Algerian Journal of Arid Regions
Journal Algérien des Régions Arides *JARA*

Article

حجارة التوفة في جبل الميدة بولاية قفصة بالجنوب الغربي التونسي: أرشيف بيئي و جغرافي للمناطق القاحلة

The Calcareous Tufa in Jebel El Mida, Gafsa state (SW of Tunisia): An Environmental and Geographical Archives of arid areas

محسن هنشيري[1]، وليد بنأحمد[2]، محمد خليل زيدي[3]
[1] قسم الجيولوجيا بكلية العلوم بقفصة، 2112 سيدي أحمد زروق، قفصة، تونس
mohsen.henchiri@fsg.rnu.tn

Abstract: Since it is intimately linked to springs, the search for calcareous tufa is systematically directed towards faults and fractures necessarily associated with a hydrogeological system (or paleosystem) with a positive water balance. It was in this process that the calcareous tufa of Gafsa was discovered along the region's Major Fault. Original results on the sedimentological study of calcareous tufa and from Jebel El Mida are obtained. These concern the description and interpretation of facies, mineralogy, fossil content, archaeological content and the history of the deposit. Regarding the hydroclimatic and tectonic implications of studying these carbonate rocks, there was a detailed discussion of the origin of these spring-fed deposits, their important roles as indicators of the tectonic activity of the Gafsa fault during the Quaternary and in paleoclimatic restitutions during the Upper Pleistocene at 170 ka BP.

Keywords: Calcareous tufa, Pleistocene, Quaternary Era, Gafsa, Tunisia, Dating, Faults

Received : 05 July 2022
Accepted : 18 January 2023

Citation : Henchiri, M.; Ben-Ahmed, W.; Zaidi, M., K. The Calcareous Tufa in Jebel El Mida, Gafsa state (SW of Tunisia): An Environmental and Geographical Archives of arid areas. *Journal Algérien des Régions Arides* 2023, 15 (1) : 12–23.

Publisher's Note: ASJP is an electronic publishing platform for Algerian scientific journals managed by CERIST, that is not responsible for the quality of content posted on ASJP.

Copyright: © 2022 by the CRSTRA. Algerian Journal of Arid Regions is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 (CC BY NC) license.

الملخص: يندرج هذا المقال العلمي ضمن دراسة ميدانية لصدع قفصة القاري مكنتنا من إكتشاف رواسب معتبرة لحجارة التوفة القارية، و هي فئة من حجارة الكلس القاري المترسب قرب الينابيع المائية ذات تركيز مرتفع من كربونات الكالسيوم في المياه الجوفية المنبثقة من هذه الينابيع. هذه الدراسة المعمقة لحجارة التوفة مكنتنا من معرفة إنتشارها جغرافيا و طبقيا و تحديد إرتباطها الوثيق بشبكة الصدوع و الشقوق الفرعية المرتبطة بصدع قفصة الكبير. و تهدف هذه الدراسة العلمية إلي التعرف علي الخصائص الرسوبية لطبقة من حجارة التوفة وتحديد الهوية المعدنية الدقيقة لهذه الحجارة و كذلك محتواها الأحفوري المتكون من أحافير نباتية و حيوانية و توزعها الجغرافي بالنسبة للينابيع القديمة التي كانت نشطة فترة البليستوسين. حيث إعتمدنا في هذه الدراسة علي مجموعة من المعدات و التقنيات العلمية للقيام بالتجارب المخبرية مثل الشرائح الدقيقة لمعرفة المكونات المجهرية لهذه الرواسب، والإضمحلال الإشعاعي لليورانيوم نحوالثوريوم، حيث بينت هذه التقنيات أن التأريخ اللآركيولوجي و التأريخ الدقيق لحجارة التوفة أعطى فترات ترسب تتناسب مع العهد الحجري القديم وبالتحديد خلال حقبة البليستوسين الأعلى حوالي 170 ألف سنة قبل الحاضر، و هو ما يعطي لمحة علمية حول الطبيعة الإكولوجية البيئية و المناخية لمناطق الجنوب الغربي للبلاد التونسية زمن العهد الجيولوجي الرابع و التي كانت تتميز بوجود مناطق رطبة ذات غطاء نباتي كثيف نتيجة الينابيع المتواجدة بالمنطقة.

كلمات مفاتيح: حجارة التوفة، فترة البليستوسين، العهد الرابع، قفصة، تونس، تأريخ، صدوع.

1. المدخل:

تعرف حجارة التوفة (Calcareous tufa) بإنتماءها لفئة حجارة كربونات الكالسيوم المتكونة في الوسط القاري. هذه الفئة من الحجارة تضم إضافة إلي حجارة التوفة، حجارة الكالكريت المتكونة أساسا في التربة في المناطق القاحلة، حجارة الستالاكتايت المتكونة في الكهوف والمغاور الكلسية. تختلف حجارة التوفة عن هذه الحجارة الكلسية القارية بوسط تكونها، حيث أن التوفة تتشكل أساسا كرواسب منبثقة من مياه الينابيع الحارة التي عادة ما تكون مرتبطة بشبكة صدوع أرضية تسهل صعود المياه الجوفية إلى السطح [Pedley, 2009; Ozkul and Alçiçek, 2005: Viles and Pentecost, 2007].

تكمن أهمية حجارة التوفة في كونها أرشيف للعوامل البيئية والجغرافية السائدة زمن ترسبها.[4]حيث أنها أصبحت في العقدين الأخيرين موضوع لعديد البحوث المناخية، المائية، التكتونية والإيكولوجية لمكان الترسب [Glover and Robertson, 2003; Soumayah, 2003; Ford and Pedley, 1996] الكثيرمن المعلومات المتعلقة بالمسائل البيئية يمكن إستخلاصها من دراسة حجارة التوفة من خلال معرفة فترات الترسب المرتبطة أساسا بمستويات عليا للمائدة المائية والتساقطات المطرية في أماكن تغذية المكمن المائي[Ricolvi, 1976; Bouri and Ben Dhia, 2008].

