

التدفق الأصغري في حوض القرداحة

بَحْثٌ هَيْدْرُولُوجِيٌّ تَطْبِيقِيٌّ

أ.م.د. مريم جمعة عيسى

الملخص

يهدف البحث إلى تحديد التدفق الأصغري في الحوض، وحسابه، وتقييمه، وتجلت مشكلة البحث في الهدر المائي، وعدم الاستثمار الأمثل للموارد المائية في الحوض. قسم الحوض إلى (9) حوضات هيدرولوجية وفقاً لخطوط تقسيم المياه، وحدد الهطل الفعال في الحوض وبلغ (92.5mm^3) ، منها (64.4mm^3) متوسط حجم الجريان السطحي، والجوفي (28.1mm^3) ، وبلغ الهدر المائي (50.7mm^3) يصب في البحر. حددت العلاقة الهيدروليكية بين الجريانين السطحي والجوفي في الفصل الجاف (فصل الصيف)، وهي علاقة هيدروليكية عكسية. حسب متوسط حجم التدفق الأصغري، ومتوسط حجم المياه الجوفية المتجددة باحتمالات $(p=95-99\%)$ ، ووضع أنموذج رياضي للعلاقة بين الهطل و التدفق الأصغري، لذا يجب استثمار الموارد المائية المهدورة في فصل الشتاء بإنشاء السدات على المجاري المائية في الحوض الأدنى لتخزين المياه والاستفادة منها في مختلف القطاعات المائية، ورفع منسوب المياه الجوفية في المناطق المجاورة للسدات.

الكلمات المفتاحية: التدفق الأصغري، الهدر المائي، حجم الجريان السطحي، السدات، القطاعات المائية.

The Minimum Flow in The Alqrdaha Applied hydrological research

Maryam JuomaIssa⁽¹⁾

Abstract

This research aims to determine, calculate and evaluate the minimum flow of the basin. The problem of the research manifested in water waste and non-optimal investment of water resources in the basin.

The basin was divided to (9) hydrological basin according to the water dividing lines. The effective precipitation was identified in the basin reaching (92.5 m m³) of which (64.4m m³) surface run off and (28.1mm³) underground run-off. The water waste that empties into the sea is (50.7mm³). The hydrological relationship between surface and underground run –off during dry season was defined as an inverse hydrological relationship.

The average minimum flow volume and average renewable groundwater were calculated by probabilities.

A mathematical model was established for the relationship between the precipitation and the minimum flow .Therefore, wasted water resources must be invested during the water season by building small dams on water ways at the lower basin to store water sectors and to increase the water table in the areas surrounding the dams.

Key words:The minimum flow- Wasted water- Runoff volume- Dams- Water sectors.

⁽¹⁾Associate professor ,Department of Geography(physical geography) specialization hydrology, Faculty of Arts and Humanities, Damascus University.

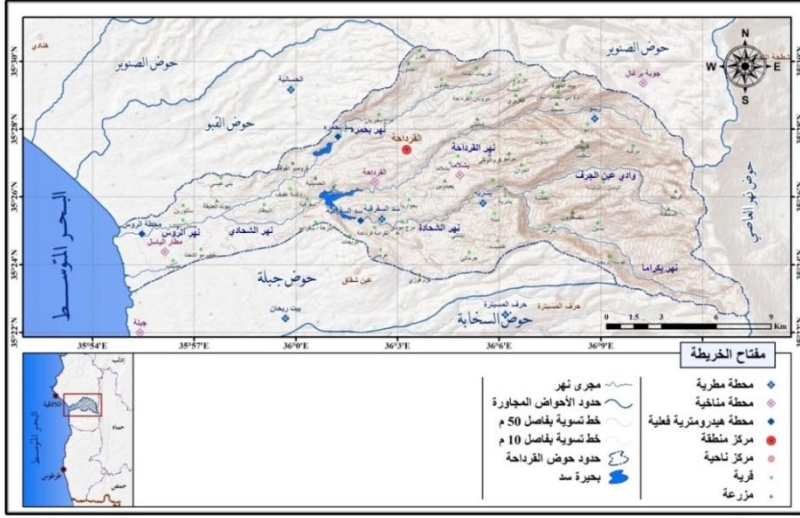
- المقدمة:

يمثل التدفق الأصغري (Q_{min}) أدنى حجم للجريان في المجرى المائي، في فترة زمنية، وتتضح أهمية التدفق الأصغري في الأبحاث الهيدرولوجية المرتبطة بإنشاء المحطات الهيدروتقنية لضمان تأمين مياه الشرب باحتمال ($p=95\%$) وهي السنة الشحيحة جداً. يعد قطاع مياه الشرب أولوية من أولويات إدارة الموارد المائية في الحوض، وتؤدي الزيادة السكانية والتوسع العمراني وتطور المستوى المعاش إلى زيادة الطلب على المياه. قُتِمَ متوسط حجم الجريانين السطحي والجوفي، وفُصِلَ بينهما بواسطة عامل الجريان (α). ووضحت العلاقة المتبادلة بين العوامل الجغرافية الطبيعية والتدفق الأصغري، وحدد طور الشح و الفصل الجاف، وحُسبت الثوابت (البارامترات) الإحصائية للتدفق الأصغري، واعتمد على الاحتمال الرياضي ($p=95-99\%$) في حساب متوسط حجم التدفق الأصغري، ومتوسط حجم المياه الجوفية المتجددة في المحطات الهيدرومترية في البحث.

- منطقة البحث:

يُعد حوض القرداحة حوضاً من أحواض الساحل السوري، ويقع الحوض فلكياً بين دائرتي عرض ($35^{\circ} 22' 29.3''$ - $35^{\circ} 30' 26.8''$) شمال خط الاستواء، وبين خطي طول ($35^{\circ} 54' - 35^{\circ} 13' 21.9''$ شرق غرينتش). أما حدوده الهيدرولوجية فهي: من الشمال حوض الصنوبر، ومن الشمال الغربي حوض القبو (حوض نهر المضيق)، ومن الجنوب حوض جبلة، من الجنوب الشرقي حوض السخابية، ومن الشرق حوض نهر العاصي، ومن الغرب البحر المتوسط كما هو موضح في الخريطة (1). وتبلغ مساحة الحوض (209.4 Km^2)، ويشكل (4.14%) من مساحة حوض الساحل، وأهم المحطات الميئيورولوجية في الحوض والأحواض المجاورة وهي (جبلة، مطار الباسل، سد بيت ریحان، سد السفريقية، الحسانية، القرداحة، بشلاما، بشرية، زينو، حرف المسيطرة، جوبة برغال)

ويتبع الحوض إدارياً إلى محافظة اللاذقية، ويبلغ طول الحوض (28.5km) وومتوسط عرضه (8.5km) وطول الشبكة المائية (81km)، وتبلغ كثافة الشبكة المائية $(0.38\text{km}/\text{km}^2)$.



الخريطة (1) موقع حوض القرداحة وحدوده الهيدرولوجية في محافظة اللاذقية.

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع DEM بدقة (12.5m)، والخريطة الطبوغرافية للقرداحة بمقياس 1/50000، المؤسسة العامة للمساحة، دمشق، 1990. يُعد نهر الرّوس النهر الرئيس في الحوض، ويتشكل من التقاء رافدين، ويعد نهر الشحادي رافداً أساسياً من الجهة اليسرى ونهر بحمره رافداً من الجهة اليمنى، ويقسم حوض القرداحة إلى حوضين على الشكل الآتي:

1-حوض نهر الشحادي: يعد أهم رافد لنهر الرّوس، ويتشكل من التقاء نهر القرداحة ونهر الشحادة جنوب شرق قرية رويسة البستانة في قرية السفريقية على ارتفاع (170m) بطول (55.7km)، ويقسم حوض نهر الشحادي إلى حوض نهر القرداحة وحوض نهر الشحادة كالآتي:

(1) حوض نهر القرداحة: ينبع من ارتفاع (1100m) عن سطح البحر وينحدر من السفوح الجنوبية الغربية لقرية زنتون، ويبلغ طول نهر القرداحة (17km).

(2) حوض نهر الشحادة: ينحدر من المرتفعات الواقعة بين جوبة الجمال والرويسة الرفيعة، ويتشكل هذا النهر من النقاء أودية بكراما وبسين و نهر عين الجرف، ويحفر النهر مجراة جنوب قريتي بحواريا ودير حنا ويلتقي بنهر القرداحة جنوب شرق قرية رويسة البستانة في قرية السفريقية، ويبلغ طوله (33km)، وهنا شيد عليه سد صلاح الدين (سد السفريقية) بطاقة تخزينية (11mm^3) في عام (1980) م، ويستفاد منه في الري، وتنتشر القرى على جانبي النهر مثل الديرونة، وسلاغو، والقرامة.

2- حوض نهر بحمره: تبدأ شبكته النهرية من سفوح جبل المخيترة إلى الجنوب من جبل الأربعين بطول (16.2 km)، وتظهر ينابيع حقول الجوز على ارتفاع (555m)، وينحدر النهر بين قريتي بحمره ومرج معيربان، و يتجه غرباً وقد شيد عليه سد بحمره بطاقة تخزينية (2.7mm^3)، ويستخدم للري، ويلتقي نهر بحمره مع نهر الشحادي في قرية بيوت العتيقة، ويشكلان نهر الرّوس، على ارتفاع (33m)، وأنشئت محطة هيدرومترية على طريق عام (بانياس - اللاذقية)، ويصب النهر في البحر المتوسط على بعد (6km) شمال مدينة جبلة في ميناء الرّوس غرب قرية بستان الباشا، ويبلغ طول نهر الرّوس (47.9km)، كما هو مبين في الخريطة (1).

- أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث بضمان تأمين قطاع مياه الشرب باحتمال ($p=95\%$)، بالاعتماد على الوارد المائي السطحي في الحوض، حيث بلغ (92.5mm^3) على مستوى الحوض، ويعتمد سكان الحوض على الآبار والينابيع في تأمين احتياجاتهم من مياه الشرب، وبلغ عدد الآبار (211) بئراً مرخصة وغير مرخصة، وخرج منها (21) بئراً من مدينة القرداحة في مشروع الدامات، لأن مياهها كبريتية، وغير صالحة للشرب، وتعد نبع السن وعين الجوز من الينابيع المهمة في تأمين مياه الشرب، وبلغ متوسط تدفق ينابيع عين الجوز ($0.6\text{m}^3/\text{h}$)، Q،

ومتوسط تدفقها اليومي ($14.4m^3$) والسنوي ($5256m^3$). ويعد قطاع مياه الشرب كأولوية في إدارة الموارد المائية وتنميتها على مستوى الحوض.

- مشكلة البحث:

تجلت مشكلة البحث في المسائل الآتية:

- 1- الهدر المائي الكبير الذي يصب في البحر.
 - 2- عدم الاستثمار الأمثل للموارد المائية في الحوض.
 - 3- تدني نصيب الفرد من مياه الشرب، حيث بلغ ($16m^3$) في السنة.
- أهداف البحث:

يهدف البحث إلى تحديد التدفق الأصغري في الحوض، وحسابه، وتقييمه، لتأمين قطاع مياه الشرب باحتمال ($p=95-99\%$) وهذا يتطلب مناقشة ما يأتي:

- 1- تحديد العوامل الجغرافية الطبيعية المؤثرة في التدفق الأصغري في الحوض.
 - 2- تقييم الجريانين السطحي والجوفي في الحوض.
 - 3- تحديد طور الشح في الحوض.
 - 4- حساب التدفق الأصغري في الحوض وتقييمه.
 - 5- وضع نموذج رياضي للعلاقة بين الهطل والتدفق الأصغري في الحوض.
- مناهج البحث:

1- المنهج الرياضي- الإحصائي:

اعتمد البحث على هذا المنهج بتطبيق العلاقات الرياضية- الإحصائية الموجودة في متن النص؛ إذ حسب التدفق الأصغري باحتمالات ($P=95-99\%$)، وحسب الهطل بالاحتمالات ذاتها، إضافة إلى حساب الثوابت (البارامترات) الإحصائية، ويعد هذا المنهج من أهم المناهج في الأبحاث الهيدرولوجية.

