هيدرولوجية حوض نهر السن وإدارة الموارد المائية فيه

الدكتورة مريم جمعة عيسى*

الملخص

تتجلّى مشكلة البحث في الهدر المائي في الحوض، والتعدي على شبكة مياه الشّرب، وعدم توزيع المياه بشكل متساوٍ بين الريف والمدينة. وعدم الاستثمار الأمثل للموارد المائية في الحوض.

هدفَ البحث إلى تحديد معايير الجريان النهري وإدارتها في الحوض، وقد تم اعتُمِد على العديد من العلاقات الإحصائية والرياضية ذات الصلة الوثيقة بالبحث التي ورد ذكرها في متنه:

وقد تم التّوصل إلى النّتائج الآتية:

1- يساعد التّركيب الجيولوجي والهيدروجيولوجي على تطور الكارست وتشكّل الينابيع الكارستية في الحوض.

2- يعد متوسط التّدفّق مؤشراً إحصائياً مهماً في عملية الاستثمار الأمثل للموارد المائية في الحوض.

* قسم الجغرافية- كلية الآداب والعلوم الإنسانية- جامعة دمشق

3- يبلغ حجم الهدر المائي 60 م.م3 سنوياً؛ وذلك لعدم وجـود سـدود كافيـة لتخزين الوارد المائي.

4- يرتبط التّدفّق الأعظمي بكمية الهطل وهيدروجيولوجية الحوض.

5- يرتبط التّدفّق الأصغري بالتغذية الجوفية في الحوض.

6- يحدد معامل التوزع الفصلي KI و $K2$ نظام الجريان في الحوض.

7- يكتسب تحديد السنة المتوسطة الافتراضية أهمية تطبيقية في مجالات استخدام المياه.

8- يوضح هيدروغراف الجريان أطوار الفيضان والشّح في الحوض.

9- تستهلك القطاعات المائية 9 م3/ثا، وتُضخ المياه شتاء من بحيرة السن إلى سد السخابة وسد الحويز.

10- سد العجز المائي في القرى الجبلية المرتفعة في ريف مدينة جبلة بوسـاطة المشاريع المائية في الحوض.

مقدمة:

توضح هيدرولوجية الحوض خصائص الجريان النّهري التي تشمل المتوسط $\overline{X}, cv, cs$، ويحسب من خلالها التّدفّق الأعظمي والأصغري، ويوضح التوزع السنوي الداخلي للجريان ويقدم حساب هذه الخصائص مؤشّرات دقيقة للاستثمار الأمثل للموارد المائية في الحوض.

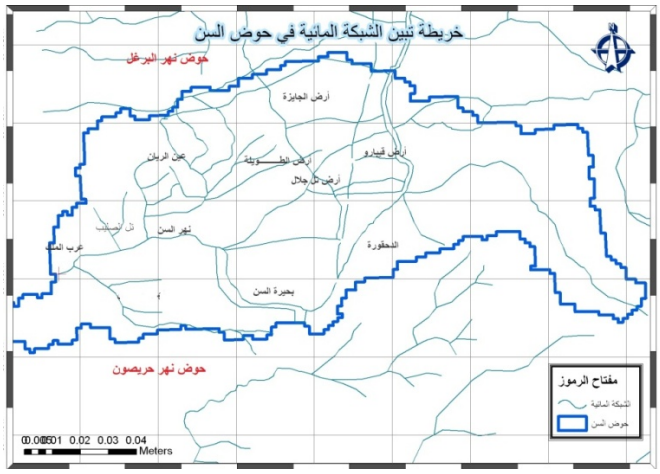
تشمل إدارة الموارد المائية جانباً تقانياً يتمثل في إنشاء المحطات الهيدروتقنية، وسد بحيرة السن، وإدارة الطلّب على المياه وفقاً للاحتياجات المائية القطاعية، وقد تجلّت إدارة الموارد المائية في الحوض بضخّ المياه من مستوى 11م إلى ما يزيد على 1500 م فوق مستوى البحر في المناطق الجبلية لتأمين مياه الشّرب.

منطقة الدراسة:

يقع حوض السن ضمن حوض الساحل وتبلغ مساحته 44.4كم2
ضمن الإحداثيات الآتية:
خطّ الطّول ′35.55° وخطّ العرض ′35.17°.
خطّ الطّول ′36.10° وخطّ العرض ′35.15°.
وتبين الخريطة (1) موقع حوض السن وحدوده.

يحد الحوض من الغرب البحر المتوسط ومن الشمال حوض نهر البرغل ومن الجنوب والجنوب الشرقي حوض نهر حريصون.

يتشكّل نهر السن من نبع السن الكارستّي الذي ينبع من مستوى11م عن سطح البحر وهو من أهم الينابيع المتجددة في سورية، ويعد أكبر ينابيع حوض الساحل، ويبلغ طول النهر 6كم يصب في البحر عند قرية عرب الملك.



الخريطة من إعداد الباحث بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية من المساحة العسكرية 25000/1.

أهمية البحث:

تكمن أهمية حوض نهر السن في كونه يؤمن المياه لمحافظتي اللاّذقية وطرطوس، حيث تُوزع على الشكل الآتي:

قطاع مياه الشّرب 3 م3 / ثا في محافظة اللاذقية، 1.5 م3 / ثا في محافظة طرطوس، وقطاع الري 4 م3 / ثا في محافظة اللاّذقية، وقطاع الصناعة 0.5 م3 / ثا لتزويد مصفاة بانياس بالمياه، وقد ضختِ المياه من بحيرة السن إلى القرى الجبلية المرتفعة التي عانت عجزاً مائياً عقوداً زمنية طويلة.

مشكلة البحث:

تتجلّى مشكلة البحث في النّقاط الآتية:

1. الهدر المائي في الحوض الذي يبلغ حجمه سنوياً 60 م.م3 ويصب في البحر، ويتركز الهدر في فصل الشتاء.

إلا أن حجم الهدر المائي يختلف من عام هيدرولوجي إلى آخر، ويرتبط ذلك بحجم الوارد المائي السنوي، وقد بلغ حجم الهدر المائي 438.4م .م3 في عام (2012-2011 م) (مديرية حوض السن 2012 م).

2. التعدي على شبكة مياه الشّرب واستخدام المياه في الري والصناعة.
3. عدم توزيع المياه بشكل متساوٍ بين الريف والمدينة.
4. عدم الاستثمار الأمثل للموارد المائية في الحوض.

هدف البحث:

هدفَ البحث إلى تحديد معايير الجريان النّهري وإدارتها في الحوض، وهذا تَطلّب مناقشة المسائل الآتية:

1. توضيح أثر العوامل الجغرافية الطّبيعية في معايير الجريان النّهري .
2. حساب متوسط التّدفّق للمدة المدروسة.
3. توضيح التّوزع السنوي الداخلي للجريان.
4. حساب التّدفّق الأعظمي.
5. حساب التّدفّق الأصغري .
6. إدارة الموارد المائية.

مناهج البحث :

1-اعتمد البحث على الأسلوب الرياضي – الإحصائي من خلال تطبيق العديد من العلاقات الرياضية والإحصائية ذات الصلة الوثيقة بالبحث التي ورد ذكرها في متنه.

2-الأسلوب الوصفي – التّحليلي:

استخدم الأسلوب الوصفي – التّحليلي في توضيح أثر العوامل الجغرافية الطبيعية في معايير الجريان خلال المدة الزمنية المدروسة .

3- المنهج الاستنتاجي .

الدراسات السابقة :

- دراسة سلخوزبروم إكسبورت: التّحريات الهيدرولوجية والهيدروجيولوجية لحوض نبع السن 1979م التي قدمت تقريراً عن هيدروجيولوجية وهيدرولوجية الحوض.
- دراسة هيدرولوجية سوفيتية لحوض الساحل 1984م قُدم من خلالها تقرير هيدرولوجي عن الحوض .
- دراسة الشّركة العامة للدراسات المائية : التّحريات الهيدرولوجية و الهيدروجيولوجية لحوض نبع السن ، حمص 1987 م، التي قدمت تقريراً مناخياً وهيدرولوجيا عن الحوض.
- دراسة الموازنة المائية في حوض الساحل 2005م، التي قدمت تقريراً عن الواقع المائّي في الحوض، ولم تتطرق إلى دراسة الخصائص الهيدرولوجية للأنهار في حوض الساحل.
- دراسة الهيئة العامة للاستشعار عن بعد بالتّعاون مع الهيئة العامة للموارد المائية، هيدروجيولوجية حماية نبع السن من التّلوث دمشق 2008 م التي وضحت طرائق حماية نبع السن من التّلوثّ.

