

قشرة الجبسوم في الجزء العلوي من تكوين فتحة في منطقة المحلبية شمال غرب العراق

ثامر عبد الرزاق أغوان	سالم حامد حسين	عمر خلوق محمد ساجد
قسم علوم الأرض	قسم علوم الأرض	قسم علوم الأرض
كلية العلوم	كلية العلوم	كلية العلوم
جامعة الموصل	جامعة الموصل	جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام ٢٦/٣/٢٠٠٨ ، تاريخ القبول ٣٠/٤/٢٠٠٨)

الملخص

توجد قشرة الجبسوم بسمك (٤ - ٨ م) في الجزء العلوي من تكوين فتحة في منطقة المحلبية والتي تبعد حوالي (٤٠ كم) غرب مدينة الموصل. تتألف هذه القشرة من عدة انطقة تفتقد الى ظاهرة التطبق. تم تقسيمها اعتماداً على الأنسجة والتراكيب التي تتصف بها الى ثلاثة انواع، اشتملت على قشرة تحت سطحية متعاقبة مع قشرة الجبسوم الهشة، وقشرة الجبسوم السطحية الصلدة التي تظهر على السطح بهيئة مزلعات مختلفة الأشكال والأحجام المميزة لهذا النطاق.

تكونت هذه الانطقة نتيجة العمليات التحويرية المختلفة بفعل المياه الجوفية وتعاقب فترات الجفاف والرطوبة كما أدت هذه العمليات الى نشوء بقايا القشرة الكلسية (Calcrete) والتي ترافقت مع نشوء قشرة الجبسوم. تتميز القشرة الكلسية بوجود نسيج الفا (Alpha fabric) والذي ينشأ بفعل العوامل الفيزيوكيميائية ووجود بلورات الكالسايت التي تأخذ شكل الجبسوم (Pseudomorphic calcite after gypsum) والتي من المحتمل نشوئها (القشرة الكلسية) في المراحل التحويرية المبكرة أما نتيجة الإحلال أو الإزاحة خلال عمليات تكوين التربة (Pedogenesis).

مصدر الجبسوم والكاربونات لهذه القشرة على الأرجح قد نشأ من التعرية والإذابة لصخور الاساس لتكوين فتحة، وأن معظم بلورات الجبسوم قد نشأت في نفس المكان بفعل المياه الجوفية المشبعة بالأملاح ونموها بإزاحة (Displasive growth) الرواسب المضيفة.

Gypcrete in the Upper Part of Fat`ha Formation at Mahalabia Area / NW Iraq

Thamer A. Aghwan

Salim H. Hussein

Omar K.M. Sajid

Department of Geology

College of Science

Mosul University

ABSTRACT

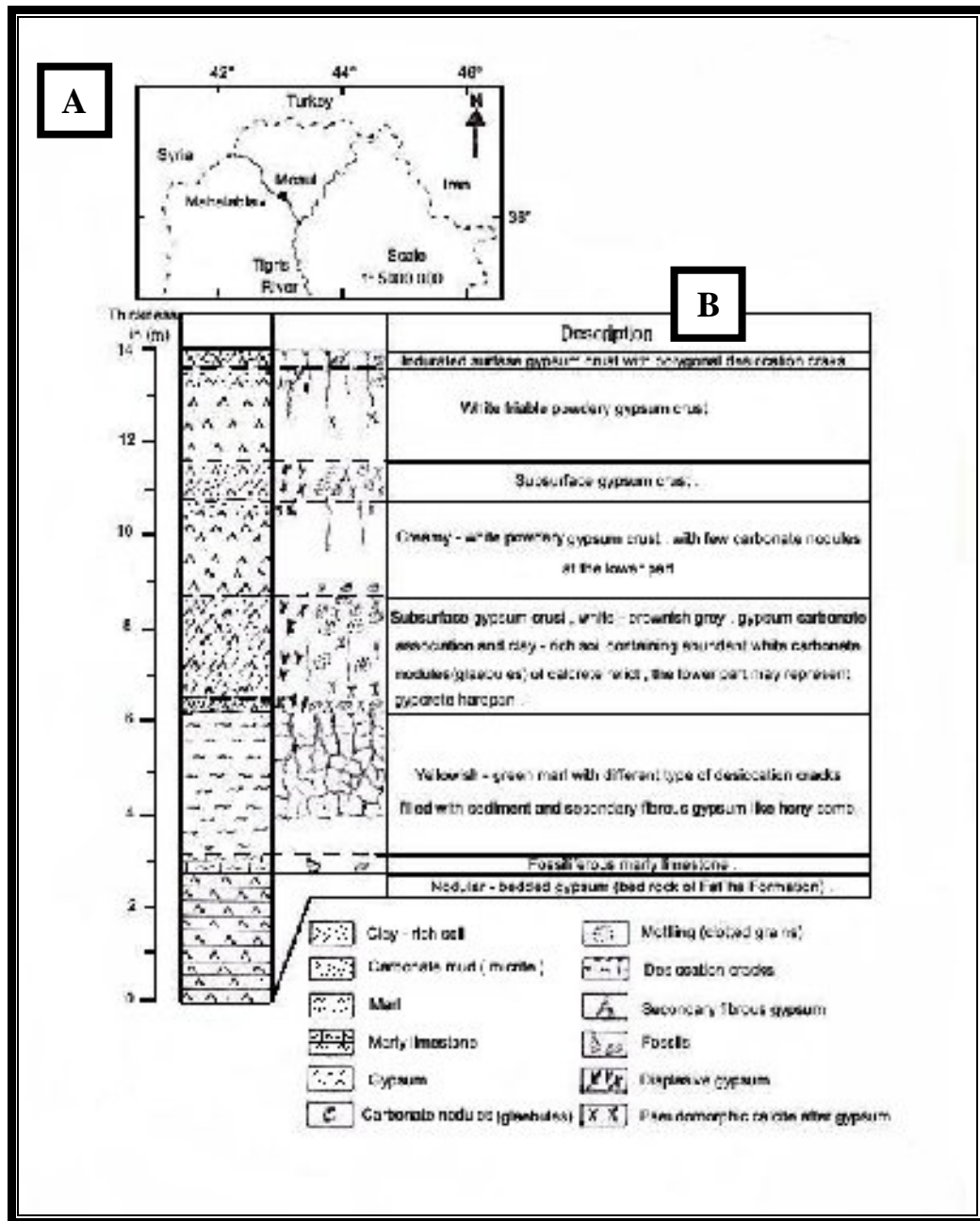
Gypcrete with a thickness between (4 - 8) meters occur at the upper part of Fat`ha Formation at Mahalabia area, northwest of Iraq. The gypcrete consists of several zones which are lacking stratification. It has been divided on the basis of textures and characteristic structures into three types. These are from bottom to top: subsurface crust, followed by friable gypcrete and the hard surface gypcrete. This last crust is exposed at the surface and consists of gypsum polygons of different shapes and sizes and are characteristic of this zone. The three zones were formed by different diagenetic processes caused by groundwaters and the alternation of dry and wet periods. Calcrete as well as gypcrete also formed due to these processes. The calcrete exhibits alpha fabrics which often reveal the influence of physico-chemical processes and calcite pseudomorph after gypsum. All these features indicate that the calcrete is associated with gypsum crust, probably during the early stages of diagenesis through pedogenesis. The source of gypsum and carbonates of these crusts were most likely the bed rocks of Fat`ha Formation. The majority of gypsum crystals were formed insitu, mainly from groundwaters by displasive growth within the host sediment.

