تطبيقات هيدرولوجية لتنظيم التصريف المائي(نهر هيزوب شمال العراق دراسة حالة)

أ. م. د. قاسم أحمد رمل الدليمي الباحث عمار ياسين عواد الفهداوي
جامعة الأنبار ـــــ كلية الآداب – قسم الجغرافية

المستخلص:

يهدف البحث الى دراسة الخصائص الهيدرولوجية الكمية لنهر هيزوب والتحكم في كميات التصريف المائية زمانياً باستخدام شتى الطرق لزيادة مدة الجريان في مواسم انقطاع التغذية المائية للنهر، ومدى ملائمة إيراده المائي في مجالات الاستثمار. تمّ تصنيف وتحليل الأشكال الأرضية بالاعتماد على البرمجيات الحديثة لإعداد قاعدة معلومات أساسية يُستفاد منها في تفاصيل تطبيق فكرة حصاد مياه الامطار وتحقيق أقصى استفادة ممكنة منها . اتّضح من تحليل المعطيات المناخية أنّ معدل درجات الحرارة تراوح بين (١٨,٤ـ٢١,٤)° م، في حين تراوحت معدلات الأمطار بين (٥٢٤,٥ـ٦٧٦,١) ملم، وهذا أسفر عنه وجود فائض مائي يقدر بـ(٢٤٠.٦٨٨.١٠٠) م^{٣} يُمكن استثماره لدعم مشاريع الحصاد المائي ومعالجة مشكلة شحة المياه في فصل الصيف والذي لا يتجاوز تصريفه عن (٩,٧) م^{٣}/ ثا في حين ترتفع كميته في فصل الشتاء إلى (٧٥,٦) م^{٣}/ ثا . كما وتمّ تحليل الخصائص المورفومترية لفهم السلوك الهيدرولوجي للحوض، ومن خلال مطابقة الخريطة الجيولوجية والجيومورفولوجية والهيدرولوجية تمّ رسم خريطة توضح أهم المواقع الناجحة لإقامة مختلف أنظمة الحصاد المائي والمشاريع التي من شأنها تنظيم حجم الجريان المائي في النهر.

Abstract:

This research aims to study the quantitative hydrological properties of Hizob River and the discharge quantity control with time . several to model were used to increase the time of river effluent , espically in the time of draught , and its suitably for investment in

water harvestment in water harvesting progects . A software models were used to classify and analyze a morphology of the study area to achiere a basic data that required in water harvesting applications . The analysis of climate data shown that the average temperature in the study area between (18.4 – 21.4)°m , while the average rainfall depth between (524.5 – 676.1)mm annually. The annual surface runoff of the study area were estimated as (240,688,100)m^3, This water harvested quantities can be use to trwated the effect of draught problems in the summer season where the discharge of river reached to(9.7)m^3 \s while the discharge of the river in winter season reached to (75.6)m^3\s .Morphometrical properties were analysis to understand the hydrological behavior of the river basin . The geological ,geomorphological,and hydrological maps were used as a layer to producea map that explained impprtant sites which comfortable for several water harvested progect .

المقدمـة :

تُعد المياه من أهم الموارد الطبيعية ومرتكزاً أساسياً لنمو وتطور اقتصاد الدول وهذا يتطلب الحفاظ عليها واستثمار كل ما تمنحه الدورة الهيدرولوجية ؛ لأنَّ المياه أصلُ الحياةِ وسرّها وبدونها يستحيل العيش لقوله تعالى {وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاء كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلا يُؤْمِنُونَ} ُالأنبياء (الاية ٣٠)، وتشير جميع الدراسات والأبحاث إلى إنَّ مشكلة العصر مرتبطة بالمياه، بل إنَّ المتوقع حدوث صراعات وحروب على المياه، ولاسيّما أنَّ أغلب دول منابع الأنهار أخذت تضيّق الخناق على الدول المتشاطئة معها، وشرعت بإنشاء السدود ومشاريع الخزن الكبيرة من أجل الاستفادة منها في الاستعمالات البشرية وتوليد الطاقة الكهرومائية ، وهذا الحال ينطبق على الوضع الذي يعيشه العراق مع تركيا وإيران، إذ قام كلٌّ منهما بإنشاء السدود على مجاري نهري دجلة والفرات وروافدهما، مِمَّا أثَّر سلباً على الوارد المائي للعراق في ظلِّ الحاجة الماسة الى المياه ، مما دعى المختصين والباحثين في مجال الدراسات

المائية الى البحث والتقصي لإيجاد حلول وبدائل لهذه المشكلة وسدّ النقص الحاصل في كميات المياه بما يتلائم مع حاجات الإنسان المتزايدة ، من خلال تنظيم كميات التصريف المائي زمانياً لاسيما الأنهار الوقتية أو الموسمية والتي تقل وتنقطع عنها مصادر التغذية المائية لبعض أيام السنة ، واستعمال طرق الحصاد المائي لتجميع مياه الأمطار والثلوج الذائبة وتحويلها إلى مستجمعات وبحيرات يمكن أن ترفد الأنهار وقت الجفاف ، وهنا ظهرت الحاجة إلى اختيار منطقة الدراسة الواقعة شمال العراق ضمن الحدود الادراية لمحافظتي أربيل والسليمانية، باعتبارها من المناطق الواعدة لاستثمارها في مشاريع الحصاد المائي؛ كون مياهها تتجدد سنويّاً من أصل جويٍّ(أمطار وثلوج) يُمكن أن تغطي الاحتياجات المائية لسكان المنطقة والمناطق المجاورة لها خلال الاعتماد على الدراسة الحقلية والميدانية ، فضلاً عن البيانات الهيدرولوجية المستحصلة من الدوائر الرسمية .

مشكلة البحث :

تتمثل مشكلة البحث في تحديد الخصائص الهيدرولوجية وتنظيمها لنهر هيزوب ، وماهي الامكانيات التي يمكن استخدامها في تطوير تقانات الحصاد المائي لتنمية القطاعات الزراعية والصناعية والسياحية في ضوء توافر بعض الموارد الطبيعية .

فرضية البحث :

تمتلك منطقة الدراسة كمية من المياه السطحية مثلت انعكاساً للعوامل الطبيعية المؤثرة عليها وأكسبتها وضعاً هيدرولوجياً مميزاً أتاح فرصة كبيرة للتوسع في زيادة حجم التصريف وإنشاء مختلف تقانات الحصاد المائي وإعادة استخدامها بحسب الحاجة إليها لتنمية القطاعات الاقتصادية داخل منطقة الدراسة .

هدف البحث :

يهدف البحث إلى تحديد طبيعة المؤهلات التنموية الطبيعية والبشرية المتاحة لزيادة وتنظيم الوارد المائي لنهر هيزوب ، ومدى أهميتها في مجال انشاء تقانات الحصاد المائي وتحقيق التنمية المكانية للقرى المتخلفة ضمن منطقة الدراسة من خلال توسيع الاستثمارات الزراعية والصناعية والسياحية .

حدود البحث :

تتمثل حدود البحث بدراسة الخصائص الهيدرولوجية الكمية لنهر هيزوب ضمن الحدود الإدارية الحالية لقضاء كويسنجق التابع لمحافظة أربيل وقضائي رانيه ودوكان التابعة لمحافظة السليمانية، وفلكياً بين خطي طول (٤٥ َ ٢٥ ْ ٤٤ ً ــ ٠٥ ً َ ٤٦ ْ ٤٤) شرقاً ودائرتي عرض (ً ٠٠ َ ٠٤ ْ ٣٦ ــً ١٥ َ ١٩ ْ ٣٦) شمالاً . خريطة (١) ، وهي بذلك الامتداد تمتلك مساحة تبلغ (٤٥٤) كم^{٢} . أما الحدود الزمانية فتركز مداها على السنة (٢٠١٥-٢٠١٦)٠

هيكلية البحث :

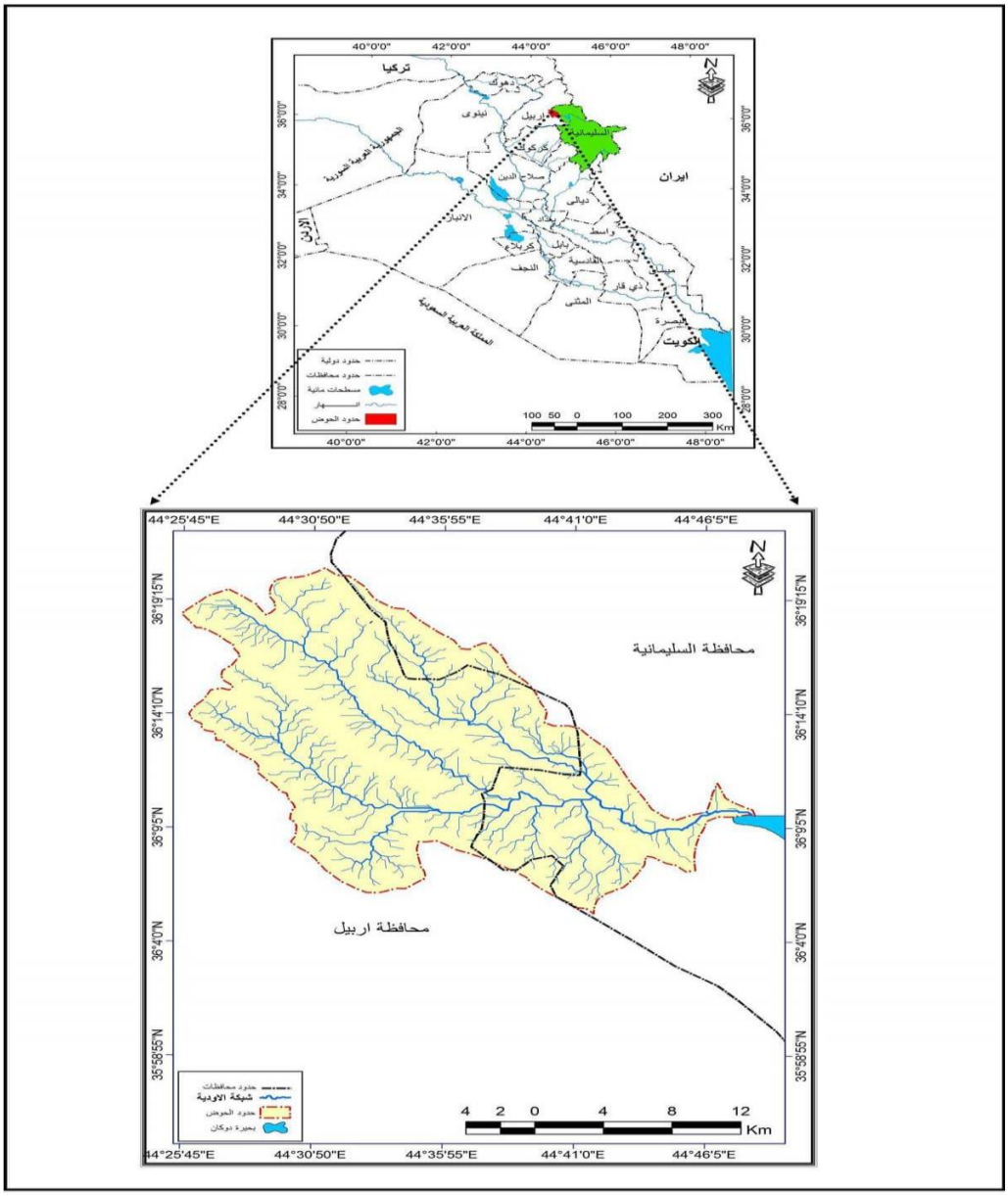
من أجل الوصول إلى نتائج دقيقة ومفصلة، فقد تضمن البحث مناقشة وتحليل المحاور الآتية :

المحور الأول: الخصائص الطبيعية المؤثرة على الجريان المائي لنهر هيزوب

المحور الثاني : خصائص الصرف المائي لنهر هيزوب

المحور الثالث: التطبيقات الهيدرولوجية المقترحة لتنظيم الجريان المائي لنهر هيزوب

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة من العراق



المصدر: وزارة الري ، الهيئة العامة للمساحة ، خريطة العراق الادارية ، مقياس ١: ١٠٠٠٠٠٠، لسنة ٢٠٠٠.

المحور الأول: الخصائص الطبيعية المؤثرة على الجريان المائي لنهر هيزوب

أولاً – الجيولوجيا :

تؤثر البنية الجيولوجية من حيث التركيب الصخري واحتوائها على الفواصل والكسور بشكل مباشر على حجم الجريان السطحي ومقدار تسرب المياه نحو باطن الأرض ، ومن ثم تحكمها في اختيار مواقع السدود إذ تعد من أبرز العوامل المحددة في هذا المجال لأنها تشكل دعامات ترتكز عليها السدود ، والتكوينات الجيولوجية التي اشتملت عليها المنطقة فسوف يتمُّ توضيحها من الأقدم للأحدث وكما يأتي ، خريطة (٢) .

١ـ تكوينات عصر الايوسين :

ـ تكوين كولوش :– يتكشف هذا التكوين في الأَجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية من المنطقة ، متمثّلة بسلسلة جبال هيبة السلطان، إذ يتكون من الحجر الجيري والرملي والمدملكات ، وكذلك أَحجار الكلس والطفل، وحجر الكلس يكون على شكل طبقات قليلة السمك، رمادية اللون[١]، وهو تكوين متماسك يحتوي على المواد الكلسية الصلدة، يغطي مساحة تقدر بـ(٥٢,٨) كم٢،وبنسبة (١١,٦٣%) من مساحة المنطقة البالغة ٤٥٤ كم٢،خريطة (٢) ، جدول (١) .

٢ـ تكوينات العصر الكريتاسي :

أ ـ تكوين جمجوقه: يتشكل تكوين جمجوقه من الحجر الكلسي والدلومايت الذي يكون لونه رصاصيّاً غامقاً[٢]، ويتواجد على شكل أشرطة متداخلة مع التكوينات الأُخرى ، يبلغ سمكه(٣٠٠) م، ويشكّل مساحة (١٤٣,١) كم٢، وبنسبة(٣١,٥٢%) من حوض نهر هيزوب .

ب ـ تكوين سرمورد: تظهر مكاشف هذا التكوين على نطاق ضيّق في المنطقة ، وتحديداً في الأجزاء الجنوبية الشرقية بالقرب من بحيرة دوكان أسفل تكوين جمجوقه، يتكون من الحجر الجيري المارلي الرمادي الفاتح[٣]، يشكل مساحة (١,٤)كم٢، ونسبة (٠,٣١%) من مجمل مساحة المنطقة .

