



## پترولوژی تراورتن های معدن سفید، شرق روستای ورتون (شمال شرق اصفهان)

علی خان نصر اصفهانی<sup>۱</sup> عبدالحسین کنگازیان<sup>۱</sup>، حسن مصدق زاده<sup>۲</sup>

۱- استاد یار گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد رسوب شناسی و سنگ رسوبی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

### چکیده:

معدن سفید در شرق روستای ورتون و شمال شرق شهر اصفهان واقع شده است. این منطقه بخشی از زون ارومیه - دختر (شمال غرب - جنوب شرق) می باشد. از نظر ریخت شناسی تراورتن های این معدن از نوع شکاف- پشته و مربوط به زمان کواترنر است. ویژگی های بافتی نظیر بافت پلوئیدی، لامیناسیون های میکربیتی و استروماتولیت در این رسوبات تاییدی بر حضور فعال و فعالیت های زیستی و میکربی همزمان با رسوبگذاری تراورتن می باشد. مهمترین نوع لامیناسیون در تراورتن های این معدن لامیناسیون از نوع صفحه ای است. از مهمترین نوع تخلخل های شناسایی شده در معدن می توان به تخلخل حفره ای و شکستگی های ثانویه اشاره کرد. تراورتن های این منطقه در فاصله یک تا دو کیلومتری از گسل های فعال منطقه دیده می شود. با توجه به روند این گسل ها عامل شکل گیری نهشته ها، کشش های موضعی ایجاد شده در پهنه همپوشانی این گسل ها است. از نظر رخساره ای این معدن شامل یک گروه رخساره استروماتولیتی است. شواهد زمین شناسی نشان می دهد که این سنگ ها در یک محیط ژئوگرایان احتمالا به واسطه فعالیت های تکتونیک - ماگمایی ایجاد شده اند.

**واژه های کلیدی:** تراورتن، معدن سفید، ورتون، زون ارومیه دختر.

## Petrology of White mine travertine, east Vartoun village (N-E Esfahan)

### Abstract:

White mine located east of Vartoun village, north-east of Esfahan city. The region belongs to Uromia-Dokhtar belt zone. Morphologic evidences imply that the travertine are Fissure- Ridge type and are related to the Quaternary age. Petrology and geochemistry evidences shows Fabric and texture characteristic of these sediments emphasize the active presence of micro organisms and biological activities with travertine sedimentation simultaneously. It shows special peloid's texture with micrite and estromatolite lamination. The presence of lamination in travertine is due to alternative seasonally/daily growth. Most of this travertine is seen in the 1 to 2 kilometers of the active fault zones. With regard to the process of these faults, the generating agent of travertine is the local tension in fault regions. one special estromatolite facieses is existence in this mine. the geological evidences shows that these rocks occurred in a high geogradient environment and due to the tectomagmatic activities circulation of magmatic and meteorite waters in depth and represented on surface by the faults and fractures in the form of hot springs causing the formations of travertine in springs and large faults trends.

**Key words:** Travertine, white Maine, Vartoun, Uromia-Dokhtar belt.

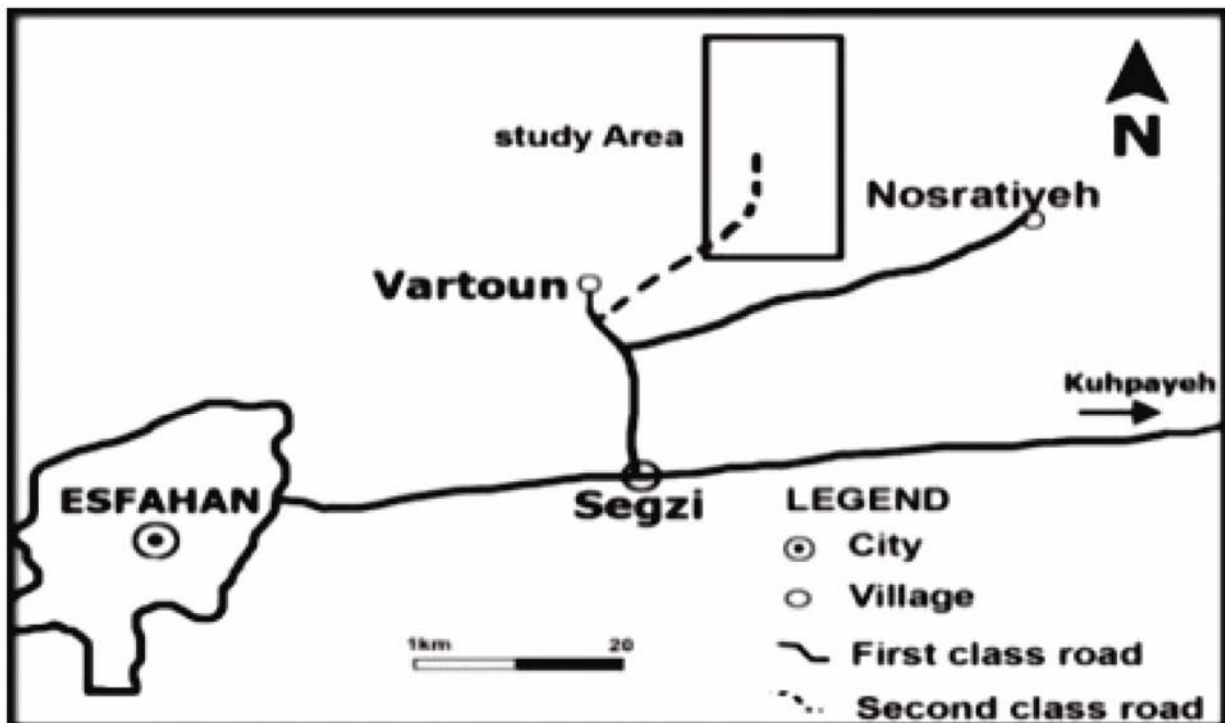
۱- مقدمه:

کرد(نصر اصفهانی وعابدی ۱۳۸۶). عمده محصولات این معدن به عنوان سنگ تزئینی در نما و تزئینات داخل ساختمان استفاده می شود(شکل ۲). در این مقاله برای اولین بار پتروگرافی رسوبات تراورتن در معدن سفید شرق روستای ورتون بررسی می شود.