المقدمة

تقع منطقة المحلية على بعد حوالي (٤٠ كم) الى الغرب من مدينة الموصل، شمال غرب العراق (الشكل ١ - A). تتكون قشرة الجبسوم بشكل رئيسي من الجبسوم والكاربونات والمواد الطينية في الجزء العلوي من تكوين فتحة (Fat`ha Formation) المايوسين الأوسط (M. Miocene)، والذي يتألف من تعاقبات منتظمة وغير منتظمة لصخور المارل والصخور الجيرية وصخور الجبسوم فضلا عن الصخور الفتاتية (أغوان وآخرون، ٢٠٠٠).

توجد قشرة الجبسوم في مناطق عدة من العالم لاسيما في مناطق الخليج العربي وجنوب استراليا وشمال افريقيا، فضلا عن نشوئها في بيئات متعددة مثل بيئات السبخة والبحيرات الشاطئية الضحلة والبيئات القارية وحافات البحيرات المالحة، وهي تمثل في الدراسة الحالية الرواسب الحديثة - شبه الحديثة (Recent - Subrecent) الموجودة فوق صخور تكوين فتحة (Tamar Agha, 1985). تم اختيار (٢٥) نموذجاً صخارياً لعمل الشرائح الرقيقة لغرض التعرف على المكونات البتروغرافية والمواصفات النسيجية لها وذلك باستخدام المجهر المستقطب.

تركزت الدراسات السابقة على الجزء السطحي لقشرة الجبسوم فقط لذا تهدف الدراسة الحالية الى تشخيص انطقة قشرة الجبسوم من حيث الصفات النسيجية والصخرية والظروف التي أدت الى نشوئها.



الشكل ١ : خارطة موقعية لمنطقة الدراسة، B : مقطع مركب لانواع مختلفة من قشرة الجبسوم في منطقة الدراسة.

Stratigraphic description of gypcrete

الوصف الطباقى لمقطع قشرة الجبسوم

يتألف المقطع الصخري قيد الدرس (الشكل ١ - B) من الجبسوم العقدي المتطبق (Nodular bedded gypsum) ويسمك يتراوح ما بين (٢-٣ م) (الصورة ١)، ثم يعقبها طبقة رقيقة من الحجر الجيري المارلي الغني بمستحاثات بطنية القدم (*Ammonia accuta*) ورأسية القدم والاوزتراكودا والفورامينيفرا القاعية (*Quinquiloculina sp., Texturalia sp.*) وقطعاً من شوكلات الجلد، والتي تدل على ترسيبها في بيئة بحرية ضحلة مختلطة المياه (Brackish water) (AL-Abawi, 1973).

يلي هذه الطبقة بصورة تدرجية طبقات من المارل يتراوح سمكها ما بين (١ - ٣ م) تمتاز بوجود انواع مختلفة من التشققات تشبه خلايا النحل تحتوي اغلبها على بلورات من الجبسوم الثانوي (الاليافي)، والتي تمتد الى الاسفل لمسافة قد تصل الى (٢ م) وتكون بأشكال وانماط مختلفة (الصورة ٢).



الصورة ٢: التشققات في طبقات المارل بشكل يشبه خلايا النحل



الصورة ١: الجبسوم العقدي لمتطبق

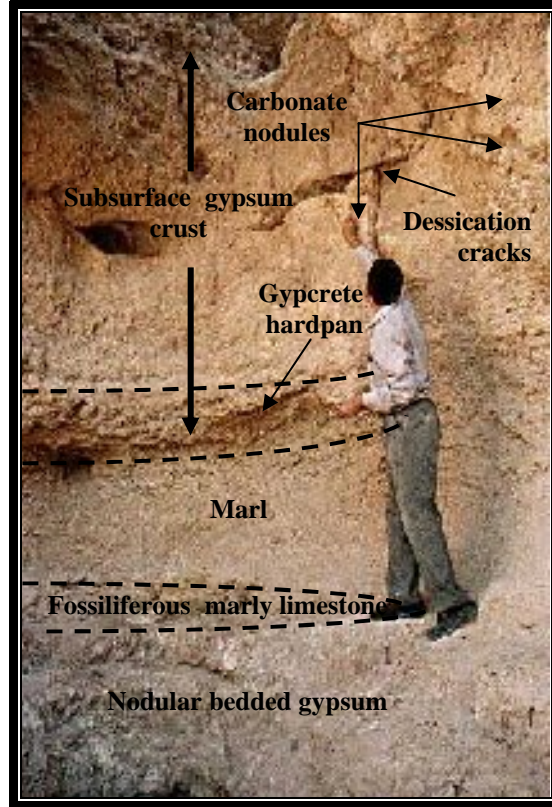
تظهر انطقة قشرة الجبسوم في المقطع قيد الدرس فوق سطح طبقات المارل وتتكون من تراكيب وانسجة مختلفة والتي تم تقسيمها اعتماداً على دراسات مماثلة (Watson, 1985)، وفيما يلي وصف تفصيلي لهذه الانطقة.

