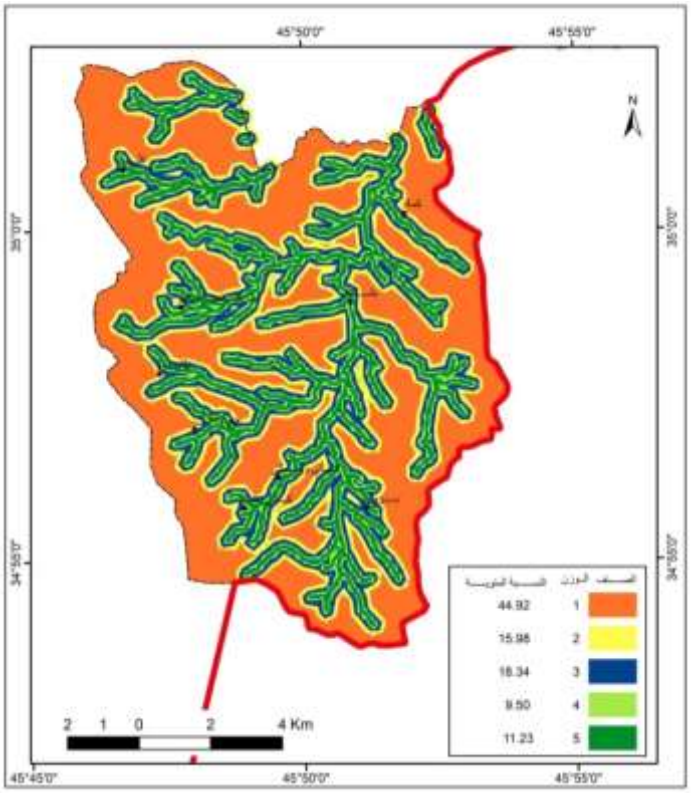
6. معيار الغطاء الأراضي: يظهر من الخارطة رقم إنّ اكثر من نصف مساحة منطقة الدراسة (52.96%) ملائمة لعمليات الحصاد المائي حسب معيار الغطاء الأراضي. تتوزع هذه النسبة بين المستويات: المتوسطة (40.44%)، المرتفعة (10.8%) و المرتفعة جداً (1.72%) من مساحة المنطقة. وشكل مستوى الملائمة المنخفضة نسبة (47.02%) من مساحة منطقة الدراسة.

7. معيار التكوينات الجيولوجية:يفضل إنّشاء أنظمة الحصاد المائي ضمن التكوينات التي تتميز بإنّخفاض مساميتها ونفاذيتها من أجل تجميع المياه. وعلى الرغم من ذلك فإنّ عمليات الحصاد المائي يمكن اجراؤها فوق إنّواع مختلفة من التكوينات الجيولوجية الجوفية لإنّ تسرب المياه من العوامل الاساسية في تغذية المياه الجوفية وهي إحدى أهداف عمليات الحصاد المائي، و يتبين من الخارطة رقم (15) إنّ التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة تصنف ضمن مستويين الامكانية المتوسطة والعالية لعمليات الحصاد المائي. وقد بلغت نسبة مساحة المستوى ذات امكانية متوسطة (56.15%). والمستوى ذات امكانية عالية نسبة (43.85%).

