



ISSN: 1817-6798 (Print)

Journal of Tikrit University for Humanities

available online at: www.jtuh.org/

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:

Tarq.hassan@su.edu.krd

Halaw.Kareem@su.edu.krd

رقم الهاتف : ٠٧٥٠٤٥٤٩١٢٧

Keywords:

Water harvesting

Agricultural lands

Bhamo

Rainwater

GIS & RS

ARTICLE INFO

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/>



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

ABSTRACT

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>

إمكانات حصاد المياه للأغراض الزراعية في المناطق الجبلية (ناحية بتمو في محافظة حلبجة
نموذجاً) 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 (بتمو) 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 إنتاجية الزراعات البعلية وزراعة الخضروات المحدودة.

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

توصلت الدراسة إلى أنّ نسبة المساحة الملائمة لعمليات الحصاد المائي في منطقة الدراسة تبلغ (٥١.٦٢%). تتوزع هذه النسبة بين المستويات: المتوسطة (٣٠.٧٥%)، المرتفعة (١٧.٧١%) والمرتفعة جداً (٣.١٦%). بينما تبلغ نسبة الأراضي ذات الملائمة المنخفضة (٣٠.٠٨%). والمنخفضة جداً (١٤.٢٨%).

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

١/ المقدمة

إنّ الحاجة المتزايدة لتوسيع المساحة الزراعية وزيادة الإنتاج 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 الطبيعة منذ الأزل وما تزال تمارسها وستبقى، فإنسياب 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 مجتمعات خاصة من أجل الاستفادة منها في النشاطات الإنسانية 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 بأنه: تجميع مياه الجريان السطحي لأغراض إنتاجية نافعة.^(١)

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 إنتاجية الزراعات البعلية وزراعة الخضروات المحدودة في بعض الحالات، وتشكل في نفس الوقت استغلالاً أمثلاً للموارد الطبيعية عامة والموارد المائية خاصة في منطقة الدراسة التي تقتقر إلى مجاري مائية دائمة الجريان. وإن 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.

٢/ منطقة الدراسة:

تتمثل منطقة الدراسة بناحية (بتمو) وهي إحدى النواحي التابعة لقضاء المركز ضمن محافظة حلبجة الواقعة شرق إقليم كردستان العراق، تمتد حدودها الشرقية و الجنوبية مع امتداد الحدود الدولية لإيران، بينما يحدها جبلي (بتمو) و (خوشك) من الجهات الغربية وتصلها عن ناحية ميدان التابعة لقضاء خانقين، وتتجاوز حدودها الشمالية مع قضاء دربندخان. وتبلغ مساحة منطقة الدراسة (١٢٩) كم^٢. وتقع فلكياً بين دائرتي عرض (٣١:٠٢:٣٥ و ٤١:٥٣:٣٤) شمالاً. وخطي طول (٤٥:٤٥:٥٠ و ٤٨:٥٣:٤٥) شرقاً كما يظهر من الخارطة رقم (١).

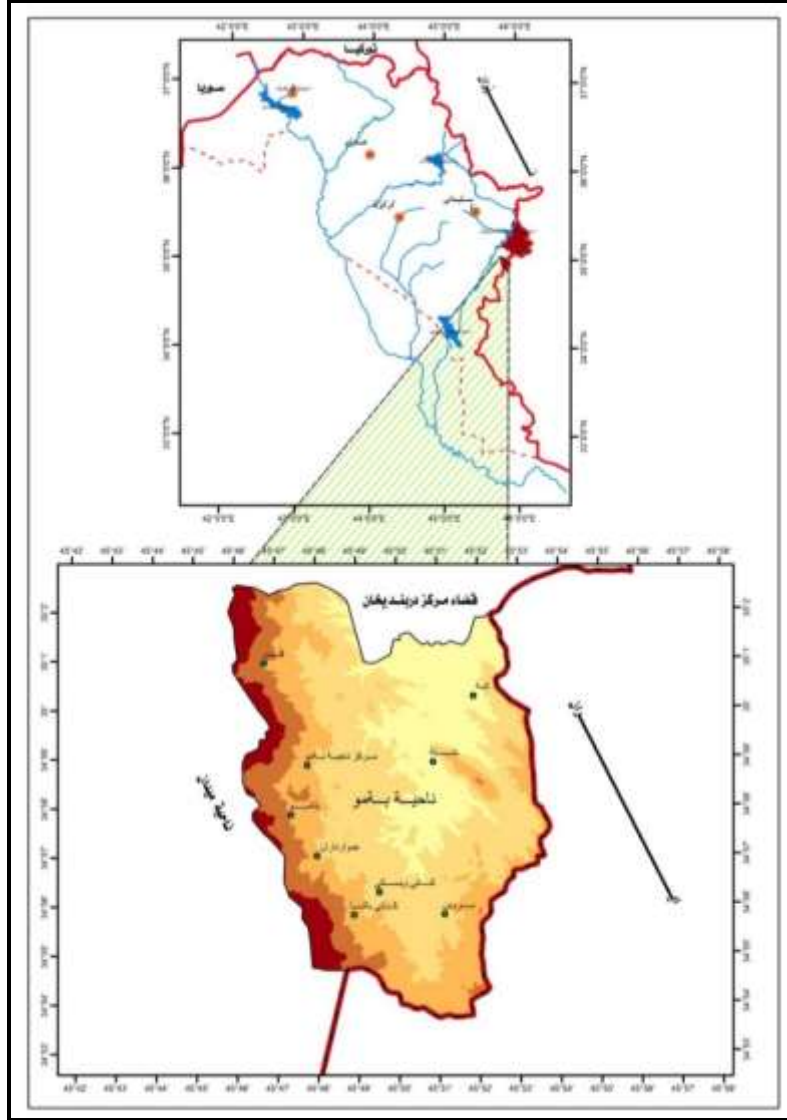
٣/ البيانات المستخدمة:

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

١. **البيانات الفضائية:** استخدمنا في هذه الدراسة البيانات الفضائية للقمر الصناعي (sentinel2) المرقمة (T38SND) بدقة تمييزية مكانية (١٠م)، الصورة ملتقطة بتاريخ (٢٨/٥/٢٠٢١). وتم تنزيلها من الموقع الإلكتروني للمساحة الجيولوجية الأمريكية المعروفة بـ (USGS).
٢. **بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM):** تم الاعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لرادار (ASTER) بدقة تمييز مكانية (٣٠م). تقع منطقة الدراسة ضمن قطاع المرقم (n35-e045). تم أخذ بيانات نموذج الارتفاع الرقمي من الموقع الرسمي لمؤسسة المسح الجيولوجي الأمريكية قسم مستكشف الأرض.

٣. **الخريطة الجيولوجية:** تم استقطاع الخارطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة من خارطة جيولوجية لحوض قرداغ – كلار والواردة في (Stevanovic&Markovic، 2003، Annex 51).^(٢)

٤. 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 (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالأعتماد على: إقليم كردستان العراق، وزارة التخطيط، مديرية احصاء محافظة السليمانية ، ملفات رقمية غير منشورة ٢٠٢١.

٤/ 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 المكاني (spatial analysis) ضمن برنامج (ArcGIS). تطبيق هذه الطريقة يحتاج الى عدة خطوات يمكن اختصارها بما يأتي:

١. اعداد الطبقات لكل خاصية من خصائص المنطقة والتي تم استخدامها كمعايير في تحديد الملائمة المكانية لعمليات الحصاد المائي.
٢. 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 (١ - ٥) فكلما زادت القيمة فهي تعبر عن امكانية افضل لعمليات الحصاد المائي.
٣. اعطاء الأوزان للعوامل (الطبقات) المستخدمة وذلك حسب تأثيرها في الملائمة المكانية لعمليات الحصاد المائي.
٤. اجراء عملية التطابق الموزون، من خلال عملية ضرب كل طبقة بالوزن المحدد له وجمع جميع الطبقات عن طريق الأداة (raster calculate).

٥/ 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:

٤-١/ **الخصائص الجيولوجية (الطباقية):** تظهر ضمن سطح منطقة الدراسة تكوينات جيولوجية متباينة من حيث تركيبها الصخري ومدى إكثافتها في الاحتفاظ بالمياه وبالتالي ملائمتها لعمليات الحصاد المائي. تتمثل التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة بتكوينات (كومتان، الشرائش، كولوش، جركس، بيلاسبي وبالامبو). الخارطة رقم (٢).