Subsurface gypsum crust

١. قشرة الجبسوم تحت السطحية

يكون موقع هذه القشرة متبايناً خلال المقطع، تكون عديمة - بسيطة التطبق (Massive - crudly bedded)، ويتراوح سمكها ما بين (٠.٣ - ٢.٥ م) (الصورة ٣)، تحتوي على التشققات وعروق من الجبسوم الثانوي وبقطر يتراوح ما بين (٠.٥ - ٢ سم) وتمتد الى اسفل الطبقات التي تحتها، وقد تنشأ هذه التشققات التي يترسب بداخلها الجبسوم الاليافي لاحقاً نتيجة الجفاف عند تعرض هذه القشرة الى السطح مما يؤدي الى تشويه الطبقات

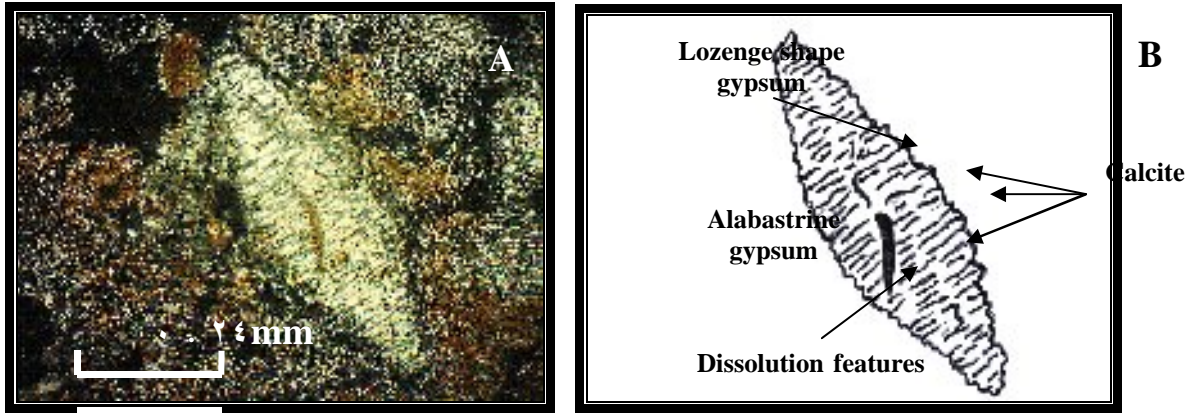
الحاملة لها. تتألف هذه القشرة من تجمعات بلورية من الجبسوم الالباستري (حجم البلورات اقل من ٥٠ ميكرون) وبلورات عدسية الشكل (lozenge shape) (الصورة ٤).



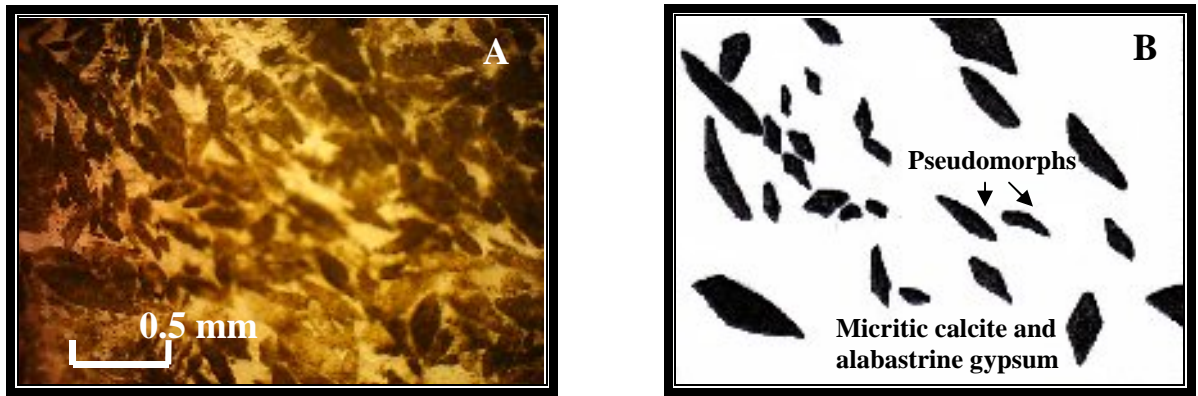
الصورة ٣ : قشرة الجبسوم تحت السطحية.

فضلا عن تواجد كثيف لبلورات الكالساييت (المكرايت) باشكال عدسية تاخذ شكل الجبسوم، واغلبها يكون بشكل احلال كامل (الصورة ٥) والبعض الآخر يكون جزئياً على طول خطوط الانقسام (الصورة ٤).

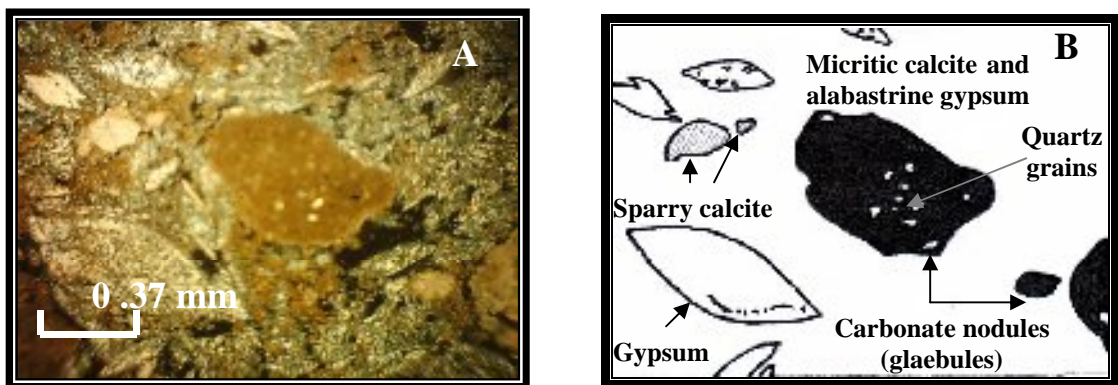
تحتوي صخور هذه القشرة في جزئها العلوي على حبيبات كاربوناتية بيضاء اللون (الصورة ٣) تظهر تحت المجهر بشكل عقد كاربوناتية (Glaebules)، يتراوح حجمها ما بين (١ - ٣.٥ ملم) وذات اشكال دائرية - غير منتظمة تحتوي بداخلها على حبيبات الكوارتز بحجم الغرين واكاسيد الحديد، وبلورات الكالساييت الموزائكية باحجام مختلفة ويقع داكنة بهيئة عقدية او غير منتظمة من المكرايت والمواد الطينية (الصورة ٦)، فضلا عن الكسور المجهرية (الصورة ٧) وتمثل هذه الظواهر بقايا القشرة الكلسية (Flugel, 2004; Retallack, 1997 ; Esteban and Klappa, 1983 ; Arakel, 1982).



