مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة الآداب والعلوم الإنسانية المجلد (36) العدد (1)2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Arts and Humanities Series Vol. (36) No. (1) 2014

درجة التحلل الكارستي في حوض نبع السن

الدكتورة جوليت سلوم *

(تاريخ الإيداع 11 / 11 / 2013. قبل للنشر في 22 / 1 / 2014)

ملخّص

ينبثق نبع السنّ الكارستيّ في الصخور الكريتاسيَّة المصدّعة, على ارتفاع 11م عن سطح البحر. وهو من أهم الينابيع في حوض الساحل السوري. وما يميز حوض نبع السن غناه بالأشكال الكارستية السطحيَّة والضمنيّة كالجوبات والخدوش والآبار الكارستية, ويعزى هذا الأمر إلى الطبيعة الليثولوجية, من حيث مسامية الصخور ونفاذيتها, إضافةً إلى غنى المنطقة بالفوالق والقسمات الخطية, التي تسهل ولوج الماء داخل الصخور وأهمها الفوالق, التي تمرر مياه نبع السن. في هذه الدراسة سنحاول اختبار الأشكال الكارستية في منطقة الدراسة فيما إذا كانت تعود إلى الظروف المناخية الحالية أم أنها تعود إلى ظروف مناخية سابقة .

الكلمات المفتاحية: نبع السن, الفوالق, الظروف المناخية, سرعة التحلل الكارستي.

* مدرسة – قسم الجغرافية– كلية الآداب والعلوم الإنسانية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة الآداب والعلوم الإنسانية المجلد (36) العدد (1)2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Arts and Humanities Series Vol. (36) No. (1) 2014

Degree of the Karstic Corrosion in the Sin Spring

Dr. Juliet Salloum*

(Received 11 / 11 / 2013. Accepted 22 / 1 / 2014)

□ ABSTRACT □

The Sin Karastic Spring pours out from the karastic faulting rocks on 11m height above the sea level. It is one of the most important springs in the Syrian costal basin. The most essential feature of the Sin Karastic Spring Basin is its abundance with internal and external karastic forms, such as Lapiaz, Dolines and Ouvalas. This is due to the lithological nature in line with the porous and penetration rocks. This is in addition to the abundance of the study area with the joints and lineation which facilitate the entrance of water inside the rocks, especially the joints which pass the Sin Spring water. From what is stated above, this study tries to examine if the development of Karastic features in the study area relates to either the recent or the pre - climatic conditions.

Keywords: Sin Spring, Joints, Climatic Conditions, Rate of Karastic Corrosion.

* **Assistant Professor, Department of Geography, Faculty of Geography, Faculty of Arts and Humanities, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

إن طبيعة صخور منطقة الجبال الساحلية النفوذة للماء تجعل من موضوع تأمين مياه الشرب أو الري مشكلة قائمة تزداد بالاتجاه نحو المناطق المرتفعة وبالرغم من كون هذه المناطق من أكثر المناطق هطولاً للأمطار في سورية فإن ينابيعها قليلة ولا جريان سطحي دائم منها ولا حتى تربة صالحة للزراعة باستثناء الجوبات وأودية المسيلات الكبيرة. وتأخذ معالم الحياة بالظهور مع ظهور الينابيع في بطون وجوانب الأودية وتتزايد هذه الينابيع و ترتفع غزارتها كلما تقدمنا باتجاه السهل الساحلي ،حيث يرافقها اتساع رقعة الأراضي المغطاة بالتربة. و مما تقدم, كانت ضرورة التقدير الكمي لسرعة التحلل الكارستي والخصائص النوعية لمياه نبع السن لمعرفة قدرتها على متابعة النشاط الكارستي و مدى صلاحيتها للأغراض المختلفة.

ينبثق نبع السنّ الكارستيّ في الصخور الكريتاسيَّة المصدّعة على ارتفاع 11م عن سطح البحر, وهو أحد الينابيع الهامة في حوض الساحل السوري , و تستخدم مياهه لأغراض الشرب, والري,والصناعة, ويذهب مايفيض منه إلى البحر. وما يميز حوض نبع السن غناه بالأشكال الكارستية السطحيَّة منها والضمنيّة كالجوبات والخدوش الكارستية والآبار الكارستية, ويعزى ذلك إلى الطبيعة الليثولوجية, من حيث مسامية الصخور ونفاذيتها, إضافةً إلى غنى المنطقة بالفوالق والقسمات الخطية التي تسهل ولوج الماء إلى داخل الصخور وأهمها الفوالق التي تمرر مياه نبع السن. إضافةً إلى الارتباط الوثيق بين ارتفاع درجات الحرارة وارتفاع كمية التبخر– النتح صيفاً, وارتفاع معدلات الهطل واعتدال الحرارة وانخفاض كميات التبخر شتاءً, مما يزيد من معدل الهطل الصافيّ المستخدم في حلّ الصخور وإذابتها.

أهمية البحث وأهدافه:

تنبع أهمية البحث من الأهميَّة الحيوية لمياه نبع السن في تأمين مياه الشرب لمحافظتي اللاذقية وطرطوس. وعلى الرغم من إجراء التحاليل المخبرية الدوريَّة الدقيقة التي تجرى بهدف تحديد الخصائص الهيدروكيميائية لمياه النبع ومدى صلاحيتها للشرب والريّ والأغراض الصناعيَّة, إلاّ أنَّ نتائج تلك التحاليل لم تكن موضوعاً لدراسة أو بحث علمي يهدف إلى التقدير الكمي لمدى إمكانية مياه نبع السن على حلّ الصخور الكلسية الموجودة في منطقة الدراسة ومن ثمَّ تحديد سرعة التحلُّل الكارستي. لذلك كان من الضروري إلقاء الضوء على الخصائص الهيدروكيميائية لمياه النبع وتقدير سرعة التحلل الكارستي فيها.

إنَّ الهدف الأساسي من دراسة التحلُّل الكارستي في نبع السنّ هو:

- التعرف على دور البنية الجيولوجية لمنطقة الدراسة وأثرها في عملية التحلل الكارستي.
- التعرف على دور العوامل المناخية (حرارة – هطل) في تسريع وتيرة التحلل الكارستي.
- تحديد سرعة التحلل الكارستي رياضياً لتقدير النشاط الكارستي الحالي في مياه نبع السن.

منهجية البحث:

استخدمنا في هذا البحث: المنهج الاستقرائي لمعرفة أثر العوامل الطبيعية على التحلُّل الكارستي في نبع السّن وترابط الظواهر الطبيعية مع بعضها البعض, كما استخدمنا المنهج الاستنتاجي في عمليتي التحليل والتركيب لمعرفة أثر التحلل الكارستي في نشوء الأشكال الكارستية في منطقة الدراسة. كما اعتمدنا الوسائل الكميَّة في دراسة الهطولات

المطرية والتدفق النهري وحساب سرعة التحلل الكارستي, إضافةً إلى اعتماد الأسلوب الإحصائي في إعداد الأشكال البيانية

- الخرائط الطبوغرافية (25.000/1) والجيولوجية (50.000/1) والمخططات التكتونية لمنطقة الدراسة.
- صورة فضائية لمنطقة الدراسة (IRS-ETM).
- الجداول والأشكال البيانية للعناصر المناخية.
- تم حساب التبخر من سطح الماء الحرّ عن طريق علاقة إيفانوف:

$$ETO = 0.0018(25+T)(100-A)^2.$$

- تم حساب سرعة التحلل الكارستي في نبع السن عن طريق علاقة **J. Corbel**[1] التالية:

$$V = \frac{4ET}{100}$$

حيث:

V= سرعة التحلُّل الكارستي مقدرةً بالمم/ 1000 سنة.

E= معدل التساقط السنوي الصافي مقدراً بالديسميتر (دسم).

T= المتوسط السنوي للمحتوى الكربوناتي لمياه النبع مقدراً بالملغ/ ل.

- تم حساب معدل التساقط الصافي من خلال العلاقة الآتية[2]:

$$E = P - I$$

حيث:

E= معدل الهطل السنوي الصّافي مقدراً بالمم.

P= متوسط الهطل السنوي مقدراً بالمم.

I= معدل التبخر – النتح السنوي الفعلي مقدراً بالمم.

- تم حساب التبخر من سطح الأرض عن طريق **علاقة تورك:**

$$خ = \frac{ط}{\sqrt{0.9 + \frac{ط^2}{ل^2}}}$$

حيث:

خ = معدل التبخر – النتح الفعلي مقدراً بالملم / السنة.

ط = معدل الهطل السنوي مقدراً بالملم.

ل = معامل رياضي يساوي **300+ 25 ت + 0.05 ت3.**

حيث: ت = متوسط درجة الحرارة السنوي مقدراً بالدرجة المئوية.[3]

---

[1] **محمد فائد حاج حسن, الخصائص الهيدروكيميائية ودرجة التحلل الكارستي في نبع عين الفيجة, مجلة محكمة غير دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية, جامعة الملك سعود, الرياض, السعودية, 1997م, ص22.**

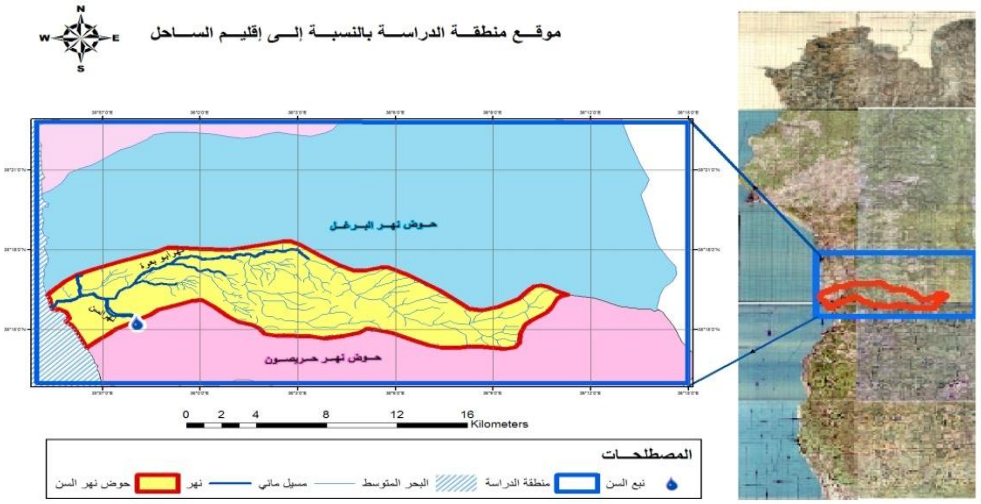
[2] **المرجع السابق, ص20.**

[3] **محمد فائد حاج حسن, أسس الجيومورفولوجيا المناخية, جامعة دمشق, 1996,ص 135.**

- استخدمنا الحاسب الآلي لمعالجة البيانات وتحليلها واستخلاص النتائج منها, وخاصةً برنامج EXCEL (2007) للمخططات البيانية, وبرنامج (Word 2007) لإعداد النصوص والجداول.