تشير الدراسات السابقة إلى أن الدراسات الهيدرولوجية للحوض قديمة ولم تعتمد على المنهج الرياضي – الإحصائي الذي استخدم في هذا البحث، ولم تتطرق إلى إدارة الموارد المائية في هذا الحوض المهم بالنّسبة إلى المنطقة الساحلية، لذا اختير هذا البحث ودرس من وجهة نظر جغرافية.

1-العوامل الجغرافية الطّبيعية المؤثّرة في الخصائص الهيدرولوجية لحوض نهر السن:

تؤثّر العوامل الجغرافية الطّبيعية تأثيراً واضحاً في تشكّل الموارد المائية السطحية والجوفية، ويتّضح ذلك من خلال الخصائص الكمية الهيدرولوجية في حوض نهر السن، وتعتمد هيدرولوجية الحوض على المناخ السائد والبنية الجيولوجية وطبوغرافية الحوض.

1-مناخ الحوض:

يسيطر على حوض نهر السن مناخ البحر المتوسط الذي يتّصف بشتاء ماطر ومعتدل وصيف جاف وحار، ويعمل البحر المتوسط على تعديل الكتل الهوائية التي تمر فوقه فتُغَير اتجاهها قبل وصولها إلى سورية ، فهو يلطّف من برودة الكتل الهوائية الباردة، ويخفّف من شدة حرارة الكتل الحارة (موسى ص11 ،1978م).

يرتبط الهطل بوصول الكتل الهوائية ذات المصدر القطبي البارد إلى حوض البحر المتوسط ، وبالارتفاع عن سطح البحر حيث تصطدم الكتل الهوائية المحملة ببخار الماء القادمة من البحر بالمرتفعات الجبلية مما يؤدي إلى الهطل .

تصل كمية الأمطار في المرتفعات الجبلية إلى 1500 ملم وتكون بالقرب من البحر800 ملم، وقد بلغ معدل الهطل في محطّة نهر السن الميتورولوجية866 ملم خلال المدة المدروسة.

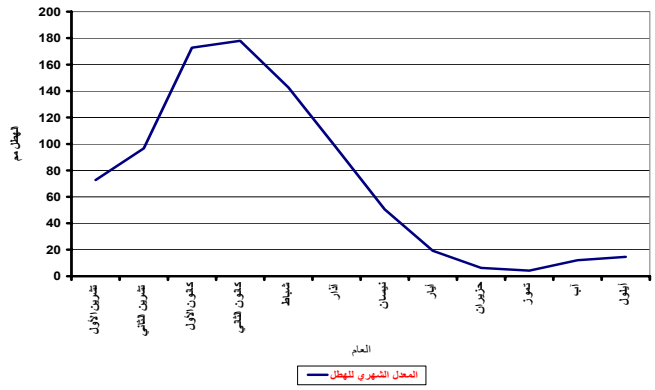
الجدول والشكل (1) يبينان المعدل الشّهري والسنوي للأمطار بـ ملم في محطّة السن للمدة بين 1975-1974 /2010-2009 م.

الأشهر	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	المعدل السنوي
المعدل الشهري	72.6	96.6	172.8	177.9	142.6	96.8	50.5	19.1	6.2	4.2	12	14.6	866

الجدول: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات مديرية حوض الساحل .

تتّصف الأمطار بعدم انتظامها واختلاف توزعها خلال العام الهيدرولوجي، حيث يتركّز معدل الهطل الأعظمي خلال شهر كانون الثّاني وقد بلغ177.9ملم، وتركز معدل الهطل الأصغري في شهر تموز وقد بلغ 4.2ملم.

ويرتبط ذلك بسيطرة المناخ المتوسطي على الحوض، الذي يتميز بالهطل الشّتوي – الربيعي، وتناقص الهطل خلال فصل الصيف أو انعدامه أحياناً.



الشكل (1) يوضح المعدل الشّهري للأمطار بـ ملم في محطّة السن للمدة بين 1975-1974 /2010-2009 م.

وعلى هذا الأساس قُسمتِ الفصول المناخية وفقاً لتقسيم السنة الهيدرولوجية إلى ثلاثة فصول وفقاً لتقسيم أندريانوف 1966 م الذي يسيطر عليه مناخ البحر المتوسط.

يبين الجدول (2) المعدل الفصلّي للهطل بـ ملم والنّسبة المئوية الفصلية في محطة السن للمدة بين 1975-1974 / 2010-2009م.

الفصول	فصل الشتاء	فصل الربيع	فصل الصيف -الخريف	المعدل السنوي
	تشرين الثاني، كانون الأول، كانون الثاني وشباط	آذار، نيسان، أيار وحزيران	تموز، آب، أيلول وتشرين الأول	ملم
معدل الهطل	589.9	172.6	103.1	866
النسبة المئوية%	68.1	20	11.9	100%

الجدول : من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات مديرية حوض الساحل .

يشير الجدول (2) إلى تركّز معدل الهطل الأعظمي في فصل الشّتاء الذي بلغ 589.9ملم وبنسبة 68.1% ثم بلغ في فصل الربيع 172.6ملم وبنسبة 20% أما في فصل الصيف فقد بلغ 103.1ملم وبنسبة 11.9% .

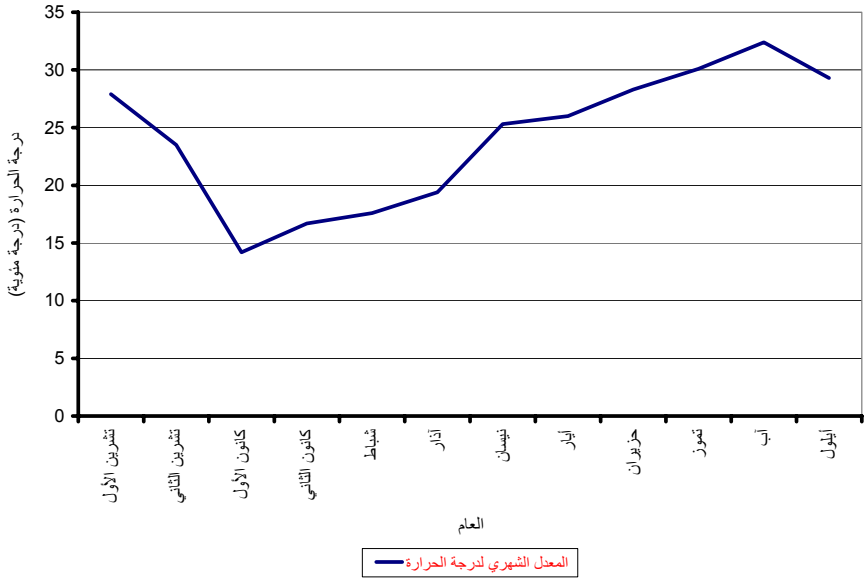
يرتبط ارتفاع معدل الهطل في فصلي الشّتاء والربيع بوصول الكتل الهوائية الباردة إلى البحر المتوسط، مما يؤدي إلى زيادة معدل الهطل، أما في فصل الصيف فيتناقص الهطل بسبب سيطرة الكتل الهوائية الحارة (المنخفض الموسمي الهندي).

أما درجة الحرارة فبلغ معدل درجات الحرارة الجافة السنوي في محطّة نهر السن خلال المدة المدروسة19.5 درجة مئوية. أما معدل درجات الحرارة العظمى السنوي فقد بلغ24.2 درجة مئوية فالجدول (3) والشكل (2) يوضحان تركز معدل درجات الحرارة الشّهرية العظمى في شهر آب الذي بلغ 32.4 درجة مئوية وتركّز معدل درجة الحرارة الشّهرية الصغرى في شهر كانون الأول الذي بلغ 14.2 درجة مئوية، وقد أخذت الأشهر الأخرى موقعاً متوسطاً.

