دولومیتی شدن بخش زیرین سازند الیکا

رسول اخروی*

گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، ایران

احمد رضا ربانی

گروه زمین‌شناسی، دانشگاه شاهرود، شاهرود، ایران

چکیده

سازند الیکا (تریاس زیرین) در البرز مرکزی شامل توالی سنگهای پلاتفرم‌کربناته است که منطقه‌ای با وسعت بیش از ۱۰۰۰۰ کیلومترمربع را میپوشاند و از واحدهای دولومیتی پایایی تشکیل یافته است.

مطالعات میکروسکوپی سنگهای دولومیتی بخش زیرین سازند الیکا در مقطع سربندان نشان میدهد که دولومیتهای مذکور حداقل از ۷ نوع زیر تشکیل یافته‌اند:

۱ – دولومیتهای ریز تا متوسط بلور، منتظم تا نیمه منتظم (euhedral-subhedral) با سطوح صاف که در آن بافت رسوبی اولیه قابل تشخیص میباشد.

۲ – دولومیتهای متوسط بلور، منتظم، با سطوح صاف و هسته ابری (مات) و حاشیه‌های شفاف.

۳ – دولومیتهای شکری (sucrosic dolomite) متوسط بلور، منتظم، با سطوح صاف و دارای تخلخل زیاد.

۴ – سیمان شفاف دولومیتی با بلورهای منتظم، دارای سطوح صاف در دیوارهٔ حفرات و شکستگیها و بصورت رشد اضافی در اطراف سایر بلورها و سیمان پرکننده فضای بین بلورها.

۵ – دولومیتهای ریزبلور، نیمه منتظم، مرتبط با فرآیندهای انحلال ناشی از فشار (pressure-solution)

۶ – دولومیتهای متوسط تا درشت بلور، نامنتظم، با سطوح ناصاف موسوم به گزنوتوپیک (xenotopic).

۷ – دولومیتهای زین‌اسبی (saddle dolomite)، درشت بلور، با خاموشی موجی در داخل حفرات و شکستگیها.

سه فاز جداگانهٔ دولومیتی شدن در بخش زیرین سازند الیکا مشخص شده است که دولومیتهای آن عبارتند از: دولومیت سابخائی (نوع ۱)، دولومیتهای مربوط به مخلوط آب شیرین و آب دریا موسوم به مدل دورگ (انواع۲،۳و۴)، و بالاخره دولومیتهای تشکیل شده طی دفن رسوبات (انواع ۵،۶و۷).

*- مسئول مکاتبات

J.of Sci. Univ.Tehran, Vol 21, no 1, P. 98-111

DOLOMITIZATION OF THE LOWER PART OF THE ELIKA FORMATION

Rasool Okhravi*

Geology Dept.,Faculty of Science,University of Tehran, Tehran Iran

Ahmad Reza Rabbani

Research Center of NIOC

Abstract

The Elika Formation (Lower Triassic) comprises a platfrom carbonate sequence which extend over 10000 sq. Km in the Alborz Mountains and consists of rather persistant dolomite units.

Petrographic examination of dolomite rocks of the lower part of the Elika Formation reveals that they consist of at least 7 different types of dolomite as follows:

1) Finely crystalline, generally planar, euhedral-subhedral dolomite with primary depositional textures.

2) Medium crystalline dolomite in which rhombs are euhedral, planar, and cloudy core-clear rim.

3) Medium crystalline zoned sucrosic dolomite with euhedral and planar rhombs.

4) Dolosparite cement, in which dolomite occurs either as cavity / fracture leaning or cavity / fracture filling.

5) Finely crystalline subhedral dolomite which is associated with pressure solution.

6) Medium to coarse crystalline xenotopic dolomite with anhedral and nonplanar crystals.

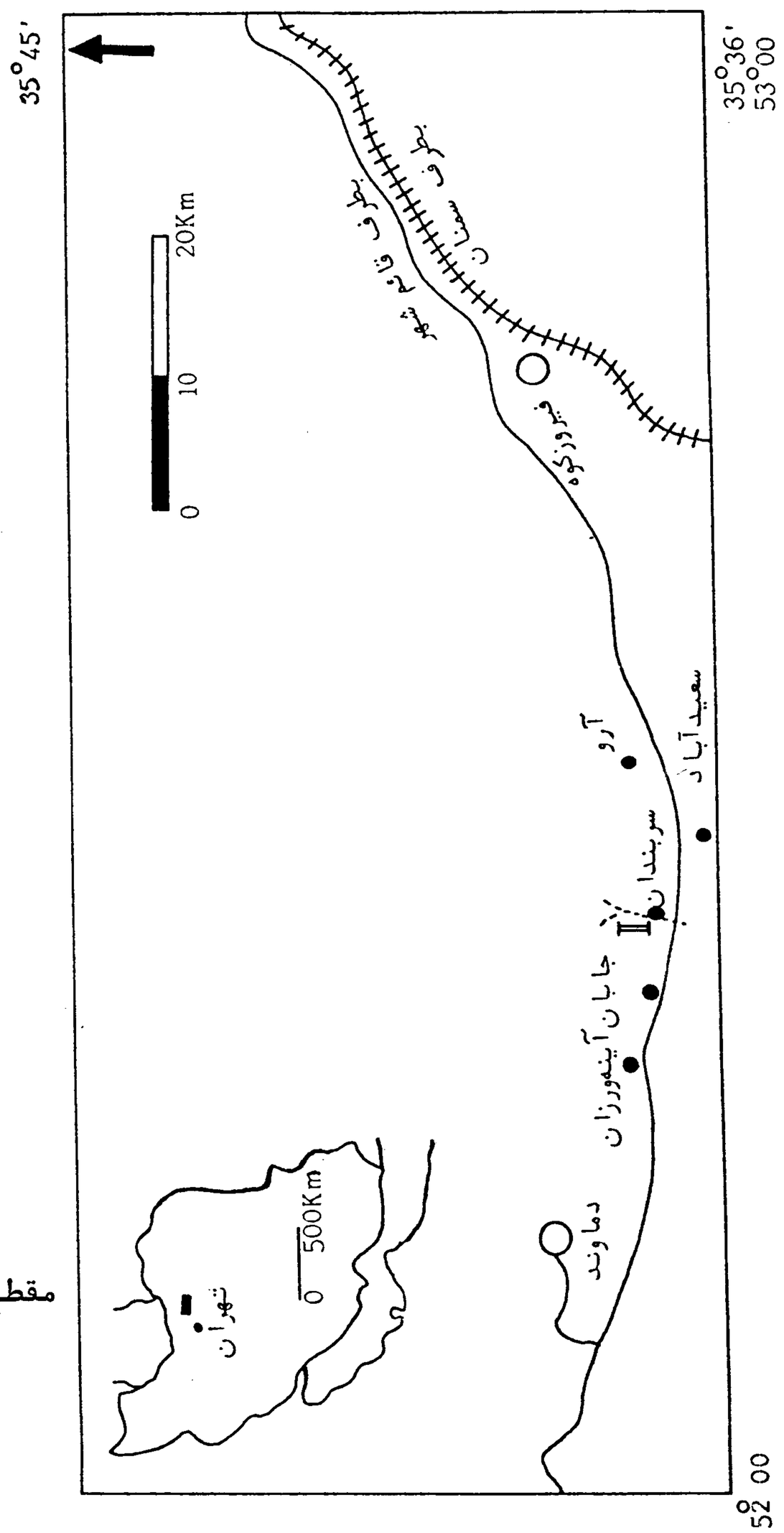
7) Saddle dolomite which is characterized by tabular shape, curved surface, and sweeping extinction.

Three phases of dolomitization are recognized in the lower part of the Elika Formation: an early sabkha dolomite (type 1); dolomites related to mixed fresh-water and salt-water of Dorag model dolomitization (types 2,3 and 4); and dolomites formed during burial (types 5,6, and 7).