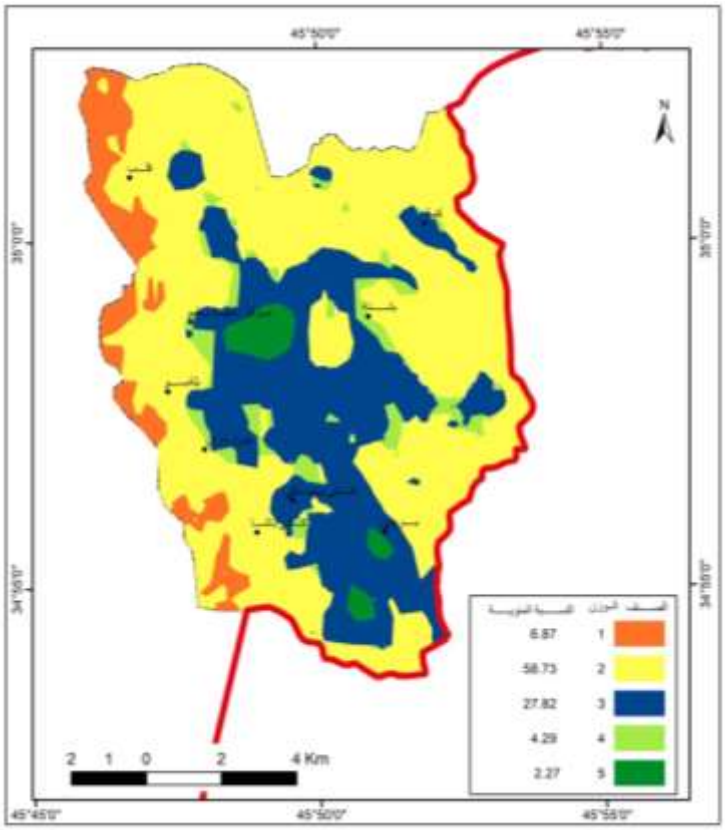
8. معيار الارتفاع عن سطح البحر: يظهر من الخارطة رقم (16) إنّ المساحة الملائمة لعمليات الحصاد المائي حسب معيار الارتفاع عن سطح البحر تشكل نسبة (88.36%) من مساحة منطقة الدراسة.تتوزع بينمستوى المرتفعة جداً بنسبة (52.87%)، والمتوسطة بنسبة (35.49%). بينما نسبة (11.62%) من المساحة مستوياتها منخفضة ومنخفضة جداً حسب الارتفاع عن مستوى سطح البحر.

9. معيار شبكة الطرق: تعتبر الطرق من المنشآت الحيوية لذا يفضل إنّ لاتقع مواقع مستجمعات المياه في عمليات الحصاد المائي على الطرق الرئيسة بمسافة (250)م. فمن الخارطة رقم (17) يتبن إنّ المساحة الملائمة شكلت نسبة (50.7%). توزعت بين المستويات: المتوسطة (21.72%)، والمرتفعة (16.53%)، والمرتفعة جداً (12.45%) من مساحة منطقة الدراسة. .والمستويات ذات الملائمة المنخفضة جداً والمنخفضة شكلتا نسبة (26.92% و 22.36%) لكل منها.

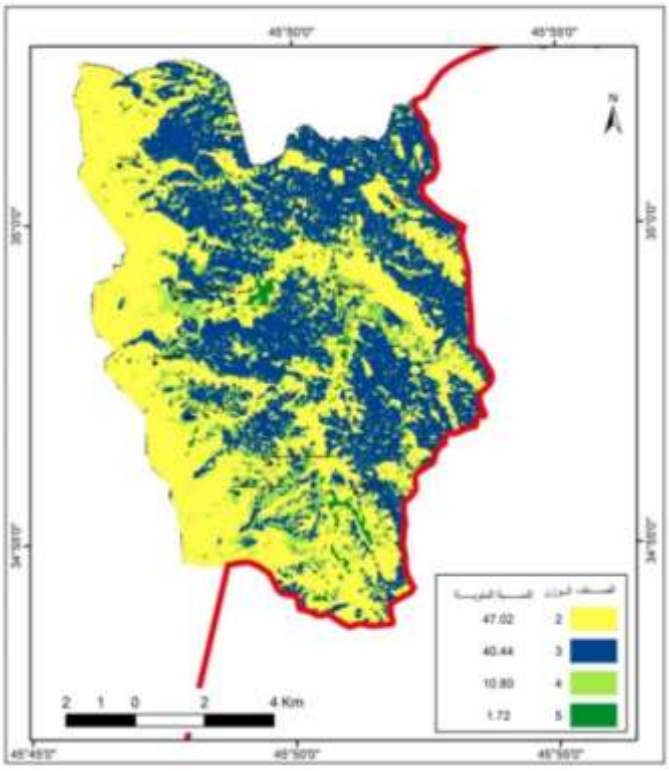
خارطة رقم (12) الملائمة المكانية حسب معيار شبكة الجريان