2-المنهج التحليلي:

يستخدم هذا المنهج في عملية تقييم التدفق الأصغري على مستوى الحوض وتحديده، وتحديد العوامل الجغرافية المؤثرة في التدفق الأصغري، وأهمية قطاع مياه الشرب في إدارة الموارد المائية في الحوض.

3- المنهج الاستنتاجي:

يستخدم هذا المنهج في الحصول على النتائج وتحليلها من البيانات (المعطيات) المستخدمة وتقييمها لتحقيق أهداف البحث.

- المعطيات المستخدمة في البحث:

اعتمد البحث على البيانات الميئورولوجية للمحطات الموجودة في حوض القرداحة والأحواض المتاخمة للحوض لتغطية الحدود الهامشية، وبلغ عددها (11) محطة للفترة (2018-1991/1990/2019)م، إضافة إلى المحطات الهيدرومترية، وعددها (3) محطات، وهي: محطة سد السفريقية، ومحطة سد بحمره ومحطة الرّوس للفترة الزمنية المعتمدة في البحث.

- الخرائط الآتية:

1- الخريطة الطبوغرافية للقرداحة بمقياس (1/50000)، إدارة المساحة العسكرية، دمشق، (1990).

2- الخريطة الجيولوجية للقرداحة بمقياس (1/50000)، المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية، وزارة النفط والثروة المعدنية، عام (1978).

3- خريطة ترب سورية بمقياس (1/1000000)، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، عام (1985).

4- المخطط الهيدرولوجي للساحل السوري بمقياس (100000)، الهيئة العامة للموارد المائية- دمشق، (2014).

5- اعتمد على طبقة استخدامات الأراضي للساحل السوري من الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، (2016).

6- اعتمد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لمنطقة البحث بدقة (12.5m) واستخدام برنامج (GIS).

- الدراسات السابقة:

1- دراسة حليلة، عبد الكريم، إقليم الساحل السوري: دراسة في جغرافية المياه، تناولت الدراسة وصفاً للشبكة الهيدروغرافية في حوض القرداحة، 2002 م.

2- دراسة الشركة العامة للدراسات المائية: مشروع دراسة الموازنة المائية التفصيلية في حوض الساحل، تناولت الخصائص الهيدروغرافية وأماكن المحطات الهيدرومترية، حمص، 2007م.

3- دراسة الشركة العامة للدراسات المائية: دراسة هيدروجيولوجية لتحديد مواقع (4) آبار لمياه الشرب والصرف الصحي، وتناولت الدراسة تحديد مواقع (4) آبار لمياه الشرب في قرى (بكراما، بسين، عوينة الريحان، قليقلة ومحيطها)، ووضحت تباين أعماق الآبار المقترحة للحفر حمص، 2000 م.

4- دراسة الهيئة العامة للاستشعار عن بعد: دراسة جيوفيزيائية وهيدروجيولوجية في بلدات (الفرشات، عوينة الريحان، وطى دير الزيتون، الياسبة، بكراما، وفي منطقة القرداحة)، وتناولت هذه الدراسة أماكن تواجد الآبار وأعماقها المستثمرة في تأمين مياه الشرب للأعوام (1996-1998-1999).

جميع الدراسات السابقة لم تتناول تحديد حساب التدفق الأصغري في الحوض، وحسابه، وتقييمه، ودوره في تأمين قطاع مياه الشرب والحد من الهدر المائي في الحوض، لذا جاء هذا البحث لبيان التدفق الأصغري وطرائق البحث المستخدمة في حسابه، ودوره في تأمين مياه الشرب باحتمال (p=95%) في الحوض.

أولاً- العوامل الجغرافية الطبيعية المؤثرة في التدفق الأصغري في الحوض:

1- المناخ وعناصره:

يُسيطر على الحوض المناخ المتوسطي الذي يتصف بشتاء معتدل ماطر وصيف حار وجاف.

عناصر المناخ:

1) الهطل المطري:

اعتمد البحث في تحليل الهطل المطري على المحطات الميئيورولوجية، الموجودة في الحوض والأحواض المجاورة له، وبلغ عددها (11) محطة للفترة الزمنية من (1991-1990 / 2019-2018) م. وتراوح متوسط الهطل في الحوض من (924mm) في محطة مطار الباسل السهلية إلى (1515mm) في محطة زينو الجبلية، وبلغ (1081mm) في محطة السفريقية، و(1314mm) في محطة القرداحة، و(1342mm) في محطة بشلاما، و (1381mm) في محطة بشرية، أما في المحطات المتاخمة للحوض فبلغ متوسط الهطل (1597mm) في محطة حرف المسيطرة، و(1690mm) في محطة جوبة برغال، وكانت كمية الأمطار السنوية للعام (2019-2020) م أعلى من متوسط الهطل في الحوض، وقد بلغت في مطار الباسل (1148mm) والقرداحة (1423mm) وفي بشلاما (2017mm). يبعد متوسط الهطل مرتفعاً و متبايناً على مستوى الحوض، ويرتبط بالارتفاع عن سطح البحر، والقرب والبعد عنه، واتجاه السفوح الجبلية، كما هو موضح في الجدول (1) والشكل (1).

- التوزيع الشهري للهطل:

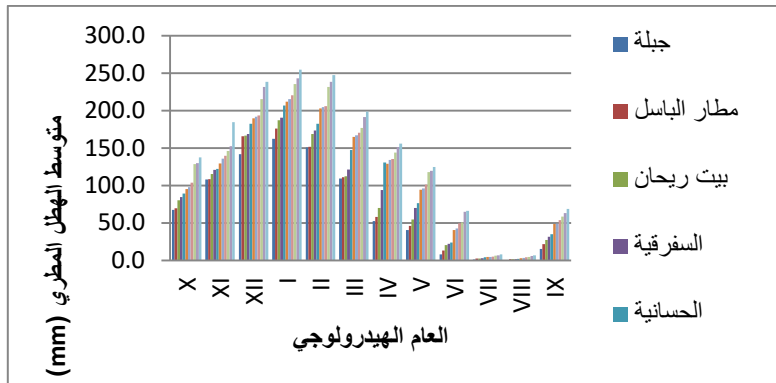
تركز أدنى متوسط للهطل الشهري في أشهر الصيف، وتحديداً في شهر آب (VIII) في المحطات التابعة لحوض القرداحة، وتراوح بين (1.5mm) في محطة مطار الباسل و(4.5mm) في محطة زينو، وبلغ (1.7mm) في محطة السفريقية و(3mm) في محطة القرداحة و(3.4mm) في محطة بشلاما، و(4.5mm) في محطة زينو الجبلية، ويرتبط تناقص متوسط الهطل المطري في فصل الصيف بسيطرة الكتل الهوائية الحارة والجافة على سورية. وترتكز أعلى متوسط للهطل المطري في فصل الشتاء، وتحديداً في شهر كانون الثاني (I)،

وتراوح بين (175.7mm) في محطة مطار الباسل و(235.4mm) في محطة زينو، وبلغ (190.6mm) في محطة السفرقية و(211.8mm) في محطة القرداحة، و(215.3mm) في محطة بشلاما، و(220.2mm) في محطة بشرية، كما هو موضح في الجدول (1) والشكل (1). يُستنتج من الجدول السابق تباين متوسط الهطل مكانياً وزمانياً على مستوى الحوض، وتركز متوسط الهطل المطري الأعلى في فصل الشتاء والأدنى في فصل الصيف، ويرتبط ذلك بالمناخ المتوسطي السائد في الحوض.

الجدول (1) المتوسط الشهري والسنوي للهطل المطري (m.m) في المحطات الميتمورولوجية في حوض القرداحة والأحواض المجاورة بين عامي (1991-1990/2019-2018)م.

التسلسل	المحطة	نوع المحطة	الارتفاع عن سطح البحر	العرض	المتوسط الشهري للهطل المطري (mm)												
					تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	أب	أيلول	
					X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
1	جبل	مناخية	14	حوض جبل	67.4	108.1	141.6	162.4	150.8	109.4	52.5	40.3	8.1	1.0	0.4	15.2	857
2	مطار الباسل	مناخية	38	حوض القرداحة	69.3	108.5	165.8	175.7	151.5	110.9	57.9	45.9	13.1	2.5	1.5	21.8	924
3	بيت رحان	مطرية	139	حوض جبل	80.1	115.2	166.5	187.1	168.6	112.2	69.9	54.5	20.5	2.7	1.6	27.4	1006
4	السفرقية	مطرية	189	حوض القرداحة	84.5	120.8	168.6	190.6	173.3	121.3	93.7	69.9	22.3	3.1	1.7	31.6	1081
5	الصفانية	مطرية	211	حوض الفي	89.3	122.0	182.2	206.6	182.3	147.2	130.4	76.5	23.9	4.2	1.9	35.1	1201
6	القرداحة	مناخية	300	حوض القرداحة	95.3	129.5	189.7	211.8	202.9	164.8	128.9	94.4	40.5	4.6	3.0	48.8	1314
7	بشلاما	مناخية	361	حوض القرداحة	97.6	135.8	191.8	215.3	204.7	166.7	134.2	96.1	42.5	4.7	3.4	49.1	1342
8	بشرية	مطرية	470	حوض القرداحة	103.8	139.6	193.4	220.2	205.8	170.3	135.1	101.0	49.3	5.0	4.0	53.7	1381
9	زينو	مطرية	787	حوض القرداحة	128.4	145.8	215.2	235.4	231.3	177.0	144.0	117.7	50.8	6.2	4.5	58.3	1515
10	حرف المسيرة	مطرية	816	حوض السفرقية	129.8	152.3	231.5	242.8	238.4	191.1	150.9	119.6	64.8	6.9	5.8	63.1	1597
11	جوية برغال	مناخية	853	حوض الصوير	137.2	184.3	238.5	254.5	247.4	198.6	155.7	124.6	66.0	8.1	6.6	68.6	1690

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات المديرية العامة للأرصاد الجوية، دمشق (2019م).



الشكل (1) التوزيع الشهري للهطل المطري (m.m) بين عامي (1990-1991/2018-2019)م.

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على الجدول (1)

(2) درجة الحرارة:

يتباين متوسط درجة الحرارة بين المناطق السهلية والهضابية والجبلية، واعتمد البحث على محطتين مناخيتين لحساب متوسط درجة الحرارة، وهما محطة مطار الباسل ومحطة القرداحة، وتباين متوسط درجة الحرارة السنوي في الفترة الزمنية المدروسة في البحث، وبلغ (21) م° في محطة مطار الباسل السهلية و(18) م° في محطة القرداحة كما هو موضح في الجدول (2) والشكل (2).

- التوزيع الشهري لمتوسط درجة الحرارة:

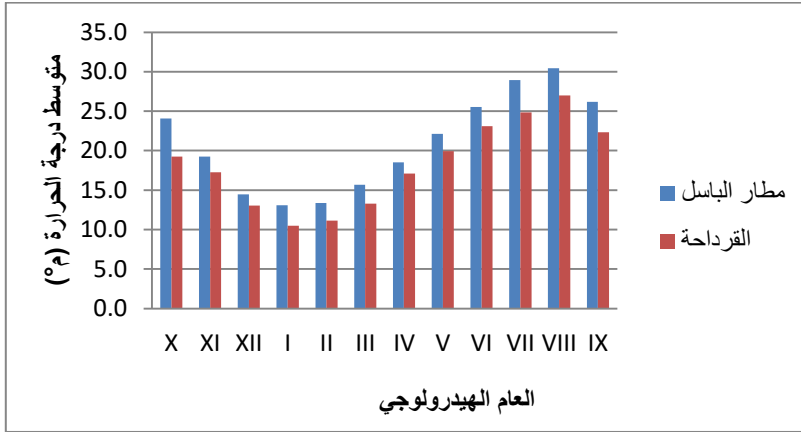
ينخفض متوسط درجة الحرارة في فصل الشتاء، وتركز أدنى متوسط في شهر كانون الثاني (I) وبلغ (13.1) م° في محطة مطار الباسل و(10.5) م° في محطة القرداحة، ويليه شهر شباط (II) وبلغ (13.4) م° في محطة مطار الباسل و(11.1) م° في محطة القرداحة. ويزداد متوسط درجة الحرارة في فصل الربيع من بداية شهر آذار (III) حتى نهاية شهر آب (VIII)، وتركز أعلى متوسط لدرجة الحرارة في شهر آب وبلغ (30.5) م° في محطة مطار الباسل و(27) م° في محطة القرداحة، كما هو موضح في الجدول (2) والشكل (2).

