دراسة الخصائص الهايدرومورفومترية لوادي جباب في الهضبة الغربية العراقية

مشعل محمود فياض الجميلي[1] صادق عليوي سليمان الفهداوي[2]

تاريخ الاستلام : ٢٠١١/٦/١٥ قبول النشر : ٢٠١٢/١/٢٩

الخلاصة (Abstract):

يهدف البحث إلى دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي جباب والمتمثلة بالخصائص المساحية والشكلية وخصائص شبكة الصرف المائي ومن ثم الوضع الهيدرولوجي له والمتمثل بتخمين كمية المياه الواردة إليه خلال السقطات المطرية وذلك باستخدام تقانات الاستشعار عن بعد (Remote Sensing) ونظم المعلومات الجغرافية GIS (Geographic information systems)، وفي ضوء ذلك يمكن تحديد المواضع الملائمة لإنشاء السدود والخزانات لاستغلالها في حصاد المياه. تقع منطقة البحث ضمن منطقة الهضبة الغربية العراقية حيث ينتهي وادي جباب في نهر الفرات غرب مدينة عنه (شكل رقم ١)، والواقعة بين دائرتي عرض ″٠٠ ′٠٠ ٣٤° و ″٥٠ ′٢٧ ٣٤° شمالا وخطي طول ″٠٠ ′٢٣ ٤١° و″٠٠ ′٤٣ ٤١° شرقاً. ولتحديد حوض وادي جباب تم استدعاء نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) لسنة ٢٠٠٩ إلى برنامج (Arc GIS 9.3) حيث تم تحديد الحوض آليا – تلقائيا باستخدام طريقة التحليل الهيدرولوجي. وقد توصل البحث إلى أن مناخ منطقة البحث يتصف بالجفاف مع وجود عجز مائي في جميع أشهر السنة حيث يكون أعلاه في شهر تموز، إذ بلغ ٣٢٤.٥ ملم وأدناه في شهر كانون الثاني ١٠.٩٢ ملم، والتكوينات الجيولوجية السائدة هي التكوينات الكلسية، مع تربة مزيجية رملية إلى رملية مزيجية و قلة في كثافة الغطاء النباتي. يبلغ معدل الانحدار في حوض وادي جباب ٠.٢٥ درجة، وظهر في حوض الوادي وجود خمس مراتب نهرية، مجموع روافدها ٦٧٦ رافداً ضمن مساحة قدرها ٩٨٦.٦ كم² ومحيطها ٢١٤.٣ كم ويميل شكل الحوض إلى الشكل المستطيل، مع وجود ثلاثة مواضع ملائمة لإنشاء السدود والخزانات في ضوء المعلومات المورفومترية والهيدرولوجية المتعلقة بمنطقة البحث.

Study the Hydromorphometric Properties of Wadi Jbab in Iraqi western plateau

Mashal M. Al-jumaily Sadeq O. Al-Fahdawi

Abstract

The research aims at revealing the morphometric characteristics of wadi Jbab Basin, which include areal ,relief characteristics, and the shapes of cross- sections of the valley. The hydrological properties of Jbab basin were studied to estimate the amount of water received by its catchment area during rain falls, thus, the appropriate places for the construction of dams and reservoirs for use in water harvesting can be determined. The area under study is located in Iraqi western plateau , between the latitudes of 33° 55' 45"N to 34 ° 27' 50" N, and

[1] أ.م.د / كلية التربية للبنات – جامعة الانبار
[2] م.د/كلية الهندسة – جامعة الانبار

longitudes 41° 24' 30" E to 41° 43' 00" E. Remote sensing technology (RS) and geographic information systems (GIS) were used to reach the objectives of this research, so Digital Elevation model (DEM) for the year 2009 was brought to program (Arc GIS 9.3) and detected the basin and valley of Jbab automatically by using the hydrological analysis method. The area under study is characterized by the drought with a deficit of water in all months of the year where the highest in the month of July, amounting to 324.5 mm and the lowest in January, 10.92 mm. The geological formations prevail formations limestone, with sandy soil to sand-clay mixture, with lack of density in the vegetation. The average slope in basin of Wadi Jbab is 0.25 degree. There are five ranks of river, the sum of their tributaries 676 tributary within an area of 986.6 km ², and its perimeter is 214.3 km , it is also noticed the form of the basin tends to form a rectangle, with three places suitable for the construction of dams and reservoirs depending on the morphometric and hydrologic information that related to the area of research.

١ - المقدمة (Introduction)

تعد دراسة الوديان الجافة في منطقة الهضبة الغربية العراقية من الدراسات التي يجب الاهتمام بها والتركيز عليها ،لما تعاني هذه المنطقة من ظروف جافة تجعل الاهتمام بالموارد المائية أمرا حتمياً. لذا وقع الاختيار على دراسة وادي جباب أحد وديان الهضبة الغربية العراقية للدراسة الهايدرومورفومترية، وذلك باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، حيث توفر لنا هذه التقنية آلية دقيقة في تحليل البيانات المكانية (Spatial Data) وربطها بالبيانات الوصفية (Attribute Data)، ومن ثم بناء قاعدة بيانات (Geo-database) ذات متغيرات مورفومترية بالاعتماد على البيانات الفضائية.

مشكلة البحث: ما الخصائص المورفومترية لحوض وادي جباب ؟ وما هي الصفات الهيدرولوجية له ؟وهل أن خصائصه المورفومترية والهيدرولوجية ملائمة لإنشاء سدود يمكن استخدامها في حصاد المياه ؟

هدف البحث: يهدف البحث إلى الكشف عن الخصائص المورفومترية لحوض وادي جباب والمتمثلة بالخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية وخصائص شبكة الصرف المائي، ومن ثم الوضع الهيدرولوجي لهذا الوادي المتمثل بتخمين كمية المياه الواردة إليه خلال السقطات المطرية، وفي ضوء ذلك يمكن تحديد المواضع الملائمة لإنشاء السدود والخزانات - إن وجدت-، لاستغلالها في حصاد المياه.

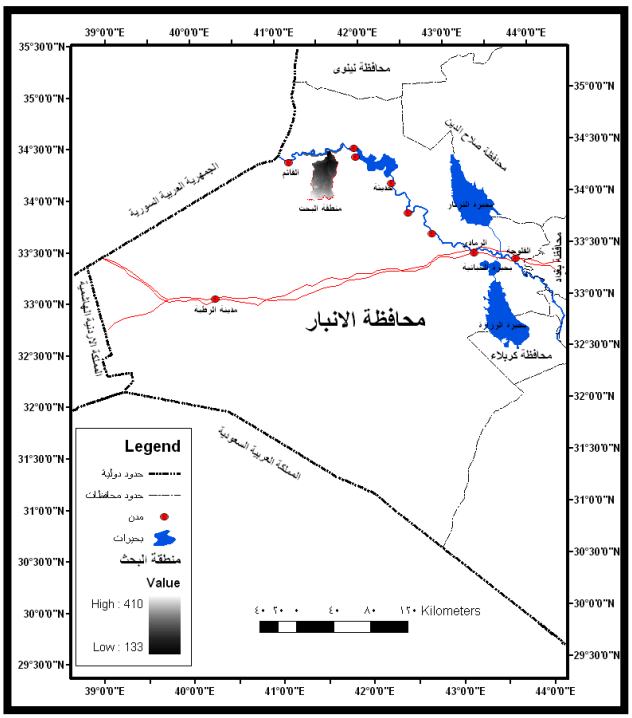
فرضية البحث: إن وادي جباب من الوديان الرئيسة في منطقة الهضبة الغربية العراقية، ويتمتع بصفات مورفومترية وهيدرولوجية ملائمة لاستغلاله في حصاد المياه، بعد إنشاء سدود وخزانات في المقاطع العرضية الضيقة للوادي .

موقع منطقة البحث: تقع منطقة البحث ضمن منطقة الهضبة الغربية العراقية، حيث ينتهي وادي جباب في نهر الفرات غرب مدينة عنه (شكل ١)، وهي تقع بين دائرتي عرض ″٠٠ ′٠٠ ٣٤° و ″٥٠ ′٢٧ ٣٤° شمالاً وخطي طول ″٠٠ ′٢٣ ٤١° و″٠٠ ′٤٣ ٤١° شرقاً وبمساحة قدرها ٩٨٦.٦ كم².

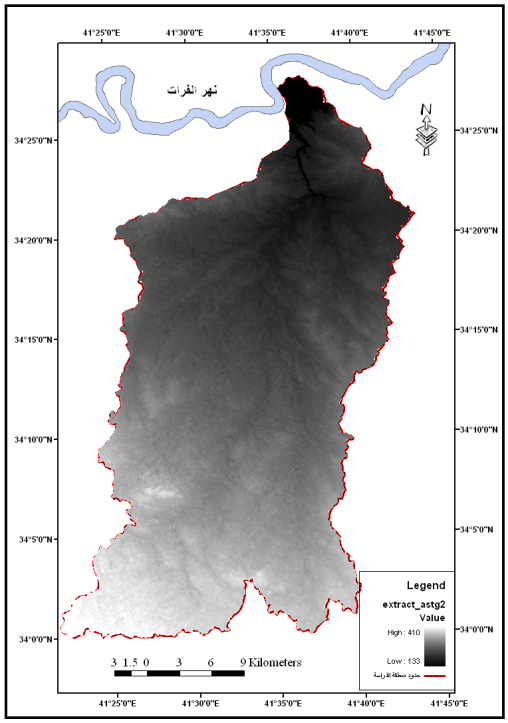
طريقة البحث ووسائله :

تم استخدام تقنية الاستشعار عن بعد (Remote Sensing) ونظم المعلومات الجغرافية (Geographic information systems) للوصول إلى هدف البحث وكما يأتي:

١. تم استدعاء نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) لسنة ٢٠٠٩ إلى برنامج (Arc GIS 9.3) وتحديد حوض وادي جباب آليا – تلقائيا باستخدام طريقة التحليل الهيدرولوجي (شكل ٢) .



