

## پترولوژی تراورتن های کوه تخت سرخ اردستان (شمال شرق اصفهان)

الهام گودرزی زاده 1، علی خان نصر اصفهانی 2، عبدالحسین کنگازیان 2

دانشجوی کارشناسی ارشد رسوب شناسی و سنگ رسوبی دانشگاه آزاد اسلامی

واحد خوراسگان

استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

### چکیده

تراورتن تخت سرخ در 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 منطقه مورد مطالعه از نوع شکاف - پشته و مربوط به زمان کواترنر است. شواهد پتروگرافی نشانگر عمدتاً ترموزن بودن این ذخایر می باشد. ویژگی های بافتی در این رسوبات تاییدی بر حضور فعال و فعالیت های زیستی و میکروبی همزمان با رسوبگذاری تراورتن می باشد. حضور لامیناسیون در تراورتن ناشی از رشد متناوب فصل / روزانه می باشد. اکثر این نهشته ها بر روی، یا 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. شواهد زمین شناسی نشان می دهد که این سنگ ها در یک محیط ژئوگرایان به واسطه فعالیت های تکتونیکی - ماگمائی ایجاد شده اند. چرخش آب های جوی در اعماق و ظهور دوباره آن در سطح از طریق شکستگی ها و گسل های موجود، بصورت چشمه های آب گرم باعث تشکیل تراورتن در محل چشمه ها و در امتداد گسلها و شکستگی های بزرگ شده است.

## کلید واژه: تراورتن، تخت سرخ، زون ارومیه دختر.

### مقدمه

تراورتن سنگ آهکی سیمانی شده و متراکم است که در نتیجه ته نشینی سریع کربنات کلسیم از آبهای زیرزمینی و سطحی (سرد و گرم) ناشی شده و در اطراف چشمه ها، رودخانه ها، غارها و در امتداد شکستگی ها و گسل ها دیده می شود (Mitchell, 1985). مجموعه تراورتن های استان اصفهان بخشی از کمر بند آتشفشانی زون ارومیه- دختر در ایران مرکزی است که به طور عمده بر روی نواری به طول حدود 500 کیلومتر و عرض 80-100 کیلومتر با روند شمال غرب- جنوب شرق از گوشه شمال غربی استان تا جنوب غربی باتلاق گاوخونی کشیده شده است. بیشتر ذخایر اقتصادی استان در حاشیه غربی زون ایران مرکزی در زون ارومیه- دختر قرار دارد (قربانی، 1382). سنگهای تراورتن در ایران چندان مورد مطالعه قرار نگرفته و اطلاعات و منابع مدون کافی راجع به این سنگها وجود ندارد. به همین دلیل در این پژوهش یکی از مناطقی که از نظر مطالعه ی این گروه سنگها مناسب تشخیص داده شد به عنوان موضوع تحقیق انتخاب گردید. در این مقاله، پتروگرافی رسوبات تراورتن تحت عنوان میکروفابریک و مزوفابریک بررسی می شود.

### موقعیت جغرافیایی منطقه

کوه تخت سرخ در طول جغرافیایی  $52^{\circ}$  تا  $52^{\circ}5'$  و عرض جغرافیایی  $33^{\circ}05'$  تا  $33^{\circ}15'$  واقع شده است و از سمت شمال شرقی به اردستان از جنوب به ورتون از غرب به دیزلو محدود است. کوتاه ترین راه دسترسی به منطقه جاده اصفهان- اردستان می باشد. پس از طی مسیر 60 کیلومتری از اصفهان و پشت سر گذاشتن دیزلو در سمت چپ جاده و پس از طی 2 کیلومتر به منطقه مورد مطالعه می رسیم.

## زمین شناسی عمومی

از نظر زمین شناسی این ناحیه در بین پادگانه های جوان واقع شده است. این سنگها اکثراً به ترشیری تعلق دارند و روی آهک و مارن کرتاسه قرار گرفته اند. گسل عباس آباد با امتداد شمال- جنوب از گسل های مهم این منطقه است. (رادفر، 1376).

