تنمية حصاد المياه في حوض وادي دهوك بالعراق
دراسة هيدروجيومورفولوجية

اعداد

حسنين عبد الرزاق صالح الرئيس

المدرس المساعد

أ.د محمد زكي السديمي

أستاذ الجغرافية الإقتصادية والخرائط وعميد كلية الأداب السابق – جامعة طنطا

أ.د عبد الرازق بسيوني الكومي

أستاذ الجغرافية الطبيعية ونظم المعلومات الجغرافية المساعد ورئيس قسم الجغرافيا بكيلة الأداب – جامعة طنطا

المستخلص:

يعد حوض وادي دهوك وحدة جيومورفولوجية مستقلة تتسم بخصائص جيومورفولوجية وبيئية واضحة تسهم في تحديد العلاقة بين العوامل الطبيعية المتحكمة في حصاد المياه، وعلاقتها بطبيعة الموارد المائية في المنطقة، من خلال العلاقة والتأثير المتبادل بين مظاهر سطح الأرضي والعمليات المسببة لها وبين العمليات الهيدرولوجية لحصاد المياه، وهدفت الدراسة إلى تحديد الخصائص الجيولوجية لحوض وادي دهوك والمؤثرة على حصاد المياه، ودراسة الموارد المائية بحوض وادي دهوك، وتحديد العوامل المؤثرة في حصاد المياه بحوض وادي دهوك، ودراسة الميزانية الهيدرولوجية لحصاد المياه في حوض وادي دهوك، واستخدمت الدراسة عددا من المناهج اهمها الإقليمي، والأصولي، والوصفي التفسيري، بالاضافة إلى بعض الاساليب مثل أسلوب نظم المعلومات الجغرافية، والأسلوب الإحصائي، والكارتوجرافي، وتوصلت الدراسة إلى تعدد الموارد المائية في المنطقة، التي اسهمت في وجود فائض مائي في الميزانية الهيدرولوجية لحصاد المياه بلغ حوالي ٧١٠.٢ مليون م٣ / السنة، وتبين تأثر حصاد المياه في حوض وادي دهوك بعدد من الضوابط كان اهمها الضوابط الجيولوجية الضوابط التضاريسية الضوابط الهيدرولوجية الضوابط الحيوية مشاريع تخزين المياه المحلية مشاريع التخزين في أعالي نهر دجلة استخدامات الارض، كما قدمت الدراسة بعض التوصيات المتعلقة بادارة الموارد المائية .وتقنين الاستخدامات البشرية وتوظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية في عمليات حصاد المياه

الكلمات الدالة: الهيدروجيومورفولوجيا - حصاد المياه – حوض وادي دهوك

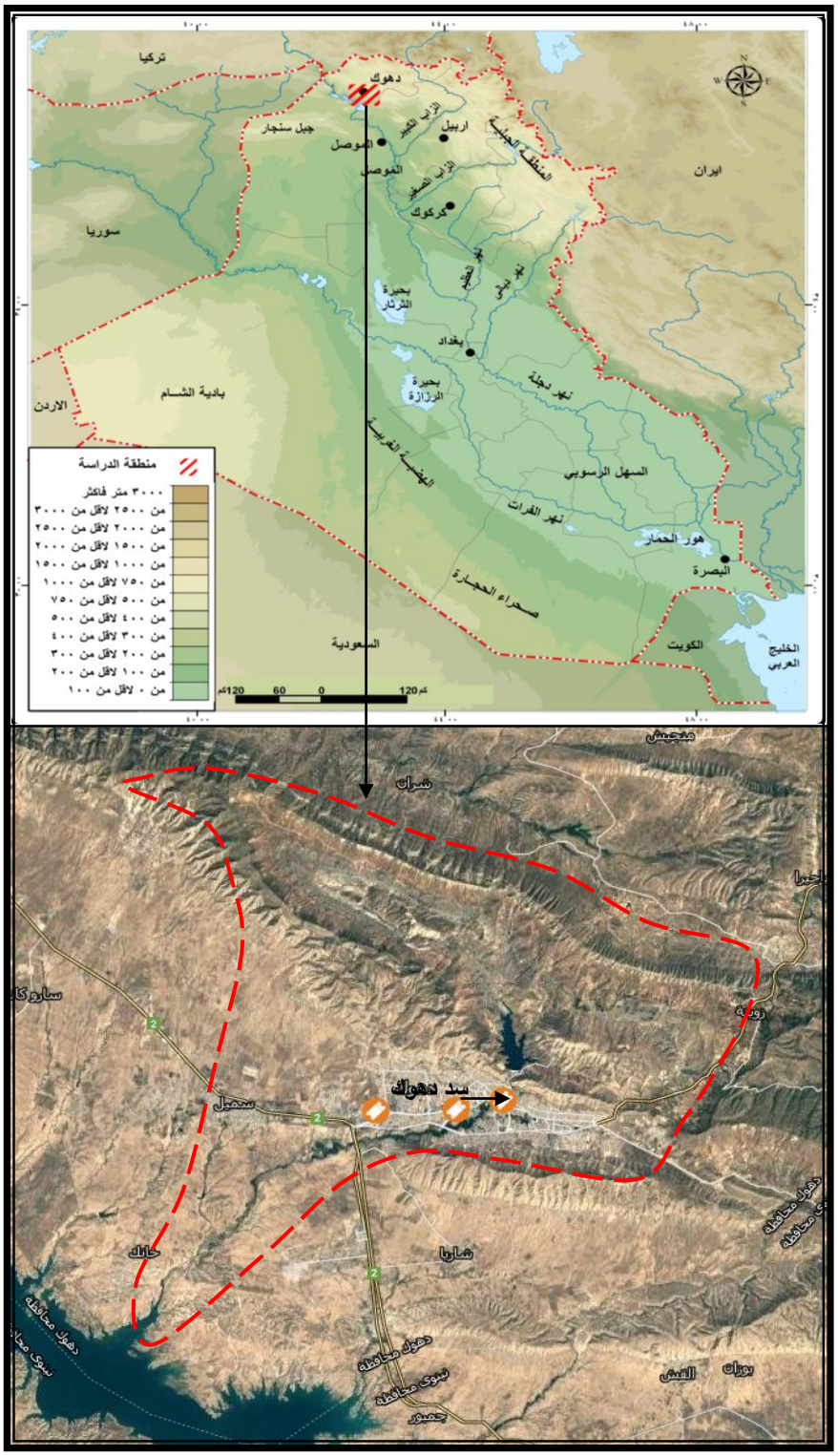
الكلمات الإفتتاحية: الهيدروجيومورفولوجيا ؛ حصاد المياه ؛ حوض وادي دهوك ؛ اداره موارد مائية

المقدمة:

تعد الموارد المائية ذات أهمية أساسية للحياة على سطح الارض، حيث أنها تتحكم في الموارد الطبيعية الاخرى مثل التربة، والغطاء النباتي والثروة الحيوانية، كما تؤثر بشكل أساسي في فاعلية النشاط الزراعي وتطوره، وتوزيع المستقرات البشرية وحجمها، لذلك فان الحد من الفواقد المائية أو الاقلال من الفاقد المائي إلى أدنى حد ممكن يمثل الاستغلال الأمثل للثروة المائية واستثمارها (الحمادة، ٢٠١١، ص٣٢٠)، وتعد عملية حصاد المياه مفتاحاً لاستعمال مياه الامطار على نحو أفضل لاستعمالها في مجال ارواء الاراضي الزراعية وخدمة الانسان والحيوان (الجميلي، ٢٠١٧، ص١)، ويعرف حصاد المياه بانه طرق جمع مياه الأمطار من حوض التصريف أو المستجمع المائي، وتخزين أكبر قدر منها، عن طريق تجميع مياه الجريان السطحي في منطقة تصريف وتخزين غير معرضة للانجراف لاستخدامها في الري أو لأي أغراض أخرى (عامر، ٢٠١٣، ص٦٣)، وتكمن أهمية حصاد المياه في توظيف الأستخدام الأمثل للموارد المائية وزيادة المخزون المائي للمياه السطحية والجوفية، لا سيما في ظل وجود ضوابط جيومورفولوجية تسهم في فهم العلاقة بين العوامل المؤثرة في حصاد المياه وميزانيته المائية، من خلال التاثير المتبادل بين العمليات الجيومورفولوجية والعمليات الهيدرولوجية لحصاد المياه، حيث ان للجريان المائي في الاودية تاثير واضح على تكوين وتشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية، كما ان الظاهرات الجيومورفولوجية تسهم بدور مهم في تحديد طبيعة الجريان المائى حجما واتجاها وانحدارا (عبداللطيف، ٢٠١٧، ص٧٦).

أولاً – موقع منطقة الدراسة:

يقع حوض وادي دهوك بين خطي طول (ً٢٩ ٥٥َ ٤٢ْ) ، (ً٣٤ ٠٠َ ٤٣ْ) شرقاً وبين دائرتي عرض (ً٣٢ ٤٨َ ٣٦ْ) ، (ً١٥ ٥٣َ ٣٦ْ) شمالاً، ويمتد جغرافياً في الجزء الشمالي من العراق حيث يتبع إدارياً محافظة دهوك، ويبعد حوالي (٦٠) كم عن مدينة الموصل، وتبدأ المنابع العليا للوادي من سلسلة جبل بيخير ويتجه غرباً حتى يصل الى شمال مدينة دهوك ثم ينحرف جنوباً ليصب في بحيرة الموصل وهو بذلك يمثل إقليماً طبيعياً يتسم بحدود طبيعية واضحة، شكل (١). وتبلغ المساحة الإجمالية لحوض وادي دهوك ٣٩٥.٩كم٢، وتتألف أحواضه التصريفية من حوض دهوك الرئيسي وحوض وادي صندور وحوض وادي شكرو. وقد أولت الحكومة العراقية قضية المياه إهتماماً خاصاً بهدف القيام بمشروعات السدود الكبيرة لتنمية حصاد المياه في شمالي العراق حيث أقيم سد دهوك على المجرى الرئيسي للوادي في عام ١٩٨٨م.



المصدر: من اعداد الباحث باستخدام برنامج Arc GIS 10.3، ونموذج الارتفاع الرقمي للعراق

شكل (١) الموقع العام لحوض وادي دهوك بالنسبة للعراق

ثانياً – أسباب اختيار الموضوع:

١ - يمثل حوض وادي دهوك وحدة هيدروجيومورفولوجية مستقلة لها أهميتها باعتباره أهم الأودية في شمالي العراق وتعتمد مدينة دهوك اكبر مدن شمال العراق على مياهه لسد احتياجاتها المائية.

٢ - يتمتع حوض وادي دهوك بموارد مائية كبيرة يمكن تنميتها وإستثمارها لتلبية الاحتياجات المتزايدة من المياه لأغراض التنمية المستدامة بالمنطقة.

٣ - الجدوى البيئية والاجتماعية والاقتصادية لإنشاء السدود لغرض تنمية حصاد المياه في شمالي العراق.

٤ – على الرغم من وجود بعض الدراسات التي تناولت منطقة حوض وادي دهوك من الناحية الجيولوجية والجيومورفولوجية، إلا أنه لا يوجد دراسات تناولت حصاد المياه في الوادي.

ثالثاً – أهمية الدراسة:

يمثل حوض وادي دهوك وحدة جيومورفولوجية تتميز بدلائل جيومورفولوجية وبيئية تسهم في فهم العلاقة بين العوامل الطبيعية المتحكمة في حصاد المياه، وعلاقتها بطبيعة الموارد المائية في المنطقة، من خلال العلاقة والتأثير المتبادل بين المظاهر الأرضية والعمليات المسببة لها وبين العمليات الهيدرولوجية لحصاد المياه، لاسيما وأن المنطقة تتمتع بإمكانيات وموارد طبيعية تتمثل بوجود المصادر المائية والموارد الأرضية المختلفة التي تسهم في مجال تنميتها مستقبلاً. وتعد دراسة حصاد المياه في حوض وادي دهوك من الأهمية بمكان، خاصة بواسطة إنشاء السدود في مواضع مختارة، ويتطلب الأمر توفير المعلومات الضرورية عن بيئة الموضع، ومصادر الموارد المائية وطرق خزنها وتحليلها بالكيفية المناسبة للمخططين ومتخذي القرار من أجل اختيار المواضع المناسبة لإنشاء السدود، والحد من مشاكل نقص المياه في هذه المناطق، وكذلك تجنب الكثير من المشاكل والآثار السلبية الناتجة عن الاختيار غير الملائم لمواضع السدود.