كذلك، ومن خلال حجارة التوفة المترسبة بالقرب من الينابيع النشطة أوالأحفورية القديمة، يمكن إستخلاص معلومات قيمة جدا حول شبكة الصدوع والنشاط التكتوني بالمنطقة [Castany, 1953]. حيث أكدت عديد الدراسات الحديثة أن أماكن توزع الينابيع الكلسية وترسب التوفة محكوم بشبكة الصدوع الأرضية التي تلعب دورقنوات لتصريف المياه الجوفية إلى السطح. كذلك نشاط هذه الينابيع ومستويات ترسب التوفة يمكن أن يدل عن نشاط زلزالي حديث بالمنطقة لأن إستمرارية نشاط الينابيع المائية الكلسية وكذلك ترسب التوفة يستوجب حركية شبه دائمة للقشرة الأرضية بما يسمح بإحداث الشقوق وتفجرالينابيع من خلالها.

من جهة أخرى يتجه علماء العهد الرابع لحجارة التوفة لدراسة الغطاء النباتي والتجمعات الحيوانية بالمنطقة فترة ترسب التوفة، حيث بينت دراسات عديدة أن هذه المعلومات يمكن إستخراجها من خلال الأشكال الكلسية المتعلقة بترسب التوفة علي مكونات الغطاء النباتي وبقايا الكائنات الحيوانية، خاصة فصيلة الرخويات القارية والحشرات وحتى مستعمرات جرثومية متكلسة [Das and Mohanti, 1997; Drysdale, 1998; Arenas et al., 2007]. الكثيرمن أوراق النباتات بعد ترسب التوفة عليها وإنحلالها عبرالزمن تترك بصماتها مرتسمة على هذه الحجارة. الشيء نفسه بالنسبة لأغصان وجذوع الأشجارحيث تتشكل قوالب كلسية لهذه الفروع الشجرية يمكن أن نستخلص منها معلومات حول الفصائل الشجرية التي كانت تعيش بالمنطقة زمن ترسب التوفة وكذلك مستوى عمق المياه في مكان الترسب أن هذه القوالب الكلسية تشمل فقط الأجزاء النباتية المغمورة بالمياه زمن ترسب التوفة .

يتميزالجنوب الغربي التونسي وبالتحديد منطقة قفصة بتركيبة تكتونية معقدة يهيمن عليها صدع قفصة وهوصدع قاري كبير وقديم يتحكم في نشأة الأحواض الرسوبية المحاذية له وكذلك نوعية الرواسب المتشكلة فيها[Castany, 1953].

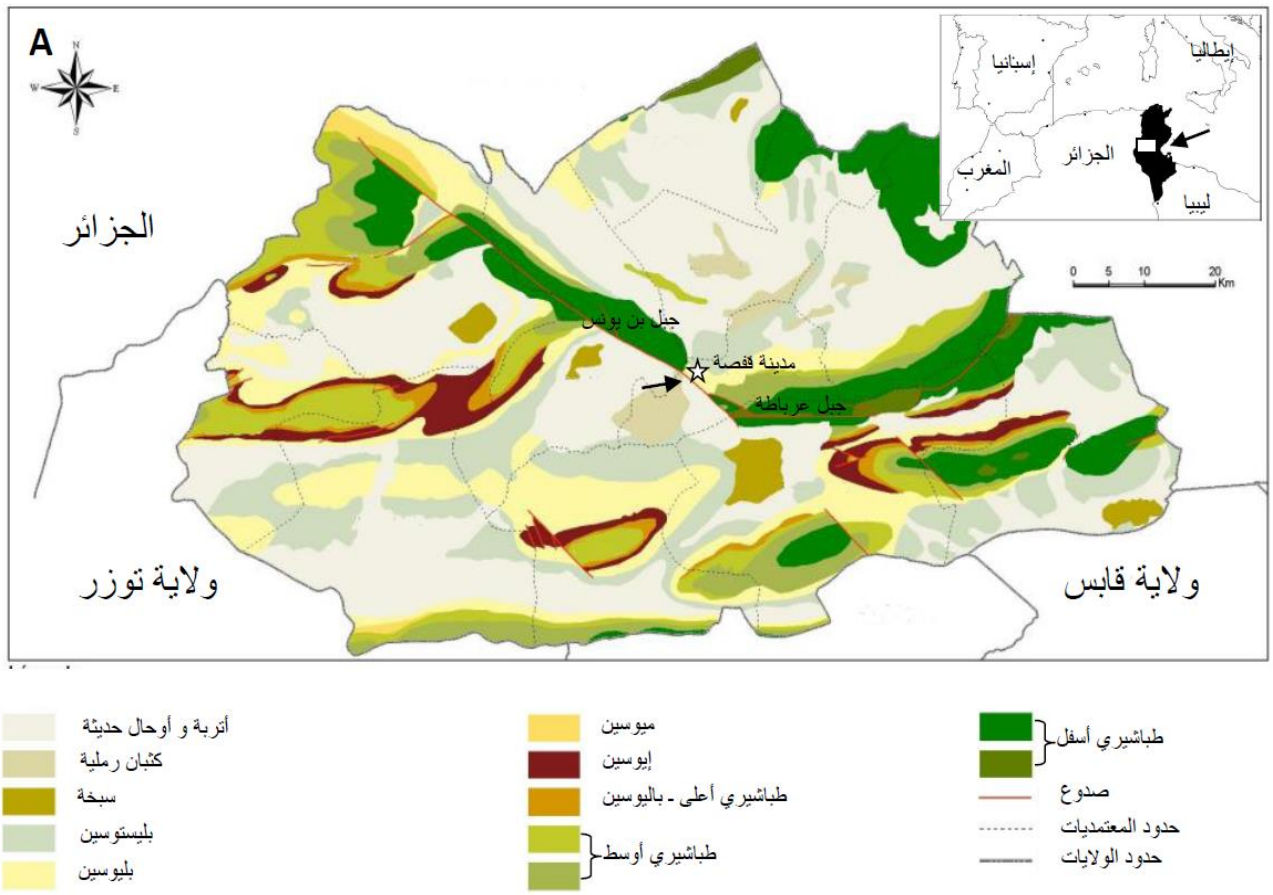
كذلك يعتبرصدع قفصة مكان أساسي لتصريف المياه الجوفية وصعودها للسطح عن طريق الينابيع التي ترسم إتجاه هذا الصدع خاصة في منظومة الينابيع المنتشرة بالجهة الممتدة من جبل بن يونس غربا إلى جبال عرباطة شرقا.[8]