## روش مطالعه

تعداد 45 نمونه دستی طی بازدیدهای صحرائی از تراورتن برداشت گردید. از این تعداد 20 مقطع نازک تهیه شد. نمونه ها با کمک میکروسکوپ پلاریزان نور انکساری مطالعه شدند دیده می شود.

## پتروگرافی

در این پژوهش، پتروگرافی تراورتن تحت عنوان میکروفابریک و مزوفابریک مطالعه می شود. اختصاصات میکروسکپی (میکروفابریک) در مقطع نازک و اختصاصات قابل رویت (مزوفابریک) در نمونه ی دستی مشاهده می شود. البته بعضی محققین با توجه به نقش فعالیت های باکتریایی، جلبکی و گیاهی در شکل گیری تراورتن معتقد به بیوفابریک نیز می باشند (پنتی کاست 2005). اختصاصات میکروسکپی دارای اهمیت بیشتر بوده و راهنمای دانستن چگونگی تشکیل تراورتن و دیاژنر آن و توضیح بسیاری از اختصاصات فیزیکی مربوطه می باشد. از مشخصه های اصلی رسوبات چشمه های آب گرم در زیر میکروسکپ وجود رشته های جلبکی، لامینه های فشرده به هم، نوارهای رنگی متناوب با لایه های فنسترال با بافت لوله ای، لکه دار یا نرده ای و لایه های متخلخل است (فیض نیا 1375). بیشتر سنگ های تراورتن از تشکیل شده است. مقاطع نازک شامل میکریت، میکرواسپار و اشکال مختلف کلسیت بلوری است. میکریت با

اندازه  $0-5\mu\text{m}$ ، میکرواسپار با اندازه  $5-35\mu\text{m}$  و ماکرواسپار در اندازه های بیشتر از  $35\mu\text{m}$  به چشم می خورد (پنتی کاست 2005).

## میکرو فابریک

### میکریت

در مقاطع نازک میکریت به شکل نواحی آپاک و با نوارهای مبهم و گاهاً به شکل کلوخه ای، ریسمان مانند (نواری)، پلوئیدی یا لایه های متناوب با دیگر یافت ها دیده می شود. کلوخه ها در دامنه ی وسیعی از تراورتن ها حضور دارند و احتمالاً در اصل حاصل فعالیت میکروبی هستند (پنتی کاست 1995). دانه های میکریت به صورت هم اندازه و بی شکل و دانه های میکرو اسپار به شکل هم اندازه و شکل دار حضور دارند و خمیره ی تراورتن را تشکیل می دهند. میکریت می تواند تشکیل دهنده ی کل سنگ باشد و یا به صورت خمیره ی ریزدانه در بین ذره های سنگ آهک حضور یابد. در واقع آنچه در مقاطع دیده می شود همان ماتریکس و سیمان است و آلومنی به شکل تپیک وجود ندارد. میکریت احتمالاً در اطراف و مابین کلنی های باکتری مخصوصاً سیانو باکتری ها نهشته می شود (پنتی کاست 1995). اگر گات پلوئیدی میکریت در مقاطع اغلب بافت لخته خونی ایجاد می کند (شکل 3-1). همچنین کلنی های باکتری و سیانو باکتری اشکال بوته ای را بوجود می آورند که به سمت بالا شاخه شاخه شده اند (پنتی کاست 1995) و غالباً شراب نامیده می شوند (شکل 3-2). انواع شراب ظاهراً شبیه کلسیت دندریتی است. اما در مقطع نازک پیچیدگی بیشتری نشان می دهد (شکل 3-3 و 3-4). در شراب باکتریایی واحد سازنده شامل ستون های میکریتی با عرض حدود 10 میکرو متر ( $\mu\text{m}$ ) است که با باکتری فراوان تجمع پیدا کرده است. این ستون ها با رومیکنک های اسپار با طول 20-10 میکرو متر تجمعاتی با قطر حدود 100 میکرو متر تشکیل می دهند. این بوته ها در

نسبت میکریٹ باکتریایی و اسپاریت متفاوتند و تشخیص آن‌ها از کلسیت‌های دندریتی تا حدودی مشکل به نظر می‌رسد.

