مجلة التربية للعلوم الانسانية

مجلة علمية فصلية محكّمة، تصدر عن كلية التربية للعلوم الإنسانية / جامعة الموصل

السدود المقترحة لحصاد المياه في حوض نهر الكومل شمال العراق

نوزاد يوسف عبدالرحمن [1] **فواز حميد حمو** [2]

جامعة الموصل / كلية التربية للعلوم الانسانية / قسم الجغرافيا / الموصل – العراق [1، 2]

معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام : 2024/12/24

تاريخ المراجعة : 2025/1/18

تاريخ القبول : 2025/1/28

تاريخ النشر : 2026/5/1

الكلمات المفتاحية :

حصاد المياه، حوض الكومل، منطقة المستجمع، السدود، الشبكة المائية

معلومات الاتصال

نوزاد يوسف

nowzad.22ehp147@student.uomosul.edu.iq

الملخص

إنَ تنمية الأحواض واستخدامها بالشكل الأمثل هو أحد الحلول الناجحة لتحسين الوضع المائي في الأحواض المائية، تمَ اختيار حوض نهر الكومل شمال العراق بهدف تحديد المواقع المناسبة لإنشاء السدود من أجل تحسين وإدارة الموارد المائية لتحقيق التنمية المستدامة في هذا الحوض، الذي يمتد على مساحة (926.29) كم2 وبطول يصل إلى (87) كم. لتحقيق الهدف من الدراسة تمَ الاعتماد على الخريطة الطبوغرافية والخريطة الجيولوجية وخريطة التربة وخريطة الشبكة المائية إلى جانب الدراسات الحقلية، والمعطيات المناخية للأعوام (2010–2022) حيثُ بلغَ مجموع المطر السنوي لمحطات منطقة الدراسة بين (700 – 850) ملم. كما تمَ استخدام برنامج Arc GIS 10.8 وبرنامج Google Earth Pro والزيارات الميدانية من أجل تحديد أفضل المواقع للسدود المقترحة. فكانت أفضل المواقع المقترحة ضمن المناطق الجبلية العالية عندَ مناطق الخوانق الجبلية، بالإضافة إلى سدود صغيرة في المناطق الدنيا من الحوض التي تتميز بأراضي سهلية منبسطة. تمَ التوصل في هذهِ الدراسة إلى استحداث خارطة للمواقع المثلى للسدود وحدود خزاناتها المائية في حوض نهر الكومل

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/).

Journal of Education for Humanities

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

Proposed dams forWater harvesting in the Komel River Basin-northern Iraq

Nozad Yousef Abdulrahman [1] **Fawaz Hamid Hamou** [2]
University of Mosul / College of Education for Humanities / Department of Geography / Mosul - Iraq[1,2]

Article information

Received : 24/12/2024
Revised 18/1/2025
Accepted : 28/1/2025
Published 1/5/2026

Keywords:
water harvesting, Komal basin, catchment area, Dams, Water network

Correspondence:
Nozad Yousef
nowzad.22ehp147@student.uomosul.edu.iq

Abstract

Developing and optimizing ponds is one of the successful solutions to improve the water situation in ponds. A pond was chosen. The Komel River in northern Iraq, with the aim of identifying suitable sites for the establishment of the Dams for improving and managing water resources Q Sustainable development in this basin, Which extends over an area of (926.29) km2With a length of up to (87) km. To achieve the goal of the study, the topographic map, the geological map, the soil map, and the water network map were relied upon, in addition to field studies and climate data for the years (2010-2022), where the total annual rainfall for the stations reached Study area between (700 - 850)mm The program was also used. Arc GIS 10.8And the program Google Earth Pro And field visits to determine the best locations for the proposed dams. The best proposed sites were within the high mountainous areas near the mountain gorges, in addition to small dams in the lower areas of the basin, which are characterized by flat plain lands. This study resulted in the development of a map of the optimal sites for dams and the boundaries of their water reservoirs in the Komal River Basin

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/).

مقدمة :

تُعد المصادر المائية لأحواض التصريف الموسمية الجريان وخصائصهِ المورفومترية وطبيعتهِ الجيولوجية من الأمور المهمة في تنمية وإدارة مصادر المياه ضمن الأقاليم التي تعاني من شحة في المياه، وفي السنوات الأخيرة ازدادت الحاجة لتوفير كميات من المياه وبشكل مستمر، ذلك لمواكبة النمو السكاني والتقدم الاقتصادي إلى جانب التغيرات المناخية، لذا بدأ الاهتمام بشكل كبير لمفهوم الحصاد المائي وخزن مياه الأمطار والسيول في مواسم الهطول المطري، للاستفادة منها في مواسم الجفاف وشحة المياه، ويمثل حوض نهر الكومل الواقع في شمال العراق، أحد الموارد الطبيعية الحيوية التي تدعم التنمية المستدامة في العراق والمنطقة، ويعد مصدراً مهماً يمكن أن يوفر أمدادات مائية إضافية، نظرًا لما يتميز بهِ الحوض من إمكانات مائية يمكن أن تساهم في تعزيز الأمن المائي والزراعي، حيث يهدف إلى تحسين استغلال مياه الأمطار والجريان السطحي لتحقيق الاستخدام الأمثل للموارد المائية المتاحة في المنطقة.

مشكلة البحث:

تكمن مشكلة الدراسة بأن المنطقة تمرُ في فصل الصيف بفترة جفاف وتحديداً في أشهر (حزيران، تموز، آب، أيلول)، وفي ظل التغيرات المناخية تنقطع الإيرادات المائية بالكامل مما يجعل منطقة الدراسة تعاني من شحة بالمياه، لذا تضافرت الجهود للارتقاء بمستوى الموارد المائية وتوفير ما من شأنهِ ضمان الحياة في المنطقة وذلك من خلال إقامة العديد من السدود بمختلف أنواعهِ وتحقيق الاستفادة القصوى من هذهِ السدود، فمن هنا تبرز التساؤلات التالية :

1- ما هي المؤهلات الطبيعية التي تتصف بها حوض الدراسة والتي يمكن أن يخدم في تقنية حصاد المياه في المنطقة.

2- هل بالإمكان تجميع مياه الأمطار الساقطة في فصل الشتاء في حوض الدراسة واستثمارها؟

3- كيفَ يتم توظيف تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تحديد مواقع السدود؟

4- ماهي الخطوات الأساسية في تحليل واختيار مواضع ملائمة لأنشاء السدود لتجميع مياه الأمطار؟

فرضية البحث:

1- يفترض البحث بأنّ عملية الحصاد المائي هو الحل الأمثل لاستخدام مياه الأمطار على نحو أفضل ومفيد فهو يشكل زيادة في كمية المياه المتاحة وتقلل من أثار الجفاف، وأنّ أفضل طرقة لاستغلالها هو أنشاء السدود الكبيرة والسدود الصغيرة حسب الموضع والمنطقة التي يخدمها.

2- أنّ حوض نهر الكومل يمتلك إمكانيات مائية كافية يمكن استغلالها بطرق فعالة عبر تقنيات الحصاد المائي، مما يُسهم في تحسين إدارة الموارد المائية، وزيادة الإنتاج الزراعي، والتخفيف من أثر الجفاف وتذبذب المناخ والموارد المائية في المنطقة.

هدف البحث:

1- تهدف البحث إلى إبراز الخصائص الطبيعية للمنطقة وتوظيفها في اختيار المواقع المناسبة لإنشاء السدود.

2- توفير إطار نظري يساعد أصحاب القرار والجهات المسؤولة في التخطيط وتنفيذ برامج تقنيات الحصاد المائي.

3- توظيف تقنيات الاستشعار عن بعد في حصاد المياه وأهمها اختيار المواقع الملائمة لأنشاء السدود.

منهجية البحث:

من أجل الوصول إلى أهداف الدراسة، تمَ الاعتماد على المنهج التحليلي الذي يعتمد على تحليل المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة لتحليل الخرائط الجيولوجية والخريطة الطوبوغرافية وخريطة التربة لاختيار المواقع المناسبة لأنشاء السدود، والمنهج الوصفي لوصف مخرجات الدراسة.

أهمية البحث:

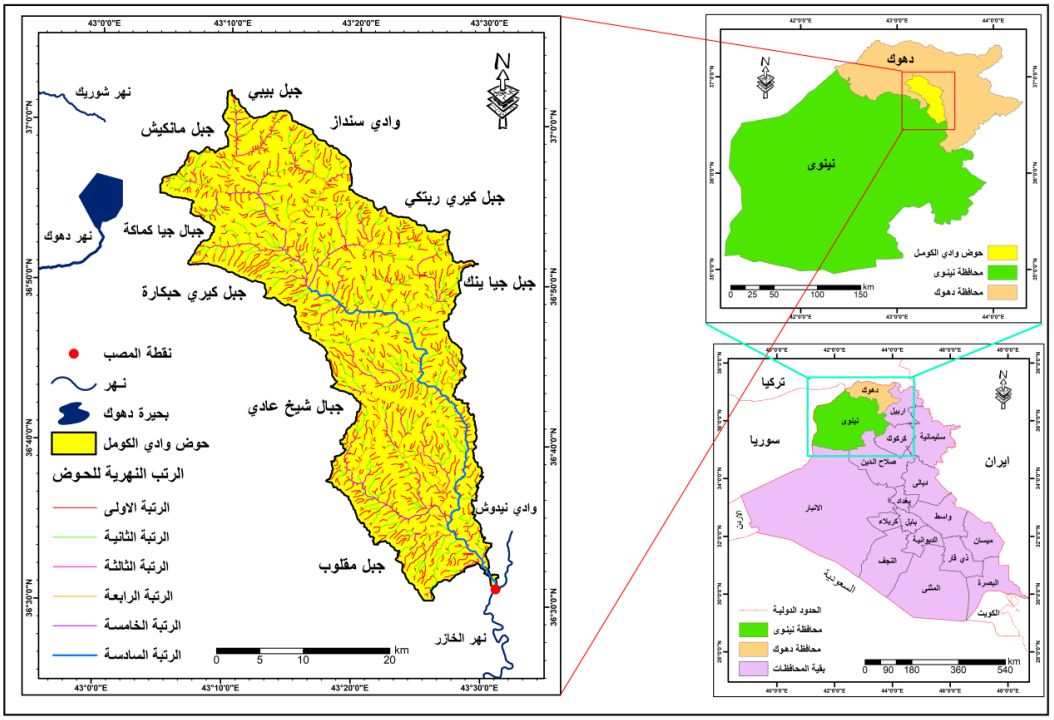
تتجلى أهمية هذا البحث في تسليط الضوء على دور الحصاد المائي في مواجهة تحديات شح المياه، التي تفاقمت في ظل التغيرات المناخية والزيادة السكانية. كما يُسهم في تقديم حلول علمية تدعم تحقيق التنمية المستدامة من خلال إدارة فعالة للمياه في حوض نهر الكومل، مما يعزز من استدامة الزراعة وتحسين معيشة السكان المحليين.