4 –الواقع الجغرافي:

يشكل حوض نبع السن الجزء المركزي من حوض الساحل السوري, ويمتد بين دائرتي عرض **´14 °35 و °35 ´30** شمال دائرة الاستواء, وبين خطي طول **´55 °35 و ´15 °36**شرق غرينتش. يحدّه من الشرق خط تقسيم المياه المارّ بذرى الجبال الساحلية ومن الغرب البحر المتوسط, أما من الجنوب فيحدهُ حوض نهر حريصون ومن الشمال حوض نهر السخابة كما توضحه الخريطة رقم (1).



خريطة رقم (1) تبين الموقع الفلكي لحوض نبع السّن

المصدر : من عمل الباحث

النتائج والمناقشة:

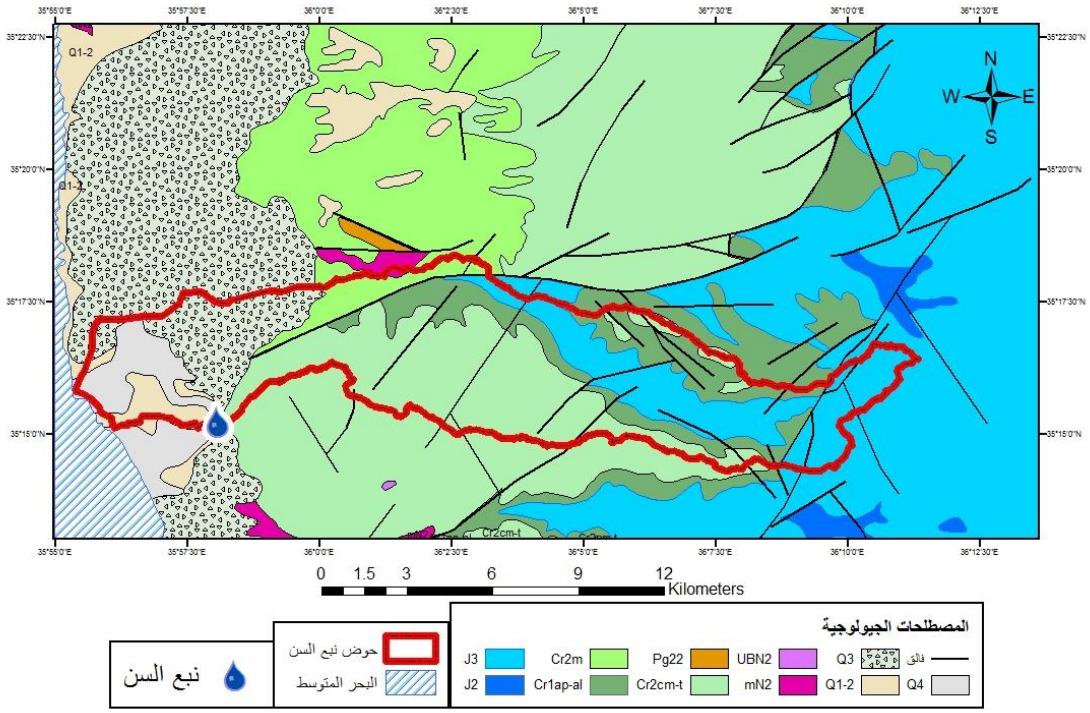
أولاً– البنية الجيولوجية:

تتوضع في منطقة الدراسة ومحيطها تشكيلات جيولوجية ذات صفات مختلفة فمنها ذات نفاذية عالية ومنها متوسطة والآخر كتيمة, وهذه الطبقات تلعب دوراً هاماً في احتجاز المياه الراشحة من مصادر التغذية (الأمطار، والثلوج,...) وبالتالي تحديد طول فترة تماس المياه مع الصخور والقيام بعملية التحلل الكارستي. إضافةً إلى غنى هذه الصخور بالشقوق والفواصل الصخرية والتي تعدّ بمثابة مناطق ضعف تهاجمها المياه المشبعة بحمض الكربونيك وتتوغل من خلالها ضمن الطبقات الصخرية. كذلك يتكون الحجر الكلسي من كربونات الكالسيوم القابلة للتحلل والذوبان عند تعرضها للمياه الغنية بحمض الكربونيك نتيجة اتحادها بثاني أكسيد الكربون الجوي وكذلك الموجود في الترب. وتتكشف في منطقة الدراسة تشكيلات من الجوراسي الأدنى حتى الرباعي مروراً بالكريتاسي والباليوجين والنيوجين.

أ.**تشكيلة الجوراسي:** تنتشر تشكيلة الجوراسي في حوض السنّ في القسم الشرقي مشكلّة قمم الجبال وتمتد باتجاه الغرب ضمن بعض الأودية في منطقة السنّ وبانياس.[4]لذلك فإن الجريان السطحي الدائم في الجبال معدوم. تتكون هذه الصخور من صخور كلسية وكلسية دلوميتية قاسية إلى متوسطة القساوة يوجد في قاعدتها طبقات رقيقة إلى متوسطة فاتحة اللون تتدرج نحو الأعلى بحيث تصبح مؤلفة من دلوميت غير واضح التطبق ذي حبيبات ناعمة إلى متوسطة الحجم بثخانة تتجاوز /350 م/ وبعد أن يتعرَّض للتجوية يصبح هذا الدولوميت هشاً أو رملياً مع عدسات رقيقة من الصوان يغطيه دولوميت كتلي رمادي اللون وتصل الثخانة الكلية للجوراسي الأدنى والأوسط إلى حوالي /850 م/ وتعد هذه التوضعات عموماً ملائمة لنمو وتطور الكارست, حيث الشروط المناسبة لتسرب المياه إلى باطن الأرض. وقد لوحظ في بعض المناطق انتشار التشققات الكارستية في الطبقات العليا.

ب- **تشكيلة الكريتاسي:** تنتشر صخور الكريتاسي في الجزء الواقع بين خط تقسيم مياه سلسلة الجبال الساحلية في الشرق من الحوض والسهل الساحلي من الغرب على امتداد منطقة الدراسة.

الخـريطــة الجيــولــوجيــة لحــوض نهــر الســن



خريطة رقم (2) تبيّن جيولوجية منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحث.

- تشكيلة باب جنة (الأبسيان – ألبيان):

تتكون من تناوب المارلالدلوميتي الأخضر الضعيف التشقق والحجر الكلسي المارلي ذي اللون الرمادي إلى الرمادي المخضر والحجر الكلسي الثخين والرقيق التطبق. تأخذ توضعاتالأبسيان – ألبيان شكل شريط متعرج يفصل

[4]دراسة استشعارية- هيدروجيولوجية لحماية نبع السن من التلوث, الهيئة العامة للاستشعار عن بعد بالتعاون مع الهيئة العامة للموارد المائية, دمشق, 2008م, ص15.

بين توضعات الجوراسي والسينومان وتعمل على حجز المياه المتسربة من مياه الأمطار عبر الطبقات الكلسية الدلوميتية المشققة.

- السينومانيان:

تتكون صخور السينومانيان من تناوب أحجار كلسية أو دلوميتية ثخينة التطبق ومارل وأحجار كلسية مارلية تحوي على طبقات كلسية تأخذ شكل جدران ويكون انتشار الكارست والشقوق في هذه التشكيلة ضعيفاً بسبب سيطرة المارل والحجر الكلسي المارلي عليها .

- التورونيان:

تتألف رسوبيات التورونيان بشكل رئيسي من مارل كلسي ومارل في الأسفل وطبقات سميكة من حجر كلسي عضوي في الأعلى وتتكشف توضعاتالتورونيان إلى الجنوب من نبع السن.

ج. تشكيلة الباليوجين و النيوجين: تتألف التشكيلة بشكل رئيسي من المارل والحجر الكلسي الحواري الذي يحوي على الصوان والحجر الكلسي النموليتيوالمارل و المارل الحواري. إن التركيب الليثولوجي للباليوجين و النيوجين يحول دون انتشار ونمو الفجوات الكارستية في هذه التشكيلات.

- البنيـة التكتـونيــة:

تقع منطقة الدراسة على السفح الغربي للسلسلة الساحلية التي تأخذ شكل سلسلة قوسية في الجزء الهامشي من الصفيحة العربية. ويرتفع فيها الجزء الشرقي بنيوياً وطبوغرافياً أكثر من الجزء الغربي لذلك فإن الصخور الأحدث تتكشف بالابتعاد عن محور السلسلة باتجاه الغرب ويمكننا اعتبار السلسلة نجد وحيد الميل يتراوح فيه ميل الطبقات بين الخفيف إلى الشديد باتجاه الغرب أو الجنوب الغربي وتغير الفوالق المنتشرة في منطقة الدراسة هذه الميول محلياً وتتراوح رميات تلك الفوالق بين (20 – 800) م.