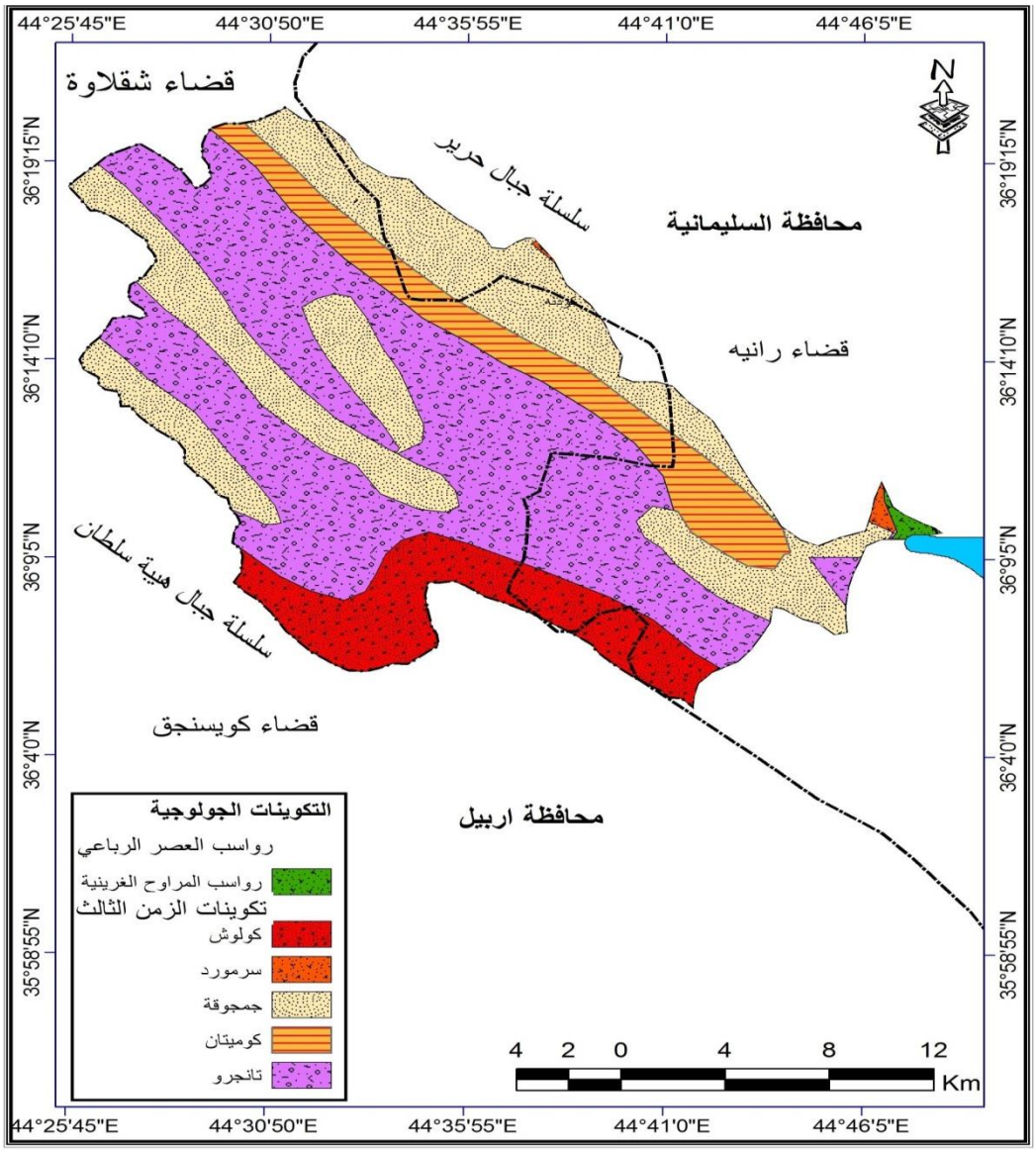
ج ـ تكوين كوميتان : يتشكّل تكوين كوميتان من حجر كلسي وحجر طيني، وهذه الصخور متوسطة الصلابة، لونها أبيض ورصاصي[٤].يظهر بشكل شريط على جوانب الطيات، مثل طية سفين الممتدة تُجاه شمال غرب ـــ جنوب شرق، يصل سمك تكوين

كوميتان الى(٣٠٠) م[٥]، ويشغل مساحة تبلغ(٤٧)كم٢، ونسبته (١٠,٣٥%) من مساحة المنطقة .

د- تكوين تانجرو: يعد تكوين تانجرو من أكثر التكوينات انتشاراً في المنطقة وتبلغ مساحته (٢٠٨,٢) كم٢ ونسبته (٤٥,٨٦%) من حوض النهر ، يتشكل هذا التكوين من الحجر الطيني والحجر الرملي والطفل والمدملكات[٦]، وتزيد نسبة الحجر الرملي على باقي المكونات الأخرى لتكوين تانجرو ويصل سمكه الى أكثر من(٢٠٠) م [٧]، يتكشَّف هذا التكوين في الأَجزاء الوسطى والشمالية الغربية للمنطقة .

٣- تكوينات العصر الرباعي(رواسب المراوح الغرينية) : توجد رواسب العصر الرباعي بشكل محدود ولا تتجاوز مساحتها (١,٥) كم٢وبنسبة (٠,٣٣%)، وعلى الرغم من قِلَّة المساحة التي تشغلها، ألا أنَّها تعدُّ مهمة جدًّا من الناحية الهيدرولوجية؛ وذلك لنفاذيتها العالية،إذ تسمح تكويناتها المتشكّلة من الحصى والرمل والطين والغرين والجلاميد التي جرفتها الأودية النهرية في أثناء سقوط الامطار وذوبان الثلوج لترشيح كميات كبيرة من المياه خلالها لتساهم في تغذية النهر أثناء موسم الصيهود، توجد هذه الترسبات في المراوح الغرينية والسهول الفيضية الواقعة على جانبي نهر هيزوب ، وعند مصبِّه في بحيرة دوكان .

خريطة (٢) جيولوجية منطقة الدراسة



المصدر :وزارة الصناعة والمعادن ،الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، قسم المسح الجيولوجي ، خريطة العراق الجيولوجية مقياس ١/٢٥٠٠٠٠ لسنة ٢٠٠٢ .

جدول(١) مساحة التكوينات الجيولوجية والنسبة % لحوض نهر هيزوب

التكوينات الجيولوجية	المساحة (كم^{٢})	النسبة المئوية
رواسب المراوح الغرينية	١,٥	٠,٣٣
سرمورد	١,٤	٠,٣١
كولوش	٥٢,٨	١١,٦٣
كوميتان	٤٧	١٠,٣٥
تانجرو	٢٠٨,٢	٤٥,٨٦
جمجوقة	١٤٣,١	٣١,٥٢
المجموع	٤٥٤	١٠٠

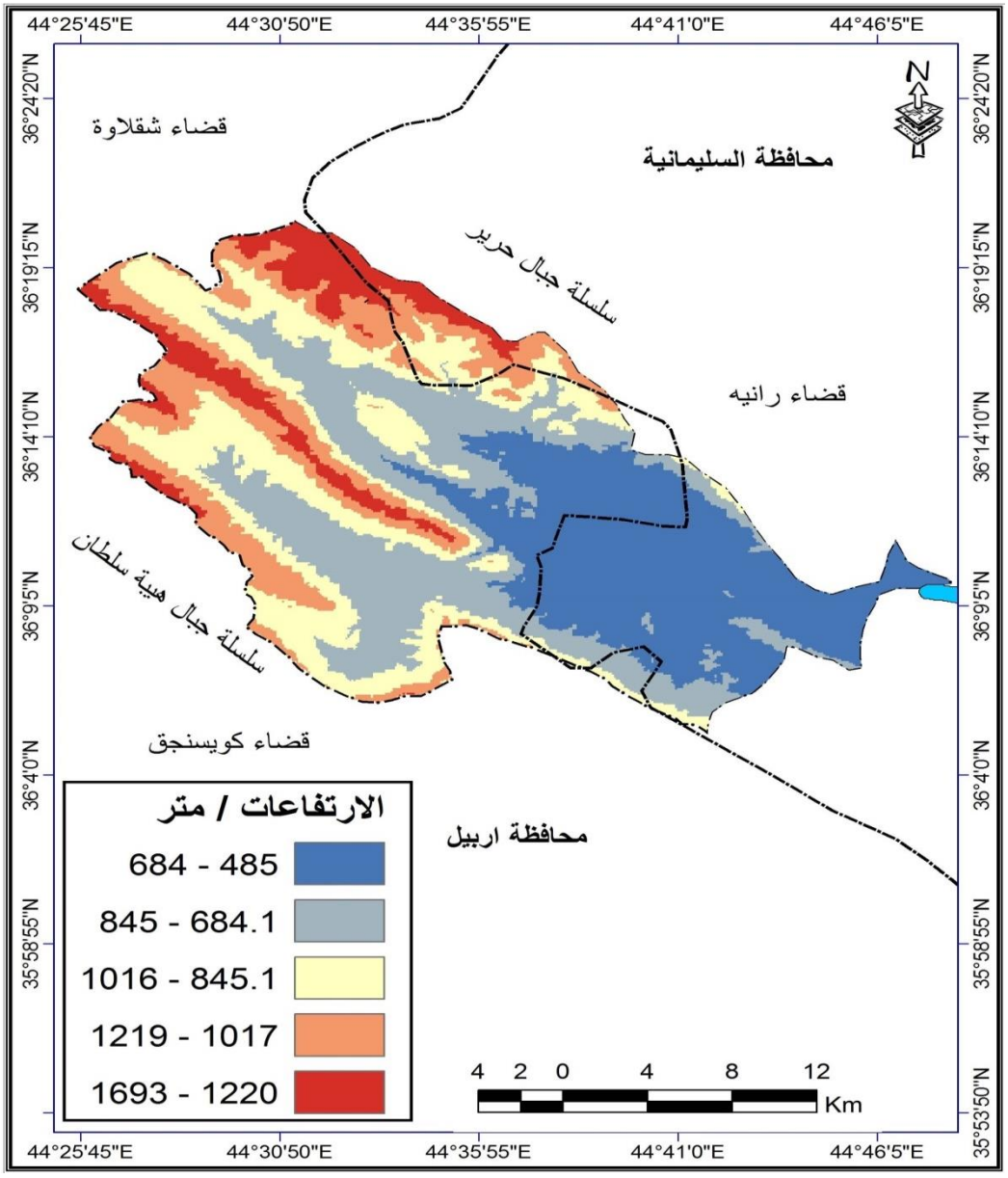
المصدر: بالاعتماد على خريطة (٢) وبرنامج (ARC GIS 10.2)

ثانياً : الطبوغرافيا :-

التضاريس من أبرز العوامل الطبيعية المؤثرة على نظام الجريان النهري وتحديد اتجاهه ، فضلا عن أثرها على اختيار مواقع السدود ومشاريع الحصاد المائي ، يمكن تقسيم منطقة الدراسة إلى خمس وحدات أرضية رئيسة هي :

١ـ خصائص الارتفاع: تتصف منطقة الدراسة باختلافاتها الموضعية، إذ توجد الجبال الشاهقة التي تحصر بينها الأَودية المائية، التي تسيل فيها مياه الامطار والثلوج مكونة أَنظمة معقَّدة من أَنماط الصرف المائي، وتأخذ تلك الأَحواض بصورة عامة تُجاه شمال غرب ــ جنوب شرق، كما موضَّح في خريطة(٣)، التي يظهر من خلالها ارتفاع الاجزاء الشمالية والشمالية الغربية ما بين(١٠٠٠ـ١٦٠٠) م عن مستوى سطح البحر، والتي تنحدر باتِّجاه الاجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية، وصولاً الى أَقل ارتفاع في المنطقة يحدد بـ(٤٨٥) م عند مصب النهر في بحيرة دوكان .

خريطة (٣) نطاقات الارتفاعات المتساوية



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) باستخدام برنامج (ARC GIS 10.2)

٢ـ الانحدارات: تؤثر الانحدارات على النشاطات البشرية المختلفة كالاستيطان وإمكانية انشاء السدود المائية لحجز المياه، سواءً لعمليات الرَّي أَو لعمليات الحصاد المائي وتحويل هذه المياه الى الخزانات والبحيرات الاصطناعية بحسب نوعية الاستعمال، ولغرض قياس الانحدارات في منطقة الدراسة تمَّ اعتماد خريطة الارتفاعات المتساوية للمنطقة ومعالجتها باستعمال برنامج (ARC GIS 10.2)، وبحسب تصنيف (ZINK) فقد تمَّ تصنيفها الى الفئات الآتية، خريطة (٤) .

الفئة الاولى (٠ ـ ١,٩%) وتشكل هذه الفئة مساحة (٢٠١,٢) كم(٢)، ونسبة(٤٤,٣٥%) من المساحة الكلية للحوض البالغة (٤٥٤) كم(٢) ، وتمثل مناطق السهول ، جدول (٢) .

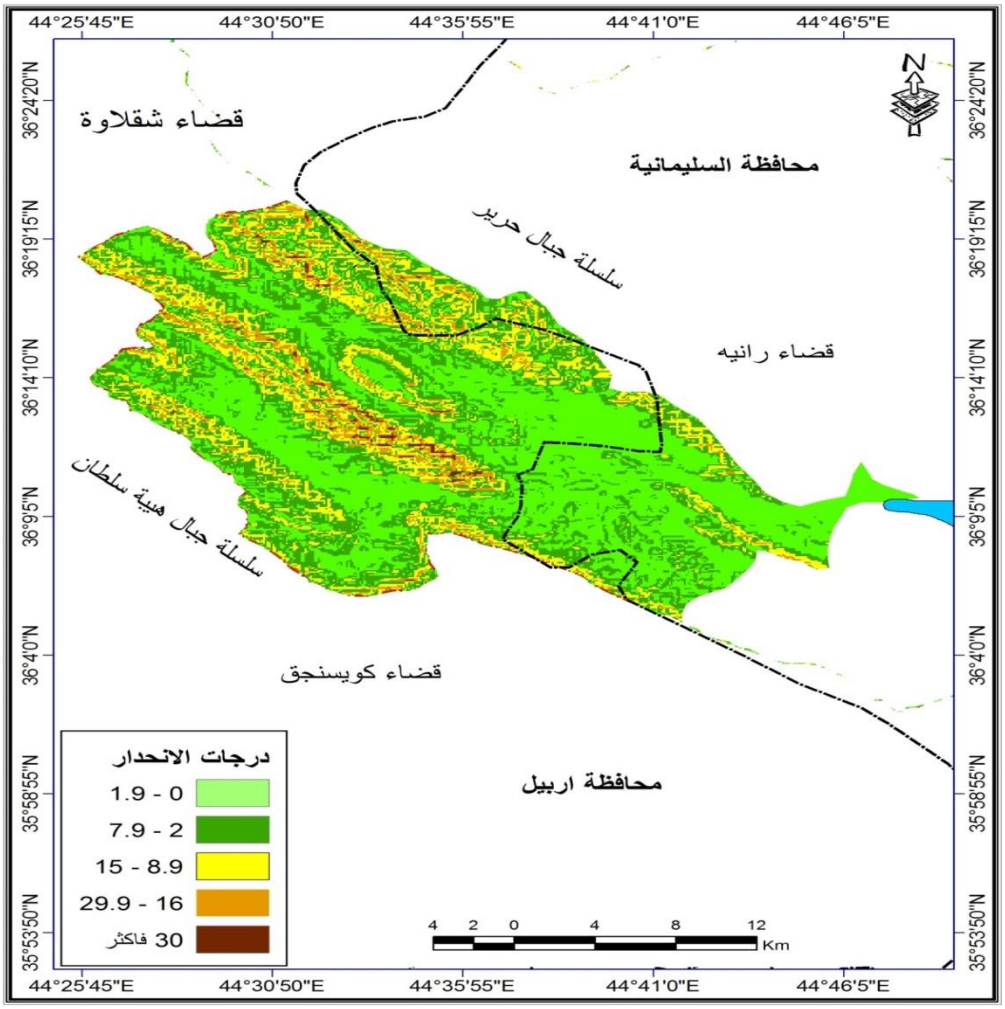
الفئة الثانية (٢ ـ ٧,٩ %) تمثل هذه الفئة السطوح التحاتية وأَقدام الجبال ، وتشغل مساحة تقدر بـ(١٣٧,٩)كم(٢)، وتبلغ نسبتها (٣٠,٤ %) من مجمل مساحة منطقة الدراسة .

الفئة الثالثة (٨,٩ ـ ١٥) وتشغل مساحة قدرها (٧٨,٦) كم(٢)، وبنسبة (١٧,٣٢%) من مساحة المنطقة ، تعبر هذه الفئة عن مناطق التلال المنخفضة في الحوض

الفئة الرابعة (١٦ ـ ٢٩,٩) وهي تعبر عن مناطق التلال المرتفعة في الحوض، تبلغ مساحتها (٣٢,٦) كم٢، ونسبتها (٧,٢%) من مساحة المنطقة الاجمالية .

الفئة الخامسة (٣٠) فأكثر: تمثل هذه الفئة مناطق الجبال العالية وتغطي مساحة قدرها (٣,٤) كم٢ وتبلغ نسبتها (٠,٧٤%) من المساحة الكلية للمنطقة .

