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

نشوء الجوبات في قمم السلسلة الساحلية السورية/منطقة القرداحة/ أنموذج جوبة برغال

الدكتور عبد الكريم حليمة*
وليم علي سعيد**

(تاريخ الإيداع 13 / 11 / 2016. قبل للنشر في 26 / 4 / 2017)

□ ملخّص □

تتميز اعالي قمم جبال الساحل عامة ، وجبال القرداحة بخاصة بوجود اشكال كارستيه ناتجة عن تظافر مجموعة من العوامل البنيوية التي أمنت ظروفاً مناسبة لخلق هذه الأشكال الجيومورفولوجي المميز؛ فالعامل التكتوني مسؤول عن وجود الشقوق وإضعاف الصخور، وكذلك بالنسبة لعامل البركنة ، بينما يكون العامل التكتوني مسؤولاً عن رفع البنى الجيولوجية الى السطح، والملائمة بتركيبها لنشوء الأشكال الكارستية ، أما العامل الطبوغرافي فهو مسؤول عن ركود المياه فوق الطبقات الصخرية شبه المستوية وعلى بعض المواقع التي يسمح شكل السطح بركود المياه فوقها. ومن اهم تلك الاشكال الجوبات التي تظهر كحفر غائره في قمم جبال القرداحة.

يسلط البحث الضوء على الواقع الذي تشكلت به جوبة البرغال كنموذج لتفسير آلية تشكل جوبات جبل الشعرة واسباب انتشارها . ومستقبل تطورها .

الكلمات المفتاحية : جوبة البرغال . تحلل كارستي . جوبة . تهطال

* مدرس – قسم الجغرافية . كلية الآداب والعلوم الإنسانية . جامعة تشرين ، اللاذقية، سورية
** طالب ماجستير – الجغرافية الطبيعية ، 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

Dolines evolution in the Syrian coastal mountains /Qardaha area/ Jawbat Burghal model

Dr. Abed AL Kareem Halima*
William Ali Saied**

(Received 13 / 11 / 2016. Accepted 26 / 4 / 2017)

□ ABSTRACT □

General high mountains of the coast and the tops of the mountains of Qerdaha are particularly characterized by the presence of Karst features resulting from a combination of structural factors that ensured suitable for creating this distinctive Geomorphological appearance conditions، Tectonic factor is responsible for the presence of cracks weaking the rocks as well as for volcanism factor، Whereas the Geological factor is responsible for the appearance of Jurassic rocks on the surface which are appropriate for the emergence of Karst and the direction of the water flow towards the Earth's interior، While the topographic factor is responsible for the stagnation of water on the semi-flat rocky strata and on some sites that its surface allows the stagnant of water. The most important of those forms are Karst lacunae that apper such as digging deep in Qerdaha mountain of peaks.

Find sheds light on the reality , which was formed by Jawbat Burghal as a model to explain the mechanism as the lacunae of the mountains of Alshaara and the reasons for non-proliferation and the future of its development.

Key words : Jawbat Burghal - Karstic Corrosion - Dolines- precipitation

*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 :

ان طبيعة الصخور المكونة لسلسلة الجبال الساحلية هي من منشاء رسوبي ، وهي صخور كلسية جوراسية وكريتاسية ، قابلة للتحلل بفعل التهطال الحاوي على حمض الكربونيك المنحل . مما يعني نشاطا مستمرا لعمليات التحلل الكارستي منذ ان برزت هذه القمم فوق سطح البحر ، واصبحت عرضة للعوامل المناخية السائدة في الادوار الجيولوجية المتعاقبة ، وقد نجم عنها اشكالا جيومورفولوجية مختلفة .

تعد الجوبات ابرز تلك المظاهر الجيومورفولوجية ، اذ يمكن مشاهدة الكبيرة منها من الجو بشكل واضح، فالجوبة تضريس كارستي ومظهر سطحي يمثل حفرا غائرة في سطح الأرض مغلقة هيدرولوجيا (تصريف أعمى) ، دائرية أو بيضوية الشكل[1] .

يتركز النشاط البشري في الجوبات الكبيرة حيث الترب الخصبة والمياه والمناخ المناسب . واهمها جوبة البرغال الواقعة ضمن الصخور الكلسية على ارتفاع 950 مترا فوق سطح البحر، وهي ذات شكل متطاول مغلقة هيدرولوجيا بتصريف باطني للمياه السطحية . ومفتوحة طبوغرافيا من الغرب.

أدي تضافر العامل الليتيولوجي مع العامل المناخي دورا بارزا في نشأتها . اذ تعد اهم واكبر الجوبات في حقل جوبات جبال الشعرة .

أهمية البحث وأهدافه :

تتبع أهمية البحث في تبيان الآلية التي تشكلت بها الجوبات في جبال الشعرة، ومستقبل تطورها، وبالتالي مراقبة التحلل الكارستي وسرعته، كون بعضها يمثل مركزا للنشاط البشري، إضافة لمراقبة مصادر التلوث لكونها مناطق تغذية للخزانات المائية الجوفية.

بالتالي يهدف البحث الى دراسة :

1 -اسباب انتشار الجوبات في موضعها الحالي من حقل الجوبات [2] بهذه الأحجام دون سواها من المواقع في رقعة القرداحة .

2 -تحديد الالية التي تشكلت بها جوبات في قمم جبال القرداحة .

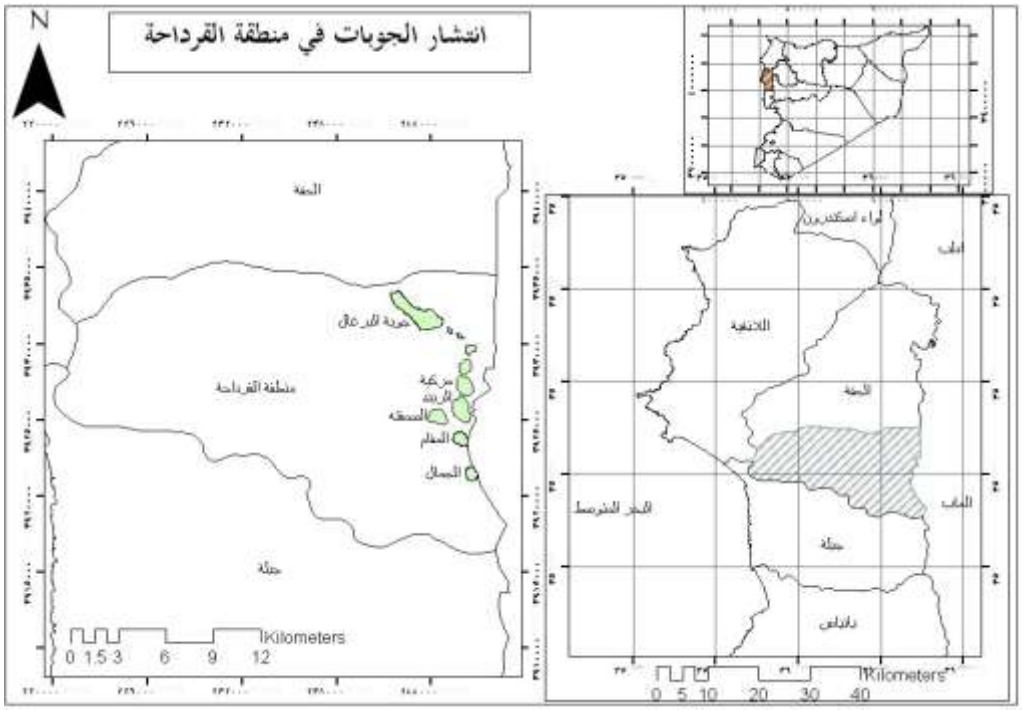
3 -تقدير سرعة النشاط الكارستي للصخور الكلسية القابلة للانحلال لوضع تصور لمستقبل تطور جوبات جبال الشعرة .