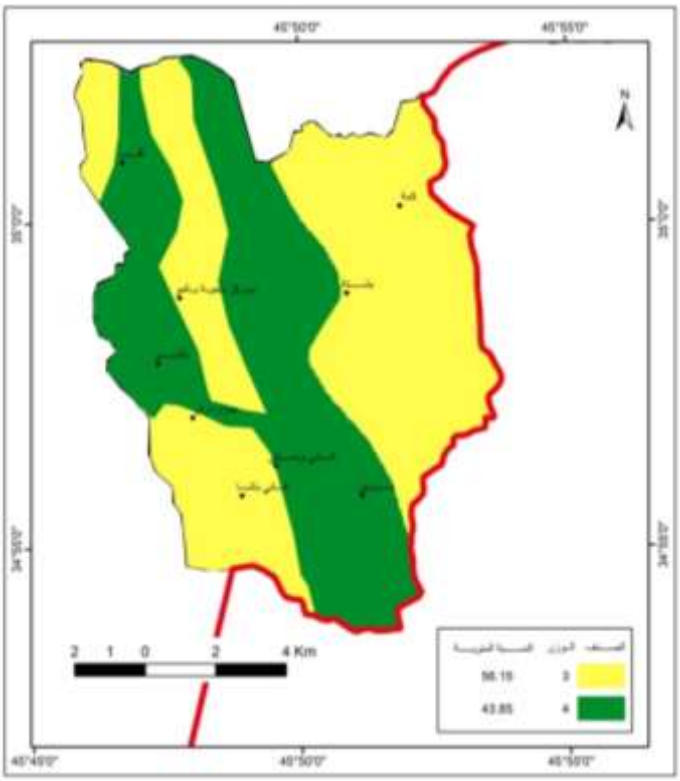
خارطة رقم (13) الملائمة المكانية حسب معيار الاشكال التضاريسية



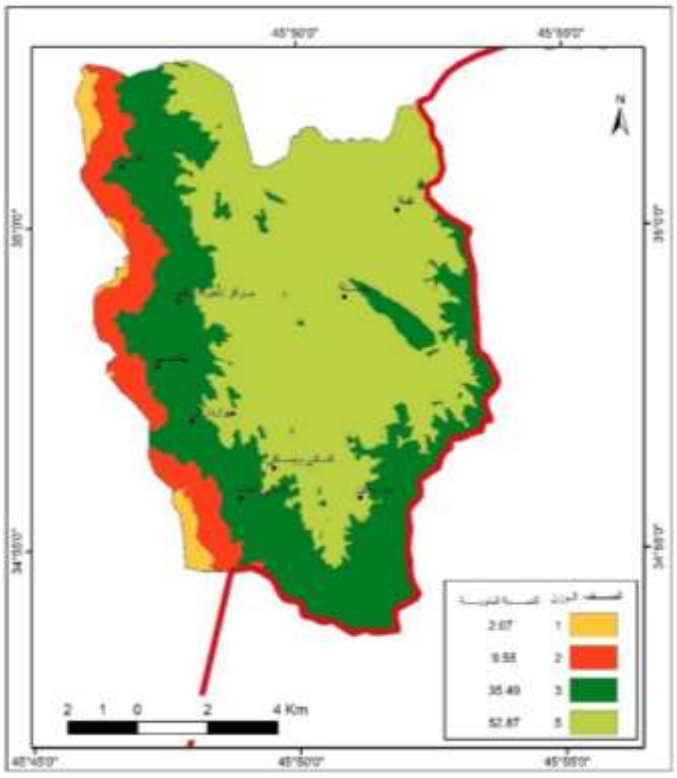
خارطة رقم (14) الملائمة المكانية حسب معيار الغطاء الأراضي