موقع ومساحة منطقة الدراسة :

يقع حوض الكومل في الأجزاء الشمالية من العراق ضمن وحدة المنطقة الجبلية والمتموجة المعروفة ضمن التقسيمات الطبيعية للعراق، وتمتد ضمن الحدود الادارية بين محافظتي نينوى ودهوك. إذ يقع فلكياً بين دائرتي عرض (″43 ′29 º36) و(″41 ′02 º37) شمالاً، وبين خطي طول (″46 ′03 º43) و(″55 ′31 º43) شرقاً. كما موضح من خلال الخريطة (1). يمتد وادي الكومل امتداداً طولياً تبلغ (87) كم من الشمال إلى الجنوب ليَصُبَّ في نهر الخازر أحد روافد نهر الزاب الكبير، وبعرض تبلغ (14.2) كم.

يُشكّل خط تقسيم المياه للحوض حدودهِ الطبيعية، اذ يشترك بخط تقسيم المياه مع وادي نيدوش من الجهة الشرقية ومع وادي سبندار من الشمال الشرقي وجبال (بيبي، مانكيش) من الشمال وجبال (جيا كماكة، كيري حبكارة، شيخ عادي) من الغرب وجبل مقلوب ونهر الخازر من الجهة الجنوبية. أمَّا مساحة الحوض فتبلغ (926.29 كم^2).

خريطة (1) موقع حوض وادي الكومل من العراق



المصدر: جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الإدارية بمقياس (1:1000000)، بغداد، 2021،

أنموذج الارتفاع الرقمي DEM)، برنامج Arc GIS Desktop V 10.8)

1- الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة :

1-1 الجيولوجيا :

تؤثر البنية الجيولوجية على الحوض النهري ونظام الجريان للنهر، حيثُ تظهر أنّ منطقة الدراسة في أجزائها الشمالية والشمالية الشرقية والأجزاء الوسطى تغطيها في معظمها تكوينات صخرية تعود للزمن الجيولوجي الثالث التي تتميز صخورها بتحمل الأوزان والضغط والعمليات الجيومورفية(Bayan, 2013).

كما توفر فهماً أعمق للعمليات الجيولوجية والتأثيرات البيئية والموارد الطبيعية في هذهِ المنطقة، وتساعد في تحسين التخطيط لغرض التنمية المستدامة.

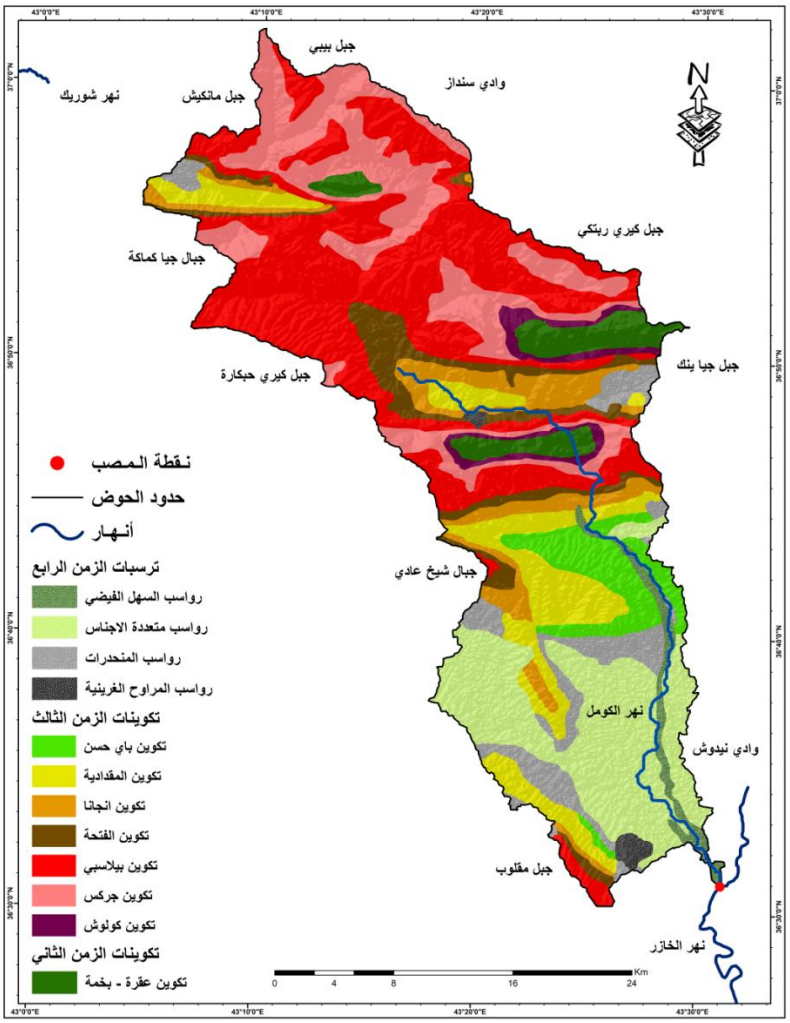
1-1-1 التكوينات الجيولوجية (الطباقية) في منطقة الدراسة :

أبرز التكوينات الجيولوجية التي ظهرت في منطقة الدراسة والتي تنحصر ما بين تكوين(عقرة – بخمة) التابع إلى تكوينات الزمن الجيولوجي الثاني إلى تكوينات الزمن الجيولوجي الرابع والمتمثل بـ(رواسب السهل الفيضي) حسب الخريطة الجيولوجية(2) للمنطقة من الاقدم الى الاحدث، تم تصنيفها بالشكل التالي :

1-1-1-1 تكوينات الزمن الجيولوجي الثاني :

1- تكوين عقرة – بخمة : يشكل التكوينان كتلة سميكة من الحجر الجيري، يعود إلى العصر الكريتاسي الاعلى والذي ينتمي إلى نهاية العصر الجيولوجي الثاني، ويتكون هذين التكوينين من صخور جيرية شعابية وصخور جيرية شعابية أمامية، وتشير بعض الدراسات إلى القول بأن وحدة بخمة أكثر تدلمتاً من وحدة عقرة (Sayab, Abdullah And others,1982).

خريطة (2) التكوينات الجيولوجية المنكشفة في منطقة الدراسة



المصدر : جمهورية العراق وزارة الصناعة و المعادن ، الهيئة العامة للمسح الجيولوجي و التعدين ، ولوحة الموصل الجيولوجية

Nj – 38 - 13 ، بمقياس رسم 1:250000 ، لسنة 1995 ، و مخرجات برنامج Arc GIS Desktop V.10.8 .

2-1-1-1 تكوينات الزمن الجيولوجي الثالث :

1- تكوين كولوش : يعد هذا التكوين من ترسبات الباليوسين، وهو عبارة عن كميات هائلة من احجار وصخور المدملكات والحصى والرمال والتي تعود جميعها إلى عصر الباليوسين والايوسين المبكر والتابعان إلى الزمن الجيولوجي الثالث (Al-Omari And Ali, 1977).

2- تكوين جركس : هو من ترسبات الايوسين وجزء من الباليوسين، ويسمى بطبقات دهوك الحمراء والتي يميل لونها ما بين الأحمر والأرجواني والتي تتواجد في هذه المنطقة، تنوع ما بين صخور سجيليه حمراء وصخور أرجوانية وصخور طينية وصلصال رملي حبيبي مع وجود حصى ورمال ومدملكات وعدسات من الجبس وبقايا اللغنايت وعدسات من الصخور الملحية. (Sayab, Abdullah And others,1982).

3- تكوين بيلاسبي : يعود هذا التكوين الى عصر الايوسين من الزمن الجيولوجي الثالث وهو أكثر انتشاراً في منطقة الدراسة، وهو يتشكل من جزأين علوي وسفلي الجزء العلوي منهُ يتكون من طبقة الحجر الجيري الابيض والرمادي والمارل الطباشيري مع الصوان بينما نلاحظ معدن الكوارتز نحو الاعلى والجزء السفلي من هذا التكوين يتمثل بطبقة من حجر الجيري مع متحجرات من الطحالب أو الصدف والحجر الجيري والدولومايت والحجر الطباشيري مع الصوان. (Jassim and Jeremy, 2006) .

4- تكوين الفتحة : يتبع هذا التكوين ترسبات عصر المايوسين التابع إلى الزمن الجيولوجي الثالث. ومن المعروف أن هذا العصر حدثت فيهِ معظم الحركات الألبية، يتألف هذا التكوين من الانهيدريت والجبس والملح المتداخلة مع الحجر الجيري والمارل، كما ويُعد هذا التكوين ضمن منطقة انتقالية تتكون من الانهيدريت والحجر الطيني والحجر الجيري الرقيق (Jassim and Jeremy, 2006) .

5- تكوين انجانة : يعود هذا التكوين أيضاً لعصر المايوسين، وهو من أكثر ترسبات عصر المايوسين المتأخر انتشاراً في شمال العراق، يحتوي على الحجر الرملي والحجر الطيني والغريني(Mohsen, 2018) .

6- تكوين المقدادية : يعد من تكوينات عصر البلايوسين، يتألف هذا التكوين من طبقات متداخلة من الحجر الطيني الاحمر والحجر الغريني والحجر الرملي، وفي الغالب يتواجد هذا التكوين عند أقدام الجبال، حيثُ تكون لون طبقاتهِ رمادية فاتحة ذات حبيبات ناعمة (Al-Janabi,2016) .

