

الخصائص الهيدرومترية لمحوض نهر الزاب الصغير

م.د. زينب ابراهيم حسين

كلية التربية/ الجامعة المستنصرية

Hydrometric Characteristics of the Lesser Zab River Basin

M.D. Zainab Ibrahim Hussein

College of Education\ University of Mustansiriya

zainbebrahim@yahoo.com

Abstract

The Lesser Zab River is one of the essential tributaries of the Tigris River in Iraq and it is located in its northeastern part. Morphometric analysis was carried out for the drainage in the basin of the Lesser Zab River using GIS technique, which included the characteristics of the coverage area, shape and topography of the basin. The basin of the river was divided into 24 sub-basins. The study also included some of hydrological characteristics. The basin area is 18932 km² with seven order of stream and a total length of 12599 km. This study indicated that the basin is elongated with percentage of 0.63, and it is in young stage of maturation; beside differences in the characteristics of the sub-basins, which is attributed to the effect of the lithological characters of the basin, tectonics and climate and topographic characters.

Keywords: Hydromorphometric Properties, Basin, River, Small Zab.

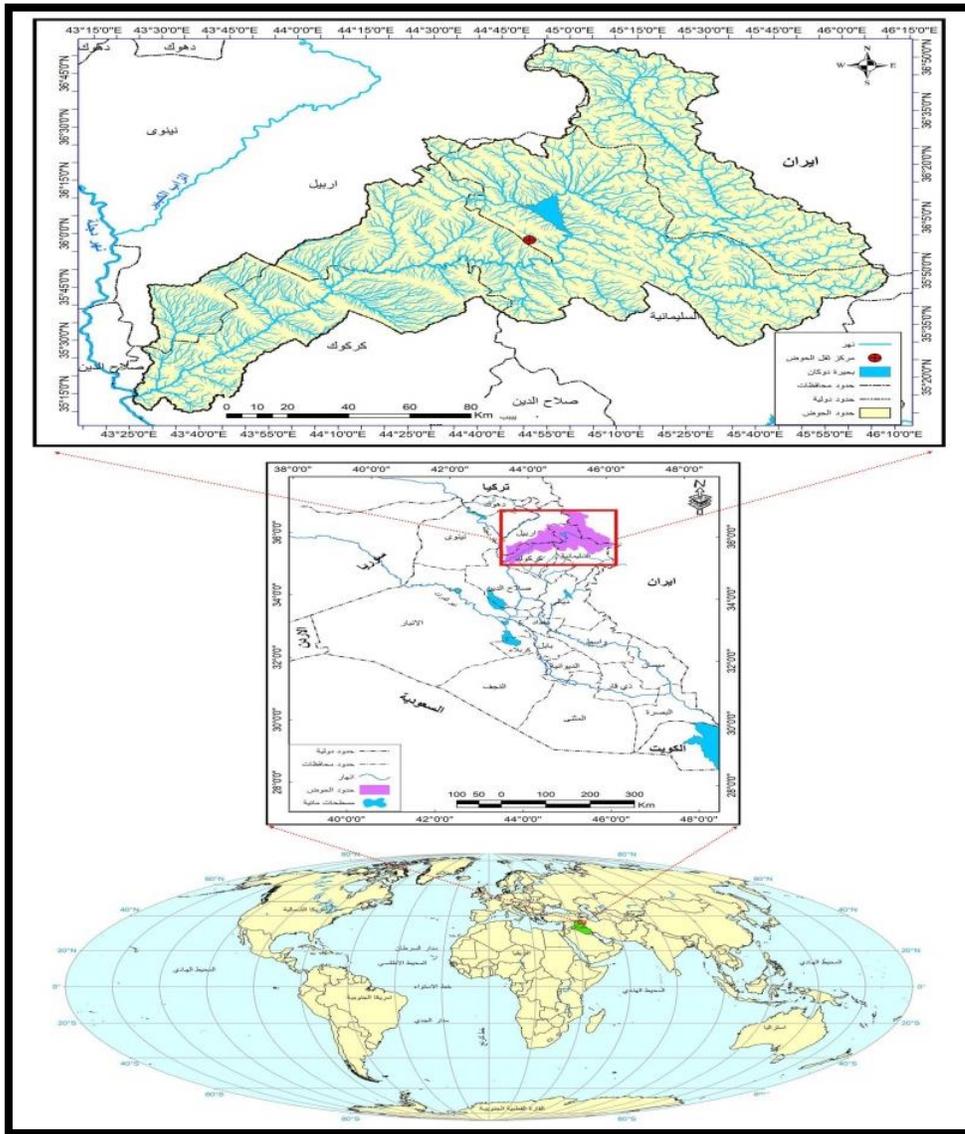
المستخلص:

يعد نهر الزاب الصغير احد الروافد الرئيسة لنهر دجلة في العراق والذي يقع في الجزء الشمالي الشرقي منه، تم اجراء التحليل المورفومتري لشبكة التصريف النهري لمحوض نهر الزاب الصغير وباستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والمتضمنة الخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية. قسم الحوض الى احواض ثانوية بلغ عددها (24) حوضاً. كما يضم البحث دراسة بعض الخصائص الهيدرولوجية. بلغت مساحة الحوض (18932 كم²)، شغل الحوض المرتبة النهرية السابعة وبمجموع اطوال المجاري النهرية والتي بلغت (12599 كم). اظهرت هذه الدراسة ان الحوض يميل الى الاستطالة بنسبة بلغت (0.63)، وانه لازال في بداية مرحلة الشباب من دورته التحتانية، فضلاً عن التباين في خصائص الاحواض الثانوية، وذلك يعود الى تأثير الحوض بالتركيب الصخري والنبوي والخصائص المناخية والتضاريسية.

الكلمات المفتاحية: خصائص، الهيدرومترية، حوض، نهر، الزاب الصغير.

حدود منطقة البحث:

تقع منطقة البحث فلكياً بين دائرتي (00° 10' 35° - 00° 50' 36°) وخطي طول (00° 25' 43° - 00° 10' 46°)، جغرافياً يقع حوض نهر الزاب الصغير في الجزء الشمالي الشرقي من العراق، جزء من الحوض تقع ضمن الحدود الإيرانية، تبلغ مساحة حوض نهر الزاب الصغير (18932 كم²)، خريطة (1).



خريطة (1) موقع منطقة البحث

المصدر: المرئية الفضائية DEM لسنة 2015 واستخدام برنامج Arc Map 10.5

الخصائص الطبيعية لمنطقة البحث:

أولاً: البنية الجيولوجية:

تتنوع التكوينات الجيولوجية في منطقة البحث نتيجة لاتساع المساحة الحوضية بين تكوينات ترجع إلى الزمن الجيولوجي الثاني

وتكوينات الزمن الجيولوجي الرابع، خريطة (2) وهي كالتالي:

- 7- **تكوين شيرانش:** ينكشف في شمال غرب حوض نهر الزاب الصغير على شكل أشرطة بالقرب من رانيا، يتألف من المارل الأزرق ومن طبقات رقيقة من الحجر الجيري الممزوج بالمارل⁽¹⁾.
- 8- **تكوين خورمالة -جرس:** ينكشف تكوين خورمالة جنوب بحيرة دوكان يتألف من الحجر المتعاقب مع الحجر الكلسي، يتداخل في الأسفل مع تكوين كولوش⁽²⁾.
- 9- **تكوين بلاسي -افانة:** يتألف بلاسي من صخور جيرية طباشيرية ودولومايت، ينكشف في جنوب منطقة دوكان ودريندبازيان واغ جدر، أما تكوين افانة فينكشف وسط حوض الزاب الصغير جنوب بحيرة دوكان⁽³⁾.
- 10- **تكوين الفرات:** يظهر في طية قرّة جوق، يتألف من أحجار الكلس الدولومايتية يبلغ سمكه (40-45م)⁽⁴⁾.
- 11- **تكوين الفتحة:** ينكشف تكوين الفتحة على هيئة شريط في وسط الحوض، تتألف صخوره من الانهيدرايت والجبس والملح المتداخل مع الحجر الجيري والمارل⁽⁵⁾.
- 12- **تكوين انجانة:** ينكشف تكوين انجانة إلى الجنوب من تكوين الفتحة يتألف من الحجر الغريني والحجر الرمل⁽⁶⁾.
- 13- **تكوين المقدادية:** يتألف من صخور صلصالية وطبقات من الرمل الخشن وصخور غرينية وبعض الصخور الرملية والحصى يظهر في طية قرّة جوق الشمالية والجنوبية وطية قره بوتان⁽⁷⁾.
- 14- **تكوين باي حسن:** ينكشف هذا التكوين على نطاق واسع، يتألف من ترسبات نهريّة من الرمل الخشن والمدملكات والصخور والحجر الطيني⁽⁸⁾.
- 15- **ترسبات منقولة من مصادر مختلفة:** ترجع هذه الترسبات الى الحقبة الجيولوجية الرابعة وهي تتألف من ترسبات طينية مع الرمل والطفل والجبس، سمكها يتراوح بين (1-3م)⁽⁹⁾، تشغل الاجزاء الجنوبية من حوض الزاب الصغير.
- 16- **ترسبات نهريّة:** ترجع هذه الترسبات الى عصر الهولوسين وهي تتألف من الرواسب الغرين المصحوبة بالرمال والحصى وتتواجد عند أودية الزاب الصغير⁽¹⁰⁾، وضافا بحيرة دوكان وفي الجزء الجنوبي من الحوض.
- ثانياً الخصائص التضاريسية:**
- تتحصّر منطقة البحث بين اعلى ارتفاع يتراوح بين (1.390 - 3.590م)، خريطة (3) عند المنابع العليا للشبكة النهريّة لحوض الزاب الصغير في الجزء الشمالي منه والتي تضم نطاق الجبال معقدة الالتواء ذات الانحدارات الشديدة تتراوح بين (16°) إلى أكثر من (30°).

(1) Buday, The Regional geology of Iraq, Op. cit , P92.

(2) Qaysm Saud.j. Ridh A- AL Muhammad, Op. cit, P.P. 9-10.

(3) ناهدة جمال الطالباني، المياه الجوفية في منطقة ما بين الزابيين في العراق واستغلالها، مطبعة باد، السليمانية، 2009، ص82.

(4) Varoujan k. Sissakan, State Estabttjsjment of Geological Survey and mining "Geosurv" Department of Geological survey the Geology of Kirkuk Quadrangke, Baghdad, 1992, PP6-7. , PP10-11.

(5) Qays ,saud , Eidha A.,Amuhammad, Stat Estblshment of geological survey and minl "Geosurv", Hydrogeological and Hydrochmical study of sulamaniya Quadrangle Bagdad, May, 2010 Op cit , P7.

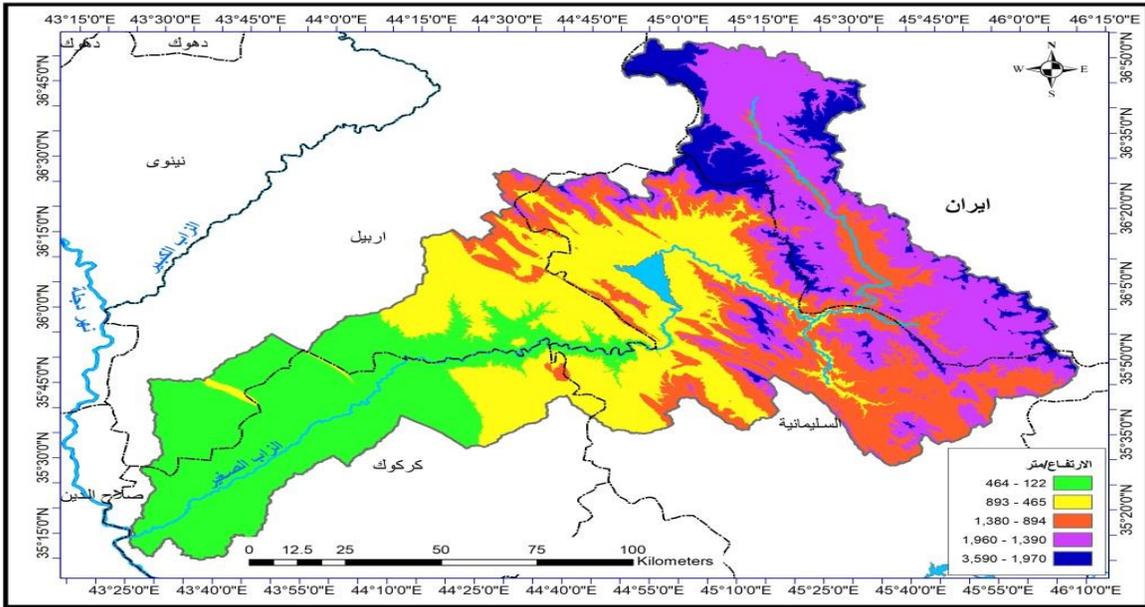
(6) فاروق صنع الله العمري، جيولوجيا شمال العراق، مصدر سابق، ص145.

(7) عماد عبد صالح السلطان، خصائص وتصنيف بعض ترب سهل أربيل، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة صلاح الدين، (أربيل)، 1987، ص23.

(8) فاروق صنع الله العمري، جيولوجيا شمال العراق، مصدر سابق، ص145.

(9) بسام عبد الشريف عبد الصاحب الايوب، جيومورفولوجية مرتفعات كاني دوملان، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الاداب، جامعة بغداد، 2001، ص12.

(10) Varoujan k. Sissakan. Department of Geological Serves The Geology of Kirkuk Quadrangle, Baghdad, 1992, P20.

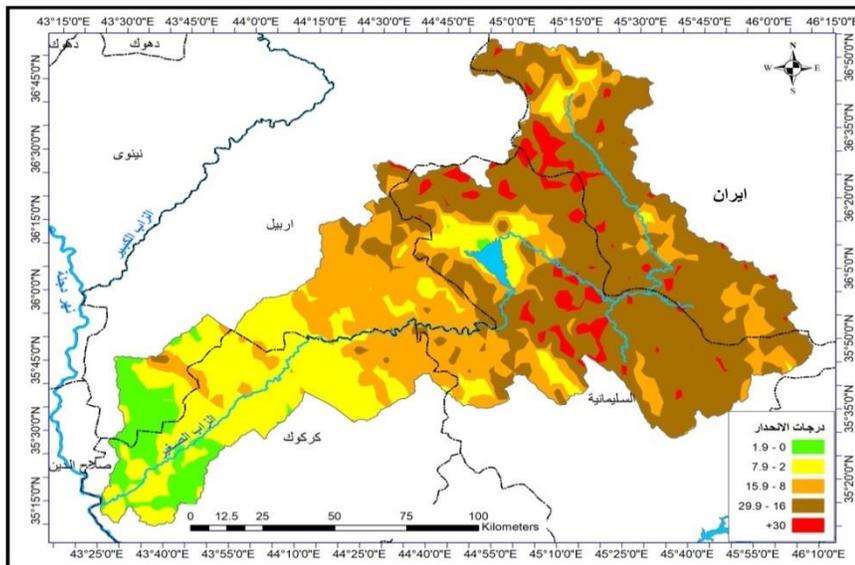


خريطة (3) فئات الارتفاع في حوض الزاب الصغير

المصدر: المرئية الفضائية DEM لسنة 2015 واستخدام برنامج Arc Map 10.5

وبين أقل ارتفاع يبلغه الحوض في الجزء الجنوبي يتراوح بين (122 - 464م) عند منطقة المصب وانحدار يتراوح بين (0 - 1.9°) وهي ذات انحدار خفيف جداً، الخريطة (4) يتضح أن الشبكة النهرية لحوض الزاب الصغير تأخذ بالجريان وفق الانحدار العام للحوض من الشمال الشرقي باتجاه الجنوب الغربي نحو منطقة المصب، أما المناطق الوسطى من الحوض يتراوح ارتفاعها بين (465 - 1.380م) وانحدار يتراوح بين (2-15.9°). نتيجة تنوع في الارتفاع والانحدار فقد تنوعت الظواهر الجيومورفولوجية في الحوض إذ تتمثل هذه الظواهر بـ(السلاسل الجبلية، والمرامح الفيضية، والأراضي الرديئة، والسهول التحتانية، والسطوح الصخرية، والرواسب الريحية ذات مساحة قليلة تبلغ (137.0 كم²).