الواقع الجغرافي

تقع جوبة برغال على السفوح الغربية لسلسلة جبال القرداحة بين خطي الطول (´4 °36) و (´14 °36) شرق غرينتش ، وبين دائرتي عرض (´24 °35) و(´31 °35) شمال دائرة الاستواء [3] ،على ارتفاع 1000م فوق سطح البحر، وهي تتبع ناحية الفاخورة التابعة لمنطقة القرداحة ، تبعد 50 كم عن مدينة اللاذقية ، و 16 كم شرق الفاخورة و13 كم شمال شرق مدينة القرداحة . وجوبة البرغال عبارة عن خسف محاطة بالسلاسل الجبلية ؛ فهي تقع

[1] **عبد السلام ، عادل، واخرون .أشكال الأرض، جامعة دمشق سورية، ، 2001م، ص350.**
[2] **عبد السلام – عادل، واخرون ، الجغرافية الطبيعية لسورية ، جامعة تشرين ، الطبعة الأولى ، 2004م، ص219.**
[3] **الخارطة الطبوغرافية لمنطقة القرداحة ، الهيئة العامة للمساحة العسكرية ، دمشق 1976**

بين " **جبل النبي نوفل** في الشمال 1169 **وجبل لزاقة البلوط** في الشمال الشرقي 927 م ، **وجبل كتف بريكات** 1184م، **وجبل قلعة فتاح أبو ريش** 1051م من الجنوب ، **وجبل كتف العذره** 1044م من الغرب".



خريطة القرداحة رقم (1) توضح موقع الجوبات بالنسبة لمنطقة القرداحة

الخريطة من اعداد الباحث باستخدام

منهجية البحث :

استخدام الأسلوب الوصفي التحليلي في الحديث عن جوبة البرغال بجوانبها الجيولوجية والتكتونية والطبوغرافية والجيومورفولوجية بالإضافة إلى الترب والغطاء النباتي .

استخدام الأسلوب الكمي[4] في تحليل المعطيات المناخية للمنطقة والقياسات المورفومترية والمعادلات الرياضية ، كما استخدام المنهج العلمي (بشقيه الاستقرائي ، والاستنتاجي)، في تفسير النتائج التي تم الحصول عليها وربطها منطقياً للوصول إلى تفسير الية نشأة وتطور الجوبات في موضعها الحالي .

وسائل وأدوات البحث :

استخدم في إنجاز هذا البحث مجموعة من الوسائل وهي :

- الخرائط: وهي تتضمن خريطة الموقع وخريطة جيولوجية وخريطة جيومورفولوجية للمنطقة المدروسة وغيرها .
- الجداول لإظهار خصائص المناخ، والترب، وخصائص مياه الينابيع لتقدير سرعة التحلل الكارستي.
- الأشكال البيانية للتعبير عن بعض العناصر المناخية كمعدلات الهطل السنوية وغيرها.
- القوانين الإحصائية والمعادلات الرياضية، وتحليل النتائج للوصول الى تفسير الظواهر المختلفة .
- الاعتماد على بعض التقنيات الحاسوبية، بالإضافة إلى الملاحظة العلمية التي مكنت من تفسير بعض الأمور، وهي تصنف من أدوات البحث .

---

[4] **علي حسن موسى، البحث الجغرافي (مناهجه ,أساليبه , طرائقه , وسائله , أدواته , خطواته)، دار نينوى، دمشق، سورية، 2008م، ص52.**

النتائج والمناقشة

1- البنية الجيولوجية :

اقدم صخور جوبة برغال تعود إلى الحقب الثاني الجيولوجي (الميزوزوييك) و "الذي استمر من 230 إلى 70 مليون سنة مضت " [5] ، وقد رفعت تلك الصخور إلى السطح بالعمل التكتوني حيث ادى فالق الغاب الى نهوض الصخور الرسوبية الجوراسية مشكلة قمم الجبال ، بينما شكلت صخور الكريتاسي السفوح، وتشكل صخور الحقب الثاني مكمن الثروات الجيولوجية في سورية حيث تزخر المنطقة المدروسة بمخزون مائي جوفي مهم مختزن في الطبقات الصخرية الجوراسية والكريتاسية .

أولاً : الجوراسي:

تمتاز توضعات هذا الزمن بوجود صخور رسوبية بحرية مؤلفة من الحجر الدولوميتي الكلسي، ذات ثخانة تتراوح بين " 400 – 500 م "[6] وتتميز صخور الجوراسي بنفوذيتها العالية للمياه والتي تصل إلى (60-65)% من كمية الهطول فوقها [(7)] مما يحرم مناطق وجودها من الجريانات السطحية ، حيث تتسرب عبر المسامات والشقوق والبالوعات الكارستية الى باطن الصخور وتسلك طرق مازالت غير معروفة ، وتوجد صخور الجوراسي على القمم المحيطة بجوبة برغال وتكون تلك القمم فقيرة من الغطاء النباتي الا من الاعشاب والشجيرات الصغيرة.

تم تقسيم صخور الجوراسي المتكشفة في المنطقة إلى وحدتين، سفلية تعود إلى الجوراسي الأوسط والجوراسي الأدنى، وعلوية تعود إلى الجوراسي الأعلى .

- من الجوراسي الأدنى إلى الأوسط (J2 – J1):

تتكشف صخور الجوراسي الأدنى والأوسط بشكل كامل على السطح ويمكن مشاهدة تماسها مع دولوميت الترياسي المتوضع تحتها في الحقل ، وصخورهما مؤلفة من دولوميت متطبق بشكل واضح أو جزئي أو بشكل صفائحي في القاعدة بثخانة تصل إلى 100م ، يعلوه دولوميت غير واضح التطبق بثخانة 350 م، يصبح دولوميتي رملي بفعل التجوية ، ثم دولوميت كتلي بثخانة250 م ، ثم أحجار كلسية أفانتية .

يظهر التدرج واضحاً في الجزء الشرقي من جوبة برغال من أحجار كلسية متطبقة إلى دولوميت غير متطبق.

- الجوراسي الأعلى (J3) :

صخوره رسوبية ذات سحنة ساحلية تتراوح ثخانتها من (25 – 40) م ، وهي على تماس مع رسوبيات الكريتاسي فوقها والأحجار الكلسية العائدة للجوراسي الأوسط تحتها.

ثانياً : الكريتاسي :

صخوره رسوبية مؤلف من حجر كلسي دولوميتي ومارل ومارل حواري، وتتوضع صخور الكريتاسي على السفوح المشكلة لجدران جوبة برغال .

ويقسم الكريتاسي في منطقة الدراسة إلى الوحدات التالية:

- الأبسيان – الألبيان الأدنى (تشكيلة باب جنه) : تتألف على الأغلب من تناوب مارل ومارل دولوميتي أخضر اللون ، وصخور الكريتاسي هذه على تماس مع الجوراسي الأعلى ويصعب التمييز بينهما في بعض المناطق

---

[5]: عبد السلام ، عادل، واخرون . الجغرافية الطبيعية لسورية ، مرجع سابق ، ص 30 .
[6]: عبد السلام ، عادل، واخرون. الجغرافية الطبيعية لسورية، مرجع سابق ،ص 33 .
[7] : حليمه ، عبد الكريم . بنية الأحواض المائية النهرية ومناخها في إقليم الساحل والجبال الساحلية السورية ، مجلة جامعة تشرين سورية ، العدد3، المجلد 31 ، 2009 م ، ص 29.

بسبب التشابه الليتولوجي وفقدان اللا توافق الزاوي ، وتتمثل تشكيلة باب جنه بصخور كلسية رسوبية في مناطق ، ودولوميتية في مناطق أخرى .

- السينومان : يتمثل بأحجار كلسية رسوبية ثخينة التطبق متناوبة مع مارل وأحجار كلسية مارلية ، ولقد قسم الدكتور ميخائيل معطي السينومان إلى الوحدتين التاليتين[8]:

– تشكيلة صلنفة (C^s_4) : وتتألف من وحدتين من المارل وطبقتين من الحجر الكلسي ثخين التطبق.