رابعاً - أهداف الدراسة:

١- دراسة الخصائص الجيولوجية لحوض وادي دهوك والمؤثرة على حصاد المياه

٢ – دراسة الموارد المائية بحوض وادي دهوك

٣ - دراسة العوامل المؤثرة في حصاد المياه بحوض وادي دهوك.

٤ – دراسة الميزانية الهيدرولوجية لحصاد المياه في حوض وادي دهوك.

خامساً – مناهج واساليب الدراسة:

تم إتباع عدد من المناهج وأساليب البحث بغية تحقيق أهداف الدراسة وأهمها:

١ - **المنهج الإقليمي:** حيث أجريت الدراسة الجيومورفولوجية داخل منطقة تتسم بحدود طبيعية واضحة المعالم.

٢ – **المنهج الأصولي:** حيث تم دراسة الخصائص والهيدرومورفومترية للمنطقة، وتناولها كل على حدة، وتحليل خصائصها وتأثيرها على حصاد المياه في حوض وادي دهوك.

٣ – **المنهج الوصفي التفسيري:** وهو من أهم المناهج المستخدمة في دراسة أشكال سطح الأرض، في ضوء قانون Hortton الحاضر مفتاح الماضي، ومنهجية Davis (البنية، العملية، الزمن).

كما تم أستخدام العديد من أساليب البحث وتشمل:

١ – **أسلوب نظم المعلومات الجغرافية:** الذي شمل تطبيق برمجيات Arc GIS 10.3، وبرنامج Erdas Imagine 8.4. في انشاء طبقات من الخرائط الرقمية داخل قاعدة بيانات جغرافية خاصة بالحوض.

٢ – **الأسلوب الإحصائي:** في تحليل عناصر وأبعاد الدراسة الهيدرومورفومترية بإستخدام الخرائط والصور الفضائية والقياسات الحقلية، وبعض البرامج الإحصائية.

٣ – **الأسلوب الكارتوجرافي:** الذي استخدم في التمثيل البياني لعرض نتائج التحليلات المورفومترية والإحصائية وإعداد الخرائط الرقمية.

سادساً – الدراسات السابقة:

يمكن تقسيم الدراسات السابقة الى قسمين كما يأتي:

١ – دراسات تناولت منطقة الدراسة:

- **دراسة حمدون والداغستاني (٢٠١٠) عن تحليل الخصائص المورفومترية لاحواض التصريف في منطقة دهوك شمال العراق باستخدام معطيات الاستشعار عن بعد،** وتناولت دراسة خصائص التكوينات الجيولوجية في المنطقة وأنظمة التصريف المائي وقدمت تحليلاً مورفومتريا لأحواض وشبكات التصريف في منطقة دهوك إعتماداً على تحليل المرئيات الفضائية.
- **دراسة حمدون والداغستاني (٢٠١٥) عن دراسة جيومورفومترية لتحديد العوامل المؤثرة على سلامة سد دهوك شمال العراق باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد،** وتناولت تحديد كمية الرواسب المحمولة بواسطة المياه المتجمعة من الأحواض التصريفية التي تغذي بحيرة سد دهوك، و دراسة تأثير هذه الرواسب على استقرارية جسم السد، وتشخيص المظاهر الجيولوجية التي تهدد سلامة واستقرارية جسم السد وعلاقتها بالظواهر الجيولوجية الأخرى .
- **دراسة العامري (٢٠١٨) عن هيدروجيومورفولوجيا حوض وادي كويل في محافظة دهوك،** وتناولت الخصائص الطبيعية للمنطقة والتحليل المورفومتري والهيدرولوجي لأحواض التصريف فضلاً عن العمليات والأشكال الجيومورفولوجية في حوض الوادي، كما قامت بدراسة بعض الجوانب التطبيقية الجيومورفولوجية للمنطقة.

٢ – دراسات تناولت موضوع الدراسة:

- **دراسة Razzaghi, et.al, 2001 عن التقييم الفني والاقتصادي لاستخدام آليات حصاد مياه الأمطار التقليدية في المناطق الجافة وشبه الجافة بليبيا** بهدف زيادة الإنتاج النباتي والحيواني في مثل هذه المناطق، والعمل على تطوير استخدام الطرائق التقليدية والمتوسطة الحداثة لحصاد المياه وكذلك تصنيفها حسب مساحة تجميع مياه الأمطار وطريقتها باستخدام الخطوط الكنتورية لحصاد مياه الأمطار، وقد حققت نجاحاً واضحاً في نمو النبات الرعوي مقارنة بالنباتات الموجودة في الأراضي التي لم تستخدم فيها آليات حصاد المياه الآلي في المنطقة.
- **دراسة AL-Seikh, 2006 عن أثر طرق الحصاد المائي المختلفة على كفاءة الجريان السطحي والترسبات وخصائص التربة في منطقة الخليل بفلسطين،** وقامت بتقدير التأثير لطرق مختلفة من الحصاد المائي على الجريان السطحي والرواسب الترابية وخصائص التربة مختلفة باختلاف استخدامات الأراضي والعوامل المناخية والتضاريس وطرق المحافظة على التربة،

حيث اثبتت طرق الحصاد المائي فعالة في تقليل الجريان السطحي والرواسب ومن ناحية أخرى زيادة رطوبة التربة وكذلك زيادة نمو النباتات التي تم زراعتها داخل هذه التقنيات.

- **دراسة Khalid,et.al. 2016 عن تقييم تقنيات حصاد مياه الامطار للاغراض الزراعية وتحسين انتاجية المحاصيل في منطقة كسلا بالسودان،** وتناولت الخصائص المناخية في المنطقة وتقدير موسمية التساقط المطري وحجم الموارد المائية المتاحة والاحتياجات المستقبلية للمياه لتلبية متطلبات التنمية الزراعية.
- **دراسة الديوالي (٢٠١٩): عن امكانية حصاد المياه لودى خويسة شرق محافظة ميسان،** وتناولت الخصائص الطبيعية والمناخية في المنطقة وتاثيرها على حصاد المياه فضلا عن الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة والخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض الوادي والادارة المتكاملة للموارد المائية.
- **دراسة السيد (٢٠٢٠): عن حصاد مياه الامطار والتحكم في الجريان السيلي لحوضي واديي الاسيوطي وملاحة بهضبة مصر الشرقية دراسة هيدروجيومورفومناخية،** وتناولت الملامح الجغرافية العامة للمنطقة، والخصائص الهيدرومورفومترية والهيدرولوجية لأحواض التصريف، وخصائص السيول وإدارتها والاستفادة منها في التنمية، من حيث طرق إدارة الجريان السيلي وحصاد مياه السيول.
- **دراسة الجبوري، والدوري (٢٠٢٠): عن التحليل الهيدرولوجي لتطبيق تقانة حصاد المياه لحوض وادي القلق،** وتناولت العوامل المؤثرة على حصاد المياه وركزت على الخصائص الهيدرولوجية للتربة وتصنيف الغطاء الأرضي والخصائص الهيدرولوجية لحوض التصريف.
- **دراسة ابراهيم، رافع خضير (٢٠٢٠): دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادى اللينة وحصاد مياهه باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد،** وتناولت تأثير الخصائص التضاريسية المناخية على حصاد المياه وحساب الموازنة المائية وعلاقة الخصائص المورفومترية بكميات المياه التي يمكن تخزينها في الحوض.

ويتضح من الدراسات السابقة أن حوض وادي دهوك لم يكن هدفاً لأي دراسة تتعلق بحصاد المياه مما يلقي الضوء على أهمية موضوع الدراسة.

أولاً – الخصائص الجيولوجية:

تكمن أهمية دراسة الخصائص الجيولوجية لمنطقة الدراسة في التعرف على التتابع الطباقي والصخري للتكوينات الجيولوجية وتوصيف الوضع البنيوي والتركيبي حيث تؤثر الخصائص الجيولوجية في مورفومترية وجيومورفولوجية الاحواض النهرية.

١ – التكوينات الجيولوجية:

تمتد التكوينات الجيولوجية في حوض وادي دهوك من العصر الكريتاسي بالزمن الثاني وحتى رواسب الزمن الرباعي جدول (١) وشكل (٢) ويمكن دراسة التتابع الطباقي على النحو التالي:

جدول (١) التتابع الطباقي للتكوينات الجيولوجية ومساحتها في حوض وادي دهوك

الزمن الجيولوجي	العصر الجيولوجي	التكوين الجيولوجي	خصائص الصخور	المساحة كم٢	النسبة %
الرباعي	الهولوسين	رواسب هوائيه	رمال مفككه	3.96	١
		رواسب منحدرات	رواسب طينيه ورمليه وحصوية	31.67	٨
	البليستوسين	رواسب فيضيه	كلس ودولوميت	39.59	١٠
الثلاثي	البليوسين	باي حسن	رمل وحصى وحجر طيني	51.47	١٣
		المقدادية	حجر جيري طيني ورملي وعريني	63.34	١٦
	الميوسين	انجانة	حجر رملي وطيني ورواسب فتاتية	47.51	١٢
		الفتحه	جبس وطين جيري ورملي	47.51	١٢
	الايوسين	بيلاسيبي	دولوميت وصخر كلسي وطين جيري	27.71	٧
		جركس	صخور فتاتيه وحجر كلسي ومدملكات	19.80	٥
	الباليوسين	خورماله	الدولوميت والحجر الكلسي	7.92	٢
		كولوش	حجر رملي وعريني وطيني	11.88	٣
الثاني	الكريتاسي	تانجيرو	حجر رملي ومارل	11.88	٣
		شيرانيش	مارل وطفل وصخر كلسي مارلي	23.75	٦
		عقرة – بخمة	دولوميت وصخر كلسي طفلي	7.92	٢
الإجمالي				٣٩٥.٩٠	١٠٠

المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج Arc GIS.

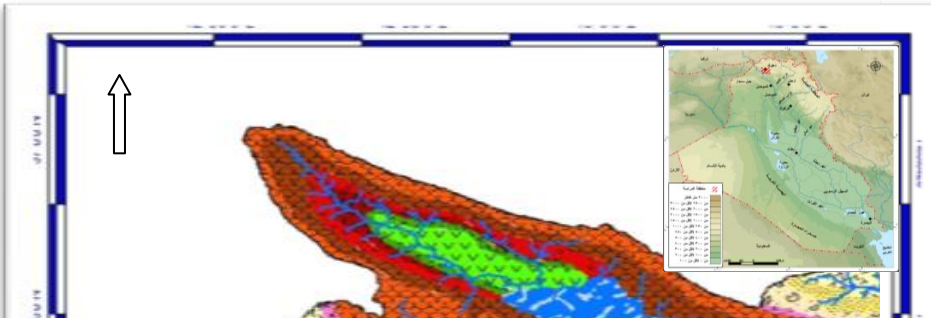
أ - تكوينات العصر الكريتاسي:

- **تكوين عقرة – بخمة Bekhme Formation:**

ينتمي التكوين الى فترة الكامبانيان الاعلى / الماسترختيان الاعلى في عصر الكريتاسي الاعلى، ويتألف التكوين من صخور جيرية وجيرية دولوميتية، ودولوميتية، ويصل السمك الصخري للتكوين الى اكثر من ٣م (حسن واخرون، ٢٠١٥، ص٥)، وتشير البيئة الترسيبية للتكوين الى ترسبه في بيئة بحرية اعتيادية، وتمتاز غالبية صخوره بانها قوية ومقاومة للتجوية والتعرية (AL-Jiburi, 2008, p.10).

- **تكوين شيرانيش Shiranish Formation :**

ينتمي التكوين الى فترة الكامبانيان الاعلى / الماسترختيان الاعلى في عصر الكريتاسي الاعلى، ويتكون من مارل وحجر جيري مارلي ذو لون رمادي داكن بسبب ترسيبه في بيئة اختزالية، ويحتوي على فواصل بشكل كبير جداً مما أدى إلى ضعف مقاومته وتعريته بشكل سريع (حمدون والداغستاني، ٢٠١٠، ص٣)، ويبلغ سمك التكوين حوالي ٢٢٨م (السامرائي، ٢٠١٤، ص١٢٠). صورة (١).