ويرتبط انخفاض متوسط درجة الحرارة بتأثير الكتل الهوائية الباردة والارتفاع عن سطح البحر، وكلما زاد الارتفاع عن سطح البحر تناقص متوسط درجة الحرارة، ويرتبط ارتفاع متوسط درجة الحرارة بتأثير الضغط المرتفع شبه المداري صيفاً، والذي يرافقه حركة هابطة للهواء، ويتأثر الكتل الهوائية الحارة المرتبطة بالمنخفض الهندي الموسمي ومنخفض البحر الأحمر.

الجدول (2) المتوسط الشهري والسنوي لدرجة الحرارة (م) في المحطات المناخية في حوض القرداحة بين عامي (1991-1990/2019-2018) م.

المتوسط السنوي (م)	المتوسط الشهري لدرجة الحرارة (م)												الارتفاع	المحطة	التسلسل	
	أيلول	أب	تموز	حزيران	أيار	نيسان	آذار	شباط	كانون ثاني	كانون أول	تشرين ثاني	تشرين أول				
	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I	XII	XI	X				
21	26.2	30.5	28.9	25.5	22.1	18.5	15.7	13.4	13.1	14.5	19.2	24.1	حوض القرداحة	38	مطار الباسل	1
18	22.3	27.0	24.9	23.1	19.9	17.1	13.3	11.1	10.5	13.0	17.3	19.2	حوض القرداحة	300	القرداحة	2

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات المديرية العامة للأرصاد الجوية، دمشق (2019م).



الشكل (2) المتوسط الشهري لدرجة الحرارة (م) في المحطات المناخية بين عامي (1991-1990/2019-2018) م.
المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على الجدول (2)

3) الرطوبة النسبية:

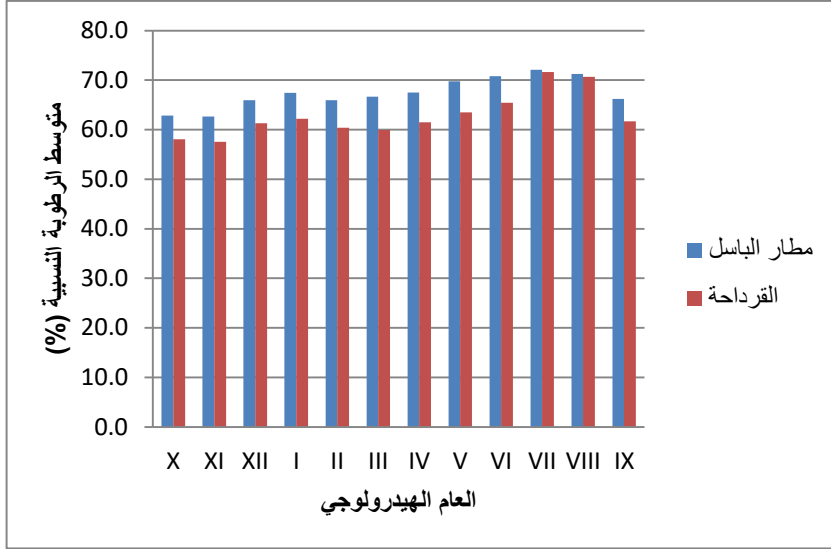
يُعد حوض القرداحة من الأحواض ذات الرطوبة المرتفعة بسبب قربه من البحر المتوسط، حيث بلغ المتوسط السنوي للرطوبة النسبية في الفترة الزمنية المدروسة (67%) في محطة مطار الباسل و(63%) في محطة القرداحة.

وتركز أعلى متوسط للرطوبة النسبية في شهر تموز (VII) وبلغ (72.1%) في محطة مطار الباسل و(71.6%) في محطة القرداحة، كما هو موضح في الجدول (3) والشكل (3). ويرتبط ارتفاع الرطوبة النسبية في فصل الصيف بارتفاع درجة الحرارة في المناطق السهلية والهضابية.

الجدول (3) المتوسط الشهري والسنوي للرطوبة النسبية (%) في المحطات المناخية في حوض القرداحة بين عامي (1991-1990/2019-2018)م.

المتوسط السنوي (%)	المتوسط الشهري للرطوبة النسبية (%)												الحوض	الارتفاع	المحطة	التسلسل
	أيلول	أب	تموز	حزيران	أيار	نيسان	آذار	شباط	كانون ثاني	كانون أول	تشرين ثاني	تشرين أول				
	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I	XII	XI	X				
67	66.2	71.2	72.1	70.8	69.8	67.5	66.7	66.0	67.4	66.0	62.6	62.8	حوض القرداحة	38	مطار الباسل	1
63	61.7	70.7	71.6	65.4	63.5	61.5	59.9	60.4	62.2	61.3	57.6	58.1	حوض القرداحة	300	القرداحة	2

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات المديرية العامة للأرصاد الجوية، دمشق (2019م).



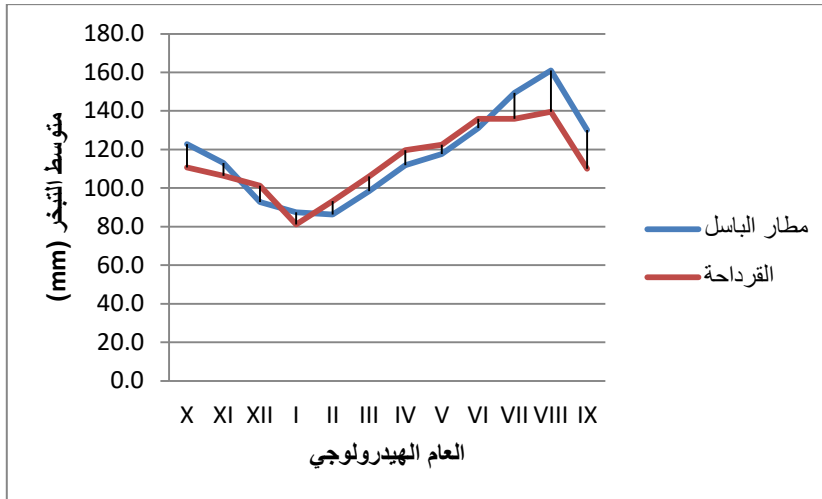
الشكل (3) المتوسط الشهري للرطوبة النسبية (%) في المحطات المناخية بين عامي (2018-2019/1990-1991)م.

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على الجدول (3)

(4) التبخر:

يعد التبخر عنصراً مهماً من عناصر الموازنة المائية، ويمثل الفاقد المائي في الحوض ولحساب كمية التبخر أهمية كبيرة في تحديد حجم الموارد المائية في الحوض. اعتمد في حساب التبخر السنوي والشهري في الحوض على بيانات المحطتين المناخيتين مطار الباسل والقرداحة وفقاً لعلاقة إيفانوف، وتراوح متوسط كمية التبخر السنوية من (1362 mm) في محطة القرداحة إلى (1402 mm) في محطة مطار الباسل. وتركز أدنى متوسط شهري للتبخر في شهر كانون الثاني (I) وتراوح من (81.2 m.m) في محطة القرداحة إلى (87.4) في محطة مطار الباسل، أما أعلى متوسط شهري للتبخر فتركز في شهر آب (VIII)، وتراوح من (139.6 m.m) في محطة القرداحة إلى (160.9 m.m)

في محطة مطار الباسل، كما هو مبين في الشكل (4)، ويرتبط تناقص متوسط التبخر بتناقص متوسط درجة الحرارة، إذ تتناقص كمية التبخر كلما زاد الارتفاع عن سطح البحر، ويرتبط ارتفاع متوسط التبخر بارتفاع متوسط درجة الحرارة، والقرب من البحر.



الشكل (4) المتوسط الشهري للتبخر (mm) في حوض القداحة بين عامي (1990-1991/2018-2019)م.

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات محطتي مطار الباسل والقداحة وعلاقة ايفانوف

2- عوامل السطح:

تشمل عوامل السطح: جيولوجية الحوض، وهيدروجيولوجية، والتضاريس، والترب واستخدامات الأراضي.

1) جيولوجية الحوض:

تنتشر في حوض القداحة تكوينات الحقب الثاني وأدواره الجوراسي والكريتاسي، وتتألف تكوينات الجوراسي (J3) من الحجر الكلسي والدولومي، وتنتشر في الحوض الأعلى وبلغت مساحتها (44.9 km²) ونسبة (21.4 %) من مساحة الحوض، وهي متاخمة لحوض العاصي وحوض السخاية في قرى الريند والسمةقة.

وتظهر تكوينات الدور الكريتاسي (BJ3-cr1) ويتكون من الطف وبلغت مساحتها (0.8km^2) وبنسبة (0.4%) وهي نسبة ضعيفة، وتنتشر تكوينات (cr-ap-al) وتتألف من طف، ودلومي وحجر كلسي، وبلغت مساحتها (17.2km^2) وبنسبة (8.2%)، وتكوينات (cr2cm-t) وتتألف من حجر كلسي ودلومي وبلغت مساحتها (68.6km^2) وبنسبة (32.8%) وتوجد في قرى جرمامتي ونيينتي وبشلاما وبشرية.

وتنتشر تكوينات (cr2m) وتتألف من طف ومارل وحجر كلسي، وبلغت مساحتها (25.3km^2) وبنسبة (12%) وتوجد في قرى خريبات القلعة، ومرج موسى، والقرامة القرداحة.

وتظهر تكوينات الحقب الثالث وأدواره الباليوجين والنيوجين في الحوض و يظهر الباليوجين (pg1-pg12) و (pg22) وتتألف من حجر كلسي ومارل و كلس عضوي، وينتشر في أماكن محددة من الحوض وفي السفريقية وكفرز، وبلغت مساحتها (7.2km^2) وبنسبة (3.4%) و دور النيوجين (mN2)، ويتألف من بازلت ولأفا وبلغت مساحته (23.1 km^2)، وبنسبة (11%) وينتشر في قرية بحمره، ورويسة عفيف والبيطار.

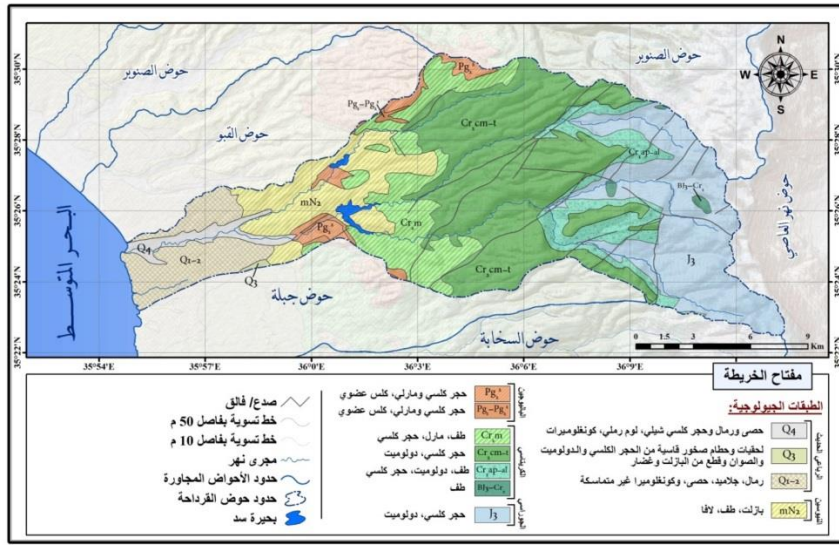
وتظهر توضعات الرباعي (Q1-2) وتتألف من رمل جلاميد وحصى وكونغلوميرا غير متماسكة، وتبلغ مساحتها (17km^2) وبنسبة (8.1%)، وتنتشر في الحوض الأدنى في بخضرموالتحتا وحميميم وسلورين.

وتنتشر توضعات (Q3-Q4) في مجرى النهر الأدنى والمصب في بستان الباشا وبطرة،

وتتألف من لحقيات وحطام الصخور والحجر الكلسي والدولوميت وقطع من البازلت وغضار،

كما هو موضح في الخريطة (3).