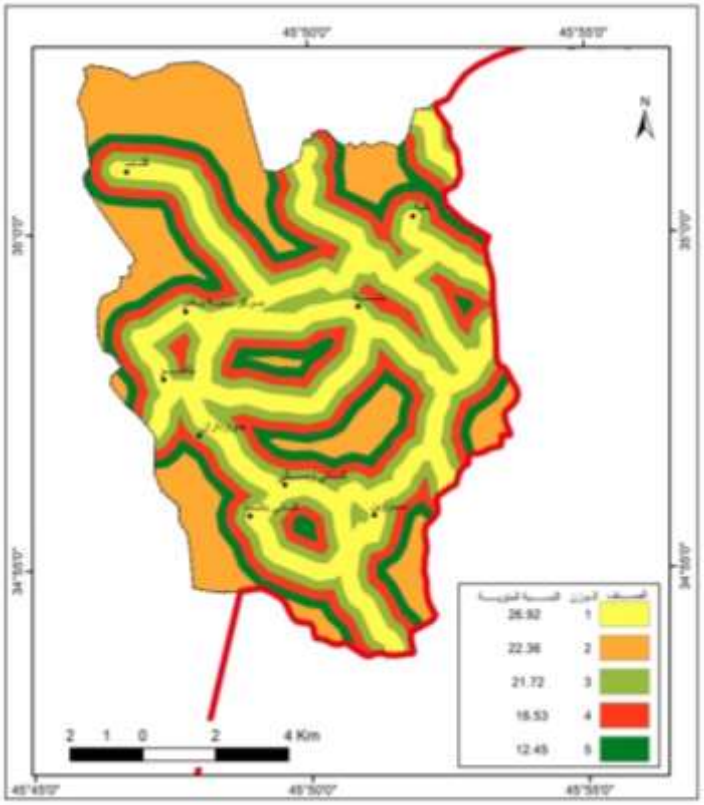
خارطة رقم (15) الملائمة المكانية حسب التكوينات الجيولوجية



