مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة الآداب والعلوم الإنسانية المجلد (39) العدد (2)2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Arts and Humanities Series Vol. (39) No. (2) 2017

التحلل الكارستي في منطقة الدالـية

الدكتور جولييت سلوم *
ميس سعيد *

(تاريخ الإيداع 1 / 2 / 2017. قبل للنشر في 12 / 4 / 2017)

□ ملخّص □

تقع منطقة الدالية على السفوح الغربية لسلسلة الجبال الساحلية السورية، وإن قرب المنطقة من الفالق الآسيوي–الأفريقي، سبب نهوض التكوينات الجوراسية الأقدم عمراً فشكلت قمم الجبال، بينما التكوينات الكريتاسية الأحدث عمراً توضعت مشكلة سفوح تلك الجبال، بالإضافة إلى وجود تكوينات ثلاثية نيوجينية على مساحة صغيرة. ونتيجة لنفوذية هذه الصخور، تلج المياه نحو باطن الأرض عبر الشقوق والفجوات. هذه التركيبة الليثولوجية والهيدروجيولوجية سببت نشوء أشكال كارستية سطحية وجوفية مميزة عن طريق انحلال وذوبان الصخور الكلسية، ولذلك يسعى هذا البحث إلى دراسة الخصائص المتعلقة بالتحلل الكارستي في منطقة الداليه، والتعرف إلى سرعة التحلل الكارستي لمياه نبع الدالية، وبالتالي تقدير زمن نشوء الأشكال الكارستية في هذه المنطقة .

الكلمات المفتاحية :الداليه ، الهيدروجيولوجيه ، الليثولوجية ، التكتونية ، سرعة التحلل الكارستي .

* أستاذ مساعد، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة تشرين، اللاذقية ، سورية.
* طالبة ماجستير، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة الآداب والعلوم الإنسانية المجلد (39) العدد (2)2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Arts and Humanities Series Vol. (39) No. (2) 2017

The Karstic Corrosion in Al-Dalieh region

Dr. Juliet Salloum*
Mais said*

(Received 1 / 2 / 2017. Accepted 12 / 4 / 2017)

□ ABSTRACT □

Al-Dalieh region lies in the Western slopes of the Syrian coastal mountains series,. and the area is lies near the Assian-African fault, that caused rising The oldest Jurrasic Layers which formed the tops of the mountains, while the newest Kretassic Layers lied on the slopes, In addition there are three-Nugeen Layers covers a small area .And as a result of permeability of these rocks, the water go towards underground through holes This litho-logical and hydrogeological installation caused forming distinctive karstic surface and groundwater forms by the dissolution and melting of the limestone rocks. So this research seeks to study the characteristics which returned to the Karstic Corrosion in Al-Dalieh re-gion and knowing the Rate of Karastic Corrosion in the water of Al-Dalieh spring, and thus estimate the time of the emergence of the karstic forms in this region.

Keywords : Al-Dalieh , hydrogeology, lithology, tectonic , Rate of Karastic Corrosion.

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

مقدمة :

تقع منطقة الدالية في سلسلة الجبال الساحلية السورية، وهي تتصف بمجموعة من الخصائص الليثولوجية والتكتونية والهيدروجيولوجية التي جعلتها منطقة مناسبة للتحلل الكارستي، ونشوء الأشكال الكارستية السطحية والضمنية؛ حيث تتألف تركيبتها الليثولوجية من صخور جوراسية على القمم، وهي مشققة ونفوذة مما جعلها تشكل عاملاً مساعداً في تغذية المياه الجوفية في المنطقة، بالإضافة إلى صخور كريتاسية على السفوح، وهي أقل تشققاً ونفوذية ولذلك شكلت حوامل المياه الجوفية فوق الطبقات المارلية، ومنها تشكلية صلنفة بخاصة التي تعد الحامل الرئيس للمياه الجوفية في المنطقة. وتتلقى المنطقة كمية وفيرة من الهطل تبلغ 1158.7مم/سنة، وهي تحل خلال رحلتها عبر الغلاف الجوي غازات مختلفة أهمها غاز ثاني أكسيد الكربون فتصبح مياهاً حمضية قادرة على حل وإذابة الصخور الكلسية الرسوبية، وهذا يفسر الانتشار الواسع للمظاهر الكارستية في المنطقة، لاسيما أن بنية المنطقة متطبقة ومخلعة بتأثير العامل التكتوني مما يسمح بتحول جريان المياه من سطحي إلى جوفي عبر تلك الشقوق والفجوات الكارستية، كما أن المياه المتبخرة بعملية تبخر – نتح قليلة مما يسمح بتوفر كمية كبيرة من مياه الهطل الصافي لصالح عملية النشاط الكارستي وتحلل الصخور. لكن استقرار الإنسان في أي منطقة سيكون له انعكاسات مختلفة على تلك المنطقة؛ حيث أن تسرب مياه الصرف الصحي من الشبكات المشققة التي يفوق عمرها ثلاثون عاماً قد سبب تلوث مياه نبع الدالية فأصبحت غير صالحة للاستخدام، كما قام الإنسان بنسف بعض السفوح الجبلية بشكل كامل وحولها إلى مدرجاتٍ زراعيةً فألغى هويتها الجيومورفولوجية تماماً، ومن هنا كانت أهمية دراسة المنطقة والتعرف إلى سرعة التحلل الكارستي فيها لتقدير زمن نشوء المظاهر الكارستية ، وتحديد مصادر تلوث المياه لوضع الحلول المناسبة لهذه المشكلة .

أهمية البحث وأهدافه :

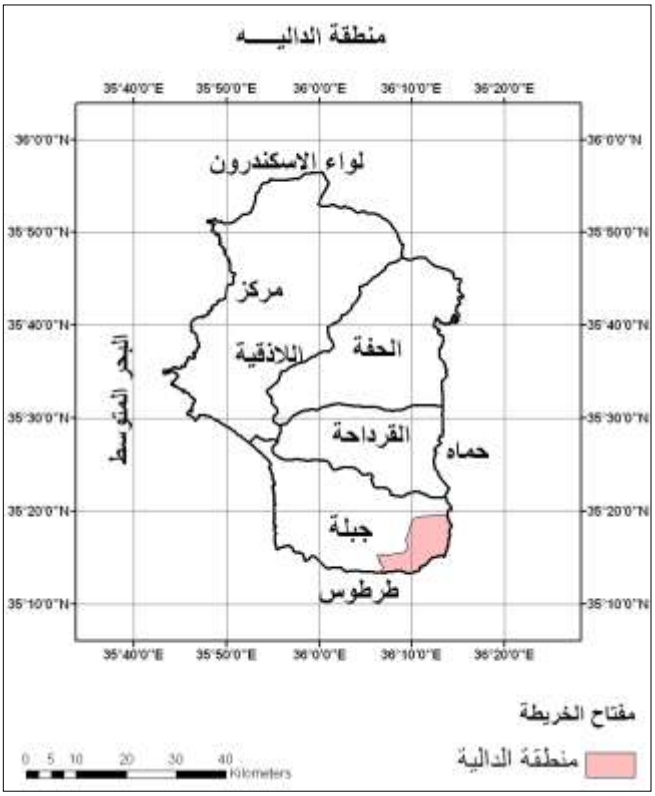
تأتي أهمية هذا البحث من الأهمية الهيدروجيولوجية للمنطقة من حيث وجود حاملين مائيين فيها هما الحامل المائي الجوراسي والحامل المائي الكريتاسي، وعلى الرغم من إجراء الفحوص الكيميائية والجرثومية لمياه المنطقة إلا أنها لم تعنى بالدراسة من خلال أي بحث سابقاً من جهة، كما أن مياه نبع الدالية تعاني مشكلة التلوث بمياه الصرف الصحي، لذلك فقد تم إنجاز هذا البحث لتحقيق الأهداف الآتية :

- تحديد الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة (الجيولوجية والليثولوجية والهيدروجيولوجية والمناخية) المؤثرة في التحلل الكارستي، ودورها في تكوين الحوامل المائية الجوفية، وفي عملية التحلل الكارستي ونشوء المظاهر الكارستية ذات الانتشار الواسع في المنطقة.
- تحديد سرعة التحلل الكارستي في نبع الدالية لتقدير زمن نشوء الأشكال الكارستية فيها فيما إذا كانت نتاج الأوضاع المناخية الحالية أم أنها نتاج ظروف مناخية سابقة .
- التعرف إلى خصائص مياه نبع الدالية، وتحديد مدى صلاحية المياه للاستخدام البشري.