۲- موقعیت جغرافیایی منطقه:

کوتاه ترین راه دسترسی به منطقه جاده اصفهان - سگزی - ورتون - زفره است که پس از رسیدن به سگزی و طی مسیر ۲۳ کیلومتری و گذشتن از روستای ورتون در ۸ کیلومتری جاده ورتون - زفره پس از طی حدود ۵۰۰ متر به محل ذخیره خواهیم رسید. معدن سفید ورتون در طول جغرافیایی  $2/16^{\circ}$   $11^{\circ}$   $52'$  و عرض جغرافیایی  $7/82^{\circ}$   $51'$   $32^{\circ}$  واقع شده است (شکل ۱). بیشترین تمرکز تراورتن در محدوده مورد مطالعه در شرق و شمال شرقی روستای ورتون متمرکز می باشد.

مجموعه تراورتن های استان اصفهان بخشی از کمربند آتشفشانی زون ارومیه-دختر در ایران مرکزی است که به طور عمده بر روی نواری به طول حدود ۵۰۰ کیلومتر و عرض ۱۰۰-۸۰ کیلومتر با روند شمال غرب- جنوب شرق از گوشه شمال غربی استان تا جنوب غربی باتلاق گاو خونی کشیده شده است (نصر اصفهانی و حاجیان ۱۳۸۶). بیشتر ذخایر اقتصادی استان در حاشیه غربی زون ایران مرکزی در زون ارومیه- دختر قرار دارد (قربانی ۱۳۸۲، امامی و همکاران ۱۳۷۱). ناحیه ورتون در شمال شرقی اصفهان واقع است و ذخایر تراورتن در بخش شرقی و شمال شرقی آن متمرکز است (شکل ۱). معدن سفید ورتون از سال ۱۳۸۰ شروع به کار کرده و میزان ذخیره قطعی این معدن ۱۸۰۰۰۰ تن و با توجه به گسترش تراورتن به صورت تپه ماهور بیش از ۵۰۰۰۰۰ تن ذخیره احتمالی هم برای آن می توان پیش بینی

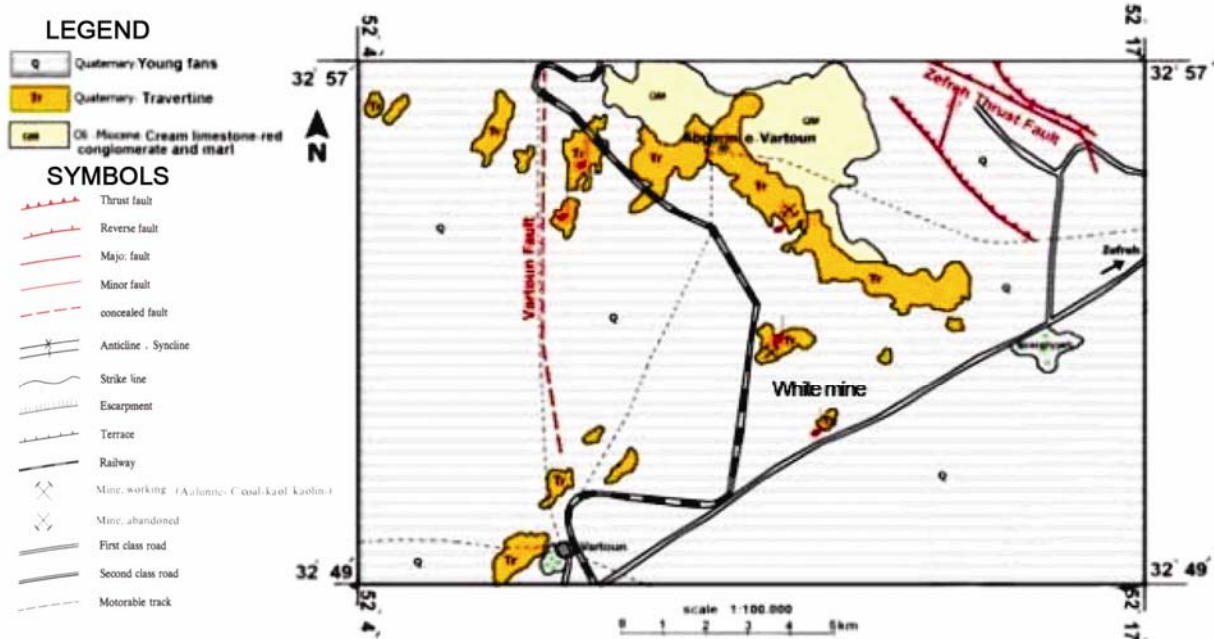


شکل ۱: موقعیت جغرافیایی و راه های ارتباطی منطقه ی مورد مطالعه

و در اکثر اوقات بطور مستقیم بر روی آهک های الیگومیوسن (سازند قـم) قرار دارند و فرآیند تراورتن زایی در اطراف چشمه آب گرم ورتون هم اکنون قابل مشاهده است (آب گرم ورتون). این رسوبات را می توان هم