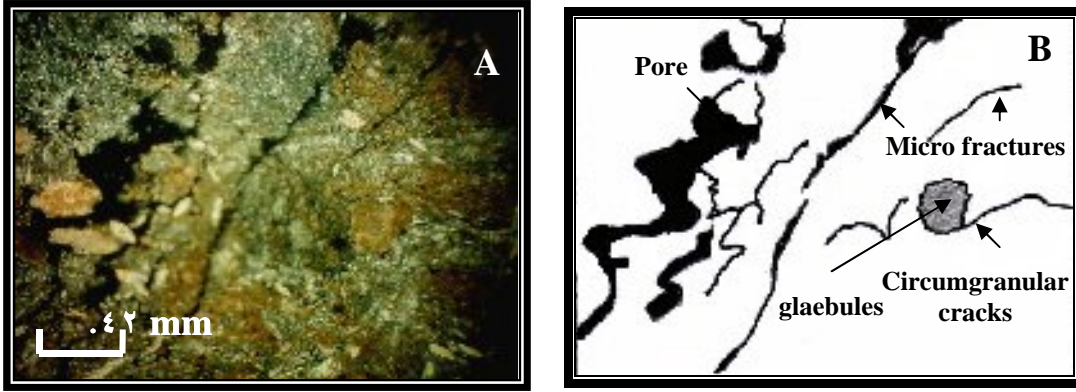
الصورة ٤ : A: والمخطط B يوضحان بلورة الجبسوم العدسي في ارضية من الجبسوم الالباستري وعملية إحلل الكالسيت (المكرايت) محل الجبسوم على طول خطوط الانفصام وفي مناطق الضعف في البلورة والذي يظهر بلون بني غامق في الصورة A . (X.N.).



الصورة ٥ : A: والمخطط B يوضحان الكالسيت الثانوي الناتج عن عملية احلل الكالسيت (المكرايت) محل الجبسوم بصورة كاملة، حيث يظهر بشكل بلورات عدسية وبلون بني غامق في الصورة A . (P.P.L.).

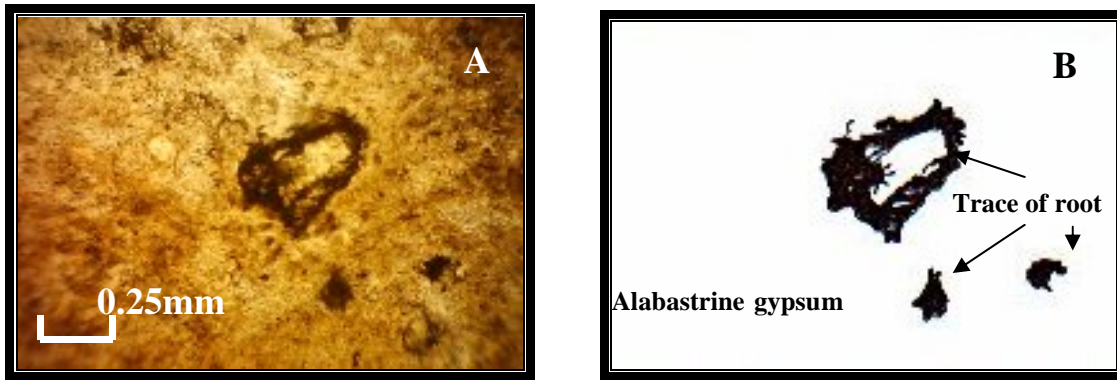


الصورة ٦ : A: والمخطط B يوضحان عقد كاربوناتية غير منتظمة الشكل تحوي بداخلها حبيبات ناعمة من الكوارتز موزعة بصورة عشوائية، فضلا عن بلورات الجبسوم العدسية. (P.P.L.).



الصورة ٧: A : والمخطط B يوضحان الكسور المجهرية وبلورات ناعمة من الجبسوم العدسي، فضلا عن بقع من المكرايت والمواد الطينية. (X.N.).

تقسم ظواهر القشرة الكلسية الى نسيج الفا وبيتا (Alpha and Beta Fabrics) حسب (Wright, 1990). إذ تمثل التراكيب السابقة نسيج الفا والتي تتكون نتيجة الفعاليات الفيزيوكيميائية المتمثلة بعمليات الإحلال والإزاحة والتشققات التي تنشأ في الظروف المناخية الجافة ذات الفعاليات البايولوجية القليلة. أما الظواهر التي تمثل الفعاليات البايولوجية (نسيج بيتا) فتكون غير واضحة المعالم وتظهر بشكل بقع داكنة اللون يحتمل ان تمثل آثار جذور النباتات (الصورة ٨).



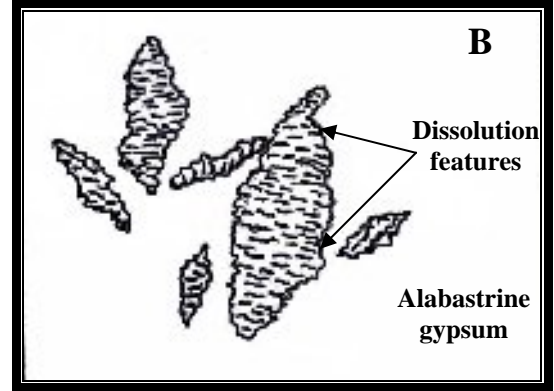
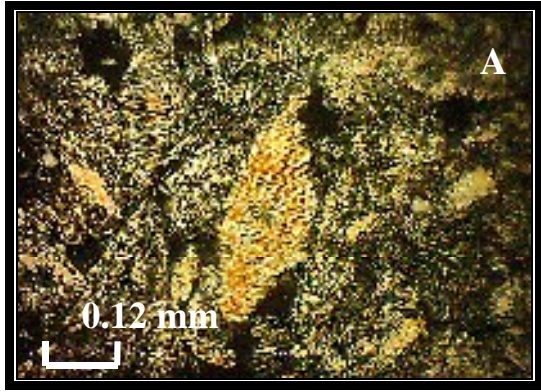
الصورة ٨: A : والمخطط B يظهران بقايا المواد العضوية والتي من المحتمل ان تمثل اثار جذور النباتات. (P.P.L.).

