هيدرولوجية الأحواض الشرقية لبحيرة دربندخان

م. انتظار مهدي عمران
جامعة بابل/كلية التربية للعلوم الإنسانية

أ.م.د هالة محمد عبد الرحمن
جامعة بغداد/ كلية التربية للبنات

entidharm@gmail.com

ملخص البحث:

تعد المياه السطحية انعكاسا للظروف المناخية والطبوغرافية للأحواض في منطقة الدراسة، وتسهم في توقع كميات المياه السيلية للحوض، ومدى الافادة منها في المجالات المختلفة للاستخدامات البشرية، فضلاً عن تقدير أخطار السيول على الممتلكات البشرية والطبيعية. ونظراً لعدم وجود محطات هيدرولوجية لقياس الجريان السطحي لمياه الأمطار في منطقة الدراسة، فقد استخدم انموذج (Snyder) في تقدير حجم الجريان السطحي (تم الاعتماد على تعديلات ٢٠٠٦ H.M. Raghunath [١] لهذه الدراسة). تم تقدير حجم المياه في فترة السيل للجريان السطحي (٦٩.٢ ألف م^{٣})، تم تقدير حجم الجريان الكلي (١٠٥٣.٧الف/م^{٣}/ثا)، أما السيول فقد تم دراسة التدفق الاقصى وتدفق الذروة النوعي وقوة وعمق الجريان، وزمن الارتفاع والانخفاض التدريجي للسيول، ورسم منحنى هيدروكرافي لأحواض منطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية : الحوض، الجريان السطحي، منحنى التصريف.

Abstract:

Surface water is a reflection of the climatic and topographical conditions of the basins in the study area. It contributes to the prediction of the torrential water quantities of the basin, the extent of its utilization in the various areas of human use, as well as the assessment of the dangers of torrents on human and natural property. Since there are no hydrological stations to measure surface runoff of rainwater in the study area, the (Snyder) model has been used to estimate the surface runoff size (The ٢٠٠٦ amendments were based on this study H.M. Raghunath ٢٠٠٦). The total runoff volume (١٠٥٣.٧/m٣/s) was estimated. The torrents have been studied , maximum flow, Qualitative peak flow, strength and depth of flow, time of rise and gradual reduction of torrents, Hydrograph curve of the study area basins were drowned .

Key word: Basin, Surface runoff, Hydrograph.

المقدمة:

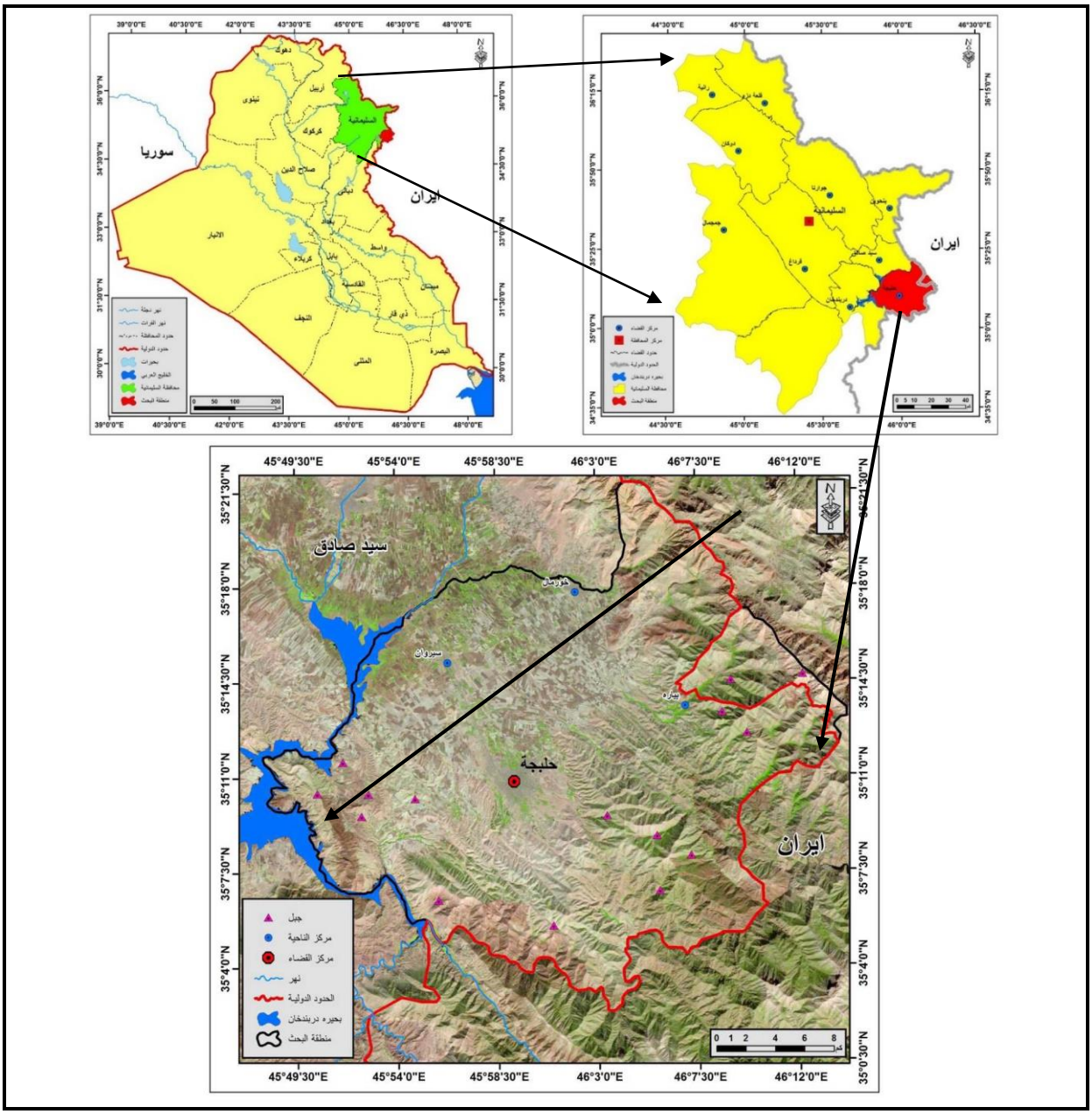
تعد الموارد المائية من العناصر الأساسية في تنمية البيئة وأهم متطلبات الحياة والعامل الأكثر تحديداً للإنتاج الزراعي وأحد الدعامات الأساسية لتحقيق أهداف الأمن الغذائي، فضلاً عن الدور الأساسي للصناعة والنقل وتوليد الطاقة الكهربائية. لقد ازداد اهتمام الباحثين بدراسة المياه والتخطيط الأمثل لاستثمارها من خلال الدراسات الهيدرولوجية وعلاقتها بالمتغيرات البيئية لتحديد كمية المياه القابلة للاستثمار والتعرف على كميات المياه المتجمعة في مجاري الأودية والتي يمكن تفادي أخطارها من ناحية والاستفادة منها في النواحي البشرية من ناحية أخرى. وللجبال دور فاعل في منطقة الدراسة في تكون الأنهار، إذ مع هطول الأمطار وذوبان الثلوج تتكون مسيلات مائية موسمية للجريان السطحي وتتسرب كميات أخرى من المياه إلى باطن الأرض.

تقع منطقة الدراسة من الناحية الإدارية ضمن محافظة السليمانية وضمن قضاء حلبجة، يحدها من الشمال قضاء سيد صادق ومن الشرق الجمهورية الإسلامية الإيرانية ومن الغرب بحيرة دربنخان ومن الجنوب نهر سيروان. وتنحصر فلكياً بين دائرتي عرض (٣٥.١٩ْ – ٣٥.٢٥ْ) شمالاً وقوسي طول (٤٥.٤٨ْ –٤٦.١٢ْ) شرقاً، وبمساحة (٧٦٢,٩كم٢). الخريطة (١). يسعى البحث إلى التعرف على حجم الموارد المائية ومدى الاستفادة منها في المشاريع المختلفة.

مشكلة البحث: تدور مشكلة البحث حول:

- ما دور العوامل الطبيعية في الخصائص الهيدرولوجية لأحواض شرق البحيرة؟
- ما حجم الجريان السطحي لتلك الأحواض.

الخريطة (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر:

١- الهيئة العامة للمساحة، خرائط طبوغرافية لمحافظة السليمانية، مقياس ١:٢٥٠٠٠٠، بغداد، لسنة ١٩٨٦.

٢- بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، وباستخدام برنامج Arc GIS ١٠.٣.

فرضية البحث:

- للعوامل الطبيعية كالبنية الجيولوجية والتضاريس والمناخ دور بارز في رسم الملامح الهيدرولوجية لتلك الأحواض.

هدف البحث: يسعى البحث الى ابراز اهم الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة ومدى تأثيرها في هيدرولوجية المنطقة.

محاور الدراسة: اعتمدت الدراسة على ثلاث محاور رئيسية وهي:

١- المحور الأول: تم الاعتماد على مرئية فضائية من القمر الصناعي الأمريكي (Land sat oil L٨)، وبرنامج Arc gis١٠.٣. ووزارة الصناعة والمعادن، المنشأ العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، خارطة العراق البنيوية، ١٩٩٦، قياس ١:١٠٠٠٠٠٠. والمراجع العربية والاجنبية.

٢- المحور الثاني: تم تطبيق عدة مؤشرات لقياس حجم السيول في منطقة الدراسة وهي (زمن التركيز، زمن التباطؤ، الزمن المثالي للهطول، زمن الاساس للسيول، زمن الارتفاع والانخفاض التدريجي للسيول، وذروة التصريف، وذروة التدفق النوعي وسمك وتدفق السيل.

٣- المحور الثالث: تحليل النتائج المستخلصة من البحث.

الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة:

من الناحية التكتونية تتباين منطقة الدراسة ضمن النطاق الاقليمي (منطقة الاندفاعات)، وضمن نطاف التقعر الاقليمي الوسطي (حزام كلكلة – خواركورك)، ونطاق بامبو – تانجيرو (حزام حلبجة– شيروان مازن)، وضمن الرصيف الغير مستقر ضمن نطاق الطيات العالية (حزام السليمانية–زاخو)[٢].

تتكون منطقة الدراسة من الناحية الجيولوجيةمن ١٦ تكويناً، يمتد عمرها من عصر الترياسي الأعلى (المتأخر) للزمن الثاني إلى عصر الهولوسين للزمن الرباعي. والذي يضم التكوينات الآتية: الخريطة (٢)، الجدول (١).

١–**تكوينات العصر الترياسي:** تظهر في المناطق الجنوبية من منطقة الدراسة، تبلغ مساحتها (١٢.٧كم٢) وبنسبة (١.٧٪) من المساحة الكلية، وتكويناته من:

١.١.**تكوين (بيدو)** وهو عبارة عن طفل ومارل لونه أحمر قهوائي وأرجواني مع بعض الطبقات الرقيقة جداً من الحجر الجيري وطبقات رملية، وهو من بيئة بحرية.

٢.١.**تكوين (كلي خانه)** وتتألف بدرجة كبيرة من الحجر الجيري الكيمياوي. وهو من بيئة شاطئية[٣].

٢–**تكوينات العصر الجوراسي:** تكويناته:

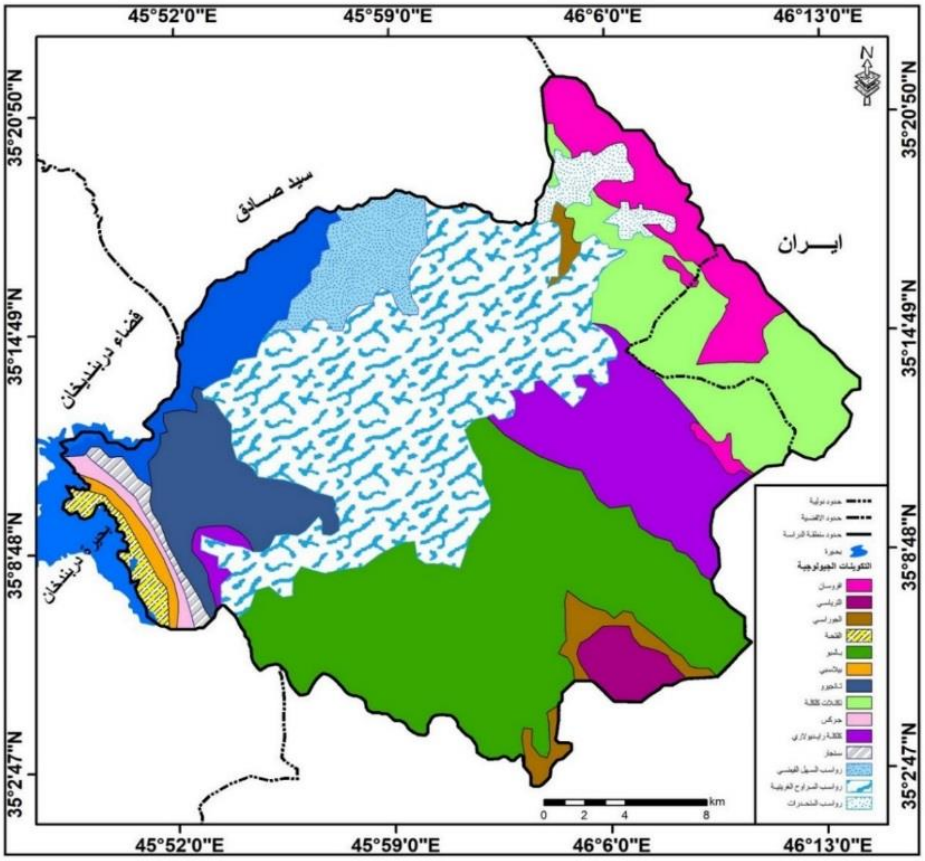
١.٢.**وحدة (افرومان)** يظهر في الحافة الشمالية الشرقية مع امتداد الحدود العراقية–الإيرانية، تبلغ مساحتها (٤٣.٢كم٢) وبنسبة (٥.٧٪) من المساحة الكلية، ويتألف من حجر الكلس بدرجة كبيرة[٤]، من بيئة بحرية.