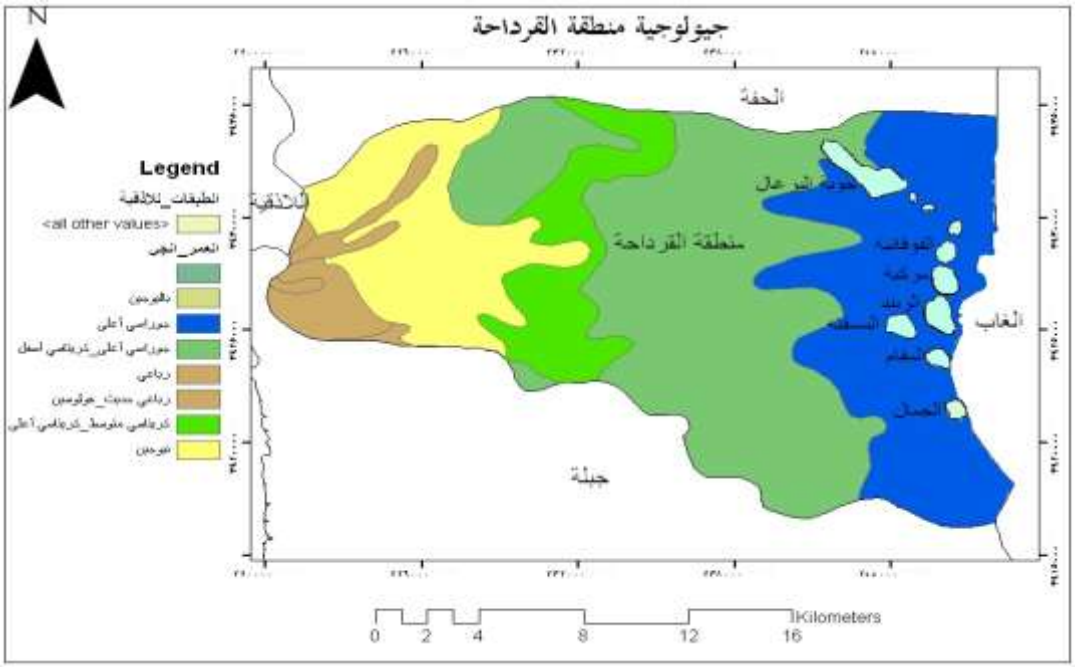
–تشكيلة باب عبد الله(C^{B-}_4–) : وهي تغطي تشكيلة صلنفة ، وتتألف من ثلاث وحدات تتناوب من حجر كلسي، مارل كلسي مارلي في القسم السفلي ، مارل ناعم في الوسط ، جدار من الحجر ثخين التطبق والرصيفي جزئياً في القمة.

- التورونيان : صخوره كلسية رسوبية مؤلفة من مارل كلسي ومارل في الأسفل ، وحجر كلسي عضوي في الأعلى ، وتتراوح ثخانة توضعاتة بين (65 – 80) م[9] .

ويظهر التغير الليتولوجي بشكل واضح على السطوح الانتقالية بين السينومان و التورونيان ، وهو انتقال من الحجر الكلسي القاسي ذي اللون الرمادي و التطبق الثخين إلى المارل والحجر الكلسي المارلي ذي اللون الأبيض .

- السينونيان الأسفل (كونياسيان – سانتونيان) : وهو عبارة عن طبقة رقيقة من المارل تتحول تدريجياً إلى حجر كلسي مارلي أو أفانتي.

- السينونيان الأعلى (الماستريختيان) : وهو مؤلف من حجر كلسي يتحول إلى رملي ويحوي على عقد من الفوسفات وكتل من الحجر الكلسي .



الخريطة الجيولوجية رقم (2) توضح جيولوجية منطقة القرداحة

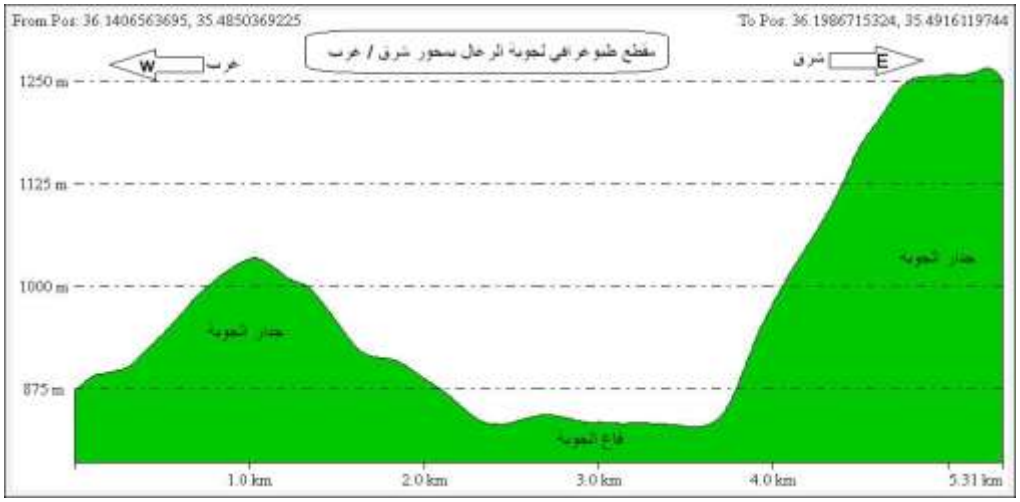
الخريطة من اعداد الباحث

[8] **:المذكرة الإيضاحية لرقعة القرداحة ، انتاج البعثة الروسية . ترجمة شابو يوسف واخرون ، ص 11**

[9] **المذكرة الإيضاحية لرقعة القرداحة ، مرجع سابق ، ص 14**

2- الطبوغرافيا :

تتصف السفوح الغربية لسلسة الجبال الساحلية السورية التي تنتمي إليها منطقة جوبة برغال بأنها أقل انحداراً من السفوح الشرقية وأوسع مساحة وتنتشر فيها مظاهر الحياة بشكل أكبر، وتكاد الانحدارات الطبوغرافية تنطبق على الميول الطبيعية ، كما أن تضاريسها سهلة و هي تتخذ بشكل عام محاور شرقية – غربية .



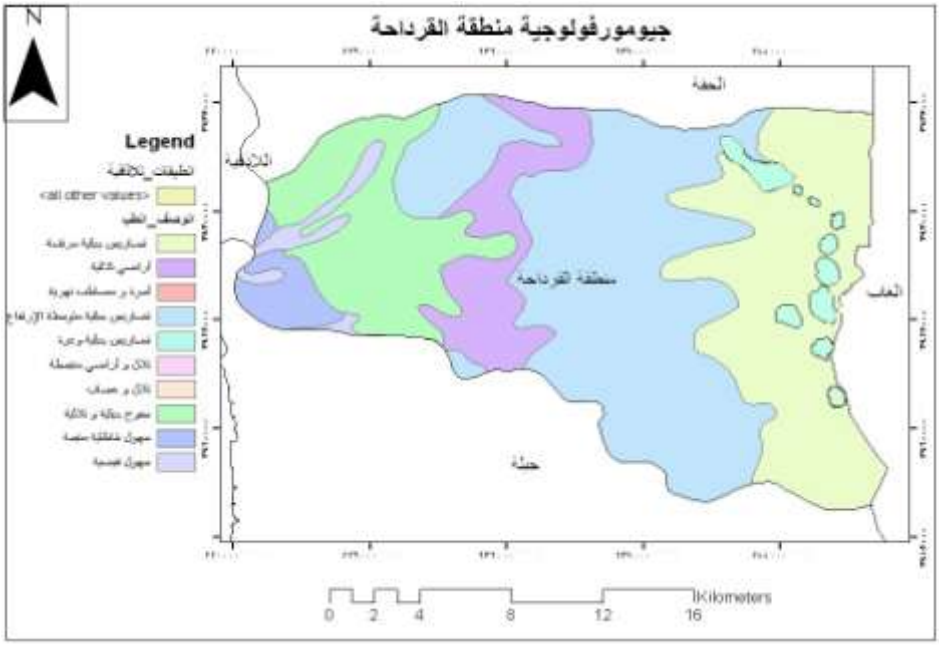
الشكل رقم (1) توضح طبوغرافية جوبة البرغال

الشكل من اعداد البحث

من الشكل (1) يلاحظ ان الجوبة محاطة بقمم جبلية تزيد ارتفاعاتها عن 1100 م شرقا، وتقترب من 1000م غربا فوق مستوى سطح البحر، في حين ان قاع الجوبة مستوي قليل الانحدار وهذا ما يؤكده الطبيعة السهلة لقاع الجوبة .