الواقع الجغرافي :

• **الموقع الفلكي:** تمتد منطقة الدراسة بين: درجتي العرض ″1 ′22 °35 و ″7 ′32 °35 شمال خط الاستواء، و خطي الطول ″5 ′10 °36 و ″7 ′23 °36 شرق غرينتش[1].

• **الموضع :** مساحة منطقة الدراسة 81048 م^2 [*] وهي تابعة إلى منطقة جبلة في محافظة اللاذقية ، و تقع بين ناحية عين الشرقية شمالاً، وناحية القطيلبية في الشمال الغربي والغرب، وناحية العنازة التابعة لمدينة بانياس في الجنوب، وناحية السقيلبيه التابعة لمحافظة حماة في الشرق. وهي تضم قرى الدالية، بيت عانا، بطموش، معرين، أبو رجيله، التلازيق، ومزرعتي النواقير والدلبيه .



الخريطة رقم(1) تبين موضع منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحثة باستخدام على برنامج GIS، وبالاعتماد على الرقعتين الجيولوجيتين للقدموس والقرداحة ذوات المقياس 1:50000.

منهجية البحث ووسائله وأدواته :

استخدم في هذا البحث المنهج الوصفي التحليلي لوصف البنية الجيولوجية والتكتونية والترب والغطاء النباتي، كما استخدم المنهج الاستقرائي لمعرفة دور الخصائص الطبيعية للمنطقة في تجمع المخزون المائي الجوفي من جهة، وفي تكوين بيئة ملائمة لعمل التحلل الكارستي ونشوء الأشكال الكارستية من جهة ثانية، واستخدم المنهج الاستنتاجي

---

[1] **: تم تحديد الموقع الفلكي باستخدام على برنامج GIS، وبالاعتماد على الرقعتين الجيولوجيتين للقدموس والقرداحة ذوات المقياس 1:50000.**

[*] **: تم حساب مساحة منطقة الدراسة باستخدام برنامج GIS.**

للقيام بالربط المنطقي وتفسير النتائج التي توصل إليها البحث. بالإضافة إلى استخدام الوسائل الكمية في دراسة عناصر المناخ وتحديد سرعة التحلل الكارستي، واستخدام الأسلوب الإحصائي في إعداد الأشكال البيانية .

الوسائل والأدوات:

- الخريطة الجيولوجية لرقعتي القدموس 1:50000 والقرداحة 1:50000 في إعداد الخرائط الجيولوجية والهيدرولوجية لمنطقة الدراسة .
- تم إعداد الجداول والأشكال البيانية باستخدام برنامج Excel للدراسة المناخية .
- علاقة كوريل لحساب سرعة التحلل الكارستي :

$$V = \frac{4Et}{100} \quad [1]$$

V:: سرعة التحلل الكارستي مقدرة ب مم / 1000 سنة .

E: معدل الهطل الصافي وهو (الهطل السنوي – معدل التبخر_ نتح السنوي) مقدرا ب دسم .

T: متوسط المحتوى الكربوناتي لمياه ينابيع المنطقة المدروسة مقدراً ب ملغ / ليتر .

- علاقة تورك لحساب التبخر من سطح الأرض :

$$Er = \frac{P}{\sqrt{0,9 + (\frac{P^2}{L^2})}}$$

Er: معدل التبخر – نتح (مم / سنة) .

P : معدل الهطول السنوي (مم) .

L: معامل رياضي وهو: $L=(300+25T+0,05T^3)$

T : متوسط درجة الحرارة السنوية مقدراً بالدرجة المئوية .[2]

وبتطبيق العلاقة السابقة ينتج معدل التبخر – نتح السنوي، وبالتالي يمكن حساب معدل الهطل الصافي من العلاقة :

$$E = P - Er \quad [3]$$

E: متوسط الهطل السنوي الصافي مقدراً ب مم .

P : متوسط الهطل السنوي مقدراً ب مم .

Er : معدل التبخر – نتح السنوي مقدراً ب مم .

---

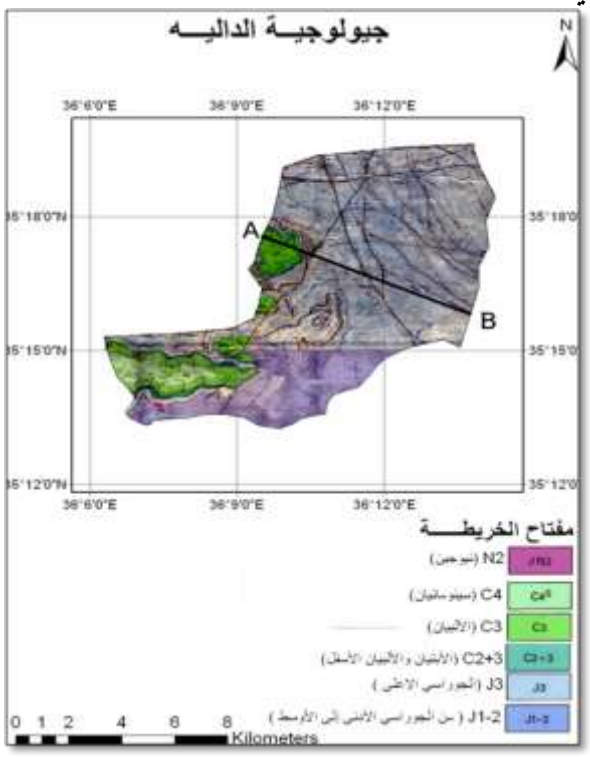
[1] **: فائد حاج حسن ، محمد ، *الخصائص الهيدروكيميائية ودرجة التحلل الكارستي في نبع عين الفيجة – سوريا* ، مجلة محكمة غير دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية ، جامعة الملك سعود ، 1997 م ، ص 364.**

[2]**: J.A.A.JONES,Global Hydrology, processes, resources and environmental management, 1997, p60-62.**

[3] **الشعال، فاتنة، *الخصائص الهيدروكيميائية لنبع معلولا ودلالتها الجيومورفولوجية* ، مجلة جامعة دمشق، المجلد 25 ، العدد الأول والثاني، 2009 م، ص 250 .**

النتائج والمناقشة :

أولاً – البنية الجيولوجية :



الخريطة رقم (2) تبين تقاطع التكوينات الجيولوجية والقرى في منطقة الداليـه

المصدر : من عمل الباحث من عمل الباحثة باستخدام على برنامج GIS، وبالاعتماد على الرقعتين الجيولوجيتين للقدموس والقرداحة بمقياس 1:50000 .

تشكل الصخور الثنائية غالبية التكشفات الصخرية في منطقة الدراسة، وهي صخور رسوبية كلسية ودولوميتية متطبقة مشققة بالعمل التكتوني، ذات مسامية ونفوذية عالية تصل إلى (60–65) % في الصخور الجوراسية، وإلى (50 – 55)% في الصخور الكريتاسية من كمية المياه الجارية فوقها [1]، مما يجعلها أفضل المناطق الملائمة للتحلل الكارستي؛ حيث تهاجم مياه الهطل مناطق الضعف الصخري، لتوسع الشقوق وسطوح التطبق والمسام، فتعمل على توسيعها لخلق المظاهر الكارستية السطحية والضمنية، وتشكل نقاط ولوج للمياه وتحولها من الجريان السطحي نحو الجريان الجوفي، ويختلف مصير تلك المياه بين ينابيع برية أو بحرية، دائمة أو مؤقتة، أو أودية عمياء مجهولة المصير، أو قد تستقر فوق الطبقة الكتيمة لتشكل خزاناً مائياً جوفياً.