٢.٢ .تكوين (ناوكليكان وبارسرين) تبلغ مساحتها (١٥.٣كم^{٢}) وبنسبة (٢٪) من المساحة الكلية، يتألف تكوين ناوكيلكان منطبقات متعاقبة من الحجر الجيري والدولومايت، ويتألف تكوين بارسيرين من طبقات رقيقة من الحجر الكلس والدولومايت[٥]. وهما ذات بيئة ترسيبية بحرية.

٣-تكوينات العصر الكريتاسي: يظهر فيها:

١.٣. تكوين (كلكله الراديولاري): يظهر في شرق منطقة الدراسة، تبلغ مساحته (٦٦.٦كم^{٢}) وبنسبة (٨.٧٪) من

الخريطة (٢) التتابع الطباقي لمنطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على: وزارة الصناعة والمعادن، هيئة المسح الجيولوجي العراقية، قسم الجيولوجيا، شعبة المسح الجيولوجي، تقرير عن لوحة جيولوجية السليمانية، آي أن ٣٨ ـ ٣، جي أم ١٠، مقياس ١:٢٥٠٠٠٠، بغداد، الطبعة الثانية، ٢٠١٤، وبرنامج Arc GIS ١٠.٣.

المساحة الكلية، ويتكون من حطام الصخر الكلسي وحجر الكوارتز مدمجة مع الحجر الطيني[٦].

٢.٣.وحدة (كلكة المدملكات) يظهر شرق منطقة الدراسة، تبلغ مساحتها (٧٨.٩كم٢) وبنسبة (١٠.٣٪) من المساحة الكلية، طبقات سميكة عدسية الشكل من المدملكات المتكونة من الحصى والجلاميد الكلسية وبدرجة أقل من الصوان أو كلاهما والتي اشتقت من التكوين الراديولاري، وتتداخل مع سجيل رمادي اللون وطبقات من الحجر الجيري الفتاتي والصوان[٧].

٣.٣.تكوين (البالمبو) تبلغ مساحتها (١٨٧.٨كم٢) وبنسبة (٢٤.٦٪) من المساحة الكلية، يظهر على امتداد الجنوب ووسط منطقة الدراسة على امتداد طية بالمبو، ويتألف من طبقة رقيقة من الحجر الجيري الصلصالي ذو اللون الفاتح، وهو ذو بيئة ترسيبية بحرية عميقة[٨].

٤.تكوينات الزمن الثلاثي، ويظهر في هذا الزمن التكوينات الآتية:

١.٤. عصر الباليوسين: وتضم:

١.١.٤. تكوين(كولوش) يظهر في غرب منطقة الدراسة، تبلغ مساحتها (٤٢.٢كم٢) وبنسبة (٥.٥٪) من المساحة الكلية، ويتألف من الحجر الطيني الاسود والطفل والحجر الغريني وصخور المدملكات قليلة جداً، وهو ذو بيئة ترسيبية بحرية[١٠].

الجدول (١) التتابع الطباقي لمنطقة الدراسة

الحقبة	الزمن		العصر	التكوين	المساحة كم^2	النسبة %
Cenozoic الحديثة	الرابع		الهولوسين	رواسب السهل الفيضي Flood plain sediments	٢٩.٤	٣.٨
				رواسب المراوح الغرينية Alluvial fan sediments	٢١١.١	٢٧.٧
				رواسب ملئ المنخفضات Depress fill sediments	١٣.١	١.٧
	الثالث	النييوجين	المايوسين	الفتحة Fatha	٨.٣	١.١
		الباليوجين	الايوسين	بيلا سبي Plla spi	٥.٢	٠.٧
				جركس Gercus	٤.٣	٠.٧
			الباليوسين	سنجار Sinjar	٦.٤	٠.٨
				كولوش kolosh	٤٢.٢	٥.٥
Mesozoic الوسطى	الكريتاسي		المتأخر	البالمبو Balambo-Kometen	١٨٧.٨	٢٤.٦
			المتوسط	كلكلة المدملكات Qulqula Conglomerate	٧٨.٩	١٠.٣
			المبكر	كلكة الراديولاري Qulaqula Radiolarian	٦٦.٦	٨.٧
	الجوراسي		المتأخر	ناوكليكان Naokelekan	١٥.٣	٢
				بارسرين Barsarin		
			المتوسط	افرومان Avroman	٤٣.٢	٥.٧
	الترياسي		المتأخر	كلي خانة	١٢.٧	١.٧

		Geli khana			
		بيدو Beduh			

المصدر: ١-عبد الله السياب وآخرون، جيولوجيا العراق، جامعة الموصل، مطبعة الموصل، ١٩٨٢.

٢-فاروق صنع الله العمري، علي صادق، جيولوجية شمال العراق، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، ١٩٧٧.

٣- Saad Z. Jassim، Jeremy C. Goff، Geology of Iraq، Dolin، Prague and Moravian Museum، Brno, ٢٠٠٦.

٢.١.٤.تكوين (سنجار) يظهر على شكل امتداد طولي يوازي شرق بحيرة دربندخان، تبلغ مساحتها (٦.٤كم^{٢}) وبنسبة (٠.٨٪) من المساحة الكلية، يتألف من تعاقب الحجر الجيري الطيني والحجر الجيري الرملي والحجر الجيري الململك[٩]. وهو ذو بيئة ترسيبية بحرية.

٢.٤.تكوينات عصر الايوسين: وتضم:

١.٢.٤. تكوين (جركس) يظهر بشكل موازي لبحيرة دربندخان ومع امتداد تكوين بيلا سي، تبلغ مساحتها (٥.٣كم^{٢}) وبنسبة (٠.٧٪) من المساحة الكلية، ويتكون من الطين والمارل والجبس، يمتاز بلونه الاحمر والبنفسجي الغالب عليه، أما المواد الفتاتية فقد أتت من المناطق المرتفعة نتيجة التعرية، وترسبت نتائج التعرية في الحوض العميق مشكلة هذا التكوين[١١].

٢.٢.٤. تكوين (بيلا سي) يظهر عند الحافة الشرقية لبحيرة دربندخان، تبلغ مساحته (٥.٢كم^{٢}) وبنسبة (٠.٧٪) من المساحة الكلية، ويتألف من الحجر الجيري ودولومايت وقليل من الطين الجيري والحجر الكلسي الطيني، ويتميز بطباقية جيدة وصلابة عالية وهو ذو لونين رصاصي فاتح وابيض، البيئة الترسيبية للتكوين هي مستنقعية نتيجة للظروف البحرية لذا تكون ذات ملوحة عالية[١٢].

٣.٢.٤.عصر المايوسين الذي يضم تكوين **(الفتحة)** إذ يظهر على امتداد الجزء الشرقي من بحيرة دربندخان بشكل طولي، تبلغ مساحتها (٨.٢كم^{٢}) وبنسبة (١.١٪) من المساحة الكلية، ويتألف من الرواسب الطينية والحجر الطيني، والمارل والجبس والحجر الرملي مع الحجر الجيري في بعض الاحيان[١٣].

٥-ترسبات الزمن الرباعي:

تغطي ترسباته الاجزاء الشمالية والوسطى من منطقة الدراسة، وتتألف من عصر الهولوسين الذي يضم:

١.٥.رواسب ملء المنخفضات: وهو من اوسع التكوينات انتشاراً في منطقة الدراسة، تظهر شمال شرق منطقة الدراسة، تبلغ مساحتها (١٣.١كم^{٢}) وبنسبة (١.٧٪) من المساحة الكلية، وتتألف من رواسب الحصى والرمل ويتراوح سمك هذه الترسبات بضعة سنتيمترات.

٢.٥.رواسب المراوح الغرينية: تظهر في مساحة واسعة من شمال ووسط منطقة الدراسة، تبلغ مساحتها (٢١١.١كم^{٢}) وبنسبة (٢٧.٧٪) من المساحة الكلية، وتتألف من الحصى والرمل والطين ومفتتات الصخور، وتظهر فيها أهم المدن الرئيسة (حلبجة، سيروان، خورمال).

٣.٥.رواسب السهل الفيضي: إذ تغطي شمال منطقة الدراسة واجزاء متفرقة من شمال شرق وشرق المنطقة، تبلغ مساحتها (٢٩.٤كم^{٢}) وبنسبة (٣.٨٪) من المساحة الكلية، وتتألف من الرمل والغرين والطين[١٤].

عناصر المناخ:

يؤثر المناخ بعناصره المختلفة في العمليات الجيومورفولوجية، وما ينتج عنها من تباين في معدلات التجوية والتعرية والارساب، والتي توزعت بدروها في تشكيل أشكال سطح الأرض، وقد تمت دراسة المناخ الحالي بالاعتماد على محطات بيارة، حلبجة ودربندخان المتواجدة في منطقة الدراسة. ولغرض معرفة نوع المناخ في منطقة الدراسة استخدمت معادلة (Thornthwate**)[١٥] للجفاف، إذ سجلت درجة الجفاف لمحطة بيارة (٨٣.٨٣) وتصنف ضمن المناخ الرطب، أما محطتي حلبجة ودربندخان فبلغتا (٤٩.٢٥-٤٢.٨) على التوالي، وبذلك فأنهما تقع ضمن المناخ شبه الرطب. وللتعرف على أثر المناخ في منطقة الدراسة لا بد من دراسة عناصره المختلفة هي:

١.٤.١. درجات الحرارة: لمعرفة درجات الحرارة في محطات منطقة الدراسة نجد ما يأتي: الجدول (٢).

- بلغ المعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى للمحطات بيارة، حلبجة ودربندخان (٢٠.١٨-٢٤.٥٨- ٢٥.٢مْ) على التوالي، أما المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى فبلغ (٧.٦٨-١٣.١ - ١٣.٧مْ) للمحطات الثلاث على التوالي.
- ترتفع المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة العظمى خلال شهري تموز وآب، إذ بلغت لمحطة بيارة (٣٥-٣٤.٨مْ) على التوالي، ولمحطة حلبجة (٤٠.٢-٣٩.٣ مْ) على التوالي، ولمحطة دربندخان (٣٩.٧-٣٩.١مْ)

على التوالي، أما أقل المعدلات الشهرية فبلغت (٤.٨-١٠ -٢.٢١مْ) لشهر كانون الثاني وللمحطات على التوالي.

- سجلت المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة الصغرى أقل درجة حرارة خلال شهر كانون الثاني (٤.٢- -١.٥مْ) للمحطتين بيارة وحلبجة، أما محطة دربندخان فسجلت خلال شهر شباط أقل درجة حرارة صغرى بلغت (٣.٩مْ)، وأعلى درجة حرارة صغرى سجلت لشهر تموز وللمحطات بلغت (١٩.٦-٢٦.٣-٢٤.٦مْ) على التوالي. (لم تسجل محطتي حلبجة ودربندخان درجات حرارة تحت الصفر بسبب موقعهما فمحطة حلبجة تقع في سهل شهرزور، ومحطة دربندخان في منطقة سهلية عكس محطة بيارة التي تقع في المنطقة الجبلية).
- نتيجة للفروق في درجات الحرارة العظمى والصغرى السنوية والشهرية، فقد امتازت المنطقة بمديات عالية

ولمحطات بيارة، حلبجة ودربندخان بلغت (١٢.٥-١١.٤٦-١١.٥مْ) على التوالي، إذ سجل شهر أيلول أعلى مدى حراري للمحطة بيارة (١٧.٥مْ)، ولشهر تموز لمحطة حلبجة (١٥.٣مْ)، ولشهر آب لمحطة دربندخان (١٥.٤مْ)، وأقل المديات الشهرية سجلت لشهر كانون الأول (٨.٢-٨مْ) لمحطتي بيارة وحلبجة، ولشهر كانون الثاني لمحطة دربندخان (٧.٨مْ).