Friable or powdery gypsum crust

٢- قشرة الجبسوم الهشة

تتكون هذه القشرة بشكل رئيسي من الجبسوم الهش (Friable gypsum)، تمتاز بلونها الأبيض الحليبي، ويتراوح سمكها بين (١ - ٢ م). تقع بين القشرة السطحية وتحت السطحية وتتميز بمحتوى عالي من الجبسوم قياساً الى بقية الانواع، تتألف بشكل رئيسي من الجبسوم الالباستري فضلاً عن بلورات ناعمة من الجبسوم العدسي.

ان مصدر الجبسوم لهذه الطبقة هو على الأرجح ناتج عن عمليات الإذابة المتعاقبة لبلورات الجبسوم العدسية بفعل مياه الامطار وعمليات التبلور السريع والتي تؤدي الى نشوء الجبسوم الالباستيري (Watson, 1985)، إذ تظهر بعض الحافات الخارجية لبعض البلورات وعليها آثار الإذابة (الصورة ٩).



الصورة ٩ : A : والمخطط B يوضحان آثار عملية الإذابة التي تظهر على حافات بلورات الجبسوم العدسية والتي باستمرارها تؤدي الى تكوين الجبسوم الالباستيري. (X.N.).

Surface gypsum crust

٣ - قشرة الجبسوم السطحية

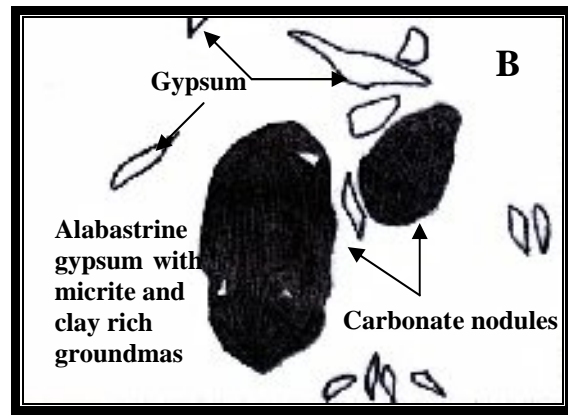
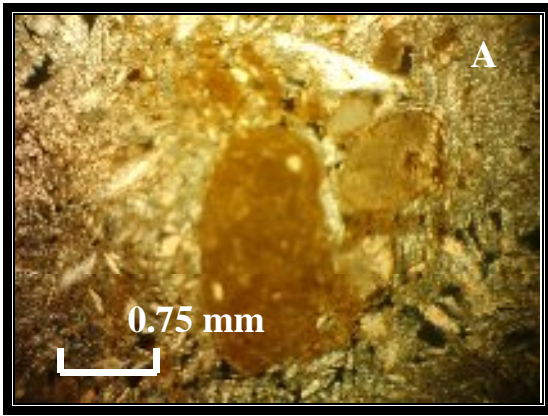
تقع هذه القشرة في الجزء العلوي من المقطع، يتراوح سمكها ما بين (0.03-0.05 م) وتكون صلبة وتظهر على السطح بشكل مضلعات (Polygons) خماسية الاوجه (Orthogonal type) مختلفة الأحجام والأشكال (الصورة 10). يتراوح قطرها ما بين (0.30 - 1.2 م) وتعد هذه المضلعات من الظواهر المميزة لهذه القشرة (Tucker, 1978).



الصورة ١٠: المضلعات التي تظهر على السطح في الجزء العلوي من قشرة الجبسوم السطحية.

تعد ظاهرة المضلعات والتشققات المصاحبة لها من السمات المميزة والموثقة في بيئات مسطحات المد المختلفة للمناطق ذات المناخ الجاف وشبه الجاف، وقد تتكون من كاربونات الكالسيوم او المتبخرات (Kendall and Warren, 1987).

يدل وجود الجبسوم بين الأعمدة لهذه المضلعات قيد الدرس على تكونها نتيجة الإزاحة الجانبية للرواسب المضييفة خلال عمليات تبلور الجبسوم (Watson, 1985). تتألف هذ القشرة بشكل رئيسي من بلورات الجبسوم الالباستري مع وجود بلورات ناعمة من الجبسوم العدسي ضمن أرضية من تجمعات غنية بالأطيان (Clay rich zone) والمكرايت، فضلا عن وجود بعض العقد الكاربوناتية (الصورة ١١).



الصورة ١١ : A : والمخطط B يظهران بلورات الجبسوم الالباستري والعدسية ضمن أرضية غنية بالأطيان، والمكرايت، فضلا عن العقد الكاربوناتية. (X.N.).

يحتمل نشوء بلورات الجبسوم الالباستري عن طريق الاذابة لبلورات الجبسوم العدسية خلال تغلغل المياه الجوية (Meteoric waters) في الشقوق الموجودة بين المضلعات (Watson, 1985).

الأصل والتغيرات التحويرية لقشرة الجبسوم Origin and diagenetic alteration of gypcrete