إنَّ الوضع التكتوني يكون أحياناً أكثر تعقيداً في بعض المواقع بتأثير القسمات الخطيَّة ذات الاتجاهات المائلة على اتجاه الفالق الرئيسي (الغاب).[5] تنتشر في منطقة حوض نبع السن مجموعةٌ كبيرةٌ من الفوالق **وأهمها:**

- فوالق ذات اتجاه شمال شرق – جنوب غرب ترافقت مع الفالق السوري- اللبناني الذي شكل منخفض الغاب. ومنها فالق المرقية الواقع على الحدود الجنوبية للحوض حيث يتجه من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي وتبلغ رميته في الجزء الساحلي بحدود 40م وتتناقص باتجاه الشمال الشرقي[6], ويعد فالق السن هو الفالق الرئيسي في منطقة الدراسة والذي يبدأ عند نهر السن في الغرب ويتجه شرقاً حتى يصل إلى جنوب قرية (حصنان- بيت ياشوط) حيث يتفرع إلى فرعين الأول يتجه إلى الشمال الشرقي ويستمر حتى يصل إلى منخفض الغاب والثاني يتابع اتجاهه شرقاً مع تناقص في رميته إلى أقل من 200م بينما الرمية العظمى للفالق إلى الغرب في منطقة بتمانا تزيد على 800 م.

- فوالق ذات اتجاه جنوب- شمال لا يلاحظ في منطقة الدراسة مثل هذه الفوالق باستثناء فالق وحيد يمتد من شمال السن إلى جنوب القرداحة موازياً للفالق السوري اللبناني.

---

[5] **دراسة استشعارية- هيدروجيولوجية لحماية نبع السن من التلوث, مرجع سابق, ص19.**

[6] **الشركة العامة للدراسات المائية, مشروع دراسة حوض السن, التقرير الهيدرولوجي العام, المجلد الأول , 1987م ,ص56.**

وهناك عدد قليل من الفوالق المتقاطعة والمتعامدة مع الفوالق السابقة تتجه من الغرب إلى الشرق (إلى الجنوب من بانياس) وإلى الجنوب من رأس العين وفوالق تتجه من الشمال إلى الجنوب (غرب زاما). ونتيجة النشاط التكتوني الذي تخضع له السلسلة الساحلية ومنها منطقة الدراسة تحدث عمليات نهوض تؤدي إلى ازدياد نسبة التشقق والتكسر والتخلع في صخور المنطقة والتي تساعد في تسارع التحلل الكارستي من خلال زيادة تسرب مياه الأمطار داخل تلك الصخور. وتم نتيجة معالجة الصور الفضائية وتفسيرها لمنطقة الدراسة تحديد العديد من القسمات الخطية ذات الامتدادات والاتجاهات المختلفة.

ثانياً – البنية الجيومورفولوجية:

تقع منطقة الدراسة على السفح الغربي للسلسلة الساحلية والتي تشكل نجداً وحيد الميل يميل بشكل عام غرباً بانحدار بسيط باتجاه البحر بينما يكون الانحدار شديداً باتجاه غور الغاب والذي يشكل الاستمرار الشمالي للانهدام العربي الأفريقي. يمكن تقسيم منطقة الدراسة من الناحية المورفولوجية كما تبين الخريطة (5) إلى ثلاثة أقسام :

القسم الأول :في الشرق ويتألف من التضاريس العالية التي يزيد ارتفاعها عن 700 م وتميل بلطف نحو الغرب بينما يكون انحدارها باتجاه غور الغاب في الشرق شديداً وتتألف على الأغلب من الصخور الكلسية والكلسية الدلوميتية والدلوميت مع وجود طبقات بينية من الحجر الكلسي المارلي والمارل ويبلغ أعلى ارتفاع لها 1250 م. وغالباً ما تكون معظم السفوح محدبة بحيث تمثل مناطق شديدة الانحدار وبسبب الميل الشديد للمنحدرات فإنه من المألوف وجود أرصفة من الصخور العارية كما يمكن ملاحظة وجود فوهات دائرية الشكل يتجاوز قطرها أحياناً 1 كم ومعظمها غير متصل بالوديان " جوبة الجمال " شرق حرف المسيترة.

القسم الثاني : تلال سطحية تتألف من منحدرات مائلة نسبياً مؤلفة من المارل والصخور الكلسية المارلية يتراوح ارتفاعها بين 250 – 700 م وتقطعها وديان عرضانية إضافة إلى المسيلات الرئيسية المنحدرة من أعلى السلسلة " نهر أبو بعرة – نهر البرغل – نهر كفر ديبيل "وتتغطى معظم السفوح بركام المنحدرات ويكون تأثير الحت قليلاً فيها.

القسم الثالث : تتألف من السهل الساحلي ومصاطب شبه مستوية تميل قليلاً نحو الغرب وهي ذات توضعات حصوية تصبح رملية بالغرب من شاطئ البحر ويمكن أن نضيف إليها سهول الوديان الفيضية ومراوح المسيلات المائية المقطعة جزئياً بأخاديد صغيرة.

خريطة رقم(3) تبين جيومورفولوجية حوض نبع السنّ

المصدر: : من عمل الباحث.

ثالثاً–المناخ:

تعدُّ الظروف المناخية من أكثر العوامل تأثيراً في سرعة التحلل الكارستيّ, حيث يتسارع التحلُّل والذوبان بارتفاع معدلات الهطل وانخفاض درجات الحرارة, حيث إنَّ تدني درجة الحرارة يؤدي إلى تناقص معدلات التبخر– النتح السنوي من جهة, ويرفع معدلات انحلال غاز ثاني أكسيد الكربون ضمن مياه الهطل, كما تتزايد وتيرة التحلل الكارستي مع تزايد معدلات الضغط الجزئي لغاز ثاني أكسيد الكربون. ينتمي مناخ منطقة الدراسة إلى المناخ المتوسطي الذي يتصف بالهطل المطري الغزير المركّز في فترة قصيرة من فصل الشتاء الممطر (3أشهر), كما يتّصف بوجود فصل الصيف الطويل (8 أشهر).

درجات الحرارة:

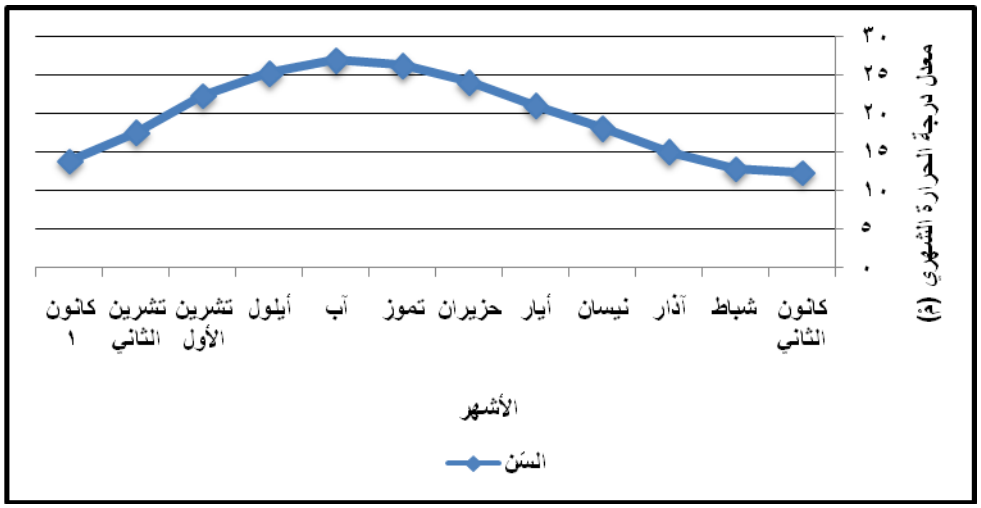
تلعب درجات الحرارة دوراً جوهرياً في تحديد النشاط الجيومورفولوجي لاسيما في مجال التجوية والتحلُّل الكارستي, حيث إنَّها تحدد قدرة المياه الطبيعية على حل غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الغلاف الجوي وفي هواء الترب وإذابته, وتحويله إلى حمض الكربون تبعاً للتفاعل الآتي:

$$H_2o + Co_2 \leftrightarrow H_2Co_3$$

$$CaCo_3 + H_2Co_3 \leftrightarrow Ca(HCo_3)_2$$

حيث يسهم حمض الكربون بفعالية محسوسة في تحلل الصخور الكلسية المكونة من كربونات الكالسيوم عسيرة الذوبان ويحولها إلى بيكربونات الكالسيوم أو ثاني كربونات الكالسيوم سهلة الذوبان بالماء. وكلما انخفضت درجات حرارة الماء ازدادت قدرته على حل (co_2),وازدادت بالتالي قدرته على إذابة الصخور القابلة للتحلل والذوبان. وتتزايد

وتيرة التحلل الكارستي مع تزايد معدلات الضغط الجزئي لغاز ثاني أكسيد الكربون, حيث تتدخل قيم الضغط الجزئي لغاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الغلاف الجوي في تحديد كميات ذوبانه الفيزيائي ومعدلاتها ضمن المياه. وترتفع قيم الضغط الجزئي لغاز ثاني أكسيد الكربون مع تناقص درجات الحرارة. ففي ظل درجة حرارة تحوم حول الصفر فإن قيمة الضغط الجزئي لـ Co2 تساوي 1.713 تنخفض إلى 1.194 عند ارتفاع درجات الحرارة إلى +10°مئوية. كما تتدخل درجات الحرارة في تحديد نشاط الأحياء المجهرية وفي تنشيط التفاعلات الكيميائية وتسارع وتائرها. فقد وجد أن التفاعلات الكيميائية التي تتم ضمن التربة تتضاعف بمعدل 2.5 مرة كلما ازدادت درجة الحرارة 10°مئوية.[7]يمكن القول إن الظروف الحرارية لمنطقة البحث تتحدد حسب فاعلية الارتفاع عن سطح البحر إلى جانب الانفتاح على المؤثرات البحرية مما يترتب عليه صيف معتدل و شتاء بارد. واعتماداً على معطيات محطة السنّ المناخيَّة بين عامي (1960– 2010) م, بلغ المتوسط السنوي لدرجة الحرارة 19.7°م. كما أنَّ متوسط أكثر الأشهر حرارةً (شهر آب) 27°م بينما متوسط أكثر الأشهر برودةً (كانون الثانيّ) 12.4°م, وبذلك يكون المدى الحراري السنوي 14.6°م, والفروق الحرارية الشهرية كبيرة و كذلك الفروق الحرارية اليومية والتي لها أهميتها في أعمال التجوية و تكسير الصخور وتفتيتها.