خريطة (4) فئات درجات الانحدار حوض الزاب الصغير



المصدر: المرئية الفضائية DEM لسنة 2015 واستخدام برنامج Arc Map 10.5

ثالثاً: الخصائص المناخية:

1) درجة الحرارة:

تتباين درجة الحرارة في محطات منطقة البحث، إذ بلغ المعدل السنوي في محطة دوكان (19.5 م°) للسنوات 1980-2015، وهي تختلف من فصل لآخر، إذ ترتفع في الأشهر الحارة من السنة إذ بلغت في شهر تموز (33.7 م°) وأقل درجة كانت في شهر كانون الثاني بقيمة بلغت (5.9 م°)، أما محطة أربيل بلغ المعدل السنوي (21.5 م°)، وأعلى معدل شهري لها في شهر تموز بلغ (35.5 م°) في حين أقل درجة حرارة سجلت في شهر كانون الثاني بلغت (9.0 م°)، في حين بلغت في محطة كركوك (23.9 م°) كمعدل سنوي، أما أعلى درجة الحرارة فكانت في شهر تموز إذ بلغت (40.2 م°) وأقل درجة في شهر كانون الثاني بلغت (6.5 م°)⁽¹⁾ يتبين أن درجات الحرارة تزداد بالارتفاع كلما اتجهنا جنوباً نحو منطقة المصب.

2) الرياح:

بلغ المعدل السنوي لسرعة رياح في محطة دوكان (2.2 م/ثا) وفي محطة أربيل (3.4 م/ثا)، وفي محطة كركوك (3.7 م/ثا) للسنوات 1990-2015، فضلاً عن أن الرياح السائدة في منطقة البحث هي رياح جنوبية وجنوبية غربية.

3) الأمطار:

يتباين توزيع الامطار في محطات الحوض بلغ اعلى مجموع للتساقط المطري في محطة دوكان إذ بلغ (765.10 ملم) للمدة من 1990-2015 واعلى تساقط مطري كان في شهر كانون الثاني بمجموع (184.20 ملم) تليها محطة أربيل بمجموع بلغ (585.6 ملم)، ويشغل شهر كانون الثاني اعلى تساقط مطري في السنة يبلغ (70.67 ملم) أما محطة كركوك بلغ مجموعها السنوي (408.33 ملم)، إذ سجل شهر كانون الثاني اعلى تساقط مطري بلغ (80.5 ملم)⁽²⁾. إذ يلاحظ ان للارتفاع عن مستوى سطح البحر تاثير في التباين المكاني للتساقط المطري في الحوض.

■ الخصائص المساحية والشكلية لحوض الزاب الصغير:

اولاً) الخصائص المساحية:

بلغت مساحة حوض نهر الزاب الصغير (18932 كم²)، جدول (1) وبمحيط بلغ (1110 كم)، وبطول حوضي بلغ (254 كم)، أما عرض الحوض بلغ (114 كم) ويتكون حوض الزاب الصغير من (24) حوضاً ثانوياً، خريطة (5) وتشير هذه الأبعاد إلى كمية ما يستقبله الحوض من التساقط المطري وزيادة في حجم الجريان المائي وبالتالي زيادة نشاط عمليات الحت المائي. تتباين الأبعاد المساحية في الأحواض الثانوية، إذ يأتي حوض رقم (1) بمساحة أكبر بلغت (3329 كم²)، أما أقل الأحواض مساحة هو حوض رقم (21)، جدول (1) وبالنظر لتعدد وتباين في مساحات الأحواض الثانوية امكن تصنيفها إلى الفئات الآتية:

■ الفئة الأولى: (أحواض مساحتها أكثر من 900 كم²).

تضم احواض رقم (1، 14، 13، 3، 2) بمساحة بلغت (3329 كم²)، (1122 كم²)، (965 كم²)، (963 كم²) على التوالي.

■ الفئة الثانية: أحواض مساحتها تقع بين (600-900 كم²):

تشمل هذه الفئة أحواض رقم (24، 17، 4، 18) بمساحة بلغت (886 كم²)، (746 كم²)، (698 كم²)، (609 كم²) على التوالي.

(1) إقليم كردستان العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ بيانات غير منشورة، محطة (سليمانية، أربيل، كركوك) للمدة (1990-2015).

(2) إقليم كردستان العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العاملة للأنواء الجوية، قسم المناخ (محطة كركوك) (1990-2015)

▪ الفئة الثالثة: (أحواض مساحتها بين 300-600 كم²):

تقع في هذه الفئة أحواض رقم (20، 9، 7، 12، 11، 22، 15)، بمساحة بلغت (333كم²)، (377كم²)، (535كم²)، (537كم²)، (582كم²)، (587كم²)، على التوالي.

▪ الفئة الرابعة: (أحواض مساحتها اقل من 300 كم²):

تشمل هذه الفئة أحواض رقم (21، 8، 6، 13، 16، 15، 23، 19، 10) وبمساحة بلغت (102كم²)، (103كم²)، (122كم²)، (134كم²)، (152كم²)، (165كم²)، (170كم²)، (177كم²)، (276كم²) على التوالي. تباينت أطوال الأحواض الثانوية بين (423 كم) في الحوض رقم (1) وبين اقل مسافة للطول بلغ (20 كم) في حوضي رقم (13 و 21)، إن لطول الأحواض انعكاس في قيم تباطئ الجريان المائي في الأحواض من خلال تحكمه في المدة التي تستغرقها الأودية في الوصول إلى منطقة المصب. أما محيط الأحواض فقد تفاوتت قيمها إذ يبلغ اعلى محيط حوضي في الحوض رقم (1) إذ بلغ (1110كم) وبين اقل محيط بلغ (50 كم) في حوضي رقم (13، 21).

جدول رقم (1) الخصائص المساحية لحوض نهر الزاب الصغير واحواضه الثانوية

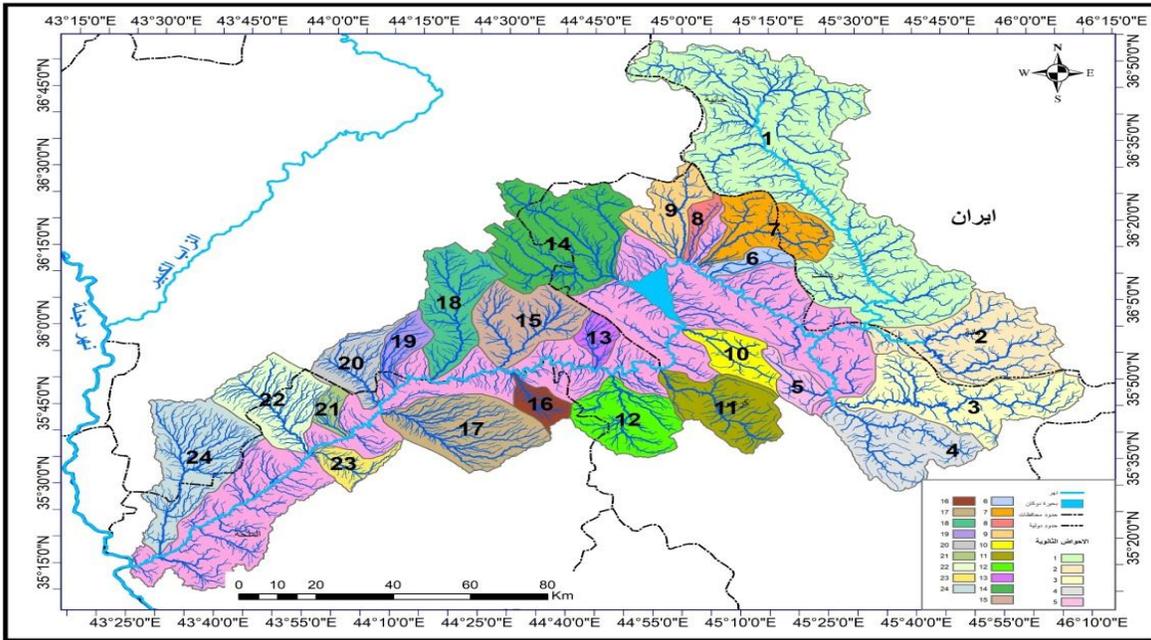
رقم الحوض	مساحة الحوض / كم ²	محيط الحوض / كم	طول الحوض / كم	اقصى طول للحوض / كم	عرض الحوض / كم
الحوض الرئيس	18932	1110	423	254	114
.1	3329	412	115	113	53
.2	963	151	54	53	32
.3	965	180	65	63	22
.4	698	126	45	44	25
.5	165	67	26	25	11
.6	122	58	38	35	34
.7	535	114	39	36	33
.8	103	58	25	24	7
.9	377	102	33	32	17
.10	276	84	34	29	16
.11	557	108	39	37	19
.12	537	98	31	29	26
.13	134	50	20	19	11
.14	1122	167	46	44	43
.15	587	100	31	30	28
.16	152	61	23	20	9
.17	746	113	48	37	25
.18	609	128	50	47	13

11	28	30	68	177	.19
21	25	38	97	333	.20
11	18	20	50	102	.21
25	32	38	105	582	.22
11	17	30	73	170	.23
28	53	55	162	886	.24
531	890	973	2732	14227	المجموع
22.1	37.1	40.5	113.8	592.8	المعدل

المصدر: المرئية الفضائية DEM لمنطقة البحث لسنة 2015، واستخدام برنامج Arc Map10.0

بلغ أعلى عرض حوضي في حوض رقم (1) (53كم) وبين أقل عرض في حوض رقم (8) بلغ (7كم) وتشير هذه التباينات إلى تأثير المحيط الحوضي بشكل مباشر بتباين توزيع الصدوع واتجاهها وامتدادها فضلاً عن وجود الطيات التي تفصل بين الأحواض.

خريطة (5) أحواض التصريف المائي في حوض الزاب الصغير



المصدر: المرئية الفضائية DEM لمنطقة البحث لسنة 2015، واستخدام برنامج Arc Map10.5

ثانياً) خصائص الحوض الشكلية:

توجد عدة طرق رياضية لقياس الخصائص الشكلية للأحواض المائية التي من خلالها يمكن معرفة مقدار كمية المياه التي تستقبلها الأحواض ومدى إمكانية حدوث سيول فيها، ومنها:

1- نسبة الاستدارة: تشير نسبة الاستدارة إلى نسبة اقتراب أو ابتعاد شكل الحوض من الشكل المستدير المنتظم، إذ كلما اقتربت القيمة من الواحد الصحيح اقترب الحوض من الشكل الدائري والعكس صحيح، وتستخرج من المعادلة الآتية⁽¹⁾:

$$Rc = \frac{4\pi A}{P^2}$$

حيث ان A = مساحة الحوض، π = النسبة التقريبية الثابتة $\pi = 3.14$ ، Rc = نسبة استدارة الحوض، P^2 محيط الحوض.

من تطبيق المعادلة اعلاه تبين ان نسبة استدارة حوض نهر الزاب الصغير بلغت (0.19)، جدول (2) وهي نسبة تشير إلى ابتعاد شكل الحوض عن الشكل الدائري، وهذه القيمة لها دلالة هيدرولوجية منها تأخر وصول المياه إلى المجرى الرئيس. في حين تفاوتت نسب استدارة الأحواض الثانوية لذا فقد تم تصنيفها إلى ثلاث فئات والتي نتضح نتائجها في جدول (3)، والخريطة (6). يظهر من الجدول (3) ان الأحواض البعيدة عن الاستدارة قد شغلت المرتبة الأولى بواقع (12) حوض، تراوحت نسبها بين (0.25) للحوض رقم (1) وبين حوض رقم (15) بنسبة استدارة بلغت (0.74)، شكلت الفئة الثانية أحواض استدارتها متوسطة تراوحت نسبها بين (0.51 - 0.6).

جدول (2) الخصائص الشكلية لأحواض التصريف الثانوية في حوض الزاب الصغير

رقم الحوض	نسبة الاستدارة	نسبة الاستطالة	نسبة تماسك المحيط	معامل الشكل
الحوض الرئيس	0.19	0.36	2.26	0.10
1	0.25	0.57	2.01	0.25
2	0.53	0.65	1.37	0.33
3	0.37	0.54	1.63	0.23
4	0.55	0.66	1.35	0.34
5	0.46	0.56	1.47	0.24
6	0.46	0.33	1.48	0.08
7	0.52	0.67	1.39	0.35
8	0.38	0.46	1.61	0.16
9	0.46	0.66	1.48	0.35
10	0.49	0.55	1.43	0.24
11	0.60	0.68	1.29	0.37
12	0.70	0.84	1.19	0.56
13	0.67	0.65	1.22	0.34
14	0.51	0.82	1.41	0.53
15	0.74	0.88	1.16	0.61
16	0.51	0.61	1.40	0.29

(1) شوقي شحادة أحمد ناصر، مقارنة بين نمودجي الارتفاعات الرقمية (SRTM30&ASTWE GDEM) في استخلاص الخصائص الموقومترية لحوض وادي تنزوفت (جنوب غرب ليبيا) المؤتمر والمعرض الدولي للتقنيات الجيومكانية، ليبيا جيوترك2، ليبيا، 2016، ص100.