خريطة (٤) الانحدارات الارضية بحسب تصنيف (zink 1989)



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) باستخدام برنامج (10.2 ARC GIS)

جدول(٢) درجات الانحدار ونسبها المئوية في حوض نهر هيزوب

درجات الانحدار	المساحة / كم٢	النسبة المئوية
٠ـ ١,٩	٢٠١,٢	٤٤,٣٥
٢ـ ٧,٩	١٣٧,٩	٣٠,٤
٨,٩ ـ ١٥	٧٨,٦	١٧,٣٢
١٦ ـ ٢٩,٩	٣٢,٦	٧,٢
٣٠ فأكثر	٣,٤	٠,٧٤
المجموع	٤٥٤	١٠٠

المصدر : بالاعتماد على خريطة (٤)

٣- الأَودية: تتصف منطقة الدراسة بوجود شبكة من الأَودية تنحدر موازية لمحاور السلاسل الجبلية . يوجد في المنطقة ثلاثة أودية رئيسة هي (سمقولي ، نازنين، كورة) تنحصر ما بين الطيات المحدبة باتجاه شمال غرب ـ جنوب شرق، تلتقي جميعها بالوادي الرئيس (نهر هيزوب) لتصب في بحيرة دوكان .

٤- المنطقة الجبلية:أَهم الجبال في منطقة الدراسة هي (سفين، هيبة السلطان، حرير) وتبلغ ارتفاعاتها(١٤٦٥,١٤٤٨، ١٦٠٠) م لكل منهما على التولي، وتمتدُّ السلاسل الجبلية في المنطقة بأشكال متوازية تقريباً تحصر بينها وديااناً طولية هي بالأَصل التوائات مقعرة .

٥- السهول الجبلية: إنَّ معظم السهول الجبلية في منطقة الدراسة هي من نوع السهول المروحية ويرجع أَصل نشأتها الى نشاط ترسيبي لمجموعة الأودية المنحدرة من السفوح الجبلية المحيطة بها. يوجد في المنطقة العديد من السهول أهمها سهل (سمقولي ، نازنين ، كوره)

ثالثاً- المناخ:

يتصف مناخ منطقة الدراسة بأنَّه شبه رطب، مع صيف حار جاف، وشتاء بارد رطب متوسط الأمطار يشهد أحيانا تساقط للثلوج ، ولاسيَّما المناطق المرتفعة، ويتضح من خلال معطيات جدول(٣) أنّ أعلى معدل لدرجة الحرارة سجلته محطة أَربيل (٢١,٤)°م، وأَدنى معدل سجلته محطة السليمانية (١٨,٠٤)°م، ويعدُّ شهر تموز أَحر الشهور في جميع المحطات. أَمَّا خلال أَشهر الشتاء فقد سجَّل شهر كانون الثاني أَقل درجات الحرارة،إَذ تراوحت معدلاتها ما بين(٥,٢)°م في محطة دوكان،(٧,٩)°م في محطة أَربيل.

جدول (٣) معدلات درجات الحرارة (مْ) لمحطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٨٥-٢٠١٥)

المحطات	ك٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	ايلول	ت١	ت٢	ك١	المجموع
السليمانية	١٣٥,٤	١٠٨,٢	٩٨,٥	٧٢,٣	٣٥,٦	١,٦	٠	٠	٢,٤	٣١,١	٧٨,٧	١١٢,٣	٦٧٦,١
دوكان	١٣١,١	٩٥,١	٨٣,٩	٦١,٤	٢٤,٣	٠,٩	٠,٣	٠	١,٦	٢٥,١	٧٩,٣	١٢٢,١	٦٢٥,١
أربيل	١٠٨,٣	٩٦,٥	٨١,٦	٣٨,٢	٦,٩	٠	٠	٠	٢,٩	٣١,٧	٦٠,٣	٩٨,١	٥٢٤,٥
كويه	١٩١,٣	١٠٨,١	٨٠,٥	٧٥,٢	٠,٥	٠	٠	٠	٠,٩	٢٨,٥	٦٨,٣	١١٠,٤٦	٦٦٣,٧٦

المصدر:١- وزارة النقل والمواصلات ، دائرة الأنواء الجوية، في محافظة السليمانية، قسم الاحصاء(بيانات غير منشورة)، للمدة (١٩٨٥ـ٢٠١٥).

٢- وزارة النقل والمواصلات، دائرة الأنواء الجوية، في محافظة أربيل، قسم الاحصاء (بيانات غير منشورة)، للمدة (١٩٨٥ـ ٢٠١٥).

أمّا أَعلى معدل لكمية الأَمطار النازلة فقد سُجّل في محطة السليمانية(٦٧٦,١) ملم، وأدنى معدل سجل في محطة أَربيل(٥٢٤,٥) ملم، ويعدُّ شهر كانون الثاني أَغزر أَشهر السنة في جميع المحطات المدروسة، إَذ تراوحت معدلات الأَمطار ما بين (١٩١,٣) ملم في محطة كوية و (١٠٨,٣) ملم في محطة أربيل. جدول(٤) .

جدول(٤) الأَمطار (ملم) لمحطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٨٥ـ٢٠١٥)

المحطات	ك٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	ايلول	ت١	ت٢	ك١	المجموع
السليمانية	١٣٥,٤	١٠٨,٢	٩٨,٥	٧٢,٣	٣٥,٦	١,٦	٠	٠	٢,٤	٣١,١	٧٨,٧	١١٢,٣	٦٧٦,١
دوكان	١٣١,١	٩٥,١	٨٣,٩	٦١,٤	٢٤,٣	٠,٩	٠,٣	٠	١,٦	٢٥,١	٧٩,٣	١٢٢,١	٦٢٥,١
أربيل	١٠٨,٣	٩٦,٥	٨١,٦	٣٨,٢	٦,٩	٠	٠	٠	٢,٩	٣١,٧	٦٠,٣	٩٨,١	٥٢٤,٥
كويه	١٩١,٣	١٠٨,١	٨٠,٥	٧٥,٢	٠,٥	٠	٠	٠	٠,٩	٢٨,٥	٦٨,٣	١١٠,٤٦	٦٦٣,٧٦

المصدر:١- وزارة النقل والمواصلات ، دائرة الأنواء الجوية، في محافظة السليمانية، قسم الاحصاء (بيانات غير منشورة)، للمدة (١٩٨٥ـ٢٠١٥).

٢- وزارة النقل والمواصلات، دائرة الأنواء الجوية، في محافظة أربيل، قسم الاحصاء (بيانات غير منشورة)، للمدة (١٩٨٥ـ ٢٠١٥).

أمّا التساقط الثلجي في منطقة الدراسة فيبدأ مع بداية شهر كانون أول وحتى نهاية شهر شباط؛ وذلك بسبب انخفاض درجات الحرارة الى ما دون الصفر المئوي في بعض الأحيان، وتزداد كمية الثلوج طرديّاً مع الارتفاع عن مستوى سطح البحر، ويبدو من الجدول(٥) أنَّ محطة السليمانية تستلم كمية كبيرة من الثلوج سنوياً تقدر بحدود (٦٩٥) سم. في حين تحضى محطة أربيل بـ (١٥٢) سم .

جدول (٥) كمية الثلوج المتساقطة لبعض محطات المنطقة للمدة (١٩٩٢ـ ٢٠١٢)(++)

المحطات	كمية التساقط الشهري (سم)			المجموع (سم)
	ك١	ك٢	شباط	
السليمانية	١٥	٤٥٠	٢٣٠	٦٩٥
أربيل	٢	١٠٠	٥٠	١٥٢

المصدر:١- وزارة النقل والمواصلات ، دائرة الأنواء الجوية، في محافظة السليمانية، قسم الاحصاء (بيانات غير منشورة)، للمدة (١٩٨٥ـ ٢٠١٥).

رابعاً: التربة

تقسم الترب في منطقة الدراسة بحسب خصائصها وتواجدها على النحو الآتي ، خريطة (٥) :

١ـ ترب كستنائية ضحلة وحجرية : تغطي هذه الترب أَجزاء واسعة من منطقة الدراسة تقدّر بنحو(٢٢٢,٤) كم^{٢}، وبنسبة(٤٨,٩٩%) من المساحة الاجمالية ، جدول (٦) ، وتقسم هذه الترب الى عدّة اصناف أُخرى هي:-

أ ـ تربة الليثوسول :- وهي تربة حديثة التكوين، قليلة السمك تغطي السفوح الجبلية، لونها بني الى بني غامق ؛ بسبب ارتفاع المادة العضوية فيها، إَذ تتراوح ما بين (٢,٤ ـ ٤,٥) % ، وهي ذات نسجة (مزيجية ـ طينية).

ب ـ ترب كستنائية حمراء:- تغطي هذه التربة الوديان الجبلية والسفوح المتوسطة الانحدار، ويتصف سطحها العلوي باللون الكستنائي، وهي غنية بأوكسيد الحديد وكاربونات الكالسيوم ، لأنَّها متكونة من صخور كلسية .

ج ـ تربة الراندزينا:- تتشكل هذه التربة من الصخور الكلسية، يتراوح عمقها بين(٣٠ـ٥٠) سم، وتغطي الوديان والمناطق المنخفضة .

٢ـ ترب كستنائية ذات سمك عميق:- تتواجد هذه الترب بنسبة قليلة في منطقة الدراسة تشغل مساحة قدرها(٣,٤)كم^{٢}، ونسبتها (٠,٧٥%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة ، وتقسم إلى الأنواع الآتية:

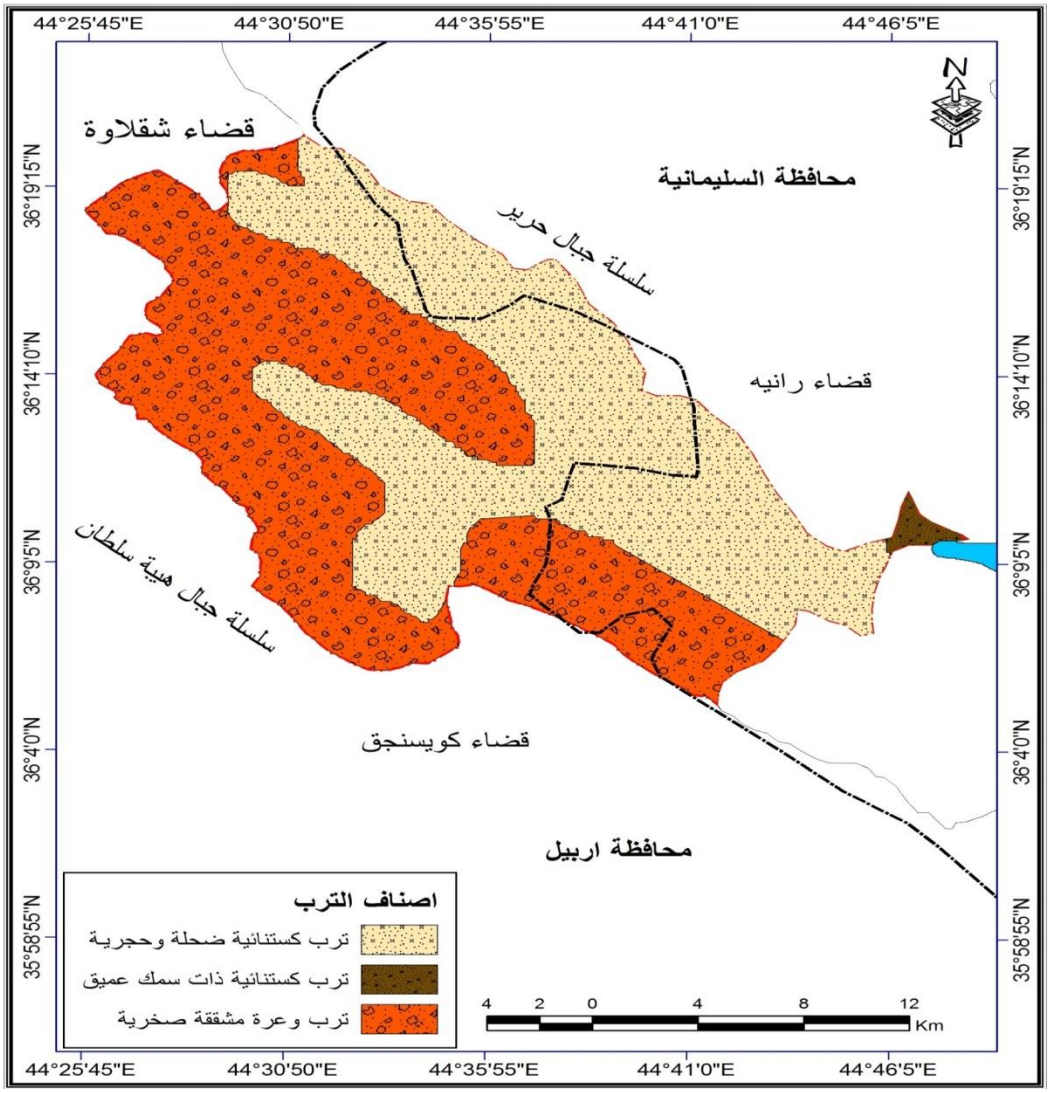
أـ تربة المراوح الغرينية:- وهي ترب عميقة ذات نسجة جيدة ما بين(غرينية ـ طينية) الى (مزيجية ـ غرينية)، لونها بني الى بني داكن ، تتراوح نسبة المادة العضوية فيها ما بين (١,٥ ـ٢,٦%) .

ب ـ تربة السهول الفيضية:- وهي الترب التي قامت بإرسابها المجاري المائية على جانبي نهر هيزوب في أَثناء فترات الفيضان، وكذلك عند منطقة المصب، لونها بني الى بني فاتح ، تحتوي على نسبة عالية من كاربونات الكالسيوم .

ج ـ تربة التشرنوزم:- وهي من أفضل أنواع الترب، وتحتوي على نسبة عالية من المواد العضوية تتراوح ما بين(٤ـ ٨%)، نسجتها (مزيجية ـ طينية) تغطي هذه الترب مناطق السهول وبطون الأودية .

٣ ـ ترب وعرة مشققة صخرية :- تغطي هذه الترب أَجزاء واسعة من المنطقة الجبلية تبلغ (٢٢٨,٢)كم٢، ونسبة (٥٠,٢٦%) من المساحة الكلية ، وبهذه النسبة تعدُّ أَكثر أَنواع الترب الأُخرى انتشاراً في المنطقة .

خريطة (٥) أَصناف الترب في منطقة الدراسة



المصدر: Buringh, Soils and Soil Conditions in Iraq Ministry of Agriculture, Baghdad, 1960,map of Iraq,scal1:10000.

جدول (٦) تصنيف الترب بحسب مساحتها (كم٢) في منطقة الدراسة

أصناف الترب	المساحة (كم٢)	النسبة المئوية
ترب كستنائية ضحلة وحجرية	٢٢٢.٤	٤٨.٩٩
ترب كستنائية ذات سمك عميق	٣.٤	٠.٧٧
ترب وعرة مشققة صخرية	٢٢٨.٢	٥٠.٢٦
المجموع	٤٥٤	١٠٠

المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس ١/١٠٠٠٠٠ ، باستخدام برنامج (ARC GIS) 10.2

خامساً: الغطاء النباتي

يلعب الغطاء النباتي دوراً في تحديد السلوك الهيدرولوجي للحوض، من خلال اعاقة جريان المياه السطحية، إذ تُقدَّر نسبة هذه الإعاقة بين (٣٥–٥٠)% ، ومن ثم تقليل حجم الجريان السطحي وزيادة نسبة التسرب إلى باطن الأرض لتغذية مكامن المياه الجوفية. يصنف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة إلى الأنواع الآتية:-

١ـ غابات البلوط: وهي أَحد أَهم انواع الغابات في المنطقة ، والتي ساعد التركيب الصخري والمناخ الملائم على نموها بشكل واسع ، تنقسم إلى عدة أنواع هي (البلوط الجاف ، العفص ، الدندار) وتتباين في أحجام أَشجارها وكثافتها، تنمو في المناخ الجبلي الذي يتصف بارتفاع معدلات الأمطار على ارتفاع يتراوح ما بين(٤٥٠– ١٦٠٠) م عن مستوى سطح البحر، وتتصف أشجار البلوط بقدرتها على النمو في مناطق المنحدرات الشديدة مستثمرة الفواصل والشقوق لمد جذورها .