خارطة رقم (16) الملائمة المكانية حسب معيار الارتفاع عن مستوى سطح البحر

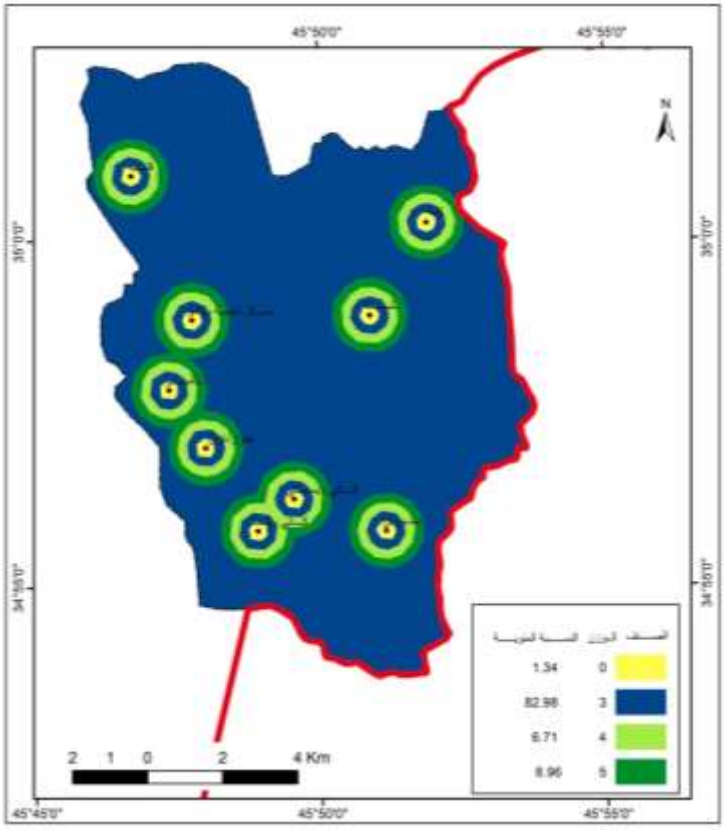


خارطة رقم (17) الملائمة المكانية حسب شبكة الطرق



10. معيار المستوطنات السكنية: يظهر من الخارطة رقم (18) إنّ أغلب مساحة المنطقة ملائمة لعمليات الحصاد المائي حسب معيار البعد عن المستوطنات السكنية تشكل (98.65%) من مساحة منطقة الدراسة. تتوزع بين مستويات: المتوسطة (82.98%)، المرتفعة جداً (8.96%) والمرتفعة (6.71%). والنسبة الباقية عبارة عن اماكن غير ملائمة تشكل (1.34%) من مساحة منطقة الدراسة.

خارطة رقم (18) الملائمة المكانية حسب معيار المستوطنات السكنية



7-2/ الملائمة المكانية الموزونة:

من خلال تراكب الموزون لطبقات المعايير المستخدمة واعطاء كل منها وزنه النسبي ضمن برنامج (ArcGIS) تم التوصل إلى الطبقة النهائية والتي تتمثل بمستويات الملائمة المكانية لعمليات الحصاد المائي في منطقة الدراسة، الخارطة رقم (19).

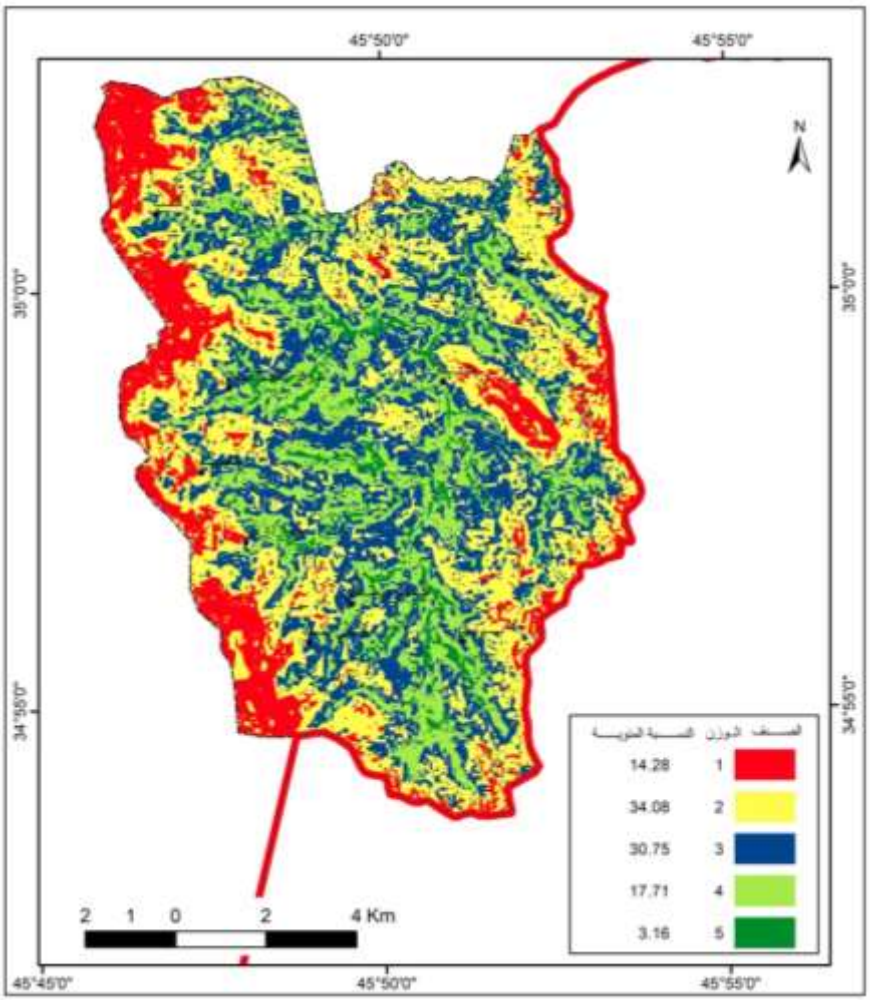
تبلغ المساحة الملائمة لعمليات الحصاد المائي نسبة (51.62%) من مساحة منطقة الدراسة. تتوزع هذه النسبة بين المستويات: المتوسطة (30.75%)، المرتفعة (17.71%) والمرتفعة جداً (3.16%). تظهر المساحة الملائمة بمستوياتها الثلاث بصورة واضحة في الاقسام الوسطية من الحوض وخاصة مع امتداد الوديانّ والاراضي المجاورة. فالأراضي ذات الملائمة المكانية المرتفعة جداً تظهر بامتدادات ضيقة في