الجدول (3) يبين معدل درجات الحرارة الشّهرية والسنوية العظمى درجة الحرارة في محطّة نهر السن 1975-1974/2010-2009م

الأشهر	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	المعدل السنوي
المعدل الشهري	27.9	23.5	14.2	16.7	17.6	19.4	25.3	26	28.3	30.1	32.4	29.3	24.2c

الجدول من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات مديرية حوض السن



الشكل (2) يوضح معدل درجات الحرارة الشّهرية العظمى درجة مئوية في محطّة نهر السن في المدة بين 1975-2010/1974-2009م

يرتبط ارتفاع معدل درجات الحرارة خلال فصل الصيف بالكتل الهوائية الجنوبية المدارية الحارة ويرتبط انخفاض معدل درجات الحرارة بتأثير الكتل الهوائية القطبية الباردة.

ويعد حوض نهر السن من الأحواض الرطبة في سورية حيث بلغ معدل الرطوبة السنوي 69% وذلك لقربه من البحر، وتتصف الرطوبة النّسبية بارتفاعها على مدار العام في محطّة السن، وتتراوح بين 67% في شهر كانون الأول و73.3% في شهر تموز.

كما يعد التّبخّر عنصراً مهماً من عناصر الموازنة المائية في الحوض، وهو يزداد بارتفاع درجات الحرارة، لذا فإن أعلى كمية للتّبخّر تحدث في شهر آب إذ تبلغ 4.2 مم/يوم، وأدنى كمية له تحدث خلال شهر كانون الثاني إذ بلغت 2.5مم/يوم .

2- عوامل السطح :

اقتصر البحث على توضيح أثر التّركيب الجيولوجي وهيدروجيولوجية الحوض لأن هذين العاملين يؤديان دوراً مهماً في عملية تشكّل الموارد المائية.

تسود التّشكيلات الجيولوجية المختلفة في أراضي الحوض وتتألّف من الصخور الكلسية والدلوميتية الجوراسية والصخور الكلسية الحوارية، وتشكّل توضعات زمرة الجوراسي الأعلى الجزء المحوري في سلسلة الجبال الساحلية في جزئها الشّمالي، وتتألّف من الدولوميت والحجر الكلسي وهذا ما يفسر وجود ظواهر الكارست في الحوض، وكثرة التّجاويف والكهوف والشّقوق العميقة المفتوحة (حسين، ص 54 عام 2003-2002م).

ساعد التّركيب الجيولوجي على تطور الكارست وشكّل وسطاً ملائماً لتسرب مياه الأمطار وتغلغلها لتغذّي المياه الجوفية ضمن الشقوق والفواصم الصخرية .

وتشكّلُ التّوضعات الرسوبية والتّشقّقات والكسور الكبيرة شروطاً ملائمة لهيدروديناميكية تشكّل الكارست على أعماق كبيرة في حوض الساحل، ويمكن التمييز بين نوعين من التّراكيبات الهيدروجيولوجية:

1- التّركيب الهيدروجيولوجي للصخور الكربوناتية والكريتاسية التي تعود للدور الكريتاسي.
2- التّركيب الهيدروجيولوجي للصخور الكربوناتية الجوراسية التي تعود للدور الجوراسي.

وتساعد هذه التركيبات على تهيئة ظروفٍ ملائمة لتشكّل الينابيع، ويمكن عد حوض نهر السن والسفح الشّرقي للجبال الساحلية نظاماً هيدروجيولوجياً واحداً، مع العلم بأن قسماً من المياه الجوفية يتّجه نحو سهل الغاب.

2- حساب متوسط التّدفّق في الحوض:

يعد متوسط التّدفّق السنوي Qm^3/s مؤشّراً إحصائياً مهماً في الدراسات الهيدرولوجية، ويقدم تصوراً واضحاً عن حجم الموارد المائية السنوية $W = Q.tm^3$، ويفيد في التّخطيط لاستثمار الموارد المائية السطحية في الحوض .

يبلغ متوسط التّدفّق في حوض نهر السن 13 م3 /ثا، أما حجم الجريان فيبلغ 410 م.م3 سنويا ، ويكون حجم الهدر المائي 60 م.م3.

بلغ متوسط التّدفّق 11.4 م3 /ثا خلال المدة الزمنية المدروسة بين الأعوام 1974-1975 /2009-2010 .

راوح متوسط التّدفّق السنوي خلال المدة المدروسة بين المتوسط الأصغري Q3.4 م3/ثا للعام الهيدرولوجي 2007/2008م والمتوسط الأعظمي Q16.9 م3/ثا للعام الهيدرولوجي 1980/1981 م .

يبلغ حجم الجريان السنوي 107.2م.م3 عندما يكون المتوسط Q3.4 م3/ثا، في حين يبلغ 532.9 م.م3 عندما يكون المتوسط Q16.9 م3/ثا، وقد بلغ متوسط التّدفّق السنوي $\overline{Q} = 25$ م3/ثا للعام الهيدرولوجي 2011-2012م، كما بلغ حجم الجريان السنوي 788.4 م.م3 .

3- التوزع السنوي الداخلي للجريان:

يعد التّوزع السنوي الداخلي للجريان عنصراً أساسياً لنظام الجريان النّهري، ويقصد به تحديد معايير الجريان المتغيرة داخل العام الهيدرولوجي (أشهر، أطوار الجريان والفصول).

ويتبوأ التّوزع السنوي الداخلي للجريان أهمية كبيرة في الدراسات الهيدرولوجية من النّاحيتين النّظرية والتّطبيقية، ويعد بمنزلة أساس لتشييد السدود وبناء المحطّات

الهيدروتقنية وأفنية الري وضخّ المياه، ويعكس العلاقة المتبادلة بين خصائص الجريان النّهري والعوامل الجغرافية الطّبيعية والبشرية، ويفيد في الإدارة السليمة للموارد المائية وإدارة الطّلب على المياه (عيسى 1995م).

يرتبط حجم الموارد المائية بالمتوسط $\overline{Q}$، وكلّما كان المتوسط منخفضاً تناقص حجم الموارد المائية، وكلّما كان المتوسط مرتفعاً ازداد حجم الموارد المائية، ويزداد حجم الهدر في هذا الحوض بزيادة حجم الجريان السنوي، وذلك لعدم وجود سدود كافية لتخزين الوارد المائي.

التّوزع الشّهري النّموذجي:

يظهر متوسط التوزع الشّهري النّموذجي للجريان الخصائص العامة للتوزع السنوي المتبادلة بين العوامل الجغرافية الطّبيعية ونظام الجريان، ويعطي إمكانية لتحديد النّظام الهيدرولوجي في الحوض المدروس.

يوضح الجدول (4) والشكّل (3) تركّز المتوسط الأصغري للجريان في محطّة نهر السن الهيدرومترية خلال المدة الزمنية المدروسة في شهر أيلول إذْ بلغ 7 م3/ثا.