0.32	1.17	0.64	0.73	17
0.24	1.46	0.56	0.47	18
0.20	1.44	0.50	0.48	19
0.23	1.50	0.54	0.44	20
0.26	1.40	0.57	0.51	21
0.40	1.23	0.72	0.66	22
0.19	1.58	0.49	0.40	23
0.29	1.54	0.61	0.42	24

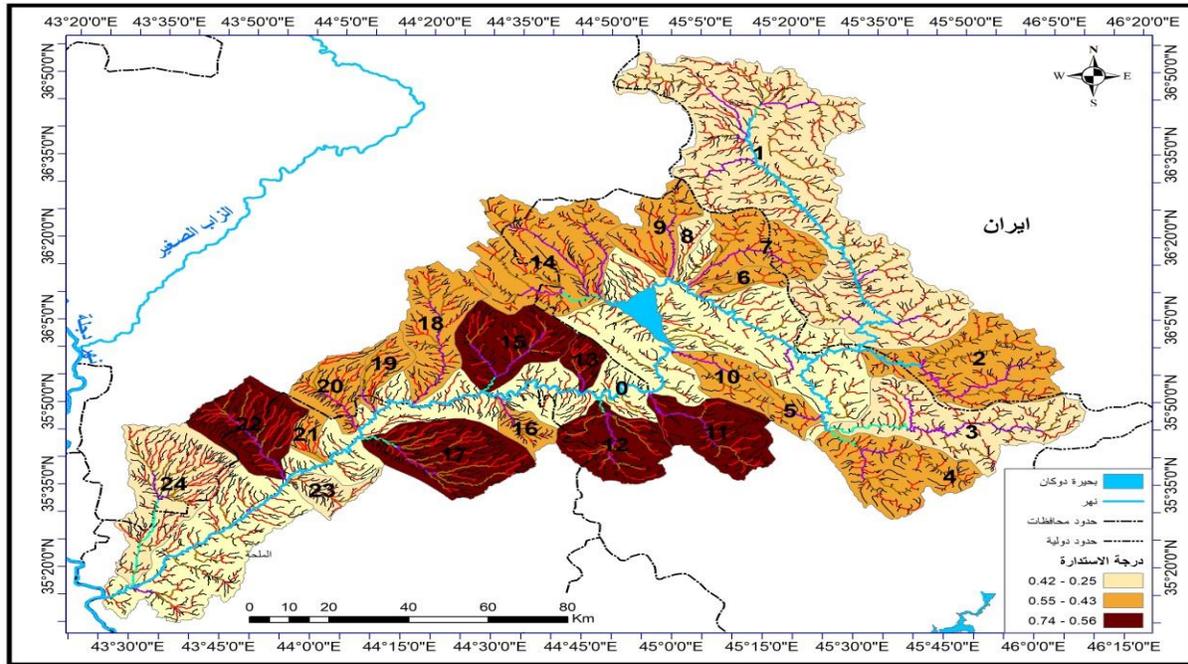
المصدر: المرئية الفضائية DEM لمنطقة البحث لسنة 2015، واستخدام برنامج Arc Map10.5

أما الفئة الثالثة وهي أحواض استدارتها عالية بلغ عدد الأحواض (3) وتتراوح نسبها بين (70-74)، تسهم هذه الأحواض في حدوث السيول وذلك بسبب استدارتها العالية، فضلاً عن سرعة وصول المياه إلى منطقة المصب إذ تراوح زمن تركيزها بين (5-7 ساعات)، يتابع جدول (11). يتبين من الجدول (3) إلى أن أغلب الأحواض الثانوية تميل إلى الاستطالة وهذا له دور على الجريان المائي في الأحواض إذ يسهم في ببطء وصول المياه إلى المجرى الرئيس وطول فترة التباطؤ.

جدول (3) فئات نسبة استدارة الأحواض الثانوية لنهر الزاب الصغير

أكثر من	الفئة الثالثة	أقل من	الفئة الثانية أحواض	أقل من	الفئة الأولى أحواض
0.70	أحواض استدارتها عالية	(0.70)	استدارتها متوسطة	(0.50)	استدارتها قليلة
0.70	12	0.53	2	0.19	الحوض الرئيس
0.74	15	0.55	+4	0.25	1
0.73	17	0.52	7	0.37	3
		0.60	11	0.46	4
		0.67	13	0.46	6
		0.51	14	0.38	8
		0.51	16	0.46	9
		0.51	21	0.49	10
		0.66	22	0.47	18
				0.48	19
				0.44	20
				0.40	23
				0.42	24

المصدر بالاعتماد على بيانات جدول (2).



خريطة (6) فئات نسب الاستدارة الاحواض الثانوية لحوض الزاب الصغير

المصدر: المرئية الفضائية DEM لمنطقة البحث لسنة 2015، واستخدام برنامج Arc Map10.0

2- نسبة الاستطالة:

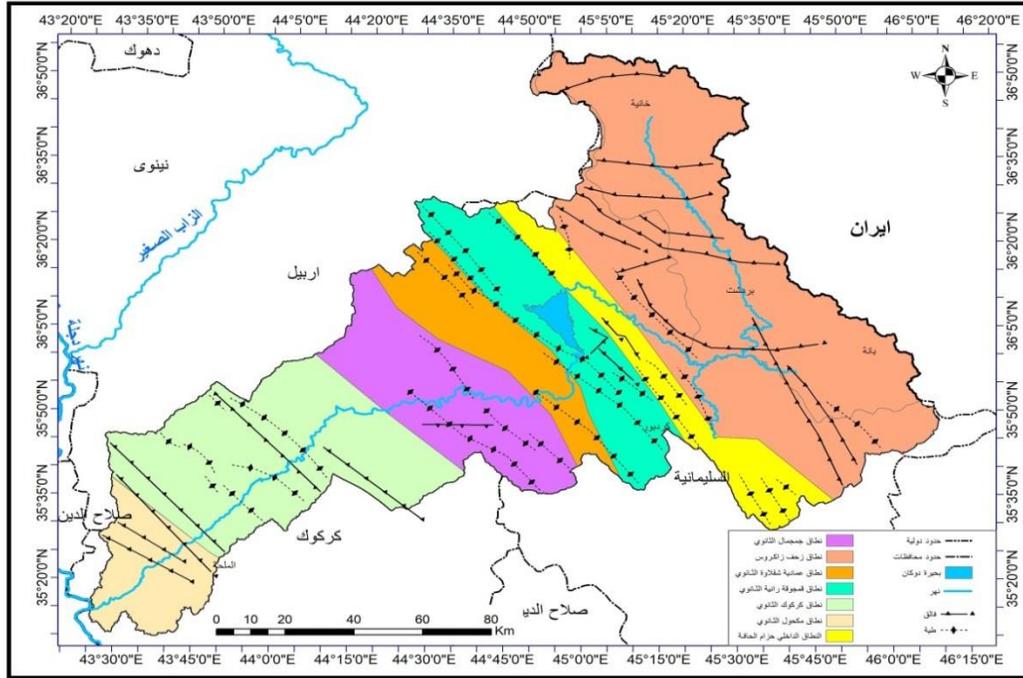
تشير نسبة الاستطالة إلى مدى اقتراب شكل الحوض من الاستطالة وتتراوح قيمته بين (صفر - 1) إذ ترتفع هذه النسبة في الأحواض الطولية، وتستخرج حسب المعادلة الرياضية الآتية⁽¹⁾:

$$\text{نسبة الاستطالة} = \frac{\text{قطر الدائر تساوي مساحة الحوض}}{\text{أقصى طول للحوض / كم}}$$

بلغت نسبة استطالة حوض نهر الزاب الصغير (0.36)، جدول (2) مما يدل على اقتراب شكل الحوض من الشكل المستطيل ويعود ذلك إلى تأثير الحوض بالحركات التكتونية المتمثلة بالصدوع والشقوق إذ أن الشبكة النهرية للحوض تتبع مسار واتجاه الفوالق إذ بلغ عدد الفوالق في منقطة الحوض (20) فالقاً إذ ان اغلب الفوالق تتركز في الأجزاء الشمالية من الحوض، يلاحظ الخريطة (7) في حين يبلغ عدد الطيات (26) طية، إذ أن وجود هذه الطيات يزيد من عمليات الحت التراجعي وزيادة في نسبة التضرس. وبالتالي يسهم في زيادة أطوالها بالنسبة إلى عرضها، مما يعكس ذلك على زمن التركيز وزمن تباطؤ حوض التصريف وبالتالي يسهم في جريان المياه لأطول مسافة على طول المجرى الرئيس، صورة (2 و3).

⁽¹⁾ Schumm. S.A, Evolution of Drainage Systems and slops in Bad land at pertl, Amboy, New Jersey, Geol ,soc, Amer, Bull,V 67,pp597- 646.

خريطة (7) الانطقة التركيبية والفوالق والطيات في حوض الزاب الصغير



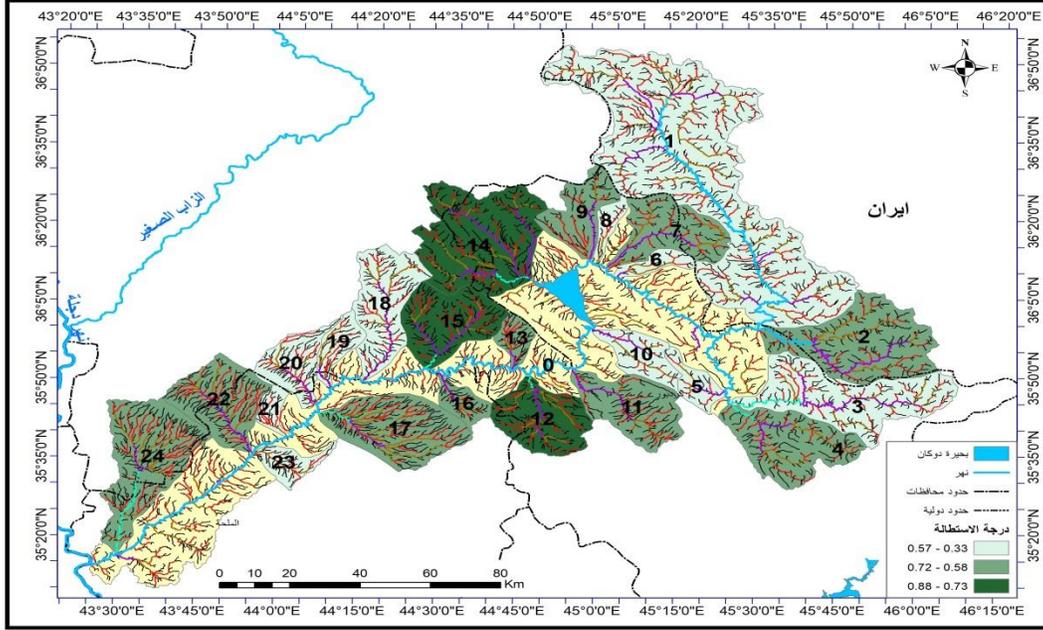
المصدر: اعتمادا على وزارة الصناعة والمعادن، الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، خريطة العراق البنيوية، مقياس 1:1000000، اعداد: فاروجان خاجيك سيساكيان لسنة 2000، وباستخدام برنامج Arc Gis 10.5. اما الاحواض الثانوية لحوض الزاب الصغير فقد تم تصنيفها إلى مجموعة من الفئات كما موضح في الجدول (4)، والخريطة (8).

جدول (4) فئات نسب استتالة حوض الزاب الصغير واحواضه الثانوية

أحواض تميل إلى الاستتالة (عالية)	اقل (0.60)	أحواض ذات استتالة متوسطة	بين (0.50 - 0.60)	أحواض غير مستتالة	اكثرمن (0.70)
1	0.57	2	0.65	12	0.84
3	0.54	4	0.66	14	0.82
5	0.56	7	0.67	15	0.88
6	0.33	9	0.66	22	0.72
8	0.46	11	0.68		
10	0.55	13	0.65		
18	0.56	16	0.61		
19	0.50	17	0.64		
20	0.54	24	0.61		
21	0.57				
23	0.49				

المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول (2).

خريطة (8) فئات نسب الاستطالة للاحواض الثانوية لحوض الزاب الصغير



المصدر: المرئية الفضائية DEM لمنطقة البحث لسنة 2015، واستخدام برنامج Arc Map10.5 و بيانات جدول (4).

وتبين أن اغلب الأحواض الثانوية تميل إلى الاستطالة إذ بلغ أعداد الأحواض التي تميل إلى الاستطالة (11) حوضاً وهي أحواض عالية الاستطالة، أما الفئة الثانية وهي ذات أحواض متوسط الاستطالة يبلغ عدد الأحواض (9) حوضاً ثانوياً في حين بلغ عدد الأحواض الغير مستطيلة (4) حوضاً ثانوياً. وتشير هذه النسب إلى ان الأحواض الثانوية كنهر الزاب الصغير تتبع مناطق الضعف في التكوينات الصخرية لاسيما المناطق المتأثرة بالتصدع والالتواء مما أسهم في اتخاذ أشكالها الشكل المستطيل.

صور (2 و3) توضح جريان نهر الزاب الصغير ضمن الطيات في الجزء الشمالي من الحوض



3- نسبة تماسك المحيط:

ويصف هذا المعامل اقتراب شكل الحوض أو ابتعاده عن الاستطالة أو الاستدارة فكلما ابتعدت النسبة عن الواحد الصحيح كان الحوض أكثر استطالة أما انخفاضه فيدل على أن الحوض يقترب من الشكل الدائري⁽¹⁾، ويستخرج وفق المعادلة الرياضية الآتية:

$$\text{نسبة المحيط} = \frac{1}{\sqrt{\text{نسبة تماسك المساحة}}}$$

من الجدول (2) يتضح ان نسبة تماسك حوض نهر الزاب الصغير بلغت (2.29) وهي تشير إلى ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري المنتظم واقترابه من الشكل المستطيل.

أما الأحواض الثانوية فتراوحت نسبة تماسك المحيط بين (1.16) لحوض رقم (15) الى (2.01) لحوض رقم (1) وهي نسبة تدل على ابتعاد الأحواض عن الشكل الدائري المنتظم واقترابها من الشكل المستطيل.

4- معامل الشكل:

يشير معامل الشكل على مدى تناسق شكل الحوض إذ أن القيم المنخفضة تدل على اقتراب الشكل من الشكل المثلث في حين القيم المرتفعة فتشير إلى اقتراب شكل الحوض من المربع، وتستخرج وفق المعادلة الآتية⁽²⁾:

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

بلغ معامل شكل حوض نهر الزاب الصغير (0.10) جدول (2) وهي نسبة منخفضة ويستدل من هذه القيمة على ان شكل الحوض يميل إلى الشكل المثلث ولها انعكاس على كمية التصريف المائي بمعنى ان حوض الزاب الصغير يستغرق زمن تركيز أطول فالمياه الجارية تقطع مسافة أطول من المنبع حتى المصب. أما الأحواض الثانوية لحوض الزاب الصغير نجدها تقترب من الشكل المثلث إذ تراوحت قيمها بين (0.3 - 0.8) ويعزى سبب ذلك إلى اتساع المساحة في منطقة المنبع أكثر من منطقة المصب، فضلاً عن كثرة وجود الطيات لاسيما حول حزام زاكروس في شمال الحوض إذ ان تصادم الصفائح التكتونية لاسيما العربية والإيرانية والتركية أدى إلى تعرض شبكة الأودية النهرية في الطيات إلى زيادة الحث المائي مما اسهم في زيادة في أطوالها أكثر من بقية الأحواض ذات المعامل الشكل بعيد عن الشكل المثلث كحوض رقم 12، 14، 15، 22 (0.56 - 0.53 - 0.61 - 0.40).

■ الخصائص التضاريسية:

1- نسبة التضرس: ويستخرج وفق المعادلة الآتية⁽³⁾

تضاريس الحوض (الفرق بين اعلى مستوى وادنى مستوى في الحوض)

طول الحوض م/كم

نسبة التضرس =

بلغ نسبة التضرس في حوض الزاب الصغير (13.6/ كم) تشير هذه النسبة إلى مدى تضرس الحوض ووعورته، إذ ترتفع نسبة التضرس كلما زاد الفرق بين اعلى منسوب واخفض منسوب داخل الحوض لاسيما وان اعلى ارتفاع يبلغه الحوض في الأجزاء الشمالية منه عند المنابع العليا تبلغ (3.590 م) وأوطأ نقطة عند منطقة المصب والتي تبلغ (122م)، يلاحظ الخريطة (3) مما يدل على ان الحوض ما زال في المراحل الأولى من دورته التحتائية.

(1) Boulton G., Morphometric Analysis of River Basin characteristics, London, 1955, P4.

(2) Horton., R.E., Erosional Development of streams and their Basins, Geol. Soc. Amer, Ball, V.56, 1945m P275.

(3) حسن رمضان سلامة، أصول الجيومورفولوجيا، دار الميسرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، 2007، ط2، ص183.