وتساعد جيولوجية الحوض ذات النفاذية العالية والتصدعات والفوالق على تغذية المياه الجوفية



الخريطة (3) جيولوجية حوض القرداحة في محافظة اللاذقية

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على الخريطة الجيولوجية للقرداحة بمقياس 1/50000، المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية، وزارة النفط والثروة المعدنية، عام 1978.

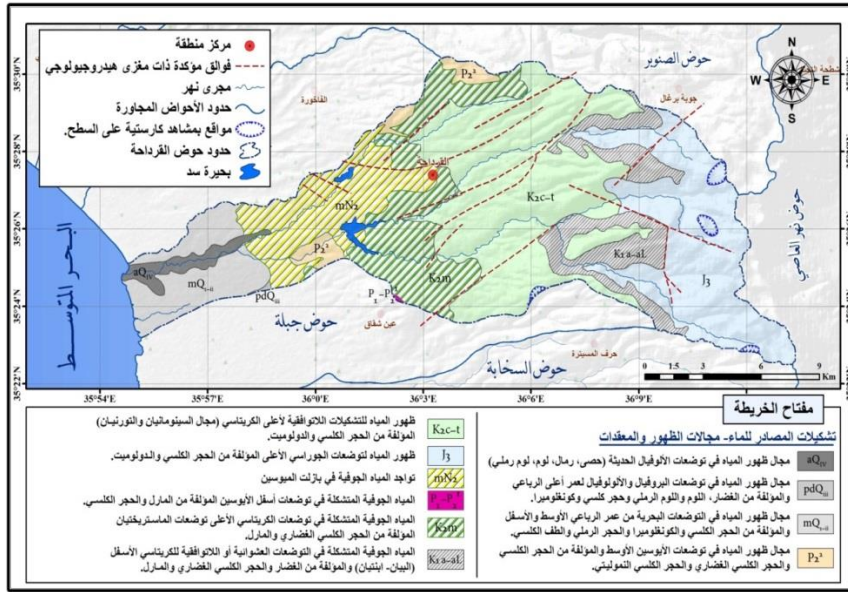
(2) هيدروجيولوجية الحوض:

تتوافق هيدروجيولوجية الحوض مع جيولوجيته، لذا توجد التشكيلات الحاملة للمياه الجوفية في الحوض الأعلى مع توضعات الجوراسي (J3)، وتشكل مساحة (44.3Km²)، وبنسبة (21.1%) من مساحة الحوض وتوجد في حوضه نهر بكراما (1)، وحوضه نهر الجرف (2) وجزء من حوضه وادي الطاحون (4).

وتتواجد التشكيلات الحاملة للمياه الجوفية في تكوينات الكريتاسي اللاتوافقية (KIa-al) في أجزاء من الحوضات السابقة، وبلغت مساحتها (9.27km²)، وتظهر تشكيلات المياه الجوفية (k2c-t) اللاتوافقية للكريتاسي الأعلى، وبلغت مساحتها (66.6km²) من مساحة الحوض، وبنسبة (31.8%) في الحوضات الآتية (3) نهر الشحادة، و(5) حوض القرداحة، وجزء من الحوض (7) حوضه نهر بحمره، وتتواجد تشكيلاتها (k2m) من توضعات الكريتاسي الأعلى

في أجزاء من الحوضات (6-7) وبلغت مساحتها (28.3km^2)، وبنسبة (13.5%)، وتتواجد التشكيلات الحاملة للمياه الجوفية في الحقب الثالث وأدواره الباليوجين والنيوجين في أماكن محددة من الحوض ومساحة صغيرة؛ إذ تتواجد المياه الجوفية (p1-p21) في الحدود المتاخمة لحوض جبلة، وبلغت مساحتها (0.08km^2)، وبنسبة (0.04%)، وفي الشمال من كفرز (p22)، وبلغت مساحتها (5.3km^2)، وبنسبة (2.5%)، وتوجد المياه الجوفية في بازلت النيوجين (mN2) في الحوضات (8) وادي البيطار، وأجزاء من الحوض (9)، وبلغت مساحته (24.3km^2)، وبنسبة (11.6%).

وتتواجد المياه الجوفية في توضعات الرباعي الحديث (mQ1-II) و (pd-QIII) و (aQIV)، وتتركز في الحوض الأدنى لنهر الرّوس والمصب وتتواجد في الحوض (9)، وبلغت مساحة التشكيلات الحاملة للمياه الجوفية في الرباعي (21.4km^2)، وبنسبة (10.2%)، وساعدت جيولوجية الحوض والفتالاق الموجودة فيه وبعض المظاهر الكارستية المحدودة الانتشار على تسرب الهطل المطري، وتشكل المياه الجوفية في الحوض، ووضحت العلاقة الهيدروليكية بين المياه السطحية والجوفية في الحوض، كما هو موضح في الخريطة (4).



الخريطة (4) هيدروجيولوجية حوض القرداحة في محافظة اللاذقية

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على المخطط الهيدروجيولوجي للساحل السوري بمقياس 1/100000، الهيئة العامة للموارد المائية- دمشق، 2014.

(3) التضاريس والغطاء النباتي واستخدامات الأراضي في الحوض:

فُيَسِّمَ الحوض ثلاثة أقسام بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية ونموذج الارتفاع الرقمي (Dem) بدقة (30m)، والارتفاع عن سطح البحر، ومتوسط درجة الانحدار في الحوضات، واستخدامات الأراضي.

- الحوض الأدنى:

يضم هذا الحوض المناطق السهلية من ارتفاع (0-200m) عن سطح البحر، ويبدأ من المصب في ميناء الرُّوس غرباً إلى ما بعد قرية سد السفريقية شرقاً، ويضم الحوضات الآتية (6-8-9)، وبلغ متوسط ارتفاعها عن سطح البحر في الحوض (9)(25.5)، والحوض (8)

(139.7)، والحوض (6) (180.5)، وتراوح متوسط درجة انحدارها من (3.3%) في الحوض (9) إلى (14.4%) في الحوض (6).

وتستخدم أراضي الحوض الأدنى في الزراعة، وتشمل زراعة الأشجار المثمرة من الحمضيات والزيتون وجميع أنواع الخضروات وأشجار المشمش والجوز على ضفاف النهر.

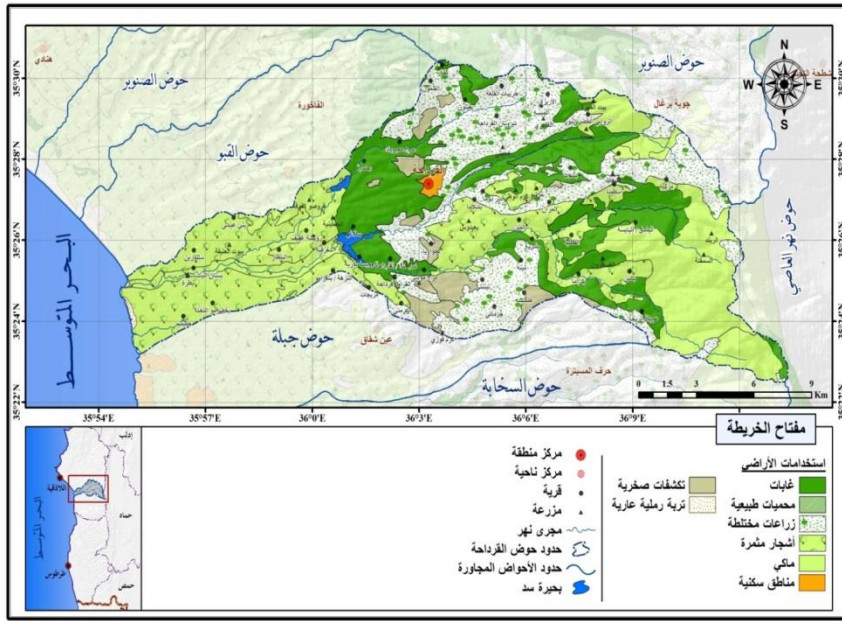
- الحوض الأوسط:

يضم هذا الحوض المناطق الهضابية من ارتفاع (201-400 m) عن سطح البحر، ويبدأ من حدود قرية السفرقية باتجاه الشرق حتى حدود قرية بشرية ويضم قرى بجواريا ومرج موسى ونيينتي وبشلاما وشديتي، ويشمل على الحوض (5)، وجزءاً من الحوضات (7,3) وبلغ متوسط ارتفاع الحوض (5)(400m) ومتوسط درجة انحدارها (19.3%).

وتنتشر زراعات الزيتون والحمضيات والخضراوات، وتوجد مناطق غابية من الأرز والبلوط، وتظهر بعض التكتشفات الصخرية في بجواريا، توجد مدينة القرداحة والقرى التابعة لها في الحوض الأوسط.

- الحوض الأعلى:

يضم هذا الحوض المناطق الجبلية من ارتفاع (401-1400 m) عن سطح البحر، ويبدأ من حدود قرية بشرية إلى حدود حوض العاصي شرقاً، وباتجاه الشمال حتى حدود حوض الصنوبر وإلى الجنوب حوض جبلة، والجنوب الشرقي حدود حوض السخابية. ويشمل الحوض الحوضات (4,2,1)، وبلغ متوسط الارتفاع عن سطح البحر (861m)، و(888m)(734.7m) على التوالي، ومتوسط درجة انحدارها (28.9%) في الحوض (1) و(32.3%) في الحوض (2) و(31.2%) في الحوض (4)، وتنتشر في هذا الحوض الزراعات المختلطة من التفاح والجوز والكرز، إضافة إلى زراعات الخضراوات، وتنتشر الغابات في المناطق المرتفعة في قرى المتن والقطلبة واليابسة والقسطرون، وتشغل الغابات مساحة (48.8km²) على مستوى الحوض، كما هو موضح في الخريطة (5).



الخريطة (5) استخدامات الأراضي في حوض القرداحة

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على طبقة استخدامات الأراضي للساحل السوري من الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، 2016.

- التربة في الحوض:

تقسم التربة في الحوض وفقاً للتصنيف الأمريكي على النحو الآتي:

1-رتبة التربة غير المتطورة (Entisols):

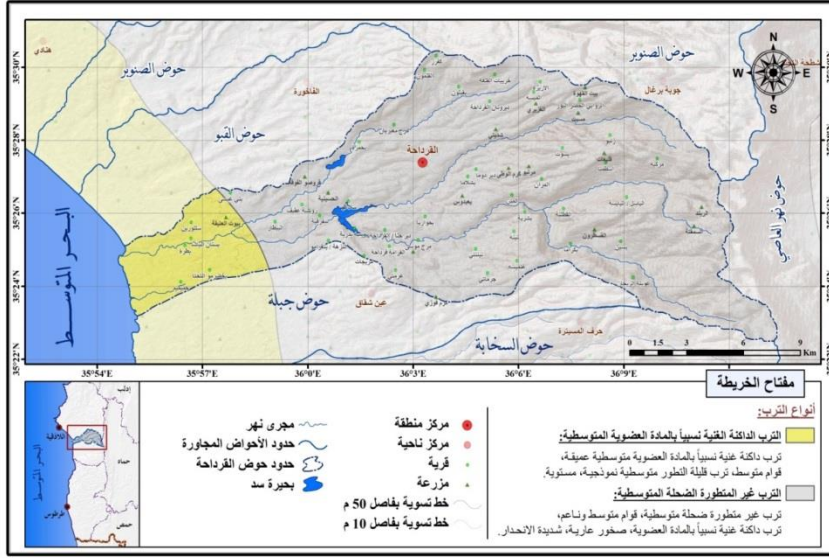
تشكل هذه التربة مساحة (88.1km²) من مساحة الحوض، وتشمل تربة غير متطورة ضحلة متوسطة قوامها متوسط ناعم، وتربة داكنة غنية نسبياً بالمادة العضوية وصخور عارية شديدة الانحدار وتكشّفات صخرية.

وتنتشر هذه التربة في الحوض الأعلى والأوسط وجزءاً من الحوض الأدنى، ويكون عامل الجريان مرتفعاً في هذه التربة، ويرتبط بقوام التربة ومتوسط درجة انحدار الحوض

واستخدامات الأراضي، ويتراوح من (0.57%) في الحوض (8) إلى (0.82%) في الحوض (2).