3- الجيومورفولوجيا :

معظم السفوح محدبه بحيث تمثل مناطق شديدة الانحدار ، وبسبب الميل الشديد للمنحدرات فأنه من المألوف وجود ارصفه من الصخور العارية، كما توجد توضعات بازلتية بركانية عميقة يتجاوز عمقها (300م) تقريبا في الأجزاء الشرقية والشمالية، وتمثل الأشكال الكارستية المظهر الجيومورفولوجي المميز لجوبة برغال؛ فالجوبة ككل ناتجة عن عمل كارستي تحللي وانهيارات للمغاور الضمنية تحتها، وليست من اصل بركاني على الرغم من ظهور صبات بركانية، حيث تنتشر الصخور الكاربوناتية الكارستية الشديدة التصدع المؤلفة من الحجر الكلسي الدولوميتي. ومن المألوف وجود حفر مجاري ، وحفر الاذابة ، والمغاور، والشقوق، أما شبكة تصريف المياه فتوجد تحت الأرض .



الخارطة الجيومورفولوجية رقم (3) توضح جيومورفولوجية منطقة القرداحة

الخريطة من اعداد الباحث

4- التكتونيك :

تقع منطقة جوبة برغال في الجبال الساحلية السورية الواقعة في الجزء الشمالي الغربي من النهاية الشمالية والشمالية الغربية للركيزة العربية ، وقد تأثر الغرب السوري الذي تنتمي إليه المنطقة المدروسة بمنظومة صدوع البحر الميت (الصدع السوري – الإفريقي) والذي يعتقد بأن تشكله "بدأ اعتباراً من الأليغوسين واستمرت تأثيراته بشكل قسمات خطية و انبثاقات بركانية حتى بداية الدور الرابع "، ولد هذا الصدع حركات تكتونية جعلت المنطقة مخلعة ومشوشة بصدوع عميقة يظهر أثرها واضحاً في منطقة جوبة برغال التي تقوم على ثلاثة انكسارات ثانوية ولدها الصدع السوري الإفريقي "اثنان من الشمال وواحد في الجنوب" [10] وقد شكلت تلك الصدوع مناطق ضعف مناسبة لعمل التحلل الكارستي فسرعته . وقد ساهم غنى المنطقة بالقسمات الخطية ، والحلقات البنيوية* الى اضعاف القشرة الارضية وخروج الماغما إلى السطح فوق صدوع تلك الحلقات البنيوية .

5- النشاط البركاني :

تظهر التوضعات البركانية في الجهة الشرقية و الشمالية الغربية من جوبة برغال وتأخذ شكل طفوح وصبات بازلتية عائدة إلى الزمن الثالث الجيولوجي، وهي لم تنطلق مندفعة من فوهات بركانية بل صعدت إلى السطح عبر الشقوق والمسالك والممرات والفواصم البنيوية المتوفرة في تلك المنطقة الغنية بصدوعها وبشكل خاص في الجانب الشرقي من الجوبة الذي " تعرض لعمليات تكسر عنيفة " [11]في محور ذرا جبال الساحل السوري والمعروف بخط الشعرة. وقد دعم النشاط الكارستي تلك العملية من خلال توسيعه للشقوق وتحليله لمناطق الضعف وطبقات الالتصاق بين الصخور مما وفر مخارج أخرى للمهل الباطني ، كما تصلب جزء من ذلك المهل في الشقوق مشكلاً العروق .

[10] : حبيب، باهر. دراسة هيدرو جيومورفولوجية (كارست – مياه) النموذج منطقة شرق القرداحة اللاذقية – سوريه ، رسالة ماجستير غير منشورة ، الجامعة اللبنانية - بيروت ، 2005 – 2006 ، ص 25 .

*** الحلقة البنيوية شكلتها ثلاثة صدوع .**

[11]: حبيب ، باهر. هيدرو جيومورفولوجية (كارست – مياه) النموذج منطقة شرق القرداحة، مرجع سابق ، ص 72 .

6- العناصر المناخية :

1- درجة الحرارة :

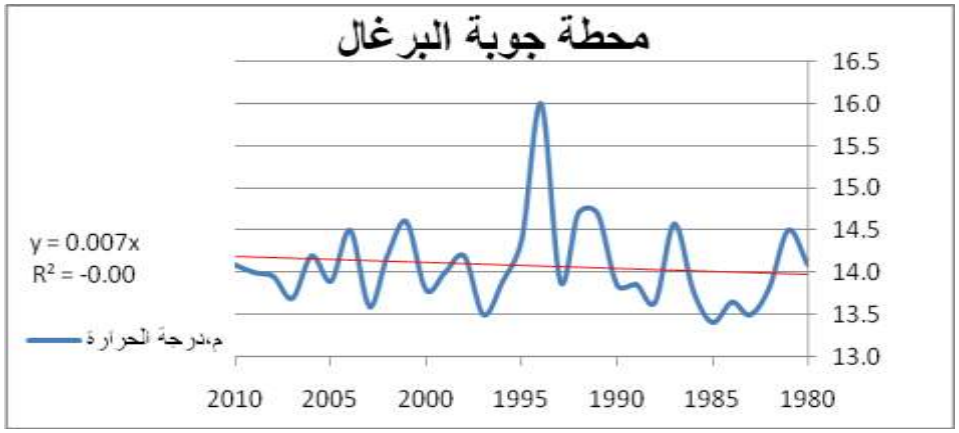
تعد درجة الحرارة احدى أهم العناصر المناخية في الدراسات الجغرافية عامة، والجيومورفولوجية خاصة. وتتأثر درجة الحرارة في جوبة برغال بعدة عوامل منها زاوية ورود الشمس وعدد ساعات السطوع الشمسي، اضافة الى درجة نقاء الهواء، وعامل الارتفاع .وتتباين درجة الحرارة ضمن جوبة برغال بين السفوح والقاع ، فزاوية الورود الشمسي تكون مائلة على السفوح المعاكسة لجهة الورود الشمسي (الشرقية والجنوبية)، في حين تكون شبه عامودية على قاع الجوبة والسفوح الشمالية والغربية ، لذلك فان درجة الحرارة اعلى هنا من السفوح الشرقية والجنوبية

الجدول رقم (1) يوضح المتوسط الشهري لدرجات الحرارة في المحطتين المدروستين بين عامي 1980-2010

	الارتفاع	كانون2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين1	تشرين2	كانون1	المتوسط السنوي
القرداحة	300	10.9	11.5	13.5	17.4	20.7	23.6	25.5	26.2	24.9	22.2	17.2	12.8	18.9
جوبة البرغال	950	5.8	6.5	9.2	12.6	16.3	19.4	21.2	21.4	20.2	17.6	11.8	7.5	14.1

المصدر : مديرية الأرصاد الجوية بدمشق.

من الجدول السابق يلاحظ ان متوسط درجات الحرارة تسجل اعلى ارتفاع لها في اشهر الصيف ، في حين تسجل ادنى متوسط لدرجات الحرارة في فصل الشتاء ، مما يعني نشاط التحلل الكارستي شتاء اكثر من فصل الصيف لملائمة ظروف درجات الحرارة . كذلك فان المتوسط السنوي لدرجات الحرارة في المناطق الجبلية ادنى منه في المناطق الهضبية ، وبالتالي ينشط التحلل الكارستي في الجبال اكثر من المناطق الهضبية والسهلية .