بطون الأودية وعلى المجاري المائية، هذه الأماكن ملائمة لعمليات حصاد مياه الأودية والسيول، حيث يتم في بطن الوادي تخزين المياه باستخدام إحدى تقانّات حصاد المياه الكبيرة أو ذات الطاقة الاستيعابية الكبيرة نسبياً، تستخدم مياه الحصاد هنا لأغراض متعددة منها الزراعة وتربية الحيوانّات والأغراض المنزلية.(11)

يمكن تطبيق عمليات حصاد المياه وتقنياتها الخاصة بتجميع المياه في نفس منطقة التغذية ضمن الاراضي ذات ملائمة (المتوسطة والمرتفعة)، ويكون الهدف الاساسي من هذه التقنيات هو تجميع المياه في جزء معين من منطقة التغذية بهدف زيادة عمليات تسرب المياه الى جوف التربة لرفع معدلات الرطوبة فيها، وبالتالي تجهيزها لتصبح صالحة للزراعة، وينحصر استخدام المياه في مثل هذا النوع من تقنيات الحصاد المائي في مجال الزراعة وتقانّات الحصاد المائي المستخدمة في هذا النوع تقتصر على اساليب بسيطة أهمها (الحواجز، والبرك ذات الاعماق الضحلة).(12).

تبلغ نسبة الاراضي ذات ملائمة منخفضة (30.08%). والمنخفضة جداً (14.28%). ينتشر هذان الصنفان في أطراف منطقة الدراسة، وهي مناطق جبلية مرتفعة أو منحدارت سفوح الجبال، فعلى الرغم من ملاءمتها المنخفضة لعمليات الحصاد المائي الصناعي حسب المعايير المستخدمة، الا إنّها ذات أهمية كبيرة من حيث كونها مناطق التغذية للأماكن الأخرى الواقعة داخل المنطقة، فهذه المنطقة الجبلية تسقط فيها الأمطار والثلوج فتنساب وتتدفق مياهها في قنوات ابتداءً من خطوط تقسيم المياه عند قمم المرتفعات والمنحدرات وعلى طول المنحدر أو واجهته لتتجمع المياه في الوديانّ الموجودة بين تلك المرتفعات. إضافة الى دورها في التغذية الجوفية للمياه حيث تتواجد ضمن اقدام تلك المرتفعات عدد من الينابيع المائية التي يستفيد منها سكانّ المنطقة.