2- رتبة التربة الداكنة الغنية بالديال (Mollisols):

تشكل هذه التربة مساحة (21.3km²)، وبنسبة (10.2%) من مساحة الحوض، وتشمل تربةً داكنة غنية بالمادة العضوية متوسطة قوامها متوسط (سلت، غرين، وطين) قليلة التطور، وتنتشر هذه التربة في الحوض الأدنى حتى المصب، وينخفض عامل الجريان في هذه التربة وبلغ (0.11%) في الحوض (9) حوضه نهر الرّوس، وتساعد التربة في الحوض الأعلى على عملية تشكل الجريان السطحي وعملية تشكل المياه الجوفية في الحوض الأدنى، كما هو موضح في الخريطة (6).

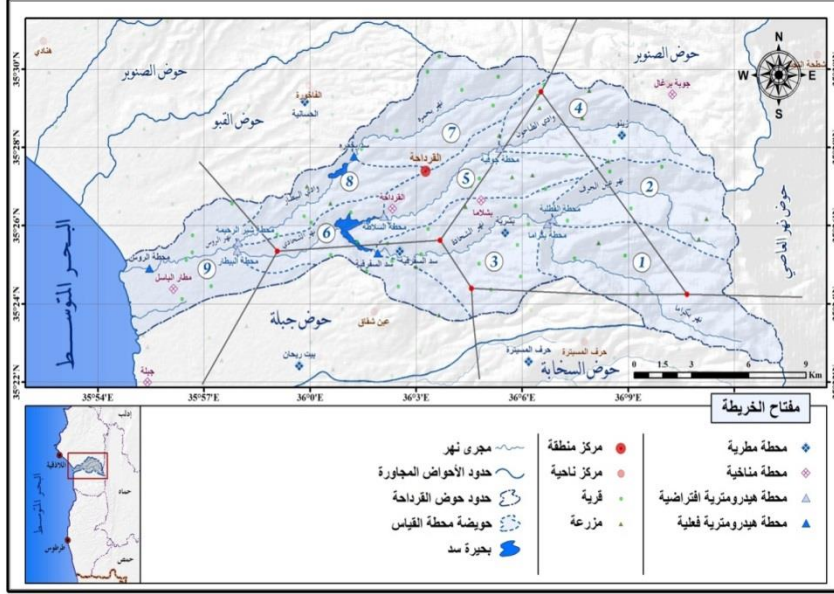


الخريطة (6) التربة في حوض القرداحة حسب التصنيف الأمريكي الحديث.

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على خريطة تربة سورية (أكساد) 1985م، مقياس 1/1000000.

ثانياً: تقييم متوسط حجم الجريان السطحي والجوفي في الحوض:

فُسِّمَ الحوض إلى (9) حوضات وفقاً لخطوط تقسيم المياه ، كما هو مبين في الخريطة (7)، وحسب متوسط حجم الهطل (WP) باستخدام طريقة مضلعات تيسن، كما حُسِبَ متوسط حجم التبخر (WE) في الحوض، وحُدِّدَ متوسط حجم الهطل الفعال على مستوى كل حوض من الحوضات بالاعتماد على العلاقة الآتية: $W=WP-WE$ (Waghunath, 2006). حيث: W: حجم الهطل الفعال (mm^3)، Wp: حجم الهطل (mm^3)، WE: حجم التبخر (mm^3).



الخريطة (5) الحوضات ومضلعات تيسن في حوض القرداحة.

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع DEM بدقة (12.5m) ، والخريطة الطبوغرافية للقرداحة بمقياس 1/50000، المؤسسة العامة للمساحة، دمشق، 1990.

بلغ متوسط حجم الهطل الفعال في الحوض (92.5mm^3) على مستوى الحوض، وفُصلَ متوسط حجم الجريان السطحي عن حجم الجريان الجوفي بوساطة عامل الجريان على مستوى كل حوض من الحوضات.

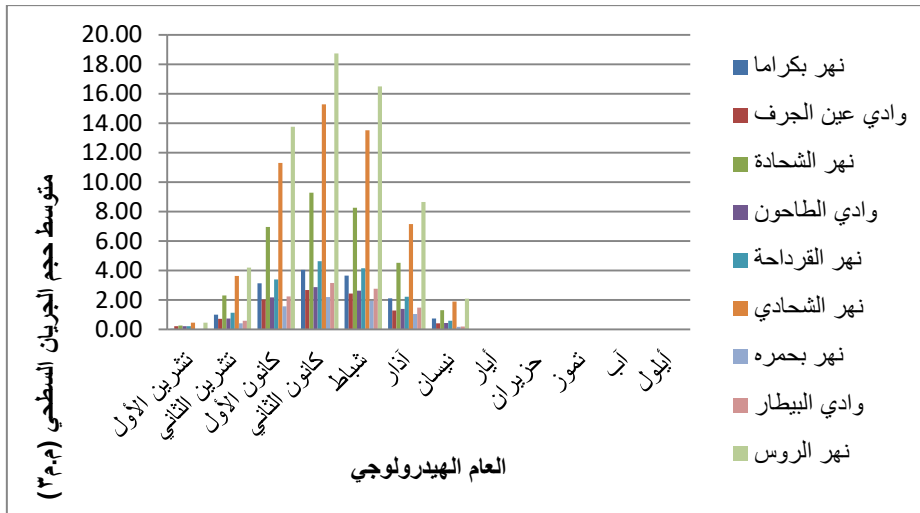
بلغ متوسط حجم الجريان السطحي على مستوى الحوض (64.4mm^3)، ويتباين مكانياً وزمانياً على مستوى الحوضات، وتراوح المتوسط السنوي لحجم الجريان من (7.3mm^3) في حوضه نهر بحمره (7) إلى (64.4mm^3) في حوضه نهر الرّوس (9)، وبلغ (9.7mm^3) في حوضه وادي عين الجرف (2)، و(10.4mm^3) في حوضه وادي الطاحون (4) وحوضه وادي البيطار (8)، و(14.7mm^3) في حوضه نهر بكراما (1)، و(16.2mm^3) في حوضه نهر القرداحة (5) و(32.8mm^3) في حوضه نهر الشحادة (3)، و(53.2mm^3) في حوضه نهر الشحادي (6).

ويتباين متوسط حجم الجريان السطحي زمانياً داخل العام الهيدرولوجي؛ إذ تركز أعلى متوسط لحجم الجريان السطحي في شهر كانون الثاني (I)، وبلغ (18.72mm^3) ويليه شهر شباط (II) وبلغ (16.5mm^3) و(13.75mm^3) في شهر كانون الأول (XII)، ويرتبط متوسط حجم الجريان السطحي بالهطل الفعال ودرجة الانحدار وجيولوجية الحوض، والتربة واستخدامات الأراضي والعلاقة الهيدروليكية بين الجريان السطحي والجوفي في المجرى المائي ضمن الحوامل المائية، حيث تنعدم العلاقة الهيدروليكية بين الجريان السطحي والجوفي في فصل الصيف حيث يكون مستوى المياه الجوفية أدنى من السرير النهري، وينعدم الجريان بسبب ضياع المياه في تغذية الحامل المائي في المنطقة، وتتركز أدنى متوسط لحجم الجريان السطحي في شهر تشرين الأول (X) بداية العام الهيدرولوجي، وبلغ (0.45mm^3)، وبلغ (2.1mm^3) في شهر نيسان (IV)، وينعدم الجريان السطحي في الحوض من بداية شهر أيار (V) حتى نهاية شهر أيلول (IX)، كما هو مبين في الجدول (4) والشكل (5).

الجدول (4) متوسط حجم الجريان السطحي (mm^3) في حوض القرداحة بين عامي (2018-2019/1990-1991) م.

المجموع السنوي (م ³)	متوسط حجم الجريان لسطحي في حوض القرداحة م ³											الحوض	التسلسل	
	أيلول	أب	تموز	حزيران	ايار	نيسان	آذار	شباط	كانون الثاني	كانون الأول	تشرين الثاني			تشرين الأول
	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I	XII	XI	X		
14.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	2.10	3.64	4.03	3.13	0.99	0.04	نهر بكراما	1
9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	1.28	2.44	2.67	2.01	0.70	0.21	وادي عين الجرف	2
32.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	4.52	8.25	9.27	6.95	2.29	0.25	نهر الشحادة	3
10.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	1.38	2.62	2.87	2.16	0.74	0.20	وادي الطاحون	4
16.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	2.21	4.13	4.61	3.39	1.11	0.20	نهر القرداحة	5
53.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.89	7.13	13.52	15.28	11.29	3.62	0.45	نهر الشحادي	6
7.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	1.04	1.93	2.19	1.56	0.41	0.00	نهر بجمره	7
10.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.47	2.76	3.14	2.23	0.58	0.00	وادي البيطار	8
64.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.09	8.64	16.50	18.72	13.75	4.19	0.45	نهر الروس	9
64.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.09	8.64	16.50	18.72	13.75	4.19	0.45	المتوسط الشهري (م ³)	

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على العلاقات المستخدمة في متن النص.



الشكل (5) متوسط حجم الجريان السطحي في حوض القرداحة بين عامي (2018-2019/1990-1991) م.
المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على الجدول (4).

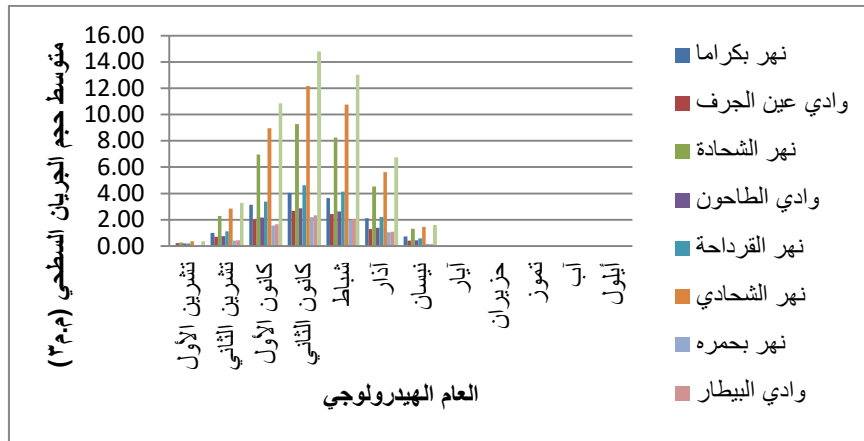
وحُسب متوسط حجم الجريان السطحي في حوض القرداحة، بطريقة تراكمية وفقاً للحوضات المغذية للمجاري المائية، وطُرِح حجم التخزين في سد السفريقية وسد بحمره، وبلغ متوسط حجم الجريان السطحي في الحوض (50.7mm^3)، وبلغ (32.8mm^3) في حوضه نهر الشحادة (3)، وهي تجمع مياه الحوضات (1,2,3) وبلغ (42.2mm^3) في حوضه نهر الشحادي (6)، وهو تجمع مياه الحوضات (1,2,3,4,5,6)، المغذية للنهر، وبلغ في حوض نهر القرداحة (16.2mm^3)، وهو تجمع مياه الحوضات (4,5) وبلغ (7.3mm^3) في حوضه نهر بحمره، كما هو مبين في الجدول (5) والشكل (6).

يحدث الهدر المائي السطحي في حوض القرداحة في الحوضات التي تلي موقع سد السفريقية وسد بحمره وهذه الحوضات هي (6-8-9)، وتصب المياه السطحية في البحر المتوسط دون الاستفادة منها، واستثمارها بالشكل الأمثل، وبلغ متوسط حجم الهدر في الحوض (50.7mm^3).

الجدول (5) متوسط حجم الجريان السطحي (mm^3) في حوض القرداحة بين عامي (1991-1990/2019-2018)م.