شكل (١)خريطة موقع منطقة البحث من المناطق المجاورة (الهيئة العامة للمساحة،(٢٠٠٠)



شكل (٢) بيان فضائي يمثل منطقة البحث مقتطعة من نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM)

٢. اشتقاق ثلاث خرائط طوبوغرافية من نموذج الارتفاعات الرقمية الخاص بمنطقة الدراسة من أجل تحليل سطح المنطقة طوبوغرافيا، وكان ذلك باستخدام تحليلات السطح surface من 3D .

٣. استخراج شبكة المراتب المائية لحوض وادي جباب آلياً – تلقائياً بإتباع طريقة ستريلر، ومن ثم قياس أعداد المراتب النهرية وأطوالها .

٤. استخراج القيم المساحية والشكلية وخصائص شبكة الصرف المائي لحوض وادي جباب.

٥. استخدام برنامج (Global Mapper) في رسم مقطع طولي للمجرى الرئيس للوادي، ومقاطع عرضية لتقرير المواضع الملائمة لإنشاء السدود.

٦. رسم الهيدروغراف القياسي لوادي جباب حيث تم استخدام طريقة الهيدروغراف القياسي الصنيع لتقدير حجم الواردات المائية لهذا الوادي والناتجة عن السقطات المطرية المسجلة والواصلة إلى مواضع السدود المقترحة .

٧. قياس الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لبعض الأحواض الثانوية لمعرفة مدى ملائمة مخرجاتها لبناء السدود والخزانات .

٨. تخمين كمية المياه الواردة إلى الحوض في ضوء المعلومات المناخية والطوبوغرافية والمورفومترية لحوض الوادي.

٩. اقتراح ثلاثة مواضع للسدود والخزانات في حوض وادي جباب في ضوء البيانات المورفومترية والهيدرولوجية.

الملامح الطبيعية العامة لمنطقة البحث

أولا: التكوينات الجيولوجية:

١- تكوين عنه: يكون هذا التكوين شديد التكهف إذ يتصف بوجود مغارات أو حفر داخلية ذات أحجام متباينة وإن مكوناته الصخرية هي حجر الكلس المرجاني الصلب ذو اللون الأبيض وحجر الكلس الدولومايتي متكامل التبلور، ويتكون الجزء الأعلى من هذا التكوين من طبقة من المدملكات القاعدية والتي تكون صخورها متباينة الشكل ومختلفة السمك (Ibrahim 1975)، ويظهر في الجزء الأدنى من الحوض بمساحة قليلة (شكل ٣).

٢- تكوين الفرات الجيري:ويتألف هذا التكوين من جزأين هما الجزء السفلي وهو يتكون من مدملكات قاعدية أكثرها من حجر الكلس وحجر الكلس الصدفي وحجر الكلس الطباشيري ويتراوح سمكه مابين (٢٤-٣٧)م، أما الجزء الأعلى فيتكون من البريشا، حجر الكلس الدولومايتي ويتراوح سمكه مابين (١٥-٢٥)م. ويظهر في الجزء الأوسط من الحوض بمساحات كبيرة(العذاري ٢٠٠٥).

٣- تكوين الفتحة: وتتكون في تعاقب طبقات الطفل وحجر الكلس الذي يكون جيد التطبق قوياً ويحتوي على متحجرات، ويبلغ سمكها حولي (٤٠)م كما يحتوي هذا التكوين على صخور الجبس التي تتصف بقلة صلابتها وقابليتها للذوبان في الماء، ويظهر هذا التكوين في الجزء الأعلى من الحوض لذلك فانه يؤدي إلى تكوين الكهوف والحفر الذائبة وهي من الأشكال الأرضية ذات المنشأ ألذوباني. (Buday 1985)

٤- ترسبات الزمن الرباعي: تعد ترسبات الزمن الرباعي من الترسبات الحديثة التي تعود مكوناتها إلى العصر المطير (البلايستوسين) والعصر الحديث (الهولوسين)، إذ تظهر ترسبات هذا الزمن في بطون الأودية والمنخفضات وفي تربة المنحدرات وهي تمثل بترسبات نهرية غير متجانسة أما مادتها الرابطة فهي سليكية مع الجبس الثانوي .ويتراوح سمك هذه الترسبات مابين (٠.٥- ٥) م، في مناطق الأودية والمنخفضات (Buday 1985).

ثانياً : الخصائص الطوبوغرافية:

تم اشتقاق عدد من الخرائط التي توضح الوضع الطوبوغرافي لمنطقة البحث، وذلك من خلال نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) واستخدام برنامج (Arc GIS) ومن ثم استخدام التحليلات الخاصة ب 3D ومن ثم عمل تصنيف للمنطقة حسب الارتفاعات، حيث تبين ما يأتي:

١- يظهر من الشكل رقم (٤) الخاص بتصنيف منطقة البحث أنها مقسمة إلى ستة أصناف حسب ارتفاعاتها حيث إن أعلى أجزائها بارتفاع بين ٣٦٣- ٤١٠ م فوق مستوى سطح البحر وأعلى أجزاء منطقة البحث يقع في جزئها الجنوبي الغربي، ويصل ارتفاعه إلى ٤١٠ م فوق مستوى سطح البحر، وأدناها ١٣٣- ١٧٩ م فوق المستوى المذكور.

٢- توضح خريطة الارتفاعات المتساوية (الكنتورية) أن أعلى خط كنتوري هو ٤٠٠ م فوق مستوى سطح البحر عند منابع الحوض، وأدناه ١٥٠ م فوق المستوى المذكور في نهاية الحوض عند نهر الفرات، علما أن هناك نقاطاً أعلى وأدنى من المستويات المذكورة، لكنها لم تظهر في هذه الخريطة لأن الفاصل الكنتوري هو ٢٥ م وكما مبين في شكل (٥).

٣- من خلال خريطة اتجاهات الانحدارات تبين أن أعلى نسبة لاتجاهات الانحدارات هي الشمالية كما مبين في الشكل (٦). وإن الانحدار العام للحوض هو من الجنوب إلى الشمال.

ثالثاً: الظروف المناخية

تعدّ دراسة عناصر المناخ ذات أهمية كبيرة في الدراسات الهيدرومورفومترية لما لهذه العناصر من دور في كمية مياه الأمطار وسرعة جريانها وكمية الرسوبيات المنقولة ومن ثم تكوين الأشكال الأرضية وسيتم التطرق إلى العناصر المناخية الرئيسة في محطة عنه وهي أقرب محطة أنواء جوية لمنطقة البحث وسوف يتم اعتماد بياناتها في هذا البحث لتمثيل مناخ منطقة الدراسة.

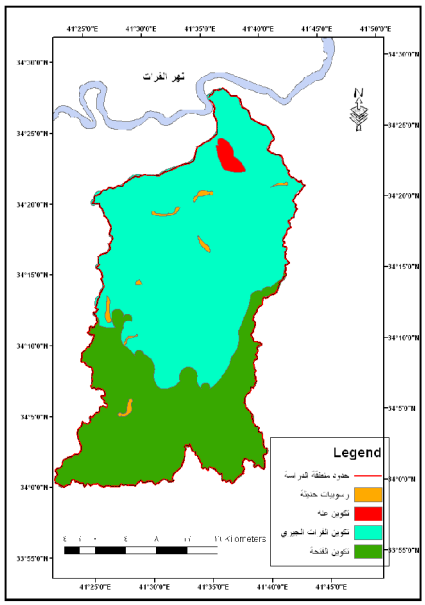
١- درجات الحرارة :تتصف درجات الحرارة بما يأتي :

- ارتفاع درجات الحرارة صيفاً خاصة في الأشهر حزيران ، تموز، وآب ، إذ يصل معدل درجات الحرارة العظمى إلى ٤١.٧°م في شهر تموز وللمدة ١٩٧١ – ٢٠٠١ ومعدل درجات الحرارة الصغرى هو ٢٤.٨° م للمدة ١٩٧١ – ٢٠٠١ (الهيئة العامة للأنواء الجوية ، بيانات غير منشورة).
- انخفاض درجات الحرارة في فصل الشتاء خاصة في الأشهر كانون الأول ، كانون الثاني ، وشباط ، إذ بلغ معدل درجات الحرارة الصغرى ٢.٧ ° م للمدة ١٩٧١– ٢٠٠١.