أ – الجوراسي:

تغطي صخوره 84,3 %من المنطقة * وتتكشف في المناطق الجبلية في قرى بطموش ومعرين وأبو رجيله، وأجزاء من بيت عانا، وهي صخور رسوبية بحرية متطبقة ومزرقة، مؤلفة من الحجر الكلسي والدولوميت، ومتطبقة

---

[1] **:حليمه ، عبد الكريم ، *بنية الأحواض المائية النهرية في إقليم الساحل والجبال الساحلية ، أنموذج حوض نهر الصنوبر* ، مجلة جامعة تشرين ، العدد3 ، المجلد31 ، ص 30,29 .**

* **: تم حساب النسبة المئوية لكل تشكيلة جيولوجية تغطي المنطقة من قبل الباحث باستخدام برنامج Arc GIS .**

بثخانات كبيرة تتراوح بين (400– 500) م، وهي مصدعة بشكل كبير، وقابليتها للانحلال كبيرة، كما أن نفوذيتها للمياه كبيرة، مما جعلها أفضل المناطق للتحلل الكارستي. وتقسم صخور الجوراسي المنتشرة في المنطقة إلى وحدتين:

- **سفلية:** صخورها عائدة إلى الجوراسي الأدنى و الأوسط (J1–2)، وهي تغطي 82,3 % من منطقة الدراسة وتتكشف بشكل كامل على السطح في كامل المنطقة باستثناء قرية الدلیبه.
- **علوية:** مؤلفة من صخور الجوراسي الأعلى (J3)، وهي تغطي 2% من منطقة الدراسة وتأخذ شكل شريط ضيق يتكشف في قرى بيت عانا والدالية والتلازيق والنواقير.

ثانياَ – الكريتاسي :

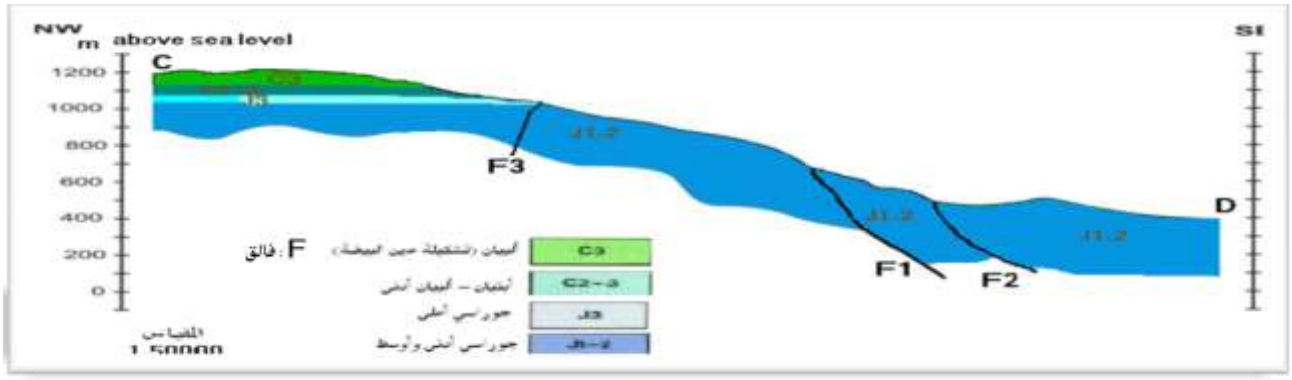
تغطي صخوره 15,62 % من منطقة الدراسة، وهي تتكشف على السفوح الجبلية حيث التضاريس الجبلية متوسطة الارتفاع و بعضها هضبي، في أجزاء من قرى التلازيق وأبو رجيلة وبيت عانا ومزرعتي النواقير والدلیبه، وتتألف من حجر كلسي دولوميتي ومارل ومارل حواري، يميل لونها نحو الاصفرار، ويكون تطبقها ناعماً، وانتشار المظاهر الكارستية فيها أقل لأن قابليتها للتحلل الكارستي أقل، ويقسم الكريتاسي إلى مجموعة من الوحدات:

- **الأبسيان – الألبيان الأدنى c2+3 (تشكيلة باب جنه):** تغطي صخورها 2,81% من منطقة الدراسة، وتأخذ شكل شريط ضيق في قرى معرين وبيت عانا والدالية والتلازيق والنواقير والدلیبة، وتتألف من تناوب مارل ومارل دولوميتي أخضر اللون ضعيف التشقق، مع حجر كلسي مارلي ، وتتميز هذه التشكيلة بوجود مستويات مارلية ومارلية دولوميتية ضعيفة التشقق وقادرة على حجز المياه التي تخرج فيما بعد على شكل ينابيع موسمية غالباً تجف في الصيف .[1]
- **الألبيان(C3) تشكيلة عين البيضة أو تشكيلة البلاطة:** تتكشف في قرى معرين وبيت عانا والدالية والدلیبة، ويغلب عليها وجود الدولوميت، وتبلغ ثخانتها 120م، وهي تحوي في تكشفات عدة على طبقات من الحجر الكلسي الدولوميتي أو الحطامي، بالإضافة إلى طبقة من الحجر الكلسي ثخين التطبق.
- **السينومان (C4)** : وتتكشف صخوره في قرى بيت عانا والدالية والدلیبة، وهي مؤلفة من أحجار كلسية رسوبية ثخينة التطبق متناوبة مع مارل وأحجار كلسية مارلية، وهو يمثل الحامل المائي للمياه الجوفية في المناطق الكارستية ، ويقسم السينومان إلى الوحدتين التاليتين :
- **<u>تشكيلة صلنفة</u>** : في هذه التشكيلة ينعدم تطبق الصخور، وهي مؤلفة من وحدتين من المارل والحجر الكلسي ثخين التطبق، ويظهر الحجر الجيري الكتلي بشكل واسع على السطح لأنه كان مغطى بطبقة رقيقة من الحجر الجيري الطيني قليل المقاومة ولكن عوامل التعرية قد أزالته. وتشكل هذه التشكيلة واحدة من أفضل التوضعات الحاملة للمياه فوق الطبقة المارلية والحامل المائي الرئيس فيها[2].
- **<u>تشكيلة باب عبد الله</u>** : وهي تغطي تشكيلة صلنفة ، وتتألف من ثلاث وحدات تتناوب من حجر كلسي، مارل كلسي مارلي في القسم السفلي، مارل ناعم في الوسط، جدار من الحجر ثخين التطبق والرصيفي جزئياً في القمة .

---

[1] : الأزكي ، فواز ، العبدالله ، عبد الكريم ، *دراسة العلاقة بين هيروجيولوجية حوض السن وتكنونيتها* ، مجلة جامعة تشرين ، العدد 4 المجلد35، 2013 م ،ص 59-60.

[2] :نديم حسن، نبيل ،استخدام تقنيات GIs لتقويم موارد المياه الجوفية في حوض السن، رسالة ماجستير غير منشورة ، 2011م، ص53.



الشكل رقم (1) يبين المقطع الجيولوجي لمنطقة الدالية

المصدر: من عمل الباحثة.

ج –النيوجين :

وتقتصر تكشفاته على البليوسين N2 وتغطي 0,08 % إلى الغرب من منطقة الدراسة، وتتألف صخوره من مارل وحجر كلسي وحجر سلتي بحري وكونغلوميرا وبازلت (مهل – طف– بريشيا طفيه)، وهي خالية من المظاهر الكارستية لأن تركيبتها وقلة تشققها تحولان دون ذلك.

ثانياً– الجوانب البنيوية :

تقع منطقة الدراسة في الجبال الساحلية السورية الواقعة في الجزء الشمالي الغربي من النهاية الشمالية والشمالية الغربية للركيزة العربية، ولقد تأثرت تلك المنطقة بنشوء كل من فالق الغاب(الفالق الآسيوي الأفريقي)، وفالق السن والذي يبدأ عند نبع السن ويمر شمال الدالية، مما جعل المنطقة مخلعة بمجموعة من الصدوع والشقوق التي تأخذ اتجاهات مختلفة وتشكل جزءاً من شبكة المياه الجوفية في المنطقة، ويوجد نوعان من الفوالق:

– **الفوالق المرتبطة بالفوالق القاطعة للجبال:** وهي تتجه من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي، وأخرى تتجه من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي .

– **الفوالق مرتبطة بمنشأ صدع الغاب ومنشأ فالق نهر السن:** وهي تتجه من الشمال نحو الجنوب، ومن الشرق نحو الغرب.