الشكل رقم (2)يوضح الخط البياني للمتوسط السنوي لدرجات الحرارة في محطة جوبة برغال بين عامي 1980-2010

المصدر: مديرية الأرصاد الجوية بدمشق.

يلاحظ من خلال خط الاتجاه العام أنه حدث ارتفاع بسيط على درجة الحرارة خلال هذه الدورة المناخية وتبين معادلة خط الاتجاه العام أن هذا الارتفاع بلغ 0.0071 درجة مئوية من الدرجة خلال العام الواحد،وبلغ 0,0071*31= 0.2201 درجة سيليزية خلال الدورة المناخية المدروسة. ما ينعكس على وتيرة التحلل الكارستي سلبا .

ولإيجاد العلاقة الخطية بين تغير الارتفاع عن سطح البحر وتغير درجة الحرارة في جبال منطقة القرداحة تم الاستعانة بالبرنامج الاحصائي SPSS حيث تم ادخال قيم الارتفاع لكل محطة ومتوسط درجة الحرارة السنوي

الجدول رقم (2) يوضح العلاقة الخطية بين الارتفاع عن سطح البحر ودرجة الحرارة في منطقة القرداحة

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	19.792	.886		22.347	.028
	الارتفاع عن سطح البحر	−.006−	.002	−.966−	−3.722−	.167

الجدول من اعداد الباحث

من تحليل الجدول رقم (2) ينظر الى العمود (B) حيث تمثل القيمة (19.792) طول مقطع الانحدار، وهي النقطة التي يتقاطع بها خط الانحدار مع المحور Y، في حين تمثل القيمة (−006) ميل خط الانحدار والقيمة سلابة تدل على ارتباط عكسي ، ومعادلة خط الانحدار تساوي : طول مقطع الانحدار+ ميل خط الانحدار مضروبة بقيمة الارتفاع كما في المعادلة التالية : (**Y = 19.792 − 0.006X**) ، وهي تدل على علاقة ارتباط قوية عكسي بين زيادة الارتفاع، وانخفاض درجة الحرارة، وبالتالي زيادة النشاط الكارستي في المرتفعات اكثر منها في الهضاب والسهول

وتلعب درجات الحرارة دورا هاما في مجال التجوية الكيميائية ، حيث انها تحدد قدرة المياه الطبيعية على حل غاز ثاني اوكسيد الكربون الموجود في الطبيعة، وتحوله الى حمض كربوني وفق المعادلة التالية :

$$H2O + CO2 \rightarrow H2CO3$$

اذ يسهم هذا الغاز في تحلل الصخور الكلسية و الدولومية والجصية و الإنهدريت كما في المعادلة التالية:

$$\mathbf{CaCo3} + \mathbf{H2CO3} = Ca(HCo3)2$$

وكلما انخفضت حرارة الماء، ازدادت قدرته على حل $CO2$ [*12]، وبالتالي ازدياد قدرته على حل واذابة الصخور[13].

2- الرطوبة الجوية :

يعدّ البحر المتوسط المصدر الأساسي للرطوبة في منطقة الدراسة، اضافة الى المسطحات المائية من بحيرات وانهار، يضاف اليها دور الغطاء النباتي من خلال عمليات النتح .

*** ان ليتر من الماء بدرجة حرارة (حول الصفر) يذيب 33.6ملغ من غاز CO2 ، وتنخفض هذه النسبة الى 28 ملغ/ليتر عند الحرارة +5 ، والى 23.5 ماغ/ليتر عند الحرارة +10، والى 20 ملغ/ليتر عند الحرارة +15، والى 17.2ملغ/ليتر عند الحرارة +20،والى . 13.1ملغ/ليتر فقط عند درجة الحرارة +30.**

[13] الحاج حسن-فائد ، اسس الجيومورفولوجية المناخية ، منشورات جامعة دمشق ، 1996، صفحة 93.

الجدول رقم (3)يبين معدل الرطوبة النسبية % في محطة جوبة برغال خلال الفترة الممتدة ما بين عامي (1980-2010)

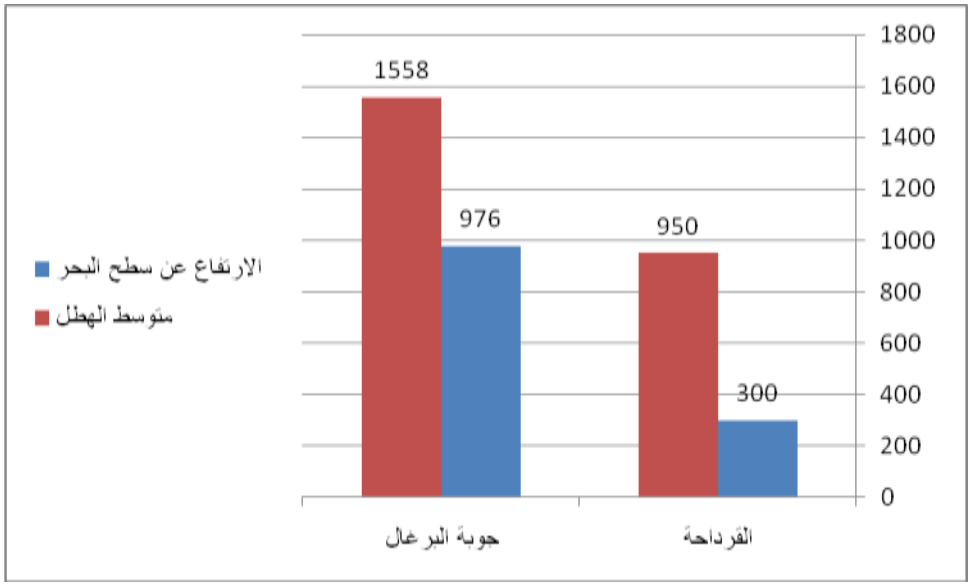
	كانون2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين1	تشرين2	كانون1	المعدل
قرداحة	65	64	63	63	64	62	64	66	68	62	60	58	%63
ج البرغال	80	75	74	68	74	69	69	71	71	71	66	76	%70

المصدر : مديرية الأرصاد الجوية بدمشق.

من الجدول (3) يلاحظ ارتفاع قيم الرطوبة النسبية في محطة جوبة برغال بالموازنة مع محطة القرداحة ، ويعود سبب ذلك إلى انفتاحها على البحر من الناحية الجنوبية الغربية مما يساعد على إيصال الرطوبة البحرية بشكل كبير إليها ، فضلا عن ارتفاعها عن سطح البحر .

3- التهطال :

يعد التهطال بأنواعه ذو اثر هام في تكون المظاهر الجيومورفولوجية عامة ، والاشكال الكارستية بخاصة، ويتعلق اثر التهطال في عمليات التحلل الكارستي على نوعية الصخور المتساقط عليها ، ومقدار ديمومته فوقها، اضافة لشكل تلك الهطولات ، ويعد الرذاذ أهم انواع الهطولات في عمليات التحلل الكارستي [14]، كونه يبقى لفترات اطول معلق في الجو، ما يمكنه من حل كمية اكبر من غاز CO_2 ، اضافة لكونه يبقى فتره اطول من الزمن على تماس مع الصخور الكلسية. وتزداد الهطولات من خط الشاطئ باتجاه المرتفعات حيث يبرز دور عامل الارتفاع عن سطح البحر في رفع قيم الهطولات كما في الشكل رقم (3) .



الشكل رقم (3) يوضح العلاقة بين الارتفاع ومتوسط التهطال في منطقة القرداحة

المصدر: اعداد الباحث

[14] سلوم، جولييت . درجة التحلل الكارستي في حوض نبع السن ، مجلة جامعة تشرين للبحوث والد راسات العلمية , سلسلة الآداب والعلوم الإنسانية سورية, المجلد 36, العدد1، 2014 ، ص105.