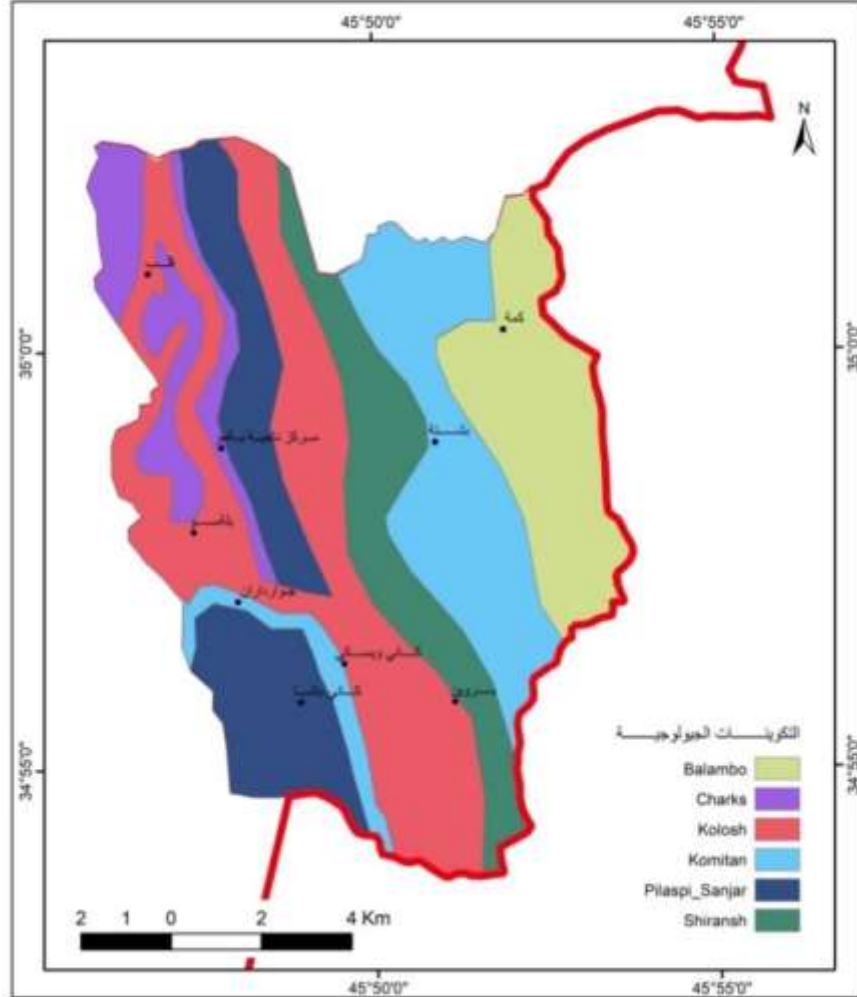
يتكون تكوين كومتان من طبقات رقيقة من اللايمستون ذات اللون الرصاصي الفاتح، ومسامية هذه الطبقة تعود للفواصل والانكسارات والتكوينات الكارستية فيها.^(٣) أما تكوين الشرائش فيتكون من طبقات رقيقة من الحجر الجيري الممزوج بالمارل وطبقات رقيقة من المارل الأزرق في الجزء الأعلى، وهذه التكوينات غير نفاذة وغير خازنة للمياه.^(٤)

وبالنسبة لتكوين كولوش يتألف من صخور الشيل الأزرق وصخور اللايمستون والشيل والصخور الرملية بشكل تعاقبات رقيقة وصخورها غير نفاذة.^(٥) 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.^(٦)

ويتكون تكوين بالامبو من طبقات رقيقة متعاقبة من الحجر الجيري الأزرق والمارل الأخضر اللون والشيل والسجيل الأسود، وطبقات رقيقة من حجر اللايمستون (الكلوبوجيري). 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. (٧)

خارطة رقم (٢) التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة



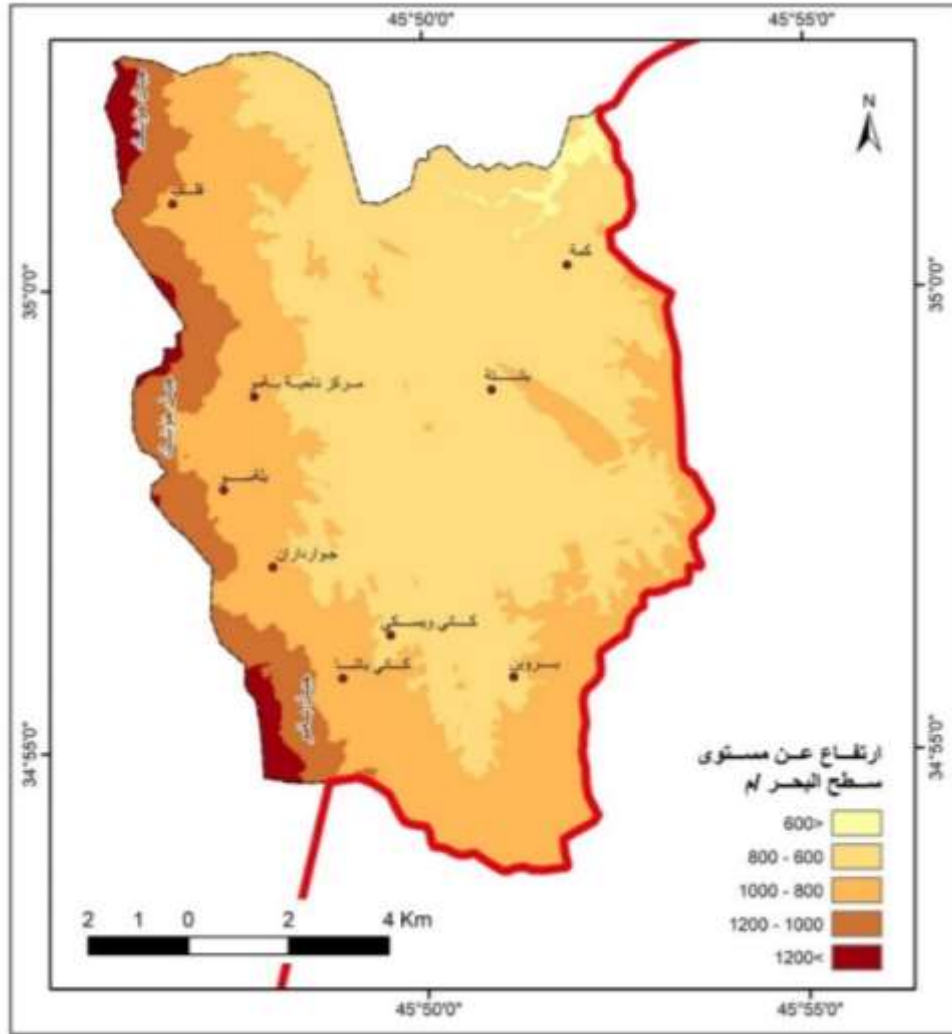
المصدر: من عمل الباحث بالأعتماد على:

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

٤-٢/ 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 (٦٠٠) م في أقصى الجزء الشمالي الشرقي إلى أكثر من (١٢٠٠) م بامتداد الحدود الغربية للمنطقة. كما يظهر في الخارطة رقم (٣). وتمتد في الجهات الغربية من منطقة الدراسة سلسلتي جبل (خوشك) وجبل (بتمو)، وتمتد من هذين الجبلين مجموعة من الكتل الجبلية والتلال باتجاه داخل المنطقة.

خارطة رقم (٣) ارتفاع منطقة الدراسة عن مستوى سطح البحر

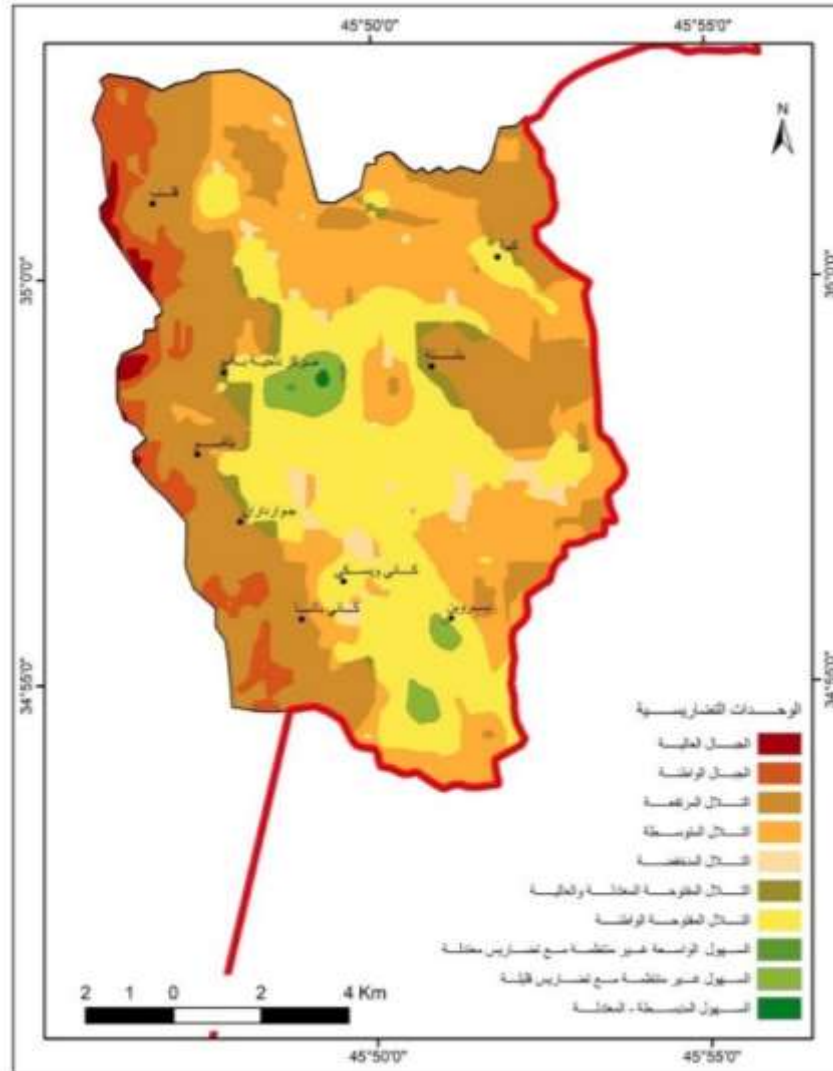


المصدر : من عمل الباحث بالأعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) و بدقة المكانية (٣٠م)

وبالاعتماد على الخارطة رقم (٤) والجدول (١) تبين أنّ معظم منطقة الدراسة تتكون من وحدة تلال حيث تغطي مساحة قدرها (١١١.٢٢) كم مشكلاً نسبة (٨٦.٥%) من مساحة منطقة الدراسة، وتتنوع التلال المنطقة بين ثلاث أشكال تضاريسية ثانوية وهي (التلال المرتفعة مشكلة نسبة ٤٠.٤١% والتلال المفتوحة الواطئة بنسبة ٣٥.٨٠% والتلال المتوسطة بنسبة ٢٨.٣٥%) من مساحة منطقة الدراسة، وقد غطت وحدة الجبال مساحة قدرها (٨,٩٣) كم مشكلة نسبة (٦.٩%)، توزعت هذه الجبال على أشكال التضاريسية الثانوية وهي الجبال الواطئة بنسبة (٦.١%) والجبال العالية (٠.٨%). وبالنسبة لوحدة الهضاب شغلت مساحة تقدر ب(٥.٦٣) كم وحصلت على نسبة (٤.٣%) من مساحة منطقة الدراسة الموزعة بين التلال المنخفضة والتلال المفتوحة المعتدلة والعالية بنسبة (٣.٠٠% و ٢.٦٣%)، بينما شكلت وحدة السهول (٢.٨٦) كم من مساحة منطقة الدراسة بنسبة (٢.٣%) موزعة على الاشكال التضاريسية الثانوية ك (السهول غير منتظمة مع تضاريس قليلة بنسبة ٢.١%)، أما السهول

المنبسطة- المعتدلة والسهول الواسعة غير المنتظمة مع التضاريس المعتدلة كائنت نسبتها قليلة لا تتجاوز (٠.١%) من مساحة منطقة الدراسة.