٢ـ غابات ضفاف الانهار:- تسمّى غابات الأَحراش، وتضم أَشجار الصفصاف والدلب(الجنار) والعليق، وتكثر أَيضاً أَشجار الاسبندار (القوغ) والجوز والتوت والدفلة والتين البري والتفاح والرمان .

٣ـ غابات الوديان الجبلية:- تتكون هذه الغابات من أَشجار كبيرة الحجم؛ بسبب توافر المياه كأشجار الجوز والجنّار والاسبندار والتين والتوت البري، فضلاً عن أشجار الفواكه كالعنب والتين والمشمش والجوز والكمثري والرمان .

٤ـ الغابات المزروعة :- وهي الغابات التي قام الانسان بإيجادها لأغراض مختلفة، منها بيئي للحفاظ على الغطاء النباتي وتنقية الهواء، ومنها تجاري للاستفادة من اخشابها وثمارها، ومنها جمالي وعامل جذب سياحي، فضلاً عن عامل الحفاظ على التربة من الانجراف والحد من مخاطر التعرية لاسَّيما المائية ، ومن أهم أشجارها الصنوبر والسرو والكالبتوز .

٥ـ الحشائش والاعشاب والشوكيات:- تنمو في منطقة الدراسة أَنواع من الحشائش كالشليم والشوفان والشعير البري والنفل والاعشاب التي تسمى الألبية ؛ لتشابهها مع ما موجود على جبال الألب بعضها حولي والبعض والآخر معمر.

المحور الثاني: خصائص الصرف المائي لنهر هيزوب

يتميز النظام المائي في نهر هيزوب بعدم الثبات ويتباين فيه حجم التصريف ما بين سنةٍ وأخرى وما بين أشهر السنة نفسها تبعاً لتباين كميات التساقط الثلجي والمطري الذي يتبع نظام تساقط البحر المتوسط المعروف بتذبذبه ما بين سنة وأخرى ، وسيتم تناول العوامل المؤثرة على نظام الجريان لنهر هيزوب على النحو الآتي :

أولاَ: الخصائص المورفومترية (المساحية والشكلية والتضاريسية) :

يمكن من خلال تحليل الخصائص المورفومترية فهم السِّلوك الهيدرولوجي للحوض وكميَّات المياه التي يُمكن أَن يصرِّفها، فضلاً عن إِمكانيَّة تحديد المشاريع التي يُمكِن إِقامتها كمشاريع السِّدود والخزَّانات وتقانات الحصاد المائي المختلفة، كما توفر المُعطيات الشِكلية والمساحية والتضاريسية للأَحواض المائية معلومات يُمكن التنبؤ من خلالها على معرفة فترات الذروات التصريفية العالية ومدى خطورتها وما تسببه من مشاكل تؤثر على مشاريع الإِنسان ونشاطاته المقامة على جوانب الأَنهار الرئيسة . وسوف يتم تحليل الخصائص المذكورة كما يلي :

١ـ الخصائص المساحية:

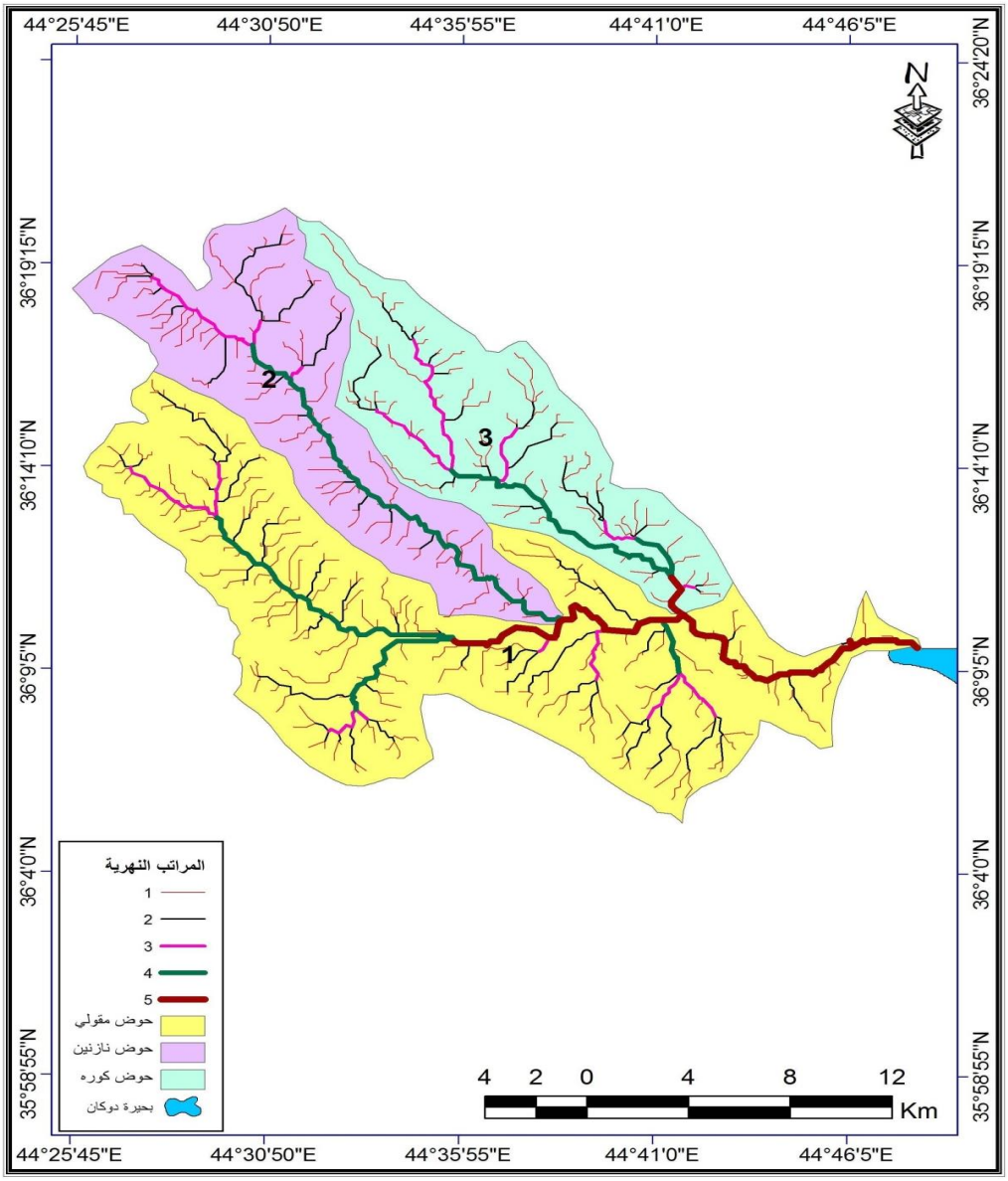
تتأثّر مساحة الأَحواض وخصائِصُها الهيدرولوجية بالعوامل الطبيعيّة المُتمثِّلة بالمُناخ والبُنية الجيولوجيَّة والطبوغرافية التي تَرسم الشِّكل النِهائي لِنموّ الشبكة التصريفيَّة ونمط توزيعها على مساحة تلك الأَحواض، وتبرُز أَهميَّة المساحة الحوضيَّة من خِلال العِلاقة المتبادلة ما بين مساحة الحوض وحجم التصريف المائي في حال ثبات العوامل الأُخرى كنوع الصّخر والانحدار. تبلغ مساحة حوض نهر هيزوب الكُليَّة(٤٥٤) كم^{٢}، ينقسم الى ثلاثة أَحواض ثانوية ، خريطة(٦).

تتباين الأحواض من حيث المساحة ، أَكبرها مساحة حوض سمقولي البالغ (٢٣٨,١) كم^{٢}، وبنسبة (٥٢,٤٤%) من المساحة الكلية للمنطقة ، يليه حوض نازنين إذ تبلُغ مساحته (١١٠,٣) كم^{٢} ونسبته (٢٤,٣%)، وأخيراً حوض كوره البالِغ (١٠٥,٦) كم^{٢}، وبنسبة (٢٣,٢٦%) . جدول(٧) .

٢ـ الخصائص الشكلية:

وهي من الصفات المورفومتريَّة المُهمَّة؛ لِما لها من دلالات هيدرولوجيَّة وتأثير كبير في كميَّات الصّرف المائي،وتُفيد في معرفة كميَّات المياه التي تُجهَّز المجرى الرئيس وقياس معدَّلات الحتَّ المائي، وتأثير ذلك في الأَشكال الأَرضيَّة الناتجة عن عمليات التَّعرية والإرساب المائي والتي يُمكِن الاستفادة منها في مشاريع مُتنوِّعة داخل الحوض كالزَّراعة وإنشاء السّدود. تُقاس خصائص الحوض الشكليَّة بالمُعاملات الآتية :

خريطة (٦) أحواض منطقة الدراسة



المصدر: المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة باستخدام برنامج (ARC GIS 10.2)

جدول (٧) المساحات النسبية لأحواض منطقة الدراسة

الأحواض	المساحة (كم٢)	النسبة (%)
سِمقولي	٢٣٨,١	٥٢,٤٤
نازنين	١١٠,٣	٢٤,٣
كوره	١٠٥,٦	٢٣,٢٦
الرئيس	٤٥٤	١٠٠

المصدر: المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة (DEM) بأستخدام برنامج (ARC GIS 10.2)

أ: نسبة الاستدارة (Basin Circularity):

تُعبِّر عن مدى ابتعاد أَو اقتراب الحوض من الشكل الدائري ويكون الناتج ما بين(٠ - ١)، فإذا كانت النتيجة قريبة من الواحد يعني ذلك إنَّ شِكل الحوض قريب من الدائري، وإذا كانت النتيجة قريبة من الصفر يكون شكل الحوض بعيد عن الشكل الدائري . فإذا اقترب شكل الحوض من الدائري فذلك مؤشر على زيادة كمية التصريف المفاجئ نتيجة لوصول الموجات التصريفية في وقت واحد من الروافد الى المجرى الرئيس بفعل تقارب أَطوال المجاري المائية المُنحدرة من السفوح الجبليَّة، أَمَّا في حال ابتعاد شكل الحوض عن الدائري واقترابه من الشكل المستطيل فإنَّ ذلك مؤشر الى بِطء وصول الموجات المائيَّة الى المجرى الرئيس ومنطقة المصب مِمَّا يَعمل على تنظيم الجريان المائي لمُدَّة طويلة نسبياً مقارنة بالحالة الأولى ويعطي مؤشَّرات تصريفية أَفضل في المناطق الجبليَّة كما في منطقة الحوض . يُمكِن حساب معدل الاستدارة من خلال المعادلة الآتية[٨] :

$$\text{نسبة تماسك المساحة} = \frac{\text{مساحة الحوض(كم}^2\text{)}}{\text{مساحة دائرة يساوي محيطها محيط الحوض نفسه}}$$

وبتطبيق المعادلة تَبيَّن اختلاف القيم ما بين الأَحواض، إذ بلغت أَعلى القيم في حوض كوره (٠,٤٢) في حين سجّلت أَدنى القيم في حوض سِمقولي بنسبة (٠,٢٣)، وهي تشير إلى ابتعاد الأحواض عن الشكل الدائري واقترابها من الشكل المستطيل أو المثلث . جدول (٨) .

ب ـ نسبة الاستطالة (Elongation Ratio) :

تعبر عن مدى امتداد الحوض مقارنة مع الشكل المستطيل حيث تظهر النسبة عالية في الأحواض المستطيلة ومنخفضة في الأحواض غير المستطيلة[٩] . ويمكن معرفة ذلك وفق المعادلة الآتية[١٠] :

طول قطر دائرة بنفس مساحة الحوض (كم^{٢})

نسبة الاستطالة = _____

أقصى طول للحوض (كم)

من تحليل معطيات جدول(٨) يتبين انخفاض القيم في الأحواض الثانوية والتي تبلغ(٠,٤٨) في حوض نازنين ، في حين تزداد قليلاً في الحوض الرئيس لتصل(٠,٥٩) وهي نسب متوسطة تشير الى اقتراب الأحواض من الشكل المستطيل؛ وهذا بفعل وقوع الأَحواض ضمن الاقليم الجبلي الوعر من شمال العراق والذي تمتد فيه السلاسل الجبلية بشكل متوازي تُجاه شمال غرب ـ جنوب شرق ممَّا أَدى لاتِّخاذ الأَحواض الشكل المستطيل، وهذا له دلالات هيدرولوجية من حيث زيادة أطوال المجاري المائية للمراتب العليا وطول الفترات الزمنية اللاَّزمة لِوصول الموجات المائيَّة الى المجرى الرئيس للنهر ومنطقة المصب، مما يؤدي الى جريان مائي متعاقب من أَبعد نقطة في الحوض الى المصب أَثناء فترة تساقط الأَمطار، ولم تظهر الموجة العالية التي تمثل خطر الفيضان في الأَحواض المدروسة ويستمر الحال لمدة أطول إلى ما بعد العاصفة المطرية .

جدول(٨) الخصائص الشكلية والمساحية (الهندسية) لأحواض منطقة الدراسة

الأحواض	مساحة الحوض (كم٢)	طول الحوض (كم)	عرض الحوض (كم)	محيط الحوض (كم)	متوسط(*) عرض الحوض	نسبة الأستدارة	نسبة الأستطالة	نسبة تماسك المحيط	معامل شكل الحوض
سمقولي	٢٣٨,١	٣٧,١	١٠,٢	١١٤	٦,٤١	٠,٢٣	٠,٤٦	٢,٠٨	٠,١٧
نازنين	١١٠,٣	٢٤,٣	٤,٥	٦٤	٤,٥٣	٠,٣٣	٠,٤٨	١,٧٤	٠,١٨
كوره	١٠٥,٦	٢٤,٣	٧,٨	٥٦	٤,٣٤	٠,٤٢	٠,٤٧	١,٥٤	٠,١٧
الرئيس	٤٥٤	٤٠,١	١٩,٦	١٢٠,٣٨	١١,٣٢	٠,٣٩	٠,٥٩	١,٦	٠,٢٨

المصدر: بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية للمنطقة مقياس١/١٠٠٠٠٠ والمرئية الفضائية لمنطقة الدراسة باستخدام برنامج (ARC GIS10.2).

ج ـ نسبة تماسك المحيط (Coherence Ratio Ambien):

وتُشتق وفق المعادلة الآتية [١١] :

$$\text{نسبة تماسك المحيط} = \frac{١}{\text{نسبة تماسك المساحة}}$$

يُقصد بمحيط الحوض طول خطّ تَقسيم المِياه المُحيط بالحوض[١٢]. وهذا المُعامل دليل آخر على اقتراب أَو ابتعاد شِكل الحوض عن الشّكل الدائري، فكلَّما اقترب الناتج من الواحد الصحيح دلَّ ذلك على اقتراب شِكل الحوض من الشّكل الدائري والعكس صحيح، علماً أَنَّ الناتج دائماً أَعلى الواحد الصحيح[١٣]. ومن تطبيق المُعادلة تبيَّن إنَّ القيم تتراوح ما بين أَعلى قيمة (٢,٠٨) في حوض سمقولي وأَقل قيمة (١,٦) في الحوض الرئيس، جدول(٨) وهذه القيم المنخفضة تُشير الى ابتعاد الأَحواض عن الشّكل الدائري مِمَّا يُقلِّل من شِدَّة العاصفة المطريَّة والتدرُّج في وصول الذّروات التصريفيّة من مناطق المنابع الى المصب .

د ــ معامل شكل الحوض (From Factor Basin) :

يُمكن أَن نوضَّح من خلالهِ العلاقة بين كلٍّ من المساحة الحوضيَّة والطول الحوضي، وتكون قيمة هذا المعامل بين(٠ـ١)[١٤]، ففي حال اقتراب قيمةُ المُعامِل من الصّفر تدلُّ على اقتراب شِكل الحوض من الشّكل المثلَّث، أَمَّا إذا اقتربت النسبة من الواحد فَتدلُّ على ابتعاد شكل الحوض الشكل المثلث[١٥].