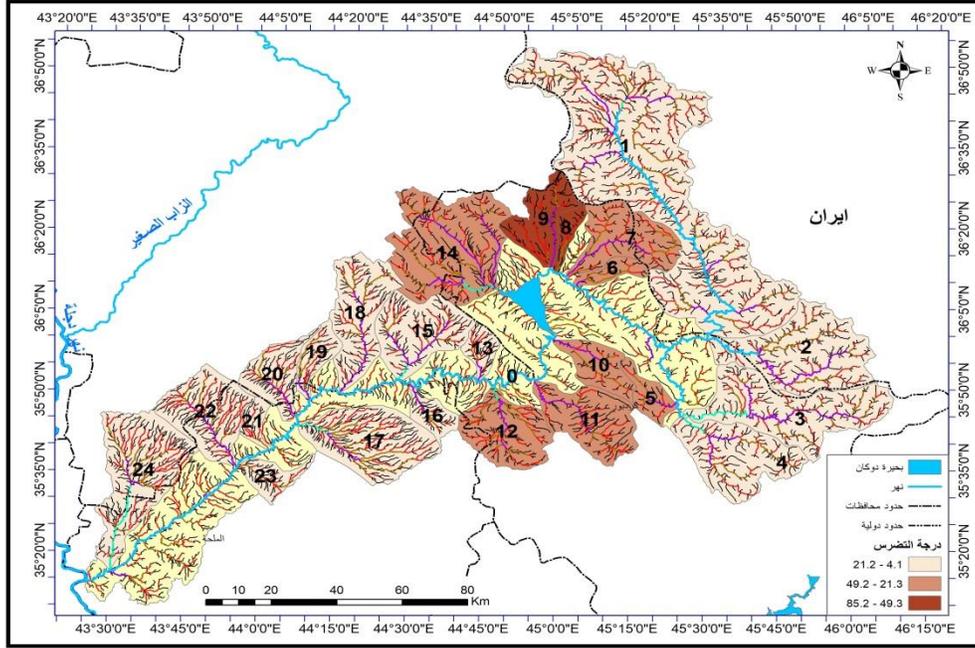
تم تصنيف الأحواض الثانوية إلى ثلاث فئات جدول (5) والخريطة (9) إذ تبين ان اقل نسبة تضرس كانت في الأحواض نسب تضرسها اقل من (10م/ كم) وهي تشمل الأحواض التي تحمل الأرقام (17، 18، 20، 22، 23، 24) جدول (4)، أما الأحواض التي ترتفع فيها نسب التضرس فنجدها في الفئات التي يصف نسب تضرسها بين (10-30م/كم) وأكثر من 30، ونجد ان اعلى قيم التضرس في الأحواض رقم (7، 8، 9، 10، 12، 14) بلغت نسبتها (32.8/كم) و(85.2 م/كم) و(66.7/كم) و(41.1/كم)، و(49.2/كم) و(30.1 م/كم) و(34.7 م/كم).

جدول (5) فئات نسب تضرس الأحواض الثانوية لحوض الزاب الصغير

احواض الفئة الأولى	تضرسها اقل من (10)	احواض الفئة الثانية	تضرسها بين (10 - 30)	احواض الفئة الثالثة	تضرسها اكثر من (30)
17	9.0	1	20.6	7	32.8
18	9.9	2	18.2	8	85.2
20	6.1	3	11.2	9	66.7
22	4.1	4	13.4	10	41.1
23	7.4	5	26.9	11	49.2
24	9.8	6	25.5	12	30.1
		13	15.5	14	34.7
		15	21.2		
		16	14.9		
		19	11.9		
		21	10.7		

المصدر: المرئية الفضائية DEM لمنطقة البحث لسنة 2015، واستخدام برنامج Arc Map10.5

خريطة (9) فئات نسب التضرس الاحواض الثانوية لحوض الزاب الصغير



المصدر: المرئية الفضائية DEM لمنطقة البحث لسنة 2015، واستخدام برنامج Arc Map 10.5

وتشير القيم المنخفضة إلى طبيعة الصخور المتكشفة وهي ضعيفة المقاومة لعملية الحث المائي. في حين جاءت الفئة الثانية والثالثة بنسب تضرس عالٍ، تعكس هذه الفئات درجة تأثر الحوض بالحركات التكتونية وما يرافقها من انتشار الفوالق وتكون الطيات، خريطة (4) يلاحظ انتشار الفوالق في منطقة حوض الزاب الصغير والتي تأخذ اتجاهات منها (شمال شرق - جنوب غرب) ولاسيما وأنها تتركز في الجزء الشمالي من الحوض إذ أن وجود هذه الفوالق يسهم في تزايد حاد في نسبة التضرس فضلاً عن زيادة درجة انحدار السطح، إذ تؤدي زيادة التضرس إلى زيادة الكثافة التصريفية وبالتالي يؤدي إلى حدوث السيول وما ينتج عنها من سرعة في زمن التركيز وانخفاض معدلات التسرب في الحوض.

2- قيمة الوعورة:

يشير هذ المعامل إلى العلاقة بين تضرس الحوض وأطوال الشبكة النهرية⁽¹⁾ ويتم حسابها من المعادلة الآتية⁽²⁾.

$$\text{تضريس الحوض (م)} \times \text{الكثافة التصريفية كم}^2/\text{كم}^2$$

1000

قيمة الوعورة=

بتطبيق المعادلة بلغت قيمة وعورة حوض الزاب الصغير (2.28 كم²/م) وتشير هذه القيمة إلى شدة تضرس الحوض وزيادة في الكثافة التصريفية، يلاحظ صور (4 و 5) إذ أن لهذه الزيادة دورة في زيادة نشاط العمل الحثي والنقل الرسوبيات مما يسهم في تكون أشكال ارسابية اقل تضرساً وأبعد مسافة.

(1) محمد صبري محسوب، جيومورفولوجية الاشكال الأرضية، دار الفكر العربي، القاهرة، 2009، ص 223.

(2) خلف حسين علي الدليمي، علم اشكال الأرض التطبيقية (الجيومورفولوجيا التطبيقية)، ط1، دار صفاء للطباعة والنشر والتوزيع، عمان، 2012، ص 367.



صور (4 و 5) توضح جريان نهر الزاب الصغير ضمن مناطق مزرسة في الجزء الشمالي منه

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2019/2/6

تباينت قيم الوعرة في الأحواض الثانوية إذ بلغت أعلى قيمة (1.28 كم²/م) لحوض رقم (1) وأقل قيمة (0.13) لحوضي رقم (22 و 23) لذا تم تصنيفها إلى الفئات الآتية:

■ الفئة الأولى: أحواض ذات قيم وعورة (1 كم²/م):

تراوحت قيم هذه الفئة بين (0.13 - 0.98) بين حوضي رقم (22) و (23) وبين أعلى قيمة في حوض رقم (14).

■ الفئة الثانية: أحواض ذات قيم وعورة أكثر من (1 كم²/م):

وهي تضم حوض رقم (1) بلغت قيمة الوعرة (1.28)، حوض رقم 8 (1.36)، وحوض رقم (9) (1.32)، وحوض رقم (11) (1.26). يستدل من قيم وعورة المخفضة إلى أن الأودية تجري في مناطق قليلة التضرس في حين أن قيم الوعرة المرتفعة ترتفع عند زيادة تضاريس الحوض وعند زيادة أطوال الشبكة النهرية.

3- المنحني الهيسومتري:

يعنى بالتحليل الهيسومتري دراسة العلاقة بين المساحة الحوضية النسبية والارتفاعات النسبية للحوض، وهي تعبر عن العلاقة الهيسومترية في صور منحني مطلق يعبر عن المناسيب بالامتار وعلاقتها بمساحات سطح الأرض المقابلة لها بالكيلومترات المربعة⁽¹⁾. ويستخرج المعامل الهيسومتري وفق المعادلة الآتية: (2)

الارتفاع النسبي

المساحة النسبية

= المعامل الهيسومتري

إذ أن: الارتفاع النسبي: النسبة بين ارتفاع أي خط مختار إلى أقصى ارتفاع في الحوض.

المساحة النسبية: النسبة بين المساحة المحصورة بين أي خط كنتور ومحيط الحوض إلى المساحة الكلية لنفس الحوض. بالاعتماد على المعادلة أعلاه يتبين من الجدول (6) ومخطط منحني المعامل الهيسومتري إلى أن الحوض لازال في مرحلة الشباب إذ بلغت كمية المواد المزالة بعملية التعرية المائية (21.3%) في حين بلغت الكمية المتبقية التي تنتظر دورها في عملية الحت المائي

(1) فتحي عبد العزيز أبو راضي، الأصول العامة في الجيومورفولوجيا، علم أشكال يابس سطح الأرض، ط1، دار النهضة العربية، بيروت، 2004، ص128.
(2) حسن رمضان سلامة، أصول الجيومولوجيا، ط2، دار المسيرة، عمان، 2007، ص183.

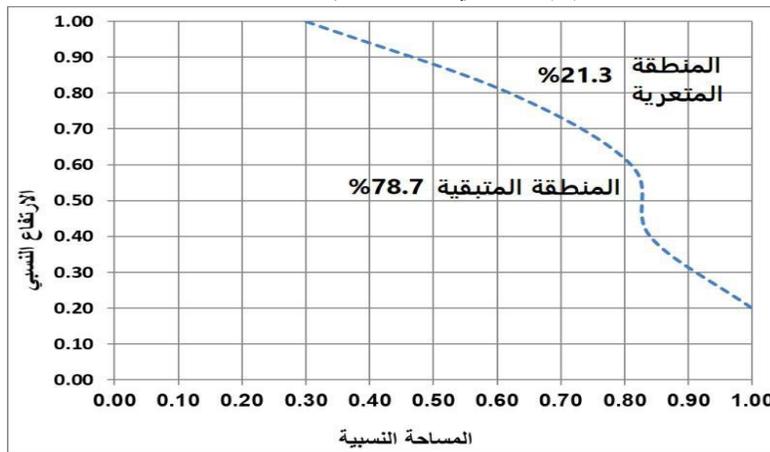
(78.8%)، الشكل (1) وهي قيمة تشير إلى مرحلة عدم اتزان حوض الزاب الصغير إذ يتصف المجرى بقلة الترسيب ونشاط عملية التعرية المائية، أي بمعنى انه لم يصل إلى مرحلة متقدمة من مراحل النشاط الحثي.

جدول رقم (6) المساحات والنسب وفرق الارتفاع في حوض الزاب الصغير

المساحة المتراكمة	المساحة النسبية	المساحة	الارتفاع التراكمي	الارتفاع النسبي	فرق الارتفاع	الارتفاع
0.30	0.30	5648.5	0.2	0.200	500	500
0.62	0.32	5982.2	0.4	0.200	500	1000
0.81	0.19	3688.4	0.6	0.200	500	1500
0.84	0.03	582.4	0.8	0.200	500	2000
1.00	0.16	3030.5	1	0.200	500	2500

المصدر: المرئية الفضائية DEM لمنطقة البحث لسنة 2015، واستخدام برنامج Arc Map10.0

شكل (1) المنحني الهيسومتري لحوض نهر الزاب الصغير



المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول (6)، واستخدام برنامج Arc Map10.5

4- كثافة الصرف الطولية: يقصد بكثافة الصرف الطولية حاصل قسمة الطول الكلي للروافد والمجري المائية في حوض الصرف على مساحة الحوض،⁽¹⁾ وتستخرج وفق المعادلة الآتية⁽²⁾:

$$D_D = \frac{LU}{A}$$

DD = كثافة الصرف، LU = مجموع أطوال الاودية، A = مساحة الحوض.

بلغت كثافة التصريف الطولية لحوض نهر الزاب الصغير (0.66) كم²/كم²، جدول (7) وهي نسبة منخفضة، يعود الانخفاض في كثافة الصرف الطولية إلى تباين التركيب الصخري لحوض الزاب الصغير بين المناطق المتخرسة ذات الصخور الصماء التي تتمتع بتساقط مطري غزير في الجزء الشمالي من الحوض، فيما نجد بعض صخوره في الجزء الجنوبي ذات صخور تمتاز بنفاذية عالية ترتفع فيها معدلات التسرب. تباينت نسب الكثافة الطولية في الأحواض الثانوية قسمت إلى مجموعتين من الفئات، الفئة الأولى

(1) محمود محمد سعيد السلاوي، هيدرولوجية المياه السطحية، ط1، دار الجماهيرية للنشر والتوزيع والاعلان، بنغازي، 1989، ص471.

(2) Vipin, Kumar, Study of Drainage Frequency and Drainage Density of somb drainage basin in lower shivalik hills, India, department of Geography, Banasthali University, International Journal of Arts, Humanities and Management studies, ISSN NO. 2395-0692, July. 2017 , P87.

تراوحت نسبها بين (0.50-0.58 كم²/كم²) والفئة الثانية تراوحت بين (0.60-0.93) كم²/كم². تشير كثافة التصريف المائية إلى سرعة حدوث ذورة الجريان في حين تدل قلة كثافة التصريف إلى تأخر استجابة الحوض⁽¹⁾.

جدول (7) فئات الكثافة التصريفية الطولية

كثافة تصريف طولية أكثر من (60 كم ² /كم ²)	الأحواض الفئة الثانية	كثافة تصريف طولية أقل من (60 كم ² /كم ²)	أحواض الفئة الأولى
0.60	4	0.54	1
0.62	6	0.56	2
0.64	8	0.58	3
0.60	9	0.54	5
0.66	11	0.57	7
0.67	12	0.50	10
0.93	13		
0.62	14		
0.69	15		
0.80	16		
0.89	17		
0.67	18		
0.87	19		
0.83	20		
0.83	21		
0.87	22		
0.61	23		
0.82	24		

المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول (1 و 8).

■ خصائص الشبكة المائية:

1- المراتب النهرية:

تم الاعتماد في احتساب المراتب النهرية في حوض نهر الزاب الصغير على طريقة سترهلمر، يتبين من خريطة الشبكة النهرية رقم (10) ان مجموع اعداد المجاري المائية في حوض الزاب الصغير بلغت (4796 كم) وادياً والذي يعد من المرتبة السابعة اما مجموع اطوال الشبكة النهرية بلغت (12599 كم)، ويلاحظ ان اعدادها تتناقص مع زيادة الرتب جدول (8)، ان لزيادة اطوال الاودية النهرية انعكاس في سرعة الجريان المائي فكلما زادت اطوال الاودية زاد من زمن تركيز الحوض. ولهذا فهو مؤشر على تأخر وصول حوض الزاب الصغير الى قمة الفيضان.

(1) خليفة درادكة، هيدرولوجيا المياه الجوفية، دار مجدلاوي للنشر والتوزيع الأردن، 1987، ص 166.

تباينت اعداد الشبكة النهرية في الأحواض الثانوية لذا أمكن تصنيفها إلى عدة فئات جدول (9)، وخرائط (11) تضمنت أحواض الفئة الأولى من خمس مراتب نهرية يبلغ اعداد الأحواض (9) تراوحت اعداد الاودية بين (768 وادياً) للحوض رقم (1) و(167) وادياً للحوض رقم (4)، في حين بلغ اعداد أحواض المرتبة الرابعة (12) حوضاً تراوحت بين (152) وادياً في حوض رقم (18) و(28) وادياً في حوض رقم (6)، اما المرتبة الثالثة فتضمنت ثلاث احواض، حوض رقم (8) بلغ (25) وادياً، وحوض رقم (21) بلغ (24) وادياً، واخيرا حوض رقم (23) بلغ (56) وادياً.