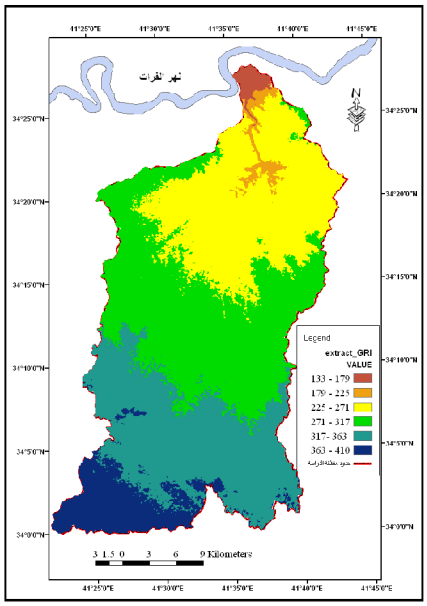
- ارتفاع المديات الحرارية الشهرية والسنوية ، ففي المدة الممتدة ما بين ١٩٧١ -٢٠٠١ كان معدل المدى الحراري لشهر حزيران ١٨.٤ ° م .

٢- الأمطار والتبخر : تتصف الأمطار في منطقة الدراسة بما يأتي :-

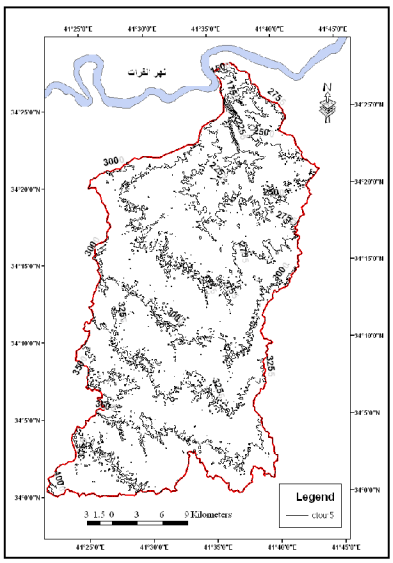
- بلغ معدل المجموع السنوي للأمطار١٦٧.٩ ملم للفترة من ١٩٧١ – ٢٠٠٨ في محطة عنه، إذ يبدأ سقوط الأمطار من شهر أيلول وحتى شهر مايس ويقل أو ينعدم في أشهر حزيران، تموز ، وآب. جدول (١) .
- إن أعلى معدل لسقوط الأمطار هو في شهر آذار إذ بلغ ٢٧.٧ ملم وفي شهر شباط ٢٧.٥ ملم.



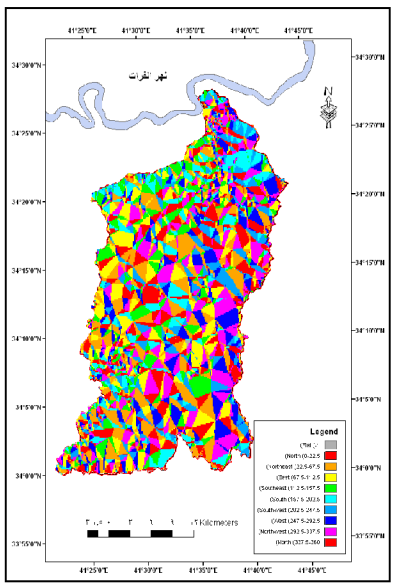
شكل (٣) خريطة التكوينات الجيولوجية لمنطقة البحث



شكل (٤) خريطة الارتفاعات في منطقة البحث



شكل (٥) خريطة خطوط الأرتفاعات المتساوية في منطقة البحث



شكل (6) خريطة اتجاهات الانحدارات في منطقة البحث

جدول (١) معدل كمية الأمطار والتبخر(ملم) للمدة ١٩٧١- ٢٠٠٨ وأعلى كمية أمطار يومية (ملم) للمدة ١٩٤١- ٢٠٠٨ في محطة عنه (الهيئة العامة للأنواء الجوية ، بيانات غير منشورة)

الأشهر	الأمطار	التبخر	العجز	أعلى كمية للأمطار/ يومية	التأريخ
كانون الثاني	٢٤.٦	٣٥.٥٢	١٠.٩٢	٣٤	١٩٦٥-١-١٩
شباط	٢٧.٥	٤٧.٥٥	٢٠.٠٥	٣٧.٧	١٩٩٥-٢-٢٢
آذار	٢٧.٧	٨٨.٤٩	٦٠.٧٩	٣٣.٢	١٩٨٨-٣-٧
نيسان	٢٠.٦	١٤٧.٤٥	١٢٦.٩	٦٦.٨	١٩٥٦-٤-١٧
مايس	٨.٨	٢٢٤.٩٦	٢١٦.٢	٣٠	١٩٥٧ -٥-١٣
حزيران	٠.٧	٢٧٠.٧٢	٢٧٠.٢	١.٦	١٩٩٥-٦-١
تموز	٠	٣٢٤.٤٨	٣٢٤.٥	٠	
أب	٠	٢٩٨.٨	٢٩٨.٨	٠	
أيلول	٦	٢٢٦.٤٣	٢٢٠.٤	٩.٢	١٩٨٢-٩ -٣٠
تشرين الأول	١٣.١	١٥١.٤٩	١٣٨.٤	٣٨.٥	١٩٨٢-١٠-٢٣
تشرين الثاني	١٦.٢	٧٥.٦٩	٥٩.٤٩	٣٣.٤	١٩٨٢-١١ -٩
كانون الأول	٢٢.٧	٤١.٥٤	١٨.٨٤	٤٥.٦	١٩٩٤-١٢-٣
المجموع السنوي	١٦٧.٩	١٩٣٣.١	١٧٦٥		

- يمكن القول أن حالة الجفاف تستمر لفترة طويلة تستمر من شهر حزيران وحتى شهر تشرين الأول ، إن حالة الجفاف تتطلب إجراء دراسات للقيام بعمليات حصاد المياه من خلال بناء السدود والخزانات.
- ارتفاع معدل كمية التبخر الذي بلغ أعلاه في شهر تموز وهو ٣٢٤.٥ ملم وأدناه في شهر كانون الثاني حيث لا يتجاوز ٣٥.٥٢ ملم
- يظهر عجز مائي في جميع أشهر السنة وإن كان أعلاها في شهر تموز ، إذ بلغ ٣٢٤.٥ ملم وأقله في شهر كانون الثاني الذي كان ١٠.٩٢ ملم

٣- الرياح والرطوبة النسبية : إن أعلى معدل لسرعة الرياح هو في شهر تموز، إذ بلغ ٥.٢ م/ ثا للمدة ١٩٧١ – ٢٠٠٢ وأدناه في شهر تشرين الثاني إذ بلغ ١.٨ م /ثا، (الهيئة العامة للأنواء الجوية ، بيانات غير منشورة).

ولسرعة الرياح تأثير على عملية التبخر ومن ثم على كمية المياه المفقودة، وهذا الأمر يؤخذ بنظر الاعتبار في حالة حصاد المياه. أما الرطوبة النسبية فهي تتباين من شهر لآخر فتكون أعلاها ٧٧% في شهر كانون الأول وأقلها ٢٥.٩ % في شهر تموز وللمدة المذكورة .

رابعاً : التربة

تم إجراء عدد من التحليلات لعشرة نماذج من التربة والتي لها علاقة بالوضع الهيدرولوجي والمورفومتري للحوض، فقد تم تحليل نسجتها، فضلاً عن بعض التحليلات الكيميائية (جدول ٢). تبين من خلال التحليل أن معظم عينات تربة المنطقة هي مزيجية رملية إلى رملية مزيجية، كما أن نسبة الكلس عالية تصل إلى ٢٨٤.٧ غم /كغم في العينة (٤) وتنخفض إلى ٩٦.٣ غم /كغم في العينة (٣) وتتباين نسبة الجبس أيضاً من عينة لأخرى فتبلغ ٢٣.٥ غم /كغم في العينة (٥) وتهبط إلى ٣.٧% في العينة (٣)، إن التباين في مكونات التربة يعد عاملاً مؤثراً على جريان المياه وهذا سيتم أخذه بنظر الاعتبار في الحسابات الهيدرولوجية للحوض.