7- تكوين باي حسن : يُعتبر هذا التكوين من ترسبات عصر البلايوسين أيضاً، يتألف التكوين من ترسبات المولاس والمدملكات والحجر الطيني والغريني والحجر الرملي الذي يشكل القسم الاكبر ولاسيما الجزء الاسفل بينما تشكل المدملكات الجزء الاعلى منهُ (Mohsen, 2018) .

1-1-1-3 ترسبات الزمن الجيولوجي الرابع :

1- رواسب المراوح الغرينية : هي من ترسبات عصر البلايستوسين، يتمثل هذا التكوين بوجود الحصى ورمال مخلوطة مع ترسبات حصوية أو على شكل عدسات، ويشترك الغرين والطين الغريني مع الرمال لتكوين المراوح الغرينية بشكل مساحات واسعة في أغلب المناطق المشابة لهذا التكوين (Al-Obaidi,2015) .

2- رواسب المنحدرات : رواسب حديثة تعود لعصر الهولوسين، تُعد من الترسبات المتباينة في خصائصها الشكلية والحجمية التي تتراوح بين الحصى المتباينة مع الرمل والغرين فضلاً عن قطع الحجارة التي تسقط من أعالي المرتفعات ناهيكَ عن الطين وخليط من الرسوبيات (Allawi,2021) .

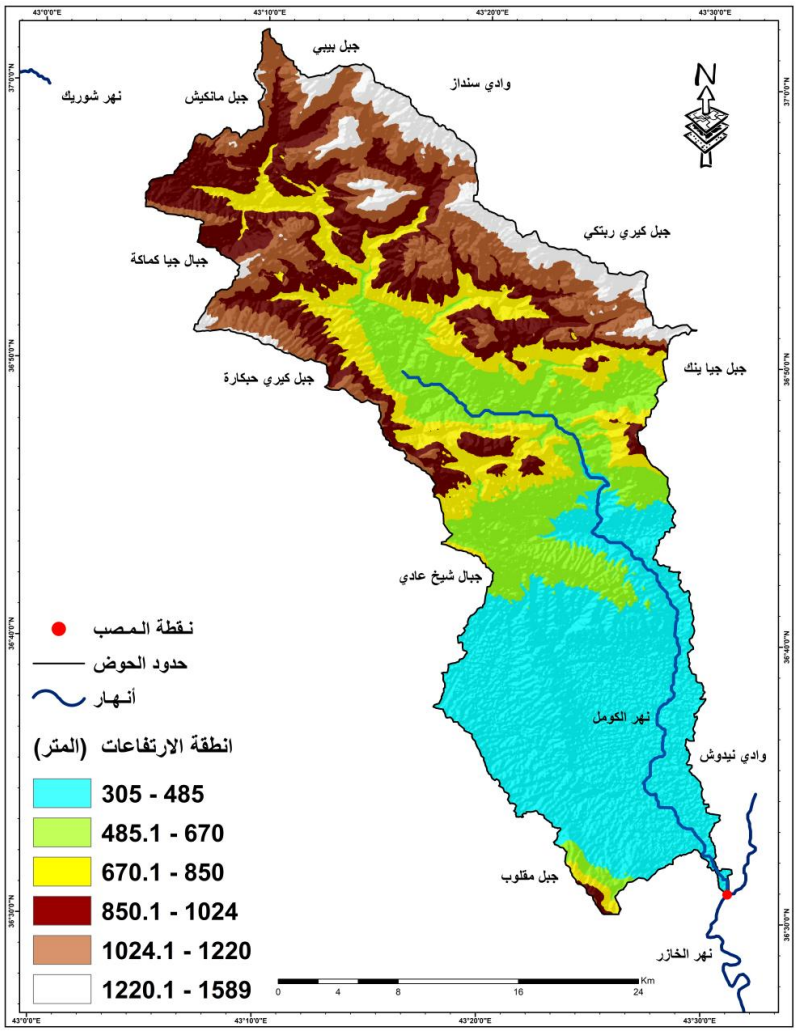
3- رواسب الترب المتبقية : كذلك رواسب حديثة من ترسبات عصر الهولوسين، وهي رواسب مشتقة من الصخور التي تستند عليها وتبقى فوق تلك الصخور فهي تحتوي على المعادن الأولية نفسها الموجودة في صخور الأساس لأنها ناتجة من عملية التجوية الموضعية للصخور ذاتها، حيثُ عُدت القشرة جبسيه في بعض المناطق بسبب احتوائها على نسبة عالية من الجبس الثانوي وتشمل هذه الرواسب مواد رملية وغرينية وطينية مع مفتتات صخرية من حجر الكلس ذات لون بني مصفر الى رمادي (Al-Halbousi,2005) تعتمد بالأصل على صخور الأم التي تستند عليها.

4- رواسب السهل الفيضي : يتراوح عمرها ما بين(البلايستوسين و الهولوسين)، تعد من الرسوبيات الحديثة التكوين والتي تتميز بانبساطها وتتكون من الطين والغرين والرمل، وفي بعض الاحيان يوجد فيها قطع صخرية بحجم الجلاميد ويكون ترسيبها معتمدا على كمية المياه الموسمية الجارية (Al-Maamouri,2016).

1-2 طبوغرافية المنطقة :

إنّ عمليات الرفع وانخفاض لسطح القشرة الأرضية لعبت دوراً مهماً في تشكيل الأحواض المائية الحالية، ظهرَ حوض المنطقة بامتداد طولي من الجنوب من أدنى نقطة لهُ باتجاه الشمال إلى أعلى نقطة وأخذَ الحوض شكل قريب من الاستطالة. ويشمل بامتدادهِ هذا مظاهر عديدة مثل التلال والجبال والوديان والهضاب. تؤدي الخصائص الطبوغرافية دوراً هاماً في تطور الأشكال الأرضية، وتنحصر منطقة الدراسة بين المنطقة الجبلية والمنطقة المتموجة للقسم الشمالي من العراق، التي تتميز بنطاق الارتفاعات المختلفة فقد بلغَ أقصى ارتفاع لهُ (1589) متر فوق مستوى سطح البحر في الجزء الشمالي الشرقي من حوض الدراسة، وتنحدر القيمة بالانخفاض إلى أن يصل أقل ارتفاع لها (305) متر عن مستوى سطح البحر في ادنى نقطة لهُ عندَ مصب نهر الكومل مع نهر الخازر في الجزء الجنوبي لمنطقة الدراسة. كما يمكن أن نميز الارتفاعات من خلال الخريطة(3).

خريطة (3) فئات الارتفاع لمنطقة الدراسة



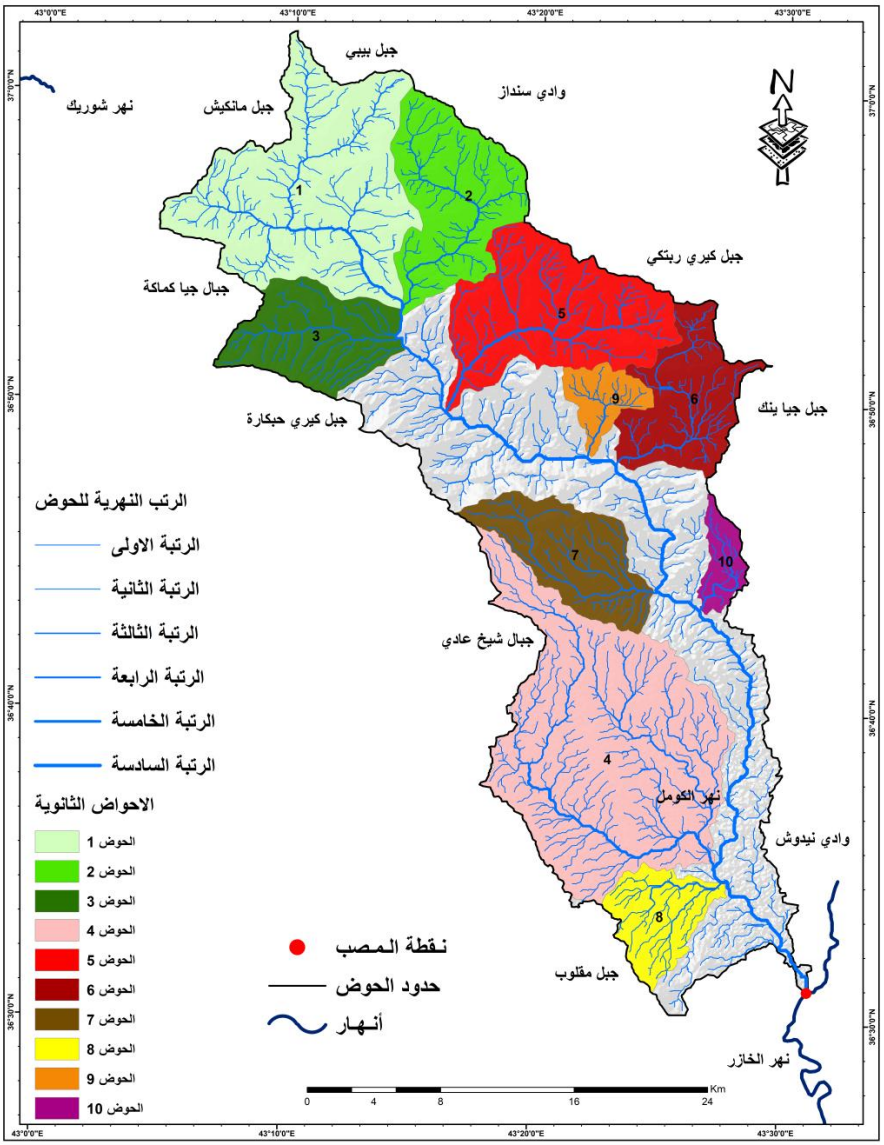
اعتماداً على انموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبدقة تمييزية (30m) ومخرجات برنامج Arc GIS V10.8

3-1 الشبكة المائية :

يضم حوض وادي الكومل العديد من الاودية وشبكات المجاري الموسمية حيثُ يتم عملية حصاد المياه بصورة طبيعية وأيضاً بواسطة تدخل الإنسان عقبَ العواصف المطرية الشديدة أو استمرار الهطول المطري، إذ تتدفق المياه من المناطق المرتفعة نحو المناطق المنخفضة بواسطة شبكة المجاري الموسمية والأودية مشكلةً مجاري مائية تستثمرها المزارعين في الزراعة واستثمار الأراضي، وحصاد المياه بالتدخل البشري واستثمارها في تنمية الحوض(Hassan, 1999)، فتنتهي شبكة التشعب النهري للأودية الموسمية إلى الوادي

الرئيسي والتي تسمى وادي الكومل حيثُ تتجه بجريانهِ نحو الجنوب لتصب عندَ أدنى نقطة لهُ في نهر الخازر، كما موضح من خلال الخريطة (4).