دراسة ميدانية حديثة لهذا الصدع بينت وجود رواسب معتبرة لحجارة التوفة على إمتداد هذا الصدع متخللة لطبقات الأتربة والأوحال القارية المتحجرة لفترة البليستوسين من العهد الرابع. وتهدف هذه الدراسة التي تتلخص في التعريف برسوبيات التوفة بالجهة جغرافيا وطبقيا، دراسة وتحليل لمحتوى هذه الحجارة من أحافيرنباتية وحيوانية وتوزعها الجغرافي بالنسبة للينابيع القديمة التي كانت نشطة فترة البليستوسين، وإستقراء للمعلومات البيئية (المناخ، الغطاءالنباتي وتكتونيك الصخور) التي يمكن إستخلاصها من دراسة هذه الحجارة.

2. الوسائل والطرق

أ- موقع الدراسة

يتواجد موقع الدراسة بمنطقة قفصة حوالي كلم ونصف إلى الغرب، بالضبط في جبل الميدة، أنظرالشكل (1).إذ أن جبل الميدة هوتركيبة تكتونية بسيطة تشكلت نتيجة التحركات التكتونية لصدع قفصة الكبيرويتكون جبل الميدة أساسا من رواسب قارية، من أتربة وأوحال، من رمال وأحجار رملية متماسكة وطين تعود للعهد الرابع. تتخلل هذه الرواسب القارية الرملية والطينية رواسب كلسية تتكون من حجارة التوفة، أنظرالشكل (2).



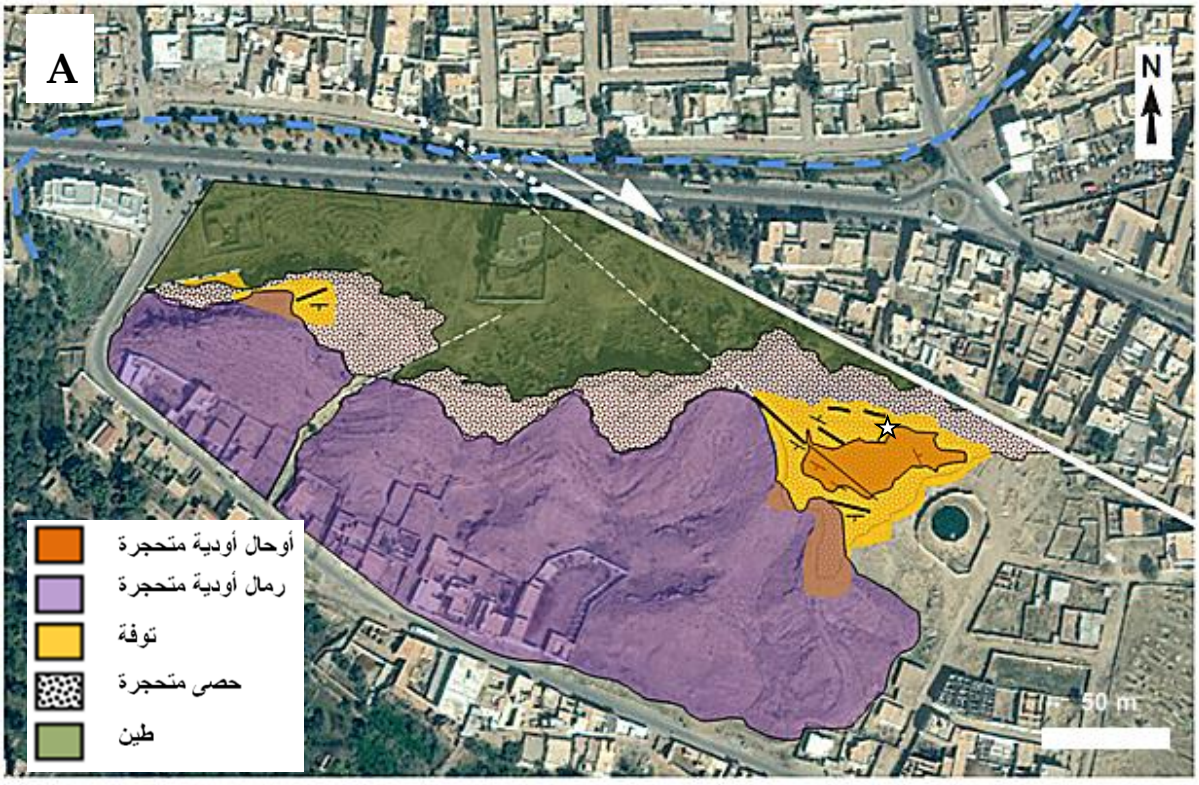
الشكل 1. صورة تحدد موقع الدراسة، جبل الميدة، وصدع قفصة الكبير

(A):خريطة جيولوجية لولاية قفصة (B): صورة من جوجل ماب تحدد موقع الدراسة (جبل الميدة).

إعتمدت الدراسة على عمل ميداني بدأ سنة 2013 ولايزال متواصل تم من خلاله تتبع هذه الرواسب الكلسية ووصفها وصفا دقيقا لمحتواها الصخري والأحفوري وكذلك التركيبات الرسوبية التي يمكن أن تتضمنها. العديد من العينات وقع أخذها للمخبرللإطلاع الدقيق علي تفاصيل صغيرة الحجم وكذلك لمعرفة التركيبة المعدنية لحجارة التوفة وذلك من خلال قص أجزاء من هذه الصخورومشاهدتها بالعدسة المكبرة، بينما وقع رحي أجزاء أخرى من أجل التحليل المعدني بالأشعة السينية. هذه التجارب وقع إنجازها في مخابرمركزالبحوث بالمتلوي، قفصة.