شكل رقم (1) يوضح الخط البياني لدرجة الحرارة في محطة السنّ (1960– 2010) م

المصدر: من عمل الباحث.

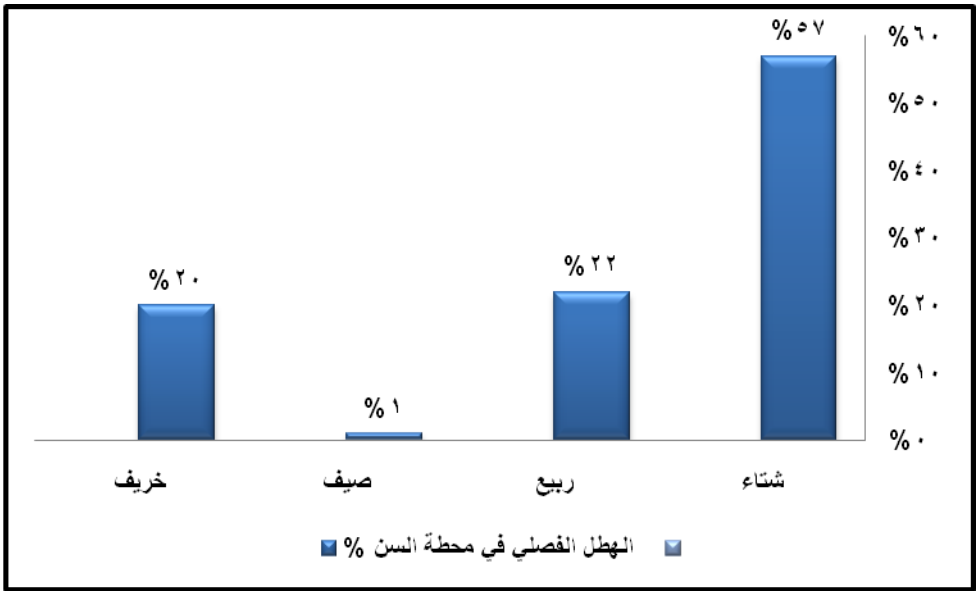
من الشكل السابق يتبين لنا أنَّ درجات الحرارة تتزايد خلال فصل الصيف وبشكل خاص في شهر آب, وهذا يعني أن عمليات التجوية الفيزيائية تنشط في أشهر الصيف أكثر منها في أشهر الشتاء التي يرتفع فيها نشاط التجوية الكيميائية لتوفر الرطوبة و الحرارة المناسبتين.

الهطل:

تعد الأمطار من أهم العناصر وأكثرها تأثيرا على الصعيد الجيومورفولوجي وتختلف الآثار الجيومورفولوجية للأمطار تبعاً لأنواعها وشدتها من جهة, وتبعاً لطبيعة الخصائص الليثولوجية للمنطقة التي تهطل فوقها أو تتلقاها من جهة ثانية, ففي منطقة حوض نهر السن ذات الصخور الكربوناتية (كلسية أو دولوميتية), يكون الأثر والدور

[7]**محمد فائد حاج حسن, أسس الجيومورفولوجية المناخية, منشورات جامعة دمشق, 1996م, ص94-95.**

الجيومورفولوجي للأمطار الهاطلة على شكل رذاذ ناعم أكثر أهمية وفعالية من الأمطار الغزيرة الوابلة, لأن الرذاذ يبقى معلقاً في الجو لفترة طويلة نسبياً قبل وصوله إلى سطح الأرض وهذا ما يسمح له بإذابة كميات مهمة من غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الغلاف الغازي بالمقارنة مع الأمطار الوابلة الغزيرة, وهكذا يغدو هذا الرذاذ ذا طبيعة حامضية ترتفع قدرته على حل وإذابة الصخور الكربوناتية, بالإضافة إلى أن هذا النوع من الهطل يسمح لمياه المطر بالبقاء على تماس مع الصخر لفترة طويلة نسبياً قبل أن يشكل مجاري وسيولاً صغيرة وبعبارة أخرى تكون مدة أو فترة التفاعل الكيميائي بين المياه الحمضية والصخور الكربوناتية طويلة نسبياً وهكذا تنشط فعالية نشوء الأشكال الكارستية وتطورها. [8]



شكل رقم (2) يبين فصلية الأمطار في محطة السن بين (1960– 2010) م

المصدر: من عمل الباحث.

جدول رقم (1) يوضح كمية الهطل السنوي في محطة السنّ بين (1960– 2010) م

العام	الهطل	الانحراف عن الوسط الحسابي	مربع الانحراف $2(x'-x)$
المجموع	42041.5		2535709.62

المصدر: مديرية الموارد المائية – حوض الساحل.

- **الوسط الحسابي** للفترة الزمنية بين (1960– 2010) م= $\frac{42041.5}{50}$ =**824**مم.
- **الانحراف المعياري**:أي حساب انحراف معدل كمية الهطل السنوي عن المعدل السنوي العامّ المحسوب بالوسط الحسابيّ, وذلك وفق العلاقة الآتية وتطبيقها على بيانات الجدول السابق.

$$б=\sqrt{\frac{\sum(x'-x)2}{n-1}}=\sqrt{\frac{2535709.62}{50}}$$

$$=\pm 225.19$$

[8] **محمد فائد حاج حسن, أسس الجيومورفولوجيا المناخية, مرجع سابق, ص98.**

وهذا الانحراف يشير إلى درجة انحراف الهطل خلال 50 سنة عن الوسط الحسابي, كما يبين درجة تذبذب الهطل عن الوسط الحسابي زيادةً ونقصاناً.

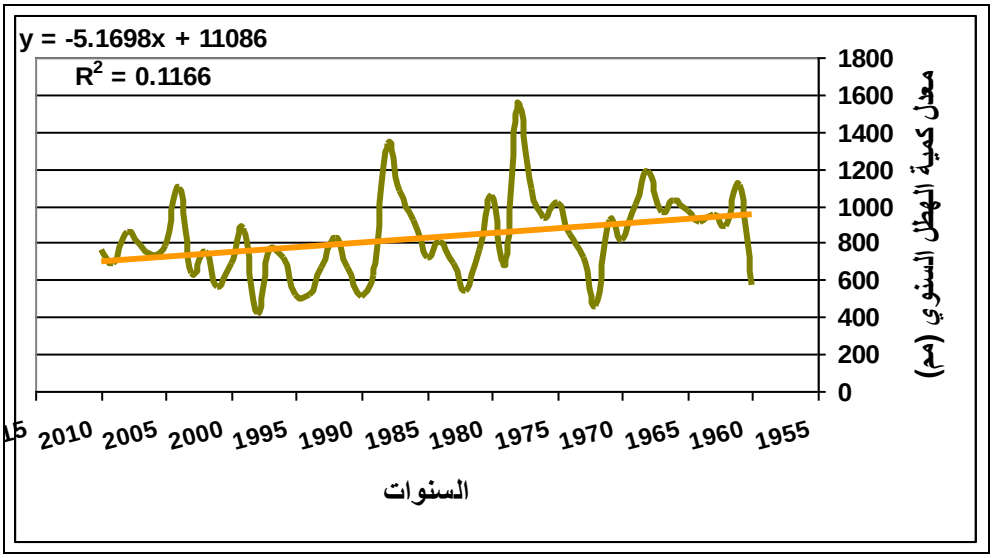
- **معامل الاختلاف النسبي:** يمكن الحصول عليه من تقسيم الانحراف المعياري على الوسط الحسابي, ثم يضرب الناتج بـ 100, وبهذا يمكننا حساب نسبة الخطأ التي تمثل عملية الانحراف في بيانات المحطات.