تبدأ المتوسطات الشهرية بالتّزايد ابتداء من تشرين الأول (بداية العام الهيدرولوجي) 7.4 م3/ثا، وتستمر حتى نهاية شهر نيسان 16.8م3/ثا،وهنا يظهر متوسط التّدفّق الأعظمي ومن ثم يبدأ المتوسط بالتّناقص حتّى شهر أيلول

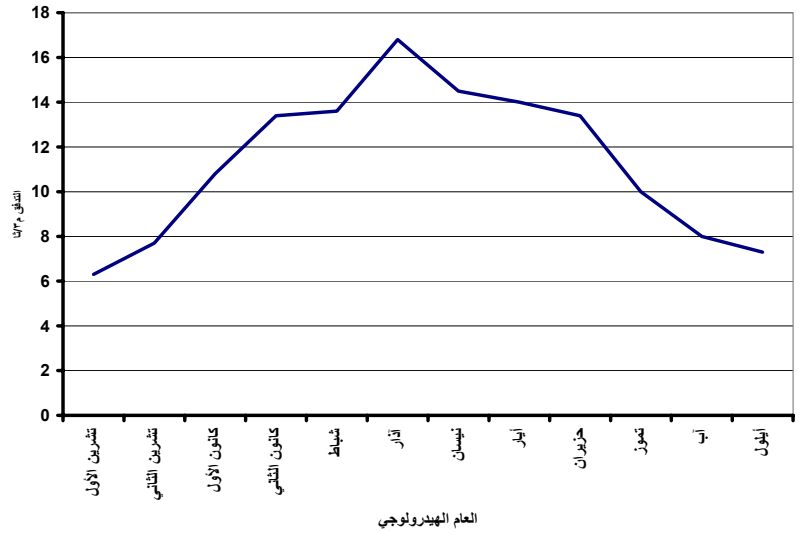
ترتبط المتوسطات الشهرية الأعظمية بالعوامل الجغرافية الطبيعية، ويرتبط المتوسط الأصغري بانعدام الهطل واستخدام المياه في الري وزيادة ضخّ مياه الشّرب خلال فصل الصيف نتيجة لزيادة الاستهلاك وارتفاع نسبة التبخر، وخلال هذه المدة يعتمد النّهر في تغذيته على المياه الجوفية.

كما أن المتوسط الأعظمي يرتبط بكمية الهطل وهيدروجيولوجية الحوض ودور الكارست في التّغذية وانخفاض نسبة التبخر.

الجدول (4) يوضح متوسط التّدفّق الشّهري والسنوي ونسبته في محطّة نهر السن الهيدرومترية بين 1975-1974 م / 2010-2009 م.

متوسط التدفق السنوي	أيلول	آب	تموز	حزيران	أيار	نيسان	آذار	شباط	كانون الثاني	كانون الأول	تشرين الثاني	تشرين الأول
م3/ثا												
11.4	7.0	7.7	10.8	13.4	13.6	16.8	14.5	14.0	13.4	10.0	8.0	7.4
100%	5.1	5.6	7.9	9.8	10.2	12.3	10.6	10.2	9.8	7.3	5.8	5.4

الجدول من إعداد الباحث بالاعتماد على البيانات الهيدرومترية في مديرية حوض السن



الشكل (3) يوضح التوزع السنوي الداخلي للجريان في محطة نهر السن الهيدرومترية للمدة بين 1975-1974 م / 2010-2009 م.

التّوزع الشّهري الحسابي:

يظهر الجدول (4) أن نسبة التّدفّق الأصغري في شهر أيلول قد بلغت 5.1%، وقد بدأت بالتّزايد ابتداء من شهر تشرين الأول 5.4% حتى وصلت نسبة التّدفّق الأعظمي إلى 12.3% في شهر نيسان، ثم بدأت بعدها بالتناقص.

التّوزع الفصلي للجريان:

اقترح أندريانوف ANDRENOF 1960 م منهج تكامل الفصول الذي يشمل الجانب التّطبيقي للتّوزع السنوي النّموذجي والحسابي للجريان .

حددتِ الفصول الهيدرولوجية في الحوض بناء على رسم هيدروغرافات الجريان للمدة الزمنية المدروسة.

كما قُسمت السنة الهيدرولوجية إلى ثلاثة فصول:

- فصل الشّتاء (تشرين الثاني، كانون الأول، كانون الثاني وشباط).
- فصل الربيع (آذار، نيسان، أيار وحزيران).
- فصل الصيف –خريف (تموز، آب، أيلول وتشرين الأول).

معامل التّوزع الفصلي للجريان:

يحسب معامل التوزع الفصلي للجريان وفقاً للعلاقتين الآتيتين :

$$\text{العلاقة (1)} \quad Kl = \frac{W3}{W_{\text{П}}}$$

$$\text{العلاقة (2)} \quad K2 = \frac{WL}{W3}$$

إذْ:

$W3$= الجريان الفصلي الشّتوي

$W_{П}$=الجريان الفصلي الربيعي

WL=الجريان الفصلي الصيفي- الخريفي

يحدد معامل Kl العلاقة بين الجريان الفصلي الشّتوي والربيعي ومعامل $K2$ العلاقة بين الجريان الفصلي (الصيفي-الخريفي)والشتوي.

يحدد هذان المعاملان خصائص نظام الجريان النّهري وعلاقتها بالمناخ السائد في الحوض، وقد راوحت قيم $k1$ و$k2$ بين $k2 = 0.72$ و$k1 = 0.77$

التّوزع الفصلي النّموذجي للجريان:

يعد التّوزع الفصلي النّموذجي للجريان من أكثر الطّرائق المستخدمة في تحديد نظام الجريان عند الجغرافيين إذ إنّه يعطي صورة واضحة عن خصائص نظام الجريان في الحوض.

ترتبط المتوسطات الفصلية بالعوامل الجغرافية الطبيعية ارتباطاً وثيقاً، والجدول (5) يظهر أن المتوسط الفصلي الأعظمي في فصل الربيع يبلغ 58.6م3/ثا، ويليه فصل الشّتاء 45.4م3/ثا، ويأخذ فصل الصيف – الخريف موقعاً متوسطاً، وهذا انعكاس لخصائص مناخ البحر المتوسط ذي الهطل الشّتوي – الربيعي، والجفاف خلال فصل الصيف.

الجدول (5) يبين التّوزع الفصلي النّموذجي والحسابي للجريان في محطّة نهر السن الهيدرومترية في المدة بين 1975-1974م/2009-2010 م.

الفصول	فصل الشتاء	فصل الربيع	فصل الصيف - الخريف	$\sum Qm^3/s$
	تشرين الثاني، كانون الأول، كانون الثاني وشباط	آذار، نيسان، أيار وحزيران	تموز، آب، أيلول وتشرين الأول	
التوزع النموذجي	45.4	58.6	32.9	136.9
التوزع الحسابي	33.2	42.8	24.0	100%

الجدول: من إعداد الباحث بالاعتماد على البيانات الهيدرومترية في محطّة نهر السن في المدة بين 1975-1974م/2010-2009م.

التّوزع الفصلي الحسابي للجريان:

يرتبط التّوزع الحسابي بالتّوزع النّموذجي، إذ تظهر النّسبة المئوية العظمى في فصل الربيع 42.8% من النّسبة المئوية للجريان، يليه فصل الشّتاء 33.2% ويأخذ فصل الصيف – الخريف موقعاً متوسطاً، ويرتبط بالمدة الجافّة من السنة، حيث ينعدم الهطل وتعد المياه الجوفية مصدراً رئيساً للتّغذية النّهرية.

احتمال تكرار حدوث متوسطات التّدفّقات الشّهرية العظمى والصغرى:

احتمال تكرار متوسطات التّدفّقات الشّهرية الصغرى في الحوض، وقد تركّزت متوسطات التّدفّقات الصغرى في شهري أيلول وتشرين الأول إذْ بلغت 24 حالة في أيلول و12 حالة في تشرين الأول، ويرتبط ذلك بتناقص كمية الهطل أو بانعدامها أحياناً خلال فصل الصيف، وزيادة استهلاك المياه في القطاعات كلّها ويبين الجدول (6) حالات التكرار.

الجدول (6) يبين حالات تكرار التّدفّقات الصغرى خلال المدة المدروسة1975-1974م/2010-2009م

الأشهر	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول
التكرار	12											24

الجدول: من إعداد الباحث بالاعتماد على التدفقات الشهرية في المحطة الهيدرومترية لنهر السن من 1974-1975/ 2009-2010م.

يبين الجدول (7) احتمال تكرار متوسطات التدفقات الشهرية العظمى في الحوض في أشهر كانون الثاني وآذار ونيسان وأيار، وقد بلغ 20 حالة في نيسان، و9 حالات في آذار، و4 حالات في أيار، و3حالات في شهر كانون الثاني، ويرتبط ذلك بالهطل الأعظمي ودور الكارست في الحوض.