الجدول (٢) المعدلات الشهرية والمدى الحراري لدرجات الحرارة العظمى والصغرى (مْ) لمحطات منطقة الدراسة للمدة (٢٠٠١-٢٠١٦)

الأشهر	محطة بيارة				محطة حلبجة				محطة دربندخان			
	العظمى	الصغرى	المدى	المعدل الشهري	العظمى	الصغرى	المدى	المعدل الشهري	العظمى	الصغرى	المدى	المعدل الشهري
كانون الثاني	٤.٨	-٤.٢	٩	٠.٣	١٠	١.٥	٨.٥	٥.٧٥	١٢.٢	٤.٤	٧.٨	٨.٣

شباط	٦.٢	-٣.٤	٩.٦	١.٤	١١	٢.٢	٨.٨	٦.٦	١٣.٢	٣.٩	٩.٣	٨.٥٥
آذار	١٢.٥	٢.٣	١٠.٢	٧.٤	١٧.٣	٦.٨	١٠.٥	١٢.٠٥	١٥.٨	٦.٩	٨.٩	١١.٣٥
نيسان	١٧.٥	٦.٣	١١.٢	١١.٩	٢١.٨	١٠.٢	١١.٦	١٦	٢٢.٣	١١.٢	١١.١	١٦.٧٥
آيار	٢٣.٦	١٠.٢	١٣.٤	١٦.٩	٢٧.٦	١٢.٦	١٥	٢٠.١	٣١	١٧.٧	١٣.٢	٢٤.٣٥
حزيران	٣١.٤	١٦.٤	١٥	٢٣.٩	٣٢.٧	٢٢.٧	١٠	٢٧.٧	٣٦.٢	٢١.٧	١٤.٥	٢٨.٩٥
تموز	٣٥	١٩.٦	١٥.٤	٢٧.٣	٤٠.٢	٢٦.٣	١٣.٩	٣٣.٢٥	٣٩.٧	٢٤.٦	١٥.١	٣٢.١٥
آب	٣٤.٨	١٨.٧	١٦.١	٢٦.٧٥	٣٩.٣	٢٦	١٣.٣	٣٢.٦٥	٣٩.١	٢٣.٧	١٥.٤	٣١.٤
أيلول	٣١.٧	١٤.٢	١٧.٥	٢٢.٩٥	٣٦.٣	٢١	١٥.٣	٢٨.٦٥	٣٤.٥	٢٠.٩	١٣.٦	٢٧.٧
تشرين الأول	٢٤.٥	٩.٦	١٤.٩	١٧.٠٥	٣٠	١٥.٣	١٤.٧	٢٢.٦٥	٢٧.٥	١٥.٩	١١.٦	٢١.٧
تشرين الثاني	١٤.٢	٤.٧	٩.٥	٩.٤٥	١٦.٣	٨.٤	٧.٩	١٢.٣٥	١٨.٧	٩.٦	٩.١	١٤.١٥
كانون الأول	٦	-٢.٢	٨.٢	١.٩	١٢.٥	٤.٥	٨	٨.٥	١٢.٥	٤.٥	٨	٨.٥
المعدل السنوي	٢٠.١٨	٧.٦٨	١٢.٥	١٣.٩	٢٤.٥٨	١٣.١	١١.٤٦	١٨.٨	٢٥.٢	١٣.٧	١١.٥	١٩.٥

المصدر: أقليم كردستان، وزارة الزراعة والمجاري، مديرية الزراعة العامة لحلبجة، قسم الأنواء الجوية، بيانات غير منشورة، ٢٠١٧.

٢-الرياح: لمعرفة سرعة الرياح في محطات منطقة الدراسة نجد ما يأتي: الجدول (٣).

- بلغ المعدل السنوي لسرعة الرياح لمحطة بيارة (٢.٩م/ثا) ولمحطة حلبجة (١.٧م/ثا) ولمحطة دربندخان (١.٩م/ثا).
- تزداد سرعة الرياح لمحطة بيارة في أشهر الصيف وتبلغ أعلى سرعة لها في شهر حزيران (٣.٦ م/ثا)، أما محطتي حلبجة ودربندخان فيقل فيها معدل سرعة الرياح الشهرية، إذ إن أعلى معدل لأي شهر لا يزيد على (٢.٧ م/ثا) ولشهر حزيران.
- تصل أدنى سرعة للرياح في أشهر الشتاء والخريف، ولاسيما في شهر كانون الأول (١.٩م/ثا) لمحطة بيارة، وتقل في محطة حلبجة لتصل إلى (١.٢م/ثا) في شهر كانون الثاني، ولشهر تشرين الثاني لمحطة دربندخان (١.٥م/ثا).
- إن الارتفاع لسرعة الرياح خلال أشهر الصيف بسبب ارتفاع درجات الحرارة وقلة الامطار مما ساعد على حركة المفتتات الصخرية والترب المفككة، وتنخفض سرعة الرياح خلال أشهر الشتاء بسبب انخفاض درجات الحرارة وارتفاع

الضغط الجوي في المنطقة ولتشبع التربة بالماء بفعل سقوط الأمطار، مما تقلل عمليات التجوية الميكانيكية، لذلك فأن دور الرياح خلال فصل الشتاء ضئيل ويزداد في فصل الصيف.

الجدول (٣) معدل سرعة الرياح م/ثا لمحطات منطقة الدراسة للمدة (٢٠٠١-٢٠١٦)

ت	الأشهر	محطة بيارة	محطة حلبجة	محطة دربندخان
١	كانون الثاني	٢.٥	١.٢	١.٩
٢	شباط	٢.٨	١.٣	٢.٤
٣	آذار	٣.١	١.٧	٢.٢
٤	نيسان	٢.٨	١.٩	٢.٢
٥	ايار	٣.٢	١.٨	١.٩
٦	حزيران	٣.٦	٢.٢	٢.٧
٧	تموز	٣.٤	٢.١	١.٨
٨	آب	٣.١	٢	٢.١
٩	أيلول	٣.٤	١.٨	١.٦
١٠	تشرين الأول	٢.٩	١.٧	١.٨
١١	تشرين الثاني	٢.٣	١.٤	١.٥
١٢	كانون الأول	١.٩	١.٤	١.٦
	المعدل السنوي	٢.٩	١.٧	١.٩

المصدر: أقليم كردستان، وزارة الزراعة والمجاري، مديرية الزراعة العامة لحلبجة، قسم الأنواء الجوية، بيانات غير منشورة، ٢٠١٧.

٣- الأمطار:

للتضاريس دور هام في عملية تكون الأمطار، إذ إن اصطدام الهواء بالتضاريس يؤدي إلى رفعها مما يُخفض من درجة حرارتها، ومع رطوبة الهواء يؤدي إلى التكاثف ومن ثم هطول الأمطار، لذا فإن الأمطار في المناطق الجبلية أغزر من المناطق المجاورة لها. وتكون السفوح المعاكسة لهبوب الرياح غالباً مناطق ظل المطر، أي ان الأمطار الهاطلة عليها تكون قليلة[١٦]. وتخضع أمطار العراق لنظام أمطار البحر المتوسط، من حيث موسم سقوط المطر فهي أمطار شتوية[١٧]. لمعرفة كمية الأمطار لمحطات منطقة الدراسة: الجدول (٤).

- بلغ المجموع السنوي للأمطار لمحطات بيارة، حلبجة ودربندخان (٩٨٩.١-٦٤١.٦-٥٣٥ملم) على التوالي، تستلم محطة بيارة كميات امطار أعلى من بقية المحطات بسبب ارتفاعها.
- أما المعدلات الشهرية للمحطات فهي متذبذبة بين أشهر السنة، إذ يزداد الهطول خلال فصل الشتاء وتقل أو تختفي في فصل الصيف، ويبدأ هطول الأمطار بكميات قليلة في شهر أيلول (١.٢ملم) لمحطة بيارة، وللشهر نفسه فيما يخص محطة حلبجة بلغت (١.٣ملم)، ولشهر تشرين الثاني لمحطة دربندخان (٢٠.٧ملم)، ثم تزداد تدريجياً حتى تصل الذروة في شهر كانون الثاني إذ بلغت (٢٠١.٣-١١٥-٩٥ملم) للمحطات على التوالي، إن زيادة التساقط المطري خلال شهري كانون الأول والثاني بسبب زيادة نشاط المنخفضات الجوية، وتتناقص المنخفضات الجوية بعد شهر آذار، إذ تبلغ المعدلات في شهر حزيران (٠.٥-٠.٦٨-١.٠١ملم) للمحطات على التوالي.

الجدول (٤) مجموع الأمطار الهاطلة (ملم) لمحطات منطقة الدراسة للمدة من (٢٠٠١-٢٠١٦)

ت	الأشهر	محطة بيارة	محطة حلبجة	محطة دربندخان
١	أيلول	١.٢	١.٣	٠
٢	تشرين الأول	٢٢.٦	٣٥.٥	٢٠.٧
٣	تشرين الثاني	١٠٥.٣	٧٣.٧	٦٣.٧
٤	كانون الأول	١٩٣.٢	١٠٢.٣	٩٠.٢
٥	كانون الثاني	٢٠١.٣	١١٥	٩٥
٦	شباط	١٩١.٧	١٢١	٩١.١
٧	آذار	١٣٠.٦	٨٥.٦	٨٩.٣
٨	نيسان	٨٨.٦	٧٨	٥٧.٨
٩	ايار	٥٤.١	٢٨.٥	٢٦.٢
١٠	حزيران	٠.٥	٠.٦٨	١.٠١
١١	تموز	٠	٠	٠
١٢	آب	٠	٠	٠
	المجموع	٩٨٩.١	٦٤١.٥٨	٥٣٥.٠١

المصدر: أقليم كردستان، وزارة الزراعة والمجاري، مديرية الزراعة العامة لحلبجة، قسم الأنواء الجوية، بيانات غير منشورة، ٢٠١٧.

٤-الرطوبة النسبية:

تعتمد الرطوبة النسبية على درجة حرارة الهواء ومعدل التبخر، فتزداد بانخفاض درجات الحرارة، لأن ذلك يقلل من درجة تشبع الهواء ببخار الماء. لمعرفة معدلات الرطوبة النسبية لمحطات منطقة الدراسة: الجدول (٥).

- تباين المعدل السنوي للرطوبة النسبية لمحطات منطقة الدراسة، إذ سجلت محطة بيارة أعلى معدل سنوي بلغ (٤٧.٣٪)، ومحطة دربندخان (٤٤.٢٪) وسجلت محطة حلبجة أقل المحطات بلغ (٤٣.٩٪).
- تباينت المعدلات الشهرية للمحطات بتباين أشهر السنة، إذ ترتفع الرطوبة النسبية خلال أشهر فصل الشتاء،

إذ سجلت أعلى نسبة لشهر كانون الثاني بلغت (٧٢.٦-٦٩.٢-٦٨٪) على التوالي، وتقل الرطوبة خلال أشهر الصيف إذ سجل شهر آب أقل معدل للرطوبة للمحطات (٢٥.٧-٢٠.٦-١٨.٥٪) على التوالي.

- ترتبط الرطوبة النسبية بعلاقة عكسية مع درجات الحرارة، فهي ترتفع خلال فصل الشتاء وتقل في فصل الصيف، لذلك فإن انخفاض الرطوبة وازدياد درجات الحرارة يؤدي إلى جفاف الهواء وتفتت التربة وعدم تماسكها مما يسهل جرفها. وترتبط بعلاقة طردية مع الأمطار، فترتفع الرطوبة مع وفرة الهطول خلال أشهر الشتاء.