المتوسط السنوي (م.م)	متوسط حجم الجريان السطحي في حوض القرداحة (م.م)												الحوضه	التسلسل
	أيلول	أب	تموز	حزيران	أيار	نيسان	آذار	شباط	كانون الثاني	كانون الأول	تشرين الثاني	تشرين الأول		
	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I	XII	XI	X		
14.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	2.10	3.64	4.03	3.13	0.99	0.04	نهر بكراما	1
9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	1.28	2.44	2.67	2.01	0.70	0.21	وادي عين الجرف	2
32.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	4.52	8.25	9.27	6.95	2.29	0.25	نهر الشحادة	3
10.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	1.38	2.62	2.87	2.16	0.74	0.20	وادي الطاحون	4
16.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	2.21	4.13	4.61	3.39	1.11	0.20	نهر القرداحة	5
42.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.45	5.62	10.76	12.17	8.96	2.85	0.37	نهر الشحادي	6
7.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	1.04	1.93	2.19	1.56	0.41	0.00	نهر بحمره	7
7.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	1.08	2.04	2.33	1.66	0.43	0.00	وادي البيطار	8
50.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.59	6.75	13.02	14.81	10.85	3.27	0.37	نهر الروس	9
50.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.59	6.75	13.02	14.81	10.85	3.27	0.37	المتوسط الشهري (م.م)	

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على العلاقات المستخدمة في متن النص.



الشكل (6) متوسط حجم الجريان السطحي في حوض القرداحة بين عامي (2018-2019/1990-1991)

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على الجدول (5).

- تقييم متوسط حجم المياه الجوفية المتجددة على مستوى الحوض:

بلغ متوسط حجم المياه الجوفية المتجددة في الحوض (28.1mm^3) وهو حجم قليل مقارنة مع متوسط حجم الجريان السطحي، ويتباين متوسط حجم المياه الجوفية المتجددة مكانياً على مستوى الحوضات، كما هو مبين في الجدول (6) والشكل (7).

تراوح المتوسط السنوي من (2.1mm^3) في حوضه وادي عين الجرف الجبلية (2) ومتوسط ارتفاعها (888.4m) عن سطح البحر إلى (6.5mm^3) في حوضه نهر الرّوس السهلية ومتوسط ارتفاعها (25.5m)، وبلغ في حوضه نهر بكراما (3.9mm^3) ومتوسط ارتفاعها (861m)، وبلغ (3.1mm^3) في حوضه نهر الشحادة ومتوسط ارتفاعها (384m)، وبلغ (3.1mm^3) في حوضه نهر بحمره، ومتوسط ارتفاعها (401.6m)، وبلغ (2.3mm^3) في حوضه وادي البيطار، ومتوسط ارتفاعها (139.7m).

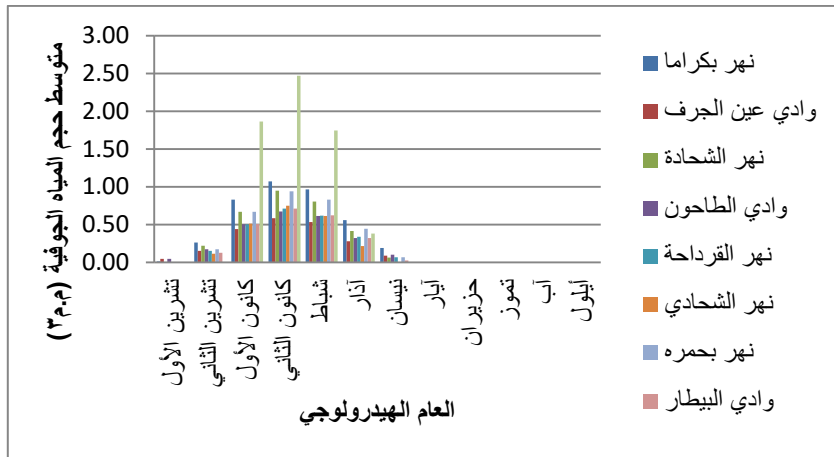
وتتعدم المياه الجوفية المتجددة في الحوض من بداية شهر أيار حتى نهاية شهر أيلول،

وينعدم الجريان السطحي بسبب انخفاض منسوب سطح المياه في الحوامل المائية المجاورة إلى ما دون منسوب قاع المجرى المائي حيث تتم التغذية العكسية من المجرى المائي إلى الحوامل المائية الجوفية، لذا يعد نهر الرّوس نهراً موسمياً. ويكون عامل الجريان مرتفعاً في الحوض الأعلى ومنخفضاً في الحوض الأدنى، ويرتبط عامل الجريان بالارتفاع عن سطح البحر ومتوسط درجة انحدار التضاريس واستخدامات الأراضي وجيولوجية وتربة الحوض.

الجدول (6) متوسط حجم المياه الجوفية المتجددة (mm³) في حوض القرداحة بين عامي (1991-1990/2018-2019)م.

المتوسط السنوي (م ³)	متوسط حجم المياه الجوفية المتجددة في حوض القرداحة (م ³)												الحوضة	التسلسل
	أيلول	أب	تموز	حزيران	أيار	نيسان	آذار	شباط	كانون الثاني	كانون الأول	تشرين الثاني	تشرين الأول		
	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I	XII	XI	X		
3.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.56	0.97	1.07	0.83	0.26	0.01	نهر بكراما	1
2.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.28	0.53	0.59	0.44	0.15	0.05	وادي عين الجرف	2
3.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.42	0.81	0.95	0.67	0.22	0.00	نهر الشحادة	3
2.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.32	0.61	0.67	0.51	0.17	0.05	وادي الطحون	4
2.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.34	0.62	0.71	0.50	0.15	0.00	نهر القرداحة	5
2.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.61	0.75	0.51	0.11	0.00	نهر الشحادي	6
3.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.44	0.83	0.94	0.67	0.17	0.00	نهر بجرده	7
2.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.32	0.62	0.71	0.51	0.13	0.00	وادي البيطر	8
6.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	1.74	2.47	1.86	0.00	0.00	نهر الرّوس	9
28.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	3.29	7.35	8.87	6.50	1.38	0.10	المتوسط الشهري (م ³)	

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على العلاقات المستخدمة في متن النص.



الشكل (7) متوسط حجم المياه الجوفية المتجددة في حوض القرداحة بين عامي (1990-1991/2018-2019) م

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على الجدول (6).

ثالثاً- تحديد طور الشح في الحوض:

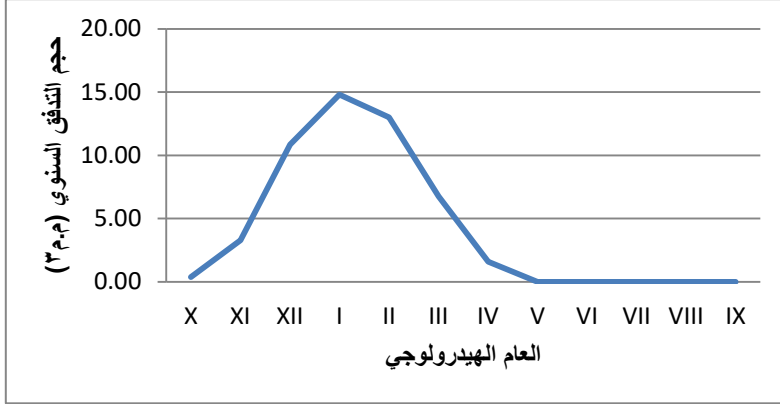
- طور الشح:

هو تناقص التدفق في المجرى المائي، ويظهر في فصل محدد (فصل الصيف) من العام الهيدرولوجي، ويُحدَّد بناءً على رسم هيدروغراف الجريان (التدفق) بالاعتماد على متوسط حجم التدفق السطحي.

يبدأ طور الشح في محطتي الرّوس وسد السفرقية الهيدرومتريتين من (IX- IV) من بداية شهر نيسان حتى نهاية شهر أيلول، وهنا يبدأ الفصل الجاف من شهر أيار (IX-V) حتى نهاية شهر أيلول.

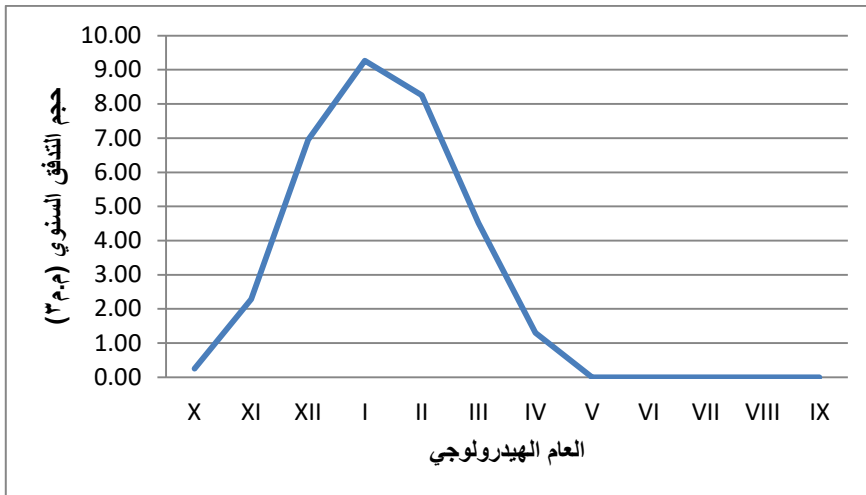
ويبدأ طور الشح في محطة سد بحمره الهيدرومترية من (X-IV) من بداية شهر نيسان حتى بداية العام الهيدرولوجي وهو فصل جاف، كما هو موضح في الأشكال (8-10).

وينعدم الجريان في طور الشح و الفصل الجاف في الحوض لأن الأنهار موسمية الجريان، ويعود السبب لوجود علاقة هيدروليكية عكسية بين المياه السطحية والجوفية في هذا الفصل، ويكون مستوى المياه الجوفية أدنى من السرير النهري وينعدم الجريان.

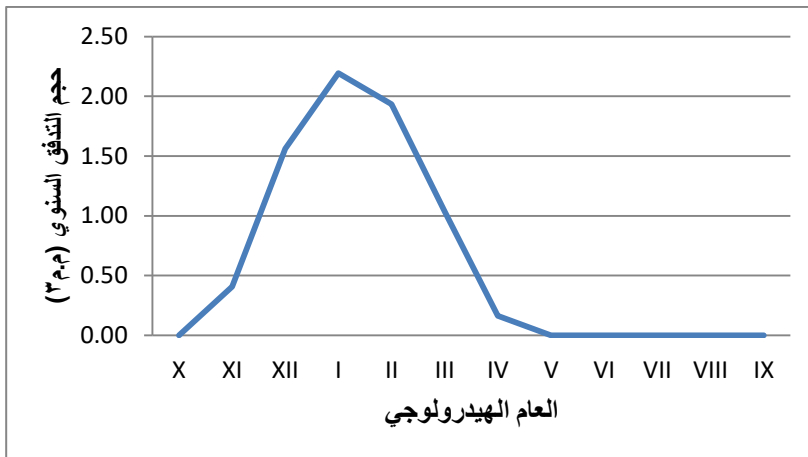


الشكل (8) هيدروغراف الجريان النهري السنوي (mm³) في محطة الرّوس الهيدرومترية بين عامي (1990-1991, 2019-2018) م.

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على العلاقات المستخدمة في متن النص.



الشكل (9) هيدروغراف الجريان النهري السنوي (mm³) في محطة السفريقية الهيدرومترية بين عامي (1990-1991, 2018-2019) م.
المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على العلاقات المستخدمة في متن النص.



الشكل (10) هيدروغراف الجريان النهري السنوي (mm³) في محطة بحمره الهيدرومترية بين عامي (1990-1991, 2018-2019) م.
المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على العلاقات المستخدمة في متن النص.

رابعاً- حساب التدفق الأصغري و تقييمه:

يُمثل التدفق الأصغري أدنى حجم للجريان في أقسام المجرى المائي، وذلك في فترة زمنية محددة (يوم، وعشرة أيام، وشهر، وفصل، وسنة وعدة سنوات). وتتبين أهمية تقييم التدفق الأصغري وتحديده وحسابه في الأبحاث الهيدرولوجية المرتبطة بإنشاء المحطات الهيدروتقنية المشيدة لضمان تأمين قطاع مياه الشرب باحتمال (p=95%)، وهذا يعني ضمان احتمال توفر مياه الشرب في الحوض (p=95-100%). وتتبين الأهمية التطبيقية لحساب التدفق الأصغري في تحديد طور الشح واستمراريته، وتحديد الفصل الجاف في الحوض.