مقدمه

هدف از این مقاله معرفی ویژگیهای سنگ‌شناسی انواع دولومیت‌ها و تعیین مکانیزمهای دولومیتی شدن بخش زیرین سازند الیکا میباشد. این بخش از سازند الیکا در مقطع سربندان واقع در یال جنوبی طاقدیس مرکب (**anticlinorium**) آینه ورزان است (شکل ۱). مقطع مورد مطالعه ۱۳۰ متر ضخامت دارد و با استفاده از ۲۰۰ مقطع نازک میکروسکوپی مورد مطالعه قرار گرفته است.

به منظور تعیین میزان و چگونگی دولومیتی شدن، مقاطع نازک تهیه شده با استفاده از روش پیشنهادی دیکسون [1] با محلول آلیزارین-رد-اس و فری سیانورپتاسیم رنگ‌آمیزی شدند. سپس، مشخصات بافتی هر یک از نمونه‌ها از قبیل اندازه، شکل و آرایش بلورها، نحوهٔ ارتباط بلورها با یکدیگر و با متن سنگ و نیز درصد دولومیتی شدن ثبت و نمونه‌ها بر مبنای تقسیم‌بندی کاروزی [2] نامگذاری گردیدند.



شکل ۱ : موقعیت مقطع مورد مطالعه

پتروگرافی دولومیت

مطالعات میکروسکوپی سنگهای دولومیتی بخش زیرین سازند الیکا در مقطع سربندان نشان میدهد که دولومیتهای مذکور حداقل از ۷ نوع زیر تشکیل یافته‌اند:

نوع ۱- دولومیتهای ریز تا متوسط بلور، منتظم تا نیمه منتظم، که در آن بافت رسوبی اولیه قابل تشخیص است. این نوع دولومیت غالباً تیره وریز تا متوسط بلور بوده و در آن قالب بلورهای تبخیری همچون سلنیت، ژیپس و انیدریت و لامیناسیونهای جلبکی و فابریک فنسترال قابل مشاهده است (عکس ۱). این نوع دولومیت بطور همزمان (penecontemporaneous) جانشین گلهای آهکی منطقهٔ جزرومدی تا بخشهای بالای فوق مدی شده است. تحولات بعدی دیاژنز سبب رشد بلورها شده به نحوی که اندازهٔ آنها درشت‌تر از بلورهای دولومیتهای همزمان شده است.

نوع ۲- دولومیتهای منتظم تا نیمه‌منتظم متوسط بلور، با هسته ابری و حاشیهٔ شفاف (cloudy-core and clear rim) این نوع دولومیتها را بطور اختصار CCCR مینامند [3]. حالت تیره و ابری هستهٔ بلورهای دولومیت در نتیجهٔ تمرکز انکلوریونهای کلسیت در مرکز بلورهای دولومیت ایجاد شده‌اند و این تمرکز مربوط به بالا بودن ضریب اشباعی سیالات دولومیتی‌کننده در بدو امر است که قادر به انحلال کامل کلسیت نبوده است. لذا، بلورهای اولیهٔ دولومیت در هستهٔ خود حاوی انکلوزیونهای کلسیت میباشند و با پایین آمدن تدریجی ضریب اشباعی در محلولهای دولومیتی‌کننده و انحلال کلسیت، بخشهای حاشیه‌ای دولومیتها شفاف و فاقد انکلوزیون می‌شوند (عکس ۲).

بخش داخلی و حاشیهٔ خارجی در این نوع دولومیت‌ها از نظر شیمیائی متفاوت است و این امر با استفاده از کاتدولومینسانس (CL) و الکترونهای برگشتی میکروسکوپ الکترونی (Back scattered electrons) توسط سیبلی و گِرگ [4] مشخص شده است. آنها زون‌بندی مشخصی راکه در نتیجه وجود عناصر آهن و منگنز میباشد در این دولومیتها مشاهده کردند. زون‌بندی عناصر کمیاب در این بلورها نشان می‌دهد که حاشیه شفاف از محلولهای رقیقتر رسوب کرده و این امر فقدان انکلوزیونهای کلسیتی در بخش حاشیه‌ای بلورهای دولومیت را توجیه می‌کند.

بلورهای این نوع دولومیت غالباً منتظم تانیمه منتظم با سطوح صاف بوده و تقریباً هم‌اندازه هستند. در بعضی موارد میتوان بافت اولیهٔ قبل از دولومیتی شدن را مشاهده کرد که نشانگر جانشینی آهستهٔ سنگ آهک قبلی می‌باشد و احتمالاً در پائین تراز درجه حرارات بحرانی سخت شدن (Critical Roughening Temprature=CRT) وهنگامیکه اشباع‌شدگی سیال نسبت به دولومیت پائین ولی زمان تاثیرکاملاً طولانی بوده شکل گرفته است[4]. این احتمال وجود دارد که سطوح صاف و شکل منتظم یا نیمه منتظم در اثر رشد دولومیتهای ریز اولیه- که بصورت پراکنده در سنگ آهک وجود داشته‌اند- حاصل شده باشد [5].

این نوع دولومیت بخش قابل ملاحظه‌ای از دولومیتهای سازند الیکا را بخود اختصاص داده و در سنگهای دارای زمینه میکرایتی مشاهده میشود. فراوانی این نوع دولومیت‌ها بتدریج بسمت بالای توالی رسوبی مقطع مورد مطالعه کاهش می‌یابد.

نوع ۳- دولومیتهای دانه شکری (sucrosic dolomite)، منتظم با اندازهٔ متوسط و سطوح صاف. این نوع دولومیت دارای بلورهای همبعد بوده و تخلخل و تراوایی زیادی دارد و بندرت بافت اولیهٔ قبل از دولومیتی شدن را در خود حفظ کرده است. بلورهای آن شفاف و روشن بوده گاهی اوقات بصورت بلورهای دارای هسته ابری و حاشیه شفاف یافت می‌شوند(عکس ۳). بلورها دارای سطح صاف بوده که نشانگر رشد آنها تحت شرایط فوق اشباعی کم و یا حرارات کم میباشد. در بالاتر از دمای بحرانی سخت شدن (CRT) یعنی بین ۵۰ تا ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد بلورهای دارای سطوح ناصاف تشکیل میشوند [4]. این نوع دولومیت در بخش زیرین سازند الیکا بسیار کم و محدود بوده و اغلب در داخل بعضی از حفرات و شکستگیها مشاهده میشود.

۴ - سیمان دولومیتی با بلورهای منتظم و روشن که روی دیواره حفرات و شکستگیها دیده میشود. این سیمان از بلورهای روشن، درشت تشکیل شده و ظاهر تمیز و شیشه‌ای دارد.بلورهای

آن به صورت منتظم و به صورت پوشش نازکی دراطراف ذرات و نیزبصورت پرکننده حفرات است(عکس۳و۴). معمولاً سیمان دولومیتی برخلاف بیشتر سیمانهای کلسیتی- که اندازه آنها از دیواره حفره به طرف مرکز آن افزایش می‌یابد، متشکل از نوارهای واحدی از بلورهای نسبتاً درشت میباشد.

ظاهر روشن و تمیز و نیز شکل منتظم بلورهای سیمان دولومیتی مؤید تشکیل آن در زون مخلوط آب دریا و آب شیرین است [6].

در بعضی از سیمانها دولومیتی زونهائی از کلسیت هممحور (syntaxial) یافت می‌شود که نشاندهنده تغییر در ترکیب شیمی آب حفره‌ای است [7].