المصدر: من اعداد الباحث اعتماداً على هيئة المسح الجيولوجي والتعدين، ١٩٩٣
شكل (٢) الخريطة الجيولوجية لحوض وادي دهوك

صورة (حدبة

- **تكوين تانجيرو**

يتألف تكوين تانجيرو من صخور الطفل التي تاخذ اللون الأخضر الغامق والأخضر المصفر، بالاضافة الى صخور الحجر الطيني، والحجر الرملي، كما تظهر الكونجلوميرات في الجزء العلوي من التكوين، وتظهر صخور الحجر الكلسي الطيني في الجزء السفلي، وتشير البيئة الترسيبية للتكوين إلى بيئة الحوض البحري العميق (البصراوي، ٢٠٠٧، ص١١).

ب - تكوينات عصر الباليوسين:

- **تكوين كولوش Kolosh Formation:**

يمتد من عصر الباليوسين الاسفل (فترة الداني Danian) الى الباليوسين الاعلى (فترة التانيتان Thanetian) (المتولي والوزان، ٢٠١٠، ص١)، ويتألف من صخور الحجر الرملي والحجر الغريني،

والحجر الطيني الداكن اللون بالاضافة الى كونجلوميرات، ويتراوح السمك الصخري بين (٨٠-٢٠٠م)، أما البيئة الترسيبية للتكوين فيدل عليها الترتيب النسقي للحجر الرملي والطين الصفائحي، مما يشير الى أصل ترسيبه في ظل التيارات العكرة، التي توجد في بيئة مياه ضحلة (العبيدي، ٢٠٠٥، ص١٥).

- **تكوين خورمالة Khurmala Formation:**

ينتمي الى عصر الباليوسين الاعلى، ويتألف من صخور الدولوميت الصلب ذو اللون الأصفر الشاحب والحجر الكلسي الرملي ذو التطبق النحيف، ويظهر الحد الفاصل بين تكوين خورمالة وتكوين جركس الذي يعلوه توافقياً وأحياناً يتداخل معه وكذلك مع تكوين كولوش الذي يقع اسفل منه، ويبلغ السمك الصخري للتكوين ٤٥م (حسن واخرون، ٢٠١٥، ص٥).

ج- تكوينات عصر الايوسين:

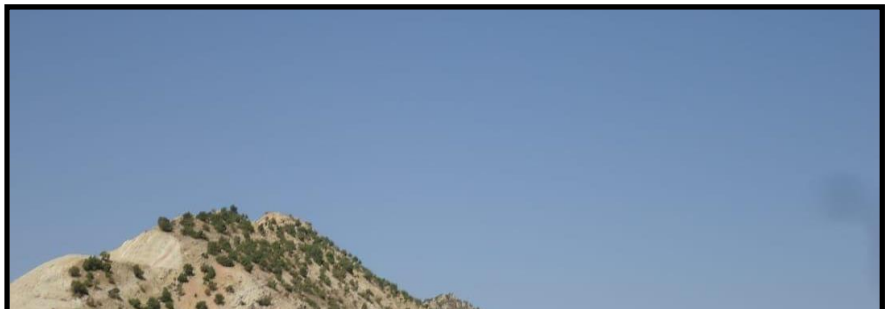
- **تكوين جركس Gercus Formation:**

يرجع الى عصر الايوسين الاوسط (Al-Azzawi, et.al., 2017, p.28)، ويظهر الحد السفلي للتكوين متوافقاً مع تكوين كولوش او مع تكوين خورمالة، أما حده الأعلى فيكون متوافقاً مع تكوين البيلاسبي أو مع تكوين افانا (حاتم، ٢٠٠٥، ص١٦)، ويتألف من الحجر الكلسي والطين والمارل، بالاضافة الى عدسات من الجبس والمدملكات صورة (٢)، ويبلغ سمك التكوين في حوض وادي دهوك ٧٧٠م، وتشير الطبيعة الصخرية للتكوين الى بيئة ترسيبية في السهل الفيضي تمثل بيئة ترسيب قارية الى أنتقالية (نهرية – دلتاوية) (السنجري والخطابي، ٢٠١١، ص٢٢٧).

ص

- **تكوين افانا n**

يرجع الى عصر الايوسين الاوسط، ويتصل التكوين بتكوين جركس بسطح عدم توافق ، وتنكشف صخور التكوين في طية بيخير في شكل لسان Tongue حيث يتكون بصورة كلية من الحجر الجيري النيوميليتي ويتراوح سمك طبقات الحجر الجيري ما بين ٠.٧٥م الى ٢م وتتميز بلونها البني الفاتح (حسن واخرون، ٢٠١٥، ص٥) اما السمك الكلي للتكوين فيتراوح بين ٥٣-٦٥م، وبيئة الترسيب متغيرة ما بين ساحلية ضحلة الى بيئة ترسيب حاجزية لاجونية (السنجري والخطابي، ٢٠١١، ص٢٢٧) صورة (٣).



صورة (٣) تتابع طبقي من تكوين افانا وتكوين بيلاسيبي في حوض وادي دهوك

- **تكوين بيلاسيبي PilaSpi Formation:**

يرجع الى عصر الايوسين الاوسط الى الاعلى (Al-Azzawi, et.al., 2017, p.28)، ويتكون من حجر جيري وحجر جيري دولوميتي، ذو اللون الأبيض إلى الأبيض المصفر والرمادي، وحد التماس العلوي غير توافقي مع تكوين الفتحة الذي يعلوه، وتمثل البيئة الترسيبية بيئة بحرية شبه مدية ذات ملوحة عالية نسبياً، ويبلغ سمك التكوين حوالي ٢٥٠م (السنجري والخطابي، ٢٠١١، ص٢٢٧). صورة (٣).

د - تكوينات عصر الميوسين :

- **تكوين الفتحة Fattha Formation :**

يرجع إلى عصر الميوسين الأوسط، وتظهر مكاشف التكوين في غرب وادي دهوك، وتتألف من صخور الحجر الجيري والحجر الغريني الطيني (Aljburi, 2008, p.8)، مما يشير الى أنه تم ارسابه في بيئة نهرية (Almusawi, 2007, p.11). ونظراً لكثرة الشقوق والفواصل فانه يحتوي على كميات جيدة من المياه الجوفية.

- **تكوين انجانة Injana Formation:**

ينتمي الى عصر الميوسين الاعلى، ويتألف من صخور الحجر الطيني الأحمر والبني المتعاقبة مع صخور الحجر الرملي الأحمر والبني، ويتباين السمك الصخري ما بين ٧٠٠-١٢٠٠م، ويظهر الجزء الأسفل من هذا التكوين متوافق مع تكوين الفتحة الواقع أسفله، أما سطح التماس العلوي فهو غير توافقي مع تكوين المقدادية الذي يعلوه، وتتمثل البيئة الترسيبية في مياه نهرية عذبة (الجنابي، ٢٠١٦، ص٢٠).

هـ - تكوينات عصر البليوسين:

- **تكوين المقدادية:**

ينتمي الى عصر البليوسين، ويتألف من طبقات متداخلة من صخور الحجر الطيني الأحمر والحجر الغريني والحجر الرملي، ويتراوح السمك الصخري بين ١٠٠- ٢٠٠م، ويكون سطح التماس العلوي للتكوين متوافقاً مع تكوين باي حسن الذي يعلوه، وتدل البيئة الترسيبية للتكوين على ارسابه في ظل مياه عذبة تشكلت في منخفضات مقابلة للجبال العالية (Jasim & Coff, 2006, p.184).

- **تكوين باي حسن Bai Hassan Formation:**

يرجع إلى عصر البليوسين الاعلى، ويظهر سطح التماس السفلي للتكوين في توافق فوق تكوين المقدادية، وتشير رواسبه الى بيئة ترسيبية قارية نهرية (Taha, 2010, p.30)، حيث يتكون من

الكونجلوميرات الخشنة والصخور الطفلية والطينية والاحجار الرملية، كما تظهر بعض العدسات من صخور الحجر الرملي داخل كتل الكونجلوميرات، وتتميز الطبقات الرملية بتدرج حجم الرمال ما بين الناعمة والخشنة مع احتوائها على نسبة قليلة من الحصى، وتتميز بتطبق رقيق (جاسم، ٢٠٠١، ص٥٢).

و - رواسب الزمن الرباعي:

- **رواسب ملئ الوادي الفيضية:**

عبارة عن خليط من الحصى والرمال والمفتتات الصخرية المشتقة من صخور المصدر بالمنابع العليا لودي دهوك، وتتألف من مفتتات صخور الحجر الجيري والدولوميت والصلصال وبعض قطع الصوان.

- **رواسب مصاطب الاودية الفيضية:**

تتكون رواسب المصاطب الفيضية على جانبي الاودية من الحجر المتكون من السيليكا والحجر الكلسي مع بعض المفتتات الصخرية، والغرين وبعض المواد الطينية، كما تتضمن بقايا من الحصى والجلاميد، ويتباين سمك كل مستوى منها بين ١٠-١٥م.

- **رواسب السهل الفيضي:**

تظهر على جانبي نهر دهوك، وتتألف في النطاق الابعد من ضفاف النهر من رواسب الرمل، والغرين، والطين لذا تستغل هذه السهول في أغراض الزراعة، أما بالقرب من ضفاف النهر فتتألف من رواسب الحصى المختلف الأحجام، ويتفاوت سمك هذه الرواسب من أقل من متر واحد إلى أكثر من ٣م.

- **رواسب المنحدرات:**

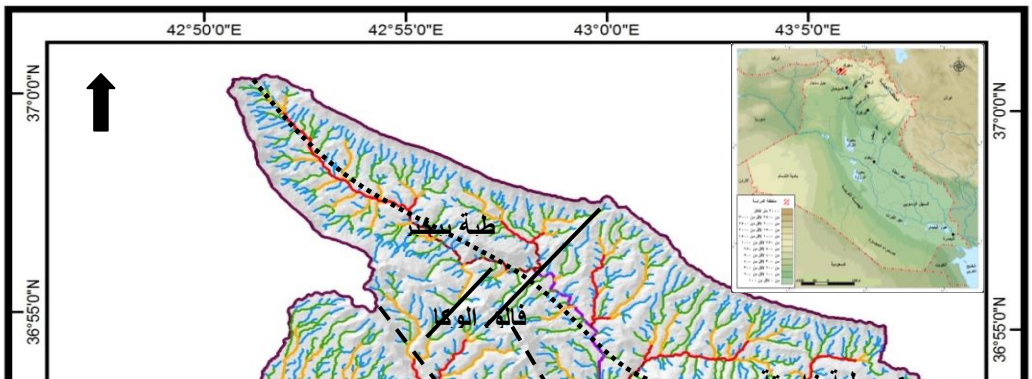
تتألف من الصخور الدولوميتية والصخور الكلسية والرمال والغرين والطين بالاضافة الى مفتتات صخرية تكون غنية أحياناً برواسب الجبس، وتتركز هذه الرواسب أسفل المنحدرات الجبلية نتيجة عمليات التعرية المائية.

٢ – البنية الجيولوجية:

تنطوي دراسة البنية الجيولوجية على أهمية كبيرة كونها توضح الاحداث الجيولوجية التي مرت بها المنطقة مما يساعد على فهم التطور الجيولوجي للمنطقة ومدى تاثرها بالحركات الارضية بالاضافة الى تفسير بعض الظاهرات الجيومورفولوجية (الكومي، ٢٠٢٠، ص٣٧)، وتمثل المنطقة جزءاً من الرصيف غير المستقر جيولوجياً، ضمن نطاق الطيات العالية High Folded Zone الذي يمتد في الجزء الشمالي والشمالي من حوض وادي دهوك، ويتميز هذا النطاق بطيات محدبة ومقعرة تتسم بالارتفاع، وشدة حركة الطي بالاتجاه نحو منطقة حزام الاندفاعات شمالاً، حيث تمتد منطقة الدراسة ضمن نطاق (حزام السليمانية – زاخو) الذي ينتمي إلى منطقة نطاق الاندفاعات (Jasim & Buday, 2006, p.80).