جدول (٢) يبين نسب وقيم بعض مكونات التربة للعمق (٠-٣٠ سم)

رقم العينة	رمل %	غرين %	طين %	النسجة	الكلس غم/كغم	الجبس غم /كغم
١	٧١.٧	١٣.٣	١٥	مزيجية رملية	٢٠٠.٣	٢٢.٧
٢	٦٦.٦	١٣.٥	١٩.٩	مزيجية رملية	٢٥٤.٥	١٩.٢
٣	٨٨.١	١٠	١.٩	رملية	٩٦.٣	٣.٧
٤	٧٤	١٠	١٦	مزيجية رملية	٢٨٤.٧	١٤.٢
٥	٤٣.٨	٣٤.٢	٢٢	مزيجية	٢٧٣.٣	٢٣.٥
٦	٨٠.٣	٩.٢	١٠.٥	رملية مزيجية	١٤٠.٢	٢٠
٧	٧٣.٦	١١.٢	١٥.٢	مزيجية رملية	٢١٠.٦	٢٥

٨	٧٩.٣	٩.٦	١١.١	مزيجية رملية	١٣٠.١	١٨
٩	٧٨.٣	١٣.٢	٨.٥	رملية مزيجية	١٢٠.١	١٨.٧
١٠	٧٦.٣	٨.٦	١٥.١	مزيجية رملية	١٧٠.٦	١٥

خامساً :النبات الطبيعي

من خلال الإطلاع على الدراسات السابقة ومن الزيارات الميدانية ظهر أن كثافة الغطاء النباتي قليلة جداً – قليلة كما في دراسة (العذراري ٢٠٠٥) وهذا يعود إلى الوضع الطبيعي للمنطقة ، وتؤثر كثافة الغطاء النباتي على الوضع الهيدرولوجي فكلما زادت كثافته أدى ذلك إلى تقليل سرعة جريان مياه الأمطار والعكس من ذلك في حالة قلة كثافته ، ويمكن تقسيم النباتات في منطقة الدراسة إلى مايأتي:-

١- النباتات المعمرة : وهي النباتات التي كيفت نفسها للظروف المناخية الجافة لمدة طويلة من السنة ، وذلك عن طريق مد جذورها إلى أعماق التربة لامتصاص الرطوبة أو عن طريق أوراقها الأبرية التي تقلل من عملية نتح المياه فضلاً عن أن بعض الأشجار أوراقها مغطاة بطبقة شمعية مما يقلل من الفاقد المائي (الراوي ١٩٨٨) ومن أمثلة هذه النباتات السدر ، العاقول ، المغاص ، والرمث .

٢- النباتات والأعشاب الحولية : تبدأ هذه النباتات دورة حياتها مع بداية سقوط الأمطار وتنتهي في فترة الجفاف ، وهي تعمل على تماسك التربة وتقلل من عمليات التعرية ومن أهمها الكعوب، البانوك، الخفج، الشعير البري والنفل فضلاً عن نباتات أخرى . وعموماً يمكن القول إن دور الغطاء النباتي في العمليات الجيومورفولوجية ضعيف وذلك بسبب قلة كثافته.

الخصائص المورفومترية لحوض وادي جباب

أولا: الخصائص المساحية والشكلية

لغرض التوصل إلى عدد من الخصائص الشكلية والمساحية لحوض وادي جباب فقد تم الاعتماد على المعادلات الآتية (سلامة د . حسن رمضان ١٩٨٠).

$$C_0 = \frac{A}{A_0} \quad \text{.....(1)}$$

$$D_0 = \sqrt{\frac{1}{C_0}} \quad \text{.....(2)}$$

$$S_0 = \frac{A}{(L)^2} \quad \text{.....(3)}$$

حيث إن:

C_0 = معامل الاستدارة (نسبة تماسك المساحة)

D_0 = معامل تماسك المحيط

So = معامل شكل الحوض

A = مساحة حوض الوادي (كم٢)

A_0 = مساحة دائرة يساوي محيطها محيط حوض الوادي (كم٢)

L = طول الحوض (كم)

وبعد تطبيق هذه المعادلات على حوض وادي جباب في ضوء متغيراته المورفومترية تبين ما يأتي :

١- معامل الاستدارة (نسبة تماسك المساحة Co): بلغ معامل الاستدارة لحوض وادي جباب ٠.٢٧ (جدول ٣)،وبهذا فهو بعيد عن الشكل الدائري ويميل إلى الشكل المستطيل مما يجعل دلالة خطر الفيضان منخفضة، إذا ما استثنينا الظروف الطبيعية الأخرى مثل سمك التربة والغطاء النباتي والانحدار، كما أن انخفاض قيمة تماسك المساحة مؤشر على أن الوادي لم يكن متقدماً في دورته الحقيقية حيث تتصف خطوط تقسيم المياه بتعرجها وعدم انتظامها وهذا يظهر من خلال خريطة حوض الوادي ، ويكون العكس من ذلك في أحواض الوديان التي تكون أشكالها قريبة من الشكل الدائري حيث تصل الموجات المائية من الروافد في وقت متقارب مما يجعل دلالة خطر الفيضان عالية .

٢- معامل تماسك المحيط (Do): يتصف معامل تماسك المحيط لوادي جباب بارتفاعه إذ بلغ ١.٩ وهو يبتعد من الواحد الصحيح كثيراً ، وهو دليل على ابتعاد شكل الحوض عن الشكل الدائري حيث يتصف محيطة بالتعرج وعدم الانتظام .

٣- معامل شكل الحوض (So): يوضح هذا العامل العلاقة ما بين مساحة الحوض وطوله إذ تشير القيم المنخفضة القريبة من الصفر إلى اقتراب الشكل من الشكل الثلاثي وابتعاده عن الشكل الدائري وهي تتراوح مابين (٠-١) . وعند تطبيق هذا العامل على وادي جباب ظهر بأنه يبلغ ٠.٣١٢٤ وهي قيمة منخفضة مما تدلل على ابتعاد شكل الحوض عن الدائرة .

ثانياً :الخصائص التضاريسية

تعد دراسة الخصائص التضاريسية ذات أهمية كبيرة في الدراسات الجيمورفولوجية ، لما لهذه الخصائص من أثر في عملية التعرية المائية وبناء الأشكال الأرضية وتطورها . ومن أجل معرفة هذه الخصائص تم استخدام عدد من المعادلات الخاصة بذلك (الدليمي ، ٢٠١٢).

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{الفرق بين أعلى وأخفض نقطة في الحوض (م)}}{\text{طول الحوض الموازي لخط التصريف الأساسي (كم)}} \quad \ldots\ldots\ldots(4)$$

$$\text{التضاريس النسبية} = \frac{\text{التضرس الكلي (م)(الفرق بين أعلى نقطة في الحوض وأدناها)}}{\text{محيط الحوض (م)}} \quad \ldots\ldots\ldots(5)$$

١- نسبة التضرس: تعكس هذه النسبة الوضع الطوبوغرافي للمنطقة، كما أنها تعد ذات أهمية كبيرة في احتساب سرعة المياه وتخمين الرواسب المنقولة، فكلما زادت النسبة زادت معها سرعة المياه مع كمية الرواسب المنقولة والعكس من ذلك في حالة انخفاض هذه النسبة. وعند تطبيق ذلك على وادي جباب ظهر أن نسبة التضرس تبلغ ٤.٥٧ م/كم وهي نسبة متوسطة ويمكن أخذها في نظر الاعتبار عند دراسة الوضع الهيدرولوجي للحوض.

٢- التضاريس النسبية: وهي تمثل العلاقة بين قيمة التضرس ومقدار محيط الحوض ،وقد بلغت ٠.٠١٣ وهي قليلة جداً، وهذا يعود إلى قلة انحدارات الحوض الذي يمثل سطحاً هضابيا متدرجاً باتجاه الشمال. فضلاً عن أن محيط الحوض يتصف بكثرة تعرجاته التي زادت من مسافته مما أدى إلى انخفاض النسبة المذكورة .

٣- درجة الانحدار: تعد دراسة الانحدارات ذات أهمية كبيرة في الدراسات الهايدرومورفومترية، لما لهذا العامل من تأثير على نشاط عمليات التعرية والإرساب، ومن ثم سرعة وصول موجات الفيضان، وتبلغ درجة الانحدار العام للمنطقة ٠.٢٦ درجة وهذا الانحدار يعد ارض مستوية * .

جدول (٣) قيم المتغيرات المورفومترية لحوض وادي جباب

الخصائص	المتغيرات المورفومترية	القيم
الخصائص المساحية والشكلية	مساحة الحوض / كم^2	٩٨٦.٦
	محيط الحوض /كم	٢١٤.٣
	طول الحوض /كم	٥٦.٢
	أقصى عرض للحوض / كم	٢٧
	معامل الاستدارة (نسبة تماسك المساحة)	٠.٢٧
	معامل تماسك المحيط	١.٩
	معامل شكل الحوض	٠.٣١٢٤
الخصائص التضاريسية	أقصى ارتفاع للحوض /م	٤١٠
	أدنى ارتفاع للحوض /م	١٣٣
	طول الحوض الموازي لخط التصريف الأساسي /كم	٦٠.٦

* *(أكثر من ٨٥ درجة – جرفية) (٨٥-٧٠ درجة – شديدة الانحدار) (٦٩- ٤٥ درجة- منحدر جداً) (٤٤-٢٠ درجة - متوسط الانحدار) (١٩-١٠ درجة - معتدل الانحدار) (٩-٢ درجة- انحدار طفيف) (أقل من ٢درجة - أرض مستوية)، اعتماداً على (الدليمي ٢٠١٢)

	نسبة التضرس م/ كم	٤.٥٧
	الانحدار بالدرجات	٠.٢٦
	التضاريس النسبية	٠.٠١٣
خصائص شبكة الصرف المائي	عدد المراتب	٥
	مجموع عدد المجاري المائية	٦٧٦
	معدل نسبة التشعب	٤.٨٨
	مجموع أطوال المجاري المائية /كم	١٢٣٧
	كثافة الصرف العددية / وادي / كم ٢	٠.٦٨
	كثافة الصرف الطولية كم /كم٢	١.٢٥
	طول المجرى الحقيقي /كم	٦٨
	طول المجرى المثالي / كم	٥٠
	معامل الأنعطاف	١.٣٦
	نسبة التقطع	٣.١٥