وتشكل الشقوق والصدوع وسطوح الانفصال بين الطبقات الصخرية مناطق مناسبة لولوج المياه نحو باطن الأرض، ونقاط ضعف ملائمة لعمل التحلل الكارستي. وتنتشر الصدوع بكثافة في الجزء الشمالي من المنطقة وهنا يكون التحلل الكارستي في أوجه نظراً للقابلية الكبيرة للصخور الجوراسية من حيث التحلل، ولكثافة الصدوع والشقوق كما أن النفوذية كبيرة مما يسبب جرياناً باطنياً، وبالتالي عملاً كارستياً فعالاً يسبب نشوء الأشكال الكارستية الضمنية، وهذه الصدوع ذات اتجاهات مختلفة، وتتقاطع مع بعضها البعض في مناطق عدة وتشكل نقاط التقاطع هذه أهم المناطق التي يبدأ فيها العمل الكارستي والذي ينتج عنه حفراً تشكل فوهات لآبار كارستية مع الزمن كما تتراوح الميول الجيولوجية بين 8 ْ إلى 65 ْ. * وتظهر شمال شرق قرية التلازيق تلة الرأس الأسود البركانية، هي الشاهد الوحيد على

* **: تم استخراج درجة الميل من الخريطة الجيولوجية رقعة القدموس .**

النشاط البركاني في المنطقة والذي أسهم بتصدع المنطقة وخلخلة الصخور ونشوء الشقوق فيها التي تسهم بدورها في الجريان المائي الجوفي ونشوء المظاهر الكارستية الضمنية، كما أن ذلك يستدعي تدعيم الأعمال الإنشائية البنائية بشكل جيد تفادياً للأخطار الممكنة.

ثالثاً- البنية الجيومورفولوجية :

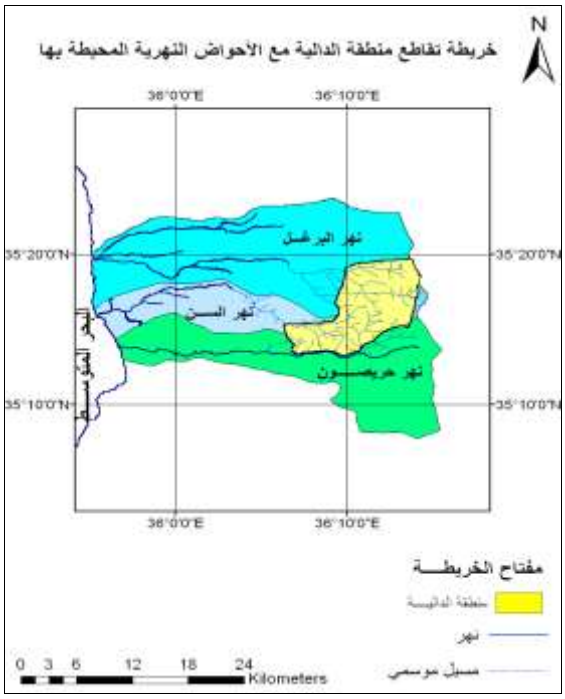
تتنوع المظاهر الجيومورفولوجية في منطقة الدالية، وهي تقسم إلى :

أ- الأشكال النهرية :

تمتد منطقة الدالية على أجزاء من الحوض الأعلى لثلاث أودية مائية نهرية، حيث توجد شبكة من المسيلات السطحية التي تجري في فصلي الشتاء والربيع عقب الهطل الغزير وتجف صيفاً ترفد الأحواض الثلاثة الآتية:

- **حوض الجيلاني(البرغل):** تبدأ شبكته الهيدرولوجية عند السفوح الغربية لقريتي متور وكرم الزيادية، ومياهه تجري فوق صخور كريتاسية صلبة مما يسمح بجريان سطحي يقدر ب 30% من كمية الهطل المطري البالغ 9,4 مليون م^3.
- **حوض نهر السن:** يعد من أغزر أنهار المنطقة الساحلية؛ حيث ينبثق نبع السن الفوكلوزي الكارستي عند منطقة التقاء فالقي (فالق جبلة- فالق خرائب سالم- فالق الدالية)، ويصل متوسط الصبيب السنوي لهذا النهر إلى 13م ^{3} /ثانية، ويتراوح تصريفه بين 6 م^3 / ثانية في سنوات الجفاف و 27 م^3 /ثانية شتاءً وهو يجري لمسافة 6 كم ثم يصب قرب قرية عرب الملك، ويغذي منطقة الدراسة بحاجتها من مياه الشرب والاستخدام المنزلي عن طريق محطات الضخ.
- **حوض نهر حريصون:** تبدأ الشبكة المائية لنهر الصرامطة الذي يرفد نهر حريصون من محور قرى الدالية ومعرين(وهي واقعة ضمن منطقة الدالية)، ومن قرى نحل الجرد ونعمو الجرد والمرانة (المجاورة لمنطقة الدالية). وبسبب التشقق الكبير ونفوذية صخور المجرى تتجاوز كمية المياه الجارية في حوض هذا النهر 20 % من كمية الهطل الذي يتلقاه والبالغة 207.9 مليون م^3. وبسبب تعقيد الوضع الجيولوجي والتكتوني وشدة انحدار السفوح لم يقم أي مشروع يسمح بالاستفادة من مياه النهر، حيث تهدر مياهه إلى البحر.[1]

[1] **: حليمة ، عبد الكريم، حليمه ،عبد الكريم، ، إقليم الساحل السوري ، دراسة في جغرافية المياه ، أطروحة دكتوراه ، جامعة دمشق، 2001، ص 183- 222.**



الخريطة رقم (3) تبين الأحواض المائية النهرية

المصدر : من عمل الباحثة .

يبدأ تشكل المسيلات الموسمية في منطقة الدراسة عقب الهطولات المطرية الغزيرة التي تسمح بتشكل الجريان السطحي فوق الصخور الجوراسية، وتكون هذه الأودية شديدة الانحدار يأخذ مقطعها العرضي شكل حرف V؛ لتعمقها الرأسي في الصخور، حيث يكون الجريان سريعاً، وينشط عمل الحت. وعندما تدخل هذه الأودية التشكيلات الكريتاسية تقل فاعلية العمل الحتي فيها؛ حيث يقل انحدار السفوح وتزداد التشكيلات الصخرية صلابة، وعندها يأخذ المجرى شكل حرف U.

ب- الأشكال الكارستية :

تنتشر المظاهر الجيومورفولوجية الكارستية بشكل كبير في منطقة الدراسة، وهي متفاوتة من حيث سعة انتشارها ودرجة تطورها بين أجزاء هذه المنطقة، ويلاحظ الانتشار الأكبر لها في القرى الجبلية، أي في قرى بطموش ومعرين والدالية وبيت عانا وأبورجيلة، حيث الظروف الليثولوجية والهيدروجيولوجية المناسبة من انتشار للتشكيلات الجوراسية المتطبقة، المشققة والمنفذة للمياه، والهطل الوفير الذي يتجاوز 1000 مم سنوياً، مما يفسر نشوء وتطور المظاهر الكارستية السطحية والضمنية في هذه القرى من الأسطح الجيرية المشرشرة التي تظهر عادة في مناطق تتسم بانتظام السطح، وكثرة الفواصل الصخرية، ودرجة النفاذية العالية [1]. والخدوش الكارستية بنماذجها المختلفة، وكذلك الآبار والمغاور الكارستية، بالإضافة إلى المجاري المائية الجوفية ذات الامتداد الكبير تحت سطح الأرض والتي ظهرت مرات عدة أثناء حفر أثاثات البناء في قرية الدالية بشكل خاص. كما توجد العديد من نقاط تصريف المياه الجوفية والتي تشكل نهايات لمجارٍ مائية جوفية غير معروفة المصدر، وقد لاحظنا ذلك في قرية بطموش بشكل خاص. بينما تقتصر المظاهر الكارستية في المناطق الهضبية (التلازيق والنواقير والدلية) على بعض المغاور الكارستية صغيرة الأبعاد،

[1] : صبري محسوب،محمد، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، دار الفكر العربي، الطبعة لأولى، 1997م ، ص 252.