لتحديد تاريخ فترة ترسب التوفة في منطقة قفصة بالجنوب الغربي للبلاد التونسية، حيث اعتمدنا في هذا البحث على طريقتين. الأولى تستند على المحتوى الآركيولوجي لما قبل التاريخ لهذه الرواسب من أدوات حجرية صنعها إنسان العصرالحجري.[14]والطريقة الثانية تستندعلى تأريخ دقيق يقوم على الإضمحلال الإشعاعي لعنصراليورانيوم الموجود في التركيبة الكيميائية لهذه الحجارة. طريقة التأريخ الدقيق بالإضمحلال الإشعاعي (U/Th) وقع إنجازها في مخابرجامعة ليفربول في إنكلترا.

عديد الأساليب موجودة حاليا في الساحة العلمية للتأريخ الدقيق لرواسب العهد الرابع وأهمها التأريخ بالنظائرالمشعة للكربون 14 كذلك الإضمحلال الإشعاعي لليورانيوم نحوالثوريوم (U/Th). يعتبرالتأريخ بالكربون 14 مهم جدا لعينات متكونة أساسا من مواد عضوية نباتية أو حيوانية ولكنه لايشمل عينات يتجاوزعمرها 40 ألف سنة قبل الحاضرلأنه يصبح غيردقيق وهذامؤكدعلميا وفي هذه الحالة يقع الإلتجاء للتأريخ بطريقة الإضمحلال الإشعاعي لليورانيوم. هذه الطريقة يقع تطبيقها على عينات كلسية.



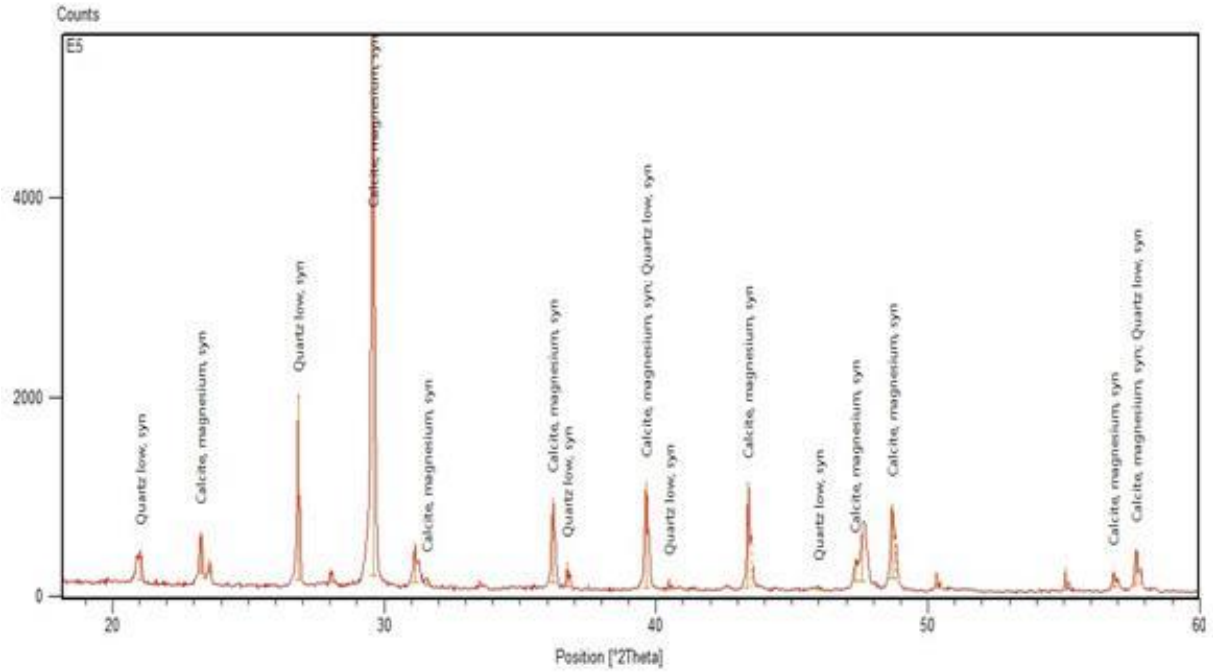
الشكل 2. صورتحدد تموضع حجارة التوفة على جبل الميدة
(A):رسم يبين توزع التوفة علي جبل الميدة (B): صورة ميدانية لحجارة التوفة على جبل الميدة: مكان التقاط الصورة مبين بالنجمة على الرسم (A).

3. النتائج

أ- المحتوى الصخري والأحفوري لحجارة التوفة

أ-1- نتائج التحليل المعدني والمحتوى الصخري

بينت نتائج التحليل المعدني لحجارة التوفة بمنطقة قفصة تتكون أساسا من معدن الكلس (كربونات الكالسيوم) ذات تركيزالمغنيزيوم الضعيف. العديد من الشوائب المعدنية الاخري ترافق معدن الكلسايت في حجارة التوفة، على سبيل المثال؛ معدن الهيماتيت (أكسيدالحديد)، معدن الكوارتز (ثاني أكسيدالسيليسيوم) على شكل حبيبات رملية دقيقة ومعادن طينية في شكل غبار مندمج مع معدن الكلس. هذاوتجدرالإشارة إلى أن نتائج التحليل المعدني لم تبين وجود معدن الدولوميت (مضاعف كربونات الكالسيوم والمغنيزيوم) في التركيبة المعدنية للتوفة محل الدراسة، أنظرالشكل (3).