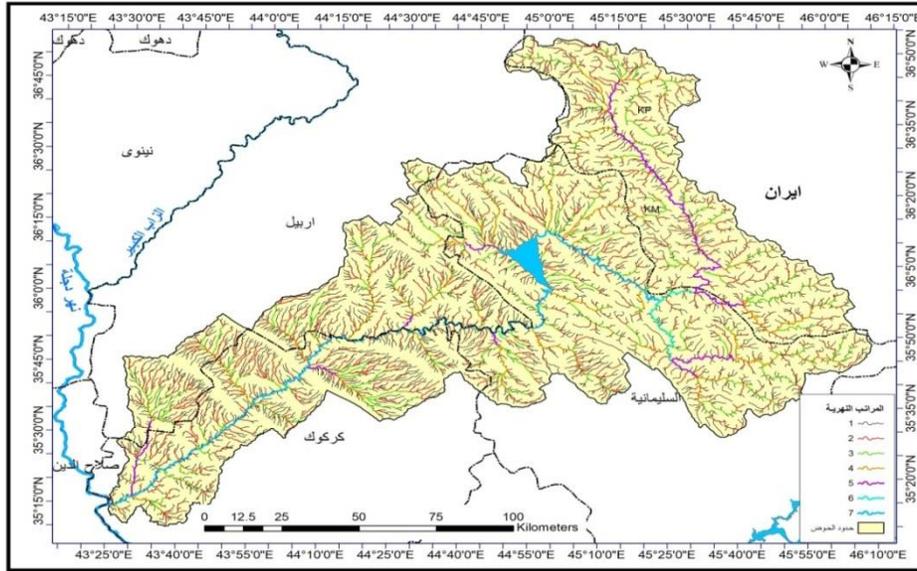
جدول (8) اطوال واعداد المجاري المائية في الاحواض الثانوية لحوض الزاب الصغير

رقم الحوض	المراتب النهرية	المرتبة الاولى	المرتبة الثانية	المرتبة الثالثة	المرتبة الرابعة	المرتبة الخامسة	المرتبة السادسة	المرتبة السابعة	المجموع
الحوض الرئيس	عدد الاودية	3712	859	176	37	9	2	1	4796
	اطوال الاودية	6551	3200	1452	699	294	50	353	4796
1	عدد الاودية	621	111	26	9	1			768
	اطوال الاودية	977	356	232	90	141			1796
2	عدد الاودية	180	33	6	2	1			222
	اطوال الاودية	272	109	85	55	22			543
3	عدد الاودية	182	37	10	2	1			232
	اطوال الاودية	272	121	72	66	29			560
4	عدد الاودية	133	28	3	2	1			167
	اطوال الاودية	238	96	48	22	14			418
5	عدد الاودية	27	7	2	1	-			37
	اطوال الاودية	43	21	14	11	-			89
6	عدد الاودية	19	6	2	1	-			28
	اطوال الاودية	34	14	24	4	-			76
7	عدد الاودية	90	20	4	1	-			115
	اطوال الاودية	144	78	49	36	-			307
8	عدد الاودية	19	5	1	-	-			25
	اطوال الاودية	34	19	13	-	-			66
9	عدد الاودية	70	13	4	1	-			88
	اطوال الاودية	108	75	19	24	-			226
10	عدد الاودية	49	13	3	1	-			66
	اطوال الاودية	64	24	29	20	-			137
11	عدد الاودية	104	24	3	1	-			132
	اطوال الاودية	217	94	21	33	-			365

157			1	2	9	32	113	عدد الاودية	12
360			6	24	67	96	167	اطوال الاودية	
44			-	1	2	8	33	عدد الاودية	13
124			-	8	9	36	71	اطوال الاودية	
284			6	5	15	50	208	عدد الاودية	14
692			14	84	90	143	361	اطوال الاودية	
147			1	2	8	24	112	عدد الاودية	15
403			7	37	33	101	225	اطوال الاودية	
49			-	1	3	9	36	عدد الاودية	16
121			-	15	11	17	78	اطوال الاودية	
188			1	2	9	36	140	عدد الاودية	17
667			12	17	108	174	356	اطوال الاودية	
152			-	1	6	26	119	عدد الاودية	18
405			-	44	46	94	221	اطوال الاودية	
39			-	1	3	6	29	عدد الاودية	19
154			-	10	30	38	76	اطوال الاودية	
97			-	1	3	24	69	عدد الاودية	20
276			-	19	24	74	159	اطوال الاودية	
24			-	-	1	5	18	عدد الاودية	21
85			-	-	7	37	41	اطوال الاودية	
147			-	1	6	28	112	عدد الاودية	22
507			-	32	63	159	253	اطوال الاودية	
56			-	-	1	13	42	عدد الاودية	23
103			-	-	22	32	49	اطوال الاودية	
233			1	2	11	36	183	عدد الاودية	24
730.7			32	13.7	86	208	391	اطوال الاودية	

المصدر: المرئية الفضائية DEM لمنطقة البحث لسنة 2015، واستخدام برنامج Arc Map10.5

خريطة (10) المراتب النهرية لحوض الزاب الصغير



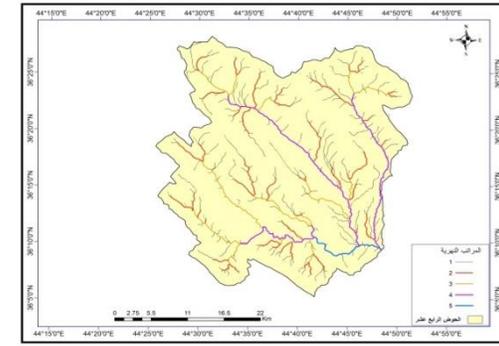
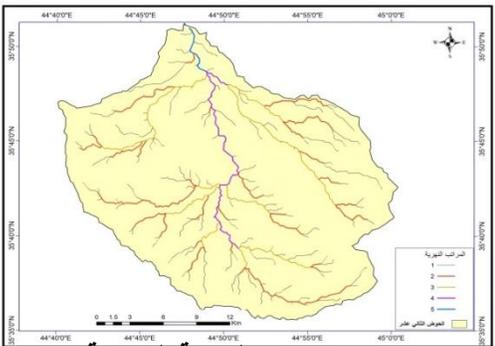
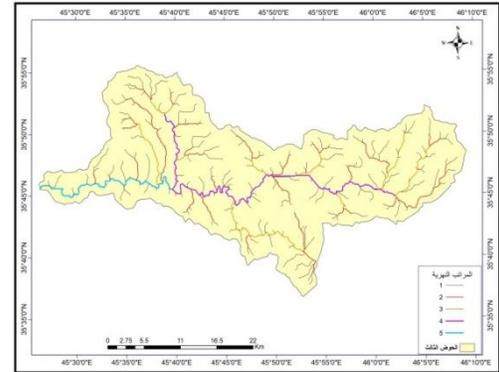
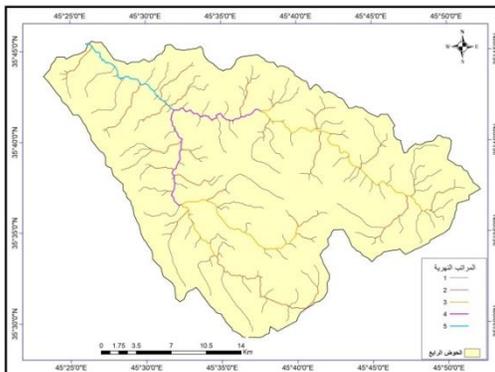
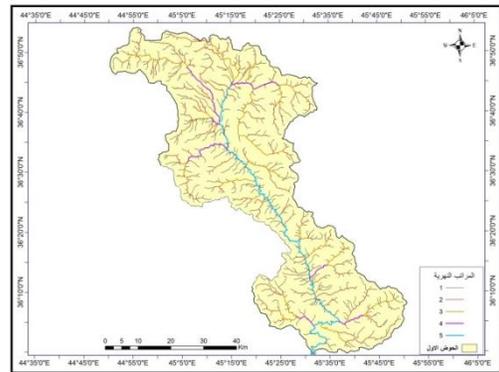
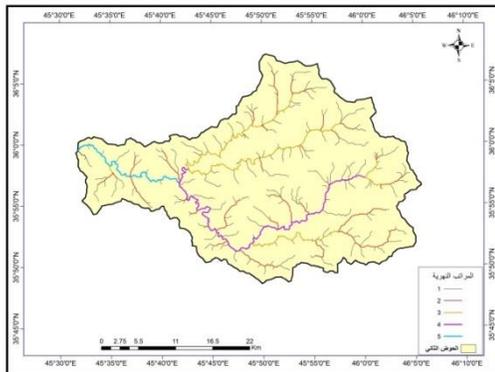
المصدر: المرئية الفضائية DEM لمنطقة البحث لسنة 2015، واستخدام برنامج Arc Map10.0

جدول (9) فئات المراتب النهرية في الأحواض الثانوية لنهر الزاب الصغير

مجموع اعداد الاولية	فئة أحواض المرتبة الثالثة	مجموع اعداد الاولية	فئة أحواض المرتبة الرابعة	مجموع اعداد الاولية	فئة أحواض المرتبة الخامسة
25	8	37	5	768	1
24	21	28	6	222	2
56	23	115	7	232	3
		88	9	167	4
		66	10	157	12
		132	11	284	14
		44	13	147	15
		49	16	188	17
		152	18	233	24
		39	19		
		97	20		
		147	22		

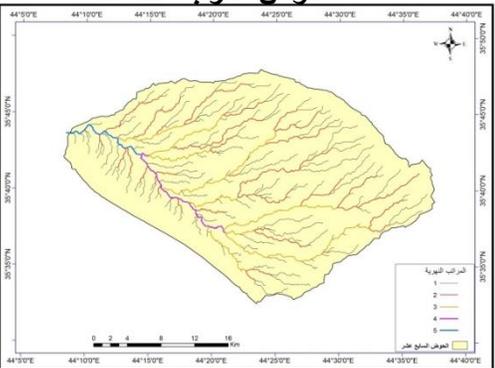
المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (8).

خرائط (11) احواض المرتبة الخامسة

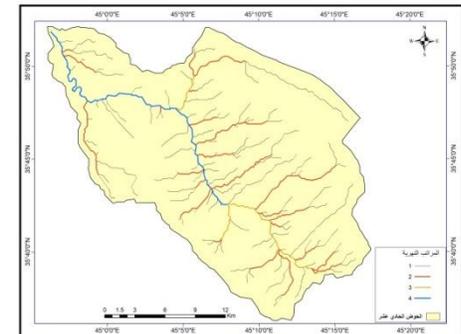
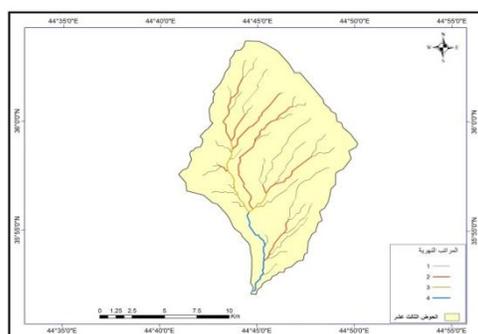
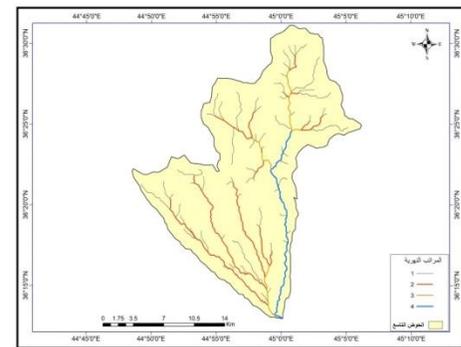
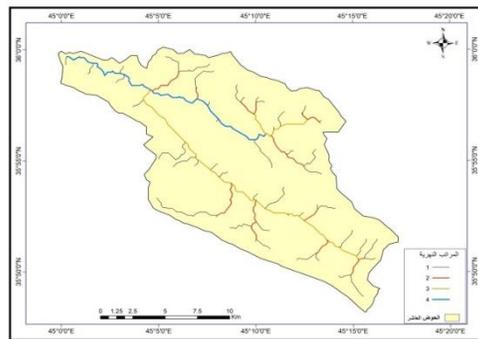
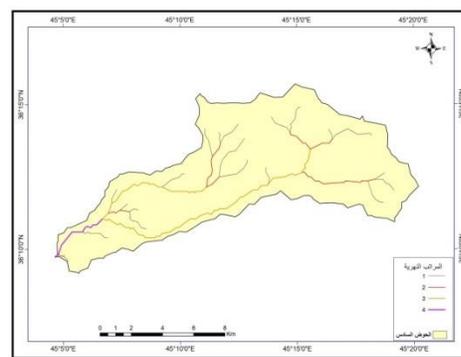
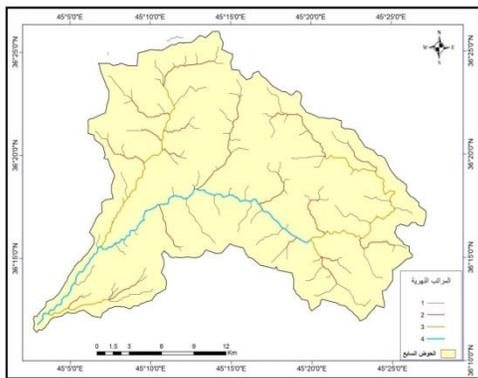
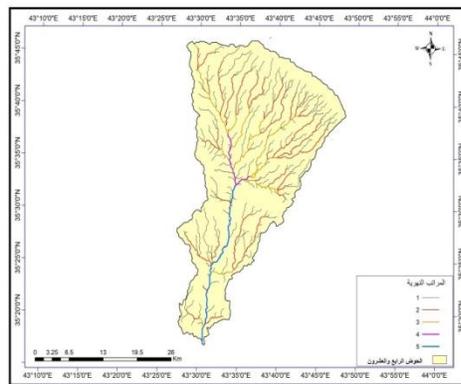
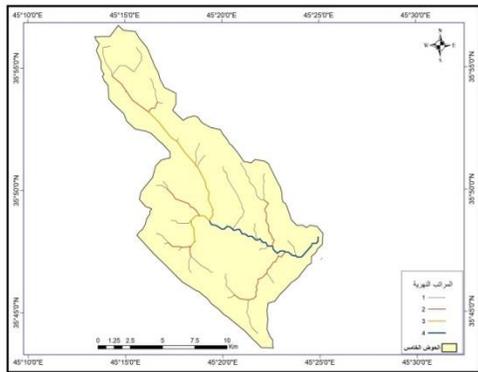