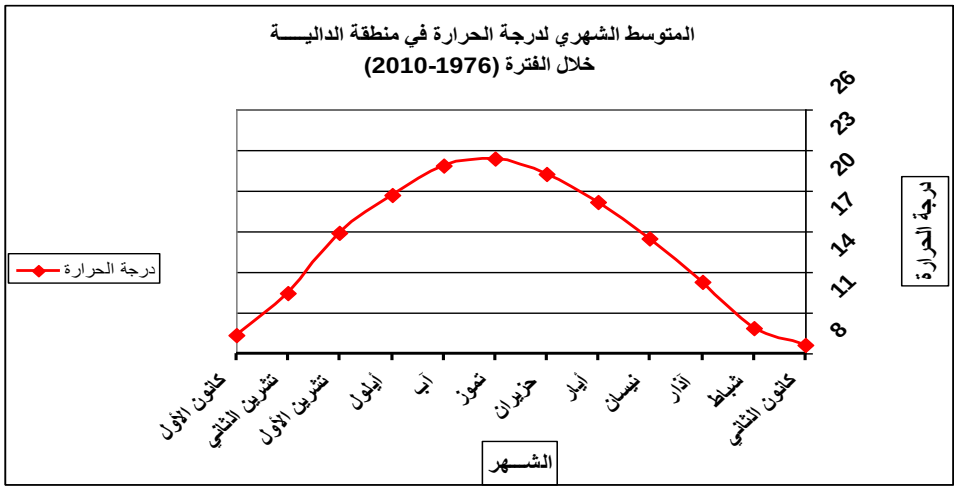
ويعود سبب هذا التفاوت في النشاط الكارستي بين القرى الجبلية والهضبية إلى اختلاف الظروف الطبيعية الملائمة للتحلل الكارستي بين المناطق الجبلية والهضبية؛ ففي المناطق الجبلية تنتشر الصخور الجوراسية القابلة للتحلل والذوبان، وتكون هذه المناطق مصدعة ومشققة بفعل العمل التكتوني، وهي تتلقى كميات هطل مرتفعة وتتمتع بدرجات حرارة معتدلة مما جعلها أفضل المناطق للتحلل الكارستي، بينما تنتشر الصخور الكريتاسية في القرى الهضبية، وهي أقل قابلية للتحلل والذوبان من الصخور الجوراسية، وأقل تأثراً بفعل العمل التكتوني، وتتلقى كميات هطل أقل من القرى الجبلية بينما تتصف بدرجات حرارة أعلى، مما جعل النشاط الكارستي فيها أقل مما هو عليه في القرى الجبلية.

رابعاً – المناخ :

يلعب المناخ دوراً كبيراً في التأثير في عملة التحلل الكارستي؛ حيث تتناسب معدلات انحلال الصخور طرداً مع ارتفاع معدلات الهطل وانخفاض معدلات الحرارة. وبسبب الامتداد الكبير والتنوع الطبوغرافي لمنطقة الدراسة، تم تكوين شبكة رصد مؤلفة من أربع محطات مناخية، محطتا بسطوير والقدموس تمثلان القطاع الجبلي، ومحطتا القرداحة وبيت ياشوط (عين قيطة) تمثلان القطاع الهضبي لدراسة مناخ المنطقة، وذلك خلال الفترة الممتدة ما بين عامي (1976–2010)م.

- **درجة الحرارة:**

تعد الحرارة أهم عناصر المناخ لدورها الكبير في التأثير على الرطوبة النسبية والهطل، ولقد بلغ المتوسط السنوي لدرجة الحرارة خلال فترة الرصد 17.1م.

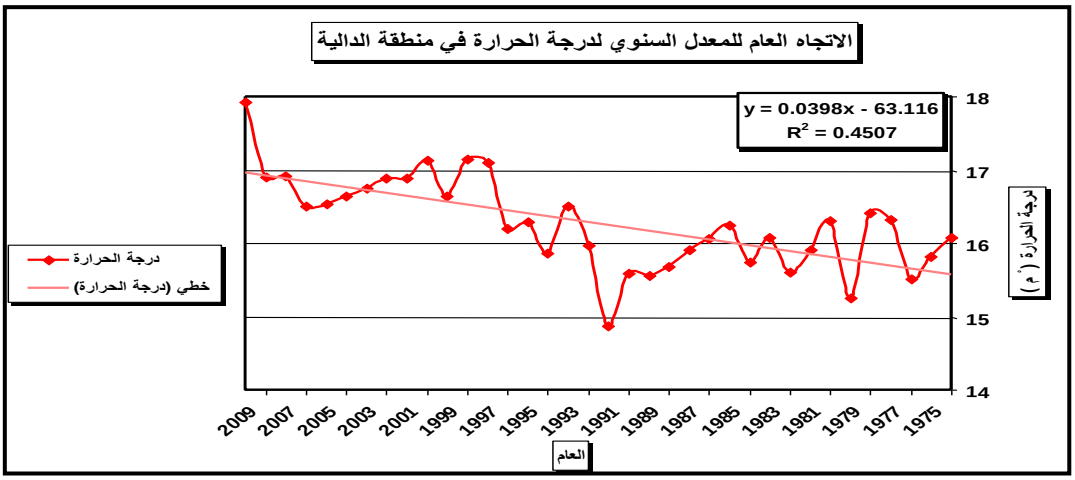


الشكل رقم (1) يبين المعدل الشهري للحرارة في منطقة الداليـه

المصدر : من عمل الباحثة .

يبين الشكل البياني أن المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة تتراوح تقريباً بين (8–23)°م، وهي تبلغ ذروتها في شهر آب لتسجل 23.8° م، نتيجة لاستقرار حالة الجو، وعمودية أشعة الشمس، بينما أدنى متوسط شهري لدرجة الحرارة 9.4° م يسجل في شهر كانون الثاني، وبذلك يكون المدى الحراري السنوي بين أكثر شهور السنة حرارة وأكثرها برودة 14.4° . وتؤثر الفروق الحرارية (اليومية والشهرية) فيزيائياً على الصخور؛ حيث يسبب تكرار تمدد وتقلص الصخور توسيع الشقوق التي تشكل طرقاً لجريان المياه نحو باطن الأرض. ولقد اتجهت معدلات درجة الحرارة السنوية نحو الارتفاع خلال فترة الرصد وذلك بمعدل سنوي بلغ 0,04 درجة مئوية / سنة أي 1.4 درجة مئوية خلال فترة الرصد . وبذلك فإن المعدل السنوي لدرجة الحرارة في منطقة الدالية بشكل عام قد سجل ارتفاعاً ملحوظاً خلال فترة

الرصد، مما يزيد من كمية المياه المتبخرة بعملية التبخر – نتح، و يقلل من كمية الهطل الصافي المتبقي لصالح عملية التحلل الكارستي. كما تزداد سرعة تحلل الصخور بانخفاض درجات الحرارة أي في أشهر الشتاء؛ حيث يزداد انحلال غاز ثاني أكسيد الكربون في الماء من جهة، وبالتالي تزداد قدرة المياه على حل وإذابة الصخور الجيرية ، كما يقل معدل التبخر – نتح وبالتالي يزداد معدل الهطل الصافي المسبب لحدوث التحلل الكارستي.[1]



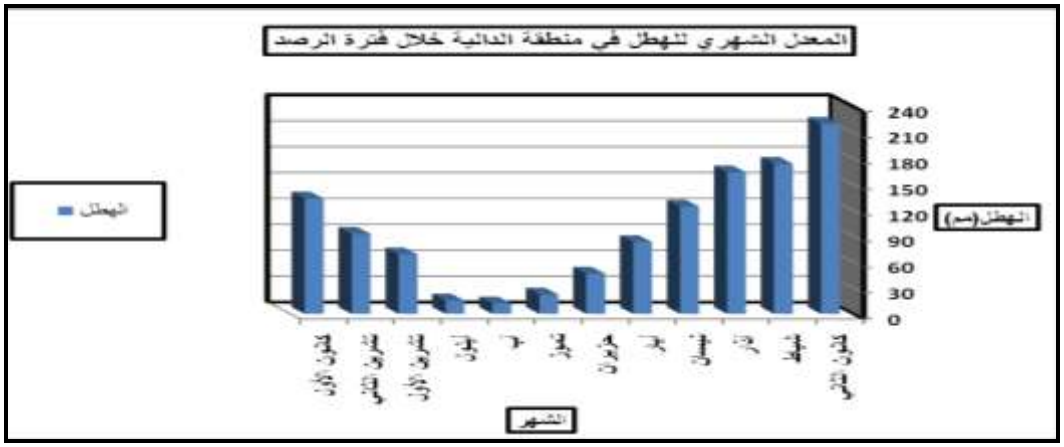
الشكل رقم (2) يبين المعدل السنوي لدرجة الحرارة في منطقة الداليـه

المصدر : من عمل الباحثة.