خريطة (4) تشعب الشبكة النهرية في حوض وادي الكومل وأحواضهِ الثانوية



اعتماداً على انموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات برنامج Arc GIS V 10.8

حوض النهر يمثل مساحة من الأرض التي يفصلها عن الأحواض المجاورة الأخرى بخط تقسيم المياه التي تتجمع منها مياه الأمطار لتصب في مجرى واحد. ولعمليات التعرية المائية التي نتجت عن فعل الأنهار على فترات طويلة من الزمن دور كبير في تكوين الشبكات المائية الحالية مكونةً شبكة متشعبة من

المجاري. ويتم حساب التشعب النهري بتقسيم عدد المجاري من مرتبة معينة على عدد المجاري للمرتبة التي تليها وفق المعادلة التالية التي وضعها هورتن.

$$R_b = \frac{N}{N+1} \text{ ..... (Horton,1957)}$$

R_b = نسبة التشعب N = عدد المجاري في مرتبة ما N+1 = عدد المجاري في المرتبة التي تليها

الجدول (1) نسبة التشعب لحوض وادي الكومل الرئيسي و أحواضِهِ الثانوية

الأحواض	نسبة التشعب موزعة لكل رتبتين					معدل التشعب
	½	3/2	¾	5/4	6/5	
1	2.44	8.4	3.34	3	----	2.29
2	2.19	15.67	3	----	----	6.95
3	1.82	14	----	----	----	7.91
4	4.19	3.58	4	3	----	3.69
5	3.90	3.14	3.5	2	----	3.13
6	4.90	2.75	4	----	----	3.88
7	3.69	3.25	4	----	----	3.65
8	3	3	3	----	----	3
9	4.5	2	2	----	----	2.83
10	2.5	3	2	----	----	2.5
الرئيسي	2.18	1.95	22.46	4.34	3	6.79

اعتماداً على المعادلات الرياضية والقياسات المورفومترية ومخرجات برنامج Arc GIS Desktop 10.8

4-1 المناخ :

يتصف المناخ في منطقة الدراسة بالتطرف في عناصرهِ من موسم إلى آخر ومن سنة إلى أخرى مما يؤثر سلباً على الموارد المائية، فدرجات الحرارة العالية والتي تصل إلى أكثر من (40)م° في فصل الصيف وتنخفض إلى ما دون الصفر المئوي في فصل الشتاء في بعض مناطقهِ، ووجود مدى حراري كبير في معدلات درجات الحرارة تنعكسُ على الرطوبة النسبية الواطئة وبالتالي زيادة التبخر خاصةً في فصل الصيف من المسطحات والخزانات المائية، وتقتصر الهطول المطري على موسم واحد فقط، وتحدث تذبذب في الهطول من سنة إلى أخرى كل هذا أدى إلى الحاجة الماسة للسيطرة على الفيضانات القادمة من الأحواض النهرية الموسمية الجريان في السنوات المطيرة للاستفادة منها في مواسم الجفاف، ولهذا جاءت فكرة الدراسة لحصاد وحجز المياه أمام الحواجز والسدود المائية بمختلف أنواعها واستثمارها ضمن منطقة الدراسة.

من خلال ملاحظة الجدول (2) أنّ أعلى معدل لدرجات الحرارة سجل في شهري تموز وآب حيثُ بلغَ (40.3، 41.2)م° على التوالي، وسُجل أقل معدل للحرارة في محطة العمادية في شهري (ك2 وشباط) فبلغَ (-1،

1.4)م° على التوالي، في حين بلغَ المعدل السنوي في محطات منطقة الدراسة العمادية وأتروش وعقرة (16.1، 25.4، 33.5)م° على التوالي. وكانت قيم معدل الأمطار السنوي المسجلة في محطات منطقة الدراسة العمادية، أتروش، وعقرة (851.5، 805.3، 713.5) ملم على التوالي وكما موضح من خلال الجدول (3)، وتمَ الاعتماد على قرينة الجفاف لديمارتون لمعرفة نوعية المناخ وكميات الامطار في منطقة الدراسة.

جدول (2) المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة(م°) العظمى والصغرى لسنوات 2010 - 2022

الفصول	الخريف			الشتاء			الربيع			الصيف			المعدل السنوي
المحطة	أشهر	أيلول	ت1	ت2	ك1	ك2	شباط	أذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	
عمادية	درجات الحرارة الصغرى	15.6	13.3	5.7	2.9	1.0-	1.4	3.8	9.9	13.8	21.3	25.2	26.1	11.5
	درجات الحرارة العظمى	28.7	25.2	14.9	8.4	5.9	8.8	11.4	17.2	24.7	31.6	36.2	34.4	20.6
	معدل العام	22.2	19.3	10.3	5.7	2.5	5.1	7.6	13.6	19.3	26.5	30.7	30.3	16.1
أتروش	درجات الحرارة الصغرى	21.1	16.5	8.6	4.8	1.6	3.6	5.6	11.4	15.9	21.2	26.1	26.5	13.6
	درجات الحرارة العظمى	37.1	29.3	19.3	13.3	8.4	12.9	14.6	23.3	28.7	36.3	40.3	41.2	25.4
	معدل العام	29.1	22.9	14.1	9.1	5	8.3	10.1	17.4	22.3	28.8	33.2	33.9	19.5
عقرة	درجات الحرارة	22.9	16.3	8.6	3.1	1.1	1.6	6.4	10.2	15.8	22.6	26.3	26.1	13.4

الصغرى													
درجات الحرارة العظمى	35.4	26.5	18.3	10.3	7.8	9.2	15.2	20.1	26.6	34.3	40.7	40.9	23.8
معدل العام	29.2	21.4	13.5	6.7	4.5	5.4	10.8	15.2	21.2	28.5	33.5	33.5	18.6

جمهورية العراق حكومة إقليم كردستان، وزارة النقل والمواصلات، مديرية الأنواء الجوية والرصد الزلزالي- دهوك، قسم الإحصاء بينات غير منشورة، 2022.

جدول (3) المعدلات الشهرية للأمطار(ملم) للمدة (2010-2022) في محطات منطقة الدراسة

الفصول		الخريف			الشتاء			الربيع			الصيف			مجموع السنوي
محطات	أشهر	أيلول	ت1	ت2	ك1	ك2	شباط	أذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	أب	
عمادية		4.9	54.1	90.5	115.1	151.4	100.4	175.7	105.7	49.9	2.9	0.9	0	851.5
		149.5			366.9			331.3			3.8			
أتروش		1.8	62.9	89.5	69.7	140.1	129.8	150.2	112.3	45.7	2.8	0.1	0	804.9
		154.2			339.6			308.2			2.9			
عقرة		2.1	29.6	69.6	128.7	147.8	112.7	114.5	75.4	29.8	3.2	0.1	0	713.5
		101.3			389.2			219.7			3.3			

جمهورية العراق حكومة اقليم كوردستان، وزارة النقل والمواصلات، مديرية الانواء الجوية والرصد الزلزالي- دهوك، قسم المناخ، بيانات "غير منشورة"، 2022.

1-4-1 دي مارتون : أستخدم دي مارتون قرينة الجفاف لمعرفة نوعية المناخ وحسب المعادلة التالية (Al Samraai, 2008) :

$$\text{قرينة الجفاف} = \frac{\text{كمية المطر السنوي}}{\text{متوسط درجة الحرارة السنوي} + 10}$$

$$\text{قرينة الجفاف} = 11.77\ \frac{290}{10 + 15.49}$$

على أساس نتائج المعادلة فأن الأقاليم تكون كالتالي :

مناخ جاف = أقل من 5

مناخ شبه جاف = 5 – 10

مناخ شبه رطب = 10 – 20

مناخ رطب = 20 – 30

ظهرت نتائج معادلة ديمارتون عندَ تطبيقهِ للمحطات (العمادية، أتروش، عقرة) (32.62، 27.28، 24.95) على التوالي، وهذا يدل حسب مؤشرات ديمارتون بأنَ المنطقة تقع ضمن المناخ الرطب. وهذا يشجع على حصاد مياه الحوض في موسم التساقط المطري في فصلي الشتاء والربيع والاستفادة منها في فصل الصيف ومواسم الجفاف وقلة التساقط المطري كما في موسمنا الحالي التي تتميز بقلة التساقط .

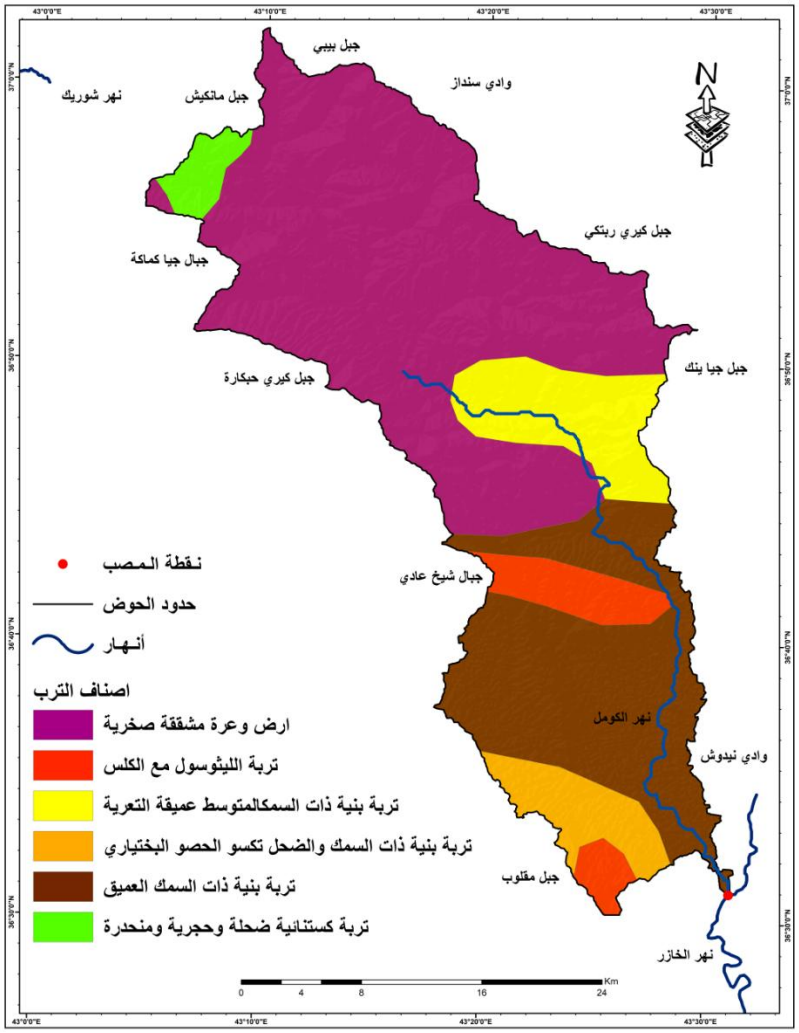
1-5 التربة :