حوض المرتبة الخامسة

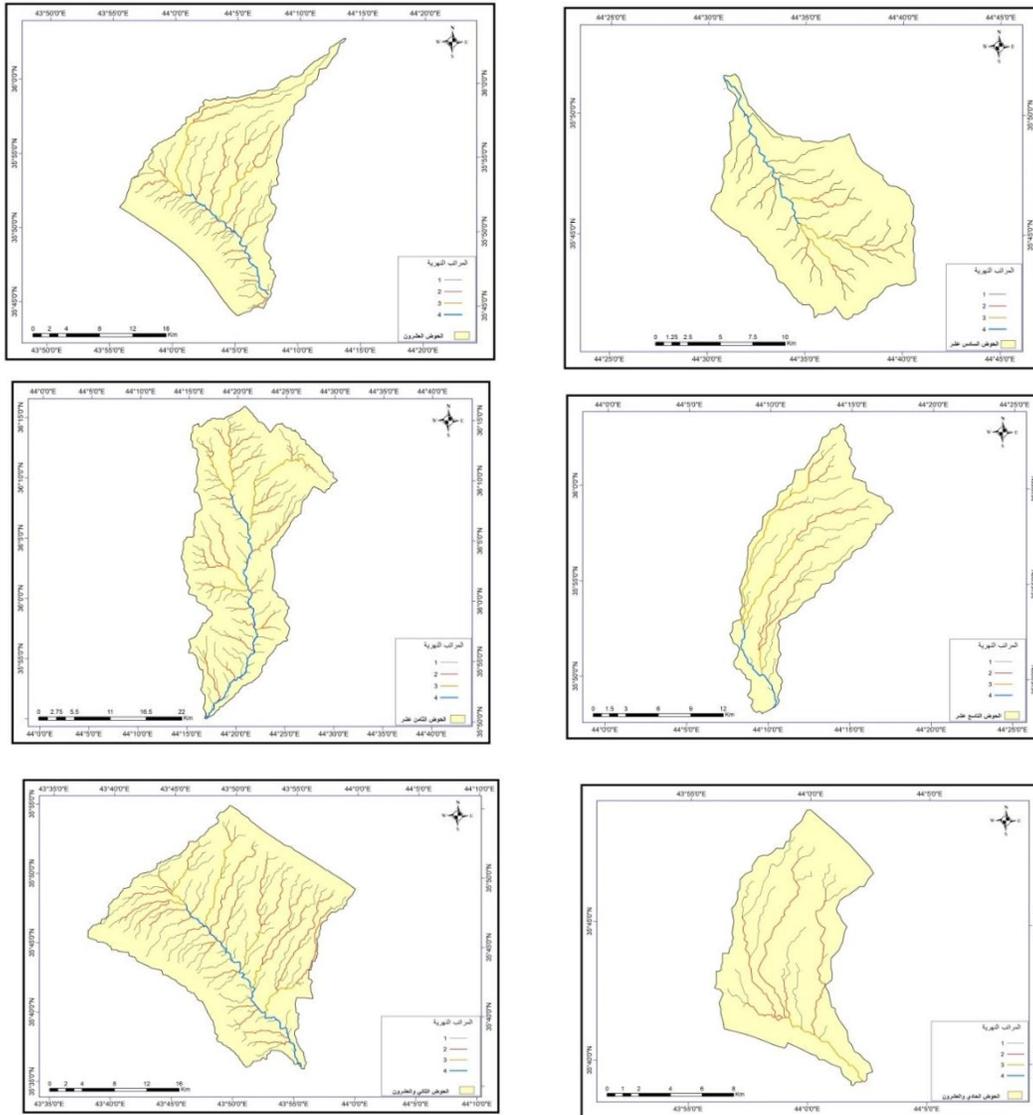
حوض المرتبة الرابعة



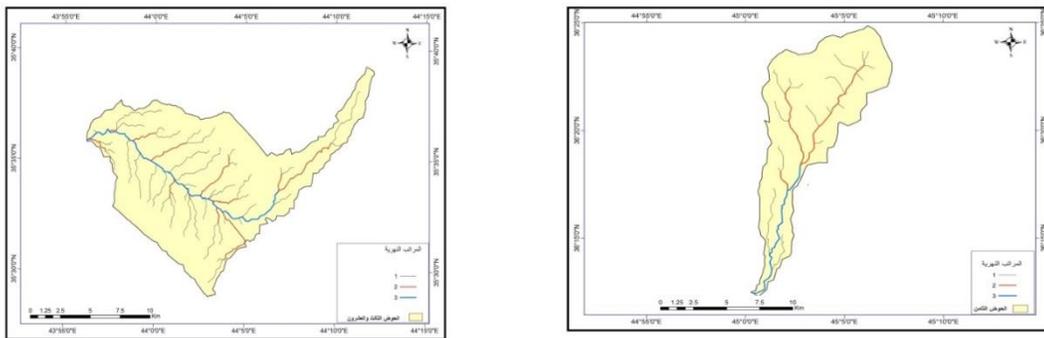
احواض المرتبة الرابعة



حوض المرتبة الثالثة



احواض المرتبة الثالثة



المصدر: المرئية الفضائية DEM لمنطقة البحث لسنة 2015، واستخدام برنامج Arc Map10.0

2- نسبة التشعب:

تعرف نسبة التشعب على انها قسمة عدد المجاري في رتبة معينة على عدد المجاري في الرتبة التي تليها، ويتم استخراجها بالعلاقة الآتية⁽¹⁾:

$$\text{نسبة التشعب النهري} = \frac{\text{عدد المجاري المائبة التابعة لرتبة معينة}}{\text{عدد المجاري للرتبة المائبة التالية لها}}$$

بلغت نسبة التشعب في حوض الزاب الصغير (4.32) الرتبة الأولى وبين (2) للرتبة السابعة، بينما بلغ معدل التشعب (3.50) جدول (10)، وتشير هذه القيمة إلى شدة التقطع الحوض بفعل الجريان المائي، إذ بلغت مساحة الأراضي المتأثرة، بشدة القطع النهري (8259.5 كم²)، وبنسبة (43.63%) من مساحة منطقة البحث وبدرجة انحدار تراوحت بين (16- 29.9 °) وهذا يدل على أن اغلب مساحة الحوض لا تزال نشطة في عملها حتي لاسيما ضمن الأجزاء الشمالية من الحوض ذات الانحدار الذي يتراوح بين (16- 29.9 °).

ويتضح من الجدول (10) عدم وجود تناسب ما بين المراتب النهرية للاحواض ونسب تشعبها وبين اعداد المراتب العليا والدنيا، وهذا يدل على استمرار نشاط وتطور عمليات الحت المائي للاحواض لاسيما باتجاه المنابع العليا.

جدول (10) أعداد المجاري المائبة للرتب حوض نهر الزاب الصغير

المراتب النهرية	عدد الاودية	نسبة التشعب
المرتبة الأولى	3712	-
المرتبة الثانية	859	4.32
المرتبة الثالثة	176	4.88
المرتبة الرابعة	37	4.75
المرتبة الخامسة	9	4.11
المرتبة السادسة	2	4.5
المرتبة السابعة	1	2
المجموع	4796	24.56
المعدل	685.14	3.50

المصدر: المرئية الفضائية DEM لمنطقة البحث لسنة 2015، واستخدام برنامج Arc Map10.5

⁽¹⁾ محمود محمد عاشور، طرق التحليل الموفومتري لشبكات التصريف المائي، حولية كلية الانسانيات والعلوم الاجتماعية، العدد السابع، جامعة قطر، 1986، ص462.

جدول (10) أعداد المجاري المائية للرتب المختلفة ونسب ومعدلات التشعب في الأحواض الثانوية في حوض الزاب الصغير

حوض رقم (1)			حوض رقم (2)			حوض رقم (3)		
نسبة التشعب	عدد المجاري في الرتبة	رتبة	نسبة التشعب	عدد المجاري في الرتبة	رتبة	نسبة التشعب	عدد المجاري في الرتبة	رتبة
-	621	1	-	180	1	-	182	1
5.5	111	2	5.4	33	2	4.9	37	2
4.2	26	3	5.5	6	3	3.7	10	3
2.8	9	4	3	2	4	5	2	4
9	1	5	2	1	5	2	1	5
21.5	768	المجموع	15.9	222	المجموع	15.6	232	المجموع
4.3	153.6	المعدل	3.1	44.4	المعدل	3.1	46.4	المعدل
حوض رقم (4)			حوض رقم (5)			حوض رقم (6)		
نسبة التشعب	عدد المجاري في الرتبة	رتبة	نسبة التشعب	عدد المجاري في الرتبة	رتبة	نسبة التشعب	عدد المجاري في الرتبة	رتبة
-	133	1	-	27	1	-	19	1
4.7	28	2	3.8	7	2	3.1	6	2
9.3	3	3	3.5	2	3	3	2	3
1.5	2	4	2	1	4	2	1	4
2	1	5	9.3	37	المجموع	8.1	28	المجموع
17.5	167	المجموع	2.3	9.2	المعدل	2.0	7	المعدل
3.5	33.4	المعدل						
حوض رقم (7)			حوض رقم (8)			حوض رقم (9)		
نسبة التشعب	عدد المجاري في الرتبة	الرتب	نسبة التشعب	عدد المجاري في الرتبة	الرتب	نسبة التشعب	عدد المجاري في الرتبة	الرتب
-	90	1	-	19	1	-	70	1
4.5	20	2	3.8	5	2	5.3	13	2
5	4	3	5	1	3	3.2	4	3
4	1	4	8.8	25	المجموع	4	1	4

12.5	88	المجموع	4.4	8.3	المعدل	13.5	115	المجموع
3.1	22	المعدل				3.3	28.7	المعدل
حوض رقم (12)			حوض رقم (11)			حوض رقم (10)		
نسبة التشعب	عدد المجاري في الرتبة	الرتب	نسبة التشعب	عدد المجاري في الرتبة	الرتب	نسبة التشعب	عدد المجاري في الرتبة	الرتب
-	113	1	-	104	1	-	49	1
3.5	32	2	4.3	24	2	3.7	13	2
3.5	9	3	8	3	3	4.3	3	3
4.5	2	4	3	1	4	3	1	4
2	1	5	15.3	132	المجموع	11	66	المجموع
13.5	157	المجموع	3.8	33	المعدل	2.7	16.5	المعدل
2.7	31.4	المعدل						
حوض رقم (15)			حوض رقم (14)			حوض رقم (13)		
نسبة التشعب	عدد المجاري في الرتبة	الرتب	نسبة التشعب	عدد المجاري في الرتبة	الرتب	نسبة التشعب	عدد المجاري في الرتبة	الرتب
-	112	1	-	208	1	-	33	1
4.6	24	2	4.1	50	2	4.1	8	2
3	8	3	3.3	15	3	4	2	3
4	2	4	3	5	4	2	1	4
2	1	5	0.8	6	5	10.1	44	المجموع
13.6	147	المجموع	11.2	284	المجموع	2.5	11	المعدل
2.7	29.4	المعدل	2.2	56.8	المعدل			
حوض رقم (18)			حوض رقم (17)			حوض رقم (16)		
نسبة التشعب	عدد المجاري في الرتبة	الرتب	نسبة التشعب	عدد المجاري في الرتبة	الرتب	نسبة التشعب	عدد المجاري في الرتبة	الرتب
-	119	1	-	140	1	-	36	1
4.5	26	2	3.8	36	2	4	9	2
4.3	6	3	4	9	3	3	3	3
6	1	4	4.5	2	4	3	1	4

المجموع	49	10	5	1	2	المجموع	152	14.8
المعدل	12.2	2.5	المجموع	188	14.3	المعدل	38	3.7
			المعدل	37.6	2.8			
حوض رقم (19)			حوض رقم (20)			حوض رقم (21)		
الرتب	عدد المجاري في الرتبة	نسبة التشعب	الرتب	عدد المجاري في الرتبة	نسبة التشعب	الرتب	عدد المجاري في الرتبة	نسبة التشعب
1	29	-	1	69	-	1	18	-
2	6	4.8	2	24	2.8	2	5	3.6
3	3	2	3	3	8	3	1	5
4	1	3	4	1	3	المجموع	24	8.6
المجموع	39	9.8	المجموع	97	13.8	المعدل	8	2.8
المعدل	9.7	2.4	المعدل	24.2	3.4			
حوض رقم (22)			حوض رقم (23)			حوض رقم (24)		
الرتب	عدد المجاري في الرتبة	نسبة التشعب	الرتب	عدد المجاري في الرتبة	نسبة التشعب	الرتب	عدد المجاري في الرتبة	نسبة التشعب
1	112	-	1	42	-	1	183	-
2	28	4	2	13	3.2	2	36	5.0
3	6	4.6	3	1	13	3	11	3.2
4	1	6	المجموع	5.6	16.2	4	2	5.5
المجموع	147	14.6	المعدل	18.6	5.4	5	1	2
المعدل	36.7	3.6				المجموع	233	15.7
						المعدل	46.6	3.1

المصدر: اعتمادا المرئية الفضائية DEM لمنطقة البحث لسنة 2015، واستخدام برنامج Arc Map10.0

ثانياً: الخصائص الهيدرولوجية:

تعد دراسة الخصائص الهيدرولوجية ذات أهمية وذلك لمعرفة العلاقة بين تصرف الحوض ومدى أثرها في إحداث عمليات التعرية المائية على السطح ومن أهم العناصر هذه الدراسة:

1- زمن التركيز (TC):

يشير زمن التركيز إلى الوقت الذي تستغرقه مياه الأمطار الساقطة على الحوض من ابعده نقطة على محيط الحوض حتى منطقة المصب، ويتم الحصول على زمن التركيز من المعادلة الآتية⁽¹⁾

$$TC = 75 \frac{4(S)^{0.5} + (1.5L)}{0.8(H)^{0.5}}$$

$CT =$ زمن التركيز، $L =$ طول المجرى الرئيس، $H =$ فارق الارتفاع بين اعلى وادنى نقطة في الحوض، (0.8) و (0.5)

اسس ثابتة خاصة بطبيعة السطح. بتطبيق المعادلة اعلاه على حوض نهر الزاب الصغير وتبين ان الحوض يستغرق ما يقارب (10.20) ساعة منذ بداية العاصفة المطرية وحتى صول المياه إلى منطقة المصب، جدول (11).

يتبين من الجدول (11) ان سرعة (TC) في مجرى نهر الزاب الصغير منخفضة بالمقارنة مع مساحة الحوض البالغة (18932 كم²) إذ أن هناك جملة من العوامل أسهمت في تقليل سرعة الجريان في الحوض منها ان شكل الحوض يميل إلى الاستطالة وان الروافد في الأحواض المستطيلة تكون قصيرة وتزود المجرى الرئيس بشكل متباعد وهذا يعني انه عند حدوث عاصفة مطرية تصل الروافد الدنيا إلى قيمة فيضانها في وقت اسرع من الروافد العليا، لذا تعد الشبكة الدنيا للحوض ذات خطورة عالية بمعنى أن هناك تجزئة لحجم المياه الجارية في الوصول إلى نقطة المصب وهذا بدوره لا يؤدي إلى حدوث جريان مائي سريع ومفاجئ في المجرى الرئيس.

كما أن لطبيعة التكوين الصخري في حوض نهر الزاب الصغير اثر في تقليل سرعة زمن (TC) منها انه يجري ضمن جزئه الأدنى فوق الصخور المتكشفة تعود الى تكوينات باي حسن والمقدادية وانجانة وجميعها صخور فتاتية مثل الصخور الرملية والمدملكات والتي تمتاز بنفاذيتها مما تسهم في ضياع جزءاً من المياه بالتسرب والتبخر. كما عملت بحيرة دوكان على تقليل من سرعة المياه الجارية إذ عملت على تقليص كميات المياه الجارية، فضلاً عن السدود المقامة خلف البحيرة من شأنها ان تسهم في تنظيم تدفق المياه في مجرى النهر، لذا فان احتمالية تعرض حوض نهر الزاب الصغير لخطر السيول تكون متوسطة الخطورة وذلك لطول فترة زمن التركيز (TC).

أما الأحواض الثانوية فيمكن تصنيفها إلى الفئات الآتية:

• الفئة الأولى/ أحواض زمن تركيزها اقل من (5 ساعات):

وتشمل هذه الفئة خمسة عشر حوضاً من مجموع (24) حوضاً، يتراوح زمن تركيزها بين اعلى سرعة (4.2 ساعة) لحوض رقم (2) وبين اقل زمن في حوض رقم (8) بلغ (1.57 ساعة)، إذ أن معظم الأحواض الثانوية ذات خطورة عالية بسبب قلة زمن تركيزها، الخريطة (12).