خارطة رقم (٤) 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: ٢٢، العدد: ١، ٢٠١٩، ص ٢٦٨-٢٨٣.

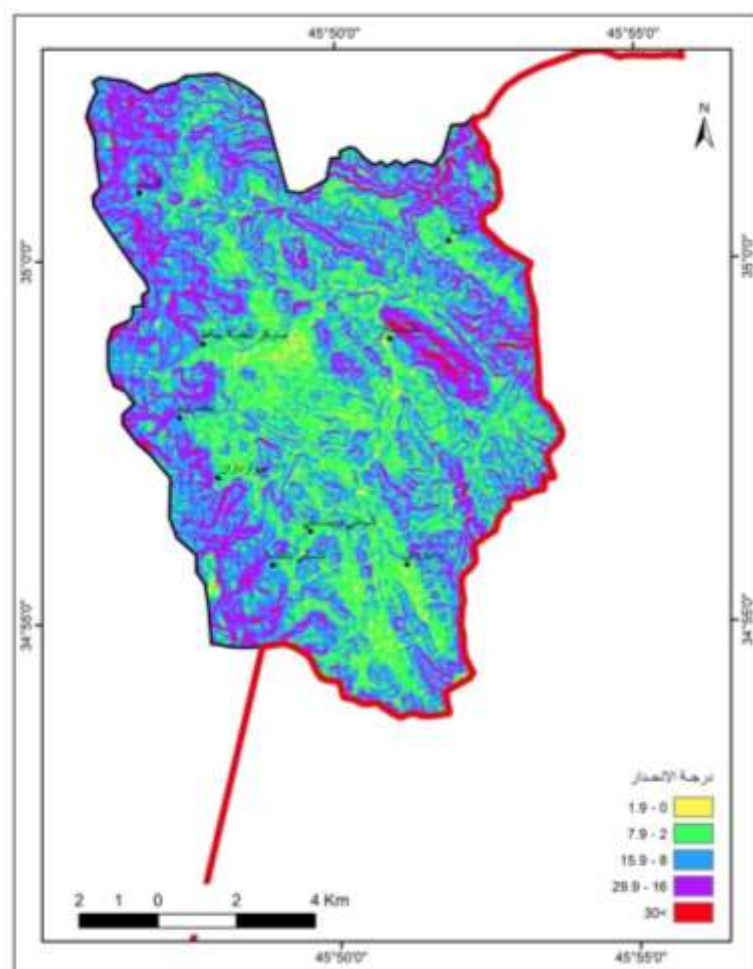
جدول (١) الوحدات التضاريسية ومساحاتها في منطقة الدراسة

ت	الوحدة التضاريسية	المساحة/كم	%
١	التلال المرتفعة	٤٠.٤١	٣١.٣
٢	التلال المفتوحة الواطئة	٣٥.٨	٢٧.٨
٣	التلال المتوسطة	٣٥.٢٨	٢٧.٤
٤	الجبال الواطئة	٧.٩١	٦.١
٥	التلال المنخفضة	٣	٢.٣
٦	السهول غير المنتظمة مع تضاريس قليلة	٢.٧٣	٢.١
٧	التلال المفتوحة المعتدلة والعالية	٢.٦٣	٢
٨	الجبال العالية	١.٠٢	٠.٨
٩	السهول المنبسطة - المعتدلة	٠.١	٠.١
١٠	السهول الواسعة غير المنتظمة مع التضاريس المعتدلة	٠.٠٩	٠.١
	المجموع	١٢٨.٩٩	١٠٠

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

ويظهر من الخارطة رقم (٥) و الجدول (٢)، إنّ أعلى نسبة من مساحة المنطقة تصنف ضمن المنطقة المتموجة من حيث درجة الانحدار التي تتراوح بين (٨ - ١٥.٩) إذ يشكل هذا الصنف (٤٠.٣%) من مساحة منطقة الدراسة، ويأتي بعدها صنف تموج خفيف، إنحداره بين (٢ - ٧.٩) ويشكل نسبة (٣٣.٨%). وتغطي صنف أراضي متقطعة إنحدارها بين (١٦ - ٢٩.٩) نسبة (٢١.٥%)، وتشكل صنف الأراضي المسطحة (٣.٢%). بينما تتخفف نسبة الأراضي المتقطعة بدرجة كبيرة ولا تشكل سوى (١.٢%) من مساحة منطقة الدراسة.

خارطة رقم (٥) أصناف الانحدار في منطقة الدراسة



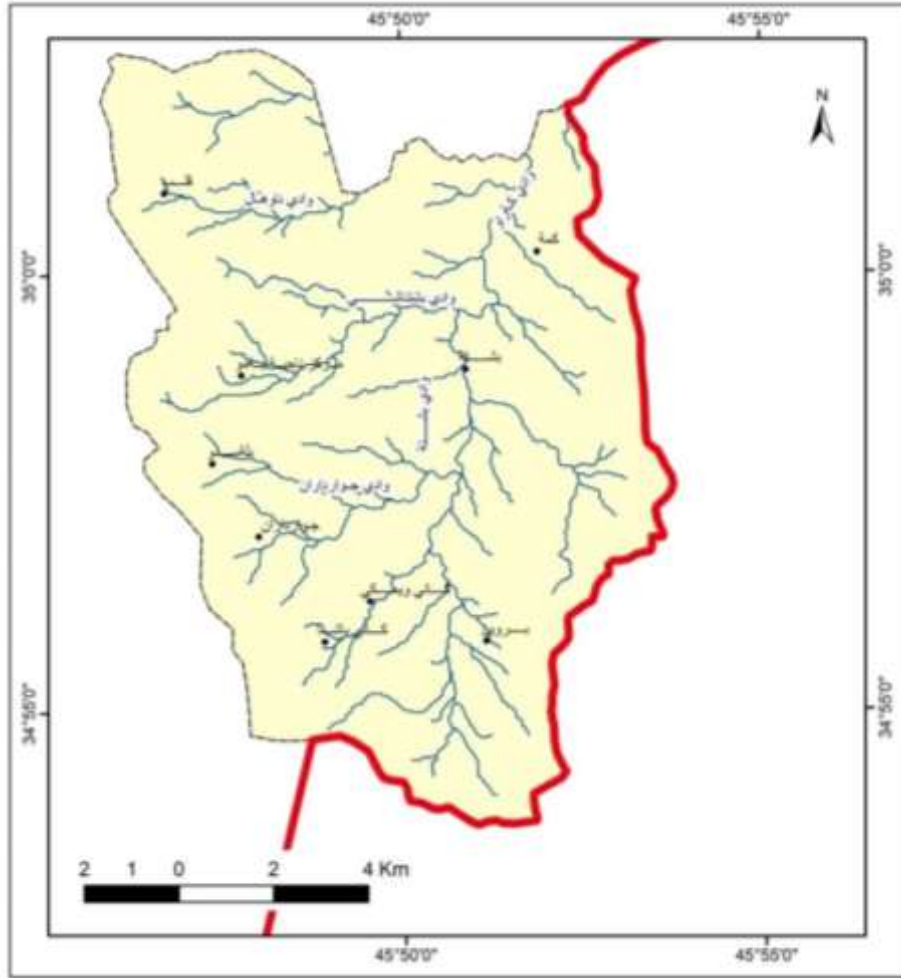
المصدر : من عمل الباحث بالأعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لناحية بةمو

جدول (٢) أصناف الانحدار ومساحاتها في منطقة الدراسة

ت	اصناف الانحدار	المساحة/كم	%
١	١.٩-٠	٤.١٢	٣.٢
٢	٧.٩-٢	٤٣.٨٣	٣٣.٨
٣	١٥.٩-٨	٥٢.٢٣	٤٠.٣
٤	٢٩.٩-١٦	٢٧.٩	٢١.٥
٥	اكتر من ٣٠	١.٥٩	١.٢
	المجموع	١٢٩.٦٧	١٠٠

المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على خارطة الانحدار رقم (٥)