أ – الطيات:

تظهر في حوض وادي دهوك عدد من الطيات المحدبة والمقعرة يوضحها الشكل (٣):



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الخرائط الجيولوجية وتحليل نموذج الارتفاع الرقمي

شكل (٣) الخريطة البنيوية لحوض وادي دهوك ويلاحظ تاثيرها على شبكات التصريف

- طية بيخير المحدبة Baikher Anticline:

تقع إلى الشمال من مدينة دهوك على شكل مثلث قاعدته في الغاطس الجنوبي الشرقي عند منطقة كلي بيسري ومنطقة كلي زاويته، وتمتد باتجاه الشمال الغربي مارة بمدينة دهوك، ضمن نطاق الطيات العالي High Folded Zone حسب تقسيم (Buday and Jassim. 1987)، ومحورها شمالي غربي / جنوبي شرقي، بطول ٨٥كم ويبلغ متوسط عرضها في دهوك حوالي ٨كم (العبادي، ٢٠٠٢، ص٣٠).

– طية دهوك المحدبة Dohuk Anticline :

تقع جنوب مدينة دهوك، وتنتمي الى نطاق الطيات العالية في شمالي العراق، وتعد من الطيات غير المتناظرة حيث يميل جناحها الشمالي بدرجة تصل في المتوسط الى ٧٧ درجة، مقابل ميل جناحها الجنوبي بمتوسط ٤٤ درجة، لذا تظهر كطية متكئة ناحية الشمال في معظم أجزائها، وتأخذ طية دهوك الاتجاه غرب الشمال الغربي / شرق الجنوب الشرقي، ويبلغ طولها ٢٠كم، وقد تأثرت طية دهوك في جانبها الشرقي بفالق (كلي بيسري) وتأثر جانبها الغربي بفالق الوكا (الكاظم، ٢٠١٠، ص ص ٣٤-٣٥).

- **طية زاويته المحدبة :**

تقع في شمال شرق حوض وادي دهوك وتعد إمتداداً لطية عقرة المحدبة نحو الغرب، وتأخذ اتجاهاً عاماً يبدأ باتجاه شرقي - غربي، ثم تتحول الى شرق شمال شرق – غرب جنوب غرب، وتتحول مرة أخرى إلى الاتجاه الشرقي – الغربي، وتتميز الطية بأن طرفها الجنوبي يكون أكثر ميلاً من طرفها الشمالي (العبيدي، ٢٠١٧، ص١٧).

- **طية بروشكي المحدبة**

تقع في شمال طية دهوك المعقرة، وتعتبر إمتداداً لطية الشيخان نحو الغرب، ويبلغ طولها ٢٥كم، وتمتد في أتجاه شرقي – غربي، وتظهر مكاشف تكوين الفتحة في لب الطية (ثامر، ٢٠١٤، ص٢٣).

- **طية دهوك المقعرة Dohuk Syncline :**

تنحصر بين طية بيخير المحدبة في الشمال وطية دهوك المحدبة في الجنوب، وتقع مدينة دهوك على سطح هذه الطية التي تمتد بطول ١٧.١ كم باتجاه شرق / غرب، وتضيق الطية باتجاه الشرق، بينما يزداد

عرضها بالاتجاه غرباً، وتتميز بإمكانية استخدامها كمشروع للحصاد المائي لغرض الخزن الاصطناعي للمياه (Al-Azzawi, et.al., 2017, p.28).

ب – الفوالق:

- **فالق كلي بيسري:**

يعد من النوع المضربي ويمتد من طية بيخير الشمالية الى طية دهوك في الجنوب الشرقي (Al-Doski, 2004, p.2)، ويعتقد بان هذا التركيب الخطي يمثل موضع صدع سطحي متأثر بصدع قاعدي يقع تحته، وذلك لان عدم التناظر والاتكاء لطية دهوك المحدبة يكون باتجاه الشمال حيث إن وجود الاتكاء يدل على وجود صدع في هذا النطاق من الطيات (الداغستاني واخرون، ٢٠٠٤، ص٣).

- **فالق الوكا:**

يعد من نوع الفوالق المضربية وهو يحيط بالغاطس الغربي لطية دهوك المحدبة ويفصلها عن طية سميل غرب حوض وادي دهوك ويعد هذا الفالق مكملا لفالق كلى دهوك حيث يصنعان زاوية حادة، اي يجتمع فالق كلى دهوك اليميني بفالق الوكا اليساري مكوناً نظاماً متوازياً (الكاظم، ٢٠١٠، ص٨٥).

ثانياً – الموارد المائية في حوض وادي دهوك:

تتأثر الموارد المائية بعدة عوامل منها حجم الأحواض المائية ومساحة المنطقة المعرضة للتساقط، وكذلك الظروف المناخية من حيث كمية المطر وفصليته، أما العامل الأكثر أهمية هو طبوغرافية المنطقة فكلما زادت الميول والمنحدرات قلت فرصة التبخر والترشح لباطن الأرض، وزادت سرعة الجريان المائي بتأثير الجاذبية الأرضية التي سببت جريان المياه (الجنابي، ٢٠١٦، ص٦٩).

١ –المياه السطحية:

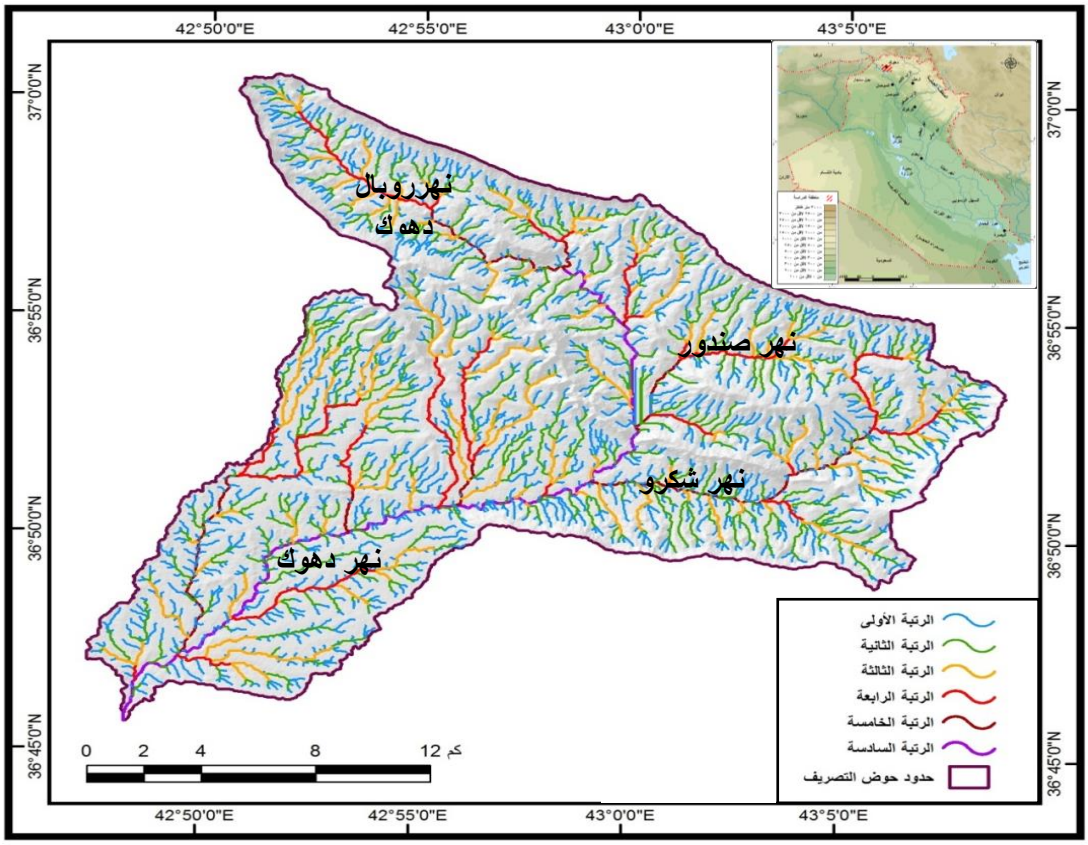
تسهم المياه السطحية بدور كبير في العمليات الجيومورفولوجية، كما تؤثر في العمليات الهيدرولوجية نظراً لعلاقتها المباشرة بتطور شبكات الصريف المائي السطحية، وتنقسم المياه السطحية في إقليم كردستان العراق إلى أنهار دائمة الجريان، وأنهار موسمية الجريان (طاهر، ٢٠١٥، ص٦٠)، ويوجد في حوض دهوك نهرين دائمي الجريان وهما نهر دهوك ونهر كشرو اما بقية المجاري المائية فهي موسمية الجريان شكل (٤).

أ – نهر دهوك:

يقع في محافظة دهوك، ويتغذى من تجمع مياه الأمطار الساقطة على المرتفعات الجبلية ومن المياه الذائبة من الثلوج بالمناطق الجبلية ويتم تغذيته من ثلاثة روافد رئيسية هي نهر روبال دهوك الذي ينبع من جبل بيخير، ونهر صندور الذي ينبع من جبل زويته، ونهر شكرو الذي ينبع من جبل دهوك، وتتجمع مياه الروافد في نهر دهوك حيث يمتد بطول حوالي ٢٥ كم من سد دهوك ليصب في بحيرة الموصل.

ب نهر صندور:

يقع في شمال شرقي حوض وادي دهوك، ويتغذى من مياه الأمطار ومياه الينابيع، حيث تقع منابعه العليا في منطقة زويتة، ويبلغ طوله ١٥ كم، حيث يلتقى بنهر روبال دهوك في منطقة بحيرة دهوك، ويمثل ثاني أهم الروافد التي يتكون منها نهر دهوك الرئيسي.



المصدر: من اعداد الطالب اعتمادا على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي

شكل (٤) موارد المياه السطحية في حوض وادي دهوك

ج - نهر شكرو:

يقع في شرقي حوض وادي دهوك وتنبع روافده الرئيسية في جبل دهوك، ويمتد بطول حوالي ١٨كم حتى يلتقي بنهر دهوك الرئيسي في قطاعه الادنى قبل ان يصب في بحيرة الموصل.

٢ – المياه الجوفية:

يعتمد توزيع المياه الجوفية في حوض دهوك على كمية مياة الامطار، وخصائص التكوينات الجيولوجية والصخرية وتعاقب الطبقات الصماء والمنفذة وميلها وسمكها، كما يرتبط وجودها بالظروف المناخية القديمة والحديثة (سلامة، ٢٠١٠، ص١٤٨) ومدى نشاط عوامل التعرية والتجوية، كما إن اتجاه حركة المياه الجوفية يتماشى مع الانحدار العام لطبوغرافية المنطقة حيث يكون باتجاه من الشمال الى الجنوب والجنوب الغربي باتجاه بحيرة الموصل التي تمثل منطقة التصريف الاساسية لحوض الوادي، وتتواجد المياه الجوفية في منطقة الدراسة ضمن الخزانات المائية الرئيسية التالية:

أ- الخزان الجوفي في تكوين عقرة بخمة :

يعد من الخزانات المائية الجيدة التي تتألف من صخور الحجر الجيري والدولوميت، حيث يعتبر خزاناً مائياً غير محصور يتحول أحياناً في بعض المناطق إلى خزان محصورة بفعل تواجد ترسبات تكوين شيرانيش

الحاوي على تكوينات الطين الجيري أو تواجد ترسبات العصر الثلاثي والرباعي فوق هذا التكوين (البصراوي، ٢٠٠٧، ص١٩).

ب-الخزان الجوفي في تكوين البيلاسيبي :

يعد من الخزانات المائية الجوفية المهمة في وادي دهوك، حيث يقع ضمن الصخور الكاربونية المتكهفة والمتكسرة، ويتركز في نطاق الطيات العالية (الشمري، ٢٠١٧، ص٧٤)، وقد كان للخصائص المميزة لصخور تكوين البيلاسيبي دورها في ملاءمة التكوين الصخري لان يكون خزاناً طبيعياً وصناعياً للمياه، اضافة الى وجود تكوين الفتحة فوق هذا التكوين، وتكوين جركس اسفل منه، مما جعله يتصف بمواصفات الخزان الارتوازي (Al-Azzawi, et.al., 2017, p.28).