نوع ۵- دولومیتهای دارای بلورهای ریز، منتظم یا نیمه‌منتظم با فرآیند انحلال ناشی از فشار. این نوع دولومیت را میتوان به فراوانی در امتداد سطوح استیلولیتی مشاهده کرد و در حدود ۵ درصد از کل دولومیتهای بخش زیرین سازند الیکا را بخود اختصاص داده‌اند (عکس۵). این دولومیتها ظاهر نسبتاً روشن و تمیزی داشته و جانشین آهکهای دیوارهٔ استیلولیت شده‌اند. قطر این بلورها بطور متوسط ۳۰ تا ۱۰۰ میکرون است و احتمالاً در فرآیند انحلال ناشی از فشار سیالهای حاوی یون منیزیم بر دیوارهٔ آهکی استیلولیتی تاثیر نموده و سبب تشکیل دولومیت در داخل یا در مجاورت رگه‌های استیلولیت شده‌اند [8,9].

این نوع از دولومیتها توسط پژوهشگران زیادی مورد بحث قرار گرفته واکثر آنها آنرا به محیط تدفینی با عمق متوسط بعد از تشکیل رگه‌های استیلولیتی نسبت داده‌اند.

نوع ۶- دولومیتهای متوسط تا درشت بلور، نامنتظم، ناصاف و گزنوتوپیک. این نوع دولومیت بخش قابل ملاحظه‌ای، بویژه در افقهای بالاتر بخش مورد مطالعه از سازند الیکا، را بخود اختصاص داده است (عکس ۶).

اندازهٔ بلورهای دولومیت راهنمای مفیدی جهت تشخیص زمان دولومیتی شدن است. اگر سنگ کربناته بطورکامل متشکل از بلورهای دولومیت باشد، بلورهای درشت‌تر مربوط به مراحل بعدی دولومیتی شدن میباشد. اندازه بلورهای دولومیتهای همزمان با رسوبگذاری در عهد حاضر در حد چند میکرون میباشد [10,11].

همچنین لی و فریدمن [9] از درشتی بلورهای دولومیت بعنوان ملاکی جهت شناخت منشاء دفنی عمیق استفاده کرده‌اند. بعضی از دولومیتهای ریز بلور همزمان با رسوبگذاری ممکن است درپی نئومورفیسم درشت‌تر شوند و بافت اولیه رسوبی محو شود. بافت گزنوتوپیک در دولومیتها در بالاتر از دمای بحرانی سخت‌شدن (CRT) شکل می‌گیرد. [12,4,13]

طبق نظر گرگ و سیبلی [12] در دولومیتهای پلیوسن و عهدحاضر که کلاً در معرض حرارتهای نزدیک سطح (کمتر از ۵۰۰C) قرار داشته‌اند تنها اشکال منتظم قابل مشاهده است.

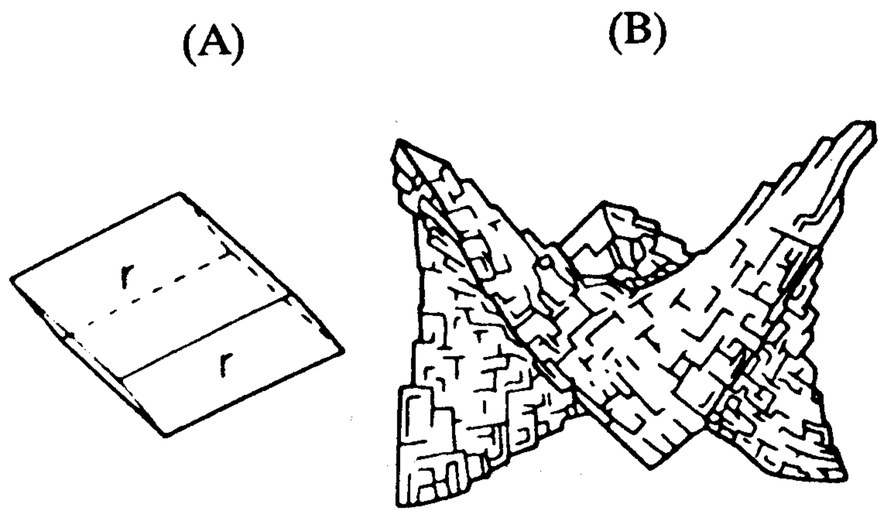
فرض بر این است که بافت گزنوتوپیک دولومیتها حاصل تبلور مجدد دولومیتهائی است که قبلاً شکل گرفته‌اند یا از جانشینی کلسیت در حرارتهای بالا به وجود آمده‌اند [10,12]. در این دولومیتها گاهی میتوان بافت رسوبی قبل از دولومیتی شدن را مشاهده کرد. طبق نظر فولک [14] دولومیتهای درشت بلور دارای شَبَه بافت اولیه از جانشینی سنگ آهک در اعماق زیاد حاصل می‌شوند. در هر حال بافت گزنوتوپیک نشانهٔ شکل‌گیری دولومیت تحت شرایط اپی‌ژنتیک و یا در شرایط دفنی عمیق است [9] .

نوع ۷- دولومیت زین‌اسبی نوع دیگر از دولومیتهای تدفینی قابل مشاهده در سازند الیکاست (عکس ۷) که ممکن است به نحوی با فرآیند انحلال ناشی از فشار مربوط باشد. این نوع دولومیت بصورت سیمان یا بصورت جانشینی است و غالباً در داخل شکستگیها مشاهده میشود. این نوع از دولومیت درشت بلور بوده و دارای سطوح تبلوری و کلیواژهای منحنی و خاموشی موجی است [15]. هر یک از بلورهای دولومیتهای زین‌اسبی معمولاً بزرگتر از یک میلی‌متر بوده که خود متشکل از بلورهای ریزتری است که حالت پله‌ای در سطوح بلور دارند (شکل-۲). بلورهای ریز با قرارگرفتن در کنار یکدیگر قطعه‌ای را بوجود می‌آورند که در آن هر یک از بلورهای ریز نسبت به یکدیگر مقداری جهت یافتگی دارند. طبق نظر کرتز [16] تغییرات پی در پی در میزان جهت یافتگی

بلورهای ریز نسبت به یکدیگر ایجاد خاموشی موجی در بلور زین اسبی شده است.

این نوع از دولومیتها احتمالاً در درجه حرارت بالاتر از ۶۰ تا ۱۵۰ درجهٔ سانتیگراد شکل می‌گیرند و میتوان از آن بعنوان میزان‌الحراره زمین استفاده نمود. منشاء دولومیتهای درشت بلورزین‌اسبی بخوبی شناخته نشده ولی تصور میشود که دولومیت آنها از محلولهای حاوی سولفات غنی از کلسیم در دمای بالا حاصل شده‌اند [15].

دولومیتهای زین‌اسبی در رسوبات عهد حاضر یا در سنگهای کواترنر دیده نشده و همراهی آنها با حفرات انحلالی و برشهای حاصل از انحلال و ریزش نشاندهندهٔ شکل‌گیری آنها بعد از دفن عمیق می‌باشد [5].



شکل ۲ ـ مقایسهٔ بین یک بلورعادی لوز وجهی (A) و بلور دولومیت زین‌اسبی (B) (نقل از کرتز، 1992) [16].

ظاهر درشت بلور دولومیت‌های زین‌اسبی همچنین نشانگر تشکیل آنها در یک دورهٔ طولانی و نرخ آهستهٔ رسوبگذاری میباشد [9].

پاراژنز

تصور میشود که بافتهای مختلف بحث شده دارای پاراژنزهای زیر باشند:

دولومیتهای نوع ۱و۲ احتمالاً در اثر تبلور مجدد دولومیتهای مراحل اولیه دیاژنز و یا در اثر جانشینی سنگ آهکهای قبلی در مرحلهٔ دفنی متوسط بوجود آمده‌اند.

دولومیتهای نوع ۳و۴و۵ در اعماق بیشتر و در مرحلهٔ دفنی متوسط شروع به شکل‌گیری کرده و این روند تا اوایل مرحله دفن عمیق (deep burial) ادامه داشته است. دولومیتی شدن در اعماق بیشتر به صورت نوع ۶ دنبال میشود و در مرحلهٔ پایانی دیاژنز که تداوم زیاد داشته برخی از شکستگیها و حفرات توسط دولومیت نوع ۷، یعنی دولومیت زین‌اسبی پرشده است. نظیر چنین وضعیتی توسط آمتور و فریدمن [17] گزارش شده است. شکل ۳ ارتباط پاراژنتیکی انواع دولومیتهای معرفی شده را میدهد.