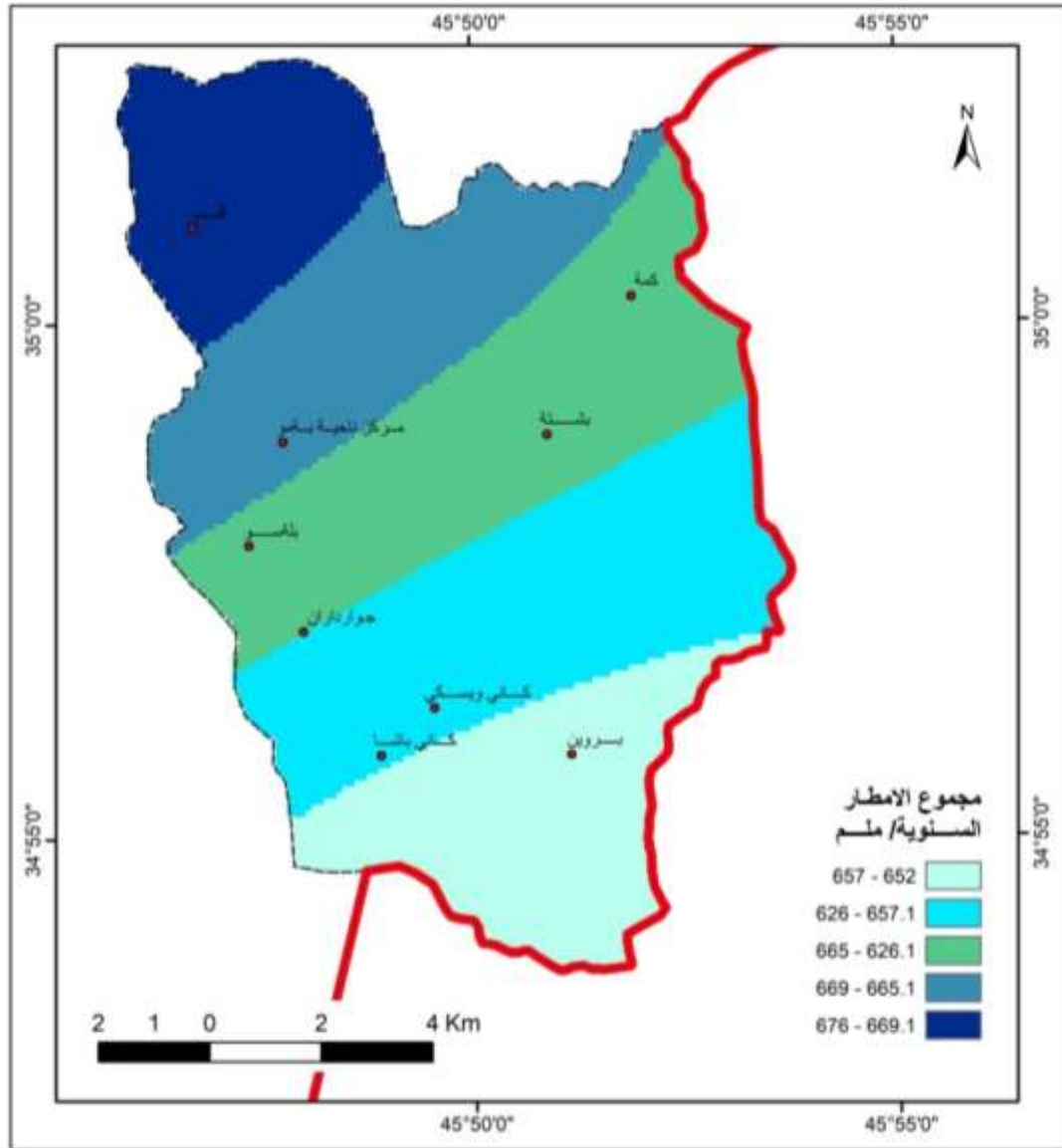
٤-٣/ الخصائص الهيدرولوجية (الشبكة التصريفية): تتطابق حدود منطقة الدراسة في أغلب جهاتها مع خطوط تقسيم المياه لحوض وادي (كمرلو) الذي يمتد باتجاه الشمال الشرقي ويلتقي برافد (زيمان) وهو أحد روافد نهر (سيروان)، وتتواجد ضمن منطقة الدراسة عدد من الوديان أغلبها موسمية الجريان منها وديان (پشته نأشى، چوارداران، پشته، ناو هال) كما يظهر في الخارطة رقم (٦).
خارطة رقم (٦) المجاري المائية السطحية في منطقة الدراسة



المصدر من عمل الباحث اعتماداً على: إقليم كردستان العراق، وزارة التخطيط، مديرية المعلومات و الخرائط، قسم (GIS)، سنة ٢٠١٠.

٤-٤/ خصائص الأمطار: تتراوح المجموع السنوي لكميات الأمطار الساقطة في منطقة الدراسة بين (٦٥٢ - ٦٦٩) ملم، تتدرج ازدياد كميات الأمطار الساقطة من الجهات الجنوبية الشرقية باتجاه الجهات الشمالية الغربية. كما يظهر في الخارطة رقم (٧).

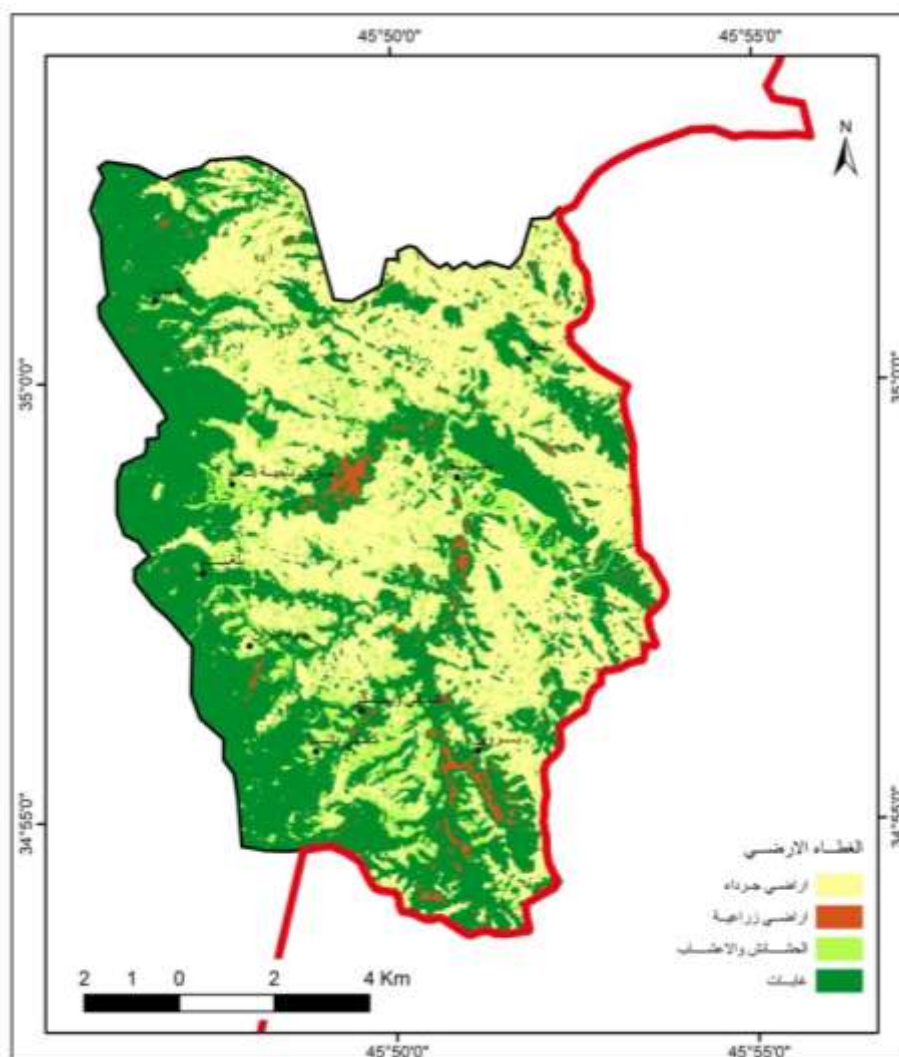
خارطة رقم (٧) مجموع الأمطار السنوي في منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الأمطار الساقطة لمحطتي حلبجة ودرينديخان.

٤-٥/ **الغطاء الأرضي:** ظهرت في منطقة الدراسة أربعة أصناف رئيسة من الغطاء الأرضي كما في الخارطة رقم (٨). ويتبين من الجدول (٣) إن نسبة (٤٦.٤%) من مجموع مساحة المنطقة عبارة عن الغابات. وشكل صنف الأراضي الخالية او الجرداء نسبة (٣٩.٥%)، وشارك صنف الحشائش والاعشاب بنسبة (١٢.١%)، أما صنف الأراضي المزروعة فمساحتها صغيرة تشكل نسبة (٢%) من مجموع مساحة منطقة الدراسة.

خارطة رقم (٨) أصناف الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على المرئية الفضائية sentinel2 في ٢٨_٥_٢٠٢١