يقصد بها الطبقة المفتتة من القشرة الارضية التي تكونت نتيجة لتفتت الصخور الاصلية عبر أزمنة جيولوجية قديمة بفعل العوامل المختلفة من(ماء وهواء وتجوية وتعرية....) وأكسبها الخصائص الفيزيائية والكيميائية، وهي الطبقة الهشة التي لا تتجاوز عمقها بضع السنتمترات الى بضعة أمتار والتي يعيش بها الإنسان والنبات والحيوان الذي يتأثر بها ويؤثر عليها (Al-Muzaffar, 2016). تتكون التربة من العناصر الناتجة عن التجوية للصخور الأم، تحت تأثير عوامل مناخية وبيولوجية (Anaab, 2006). وانطلاقاً من هذا يمكن تصنيف الترب حسب المكان الذي نشأت فيهِ، وفي حوض وادي الكومل نجد ستة أنواع من الترب حسب الخريطة (5) التي تم استخراجها بالاعتماد على تصنيف وخريطة بيورنك والمعدّة من قبلهِ، وعن طريق برنامج Arc GIS 10.8 من خلال أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM)

2- حصاد المياه في حوض نهر الكومل :

تستند فكرة حصاد المياه على تجميع مياه الأمطار خلال مواسم هطولها وخزنها للاستفادة منها خلال المواسم الجافة وفترات الانقطاع، ويتطلب العمل على حصاد المياه للجريان السطحي في المناطق التي تتميز بمعدلات سقوط مرتفعة، للتعويض عن فترات الانقطاع في مواسم الجفاف وقلة التساقط في المنطقة بالمياه التي يتم حصادها، ويتم عملية حصاد المياه في المناطق التي لا يقل المعدل السنوي لسقوط الأمطار عن (100) ملم.

خريطة (5) أصناف الترب في منطقة الدراسة حسب تصنيف بيورنك (Buringh)



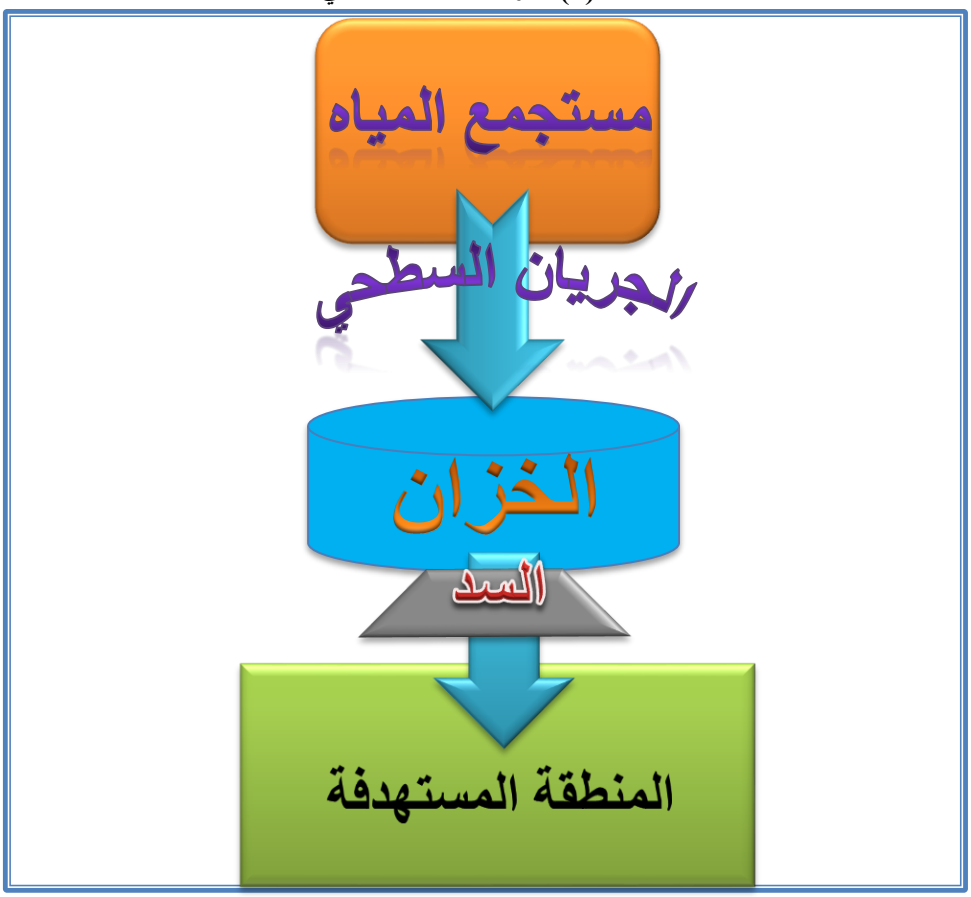
P.Buringh ,1960 , Soil and Soil conditions in Iraq , The Ministry of Agriculture , EXplorist Soil Map of Iraq , Scale 1/1000000 Baghdad .

2-1 مفهوم حصاد المياه :

يُعرف الحصاد المائي بأنهُ تجميع وتحويل وتخزين واستخدام مياه الجريان السطحي الناجمة عن الهطول المطري، ومياه الفيضانات الموسمية لأغراض إنتاجية مختلفة وتقوم فلسفة حصاد مياه الأمطار وحفظ رطوبة التربة على التقليل من انجراف التربة الزراعية ومحاولة إيجاد حلول علمية لاستصلاح الأراضي المنجرفة عن طريق الحد من التدهور لخواصها الطبيعية وتقليل الجريان السطحي وزيادة المخزون المائي للتربة في المناطق المزروعة، إضافةً إلى تجميع مياه الأمطار بوسائل علمية واستعمالها في ري المحاصيل الزراعية وتغذية المياه الجوفية إضافةً إلى استخدامات البشرية الأخرى (Saleh, 2020) .

تتكون الحصاد المائي من عدة خطوات كما موضح من خلال الشكل (1) التالي:

شكل (1) مكونات الحصاد المائي



اعتماداً على برنامج (Word) نقلاً عن المصدر(عادل عبدالله الخفاجي، حصاد المياه، وزارة الزراعة، تقرير غير منشور، 2002، ص60)، تمّ التعديل من قبل الباحث.

إنّ العنصر الرئيسي لتقنيات الحصاد المائي لمياه الأمطار هو النسبة بين مساحة جريان المياه ومساحة المستجمع، حيثُ تكون مساحة جريان المياه مثالية إذا كانَ لها معامل جريان سطحي كافي ومساحة كافية لتجميع المياه.

2-2 أهداف الحصاد المائي :

تُعد تقنية حصاد المياه إحدى أولويات المهمة لتنمية الموارد المائية الموسمية المتمثلة في مياه الأمطار، خاصةً أنّ نهر الكومل من الأنهار الموسمية الجريان، واستخدام هذهِ التقنية يمكن أنّ يلعب دوراً مهماً في حماية القرى والمدن والبنى التحتية والطرق إضافةً إلى حماية المنشآت الحيوية والمشاريع الزراعية من السيول والفيضانات التي تحدث في الحوض والشبكات النهرية لها خلال مواسم الهطول المطري.

كما أنّ الحصاد المائي يهدف إلى تنمية وتأمين واستغلال مصادر المياه الموسمية في الحوض للمساهمة في تحقيق الأمن الغذائي، وتنمية المراعي الطبيعية، والثروة السمكية حيثُ تمَ رصد العديد من أحواض تربية الأسماك على طول مجرى النهر والمناطق المستجمعة للمياه في المنطقة.

تلعب تقنيات حصاد المياه دوراً مهماً في تنمية الموارد المائية واستدامتها وتُعد من أنجح الطرق في تحقيق مجموعة من الأهداف منها (Bayan, 2013) :

1- دعم الأمن المائي في منطقة الدراسة والبلد.

2- حماية المناطق من أخطار السيول والفيضانات التي تحدُث أثناء مواسم الهطول المطري.

3- تكثيف وتنويع وتنمية الموارد الزراعية.

4- تنمية الثروة الحيوانية في المنطقة.

5- الاستغلال الأمثل للموارد الطبيعية وخاصةً الموارد المائية وموارد الأرض.

6- تطوير المناطق الريفية وخلق فرص عمل لاستقرار المواطنين في مناطقهم الريفية، والحد من الهجرة باتجاه المدن.

7- تشجيع الاستثمارات في تقانة الحصاد المائي.

2-3 مكونات نظم حصاد المياه :

1- منطقة المستجمع المائي : هي جزءِ من الأرض يسهم في بعض أو كامل حصتهِ من مياه الأمطار لصالح المنطقة المستهدفة الواقعة خارج حدود ذلك الجزء، ويمكن أن تكون منطقة التجميع صغيرة لا تتجاوز بضعة أمتار مربعة أو كبيرة تصل إلى عدة كيلومترات مربعة، ويمكن أن تكون أرضاً زراعية، أو صخرية، أو هامشية، أو حتى سطح منزل أو طريقاً مُعبداً (Saleh, 2020).