بررسی شدت دولومیتی شدن

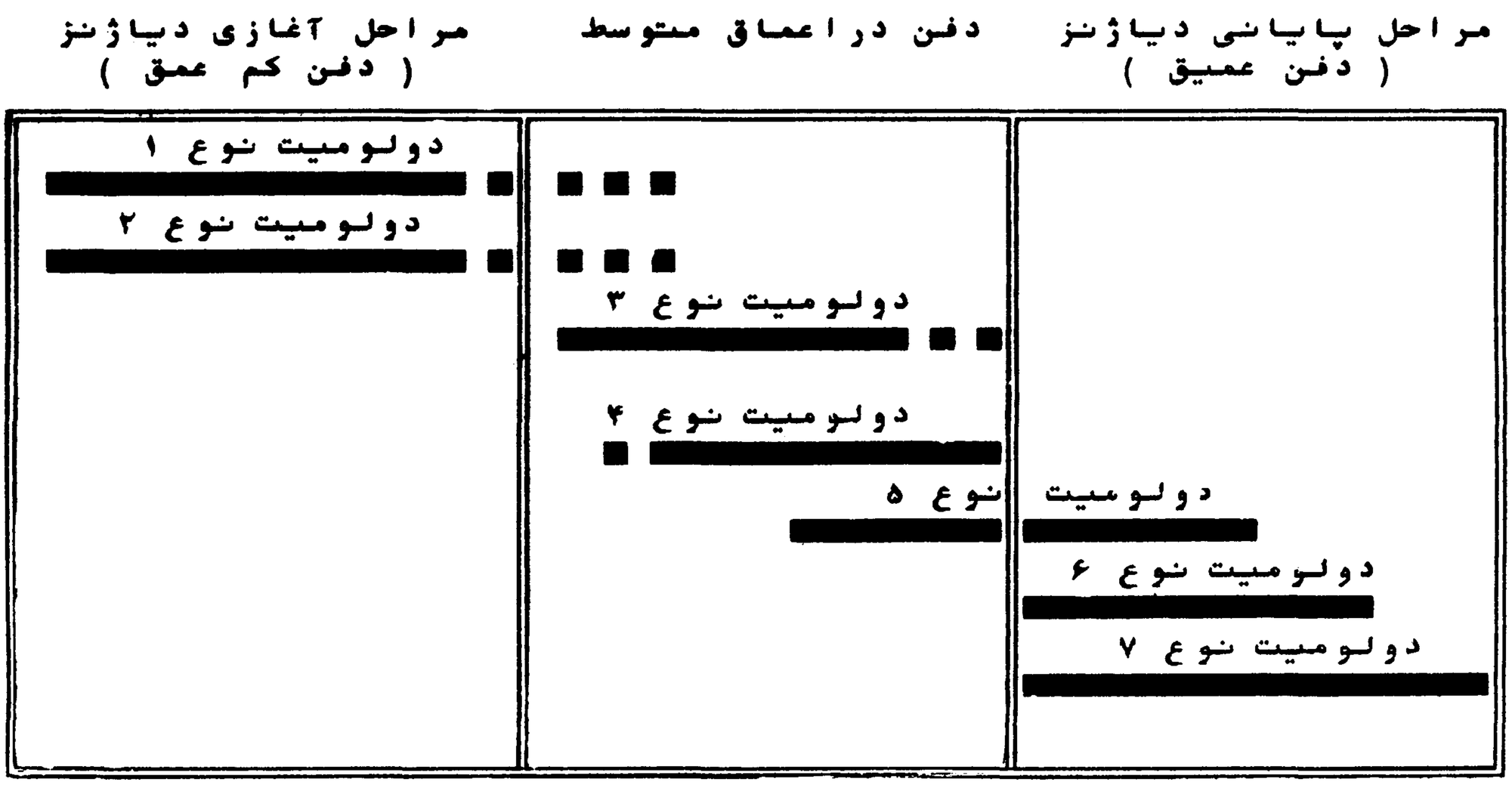
دولومیتهای سازند الیکا را میتوان بر حسب شدت دولومیتی شدن به چهارقسمت تقسیم کرد:

در دسته اول بلورهای ریز دولومیت به نسبتهای مختلف در متن میکرایتی پراکنده‌اند وبیشتر از نوع ۲ (CCCR) میباشند(عکس ۸).

در دسته دوم، دولومیتی شدن بصورت انتخابی و جانشینی غیرتقلیدی است. جانشینی غیرتقلیدی اصطلاحی است که توسط سیبلی و گرگ [4] برای حالتی که در اثر جانشینی ساخت و بافت داخلی آلوکمها از بین رفته و فقط شکل آنها محفوظ میماند، به کار رفته است (عکس ۹). در عوض در جانشینی تقلیدی، هم‌شکل و هم

ساختمان داخلی آلوکم محفوظ میماند و لازمه آن فراوانی هسته‌های اولیه دولومیت میباشد. در مورد اخیر متن سنگ غیردولومیتی باقی‌مانده و قطعات فسیلی و آلوکمها به نسبتهای مختلف بصورت انتخابی دولومیتی شده‌اند. در نمونه‌های مربوط به این دسته، اکثر قطعات فسیلی شکمپایان بیشتر از دو کفه‌ایها و بازوپایان دولومیتی شده وساختمان داخلی آنها نیز محو شده است (عکس ۱۰). دولومیت‌های این دسته مخلوطی از دولومیتهای نوع ۱و۲و۵و۶ میباشند.

در دسته سوم هم زمینه سنگ و هم آلوکمها تحت تاثیر قرار گرفته و ذرات یا آلوکمهای دولومیتی شده به نسبتهای مختلف شکل و ساختمان ذره‌بینی خود را حفظ کرده و غالباً پوشش میکرایتی سبب حفظ شکل آلوکمها شده و بطور موضعی محوشدگی در



شکل ۳- توالی پاراژنتیکی بافتهای دولومیتی سازند الیکا از مرحلهٔ نخست (early) تا پایانی دولومیتی شدن با خطوط افقی داده شده است.

آلوکمها را میتوان مشاهده کرد(عکس ۱۱).

دولومیتهای موجود در این دسته ترکیبی از دولومیتهای ۱و۲و۶ میباشند.

دسته چهارم، نظیردسته سوم می‌باشد ولی در این دسته بافت اولیه سنگ آهک ناواضح و محو بوده و آلوکمها قابل تشخیص نمی‌باشند. دولومیت غالباً از نوع ۲ و۶ و بصورت بلورهای نیمه منتظم تا منتظم ناصاف می‌باشند (عکسهای ۲و۶و۱۲).

مکانیزمهای دولومیتی شدن و مدلها

۱ - مدل سبخائی (sabkha model)

دولومیتهای حاصل از مدل سبخائی همراه با شاخص‌های موجود در رخساره‌های لاگون تا منطقه بالای مد از قبیل ساخت مشبک، لامیناسیونهای جلبکی، کانیهای تبخیری و ... می‌باشند.

در نواحی خشک که سطح ایستابی در عمق کم است، آبهای زیرزمینی در اثر فرآیند تبخیر غلیظ شده و موجب رسوب آراگونیت و ژیپس میگردد. این امر سبب افزایش نسبت Mg/Ca در آب شور شده و این سیال غلیظ غنی از منیزیم در نزدیک سطح زمین بعنوان سیال دولومیتی‌کننده عمل می‌کند. دولومیت سبخائی عهد حاضر غالباً دارای بلورهای کوچک‌تراز ۵ میکرون بوده و گاهی اندازهٔ مجتمعات آنها به ۲۰ میکرون میرسد. این امر نشانگر زیاد بودن تعداد نقاط مناسب جهت نطفه‌گذاری بلورهای دولومیت در رسوبات دانه ریز سبخائی می‌باشد. بلورهای دولومیت‌های مربوط به سبخاهای دیرینه غالباً درشتتر بوده که احتمالاً در اثر فرآیند

تجدید تبلور دولومیت‌های اولیه حاصل شده‌اند.