جدول (٣) أصناف الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة

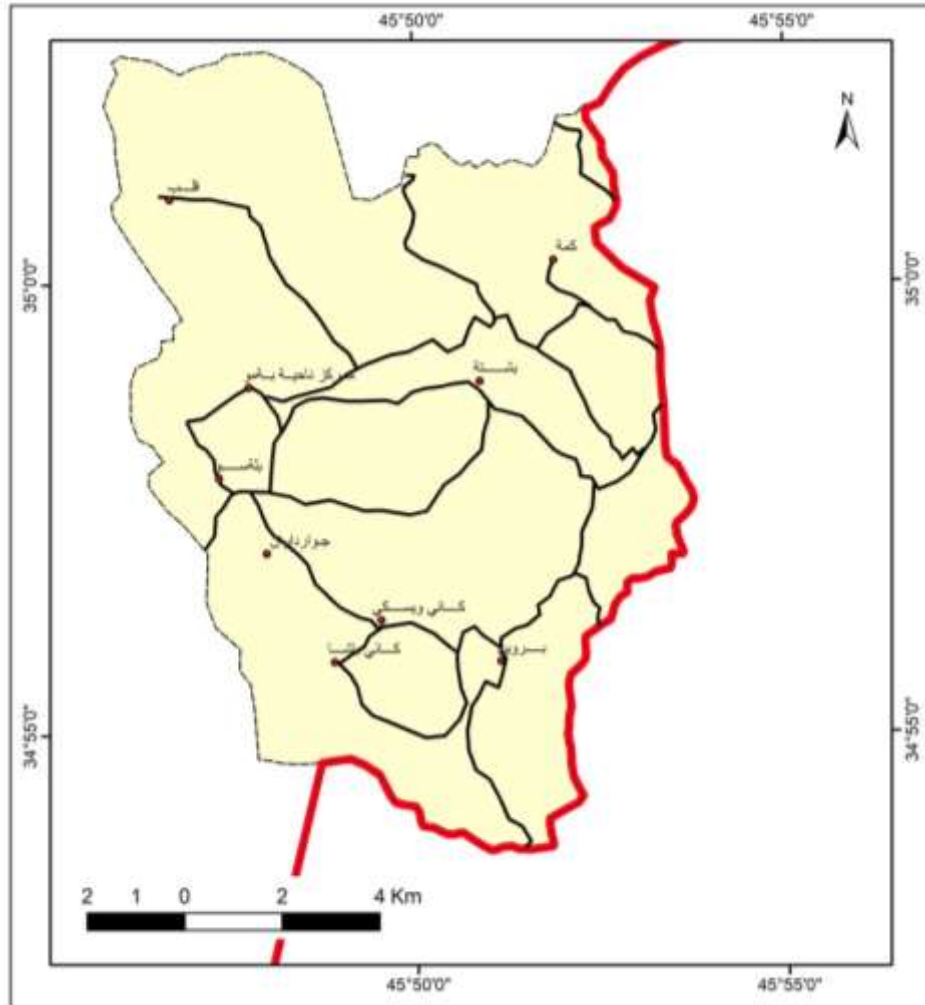
ت	الغطاء الأرضي	المساحة/كم	%
١	الغابات	٦٠.٢	٤٦.٤
٢	أراضي جرداء	٥١.٢٣	٣٩.٥
٣	الحشائش والاعشاب	١٥.٧	١٢.١
٤	أراضي مزروعة	٢.٥٥	٢
	المجموع	١٢٩.٦٨	١٠٠

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على خارطة أصناف الغطاء الأرضي رقم (٨)

باستثناء 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 بقمو(كليجال) بالإضافة الى ثمانية قرى تابعة لهذه الناحية وهي (قري قلب، گمه، پشته، بهلهسو، چوارداران، كاني ويسكي، كاني پاشا، بهروين)، 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 الرئيسية ومراكز القرى أو بين القرى نفسها. الخارطة رقم (٩).

خارطة رقم (٩) شبكة الطرق والمستوطنات السكنية في منطقة الدراسة



المصدر من عمل الباحث اعتماداً على : إقليم كردستان العراق، وزارة التخطيط، مديرية المعلومات و الخرائط، قسم (GIS)، سنة ٢٠١٠.

٦/ المعايير المستخدمة

من أجل تحديد المناطق الملائمة للمستجمعات المياه وعمليات الحصاد المائي هناك عدة معايير تتعلق بالخصائص الطبيعية للمنطقة وتحدد مدى ملائمة المنطقة لإنشاء مستجمعات المياه، ومن أهم هذه المعايير: (٨)

١. يجب أن تكون بعيدة عن الشقوق والفواصل بمسافة ١٠٠ م.
 ٢. يجب أن يكون فوق الانحدار المعتدل الى القليل.
 ٣. من ناحية الطباقية يفضل الترسبات الصخور الرملية أو المناطق التي تقل فيها ترشح المياه.
 ٤. من الناحية التضاريسية يفضل الأماكن السهلية ذات التضاريس المعتدلة.
 ٥. يجب أن تكون قريبة من المجاري المائية والأراضي الزراعية.
- تتباين أهمية كل معيار في تحديد الملائمة المكانية لعمليات الحصاد المائي وتتمثل المعايير المستخدمة في هذه الدراسة بـ (الانحدار ، الأمطار الساقطة، تراكم الجريان، شبكة التصريف، التكوينات الجيولوجية، الاشكال التضاريسية، الغطاء الأرضي، الارتفاع عن مستوى سطح البحر، شبكة الطرق والمستوطنات البشرية). وأعطى لكل معيار من هذه المعايير أوزان حسب أهميتها، فاعطيت لكل من معايير (الانحدار ، تراكم الجريان والشبكة التصريفية) قيمة (٢٠%) لكل منهم، ومعيارى الاشكال التضاريسية والغطاء الأرضي (١٠%). اما المعايير الأخرى فاعطى لكل منها (٥%).
- ويصنف كل معيار من هذه المعايير الى عدد من الأصناف حسب درجة ملائمتها المكانية لعمليات الحصاد المائي، واطعيت لكل صنف وزن نسبي حسب دورها في تحديد الملائمة المكانية. كما يظهر من الجدول (٤).

٧/ النتائج والمناقشة:

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

٧-١/ الملائمة المكانية حسب المعايير المستخدمة:

١. معيار كمية الأمطار الساقطة: تعتبر كمية الأمطار الساقطة من العوامل المحددة لعمليات الحصاد المائي، حيث يجب أن لا تقل كمياتها عن (٥٠) ملم سنوياً. (٩).

وبما أن كمية الأمطار السنوية في منطقة الدراسة أكبر بكثير من هذه الكمية، حيث تستلم منطقة الدراسة كميات من الأمطار تتراوح بين (٦٥٢ - ٦٦٩) 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.

٢. معيار الانحدار : يظهر من الخارطة رقم (١٠) إنّ مستويات المساحة الملائمة لعمليات الحصاد المائي حسب معيار الانحدار تتدرج بين ثلاث مستويات. المتوسطة بنسبة (٤٠.٢٨%)، والمرتفعة بنسبة (٣٣.٨٠%) والمرتفعة جدا بنسبة (٣.٧١%) من مساحة المنطقة، بينما بنسبة (٣.٧٣%) من المساحة مستوياتها منخفضة والمنخفضة جداً حسب معيار الانحدار .

٣. معيار تراكم الجريان: إنّ مستويات الملائمة لعمليات الحصاد المائي حسب معيار تراكم الجريان يجب إنّ يكون ضمن الجهات التي تتميز بارتفاع تراكم الجريان فيها.^(١٠) من الخارطة رقم (١١) يتضح إنّ نسبة (٠.٤٩%) من مساحة المنطقة ذات مستويات ملائمة لعمليات الحصاد المائي تتدرج بين مستويات المرتفعة جداً (٠.٢١%). المرتفعة والمتوسطة بنسبة (٠.٠٧) لكل منهما. يرجع انخفاض 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 (٩٩.٢٥%) من مساحة منطقة الدراسة،

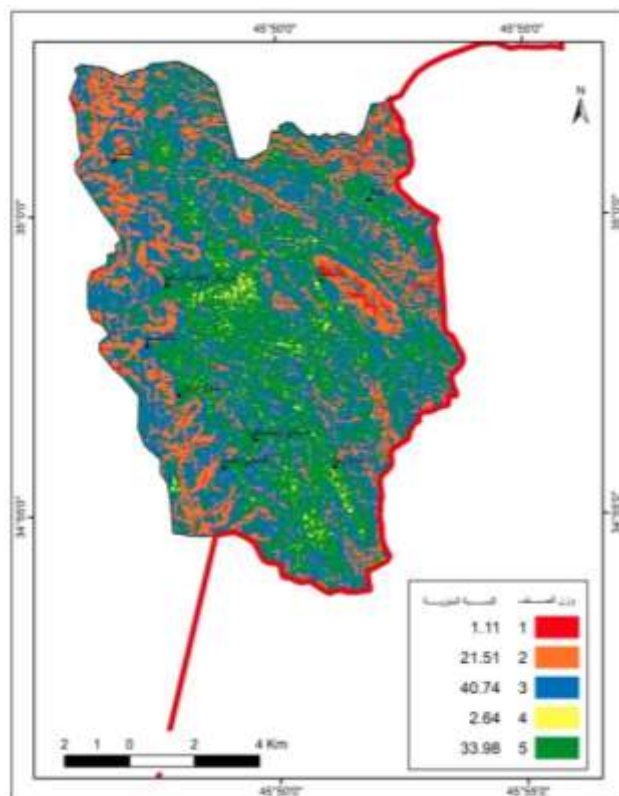
٤. معيار شبكة الجريان: تظهر دور الشبكة التصريفية في عمليات الحصاد المائي من خلال بيان المواقع الملائمة لهذه العمليات فيجب إنّ تقع مباشرة على احدى مجاري ضمن الشبكة، او إنّ لا تبعد عن المجاري مسافة (٥٠)م. فمن الخارطة رقم (١٢) يتبين إنّ المساحة الملائمة شكلت نسبة (٣٩.٠٧%). توزعت بين المستويات: المتوسطة (١٨.٣٤%)، والمرتفعة جداً (١١.٢٣%)المرتفعة (٩.٥٠%) من مساحة منطقة الدراسة. والمستويات ذات الملائمة المنخفضة جداً والمنخفضة شكلتا نسبة (٤٤.٩٢% و ١٥.٩٨%) لكل منهما.