2- خصائص المستجمع المائي: تتكون المستجمعات في منطقة الدراسة من التكوينات الجيولوجية التالية (عقرة_ بخمة) الزمن الجيولوجي الثاني و(جركس، بيلاسبي، المقدادية وباي حسن) من تكوينات الزمن الجيولوجي الثالث، وتتكون هذهِ المجموعة من (صخور جيرية، صخور سجيلية، صخور طينية ورملية، الحجر الرملي، الحجر الغريني والطيني والمدملكات) على التوالي وتغطي هذهِ التكوينات ما يقارب من 70% من المنطقة، وتعد أغلب هذهِ التكوينات من الصخور الصلبة، وهذهِ التكوينات تشجع على إقامة السدود لكونها تكوينات صخرية صلبة؛ بالإضافة إلى أنّ التربة في هذهِ المناطق المقترحة تتكون من ترب صخرية وتربة بنية ذات سمك عميق التي تتميز بتحمل الاوزان والضغط والعمليات الجيومورفية.

3- منطقة التخزين : هي المنطقة التي تحتجز فيها المياه التي تُجمع من منطقة التغذية ومن ثُمَ يتم استخدامها، وتتخذ منطقة التخزين عدة أشكال منها خزانات أرضية سطحية أو تحتية تُخزن في التربة أو تكون خلف سد على مجرى نهر أو وادي قرب المنطقة المستهدفة (Bayan, 2013).

4- المنطقة المستهدفة : هي نقطة الاستلام النهائي للمياه المجمعة التي تستلم المياه السطحية من منطقة التخزين المائي من حيثُ الغرض من استخدامها، لغرض الإنتاج الزراعي وفي تنمية الثروة الحيوانية والاستخدام البشري للأغراض المختلفة إضافةً إلى التقليل من أخطار الفيضان التي تحدث في مجاري النهر (ESCWA, 2021).

2-4 طرق حصاد مياه الامطار :

عندَ الرجوع إلى مناخ منطقة الدراسة فإنّ نوع المناخ يقع ضمن مناخ البحر المتوسط حيثُ يتميز هذا النوع من المناخ بعدم انتظام هطول الأمطار وسوء التوزيع على مدار السنة، حيثُ أنّ أغلب الأمطار التي تهطل شتاءً تتركز في أشهر (ك2، ك1، شباط)، وأحياناً يحدث فترات انقطاع أو انحباس للمطر فتنعدم الأمطار في أشهر (نيسان، أيار) ضمن مناخ البحر المتوسط في منطقة الدراسة أو مناطق أخرى مشابهة، وعلى ضوء ما تقدم من الضروري التوجه إلى تقنية حصاد المياه في المنطقة للاستفادة من مياه الأمطار أقصى استفادة وتنمية الموارد المائية فيها، وعليهِ من المهم استغلال مياه الأمطار في مواسم السقوط وحجزها ضمن المجاري والقنوات المائية ضمن أحواض منطقة الدراسة بالشكل التالي :

2-5 طرق حصاد مياه السيول والأودية النهرية :

يتم حصاد مياه السيول والأمطار في مجاري الأودية والأنهار من خلال إنشاء انواع مختلفة من السدود على المجرى، وتقترح الدراسة تعزيز دور الموارد المائية في تقليل من ظاهرة التصحر التي تواجه التربة في أغلب مناطق البلد وتحقيق التنمية المستدامة من خلال اتباع طرق الحصاد المائي في أغلب المناطق خاصةً في المواسم المطرية، بهدف الاستفادة من مياه الامطار ودرء خطر الفيضان، بالإضافة إلى التنمية الزراعية وتنمية الثروة الحيوانية في المنطقة، كذلك تغذية المياه الجوفية، من خلال اتباع طرائق الحصاد المائي بالطرق التالية :

1- المنخفضات الطبيعية.
2- السدود الترابية على الوديان الصغيرة.
3- السدود الحجرية على الأفرع والمجاري الثانوية.
4- انشاء السدود الكونكريتية في المواقع المقترحة.
5- السدود المطاطية.

2-6 السدود المقترحة :

تمّ تحديد أربع مناطق رئيسية لأنشاء السدود ضمن منطقة الدراسة حيثُ تمَ تحديد هذهِ المواقع من خلال الزيارات الميدانية المتكررة للمنطقة وتتبع الخرائط والصور الجوية وموقع (Google Map Pro) بالإضافة إلى برنامج Arc GIS V 10.8 لتحديد المواقع المثلى لإنشاء السدود، والهدف من أنشاء هذهِ السدود هو خزن المياه في المواسم المطرية ومواسم ذوبان الثلوج، وتحقيق التنمية المستدامة والاستفادة منها للأغراض

المختلفة في مواسم الجفاف وقلة التساقط المطري ودرء أخطار الفيضان أثناء الهطول المطري التي تتعرض لها بعض الأحواض الثانوية والمجرى الرئيسي للنهر، تمَ اختيار هذهِ المواقع الأربعة ذات الملائمة العالية لأنشاء السدود الرئيسية كما موضح من خلال الخريطة (6)، فضلاً عن المواقع الكثيرة الأخرى في الأجزاء الوسطى والدنيا من الحوض ضمن المجاري المائية يمكن الاستفادة منها واستغلالها لإنشاء السدود الصغيرة الحجرية والترابية لكون المنطقة يتواجد فيها الكثير من الأراضي الزراعية المستخدمة لزراعة الحبوب منها (القمح والشعير والأرز) إضافة إلى المزارع والبساتين المستخدمة في زراعة العنب والمحاصيل الموسمية الأخرى، كذلك تمّ رصد العديد من أحواض المستخدمة لتربية الأسماك ضمن أحواض جانبية وأحوض قريبة من مجرى النهر في العديد من المناطق العليا والوسطى من منطقة الدراسة.

الجدول (4) خصائص مواقع السدود المقترحة في حوض وادي الكومل

الموقع	الوحدة الأرضية	التكوين الجيولوجي	درجة الانحدار	أصناف التربة	أدنى نقطة/م	أعلى نقطة/م	مساحة المستجمع/كم^2
الأول	اقدام الجبال	جركس، بيلاسبي	15.9º–8º	مشققة صخرية	633	943	17.68
الثاني	أقدام الجبال	جركس، بيلاسبي	15.9 º–2º	مشققة صخرية	688	1045	5.54
الثالث	أقدام الجبال	جركس،بيلاسبي، اجانا، مقدادية	8º–2º	مشققة صخرية	760	864	9.44
الرابع	تلال منخفضة	فتحة، انجانا	15.9 º–2º	تربة بنية	576	1060	7.58

اعتماداً على بيانات الفصل الأول ومخرجات برنامج (Arc GIS V 10.8)

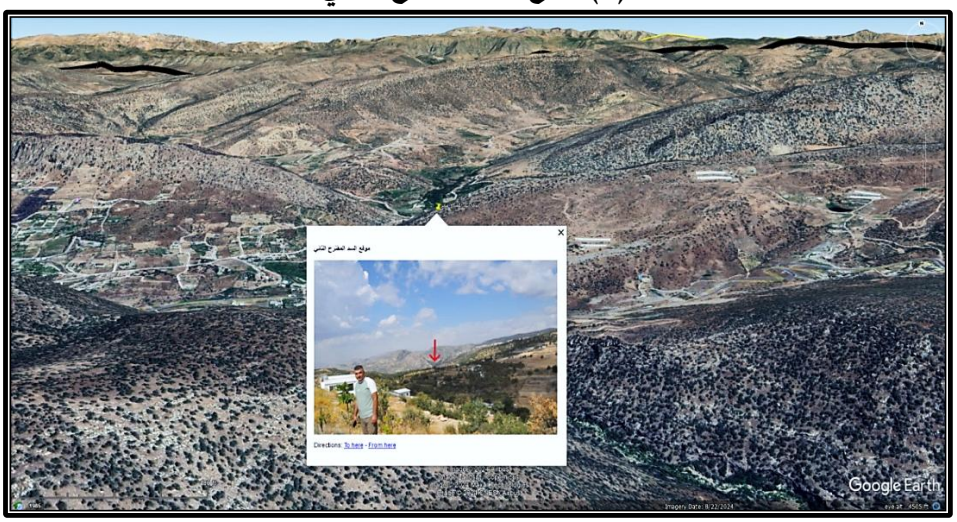
1- **الموقع الأول** : يقع السد الأول على خط طول (43º14'38"E) ودائرة عرض (36º54'00"N)، وبلغَ أدنى ارتفاع في المستجمع الأول (633)م وأعلى ارتفاع (943)م عن مستوى سطح البحر، ومساحتهُ (17.68) كم^2، ويصل حجم بحيرة السد إلى ما يقارب من (5) مليون متر مكعب، حيثُ يخدم هذا السد العديد من المناطق منها السارية وبيناركي وجيفركي وقرية باني، ويستفاد منهُ في أرواء الأراضي الزراعية في هذهِ المناطق، ويساهم في تقليل خطر الفيضان في مواسم التساقط المطري وموسم ذوبان الثلوج، بالإضافة إلى تغذية المياه الجوفية وتنمية الثروة الحيوانية في المنطقة، ويعد هذا الموقع من أفضل المواقع لأنشاء السد لكونهِ يقع على مجرى وادي عميق ضمن المنابع العليا للنهر، كما يمكن استغلال السد المقترح في انشاء الطاقة الكهربائية النظيفة.

الصورة (1) موقع السد المقترح الأول

الزيارة الميدانية 2024/9/21 وموقع (Google Earth Pro) (36º 54' 00"N /43º 14' 38"E)

2- الموقع الثاني : يقع الموقع المقترح الثاني على خط طول(43º12'20"E) ودائرة عرض (36º56'01"N) حيثُ بلغَ أدنى ارتفاع في منطقة مستجمعهِ (688) م وأعلى ارتفاع لهُ (1045) م فوق مستوى سطح البحر، وبمساحة تقدر بـ(5.54) كم^2، ويصل حجم بحيرتهِ إلى ما يقرب من (1.9) مليون متر مكعب، حيثُ يخدم هذا السد منطقة ريشنكي والمزارع والبساتين الموجودة ويدعم الثروة الحيوانية الموجودة في المنطقة إضافة إلى الاستخدامات البشرية المختلفة، فضلاً عن التقليل من خطر الفيضان التي قد تتعرض لها المنطقة خلال مواسم التساقط المطري. كما يسهم الموقع في تغذية المياه الجوفية في المنطقة. الصورة(2) التالية يوضح موقع السد المقترح.