الجدول رقم (4) يبين متوسط الهطول الشهري في محطة جوبة برغال خلال الفترة الممتدة ما بين عامي (1980-2010)

	كانون 2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين1	تشرين2	كانون1	المتوسط السنوي
القرداحة	177	153	122	78	42	18.9	1.8	5	11.7	86	104	172	976
جوبة البرغال	286	253	230	154	78	16,7	4,6	5,7	16	101	152	277	1558

المصدر : مديرية الأرصاد الجوية بدمشق.

من الجدول يلاحظ ان اغلب الهطولات تتساقط في فصل الشتاء ، ويعد شهر كانون الثاني الاكثر هطولا خلال العام على منطقة الجوبات، وجوبة البرغال بخاصة، في حين يكون شهري تموز واب الاكثر جفافا، مع ملاحظة انه لا يكاد يخلو شهر من اشهر السنة من التهطال، خاصة المرتفعات . وهذا يعني ارتفاع وتيرة التحلل الكارستي في المناطق المرتفعة عن سطح البحر اكثر من المناطق المنخفضة، وبالتالي نشاط التحلل الكارستي . كذلك ينشط في فصل الشتاء اكثر من بقية الفصول لاقتران غزارة التهطال بانخفاض درجة الحرارة .

7- الترب :

تنتشر في الجوبات عامة، وجوبة البرغال خاصة الترب التالية*:

- الترب الرسوبية : متوسطة العمق (50-100) سم ، بنية رمادية اللون ، وقوام طيني لومي إلى طيني ، في المناطق المستوية .
- الترب التجميعية : اسفل المنحدرات وفي المدرجات ، متوسطة العمق ، بنية اللون ، وقوام طيني لومي .
- ترب المرتفعات والجبال : منشأ سيليسي كلسي ، قليلة العمق 25-50سم ، بني محمر قوامها طيني لومي ، تحوي حصى مع تكشفات صخرية منحدرة .
- ترب الغابات : ذات منشأ كلسي ، او سيليس ، قليلة إلى متوسطة العمق ، واللون بني إلى بني رمادي ، وأحيانا مصفرة ، وقوام لومي إلى طيني لومي ، وهي محجرة مع تكشفات صخرية منحدرة ، او طيني إلى سلتي طيني لومي وهي محجرة مع تكشفات صخرية منحدرة .

إن النوع الأول من الترب الرسوبية ذات محتوى عالٍ جداً من كربونات الكالسيوم ، وكذلك بالنسبة للنوعين الثاني والثالث من الترب التجميعية ، بينما يكون محتوى النوعين الأول والثاني من ترب الغابات مرتفعاً من كربونات الكالسيوم ومحتوى النوع الثالث من الترب التجميعية عالٍ من كربونات الكالسيوم ، وتكون هذه أكثر المناطق عرضة للتحلل الكارستي . كما أن ترب النوع الثالث من الترب التجميعية وترب المرتفعات والجبال وترب الغابات غنيةً بالمادة العضوية التي تزيد عدوانية المياه على الصخور الكلسية .

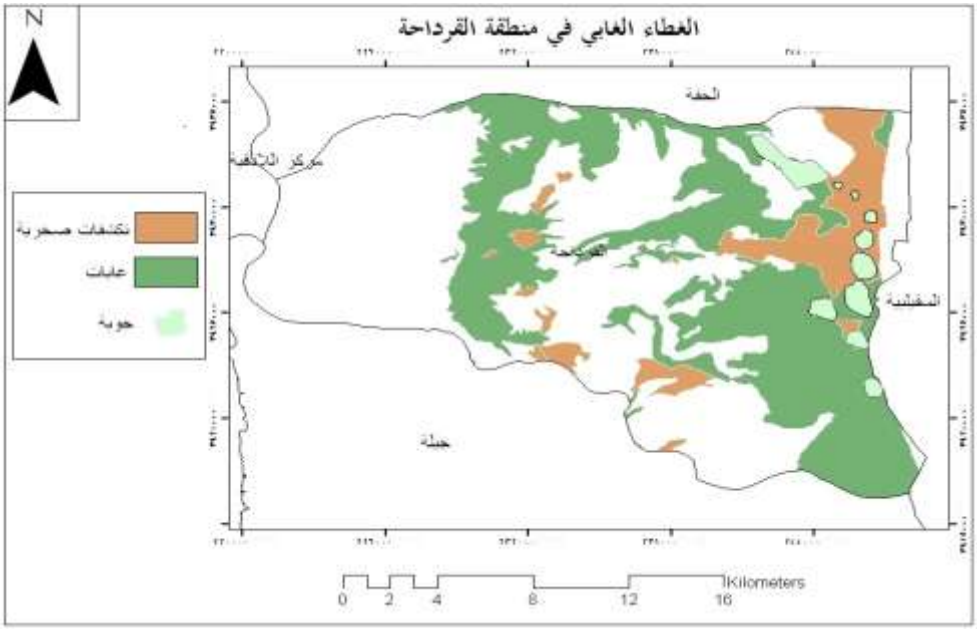
8- الغطاء النباتي :

ينتمي الغطاء النباتي في جوبة برغال الى الانواع النباتية المميزة للمناخ المتوسطي حيث وفرة الامطار شتاءً ، وجفافه صيفاً ، ويتألف من الاشجار الغابية ، والشجيرات الحراجية ، والاعشاب المختلفة ، وتعاني معظمها من حالة

*** الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية ، مديرية الإحصاء والتخطيط ، مشروع مسح الموارد الطبيعية والزراعية ، محطة البحوث الزراعية في الهنادي .**

تقهقر وتراجع نتيجة الاعتداء المستمر عليها من قبل الانسان ، وتحول في غالبيته الى جزر خضراء مبعثرة (ماكي) في المناطق البعيدة عن النشاط البشري.

واهم الاشجار التي تنتشر في المنطقة هي السنديان ، والبلوط ، والصنوبر ، والمخروطيات ، يضاف اليها الشوح والسرو ، والعرعر ، والغار ، والدلب، والاس، والقطلب، وتكاد تختفي في قاع الجوبة بسبب النشاط البشري عامة ، والنشاط الزراعي بخاصة . ويعتبر الغطاء الغابي هو الاهم نظرا لدوره في عمليات النتح والتبخر، وخسارة الاعتراض ، والتجوية الفيزيائية والكيميائية للصخور ، وتلطيف خصائص المناخ ضمنها .