معامل الاختلاف النسبي= 27.32%

ومنه يمكن حساب نسبة الخطأ الواردة في بيانات محطة السن:

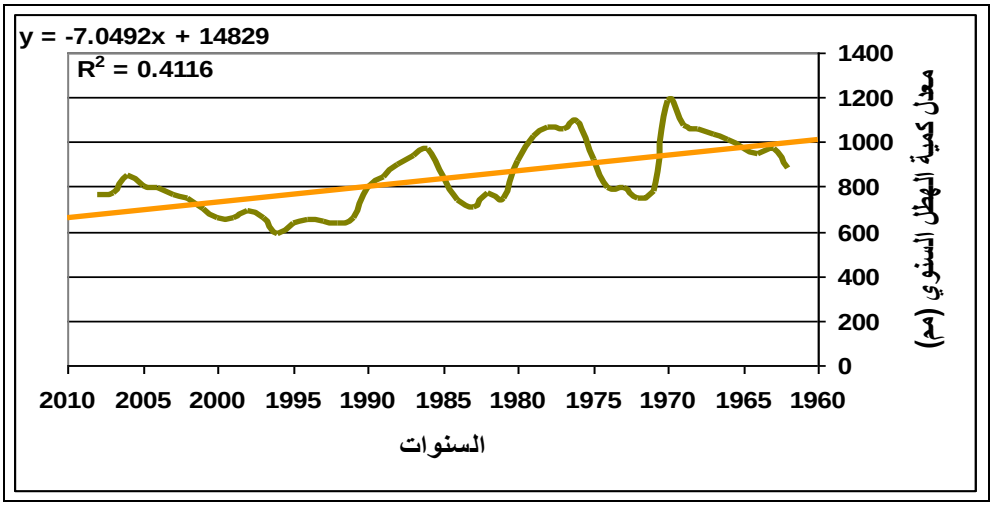
نسبة الخطأ في البيانات= $\frac{27.32}{\sqrt{51}}$ **=3.82%**

والناتج هو نسبة الخطأ المئوية في معدل كمية الهطل خلال الـ 50 سنة في محطة السن, لهذا تعبر البيانات المستخدمة في الدراسة عن الكميات الحقيقية للهطل, وتصل دقة البيانات إلى **96.18%** في تقدير عمق الهطل في منطقة الدراسة.



شكل رقم (3) يوضح الخط البياني لمعدل الهطل السنوي في محطة السنّ بين عامي (1960– 2010) م

المصدر: من عمل الباحث.



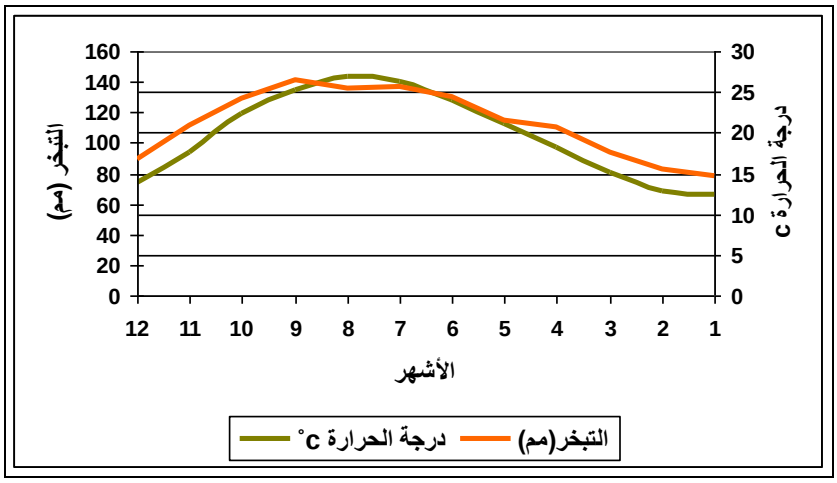
شكل رقم (4) يوضح الخط البياني للمتوسط المتحرك للهطل ل5 سنوات في محطة السنّ بين (1960– 2010)م

المصدر: من عمل الباحث.

يبين الشكل السابق أن الاتجاه العام للهطل في محطة السن في تناقص وقد بلغ معدل التناقص 7.04مم /سنوياً أي ما يعادل 352.46مم بين (1960- 2010) م, وقد يكون هذا مؤشر هام على أن التحلل الكارستي ضعيف والأشكال الكارستية الموجودة في حوض التغذية هي نتاج ظروف مناخية سابقة كانت فيها كمية الهطل أكبر مما هي عليه الآن.

التبخر- النتح:

يلعب التبخر النتح دوراً بالغ الأهميَّة على صعيد التحلُّل الكارستي عن طريق تحديد كمية المياه المتبخرة من الترب والمنتوحة من النبات, وتحديد معدل الهطل الصافي الذي يستخدم في عملية التحلل الكارستي. ويمكن حساب معدل الهطل الصافي من خلال طرح معدل التبخر النتح من متوسط الهطول السنوي. ومن خلال معطيات محطة السنّ بين عامي (1960- 2010) م, تمَّ حساب التبخر- النتح حسب علاقة إيفانوف وحساب التبخر من سطح الأرض حسب علاقة تورك.



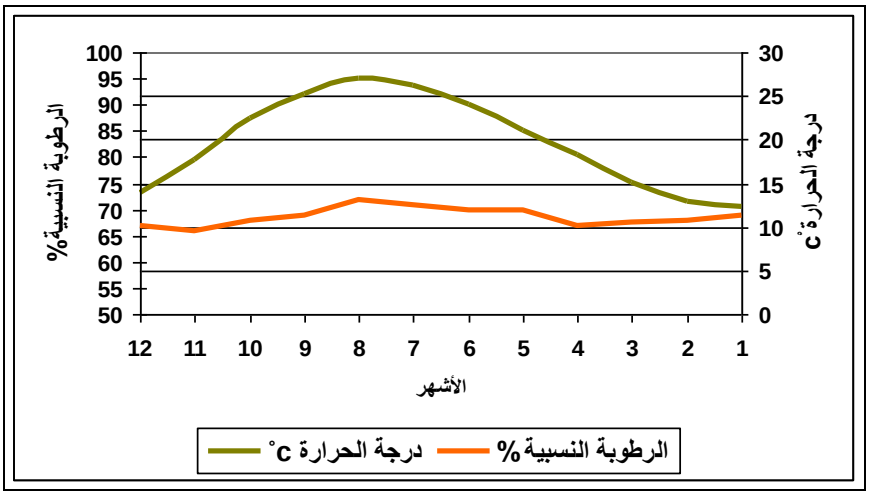
شكل رقم (5) يبين الخط البياني للتبخر ودرجة الحرارة في محطة السنّ بين (1960- 2010) م

المصدر: من عمل الباحث.

من الشكل السابق يتبين لنا ارتفاع معدلات التبخر صيفاً (تموز , 137.3ملم/السنة) مع ارتفاع درجات الحرارة وانخفاضها شتاءً (78ملم/السنة). هذا و تعطي قيم التبخر صورة واضحة عن قدرة الجو على تبخر كميات معينة من الماء التي يمكن استخلاصها من الجو و التربة.

الرطوبة النسبية:

ترتفع قيم الرطوبة النسبية في منطقة الدراسة صيفاً لقربها من البحر وسيادة الرياح الغربية إضافة إلى ارتفاع درجة الحرارة وزيادة كمية المياه المتبخرة من البحر حيث تبلغ 72% في شهر آب, بينما تبلغ شتاءً 67% في شهر كانون الأول, وهذا يعني نشاط التجوية الكيميائية شتاءً.



شكل رقم (6) يبين الخط البياني للرطوبة النسبية ودرجة الحرارة في محطة السنّ بين (1960– 2010) م

المصدر: من عمل الباحث.

المياه في منطقة الدراسة:

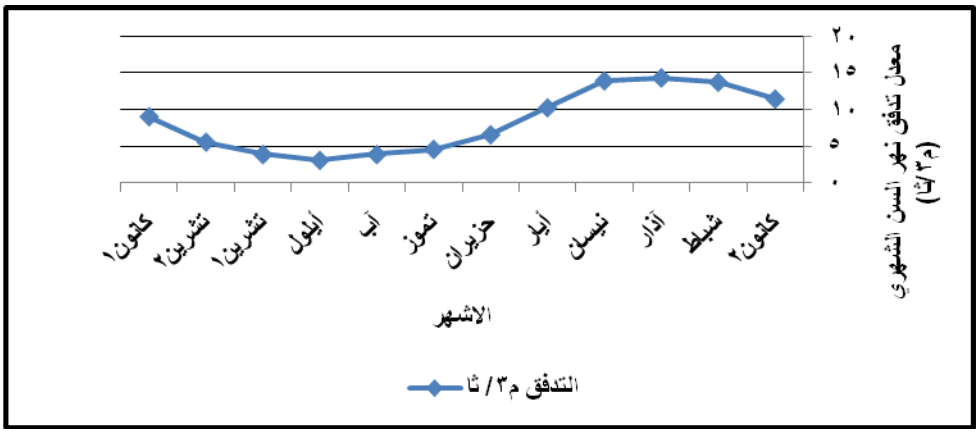
أ. المياه السطحية:

يعتمد الجريان السطحيّ في منطقة الدراسة على السيول الشتويَّة والربيعيَّة الموسمية والتي تتجه بشكل عام من الشرق إلى الغرب ومن الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي. ولما كان نبع السنّ يعتمد على مياه الأمطار المترشحة ضمن الصخور الكلسية, فإن غزارتهُ معرضة للزيادة والنقصان. مما يجعل العلاقة وثيقة بين معدل الهطل والغزارة أو التدفق. وبشكل عام فإنَّ المنطقة غنيَّة بمياهها السطحيَّة وذلك بسبب غزارة الأمطار, وتقع منطقة الدراسة ضمن حوض الساحل الهيدرولوجي.

أهم المسيلات المائية الموجودة في منطقة الدراسة:

❖ **نهر السن:** ينبع نهر السن من نبع السن الكارستي– الفوكلوزي في الصخور الكريتاسية المصدعة[9] عند الأقدام الغربية لجبل قرفيص على منسوب 11م عن سطح البحر وعلى بعد 6كم تقريباً عن البحر ويسير نحو الغرب ليلتقي على بعد 3.5كم من المنبع بوادي أبو بعرة, ويتابع بعدها ليصب في البحر المتوسط قرب قرية عرب الملك. ترفده قبل المصب بـ 1.5كم مياه نبع ساقية السلطان. وهو نهر دائم الجريان, كما يتغير تدفقه بعد هطول الأمطار, فتحدث موجة فيضانية بعد هطول الأمطار الغزيرة.