لهذا المعامل دلالات هيدرولوجية من جانبين الأَول:إذا كانت قاعدة المثلَّث عند منطقة المصب دلَّ ذلكَ على سُرعة وصول موجة التَّصريف الى المجرى الرئيس، بينما يدلُّ تواجد رأس المثلَّث عند المصب وقاعدتهِ عند المنابع على انخفاض سرعة وصول الذروات التصريفية العالية وتتابعها من الحوض الأَقرب للأَبعد؛ بسبب طول المجاري المائية للمراتب العُليا، الأمر الذي يُقلِّل من خطر الفيضان . يَتمّ استخراج قيمة معامل شكل الحوض باستخدام المعادلة الآتية[١٦] :

$$\text{معامل شكل الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض(كم}^2\text{)}}{\text{مربع طول الحوض (كم)}}$$

وبتطبيق المعادلة تظهر القيم كما موضح في جدول(٨) إذ تراوحت ما بين (٠,١٧) في حوض سمقولي ، (٠,٢٨) في الحوض الرئيس، وهي قيم منخفضة قريبة من الصّفر وهذا مؤشر على اقتراب أَشكال الأَحواض قيد البحث من الشِّكل الثلاثي، وعلى وفق هذه الميزة فإنَّ الصّرف المائي يحتاج الى فترة زمنيّة طويلة لِوصول الذروة أَولاً وثُمَّ الوصول الى المصب ثانياً؛ بسبب اتساع مساحة الحوض باتجاه منطقة المنابع مَمَّا أَتاح فرصة كبيرة للنهر لتحقيق الجريان المنتظم وعدم التفاوت في التصريف المرتفع أَثناء فترة تساقط الأَمطار ولمدة طويلة، وبعدها يبدأ تصريف النهر بالانخفاض تدريجيًّا حتّى يصِل الى الجريان الأَساس .

٣ـ الخصائص التضاريسية :-

للخصائص التضاريسيّة أَهميَّة كبيرة في الدراسات الهيدرولوجيَّة من خلال تأثيرها على مناطق تقسيم المياه وخصائص ارتفاع الحوض ونمط تصريفه، والتي تنعكس على كميَّة التغذية المائيَّة واختلاف سرعة التصريف النهري في الأَحواض المائية، ومن أَجل إِعطاء صورة واضحة عن تلك الخصائص تَمَّ تحليل متغيراتها بشكل مفصل وعلى النحو الآتي:

أـ نسبة التضرس(Relief Ratio):

تُعد درجة التضرُّس مقياساً لمعرفة الطبيعة الطبوغرافيَّة للأَحواض النهريَّة وتشتق وفق المعادلة الآتية[١٧] :

$$\text{درجة التضرس} = \frac{\text{الفرق بين أعلى وأخفض نقطة في الحوض}}{\text{طول الحوض (كم)}}$$

أَظهرت النتائج تباين نسبة التضرُّس ما بين الأَحواض إذ سَجّلت القيم (٢٤,٧ـ ٤٥,٥ـ ٤٥,٥ ـ ٢٩,٦) للأحواض (سمقولي - نازنين ـ كوره ـ الرئيس)على التوالي، يُلاحظ جدول (٩)؛ ويرجع السَّبب في ارتفاع قيمها النسبي لوقوع الأَحواض المدروسة ضمن المنطقة الجبليَّة الوعرة، لهذه القيم دلالات هيدرولوجية من ناحية تأثيرها على تباين تدفق المياه ما بين أَحواض النهر ووصول الموجات التصريفية الى المصب بأَوقات مختلفة وبالتَّالي انتظام تصريف الأَحواض المائية .

ب ـ قيمة الوعورة (Ruggedness valu):

وهيَ العلاقة بين التضرُّس السطحي للحوض وكثافة شبكة الصَّرف[١٨]، وتُعد من المقاييس المورفومترية المُهمَّة وتشتق وفق المعادلة الآتية[١٩]:

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{تضاريس الحوض} \times \text{كثافة الصرف}}{١٠٠٠}$$

ومن تحليل معطيات جدول(٩) يظهر تباين القيم التي تراوحت ما بين (١,١٧ـ ١,٣٣ـ ١,٣٥ـ ١,٤٧) للأحواض (سِمقولي ـ نازنين ـ كوره ـ الرئيس)على التوالي وتُشير هذه القيم الى تضرّس المنطقة بشكلٍ عام؛ بسبب تأثُّرها بالحركات التكتونيَّة ووقوع الأَحواض ما بين السلاسل الجبليَّة العالية، وهذا أنعكس على ازدياد كميات التساقط الثلجي والمطري،

فضلاً عن أَثر التضرس في زيادة سرعة جريان المياه وتنشيط عملية الحت المائي وتقليل معدلات تسرب المياه نحو باطن الأرض في الأجزاء العليا من المنطقة .

ج ـ التضاريس النسبية (Relative Relief):

تمثل التضاريس النسبية العلاقة بين قيمة التضرس النسبي ومقدار محيط الحوض[٢٠]، ويتم استخراجها باستخدام المعادلة الآتية[٢١]:

$$\text{التضاريس النسبية} = \frac{\text{التضرس الكلي (م)}}{\text{محيط الحوض (كم)}} \times ١٠$$

ومن تطبيق المعادلةُ تُشير القيم الموضَّحة في جدول(٩) لارتفاع قيم التضاريس النسبيَّة لجميع الأَحواض ،إذ بلغت أَعلى قيمة (٢٠١,٦) في حوض كوره؛ بسبب صغر مساحة الحوض ووقوعه ضمن الاقليم الجبلي الوعر ، وأقل قيمة (٨٠,٧) في حوض سمقولي؛ بسبب اتِّساع مساحة الحوض بالنسبة لارتفاع القِمم فيه. إنَّ ارتفاع معدَّلات التضاريس النسبيَّة تؤدِّي إلى زيادة كميَّات التَّصريف المائي، وقصر فترات وصول المياه من المجاري الفرعية الى الأَودية الرئيسة مِمَّا يزيد من سرعة جريان المياه وكميَّات الإرساب، ويُقلِّل نسبة التّسرب لباطن الأرض، ولكن هذا لا يعني بلوغ مرحلة خطر الفيضان.

دـ المعامل الجيومتري(Geometrical Modulus):

يوضِّح المُعامل الجيومتري العلاقة بين الوعورة ودرجة انحدار سطح الحوض[٢٢]، وبالتَّالي يقيس العلاقة المُركَّبة ما بين التضاريس الحوضيَّة وكثافة الصرف المائي[٢٣]، تُشير القيم المرتفعة الى ارتفاع الكثافة التصريفيَّة والعكس صحيح. يتم استخراج قيمة هذا المعامل بتطبيق المعادلة الآتية[٢٤]:

$$\text{المعامل الجيومتري} = \frac{\text{تضاريس الحوض(م)} \times \text{الكثافة التصريفية}}{١٠٠٠}$$

ومن خلال معطيات جدول(٩) نلاحظ أَنَّ القيم تراوحت ما بين (١,٢) في حوض سمقولي،(١,٥) في الحوض الرئيس، وهذه القيم تُشير الى أَنَّ الأَحواض متوسطة الارتفاع، وهذا ينعكس على سرعة الجريان السطحي الذي يُقلِّل من كميَّة تسرب المياه لِتغذية مكامن المياه الجوفيَّة في المناطق العليا من الحوض، كما يُقلِّل من حجم الذروة التصريفيَّة العالية والتدرُّج في وصول التصاريف المائيَّة الى المصب بأوقات متفاوتة .

جدول(٩) الخصائص التضاريسية لأحواض منطقة الدراسة

الأحواض	أعلى نقطة (م)	أخفض نقطة (م)	الفاصل الرأسي (م)	طول الحوض (كم)	معدل العرض (كم)	نسبة التضرس	قيمة الوعورة	التضاريس النسبية م/كم	المعامل الجيومتري
سِمقولي	١٦٧٤	٤٨٥	٩٢٠	٤٠,١	١٩,٦	٢٤,٧	١,١٧	٨٠,٧	١,٢
نازنين	١٤٠٥	٤٨٥	١١٠٦	٣٧,١	١٠,٢	٤٥,٥	١,٣٣	١٧٢,٨	١,٣
كوره	١٦٧٤	٥٦٨	١١٢٩	٢٤,٢	٤,٥	٤٥,٥	١,٣٥	٢٠١,٦	١,٣٥
الرئيس	١٦٦٢	٤٨٥	١١٨٩	٢٤,٣	٧,٨	٢٩,٦	١,٤٧	٩٨,٧	١,٥

المصدر: بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية مقياس ١/١٠٠٠٠٠ والمرئية الفضائية لمنطقة الدراسة (DEM) باستخدام برنامج (ARC GIS 10.2)

هـ ــ المقاطع الطولية (Longitudinal Profiles) :

يُشكِّل المقطع الطولي المسار الذي يتَّخذه المجرى النهري أَثناء انحداره من مناطق المنابع حتَّى منطقة المصب[٢٥]، وهناك عوامل تؤثِّر في شكل المقطع الطولي للمجرى والتي تَتَمثَّل بالحركات البنائيَّة ونوعيَّة وصلابة الصُّخور، فضلاً عن نشاط عامل المياه التعروي الذي يكون له دوراً كبيراً في تحديد شكل المقطع الطولي للمجرى النهري، إذ يزداد انحدار المجرى في المناطق ذات الصخور الصَّلبة ويقِل في مناطق الصُّخور اللَّينة .

يتَّضح من جدول (١٠) أَنَّ جميع الأودية قيد الدراسة تتَّصف بالتقعُّر مع وجود اختلاف في درجات تقعُّرها؛ وهذا ناتج عن طبيعة الصُّخور المكوِّنة لتلك المناطق، فضلاً عن المرحلة الحتيَّة التي يمُرُّ بها الوادي. تتَّصف المقاطع الطولية للأَودية بما يأتي:

١ــ بلغَ معدَّل الانحدار العام[**] لوادي سِمقولي (٢٣,١) م/كم وهو انحدار كبير إذ إنَّ طول الوادي (٣٩,٩) كم والفاصل الرأسي (٩٢٠) م، وهذا يدلُّ على إنَّ الوادي يمرُّ بمرحلة الشباب، كما إنَّ صلابة الصخور المُكوِّنة لهذا المقطع أَدت إلى زيادة الانحدار في بعض أَجزائه وبالرغم من انحداره تتأخر الموجات التصريفية له عن باقي الأَحواض؛ وذلك

لطول مجاريه المائية الفرعية فضلاً عن شكل حوضه القريب من المستطيل الأَمر الذي يُقلِّل من الذروات التصريفيَّة العالية أَولاً ويساعد في إعطاء فرصةٍ أَكبر لجريان النهر المتعاقب ثانياً، إذ تصل تصاريف وادي كوره أَولاً كونه الأَقرب على منطقة المصب ثُمَّ يليه وادي نازنين ثُمَّ وادي سِمقولي؛ بسبب وقوع منابعه في أَقصى شمال غرب منطقة الدراسة عند خطّ التقسيم المار بِقمَم هيبة السُّلطان.

٢ــ إنَّ معدَّل الانحدار العام لوادي نازنين بلغ (٤١,٦) م/كم وهو انحدار كبير أَيضاً علماً أنَّ طول الوادي(٢٦,٦) كم والفاصل الرأسي(١١٠٦)م، تنحدر منابع هذا الوادي بِشدَّة من مرتفعات سَفّين وهضبة كورك مِمَّا جَعل الوادي يتَّخِذ شكل(٧)؛ بفعل سُرعة جريان المياه التي تعمل على نحت القاع ونقل المفتَّتات إلى مِنطقة المصب . إنَّ لإنحدار هذا الوادي في مناطق المنابع دلالات هيدرولوجيَّة تَتمثَّل بسرعة جريان الماء السطحي أَثناء تساقط الأَمطار وذوبان الثلوج وزيادة كميَّات الترسُّبات وتكوين السهول الفيضيّة التي يُستفاد مِنها في المشاريع الزراعيَّة، فضلاً عن تقليل معدلات التغذية الجوفيَّة ومِمَّا يُساعد على ذلك صخور المنطقة المتجانسة المُتشكِّلة من تكوينات جمجوقة الصلبة القليلة النفاذيَّة والمساميَّة.

٣ــ بَلغَ مُعدَّل انحدار المقطع الطولي لوادي كوره (٤٤,٣) م/كم ويُعدُّ أَشدُّ الأَحواض الأُخرى انحداراً ؛ بسبب صغر مساحته ووقوعه ضمن خط تقسيم مرتفعات حرير البالغ ارتفاعها (١٦٠٠) م ، علماً أَنَّ طول الوادي (٢٥,٥) كم والفاصل الرأسي (١١٢٩) م . لهذا الانحدار أَهميَّة من الناحية الهيدرولوجية؛ كونه يؤدِّي إلى زيادة سُرعة الجريان السطحي مِمَّا لا يُتيح فُرصة لتسرب المياه الى باطن الأَرض لاسيما في الأَجزاء العليا من الحوض، ممّا جَعل استفادة الخزّانات الجوفيّة من الثلوج الذائبة لتغذيتها أَكثر من استفادتها من الأَمطار التي تنصرف مياهها بسرعة نحو المصب، لذلك فأن هذا الوادي تصل مياهه أَولاً الى منطقة المصب ثُمَّ تتعاقب التصاريف الأُخرى بِحسب القرب وشِدَّة الانحدار.

ومِمَّا تجدر الإشارة اليه هنا أَنَّ لِسرعة جريان المياه أَثر في بقاء مياه المنطقة عذبة؛ لعدم بقائها لفترة طويلة فوق الصُّخور القابلة للذوبان والتي تؤدِّي لتغيير خصائص المياه . يُمكن القول أَنَّ تباين انحدار الأَحواض جاءَ تَبعاً لطبيعة تكوينات المنطقة الصخرية والبُنية الجيولوجية، فضلاً عن الصدوع والتراكيب الخطية والشقوق التي تحدد طبيعة انحدار الوديان،

كما يلعب المناخ دوراً من خلال الأمطار المتساقطة في تعميق مجاري المياه لِبلوغ مستوى المياه الجوفيَّة التي تُعد تصريف أساس الأمر الذي انعكس على طبيعة الجريان المائي في النهر وتدفُّقه طول العام .

جدول(١٠) درجة انحدار المقاطع الطولية لأودية منطقة الدراسة

الأحواض	طول المجرى(كم)	الفاصل الرأسي(م)	معدل الانحدار العام م/كم
سِمقولي	٣٩,٩	٩٢٠	٢٣,١
نازنين	٢٦,٦	١١٠٦	٤١,٦
كوره	٢٥,٥	١١٢٩	٤٤,٣

المصدر: بالاعتماد على الخريطة الطبوغرافية مقياس١/١٠٠٠٠٠ باستخدام برنامج (ARC GIS 10.2)

وـ المقاطع العرضية (Accasional Profiles):

إتصفت المقاطع العرضية للأودية بكونها ذات جدران عالية وعميقة؛ نتيجة لإحاطتها بالجبال من جميع جوانبها، فضلاً عن دور التعرية الرأسية أَو الإخدودية وهذا مايبدو واضحاً في منطقة الدراسة لاسيما وأَنَّ هذه الأودية تسلك في جريانها مناطق الضعف الصخري ، كما إنَّ بعض مجاري الأَودية تقطع الحواجز الجبليَّة مكوِّنة مضائق وخوانق تنتشر في منطقة الدراسة كما في مضيق جِلّي القاطع لجبل سَفَّين والذي تَمَّ إنشاء السّد الغاطس فيه من أَجل تقليل سرعة جريان المياه والحد من شِدَّة التعرية الرأسية؛ لكون المياه تنحدر بسرعة وتعمل على نحت جدران وأَرضيّة الخانق بصورة كبيرة لذلك أُقيم هذا السّد الذي تتراكم في مقدمته كميّات كبيرة من الرواسب الغرينية سنويًّا مِمَّا يتطلب عملية رفع الترسبات والطمي بصورة

مستمرة، فضلاً عن دور هذا السد في تكوين بُحيرة اصطناعية يُستفاد منها لأغرض الشرب والسياحة، لاسيما وان هذه المنطقة تحتوي على العيون الكبريتية الحارّة والدائمية التي يقصدها السكان للاستطباب بصورة مستمرة .