- **الهطل:**

يعد المطر أهم مظهر من مظاهر الهطل وأهم وارد مائي في منطقة الدراسة، وهو يتركز في فصل الشتاء، ولقد بلغ معدل الهطل السنوي 1158.7 مم / سنة خلال فترة الرصد. و يحدث الهطل في المنطقة بصوره المختلفة (رذاذ – مطر – ثلج – برد) على اختلاف آثارها الجيومورفولوجية، فعند هطل الرذاذ يكون العمل الكارستي في أوجه؛ لأن الرذاذ يهطل غالباً في فصل الخريف بعد انقطاع طويل للهطل، و يبقى في الهواء لفترة طويلة ، وبالتالي يكون مشبعاً بالغازات والأكاسيد المنحلة ، فيتشكل حمض الكاربونيك المخفف.

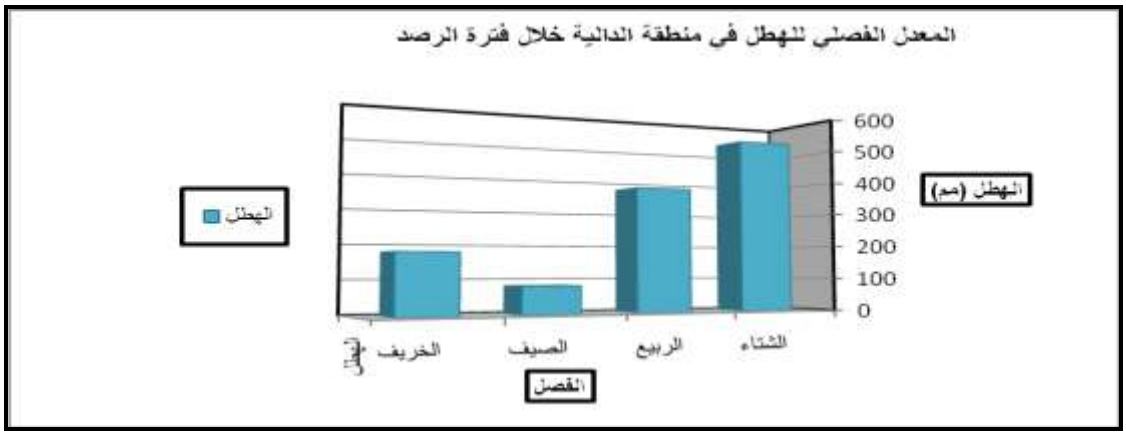
[1] : **سلوم ، جولييت ، *درجة التحلل الكارستي في حوض نبع السن* ، مجلة جامعة تشرين ، العدد1 ،المجلد36 ، عام 2014م ، ص 103.**



الشكل رقم (3) يبين المعدل الشهري للهطل في منطقة الدالـية خلال فترة الرصد

المصدر : من عمل الباحثة .

ويبين الشكل البياني أن المعدل الشهري للهطل يبلغ ذروته في كانون الثاني بكمية هطل بلغت 240 مم، وعموماً فإن معظم الهطل يحدث خلال الفترة الممتدة بين شهري (ك 1–نيسان). وللثلوج أيضاً دور مهم في العمل الكارستي؛ لأنها قادرة على احتجاز كميات إضافية من غاز ثاني أكسيد الكربون نتيجة لوجود الفراغات بين بلورات الثلج.[1] ولكنها غالباً ما تكون مسبوقة بأمطار غزيرة تكون قلصت إلى حد كبير من الغازات والأكاسيد الموجودة في الجو مما يقلل قدرتها على إذابة وحل الصخر. أما في حال الهطل الغزير فتتشكل السيول ويكون عمل الحت والانجراف هو الغالب على حساب عمل التحلل الكارستي. ويحدث معظم الهطل شتاءً حيث تبلغ نسبة الهطل 45.8% من مجموع الهطل السنوي، في حين يكاد يكون الصيف جافاً بنسبة هطل لا تتجاوز 7%.

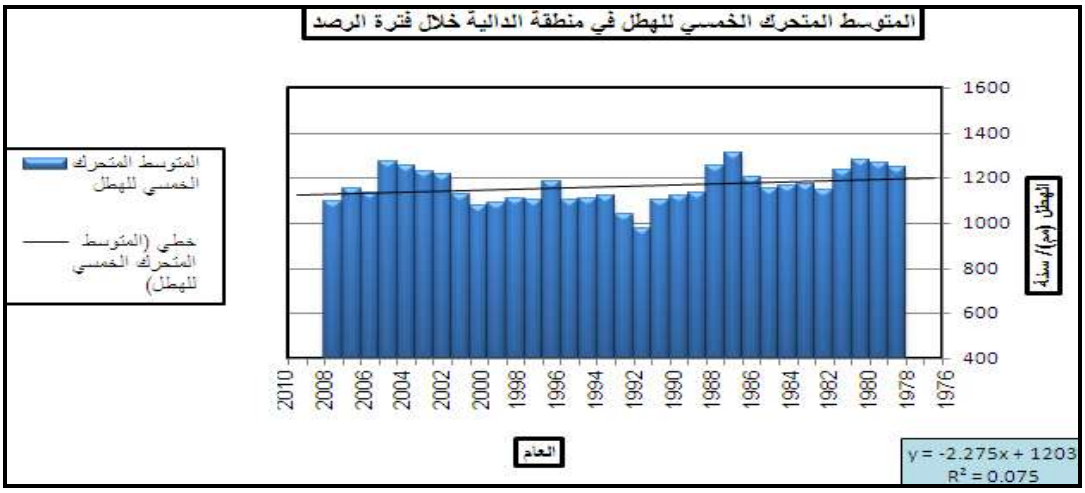


الشكل رقم(4) يبين المعدل الفصلي للهطل في منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحثة.

[1] **:فاند حاج حسن ، محمد ، أسس الجيومورفولوجيا المناخية ، منشورات جامعة دمشق ، مطبعة إبن حيان ، 1995-1996 م ، ص 197-198.**

ولقد أخذت معدلات الهطل السنوي بالتناقص بشكل ملحوظ خلال فترة الرصد؛ حيث اتجه المعدل السنوي للهطل نحو الانخفاض خلال فترة الرصد، وذلك بمعدل بلغ **2,28** مم / سنة ، أي بكمية هطل بلغت **77.52** مم خلال فترة الرصد، ويتبين ذلك بإنشاء المتوسط المتحرك الخمسي للهطل.



الشكل رقم (5) يبين المتوسط المتحرك الخمسي للهطل في منطقة الدالـية خلال فترة الرصد.

المصدر: من عمل الباحثة.

وقد يكون هذا الانخفاض في معدلات الهطل السنوية مؤشراً على أن التحلل الكارستي في الوقت الحالي ضعيف، وغير قادر على تفسير انتشار الأشكال الكارستية المتطورة في المنطقة، وبالتالي فإن نشوءها يرجع إلى أحقاب جيولوجية سابقة.

- **الرطوبة الجوية النسبية :**

تحدد الرطوبة النسبية كمية بخار الماء الموجودة في الهواء، وبالتالي فهي تحدد قدرته على استيعاب المزيد منه حيث تزداد سرعة التبخر – نتح بنقصان الرطوبة النسبية، و هذا يبرز دور الرطوبة في عملية التحلل الكارستي في المنطقة ؛ فهي تنخفض صيفاً على المرتفعات والسفوح الجبلية وبالتالي يشتد التبخر – نتح وهذا يقلل كمية المياه المتبقية في الهطل الصافي لصالح عملية التحلل الكارستي .

- **التبخر – نتح**

من خلال الدراسة المناخية تبين أن معدل الهطل السنوي قد بلغ 1158.7 مم/ سنة، ومعدل درجة الحرارة السنوية بلغ 17.1 م خلال فترة الرصد، وبتطبيق علاقة تورك لحساب التبخر من سطح الأرض يكون معدل التبخر – نتح السنوي973.7 مم / سنة، وبالتالي يكون معدل الهطل الصافي:

E= 1158.7 – 973.7= 185 مم.