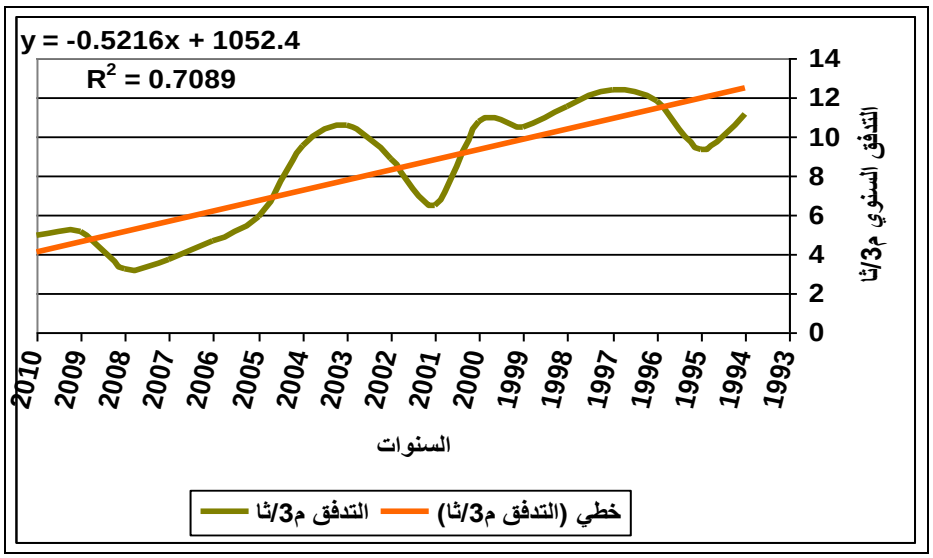
[9] المرجع السابق, 325.



شكل رقم (7) يوضح الخط البياني للتدفق الشهري لنبع السّن بين عامي (1994- 2010) م

المصدر: عمل الباحث.

من الشكل السابق يتبين لنا أن التدفق الأعظمي (الفيضان) يكون خلال فصل الشتاء والربيع, بينما يتناقص التدفق (فترة الشح) خلال فصل الصيف.



شكل رقم (8) يوضح الخط البياني للتدفق السنوي لنبع السّن بين عامي (1994- 2010) م

المصدر: عمل الباحث.

نلاحظ من الشكل السابق أنَّ التدفق الأعظمي لنبع السنّ كان في عام 1997م (12.7) م3/ثا بينما تناقص قيم التدفق خلال عامي (2007- 2008) م يعود إلى فقد الحسَّاس في 3/6/ 2007م. كما أنَّ معدل تناقص تدفق نبع السن بلغ 0.52م3/ثا بين (1994- 2010) م.

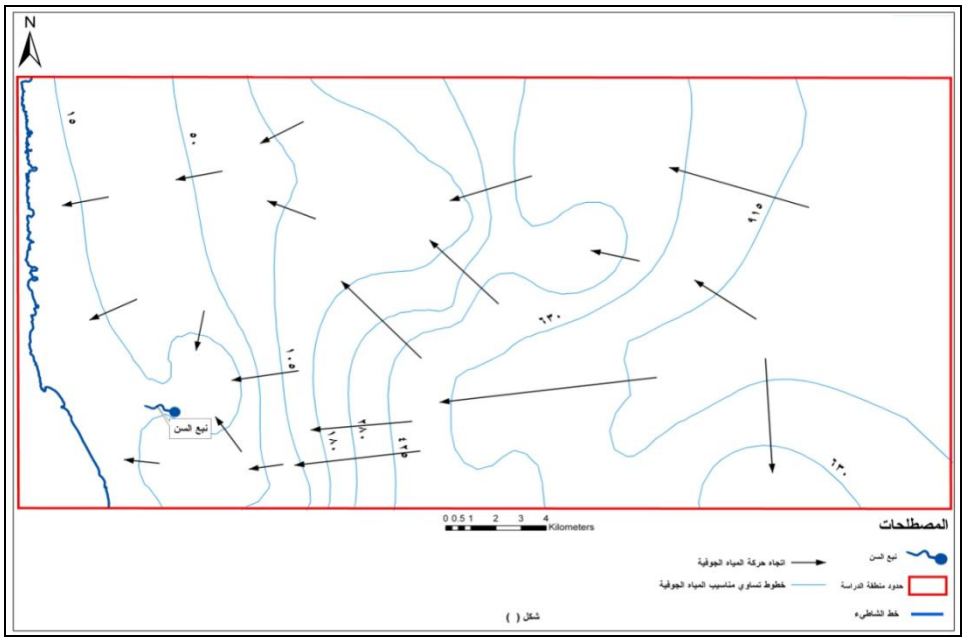
نهر سوريت: ينبع قرب نبع السن ويسير باتجاه الغرب فالجنوب الغربي ليلتقي بنهر حريصون على مسافة 300م تقريباً قبل مصبه في البحر. وترفده قبل مصبه مجموعة من الينابيع. طول مجرى نهر سوريت 4.25كم. ويبلغ تصريفه 1.37 م3/ ثا.

ب. المياه الجوفية:

بيَّنت الدراسات الهيدروجيولوجية لمنطقة حوض السن أن المياه الجوفية تتوضع في الصخور الكارستية المشققة بشكل رئيسيّ. كما أنَّ معظم توضعات الجوراسي الكلسية الدولوميتية المتكشفة على سطح الأرض في الحوض الأعلى لنبع السن كثيرة الشقوق والفجوات الكارستية, التي تسمح لقسم كبير من الهطل المطري بالتسرب خلالها ليغذي المياه الجوفية من جهة, والتفاعل مع الصخور من جهة أخرى , قسم من المياه الجوفية يخرج عبر الشقوق والفجوات على شكل ينابيع من توضعاتالجوراسي نفسه. والقسم الآخر يغذي الطبقات الحاملة للمياه الجوفية من أعمار أخرى. تغطي توضعات الكريتاسي مساحة جيدة من حوض نبع السنّ, وتعد رسوبيات السينومان الكلسية الدولوميتية الكارستية (تشكيلة صلنفة) المتأثرة بمجموعة من الفوالق, منها فالق السن بمثابة الحامل الرئيسي للمياه الجوفية في المنطقة, تتدفق مياهه على السطح عبر نبع السن وسوريت إضافةً إلى ينابيع أخرى تحت سطح البحر. بينما تتكشف توضعات الباليوجين في الطرف الجنوبي الغربي من منطقة الدراسة والى الشمال الشرقي من نبع السن على شكل تلال صغيرة. وبشكل عام فان الطبيعة الليتولوجية لتوضعات الزمن الثالث تقف دون انتشار و نمو الخدوش الكارستية و تجعل وجود مستويلت مائية فيها معدومة. بينما تمثل التوضعات الحصوية الرملية الرباعية المنتشرة في السهل الساحلي أول مستو حامل للمياه الجوفية, وهي عموماً لا تشارك في تغذية نبع السنّ.

إنَّ انتشار التصدعات التكتونية والفجوات الكارستية يسهم في حصول اتصال هيدروليكي بين الحاملين المائيين من توضعات الجوراسي والكريتاسي الأعلى , مشكلةً وحدة هيدروديناميكيةً واحدة في معظم المواقع, رغم وجود المستويات الكتيمة من عمر الكريتاسي الأسفل فيما بينهما, الأمر الذي يؤدي إلى زيادة سرعة الجريان ضمن هذه النطاقات عن باقي المواقع , وزيادة وتيرة عملية التحلل الكارستيّ. ويبين الشكل (8) مخطط حركة المياه الجوفية في منطقة الدراسة والتي تأخذ بشكل عام اتجاه شرق غرب مع تغيير اتجاهها في بعض المواقع. تتأرجح مناسيب المياه الجوفية بشكل كبير, وتبلغ قيمتها العظمى في نهاية فصل الشتاء وبداية الربيع, شهري آذار ونيسان, والدنيا في نهاية فصل الجفاف, شهر تشرين الثاني, كما أن تصاريف الينابيع تتفق مع مناسيب المياه الجوفية وتتأرجح كثيراً, فمثلاً يتراوح تصريف نبع السن من 3م3/ثا في شهر أيلول كحد أدنى إلى 14.3م3/ثا في شهر آذار كحد أعظمي.[10]

[10] مشروع دراسة حوض السن,التقرير الهيدرولوجي العام, 1992,ص 147.



شكل رقم (4) تبين حركة المياه الجوفية في حوض نبع السنّ

المصدر: من عمل الباحث.

الترب:

تنتشر في منطقة السهل الساحلي (50– 150) م الترب البنيّة الغضاريّة والغضاريّة الرمليّة قليلة الثخانة, تتوضع على توضعات حصويَّة رمليَّة. كما تنتشر في المناطق قليلة الارتفاع (150– 300) م الترب البنيّة المصفّرة, وهي تحتوي على نسب عاليّة من الكربونات, متوسطة الثخانة إلى ثخينة تتوضع على توضعات كلسية غضارية, مختلطة مع ترب بنية قاتمة غضارية على المصاطب.

الغطاء النباتي في حوض نبع السن:

في المناطق الجبلية المرتفعة من حوض نبع السن تسود الأشجار الحراجية كالسنديان العادي وصنوبر بروتيا وهي من أشجار الطابق المتوسطي الحقيقي ولكنها تعاني من التدهور نتيجة النشاط البشري. أما في المناطق الهضبيةفتنتشر أشجار الزيتون والكرمة, وتستثمر المصاطب بزراعة القمح والشعير. تتخلل المنطقة الجبلية والهضبية أودية متباينة العرض تستثمر بشكل واسع في زراعة القمح والفول السوداني والخضراوات.