للمقاطع العرضية أَهمية في الدراسات الهيدرولوجية إذ أَنّها توضح مدى شِدّة الانحدار الذي يعكس سرعة الجريان السطحي، فضلاً عن إِمكانيّة تحديد المواقع المناسبة لإقامة السدود والخزانات الاصطناعية وما يترتّب عليها من مشاريع تنموية أُخرى. ومن تحليل الخريطة الطبوغرافية لمنطقة الدراسة وباستخدام برنامج(ARC GIS 10.2) تبيَّن الآتي:

١ـ يتّصف المقطع العرضي لوادي سمقولي بالانحدار الشَّديد؛ وهذا يرجع لموقعه المحصورة ما بين مرتفعات حرير وجبل سفَّين ذات الارتفاعات العالية، لذلك نُلاحظ شدّة انحدار المقطع العرضي من جهة اليسار، وهذا ينعكس على ريادة سرعة الجريان السطحي وتقليل الفاقد المائي بالتسرب لتغذية مكامن المياه الجوفية ، أَمّا الجانب الأيمن للوادي المتمثّل بجبل سفّين فهو أَقل انحداراً وملائم لإنشاء مشاريع السدود والخزن لإتخاذه الشِّكل الصندوقي الذي يفيد في تقليل مساحة المسطح المائي وهذا مؤشر لإنخفاض قِيم الفاقد بالتبخر والتقليص من المساحات المغمورة بالمياه، فضلاً عن صلابة الصخور المتمثلة بصخور شرانس وجمجوقة وكوميتان والتي تُشكّل دعامات آمنة تحمي السد من الانهيار.

٢ـ يتّصف المقطع العرضي لوادي نازنين باتّخاذه شكل(V) المنتظم وتكون جوانبه شديدة الانحدار؛ لوقوع منابعه ضمن مرتفعات سفّين وهضبة كورك ، وهذا الانحدار الذي تتصف به جوانب الوادي أثَّر على زيادة كميّة الجريان السطحي؛ لقلة الفاقد بالتسرّب وهذا يرفع معدّلات التصريف السطحي للوادي، فضلاً عن ارتفاع الكميّات المائيّة التي يستلمها الوادي؛ نتيجة لتعميق واديه وبلوغ مستوى الماء الجوفي الذي يرفد الوادي بكميّات مائيّة كبيرة تُسهم مع العيون والينابيع في إِدامة جريان النهر في موسم الصيهود .

٣ـ يتّخذ المقطع العرضي لوادي كوره شكل(V) ويتصف بكونه ضيق وشديد الانحدار؛ بفعل وقوعه ما بين مرتفعات حرير وهضبة كورك ، وهذا يشجع على إقامة مشاريع السدود والبحيرات الاصطناعية بكلف منخفضة . تتّصف جميع المقاطع العرضية للأودية

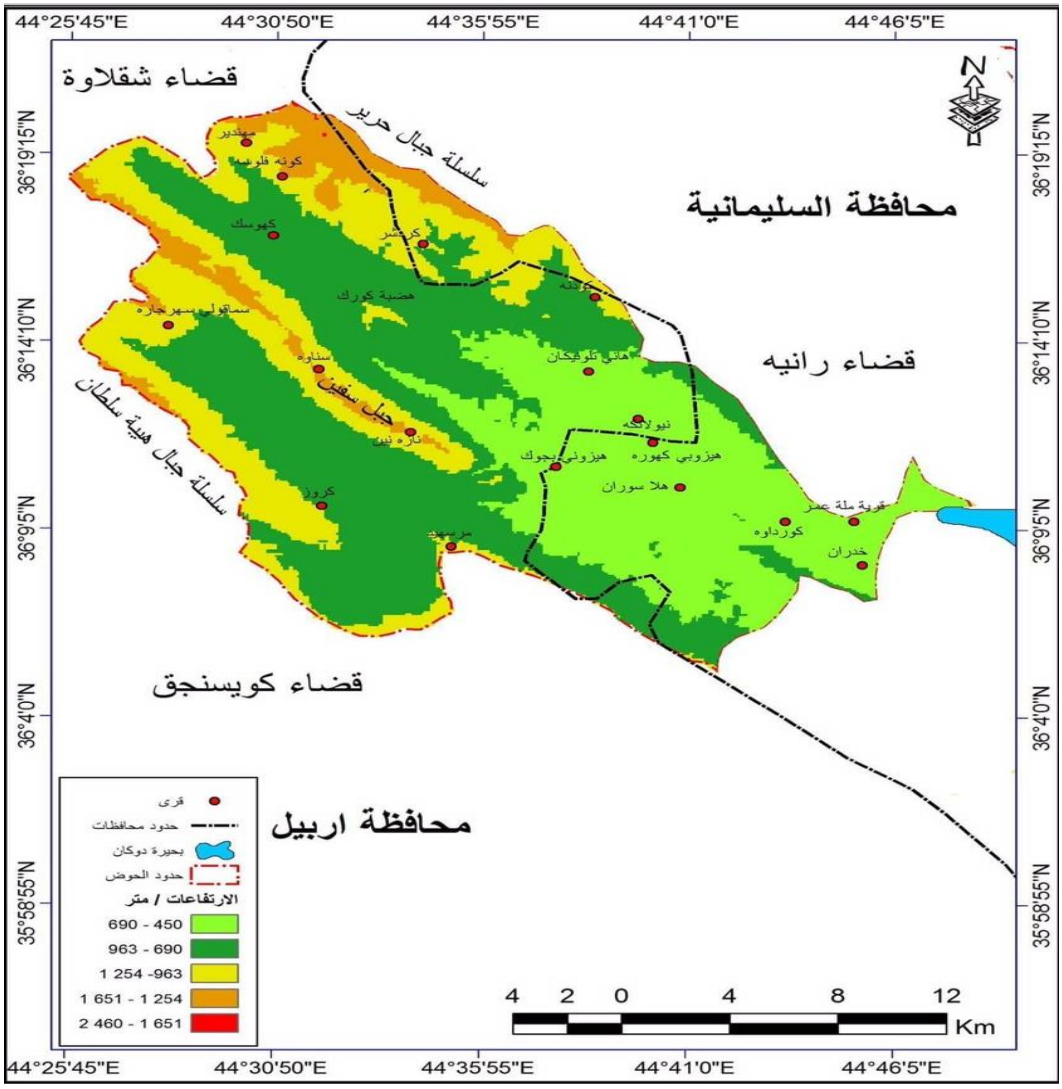
بشدة انحدارها وهذا مؤشر لزيادة سرعة الجريان السطحي وانخفاض معدلات التغذية الجوفيّة في الأجزاء العليا الشديدة الانحدار من منطقة الدراسة

ثانياً:خصائص صرف نهر هيزوب:

ينبع نهر هيزوب من المناطق الجبلية الوعرة الواقعة شرق وشمال شرق محافظة أربيل متمثلة بسلسلة مرتفعات حرير التي تفصل الحوض من جهة الشمال عن قضاء شقلاوة التابع لمحافظة أَربيل ، يَحدّ الحوض من جهة الشرق نفس السلسلة متمثِّلة بجبال شُويَة وشيخ واسان التي تفصله عن حوض روبار قدشان أَحد روافد بُحيرة دوكان . أَمَّا من الجنوب والشرق فتحدُّهُ مرتفعات هيبة السلطان وتفصلهُ عن مركز قضاء كويسنجق التابع لمحافظة أَربيل، خريطة (٧) . يَتكون النهر من التقاء الروافد (سمقولي ، نازنين، كوره) داخل حدود محافظة السليمانية . يبلغ طول حوض نهر هيزوب (٤٠.١) كم ، وعرضه (١٩.٦) كم ، ومساحة حوضه (٤٥٤) كم^{٢}، وبلغ نموذج التصريف (٠.٠٠٤/لتر/ثا/كم^{٢}) ، جدول (١١) . في حين بلغ انحداره (٣٩.٩) م/كم وسرعة الجريان(١.٦) م/ ثا .

إِنَّ معرفة خصائص الصرف المائي مهمة في الدراسات الهيدرولوجية سواءً كان هذا التصريف سنوياً أو فصلياً أو شهرياً أو يومياً لما يوفّره من بيانات عن الجريان المائي وتباينه زمانياً ومكانياً، وفي ما يأتي دراسة مفصلة لأهم خصائص الصرف المائي للنهر .

خريطة (٧) الحدود الطبيعية لنهر هيزوب



المصدر: المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة (DEM) باستخدام برنامج (ARC GIS 10.2)

جدول (١١) الخصائص الهيدروجغرافية لأحواض نهر هيزوب

النهر وروافده	طول الوادي(كم)	مساحة حوض التغذية(كم٢)	الايراد المائي مليون م٣	التصريف م٣ / ثا	نموذج التصريف(+++) لتر/ثا/ كم٢
سمقولي	٣٩.٩	٢٣٨.١	١٦٧.١٤٠.٨٠٠	٦.٨	٠.٠٣
نازنين	٢٦.٦	١١٠.٣	١٢٢.٩٩٠.٤٠٠	٣.٧	٠.٠٣
كوره	٢٥.٥	١٠٥.٦	١٣٥.٦٠٤.٨٠٠	٥	٠.٠٥
الرئيس	٤٠.١	٤٥٤	٥٤٥,٥٧٢,٨٠٠	١٦.٨	٠.٠٤

المصدر:١. وزارة الزراعة والموارد المائية ، المديرية العامة للموارد المائية ، دائرة سد دوكان (بيانات غير منشورة)، للمدة (٢٠٠٠- ٢٠١٢) .

٢- جدول (١٦) .

٣- الدراسة الميدانية .

١: خصائص متوسط التصريف السنوي :-

يُقصد بمتوسط التصريف ما يمرره النهر من الماء مقاساً بالأمتار المكعبة على وحدة الزمن مقاسة بالثانية. ونظراً لعدم وجود محطة هيدرولوجية لقياس التصريف المائي بصورة دورية فقد اعتمد الباحث على معدلات التصريف السنوية المستحصلة من الدوائر المعنية، فضلاً عن الدراسة الحقلية كما موضح في جدول (١٢)، والذي يبدو من خلاله وجود تباين كبير في معدلات التصريف المائي السنوي لنهر هيزوب للمدة (٢٠٠٠ــ ٢٠١٦) ، إذ بلغ أعلى تصريف سنوي للنهر(٢.١) م^{٣}/ثا وبلغ الايراد (٦٦٢٢٥٦٠٠) م^{٣} في سنة(٢٠٠٢-٢٠٠٣) ؛ وهذا بسبب غزارة سقوط الامطار في هذه السنة إذ بلغت نسبتها (٧١٤,٧) ملم ، وأقل تصريف سنوي سُجل(٠.٥) م^{٣} /ثا وبأيراد بلغ (١٥٧٦٨٠٠٠) م^{٣} في سنة (٢٠٠٨) و(٢٠١٢) ؛ وهذا يرجع لقلّة سقوط الامطار إذ بلغ معدلها (٢١٨,٣) و(٢٢٠.٢) ملم لكل منهما على التوالي .

جدول (١٢) متوسط التصريف السنوي م^{٣}/ ثا والايراد المائي مليار م^{٣}/ثا للمدة(٢٠٠٠-٢٠١٦)

السنة	مميزات السنة	متوسط التصريف م^{٣}/ثا	الايراد المائي مليون م^{٣}
٢٠٠٠-٢٠٠١	رطبة	٠,٩	٢٨٣٨٢٤٠٠
٢٠٠١-٢٠٠٢	رطبة	٠,٩	٢٨٣٨٢٤٠٠
٢٠٠٢-٢٠٠٣	رطبة	٢,١	٦٦٢٢٥٦٠٠
٢٠٠٣-٢٠٠٤ (*)	—	———	—
٢٠٠٤-٢٠٠٥	جافة	٠,٦	١٨٩٢١٦٠٠
٢٠٠٥-٢٠٠٦	متوسطة	٠,٨	٢٥٢٢٨٨٠٠
٢٠٠٦-٢٠٠٧	رطبة	٠,٩	٢٨٣٨٢٤٠٠
٢٠٠٧-٢٠٠٨	متوسطة	٠,٨	٢٥٢٢٨٨٠٠
٢٠٠٨-٢٠٠٩	جافة	٠,٥	١٥٧٦٨٠٠٠
٢٠٠٩-٢٠١٠	رطبة	٠,٩	٢٨٣٨٢٤٠٠
٢٠١٠-٢٠١١	جافة	٠,٧	٢٢٠٧٥٢٠٠
٢٠١١-٢٠١٢	متوسطة	٠,٨	٢٢٠٧٥٢٠٠
٢٠١٢-٢٠١٣	جافة	٠,٥	١٥٢٢٨٨٠٠
٢٠١٣-٢٠١٤	رطبة	٠,٩	٢٨٣٨٢٤٠٠
٢٠١٤-٢٠١٥	رطبة	١,٢	٢٨٢٢٤٧٢٠
٢٠١٥-٢٠١٦	جافة	٠.٧	٢٢٠٧٥٢٠٠

المصدر:١. وزارة الزراعة والموارد المائية ، المديرية العامة للموارد المائية ، دائرة سد دوكان (بيانات غير منشوره) للمدة (٢٠٠٠ـ ٢٠١٢) .

٢. وزارة الزراعة والموارد المائية ، المديرية العامة للموارد المائية ، السليمانية (بيانات غير منشورة) للمدة (٢٠١٢ـ ٢٠١٥) .

٣- مقابلة مع السيد حمه طاهر جلال ، مدير دائرة سد دوكان ، بتأريخ ٢٠١٦/١/٢٠ .

٤. الدراسة الميدانية لسنة (٢٠١٥-٢٠١٦) .

٢-خصائص متوسط التصريف الفصلي:-

إنَّ تحليل خصائص متوسط التصريف الفصلي في نهر هيزوب تُعطي صورة واضحة عن مقدار التباين في كمية المياه التي تجري في النهر خلال كل فصل من فصول السنة المائية ، كما إنه يحدد مدى تطابق الحاجات المائية للاستعمالات المختلفة مع كمية المياه التي تجري في كل فصل . تم قياس كميّات التصريف حقليا وبأوقات مختلفة بحيث تُعطي نتائج أكثر دقة عن واقع التصريف المائي لنهر هيزوب لسنة (٢٠١٥-٢٠١٦)، وتم تبويب البيانات المستخرجة للتصاريف كما موضح في جدول (١٣) إذ يتبن أن أعلى معدل سجل في فصل الربيع بواقع (٨٧,٣) م^{٣} / ثا وبنسبة (٤٢.٧ %)، في حين سجل أدنى معدل في فصل الصيف بواقع (٩,٧) م^{٣} /ثا وبنسبة (٣.٩ %) .

جدول (١٣) معدل التصريف الفصلي لنهر هيزوب للسنة المائية (٢٠١٥-٢٠١٦)

الفصل	كمية التصريف المائي (م^{٣} /ثا)	النسبة المئوية %
الخريف	٣٤.٩	١٦.٨
الشتاء	٧٥.٦	٣٦.٦
الربيع	٨٧.٣	٤٢.٧
الصيف	٩.٧	٣.٩
المجموع		١٠٠

المصدر : الدراسة الميدانية للمدة من ٢/١٠ /٢٠١٥ ـ ٧/٨/ ٢٠١٦..

٣ : خصائص متوسط التصريف الشهري:-

يتّصف نهر هيزوب بتباين كمية الجريان المائي من شهر لآخر وتتميز بعض الأشهر بارتفاع معدلاتها ، في حين تنخفض الى حدودها الدنيا في بعض الأشهر الاخرى ، فضلاً عن تباينها خلال الشهر الواحد في السنوات المائية؛ وذلك لاعتماد النهر على طبيعة النظام الهيدرومناخي وبشكل خاص مصادر التغذية والتي تختلف من وقت لآخر.