- **سرعة التحلل الكارستي :**

تحسب سرعة التحلل الكارستي لمعرفة ثخانة شريحة الصخر التي تتم إزالتها بآلية التحلل والذوبان الكارستي مقدرة ب مم/ 1000 سنة، وبالاعتماد على بيانات شبكة الرصد المستخدمة وعلى متوسط كمية كربونات الكالسيوم المنحلة في مياه نبع الدالية سيتم حساب سرعة التحلل الكارستي في نبع الدالية باستخدام علاقة كوربل حيث بلغ المتوسط السنوي لمحتوى مياه نبع الدالية خلال الفترة (2005–2010)م 39,2 ملغ / ليتر من شوارد الكالسيوم Ca^{++}

، والتي تعادل 141 ملغ / ليتر من كربونات الكالسيوم المنحلة Caco3، كما بلغ المتوسط السنوي لمحتوى مياه النبع من شوارد المغنزيوم ++Mg 44,5 ملغ / ليتر والتي تعادل 169.3 ملغ / ليتر من كربونات المغنزيوم Mgco3 المنحلة، وبذلك يكون المتوسط السنوي للمحتوى الكربوناتي هو 310.3 ملغ / ليتر وعليه تكون سرعة التحلل الكارستي في نبع الدالية هي :

مم/ 1000 سنة.

وهي سرعة متواضعة غير قادرة على تفسير سوى الخدوش الكارستية الجنينية، أما الأشكال الكارستية المتطورة في المنطقة لابد أنها بدأت بالتشكل في نهاية الحقب الثالث وبداية الحقب الرابع الجيولوجي، لاسيما في الفترات المطيرة التي سادت بين العصور الجليدية الأربعة. و لقد بينت الدراسة الميدانية أن البناء في منطقة الدالية لا يراعي أحياناً أبسط قواعد السلامة من حيث البناء فوق الصخور المشققة غير الملائمة لتكون أساساً متيناً للبناء، وتأتي خطورة هذا الأمر من كون "عدم استقرار المظاهر الكارستية يمكن أن يسبب مشاكل هبوط في الأرض"[1].

الصورة رقم (1) تبين كتلة صخرية مشققة خلف المنازل في قرية بطموش

المصدر: من تصوير الباحثة.

خامساً–المياه في منطقة الدراسة :

أ – المياه السطحية :

تتجد شبكة مسيلات سطحية تغطي كامل المنطقة، تتألف من أودية موسمية ترفد أنهار(بسنديانه، الصرامطة، عين الشرقية) المحيطة بمنطقة الدراسة، وتنتهي مياهها إلى البحر المتوسط. ويبلغ مجموع أطوال هذه الأودية 107,09 كم *. وتجري شبكة المسيلات السطحية فوق صخور ثنائية ذات نفوذية عالية؛ بالإضافة إلى كون المنطقة مخلعة ومشققة بالعمل التكتوني، مما يسمح بتسريب معظم مياه الهطل وتحولها إلى جريانات مائية جوفية تتبع الميل الجيولوجي للطبقات الصخرية، وتتوجه باتجاهات الشقوق التي تسلكها لتغذي المخزون المائي الجوفي في المنطقة من جهة، وتلعب دوراً كيميائياً يتمثل بانحلال الصخور وتكوين المظاهر الكارستية الضمنية من جهة ثانية.

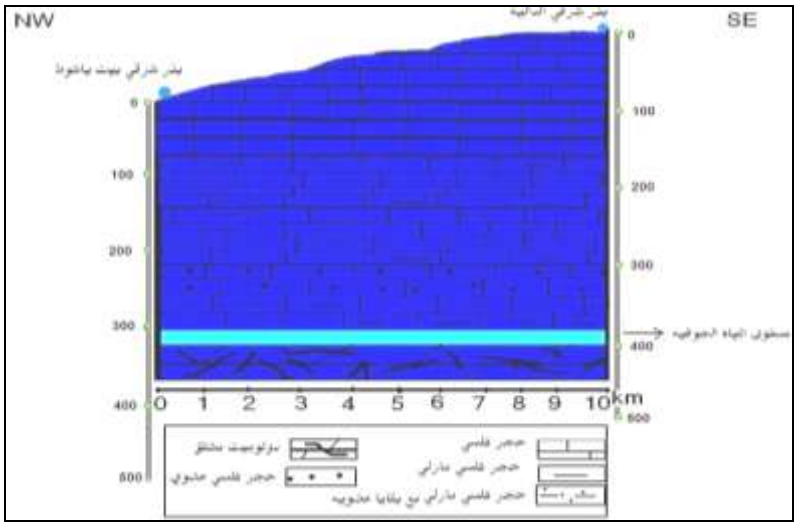
---

[1]: A. AMIN , AMMAR & A. BANKHER, KHALID, *Karst Hazard Assessment of Eastern Saudi Arabia*, 1996, page 21.

*** : تم حساب مجموع أطوال الأودية عن طريق برنامج GIS من قبل الباحثة.**

ب – المياه الجوفية :

تدخل المياه الجوفية في منطقة الدالية ضمن وحدة محدب السلسلة الساحلية (السفوح الغربية)، ضمن الحوض الفرعي لهضبة صلنفة – القرداحة، من بين ستة أحواض فرعية تشكل مجتمعة الوحدة المائية الجوفية المذكورة، حيث تتم المياه الجوفية داخل هذه الوحدة دورتها الكاملة بمراحلها كافة من تغذية وهجرة وتفريغ. [1] كما أن المياه الجوفية في المنطقة شديدة العمق في معظمها، ومتوسطة إلى عميقة في مناطق قليلة. ويوجد في منطقة الدالية العديد من الينابيع دائمة العطاء كنبع الدالية، و أخرى موسمية كعين قزاح، وجميعها من الينابيع الكارستية العادية، وهي تظهر إما بسبب حدوث صدع أصاب الطبقة الحاملة للمياه فسبب انبثاق النبع، أو من خلال مناطق الضعف. ولقد تم حفر بئرين في قرية الدالية تبين من خلالهما وقوع المياه الجوفية على أعماق كبيرة. ففي بئر شرقي الدالية تبين وقوع المياه الجوفية على عمق386 م، أما في بئر شرقي بيت ياشوط فتبين وقوع المياه الجوفية على عمق 310 م .



الصورة رقم (2) تبين مستوى المياه الجوفية في آبار منطقة الدالية

المصدر: من عمل الباحثة.

ولقد تبين من خلال التحاليل التي أجرتها مديرية الموارد المائية في اللاذقية في شهر كانون الثاني لعام 2015م تلوث مياه نبع الدالية، وعدم صلاحيتها للشرب بسبب تسرب مياه الصرف الصحي من شبكة الصرف الصحي في منطقة طوق النبع، وهي تعاني من تشققات بسبب قدمها حيث يتجاوز عمرها ثلاثون سنة مما يستدعي صيانتها أو تبديلها كلياً ويبين الجدول التالي نتائج تحاليل مياه النبع:

الجدول رقم (7) يبين عدد العصيات الملوثة في مياه نبع الدالية

تاريخ أخذ عينة التحليل	البيان	نبع الداليه
	المواصفات القياسية لمياه الشرب 100/M/L	0
18-1-2015	عدد العصيات في 100/M/L	68
20-1-2015	عدد العصيات في 100/M/L	85

المصدر: مديرية الموارد المائية في اللاذقية، تقرير قطف العينات لقسم مراقبة نوعية المياه، 2015م،ص2.

[1] : **الشركة العامة للدراسات المائية ، *برنامج الأعمال الملحق بالبرنامج الأساسي للتحريات الهيدرولوجية والهيدروجيولوجية في حوض نبع السن*، حمص، 1987م ، ص 4.**

سادساً–الترب:

الترب نتاج تفاعل العناصر الجغرافية المختلفة (الصخر الأم والتضاريس وعوامل المناخ المختلفة والكائنات الحية والماء والزمن)، والترب في منطقة الدراسة هي من نوع التيراروزا Terra rossa ، و تقسم إلى النوعين التاليين:

- **ترب المنحدرات خفيفة الانحدار:** لونها بين الرمادي والرمادي البني والبني المحمر، ويشكل المحتوى العضوي 3% منها ويقل نحو الأعماق، قوامها طيني وبناؤها حبيبي في الأفق السطحي وكتلي متوسط في الآفاق تحت السطحية، وحموضة هذه الترب معتدلة، نسبة الكلس فيها مرتفعة حيث تتراوح ما بين (30–60) %من موادها وهي تنتشر على السفوح .
- **ترب المنحدرات شديدة الانحدار:** توجد في المناطق ذات الميول الشديدة على القمم، وهي ذات لون رمادي، وقوام طيني سلتي، ودرجة حموضة معتدلة، كما أن محتواها من الكلس مرتفع حيث يبلغ 50%. وكلما كانت الترب مفككة وحبيباتها ذات حجم أكبر، كلما دعمت العمل الكارستي، لازدياد قدرتها على إنفاذ المياه نحو الأعماق، بالإضافة إلى أن وجود غاز الفحم في الترب الذي ينتج عن تفكك المادة العضوية يزيد عدوانية المياه على الصخور الجيرية.