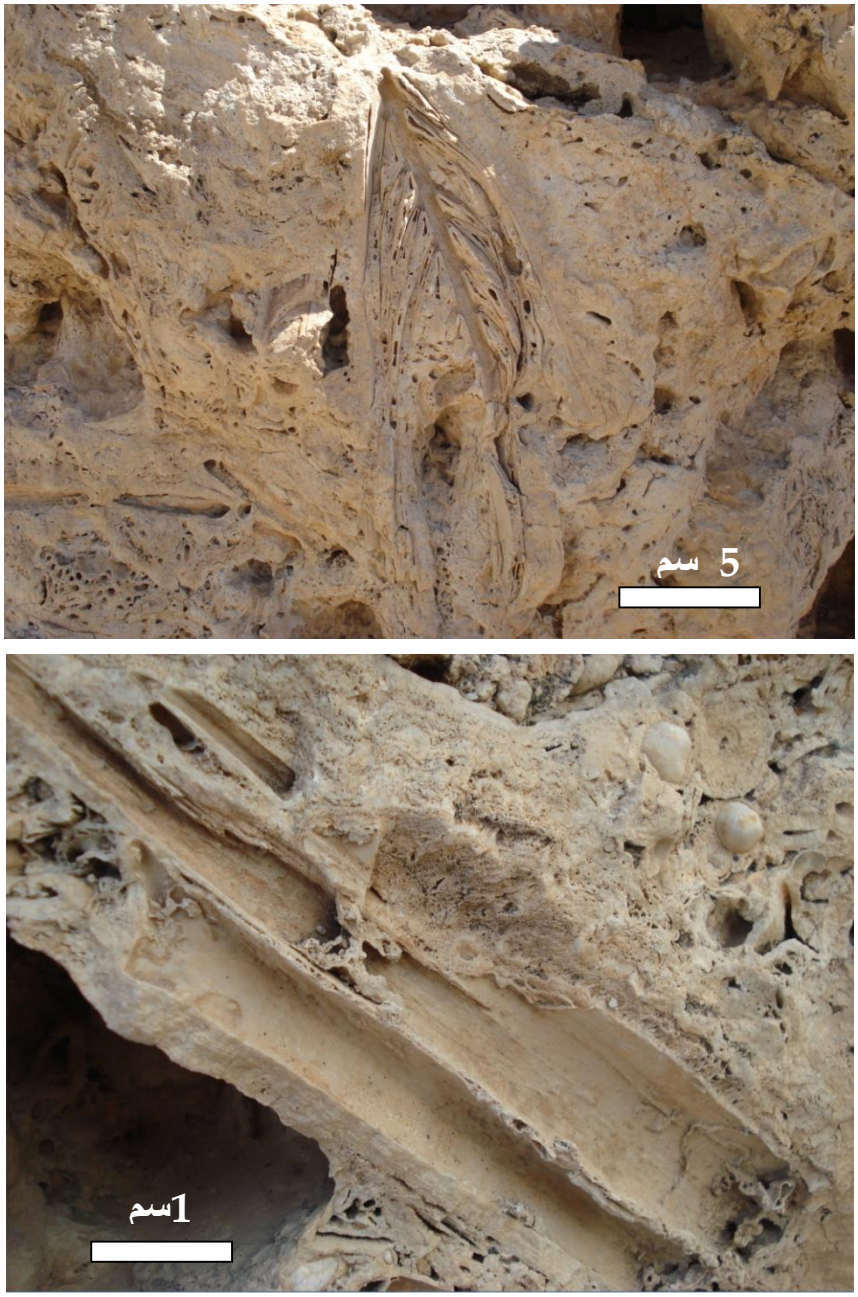


الشكل 3: نتائج التحليل المعدني لإحدى عينات التوفة

أ-2- المحتوى الأحفوري لحجارة التوفة

المحتوى الأحفوري 1: بصمات أوراق النباتات

العديد من بصمات أوراق النباتات، أنظرالشكل (4) كانت سائدة بالجهة فترة البليستوسين وقع التعرف عليها في حجارة التوفة بالمنطقة. هذه البصمات ذات درجات حفظ مختلفة ؛ ففي بعض الحالات لايمكن التعرف علي التفاصيل التشريحية للورقة وإنما فقط الشكل العام للورقة. في حالات أخرى، جميع التفاصيل التشريحية للورقة تكون موجودة ومحفوظة من عوامل التآكل. هذا وتجدرالإشارة أن عملية تكسيرعينات من حجارة التوفة قد مكنتنا من التحصل على بصمات ذات وضوح وتفاصيل دقيقة.
البصمات التي وقع جمعها تعود لنباتات ذات فصائل مختلفة والعديد منها لاوجود له في الوقت الحالي بالمنطقة من بينها بصمات لأوراق شجرالنخيل، القصب، الصبار، الصنوبرالحلبي، السنديان، شجرةالكينا...



الشكل 4. بصمات أوراق أشجارمرتسمةعلى التوفة

(A): بصمة ورقة لشجرة النخيل (B): بصمة لورقة شجرة القصب.

المحتوى الأحفوري 2: قوالب كلسية للنباتات

قوالب كلسية بمختلف الأشكال والأحجام للنباتات، أنظرالشكل (5) وقع التعرف عليها ووصفها. هذه القوالب لها شكل أسطواني أنبوبي قد تكون به تفريعات جانبية أو نتوءات و يتروا ح طولها ما بين 3 و 15 سم. هذه القوالب الأسطوانية قد تحتوي علي فتحة علوية وفتحة سفلية في حالة تعرض القالب للتقليع من مكانه، فتحة سفلية مسدودة بالتوفة وفتحة علوية مفتوحة، فتحة سفلية مسدودة بالتوفة وفتحة علوية أيضا مسدودة برواسب ترابية أو بالتوفة أيضا. قطر هذه الفتحات يتراوح بين 2 مم إلى 10 سم. هذه القوالب الكلسية في أكثرالحالات تخص الأجزاء المغمورة بالماء من جذوع النباتات المائية الصغيرة المنتشرة بالقرب من الينابيع الكلسية مثل القصب.