ثالثاً : خصائص شبكة الصرف المائي

إن خصائص شبكة الصرف المائي هي انعكاس للظروف الجيولوجية والتضاريسية والمناخية، فضلاً عن عامل الزمن ويمكن التعرف على هذه الخصائص من خلال تطبيق المعادلات الآتية على منطقة البحث (الطائي ٢٠٠٣) (تراب ١٩٩٧) (المومني ١٩٩٧) (Morisawa 1985).

$$\text{نسبة التشعب} = \frac{\text{عدد المجاري المائية لمرتبة ما}}{\text{عدد المجاري المائية للمرتبة اللاحقة}} \quad \ldots\ldots(6)$$

$$\text{كثافة الصرف الطولية} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري المائية للحوض / كم}}{\text{مساحة الحوض / كم}^2} \quad \ldots\ldots(7)$$

$$\text{كثافة الصرف العددية} = \frac{\text{مجموع أعداد المجاري المائية في الحوض /كم}}{\text{مساحة الحوض / كم}^2} \quad \ldots\ldots(8)$$

$$\text{معامل الانعطاف} = \frac{\text{طول المجرى الحقيقي /كم}}{\text{طول المجرى المثالي (اقصر مسافة بين المنبع والمصب)/كم}} \quad \ldots\ldots(9)$$

$$\text{نسبة التقطع} = \frac{\text{مجموع أعداد المجاري المائية في الحوض}}{\text{محيط الحوض / كم}} \quad \ldots\ldots(10)$$

١- نسبة التشعب :- تم تصنيف المراتب النهرية وفقاً لطريقة straher المذكورة عند Chow1984، إلى خمس مراتب نهرية وبطريقة آلية- تلقائية ومجموع عدد مجاريها 676 مجرى وبلغ معدل نسبة التشعب ٤.٨٨ وهي تتباين من مرتبة إلى أخرى كما في شكل رقم (٧) وجدول رقم (٤) إذ تبلغ ٣.٨٧ للمرتبين الأولى والثانية و ٧ للمرتبتين الرابعة والخامسة.

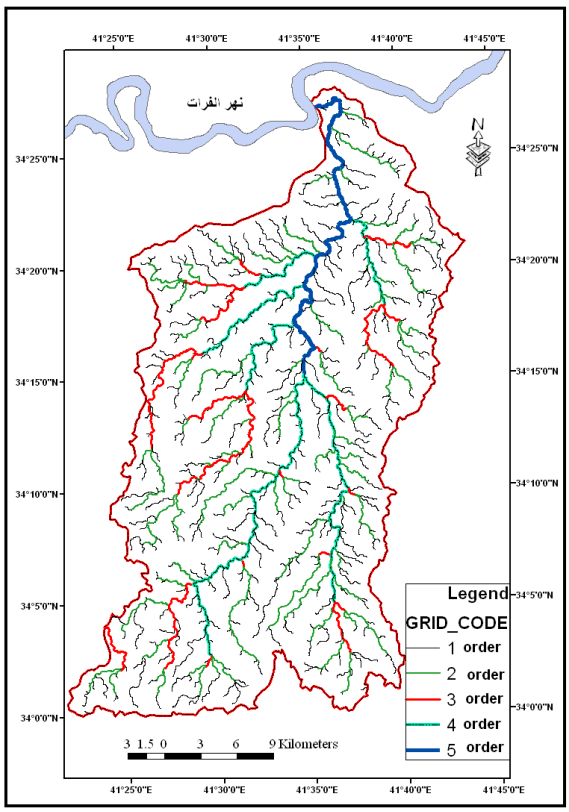
٢- كثافة الصرف المائي: تعني كثافة الصرف المائي درجة انتشار الشبكة المائية وتفرعاتها ضمن حوض النهر ، وتشتمل على كثافة الصرف العددية وكثافة الصرف الطولية . وعند تطبيق ذلك على منطقة البحث تبين أن كثافة الصرف الطولية هي 1.25 كم/كم٢ وهي كثافة منخفضة** وفقاً للمعيار الذي وضعه strahler 1958 والوارد عند (الشكرجي ٢٠٠٢) . أما الكثافة العددية فهي الأخرى منخفضة إذ بلغت 0.68

** *الكثافة التصريفية الطولية قيمتها كم /كم٢

منخفضة ٠ - ٤ متوسطة ٤ - ١٢ عالية ١٣ – فأكثر (الشكرجي ٢٠٠٢)

وادي /كم٢ وسبب انخفاض كثافة الصرف المائي في حوض وادي جباب يعود إلى الظروف المناخية الجافة الحالية والمتمثلة بقلة الأمطار فضلاً عن صلابة بعض التكوينات الصخرية المكونة للحوض .

٣- معامل الانعطاف: وهي تعبر عن النسبة بين الطول الحقيقي للمجرى إلى طوله المثالي، حيث بلغت للمجرى الرئيس لوادي جباب ١.٣٦ وتؤشر معامل الانعطاف على الخصائص الهيدرولوجية للحوض ، فكلما زادت درجة الأنعطاف زادت معها احتمالية فقدان المياه بفعل الترشيح إلى باطن الأرض ومن ثم تأخير وصول موجات الفيضان إلى منطقة المصب ويحدث العكس من ذلك في حالة انخفاض قيمة معامل الانعطاف حيث تصل موجات الفيضان بسرعة نسبية وهذا الأمر يؤخذ بنظر الاعتبار في حالة اقتراح مواضع السدود والخزانات ، كما تؤشر معامل الانعطاف على العمليات الحتية والترسيبية ، فتزاد عمليات الحت في الجوانب المقعرة وعمليات الترسب في الجوانب المحدبة .



شكل (٧) المراتب النهرية في منطقة البحث مشتقة من نموذج الارتفاعات الرقمية DEM

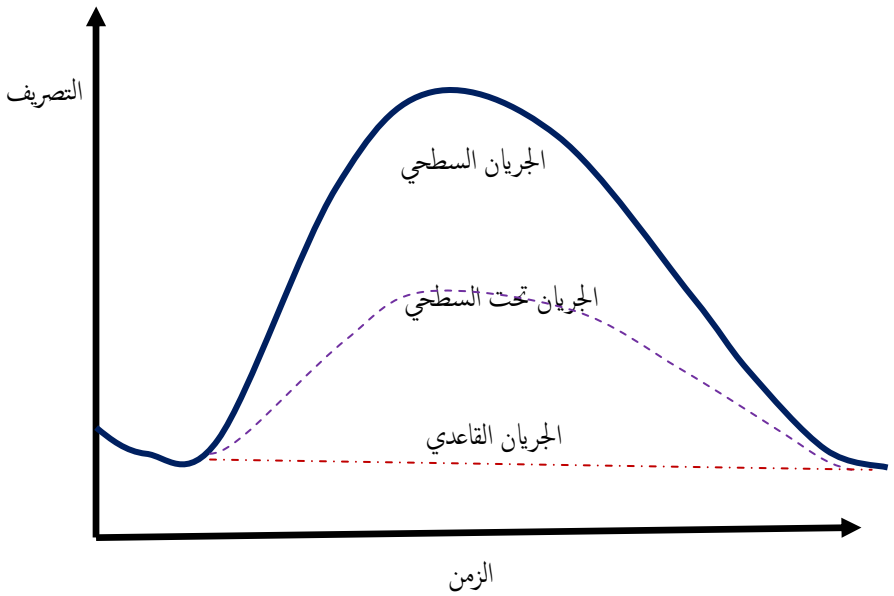
جدول (٤) المراتب النهرية في حوض وادي جباب

المرتبة	عدد المجاري	مجموعة أطوالها /كم	نسبة التشعب
١	٥٠٧	٦٤١	
٢	١٣١	٣٢٧	٣.٨٧
٣	٣٠	١١٧	٤.٣٧
٤	٧	٩٥	٤.٢٨
٥	١	٥٧	٧

٤- نسيج حوض الصرف المائي: وهو مؤشر على مدى تقارب الأودية بعضها من البعض الآخر والمرتبطة بالتكوينات الجيولوجية والظروف المناخية والغطاء النباتي ، والمعبر عنه بنسبة التقطع ، وعند تطبيق هذه النسبة على حوض وادي جباب يظهر بأنها لم تتجاوز ٣.١٥ وهي نسبة منخفضة أي نسيج خشن لحوض وادي جباب ***

هيدرولوجية حوض وادي جباب

إن تحويل المطر الساقط على حوض (جابية) أحد الوديان إلى جريان سطحي داخل الوديان يمكن الاستفادة منه وتخزينه في بحيرات أمام سدود تنشأ لهذا الغرض يعتمد على التوزيع المكاني والزمني للسقطة المطرية إضافة إلى تأثير التخزين للحوض الساكب من خلال الغطاء النباتي والتربة وانحدار الأرض وغيرها. إن الهطول المطري الذي يجتاز الغطاء النباتي يرطب التربة السطحية ويتسرب الجزء الكبير منه إلى باطن الارض ليلتقي بالمياه الجوفية، بينما يملأ الجزء المتبقي على السطح الحفر والبرك وتتكون المسيلات التي تجري على السطح باتجاه الميل حيث يتكون مايسمى بالجريان السطحي (Surface Runoff)، والجزء الآخر من الهطول المطري يجري في طبقات التربة العلوية كجريان قريب من السطح يسمى الجريان البيني (Inter Flow)، وبالتبادل مع الجريان السطحي يقترب من الجدول المائي مع الزمن. ويكون الجريان السطحي والجريان البيني الجريان المباشر(Direct Runoff) الذي يمثل تصريف الوادي المائي. هناك جزء ثالث وهو الجريان الواصل للمجرى المائي عبر انتقال طويل وعميق في التربة يسمى الجريان غير المباشر أو الجريان القاعدي(Base Flow) ويمثل حركة المياه الجوفية إلى داخل مجرى الوادي عندما يكون قاع الوادي بمنسوب اوطأ من منسوب المياه الجوفية، والشكل رقم (٨)يمثل مخطط توضيحي لأشكال الجريان الناتجة من السقطات المطرية.