ومن الناحية البشرية، تعد أجزاء من المنطقة فقيرة بالترب الصالحة للزراعة في القرى الجبلية نتيجة للانحدار الشديد للسفوح، مما سبب اقتصار البقع الزراعية على الأودية المحصورة بين التلال، ويظهر ذلك في قرية بطموش بشكل خاص.

سابعاً–الغطاء النباتي:

الغطاء النباتي في المنطقة غطاء غابي حراجي طبيعي أوصناعي؛ حيث يتألف الغطاء الطبيعي من أشجار السنديان والبلوط والعزر والبطم البري والزعرور، وهي من الطابق المتوسطي الحقيقي في مرج معرين والدالية وأبورجيلة وبطموش. أما الغابات الاصطناعية فهي عبارة عن أشجار من الصنوبرات والسرو، كانت الدولة قد قامت بزراعتها في قرى بيت عانا والتلازيق، ويغطي الغطاء الغابي مساحات متفاوتة في مناطق مختلفة من المنطقة المدروسة. بالإضافة إلى أن السكان قد قاموا بتحويل السفوح الجبلية إلى مدرجات زراعية يغلب عليها زراعة الكرز والتفاح والزيتون والتبغ. إن الغطاء النباتي يعطي من خلال البقايا النباتية المتحللة أحماضاً عضوية، تزيد من قدرة المياه على تحليل الصخور وإذابتها، كما أنه يساهم بارتفاع الرطوبة وتقليل نسبة التبخر – نتح، وبالتالي زيادة كمية الهطل الصافي الذي يلعب دوراً مهماً في سرعة التحلل الكارستي.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- تتمتع منطقة الدالية بمجموعة من الخصائص الطبيعية تتمثل ببنية جيولوجية تغلب عليها الصخور الثنائية الجوراسية والكريتاسية، وهي مخلعة ومصدعة، وتتلقى كميات كبيرة من الهطل 1158.7 مم/ سنة، مما جعلها أساساً ملائماً لنمو وتطور مظاهر كارستية متنوعة، أبرزها المجاري المائية الجوفية في قرية الدالية، والتي ظهرت مرات عدة أثناء حفر أثاثات البناء.
- تبلغ سرعة التحلل الكارستي في نبع الدالية 22.962 مم/ 1000 سنة، وهي سرعة متواضعة غير كافية لتفسير نشوء المظاهر الجيومورفولوجية الكارستية في المنطقة، مما يشير إلى أن نشوء هذه المظاهر يعود إلى مناخات

سابقة حدثت أواخر الحقب الثالث الجيولوجي، وفي الفترات المطيرة التي أعقبت الزحوف الجليدية، ولكن الدراسة المناخية قد أشارت إلى تراجع في معدلات الهطل السنوي، وزيادة في معدلات الحرارة السنوية مما يدل على احتمال تراجع سرعة التحلل الكارستي عما هي عليه الآن مستقبلاً إذا بقيت الظروف المناخية الحالية على هذه الوتيرة ، كما أن النشاط البشري أزال جزءاً من الهوية الجيومورفولوجية للمنطقة.

- بينت الدراسة الهيدروجيولوجية للمنطقة وقوع حوامل المياه الجوفية على أعماق كبيرة تتجاوز 300م، وبعضها يتجاوز 5000م، ولذلك فاستثمارها لا يعد ذو قيمة اقتصادية نظراً لعمقها الكبير وصعوبة رفعها إلى السطح. وتعاني مياه نبع الدالية من التلوث نتيجة لتسرب مياه الصرف الصحي إليها، بسبب تشققات أصابت شبكة الصرف التي يتجاوز عمرها ثلاثون عاماً، مما حرم السكان من الاستفادة من هذه المياه، وهذا التلوث هو حالة آنية ومؤقتة ناتجة بفعل النشاط البشري، ولا علاقة للعمليات الكارستية بها.

التوصيات:

- يجب تدعيم الأبنية بشكل جيد أثناء البناء تفادياً للأخطار المحتملة، كون المنطقة مخلعة بالعمل التكتوني، وتتصف في الوقت نفسه بوجود تفريغ ضمني نتيجة للعمل الكارستي من جهة ثانية.
- يجب الابتعاد عن مناطق التحلل الكارستي خلال البناء أو الزراعة حفاظاً على الهوية الجيومورفولوجية للمنطقة من جهة، وتداركاً للأخطار الممكنة من جهة ثانية.
- يجب إجراء صيانة سريعة لشبكة الصرف الصحي في المنطقة أو تبديلها كلياً حفاظاً على المياه الجوفية نقية وصالحة للاستعمال.

المراجع:

المراجع العربية:

- **الكتب:**
- الدليمي، خلف حسين، *الجيومورفولوجيا التطبيقية(علم شكل الأرض التطبيقي)* ، الأهلية، 2001م، 273صفحه.
- الشاعر ، جهاد ، *علم المياه (الهيدرولوجيا)*، منشورات جامعة دمشق ، الطبعة الثانية ، 2000-2001 م، 456 صفحه.
- صبري محسوب، محمد، *جيومورفولوجية الأشكال الأرضية* ، دار الفكر العربي، الطبعة الأولى، 1997م، 482 صفحة.
- فائد حاج حسن، محمد، *أسس الجيومورفولوجيا المناخية* ، منشورات جامعة دمشق، مطبعة إبن حيان، 1995-1996 م، 405 صفحة.
- **الدراسات السابقة:**
- الشركة العامة للدراسات المائية، *مشروع دراسة حوض نبع السن* ، المجلد الثاني، الكتاب الأول، الهيدرولوجيا والمناخ،حمص، 1987م، ص 10.
- حليمه ،عبد الكريم، ، إقليم الساحل السوري ، دراسة في جغرافية المياه ، أطروحة دكتوراه ، جامعة دمشق، 2001، ص183-222.

- مديرية الموارد المائية في اللاذقية ،*تقرير قطف العينات لقسم مراقبة نوعية المياه* .
- نديم حسن ، نبيل، *استخدام تقنيات Gis لتقويم موارد المياه الجوفية في حوض السن* ، رسالة ماجستير غير منشورة، 2011م، ص 53.
- يوسف ، شابو ، المذكرة الإيضاحية لرقعة بانياس والقدموس الجيولوجية .
- **المجلات العلمية:**
- الأزكي ، فواز ، العبدالله ، عبد الكريم ، *دراسة العلاقة بين هيروجيولوجية حوض السن وتكنونيتها* ، مجلة جامعة تشرين ، العدد4 ، المجلد35 ،2013 م، ص 60-62 .
- حليمه ، عبد الكريم ، *بنية الأحواض المائية النهرية في إقليم الساحل والجبال الساحلية* ، أنموذج حوض نهر الصنوبر ، مجلة جامعة تشرين ، العدد3 ، المجلد31، عام 2009م، ص29-30.
- سلوم ، جولييت ، *درجة التحلل الكارستي في حوض نبع السن* ، مجلة جامعة تشرين ، العدد 1 ، المجلد36، عام 2014 م. ص 103.
- فائد حاج حسن ، محمد ، *الخصائص الهيدروكيميائية ودرجة التحلل الكارستي في نبع عين الفيجة – سوريا* ، مجلة محكمة غير دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية ، جامعة الملك سعود، 1997 م. ص364.

-المراجع الأجنبية:

1. J.A.A.JONES, *Global Hydrology, processes, resources and environmental management*,1997,p60-62.

2.A. AMIN , AMMAR & A. BANKHER, KHALID, *Karst Hazard Assessment of Eastern Saudi Arabia*, 1996, page 21.