دولومیتهای نوع ۱ معرفی شده در سازند الیکا یعنی دولومیتهای ریزبلور نیمه منتظم تا منتظم با سطوح صاف با قالب بلورهای تبخیری و لامیناسیونهای جلبکی (استروماتولیت) و ساخت مشبک (عکس ۱) را میتوان با این مدل توجیه نمود.

۲-مدل مخلوط آب شیرین و آب دریا(Dorag model)

در این مدل آب لب شور حاصل از مخلوط شدن آب شیرین و آب شور (آب دریا) نسبت به کلسیت زیر اشباع ولی نسبت به دولومیت فوق اشباع می‌باشد. این مدل بر اساس کار هنشا و همکاران [18]، بدیع‌الزمانی [19] و لند [7] مطرح شد که در آن بر اثر رقیق شدن آب دریا و پایین‌آمدن نسبت Mg/Ca قدرت یونی آب دریا کاهش می‌یابد و بعضی از موانع ترمودینامیکی و کنتیکی جهت تشکیل دولومیت از بین می‌رود. دولومیتهای حاصل از این مدل طبق نظر وارد و هالی [20] ویژگیهای زیر را از خود نشان می‌دهند: ۱- بلورها تمیز و روشن و منتظم بوده و نظم خوبی دارند. ۲- اندازهٔ بلورها از ۱ تا ۱۰۰ میکرن بوده و بیشتر دولومیتهای این زون به صورت سیمان دولومیتی بوده و همراه با سیمان کلسیتی وبطور متناوب با آن قرار می‌گیرند.

غالبا تشخیص دولومیتهای زون مخلوط بر اساس وجود بافتها وساختهای سنگ‌شناسی محیطهای آب شیرین نظیر تخلخل قالبی، سیمان کلسیتی همبعد آب شیرین و .. و بافتهای محیطهای وادز آب شیرین انجام می‌شود. با توجه به وجود محیط دیاژنزی آب شیرین در سازند الیکا بویژه بر اساس سیمان کلسیتی پرکنندهٔ حفرات و سیمان حاشیه‌ای تیغه‌ای و انحلال کانیهای تبخیری (عکس ۱) می‌توان سیمان دولومیتی با بلورهای منتظم و تمیز و روشن سیمان دولومیتی پرکنندهٔ فضاهای خالی (عکس ۴) و دولومیت شکری منتظم تمیز و روشن (عکس ۳) و همچنین دولومیتهای منتظم با مراکز ابری و حاشیه شفاف (عکس ۲) یعنی دولومیتهای نوع ۴ و۳ و۲ را به این مدل نسبت داد.

۳- مدل دولومیتی شدن دفنی (Burial model)

افزایش درجه حرارت در اثر تدفین، موانع ترمودینامیکی و کنتیکی تشکیل دولومیت را برطرف کرده و در صورت فراهم بودن یون Mg^{2+} شرایط لازم جهت دولومیتی شدن مهیا می‌شود. تنها منشاء عمدهٔ منیزیم جهت ایجاد دولومیتهای همزمان و دفنی کم عمق آب دریاست [21].

منیزیم لازم در شرایط دفن عمیق طبق نظر لی و فریدمن [9] می‌تواند از آبهای فسیل، انحلال کانیهای اولیهٔ ناپایدار (آرگونیت و کلسیت پرمنیزم)، فرآیند انحلال ناشی از فشار (استیلولیتی شدن)، تراکم شیلها در زیر طبقات آهکی و آزادسازی یون منیزیم و بالاخره از آبهای شور حوضه‌ای تامین می‌شود. همچنین در دفن عمیق، مقداری منیزیم از تراکم شیلهایی که در زیر طبقات آهکی قرار گرفته‌اند، آزاد می‌شود [22]. تبدیل کانیهای رسی از اسمکتیت به ایلیت طی دیاژنز شیلها می‌تواند منیزیم را به داخل سیالهای حفره‌ای که به سمت بالا مهاجرت می‌کنند، وارد کرده و سبب دولومیتی شدن آهکهای افقهای بالاتر شوند [23]. به علت عدم وجود شیل در زیر کربناتهای الیکا در مقطع مورد مطالعه این منشاء نیز نمی‌تواند چندان محتمل باشد. آبهای شور حوضه‌ای دفن شده به عنوان منشاء منیزیم اهمیت بیشتری در دولومیتی کردن در اعماق زیاد نسبت به بقیهٔ منابع دارد.

از نظر سنگ‌شناسی سه نوع عمده از دولومیتهای دفنی توسط مور [24] به شرح زیر معرفی شده است:

۱ - دولومیتهای دارای بلورهای منتظم که در سطوح استیلولیتی و مکانهای انحلالی- فشاری تمرکز زیادی دارند.

۲ - دولومیتهای درشت بلور با بافت گزنوتوپیک که ساخت انتخابی دارد. این دولومیت تخلخل بالایی داشته و به صورت موزائیکهای بهم فشرده است و در بعضی موارد می‌توان بافت رسوبی را در دولومیتهای درشت بلور مشاهده کرد.

۳ - دولومیتهای زین اسبی که غالباً به صورت سیمان تأخیری پرکنندهٔ حفرات دیده می‌شود.

در سازند الیکا هر سه نوع دولومیت معرفی شده برای مدل دولومیتی شدن تدفینی تشکیل شده‌اند که شامل دولومیت نوع ۵ (عکس ۵)، دولومیت نوع ۶ (عکس ۶) و دولومیت نوع ۷ (عکس

۷) می‌باشد.

نتیجه گیری

مطالعات میکروسکوپی سنگهای بخش‌زیرین سازند الیکا نشان می‌دهد که این سنگها حداقل از ۷ نوع دولومیت مختلف تشکیل شده‌اند. در این مطالعه سه فاز دولومیتی شدن در سنگهای بخش زیرین سازند الیکا مشخص شده است که دولومیتهای مربوط به آنها عبارتند از: ۱- دولومیتهای مراحل اولیه دیاژنز ۲- دولومیتهای مربوط به مخلوط آب شیرین و شور ۳- دولومیتهای دفنی. دولومیتهای مراحل اولیه دیاژنز (نوع ۱) غالباً تیره وریز تا متوسط بلور بوده و دارای قالبهایی از بلورهای کانیهای تبخیری همچون ژیپس و انیدریت، لامیناسیونهای جلبکی و ساخت مشبک می‌باشد. دولومیتهای حاصل از مخلوط شدن آب شیرین و شور شامل دولومیتهای متوسط بلور منتظم با هستهٔ ابری (مات) و حاشیهٔ شفاف (نوع۲)، دولومیتهای شکری (نوع ۳)، و سیمان دولومیتی (نوع۴) است. دولومیتهای دفنی شامل دولومیتهای مرتبط با فرآیند انحلال ناشی از فشار (نوع ۵)، دولومیتهای درشت بلور نامنتظم و ناصاف و گزنوتوپیک (نوع ۶) و دولومیتهای زین‌اسبی (نوع ۷) است. توالی پاراژنیک بافتهای دولومیتی سازند الیکا نشان می‌دهد که دولومیت نوع ۱ به طور همزمان، دولومیتهای نوع ۲و۳و۴ در مراحل آغازین و دولومیتهای نوع ۵و۶و۷ در مرحلهٔ پایانی دیاژنز تشکیل گردیده‌اند.

سپاسگزاری

بدینوسیله نگارندگان از زحمات آقایان دکتر فریدون سحابی و دکتر فرج اله فیاضی که مقالهٔ حاضر را خوانده و نکات مفیدی را یادآور شده‌اند، صمیمانه سپاسگزاری مینمایند.