جدول (٤) المعايير المستخدمة وأوزانها النسبية

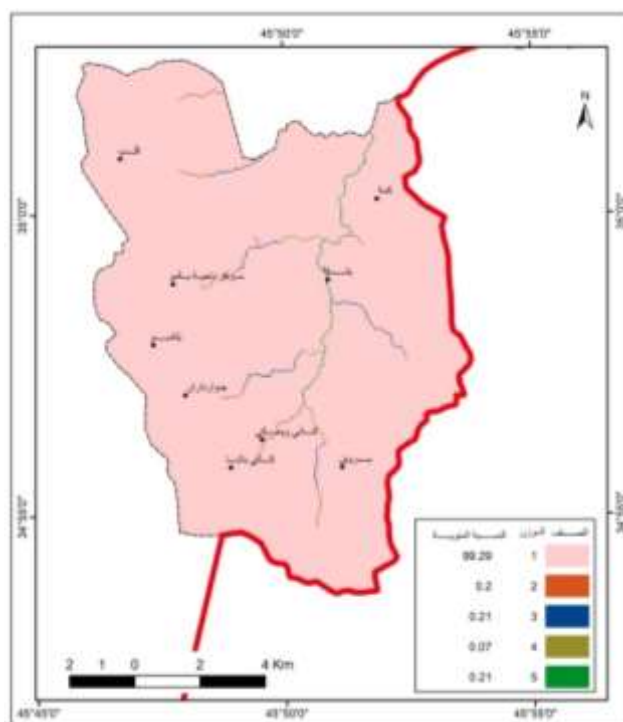
ت	المعيار المستخدم	الوزن النسبي %	اصناف المعيار	وزن الصنف
١	الإنحدار	٢٠	١٩-٠	٤
			٧.٩-٢	٥
			٨.١٥.٩	٣
			٢٩.٩-١٦	٢
			اكتر من ٣٠	١
٢	تراكم الجريان	٢٠	٥٠٠٠٠٠	١
			١٠٠٠٠-٥٠٠٠	٢
			٢٠٠٠٠-١٠٠٠٠	٣
			٣٠٠٠٠-٢٠٠٠٠	٤
			اكتر من ٣٠٠٠٠	٥
٣	شبكة الجريان	٢٠	البعد ٥٠ م	٥
			البعد ١٠٠ م	٤
			البعد ١٥٠ م	٣
			البعد ٢٠٠ م	٢
			اكتر من ٢٠٠ م	١
٤	الأشكال التضاريسية	١٠	السهول	٥
			التلال المنخفضة	٤
			التلال المفتوحة الواطنة	٣
			الجبال الواطنة والتلال العالية	٢
			الجبال العالية	١
٥	الغطاء الأرضي	١٠	اراضي زراعية	٥
			الحشائش والاعشاب	٤
			اراضي الجرداء	٣
			الغابات	٢
			بالامبو، كوميتان، بيلاسبي،	٣
٦	التكوينات الجيولوجية	٥		

ت	المعيار المستخدم	الوزن النسبي %	اصناف المعيار	وزن الصنف
			جر كس	
			شيرانش، كولوش	٤
٧	الارتفاع عن مستوى سطح البحر	٥	اقل من ٨٠٠ م	٥
			٨٠٠-١٠٠٠	٣
			١٠٠٠-١٢٠٠	٢
			اكتر من ١٢٠٠	١
٨	شبكة الطرق	٥	٢٥٠ م	١
			٢٥٠-٥٠٠	٣
			٥٠٠-٧٥٠	٤
			٧٥٠-١٠٠٠	٥
			اكتر من ١٠٠٠ م	٢
٩	المستوطنات السكنية	٥	٢٥٠ م	٠
			٢٥٠-٥٠٠	٣
			٥٠٠-٧٥٠	٤
			٧٥٠-١٠٠٠	٥
			اكتر من ١٠٠٠ م	٣

خارطة رقم (١٠) الملائمة المكانية حسب فئات الانحدار



خارطة رقم (١١) الملائمة المكانية حسب تراكم الجريان السطحي



٥. معيار الأشكال التضاريسية: يظهر من الخارطة رقم (١٣) إنَّ المساحة الملائمة لعمليات الحصاد المائي حسب معيار الاشكال التضاريسية شكلت نسبة (٣٤.٣٨%) من مساحة المنطقة. توزعت هذه النسبة بين المستويات: المتوسطة (٢٧.٨٢%)، المرتفعة (٤.٢٩%) و المرتفعة جداً (٢.٢٧%) من مساحة المنطقة. وشكل المستويين المنخفضة والمنخفضة جداً نسبة (٦٥.٥٩%) من مساحة منطقة الدراسة.

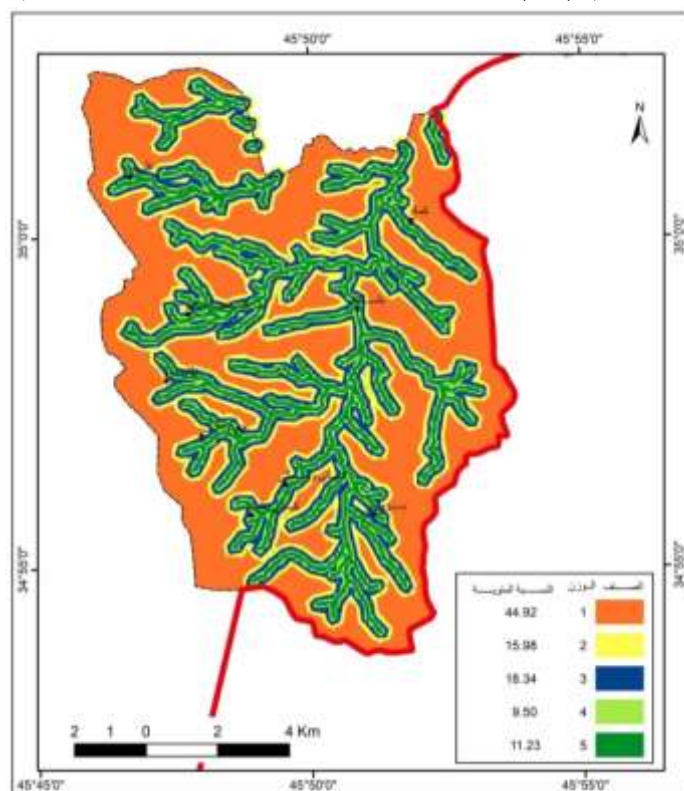
٦. معيار الغطاء الأرضي: يظهر من الخارطة رقم إنَّ اكثر من نصف مساحة منطقة الدراسة (٥٢.٩٦%) ملائمة لعمليات الحصاد المائي حسب معيار الغطاء الأرضي. تتوزع هذه النسبة بين المستويات: المتوسطة (٤٠.٤٤%)، المرتفعة (١٠.٨%) و المرتفعة جداً (١.٧٢%) من مساحة المنطقة. وشكل مستوى الملائمة المنخفضة نسبة (٤٧.٠٢%) من مساحة منطقة الدراسة.

٧. معيار التكوينات الجيولوجية: يفضل إنشاء أنظمة الحصاد المائي ضمن التكوينات التي تتميز بانخفاض مساميتها ونفاذيتها من أجل تجميع المياه. وعلى الرغم من ذلك فإنَّ عمليات الحصاد المائي يمكن اجراؤها فوق أنواع مختلفة من التكوينات الجيولوجية الجوفية لأنَّ تسرب المياه من العوامل الاساسية في تغذية المياه الجوفية وهي إحدى أهداف عمليات الحصاد المائي، و يتبين من الخارطة رقم (١٥) إنَّ التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة تصنف ضمن مستويين الامكانية المتوسطة والعالية لعمليات الحصاد المائي. وقد بلغت نسبة مساحة المستوى ذات امكانية متوسطة (٥٦.١٥%). والمستوى ذات امكانية عالية نسبة (٤٣.٨٥%).

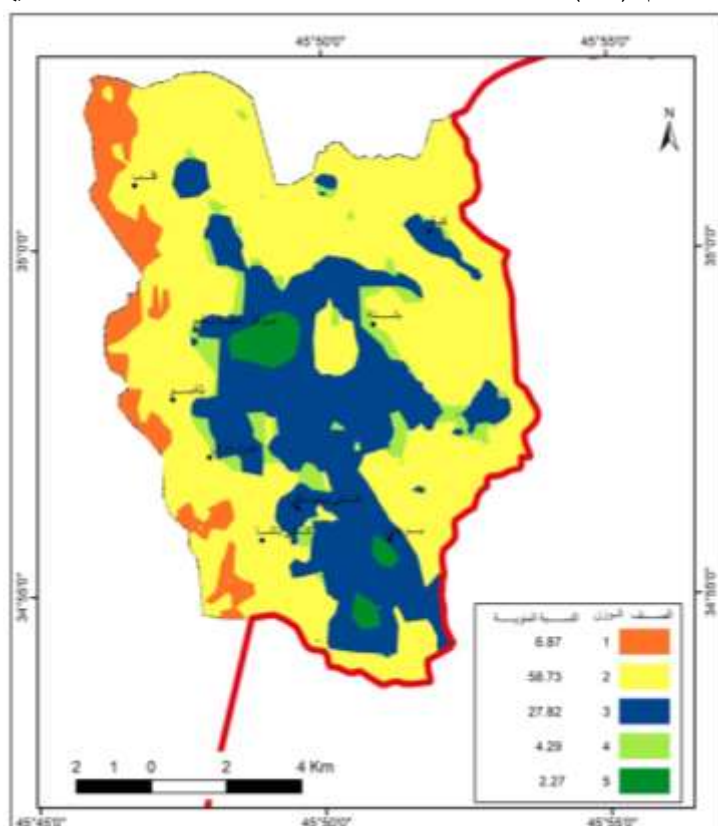
٨. معيار الارتفاع عن سطح البحر: يظهر من الخارطة رقم (١٦) إنَّ المساحة الملائمة لعمليات الحصاد المائي حسب معيار الارتفاع عن سطح البحر تشكل نسبة (٨٨.٣٦%) من مساحة منطقة الدراسة. تتوزع بينمستوى المرتفعة جداً بنسبة (٥٢.٨٧%)، والمتوسطة بنسبة (٣٥.٤٩%). بينما نسبة (١١.٦٢%) من المساحة مستوياتها منخفضة ومنخفضة جداً حسب الارتفاع عن مستوى سطح البحر.