الشكل 5. قوالب كلسية لسيقان نباتات كانت مغمورة بالماء زمن ترسب التوفة. اضمحلت المواد العضوية المكونة للنباتات وبقيت القوالب الكلسية التي كانت تلفها

المحتوى الأحفوري 3: قوالب لقواقع رخويات قارية

العديد من قواقع الحلزون القاري المرصعة بالتوفة وقع التعرف عليها ووصفها، أنظرالشكل (6). هذه القواقع لعبت دورمحمل لترسب التوفة بالقرب من الينابيع الكلسية. فصائل الرخويات التي وقع التعرف عليها من خلال القواقع المرصعة بالتوفة تشمل فصيلة الريمينا والهيليسيدا.

الشكل 6. قوقعة حلزون قاري. الرخويات القارية كانت متواجدة بكثرة قرب الينابيع المائية

المحتوى الأحفوري 4: قوالب شرانق حشرات مائية

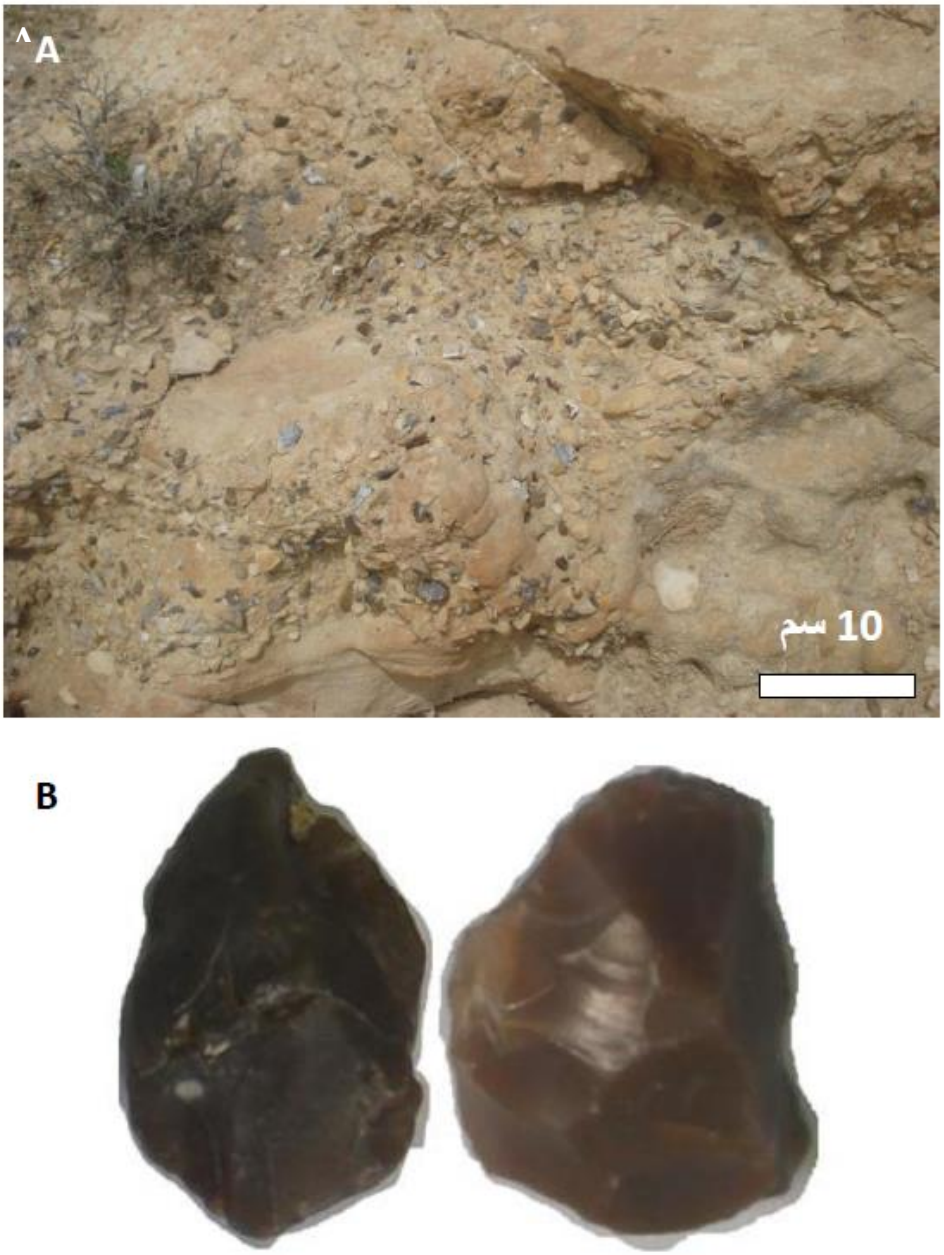
هذه التشكيلات الكلسية تتكون من أنابيب إسطوانية كانت تلعب دورمحمل للشرانق الحشرية المائية التي كانت تعيش في البحيرات المائية بالقرب من الينابيع، انظرالشكل (7). هذه التشكيلات مجتمعة تعطي للصخرة الكلسية مظهركثيرالمسامية والثقوب. هذه الأنابيب مترصفة في طبقات صغيرة يتراوح حجمها في حدود 5 سم.
عديد الدراسات في علم الحشرات تؤكد أن هذه التشكيلات محامل لشرانق حشرية من فصيلة البيراليد، حيث تقوم الشرنقة بإفراز مواد لاصقة تمكنها من جمع حبيبات الكلس لتشكيل هذه الأنابيب.

الشكل 7 . قالب لشرنقة حشرية مائية من فصيلة البيراليد

4. تحديد تاريخ رواسب التوفة

أ- التأريخ الآركيولوجي

الدراسات الآركيولويجية للأتربة والأوحال المصاحبة لحجارة التوفة قام بها الباحثان (Gragueb and Mtimet, 1989) والباحثان الفرنسيان (Vaufrey, 1955; Denizot, 1935)، حيث أن دراساتهم لم تشمل حجارة التوفة ولكن ما كان يوجد معها في نفس المكان. هؤولاء الباحثان تمكنا من العثورعلى أدوات مصقولة من حجر الصوان، انظرالشكل (8)، تعود لفترة العهد الحجري القديم الأعلى أي حوالي 100 ألف سنة قبل الحاضر. كما أكد هذا في ما بعد الباحث علي مطيمط حيث أثبتت الدراسة فترة العهد الحجري القديم.