شكل (٨) أشكال الجريان الناتجة من السقطات المطرية (درويش، ٢٠٠١)

إن أهم العوامل المؤثرة على تصريف المجرى المائي بعد حصول سقطة مطرية معينة هي: (سبتي، ١٩٨٣)

١- خصائص الحوض الساكب (الجابية Catchment): إن خصائص الحوض الساكب تُعدُ من أهم العوامل التي تؤثر على تصريف المجرى المائي وكمية الجريان الكلية التي يمكن الحصول عليها بعد سقطة مطرية معينة، إذ إن مساحة الحوض الساكب تحدد بواسطة خط فصل الجريان مع الحوض الساكب المجاور ويمكن تحديدها من الخارطة الطوبوغرافية عبر إيصال القمم المحددة للتحدبات الفاصلة للحوض الساكب. وفي هذا البحث تم تحديد مساحة الحوض وأبعاده بصورة آلية – تلقائية بالاعتماد على نماذج الارتفاعات الرقمية (Digital Elevation Model)

*** نسيج صرف خشن إذا كانت نسبة التقطع أقل من ٦,٢٥
نسيج صرف متوسط إذا كانت نسبة التقطع من ٦,٢٥ – ١٥,٦٧
نسيج صرف خشن إذا كانت نسبة التقطع أكثر من ١٥,٦٧ (الطائي ٢٠٠٣)

وباستخدام برنامج (Arc GIS 9.3) وكما في شكل (٢). تؤثر جيولوجية الحوض الساكب على التصريف المتوقع من عاصفة مطرية معينة وتشتق منها مواصفات التربة مثل توضع وتشقق وتشكل الوديان وميل الأرض وغيرها.

٢- شدة واستدامة العاصفة المطرية: من أجل تعريف السقطة المطرية نستخدم مصطلح ارتفاع الهطول (Rainfall Depth) ويقاس بالملم (mm) و شدة الهطول وتقاس بالملم/ساعة (mm/hr)وكمية الهطول النوعية (التصريف النوعي) وتقاس بالمتر المكعب بالثانية لكل كلم مربع (m3/(s.km2)) حيث انه لشدة مطرية صافية مقدارها (1 mm/hr) فإن التصريف النوعي = (0.280 m3/(s.km2) . وقد تم استعمال بيانات الهطول المطري المسجلة في محطة عنه الهيدرولوجية للفترة من (١٩٧١) إلى (٢٠٠٨) لتمثيل الهطول المطري في منطقة الدراسة.

٣- التخزين المحلي: وهو جزء من السقطة المطرية الذي يحجز في الحوض الساكب قبل أن تصل إلى مرحلة حصول السيح السطحي، والعوامل المؤثرة في عملية التخزين هي الغطاء النباتي والتربة وشكل سطح الارض وشبكة المجاري المائية وغيرها. إن المواصفات التخزينية للحوض الساكب يمكن وصفها بواسطة معامل الجريان حيث يعين هذا المعامل بواسطة النسبة بين حجم الماء الخارج من الحوض الساكب وحجم الهطول فوقه أي إن:

$$\text{معامل الجريان}(\alpha) = \frac{\text{حجم الجريان}}{\text{حجم الهطول}} \quad \text{.....(11)}$$

وتقع معاملات الجريان بين القيمة (صفر) و (واحد) ويقع المجال الطبيعي لمعاملات الجريان في الأحواض الساكبة الطبيعية بين (α=0.2) إلى (α=0.5).

حساب تصاريف الوديان:

يتم الوصول إلى تصورات كمية عن تصاريف الوديان الناتجة عن السقطات المطرية عن طريق تقييم بيانات جريان هذه الوديان المتوفرة للسنوات السابقة وتطبيق الطرق الإحصائية عليها، وعندما لا تتوفر مثل هذه البيانات فإنه يمكن حساب التصاريف بالاعتماد على منحنيات المخطط المائي (الهيدروغراف) القياسي (Unit Hydrograph) بالاعتماد على قيمة الهطول المطري الصافي (Net rainfall) وهذا يشترط توفر قياسات سابقة لعلاقة الهطول المطري بالجريان بالمجرى المائي. وضع شيرمان (Sherman 1932) نظرية الهيدروغراف القياسي الذي يعرف بأنه الهيدروغراف الناتج من عاصفة مطرية منفردة باستدامة واحدة تسقط بشكل منتظم فوق جابية معينة وتنتج عمقاً مطرياً فعالاً مقداره وحده واحدة مثل (1 mm, 1 cm, 1 inch). ويمكن من خلال استعمال الهيدروغراف القياسي لأي جابية معرفة تصريف مياه السيح السطحي الجارية في الوديان مع الزمن بعد السقطات المطرية ومعرفة حجوم المياه التي يمكن تخزينها في بحيرات التخزين أمام السدود التي تنشأ على الأودية لأغراض حصاد المياه.

وبالنظر لعدم وجود قياسات تصريف لوادي جباب بعد السقطات المطرية يمكن الاستفادة منها في رسم الهيدروغراف القياسي للوادي، وقد تم استخدام طريقة الهيدروغراف القياسي الصنيع لتقدير حجم الواردات المائية لهذا الوادي الناتجة عن السقطات المطرية المسجلة.

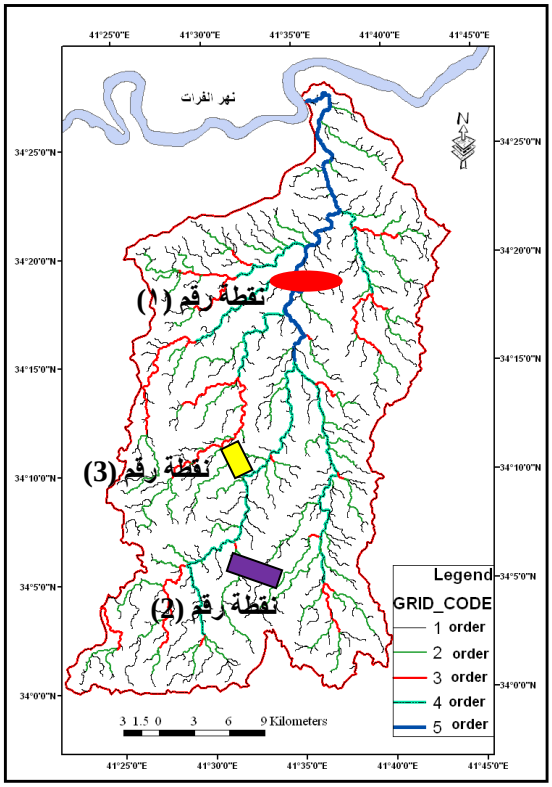
الهيدروغراف القياسي الصنيع (Synthetic unit hydrograph)

إن أفضل طريقة معروفة لاشتقاق مخطط الماء القياسي الصنيع هي طريقة سنايدر (Snyder 1938) الذي اختار المعايير الثلاثة الأساسية للهيدروغراف القياسي وهي عرض منسوب مخطط الماء (Tb) وتصريف الذروة (Qp) وفترة الحوض (tp)، وهي كافية لتعريف مخطط الماء القياسي. وأخذ سنايدر (Snyder) بنظر الاعتبار الصفات الهندسية للجابية التي تكون مؤثرة على شكل مخطط الماء القياسي والتي تكمن في مساحة الجابية وشكل الحوض والطوبوغرافية وانحدارات القنوات وكثافة الجداول عند إعداد الصيغة الرياضية لمعادلات الهيدروغراف القياسي الصنيع.