الخارطة رقم (4) توضح الغطاء الغابي في منطقة القرداحة

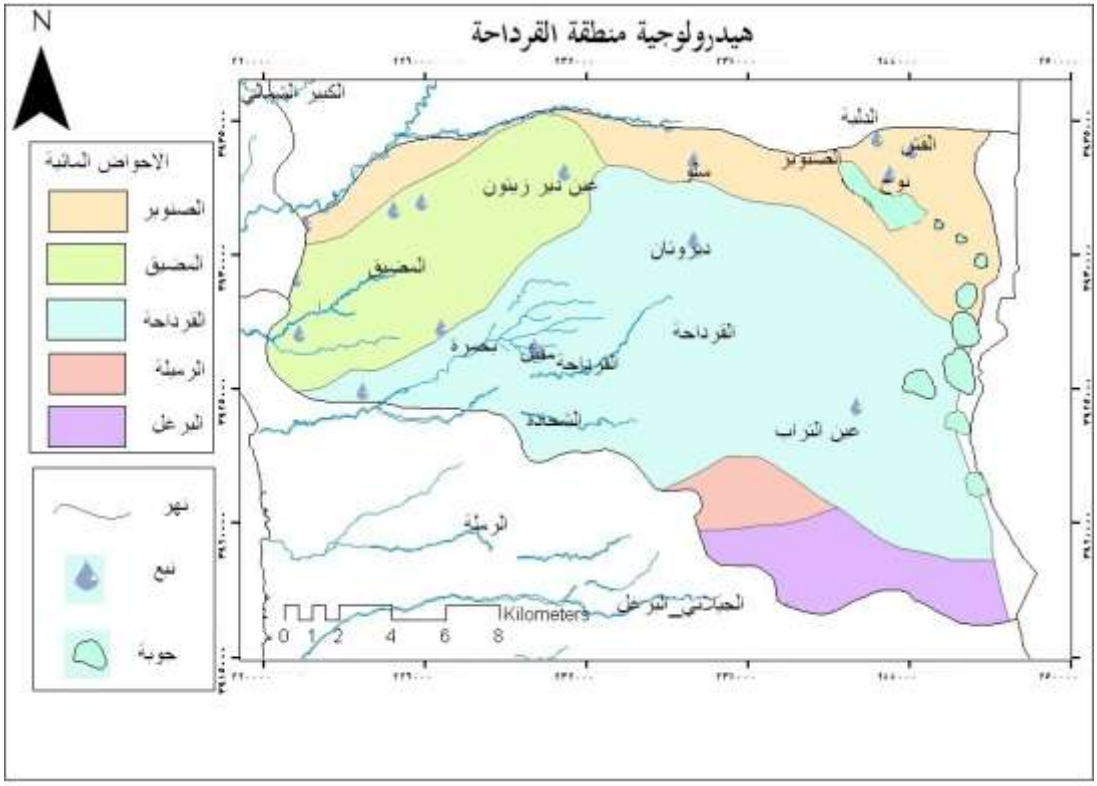
الخريطة من اعداد الباحث

للغطاء النباتي دور هام من حيث اعتراض الهطل وتبطيئ سرعة الجريان ، وتحويله الى جريان منساب هادئ، مما يؤدي إلى زيادة الرشح تحت الغطاء النباتي وزيادة التسرب الجوفي على حساب الجريان السطحي بالتالي نشاط العمليات الكارستية بشكل اسرع من المناطق الجرداء . كما ويقدم النبات مادة الدبال الغني بغاز ثاني اكسيد الكربون والذي يساعد الترب ايضا على الاحتفاظ بمعدلات عالية من الرطوبة ، ما يرفع وتيرة التحلل الكارستي . وتشكل جذور النباتات التي تسعى الى شق طريقها داخل الصخر (تجوية فيزيائية) ، طرق تسلكها المياه الحاوية على حمض الكربونيك ، اضافة لما تقدمة الجذور، ونشاط الكائنات المجهرية، عبر تنفسها واطلاقها غاز ثاني اوكسيد الكربون الذي ينحل بالمياه ، ويتسبب بحل الصخور في مستويات مختلفة .

9- الهيدرولوجيا :

تنتمي منطقة الجوبات بشكل عام الى حوضين مائيين هما: حوض نهر الصنوبر وحوض نهر القرداحة، الا ان الجريانات السطحية محدودة، حيث يختفي معظمها في الشقوق والتجاويف والمجاري التي احدثها الحت الكارستي في الصخور الفحماتية، اذ تسلك مياه التهطال الشقوق والفواصم والفراغات الى تلك الخزانات متسببة في تحللها وتوسعها

بالعمليات الكارستية مشكلة المغاور والكهوف والفجوات ضمن اعماق مختلفة في الصخور الثخينة فالماء عامل اساسي وحاسم في خلق الأشكال الكارستية، فهو السبب المباشر في هذه العملية[15]



الخريطة رقم (5) توضح هيدرولوجية منطقة القرداحة

الخريطة من اعداد الباحث

يشكل الحجر الكلسي والدولوميتي طبقات كارستيه هامة حاملة للماء ذات ثخانة هامة ، اذ تعد منطقة انتشار الجوبات في جبال القرداحة المنطقة الرئيسية في تغذية المياه الجوفية لتلك المنطقة ،وهي مصدر تغذية الينابيع الكارستية التي تتفجر على السفوح الشرقية للجبال الساحلية، اضافه لبعض الينابيع في السفوح الغربية (القش، نوح، السمقته)، التي يتذبذب قيم التصريف فيها بتذبذب التهطال المصدر الاساسي في تغذية الخزانات الجوفية. والجزء الأعظم من مياه الأمطار المخترقة للصخور الكربوناتية من خلال الشقوق الحتية والتكتونية تتوزع تحت تأثير الجاذبية ، بينما الماء المخترق الذي يصل إلى الطبقة الكتيمة يملأ الكسور والشقوق والمفاصل والمغاور والكهوف واعتماداً على حركة المياه يمكن أن تقسم النطاقات الكارستية إلى منطقتين هيدرو ديناميكيتين أساسيتين:

1- النطاق غير المشبع: حيث تكون حركة المياه باتجاه الأسفل، ينشط في هذا النطاق الحت الشاقولي، وتتشكل مظاهر كارستيه كالجوبات والبالوعات والحفر الغائرة.. وغيرها).

2- النطاق المشبع : تكون حركة المياه فيه بشكل أفقي بشكل عام ينشط الكارست الأفقي الذي يبدأ من فواصل الطبقات إلى أن يتم حل الطبقة بشكل كامل، يبدأ في هذا النطاق تشكل الكهوف والمغاور وتتطور بحسب شدة العمليات الكارستية في المنطقة دون وجود لعمليات التخثر والترسيب بسبب وجود المياه الجوفية وحركتها المستمرة .

[15] **عبد السلام ، عادل، واخرون .أشكال الأرض، جامعة دمشق سورية، ، 2001م، ص361.**

فجوبة البرغال تقع فوق النطاق المشبع ما يسمح بتشكلها وتطورها باستمرار عبر الحركة الشاقولية للمياه المتسربة عبر الشقوق والمسامات والقنوات الى الخزانات الجوفية.

10- الخصائص الكيميائية لمياه الينابيع في جوبة البرغال :

تتسرب المياه عبر المسامات والشقوق، والفواصم في الخزانات الجوفية الى الخزانات الضمنية ، حاملة معها الغازات المنحلة من الغلاف الجوي (كغاز CO_2) ، بالاضافة الى عناصر صلبة كالغبار والملوثات الاخرى، ، مما يؤدي الى تفاعل غاز CO_2 مع الصخور الكلسية وحلها ، ليكتسب المياه خصائصها الكيميائية. فعمليات التحلل الكارستي والعمليات البيو كيميائية ومدة بقائها ضمن الخزانات اضافة لتفاعلات التبادل مع الكربونات والسيليكات تلعب دورا في اكساب المياه الجوفية لجوبة البرغال خصائصها الكيميائية. ومن خلال اجراء التحليل الكيميائي لعينات مياه الينابيع في جوبة البرغال حصل على الجدول التالي :

جدول رقم (5) يبين متوسط الخصائص الكيميائية لمياه ينابيع الجوبة عام 2016 م

	Ph	Mg++ ملغ/ل	Ca++ ملغ/ل	Na+ ملغ/ل	K+ ملغ/ل	CL- ملغ/ل	القساوة ملغ/ل		العكارة ملغ/ل
							الكلسية	المغنيزيومية	
المعدل	7.2	10.2	64.66	14	0.9	25	200	100	69
							300		

المصدر: مديرية الموارد المائية في اللاذقية

من الجدول يلاحظ ان المتوسط السنوي لشوارد الكالسيوم Ca++ 64.66 ملغ/ل ، في حين يبلغ المتوسط السنوي لشوارد المغنيزيوم 10.2 ملغ/ل ، بالتالي المتوسط السنوي للعناصر الكاربوناتية في ينابع الجوبة هو 75 ملغ/ل[16]، كما تتميز المياه بقلوية معتدلة اذ يبلغ متوسط Ph 7.2 كما ان المياه ذات قساوة معتدلة . ويتغير تركيز العناصر السابقة في المياه باختلاف الفصول ، والمحتوى الكربوناتي بخاصة ، فهو ينخفض في فصل الصيف ويرتفع في فصلي الشتاء والربيع .