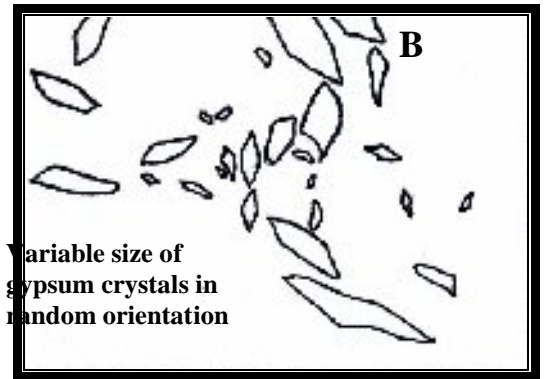
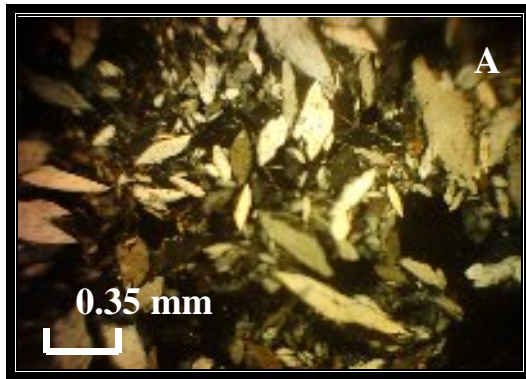
يظهر مقطع قشرة الجبسوم بوضوح في مقطع عين الماء والذي يبعد حوالي (٥٠٠ م) عن ناحية المحلية، بينما لا يظهر بشكل كامل في المقاطع الاخرى لنفس المنطقة. فضلا عن سفوح منطقة جبل شيخ إبراهيم، إذ يتكون المقطع فيها بشكل قشرة رقيقة من الجبسوم تقع فوق قشرة الجبسوم الهشة، والسبب في ذلك يعود الى التباين في تواجد المنخفضات الطبوغرافية التي تعد من العوامل الرئيسية لتكوين مقطع التربة (Gypcrete) (Arakel, 1986 ; 1985; 1982). كما ان تواجد قشرة الجبسوم تحت السطحية الصلدة (hardpan) تعمل على إنشاء طبقة غير نفاذة تحتفظ بالمحالييل والتي تكافئ القشرة الكلسية الصلدة، وتعد أيضا من العوامل المهمة لنشوء مقطع التربة.

تلعب العمليات التحويرية بفعل المياه الجوية وتأثير المياه الجوفية (Groundwater) فضلاً عن تعاقب فترات الجفاف والرطوبة دوراً مهماً في نشوء المقطع وحصول التغيرات فيه من الناحية الفيزيائية والكيميائية، إذ تتكون قشرة الجبسوم بطريقة مماثلة لتكوين القشرة الكلسية ولكن في المناطق الأكثر جفافاً، وهي قليلة الحفظ في السجل الصخري وذلك لطبيعتها الوقتية وكونها ترسبات غير تراكمية (Cook and Warren, 1973).

في المراحل الأولية من العمليات التحويرية يكون تأثير العمليات الفيزيوكيميائية كبيراً قياساً إلى الفعاليات البيولوجية وذلك بسبب الملوحة العالية وقلة أو ندرة الغطاء النباتي، إذ تؤدي في بادئ الأمر إلى نشوء القشرة الكلسية وذلك من خلال عمليات الإذابة للصخور المصدرية نتيجة سقوط الأمطار في المواسم الرطبة والتي تعمل على تكوين محاليل مشبعة بكاربونات الكالسيوم، ونتيجة عمليات التبخير المتعاقبة في المواسم الجافة فإن منسوب المياه الجوفية يصل إلى أدنى حد مما يؤدي إلى ترسيب كاربونات الكالسيوم ضمن التربة بواسطة الخاصية الشعرية ويؤدي إلى تكوين قشرة كلسية صلبة (Tamar Agha, 1985).

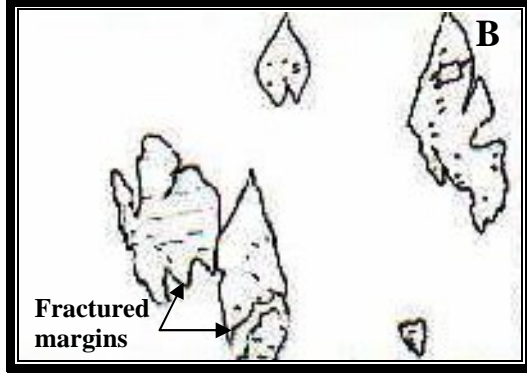
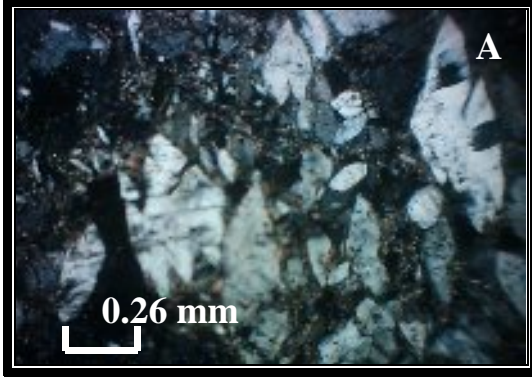
عندما تكون شدة التبخير للمحاليل عالية في فترات الجفاف لاسيما في المناطق المنخفضة طبوغرافياً فإن عمليات التبخير المتعاقبة للأملاح تؤدي إلى تبلور الجبسوم في نفس المكان ونموه بازاحة الرواسب المضيفة (كاربونات الكالسيوم)، لذلك يحتمل أن المياه السطحية المتحركة جانبياً خلال مقطع التربة في المناطق المنخفضة طبوغرافياً تصبح مشبعة بالجبسوم المشتق من مواد التربة (Risacher, 1978)، وأن أصل الجبسوم لطبقات القشرة هو على الأغلب صخور الأساس لتكوين فتحة.

تشير الشواهد البتروغرافية إلى أن معظم أنواع الجبسوم قد نشأ بازاحة الرواسب وذلك لتواجده طافياً ضمن الرواسب المضيفة، فضلاً عن احتوائه على مكثفات من الكالسايت والمواد الطينية، والتباين الكبير في حجم البلورات ضمن نفس الموقع (Bowler and Teller, 1986) (الصورة ١٢). وبذلك يكون مماثلاً للجبسوم المتكون في ترسبات مسطحات المد الجافة والبحيرات الملحية القديمة والحديثة (Shearman, 1966); (Warren, 1982).



الصورة ١٢: A والمخطط B يظهران التباين الكبير في حجم بلورات الجبسوم ضمن نفس الموقع.

بينما تظهر بعض البلورات وبشكل قليل عليها آثار النقل والتكسر مما يدل على ان بعض بلورات الجبسوم التي تكونت بالإزاحة في المراحل التحويرية المبكرة قد عانت من عمليات النقل التي يحتمل ان تكون بسبب تأثير جريان المياه الموسمية (Ephemeral stream) (الصورة ١٣).



الصورة ١٣: A والمخطط B يوضحان آثار النقل والتكسر على بلورات الجبسوم العدسية. (X.N.).