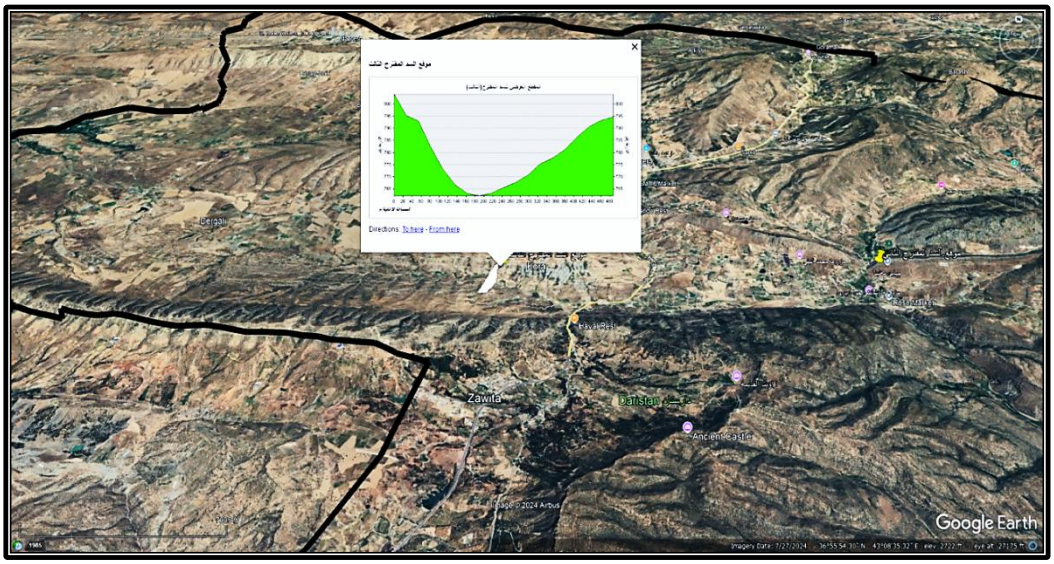
الصورة (2) موقع السد المقترح الثاني



الزيارة الميدانية 2024/9/21 وبرنامج (Google Earth Pro) (36º 56' 01" N/43º 12' 20" E)

3- الموقع الثالث : تمَ اختيار الموقع المتمثل بالإحداثيات التالية خط طول (43º 08' 28"E) ودائرة عرض (36º 55' 50"N)، بلغَ أدنى ارتفاع لمستجمع هذا الموقع المقترح (760) م وأعلى ارتفاع لهُ (864) م فوق مستوى سطح البحر، بمساحة تقدر نحو (9.44) كم^2، وتصل حجم مستجمعهِ إلى ما يقارب من (900) الف متر مكعب، يخدم ويدعم منطقة كورا ويعمل على تنمية العديد من القرى الموجودة قرب المستجمع المائي، كما يعمل على تنمية النشاط الزراعية والثروة الحيوانية في المنطقة. وأدناه صورة توضح موقع السد المقترح ومستجمع مياههِ.

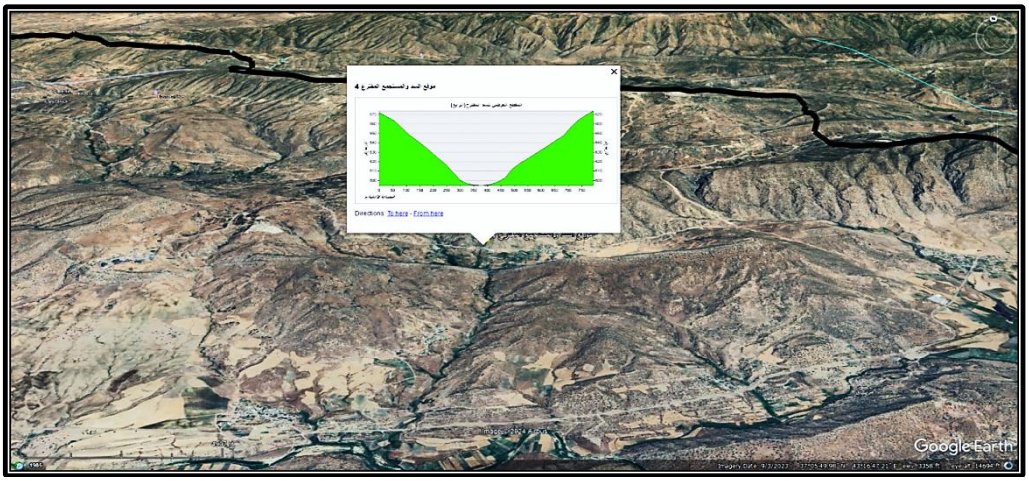
الصورة (3) موقع السد المقترح الثالث ومنطقة المستجمع



برنامج (Google Earth Pro) (36º55'56"N/43º08'15"E)

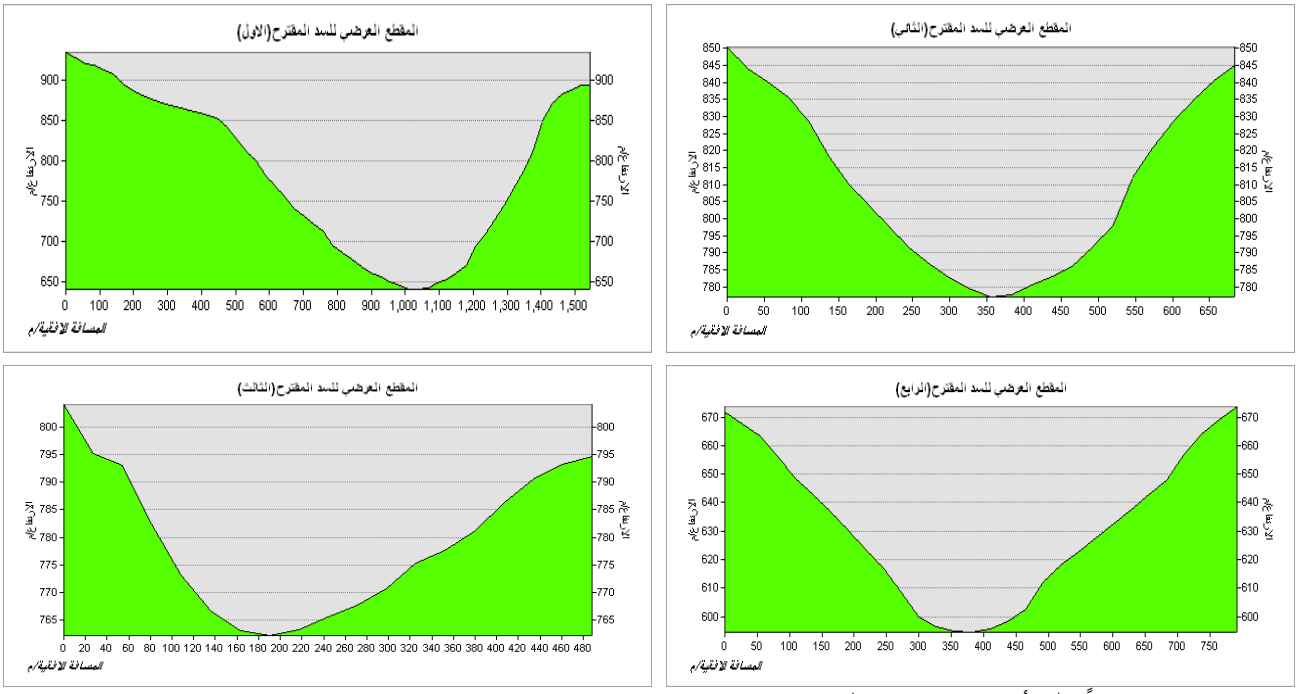
4- الموقع الرابع : وقعَ الاختيار للموقع بناءً على الزيارات الميدانية للمنطقة ودراسة الخرائط وتحديد الموقع على برنامج (Google Earth Pro) ضمن إحداثيات المتمثلة بخط الطول (43º 22' 42"E) ودائرة عرض (36º 50' 03"N)، وتقدر مساحة مستجمعهِ بنحو (7.58)كم^2 وبلغت أدنى ارتفاع لهُ (576)م وأعلى (1060)م فوق مستوى سطح البحر، وتصل حجم بحيرتهِ إلى ما يقارب من (3) مليون متر مكعب، حيثُ سيُساهم هذا الموقع في تنمية ناحية أتروش ومنطقة شهيه والقرى القريبة، كما يُسهم في تنمية الأراضي الزراعية والثروة الحيوانية في هذهِ المناطق، وتغذية المياه الجوفية، إضافةً إلى التقليل من مخاطر السيول التي قد تتعرض لها المنطقة خلال موسم الهطول المطري. الصورة (4) التالية يوضح موقع السد المقترح ومنطقة مستجمع مياههِ.