٩. معيار شبكة الطرق: تعتبر الطرق من المنشآت الحيوية لذا يفضل إنَّ لاتقع مواقع مستجمعات المياه في عمليات الحصاد المائي على الطرق الرئيسية بمسافة (٢٥٠)م. فمن الخارطة رقم (١٧) يتبين إنَّ المساحة الملائمة شكلت نسبة (٥٠.٧%). توزعت بين المستويات: المتوسطة (٢١.٧٢%)، والمرتفعة (١٦.٥٣%)، والمرتفعة جداً (١٢.٤٥%) من مساحة منطقة الدراسة. والمستويات ذات الملائمة المنخفضة جداً والمنخفضة شكلتا نسبة (٢٦.٩٢% و ٢٢.٣٦%) لكل منها.

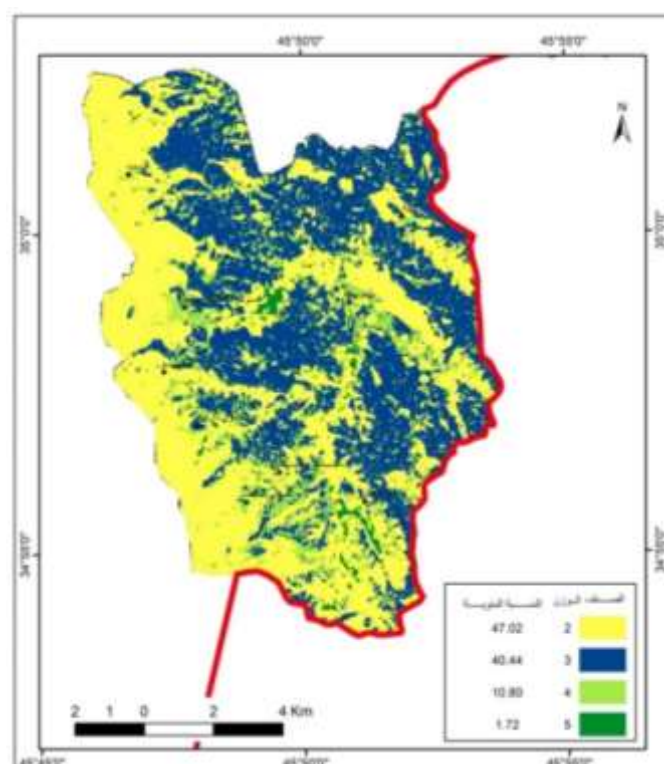
خارطة رقم (١٢) الملائمة المكانية حسب معيار شبكة الجريان



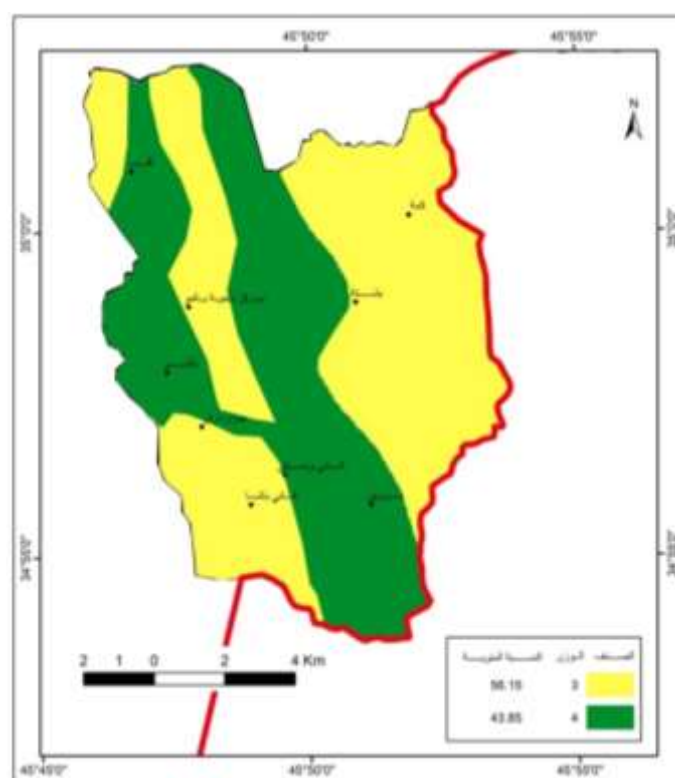
خارطة رقم (١٣) الملائمة المكانية حسب معيار الاشكال التضاريسية



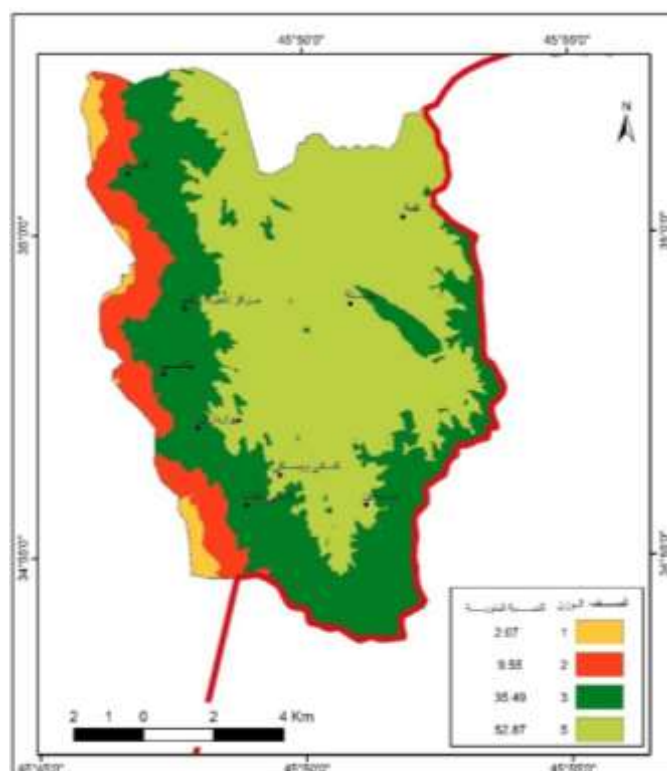
خارطة رقم (١٤) الملائمة المكانية حسب معيار الغطاء الأرضي



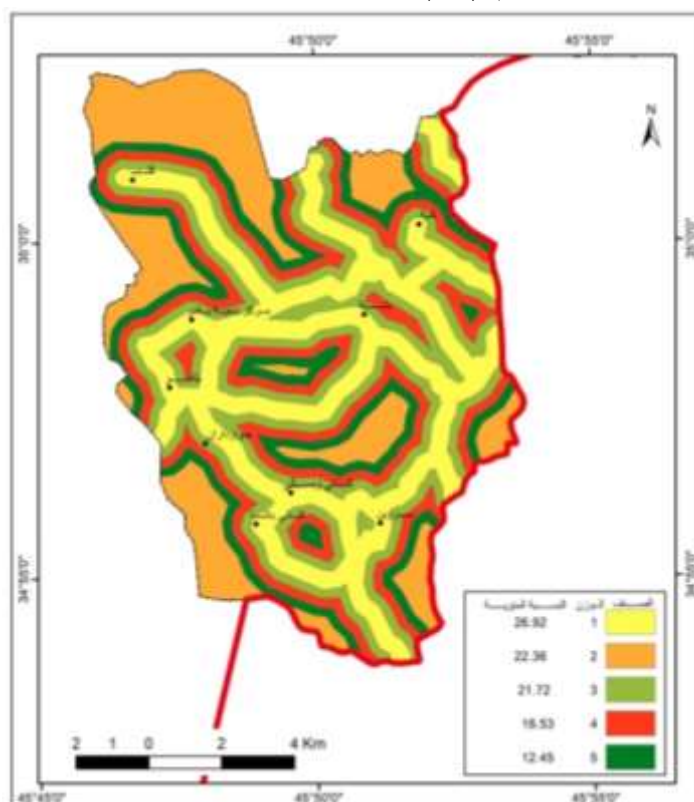
خارطة رقم (١٥) الملائمة المكانية حسب التكوينات الجيولوجية



خارطة رقم (١٦) الملائمة المكانية حسب معيار الارتفاع عن مستوى سطح البحر

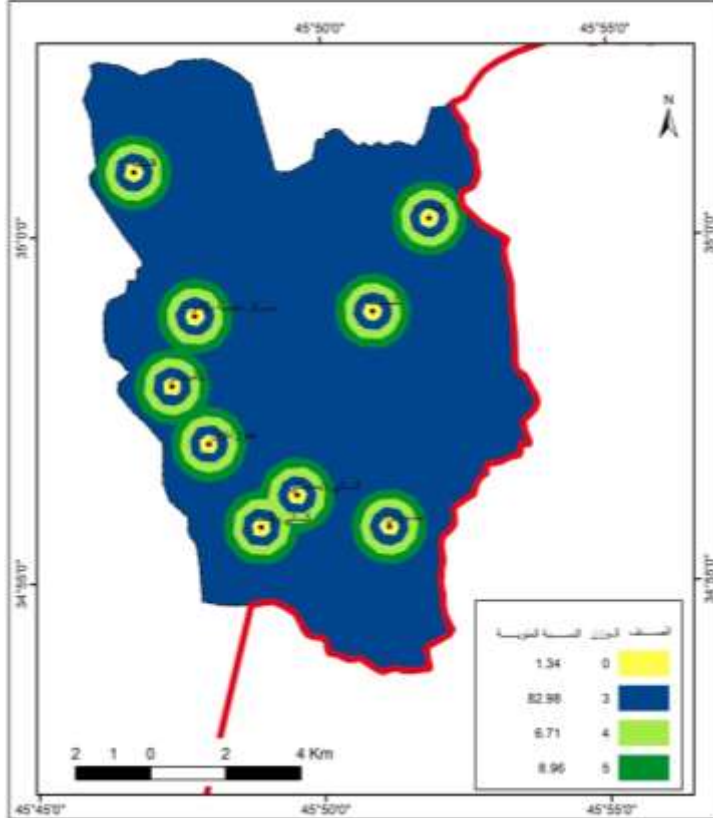


خارطة رقم (١٧) الملائمة المكانية حسب شبكة الطرق



١٠. معيار المستوطنات السكنية: يظهر من الخارطة رقم (١٨) إنَّ أغلب مساحة المنطقة ملائمة لعمليات الحصاد المائي حسب معيار البعد عن المستوطنات السكنية تشكل (٩٨.٦٥%) من مساحة منطقة الدراسة. تتوزع بين مستويات: المتوسطة (٨٢.٩٨%)، المرتفعة جداً (٨.٩٦%) والمرتفعة (٦.٧١%). والنسبة الباقية عبارة عن اماكن غير ملائمة تشكل (١.٣٤%) من مساحة منطقة الدراسة.