الجدول (٥) الرطوبة النسبية % لمحطات منطقة الدراسة للمدة من (٢٠٠١-٢٠١٦)

ت	الأشهر	محطة بيارة	محطة حلبجة	محطة دربندخان
١	كانون الثاني	٧٢.٦	٦٩.٢	٦٨
٢	شباط	٦٦.٨	٦٤.٦	٦٢
٣	آذار	٥٤.٦	٥٠.٤	٥٩.٣
٤	نيسان	٦٠	٥٣.٢	٥٣.٣
٥	ايار	٥٠	٣٩.٨	٤١.٦
٦	حزيران	٢٨	٢٤.٧	٢٣.٨
٧	تموز	٢٦.٣	٢٢.٥	١٩.٥
٨	آب	٢٥.٧	٢٠.٦	١٨.٥
٩	أيلول	٢٧.٤	٣٦	١٩.٥
١٠	تشرين الأول	٣٣.٦	٣٠.٨	٤٠.٥
١١	تشرين الثاني	٥٢.٦	٤٧.٧	٥٨.٨
١٢	كانون الأول	٧٠	٦٧.٣	٦٥.٤
	المعدل السنوي	٤٧.٣	٤٣.٩	٤٤.٢

المصدر: أقليم كردستان، وزارة الزراعة والمجاري، مديرية الزراعة العامة لحلبجة، قسم الأنواء الجوية، بيانات غير منشورة، ٢٠١٧.

هيدرولوجية أحواض منطقة الدراسة: قسمت منطقة الدراسة إلى ١٦ حوض. خريطة (٣)

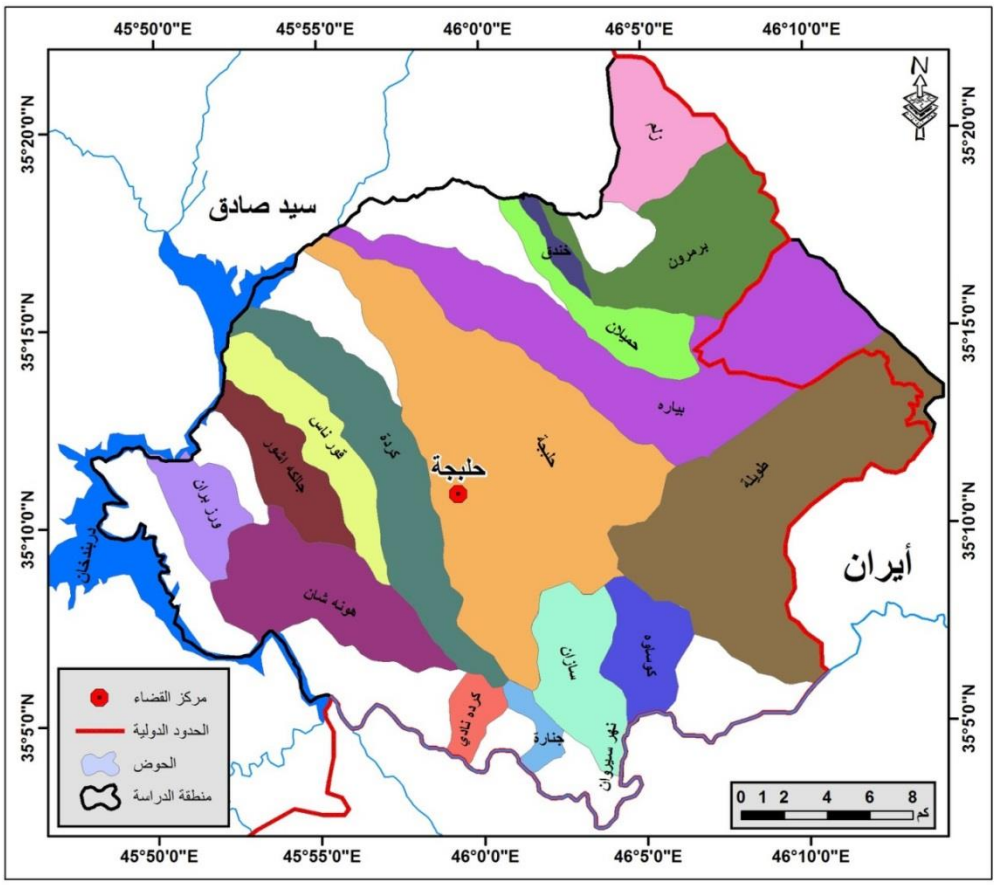
١-العوامل الهيدرولوجية المؤثرة في السيول:

١.١.زمن التركيز: T_C

المدة اللازمة للمياه للانتقال من أبعد نقطة على محيط الحوض إلى مصب الحوض، وتمتاز الأحواض التي تسجل مدة زمنية قصيرة باحتمالية خطورة مرتفعة[١٨]، يعد زمن التركيز من الناحية الهيدرولوجية أهم عنصر متغير في الحوض المائي، لأن العواصف المطرية التي تفوق ديمومتها زمن التركيز قادرة على تشكيل جريانات مائية سطحية داخل الحوض

محدثة سيولاً وفيضانات غزيرة قد تصل إلى التدمير، واستخرج زمن التركيز لأحواض منطقة الدراسة بالاعتماد على (Jaton, F.I)، وفق المعادلة الآتية[١٩]:

الخريطة (٣) أحواض منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وباستخدام برنامج Arc GIS ١٠.٣.

إذ تمثل: $Tc = ٧٥ \frac{٤(s)^{٠.٥}+(١.٥l)}{٠.٨(H)^{٠.٥}}$

T_c= زمن التركيز.

S= مساحة الحوض (كم^{٢}).

L= طول المجرى الرئيسي (كم).

H= فارق الارتفاع بين المعدل والارتفاع الادنى للحوض المائي (م).

بلغ المعدل العام لزمن التركيز لأحواض منطقة الدراسة (٣.٧٨ساعة)، الجدول (٦)، إذ بلغ حوض جنارة أقل سرعة بلغت (١.٣٧ساعة) بسبب الانحدار العالي إذ بلغ (١٢.٩٦) وقصر المسافة من المنبع إلى المصب، وأعلى سرعة

في حوض قور ناس بلغت (٧.٢٤ساعة) إذ يجري بمنطقة سهلية ذات انحدار قليل بلغت (٠.٦٦)، بسبب التباين بين أقل وأعلى الأحواض في سرعة وصول الجريان المائي إلى المصب.

الجدول (٦) زمن التركيز بالساعة والدقيقة لأحواض منطقة الدراسة

ت	الحوض	المساحة كم^2	طول المجرى الرئيسي كم	فرق الارتفاع م	زمن التركيز (ساعة)	زمن التركيز (دقيقة)
١	زلم	٢٤.٥٢	١.٥١	٣٥٤.٥	١.٨٣	١٠٤.٦
٢	برمرون	٤٤.٥٨	١٣.٨	٤٧٣	٣.٤١	٢٠٤.٤
٣	خندق	٤	١.٢٦	٧.٥	٥.٦٤	٣٣٨.٦
٤	حقيلان	١٩.٥٥	٩.٠٤	١١٠.٥	٤.٦٤	٢٧٨.٧
٥	بيارة	٩٣.٣٦	٢٧.٧٥	٦٨٦.٥	٤.٧٩	٢٨٧.٢
٦	حلبجة	١٣٣.٥٧	١٠.٠٧	٣٦٨	٥	٢٩٩.٧
٧	كَردة	٤٨.٧٧	٧.٢١	١٩٩.٥	٤.٢٩	٢٥٧.٢
٨	قور ناس	٢٤.٠٤	١.٢٨	٧٨.٥	٧.٢٤	٤٣٤.٥
٩	جالكَة آشور	٢٠.١٤	٨.٠٧	٩٨.٥	٣.١٣	١٨٧.٧
١٠	ورز برات	١٥.٥١	٤.٥٧	٧٨	٤.٩٣	٢٩٥.٧
١١	هونة شان	٤١.٨١	٢.٣٩	١٣٨	٤.٣٥	٢٦١.١
١٢	كَردة نادي	٧.٣٣	١.٨	١٧٣.٥	١.٧١	١٠٢.٦
١٣	جنارة	٥.٢٩	١.٢	١٨٣	١.٣٧	٨٢.٤٧
١٤	سازان	٢٦.٩٥	٥.٨٩	٣٠٧.٥	٢.٦٤	١٥٨.٣
١٥	كوساوة	١٨.٦٦	٤.٧٨	٢٥١	٢.٤١	١٤٤.٧
١٦	طويلة	١٠٥.٣٢	٩.٢١	٧٣١	٣.١٧	١٩٠.٢
المعدل			٧.٦	٢٦٤.٩	.٣٨٧	٢٢٦.٨

المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وباستخدام برنامج Arc GIS ١٠.٣.

٢.١. زمن التباطؤ: (T_p)

حساب زمن استجابة الأحواض المائية لهطول الامطار (بالساعات) للوصول إلى ذروة التصريف (التدفق)، ويمثل الفترة الزمنية الفاصلة بين ذروة هطول الامطار وذروة التدفق، ويطلق عليه زمن الاستجابة الأولى، ويقاس وفق المعادلة الآتية[٢٠]:

$$T_p\ (hr) = Ct\ (L_b\ L_{ca})^{0.3}$$

إذ تمثل:

T_p= زمن التباطؤ (الساعة).

Ct = معامل زمن تدفق الذروة، خاص بطبيعة الحوض وانحداره وتتراوح قيمته بين (٠.٢ و٢.٢).

L_b = طول المجرى الرئيس (كم).

L_{ca} = المسافة الفاصلة بين مصب الحوض المائي ومركز ثقله (كم).

بلغ المعدل العام لزمن التباطؤ لأحواض منطقة الدراسة (٦.٩ساعة)، الجدول (٧)، وهو معدل ما تحتاجه الأحواض المائية في المنطقة حتى ينشأ الجريان الفعلي في مجاريها. سجل حوض جنارة أقل زمن تباطؤ يستغرقه السيل من ذروة العاصفة المطرية إلى ذروة التدفق (٠.٨ساعة)، إذ يمتاز بأقل مركز ثقل (٢.١٥) وأقل طول مجرى (١.٢٢كم)، أما أعلى زمن تباطؤ فهو لحوض بيارة بلغت (٣١ساعة)، لارتفاع مركز ثقله (١٨.٧٨) وهو أطول مجرى مائي (٢٧.٧٥كم). يؤثر نوع الصخور في مدى تسرب المياه داخلها وما تحويه من فواصل وشقوق، والتكوينات الجيولوجية للمنطقة ومدى نفاذيتها، إذ تتسرب كمية من المياه داخل التربة

الجدول (٧) العوامل الهيدرولوجية المؤثرة في السيول لأحواض منطقة الدراسة

ت	الأحواض	Tp (hr)	Tb (day)	Tm (hr)	Td (hr)
١	**زلم**	١.٢	٣.١	١.٠٥	٢.١
٢	**برمرون**	١٤	٤.٧	١.٥٧	٣.١٥
٣	**خندق**	١	٣.١	١.٠٤	٢.٠٨
٤	**حقيلان**	٨.١	٤	١.٣٤	٢.٦٨

٥	بيارة	٣١	٦.٨	٢.٢٨	٤.٥٦
٦	حلبجة	١٣	٤.٦	١.٥٣	٣.٠٦
٧	كَردة	٧.٥	٣.٩	١.٣١	٢.٦٢
٨	قور ناس	١.٣	٣.٢	١.٠٥	٢.١١
٩	جالكَة آشور	٨	٤	١.٣٤	٢.٦٧
١٠	ورز برات	٤.٧	٣.٦	١.١٩	٢.٣٩
١١	هونة شان	٢.٤	٣.٣	١.١	٢.٢
١٢	كَردة نادي	١.٧	٣.٢	١.٠٧	٢.١٤
١٣	جنارة	٠.٨	٣.١	١.٠٤	٢.٠٧
١٤	سازان	٥.٧	٣.٧	١.٢٤	٢.٤٧
١٥	كوساوة	٣.٧	٣.٥	١.١٦	٢.٣١
١٦	طويلة	٨.٣	٤	١.٣٤	٢.٦٩
المعدل		**٦.٩**	**٣.٩**	**١.٣**	**٢.٦**

المصدر: نتائج تطبيق معادلة زمن التباطؤ.

٣.١. زمن الاساس للسيول: (T_b)

المدة الزمنية لحدوث السيل للحوض المائي من المنبع إلى المصب، وتتماثل هذه المدة في تغيراتها مع تغيرات زمن التباطؤ (ساعة)، تم حساب زمن الأساس للسيول (يوم). تم الاعتماد على معادلة الآتية[٢١]:

$$T_b\ (days) = ٣ + \frac{tp\ (hr)}{٨}$$

إذ تمثل:

T_b (days)= زمن الأساس للسيل (يوم).

t_p (hr) = فترة استجابة الحوض المائي لسقوط الأمطار (ساعات)، (زمن التباطؤ).

من خلال تطبيق المعادلة على أحواض منطقة الدراسة بلغ المعدل العام (٣.٩يوم)، وسجل حوضي زلم وجنارة (٣.١يوم) أقل زمن أساس للسيول، وهو ما يماثل زمن التباطؤ، أما أعلى زمن أساس سجل لحوض بيارة بلغ (٦.٨يوم)، الجدول (٧)، وقد سجل أعلى زمن تباطؤ، فنلاحظ علاقة طردية بين زمن الأساس للسيول مع زمن التباطؤ.