الجدول (7) يبين احتمال تكرار متوسطات التّدفّقات الشّهرية العظمى1975-1974م/2010-2009م

الأشهر	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول
التكرار				3		9	20	4				

مصدر الجدول: من إعداد الباحث بالاعتماد على التّدفّقات الشّهرية في المحطّة الهيدرومترية لنهر السن من 1974-1975/ 2009-2010م.

تحديد السنوات الواقعية للجريان:

حددتِ السنوات الواقعية للجريان باحتمالات متعددة بالاعتماد على علاقة تشكودايف الآتية:

العلاقة (3) $p = \frac{m-0.3}{N+0.4}.100$ zekogef

كما رتبتِ المتوسطات السنوية للتّدفّق خلال المدة الزمنية المدروسة ترتيباً تنازلياً، وطُبقت العلاقة وراوحت القيم الاحتمالية من (2و1-98.08%)، فأخذت السنوات الواقعية القيم الآتية:

السنة الفيضانية $p = 25\%$ عام 1992-1991م

السنة متوسطة الفيضان $p = 50\%$ عام 1995-1994م

السنة الشّحيحة $p = 75\%$ عام 2004-2003م

السنة الشّحيحة جدا $p = 95\%$ عام 2007-2006م

حساب الجريان السنوي باحتمالات متعددة للسنوات الواقعية للجريان:

يحسب الجريان باحتمالات متعددة في السنوات الواقعية للجريان من خلال رسم معامل الضمان التّجريبي، وتحديد قيم $X5\%$ $X50\%$ $X95\%$ وحساب البارامترات الإحصائية $\overline{X}$ وcv وcs وعلاقة cs/cv وδx.

فكلّما صغر الاحتمال ازداد حجم الموارد وكلّما كبر الاحتمال تناقص حجم الموارد، ويبين الجدول (8) أن قيمة $p = 25\%$ 13.2%، في حين تتناقص $p = 95\%$ إلى 6.4%.

الجدول (8) يبين حساب الجريان السنوي باحتمالات متعددة

p	25%	50%	75%	95%
KP	**1.16**	**0.99**	**0.82**	**0.56**
XP	**13.2**	**11.3**	**9.3**	**6.4**

الجدول : من إعداد الباحث

حساب الجريان الشّهري باحتمالات متعددة للسنوات الواقعية للجريان:

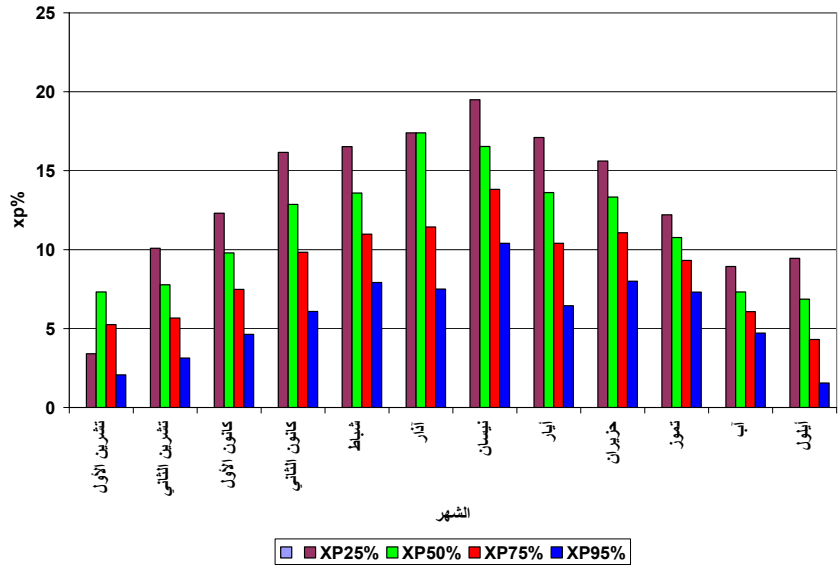
حسِبتْ خصائص الجريان الشّهري $\sigma x, cs, cv, \bar{x}$ ومن خلال علاقة cs/cv الجدول (9) حسِب الجريان الشّهري باحتمالات متعددة للسنوات الواقعية للجريان، ولتحديد الاحتياجات المائية القطاعية، وإدارتها ووضع إستراتيجية مائية في الحوض وفقاً لهذه المعطيات، كما هو موضح في الجدول (9).

الجدول (9) يبين الثّوابت الإحصائية الشّهرية للأشهر مدة الدراسة

الرقم	الشهر	X	cv	cs	Qx	cs/cv
1	**X**	7.4	0.49	0.35	8.1	0.71
2	**XI**	8	0.38	0.36	6.3	0.95
3	**XII**	10	0.36	0.37	6	0.1
4	**I**	13.4	0.35	0.34	5.8	0.97
5	**II**	14	0.3	0.60	5	2
6	**III**	14.5	0.29	0.21	4.8	0.72
7	**IV**	16.8	0.26	0.46	8.5	1.77
8	**V**	13.9	0.37	0.39	6.2	1.05
9	**VI**	13.4	0.34	0.43	5.7	0.79
10	**VII**	10.8	0.2	0.32	3.3	0.63
11	**VIII**	7.7	0.29	1.31	4.8	3.79
12	**IX**	7	0.51	0.4	8.5	0.78

الجدول: من إعداد الباحث

يوضح الجدول (10) حساب الجريان الشّهري باحتمالات متعددة في محطّة السن الهيدرومترية، في حين يمثل الشكل (4) الاحتمالات المختلفة.



الشكل (4) يوضح الجريان الشهري باحتمالات متعددة في محطة نهر السن الهيدرومترية للسنوات الواقعية للجريان.

وعلى هذا الأساس يحسب تصميم مشاريع مياه الشّرب $p=95\%$ ، ومشاريع الري $p=75\%$ وتشييد السدود $p=25\%$ والتخزين $p=50\%$ و $p=0.1\%$ لدرء الفيضان وتصميم المفيضات $p=1\%$

وتوضح السنة الفيضانية $p=25\%$ أن التّدفّق الأعظمي الاحتمالي $\overline{XP}$ يكون في شهر نيسان 19.49 والتّدفّق الأصغري الاحتمالي في شهر تشرين الأول 13.40 .أما في السنة متوسطة الفيضان $p=50\%$ التي تُحسب لعملية التّخزين المائي فيكون التّدفّق الأعظمي الاحتمالي XP في شهر نيسان 16.53 والتّدفّق الأصغري في شهر

أيلول 6.86. في حين التّدفّق الأعظمي في السنة الشحيحة $P=75\%$ التي تحسب لعملية الري، فيحدث في نيسان 13.83 والتّدفّق الأصغري يحدث في شهر أيلول 4.365 أما في السنة الشحيحة جداً $P=95\%$ التي تحسب لتأمين مياه الشّرب فيكون التّدفّق الأعظمي في شهر نيسان 10.4 والتّدفّق الأصغري في شهر أيلول 1.547، ويرتبط تركّز التّدفّق الأعظمي باحتمالات متعددة في شهر نيسان في السنوات المائية كلّها بالتّغذية السطحية في الحوض (الهطل) والتّغذية الجوفية ودور الكارست، ويرتبط التّدفّق الأصغري في شهر أيلول في السنوات كلّها، عدا السنة الفيضانية في تشرين الأول، بانعدام التّغذية السطحية واعتماد النّهر على التّغذية الجوفية، وزيادة استهلاك المياه في فصل الصيف للاستخدامات المائية كلّها.