يتّضح من تحليل جدول (١٤) وجود تباين في معدلات التصريف الشهري لنهر هيزوب خلال السنة المائية (٢٠١٥ ــ ٢٠١٦) ويبدو إنَّ أعلى المعدلات سُجّلت في شهر آذار بواقع (١٦.٣) م^{٣}/ ثا. أمَّا أدنى تصريف سُجل بمقدار(٠.٩) م^{٣}/ ثا في شهر آب.

جدول (١٤) معدل التصريف الشهري لنهر هيزوب وروافده للسنة المائية (٢٠٠٠-٢٠١٦)

الشهر (*)	معدل التصريف الشهري (م^{٣})	الشهر	معدل التصريف الشهري (م^{٣})
ت١	٤.٢	نيسان	١٤.٧
ت٢	٥.٤	أيار	١١.٧
ك١	٧.٩	حزيران	٥.٢
ك٢	١١.١	تموز	١.٣
شباط	١٢.٤	آب	٠,٩
آذار	١٦.٣		

المصدر:١- وزارة الزراعة والموارد المائية ، دائرة سد دوكان (بيانات غير منشوره) للمدة (٢٠٠٠ـ ٢٠١٢)

٢- وزارة الزراعة والموارد المائية ، المديرية العامة للموارد المائية ، السليمانية (بيانات غير منشورة) للمدة (٢٠١٢ـ ٢٠١٤) .

٣- الدراسة الميدانية للسنة المائية (٢٠١٥-٢٠١٦) .

٤: خصائص متوسط التصريف اليومي:-

يتباين التصريف المائي اليومي لنهر هيزوب والأودية التابعه له ما بين يوم وآخر؛ نتيجة لتباين سقوط الامطار على منطقة الدراسة ، وهي تؤثِّر بصورة مباشرة على حجم الجريان المائي ، لاسيما إذا علمنا أنَّ أمطار العراق تتّصف بأنَّها إعصارية وهذا انعكس على معدلات الجريان المائي اليومي بصورة كبيرة ، ونظراً لعدم وجود بيانات هيدرولوجية متكاملة عن النهر فقد تم الاعتماد على نتائج القياسات الحقلية للعام (٢٠١٥-٢٠١٦) ، واتضح وجود تباين كبير بين معدلات التصريف اليومي خلال فترة القياس كما موضح في جدول

(٢٩) ، إذ بلغ أعلى معدل للتصريف اليومي(١٣١,٥) م^{٣} / ثا بتأريخ (٢٠١٦/٣/٣١) ؛ وهذا يرجع لغزارة التساقط المطري وذوبان الثلوج ، مِمَّا ساهم في رفع معدلات التصريف اليومي لنهر هيزوب ، في حين بلغ أَقل معدل للتصريف(٠.٩) بتأريخ (٢٠١٦/٨/٧)؛ وهذا يرجع لانعدام التساقط ووجود ووجود السدود التي تتحكم بكميات التصريف المائي . مِمَّا تجدر الاشارة اليه هنا أنَّ النهر دائميّ الجريان لإعتماده على مياه الينابيع الدائمية ومياه الخزانات الجوفية المتسربة اليه نتيجة لتعميق الاودية لمجاريها الى مادون مستوى المياه الجوفيه مِمَّا حقق له جريان مستمر طول العام ، وأنَّ الآونة التي يشُح فيها الجريان أو ينقطع في بعض المناطق ولاسيما العليا منها هو ليس لإنقطاع التغذية ؛ ولكن لوجود مشاريع السدود التي يتم من خلالها حجز المياه والاستفاده منها في مشاريع الري والشرب والسياحة ، إذ عملت الحكومة على وضع برنامج لجريان النهر من أجل تحقيق أقصى استفادة من المياه من خلال خزن المياه ما بعد شهر حزيران من كل سنة لتوفير المياه لإرواء الاراضي الزراعية المتاخمة للنهر ودعم الزراعة الصيفية بتوفير احتياجاتها المائية ، ثم تبدأ بإطلاق المياه في المجرى الرئيس ما بعد شهر كانون أول عند ارتفاع كميات الجريان لدعم خزين بحيرة دوكان خلال موسم التساقط . إي إنَّ كميّة الجريان المائي في نهر هيزوب والروافد الفرعية لا تتحكّم فيها العوامل الطبيعية فقط ، بل تشترك أيضاً العوامل البشرية من خلال مشاريع الاستثمار المعتمدة على مياه النهر أمَّا بصورة مباشرة من خلال نصب المضخات ورفع المياه للارواء ، أَو بصورة غير مباشرة من خلال رفع مناسيب المياه الجوفية واستخراجها في فترات شُحّ الماء واستخدامها في كافة الأغراض بالنَّظر لعذوبتها. ومن خلال خريطة (١٥) يمكن معرفة المواقع التي تَمَّ اعتمادها لقياس التصريف المائي لنهر هيزوب والمجاري الفرعية خلال فترة الدراسة الميدانية .

جدول (٢٩) متوسط التصريف اليومي لنهر هيزوب وروافده للسنة المائية (٢٠١٥-٢٠١٦)

الزيارات	التأريخ	التصريف م^{٣} / ثا	متوسط التصريف الشهري
١	٢٠١٥ / ١٠ / ٢	١٩,٦	٤,٢
٢	٢٠١٥ / ١١/ ٢٨	٢٢,٩	٥,٤
٣	٢٠١٥ / ١٢ / ٣	٢٩,٧	٧,٩
٤	٢٠١٦ / ١ / ١٦	٩٦,١	١١,١
٥	٢٠١٦ / ٢ / ٢٤	١١٣,٨	١٢,٤
٦	٢٠١٦ / ٣ / ٣١	١٣١,٥	١٦,٣
٧	٢٠١٦ / ٤ / ٢٩	١١٧,٤	١٤,٧
٨	٢٠١٦ / ٥ / ٥	٨١,١	١١,٧
٩	٢٠١٦ / ٦ / ٣	٤٢,٥	٥,٢
١٠	٢٠١٦ / ٧ / ٢٣	١٠.٤	١,٣
١١	٢٠١٦ / ٨ / ٧	٨	٠,٩

المصدر : الدراسة الميدانية للسنة ٢٠١٥-٢٠١٦ .

المحور الثالث: التطبيقات الهيدرولوجية المقترحة لتنظيم التصريف المائي لنهر هيزوب

أولاً: الحصاد المائي :-

يُطلق مُصطلح الحصاد المائي على أيّة عملية تُنفّذ على الأرض للاستفادة من كميات التساقط، سواءً بطريقة مباشرة من خلال رفع معدلات الرطوبة في التربة وإضافة أكبر قدر ممكن لها من المياه[٢٦].أو غير مباشرة من خلال حجز وتخزين مياه الأمطار في الأحواض والبحيرات لإعادة استخدامها بحسب الحاجة إليها سواءً للري التكميلي أو لتغذية مكامن المياه الجوفية أو للمشاريع التنموية الأخرى. تُمثّل عملية الحصاد المائي مورداً مائياً مهماً يمكن الحصول عليه من التساقط المطري والثلجي[٢٧]، وهي في الأصل ظاهرة طبيعية، وما انسياب المياه من المناطق المرتفعة وتجمعها في الوديان والمنخفضات إلاّ دليل على ذلك. إنَّ عملية الحصاد المائي ضاربة جذورها في التأريخ، ولكن الطرق والتقنيات المستخدمة لِجني المياه تختلف من فترة لأُخرى، وهذا ما نألفهُ حاليًّا بالمقارنة مع عصورٍ مضت، لاسيما وأنَّ منطقة الدراسة تقع ضمن المناطق شبه الرطبة التي تتصف بتذبذب كميّات التساقط المطري بين سنةٍ

وأُخرى، مِمّا تطلّب الشروع في إنشاء مختلف أنظمة الحصاد المائي لتوفير الاحتياجات المائية والتي يمكن دراستها على النحو الآتي:

أ: السدود (الكونكريتية والاملائية) :- وهي السدود التي يتم انشائها من الكونكريت أو الأحجار والأتربة أو السدود الركامية الإملائية التي يتم إنشائُها باستخدام الصخور والصلصال وتقام على مجاري الأودية والمسيلات لاعتراض جريان المياه وتوجيهها الى أماكن محددة وتكوين البحيرات الصغيرة والمتوسطة التي تُستثمر في مشاريع عديدة كالزراعة والسياحة والشرب، فضلاً عن تغذية مكامن المياه الجوفية . يوجد في المنطقة ثلاثة سدود هي السد الاملائي في منطقة جلّي وسد نازنين والسد الكونكريتي الغاطس عند خانق جبل سفّين . صورة (١).

صورة (١) السد الغاطس على نهر هيزوب

التقطت بتأريخ ٢٠١٦/٢/٢٤

ب- المُستجمعات المائية :- يُعد هذا النظام الأكثر شيوعاً في المنطقة ، والمستجمعات عبارة عن أحواض كونكريتية (طول١٠م ، عرض٤ ، عمق٢م) وتقل أو تزيد أحياناً عن هذه الأبعاد، تقام في الأجزاء المنخفضة لضمان انسيابية الماء اليها من العيون الجارية في المناطق المرتفعة، صورة (٢٦)، ويتم نقل المياه الى هذه المستجمعات بواسطة جداول بعمق(٥٠) سم، وعرض(٤٠) سم، وتكون مبطنة بالكونكريت للحفاظ على المياه من التسرب ولمنع تلوّثها، وتكون هذه الجداول موزعة إلى عدة اتجاهات ويتم توجيه المياه بواسطة البوابات الصغيرة الموضوعة داخل الجداول لتغذي عدة مستجمعات مائية، ويتم

زراعة المناطق المحيطة بهذه المستجمعات بأشجار الفواكه والمحاصيل المتنوعة لأهميتها الاقتصادية.

ج- الحواجز الكنتورية والمصاطب :- وهي عبارة عن حواجز تُرابية يتم انشائها على طول خطوط الكنتور بعرض٣م ويكون الفارق بين الحواجز من (٥ـ٢٠) م، ويترك فاصل من (١ـ٢) م عن الحافة ثُم تتم الزراعة، أمّا المسافة المُتبقية فتكون عبارة عن مُستجمعات للمياه، ويتم إسناد هذه الحواجز بالحجارة إذا تطلب الأمر،لأنّ انهيار أجزائها العليا يؤدي لتدمير النظام بأكمله، بفعل عامل الجرف المائي ، ويتم إنشاء الحواجز يدوياً أو باستخدام الجرار المزود بالشفرات المناسبة والتي يُستفاد منها لزراعة البساتين غالباً مستغلة مياه الأمطار لإروائها .

د- الصهاريج :- يُطلق إسم الصهاريج على الأحواض المائية التي يتم إنشائها تحت سطح الأرض، وهي ذات طاقة استيعابية تتراوح ما بين (١٠٠٠ـ٢٠٠٠) م^{٣}[٢٩]، تُستخدم لشرب الإنسان وسقاية الحيوانات في المنطقة، يتم حفر هذه الخزانات في الصخور وفي هذه الحالة تكون طاقتها الاستيعابية قليلة في العادة، أمّا إذا حُفِرت في مناطق الرسوبيات التي تقع فوق الطبقات الصخرية الصلبة فإن طاقتها تكون أكبر، وتتم تغذيتها بعمل جداول لنقل المياه من المناطق المرتفعة، وعادةً ما يقوم المزارعين بعمل حوض ترسيبي في مجرى الماء لتقليل الرواسب داخل الصهريج، ويتم استخراج المياه منها باستخدام المضخات الكهربائية.

هـ- الحواجز الترابية :- تعد من الطرق الكفوءة لرفع رطوبة التربة وإرواء البساتين من خلال تجميع مياه الامطار وإطالة مدة بقائها عند منطقة الجذور،وهي من الطرق البسيطة إذ تقوم من خلال انشاء حاجز ترابي بشكل قوس موازي لخط الكنتور بارتفاع (٣٠-٥٠) سم ويبلغ قطره (٣-٥) م. تنتشر هذه الطريقة بشكل واسع في منطقة الدراسة وتعد من الوسائل المثلى لإرواء أشجار الفاكهة .

ثانياً: مواقع السدود المقترحة في حوض نهر هيزوب

قبل الولوج في تحديد أهمّ المواقع الناجِعة لإقامة مشاريع السدود والحواجز المقترحة لابُدّ من تحديد كمية الايراد المائي السنوي لمنطقة الدراسة والتي تمّ استخراجها باستخدام الطريقة الحسابية وكما يأتي:

حجم الأمطار المساحية = معدل المطر السنوي (ملم) × المساحة (كم^{٢})×١٠٠٠ (مقدار ثابت)

حجم الامطار المساحية = ٦٢٢,٣ × ٤٥٤ × ١٠٠٠ = ٢٨٢.٥٢٤.٢٠٠ م^{٣}

وبعد استخراج كمية الأمطار المساحية نقوم باستخراج قيمة التبخر الكلية بنفس القانون ونطرحُها من كمية الأمطار المساحية وكالآتي :

حجم التبخر= معدل التبخر السنوي (ملم) × المساحة (كم^{٢}) × ١٠٠٠

حجم التبخر= ٩٢,١٥ × ٤٥٤ ×١٠٠٠ = ٤١.٨٣٦.١٠٠ م^{٣}

الوارد المائي السنوي = المدخلات – المخرجات

الوارد المائي السنوي = ٢٨٢.٥٢٤.٢٠٠ – ٤١.٨٣٦.١٠٠ = ٢٤٠.٦٨٨.١٠٠ م^{٣}

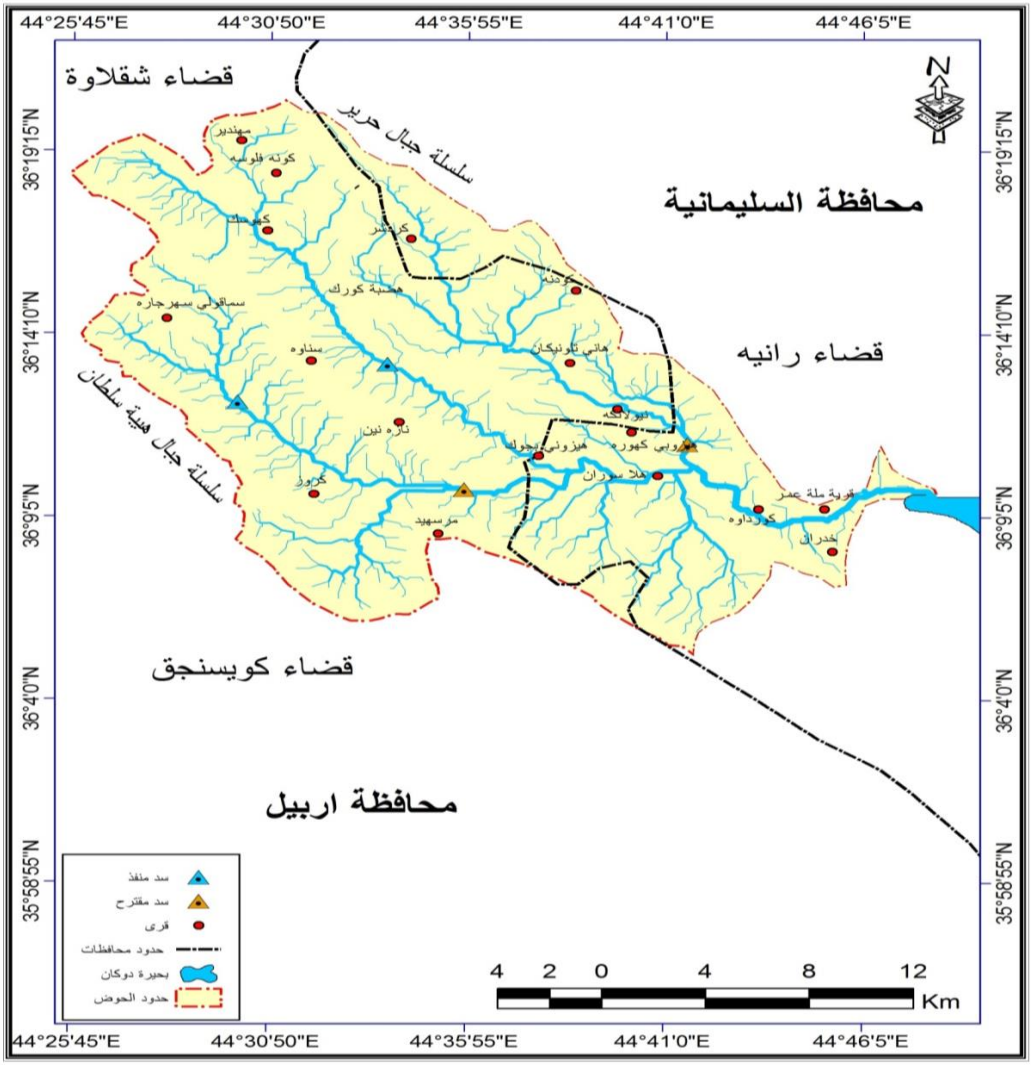
من خلال تطبيق المعادلة نجد إنَّ الوارد المائي السنوي للحوض يبلغ (٢٤٠.٦٨٨.١٠٠) م^{٣} منها(١٧.٩١٢.٤٤٨) م^{٣} جريان سطحي ، و(٢٢٢.٧٧٥.٦٥٢) م^{٣} للتغذية الجوفية . يُمكن الاستفادة من هذه الكمية في عملية الحصاد المائي وتكوين البحيرات الاصطناعية التي يُستفاد منها في تنمية المشاريع الزراعية والصناعية والسياحية ، فضلاً عن العامل البيئي وما تقوم به البحيرات من تلطيف للجو، ومن خلال استعمال برنامج (ARC GIS 10.2) تمَّ مُطابقة الخريطة التركيبية والجيومورفولوجية والهيدرولوجية لتحديد المواقع المناسبة لإقامة مشاريع الحصاد المائي وإنشاء الحواجز الحجرية والسدود الكونكريتية والاملائية وتكوين البحيرات الاصطناعية، والمواقع المحددة توضّحها الخريطة (٨) ، وقد تمَّ ترشيح هذه المواقع بحسب المعلومات السابقة والتي تُقسم الى :