٤.١. زمن الارتفاع التدريجي لتدفق السيول: T_m (hr)

المدة من الارتفاع التدريجي لمياه الامطار في قاع المجاري المائية بعد حدوث التشبع السطحي، مع افتراض استمرار التساقط حتى تتدفق السيول من الأودية العليا والوسطى إلى المصب[٢٢]. تمتد من بداية جريان السيل إلى ذروته على الهيدروكراف. يتم حساب هذه المدة عن طريق المعادلة الآتية[٢٣]:

$$T_m\ (hr) = \frac{١}{٣} T_b(hr)$$

إذ تمثل:

T_m= فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل (ساعات) ،

T_b (hr)= زمن الأساس للسيل (ساعات).

من خلال تطبيق المعادلة على أحواض منطقة الدراسة نجد إن المعدل العام بلغ (١.٣ساعة)، الجدول (٧)، وسجل حوض جنارة وخندق أقل زمن للارتفاع التدريجي لتدفق السيول إذ بلغ (١.٠٤ساعة)، وهو ما يماثل قيم زمن التباطؤ للحوض نفسه، أما أعلى زمن الارتفاع تدريجي للسيول فسجل حوض بيارة بلغ (٢.٢٨ساعة)، وقد سجل أعلى زمن تباطؤ للحوض نفسه، إن مدة الارتفاع التدريجي لتدفق السيول في المنطقة قصيرة جداً بسبب على عدم بقاء المياه كثيراً في قيعان والمجاري المائية عند هطول الأمطار إلى بداية جريانها، وهي مدة قصيرة تؤدي إلى خطورة السيول.

٥.١. زمن الانخفاض التدريجي لتدفق السيول (T_d)

المدة التي يستغرقها السيل لرجوع المياه إلى وضعها الطبيعي أي مدة انخفاض منسوب السيل ورجوع الجريان السطحي إلى وضعة الطبيعي، ويقاس وفق المعادلة الآتية[٢٤]:

$$T_d\ (hr) = \frac{٢}{٣} T_b\ (hr)$$

إذ تمثل:

T_d (hr) = فترة الانخفاض التدريجي لتدفق السيل (ساعة) محسوبة، هي المدة الممتدة من ذروة التدفق إلى نهاية الهيدروغراف.

T_b (hr) = زمن الاساس للسيل (ساعة).

بلغ معدل زمن الانخفاض التدريجي لتدفق السيول (٢.٦ساعة)، الجدول (٧)، سجل حوض جنارة (٢.٠٧ساعة) أقل زمن للانخفاض التدريجي لتدفق السيول، أما أعلى زمن للانخفاض التدريجي للسيول فسجل أيضاً حوض بيارة بلغ (٤.٥٦ساعة).

ترتبط زيادة مدة الانخفاض التدريجي لتدفق السيل بعلاقة طردية مع كل من قيم معامل التباطؤ (T_p)، وقيم الزمن أي بزيادة قيم معامل التباطؤ يزداد زمن استجابة الأحواض للوصول إلى الذروة، فيزداد زمن الأساس للسيل (T_b)، وزمن الارتفاع التدرجي للسيل (T_m) وزمن الانخفاض التدريجي للسيل (T_d).

٦.١. سرعة الجريان: (V)

يعد قياس سرعة الجريان السيلي مؤشراً لمعرفة خطورة حوض التصريف أثناء الجريان السطحي، وتعددت طرق قياس سرعة الجريان، مثل كحساب سرعة انتقال المياه من مكان إلى آخر، وحساب المسافة التي تقطعها من خلال قسمة المسافة على الزمن، وتعد هذه الطرق ذات تكاليف عالية جدً[٢٥]، لذا يمكن حساب سرعة الجريان من خلال معادلة (Jaton) من خلال المعادلة الآتية[٢٦]:

$$V\ (m/s) = \frac{L\ (m)}{٣.٦\ Tc(s)}$$

إذ تمثل:

$V\ (m/s)$= سرعة الجريان السطحي (م/ثا)

$L\ (m)$= طول المجرى (م)

$T_c\ (s)$= زمن التركيز (ثانية).

بتطبيق المعادلة على أحواض منطقة الدراسة نجد إن معدل سرعة الجريان (٠.٢٦م/ثا)، إذ سجل حوض خندق أقل سرعة للجريان السطحي بلغ (٠.٠٨م/ثا)، بسبب جريانه في منطقة سهلية، أما حوض طويلة فبلغ أعلى سرعة للجريان السطحي إذ سجل (٠.٤٩م/ثا)، الجدول (٨).

الجدول (٨) سرعة الجريان (م/ثا) لأحواض منطقة الدراسة

ت	الاحواض	طول المجرى (م)	زمن التركيز (الثانية)	سرعة الجريان (م/ثا)
١	زلم	٦٥٠٠	٦٢٧٥.٩٦	٠.٢٩
٢	برمرون	١٤٣٠٠	١٢٢٦١.٣	٠.٣٢
٣	خندق	٥٥٠٠	٢٠٣١٣.٧	٠.٠٨
٤	حقيلان	١٢٤٠٠	١٦٧٢٠.١	٠.٢١
٥	بيارة	٢٧٩٠٠	١٧٢٣٣.٧	٠.٤٥
٦	حلبجة	٢٢٨٠٠	١٧٩٨٤.٦	٠.٣٥
٧	كَردة	٢٠٩٠٠	١٥٤٣١.٧	٠.٣٨
٨	قور ناس	١٤٣٠٠	٢٦٠٦٩.٤	٠.١٥
٩	جالكَة آشور	٩١٠٠	١١٢٦٢.٢	٠.٢٢
١٠	ورز برات	٥٩٠٠	١٧٧٤٣	٠.٠٩
١١	هونة شان	١٣٧٠٠	١٥٦٦٧	٠.٢٤
١٢	كَردة نادي	٣٨٠٠	٦١٥٥.٦٧	٠.١٧
١٣	جنارة	٤٧٠٠	٤٩٤٨.١٦	٠.٢٦
١٤	سازان	٩٣٠٠	٩٤٩٥.٠٤	٠.٢٧
١٥	كوساوة	٦٦٠٠	٨٦٨٠.٥	٠.٢١
١٦	طويلة	٢٠٣٠٠	١١٤١٤.٦	٠.٤٩
	المعدل	١٢٣٧٥	١٢٦٣٧.٨	٠.٢٦

المصدر: نتائج تطبيق معادلة سرعة الجريان.

٢.الميزانية الهيدرولوجية لأحواض منطقة الدراسة:

١.٢. تركز الامطار:

١.١.٢.الزمن المثالي لذروة هطول الأمطار: $T_r(hr)$

تستخدم عندما تكون فترة هطول الأمطار لا تتجاوز زمن التركيز للحوض المائي، لمعرفة الوقت المثالي لسقوط الأمطار التي تتيح الجريان المائي في الأودية الرئيسية بعد الفاقد بالتسرب والتبخر، ولمعرفة المدة الزمنية المثالية لسقوط الأمطار في أحواض منطقة الدراسة تم تطبيق المعادلة الآتية[٢٧]:

$$T_r\ (hr) = \frac{tp(hr)}{٥.٥}$$

إذ تمثل:

Tr (hr) = المدة الزمنية المثالية لذروة هطول الامطار (الساعات).

T_p (hr) = زمن استجابة الحوض المائي لهطول الامطار (الساعات) (زمن التباطؤ).

بلغ معدل الزمن المثالي لذروة هطول الأمطار (١.٣ساعة)، الجدول (٩)، إذ سجل أحواض خندق، قور ناس وجنارة أقل زمن لذروة هطول الأمطار بلغت (٠.٢ساعة)، أما أعلى زمن لذروة الهطول فسجل أيضاً حوض بيارة إذ بلغ (٥.٦ساعة).

الجدول (٩) الزمن المثالي لهطول الأمطار وتركز الأمطار لتدفق السيل

ت	الاحواض	Tr	i
١	**زلم**	٠.٢	٤.٧٨
٢	**برمرون**	٢.٥	٠.٤
٣	**خندق**	٠.٢	٥.٥٨
٤	**حقيلان**	١.٥	٠.٦٨
٥	**بيارة**	٥.٦	٠.١٨
٦	**حلبجة**	٢.٣	٠.٤٣
٧	**كَردة**	١.٤	٠.٧٤
٨	**قور ناس**	٠.٢	٤.٣١
٩	**جالكَة آشور**	١.٥	٠.٦٨
١٠	**ورز برات**	٠.٨	١.١٨
١١	**هونه شان**	٠.٤	٢.٣٢
١٢	**كَردة نادي**	٠.٣	٣.٢٦
١٣	**جنارة**	٠.٢	٦.٥
١٤	**سازان**	١	٠.٩٧
١٥	**كوساوه**	٠.٧	١.٤٧
١٦	**طويلة**	١.٥	٠.٦٧
المعدل		١.٣	٢.١٣

المصدر: نتائج تطبيق معادلة الزمن المثالي لذروة هطول الأمطار.

٢.١.٢. تركز الأمطار لتدفق ذروة السيل: i

أدنى كمية امطار ضرورية لكي يظهر الجريان السطحي في الحوض ويتم تقديره ب(سم/ساعة). وبحسب المعادلة الآتية[٢٨]:

$$i\ (cm/hr) = ١ / Tr(hr)$$

إذ تمثل:

i (cm/hr) = تركز الامطار (سم/ساعة)

Tr(hr) = المدة الزمنية المثالية لهطول الامطار محسوبة (ساعة)

بلغ معدل تركز الامطار لتدفق السيل (٢.١٣سم/ساعة)، الجدول (٩)، إذ سجل حوض بيارة أقل تركز هطول الأمطار بلغت (٠.١٨سم/ساعة)، أما أعلى زمن لذروة الهطول فسجل أيضاً حوض جنارة إذ بلغ (٦.٥سم/ساعة).

٢.٢. تقدير حجم المياه لفترة السيول:

١.٢.٢. حجم الجريان :Qt

مقدار كمية المياه التي تمر بشبكات تصريف الأحواض عندما تزيد كمية الأمطار الساقطة عن كمية الفاقد عن عملية التسرب، وذلك نظراً لقلة فواقد التبخر أثناء فترة العاصفة المطيرة، وبالتالي يكون هناك فائض من المياه، وتستخدم المعادلة الآتية[٢٩]:

$$Qt\ (m^3/s) = \Sigma_L\ (km)^{0.85}$$

إذ تمثل:

Qt (m^3/s) = حجم الجريان ($م^3/ثا$)

Σ_L (Km) = مجموع أطوال مجاري الحوض (كم)

يقاس بألف متر مكعب، وعند تطبيقها على أحواض منطقة الدراسة، إذ بلغ مجموع حجم الجريان الكلي (١٠٥٣.٧الف/$م^3$/ثا)، وسجل حوض حلبجة أكبر كمية جريان بلغت (٢٠٥ألف/$م^3$/ثا)، بسبب مساحاته الكبيرة مما شكل أكبر مجموع أطوال للمجاري ساعد على زيادة كمية الجريان، وسجل حوض جنارة أقل كمية جريان إذ بلغ (١١.٦ألف/$م^3$/ثا)، بسبب صغر مساحته وقلة عدد المجاري فيه، الجدول (١٠).

الجدول (١٠) تقدير حجم المياه لفترة السيول لأحواض منطقة الدراسة

ت	الاحواض	مجموع أطوال المجاري كم	Qt الف/ $م^3$/ثا	Qp (m^3/s)	qp ($m^3/s/km^2$)
١	زلم	٨٣.٩٨	٤٣.٢	٩٠.٦	٣.٦٩
٢	برمرون	١٧٢.٧	٧٩.٧	١٣.٨	٠.٣١
٣	خندق	٢١.٩٨	١٣.٨	١٧.٣	٤.٣١

٤	حقيلان	٨٢.٣٩	٤٢.٥	١٠.٢	٠.٥٢
٥	بيارة	٣٦٢.٠١	١٥٠	١٢.٩	٠.١٤
٦	حلبجة	٥٢٣.٥٨	٢٠٥	٤٤.٦	٠.٣٣
٧	كَردة	١٨٨.٣٢	٨٥.٨	٢٧.٨	٠.٥٧
٨	قور ناس	٨٨.٨٨	٤٥.٣	٨٠	٣.٣٣
٩	جالكَة آشور	٦٧.٦٣	٣٥.٩	١٠.٦	٠.٥٣
١٠	ورز برات	٥٥.١٦	٣٠.٢	١٤.٢	٠.٩١
١١	هونه شان	١٥١.٠٦	٧١.٢	٧٥	١.٧٩
١٢	كَردة نادي	٢٥.٥٩	١٥.٧	١٨.٥	٢.٥٢
١٣	جنارة	١٧.٨١	١١.٦	٢٦.٦	٥.٠٢
١٤	سازان	٩٥.١٤	٤٨	٢٠.٢	٠.٧٥
١٥	كوساوة	٦٣	٣٣.٨	٢١.٢	١.١٤
١٦	طويلة	٣٣٩.١٧	١٤٢	٥٤.١	٠.٥١
مجموع		١٤٦.١٥	١٠٥٣.٧	٣٣.٦	١.٦٥

المصدر: نتائج تطبيق معادلة حجم الجريان.