الجدول (10) يبين حساب الجريان الشّهري باحتمالات متعددة في محطّة نهر السن الهيدرومترية

الأشهر	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول
$\overline{X}$	7.4	8	10	13.14	14	14.5	16.8	13.9	13.4	10.8	7.7	7
KP25%	1.27	1.26	1.23	1.23	1.18	1.2	1.16	1.23	1.16	1.13	1.16	1.35
XP25%	3.398	10.08	12.3	16.16	16.52	17.4	19.49	17.1	15.61	12.2	8.932	9.45
KP50%	0.988	0.972	0.979	0.979	0.97	0.993	0.984	0.979	0.995	0.997	0.95	0.98
XP50%	7.311	7.776	9.79	12.86	13.58	17.4	16.53	13.61	13.33	10.77	7.315	6.86
KP75%	0.709	0.708	0.748	0.748	0.784	0.789	0.823	0.748	0.826	0.862	0.788	0.615
XP75%	5.247	5.664	7.48	9.829	10.98	11.44	13.83	10.4	11.07	9.31	6.068	4.305
KP95%	0.362	0.392	0.463	0.463	0.565	0.517	0.619	0.463	0.597	0.676	0.611	0.221
XP95%	2.068	3.136	4.63	6.084	7.91	7.497	10.4	6.436	8	7.301	4.705	1.547

الجدول: من إعداد الباحث.

توزع الجريان في السنة المتوسطة الافتراضية:

تُحدد السنة المتوسطة الافتراضية على الشكّل الآتي :

تُحسب النّسبة المئوية الشّهرية للجريان من حجم الجريان السنوي لكل شهر من الأشهر خلال المدة المدروسة ،وإن تحديد السنة المتوسطة الافتراضية له أهمية تطبيقية كبيرة في مجالات استخدام المياه ، ومن خلال الجدول (11) يتبين أن أعلى نسبة كانت في أيار وهي 13.0% وأدنى نسبة 5.0% هي في شهر أيلول إذْ ترتبط النّسب بكمية الهطل ودور الكارست في عملية التّغذية النّهرية.

وحددتِ السنة المتوسطة الافتراضية وفقاً للعلاقات الآتية:

العلاقة (4) $pi = \frac{Qi}{\sum Qi}$

pi =النّسبة المئوية الشّهرية

Qi =متوسط التّدفّق الشّهري

$\sum Qi$ =حجم الجريان السنوي

العلاقة (5) (mareno-1986) $\overline{p} = \frac{\sum pi}{N}$

$\overline{p}$ =السنة المتوسطة الافتراضية

$\sum pi$ = مجموع النّسب المئوية الشّهرية

N = المدة الزمنية (السلسلة الزمنية)

الجدول (11) يبين السنة المتوسطة الافتراضية في محطّة السن الهيدرومترية للمدة من 1975-1974 /2010-2009م

الأشهر	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	$\sum Qi$
$\sum pi$	213.9	194.3	320.2	340	320	440	435	468	196	282	232.4	180	3621.8
$\overline{p}$ ॥ المتوسطة الافتراضية	5.9	5.3	8.8	9.4	8.8	12.2	12	13	5.4	7.8	6.4	5	100%

الجدول: من إعداد الباحث

هيدروغراف الجريان:

يعبر هيدروغراف الجريان عن تغيرات تدفّق مجرى مائي مع الزمن، أي يمثل العلاقة $Q = F(t)$ ، ويحدد نظام التّغذية النّهرية، ويقسم إلى منحنى التّركيز، القمة، فمنحنى التّلاشي و منحنى التّجفيف.

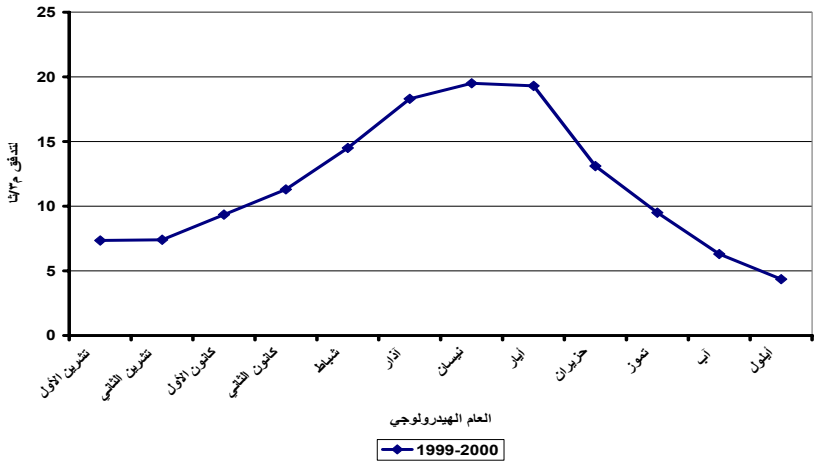
يقدم هيدروغراف الجريان صورة واضحة عن التّوزع السنوي الداخلي للجريان النّهري من حيث المنشأ، ويتم ذلك بواسطة أطوار الجريان ومن ثَم فإن هيدروغراف الجريان يقسم إلى الأطوار الآتية:

1- طور الفيضان: هو زيادة التّدفّق في المجرى المائي الذي يرتبط بالتّدفّق الأعظمي، ويظهر خلال فصل محدد، ويتكرر كلّ عام وله استمرارية محددة، وهنا يعتمد النّهر على التّغذية السطحية .

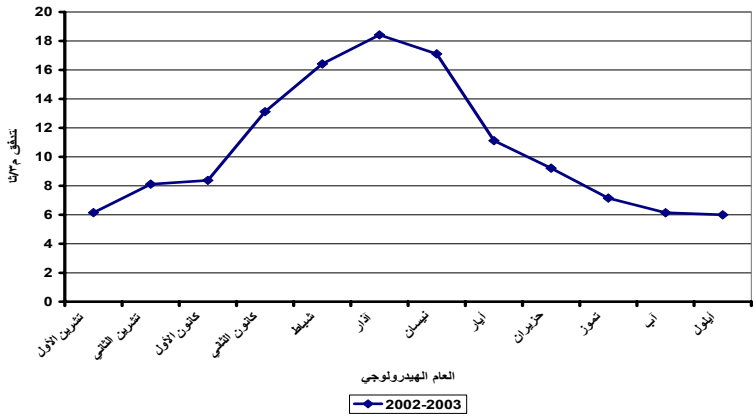
2- طور الشّح: هو تناقص التّدفّق في المجرى المائي، وهو يرتبط بالتّدفّق الأصغري، ويظهر كلّ عام وفي فصل محدد (فصل الصيف)، ويعتمد النّهر في تغذيته على المياه الجوفية.

تُرسم هيدروغرافات الجريان بناء على المتوسطات اليومية للجريان التي تقاس بواسطة (الليمنراف) المسجل الآلي، وإذا لم تتوافر المتوسطات اليومية، يمكن الاعتماد على المتوسطات الشّهرية للجريان، وهذا ما اعتُمِد عليه في هذا البحث، كما رسِمتْ

هيدروغرافات الجريان وحددتْ بداية الطّور ونهايته واستمراريته وحجم جريانه والأشكال (8-9) توضح هيدروغراف الجريان.



الشكل (8)يوضح هيدروغراف الجريان في محطة السن الهيدرومترية للعام الهيدرولوجي 1999-2000م



الشكل (9)يوضح هيدروغراف الجريان في محطة السن الهيدرومترية للعام الهيدرولوجي 2002-2003م

من خلال تحليل هيدروغرافات الجريان لنهر السن الموضحة أعلاه. يبدأ طور الفيضان في بداية شهر تشرين الثّاني وينتهي في شهر أيار، ويرتبط ذلك بالتّدفّق الأعظمي خلال فصل الشّتاء والربيع، وهنا يعتمد النّهر على التّغذية السطحية.

بينما يبدأ طور الشّح مع بداية شهر حزيران وينتهي في شهر تشرين الأول، ويرتبط ذلك بالتّدفّق الأصغري خلال فصل الصيف – الخريف، وفيه يعتمد النّهر على التغذية الجوفيية، ويزداد استهلاك المياه في القطاعات كلّها وخاصة في قطاع الري.

4-حساب التّدفّق الأعظمي $Q\max$

يمثّل التّدفّق الأعظمي أعلى كمية للجريان وهو يحدث خلال طور الفيضان والموجات الفيضانية ويرتبط بالعوامل الجغرافية الطّبيعية.

تعبر الموجات الفيضانية عن الارتفاع المفاجئ للجريان مدة قصيرة، وترتبط بالعواصف المطرية والأمطار الغزيرة أو الذوبان السريع للثّلوج، ولا ترتبط بفصل محدد من فصول السنة، ويمكن أن تظهر مرات عديدة خلال السنة وقد لا تظهر مطلقاً في بعض السنوات.