الشكل 8. عينات من حجارة الصوان المصقولة عثرعليها في الرمال المصاحبة لترسبات التوفة
(A):المستوى الذي تتواجد فيه حجارة الصوانة المصقولة (B): عينة من الحجارة المصقولة

ب- التأريخ الدقيق

بالإستناد على طريقة التأريخ الدقيق لحجارة التوفة من خلال عملية الإضمحلال الإشعاعي تمكنا من تحديد عمرهذه الرواسب والذي يناهز 170 ألف سنة، و هو ما يتناسب مع الفترة الجيولوجية للبليستوسين الأعلى، الجدول 1.

جدول 1. نتائج التأريخ الدقيق لحجارة التوفة بالمنطقة.

نوع العينة	مكونات العينة	مكان أخذ العينة	عمرها الآركيولوجي	عمرها الدقيق
توفة	كلس قاري	جبل الميدة بقفصة	العصرالحجري القديم	170 ألف سنة

5. المناقشة

يخضع تقسيم الينابيع المائية النشطة إلى عاملين إثنين وهما حرارة المياه والمصدرالجيولوجي للمياه، حيث نجد الينابيع الدافئة (حرارة مياه عادية) والينابيع الحارة (درجة الحرارة أكثرمن 20 درجة مؤوية). هذا بالنسبة للينابيع المائية الحالية، أما بالنسبة للينابيع القديمة الأحفورية، يقع تحديد حرارة الماء من خلال نوعية وكثافة الكائنات الحية التي كانت تعيش بالقرب من الينابيع.[11،13] حيث أن الينابيع الحارة تتميز بقلة وأحيانا غياب كلي للكائنات الحية لأنها لا تستطيع تحمل دراجات حرارة عالية للمياه، أما بالنسبة للينابيع الدافئة فإن الكائنات الحية متنوعة ومتواجدة بكثافة. من حيث محتوى الكائنات الحية التي كانت تعيش بالقرب من ينابيع جبل الميدة في منطقة قفصة يمكن إستنتاج أن هذه الينابيع هي بالأساس دافئة.
كما أن توزع هذه الكائنات الحية (نباتية كانت أم حيوانية) قرب الينابيع يخضع لعدة عوامل فزيائية وكيميائة خاصة بالمياه. إذ أن تواجدغطاء نباتي كثيف بالقرب من الينابيع المائية يساهم بصورة فعالة في ترسب التوفة، حيث يقع إمتصاص ثاني أكسيد الكربون المنحل في الماء من أجل التشكيل الضوئي مما يتسبب في تغيرالتوازن الكميائي للمياه وترسب كربونات الكلسيوم على جذوع وأوراق النباتات المائية. مع الوقت تختفي المكونات العضوية للنباتات وتبقى فقط قوالب التوفة المترسبة على هذه النباتات في شكل أنابيب مخروطية متحجرة. بالإستناد على حجارة التوفة وطريقة توزعها في الجهة، تمكنا من تتبع مجموعة الصدوع التكتونية والشقوق المتفرعة منها. حيث بينت الدراسة الميدانية تواجد كتل رسوبية لحجارة التوفة على مسار صدع قفصة الكبير في جزئه الممتد من جبل بن يونس إلى جبل عرباطة.
تعتبرالتوفة أداة مهمة لعلماء التكتونيك الصخرية في تتبع النشاط التكوتوني لمواقع ترسب التوفة.2 العديد من الباحثين أكدوا العلاقة الوثيقة بين رواسب التوفة والتركيبات التكوتونية المتسعة مثل الصدوع العادية ذات الحركية العمودية والصدوع الإنفصالية ذات الحركية الجانبية، إذ أن شبكة الصدوع والشقوق الثانوية المتفرعة عن الصدع الرئيسي تلعب دور هام في حركية المياه الجوفية وصعودها إلى السطح وترسب التوفة منها.
إن إستقراء هذه المعطيات يفيد أن عملية ترسب حجارة التوفة بجهة قفصة قد تم خلال البليستوسين الأعلى حيث كانت الظروف المناخية تسمح بتغذية المكمن المائي وجريان الينابيع و تكون بحيرات و أحواض مائية بالمنطقة. هذه الظروف المناخية و الطبيعية كانت ملائمة لإستدراج الإنسان البدائي في العهد الحجري القديم للإستيطان بنمطقة قفصة وذلك لكثرة الينابيع والغطاء النباتي المرافق لها. [Chamla, 1978]
إن الأسباب المحتملة لتوقف ترسب التوفة بالجهة في فترة البليستوسين المتأخرهي متعددة. حسب دراسة حديثة،بينت أن نفاذية الشقوق والصدوع متغيرة عبرالزمن Yesilova et al., 2021; Brogi et al., 2017; Brogi and Capezzuoli, 2014]]، حيث أن جريان المياه المشبعة بكربونات الكالسيوم عبرالشقوق والصدوع على مدارألاف السنين يؤدي إلى إنسدادها التدريجي بترسبات كربونات الكالسيوم مما يمنع إنبثاق المياه إلى السطح وبالتالي توقف عملية ترسب التوفة التي تعتمد أساسا علي ما تحتويه مياه الينابيع. من هنا نفهم أن الترسب المستدام للتوفة يستند على النشاط الزلزالي الذي يساهم من إحياء وفتح الشقوق والصدوع الأرضية المسدودة بترسبات كربونات الكالسيوم وبالتالي خروج المياه نحوالسطح عبر تشكل الينابيع التي تساهم في ترسب التوفة. [Alçiçek and Ozkul, 2005; Idriss et al., 2019]
كذلك تغير الظروف المناخية خلال فترات زمنية لاحقة لفترة ترسب التوفة وإنحصار تساقط الأمطار في أماكن تغذية المكمن المائي وإنخفاض مستوياته[Pivko and Pojtko, 2021; Barešić et al., 2021] وقع إستقراءها كأدلة علمية قيمة لتفسير ضئالة أوتوقف عملية ترسب حجارة التوفة.