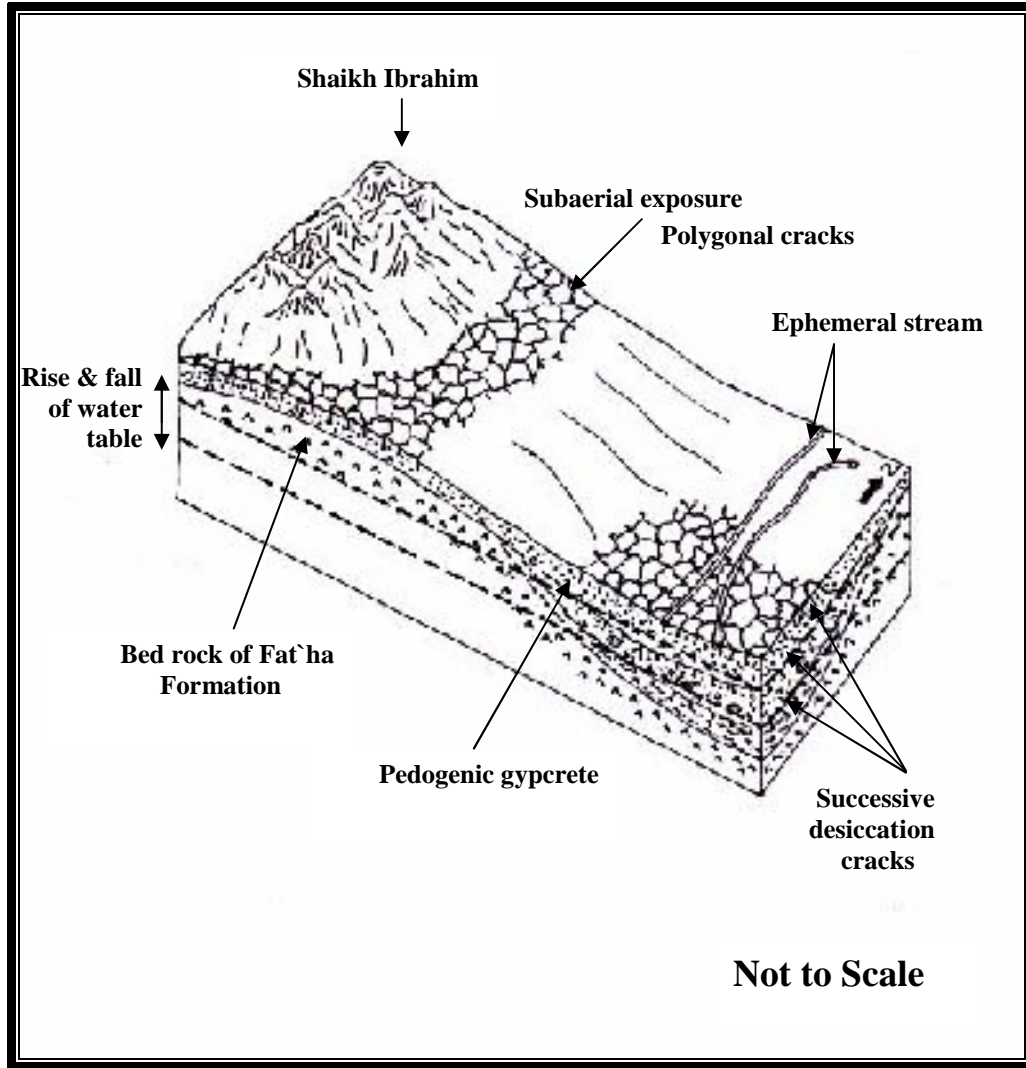
تفتقر صخور هذه القشرة الى ظاهرة التطبق وشيوع ظواهر نسيج الفا وفقدان الظواهر البايولوجية الدالة على تأثير فعاليات النباتات (نسيج بيتا) مما يدل على نشوؤها بشكل رئيسي بفعل حركة المياه الجوفية (Alonso-Zarza, 2003).

تشير الشواهد البتروغرافية من خلال ظواهر نسيج الفا على وجود بقايا القشرة الكلسية والتي ترافقت مع تكوين قشرة الجبسوم، ويحتمل حصول هذا الترافق خلال العمليات التحويرية المبكرة عندما يكون الساقط المطري قليل في المواسم الجافة وغير قادر على إزالة وترشيح المحاليل الغنية بكاربونات الكالسيوم من المحلول خلال حركة المحاليل من السطح الى داخل مقطع التربة (Arakel and McConchie, 1982) ; (Watson, 1985).

يدل وجود بلورات الكالسايت التي تاخذ شكل الجبسوم في الدراسة الحالية على ان قسماً من المحاليل المتبقية الغنية بكاربونات الكالسيوم قد تكونت نتيجة ذوبان القشرة الكلسية وأدت الى عملية أحلال الكالسايت محل الجبسوم. اما في المراحل التحويرية المتأخرة ونتيجة تعرض القشرة السطحية الى عمليات الإذابة في المواسم الرطبة (نتيجة سقوط الأمطار) فأنها تؤدي الى تلف تدريجي (Deterioration) لهذه القشرة ونشوء الجبسوم الهش، كما تؤدي هذه العمليات الى ذوبان بلورات الجبسوم العدسية ونشوء الجبسوم الالباستري الذي يكون مصدراً لبقية أنواع قشرة الجبسوم (Watson, 1985).

تدل مواصفات الجبسوم في معظم طبقات القشرة على تكونه في نفس المكان بواسطة المياه الجوفية ضمن الرواسب المضيئة (الشكل ٢)، وهذا يتفق مع دراسة (Tamar Agha, 1985) في منطقة سنجار.

إذ أشار الى أن معظم معادن الكربونات والجبسوم والهالايت في مقطع التربة قد تكونت في المراحل التحويرية المبكرة بشكل رئيسي نتيجة التبخير من المياه الجوفية. وتتعارض مع دراسة (Tucker, 1978) الذي رجح تكوين قشرة الجبسوم من الرياح المغبرة (Wind-blown dust) واستبعدت كونها بواسطة المياه الجارية (Surface run-off) لقابلية ذوبان الجبسوم الضعيفة، فضلاً عن استبعاد كونها بواسطة المياه الجوفية لقلّة تواجد الكربونات فيها. بينما تبين الدراسة الحالية احتواء القشرة على محتوى غير قليل من الكربونات، لذا فإن احتمال نشؤها بفعل الرياح المغبرة يكون ضعيفاً جداً.



الشكل ٢ : الموديل الرسوبي لتكوين قشرة الجبسوم في منطقة الدراسة.