شرح عکسهای ۱ تا ۶

عکس ۱- دولومیت نوع ۱ با بلورهای نیمه‌منتظم و قالبهای بجا مانده از انحلال کانیهای تبخیری (اکنون پرشده با کلسیت). مقطع با محلول آلیزارین رنگ‌آمیزی شده است. نور طبیعی .

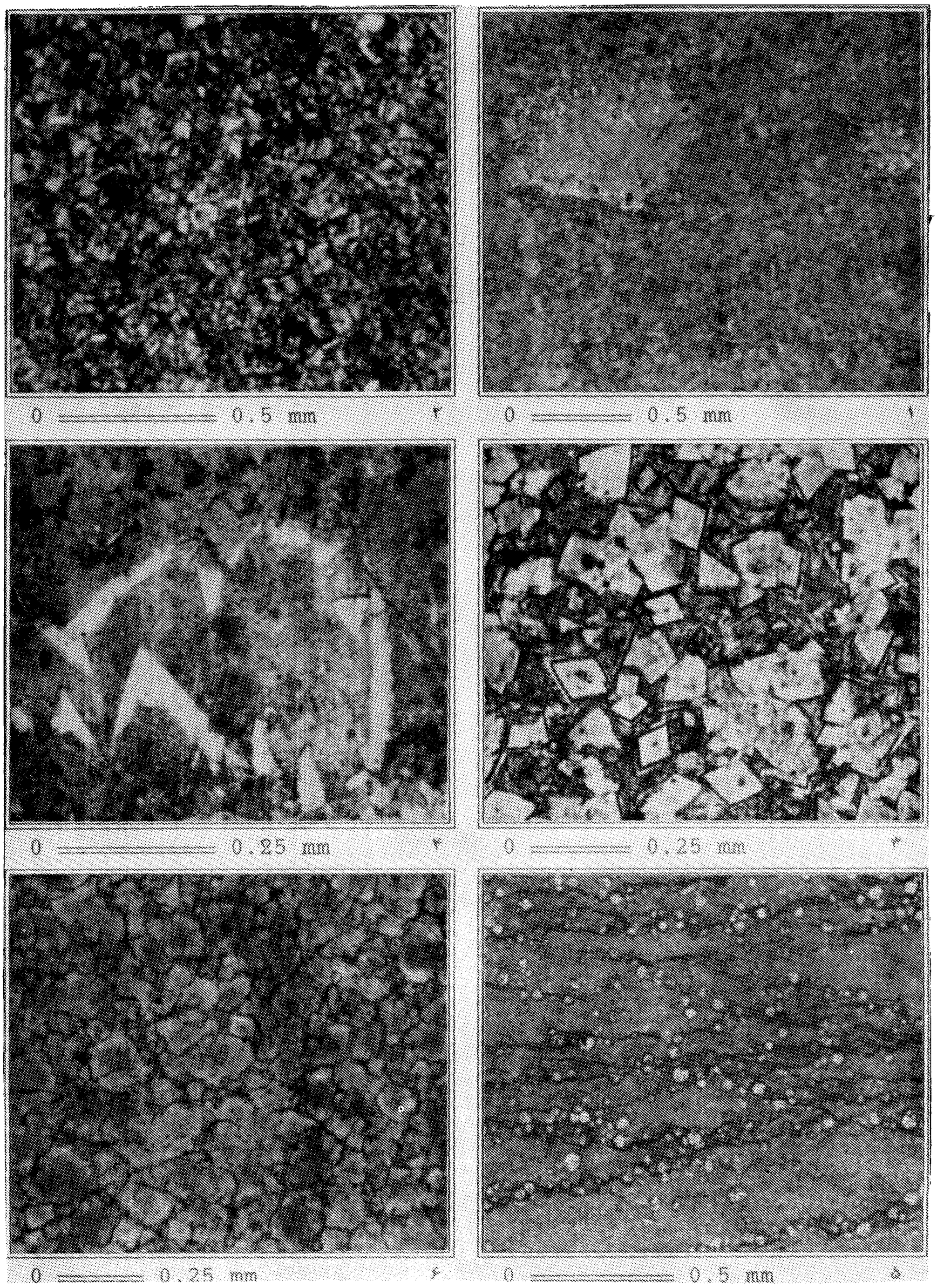
عکس ۲- دولومیت نوع ۲ با بلورهای نیمه‌منتظم تا منتظم، سطوح صاف و هستهٔ ابری تیره و حاشیهٔ شفاف (CCCR). هستهٔ بلور که دارای کلسیت بیشتر است با محلول آلیزارین سرخ رنگ شده است. نور طبیعی.

عکس ۳- دولومیت نوع ۳ دولومیت شکری شفاف به صورت بلورهای همبعد و منتظم با سطوح صاف و تخلخل زیاد. فضای خالی بین بلورها با سیمان دولومیتی به صورت رشد اضافی پرشده است. نور طبیعی.

عکس ۴- دولومیت نوع ۴. سیمان دولومیتی با بلورهای منتظم شفاف در دیوارهٔ حفره. فضای داخل حفره نیز با سیمان دولومیتی مربوط به مراحل بعدی دیاژنز پر شده است. مقطع با محلول آلیزارین رنگ‌آمیزی شده است. نور طبیعی.

عکس ۵- دولومیت نوع ۵. بلورهای دولومیت نیمه‌منتظم ریز دانه و روشن که در امتداد رگه‌های استیلولیتی فراوانی بالایی دارند. نور طبیعی.

عکس ۶- دولومیت نوع ۶. دولومیت گرنوتوپیک درشت بلور با بلورهای همسان. نور طبیعی.


0 0.5 mm ۲
0 0.5 mm ۱
0 0.25 mm ۴
0 0.25 mm ۳
0 0.25 mm ۶
0 0.5 mm ۵

شرح عکسهای ۷ تا ۱۲

عکس ۷- دولومیت نوع ۷. دولومیتهای زین‌اسبی با سطوح ناصاف و خاموشی موجی. نور پلاریزه.

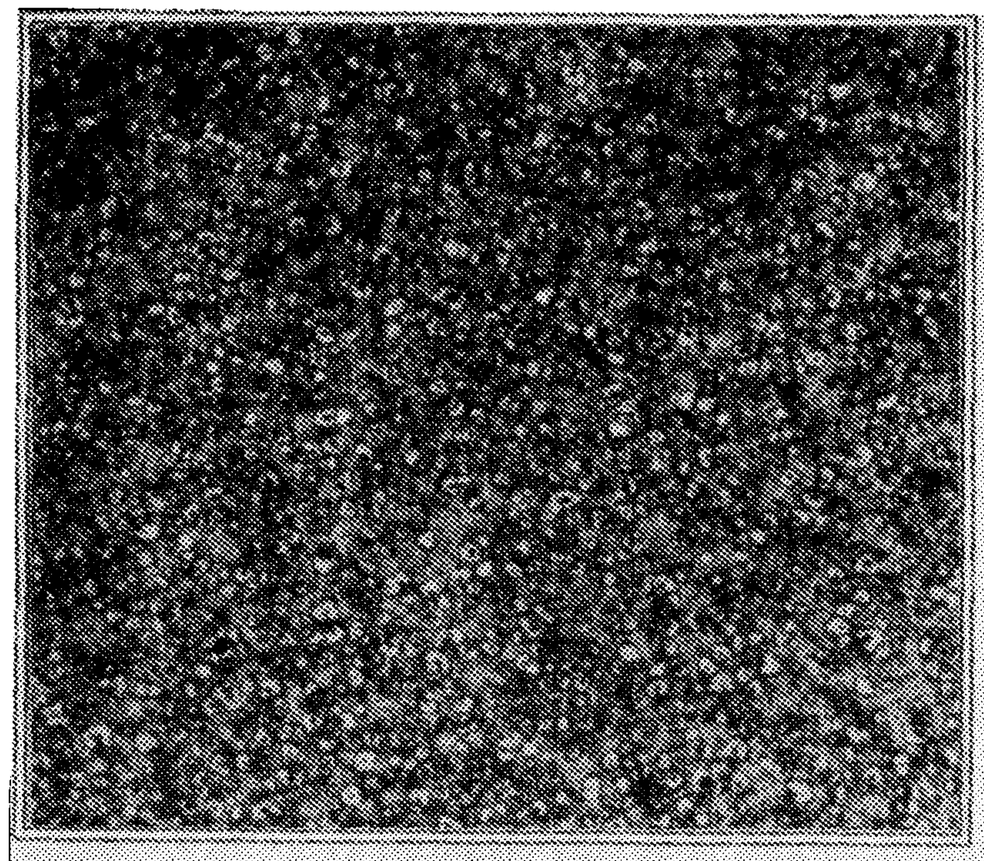
عکس ۸- دولومیت ریز بلور، منتظم با هستهٔ مات و حاشیه‌ای شفاف که در یک متن میکرایتی پراکنده‌اند. نور طبیعی.