خارطة رقم (١٨) الملائمة المكانية حسب معيار المستوطنات السكنية



٧-٢ / 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 (١٩).

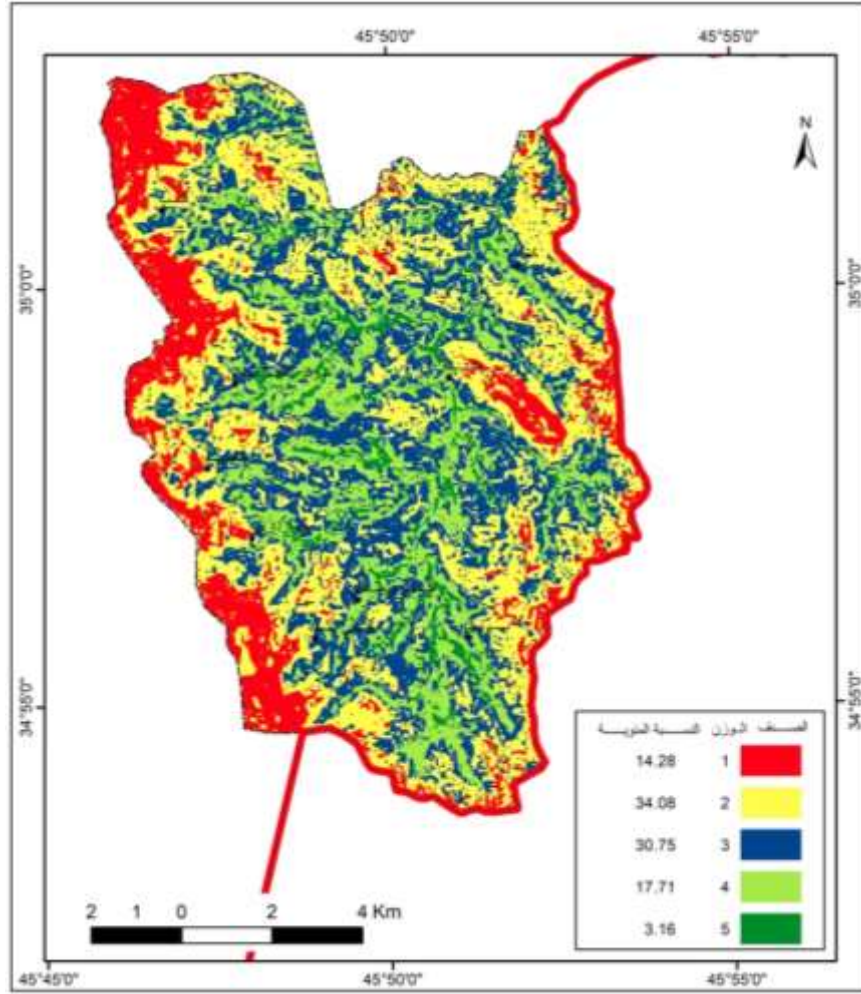
تبلغ المساحة الملائمة لعمليات الحصاد المائي نسبة (٥١.٦٢%) من مساحة منطقة الدراسة. تتوزع هذه النسبة بين المستويات: المتوسطة (٣٠.٧٥%)، المرتفعة (١٧.٧١%) والمرتفعة جداً (٣.١٦%). تظهر المساحة الملائمة بمستوياتها الثلاث بصورة واضحة في الاقسام الوسطية من الحوض وخاصة مع امتداد الوديان والاراضي المجاورة. فالأراضي 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 تقنيات حصاد المياه الكبيرة أو ذات الطاقة الاستيعابية الكبيرة نسبياً، تستخدم مياه الحصاد هنا لأغراض متعددة منها الزراعة وتربية الحيوانات والأغراض المنزلية.^(١١)

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 وتقنيات الحصاد المائي المستخدمة في هذا النوع تقتصر على اساليب بسيطة أهمها (الحواجز، والبرك ذات الاعماق الضحلة).^(١٢).

تبلغ نسبة الاراضي ذات ملائمة منخفضة (٣٠.٠٨%) . والمنخفضة جداً (١٤.٢٨%) . ينتشر هذان الصنفان في أطراف منطقة الدراسة، وهي مناطق جبلية مرتفعة أو منحدرات سفوح الجبال، فعلى الرغم من ملائمتها المنخفضة لعمليات الحصاد المائي الصناعي حسب المعايير المستخدمة، إلا إنها ذات أهمية كبيرة من حيث كونها مناطق التغذية للأماكن الأخرى الواقعة داخل المنطقة، فهذه المنطقة الجبلية تسقط فيها الأمطار والثلوج فتتساب وتتدفق مياهها في قنوات ابتداءً من خطوط تقسيم المياه عند قمم المرتفعات والمنحدرات وعلى طول المنحدر أو واجهته لتتجمع المياه في الوديان الموجودة بين تلك المرتفعات. إضافة الى دورها في التغذية الجوفية للمياه حيث تتواجد ضمن اقدام تلك المرتفعات عدد من الينابيع المائية التي يستفيد منها سكان المنطقة.

خارطة رقم (١٩) الملائمة المكانية لعمليات الحصاد المائي في منطقة الدراسة



الاستنتاجات/ توصلت الدراسة الى الاستنتاجات الآتية:

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

٤. اعلى نسبة (٣٠.٧٥%) من مساحة منطقة الدراسة ذات ملائمة متوسطة لعمليات الحصاد المائي، ونسبة (١٧.٧١%) ذات ملائمة عالية، يمكن إنشاء تقنيات حصات المياه الخاصة بتجميع المياه في نفس منطقة التغذية منها الحواجز والبرك.
٥. بلغت نسبة الاراضي ذات ملائمة المرتفعة جداً (٣.١٦%)، وهي أماكن جيدة لإنشاء السدود الصغيرة كعملية من عمليات الحصاد المائي

المصادر والمراجع:

- (١) ريهام حسن الذوب، حصاد مياه الأمطار باستخدام نظم المعلومات الجغرافية- حالة تطبيقية- الجزء الجنوبي الغربي من محافظة خليل، رسالة ماجستير، جامعة بيرزيت فلسطين، ٢٠١٢، ص ٣٨.
- (2) Zoran stevanovic, Miroslava morkovic, Hydrology of Northern Iraq, Vol, 2nd Edition, Erbil, 2003.
- (٣) خليل كريم محمد، المياه الجوفية في سهل شهرزور و إمكانات استثمارها (دراسة في الجغرافية الطبيعية)، رسالة ماجستير، جامعة السليمانية، ٢٠٠٨، ص ١٤.
- (٤) تحسين عبدالرحيم عزيز، التباين المكاني لمياه الينابيع في محافظة السليمانية، أطروحة دكتوراه، جامعة المستنصرية، ٢٠٠٧ ص ٢٥.
- (٥) عطاء محمد علاء الدين، قضاء هتليجة دراسة في الجغرافية الإقليمية، رسالة ماجستير، جامعة السليمانية، ٢٠٠٧، ص ١٦.
- (٦) فاروق صنع الله العمري، علي صادق، جيولوجية شمال العراق، مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، ١٩٧٧، ص ١٢٢.
- (٧) صمد عبدالله صالح، شيكر دهنوي جوغرافي بؤيهكارهيناني ناوي ژير زهوي له قهزاي چمچمال، نامهي ماستر، زانكوي سليمان، ٢٠١٥، ل ٩.

(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.

(١٠) تحسين عبد الرحيم عزيز، هونقر عبدالله كاك أحمد، امكانيات حصاد المياه (السدود الصغيرة) في مرتفعات شربوت بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية والتحسس النائي، المجلد الدولية للبيئة والمياه، المجلد (٣)، العدد (٢)، ٢٠١٤، ص ٢٨.

(١١) عاطف علي حامد الخرابشة، عثمان محمد غنيم، الحصاد المائي في الاقاليم الجافة وشبه الجافة في الوطن العربي، دار صفاء للنشر، عمان، ٢٠٠٨، ص ٧٢.

(١٢) عاطف علي حامد الخرابشة، عثمان محمد غنيم، الحصاد المائي في الاقاليم الجافة وشبه الجافة في الوطن العربي، دار صفاء للنشر، عمان، ٢٠٠٨، ص ٧٠.

(١٣) حلاو حسين كريم، العلاقة المكانية بين الوحدات التضاريسية والغطاء النباتي في المنطقة الجبلية (محافظة حلبجة نموذجاً)، مجلة جامعة دهوك، المجلد: ٢٢، العدد: ١، ٢٠١٩، ص ٢٦٨-٢٨٣.

(١٤) تحسين عبد الرحيم عزيز، هونقر عبدالله كاك أحمد، امكانيات حصاد المياه (السدود الصغيرة) في مرتفعات شربوت بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية والتحسس النائي، المجلد الدولية للبيئة والمياه، المجلد (٣)، العدد (٢)، ٢٠١٤.

(15) (<https://earthexplorer.usgs.gov>، (٢٠٢١)، 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, Miroslava morkovic, Hydrology of Northern Iraq, Vol, 2nd Edition, Erbil, 2003.
- (3) Khalil Karim Muhammad, Groundwater in Shahrzour 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