ومن العوامل التي أسهمت في قصر زمن تركيز هذه الفئة ان اغلب احواضها تميل إلى الشكل المثلث قاعدته في المنابع العليا للأحواض ورأسه عند المصب وهذا يسهم في سرعة وصول المياه إلى المصب بسبب اتساع مساحتها عند المنابع اكثر من المصبات فضلاً عن تباين في الارتفاع والانخفاض والانحدار إذ ان لدرجة الانحدار دور في سرعة الجريان لاسيما وان منطقة البحث تمتاز بتباين في درجات الانحدار.

(1) Taton. T. Hydrologic De surface Ecoulemented surface ET Debits Des Crues, Ecolepoly, Techniques, Institute De Genine Rural Landanne, 1980,P45.

جدول (11) الخصائص الهيدرولوجية لحوض الزاب الصغير

رقم الحوض	زمن التركيز/ساعة	زمن التباطئ/ساعة	تقرير مدة الجريان السيلي كم/ ساعة	سرعة جريان السيل في المجاري والادوية كم/ ساعة	زمن الأساس للسيول يوم (Tb)
الحوض الرئيس	10.20	4.75	23.75	24.90	3.59
1	5.67	2.74	13.7	20.28	3.34
2	4.2	1.81	9.05	12.85	3.22
3	5.83	1.99	9.95	11.14	3.24
4	3.50	1.56	7.8	12.85	3.19
5	2.60	1.06	5.3	10	3.13
6	3.11	1.25	6.25	12.21	3.15
7	2.80	1.47	7.35	13.92	3.18
8	1.57	1.15	5.75	15.92	3.14
9	1.91	1.33	6.65	17.27	3.16
10	2.39	1.32	6.6	14.22	3.16
11	2.33	1.49	7.45	16.73	3.18
12	2.65	1.26	6.3	11.69	3.15
13	3.01	1.00	5	6.64	3.12
14	2.92	1.52	7.6	15.75	3.19
15	3.10	1.31	6.55	10	3.16
16	6.10	1.07	5.35	3.77	3.13
17	5.62	1.63	8.15	8.54	3.20
18	5.47	1.71	8.55	9.14	3.21
19	4.00	1.25	6.25	7.5	3.15
20	6.11	1.34	6.7	6.21	3.16
21	3.55	0.98	4.9	5.63	3.12
22	7.36	1.48	7.4	5.16	3.18
23	7.51	1.13	5.65	3.99	3.14
24	5.76	1.91	9.55	9.54	3.23

المصدر: بالاعتماد على المعادلات الهيدرولوجية

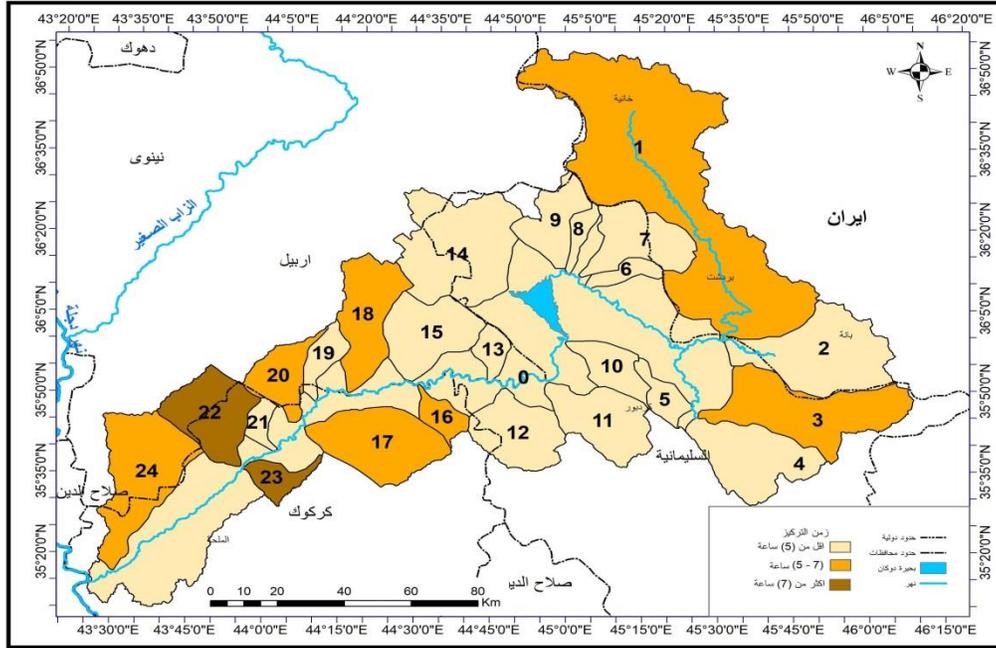
• الفئة الثانية / أحواض زمن تركيزها بين (5-7 ساعات):

تقع ضمن هذه الفئة سبع أحواض ثانوية من مجموع (24) حوضاً، تراوح زمن تركيزها (T_c) بين أعلى زمن تركيز بلغت (6.11) ساعة لحوض رقم (20) وبين أقل زمن تركيز (T_c) بلغ (5.47) ساعة لحوض رقم (18) وهو ما يجعل هذه الأحواض ضمن الفئات المتوسطة في درجة خطورة السيول.

• الفئة الثالثة/ أحواض زمن تركيزها أكبر من (7 ساعات):

وهي تشمل حوض رقم (22) بزمن تركيز (T_c) بلغ (7.36) ساعة ويعزى سبب طول فترة زمن تركيز هذه الفئة إلى قلة انحدارها إذ بلغ (0.25°) في حوض رقم (22) و(0.45°) في حوض رقم (23).

خريطة (12) فئات زمن تركيز الاحواض الثانوية لحوض الزاب الصغير



المصدر: بالاعتماد على معادلة (TC)

2- زمن التباطؤ:

يطلق على زمن التباطؤ بـ (تأخير الحوض) ويقصد به الفترة الزمنية من منتصف سقوط الأمطار حتى ذروة المنحني المائي ويستخر وفق المعادلة الآتية⁽¹⁾:

$$T_p = C_t(LL_c)^{0.3}$$

إذ أن:

L = أقصى طول لمجرى نهر من المخرج حتى مصب الحوض (كم).

L_c = طول مجرى النهر من المخرج حتى نقطة مقابلة لمركز الحوض (كم)

C_t = معامل الوقت وتتراوح قيمته بين (1.8 إلى 2.2)

(1) محمود محمد سعيد السلاوي، هيدرولوجية المياه السطحية، مصدر سابق، ص292.

بتطبيق المعادلة أعلاه ظهر ان زمن تباطؤ حوض نهر الزاب الصغير بلغ (4.75) ساعة، تفاوتت قيم زمن التباطؤ (Tp) في الأحواض الثانوية ما بين (0.98) ساعة في حوض رقم (21) إلى (2.74) ساعة في حوض رقم (1) يراجع جدول (11). يعود اسباب التباين في قيم زمن التباطؤ (Tp) إلى الاختلاف في مساحة الأحواض بلغت مساحة حوضي رقم (21) (102 كم^2) وهي بذلك تعد اصغر أحواض المنطقة مساحة، فيما بلغت مساحة حوض رقم (1) (3329 كم^2) وهو يعد اكبر أحواض المنطقة مساحة. في حين ان معظم أحواض المنطقة الأخرى تحتاج إلى (1.44 ساعة) حتى ينشأ جريان فعلي في اوديتها.

3- تقدير مدة الجريان السيلي (كم / ساعة): -

يشير هذا المعامل إلى المدة الزمنية التي تستغرقها المياه الجارية عبر أودية حوض حتى تصل إلى المصب، وتستخرج وفق المعادلة الرياضية الآتية⁽¹⁾:

$$T = N * hr$$

إذ أن

$$T = \text{الوقت المستغرق لاتمام عملية الجريان حتى النهاية (ساعة)}$$

$$N = \text{قيمة ثابتة مقدارها (5)، } Hr = \text{زمن التباطؤ (ساعة)}$$

ومن تطبيق المعادلة تبين نتائجها في جدول (11) بلغت مدة الجريان السيلي في حوض نهر الزاب الصغير (2.75 كم/ ساعة).

في حين تباين تقدير مدة الجريان السيلي في الأحواض الثانوية إذ بلغ أعلى مدة جريان في حوض رقم (1) وذلك لاتساع مساحة الحوض فضلاً عن جريان المياه ضمن المناطق ذات الانحدارات الشديدة التي تسمح بمرور المياه بصورة سريعة، وبين اقل قيمة في حوض رقم (21) بلغت (4.9 كم/ ساعة) وذلك بسبب صغر مساحته وقلة انحداره.

4- سرعة الجريان:

هو مؤشر مهم لقياس حجم المياه الجارية عبر المقطع النهري خلال وحدة الزمن أي انه عمل لسرعة المياه ومساحة المقطع العرضي للنهر، وتستخرج حساب سرعة جريان المياه وفق المعادلة الآتية⁽²⁾:

$$V = L/tc$$

$$V = \text{سرعة الجريان، } L = \text{طول حوض التصريف، } Tc = \text{زمن التركيز (ساعة)}$$

يتبين من نتائج المعادلة أعلاه ان المعدل الكلي لسرعة الجريان السطحي الأحواض الثانوية بلغت (10.87 كم/ساعة)، في حين بلغت سرعة الجريان في الحوض الرئيس (24.90 كم /ساعة)، بينما نجد هنالك تباين في سرعة الجريان السيلي للأحواض الثانوية إذ بلغت أعلى سرعة للجريان في حوض رقم (1) بلغت (20.28 كم/ ساعة) وبين اقل سرعة للجريان في حوض رقم (16) بلغ (3.77 كم²/ ساعة). يلاحظ صور (6 و7).

⁽¹⁾ H.M. Raghunath, Hydrology principles Analysis and Design, John wiley, New York, 1984, pp.158-159.

⁽²⁾ جهاد علي الشاعر، علم المياه "الهيدرولوجيا" ط3، جامعة دمشق، 2003، ص244.

صورة (7) مجرى نهر الزاب الصغير في المنابع العليا



صورة (6) توضح طبيعية الجريان نهر الزاب الصغير.



المصدر: الدراسة الميدانية 2-2-2019

5- زمن الأساس للسيول (Tb):

يشير إلى المدة الزمنية لامتداد السيول في الحوض من المنبع وحتى المصب وتتماثل هذه المدة في تغيراتها مع زمن التباطؤ، ويتم حسابها وفق المعادلة الآتية⁽¹⁾:

$$Tb(days) = 3 + \frac{tb(hr)}{8}$$

زمن الأساس للسيول (يوم) = $Tb(days)$

زمن التباطؤ = Tp

باستخدام المعادلة أعلاه تتضح نتائجها في الجدول (11) إذ بلغ زمن الأساس للسيول (Tb) في حوض نهر الزاب الصغير (3.59 يوم) بينما تباينت القيم في الأحواض الثانوية بين أعلى قيمة في حوض رقم (1) إذ بلغت (3.34 يوم) وبين أقل قيمة إذ بلغت (3.12) ساعة، في الحوضين (13،21) ويتضح ان زمن الأساس في حوض الزاب الصغير لا يزيد عن قيمة (4 ساعة).

6- حجم الجريان

هو مجموع الجريان المائي في شبكة التصريف للحوض، ويحدث عندما تتجاوز شدة المطر قدرة الحوض على استيعابه⁽²⁾، وتستخرج وفق المعادلة الآتية:

$$QT(M^3/S) \sum (km)^{0.85}$$

حجم الجريان (الف م³) = $Qt = (M^3/S)$ أسس ثابتة = 0.85

من تطبيق هذه المعادلة تظهر نتائجها في جدول (12)، إذ تبين أن حجم التصريف في حوض نهر الزاب الصغير بلغ (3.056.93 ألف م³)، ويعود سبب ذلك إلى زيادة أطوال الأودية النهرية في حوض الزاب الصغير، بينما تراوحت أحواضه الثانوية بين أعلى قيمة بلغت في حوض رقم (1) (583.66 ألف م³) وبين أقل قيمة بلغت (45.39 ألف م³) في حوض رقم (8)، نجد هناك تباين في حجم الجريان الأحواض الثانوية وهذا راجع التباين في بيئة التضاريسية للحوض إذ يرتفع حجم الجريان في الحوض رقم (1) وذلك بسبب اتساع مساحته وشدة تضرسه ويسهم انحدار سطح الحوض في تسريع حجم الجريان، ومن ثم حدوث السيول لاسيما أثناء

(1) H.M. Raghunath, Hydrology. Principles, Analysis, op cit, p152.

(2) محمد عبد الرحيم الدالي، السهل الساحلي للبحر الأحمر من الحدود المصرية السودانية شمالاً حتى راس أبو الشجرة جنوباً (دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية)، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، معهد البحوث والدراسات الأفريقية، جامعة القاهرة، 2012، ص289.

التساقط المطري الغزير في حين يقل حجم الجريان في حوض (8) بالمقارنة مع الحوض الأول بسبب قلة عرض الحوض فضلاً قلة أعداد الأودية التي تبلغ (25) وادياً.

7- مدة الانخفاض التدريجي لتدفق السيول (T_d):

هي المدة الزمنية التي يستغرقها منسوب السيل للرجوع إلى وضعه الطبيعي. وتحسب بتطبيق المعادلة الآتية⁽¹⁾:

$$T_d(hr) = \frac{2}{3} T_b(hr) \quad \text{إذ تمثل:}$$

$T_d (hr)$ = فترة الانخفاض التدريجي لتدفق السيل (ساعات)، $(T_b hr)$ زمن الأساس للسيل محسوبة بالسرعة.

جدول (12) بعض العوامل الهيدرولوجية المؤثرة في حوض نهر الزاب الصغير وأحواضه الثانوية

رقم الحوض	حجم الجريان الف م ³	مدة الانخفاض التدريجي لتدفق السيول T_d	مدة الارتفاع التدريجي لتدفق السيول
الحوض الرئيس	3.056.93	2.39	1.19
1	583.66	2.22	1.11
2	211.14	2.14	1.07
3	216.75	2.16	1.08
4	169.04	2.12	1.06
5	45.39	2.08	1.04
6	39.69	2.1	1.05
7	130.03	2.12	1.06
8	35.20	2.09	1.04
9	100.22	2.10	1.05
10	65.49	2.10	1.05
11	150.64	2.12	1.06
12	148.88	2.1	1.05
13	60.17	2.08	1.04
14	121.70	2.12	1.06
15	163.87	2.10	1.05
16	58.93	2.08	1.04
17	251.48	2.13	1.06
18	164.56	2.14	1.04
19	72.34	2.1	1.05
20	118.78	2.10	1.05
21	43.65	2.08	1.04

(1). Raghunath, H.M, Hydrology. Principles, Analysis, op cit , p164.

1.06	2.12	199.18	22
1.04	2.09	51.39	23
1.07	2.15	271.75	24

المصدر: بالاعتماد على المعادلات الهيدرولوجية

ويتطبيق المعادلة أعلاه بلغت مدة الانخفاض التدريجي لتدفق السيول (Td) في حوض الزاب الصغير (1.19) ساعة، جدول (12) وتباينت قيم (Td) في الأحواض الثانوية إذ بلغت أعلى قيمة في حوض رقم (1) (2.22 ساعة) وبين أقل قيمة بلغت في أحواض رقم (5، 13، 16، 21) (2.8 ساعة) وهي قيم مرتبطة بزمن استجابة الأحواض إذ كلما زادت قيم الاستجابة زادت من مدة الانخفاض التدريجي لتدفق السيول.