۳- زمین شناسی عمومی:

از نظر زمین شناسی این ناحیه در بین پادگانه های جوان پست واقع شده است (شکل ۲). تراورتن های مورد مطالعه در این ناحیه متعلق به کواترن می باشد



شکل ۲: نقشه ی زمین شناسی منطقه ی مورد مطالعه (رادفر ۱۳۷۹ با تغییرات)

#### ۴- روش مطالعه:

تعداد ۲۹ نمونه دستی طی بازدیدهای صحرایی از مجموعه تراورتن ها در معدن سفید ورتون برداشت گردید. از این تعداد ۱۸ مقطع نازک تهیه شد. نمونه ها با کمک میکروسکوپ پلاریزان نور انکساری مورد مطالعه و عکس برداری قرار گرفت. همچنین جهت تعیین ترکیب شیمیایی تعداد ۲ نمونه به روش XRF تجزیه شیمیایی شد (جدول ۱).

جدول ۱: نتایج حاصل از آنالیز سنگ های معدن

Element	M1	M2
SiO <sub>2</sub>	0.25	0.114
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.16	11.87
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.70	0.073
CaO	54.85	54.40
Na <sub>2</sub> O	0.11	0.070
MgO	0.62	0.440
K <sub>2</sub> O	0.07	0.025
TiO <sub>2</sub>	0.132	0.005
MnO	0.005	0.066
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.024	0.006
SrO	-	0.044
L.O.I	43.18	43.91
Total	100.101	111

#### ۵- مطالعات پتروگرافی

##### ۵-۱- ویژگی های میکروفابریک سنگ های کربناته

مجموعه های تراورتن های مطالعه شده در صحرا به صورت پشته ای و به رنگ سفید (شکلاتی) مشاهده گردید (شکل ۳). بررسی های میکروسکوپی نشان داد که تنها آلومک موجود در سنگ های کربناته غیر دریایی این ناحیه ذرات پلوییدی هستند و آلومک های متداول در سنگ های کربناته دریایی و نیز سنگ های کربناته دریاچه ای در این سنگ ها دیده نشد. بنابراین می توان گفت که این سنگ ها عمدتاً از زمینه (ارتوکم) تشکیل شده اند.

##### ۵-۱-۱- میکریٹ

بررسی های میکروسکوپی نشان داد که تنها آلومک موجود در سنگ های کربناته غیر دریایی این ناحیه ذرات پلوییدی هستند و آلومک های متداول در سنگ های کربناته دریایی و نیز سنگ های کربناته دریاچه ای در این سنگ ها دیده نشد. بنابراین می توان گفت که این سنگ ها عمدتاً از زمینه (ارتوکم) تشکیل شده اند. ذرات پلوییدی ذکر شده تنها در برخی از مقاطع نازک دیده شد. در سنگ های کربناته مورد مطالعه ارتوکم میکریتی عمدتاً به صورت فابریک کلوخه ای یا لخته ای دیده می شود (Pl.1/A).



شکل ۳: A: کوپ های تراورتن استخراج شده در محل معدن سفید B: نمای کلی از معدن

### ۵-۱-۲- تخلخل

از ویژگی های پتروگرافی در مقاطع میکروسکوپی می توان به تخلخل اشاره کرد. اصولاً فضاهای خالی در مقیاس میکروسکوپی به دو منشأ نسبت داده می شود (فاک و همکاران ۲۰۰۰). اولی جایگزینی ساختمانی سنگ و تخلخلی که از بدو دیاژنز همزمان با خروج گاز و سنگ شدن آغازی رسوبات حاصل می گردد و دومی از تغییرات ثانوی ساختمان داخلی سنگ در اثر دیاژنز نتیجه می شود. در حالت اخیر تخلخل ثانوی پس از عمل انحلال و ایجاد رگه های موین در سنگ ایجاد می شود. پدیده ی انحلال بخصوص در محیط های متوریک شایع است. جریان های محلول اشباع شده از یون های مختلف می توانند تخلخل اولیه یا ثانوی را به طور قابل ملاحظه ای تغییر داده و در آن موجب سازندگی یک سیمان آغازین یا پایانی گردند (فاکسنا و همکاران ۲۰۰۸). با توجه به مطالعات انجام گرفته در منطقه بر اساس نظر گلور و همکاران (۲۰۰۳) می توان تخلخل را به دو دسته تحت کنترل فابریک شامل روزنه ای وعدم کنترل توسط فابریک (ناشی از

شکستگی و حفره ای) تقسیم بندی نمود. بطور کلی تخلخل های سنگ آهک به انواع انتخابی و غیر انتخابی تقسیم می شود و البته تخلخل در بیشتر تراورتن ها از جمله تراورتن های ورتون از نوع انتخابی است (فلوگل ۲۰۰۴).

### ۵-۱-۲-۱- تخلخل روزنه ای (Fenestral Porosity)

این تخلخل با فضا های خالی کم و بیش طویل شده شناخته می شود و معمولاً این فضاها به صورت بین لایه ای و جهت دار است. گاهی نیز به یکدیگر متصل و به طور منظم دیده می شود. این تخلخل تابع بافت می باشد (آدم احمد علی و همکاران ۲۰۰۸) (Pl.1/B).