خارطة رقم (19) الملائمة المكانية لعمليات الحصاد المائي في منطقة الدراسة



الاستنتاجات/ توصلت الدراسة الى الاستنتاجات الآتية:

1. تعتبر بيانات الاستشعار عن البعد من المصادر الأساسية لإنّشاء قاعدة البيانات للخصائص المتعلقة بالملائمة المكانية لعمليات الحصاد المائي.
2. إنّ الحاجة المتزايدة لتوسيع المساحة الزراعية وزيادة الإنّتاج الزراعي من أجل تلبية الاحتياجات الغذائية لعدد متزايد من السكانّ يدفعنا الى اللجوء إلى جميع الأساليب التي يمكن إنّ تقلل من فاقد المياه وتحسن كفاءة استخدام المياه وتنميتها.
3. يمتلك برنامج (ArcGIS) امكانية كبيرة في إدارة البيانات واشتقاق الخرائط والطبقات وتحليلها واستخلاص النتائج بسرعة ودقة عالية.

4. اعلى نسبة (30.75%) من مساحة منطقة الدراسة ذات ملائمة متوسطة لعمليات الحصاد المائي، ونسبة (17.71%) ذات ملائمة عالية، يمكن إنّشاءتقنيات حصات المياه الخاصة بتجميع المياه في نفس منطقة التغذية منها الحواجز والبرك.
5. بلغت نسبة الاراضي ذات ملائمة المرتفعة جداً (3.16%)، وهي أمكانٍ جيدة لإنّشاء السدود الصغيرة كعملية من عمليات الحصاد المائي

المصادر والمراجع:

(1) ريهام حسن الذيوب، حصاد مياه الأمطار باستخدام نظم المعلومات الجغرافية– حالة تطبيقية– الجزء الجنوبي الغربي من محافظة خليل، رسالة ماجستير، جامعة بيرزيت فلسطين، 2012، ص38.

(2) Zoran stevanovic, Miroslova morkovic, Hydrology of Northern Iraq, Vol, 2nd Edition, Erbil, 2003.

(3) خليل كريم محمد، المياه الجوفية في سهل شهرزور و إمكانيات استثمارها(دراسة في الجغرافية الطبيعية)، رسالة ماجستير،جامعة السليمانية،2008، ص14.

(4) تحسين عبدالرحيم عزيز، التباين المكاني لمياه الينابيع في محافظة السليمانية،أطروحة دكتورة، جامعة المستنصرية،2007 ص25.

(5) عطاء محمد علاءالدين، قضاء هةلبجة دراسة في الجغرافية الأقليمية، رسالة ماجستير، جامعة السليمانية،2007 ، ص16.

(6) فاروق صنع الله العمري، علي صادق، جيولوحية شمال العراق، مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، 1977، ص122.

(7) صمد عبدالله صالح، شيكردنەوەی جوگرافی بۆ بەکارهێنانی ئاوی ژێر زەوی لە قەزای چەچمال، نامەی ماستەر، زانکۆی سلێمانی ، 2015، ل9.

(8) Livingstone Asala، Site Suitability Mapping of Water Harvesting Structures Using GIS and Remote Sensing،Master thesis، University of Nairobi، 2015, p20.

(9) Muheeb Awawdeh and other, Mapping Potential Sites for Rainwater Harvesting (Dams) in the Pan-Handle of Jordan Using Geographic Information Systems, 4th International Conference on Water Resources and Arid Environments (ICWRAE 4, Riyadh, Saudi Arabia, 2010.

[10] تحسين عبد الرحيم عزيز، هونـر عبدالله كاك أحمد،امكانيات حصاد المياه(السدود الصغيرة) في مرتفعات شربوت بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية والتحسس النائي،المجلة الدولية للبيئة والمياه،المجلد (3)، العدد(2)،2014، ص28.

[11] عاطف علي حامد الخرابشة، عثمان محمد غنيم، الحصاد المائي في الاقاليم الجافة وشبه الجافة في الوطن العربي، دار صفاء للنشر، عمان، 2008 ، ص72.

[12] عاطف علي حامد الخرابشة، عثمان محمد غنيم، الحصاد المائي في الاقاليم الجافة وشبه الجافة في الوطن العربي، دار صفاء للنشر، عمان، 2008 ، ، ص70.