يحدث التدفق الأصغري في شهر نيسان (IV) في محطة سد بحمره الهيدرومترية، وفي شهر تشرين الأول (X) بداية العام الهيدرولوجي في محطتي سد السفريقية والرّوس الهيدرومتريتين.

حُسب التدفق الأصغري بالاعتماد على علاقة كريتسكي ومينكل:

$$p = \frac{m}{n+1} \cdot 100 \quad (\text{Маринов, 1984г})$$

حيث: p: الاحتمال (%).

m: رقم أو رتبة السنة في السلسلة الهيدرولوجية.

n: عدد السنوات في السلسلة الهيدرولوجية.

رُتبت المتوسطات الشهرية لمتوسط حجم التدفق الأصغري في المحطات الهيدرومترية ترتيباً تنازلياً للفترة الزمنية المعتمدة من عام (1990-1991, 2018-2019) م، واعتمد على المتوسطات الشهرية لعدم توفر المتوسطات اليومية، لأن طريقة القياسات الهيدرومترية في سورية سيئة، وتراوح متوسط حجم التدفق الأصغري في محطة سد بحمره من (0.113-0.225mm³)، ويقم احتمالية (p=3.33-96.67)، وفي محطة سد السفريقية من (0.18-0.39mm³) ويقم احتمالية (p=3.33-96.67)، وفي محطة الرّوس من (0.173-0.8mm³)، ويقم احتمالية (p=3.33-96.67)، كما هو موضح في الجدول (7).

الجدول (7) متوسط حجم التدفق الأصغري و القيم الاحتمالية في حوض القرداحة بين عامي (1991-1990/2019-2018)م.

القيم الاحتمالية (p%)	متوسط حجم التدفق الأصغري (mm ³)	المحطة الهيدرومترية	التسلسل
(3.33 - 96.67 %)	(0.113 - 0.225)mm ³	سد بحمره	1
(3.33 - 96.67 %)	(0.18 - 0.39)mm ³	سد السفريقية	2
(3.33 - 96.67 %)	(0.173 - 0.8) mm ³	الرؤوس	3

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على العلاقات المستخدمة في متن النص.

وحُسبت الثوابت (البارمترات) الإحصائية لمتوسط حجم التدفق الأصغري في الحوض وفقاً للأشهر (X-CV-CS-σx)، بالاعتماد على العلاقات الآتية:

❖ العلاقة رقم (1) $\frac{\sum x_i}{n} = X$ ، حيث X: المتوسط الحسابي، $\sum x_i$: مجموع حجوم

الموارد المائية، n: عدد السنوات في السلسلة الهيدرولوجية

❖ العلاقة رقم (2) $k_i = \frac{x_i}{X}$ ، حيث Ki: مؤشر

❖ العلاقة رقم (3) $cv = \sqrt{\frac{\sum (k_i - 1)^2}{n}}$ ، حيث cv: معامل التغير

❖ العلاقة رقم (4) $CS = \frac{\sum (k_i - 1)^3}{n \cdot cv^3}$ ، حيث cs: معامل التباين

❖ العلاقة رقم (5) $100\sigma_x = \pm \frac{cv}{\sqrt{n}}$ ، حيث σx: متوسط الخطأ

النسبي (Маринов, 1984 г).

بلغ متوسط التدفق الأصغري (0.25mm³) في محطة السفريقية في شهر (X)

و(0.16mm³) في شهر (IV)، وفي محطة سد بحمره (0.37mm³) في شهر (X)، وتمثل

محطة الرؤوس أعلى متوسط للتدفق الأصغري في الحوض، وبلغت قيم (CV) (0.26) في

محطتي سد السفريقية وسد بحمره و(0.36mm³) في محطة الرؤوس، وبلغ متوسط الخطأ

النسبي التربيعي للسلسلة الهيدرولوجية (Xσ) (4.46) في محطة سد السفريقية و(4.39) في

محطة سد بحمره و(4.95) في محطة الرؤوس، كما هو مبين في الجدول (8)، وهذه دلالة

على أن القيم ضمن الحدود المسموح بها عالمياً وهي $(\pm X\sigma 15\%)$ ، ولذا الفترة الزمنية للسلسلة الهيدرولوجية كافية و نتائجها دقيقة.

الجدول (8) الثوابت (البارامترات) الإحصائية لمتوسط حجم الأصغري في حوض القرداحة بين عامي (1991-1990/2019-2018)م.

الثوابت الإحصائية لمتوسط حجم التدفق الأصغري في حوض القرداحة					الشهر	المحطة الهيدرومترية	التسلسل
X	CV	CS	σX	CS/CV	X	سد السفرقية	1
0.25	0.26	1.37	4.46	5.19			
X	CV	CS	σX	CS/CV	IV	سد بحمره	2
0.16	0.26	1.32	4.39	5.07			
X	CV	CS	σX	CS/CV	X	الرّوس	3
0.37	0.36	0.38	4.95	1.08			

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على العلاقات المستخدمة في متن النص.

وحسب متوسط حجم التدفق الأصغري باحتمالات من $(p=95-99\%)$ لضمان تأمين قطاع مياه الشرب في المحطات الهيدرومترية المعتمدة في البحث في الحوض، وتراوح قيم التدفق الأصغري في محطة سد السفرقية $(p=97(0.18\text{mm}^3)$ ، $p=95(0.19\text{mm}^3)$ ، $p=99(0.17\text{mm}^3)$ وقيم التدفق الأصغري في محطة سد بحمره $(p=97(0.11\text{mm}^3)$ ، $p=95(0.12\text{mm}^3)$ ، $p=99(0.11\text{mm}^3)$ وقيم التدفق الأصغري في محطة الرّوس $(p=95(0.2\text{mm}^3)$ ، $p=97(0.17\text{mm}^3)$ ، $p=99(0.14\text{mm}^3)$ ، كما هو موضح في الجدول (9).

الجدول (9) متوسط حجم التدفق الأصغري باحتمالات متعددة (mm^3) في حوض القرداحة بين عامي (1991-1990/2019-2018)م.

التدفق الأصغري باحتمالات متعددة (mm^3)				الأشهر الهيدرولوجية	المحطة الهيدرومترية	التسلسل
99%	97%	95%	P%			
0.66	0.70	0.73	KP	X	سد السفريقية	1
0.17	0.18	0.19	XP			
0.66	0.70	0.73	KP	IV	سد بحمره	2
0.11	0.11	0.12	XP			
0.38	0.47	0.53	KP	X	الرّوس	3
0.14	0.17	0.2	XP			

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على العلاقات المستخدمة في متن النص.

يتباين متوسط حجم التدفق الأصغري في المحطات الهيدرومترية في الحوض باحتمالات متعددة، وكلما صغر الاحتمال يكون متوسط حجم التدفق أكبر، وكلما كبر الاحتمال يكون متوسط حجم التدفق أصغر، واعتمد البحث في حساب وتقييم التدفق الأصغري على الاحتمالات الكبيرة، لذا فُصل التدفق الأصغري السطحي والجوفي في الحوض بالاعتماد على عامل الجريان (α)، وحُسبت الثوابت (البارامترات) الإحصائية للمياه الجوفية في الحوض ($X-CV-CS-\sigma_x$)، و تباين المتوسط الأصغري في المحطات، وبلغ في محطة سد السفريقية (0.06mm^3) و (0.07mm^3) في محطة سد بحمره في شهر نيسان (IV)، وبلغ (0.38mm^3) في محطة الرّوس في شهر آذار (III).

و بلغ متوسط الخطأ النسبي التريبيعي ($X\sigma$) (4.7) و (4.9) في محطة سد السفريقية ومحطة سد بحمره، و (3.4) في محطة الرّوس، وهي ضمن الحدود المسموح بها، وتزداد قيم ($X\sigma$) كلما تناقصت متوسطات التدفق الأصغري في الحوض، وتتناقص مع ارتفاع متوسطات التدفق الأصغري، كما هو مبين في الجدول (10).

الجدول (10) الثوابت الإحصائية لمتوسط حجم المياه الجوفية المتجددة في حوض القرداحة بين عامي (1991-1990/2019-2018)م.

الثوابت الإحصائية للمياه الجوفية المتجددة في حوض القرداحة					الشهر	المحطة الهيدرومترية	التسلسل
X	CV	CS	$\bar{O}X$	CS/CV			
0.06	0.29	1.6	4.7	5.5	IV	سد السفريقية	1
0.07	0.28	1.5	4.9	5.36	IV	سد بحمره	2
0.38	0.8	1.8	3.4	6	III	الرؤوس	3

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على العلاقات المستخدمة في متن النص.

وحُسِبَ متوسط حجم المياه الجوفية المتجددة في الحوض باحتمالات متعددة من $p=95(0.046\text{mm}^3)$ ، وبلغت في محطة سد السفريقية $p=99(0.039\text{mm}^3)$ ، $p=97(0.042\text{mm}^3)$ ، وبلغت في محطة سد بحمره $p=99(0.045\text{mm}^3)$ ، $p=97(0.05\text{mm}^3)$ ، $p=95(0.054\text{mm}^3)$ وفي محطة الرؤوس $p=99(0.22\text{mm}^3)$ ، $p=97(0.22\text{mm}^3)$ ، $p=95(0.24\text{mm}^3)$ ، كما هو مبين في الجدول (9).

الجدول (9) حجم المياه الجوفية المتجددة باحتمالات متعددة (mm^3) في حوض القرداحة بين عامي (1991-1990/2019-2018)م

حجم المياه الجوفية المتجددة باحتمالات متعددة (mm^3)			P%	المحطة الهيدرومترية	التسلسل
99	97	95			
0.039	0.042	0.046		سد السفريقية	1
0.045	0.05	0.054		سد بحمره	2
0.22	0.22	0.24		الرؤوس	3

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على العلاقات المستخدمة في متن النص.

إن حجم المياه الجوفية منخفض جداً، ولا يمكن الاعتماد عليه في تأمين مياه قطاع الشرب، ولا توجد جدوى اقتصادية من عملية حفر الآبار واستثمارها.

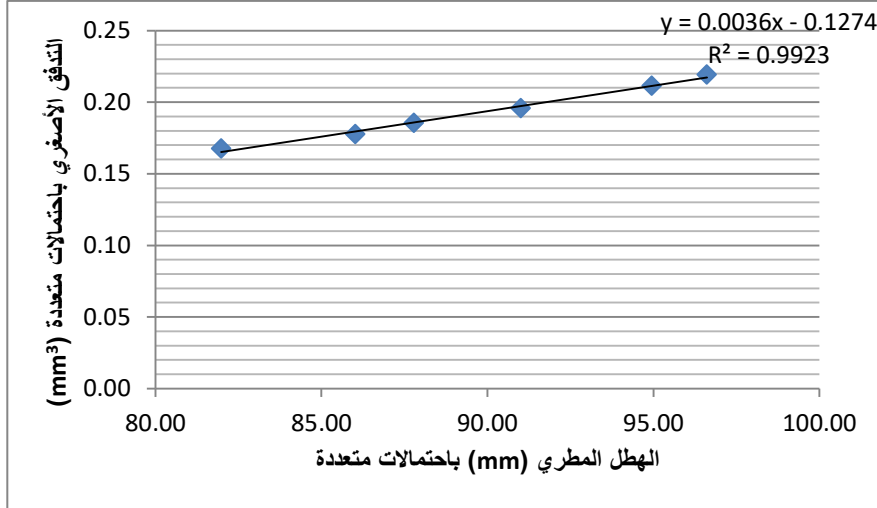
خامساً- وضع نموذج رياضي للعلاقة بين الهطل والتدفق الأصغري:

يعد الهطل المطري أهم العناصر المناخية المؤثرة في تشكل التدفق الأصغري (Q_{min}) في المجاري المائية الموسمية الجريان، ووضحت العلاقة بين الهطل المطري والتدفق الأصغري في المحطات المناخية والمطرية المغذية للمحطات الهيدرومترية على مستوى الحوض. وحسبت علاقة الارتباط بين الهطل المطري في محطة بشرية والتدفق الأصغري في محطة سد السفرقية الهيدرومترية، في شهر (X)، وكانت علاقة موجبة طردية، وبلغت قيم معامل الارتباط $R^2=0.992$ ، وهي علاقة خطية (مستقيم لا يمر من مبدأ الإحداثيات)، وحسب الهطل المطري والتدفق الأصغري في المحطتين باحتمالات (P=95-97-99%) وبلغت قيمة الهطل باحتمال (P=95%: 87.79mm) وقيمة التدفق الأصغري (P=95%: 0.19mm³)، وباحتمال (P=97%: 86.03mm) وقيمة الهطل (P=97%: 0.18mm³)، وباحتمال (P=99%: 81.98mm) وقيمة التدفق الأصغري (P=99%: 0.17mm³)، كما هو مبين في الجدول (10) والشكل (11).