٢.٢.٢ التدفق الأقصى للسيول (ذروة التصريف): Q_p

عندما تبلغ مياه الجريان السطحي أقصاها وتبلغ ذروة تدفقها بعد العاصفة المطرية داخل الأودية ينتج عنها السيول[٣٠]، ويتم حساب القيم عن طريق المعادلة الاتية[٣١]:

$$Q_p\ (m^3/s) = \frac{CP*A}{tp(hr)}$$

إذ تمثل:

$Q_p\ (m^3/s)$ = كمية التدفق الأقصى للسيول بالحوض المائي (م^3/ثا).

A= مساحة الحوض (كم^2).

C_p = معامل تدفق الذروة، يرتبط بقابلية الحوض المائي لتخزين المياه، وله علاقة بالنفاذية وتتراوح قيمته بين (٢ –٦.٥).

T_p (hr)= مدة استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار (ساعة) (زمن التباطؤ).

بلغ معدل التدفق الأقصى للسيول (٣٣.٦م^3/ثا)، إذ سجل حوض حقيلان أقل كمية للتدفق بلغ (١٠.٢م^3/ثا)، أما أعلى كمية تدفق للسيول فبلغ لحوض زلم (٩٠.٦م^3/ثا)، الجدول (١٠).

٣.٢.٢ تدفق الذروة النوعي للحوض المائي: q_p

كمية التدفق الاقصى للسيول لكل كيلو متر مربع واحد يتم حسابه عن طريق المعادلة الآتية[٣٢]:

$$q_p\ (m^3/s/km^2) = \frac{Qp(m3/s)}{A\ (km2)}$$

إذ تمثل:

$q_p\ (m^3/s/km^2)$ = قيمة تدفق الذروة النوعي للحوض المائي (م^3/ثا/كم^2).

Q_p (m^3/s) = قيمة التدفق الأقصى للسيول بالحوض المائي (م^3/ثا).

A= مساحة الحوض (كم^2).

بلغ معدل تدفق الذروة النوعي للأحواض المائية (١.٦٥م^3/ثا/كم^2)، إذ سجل حوض بيارة أقل كمية تدفق للذروة النوعي بلغت (٠.١٤م^3/ثا/كم^2)، أما أعلى كمية تدفق للذروة فبلغ لحوض جنارة (٥.٠٢م^3/ثا/كم^2)، الجدول (١٠).

٣.٢. الفواقد المائية:

- قيمة التسرب الثابتة: F_P

المعدل الأقصى للمياه بالتوغل داخل التربة، يكون معدل التسرب في الترب الرطبة منخفضاً أكثر خلال العاصفة المطرية، ثم يتناقص في جميع الترب اثناء مدة العاصفة[٣٣]. إذ إن سرعة الترشح تختلف لعاصفة مطرية معينة مع مرور الزمن، وتسمح سرعة الترشح في بداية تأثير العاصفة بالسرعة الابتدائية وهي السرعة العظمى، إذ تبدأ بعدها بالتناقص مع مرور الزمن حتى تصل إلى قيمة ثابتة بعد مرور مدة زمنية معينة طويلة، وتسمى حينئذ بسرعة الترشح النهائية أو المتعادلة، وتستخرج قيمة التسرب على وفق المعادلة الآتية[٣٤]:

$$F_p = A * T_d * ٠.٠١٥٨$$

إذ تمثل:

F_p= قيمة التسرب الثابتة (م^3).

A= المساحة كم^2.

T_d= زمن التصريف (ساعة).

بتطبيق المعادلة على أحواض منطقة الدراسة نجد إن معدل قيمة التسرب الثابتة (١.٨٤م^3)، الجدول (١١)، إذ سجل حوض خندق أقل قيمة تسرب بلغت (٠.١٣م^3) بسبب صغر مساحة الحوض، أما حوض بيارة فبلغ أعلى قيمة تسرب إذ سجل (٦.٧٢م^3)، إذ يعد من أكبر أحواض منطقة الدراسة مساحةً لذا تزداد كمية التسرب.

١.٣. هيدروكراف السيول (منحنى التصريف الزمني):Hydrograph

مخطط للتصريف أو جريان مجرى مائي، ويرسم على شكل منحنى يبين العلاقة بين الزمن على المحور الأفقي والجريان على المحور الرأسي، مقدراً ب (م^3/ثا). وقد تم رسم المنحنى البياني لأحواض منطقة الدراسة من خلال تطبيق المعدلات الآتية:

الجدول (١١) قيمة التسرب الثابتة م^3 لأحواض منطقة الدراسة

ت	الأحواض	Fp م^3	ت	الأحواض	Fpم^3
١	زلم	٠.٧٩	٩	جالكَة آشور	٠.٨٥
٢	برمرون	٢.٢٢	١٠	ورز برات	٠.٥٩

٣	خندق	٠.١٣	١١	هونة شان	١.٤٥
٤	حقيلان	٠.٨٣	١٢	كَردة نادي	٠.٢٥
٥	بيارة	٦.٧٢	١٣	جنارة	٠.١٧
٦	حلبجة	٦.٤٦	١٤	سازان	١.٠٥
٧	كَردة	٢.٠٢	١٥	كوساوة	٠.٦٨
٨	قور ناس	٠.٨	١٦	طويلة	٤.٤٧
	المعدل			١.٨٤	

المصدر: نتائج تطبيق معادلة قيمة التسرب الثابتة.

١.٢.٣. التدفق الأقصى التدريجي لارتفاع للسيول: QT_m (m^3/s)

المدة الزمنية للارتفاع التدريجي للسيول ووصوله إلى الذروة، يستخرج بتطبيق المعادلة الآتية[٣٥]:

$$Q_{Tm}\ (m^3/s) = Q_p\ (m^3/s/km^2)\left[\frac{T}{T_m\ (hr)}\right]^2$$

إذ يمثل:

QT_m (m^3/s): التدفق الأقصى التدريجي للسيول (دقائق، ساعات).

Q_p (m^3/s): التدفق الأقصى للسيول (م^3/ثا)

T: الفاصل الزمني المحدد لتقدير الارتفاع التدريجي للتدفق (دقائق، ساعات).

T_m (hr): فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل (ساعات).

٢.٢.٣. التدفق الأقصى التدريجي لانخفاض السيول: QT_d (m^3/s)

المدة الزمنية لانخفاض التدريجي للسيول وعودة الجريان إلى الوضع الطبيعي بتطبيق المعادلة الآتية[٣٦]:

$$Q_{T_d}\ (m^3/s) = Q_p\ (m^3/s/km^2)\left[\frac{T_d\ (hr) - T}{T_d\ (hr)}\right]^3$$

إذ يمثل:

QT_d (m٣/s): التدفق الأقصى التدريجي لانخفاض للسيول (دقائق أو ساعات).

Q_p (m٣/s): التدفق الأقصى للسيل (م^3/ثا).

T: الفاصل الزمني المحدد لتقدير الارتفاع التدريجي للتدفق (دقائق، ساعات).

نلاحظ من خلال تطبيق المعادلتين السابقتين إن أعلى ذروة تدفق للسيول في حوض حلبجة بلغت (٥١٩.٥٥م^3/ثا)، الجدول (١٢)، بسبب كبر مساحته مقارنةً بأحواض منطقة الدراسة فبلغ (١٣٣.٥٧كم^2)، لذا يستلم كميات أعلى من الأمطار خلال العاصفة المطرية، وأقل ذروة تدفق في حوض خندق بلغت (٤٤.٧٩م^3/ثا) وهو من أصغر الأحواض مساحة في المنطقة بلغ (٤كم^2).

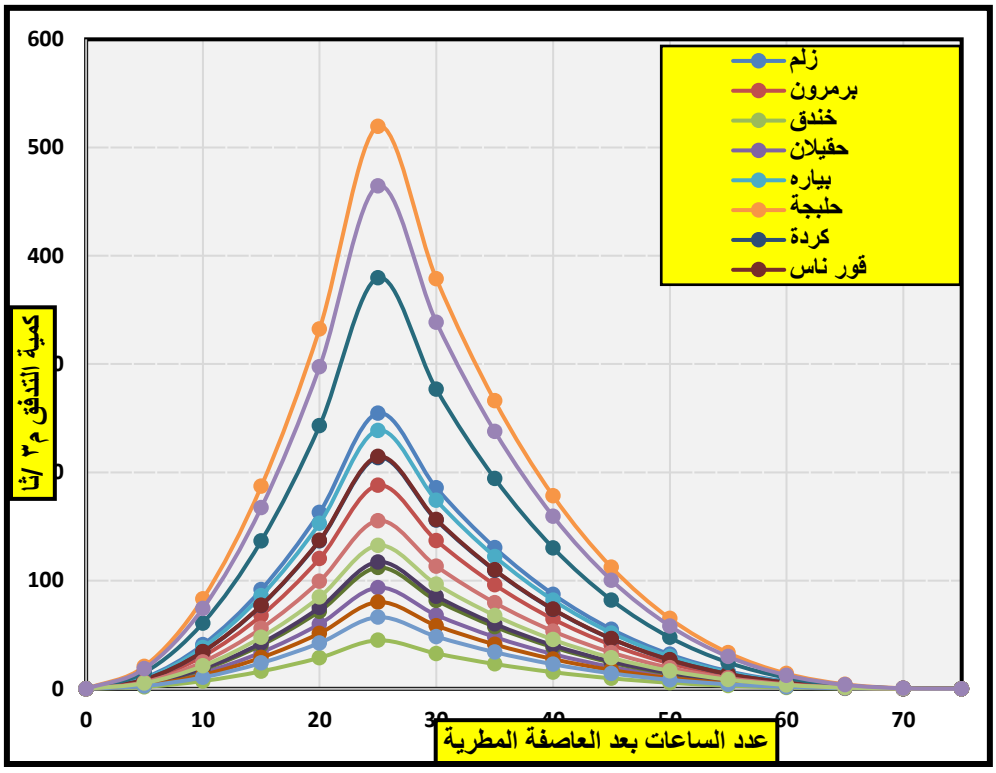
الساعة	الاحواض

الجدول (١٢) معدل كمية للتدفق التدريجي للارتفاع (QT_m) والانخفاض (QT_d)