يعد حساب التّدفّق الأعظمي باحتمالات متعددة ذا أهمية كبيرة في تصميم المنشآت المائية (سدود، مفيضات، مفرغات، عبارات تحت الطّرق أو تصميم فتحات الجسور خطوط السكك الحديدية، أو تصميم أقنية ري سواء أكانت مفتوحة أو مغلقة لدرء الفيضان (Marunoe-1986). يحسب التّدفّق الأعظمي بالاعتماد على متوسطات التّدفّقات اليومية العظمى، وإذا لم تتوافر القياسات تُحدد المتوسطات الشّهرية العظمى لكل عام من الأعوام الهيدرولوجية خلال المدة الزمنية المدروسة.

اعتمد البحث على تحديد المتوسطات الشّهرية العظمى لكل عام خلال الفترة المدروسة، وحسِب التّدفّق الأعظمي باحتمالات متعددة بالاعتماد على علاقة الكسيف

العلاقة (6) $$p=\frac{m-0.25}{N+0.50}.100$$

إذْ إن:

p = الاحتمال الرياضي.

m = رتبة السنة في السلسلة الهيدرولوجية المرتبة تنازلياً.

N = عدد السنوات أو طول السلسلة الهيدرولوجية .

كما رتبتِ المتوسطات ترتيباً تنازلياً، وحسِب التّدفّق الأعظمي وحسابه باحتمال 0.1% لدرء الفيضان حتى 25% لبناء السدود

وتعد حدود التّدفّق الأعظمي باحتمال 2% حتى 33%

ومن أجل بناء السدود يحسب التّدفّق الأعظمي باحتمالات تراوح من 1 – 25% بحسب الهدف من إنشائه.

فإذا كان الهدف توليد الطّاقة الكهربائية يحسب التّدفّق الأعظمي باحتمال 0.1% ومن أجل تصميم المفيضات بشكل عام 1%، ويختار المنشأة بحسب الهدف من إنشائها .

راوحت قيم المتوسط الأعظمي للمدة الزمنية المدروسة من 24.5 – 18.9م3/ثا، وكانت قيمها الاحتمالية 2 – 33.11% ؛ هذا يعني أنّها تحدث ثلاث مرات كل 100 سنة .

5- حساب التّدفّق الأصغري $Q\min$

يعبر التّدفّق الأصغري عن أدنى كمية للجريان تجري في أقسام النّهر خلال مدة زمنية محددة (يوم، عشرة أيام، شهر، فصل سنة وعدة سنوات)، وتتّضح أهمية التّدفّق الأصغري في الدراسات الهيدرولوجية المرتبطة بإنشاء المحطّات الهيدروتقنية التي تُنشأ لضمان تأمين مياه الشّرب باحتمال $p = 95\%$ ؛ وهذا يعني ضمان احتمال توافر مياه الشّرب من 95 – 100% بشكل شبه دائم.

يظهر التّدفّق الأصغري خلال طور الشّح الذي تنعدم فيه التّغذية السطحية للنّهر. إذ يعتمد النّهر في تغذيته على المياه الجوفية، ويتجلّى ذلك خلال فصل الصيف الذي يتوقّف فيه الهطل، وتزداد كمية التّبخّر وزيادة استهلاك المياه في القطاعات كلّها وتحديداً في قطاع الري (نيسان، أيار، حزيران، تموز، آب ، أيلول، وتشرين الأول). ويحسب التّدفّق الأصغري بالاعتماد على المتوسطات اليومية الصغرى، وإذا لم تتوافر قياسات يومية يمكن الاعتماد على المتوسطات الشّهرية الصغرى، وهذا ما اعتُمِد في هذا البحث وأُخِذَتْ هذه المتوسطات لكل عام من الأعوام الهيدرولوجية خلال مدة الدراسة، وحسِب التّدفّق الأصغري باحتمالات متعددة وفقاً لعلاقة كريتسكي ومينكل، (marunov-1979). $p = \frac{m}{N+1}.100$ العلاقة (7).

كما رتبتِ المتوسطات الشّهرية الصغرى ترتيباً تنازلياً، ثم طُبِّقَتِ العلاقة وحسِبتِ القيم الاحتمالية لكلّ سنة من السنوات، إذ راوحت القيم الاحتمالية بين 2.70% - 95.57% القيمة في عام 1980-1979 م2.7% في عام 2008-2009م 95.57%.

6- إدارة الموارد المائية في الحوض:

تُدار الموارد المائية بإنشاء المحطّات الهيدروتقنية في الحوض لتأمين الاحتياجات المائية القطاعية وفقاً لإدارة الطّلب على المياه وسد العجز المائي في المناطق الجبلية .

مجالات استخدام المياه :

- قطاع مياه الشّرب.
- قطاع الزراعة (الري).
- قطاع الصناعة.

قطاع مياه الشّرب:

يستهلك قطاع مياه الشّرب في محافظة طرطوس 1.5م3/ثا، ويبلغ حجم الاستهلاك 129.600 ألف م3/يومياً ، و47.30م.م3 سنوياً .

ويستهلك قطاع مياه الشّرب في محافظة اللاذقية 3م3/ثا، وتبلغ كمية الاستهلاك اليومي 259.200 ألف م3 و 94.6م.م3 سنوياً.

ومن ثَم فإن حجم المياه المستخدمة في قطاع مياه الشّرب في الحوض يبلغ 141.9م.م3 سنوياً.

قطاع الزراعة (الري):

تستخدم محافظة اللاذقية 4م3/ثا في الري، ويبلغ الاستهلاك اليومي 345.600 ألف م3 و 126.1م.م3 سنوياً.

قطاع الصناعة:

تستهلك مصفاة بانياس 0.5 م3/ثا من مياه حوض السن، ويبلغ حجم المياه 43.200 ألف م3 /يومياً، و 15.76م.م3 سنوياً .

تستهلك القطاعات المائية 9م3/ثا، وتُضخ المياه شتاء من بحيرة السن إلى السدود، مثل سد السخابة وطاقته التخزينية 50م.م3 وسد الحويز وسعته التخزينية 12م.م3، وتستخدم هذه السدود في عملية الري صيفاً.

المشاريع المائية في حوض نهر السن:

تُؤَمن مياه الشّرب لمدينة جبلة من نبع الفوار ومياه بحيرة السن ، وتزود مدينة اللاذقية بمياه الشرب من بحيرة السن ونبع ديفة. وتقسم المناطق التي تزود بمياه بحيرة السن في منطقة جبلة إلى:

1- المشروع الأول في الشّريط الساحلي نفذ عام 1982 م:

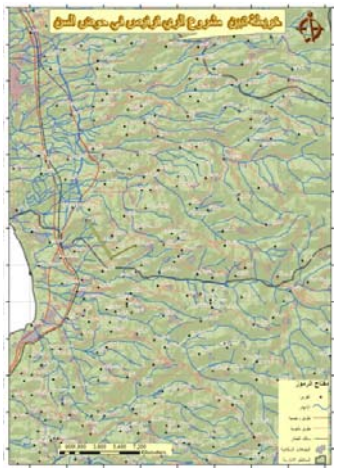
تصل إليه المياه من خطّ الجر الأول ، ويشمل 29 قرية وتقسم إلى المحاور الآتية:

أ- محور قرى الشّريط الساحلي – البرجان – عرب الملك.

ب- محور القطيلبية – القطيلبية – الحصان .

ت- المشروع الثّاني نُفّذ عام 1983م.

تزود مياه هذا المشروع 18 قرية ومزرعة -خطّ قرفيص – سربيون ودوير بعبده- تُضخ المياه على ثلاث مراحل بخطوط ضخّ بقطر 400 مم وبطول 13كم وطاقة ضخّ تُقدر 4000 م3 في اليوم ويقدر طول الشبكات 170كم. المخطط (1) يوضح المشروع الثاني.



المخطط (1)من إعداد الباحث

الصورة (1) توضح بحيرة السن

المصدر : تصوير الباحث 2012م

2- المشروع الثّالث نفذ عام 2004 م.