8- مدة الارتفاع التدريجي لتدفق السيول:

هي المدة الزمنية اللازمة للارتفاع التدريجي لمياه الامطار في قاع الاودية النهرية بعد ان يتم تشبع سطحي للتربة، ويتم استخراجها وفق المعادلة الآتية⁽¹⁾:

$$Tm (hr) = \frac{1}{3} Tb (hr)$$

Tm = فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيول (ساعات)

$Tb(hr)$ = زمن الأساس للسيل (ساعة)

من تطبيق المعادلة أعلاه على الحوض الرئيس وأحواضه الثانوية، جدول (12) تبين ان مدة الارتفاع التدريجي لتدفق السيول في حوض الزاب الصغير بلغ (2.39 ساعة)، بينما تباينت مدة الارتفاع التدريجي لتدفق السيول في الأحواض الثانوية إذ تراوحت أعلى مدة في الحوض رقم (1)، إذ بلغت (2.22 ساعة) وبين أقل مدة بلغت (2.08 ساعة) في حوض رقم (6) بمعنى ان زمن الارتفاع التدريجي لتدفق السيول في حوض نهر الزاب الصغير يستغرق (2.39 ساعة) وهي مدة زمنية قصيرة مما يشير إلى سرعة جريان المياه في الأودية، وعدم استقرارها في بطون المجاري النهرية.

■ الاستنتاجات

1. توصلت الدراسة إلى ان للخصائص الطبيعية المتمثلة بالبنية الجيولوجية والمناخية والتضاريسية تأثير في تباين الخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية والتي أسهمت في التأثير في الخصائص الهيدرولوجية للحوض.
2. انعكس اتساع مساحة حوض الزاب الصغير البالغة (18932 كم²) على تباين مساحة الأحواض الثانوية البالغة (24) حوضاً، إذ يبلغ أكبر الأحواض مساحة رقم (1) بمساحة بمساحة (3329 كم²) وبين أصغر مساحة (102 كم²) في حوض رقم (21)، هذه المساحة تشير إلى ان الحوض يمتلك شبكة مائية كثيفة.
3. اعتماداً على المعاملات الموفومترية الشكلية تبين ان حوض الزاب الصغير يميل إلى الاستطالة بنسبة بلغت (0.36) في حين تباينت نسب استطالة الأحواض الثانوية إذ تبين ان أغلب الأحواض تميل إلى الاستطالة، وهذا راجع إلى تأثير الحوض بالعوامل التكتونية المتمثلة بكثرة الفوالق والطيات.
4. توصلت دراسة التحليل الهيسومري إلى ان حوض الزاب الصغير لازال في مرحلة الشباب إذ بلغت كمية المواد المزالة بعملية الحث المائي (21.3%).

⁽¹⁾ Raghunath, Hydrology. Priciple Analysis, Deisigh ,opert p120.

5. صنف حوض الزاب الصغير ضمن المرتبة النهرية السابعة في حين تراوحت المراتب النهرية للأحواض الثانوية بين المرتبة الرابعة والخامسة.

6. اعتمادا على المعاملات الهيدرولوجية تبين ان زمن تركيز حوض الزاب الصغير بلغ (10.20 ساعة) حتى يصل إلى منطقة المصب، وهو ذات خطورة متوسطة وتوصلت الدراسة إلى ان شكل الحوض ووجود بحيرة دوكان دور في تنظيم سرعة جريان المياه في الحوض، في حين ان اغلب الأحواض الثانوية بلغ زمن تركيزه اقل من (5 ساعات) بواقع (15) حوضا، وبين (5) واقل من 8 ساعات) بواقع (9) احواض.

التوصيات:

1. ضرورة التوسع في الدراسة الهيدرومورفومترية لحوض الزاب الصغير نظراً لما يمتلكه الحوض من شبكة نهريّة كثيفة.
2. الاهتمام بإقامة سدود خرسانية لحجز تدفقات مياه السيول لاسيما في الأحواض الثانوية ذات الخطورة العالية فضلاً عن تحويل المياه في الأحواض الخطرة إلى الأحواض ذات الخطورة القليلة.

الهوامش:

- (1) Qays, Saud j, Ridh A.Amuhammad, Stat Estblshment of geological survey and minl "Geosurv", Hydrogeological and Hydrochemical study of sulamaniya Quadrangle Bagdad, May, 2010, PP 9-10.
- (2) Ahmed T, Al- Rubaiay. Ahmed F, Al maar Ahmed Ab. Hattab, State Establsh ment of Geological survey and mining Integration of Remotely Sensed AATAAND GIS techniques to study LESSR Zab RIVER Basin, Baghdad, December, 2012,p7.
- (3) فاروق صنع الله العمري، علي صادق، جيولوجيا شمال العراق، جيولوجيا شمال العراق، مؤسسة دار الكتب، الموصل، 1977، ص122.
- (4) علي محمود السورداشي، دراسة صخرية وسحنية وبيئية لتكوين سنجار في مقاطع مختارة في منطقة السليمانية شمال شرق العراق، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة صلاح الدين، 1988، ص24.
- (5) Buday, The Regional geology of Iraq Vo (1) Stratergraghy and people Geography, Baghdad, 1980, P98.
- (6) فاروق صنع الله العمري، علي صادق، جيولوجيا شمال العراق، مصدر سابق، ص ص 77-89.
- (7) Buday, The Regional geology of Iraq, Op. cit, P19.
- (8) فاروجان خاجيك سيساكيان، تقرير عن جيولوجية لوحة أربيل مهاباد، مقياس 1:125000، 1، 1998، ص5.
- (9) عبد الله السياب وآخرون، جيولوجيا العراق، جامعة الموصل، مديرية دار الكتب، الموصل، 1982، ص160.
- (10) Buday, The Regional geology of Iraq, Op. cit , P92.
- (11) Qaysm Saud.j. Ridh A- AL Muhammad, Op. cit, P.P. 9-10.
- (12) Varoujan k. Sissakan, State Estabttjsment of Geological Survey and mining "Geosurv" Department of Geological survey the Geology of Kirkuk Quadrangke, Baghdad, 1992, PP6-7.
- (13) Varoujan k. Sissakan, Op.cit , PP10-11.
- (14) Qays ,saud , Eidha A,Am Op cit , P7.
- (15) فاروق صنع الله العمري، جيولوجيا شمال العراق، مصدر سابق، 145.
- (16) عماد عبد صالح السلطان، خصائص وتصنيف بعض ترب سهل أربيل، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة صلاح الدين، (أربيل)، 1987، ص23.
- (17) Varoujan, K Sissakia, Faiza A, Ibrahim, the Geology of Karkuk geosurve, Baghdad, 1992, P10.

- (18) بسام عبد الشريف عبد الصاحب الايوب، جيومورفولوجية مرتفعات كاني دوملان، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة بغداد، 2001، ص12.
- (19) إقليم كردستان العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنتواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ بيانات غير منشورة، محطة (سليمانية، أربيل، كركوك) للمدة (1990-2015).
- (20) إقليم كردستان العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العاملة للأنتواء الجوية، قسم المناخ (محطة كركوك) (1990-2015)
- (21) شوقي شحده أحمد ناصر، مقارنة بين نمذجي الارتفاعات الرقمية (SRTM30&ASTWE GDEM) في استخلاص الخصائص الموفومتريية لحوض وادي تنزوفت (جنوب غرب ليبيا) المؤتمر والمعرض الدولي للتقنيات الجيومكانية، ليبيا جيوتك2، ليبيا، 2016، ص100.
- (22) Schumm. S.A, Evolution of Drainage Systems and slops in Bad land at pertl, Amboy, New Jersey, Geol ,soc, Amer, Bull, V 67, pp597- 646.
- (23) Boulton G., Morphometric Analysis of River Basin characteristics, London, 1955, P4.
- (24) Horton,. R.E., Erosional Development of streams and their Basins, Geol. Soc. Amer, Ball, V.56, 1945m P275.
- (25) حسن رمضان سلامة، أصول الجيومورفولوجيا، دار الميسرة، عمان، ط2، 2007، ص183.
- (26) محمد صديري محسوب، جيومورفولوجية الاشكال الأرضية، دار الفكر العربي، القاهرة، 2009، ص223.
- (27) خلف حسين علي الدليمي، علم اشكال الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية)، ط1، دار صفاء، عمان، 2012، ص367.
- (28) فتحي عبد العزيز أبو راضي، الأصول العامة في الجيومورفولوجيا، علم اشكال يابس سطح الأرض، ط1، دار النهضة العربية، بيروت، 2004، ص128.
- (29) حسن رمضان سلامة، أصول الجيومولوجيا، ط2، دار المسيرة، عمان، 2007، ص183.
- (30) محمود محمد سعيد السلاوي، هيدرولوجية المياه السطحية، ط1، الدار الجماهيرية، بنغازي، 1989. ص471.
- (31) Vipin, Kumar, Study of Drainage Frequency and Drainage Density of somb drainage basin in lower shiwalik hills, India, department of Geography, Banasthali University, International Journal of Arts, Humanities and Management studies, ISSN NO. 2395-0692, July. 2017 , P87.
- (32) خليفة درادكة، هيدرولوجيا المياه الجوفية، دار مجدلاوي، 1987، ص166.
- (33) محمود محمد عاشور، طرق التحليل الموفومتري لشبكات التصريف المائي، حولية كلية الانسانيات والعلوم الاجتماعية، العدد السابع، جامعة قطر، 1986، ص462.
- (34) Taton. T. Hydrologic De surface Ecoulemented surface ET Debits Des Crues, Ecoleploy, Techniques, Institute De Genine Rural Landanne, 1980,P45.
- (35) محمود محمد سعيد السلاوي، هيدرولوجية المياه السطحية، مصدر سابق، ص292.
- (36) H.M. Raghunath, Hydrology principles Analysis and Design, John wiley, New York, 1984, pp.158-159.
- (37) جهاد علي الشاعر، علم المياه "الهيدرولوجيا" ط3، جامعة دمشق، 2003، ص244.
- (38) H.M. Raghunath, Hydrology. Principles, Analysis, op cit, p152.
- (39) محمد عبد الرحيم الدالي، السهل الساحلي للبحر الاحمر من الحدود المصرية السودانية شمالاً حتى راس ابو الشجرة جنوباً (دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية)، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، معهد البحوث والدراسات الافريقية، جامعة القاهرة، 2012، ص289.
- (40) . Raghunath, H.M, Hydrology. Principles, Analysis, op cit , p164.

(41) Raghunath, Hydrology. Priciple Analysis, Deisigh ,opert p120.

المصادر:

1. جهاد علي الشاعر، علم المياه "الهيدرولوجيا" ط3، جامعة دمشق، 2003.
2. حسن رمضان سلامة، أصول الجيومورفولوجيا، دار الميسرة، عمان، ط2، 2007.
3. خلف حسين علي الدليمي، علم اشكال الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية)، ط1، دار صفاء، عمان، 2012.
4. خليفة درادكة، هيدرولوجيا المياه الجوفية، دار مجدلاوي، 1987.
5. شوقي شحده أحمد ناصر، مقارنة بين نمذجي الارتفاعات الرقمية (SRTM30&ASTWE GDEM) في استخلاص الخصائص الموفومتريية لحوض وادي تنزوفت (جنوب غرب ليبيا) المؤتمر والمعرض الدولي للتقنيات الجيومكانية، ليبيا جيوترك2، ليبيا، 2016.
6. عبد الله السياب وآخرون، جيولوجيا العراق، جامعة الموصل، مديرية دار الكتب، الموصل، 1982.
7. فاروجان خاجيك سيساكيان، تقرير عن جيولوجية لوحة أربيل مهاباد، مقياس 1:125000، 1، 1998.
8. فاروق صنع الله العمري، علي صادق، جيولوجيا شمال العراق، جيولوجيا شمال العراق، مؤسسة دار الكتب، الموصل، 1977.
9. فتحي عبد العزيز أبو راضي، الأصول العامة في الجيومورفولوجيا، علم اشكال يابس سطح الأرض، ط1، دار النهضة العربية، بيروت، 2004.
10. محمد صبري محسوب، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، دار الفكر العربي، القاهرة، 2009.
11. محمود محمد سعيد السلاوي، هيدرولوجية المياه السطحية، ط1، الدار الجماهيرية، بنغازي، 1989.
12. محمود محمد عاشور، طرق التحليل الموفومتري لشبكات التصريف المائي، حولية كلية الانسانيات والعلوم الاجتماعية، العدد السابع، جامعة قطر، 1986.
13. بسام عبد الشريف عبد الصاحب الأيوب، جيومورفولوجية مرتفعات كاني دوملان، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة بغداد، 2001.
14. علي محمود السورداشي، دراسة صخرية وسحنية وبيئية لتكوين سنجار في مقاطع مختارة في منطقة السليمانية شمال شرق العراق، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة صلاح الدين، 1988.
15. عماد عبد صالح السلطان، خصائص وتصنيف بعض ترب سهل أربيل، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة صلاح الدين، (أربيل)، 1987.
16. محمد عبد الرحيم الدالي، السهل الساحلي للبحر الاحمر من الحدود المصرية السودانية شمالاً حتى راس ابو الشجرة جنوباً (دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية)، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، معهد البحوث والدراسات الافريقية، جامعة القاهرة، 2012.
17. ناهدة جمال الطالباني، المياه الجوفية في منطقة ما بين الزابيين في العراق واستغلالها، مطبعة باد، السليمانية، 2009.
18. إقليم كردستان العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأتواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ بيانات غير منشورة، محطة (سليمانية، أربيل، كركوك) للمدة (1990-2015).
19. إقليم كردستان العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأتواء الجوية، قسم المناخ (محطة كركوك) (1990-2015).

المصادر الأجنبية:

1. Ahmed T, Al- Rubaiay. Ahmed F, Al maar Ahmed Ab. Hattab, State Establthsh ment of Geological survey and mining Integration of Remotely Sensed AATAAND GIS techniques to study LESSR Zab RIVER Basin, Baghdad, December, 2012.
2. Boulton G., Morphometric Analysis of River Basin characteristics, London, 1955.
3. Buday, The Regional geology of Iraq Vo (1) Stratergrahy and people Geography, Baghdad, 1980.
4. H.M. Raghunath, Hydrology principles Analysis and Design, John wiley, New York, 1984,
5. Horton,. R.E., Erosional Development of streams and their Basins, Geol. Soc. Amer, Ball, V.56, 1945m.
6. Qays ,saud , Eidha A,Am Op cit ,
7. Qaysm Saud.j. Ridh A- AL Muhammad, Op. cit.
8. Raghunath, H.M, Hydrology. Principles, Analysis, op cit.
9. Raghunath, Hydrology. Priciple Analysis, Deisigh ,opert p120.
10. Schumm. S.A, Evolution of Drainage Systems and slops in Bad land at pertl, Amboy, New Jersey, Geol ,soc, Amer, Bull,V 67.
11. Taton. T. Hydrologic De surface Ecoulemented surface ET Debits Des Crues, Ecoleply, Techniques, Institute De Genine Rural Landanne, 1980.
12. Varoujan k. Sissakan. Department of Geological Serves The Geology of Kirkuk Quadrangle, Baghdad, 1992.
13. Varoujan k. Sissakan, State Estabtttsjment of Geological Survey and mining "Geosurv" Department of Geological survey the Geology of Kirkuk Quadrangke, Baghdad, 1992.
14. Vipin, Kumar, Study of Drainage Frequency and Drainage Density of somb drainage basin in lower shiwalik hills, India, department of Geography, Banasthali University, International Journal of Arts, Humanities and Management studies, ISSN NO. 2395-0692, July. 2017.