عکس ۹- جانشینی غیرتقلیدی دولومیت به جای قطعات اسکلتی که در اثر جانشینی بافت و ساختمان داخلی قطعات اسکلتی از بین رفته و فقط شکل خارجی آنها قابل تشخیص است. متن سنگ نسبت به دولومیتی شدن مصون مانده است. نور طبیعی.

عکس ۱۰- دولومیت شدن انتخابی که در آن قطعات اسکلتی شکمپا به شکل غیرتقلیدی دولومیتی شده و قطعات اسکلتی دوکفه‌ای و متن سیمانی از دولومیتی شدن محفوظ مانده‌اند. در بخشهای میکرایتی (فلش) دولومیت‌های دستهٔ اول را می‌توان مشاهده کرد. مقطع با محلول آلیزارین رنگ‌آمیزی شده است. نور طبیعی.

عکس ۱۱- زمینهٔ سنگ و آلوکمها هر دو دولومیتی شده‌اند، اما آلوکمها را می‌توان به راحتی تشخیص داد. مقطع با محلول آلیزارین و فری‌سیانوُرپتاسیم رنگ‌آمیزی شده است. نوری طبیعی.

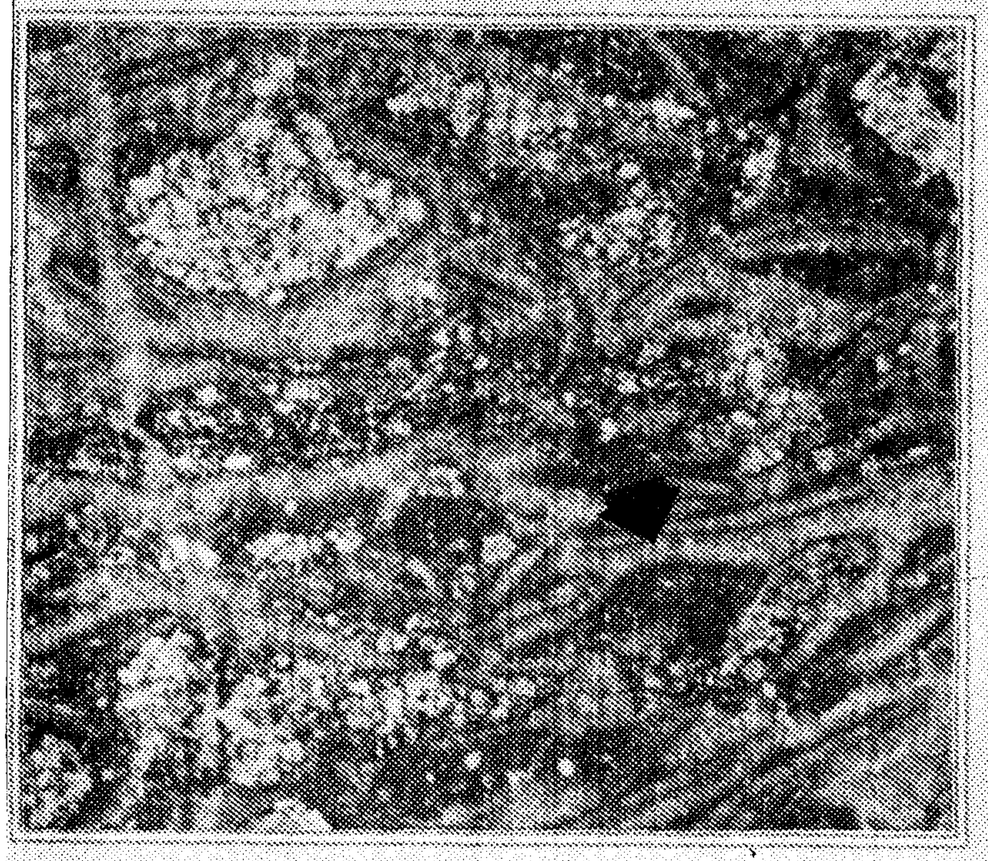
عکس ۱۲- دولومیت گزنوتوپیک که بافت اولیه در آن محو شده است. نور طبیعی.