[13] حلاو حسين كريم، العلاقة المكانية بين الوحدات التضاريسية والغطاء النباتي في المنطقة الجبلية (محافظة حلبجة نموذجاً)، مجلة جامعة دهوك، المجلد:22، العدد:1، 2019، ص 268-283.

[14] تحسين عبد الرحيم عزيز،هونـر عبدالله كاك أحمد،امكانيات حصاد المياه(السدود الصغيرة) في مرتفعات شربوت بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية والتحسس النائي،المجلة الدولية للبيئة والمياه،الجلد (3)، العدد(2)،2014.

[15] (https://earthexplorer.usgs.gov، (2021، you can get it

Sources and references:

(1) Reham Hassan Al-Dyoub, Rainwater Harvesting Using Geographic Information Systems - An Applied Case - The Southwestern Part of Khalil Governorate, Master's Thesis, Birzeit University, Palestine, 2012, p. 38.

(2) Zoran stevanovic, Miroslova morkovic, Hydrology of Northern Iraq, Vol, 2nd Edition, Erbil, 2003.

(3) Khalil Karim Muhammad, Groundwater in Shahrazour Plain and the Possibilities of Its Investment (A Study in Natural Geography), Master Thesis, University of Sulaymaniyah, 2008, p. 14.

(4) Tahseen Abdul Rahim Aziz, Spatial Variation of Spring Water in Sulaymaniyah Governorate, Doctor's Thesis, Al-Mustansiriya University, 2007, p. 25.

(5) Ataa Muhammad Ala Al-Din, Halabja District, Study in Regional Geography, Master Thesis, University of Sulaymaniyah, 2007, p. 16.

(6) Farouk Sanalla al-Omari, Ali Sadiq, Geology of Northern Iraq, Dar al-Kutub Institution for Printing and Publishing, Mosul, 1977, p. 122.

(7) Samad Abdullah Saleh, Geographical Analysis of Groundwater Use in Chamchamal District, Master Thesis, University of Sulaymaniyah, 2015, p. 9.

(8) Livingstone Asala, Site Suitability Mapping of Water Harvesting Structures Using GIS and Remote Sensing, Master thesis, University of Nairobi, 2015, p20.

(9) Muheeb Awawdeh and other, Mapping Potential Sites for Rainwater Harvesting (Dams) in the Pan-Handle of Jordan Using Geographic Information Systems, 4th International Conference on Water Resources and Arid Environments (ICWRAE 4, Riyadh, Saudi Arabia, 2010.

(10) Tahseen Abdul Rahim Aziz, Honorable Abdullah Kak Ahmed, Possibilities of Water Harvesting (Small Dams) in Sherbut Highlands Using GIS and Remote Sensing, International Journal of Environment and Water, Vol. (3), No. (2), 2014, p. 28.

(11) Atef Ali Hamid Al-Kharabsheh, Othman Muhammad Ghoneim, Water Harvest in the Dry and Semi-Arid Regions in the Arab World, Safaa Publishing House, Amman, 2008, p. 72.

(12) Atef Ali Hamid Al-Kharabsheh, Othman Muhammad Ghoneim, Water Harvesting in the Dry and Semi-Arid Regions in the Arab World, Safaa Publishing House, Amman, 2008, p. 70.

(13) Halaw Hussein Karim, Spatial Relationship between Terrain Units and Vegetation Cover in the Mountainous Region (Halabja Governorate as a Model), Journal of Duhok University, Volume: 22, Issue: 1, 2019, pp. 268-283.

(14) Tahseen Abdul Rahim Aziz, Honorable Abdullah Kak Ahmed, Possibilities of Water Harvesting (Small Dams) in Sherbut Highlands Using GIS and Remote Sensing, International Journal of Environment and Water, Skin (3), Issue (2), 2014.

(15) (https://earthexplorer.usgs.gov, (2021), you can get it