الجدول (10) الهطل المطري والتدفق الأصغري باحتمالات متعددة في حوض القرداحة

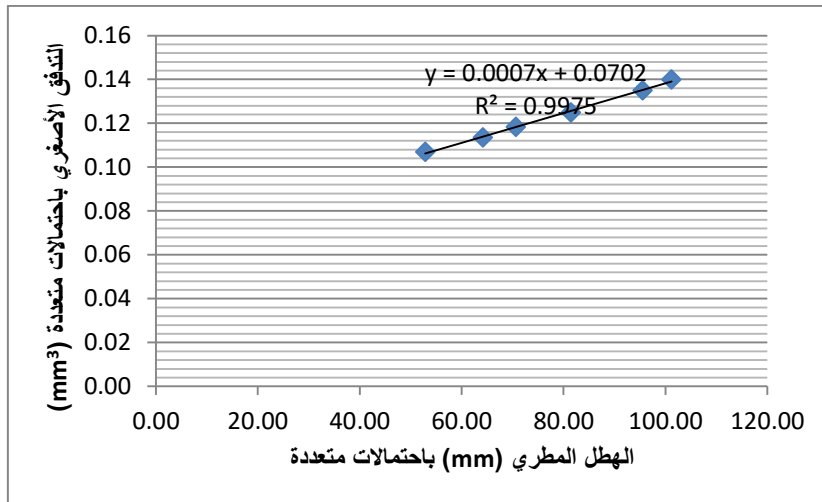
حساب الهطل المطري و التدفق الأصغري باحتمالات متعددة في حوض القرداحة							الشهر	المحطة	التسلسل
99	97	95	90	80	75	P%			
0.79	0.83	0.85	0.88	0.92	0.93	KP	الهطل المطري	X	1
81.98	86.03	87.79	91.01	94.95	96.61	XP			
0.66	0.70	0.73	0.77	0.83	0.86	KP	التدفق الأصغري	سد السفرقية	2
0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	XP			
99	97	95	90	80	75	P%	الهطل المطري	IV	2
0.41	0.50	0.55	0.63	0.74	0.79	KP			
52.85	64.19	70.64	81.46	95.51	101.19	XP	التدفق الأصغري	سد بحمرة	3
0.66	0.70	0.73	0.77	0.83	0.86	KP			
0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.14	XP	الهطل المطري	X	3
99	97	95	90	80	75	P%			
0.13	0.20	0.26	0.35	0.50	0.56	KP	التدفق الأصغري	مطار الباسل الروس	3
9.01	14.00	17.74	24.39	34.37	38.53	XP			
0.38	0.47	0.53	0.62	0.737	0.740	KP	الهطل المطري	X	3
0.14	0.17	0.2	0.23	0.273	0.274	XP			

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على العلاقات المستخدمة في متن النص.



الشكل (11) العلاقة بين الهطل المطري والتدفق الأصغري في محطة بشرية المطرية ومحطة سد السفريقية الهيدرومترية في شهر (X) باحتمالات متعددة

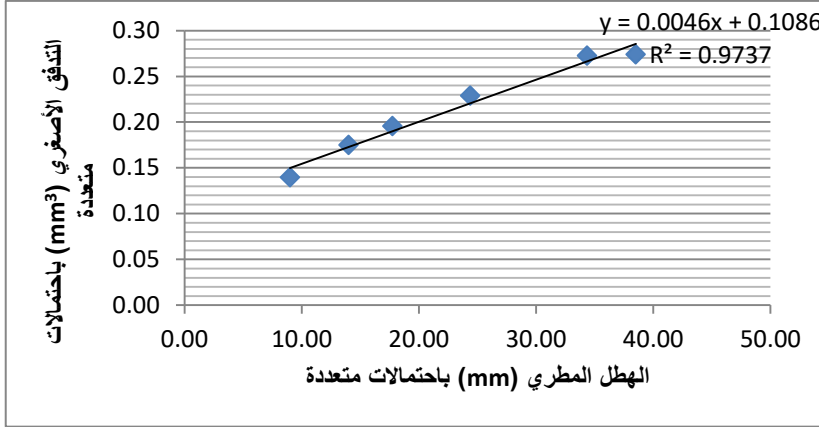
وحُسبت علاقة الارتباط بين الهطل المطري والتدفق الأصغري في محطة القرداحة المناخية ومحطة سد بحمره الهيدرومترية في شهر (IV) نيسان، وبلغ معامل الارتباط ($R^2=0.997$)، وحسب الهطل المطري والتدفق الأصغري باحتمالات ($P=95-97-99\%$)، وبلغت قيمة الهطل باحتمال ($P=95\%$) ($P=95\%: 70.64\text{mm}$) وقيمة التدفق الأصغري ($P=95\%: 0.12\text{mm}^3$)، و باحتمال ($p=97\%$) بلغت قيمة الهطل ($P=97\%: 64.19\text{mm}$) وقيمة التدفق الأصغري ($P=99\%: 0.11\text{mm}^3$)، و باحتمال ($p=99\%$) بلغت قيمة الهطل ($P=99\%: 52.85\text{mm}$) وقيمة التدفق الأصغري ($P=99\%: 0.11\text{mm}$)، كما هو مبين في الشكل (12).



الشكل (12) العلاقة بين الهطل المطري والتدفق الأصغري في محطة القرداحة المناخية

ومحطة سد بحمره الهيدرومترية في شهر (IV) باحتمالات متعددة.

وكانت علاقة الارتباط موجبة بين الهطل المطري في محطة مطار الباسل المناخية ومحطة الرّوس الهيدرومترية في شهر (X)، وبلغ معامل الارتباط ($R^2=0.973$) وهي علاقة خطية موجبة، وحسب الهطل المطري والتدفق الأصغري باحتمالات، وبلغت قيم الهطل ($P=95\%$) ($P=95\%: 17.74\text{mm}$) وقيمة التدفق الأصغري ($P=95\%: 0.2\text{mm}^3$)، و باحتمال ($p=97\%$)، بلغت قيمة الهطل ($P=97\%: 14\text{mm}$) وقيمة التدفق الأصغري ($P=59\%: 0.17\text{mm}^3$)، و باحتمال ($p=99\%$) بلغت قيمة الهطل ($P=99\%: 9.01\text{mm}$) وقيمة التدفق الأصغري ($P=99\%: 0.14\text{mm}^3$)، كما هو مبين في الشكل (13).



الشكل (13) العلاقة بين الهطل المطري والتدفق الأصغري في محطة مطار الباسل المناخية

ومحطة الرّوس الهيدرومترية في شهر (X) باحتمالات متعددة

وضحت الأشكال البيانية (11-12-13) والجدول (10)، علاقة الارتباط الخطية الموجبة بين

الهطل المطري والتدفق الأصغري، وصيغتها العامة: $W = W_0 + AP$ ، حيث:

W : متوسط حجم الجريان في المحطة الهيدرومترية، (mm^3).

W_0 : حجم الجريان في المحطة الهيدرومترية عندما يكون الهطل معدوماً، (mm^3).

A : ميل المستقيم الذي يحسب من العلاقة $\frac{W}{P}A =$

P : سماكة الهطل (mm^3).

النتائج:

- 1- بلغ متوسط حجم الهطل الفعال في الحوض (92.5mm^3)، ومتوسط حجم الجريان السطحي (64.4mm^3)، ومتوسط حجم الجريان الجوفي (28.1mm^3).
- 2- ساعدت جيولوجية الحوض ذات النفاذية العالية والتصدعات والفوالق، على تغذية المياه الجوفية.
- 3- بلغ متوسط حجم الهدر في الحوض (50.7mm^3)، وتصبُّ هذه الكمية في البحر.
- 4- حُدِّد طور الشح والفصل الجاف، بناءً على رسم هيدروغرافات الجريان، وبيدأ في محطتي الرُّوس وسد السفريقية الهيدرومتريتين من (IV-IX) من نيسان حتى نهاية أيلول، وفي محطة سد بحمره الهيدرومترية من (IV-X) من نيسان حتى نهاية تشرين الأول بداية العام الهيدرولوجي.
- 5- حسب التدفق الأصغري باحتمال ($P=95\%$) وهي السنة الشحيحة جداً لضمان تأمين قطاع مياه الشرب في المحطات الهيدرومترية، [سد السفريقية (0.19mm^3) $P=95\%$ ، سد بحمره (0.12mm^3) $p=95\%$ ، محطة الرُّوس (0.2mm^3) $p=95\%$].
- 6- يعد متوسط حجم المياه الجوفية المتجددة باحتمال ($p=95\%$) منخفضاً، ولا يمكن الاعتماد عليه في تأمين قطاع مياه الشرب، ولا توجد جدوى اقتصادية في عمليه حفر الآبار واستثمارها.
- 7- وضع أنموذج رياضي للعلاقة بين الهطل والتدفق الأصغري في الحوض، $W=W_0+AP$.

المقترحات:

- 1- إنشاء السدات في الحوض الأدنى على المجاري المائية لتخزين المياه المهذورة في البحر في فصل الشتاء.
- 2- استثمار المياه المهذورة لتأمين القطاعات المائية (شرب، زراعة، وصناعة).
- 3- رفع منسوب المياه الجوفية في المناطق المجاورة للسدات المقترحة.

المراجع والمصادر:

❖ باللغة العربية:

الكتب:

1- عيسى، ناظم: جغرافية الترب، جامعة دمشق، 2013-2014 م.

2- موسى، علي: مُناخ سورية، ط1، مطبعة الحجاز، دمشق، 1978 م.

الرسائل الأكاديمية:

1 - حليلة، عبد الكريم: إقليم الساحل السوري، دراسة في جغرافية المياه، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة دمشق، 2002.

الوزارات، والشركات:

1- وزارة الدفاع: مديرية الأرصاد الجوية، دمشق، 2020 م.

2- وزارة الدفاع: المؤسسة العامة للمساحة، دمشق، 2020 م.

3-وزارة الاتصالات والتقانة: الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، دمشق، 2020 م.

4-وزارة الموارد المائية: الهيئة العامة للموارد المائية، دمشق، 2020 م.

5-وزارة الموارد المائية: مديرية الموارد المائية في محافظة اللاذقية، 2020 م.

6-المؤسسة العامة لمياه الشرب، محافظة اللاذقية، 2020 م.

7-الشركة العامة للدراسات المائية: مشروع دراسة الموازنة المائية التفصيلية في حوض الساحل، حمص، 2007 م.

8-الهيئة العامة للاستشعار عن بعد: دراسة جيوفيزيائية وهيدروجيولوجية في بلدات (الفرشات، عوينة الريحان، وطى دير الزيتون، الياسبة، بكراما، وفي منطقة القرداحة)، دمشق، (1996-1998-1999).

❖ المراجع باللغة الأجنبية:

باللغة الإنكليزية:

- 1- Raghunath, H.M 2006, Hydrology, principles, analysis, and desig. New Age International , Publishers.
- 2-Teodorescu, Niculae, Iulian, 2018: The minimum flow in The upstream basin of The Timis River conference of The Danubian countries

باللغة البلغارية:

- 1-Българска, Акагемил, нанауките, Методи, на ,Изчсдлване ОттокаНа РекитеПрезПериодите На МаЛовогие, ЛенинградСофия ,1976.г.
- 2-демирева,Елена,ХидРОлОгия, София,2007г.
- 3- Маринов , ИВ ,МиниаЕн,ОттокнаРекитев , България,София,1958.г.
- 4- Маринов , ИВ, ИнженернаХигрология ,Тежнчка Софил.1984.г.
- 5-пенчев,пъртер, МетодиНаЖигродолсчте ,ИзсдегЛанил ,Софил , 1984.г.