### ۵-۱-۲-۲- تخلخل ناشی از شکستگی در سنگ ها

این نوع تخلخل فابریک سنگ را قطع می کند واز نوع غیر انتخابی است. عموماً حاصل نیروهای جهت دار (تکتونیکی) می باشد (شواریتسد و همکاران ۲۰۰۷). شبکه ی شکستگی های موین و میکروسکوپی از همان قوانین انتشار و گسترش شکستگی های بزرگ (تکتونیکی، انحلال لایه های زیرین) و یا به علت

از اشکال قابل رویت در نمونه ی دستی یا مزوفابریک می توان به تخلخل و لامیناسیون اشاره نمود، این دو ویژگی مزوفابریکی در مقاطع میکروسکوپی نیز قابل مشاهده است.

### ۵-۳-۱-تخلخل

حفره ها اشکال اختصاصی و قسمتی از مزوفابریک و میکروفابریک تراورتن های معدن سفید است. حفرات ماکروسکوپی گسترش یافته معمولاً با اندازه ی ۵-۲ میلی متر دیده می شود و به واسطه ی ادخال های گاز به وجود می آیند. این حفرات دارای نسبت طول به عرض زیاد (بیشتر از ۵سانتیمتر) و با طولیل شدگی موازی با لایه بندی دیده می شوند(Pl.1/G).

### ۵-۳-۲-لامیناسیون

لامیناسیون علاوه برنمایش جزئیات تشکیل تراورتن در زمان گذشته شاهدهی بر تغییرات متناوب رسوبگذاری ناشی از عوامل فیزیکی مانند تغییرات هوا یا مرتبط با فعالیت های زیستی است(پنتی کاست ۲۰۰۵). در منطقه مورد مطالعه لامیناسیون فقط به صورت صفحه ای دیده می شود(Pl.1/H).

وجود مایعات فوق العاده تحت فشار در سنگها تبعیت می نماید (فیض نیا ۱۳۷۷)(Pl.1/C).

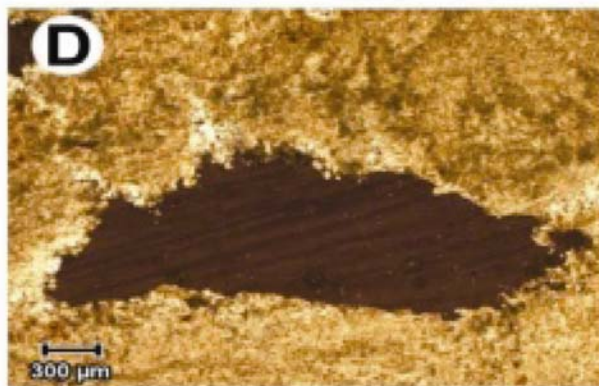
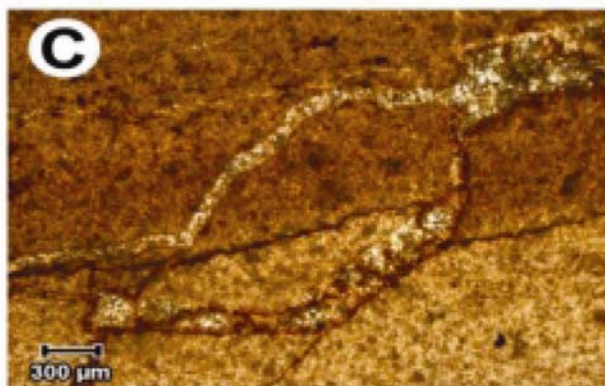
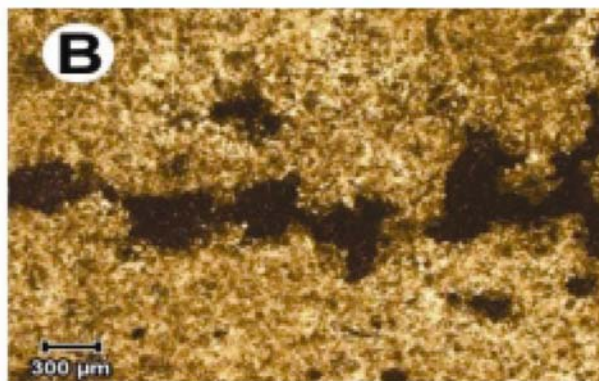
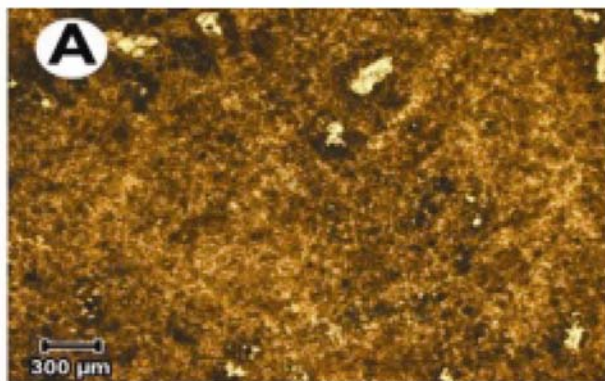
### ۵-۲-۱-تخلخل حفره ای