الاستنتاجات

تتألف قشرة الجبسوم بشكل رئيسي من الجبسوم بإشكاله المختلفة (الالباستري و العدسي) والكربونات والأطيان. من خلال المواصفات النسيجية والحقلية تبين أن مقطع القشرة يتكون من ثلاثة أنواع تمثلت بالقشرة تحت السطحية وقشرة الجبسوم الهشة وقشرة الجبسوم السطحية.

تحتوي بعض مستويات هذه الصخور على عقد القشرة الكلسية والكسور المجهرية التي تعد من التراكيب الرسوبية التحويرية الدالة على وجود قشرة كلسية مترافقة مع تكوين قشرة الجبسوم. يعتمد نشوء وتوزيع هذه الصخور بشكل كبير على الصخور المضيفة وطوبوغرافية المنطقة. أدت العمليات التحويرية الى نشوء أنواع مختلفة من القشرة والى حدوث تغيرات معدنية واسعة (لاسيما عملية أحلال الكالسايت محل الجبسوم) والإذابة والتكسرات التي غيرت كثيراً من ملامحها. بينت الدراسة البتروغرافية أن بلورات الجبسوم تشكل المكون الرئيسي لمعظم انطقة القشرة، إذ تكونت نتيجة عمليات التبلور من المياه الجوفية ونموها بواسطة إزاحة الرواسب المضيفة، وان مصدر الجبسوم على الأغلب طبقات الجبسوم لتكوين فتحة، وان عملية تكوين قشرة الجبسوم قد حصلت بشكل رئيسي بفعل المياه الجوفية.

المصادر العربية

أغوان، ثامر عبد الرزاق ويحيى، نضال احمد والحمداني، عبد العزيز محمود، 2000. التحليل السحني للطبقات الجيرية لتكوين الفتحة في منطقة شيخ إبراهيم/ شمال العراق، مجلة علوم الرافدين، المجلد 11، العدد ٤، ص 64-85.

المصادر الاجنبية

- Al-Abawi, T.S., 1973. Miocene Foraminiferenaus NE - Iraq. N. Jb. Geol. Palaeo., Abh.144, pp. 1 – 23.
- Alonso-Zarza, A.M., 2003. Palaeoenvironmental Significance of Palustrine Carbonates and Calcretes in the Geological Record. Earth- Science Reviews, Vol. 60, pp. 261-298.
- Arakel, A.V., 1982. Genesis of Calcrete in Quaternary Soil Profiles of the Hutt and Leeman Lagoons, Western Australia. Journal of Sedimentary Petrology, vol. 52, pp. 109 - 125.
- Arakel, A.V., and McConchie, D., 1982. Classification and Genesis of Calcrete and Gypsite Lithofacies in Palaeodrainage Systems of Inland Australia and Their Relationship to Carnotite Mineralization. Journal of Sedimentary Petrology, Vol. 52, pp. 1149 – 1170.
- Arakel, A.V., 1985. Vadose Diagenesis and Multiple Calcrete Soil Profile Development in Hutt Lagoon Area, Western Australia. Revue de Geologie Dyramique et de Geographie Physique. Vol. 26, pp. 243 – 254.
- Arakel, A.V., 1986. Evolution of Calcrete in Palaeodrainages of the Lake Narpperby Area, Central Australia. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Vol. 54, pp. 283 – 303.
- Bowler, J.M. and Teller, J.T., 1986. Quaternary Evaporites and Hydrological Changes, Lake Tyrrell, North – West Victoria. Australlian Journal of Earth Science, Vol. 33, pp. 43 – 63.

- Cook, R.U. and Warren, A., 1973. Geomorphology in deserts : In Walker, R.G., 1979. Facies Models (Ed.), Geoscience Canada , Geological Association of Canada, 211p.
- Esteban, M., and Klappa, C.F., 1983. Subaerial Exposure. In: Carbonate Depositional Environment. Mem. 33, American Association of Petroleum Geologists Bulletin, Vol.33, pp. 1 – 54.
- Flügel, E., 2004. Microfacies of Carbonate Rocks. Springer-Verlag, Heidelberg, New York, 976p.
- Kendall, C.G.S.T.C., and Warren, J., 1987. A Review of the Origin and Setting of Tepees and Their Associated Fabrics. Sedimentology, Vol. 34, pp. 1007 – 1027.
- Retallack, G.J., 1997. A Color Guide to Paleosol: In Boggs, S.JR., 2006 (Ed.), Principles of Sedimentology and Stratigraphy. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 777p.
- Risacher, F., 1978. Gene`se D`une De Gypse Dans un Basin De l`Aliplano Bolivien: In Watson, A., 1985. Structure, Chemistry and Origin of Gypsum Crusts in Southern Tunisia and the Central Namib Deserts. Sedimentology, Vol. 32, pp. 855 – 875.
- Shearman, D.J., 1966. Origin of Marine Evaporites by Diagenesis: in Kirkland, D.W., and Evan, R. (Eds), 1973. Marine Evaporite: Dowden, Hutchinson and Ross, INC. Stroudsburg, Pennsylvania, pp. 61- 217.
- Tamar-Agha, M.Y., 1985. The Role of Groundwater in the Growth of Some Authigenic Minerals in the Soil of South Sinjar Plain, NW Iraq. Journal of Geological Society of Iraq, Vol. 18, pp. 197 – 217.
- Tucker, M.E., 1978. Gypsum Crusts (Gypcrete) and Pattern Ground From Northern Iraq. Z. Geomorph. N.F., Vol. 22, pp. 89 – 100.
- Warren, J.K., 1982. The Hydrological Setting, Occurrence and Significance of Gypsum in Late Quaternary Salt Lakes in South Australia. Sedimentology, Vol. 29, pp. 609 – 637.
- Watson, A., 1985. Structure, Chemistry and Origin of Gypsum Crusts in Southern Tunisia and the Central Namib Desert. Sedimentology, Vol.32, pp. 855 – 875.
- Wright, V.P., 1990. A Micromorphological Classification of Fossil and Recent Calcic and Petrocalcic Microstructures : In Tandon, S.K. and Gibling, M.R., 1997. Calcretes at Sequence Boundaries in Upper Carboniferous Cyclothem of the Sydney Basin, Atlantic Canada. Sedimentary Geology, Vol. 112, pp. 43 – 67.