رابعاً–درجة تطور التحلُّل الكارستي في نبع السّن :

تعد سرعة التحلُّل الكارستي نتاج العلاقة المتبادلة بين جيولوجية حوض نبع السّن والظروف المناخيّة السائدة (حرارة– هطل), إضافةً إلى دور الغطاء النباتيّ والترب. حيثُ تتسارع وتيرةُ التحلُّل الكارستي مع ارتفاع معدلات مسامية الصخور ودرجة تشققّها وغناها بالكسور, كما تتسارع مع ارتفاع درجة نقاء الصخور وصغر حجم البلورات الداخلة في بنيتها وتركيبها. و لتفسير وجود الأشكال الكارستية في منطقة الدراسة قمنا بحساب سرعة التحلُّل الكارستي,بالاعتماد على علاقة **J. Corbel**التالية:[11]

$$V=\frac{4ET}{100}$$

[11]**محمد فائد حاج حسن, أسس الجيومورفولوجية المناخية,1996, ص364.**

يلعب معدل التساقط الصافي دوراً بالغ الأهمية في تحديد سرعة التحلل الكارستي ويمكن حسابه من خلال العلاقة الآتية: ت ص= ط – خ اعتماداً علىمعطيات محطة السن بين عامي (1960– 2010) م فإن متوسط درجة الحرارة السنوي يصل إلى 19.7°مئوية, ويصل المتوسط السنوي للهطل إلى 824مم. واعتماداً على المعطيات الآنفة الذكر يمكن حساب معدل التبخر – النتح السنوي الفعلي وذلك باستخدام معادلة L.Turc التالية[12]:

$$خ = \frac{ط}{\sqrt{0.9+\frac{ط^2}{ل^2}}}$$

ل = 300+ (19.7 x 25) + (19.7 x0.05 .)3

= 1174.76865ل2= 1380081.381

ط2= 678976

◄خ= $\frac{824}{\sqrt{0.9+\frac{678976}{1380081.381}}}$ =698.4مم

◄◄ت ص= ط – خ

= 824 – 698.4=125.6ملم

وعلى هذا فان الكمية الصافية المتبقية لصالح النشاط الكارستي قدرها 125.6ملم/السنة.

V= $\frac{4ET}{100}$ = $\frac{4X263.125X1.256}{100}$ = 13.21مم/ 1000سنة.

ومن خلال تطبيق معادلة كوربل تبين أن سرعة التحلل الكارستي التي حصلنا عليها تعادل 13.21 ملم/السنة . وهي قيمة غير كافية لتفسير وجود التحلل الكارستي ضمن المنطقة. لذلك لابد من التأكيد على أهمية النشاط الكارستي الذي شهدته المنطقة خلال الفترات السابقة وخاصة نهاية الزمن الجيولوجي الثالث التي كانت ذات معدل تساقط أكثر مما هو عليه المعدل الحالي, وربما تعود إلى الفترات مابين الجليديات الرباعية التي امتازت بارتفاع معدل التهطال الثلجي القادر على حل المواد القابلة للانحلال و إذابتها بشكل أكبر من مياه الأمطار الحالية.

الخصائص الكيميائية لمياه نبع السن

يعتبر التركيب الكيميائي للمياه الجوفية، وللمياه السطحية نتيجة مشتركة لتركيب المياه الداخلة إلى الخزان المائي الجوفي ، و للتفاعلات التي تتم مع الفلزات الموجودة في الصخور .وتشكل التحاليل الكيميائية القاعدة الأساس لتفسير خصائص المياه ، فهي تقدم المعلومات الضرورية عن المصدر، والجيولوجيا ، والمناخ ، والاستعمالات ، كما تشمل وصفاً لمكونات التاريخ الجيولوجي للصخور، بالإضافة إلى أماكن تغذية، وصرف، وحركة المياه ، وأماكن الخلط، والتخزين، فمياه الأمطار تتضمن شوارد الأبخرة البحرية المنحلة إضافةً إلى الغبار، والغازات الجوية، وأهمها غاز CO2 القادر أثناء تغلغله عبر التربة على حل الصخور الكربوناتية (كالحجر الكلسي، والحوار ، والدولوميت، والمارل)، وحلمهةالسيليكات (الأوليفين، الميكا السوداء / البيوتيت / ، فلزات الغضار) بوجود شاردتي (H^+، OH^-)، كذلك فإن عمليات التحلل والذوبان تأخذ مكاناً أيضاً في أفق التربة ثم في منطقة التهوية وصولاً إلى الطبقة الحاملة للمياه ، وبشكل مشابه تنحل فلزات الألبيت، والجص، وفلزات أخرى بنسب مختلفة .

[12] المرجع السابق, ص 136.

وأيضاً فإن تفاعلات التبادل مع الكربونات والسيليكات بالإضافة إلى العمليات البيوكيميائية تجد مكانها في المياه الجوفية ، إضافةً إلى عمليات التبخر التي تتم في الطبقات المائية المتوضعة بالقرب من السطح ، و طغيان المياه المالحة في المناطق الشاطئية جميعها ، تلعب دوراً رئيساً في تشكيل التركيب الكيميائي للمياه الجوفية .

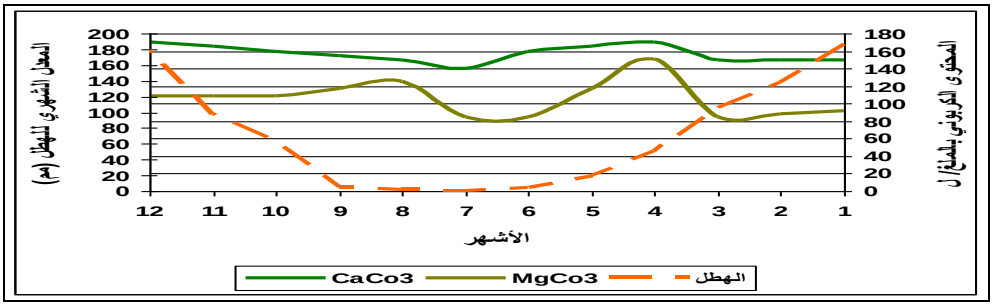
ومما لا شك فيه أن هذا التنوع في العمليات المؤثرة في التركيب الكيميائي للمياه الجوفية جعل كل خزان مائي يملك بصمات كيميائية خاصة به ، ولهذه الأسباب جميعها تجرى التحاليل الكيميائية المفصلة التي تعتبر وسيلة وأداة أساسية تساعد في تفسير وفهم الوضع الهيدروجيولوجي السائد باعتبار أن التركيب الكيميائي للمياه الجوفية يتشكل نتيجة تأثير مختلف الظروف الطبيعية التي تحدد وبدقة مصادر هذا التركيب والعملياتالفيزيا – كيميائية التي يتم بموجبها انتقال المواد وإعادة توزيعها في النظام الهيدروجيولوجي، كما تحدد التحاليل الكيميائية كل ما يتعلق بمفاهيم استعمالات المياه المختلفة للأغراض المنزلية، والزراعة، والصناعة، وللأغراض العلاجية، وغيرها من الاستعمالات الأخرى.

يصل المتوسط السنوي لمحتوى مياه نبع السّن من شوارد الكالسيوم Ca^{+2} إلى **62.83** ملغ/ ل تعادل **157.075** ملغ/ ل من كربونات الكالسيوم $CaCo_3$. أمّا المتوسط السنوي للمحتوى من شوارد المغنيزيوم mg^{+} فإنه يبلغ **30.3** ملغ/ ل تعادل **106.05** ملغ/ ل من كربونات المغنيزيوم $mgCo_3$ وبذلك يصل المتوسط السنوي لمحتوى مياه نبع السّن من العناصر الكربوناتية إلى **263.125** ملغ/ ل.

جدول رقم (2) يبين الخصائص الكيميائية لمياه نبع السنّ عام 2010م

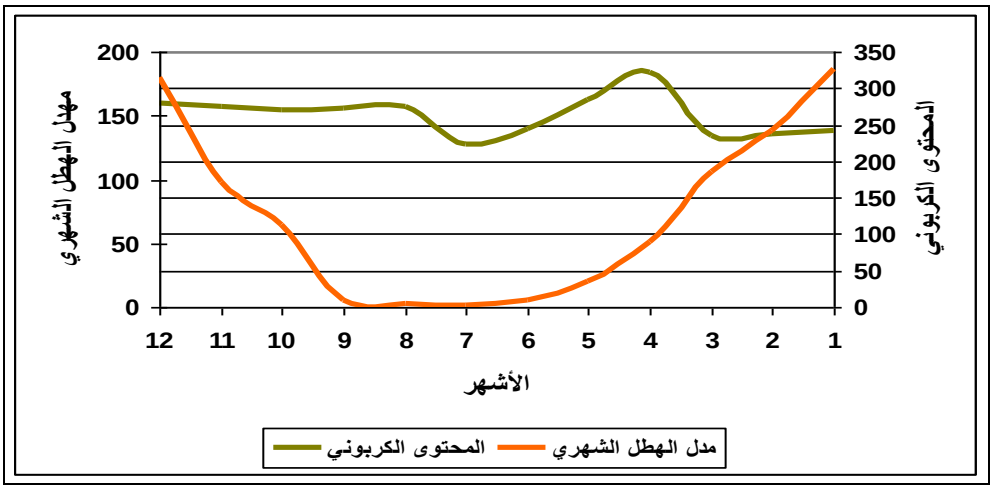
	Ca++	Na+	k^{+}	Mg++	CL−	Hco3−	SO_4	CO_3	Ph	TH	EC
Average	62.83	25.62	1.8	30.3	20.83	311.58	10.16	0	7.29	273.3	456

المصدر: مديرية الموارد المائية– حوض الساحل.



شكل (9) يبين العلاقة بين المحتوى الكربوني ومعدلات الهطل الشهرية في نبع السن خلال عام 2010م

المصدر: من عمل الباحث.