ثالثاً - الضوابط المؤثرة على حصاد المياه:

١ – الضوابط الجيولوجية:

تتالف معظم صخور وادي دهوك من الصخور الرسوبية وتتسم بعض تكويناتها بالصلابة والقوة خاصة المناطق التي تغطيها تكوينات الحجر الجيري والحجر الدولوميتي، لذلك تعد ملائمة لمواقع السدود ولا تشكل خطراً من احتمالية انهيار السد (الشمرى، ٢٠١٧، ص١٣٦)، أما من الناحية الزلزالية فقد تم تحديد صدع سفلى يقع اسفل موقع سد دهوك مباشرة، ويأخذ اتجاهاً عاماً شمالي شرقي جنوبي غربي ومتراكب مع صدع مضربي أخر اتجاهه شمالي غربي جنوبي شرقي شكل (٥)، مما يجعل المنطقة ذات قابلية مرتفعة الاستجابة لاى قوى زلزالية تحدث، لاسيما وأن المنطقة تتموضع فوق مركز بؤرة زلزالية، نظراً لقربها من الحزام الزلزالي الواقع في الشمال الشرقي من العراق (حمدون والداغستاني، ٢٠١٥، ص٣٣٢)، مما جعل المنطقة ضعيفة من الناحية الزلزالية (العبادي، ٢٠٠٢، ص٢٧).

٢ – الضوابط التضاريسية:

تأتي الفئة الانحدارية ٥-١٠ درجة في المرتبة الاولى من حيث المساحة في حوض وادي دهوك ومن ثم فان حوض الوادي توجد به اراضي تناسب مشروعات حصاد المياه من حيث الانحدار، ومن ناحية الارتفاع فان جملة الاراضي التي تقع على ارتفاع ما بين ٤٠٠ لاقل من ١٠٠٠م فوق مستوى سطح البحر تشغل معظم مساحة حوض وادي دهوك بنسبة ٨٥.٥٣% مما يشير الى الارتفاع العام لاراضي حوض دهوك عن مستوى سطح البحر ومن ثم فان الارتفاعات في حوض الوادي تلائم مشاريع حصاد المياه.

المصدر: (حمدون والداغستاني، ٢٠١٥، ص٣٢٥)،
شكل (٥) تراكب صدع سد دهوك مع صدع وادى كرماوة اسفل سد دهوك

٣ – الضوابط الهيدرولوجية:

يتم الاعتماد على إنشاء السدود في مجاري الرتب الكبيرة اولاً ثم مجاري الرتب الصغيرة ثانياً (الفرقان، ٢٠١٥، ص٣٩٠) لذلك فان سد دهوك قد تم انشاءه على المجرى الرئيسي لوادي دهوك الذي يبلغ الرتبة السادسة كما تتميز المنطقة بوفرة الأمطار التي بلغ مجموعها السنوي ٥١٦٧.٢مم، كما تشمل الضوابط الهيدرولوجية لحصاد المياه المتغيرات المورفومترية لاحواض وشبكات التصريف لاسيما كثافة التصريف وتكرار المجرى ذات القيم المرتفعة والتي تسجل قيمة زمن التركيز مدة زمنية قصيرة، حيث بلغت كثافة التصريف ٣.٢٥ كم/كم٢ وبلغ تكرار المجاري ٧.٤٤ مجرى /كم٢، وزمن التركيز ١٤٩.٢١ دقيقة ويرجع ارتفعها الى الامتداد الطولي الكبير لحوض وادي دهوك. مما يقلل من فرصة تسرب المياه ويزيد جريانها في مجارى الاودية ومن ثم تعظيم الجريان المائي والاستفادة منه في حصاد المياه.

٤ - الضوابط الحيوية :

تؤثر خصائص التربة على حصاد المياه من خلال طول سطح التربة وخصائصها ودرجة الميل، ففي حالة زيادة الميل يؤدي الى انجراف وتعرية التربة مما يتطلب القيام بعملية تسوية وهدم، لتهيئة تلك المنطقة لتجميع وتخزين للمياه (Wagner, et.al., 2011, p.1783)، كما ان الخصائص الطبيعية للتربة مهمة لوجود علاقة بين الجريان المائي السطحي ونسيج التربة من حيث المسامية والنفاذية، ومن ثم تحديد كمية الجريان المائي السطحي، والفواقد المائية بالنفاذ والترشيح (الجبوري، ٢٠٠٨، ص٤٩). كما يؤثر الغطاء النباتي على عملية الحصاد المائي حيث يشكل عائقاً امام جريان الماء (الجميلي، ٢٠١٧، ص٩٨).

٥ - مشاريع تخزين المياه المحلية:

يوجد في المنطقة سد دهوك على المجرى الرئيسي للوادي وقد بدأ إنشائه في عام ١٩٨٠، وبدات عملية خزن المياه عام ١٩٨٧، ويقع السد على بعد ٢ كم شمالي مدينة دهوك، وهو من نوع السدود الترابية الاملائية، ويبلغ ارتفاعه ٦٠.٥م عن مستوى سطح الأرض المحيطه، و٦٤م من خندق الأساس، ويبلغ طول قمة السد ٦١٣ م وعرضها ٩ م، في حين يبلغ عرض قاعدته ٢٠٠م. وسعة الخزن الحي للسد 47.51 مليون متر مكعب، في حين تبلغ سعة الخزن الميت ٤.٣٩ مليون متر مكعب (خليل، ٢٠٢٠، ص٢)، صورة (٤)، والهدف الاساسي لبناء سد دهوك هو خزن مياه الامطار وتأمين مياه الشرب لمحافظة دهوك وأرواء الاراضي الزراعية (مجيد، ٢٠١٥، ص٨٤).

صورة (٤) القناة الرئيسية في سد دهوك

يتضح من الجدول (٢) تذبذب حجم التخزين المائي في سد دهوك حيث بلغ في عام ٢٠٠٧ ١١.٧ مليون م٣ ثم انخفض حجم التخزين حتى بلغ ٥.٣٥ مليون م٣ في عام ٢٠٠٩م، الا انه خلال السنوات التالية ارتفاع حجم التخزين المائي الى ١٦.١ مليون م٣ فى عام ٢٠١٣م وظل محتفظاً بمستواه تقريباً حتى بلغ ١٧.٩ مليون م٣ في عام ٢٠١٩م.

جدول (٢) حجم التخزين المائي في سد دهوك خلال المدة ٢٠٠٧-٢٠١٩م

السنة	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤	٢٠١٥	٢٠١٦	٢٠١٧	٢٠١٨	٢٠١٩
مليون م٣	١١.٧	٧.٦٢	٥.٣٥	٨.٣٤	٨.٩٨	٩.٣٣	١٦.١٠	١٨.٢٦	١٧.٤٥	١٥.٢١	١٤.١٢	١٢.٣٥	١٧.٢٠

المصدر: ادارة سد دهوك (٢٠٢١): بيانات غير منشورة.

٦- استخدامات الارض:

يتركز توزيع السكان في حوض وادي دهوك في مدينة دهوك بشكل أساسي نظراً لكونها تمثل عاصمة محافظة دهوك واكبر مدنها وما عدا ذلك فيتميز توزيع المراكز العمرانية بالتبعثر في بقية منطقة الدراسة في شكل قرى صغيرة وتجمعات سكانية متباعدة بسبب الخصائص الطبوغرافية الوعرة والطبيعة الجبلية الغالبة على حوض وادي دهوك، وتنحصر مدينة دهوك بين جبل دهوك جنوبا وجبل زاوية شمالا شكل (٦).

المصدر: (Mohammed, 2013, p.555)

شكل (٦) طبوغرافية مدينة دهوك فى حوض وادي دهوك

يتضح من الجدول (٣) ان اكبر نسبة من استخدامات الارض في حوض وادي دهوك كانت من نصيب الاراضى الجرداء بنسبة ٣٤.٩% تلاها بنسبة اقل قليلاً اراضي المراعي بنسبة ٣٣.٥% في حين بلغت نسبة الاراضى الزراعية ٢١.١% وكانت اقل نسبة للغابات بنسبة ١.١%.

الجدول (٣) مساحات استخدامات الأراضي في حوض وادي دهوك

	استخدامات الاراض	المساحة (كم٢)	النسبه المئويه %
١.	المناطق الحضريه	28.1	7.1
٢.	اراضي زراعيه	83.3	21.1
٣.	اراضي المراعي	132.6	33.5
٤.	الغابات	4.4	1.1
٥.	المياه	9.1	2.3
٦.	الاراضي الجرداء	138.3	34.9
	المجموع	395.9	١٠٠%

المصدر: (Mohammed, 2013, p.556)

رابعاً – الميزانية الهيدرولوجية لحصاد المياه:

تعتمد الميزانية الهيدرولوجية لحصاد المياه على مقارنة الايراد المائي بالفاقد منه، بما يتطلب رصد تغيراتها الموسمية والسنوية بما تساعد على وضع سياسة مائية تعتمد على التخطيط المستدام للاستخدامات المختلفة بما يتلاءم مع الايراد المؤمن من المياه (ابراهيم، ٢٠١٨، ص٢٥٠)، وقد وفرت دراسة الضوابط المؤثرة في حصاد المياه واستخدام الاساليب الكمية أساساً قوياً تقوم عليه طرق التوقع الهيدرولوجي والميزانية المائية لحصاد المياه (المبروك، واخرون، ٢٠١٩، ص١٨) على النحو التالي:

١ - حجم الجريان السنوي:

نظراً لعدم وجود محطات هيدرولوجية لقياس كمية التصريف المائي في احواض التصريف، فقد تم الاعتماد على طريقة (بيركلي) لتقدير حجم الجريان السنوي حسب المعادلة التالية:

$$R=(CIS)^{0.5}\ (W/L)^{0.45}$$

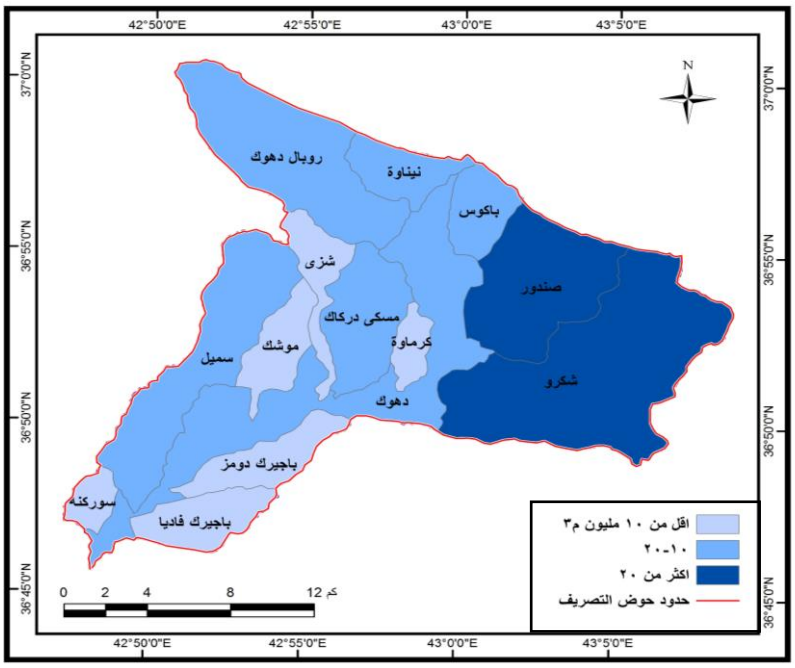
حيث ان R= حجم الجريان السنوي مليار/م٣، و C= معامل ثابت قدره في المناطق الجافة وشبه الجافة (٠.١٠)، و I= حجم التساقط السنوي المتوقع مليار/م٣ (ويحسب بضرب معدل المطر السنوي/ملم في مساحة الحوض)، وS= معدل الانحدار م/كم، ويحسب من خلال الفرق بين أعلى وأدنى قيمة في ارتفاع الحوض/ طول المجرى، و W= معدل عرض الحوض، و L= طول الوادي من المنبع إلى المصب (محمد، ٢٠٠٠، ص٩).