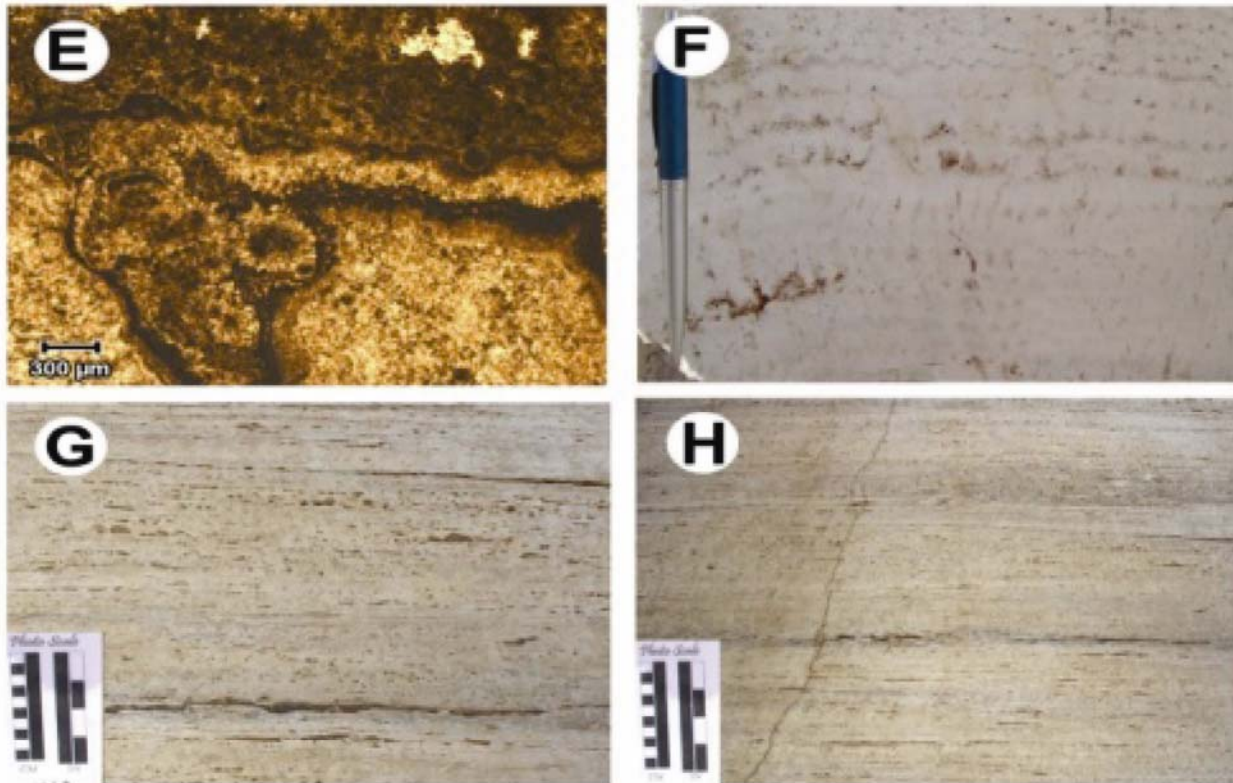
این تخلخل از نوع مستقل از بافت است(تاکاشیما و همکاران ۲۰۰۸). عمدتاً بر اثر انحلال در محیط های متئوریکی ایجاد می شود. انحلال از سطح دانه فراتر رفته و سیمان یا ماتریکس اطراف را نیز در بر می گیرد(ایجاد حفره). گاهی بلور های کلسیت به صورت دندان سگی حاشیه ی حفره ایجاد ی را می پوشاند (Pl.1/D).

### ۵-۲-بیوفابریک

سنگ های کربناته غیر دریایی معدن سفید دارای لامینه ولایه بندی استروماتولیتی می باشد(Pl.1/E,F). ویژگی مهم این ساختار تناوب لامینه ها ولایه های تیره و روشن است که حالت موج دارد.همراه این ساختار به طور معمول ساختمان های روزنه ای (فنسترال)<sup>۱</sup> دیده می شود که بر اساس نظر فلوگل(۲۰۰۴) از نوع شبه لامینه ای (LF)<sup>۲</sup> و تیپ B1 می باشد.

### ۵-۳-ویژگی های مزوفابریک





پلیت (۱) A: ذرات پلوییدی (کلوخه ای) B: تخلخل روزنه ای C: تخلخل ناشی از شکستگی D: تخلخل حفره ای E: آثار استروماتولیتی  
F: استروماتولیت در نمونه دستی G: تخلخل ماکروسکوپی H: لامیناسیون صفحه ای

#### ۴- چینه نگاری:

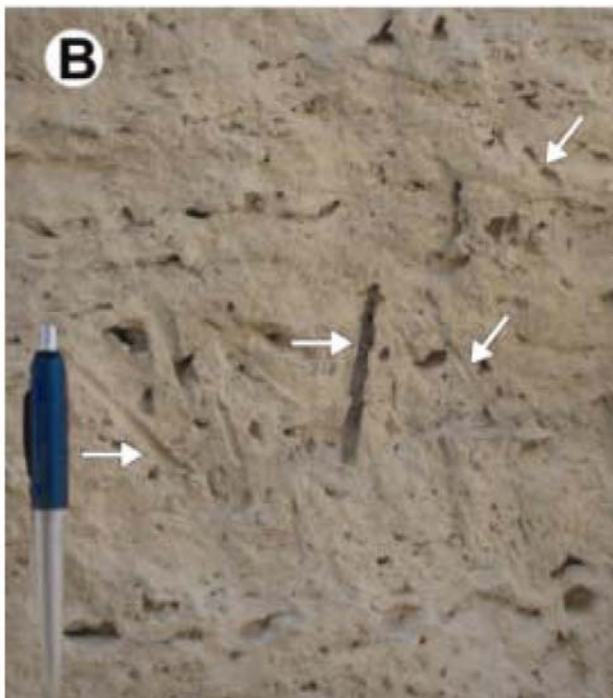
در این معدن کلیه لیتولوژی مشاهده شده از نوع کربنات های غیر دریایی است که شامل تراورتن و تופا به شرح زیر می باشد.