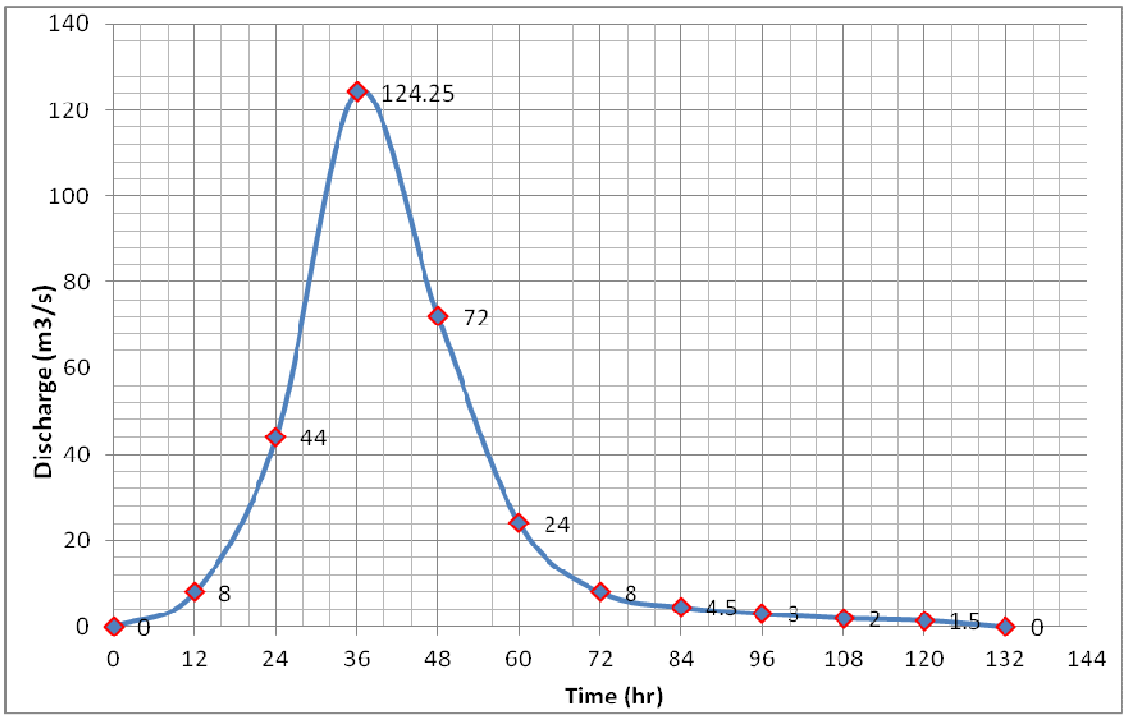
الهيدروغراف القياسي لودي جباب

تم اشتقاق الهيدروغراف القياسي الصنيع لوادي جباب عند النقطة (١) المبينة في الشكل (٩) والموجودة في نهاية حوض الوادي قرب نهر الفرات بالاعتماد على الخصائص المورفومترية للوادي المأخوذة من نماذج الارتفاعات الرقمية وكان شكل الهيدروغراف القياسي الناتج لعاصفة مطرية باستدامة ٢٤ ساعة كما مبين في شكل (١٠). وقد تم استعمال هذا الهيدروغراف القياسي لمعرفة حجم الإيرادات المائية الشهرية والسنوية لجابية وادي جباب عند النقطة (١) لمعرفة إن كانت الإيرادات المائية كافية لإقامة سد ، وكانت النتائج كما مبين في الجدول (٥). والشكل (١١) يبين مقطع عرضي في وادي جباب عند النقطة رقم (١) ويتبين منه صلاحية الوادي لإقامة سد لارتفاع أكتاف الوادي وكون

عرض الوادي قليلاً نسبياً، مما يؤدي إلى تقليل كلف إنشاء السد. والشكل (١٢) يبين مقطعاً طولياً في وادي جباب، ومقدم النقطة (١) يبين موقع السد المقترح وارتفاعه وطول البحيرة التي من الممكن أن تنشأ أمام السد. يوضح الشكل (13) الخريطة الكنتورية لمنطقة السد المقترح في النقطة (١) مبينا عليها المساحة السطحية لبحيرة السد عند الامتلاء. بالاعتماد على الخصائص الهندسية للوادي ومساحات أحواض التخزين والميل لفروع وادي جباب تم اختيار الموقعين (٢) و(٣) كمقترحين لإنشاء سدود صغيرة عليها، شكل (٩). الأشكال رقم (١٤) و (١٥) تبين مقطع عرضي في فرع وادي جباب عند النقطة رقم (٢)و (٣) على التوالي ويتبين منها صلاحية الوادي في الموقعين لإقامة سد لارتفاع أكتاف الوادي وكون عرض الوادي قليل نسبيا مما يؤدي إلى تقليل كلف إنشاء السد.



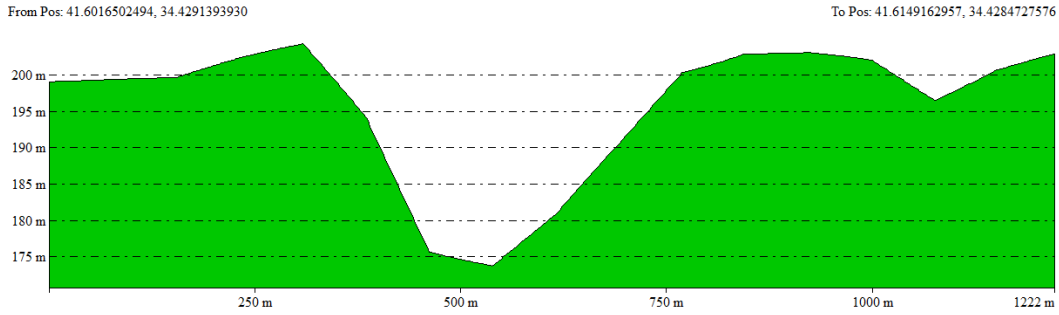
شكل (٩) خريطة موضح عليها مواضع السدود المقترحة في حوض وادي جباب



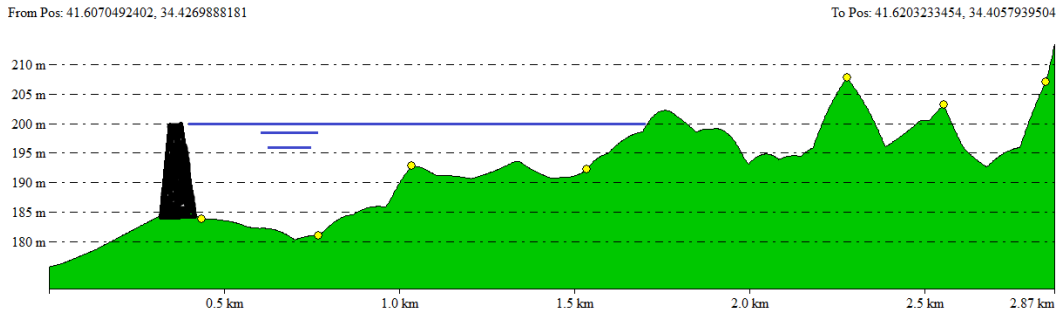
شكل (١٠) الهيدروغراف القياسي الصنيع لحوض وادي جباب عند النقطة رقم (١)

جدول (٥) حجم الإيرادات المائية الشهرية لجابية وادي جباب عند النقطة (١)

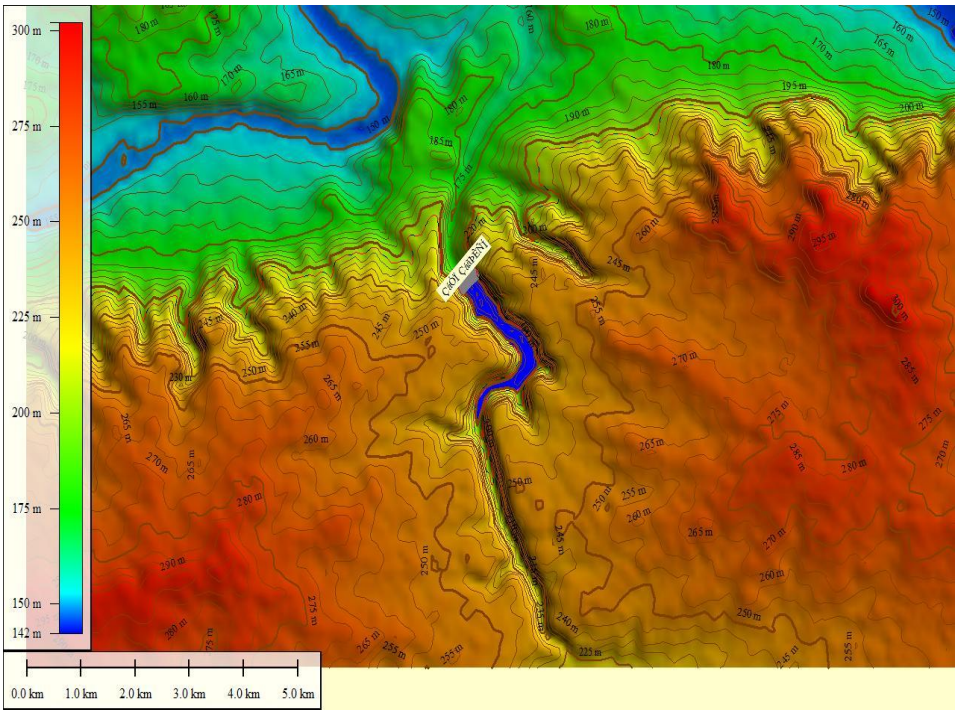
Time (hr)	Discharge (m3/s)	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun	Jul.	Aug	Sep	Oct.	Nov	Dec.
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12	8	3.68	6.00	6.16	0.48	0	0	0	0	0	0	0	2.16
24	44	20.24	33.00	33.88	2.64	0	0	0	0	0	0	0	11.88
36	124.2	57.16	93.19	95.67	7.46	0	0	0	0	0	0	0	33.55
48	72	33.12	54.00	55.44	4.32	0	0	0	0	0	0	0	19.44
60	24	11.04	18.00	18.48	1.44	0	0	0	0	0	0	0	6.48
72	8	3.68	6.00	6.16	0.48	0	0	0	0	0	0	0	2.16
84	4.5	2.07	3.38	3.47	0.27	0	0	0	0	0	0	0	1.22
96	3	1.38	2.25	2.31	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0.81
108	2	0.92	1.50	1.54	0.12	0	0	0	0	0	0	0	0.54
120	1.5	0.69	1.13	1.16	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0.41
132	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0.00
volume of water in bond per month (m3)		5787720	9436500	9688140	754920	0	0	0	0	0	0	0	849285