بلغ مجموع الجريان السنوي في حوض وادي دهوك ١٩٤.٢ مليون م٣، حيث تراوحت بين ٦.٢ مليون م٣ في حوض وادي سوركنه و٢٩.٤ مليون م٣ في حوض وادي شكرو، ويوضح جدول (٤) تباين أحواض التصريف الفرعية حسب حجم الجريان السنوي، الشكل (٧):

جدول (٤) تقدير حجم الجريان السنوي في حوض وادي دهوك

اسم الحوض	مساحة الحوض (كم٢)	أطوال الأحواض (كم)	عرض الأحواض (كم)	معدل الانحدار (م/ كم)	حجم المطر السنوي (مليون/م٣)	حجم الجريان السنوي (مليون م٣/)
باكوس	١٢.٣	٥.٢٠	٢.٤	87.2	63.4	16.6
نيناوة	١٢.٨	٥.٠٨	٢.٥	78.0	66.1	16.5
روبال دهوك	٤٩.٢	١٣.٦٥	٣.٦	45.3	254.2	18.6
صندور	٤٠.١	٩.٢٥	٤.٣	51.6	207.0	23.2
كرماوة	٦.٣	٤.٩٥	١.٣	98.5	32.3	9.8
مسكي دركاك	٢٣.٨	٨.٦٩	٢.٧	75.3	122.9	18.0
شزي	١١.٨	١٠.٤٢	١.١	68.0	61.2	7.4
موشك	١٣.٢	٨.١٢	١.٦	57.6	68.5	9.6
شكرو	٨١.٠	١٤.٩٠	٥.٤	51.3	418.8	29.4
باجيرك دومز	١٥.١	٩.٣١	١.٦	35.0	78.1	7.5
سميل	٤٤.٨	١٦.١٠	٢.٨	46.0	231.5	14.9
سوركنه	٥.٦	٣.٧٥	١.٥	29.8	29.1	6.2
باجيرك فاديا	١٤.٧	٧.١٩	٢.٠	17.8	76.0	6.5
دهوك	٦٥.٢	٢٧.٥٩	٢.٤	28.0	336.7	10.2

المصدر: من عمل الطالب



المصدر: من عمل الطالب باستخدام برنامج Arc GIS, 10.3.

شكل (٧) تصنيف أحواض التصريف حسب حجم الجريان السنوي المتوقع

٢ – حجم الايراد المائي:

بلغ مجموع الايراد المائي المتوقع في حوض وادي دهوك ٢٠٤٥.٧ مليون م٣، حيث تراوحت بين ٢٩.١ مليون م٣ فى حوض وادي سوركنه و٤١٨.٨ مليون م٣ في حوض وادي شكرو، ويوضح جدول (٥) تباين أحواض التصريف الفرعية حسب حجم الايراد المائي، الشكل (٨):

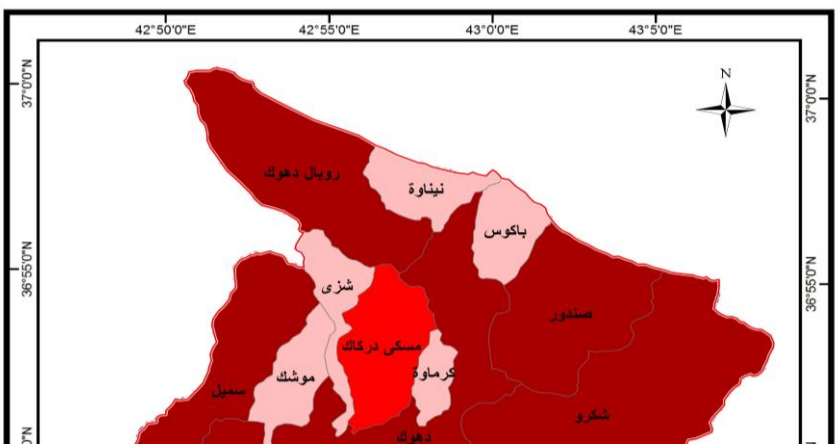
جدول (٥) الميزانية الهيرولوجية في الاحواض الفرعية بحوض وادي دهوك

اسم الحوض	حجم الايراد المائي (مليون م٣)	حجم التبخر السنوى	حجم التسرب السنوى	كمية الفاقد المائي	صافي الجريان السنوي
باكوس	63.4	8.5	17.7	26.2	37.2
نيناوة	66.1	8.9	19.8	28.7	37.4
روبال دهوك	254.2	34.3	135.1	169.4	84.8
صندور	207.0	27.9	101.1	129	78
كرماوة	32.3	4.4	6.9	11.3	21
مسكى دركاك	122.9	16.6	42.5	59.1	63.8
شزى	61.2	8.2	18.4	26.6	34.6
موشك	68.5	9.2	23.0	32.2	36.3
شكرو	418.8	56.4	240.5	296.9	121.9
باجيرك دومز	78.1	10.5	34.7	45.2	32.9
سميل	231.5	31.2	117.9	149.1	82.4
سوركنه	29.1	3.9	11.3	15.2	13.9
باجيرك فاديا	76.0	10.2	47.8	58	18
دهوك	336.7	45.4	243.0	288.4	48.3
المجموع	2045.7	275.7	1059.8	1335.5	710.2

المصدر: من عمل الطالب

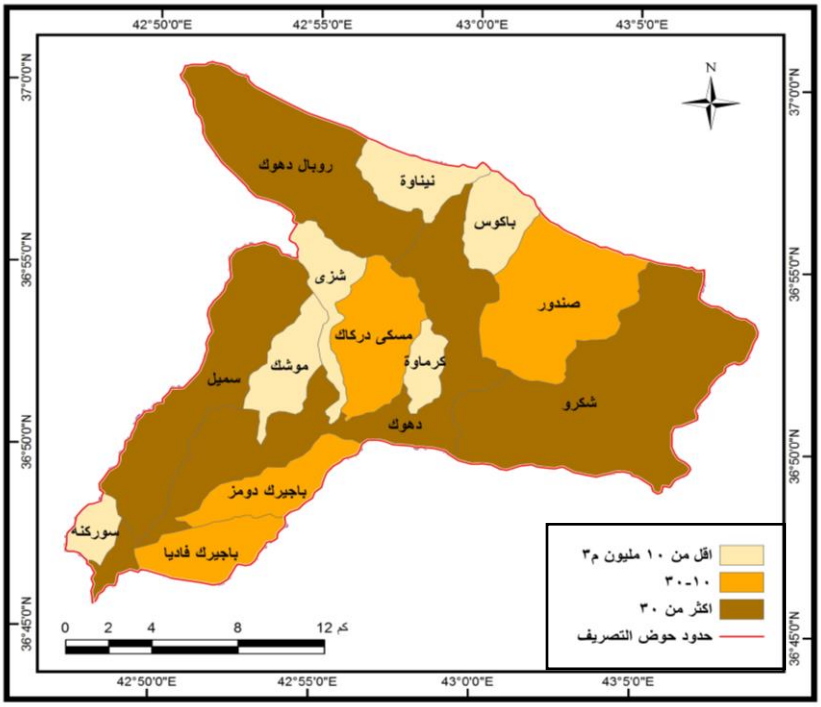
٣ - معدل التبخر:

تؤثر كمية الفواقد المائية عن طريق التبخر والتسرب على بدء عملية الجريان المائي في احواض التصريف التي تتولد عند حدوث فائض من التساقط المطري كما يمتد تأثير الفواقد المائية الى ما بعد الجريان المائي حيث تؤثر على امكانية ومقدار استمرار الجريان في الروافد ووصوله الى مجرى الوادي الرئيسي او انقطاعه وعدم استمراره كما تحدد الفواقد المائية مع بعض الضوابط الاخرى خصائص الجريان المائي من حيث الكمية والسرعة (صالح، ١٩٨٩، ص٢٥)، وقد تم حساب قيمة التبخر في احواض التصريف من المعادلة التالية:
اجمالي التبخر اليومي = اجمالي التبخر مم X مساحة حوض التصريف كم٢



المصدر: من عمل الطالب باستخدام برنامج Arc GIS, 10.3.

شكل (٨) تصنيف أحواض التصريف حسب حجم الايراد المائي السنوي المتوقع



المصدر:

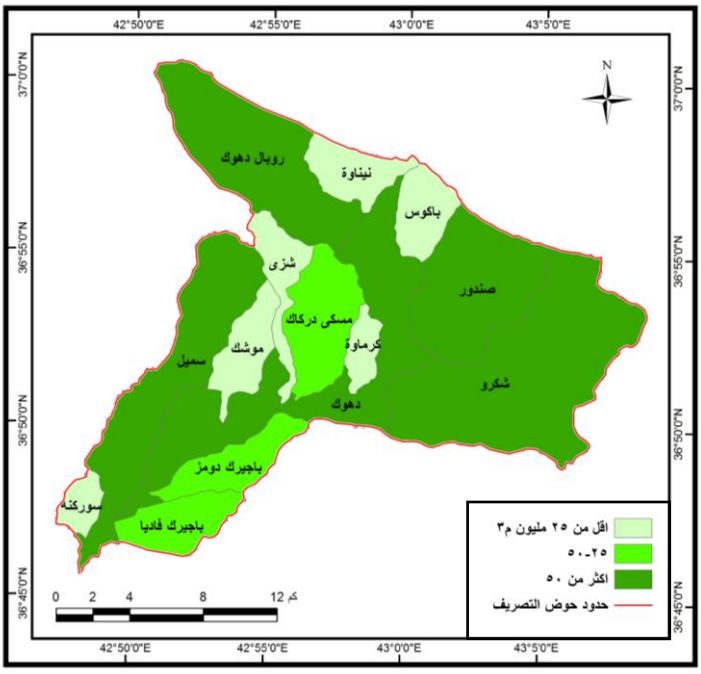
شكل (٩) تصنيف احواض التصريف حسب الفاقد المائي بالتبخر السنوي المتوقع.

بلغ مجموع الفاقد المائي بالتبخر في حوض وادي دهوك ٢٧٥.٧ مليون م٣، حيث تراوحت بين ٣.٩ مليون م٣ في حوض وادي سوركنه و٥٦.٤ مليون م٣ في حوض وادي شكرو، ويوضح جدول (٥) تباين أحواض التصريف الفرعية حسب الفاقد المائي بالتبخر، الشكل (٩)

٤ – معدل التسرب:

توجد مجموعة من الضوابط التي تؤثر على التسرب في احواض التصريف ومنها خصائص السطح ورطوبة التربة وكثافة الغطاء النباتي (عبداللطيف، ٢٠١٧، ص١٢١)، وقد تم حساب معدل التسرب من المعادلة التالية: مساحة حوض التصريف X زمن التباطؤ X ٠.٢٥ (المبروك واخرون، ٢٠١٩، ص٢١).

بلغ مجموع الفاقد المائي بالتسرب في حوض وادي دهوك ١٠٥٩.٨ مليون م٣، حيث تراوحت بين ٦.٩ مليون م٣ في حوض وادي كرماوة و٢٤٣ مليون م٣ في حوض وادي دهوك، ويوضح جدول (٥) تباين أحواض التصريف الفرعية حسب الفاقد المائي بالتسرب، الشكل (١٠):



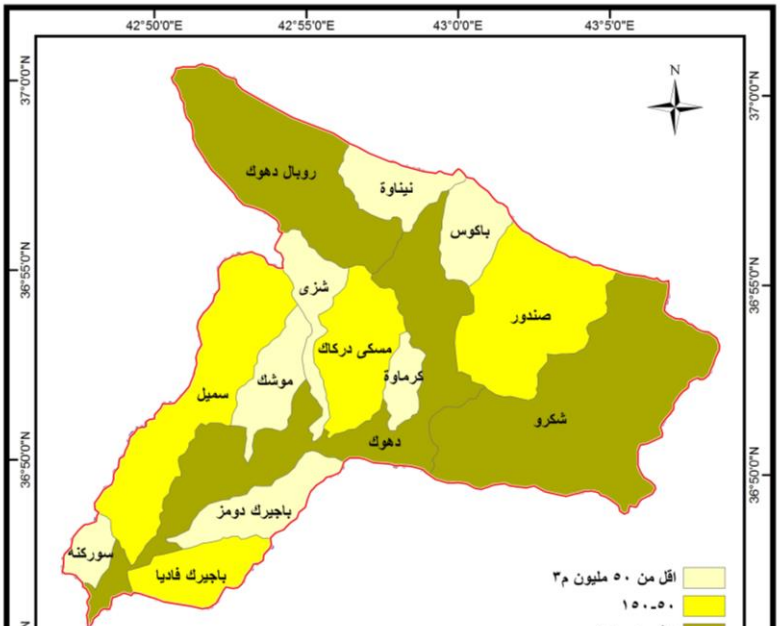
شكل (١٠) تص ، المتوقع .Arc

٥ ــ قيمة الفاقد:

تشمل الفواقد المائية جملة الفاقد المائي من الجريان السطحى سواء بالتبخر او بالتسرب في باطن الارض لذلك تم حساب جملة الفاقد من الايراد المائي في حوض التصريف من المعادلة التالية:

جملة الفاقد المائي = (جملة الفاقد بالتبخر + جملة الفاقد بالتسرب)

بلغ جملة الفاقد المائي في حوض وادي دهوك ١٣٣٥.٥ مليون م٣، حيث تراوحت بين ١١.٣ مليون م٣ في حوض وادي كرماوة و٢٩٦.٩ مليون م٣ في حوض وادي شكرو، ويوضح جدول (٥) تباين أحواض التصريف الفرعية حسب جملة الفاقد المائي، الشكل (١١)



المصدر: من عمل الطالب باستخدام برنامج Arc GIS, 10.3.