#### ۱-۶- تراورتن

محصول چشمه های آهک ساز قدیمی است و به صورت پهنه های نسبتاً وسیعی دیده می شوند. در اغلب موارد لایه ها در ذخایر تراورتنی افقی هستند و یا با شیب ملایمی قرار گرفته است که تابع مورفولوژی سطح زمین است. تراورتن در معدن سفید ورتون بیشتر در قسمت پایین معدن متمرکز می باشد.

#### ۲-۶- تופا

رسوباتی با تراکم کم و نرم هستند که از رسوب لایه های نازک کربنات کلسیم یا به مقدار کمتر سیلیس در اطراف چشمه های آب سرد و یا به صورت پوششی در اطراف استلاکتیت ها یا استلاکتیت ها تشکیل می شوند (کله ۲۰۰۸، سیمسد و همکاران ۲۰۰۰). تופا در این معدن بیشتر در قسمت بالایی متمرکز است و بیشتر با آثار ساقه گیاهان متمرکز شده است (شکل ۴).



شکل ۴: تופا به همراه آثار ساقه گیاهان در معدن سفید

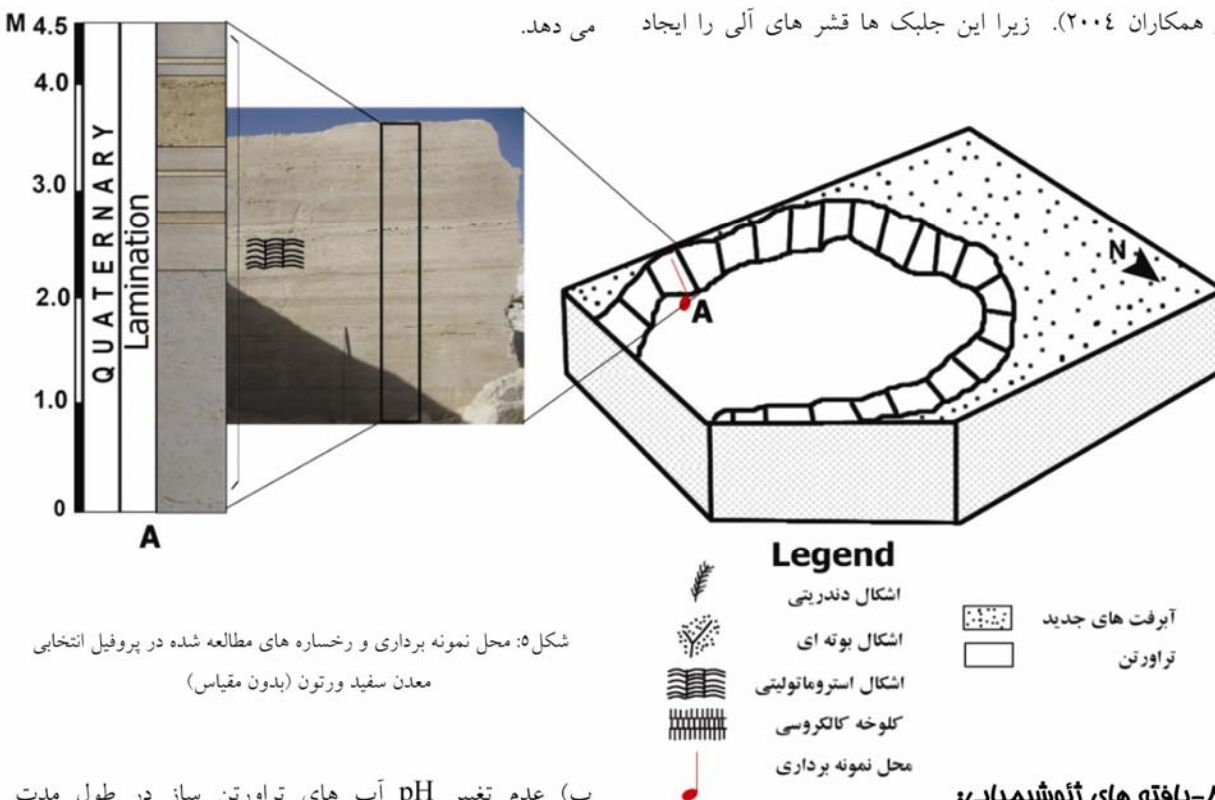
### ۷- بررسی (فلسفه):

ریز رخساره یا میکروفاسیس دربرگیرنده ی معیارهایی است که در مقاطع نازک درزیر میکروسکوپ به چشم می خورد (ریدینگ ۲۰۰۰، چافتز و فولک ۱۹۸۴). این معیارها در تراورتن عمدتاً بیولوژیکی و رسوب شناسی است. رخساره موجود در این معدن رخساره استروماتولیتی می باشد (Pl. I/E,F)

این رخساره معمولاً به صورت ساختمان های لامینه ولی موج دار بوده و در آن قسمت هایی مشاهده می شود که کاملاً متبلور شده اند. این ساختمان نتیجه ی روی هم انباشته شدن پوشش های جلبکی است. جلبک های آبی - سبز اساسی ترین موجود جهت ایجاد این ساختمان ها به نظر می رسند (دیلی سیز و همکاران ۲۰۰۴). زیرا این جلبک ها قشر های آلی را ایجاد

نموده که مواد رسوبی کربناته ریز دانه را به هم چسبانده و در نتیجه لامینه های جلبکی - رسوبی ایجاد می کنند. البته این جلبک دارای اجزای سخت آهکی نبوده در نتیجه تنها لامیناسیون ایجاد شده به وسیله ی آن باقی می ماند. شکل رشد به وسیله شرایط محیطی و عوامل بیولوژیکی از جمله واکنش متفاوت جنس های مختلف جلبک به ته نشست مواد کربناته کنترل می شود. طبق نظردانها (۱۹۶۲ به نقل از آلساندرو همکاران ۲۰۰۷) این سنگها در گروه بایندستون جای می گیرند (شکل ۵).