	زلم	برمرون	خندق	حميلان	بياره	حلبجة	كردة	قور ناس	جالكة أشور	ورز بران	هونه شان	كَردة نادي	جنارة	سازان	كوساوه	طويلة
٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٥	١٠.١٩	٧.٥٢	١.٧٩	٣.٧٤	٩.٥٥	٢٠.٧٨	٨.٥٤	٨.٥٨	٤.٤٨	٤.٦٩	١٥.١٨	٣.٢٠	٢.٦٥	٦.٢١	٥.٣٠	١٨.٥٨
١٠	٤٠.٧٤	٣٠.٠٧	٧.١٧	١٤.٩٦	٣٨.٢٠	٨٣.١٣	٣٤.١٧	٣٤.٣٣	١٧.٩٢	١٨.٧٥	٦٠.٧٤	١٢.٨١	١٠.٥٩	٢٤.٨٤	٢١.١٩	٧٤.٣٣
١٥	٩١.٦٧	٦٧.٦٥	١٦.١٣	٣٣.٦٥	٨٥.٩٤	١٨٧.٠٤	٧٦.٨٨	٧٧.٢٥	٤٠.٣١	٤٢.١٩	١٣٦.٦٦	٢٨.٨٢	٢٣.٨٢	٥٥.٩٠	٤٧.٦٨	١٦٧.٢٥
٢٠	١٦٢.٩٦	١٢٠.٢٧	٢٨.٦٧	٥٩.٨٢	١٥٢.٧٩	٣٣٢.٥١	١٣٦.٦٨	١٣٧.٣٣	٧١.٦٦	٧٥.٠٠	٢٤٢.٩٤	٥١.٢٤	٤٢.٣٥	٩٩.٣٨	٨٤.٧٦	٢٩٧.٣٤
٢٥	**٢٥٤.٦٣**	**١٨٧.٩٣**	**٤٤.٧٩**	**٩٣.٤٧**	**٢٣٨.٧٣**	**٥١٩.٥٥**	**٢١٣.٥٦**	**٢١٤.٥٨**	**١١١.٩٧**	**١١٧.١٩**	**٣٧٩.٦٠**	**٨٠.٠٦**	**٦٦.١٧**	**١٥٥.٢٨**	**١٣٢.٤٤**	**٤٦٤.٥٩**
٣٠	١٨٥.٦٢	١٣٧.٠٠	٣٢.٦٥	٦٨.١٤	١٧٤.٠٣	٣٧٨.٧٥	١٥٥.٦٩	١٥٦.٤٣	٨١.٦٣	٨٥.٤٣	٢٧٦.٧٣	٥٨.٣٦	٤٨.٢٤	١١٣.٢٠	٩٦.٥٥	٣٣٨.٦٩
٣٥	١٣٠.٣٧	٩٦.٢٢	٢٢.٩٣	٤٧.٨٦	١٢٢.٢٣	٢٦٦.٠١	١٠٩.٣٤	١٠٩.٨٧	٥٧.٣٣	٦٠.٠٠	١٩٤.٣٥	٤٠.٩٩	٣٣.٨٨	٧٩.٥٠	٦٧.٨١	٢٣٧.٨٧
٤٠	٨٧.٣٤	٦٤.٤٦	١٥.٣٦	٣٢.٠٦	٨١.٨٨	١٧٨.٢١	٧٣.٢٥	٧٣.٦٠	٣٨.٤١	٤٠.٢٠	١٣٠.٢٠	٢٧.٤٦	٢٢.٧٠	٥٣.٢٦	٤٥.٤٣	١٥٩.٣٦
٤٥	٥٥.٠٠	٤٠.٥٩	٩.٦٨	٢٠.١٩	٥١.٥٧	١١٢.٢٢	٤٦.١٣	٤٦.٣٥	٢٤.١٩	٢٥.٣١	٨١.٩٩	١٧.٢٩	١٤.٢٩	٣٣.٥٤	٢٨.٦١	١٠٠.٣٥
٥٠	٣١.٨٣	٢٣.٤٩	٥.٦٠	١١.٦٨	٢٩.٨٤	٦٤.٩٤	٢٦.٧٠	٢٦.٨٢	١٤.٠٠	١٤.٦٥	٤٧.٤٥	١٠.٠١	٨.٢٧	١٩.٤١	١٦.٥٦	٥٨.٠٧
٥٥	١٦.٣٠	١٢.٠٣	٢.٨٧	٥.٩٨	١٥.٢٨	٣٣.٢٥	١٣.٦٧	١٣.٧٣	٧.١٧	٧.٥٠	٢٤.٢٩	٥.١٢	٤.٢٣	٩.٩٤	٨.٤٨	٢٩.٧٣
٦٠	٦.٨٧٥	٥.٠٧٤	١.٢٠٩	٢.٥٢٤	٦.٤٤٦	١٤.٠٢٨	٥.٧٦٦	٥.٧٩٤	٣.٠٢٣	٣.١٦٤	١٠.٢٤٩	٢.١٦٢	١.٧٨٧	٤.١٩٢	٣.٥٧٦	١٢.٥٤٤
٦٥	٢.٠٣٧	١.٥٠٣	٠.٣٥٨	٠.٧٤٨	١.٩١٠	٤.١٥٦	١.٧٠٩	١.٧١٧	٠.٨٩٦	٠.٩٣٨	٣.٠٣٧	٠.٦٤٠	٠.٥٢٩	١.٢٤٢	١.٠٦٠	٣.٧١٧
٧٠	٠.٢٥٥	٠.١٨٨	٠.٠٤٥	٠.٠٩٣	٠.٢٣٩	٠.٥٢٠	٠.٢١٤	٠.٢١٥	٠.١١٢	٠.١١٧	٠.٣٨٠	٠.٠٨٠	٠.٠٦٦	٠.١٥٥	٠.١٣٢	٠.٤٦٥
٧٥	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠

المصدر: نتائج تطبيق معادلة التدفق التدريجي للارتفاع (QTm) والانخفاض (QTd).

الشكل (١) المنحنى البياني للجريان لأحواض منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على الجدول (١٢).

٣.٢.٣. حجم تدفق السيل: A_L

يتم حساب تدفق السيل من خلال المعادلة الآتية[٣٧]:

$$A_L\ (Hm^3)(١٠^6 m^3) = Q_P(m^3/s)\ [\![T_{m\ (s)١٠^{-6}}]\!]$$

إذ تمثل:

$(١٠^6 m^3)(Hm^3)\ A_L$ = حجم التدفق للسيول على مستوى الحوض المائي (مليون م٣)

$Q_P(m^3/s)$ = التدفق الأقصى للسيول (م٣/ثا)

$T_{m\ (s)١٠^{-6}}$ = الارتفاع التدريجي لتدفق السيل (ثانية)

بتطبيق المعادلة على أحواض منطقة الدراسة نجد إن معدل حجم تدفق السيل (٠.١٥مليون م٣/ثا)، إذ سجل حوضي حقيلان وجالكة آشور أقل حجم تدفق للسيل بلغ (٠.٠٥مليون م٣/ثا) بسبب صغر مساحة الحوض، أما حوض زلم فبلغ أعلى حجم تدفق للسيل إذ سجل (٠.٣٤مليون م٣/ثا)، الجدول (١٣).

٤.٢.٣. سمك أو عمق الجريان السطحي لذروة تدفق السيل: E

يتم حساب سمك أو عمق الجريان السطحي المناسب لذروة تدفق السيل وفق المعادلة الآتية[٣٨]:

$$E(mm) = Q_P\ max(m^3/s)\ [\![T_{m\ (s)١٠^{-3}}(s^{-1}(Km^2))]\!]$$

إذ تمثل:

$E(mm)$= عمق (سمك) الجريان السطحي (ملم).

$(s^{-1}(Km^2))$ = مساحة الحوض (كم٢).

بتطبيق المعادلة على أحواض منطقة الدراسة نجد إن معدل سمك أو عمق السيل (٧٢٩ملم)، إذ بلغ حوض خندق أقل عمق للسيل بلغ (٢٥.٩ملم)، أما حوض حلبجة فبلغ أعلى عمق للسيل إذ بلغ (٣٢٨١ملم). الجدول (١٣).

الجدول (١٣) حجم التدفق وعمق الجريان السطحي وقوة السيل لأحواض منطقة الدراسة

ت	الاحواض	AL (مليون م٣/ثا)	E السطحي (ملم)	a (م٣/ثا/كم٢)
١	زلم	٠.٣٤	٨٣٨	١٨.٣
٢	برمرون	٠.٠٨	٣٤٨	٢.٠٦
٣	خندق	٠.٠٦	٢٥.٩	٨.٦٣
٤	حقيلان	٠.٠٥	٩٦.٤	٢.٣٢
٥	بيارة	٠.١١	٩٩٠	١.٣٤
٦	حلبجة	٠.٢٥	٣٢٨١	٣.٨٦
٧	كَردة	٠.١٣	٦٣٩	٣.٩٨
٨	قور ناس	٠.٣	٧٢٩	١٦.٣
٩	جالكَة آشور	٠.٠٥	١٠٣	٢.٣٧
١٠	ورز برات	٠.٠٦	٩٤.٤	٣.٥٩
١١	هونه شان	٠.٣	١٢٤٠	١١.٦
١٢	كَردة نادي	٠.٠٧	٥٢.١	٦.٨١
١٣	جنارة	٠.١	٥٢.٤	١١.٦
١٤	سازان	٠.٠٩	٢٤٢	٣.٨٨
١٥	كوساوة	٠.٠٩	١٦٥	٤.٩١
١٦	طويلة	٠.٢٦	٢٧٦٠	٥.٢٨
معدل		٠.١٥	٧٢٩	٦.٦٧

المصدر: نتائج تطبيق معادلة حجم تدفق السيل، معادلة عمق الجريان السطحي لذروة تدفق السيل، معادلة قوة السيل.

٥.٢.٣. قوة السيل: (a)

يختلف في قيمة عن قيمة التدفق الذروة النوعي للحوض من خلال معرفة كمية التدفق الأقصى للسيول وتقسيمه على جذر مساحة مقدار كيلو متر مربع واحد، ويتم حسابه عن طريق المعادلة الآتية[٣٩]:

$$a\ (m^3/s\ /\mathrm{km}^2) = \frac{Qp(m^3/s)}{\sqrt{A(\mathrm{km}^2)}}$$

إذ تمثل:

Qp (s/m^3) = كمية التدفق الأقصى للسيول (م٣/ثا).

A (km^2) = مساحة الحوض (كم٢).

بتطبيق المعادلة على أحواض منطقة الدراسة نجد إن معدل قوة السيل (٦.٦٧م٣/ثا/كم٢)، إذ سجل حوض بيارة أقل قوة سيل بلغت (١.٣٤م٣/ثا/كم٢) بسبب قلة التضرس والانحدار إذ يجري بمنطقة سهلية، أما حوض زلم فبلغ أعلى قوة سيل إذ سجل (١٨.٣م٣/ثا/كم٢)، الجدول (١٣) إذ يجري بمنطقة ذات انحدار عالي.

الاستنتاجات:

– أثرت العوامل الطبيعية كالبنية جيولوجية على نوعية الصخور في منطقة الدراسة وبالتالي على كمية الجريان السطحي.

–عند تطبيق معادلة ثورنثويت على محطات منطقة الدراسة تبين إن محطة بيارة تقع ضمن المناخ الرطب، ومحطتي حلبجة ودربندخان ضمن المناخ شبه الرطب.

–أظهرت الدراسة الهيدرولوجية للأحواض المدروسة إن مجموع حجم الجريان السطحي الكلي (١٠٥٣.٧ألف/م٣/ثا)، ساهمت أحواض حلبجة وبيارة وطويلة بالكمية الأكبر (٤٩٧ألف/م٣/ثا)، وبمعدل سرعة جريان (٠.٢٧) مع تباين بين الأحواض، ومع معدل قيمة تسرب (٣٥.٨م٣ للحوض الواحد).

التوصيات:

–إنشاء محطات لقياس تصاريف الجريان السطحي في الاحواض المدروسة، فضلاً عن إقامة محطات مناخية للأهمية ذلك في الدارسات الهيدرولوجية.

–الافادة من مياه الجريان السطحي خلال اوقات التساقط المطري من خلال إقامة سدود مائية صغيرة على الوديان الرئيسة والتي تسهم في تطوير وتنمية الاحواض المائية.

–الافادة من قاعدة البيانات الهيدرولوجية الناتجة عن هذه الدراسة وتوظيفها في مجالات متعددة.

الهوامش:

*قدم Snyder ١٩٣٨ طريقته التجريبية لأشتقاق وحدة الهيدروكراف من خلال تحليله لهيدروكراف عدد من أحواض التصريف ضمن منطقة جبال الاباالاش في الولايات المتحدة والتي لا يوجد لها سجلات جريان، واختار عاملين هما (تدفق الذروة وزمن تدفق الذروة) وهما اختصاراً (ctوcp).

١ H.M. Raghunath, Hydrology, Principles, Analysis and Design, John Wiley, New York, ٢٠٠٦.

٢–وزارة الصناعة والمعادن، المنشأ العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، خارطة العراق البنيوية، ١٩٩٦، قياس ١:١٠٠٠٠٠٠.

٣–حكم عبد الجبار مصطفى صوالحة، الجيولوجيا العامة، الطبعة الاولى، دار الميسرة للنشر، عمان، ٢٠٠٥، ص٢٣٥.

٤–خلدون عباس معله، تحديث: فاروجان خاجيك سيساكيان، صفاء الدين فخري فؤاد، تقرير عن جيولوجية لوحة السليمانية، هيأه المسح الجيولوجي العراقية، قسم الجيولوجيا، شعبة المسح الجيولوجي، لوحة آي أن ٣٨ . ٣، جي أم ١٠، مقياس ١:٢٥٠٠٠٠، بغداد، الطبعة الثانية، ٢٠١٤.

٥–خلدون عباس معله، تحديث: فاروجان خاجيك سيساكيان، صفاء الدين فخري فؤاد، تقرير عن جيولوجية لوحة السليمانية، مصدر سابق.

٦-المصدر نفسه.

٧-عبد الله سياب، وآخرون، جيولوجيا العراق، جامعة الموصل، مطبعة الموصل، ١٩٨٢، ص٩٩.

٨-المصدر نفس، ص١١٣.