0 ——— 0.5 mm

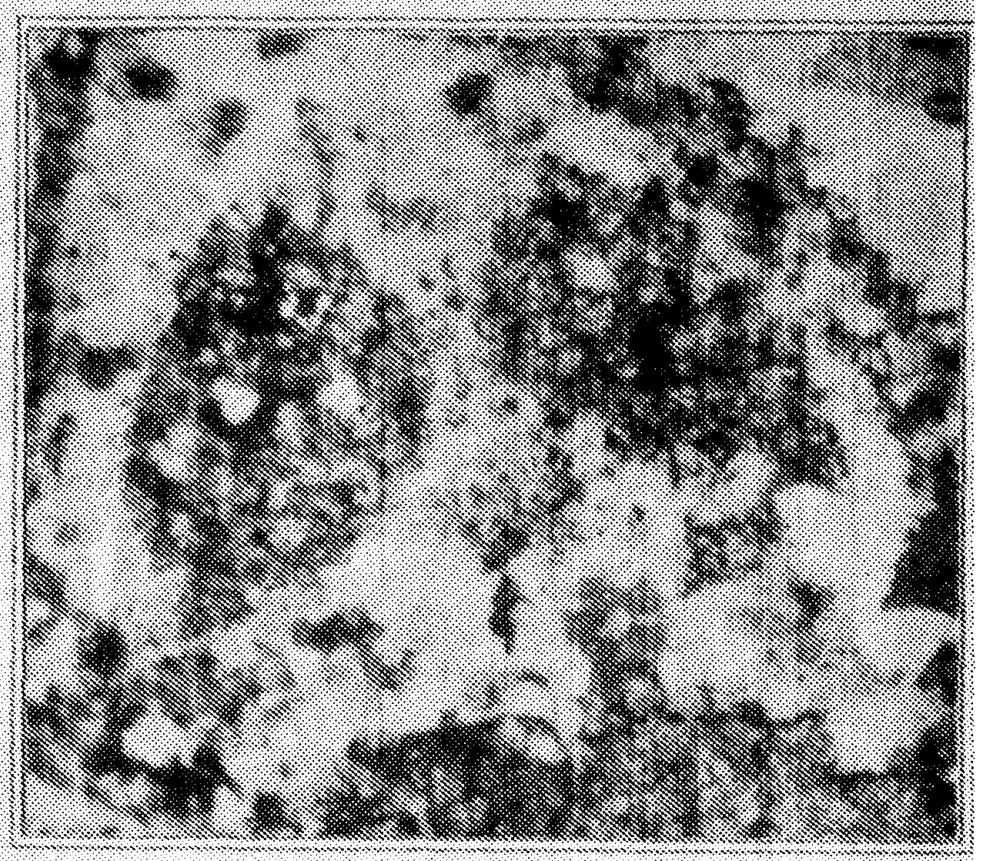
۸

0 ——— 0.5 mm

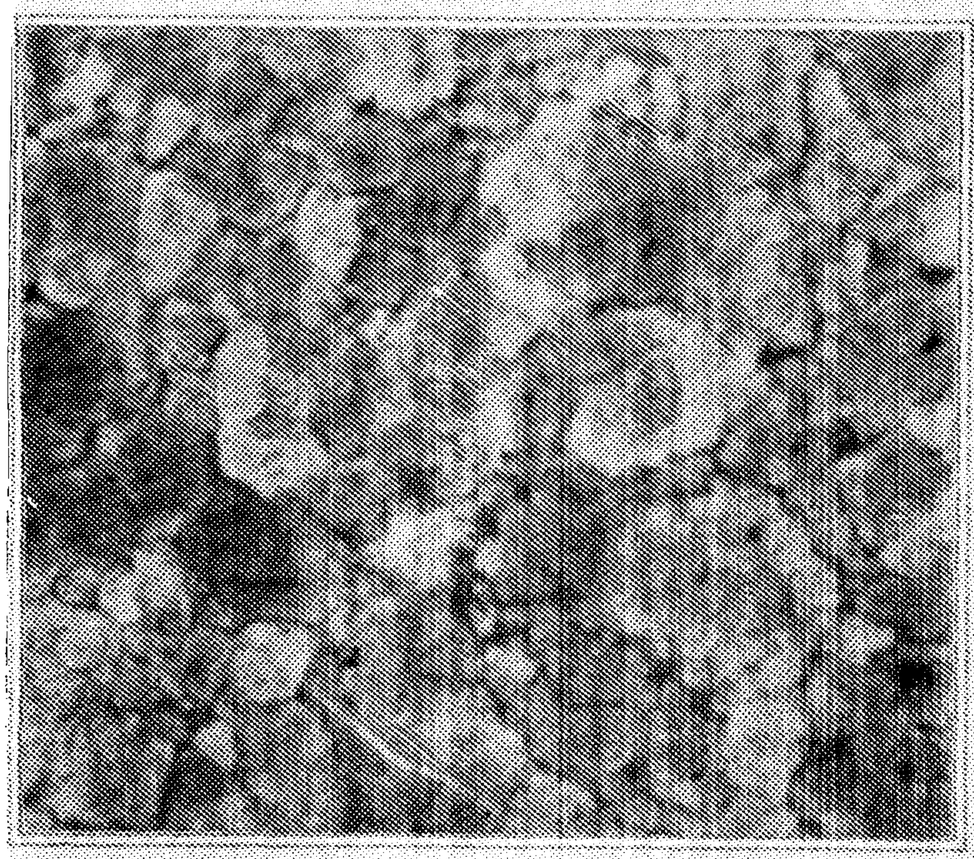
۷


0 ——— 0.5 mm

۱۰


0 ——— 0.5 mm

۹


0 ——— 0.25 mm

۱۲

0 ——— 0.5 mm

۱۱

References

[1] Dickson, J.A.D.; A modified staining technique for carbonates in thin section; Nature, **205** (1965) 587.

[2] Carozzi, A.V.; Carbonate Rocks Depositional Model: A Microfacies Approach; Prentice Hall (1989) 604.

[3] Theriault, F. and Hutcheon, I. Dolomotization and calcitization of the Devonian Grosmont Formation Northern Alberta; Jour. Sed. Petrology, **57** (1987) 955-966.

[4] Sibley, D.F. and Gregg, J.M.; Classification of dolomite rock texture; Jour. Sed. Petrology, **57** (1987) 967-982.

[5] Morrow, D.W.; Diagenesis 2. Dolomite-part 2, dolomitization models and ancient dolostone; Geoscience Canada, **9** (1982) 95-107.

[6] Folk, R. and Land, L.S.; Mg/Ca ratio and salinity; two controls over crystallization of dolomite; Am Assoc. petroleum Geologists, **59** (1975) 60-68.

[7] Land, L.S.; Contemporaneous dolomitization of Middle Pleistocene reefs by meteoric water, North Jamaica; Bull. Marine Sci. **23** (1973) 64-92.

[8] Wanless, H.R. Limestone response to stress, pressure solution and dolomitization; Jour. Sed. Petrology, **49** (1979) 437-442.

[9] Lee and Friedman, G.M.; Deep-Burial dolomitization in the Ordovician Ellenburger Group carbonates, Western Texas and Southeastern New Mexico; Jour.Sed. Petrology, **57** (1987) 544-557.

[10] Zenger, D.H.; Burial Dolomitization in the Lost Burrow Formation (Devonian) east-central California, and the significance of the late diagenetic dolomitization; Geology, **11** (1983) 519-522.

[11] Gregg, J.M.; Regional epigenetic dolomitization in the Bonneterre Dolomite (Cambrian), southeast Missouri; Geology, **13** (1985) 503-506.

[12] Gregg, J.M., and Sibley, d.F.; Epigenetic dolomitization and the origion of xenotopic dolomite texture; Jour.Sed. Petrology, **54** (1984) 908-931.

[13] Gregg, J.M. and Shelton, K.L.; Dolomitization and dolomite neomorphism in the back- reef facies of the Bonneterre and Davis Formations (Cambrian), southeastern Missouri; Jour. Sed, Petrology, **60** (1990) 549-562.

[14] Folk, R. L.; Spectral classification of limestone types. in Ham, W. E., (ed.) Classification of Carbonate rocks. Tulsa. Okla; Am. asso. petrol. Geologists, Mem. **1** (1962) 62-84.

[15] Radke, B.M. and Mathis, R.L.; On the formation and occurence of saddle dolomite. Jour. Sed. Petrology, **50** (1980) 1149-1168.

[16] Kretz, R.; Carousel model for crystallization of saddle dolomite; Jour. Sed. Petrology, **62** (1992) 190-195.

[17] Amthor J.E. and Friedman, G.M.l.; Early- to late diagenetic dolomitization of platform carbonates: Lower Ordovician Ellenburger Group; Permian Basin West Texas; Jour Sed. Petrology, **62** (1992) 131-144.

[18] Hanshaw, B.B., Back, W. and Deike R.G.; A geochemical hypothesis for dolomitization by groundwater; Econ. Geology, **66** (1971) 710-724.

[19] Badiozamani, K.; The Dorag dolomitization model application to the Middle Ordovician of Wisconsin; Jour. Sed. petrology, **43** (1973) 965-984.

[20] Ward, W.C. and Hally, R.B.; Dolomitization in mixing zone of the near-seawater composition, Late Pleistocene, Northwestern Yucatan Peninsula; Jour. Sed. Petrology, **55** (1985) 407-420.

[21] Land, L.S.; The origin of massive dolomite; Jour. Geol. Education, **33** (1985) 112-125.

[22] Mattes, B.W. and Mountjoy, E.W.; Burial dolomitization of the Upper Devonian Miette Buildup, Jasper National park Alberta. in D.H. Zenger, J.B. Dunham, and R.L. Ethington, (Eds)., Concepts and Model of Dolomitization. Soc. Econ. Paleon- tologists Mineralogists, Spec. pub. **28** (1980) 320.

[23] Sternbach, C.A. and Friedman, G.M.; Ferron carbonate formed at depth require porosity well-log corrections: Hunton Group, deep Abadarko Basin (Upper Ordovician to Lower Devonian) of Oklahoma and Texas: Transaction of Southwest section. Am. Asso. Petrol. Geologists, 167-173.

[24] Moore, C.H.; Carbonate Diagenesis and Porosity; Elsevier, Amsterdam (1989) 338.

Shukla, V.J. and Firedman, G.M.; Dolomitization and Digenesis of a shallowing- upward sequence. Jour. Sed. Petrology, **52** (1989) 1087-1100.