**تحلیل:** این رخساره به دلیل دارا بودن پوشش جلبکی نشان دهنده محیط های کم عمق است که دمای آب در آنها به اندازه کافی سرد شده باشد. پس وجود این رخساره دور بودن از منشأ اصلی را نشان می دهد.



شکل ۵: محل نمونه برداری و رخساره های مطالعه شده در پروفیل انتخابی معدن سفید ورتون (بدون مقیاس)

### ۸- یافته های ژئوشیمیایی:

میزان اکسید کلسیم CaO در نمونه ها این مطلب را نشان می دهد که آب های آهک ساز طی تشکیل این تراورتن هاترکیب نسبتاً پایداری داشته است و این پایداری به دو صورت امکان پذیر است (پنتی کاست ۲۰۰۵):  
الف) یکنواختی لیتولوژی آهک های منشأ و نزدیکی آن ها به محل تشکیل تراورتن های منطقه

ب) عدم تغییر pH آب های تراورتن ساز در طول مدت رسوبگذاری کلسیت  
در مورد تراورتن های معدن سفید ورتون مورد اول صادق است. زیرا همان طور که خواهیم دید، بررسی های ژئوشیمیایی تغییر pH در خلال مدت رسوب گذاری را نشان می دهد.  
وجود مقادیر بالای  $Al_2O_3$  در معدن سفید نشان دهنده بالا بودن کانیهای رسی در این سنگ ها است. میزان  $Fe_2O_3$  با مقادیر pH

می توان حدس زد قسمت های پایین این معدن ترموژن و قسمت های بالایی آن به خاطر وجود آثار حیات بیوژن می باشد.

#### ۱۰- منابع:

امامی، م. ه.، خلعت بری جعفری، م.، و ثوقی عابدینی، م.، (۱۳۷۱). پلوتونیسیم ترشیری منطقه اردستان و ایران مرکزی، فصل نامه شماره ۴، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

خسرو تهرانی، خ.، (۱۳۶۰). شناخت رخساره های رسوبی در مقیاس میکروسکوپی، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۳۵۲ ص.

رادفر، ج.، (۱۳۷۹). نقشه چهارگوش منطقه اردستان، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

فیض نیا، س.، (۱۳۷۷). سنگ شناسی رسوبی کربناته، دانشگاه امام رضا(ع)، ۳۰۴ ص.

قربانی، م.، (۱۳۸۲). مبانی آتشفشان شناسی با نگرشی بر آتشفشانهای ایران، انتشارات آریز زمین، ۳۶۲ ص.

قرب، ع.، (۱۳۸۲). شناخت سنگ ها (جلد ۱)، تهران: انتشارات علمی و فرهنگی، ۳۶۵ ص.

نصر اصفهانی، ع و حاجیان م.، (۱۳۸۶) زمین شناسی کانسار منگنز بغم (جنوب اردستان) با تاکید بر ویژگی های پترولوژی سنگ میزبان آتشفشانی فلسیک، مجموعه مقالات اولین کنگره زمین شناسی کاربردی ایران.

نصر اصفهانی، ع و عابدی کویایی، س.، (۱۳۸۶). ذخایر و معادن تراورتن در استان اصفهان و جایگاه ویژه آن در توسعه اقتصادی منطقه، همایش سراسری علوم پایه باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر ری.

#### References:

Alessandro Walter D, Salvatore Giammanco, Sergio Bellomo, Francesco Parello, 2007. Geochemistry and mineralogy of travertine deposits of the SW flank of Mt. Etna (Italy): Relationships with past volcanic and degassing activity, Journal of Volcanology and Geothermal Research, Volume 165, Issues 1-2, 15 August, Pages 64-70.

Chafetza, H. S., Folk R. L. 1984. Travertine. Depositional morphology and bacterially constructed constituents. J. sed. petrol. , 54 , 289 – 316.

Eh و ارتباط مستقیم دارد و با میزان ناخالصی ها رابطه معکوس دارد. یعنی هر چه pH و Eh آب در طول زمان و در هنگام رسوبگذاری بالا باشد میزان  $Fe_2O_3$  نیز بالا می رود در نتیجه میزان ناخالصی ها کاهش پیدا می کند و هر چه pH و Eh آب در طول زمان و در هنگام رسوبگذاری پایین باشد میزان  $Fe_2O_3$  نیز پایین است، بدین ترتیب ته نشینی رسوب کربنات کم می شده است و در نتیجه ترکیبات اکسیدی دیگر مجال رسوب کردن یافته اند (فاکسنا و همکار ۲۰۰۸). اکثر ناخالصی ها در این توالی مربوط به اکسید های  $Al_2O_3$  و  $MgO$  ,  $Fe_2O_3$  ,  $SiO_2$  می باشد به این معنی که آب های زیر زمینی در جریان عبور از واحد های سنگی یاد شده عناصر  $Mg$  ,  $Fe$  ,  $Si$  ,  $Al$  و غیره را در خود حل کرده و به سطح آورده اند و در آنجا به سبب تغییرات pH و Eh به همراه تراورتن ها و به صورت ناخالصی در آن ها ته نشین شده است.