تزود مياه هذا المشروع 30 قرية ومزرعة هي :

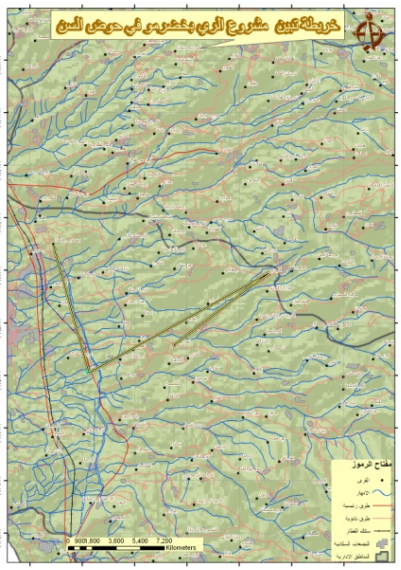
-بخضرمو – الحويز، البودي،

كفردبيل

يتألف المشروع من خمس محطّات ضخّ وخمسة عشر خزاناً أرضياً عالياً، وشبكة يبلغ طولها 135كم، ويوضح المخطط (2) هذا المشروع .

الصورة (2) توضح أفنية الري في بحيرة السن

المصدر : تصوير الباحث 2012م

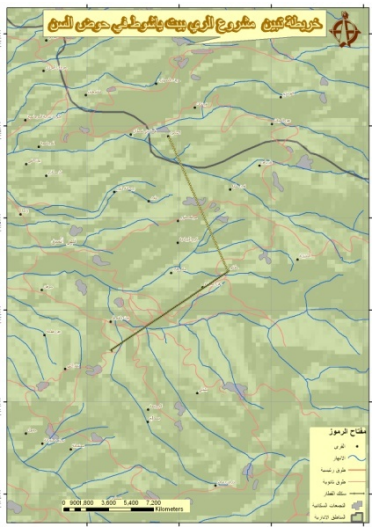


المخطط (2) من إعداد الباحث

3- المشروع الرابع مشروع إرواء بيت ياشوط:

يزود هذا المشروع أربعاً وثلاثين قرية ومزرعة على الشّكل الآتي هي : عين الشّرقية – حلبكو – العامود في منطقة القرداحة.

يتألّف المشروع من تسع محطّات ضخّ وعشرين خزاناً وشبكة بطول 150كم، وقد توقّف العمل فيه في عام 1984 وأعيد إحياؤه عام 1994 م. ويوضح المخطط (3) هذا المشروع.

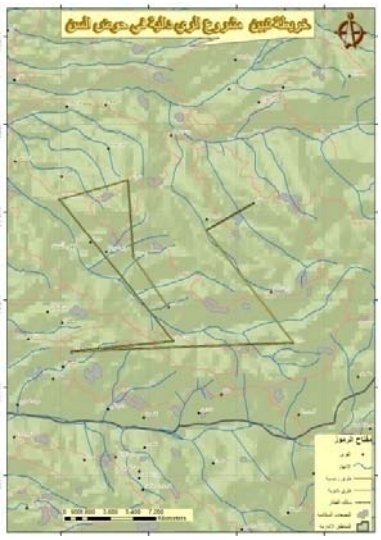


المخطط (3) من إعداد الباحث

4- المشروع الخامس : مشروع الدالية

يزود هذا المشروع تسعاً وثلاثين قرية ومزرعة وفق المحاور الآتية: -بسطوير – بسنديانة – بشراغي وحمام القراحلة -بيت عانا – عين غنام - معرين – بسمالخ – بشيلي، وقد عانت هذه القرى الجبلية المرتفعة من العجز المائي عقوداً زمنية طويلة

يتألّف المشروع من سبع محطّات ضخ وثلاثة وثلاثين خزاناً، ويبلغ طول الشّبكات فيه 195كم. ويوضح المخطط(4)هذا المشروع.



مخطط(4) إعداد الباحث

النتائج:

1- يساعد التّركيب الجيولوجي والهيدروجيولوجي على تطور الكارست وتشكّل الينابيع الكارستية في الحوض.
2- يعد متوسط التّدفّق مؤشراً إحصائياً مهماً في عملية الاستثمار الأمثل للموارد المائية في الحوض.
3- يبلغ حجم الهدر المائي 60م.م3 سنوياً؛ وذلك لعدم وجود سدود كافية لتخزين الوارد المائي.
4- يرتبط التّدفّق الأعظمي بكمية الهطل وهيدروجيولوجية الحوض.
5- يرتبط التّدفّق الأصغري بالتغذية الجوفية في الحوض.
6- يحدد معامل التوزع الفصلي KI **و** $K2$ نظام الجريان في الحوض.
7- يكتسب تحديد السنة المتوسطة الافتراضية أهمية تطبيقية في مجالات استخدام المياه.
8- يوضح هيدروغراف الجريان أطوار الفيضان والشّح في الحوض.
9- تستهلك القطاعات المائية 9م3/ثا، وتُضخ المياه شتاء من بحيرة السن إلى سد السخابة وسد الحويز.
10- سد العجز المائي في القرى الجبلية المرتفعة في ريف مدينة جبلة بوساطة المشاريع المائية في الحوض.

المقترحات

1. إنشاء المزيد من السدود في الحوض.
2. بناء مصنع على بحيرة السن لتعبئة المياه واستثمارها اقتصادياً.

المراجع

المراجع باللّغة العربية:

1. الأسعد،علي: الهيدرولوجيا (1) جامعة تشرين 1993-1994م.
2. الأسعد، علي: عمار، غطفان: الهيدرولوجيا جامعة تشرين، 2006-2007م.
3. موسى، علي: مناخ سورية، مطبعة الحجاز، دمشق 1978م.
4. حسين، كمال: جيولوجية سورية الإقليمية، جامعة دمشق، 2002-2003م.
5. عيسى، مريم: التوزع السنوي الداخلي للجريان النهري في منطقة الرودبي الغربية (بلغاريا)، أطروحة دكتوراه ، جامعة صوفيا 1995م.

الوزارات والشركات:

1. دراسة سوفيتية :هيدرولوجية حوض الساحل 1984 م .
2. سلخوزيروم أكسبورت: التّحريات الهيدرولوجية والهيدروجيولوجية لحوض نبع السن 1979م.
3. الشّركة العامة للدراسات المائية :التّحريات الهيدرولوجية والهيدروجيولوجية لحوض نبع السن، حمص 1987 م .
4. الموازنة المائية في حوض الساحل. مديرية الموارد المائية في حوض الساحل، 2005 م .
5. مديرية حوض السن: البيانات الهيدرومترية والميتورولوجية في المدة من 1974-1975/2009-2010 م.
6. مديرية حوض نهر السن: المشاريع المائية في الحوض ، 2012م.
7. الهيئة العامة للاستشعار عن بعد: هيدروجيولوجية حماية نبع السن من التّلوث دمشق 2008م.

المراجع باللغة الانكليزية:

1- Paul J.lanasa : fluid flow measurement a practical guide to accurate flow measurement, butter worth – Heinemann ,2002.

2- Peter B.heyler : managing cash flow an operational focus,john wiley and sons.inc,2003.

3- Roland W,lewis :Fundanentals of the finite element method for heat and fluid flow, john wiley and sons .ltd,2004.

4- Ven Te Chcur Do/'d R.lrrlo'riment LorryWM. Qys:APPLIED HYDROLOGY, 2006.

المراجع باللغة البلغارية

1- Демирева, Елена, Хидрология, София 2007

2- Маринов, ИВ, Модев, ст, Рькводство за упражнения по хидрология, София 1977

3- Маринов, ИВ, хидрологичен На рьчник, Техник, София 1979

4- Маринов, ИВ Инженерна хидрология Техник, София 1986

5- Маринов, ИВ, Модев, ст, Рькводство за упражнения по хидрология, София 1986

6- Пенчев, Пьтер, Методи на хидроложките Изеледвения, Софийски, Унивеситет, София 1987 .

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2013/2/27.