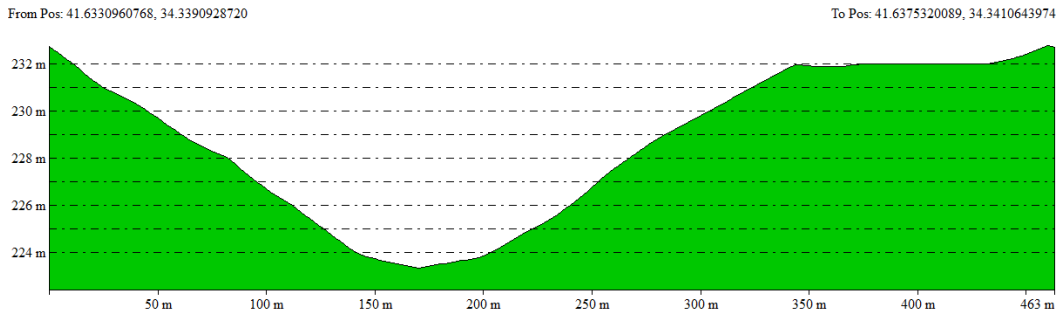
الشكل (11) مقطع عرضي في وادي جباب عند النقطة رقم (١)



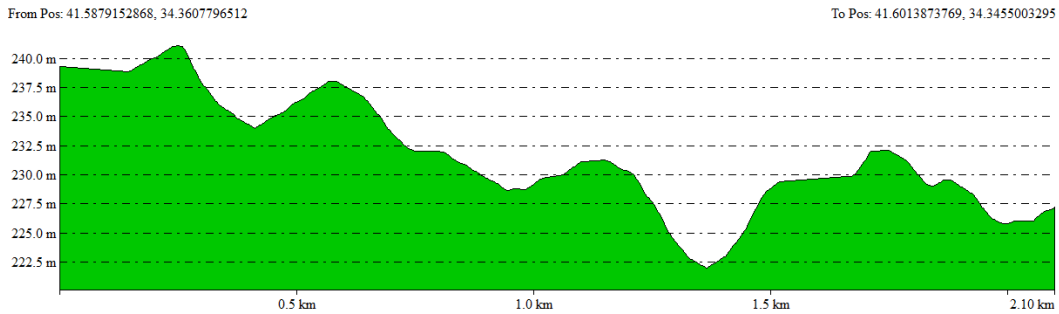
الشكل (12) يبين مقطعاً طولياً في وادي جباب مقدم النقطة (١)



الشكل (١٣) يوضح الخريطة الكنتورية لمنطقة السد المقترح في النقطة (١)مستنبطة من البيانات الفضائية



شكل (١٤) مقطع عرضي للوادي في مكان السد المقترح في النقطة (٢)



شكل (١٥) مقطع عرضي للوادي في مكان السد المقترح في النقطة (٣)

الاستنتاجات

من خلال تحليل البيانات الفضائية والبيانات التي تم التوصل إليها نستنتج ما يأتي :

١- ظهر في حوض وادي جباب وجود خمس مراتب نهرية ، مجموع روافدها ٦٧٦ رافداً ضمن مساحة قدرها ٩٨٦.٦ كم^2 ومحيطها ٢١٤.٣ كم .

٢- إن أعلى أجزاء منطقة البحث تكون في جزئها الجنوبي الغربي ، حيث تصل إلى ٤١٠ م فوق مستوى سطح البحر وأدناها ١٣٣ م فوق المستوى المذكور .وإن الانحدار العام للحوض هو من الجنوب باتجاه الشمال.

٣- يتصف مناخ منطقة البحث بالجفاف مع وجود عجز مائي في جميع أشهر السنة حيث يكون أعلاه في شهر تموز، إذ بلغ ٣٢٤.٥ ملم وأدناه في شهر كانون الثاني ١٠.٩٢ ملم .

٤- التكوينات الجيولوجية السائدة في منطقة البحث هي التكوينات الكلسية ، والتربة فيها هي التربة المزيجية الرملية والرملية المزيجية .

٥- قلة كثافة الغطاء النباتي .

٦- يبلغ معدل الانحدار في حوض وادي جباب ٠.٢٦ درجة .

٧- يميل شكل الحوض إلى الشكل المستطيل ، حيث كانت معامل الاستدارة ٠.٢٧ .

٨- انخفاض كثافة الصرف العددية البالغة ٠.٦٨ وادي /كم ^{2} والطولية ١.٢٥ كم /كم ^{2} لذا يكون نسيج الصرف من النوع الخشن، إذ بلغت قيمة التقطع ٣.١٥ .

٩- وجود ثلاثة مواضع ملائمة لإنشاء السدود والخزانات في ضوء المعلومات المورفومترية والهيدرولوجية .

المصادر

١- درويش، عزالدين، ٢٠٠١، الوجيز في الفيضانات، المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر، دمشق، سوريا.

٢- الدليمي د.خلف حسين ، ٢٠١٢، علم شكل الأرض التطبيقي ، الجيومورفولوجيا التطبيقية، ط١ ،دار صفاء للنشر والتوزيع ،عمان .

٣- تراب،محمد مجدي ،١٩٩٧،التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي قصيب بالنطاق الشرقي من جنوب شبه جزيرة سيناء .المجلة الجغرافية ،العدد (٣٠)، ج٢،١٩٩٧.

٤- خريطة العراق الجيولوجية ، مقياس ١/ ١٠٠٠٠٠٠ لسنة٢٠٠٠ الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني.

٥- خريطة محافظة الانبار مقياس ١/ ٥٠٠٠٠٠ لسنة ٢٠٠٠ ، الهيئة العامة للمساحة.

٦ - الراوي ،علي ١٩٨٨، التوزيع الجغرافي للنباتات البرية في العراق ،مطبعة اليقظة ،بغداد.

١- سبتي، نزار علي، ١٩٨٣، الهيدرولوجيا الهندسية، مطبعة جامعة البصرة، العراق.

٧- سلامة ،حسن رمضان، ١٩٨٠،التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن ،مجلة دراسات الجامعة الأردنية ،العدد الأول ،المجلد السابع .

٨-الشكرجي ،بشار يحيى منير،٢٠٠٢ ،الأنظمة الهيدرولوجية وحصاد مياه الأمطار في المراوح الفيضية في الطرف الشمالي من جبل سنجار باستخدام معطيات التحسس النائي ،رسالة ماجستير(غير منشورة)،كلية العلوم جامعة الموصل .

٩- الطائي ،بسمان يونس،استخدام تقنيات التحسس النائي في تقييم المواقع لتطوير الغابات في نينوى، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ،كلية الزراعة ،جامعة الموصل ،٢٠٠٣ .

١٠- العذاري ، احمد عبد الستار جابر،٢٠٠٥ ، هيدروجيومورفولوجية منطقة الوديان غرب الفرات شمالي الهضبة الغربية العراقية ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الآداب ، جامعة بغداد ،

١١- المومني ،لطفي راشد ، ١٩٩٧،هيدرولوجية حوض وادي الموجب الرئيسي في الأردن ،دراسة في الجغرافية التطبيقية،استشعار عن بعد.مطبعة وزارة الثقافة ،الأردن.

١٢- نموذج الارتفاعات الرقمية لسنة ٢٠٠٩ (ASTGMT –N34 E041- DEM)

١٣ - الهيئة العامة للأنواء الجوية ، بيانات مناخية غير منشورة .

14- Buday, T., and Jassim,1985, The regional geology of Iraq stratigraphy and paleogeography, state organization mineral, Dar Al-kutib House ,Baghdad .

15- Chow, Ven Te, David R. Maidment, Larry W. Mays,1988 , Applied Hydrology, McGraw-Hill Book Company, USA.

16- Ibraim, S.B., and sissakian, v.k. ,1975 ,Report on the AL-Jezera area (Rawa-Baiji-Tikrit-AL-Baghadi) General Directorate of Geological survey Department, Baghdad.

17- Morisawa.M.,1985 , Morphology Texts Rivers form and Process, Longman group Ltd, New York.

18- Sherman, L.K. , 1932, Stream flow from rainfall by the unitgraph method, eng. News record, Vol. 108, P. 501, 1932.