شكل (10) يبين العلاقة بين المحتوى الكربوني الكلي ومعدلات الهطل الشهرية في نبع السن عام 2010م

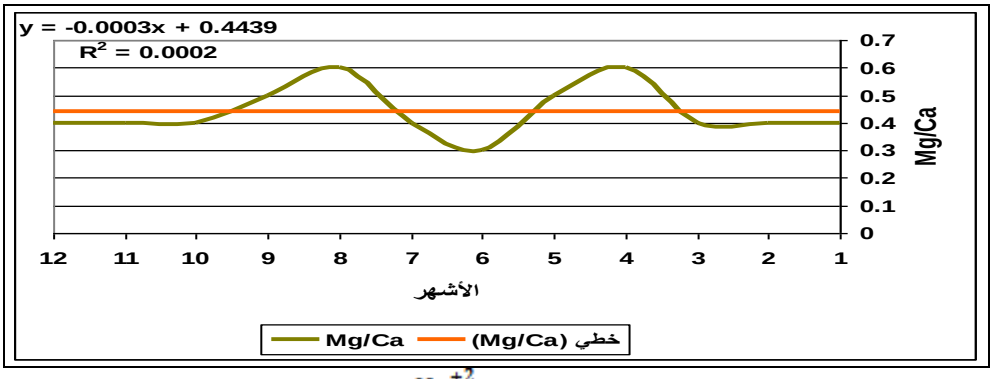
المصدر: من عمل الباحث.

نلاحظ من الشكل السابق أنَّ المحتوى الكربوني ينخفض خلال فصل الصيف ويرتفع خلال الربيع والشتاء والخريف. كما أنّ العلاقة بين المحتوى الشهري من شوارد Mg^{+2} و شوارد Ca^{+2} ليست ثابتة على مدار السنة حيث تتبدل قيمة ($\frac{Mg^{+2}}{Ca^{+2}}$) وتبلغ حدها الأعلى خلال فصل الربيع 0.5 مع قيمة عظمى في شهر نيسان, مقابل 0.4خلال فصل الشتاء و 0.4 لفصل الصيف و 0.4 لفصل الخريف.

جدول (3) يبين قيم ($\frac{Mg^{+2}}{Ca^{+2}}$) في مياه نبع السن خلال عام 2010م

	كانون2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين1	تشرين2	كانون1
$\frac{Mg^{+2}}{Ca^{+2}}$	0.4	0.4	0.4	0.6	0.5	0.3	0.4	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4

المصدر: من عمل الباحث.



شكل (11) يبين يوضح الخط البياني لتباين قيمة ($\frac{Mg^{+2}}{Ca^{+2}}$) في مياه نبع السن خلال عام 2008م

المصدر: من عمل الباحث.

جدول (4) يبين المعدل الفصلي لقيم Mg^{+2}/Ca^{+2} في مياه نبع السن خلال عام 2010م

	شتاء	ربيع	صيف	خريف
$\frac{Mg^{+2}}{Ca^{+2}}$	0.4	0.5	0.4	0.4

المصدر: من عمل الباحث.

من خلال نتائج التحليل الكيميائي لـ **(80)** عينة لمياه نبع السن, تبين أنها معتدلة ويتراوح معدل الـ PH بين **(6.76- 7.78)**, وأنَّ القيمة المتوسطة **7.3**. نوعية المياه هيدروكربوناتية كلسية حيث تتراوح قيم HCO3من 122-329 ملغ/ل. وقيم Ca++ **48-84 ملغ/ل. لذلك تعتبر مياه المنطقة معتدلة القساوة حيث تتراوح القساوة بشكل عام بين 3.7-6.7 مكافئ/ل.**ويعود الانتشار الواسع للهيدروكربونات في المياه إلى الانتشار الواسع للصخور الكربوناتية في الطبيعة ، وكذلك إلى غاز الفحم المتنوع المصادر . إن مصدر وجود شاردتي الكالسيوم ، والمغنيزيوم في المياه الجوفية لمنطقة الدراسة يعود لقيمتيهما في مياه الأمطار الراشحة ، و ما تحصل عليه هذه المياه من انحلالها بشكل طبيعي من مركباتهما ، والتي تتمثل بكربونات الكالسيوم (الكالسيت) ، وكربونات الكالسيوم والمغنيزيوم (الدولوميت) ، والجص ، علماً أن انحلالية هذه المركبات في المياه يتعلق بقيمة الـ pH وتركيز ثاني أوكسيد الكربون المنحل . إن مصدر وجود شاردتي الكالسيوم ، والمغنيزيوم في المياه الجوفية لمنطقة الدراسة يعود لقيمتيهما في مياه الأمطار الراشحة ، و ما تحصل عليه هذه المياه من انحلالها بشكل طبيعي من مركباتهما ، والتي تتمثل بكربونات الكالسيوم (الكالسيت) ، وكربونات الكالسيوم والمغنيزيوم (الدولوميت) ، والجص ، علماً أن انحلالية هذه المركبات في المياه يتعلق بقيمة الـ pH وتركيز ثاني أوكسيد الكربون المنحل .

الاستنتاجات و التوصيات:

1. للبنية الجيولوجية في حوض نبع السن الدور الأساسي في عملية التحلل الكارستي, حيث تنتشر صخور الكريتاسيالمصدعة على مساحات واسعة والتي تتميز بغناها بالشقوق والفواصل الصخرية مما يمكن مياه الأمطار الغنية بالأحماض من التوغل إلى داخل الصخر والقيام بعملية التحلل الكارستي, إضافةً إلى أن هذه التشكيلات الصخرية تتكون بشكل أساسي من كربونات الكالسيوم وكربونات المغنيزيوم. لذلك لابد من متابعة تحليل مياه نبع السن و رصد كمية كربونات الكالسيوم المنحلة فيها لفترة طويلة , لنتمكن من وضع خطة لمعالجة زيادة نسبة مركبات الكالسيوم في هذه المياه لتصبح مياه النبع ضمن المواصفات الدولية للمياه.

2. تسهم معدلات الهطل المرتفعة (824) مم ودرجات الحرارة المعتدلة (19.7) مْ في خلق الظروف الملائمة لنمو الأشكال الكارستية, إضافةً إلى ارتفاع معدلات التبخر النتح صيفاً وانخفاضها شتاءً بالتزامن مع معدلات الهطل المرتفعة مما يزيد من معدل الهطل الصافي المستخدم فعلياً في عملية التحلل الكارستي. وقد بلغت سرعة التحلل الكارستي 13.21مم /1000 سنة وهي سرعة ضعيفة ولكنها تعطي مؤشراً على أن الأشكال الكارستية في منطقة الدراسة هي نتاج الظروف المناخية السابقة أكثر منها حالياً. وطالما أن معدلات الهطل متذبذبة بين سنة و أخرى, مما ينعكس على سرعة التحلل الكارستي في هذه المنطقة, و بالتالي بعمليات الرصد يمكننا أن نضع معادلة تبين سرعة التحلل الكارستي عناصرها الهطل و الحرارة و درجة وجود الكربون في الجو إذا ماارتبطت في البنية الجيولوجية.

3. إن الكثافة العالية والمتوسطة للقسمات الخطية المنتشرة في الجزء الشرقي من منطقة الدراسة تلعب دوراً هاماً في تغذية المياه الجوفية, لذا لابد من حماية مناطق التغذية من خلال الحد من انتشار مصادر التلوث بالشكل الأمثل لتبقى مياه الينابيع و الآبار التي تتغذى منها خالية من التلوث.

المراجع:

1. الشركة العامة للدراسات المائية, مشروع دراسة حوض السن, التقرير الهيدرولوجي العام, المجلد الأول ,1992م.
2. باهر حبيب– دراسة هيدروجيومورفولوجيه (كارست– مياه)أنموذج منطقة شرق القرداحة, رسالة ماجستير غير منشورة, قسم الجغرافية, كلية الآداب والعلوم الإنسانية, الجامعة اللبنانية, بيروت, 2005م.
3. جهاد الشاعر وفواز الموسى, علم المياه (الهيدرولوجيا), منشورات جامعة حلب, 2006م.
4. خلدون عباس معلَّة, تقييم الخصائص الهيدروكيميائية لمياه الينابيع المتدفقة على الجانب الغربي لنهر تكران في السليمانية– شمال شرق العراق, مجلة الجيولوجية والتعدين العراقية, المجلد 2, العدد1, 2006م.
5. دراسة استشعارية– هيدروجيولوجية لحماية نبع السن من التلوث, الهيئة العامة للاستشعار عن بعد بالتعاون مع الهيئة العامة للموارد المائية, دمشق, 2008م.
6. صفوح خير, الجغرافية موضوعها ومناهجها وأهدافها, دار الفكر, الطبعة الأولى, دمشق, 2000م.
7. عبد الكريم حليمة, إقليم الساحل السوري, دراسة في جغرافية المياه, أطروحة دكتوراه, جامعة دمشق,2001.
8. علي حسن موسى, البحث الجغرافي (مناهجه, أساليبه, طرائقه, وسائله, أدواته, خطواته), دار نينوى, دمشق, 2008م.
9. غطفان عمار, تأثير التغيرات المناخية على تدفقات نبع السن, بحث علمي غير منشور, قسم الهندسة المائية والري, كلية الهندسة المدنية, جامعة تشرين, اللاذقية, 2013م.
10. محمد خلدون درمش, محمد خليل دكة, صيانة التربة, منشورات جامعة حلب, كلية الزراعة, 2004م.
11. محمد فائد حاج حسن, أسس الجيومورفولوجية المناخية, منشورات جامعة دمشق, 1996م.
12. محمد فائد حاج حسن, الخصائص الهيدروكيميائية ودرجة التحلل الكارستي في نبع عين الفيجة, مجلة محكمة غير دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية, جامعة الملك سعود, الرياض, المملكة العربية السعودية, 1997م.
15 - STATUS OF Ground Water Quality And Pollution Aspects in NCT – DELHI, A Collaboration study by CGWB, Ministry of water Resource& CPCB, Ministry of Environment &Forests, , DELHI, 1999.