٩-عمار رمضان علي الخطابي، التحليل السحني وبيئة ترسيب تكوين سنجار في طية دربند باسرة، منطقة السليمانية شمال العراق، مجلة تكريت للعلوم الصرفة، العدد (١٧)، ٢٠١٢، ص١٧٤.

١٠-خلدون عباس معله، تحديث: فاروجان خاجيك سيساكيان، صفاء الدين فخري فؤاد، تقرير عن جيولوجية لوحة السليمانية، مصدر سابق.

١١-فاروق صنع الله العمري، علي صادق، جيولوجية شمال العراق، جامعة الموصل، ١٩٧٧، ص١٢٤.

١٢-ظاهر خليل علي، دراسة الخصائص الفيزيائية والجيوتكتونية لبعض وحدات صخور تكاوين البلاسبي والفتحة وانجانة في منطقة شقلاوة/ شمال العراق، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة بغداد، ٢٠٠٦، ص١٣.

١٣-فراس مظفر عبد الحسين، دراسة هيدروجيولوجية لحوض مخمور، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة بغداد، ٢٠٠٢، ص٧.

١٤-خلدون عباس معله، تحديث: فاروجان خاجيك سيساكيان، صفاء الدين فخري فؤاد، تقرير عن جيولوجية لوحة السليمانية، مصدر سابق.

** معادلة ثورنثويت $\sum ١٢ = ١.٥٦ \left(\frac{r}{t+١٢.٢}\right)^{٩/١٠}$

r= التساقط لمجموع اشهر السنة ملم

t = معدل درجة الحرارة السنوي م°

١٥ -Thornthwate, C.W., Climate of North America a carding to a new classification, the geographical review, Vol.٢١, ١٩٣١, P. ٦٣٩.

١٦-قصي عبد المجيد السامرائي، المناخ والأقاليم المناخية، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، ٢٠٠٨، ص٦٤.

١٧-قصي عبد المجيد السامرائي، مناخ العراق الماضي والحاضر، مجلة الآداب، العدد٥٠، ٢٠٠٠، ص١٢٨.

١٨-محمد بن فضيل بورية، دراسة هيدرمورفومترية لتقدير حجم السيول في حوض عنود بالمملكة السعودية مركز دراسات الخليج. الجزيرة العربية، قسم الجغرافية، جامعة الكويت، ٢٠٠٧، ص٥٥.

١٩-السيد محمد عبد الرحيم الدالي، السهل الساحلي للبحر الأحمر من الحدود المصرية السودانية شمالاً حتى رأس أبو شجرة جنوباً (دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية)، اطروحة دكتوراه، جامعة القاهرة، مصر، ٢٠١٢، ص٢٧٣.

٢٠ -H.M. Raghunath, P١٥٠.

٢١-محمد سعيد البارودي، وآخرون، استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تقدير أحجام السيول ومدى خطورتها عند المجرى الأدنى لوادي نعمان جنوب مدينة مكة المكرمة من خلال تطبيق نموذج سنايدر واعتماد نموذج الارتفاعات الرقمية ASTER، المؤتمر الجغرافي الدولي (الجغرافيا والتغيرات العالمية المعاصرة)، كلية الآداب والعلوم الأنسانية، جامعة طيبة، مكة المكرمة، ٢٠١٢، ص٧٩٠.

٢٢-H.M. Raghunath, Hydrology, P١٦٤.

٢٣-محمد سعيد البارودي، تقدير احجام السيول ومخاطرها عند المجرى الادنى لوادي عرنة جنوب شرق مدينة مكة المكرمة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٤٨، ٢٠١٢، ص٥٨.

٢٤-محمد سعيد البارودي، مصدر سابق، ص٦٠.
٢٥-علي محمد الفيتوري، الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي القطارة -دراسة مقارنة ما بين استخدام الطرق التقليدية وبرامجيات نظم المعلومات الجغرافية، المجلة الليبية العالمية، العدد٣، ٢٠١٥، ص١٣.
٢٦-Jaton .J .F .Hydrologic Resurface (١ere parties) Emolument surface ET Debits cruse. Ecolab Polytechique, Instate de Genie, ١٩٨٠, P٤١
٢٧-H.M, Raghunath, Hydrology, P.١٥٠.
٢٨-عبد الرحمن عبد الرحمن وجاك ماريديني، علم حركة المياه الهيدرولوجيا، منشورات جامعة حلب، كلية الهندسة المدنية، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية٢٠٠٣ ، ص١٥١.
٢٩-السيد محمد عبد الرحيم الدالي، مصدر سابق، ص٢٨٩.
٣٠-عبد الحفيظ محمد سعيد سقا، الخصائص المورفومترية لحوض تصريف وادي لبن بالمملكة العربية السعودية دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة جامعة الملك عبد العزيز، كلية الآداب والعلوم الأنسانية، ٢٠١١، ص٢٠.
٣١-خليفة عبد الحافظ درادكة، المياه السطحية وهيدرولوجيا المياه الجوفية، دار الحنين للنشر والتوزيع، الأردن، ٢٠٠٦، ص١٨٤.
٣٢-H.M. Raghunath, Hydrology, P١٥٤.
٣٣-ام.اي كارسون وآخرون، المدخل لدراسة العمليات النهرية (دراسات في الجيومورفولوجيا)، ترجمة: وفيق حسن الخشاب، مطبعة جامعة بغداد، ١٩٧٩، ص١٣٧-١٣٨.
٣٤-السيد محمد عبد الرحيم الدالي، مصدر سابق، ص٢٩٥.
٣٥-PNUD-OPE Resources en eau dans les pays de l Afrique du Nord. Project RAB/٨٠/٠١١. Guide maghrébin pour lexecution des etudes ET des travaux de retinue's collinaires. OPU, Alger: ١٩٨٧. p١٧٧.
٣٦-محمد فضيل بوروبة، طه عثمان الفراء، تقدير تدفق الذروة لسيول روافد وادي حنيفة الداخلة على غرب مدينة الرياض في المملكة العربية السعودية، ندوة الكوارث وسلامة المباني في الدول العربية، الرياض، ٢٠١١، ص٦-٧.
٣٧-محمد سعيد البارودي، وآخرون، مصدر سابق، ص٧٩٧.
٣٨-حنان بنت عبد اللطيف بن حسن الغيلان، دور نظم المعلومات الجغرافية في دارسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي لبن، (رسالة ماجستير) غير منشورة، جامعة الملك سعود، كلية الآداب، ٢٠٠٨، ٢٠٨.
٣٩-احمد عبد الستار العذارى، حسين كاظم عبد الحسين، خطر السيول في وادي مركة سور في أربيل العراقية (دراسة هيدرومورفومترية تطبيقية)، مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع، العدد (٨)، ٢٠١٦، ص٢٠٣.

المصادر:

١-ام.اي كارسون، وآخرون، المدخل لدراسة العمليات النهرية (دراسات في الجيومورفولوجيا)، ترجمة: وفيق حسن الخشاب، مطبعة جامعة بغداد، ١٩٧٩.

٢-البارودي، محمد سعيد، وآخرون، استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تقدير أحجام السيول ومدى خطورتها عند المجرى الأدنى لوادي نعمان جنوب مدينة مكة المكرمة من خلال تطبيق نموذج سنايدر واعتماد نموذج الارتفاعات الرقمية ASTER، المؤتمر الجغرافي الدولي (الجغرافيا والتغيرات العالمية المعاصرة)، كلية الآداب والعلوم الأنسانية، جامعة طيبة، مكة المكرمة، ٢٠١٢.

٣-البارودي، محمد سعيد، تقدير احجام السيول ومخاطرها عند المجرى الادنى لوادي عرنة جنوب شرق مدينة مكة المكرمة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٤٨، ٢٠١٢.

٤-بورية، محمد بن فضيل، دراسة هيدرمورفومترية لتقدير حجم السيول في حوض عنود بالمملكة السعودية مركز دراسات الخليج. الجزيرة العربية، قسم الجغرافية، جامعة الكويت، ٢٠٠٧.

٥-بوروبة، محمد فضيل، طه عثمان الفراء، تقدير تدفق الذروة لسيول روافد وادي حنيفة الداخلة على غرب مدينة الرياض في المملكة العربية السعودية، ندوة الكوارث وسلامة المباني في الدول العربية، الرياض، ٢٠١١.

٦-الخطابي، عمار رمضان علي، التحليل السحني وبيئة ترسيب تكوين سنجار في طية دربند باسرة، منطقة السليمانية شمال العراق، مجلة تكريت للعلوم الصرفة، العدد (١٧)، ٢٠١٢.

٧-الدالي، السيد محمد عبد الرحيم، السهل الساحلي للبحر الأحمر من الحدود المصرية السودانية شمالاً حتى رأس أبو شجرة جنوباً (دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية)، اطروحة دكتوراه، جامعة القاهرة، مصر، ٢٠١٢.

٨-درادكة، خليفة عبد الحافظ، المياه السطحية وهيدرولوجيا المياه الجوفية، دار الحنين للنشر والتوزيع، الأردن، ٢٠٠٦.

٩-السامرائي، قصي عبد المجيد، المناخ والأقاليم المناخية، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، ٢٠٠٨.

١٠-السامرائي، قصي عبد المجيد، مناخ العراق الماضي والحاضر، مجلة الآداب، العدد٥٠، ٢٠٠٠.

١١-سقا، عبد الحفيظ محمد سعيد، الخصائص المورفومترية لحوض تصريف وادي لبن بالمملكة العربية السعودية دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة جامعة الملك عبد العزيز، كلية الآداب والعلوم الأنسانية، ٢٠١١.

١٢-سياب، عبد الله، وآخرون، جيولوجيا العراق، جامعة الموصل، مطبعة الموصل، ١٩٨٢.

١٣-صوالحة، حكم عبد الجبار مصطفى، الجيولوجيا العامة، الطبعة الاولى، دار الميسرة للنشر، عمان، ٢٠٠٥.

١٤-العمري، فاروق صنع الله، علي صادق، جيولوجية شمال العراق، جامعة الموصل، ١٩٧٧.

١٥-علي، ظاهر خليل، دراسة الخصائص الفيزيائية والجيوتكتونية لبعض وحدات صخور تكاوين البلاسبي والفتحة وانجانة في منطقة شقلاوة/ شمال العراق، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة بغداد، ٢٠٠٦.

١٦-عبد الحسين، فراس مظفر، دراسة هيدروجيولوجية لحوض مخمور، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة بغداد، ٢٠٠٢.

١٧-عبد الرحمن، عبد الرحمن، وجاك ماريديني، علم حركة المياه الهيدرولوجيا، منشورات جامعة حلب، كلية الهندسة المدنية، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية٢٠٠٣ .

١٨- العذارى، احمد عبد الستار، حسين كاظم عبد الحسين، خطر السيول في وادي مركة سور في أربيل العراقية (دراسة هيدرومورفومترية تطبيقية)، مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع، العدد (٨)، ٢٠١٦.

١٩-الغيلان، حنان بنت عبد اللطيف بن حسن، دور نظم المعلومات الجغرافية في دارسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي لبن، (رسالة ماجستير) غير منشورة، جامعة الملك سعود، كلية الآداب، ٢٠٠٨.

٢٠-الفيتوري، علي محمد، الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي القطارة -دراسة مقارنة ما بين استخدام الطرق التقليدية وبرامجيات نظم المعلومات الجغرافية، المجلة الليبية العالمية، العدد٣، ٢٠١٥.
٢١-وزارة الصناعة والمعادن، المنشأ العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، خارطة العراق البنيوية، ١٩٩٦، قياس ١:١٠٠٠٠٠٠.
٢٢-خلدون عباس معله، تحديث: فاروجان خاجيك سيساكيان، صفاء الدين فخري فؤاد، تقرير عن جيولوجية لوحة السليمانية، هيأه المسح الجيولوجي العراقية، قسم الجيولوجيا، شعبة المسح الجيولوجي، لوحة آي أن ٣٨ . ٣، جي أم ١٠، مقياس ١:٢٥٠٠٠٠، بغداد، الطبعة الثانية، ٢٠١٤.
٢٣-H.M. Raghunath, Hydrology, Principles, Analysis and Design, John Wiley, New York, ٢٠٠٦.
٢٦ -Jaton .J .F .Hydrologic Resurface (١ere parties) Emolument surface ET Debits cruse. Ecolab Polytechique, Instate de Genie, ١٩٨٠.
٢٥ -PNUD-OPE Resources en eau dans les pays de l Afrique du Nord. Project RAB/٨٠/٠١١. Guide maghrébin pour lexecution des etudes ET des travaux de retinue's collinaires. OPU, Alger: ١٩٨٧.
٢٤-Thornthwate، C.W.، Climate of North America a carding to a new classification، the geographical review، Vol.٢١, ١٩٣١.