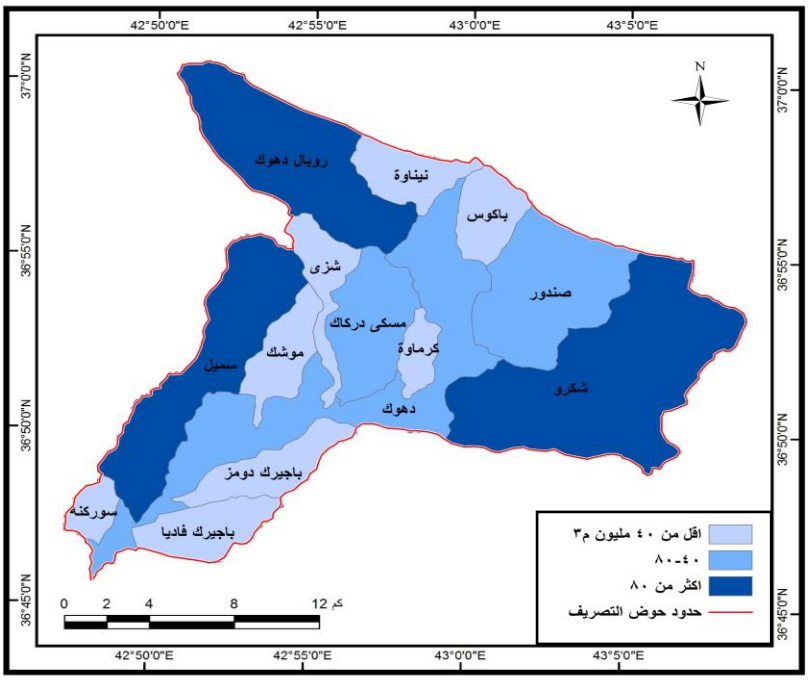
شكل (١١) تصنيف أحواض التصريف حسب جملة الفاقد المائي السنوي المتوقع

٦ – صافي الجريان المائي:

يعبر صافي الجريان المائي عن كمية المياه المتبقية بعد خصم الفواقد المائية بالتبخر والتسرب، وقد تم حساب صافي الجريان المائي من المعادلة التالية:

صافي الجريان المائي = جملة الايراد المائي – جملة الفاقد المائي

بلغ جملة ضافي الجريان المائي في حوض وادي دهوك ٧١٠.٢ مليون م٣، حيث تراوحت بين ١٣.٩ مليون م٣ فى حوض وادي سوركنة و١٢١.٩ مليون م٣ في حوض وادي شكرو، ويوضح جدول (٥) تباين أحواض التصريف الفرعية حسب جملة صافي الجريان المائي، الشكل (١٢):



شكل (١٢) تصنيف أحواض التصريف حسب جملة صافي الجريان السنوي المتوقع

رابعاً – تنمية الموارد المائية:

تشمل نظم حصاد المياه على ثلاثة مكونات رئيسة هي:

1- نطقة المستجمع المائي: وهي جزء من الأرض يسهم في بعض أو كامل حصة الحوض المائي من مياه الأمطار لصالح المنطقة المستهدفة الواقعة خارج حدود ذلك الجزء، ويمكن أن تكون منطقة الجمع صغيرة حيث تتجاوز بضعة أمتار مربعة أو كبيرة تصل إلى عدة كيلو مترات مربعة (Ahmadullah, 2015, p.84)

2- منطقة التخزين: وهو المكان الذي تحتجز فيه المياه الجارية من وقت جمعها وحتى استخدامها ويمكن أن يكون التخزين في خزانات أرضية أو تحت الأرض مثل الخزانات الجوفية أو شبه الجوفية أو في التربة ذاتها كرطوبة تربة، أو في طبقات المياه الجوفية (الجميلي، ٢٠١٧، ص٩٥)

3- المنطقة المستهدفة: وهي المنطقة التي تستخدم فيها المياه التي جرى حصادها والتي يتم الاستفادة منها في الانتاج الزراعي واستخدامات البشرية الأخرى (الجبوري والدوري، ٢٠٢٠، ص٢١٧).

وتتم مراحل نظام حصاد المياه بثلاثة أجزاء وهي كما يأتي (الشيخ، ٢٠٠٦، ص٢):

١ - منطقة حجز المياه (Catchment area) : وهي المنطقة التي يتم تحديدها لتجميع المياه وتكون على شكل منخفضات تجميعية

٢ - وسيلة التخزين (Collection device) :وهو المكان الذي تحجز به المياه من وقت جمعها وحتى استخدامها وتختلف أحجام هذهِ الأماكن تبعاً لكمية الهطول المطري السنوي ، وقد تكون هذهِ الخزانات عبارة عن حفر تحت أرضية أو منخفضات أرضية تتموضع على طبقات صخرية ذات صلابة مناسبة .

٣ - نظام النقل (Conveyance System) : حيث تتطلب أنظمة حصاد المياه في بعض الأحيان نقلها من مناطق الحجز إلى منطقة التجميع عن طريق قنوات أو أخاديد

الخاتمة:

أولا – النتائج:

- يتسم حوض وادي دهوك بتنوع التكوينات الجيولوجية التى تمتد من العصر الكريتاسي بالزمن الثاني وحتى رواسب الزمن الرباعي، حيث تنوعت تكوينات الكريتاسي ما بين الدولوميت والصخر الكلسي الطفلي والحجر الرملى والمارل، وتألفت صخور تكوينات الباليوسين من الحجر الرملي والغريني والطيني والدولوميت والحجر الكلسي، وتكونت صخور تكوينات الايوسين من صخور فتاتية والحجر الكلسي والجبس والطين الرملي، وتضمنت تكوينات الميوسين الجبس والطين الجيري والرملي والحجر الرملي والطيني وتالفت تكوينات عصر البليوسين من حجر جيري طيني ورملي وغريني فضلا للرواسب الفيضية رواسب المنحدرات ونسبة ضئيلة من الرواسب الهوائية.
- يحتوي الحوض على اربعة طيات محدبة هى طية بيخير المحدبة وطية دهوك المحدبة وطية زاويته المحدبة وطية بروشكي المحدبة بالاضافة الى طية دهوك المقعرة، بينما تمثلت الفوالق فى فالق كلي بيسري وفالق الوكا.

- أثر عامل التضاريس في حصاد المياه في حوض وادى دهوك من خلال عاملي الارتفاع والإنحدار، اذ شكلت المناطق المرتفعة منابع الإودية، كما أثر عامل الإنحدار الشديد في شدة الجريان المائي وإمكانية الاستفادة من المياه عن طريق تجميعها في المناطق المنخفضة والاستفادة منها كما فى سد دهوك.
- تنقسم الموارد المائية الى المياه السطحية الدائمة التي تتمثل في انهار دهوك وصندور وشكرو والمياه، كما تشكل المياه الجوفية مورداً مهماً في سد احتياجات السكان المائية والزراعية.
- اوضحت الميزانية الهيدرولوجية لحصاد المياه انه بلغ متوسط حجم الجريان السنوي ١٠.٢ مليون م٣، وبلغ متوسط حجم الايراد المائي 2045.7 مليون م٣، وبلغ حجم التبخر السنوي 275.7مليون م٣ وبلغ حجم التسرب السنوى 1059.8 مليوم م٣ وبذلك يكون صافي الجريان المتوقع 710.2 مليون م٣
- تأثر حصاد المياه في حوض وادي دهوك بعدد من الضوابط كان اهمها الضوابط الجيولوجية الضوابط التضاريسية الضوابط الهيدرولوجية الضوابط الحيوية مشاريع تخزين المياه المحلية مشاريع التخزين في أعالي نهر دجلة استخدامات الارض

ثانياً – التوصيات:

- انشاء مركز لرصد الخصائص الهيدروجيومورفولوجية في حوض وادى دهوك تتيح البيانات الدقيقة والخرائط الرقمية للنظم الهيدرولوجية وخصائصها، وتقديمها لمتخذى القرار في الجهات المعنية.
- متابعة التصريفات الشهرية والسنوية لسد دهوك وملاحظة اى تغيرات تتطرأ عليها بسبب مشاريع التخزين المائي فى اعالى نهر دجلة واتخاذ اللازم لمواجهة تناقص التصاريف في الانهار العراقية.
- استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد لتوفير البيانات الأساسية لإدارة حصاد المياه ودمجها مع نظم ادارة التربة والموارد المائية والمراعي وادارة الأراضي الزراعية والحضرية.
- مواجهة ظاهرة التوسع العمراني العشوائي على المناطق الزراعية ومناطق المراعي الطبيعية لاسيما حول مدينة دهوك للمحافظة على التربة من الانجراف وتنظيم الاستهلاك المائي من الموارد المائية.
- القيام بدراسات هيدروجيوفيزيائية لمنطة سد دهوك، للتعرف على نظم الخزانات الجوفية وحركة المياه الجوفية بشكل دقيق، وتحديد وجود الحواجز التركيبية التي تؤثر فى النظام الهيدروجيولوجي للحوض.
- اجراء دراسات تفصيلية لإنشاء عدد من سدود التخزين الصغيرة على مجاري الأودية الرئيسة التي تتميز بجريان مائي غزير للمساهمة في توفير الموارد المائية وإتباع نظم حصاد المياه الحديثة.

قائمة المراجع:

أولاً - المصادر:

- هيئة المسح الجيولوجي والتعدين (١٩٩٣): الخريطة الجيولوجية، لوحة دهوك، رقم (Nj-38-10)، مقياس رسم ١: ٢٥٠٠٠٠، بغداد
- مرئيات فضائية للقمر الصناعي لاندسات والخاصة بالمتحسس +ETM وبدقة تمييز مكانية ٣٠م
- بيانات ارتفاعات رقمية DEM وبدقة مكانية تبلغ ٣٠ متر

ثانياً - المراجع العربية:

- ابراهيم، احمد شارع (٢٠١٨): التنمية المستدامة لمصادر المياه في اهوار جنوب العراق دراسة في جغرافية المياه باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية البنات، جامعة عين شمس.