الموقع الأول : ويكون موقع السد على مجرى رافد سمقولي ضمن قرية ميرسيد ، ويُعد هذا الموقع الأفضل لإقامة سد املائي ؛ بسبب وجود التكوينات الجيولوجية الصلبة (جمجوقة) التي تكوّن قاعدة متينة تحمي السد من الإنهيار، وكذلك لوجود منطقة للإغراق خلف السد تصلح لإنشاء بحيرة اصطناعية مع أعتدال شِدّة الانحدار، فضلاً عن شكل المقطع الصندوقي الذي يقلل من اتساع مساحة البحيرة الافقي وما يترتب علية زيادة الفاقد بالتبخر والتسرب . تكون المساحة الجابية لحوض السد (١٢٦,٤٠) كم^{٢} ، وتكون المساحة الكلية القابلة للخزن (١٨,٥٢) كم^{٢} ، أما الطاقة الخزنية الكلية للبحيرة فتبلغ (٥٩٣,٥١٠,١٣٥) م^{٣} .

يمكن الاستفادة من هذا المشروع في إرواء الاراضي الزراعية المجاورة وتغذية المياه الجوفية ، فضلاً عن السياحة وتربية الأسماك .

الموقع الثاني : يكون موقع السد على مجرى رافد كوره ضمن قرية هيزوبي كوره قبل نقطة التقاء المجرى بنهر هيزوب، إذ يكون الوادي ضيق في هذه الموقع لا يتجاوز عرضه (٢٥) م ، مما يقلل من كلف الإنشاء . تكون المساحة الجابية الكلية لحوض السد (١٠٥,٦) كم^{٢} ، وتكون مساحة حوض الخزن المقترحة (١١٠٩٩) كم^{٢} ، وتبلغ طاقة الخزن الكلية (٢٢٤,٦٣٦,٠٨٠) ، ويمكن أيضاً التوسع في أنشاء الحواجز الصخرية بارتفاع (١,٥) م على طول الروافد لكل (٧٥٠) م يستفاد منها لتغذية المياه الجوفية .

خريطة (٨) المواقع المناسبة لإقامة مشاريع الحصاد المائي



المصدر: المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة (DEM) باستخدام برنامج (ARC GIS 10.2)

فوائد الحصاد المائي

يُعد الحصاد المائي من الوسائل المُثلى للحصول على المياه عندما لا تكون مصادر المياه الأُخرى متوفرة، وفيما يخص الحصاد المائي كعملية لتجميع المياه السطحية وخلق نظم ري تكميلي داعمة للانتاج الزراعي ، فإن أهميته تكمن في تحقيق الآتي :

١ـ تدعيم الأمن المائي والاستقرار السياسي وتحقيق الاستغلال المرشّد والكفوء للموارد المائية.

أـ استعادة انتاجية الأراضي التي يقل فيها التساقط المطري أو يكون متذبذباً من خلال توفير الاحتياجات المائية للزراعة ومكافحة التصحر(٣٠).

ب ـ العامل البيئي، إذ تسهم البحيرات الاصطناعية في تلطيف الجو، مع إيجاد مناطق سياحية جديدة تعمل على تعزيز دور صناعة السياحة.

ج ـ دعم الزراعة الديمية من خلال توفير الكميات المائية المطلوبة للري التكميلي، مِمّا يضمن

إنتاجية عالية وتجاوز مخاوف انقطاع الأمطار لفترات طويلة(٣١).

دـ الحماية من أخطار السيول والفيضانات التي تضر بنشاطات الإنسان(٣٢) .

هـ ـ تلعب تقانات الحصاد المائي دوراً فاعلاً في تغذية مكامن المياه الجوفية .

الاستنتاجات :

١ـ تقع منطقة الدراسة شمال العراق ضمن نطاق الطيات العالية والواطئة وهي غير مستقرة تكتونياً .

٢ـ مُناخ المنطقة شبه رطب مع صيف حار جاف، وشتاء بارد رطب متوسط الأمطار يشهد إحياناً تساقط الثلوج، خصوصاً المناطق المرتفعة .

٣ـ جيومورفولوجية المنطقة لعبت دوراً في زيادة أهمية المنطقة الهيدرولوجية، إذ إنَّ تنوع تضاريسها وارتفاعها زاد من معدلات التساقط الثلجي والمطري وبالتالي ارتفاع حجم الجريان السطحي .

٤– ارتفاع معدلات التغذية الجوفية نتيجة لوجود التربة النفوذة والغطاء النباتي الذي ساهم في إعاقة الجريان المائي ولاسيما في المناطق الوسطى والجنوبية لحوض نهر هيزوب .

٥ـ– ساهمت الخصائص المورفومترية في تنظيم التصريف المائي للاحواض الثانوية لنهر هيزوب نتيجة لاقترابها من الاشكال المستطيلة وابتعادها عن الاشكال المستديرة .

٦- اتضح وجود فوارق كبيرة في التصريف المائي ما بين أشهر وفصول السنة؛ لاعتماد النهر على التساقط الثلجي والمطري في تغذيته مما رفع معدلات التصريف لأعلى مستوياتها خلال فصلي الشتاء والربيع .

٧- وجود مواقع ملائمة لإقامة مختلف أنظمة الحصاد المائي لتنمية المشاريع الاقتصادية كالزراعة والصناعة والسياحة فضلاً عن تغذية مكامن المياه الجوفية .

التوصيات :

١ـ توجيه الدوائر المعنية لعمل قاعدة بيانات للمياه باستعمال نظم المعلومات الجغرافية على مستوى القرى، لما توفره من مرونة عالية في ادارة المياه، والبحث عنها واختصار الوقت والجهد والتكاليف، فضلاً عن تحديد مدى امكانية الاستفادة منها في مجال تطوير مستويات التنمية المكانية في منطقة الدراسة .

٢ـ إنشاء السدود الكونكريتية والإملائية والحواجز الحجرية وتوزيعها على الوديان الرئيسة وتكوين البحيرات الاصطناعية التي تلبي الأغراض البشرية والاقتصادية المختلفة .

٣ـ ضرورة الحفاظ على المياه السطحية باعتبارها مورد طبيعي قابل للنفاذ من خلال اعتماد الوسائل الحديثة في الزراعة والتوسع في استخدام نظام الري بالتنقيط والرش الثابت الذي يتناسب مع طبوغرافية المنطقة .

٤ـ تبطين قنوات نقل المياه أو استخدام الأنابيب من أجل تلافي الهدر بالتسرب أو التبخر.

٥ـ تدريج المرتفعات وإنشاء المصاطب البانكونية(*+) والقنوات الكرادونية(*++) لزراعة الأشجار التي تُروى من المياه المنحدرة من قمم الجبال.

٦ـ إحاطة البحيرات بأحزمة من الاشجار التي تعمل كمصدات للرياح من أجل تقليل التبخر.

٧ـ استخدام المركب الصناعي آيسو دبليو بي (أحادي العنصر) ، الذي يقلل من حجم التبخر بواسطة نشره بالرش فوق المياه .

الهوامش

القرآن الكريم .

١. خصباك، شاكر، العراق الشمالي، دراسة لنواحيه الطبيعية والبشرية، مطبعة شفيق ،١٩٧٣، ص١٢.

٢. سيساسكيان ، فاروجان خاجيك ، جيولوجية لوحة أربيل (١٤-٣٨ NJ) ومهاباد (١٥-٣٨-NJ) مقياس١/٢٥٠٠٠٠، وزارة الصناعة والمعادن، الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، قسم المسح الجيولوجي ١٩٩٨ ،ص١٢.

٣. المصدر السابق ،ص١٢ .

٤. رضا، محمد، قصي سعود ، دراسة هيدروجيولوجية وهيدروكيميائية للوحتي أربيل (١٤- ٣٨- NJ) ومهاباد(١٥- ٣٨- NJ) مقياس١/٢٥٠٠٠٠، وزارة الصناعة والمعادن،الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، قسم المسح الجيولوجي، ٢٠١٠،ص١٧.

٥. البصراوي، نصير حسن، دراسة هيدروجيولوجية وهيدروكيميائية لمنطقتي لوحتي أربيل(١٥ – ٣٨–NJ) ومهاباد (١٤ – ٣٨– NJ) مقياس ١/٢٥٠٠٠٠، وزارة الصناعة والمعادن ،الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، بغداد،٢٠٠٧ ص٤٤.

٦. المنمي، دياري علي محمد، دراسة كيميائية وبيئية للمياه الجوفية في مدينة السليمانية وضواحيها ، رسالة ماجستير(غير منشورة)جامعة بغداد كلية العلوم ،٢٠٠٢ ص٨.

٧. نصير البصراوي ، مصدر سابق، ص٢٢ .

(++) لم تتوفر قياسات للثلوج في المحطات المذكورة للمدة ما بعد عام ٢٠١٢ .

٨. جبوري، صباح توما ،علم المياه وادارة احواض الأنهر ، ط١، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، العراق، ١٩٨٨، ص٦١.

(*) متوسط عرض الحوض = مساحة الحوض كم^{٢} / طول الحوض(كم)

٩. الدليمي، خلف حسين، علم شكل الأرض التطبيقي(الجيومورفولوجيا التطبيقية)، ط١، دار صفاء للطباعة والنشر،٢٠١٢ ص٧٧.

١٠. أبو العينين، حسن سيد أحمد، أصول الجيومورفولوجيا ، ط١،مؤسسة الثقافة الجامعية ، الاسكندرية ،١٩٩٥ ،ص٧٧.

١١. عزيز، متولي عبد الصمد، حوض وادي وتير ، شرق سيناء، دراسة جيومورفولوجية ، أطروحة دكتوراه(غير منشورة) جامعة القاهرة ، كلية الآداب ،٢٠٠١ ،ص٨٣.

١٢. المصدر السابق ، ص٨٣.

١٣. المصدر السابق، ص ٨٣ .

١٤. اللهيبي، أحمد فليح فياض ،حوض دوكان في المنطقة الجبلية من شمال العراق (دراسة جيومورفولوجية تطبيقية)، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) جامعة الأنبار ،كلية التربية للعلوم الانسانية،٢٠١٤ ، ص١٨٢.

١٥. شريف، آزاد جلال ، خصائص نظام الجريان المائي في حوض الخابور في العراق ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، مجلد ١، العدد٤٤، ٢٠٠٠ ، ص١٨٢.

١٦. النقاش، عدنان باقر، مهدي الصحاف، الجيومورفولوجي التطبيقي، ط١، مطبعة جامعة بغداد ، ١٩٨٦ ،ص ٥٢٣.

١٧. أبو العينين، حسن سيد أحمد، مصدر سابق ، ص ٧٢ .

١٨. حمدان، صبري محمد، صالح محمد أبو عمرة، بعض الخصائص المورفومترية للجزء الأعلى من حوض الرميمين وسط غرب الأردن باستخدام الطرق التقليدية وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية ، مجلة جامعة الأزهر ، المجلد١٢، العدد٢٠١٠ ، ص٦٠٨.

١٩. أبو العينين، حسن سيد أحمد، مصدر سابق ، ص٧٥.

٢٠. محسوب، محمد صبري ، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، ط١، دار الفكر العربي للطباعة والنشر، القاهرة،٢٠٠١ ، ص٢١٠.

٢١. الدليمي، خلف حسين، علم شكل الأرض التطبيقي، مصدر سابق ،ص٣٦٣ـ٣٦٤.

٢٢. المصدر السابق ،ص ٣٦٨.

٢٣. أبو رية، أحمد محمد، المنطقة الممتدة فيما بين القصير ومرسى أم غيج، دراسة جيومورفية، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) جامعة الاسكندرية، كلية الآداب ، ٢٠٠٧، ص٦٠.

٢٤. الدليمي، خلف حسين، علم شكل الأرض التطبيقي، مصدر سابق، ص٣٦٨ .

٢٥. أبو سمور، حسن ،علي غانم، المدخل الى الجغرافيا الطبيعية، ط١، دار صفاء للنشر والتوزيع،عمان،١٩٩٨، ص١٠٥.

٢٦. الخرابشة، عاطف علي حامد، عثمان محمد غنيم، الحصاد المائي في الأقاليم الجافة وشبه الجافة في الوطن العربي، ط١، دار صفاء للطباعة والنشر، عمان،٢٠٠٩، ص ٦٢.

(**) معدل الانحدار العام = الفاصل الرأسي(م) / طول الوادي (كم)

27-http://www.uae.gov.ae/uaeagricent/wateranddam/rainharvesting.s.

٢٨. عبدالله،عبد الفتاح لطفي،جغرافيّة الوطن العربي، تحليل الأبعاد الجغرافية لمشكلات الوطن العربي، ط٢، دار الميسرة ، عمان،٢٠١١ ، ص.١٤٠

٢٩. مشعل محمود فياض الجميلي، أحمد فليح فياض اللهيبي، التحليل الهيدرومورفومتري لشبكة الصرف المائي لحوض دوكان ـ اقليم كردستان، جامعة الأنبار، مجلة كلية التربية للعلوم الإنسانية،٢٠١٤،ص١٢.

(+++) نموذج التصريف : هو عبارة عن كمية المياه الجارية مقاساً بالمتر في الثانية الواحدة لكل كم^{2} واحد من مساحة الحوض ويعبر عنه (لتر / ثا / كم^{2}) ويتم استخراجه من خلال قسمة معدل التصريف على مساحة الحوض (كم^{2}) .

(–) لم تتوفر قياسات سنة ٢٠٠٣–٢٠٠٤ ؛ بسبب الحرب الامريكية على العراق .

٣٠. الكايد ،بيان محمد ،النظام المائي، ط١، دار الراية للنشر، عمان،٢٠١٣ ، ص .٢٤٢

31. http://www.uae.Op cit.

32. http//www.watersxpert.se/watershasad.htm.

(*+) المصاطب البانكونية: تُستخدم في السفوح التي تقل درجة انحدارها عن ٤٠% ، وتكون المصاطب مائلة باتجاه السفح .

(*++) القنوات الكرادونية : تُستخدم في السفوح التي تزيد درجة انحدارها عن ٥٠%، وتكون بشكل حرف (V).