10- تقدير سرعة التحلل الكارستي في ينابيع جوبة البرغال :

تعد سرعة التحلل الكارستي نتاج العلاقة المتبادلة بين جيولوجية جوبة البرغال والظروف المناخيّة السائدة ، إضافةً إلى دور الغطاء النباتي والترب . حيثُ تتسارع وتيرة التحلل الكارستي مع ارتفاع معدلات كل من مسامية الصخور وغناها بالكسور والشقوق ، اضافة لدرجة نقاء الصخور والمتوسط السنوي للتهطال ومعدل التبخر النتح الممكن ومتوسط درجة الحرارة السنوي .

حِسبت قيمة معدل التبخر النتح السنوي الفعلي عن طريق علاقة تورك الآتية : $I = \frac{P}{\sqrt{0.9\frac{P^2}{L^2}}}$

P = متوسط الهطل السنوي مقدرة بالملم وتساوي **1558 ملم** (جدول رقم4) .

L = معامل رياضي يحسب من العلاقة $(0.05T^3 + 25T + 300)$ ويساوي =**798.164**

T : متوسط درجة الحرارة السنوي مقدرة بالدرجة المئوية تساوي **14.2 درجة مئوية** (جدول رقم 1) .

[16] **مديرية الموارد المائية في اللاذقية ، قسم مراقبة نوعية المياه ، دائرة المخابر ، مقابلة مع المهندس الكيميائي اسامة الجردي .**

$$\frac{1558.6P}{\sqrt{0.9\frac{1558.6^2}{798.164^2}}} = 842.4 \text{ ملم}$$

يلعب معدل التساقط الصافي دورا بالغ الأهمية في تحديد سرعة التحلل الكارستي ويمكن حسابه من خلال العلاقة الآتية : E=P–I حيث:

E = معدل الهطل السنوي الصافي مقدرة بالديسيمتر.

P = متوسط الهطل السنوي مقدرة بالملم وتساوي **1558** .

I = معدل التبخر النتح السنوي الفعلي مقدرة بالملم **842.4 ملم**.

E =1558.6–842.4=7.162 ديسيمتر وهو معدل التساقط الصافي

ولتقدير سرعة التحلل الكارستي استخدمت علاقة كوربل (J. Corbel) التالية[17] : $V = \frac{4ET}{100}$ حيث:

V= سرعة التحلل الكارستي مقدرة بالملم/ 1000 سنة.

E = معدل التساقط السنوي الصافي مقدر ب (ديسيمتر).

T = المتوسط السنوي للمحتوى الكربوناتي لمياه الجوبة مقدرة ب ملغ/ل

$$V = \frac{4*75*7.162}{100} = 21.49 \text{ ملم/1000سنة}$$

من خلال تطبيق معادلة كوربل يلاحظ ان سرعة التحلل تقدر ب **21.49** ملم/**1000سنة** ، وهي سرعة غير كافية لتفسير الاشكال الحالية التي نراها الان . لذلك فان هذه الاشكال ناتجة عن نشاط كارستي فعال في ازمنة سابقة، في ظل ظروف مناخية وطبيعية تسببت في تحلل وذوبان الصخور بشكل اسرع وبوتيرة اعلى من الزمن الحالي.

الاستنتاجات والتوصيات

1– ان تشكل جوبات جبال الشعرة عامة ، وجوبة البرغال بخاصة ، هو نتاج عمليتين متلازمتين :

الاولى : فعل تحللي سطحي للطبقات الصخرية بفعل مياه التهطال الحاوية على حمض الكربونيك الذي يذيب الطبقات السطحية عند تماسه معها وتوضعه عليها .

الثاني : فعل انهياري لسقوف المغاور الباطنية بسبب التحلل الباطني للصخر الجيري . والتي تصل اليها عبر القنوات والشقوق والمسامات متسببة في تحلل واذابة هذه الصخور ، بالتالي توسعها للدرجة التي تصبح فيها سقوفها عاجزة امام وزنها عن الصمود امام قوة الجاذبية فتنهار . وهذا ما يفسر شدة انحدار حوافها وعمقها الذي لا يمكن للتحلل السطحي وحده تشكيل هذه الجوبة بشكلها الحالي ، لذلك يتوجب مراقبة النشاط الكارستي في مناطق الجروف الصخرية والمغاور الباطنية بخاصة ، والتي تشكل خطرا على الانسان والنشاط البشري .

2– التركيب المميز لصخور ذرى الجبال في منطقة القرداحة ، والعائدة للزمن الثاني ، والجوراسي بخاصة جعلها عرضة للتحلل الكارستي اكثر من غيرها ، فصخور الجوراسي اكثر قابلية للتحلل بفعل حمض الكربونيك من صخور الكريتاسي ، كذلك غنى صخور الجوراسي بالشقوق والقسمات الخطية ومساميته العالية اضافة لمناسبة حجم بلوراته بالنسبة للكريتاسي جعل وتيرة التحلل الكارستي اعلى في مناطق تواجده وبالتالي نمو الاشكال الكارستية بشكل واضح في مناطق الصخور الجوراسية ، وهي تشكل خزانا مائيا هاما يجب المحافظة عليه من التلوث بفعل النشاطات البشرية كالصرف الصحي السيء ، وعقلنة التسميد والري وحفر الابار .

[17] **حاج حسن، محمد. أسس الجيومورفولوجية المناخية، جامعة دمشق سورية، 1996، ص 364.**

3- للعوامل المناخية دور هام في تشكل ونمو المظاهر الكارستية ، وتتذبذب سرعة تشكلها مع تذبذب قيم العناصر المناخية المؤثرة بين فترة و اخرى، و سرعة التحلل الكارستي الحالي ضعيفة ، وبالتالي تشكل الجوبات يعود الى ازمنة سابقة حيث كان التحلل الكارستي ناشطا في فترة الدورات المناخية السابقة اكثر من الحالي ، وهي مستمرة بوتيرة اقل عما كانت عليه في الازمنة السابقة. من خلال العلاقة بين عناصر المناخ وتحديد سرعة التحلل الكارستي وضع معادلة رياضية لتحديد وتيرة النشاط الكارستي ، واتخاذ التدابير الملائمة .

المصادر والمراجع

1- المذكرة الإيضاحية لرقعة القرداحة ، انتاج البعثة الروسية . ترجمة شابو يوسف واخرون 1966، 46 ص.

2- الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية ، مديرية الإحصاء والتخطيط ، مشروع مسح الموارد الطبيعية والزراعية، محطة البحوث الزراعية في الهنادي، 2015م .

3- حبيب، باهر. *دراسة هيدروجيومورفولوجية (كارست مياه) أنموذج منطقة شرق القرداحة*، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب والعموم الإنسانية، الجامعة اللبنانية، بيروت، 2005م.

4- *سلوم، جولييت. درجة التحلل الكارستي في حوض نبع السن*، مجلة جامعة تشرين، المجلد ,36 العدد1، 2014م، 95-116ص.

5- عبد السلام، عادل. *علم أشكال الأرض* ، جامعة دمشق، سورية، 2001 م، 606 ص .

6- عبد السلام، عادل، واخرون. *الجغرافية الطبيعية لسورية*، جامعة تشرين، سورية، 2003م، 424 ص.

7- حليمه، عبد الكريم. *بنية الأحواض المائية النهرية ومناخها في إقليم الساحل والجبال الساحلية السورية* ، مجلة جامعة تشرين سورية، المجلد 31 ، العدد3، 2009.

8- علي حسن موسى، *البحث الجغرافي (مناهجه ,أساليبه , طرائقه , وسائله , أدواته , خطواته)*، دار نينوى، دمشق، سورية، 2008م، 191 ص.

9- الشعار، فاتنة . *الخصائص الهيدروكيميائية لنبع معلولا ودلائلها الجيومورفولوجية* ، مجلة جامعة دمشق سورية، المجلد 25، العدد الاول، 2009، ص 229-257.

10- الحاج حسن، محمد. *اسس الجيومورفولوجية المناخية*، جامعة دمشق، سورية، 1996م، 415 ص.

11- مديرية الموارد المائية في اللاذقية ، قسم مراقبة نوعية المياه ، دائرة المخابر2016م.