- ابراهيم، رافع خضير (٢٠٢٠): دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادى اللينة وحصاد مياهه باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، مجلة جامعة تكريت للعلوم الانسانية، المجلد٢٧، العدد٧.
- البصراوي، نصير حسن (٢٠٠٧): دراسة هيدرولوجية وهيدروكيميائية لمنطقة لوحتي اربيل– NJ) (15 – 38 ومهاباد (14 – 38 – NJ)، مقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، بغداد.
- الجبوري، دلي خلف حميد، والدوري، رغد سهمي حسين (٢٠٢٠): التحليل الهيدرولوجي لتطبيق تقانة حصاد المياه لحوض وادي اللقلق، مجلة جامعة تكريت للعلوم الانسانية، المجلد٢٧، العدد٧.
- الجبوري، زكريا يحيى خلف (٢٠٠٨): النمذجة الهيدرولوجية لحوض وادي أبو ماريا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية في جامعة الموصل.
- الجميلي، حسن علي حمد (٢٠١٧): النمذجة الهيدرولوجية لحوض وادي كندي وتحديد أفضل طرائق حصاد المياه، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة تكريت
- الجنابي، بسمة علي عبدالحسين (٢٠١٦): التقييم الجيومورفولوجي لمنحدرات سلسلة كارة، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة بغداد.
- الحمادة، منعم مجيد (٢٠١١): الموازنة المائية المناخية في شمال العراق، مجلة ابحاث البصرة للعلوم الأنسانية، المجلد ٣٦، العدد٢.
- الداغستاني، حكمت صبحي، والعمري، فاروق صنع الله، وحمدون، علاء نبيل (٢٠٠٤): مراقبة التغيرات في استخدامات الأراضي وعلاقتها بالأشكال الجيومورفولوجية لمدينة دهوك وما حولها باستخدام معطيات التحسس النائي، المجلة العراقية الوطنية لعلوم الأرض، جامعة الموصل، المجلد ٤، العدد ٢.
- الديوالى، لقاء جبار كاكي (٢٠١٩): امكانية حصاد المياه لودى خويسة شرق محافظة ميسان، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة بغداد.
- السامرائي، سحاب خليفة (٢٠١٤): أثر العمليات المورفومناخية والمورفوتكتونية عملية التجوية وعملية التعرية على انجراف التربة في حوض كلالة، مجلة سر من راى، جامعة سامراء، المجلد١٠، العدد٣٩
- السنجري، عبدالستار عبدالقادر، والخطابي، عمار رمضان (٢٠١١): التحليل السحني والموديل الرسوبي للتتابعات الطباقية بين تكويني جركس وبيلاسبي ضمن طية بيخير في منطقة دهوك، شمالي العراق، مجلة جامعة تكريت للعلوم الصرفة، المجلد ١٦، العدد٣.
- السيد، احمد فرحات حسن (٢٠٢٠): حصاد مياه الامطار والتحكم في الجريان السيلي لحوضي واديي الاسيوطي وملاحة بهضبة مصر الشرقية دراسة هيدروجيومورفومناخية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الاداب، جامعة دمنهور.
- الشمري، محمد هشام عبدالرحمن محي (٢٠١٧): الخصائص المورفومترية لحوض نهر شمزبنان في محافظة دهوك، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة بغداد.
- الشيخ، عبد الملك عبد الرحمن (٢٠٠٦): حصاد مياه الأمطار والسيول وأهميته للموارد المائية في المملكة العربية السعودية، المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة، الرياض.
- العامري، شيماء ثامر جواد (٢٠١٨): هيدروجيومورفولوجيا حوض وادي كويل في محافظة دهوك، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية للبنات، جامعة بغداد
- العبادي، علاء نبيل حمدون محمود (٢٠٠٢): تطبيقات التحسس النائي في دراسة المظاهر الجيومورفولوجية والتغيرات في استخدامات الأراضي لمدينة دهوك وما حولها وتوسعها المستقبلي، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل.

- العبدان، رحيم حميد (٢٠٠٨): التحليل الرقمي للخصائص المورفومترية لحوض وادي تانجيرو باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية، مجلة كلية الآداب، جامعة ذي قار، المجلد١١، العدد٣.
- العبيدي، لؤي داود يوسف (٢٠٠٥): دراسة جيولوجية هندسية لإستقرارية المنحدرات الصخرية لتكاوين شيرانيش، كولوش، جركس، بيلاسبي المحيطة بمنطقة شقلاوة، شمال شرق العراق، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة بغداد.
- العبيدي، هدى حيدر حسين (٢٠١٤): امكانية حصاد المياه في محافظة واسط، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة بغداد.
- الفرقان، محمد عبد الله عادل (٢٠١٥): دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي غزة والحصاد المائي لحوضه الاعلى باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الدراسات العليا، جامعة النجاح الوطنية، نابلس.
- الكاظم، ناغين عبدالجليل عبدالمجيد (٢٠١٠): دراسة تركيبية وتكتونية طية دهوك المحدبة شمال العراق، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم جامعة البصرة.
- الكومي، عبدالرازق بسيوني (٢٠٢٠): التجوية وتأثيرها على المواقع الاثرية بمركز طامية محافظة الفيوم تحليل جيومورفولوجي، المجلة الجغرافية العربية، القاهرة، العدد٧٦.
- المبروك، محمود علي، والسبيعي، سليمان يحيي سليمان، والمهدي، علي محمد (٢٠١٩): الحصاد المائي السطحي لحوض وادي السهل الغربي بهضبة البطنان باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، المجلة الليبية العالمة، العدد٤٤
- المتولي، ماجد مجدي، والوزان، ألاء محمود (٢٠١٠): الطباقية الحياتية لتكوين كولوش الباليوسين في منطقة دهوك شمال العراق، المجلة العراقية الوطنية لعلوم الأرض، جامعة الموصل، المجلد ١٠، العدد ١
- ثامر، محمد بهجت (٢٠١٤): التباين المكاني للمياه الجوفية في سهل السليفاني وامكانية استثمارها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة بغداد.
- جاسم، إبتسام أحمد (٢٠٠١): التركات الجيومورفية لمناخ البليستوسين الهولوسين في منطقة الصدور حمرين شرق العراق دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة بغداد
- حاتم، ماهر تحسين (٢٠٠٥): دراسة جيولوجية والتركيبية لمنطقة شمال زاخو بمساعدة تقنيات تحسس النائي، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة بغداد.
- حسن، احمد عباس، وناجي، ميثم محمد، ورشيد مؤيد جاسم (٢٠١٥): استخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة جيومورفولوجية لطية بيخير شمال العراق، مجلة جامعة بابل، المجلد ٢٣، العدد١.
- حمدون، علاء نبيل، والداغستاني، حكمت صبحي (٢٠١٠): تحليل الخصائص المورفومترية لاحواض التصريف في منطقة دهوك شمال العراق باستخدام معطيات الاستشعار عن بعد، مركز التحسس النائي، جامعة الموصل.
- حمدون، علاء نبيل، والداغستاني، حكمت صبحي (٢٠١٥): دراسة جيومورفومترية لتحديد العوامل المؤثرة على سلامة سد دهوك شمال العراق باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، المؤتمر السعودي الدولى الاول لادارة الازمات والكوارث، جامعة الامام محمد بن سعود الاسلامية، الرياض
- خليل، شذى (٢٠٢٠): الأهمية الاقتصادية من المياه المحصودة وبناء السدود العراقية، مركز الروابط للبحوث والدراسات الاستراتيجية، بغداد.
- صالح، احمد سالم (١٩٨٩): الجريان السيلي في الصحاري دراسة في جيومورفولوجية الاودية الصحراوية، معهد البحوث والدراسات العربية، سلسلة الاصدارات الخاصة، العدد٥١، القاهرة

- سلامة، حسن رمضان (٢٠١٠): جغرافية الأقاليم الجافة، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان.
- طاهر، مروة علي (٢٠١٥): الخصائص المورفومترية لحوض وادي أفي سركه في محافظة دهوك، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة بغداد.
- عامر، عبد الوهاب محمد (٢٠١٣): المناهج العلمية في مجال حصاد المياه والمياه الجوفية، حلقة العمل القومية حول حصاد المياه والتغذية الجوفية الاصطناعية في الوطن العربي، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، سلطنة عمان، مسقط.
- عبداللطيف، ضياء صبري (٢٠١٧): الضوابط الهيدروجيومورفولوجية لاحواض التصريف بمنطقة المدينة المنورة بالمملكة العربية السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة كلية الآداب، جامعة بنها، ع٤٨.
- مجيد، نور اسعد عبدالامير (٢٠١٥): طريق دهوك زاخو دراسة في جغرافية النقل، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة بغداد.
- محمد، كاظم موسى (٢٠٠٠): هيدرولوجية وديان الهضبة الغربية في العراق، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد٤٦.

ثالثاً - المراجع الاجنبية:

- Ahmadullah, K.D. (2015): Assessment of Potential Dam Sites in the Kabul River Basin Using GIS, (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol.6, No.2
- Al-Azzawi, N.K; et.al. (2017): Dohuk Syncline As An Artificial Recharge Aquifer, Northern Iraq, Iraqi Bulletin of Geology and Mining, Vol.13, No.1
- Al-Doski, I.A. (2004): Anew Contribution to the Structural Geology of Dohuk Area Kurdistan Iraq, Dohuk Univ. Vol.7, No.2
- AL-Jiburi, H.K. (2008): Hydrogeological and Hydro chemical Study of Zakho Quadrangle, (NJ-38-9), scale 1 :250000, Baghdad, Iraq
- AL-Jiburi, H.K. (2008): Hydrogeological and Hydrochemical study of Kani Rash Quadrangle, (NJ_38_10), scale 1 :250000 ,Baghdad, Iraq
- Almusawi, H. (2007): the Geology of Zakho Quadragle Report (NH-38-9) Geasury library. State Company Of Geological Survey And Mining
- AL-Seikh, S.H. (2006): The Effect Different Water Harvesting Techniques on Runoff, Sedimentation, and Soil Characteristics. Hebron University.
- Jasim, S.Z. & Coff, J.C. (2006): Geology of Iraq. Printed in the Czech Republic, first edition.
- Jasim, S.Z. & Buday, T. (2006): Geology of Iraq, Tectono-stratigraphy of the Zagros suture, Baghdad, Iraq
- Khalid, M.A; Shamseddin, H.S.M; Hilmi M.Y. (2016): Assessment of Rainwater Harvesting Techniques and Practices for Domestic and Crop Production Purposes in Kassala State-Sudan, 7 International Conference on Water Resources and th Arid Environments, Riyadh, Saudi Arabia.

- Mohammed, J. (2013): Land use and cover change assessment using Remote Sensing and GIS Dohuk City, Kurdistan, Iraq (1998-2011), International Journal Of Geomatics And Geosciences, Vol.3, No.3
- Taha, M.A. (2010): The Displacement Criteria in Fibrous Crystallized Gypsum Veins in Southern Hemrin Anticline East of Iraq, jour. of basrah researches, No.4
- Wagner, S; Kumar, F; and Schneider, K. (2011): Hydrological Modeling With Swat In A Monsoon-Driven Environment, Experience From The Western Ghats, India, American Society Of Agricultural And Biological Engineers Vol. 54, No.5

Water harvesting development in the Dohuk Valley Basin, Iraq Hydrogeomorphological study

By

Hassanein Abdul Razzaq Saleh Al Raes

assistant teacher

Prof. Dr. Muhammad Zaki Al-Sadimi

Professor of economic geography and maps and former Dean of the Faculty of Arts - Tanta University

Prof. Dr. Abdel Razek Bassiouni El-Koumi

Assistant Professor of Natural Geography and GIS and Head of the Geography Department at the Faculty of Arts - Tanta University

Abstract: The Dohuk Valley Basin is an independent geomorphological unit characterized by clear geomorphological and environmental characteristics that contribute to determining the relationship between the natural factors controlling water harvesting, and their relationship to the nature of water resources in the region, through the relationship and mutual influence between surface manifestations and the processes causing them and the hydrological processes of water harvesting. The study aims to determine the geological characteristics of the Wadi Duhok Basin that affect water harvesting, study the water resources in the Dohuk Valley Basin, and determine the factors affecting water harvesting in the Wadi Duhok Basin. Dohuk, and the study of the

hydrological budget for water harvesting in the Dohuk Valley Basin. The study used a number of approaches, the most important of which are regional, fundamental, and descriptive explanatory, in addition to some methods such as the GIS method, the statistical method, and the cartographic method. The study concluded that there are many water resources in the region, which Contributed to a water surplus in the hydrological budget for water harvesting, amounting to about 710.2 million m3 / year, and it was shown that water harvesting in the Wadi Duhok basin was affected by a number of controls, the most important of which were geological controls, terrain controls, hydrological controls, vital controls, local water storage projects, storage projects in the upper Tigris River, and land uses. And employing GIS techniques in water harvesting operations.

Key words: hydrogeomorphology, water harvesting, Dohuk Valley Basin.

Keywords: hydrogeomorphology; water harvesting; Dohuk Valley Basin; water resources department