### **اسپاریت**

در مقاطع نازک اسپاریت به واسطه‌ی شفافیت و بلورهای درهم قفل شده متمایز می‌گردد. اسپار اغلب به شکل نامنظم یا خرده‌های گرد شده‌ای که پر شدن فضا‌های خالی را نشان می‌دهد به چشم می‌خورد و گاه‌آه به صورت سیمان نوع دروزی حفرات را پر کرده است. لیک شکل خاص از اسپار تیغه‌ای دسته‌های موازی مثلث وجهی‌هایی از کلسیت است که به واسطه‌ی طرح شش گوش به آن‌ها اسپار دندان سگی اطلاق می‌شود در حاشیه‌ی حفرات شکل گرفته‌اند و مشخصه‌ی ناحیه‌ی ودوز می‌باشند.

### **میکرو فابریک و مزوفابریک**

از اشکال قابل رویت در نمونه‌ی دستی که علاوه بر آن در مقاطع میکروسکپی نیز مطالعه می‌گردد، می‌توان به تخلخل و لامیناسیون اشاره نمود و به شرح زیر بررسی می‌شود.

### **تخلخل**

حفره‌ها اشکال اختصاصی و قسمتی از مزوفابریک و میکروفابریک تراورتن‌های تخت سرخ هستند. حفرات ماکروسکپی گسترش یافته معمولاً با اندازه‌ی 5-2 میلی‌متر دیده می‌شود و به واسطه‌ی ادخال‌های گاز به وجود می‌آیند. این حفرات دارای نسبت طول به عرض زیاد (بیشتر از 5) و با محور بلند موازی با لایه بندی دیده می‌شوند. ضمن این که وجود این حفرات در تراورتن‌های ترموژن کاملاً طبیعی است (پنتی کاست 1995). اصولاً فضا‌های خالی در مقیاس میکروسکپی به دو منشأ نسبت داده می‌شود. یکی جایگزینی ساختمانی سنگ و تخلخلی که از بدو دیاژنز همزمان با

خروج گاز و سنگ شدن آغازی رسوبات حاصل می گردد و دیگری که 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 موئین 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 آغازی یا پایانی گردند (خسروتهرانی 1360).

### **تخلخل روزنه ای**

تخلخلی است با فضا های خالی کم و بیش طویل شده که معمولاً این فضاها به صورت بین لایه ای و جهت دار بوده گاهی نیز به یکدیگر متصل و به طور منظم دیده می شوند (خسروتهرانی 1360). این تخلخل تابع بافت (چاکوئت و پری 1970) می باشد.

### **تخلخل حفره ای**

در این سنگ ها این نوع تخلخل از نوع مستقل از بافت (چاکوئت و پری 1970) بوده و عمدتاً بر اثر انحلال در محیط های متوریکی ایجاد می شود. انحلال از سطح دانه فراتر رفته و سیمان یا ماتریکس اطراف را نیز دربر گرفته و حفره ایجاد می کند و گاهی بلور های کلسیت به صورت دندان سگی حاشیه ی حفره را پوشانده است. تخلخل های سنگ آهک به انواع انتخابی و غیر انتخابی تقسیم می شود و البته تخلخل در بیشتر تراورتن ها از جمله تراورتن های تخت سرخ از نوع انتخابی است (فلوگل 2004). تحقیقات نشان داده که به طور کلی تراورتن های ترموزن تخلخل کم تری نسبت به

تراورتن های متوژن دارند (پنتی کاست 1995) و شکل و میزان تخلخل در تراورتن تخت سرخ تا حد زیادی با تخلخل در تراورتن های ترموژن مطابقت می کند.