#### ۹- نتیجه گیری:

با توجه به شواهدی همچون آثار استروماتولیت، ساقه گیاهان و تופا در معدن سفید مشخص گردید که دمای آب به اندازه کافی جهت فعالیت جلبک ها و رشد گیاهان مناسب بوده و با توجه به دلایل ذکر شده می توان نتیجه گرفت که رخنمون های تراورتن در این معدن از سرچشمه اصلی دور بوده است. در این معدن می توان تغییرات را به صورت عمودی پیگیری کرد بدین صورت که در پایین معدن رخساره استروماتولیت وجود دارد و در قسمت های بالایی این رخساره به تופا تبدیل شده است. همچنین وجود آثار ساقه گیاهان در قسمت بالایی معدن نشان دهنده مناسب بودن شرایط رشد و کم عمق شدن حوضه را بیان می دارد. با توجه به نتایج حاصل از آنالیز XRF مشخص گردید که بیشترین ناخالصی مربوط به اکسید آلومینیوم است که نشان دهنده وجود کانیهای رسی در این معدن است. همچنین با وجود بالا بودن ناخالصی ها مشخص گردید که pH و Eh آب در طول زمان و در هنگام رسوبگذاری پایین بوده است. با توجه به پایین بودن این مقادیر میزان اکسید آهن نیز پایین است و در عوض میزان ناخالصی ها از جمله  $Al_2O_3$  و  $MgO$  ,  $K_2O$  ,  $Na_2O$  بالا می باشد. رنگ سفید این معدن نیز میزان پایین اکسید آهن را اثبات می کند با توجه به مطالعات میکروفابریک و مزوفابریک (تخلخل)



**Simsed, S, Gunay, G, Elhatip, H and Ekmekci, M, 2000.** Environmental Protection of geothermal waters and travertine at Pamukkale, Turkey, *Geothermic*, 29, 557-572, June 16/20.

**Shvartsev S.L., O.E. Lepokurova, Yu.G. Kopylova.2007.** *Geochemical mechanisms of travertine formation from fresh waters in southern Siberia* Russian Geology and Geophysics, Volume 48, Issue 8, August, Pages 659-667.

**Takashima Chizuru, Akihiro Kano.2008.** *travertine Sedimentary Geology*, Volume 208, Issues 3-4, 1 August, Pages 114-119.

**Riding, R. E., 2000.** *Microbial carbonates: the geological record of calcified algal mats and biofilms – sedimentology*, 47, 179 – 214.

**Kele Sandor, Attila Demeny, Zoltan Siklosy, Tibor Nemeth, Maria Toth, Magdolna B. Kovacs 2008.** *Chemical and stable isotope composition of recent hot-water travertine's and associated thermal waters, from Egerszalók, Hungary: Depositional facies and non-equilibrium fractionation* Sedimentary Geology, Volume 211, Issues 3-4, 15 November, Pages 53-72.

**Adam Ahmed Ali, Paul Roiron, Lucie Chabal, Paul Ambert, Jean Gasco, Joel Andre, Jean-Frederic Terral.2008.** Holocene hydrological and vegetation changes in southern France inferred by the study of an alluvial travertine system (Saint-Guilhem-le-Desert, Hérault) *Comptes Rendus Geosciences*, Volume 340, Issue 6, June, Pages 356-366.

**Dilisiz , C. Marques , J. Mand Carreira , P. M. M.2004.** The impact of hydrological changes on travertine deposits related to thermal springs in the pamukkale area(SW Turkey) , *published online Springer – Verlag.*

**Faccenna Claudio, Michele Soligo, Andrea Billi, Luigi De Filippis, Renato Funicello, Claudio Rossetti, Paola Tuccimei.2008,** Pleistocene depositional cycles of the Lapis Tiburtinus travertine (Tivoli, Central Italy): Possible influence of climate and fault activity, *Global and Planetary Change*, Volume 63, Issue 4, October, Pages 299-308.

**Flügel , E. (2004).** *Microfacies of carbonate Rocks. Analysis Interpretation and Application* springer. Verlag Berlin, Heidelberg, Germany.

**Fouke, B.W., Farmaer, j.D., Des. Marais, D.j., Pratt, L., Sturchio, N.C., Burns, P. C.and Discipulo, MoK..2000;** Depositional Fancies and aqueous-solid geochemistry of travertine – depositing hot springs, *J.sed. Res.*, 70,189-213.

**Glover, C.and Robertson, A.F.H.2003,** Origin of tufacool water carbonate and related terraces in the Antalya area Sw Turkey, *Geol.J.* 38, 329-353.

**Marks.j. Parnell, R, Carter, C, Dinger, E and Haden, G, 2006.,** Interaction between geomorphology and ecosystem Processes in travertine streams: Implications for decommissioning a dam on Fossil Creek, Arizona, *Geothermic*, 59, 273-298.

**Pentecost, A. and Viles, H.A.1994.,** A review and assessment of travertine classification, *Geo. Phys. Quaternary*, 48, 305-314.

**Pentecost, A. ,1995,** Geochemistry of Carbon dioxide in six travertine depositing waters of Italy, *J. Hydrol.*, 167, 263-278.

**Pentecost , A..2005.** *Travertine*, springer – Verlag Berlin Heidelberg , Netherland , 445p.