6. الخلاصة

تكمن أهمية حجارة التوفة في كونها أرشيف للعوامل البيئية والجغرافية السائدة زمن ترسبها. حيث أنها أصبحت في العقدين الأخيرين موضوع لعديد البحوث المناخية، المائية التكتونية والإيكولوجية لمكان الترسب. حيث أن الكثيرمن المعلومات المتعلقة بالمسائل البيئية يمكن إستخلاصها من دراسة حجارة التوفة من خلال معرفة فترات الترسب المرتبطة أساسا بمستويات عليا للمكمن المائي والتساقطات المطرية في أماكن تغذية هذا المكمن والتي تدل علي تواتر فترات ممطرة و رطبة بمنطقة قفصة، كذلك ومن خلال حجارة التوفة المترسبة بالقرب من الينابيع النشطة أوالأحفورية القديمة، يمكن إستخلاص معلومات قيمة جدا حول شبكة الصدوع والنشاط التكتوني بالمنطقة في فترات مختلفة من الزمن الجيولوجي.

المراجع

1. Pedley HM. Tufas and travertines of the Mediterranean region: A testing ground for freshwater carbonate concepts and developments. Sedimentology, 2009 ;56, 221–246.
2. Alcicek MC, Ozkul M. Extensional faulting induced tufa precipitation in the Neogene Cameli Basin of south-western Anatolia. In : Ozkul M, Yagiz S, Jones B (eds). Travertine, Proceedings of 1st International Symposium on Travertine, Ankara, 2005; pp. 43–49.
3. Viles HA Pentecost A. Tufa and travertine. In : Nash, D.J., McLaren, S.J. (Eds), Geochemical Sediments and Landscapes. Wiley-Blackwell, Oxford, 2007 ; pp. 173–199.
4. Henchiri M. Depositional morphotypes and implications of the Quaternary travertine and tufa deposits from along Gafsa Fault: Jebel El Mida, southwestern Tunisia. Journal of African Earth Sciences 2014 ;90, 9–24.
5. Glover C, Robertson AFH. Origin of tufa (cool water carbonate) and related terraces in the Antalya area, SW Turkey. Geological Journal 2003;38, 329–358.
6. Soumaya A. Rôle de la faille de Gafsa dans l'évolution structurale et géodynamique du Jebel Ben Younes, Tunisie méridionale. Faculté des Sciences de Bizerte. 2003.
7. Ford TD, Pedley HM. A review of tufa and travertine deposits of the world. Earth-Science Reviews 1996;41, 117–175.
8. Ricolvi M. Etude hydrogéologique de la nappe du crétacé inférieur de Gafsa. Document ARE. 1976.
9. Bouri S, Ben Dhia H. Hydrothermalisme en Tunisie : potentiel et prospectives. Forum de l'Eau, Gabès, Tunisie, 2008; pp. 28–34.
10. Castany G. Orogenèse Quaternaire dans la région de Gafsa. Bull. Soc. Sci. Nat. Tunisie 1953 ;6, 151–160.
11. Das S, Mohanti M. Holocene microbial tufas : Orissa state, India. Carbonates and Evaporites 1997 ;12, 204–219.
12. Drysdale RN. Aquatic insect larvae as geomorphic agents in travertine-building : a case study from the Barkly karst, Australia. Supplementi, Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria 1998 ;3, 53–59.
13. Arenas C Cabrera L, Ramos E. Sedimentology of tufa facies and continental microbialites from the Palaeogene of Mallorca Island (Spain). Sedimentary Geology 2007;197, 1–27.
14. Gragueb A. Mtimet Al. La préhistoire en Tunisie et au Maghreb. Editions Alif, Tunis. 1989.
15. Vaufrey R. Préhistoire de l'Afrique, Tome I : Le Maghreb (Masson, Paris). 1955.
16. Denizot G. Observations sur le Quaternaire moyen de la Méditerranée occidentale et sur la signification du terme Monastirien. Bull. Soc. Géol. France 1935 ;7, 559–571.
17. Chamla MC. Le peuplement de l'Afrique du Nord de l'Epipaléolithique à l'époque actuelle, L'Anthropologie, 1978 ; 82,385–430.
18. Yeşilova C. Yeşilova PG. Açlan M. Yu TL. U-Th ages and facies properties of edremit travertines and Tufas, Van, Eastern Anatolia: Implications for the neotectonics of the region. Geological Quarterly, 2021: 65(28):20 DOI:10.7306/gq.1597.
19. Brogi A. Capezzuoli E. Kele S. Baykara MO. Key travertine tectofacies for neotectonics and palaeoseismicity reconstruction: Effects of hydrothermal overpressured fluid injection. Journal of the Geological Society, 2017: DOI:10.1144/jgs2016-124.
20. Brogi A. Capezzuoli E. Earthquake impact on fissure-ridge type travertine deposition. Geological Magazine, 2014: DOI:10.1017/S0016756814000181.
21. Idriss S. Bouaziz S. Moukherjee S. Travertine-Tufa Deposition in Relation with Gafsa-Jeffara Fault System: Implication on Fluid-Flow (Southern Tunisia): IEREK Interdisciplinary Series for Sustainable Development. 2019: In book: The Structural Geology Contribution to the Africa-Eurasia Geology: Basement and Reservoir Structure, Ore Mineralisation and Tectonic Modelling (pp.79-83). DOI:10.1007/978-3-030-01455-1_17.
22. Pivko D. Vojtko, R. A review of travertines and tufas in Slovakia: Geomorphology, environments, tectonic pattern, and age distribution. 2021: Acta Geologica Slovaca 13(1):49–78
23. Barešić J. Faivre S. Sironić A. Borkovic D. The Potential of Tufa as a Tool for Paleoenvironmental Research—A Study of Tufa from the Zrmanja River Canyon, Croatia. Geosciences (Switzerland), 2021: 11(9):376 DOI:10.3390/geosciences11090376