## لامیناسیون

لامیناسیون در مناطقی از تراورتن تخت سرخ دیده می شود و علاوه بر نمایش جزئیات تشکیل تراورتن در زمان گذشته شاهدی بر تغییرات متناوب رسوبگذاری ناشی از عوامل فیزیکی مانند تغییرات هوا یا مرتبط با فعالیت های زیستی است (پنتی کاست 2005). لامیناسیون از نوع صفحه ای و موجی است. لامیناسیون در این منطقه بیشتر از نوع هتروپیکوس (یک در میان و با ضخامت متفاوت) بوده این لامیناسیون معمولاً مختص تراورتن های ترموژن است. زیرا سرعت رسوبگذاری در نوع ترموژن سریع است و اجازه ی ثبات بیشتر را می دهد (پنتی کاست 1995).

## سنگ بستر

تراورتن های منطقه بر روی سنگ های رسوبی با سن کوتاه قرار دارند. سنگهای رسوبی بیشتر از جنس آهک و مارن و شیل می باشند.

## نتیجه گیری

شواهد پتروگرافی نشانگر عمدتاً ترموژن بودن این ذخایر می باشد. اکثر این نهشته ها در فاصله یک تا دو کیلومتری گسل های فعال منطقه دیده می شود و نقش به سزایی در چهره ی ناهمواری های ناحیه دارد. با توجه به روند این گسل ها عامل شکل گیری نهشته ها، کشش های موضعی ایجاد شده در پهنه همپوشانی این گسل ها است. شواهد زمین شناسی نشان می دهد که این سنگ ها در یک محیط ژئوگرافی به واسطه فعالیت های ماگماتی و تکتونیک منطقه و چشمه های آب گرم ناشی از آن، هم چنین چرخش

آب های جوی در اعماق (آب های جوی نزولی با کاهش جرم حجمی و ویسکوزیته ناشی از افزایش درجه حرارت از خلال مجراها به حرکت در آمده و صعود می کنند) و ظهور دوباره آن در سطح از طریق شکستگی ها و گسل های موجود، شکل گرفته اند. همچنین ویژگی های بافتی در این رسوبات تاییدی بر حضور فعال و فعالیت های زیستی و میکروبی همزمان با رسوبگذاری تراورتن می باشد.

## منابع

- رادفر، جواد. (1376). نقشه چهار گوش منطقه اردستان، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ریسی، مرجان. (1387) پترولوژی تراورتن های جنوب میلاجرد (شمال غرب اردستان، اصفهان) دانشکده علوم پایه دانشگاه اصفهان.
- سازمان جغرافیایی نیروی مسلح، نقشه 1:250000 کاشان (1381).
- قربانی، منصور. (1382). مبانی آتشفشان شناسی با نگرشی بر آتشفشانهای ایران، انتشارات آرین زمین، 362ص.
- عابدی کوپائی، س، نصر اصفهانی، ع، (1386). 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، ص 8-1.
- مصدق زاده، حسن. (1388). پترولوژی اقتصادی تراورتن های شمال روستای ورتون (شمال شرق اصفهان)، کنفرانس ملی بررسی دستاوردهای نوین علوم زمین.
- Altunel, E., Hancock, P.L., 1996. Structural attributes of travertine- Filled extensional Fissures in the Pamukkale Plateau, Western Turkey. International Geology Review 38, 763-777.
- Folk, R . L . 1984 . Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill Publishing Co., Tx., 182 pp.



- Marks, j , Parnell , R ,Carter , C,Dinger , E and Haden , G, 2006. Interaction bet ween geomorphology and ecosystem processes in travertine streams : Implications for decommissioning a dam on Fossil Creek , Arizona .  
Geomorphology ,77, 299-307 . June 16/2006, From [http : // www . sciencedirect . com](http://www.sciencedirect.com).
- Pentecost, A. and Viles, H.A. 1994:, Areview and eassessment of travertine classification, Geogr. Phys. Quaternarie, 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.