الصورة (4) موقع السد المقترح الرابع



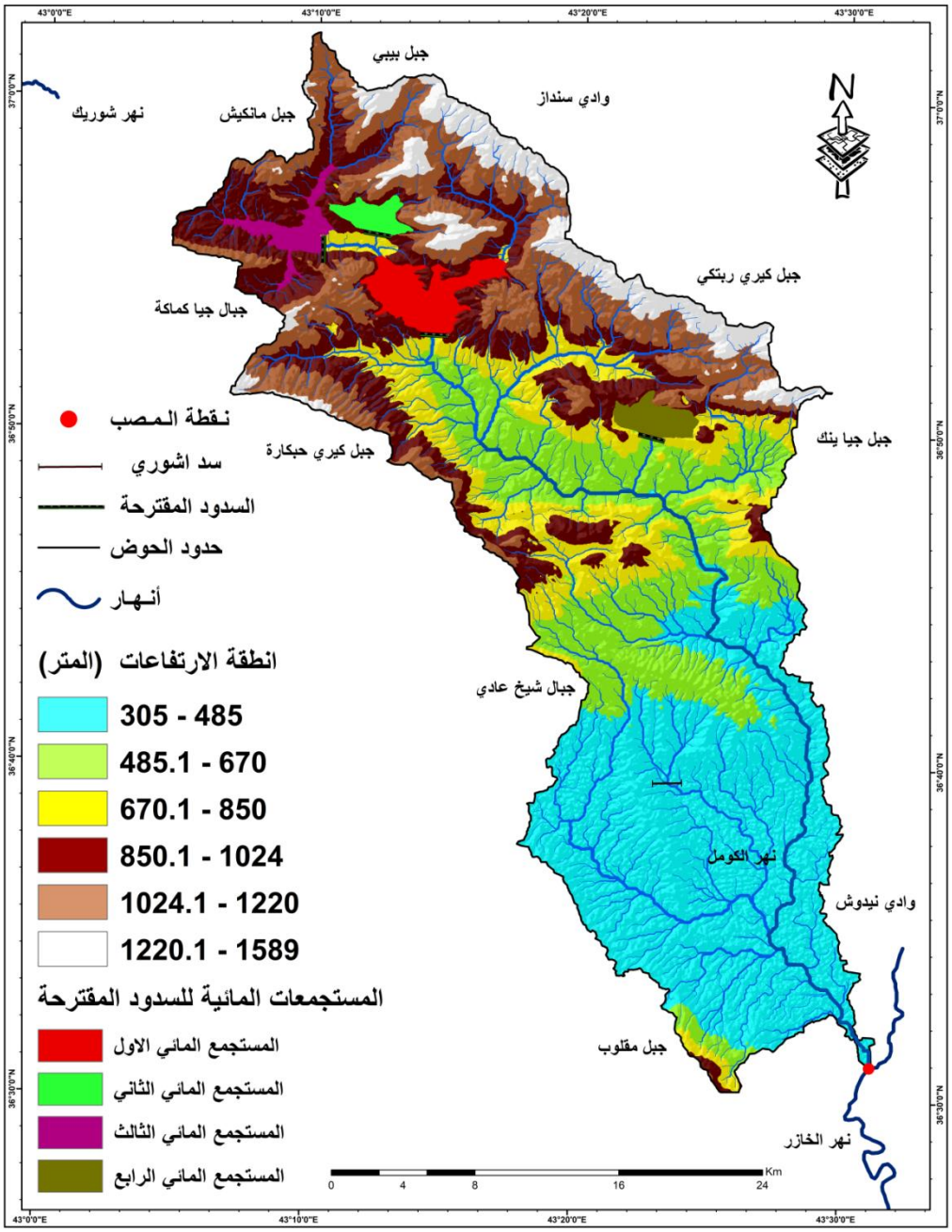
(36º50'03"N/43º22'41"E) (Google Earth Pro برنامج

الشكل (2) المقاطع العرضية للسدود المقترحة في منطقة الدراسة



اعتماداً على أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات برنامج (Global Mapper)

خريطة (5) مواقع السدود المقترحة في منطقة الدراسة



اعتماداً على أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات برنامج (Arc GIS Desktop V 10.9)

5- أنشاء سدود صغيرة على الأودية الفرعية في المناطق الوسطى والجنوبية من الحوض التي تتميز بكونها مناطق سهلية منبسطة، وتعد هذهِ المناطق من أهم المناطق في الحوض للاستثمار الزراعي بكونها تتكون من ترب رسوبية وبنية غنية بالمواد العضوية، ومن خلال الزيارة الحقلية تبينَ أنّ هذهِ المناطق تستغل في زراعة الحبوب منها (القمح والشعير والأرز) إضافةً إلى الزراعة الموسمية.

الاستنتاجات :

1- منطقة الدراسة بحاجة ماسة إلى مشاريع تنموية فاعلة لتنمية الموارد المائية، وكذلك حاجة سكان المنطقة إلى التثقيف والوعي اللازم للقيام بأعمال وتقنيات الحصاد المائي والمحافظة على الموارد المائية المهدورة بطرق يسيرة لتحقيق الاكتفاء الذاتي؛ لكون نهر الكومل من الانهار الموسمية الجريان.

2- ظهرَ من خلال تحليل الخريطة الجيولوجية (12) تكوين جيولوجي في منطقة الدراسة، وأنَ المواقع المختارة لأنشاء السدود تقع ضمن مناطق تتكون من تكوينات جيولوجية تعود إلى الزمن الجيولوجي الثاني والثالث وبنسبة تصل إلى (77%) إلى جانب التربة التي تتكون منها هذهِ المناطق (تربة صخرية) تغطي (53%) من مساحة منطقة الدراسة، وهذا النوع من الترب والتكوينات تتحمل الأوزان والضغط ومقاومة.

3- بلغت كمية الأمطار السنوية الشتوية في محطات منطقة الدراسة بين (700 – 850) ملم، وحسب قرينة الجفاف لديمارتون فأن المنطقة تقع ضمن المناخ الرطب، وهذا تشجع على عملية الحصاد المائي وأنشاء السدود في المنطقة.

4- تتكون الحوض من شبكة مائية معقدة ومتشعبة حيثُ بلغَ نسبة التشعب للحوض الرئيس (6.79) وهذا يدل بأن الحوض تقع ضمن المنطقة الجبلية وشديدة التضرس، حيثُ تنبع مياهِ من المناطق المرتفعة نحو المناطق المنخفضة عبرَ مجموعة شبكة مجاري وأودية موسمية لتصب في مجرى نهر الكومل الرئيسي ومنهُ يصب في أدنى نقطة لهُ في الجهة الجنوبية بنهر الخازر.

5- تمَ التوصل إلى استحداث خريطة للمواقع المثلى للسدود المقترحة وحدود خزاناتهِ، ومن خلال تحليل البيانات عن طريق برنامج (Arc GIS 10.8) ومعرفة مساحات المستجمعات المائية، تمَ الوصول إلى تقدير حجم كميات المياه التي يمكن تجميعهُ من خلال السدود المقترحة، حيثُ يمكن خزن ما يقارب من (10.8) مليون متر مكعب.

التوصيات

1- تحسين كفاءة استخدام المياه وسبل إجراءات المحافظة عليها كماً ونوعاً من خلال استخدام نظم وأساليب الري الحديثة وتطبيق اسلوب الإدارة المتكاملة للموارد المائية بشكل فعال في المنطقة.

2- توصي الدراسة القيام بإنشاء محطات قياس هيدرولوجية على مجاري الحوض من أجل معرفة حجم التصريف المائي فيها، لغرض الاستفادة من مياهها وإقامة المشاريع التنموية التي تخدم المنطقة.

3- نشر الوعي بين جميع قطاعات المجتمع بضرورة المحافظة على البيئة والمياه وعدم الهدر في استخدامهِ والحفاظ عليهِ بكونهِ ثروة مهمة.

Sources:

- Nada Shaker Jawdat and others, Water Harvesting and Its Impact on Water Resources Development in Iraq, Kufa Journal of Arts, Volume 1, Issue 29, 2016.
- Al-Omari, Farouk Sanalla And Ali Sadiq, Geology of Northern Iraq, National Library, Baghdad, 1977.
- Saad Z. Jassim and Jeremy C. Goff, Published by Dolin, printed in the Gzech Republic, first edition, 2006.
- Mohsen, Sura Hussein, Geomorphology of Wadi Nidush Basin, PhD thesis (unpublished), College of Education for Girls, University of Baghdad, 2018.
- Al-Janabi, Basma Ali Abdul Hussein, Geomorphological evaluation of the slopes of the Garh Range, doctoral thesis (unpublished), College of Education - Ibn Rushd, Baghdad, 2016.
- Al-Obaidi, Ammar Hussein Muhammad, Geomorphology of the Wadi Naft Basin - eastern Diyala Governorate/Iraq, PhD thesis (unpublished), College of Education, University of Diyala, 2015.
- Allawi, Sondos Juma Hussein, Geomorphology of Wadi Badush Basin (Baghal), Master's Thesis (unpublished), College of Education, University of Mosul, 2021.
- Al-Halbousi, Fadel Jawad Khalaf, Geomorphology of the Wadi Al-Asadi Basin, Master's thesis (unpublished), Ibn Rushd College of Education, University of Baghdad, 2005.
- Al-Maamouri, Muhammad Khalil Muhammad, Geomorphological analysis of material movement of the northeastern slopes of the Makhoul hill range overlooking the village of Mashak using digital modeling, 2016.
- Qusay Abdul Majeed Al-Samarra'i, Climate and Climate Regions, Al-Yazurdi Publishing and Distribution House, Amman, Jordan, 2008

- Al-Muzaffar,Safaa Majeed, Soil Geography, College of Arts, University of Kufa, 2016.
- Saleh Ibrahim Abdullah Al-Dodo, The Effects of Adopting Water Harvesting Technology on Poverty Reduction in Rain-Fed Agriculture Areas in East Darfur State, PhD Thesis (Unpublished), Sudan University of Science and Technology, 2020.
- Anaab, Reda, Estimating the risk of erosion in the Timgad Basin and its impact on the Kedia Dam - a multi-criteria approach, Master's thesis (unpublished), People's Democratic Republic of Algeria, Batna, 2006.
- Hassan Abu Samour, Hamed Al-Khatib, Geography of Water Resources, 1st ed, Dar Al-Safa for Publishing and Distribution, Amman, Jordan, 1999.
- Reham Hassan Al-Dhuwaib, Rainwater Harvesting Using Geographic Information Systems - An Applied Case - The Southwestern Part of Hebron Governorate, Master's Thesis (Unpublished), Faculty of Graduate Studies, Birzeit University, Palestine, 2012.
- Bayan Muhammad Al-Kaid, The Water System, Dar Al-Rayah for Publishing and Distribution, Amman-Jordan, 1st ed., 2013.
- Saleh Ibrahim Abdullah Al-Dodo, The Effects of Adopting Water Harvesting Technology on Poverty Reduction in Rain-Fed Agriculture Areas in East Darfur State, 2020.
- ESCWA, Rainwater Harvesting Technical Book, Economic and Social Commission for Western Asia, United Nations, Beirut, 2021.
- Evan Adel Dawood Salem Al-Rubaie, Spatial Suitability for Water Harvesting in the Qazaniya Region and Ways to Invest in It, PhD Thesis (Unpublished), College of Education for Humanities, University of Diyala, 2024.
- Khalil Ibrahim Othman, Scientific Bulletin, Dams and Water Resources Research Center, University of Mosul, Issue 15, 2021.
- Sayab, Abdullah And others,1982, Geology of Iraq, University of Mosul.