

## پترولوژی آهکهای تراورتن روستای طرق (نطنز)

حسن داداشی آرانی

گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور اصفهان

### چکیده

تراورتن های روستای طرق و اطراف آن بر روی کنگلومرا های پلیو-پلیستوسن و در حوالی روستای کشه روی پیرو کلاستیک ها به صورت دگر شیب قرار گرفته اند و به سه صورت متناوب با لایه های تخریبی کنگلومرا، لایه های تراورتن حاوی قطعات تخریبی و لایه های نازک و ضخیم تراورتن باتخلخل و حفرات در اندازه هاوشکل های متفاوت دیده می شوند تراورتن ها حداقل در دو نوبت تحت تاثیر شرایط اقلیمی متفاوت تشکیل شده اند عمدتاً به رنگهای کرم روشن، سفید، زرد، قرمز و قهوه ای بوده و دارای شیب توپوگرافی ملایم به سمت شمال هستند و بلوکهایی در ابعاد مختلف کمتر از یک متر تا چندین متر را تشکیل می دهند.

**کلیدواژه:** تراورتن، سنگ شناسی، طرق

### مقدمه

روستای طرق حدود 35 کیلومتری شهرستان نطنز و در فاصله یک کیلومتری رودخانه فصلی طرق رود قرار دارد. طول و عرض جغرافیایی منطقه به ترتیب 30 40 51 و 0 20 33 و ارتفاع روستای طرق و کشه از سطح دریاه ترتیب حدود 2050 و 2350 متر است. این منطقه جزو منطقه خشک و کم آب در شمال ایران مرکزی و بخشی از رشته کوه کرکس است. لیتولوژی منطقه شامل سنگهای آذرآواری سنوزوئیک، کنگلومرای کواترنری و تراورتن ها و رسوبات عهد حاضر است (شکل 2). تراورتن معمولاً در مناطقی که فعالیت ماگمایی شدیدی باشد دیده می شوند. آبهای فرو رو و آبهای زیر زمینی به علت بالا بودن درجه حرارت زمین گرمایی گرم شده و به دلیل کاهش چگالی به سمت بالا حرکت کرده که قابلیت انحلال کربنات در آن بالا می رود و سنگهای کربناته مسیر خود را حل کرده که پس از رسیدن به سطح، نهشته های آهکی تراورتن را به جای می گذارند (Renaut- 2003). تراورتن ها از جمله سنگهای آهکی هستند که اطراف چشمه های آب گرم، آب سرد، دریاچه ها و رودخانه ها تشکیل می شوند. رسوبگذاری کربناتها در آبهای شیرین به صورت شیمیایی یا زیست شیمیایی بوده و به تشکیل تراورتن منجر می شود (Schoole & etal - 1983). چشمه های آهک ساز عمدتاً در امتداد گسله ها قرار دارند و از آبهای جوی و ماگمایی تغذیه می شوند. آبهای جوی تا اعماق زمین نفوذ می کنند و با توجه به شیب زمین گرمایی یا نفوذ توده های ماگمایی گرم شده و سپس همراه با گازهای مختلف مثل CO<sub>2</sub> و SO<sub>2</sub> و عناصری مانند Ca، Mg، Fe، Al از طریق

شکستگی ها و حفرات به سمت طبقات بالایی زمین حرکت می کنند در مسیر غلظت عناصر آب بویژه از کربنات بالا رفته و سرانجام از طریق چشمه ها به سطح زمین می رسند. همزمان با افت فشار و حرارت و خروج گاز CO<sub>2</sub> و تغییر PH بی کربنات کلسیم به کربنات کلسیم تبدیل شده و در اطراف چشمه ها رسوب می کند که پس از سخت شدن به صورت تراورتن در می آید. تراورتن های با منشأ آبهای جوی دارای تغییر رژیم آبدهی فصلی هستند. افزایش میزان عناصری مانند Al، Fe، Mg موجب تغییر رنگ تراورتن می شوند و لایه هایی با ضخامت و رنگ های مختلف را تشکیل می دهند. رسوبات تراورتن نواری شکل و متراکم می باشند دارای بافت متخلخل اند و اندازه و شکل تخلخل در آنها متنوع بوده و از چند میلی متر تا چندین سانتی متر و گاهی تا بیش از 10 سانتی متر تغییر می کنند. برخی حفرات با رسوبات ثانوی کربنات کلسیم مثل آراگونیت و کلسیت پر می شوند. حوادث بعد از رسوب گذاری مثل انحلال و شکستگی ها می توانند تخلخل و نفوذ پذیری را تا دو برابر و حتی بیشتر افزایش دهند. تراورتن ها به صورت سنگهای نسبتا خالص و به رنگ سفید تا کرم روشن بوده و در صورت وجود ناخالصی در آنها به رنگهای متفاوت زرد، نارنجی، قرمز، قهوه ای، خاکستری و یا رنگهای دیگر نیز تشکیل می شوند. ناخالصی می تواند عناصری مانند آهن، منیزیوم، مواد آلی، رس و یا عناصر دیگر باشند. تراورتن ها معمولا حاصل مواد آهکی در حوضچه های کم عمق و راکد هستند آبهایی که جریان دارند تراورتن هایی با حفرات بیشتر و گاهی بزرگتر را تشکیل می دهند که ناشی از سرعت ته نشینی است. افزایش تبخیر وجود موانع مثل گیاهان آبی در مسیر سرعت با د و تلاطم آب نیز در فرایند ته نشینی رسوبات کربنات کلسیم (تراورتن) موثرند.

(1983-schoole&etal) افزایش در تحرک آب مثل تلاطم یا جاری شدن موجب می شود تا گازهای CO<sub>2</sub> سریعتر خارج شده و رسوبگذاری نیز سریعتر شود. اغلب زمین شناسان تراورتن رايك سنگ آهکی شیمیایی می دانند که معمولا ترکیب آن از کلسیت بوده و اطراف چشمه های آب گرم تشکیل می شوند. مطالعات نشان داده است مجموعه های میکروبی که در آبهای زیرزمینی وجود دارند نیز در رسوبگذاری کلسیت برای تشکیل آهکهای تراورتن دخالت دارند بنابراین نوعی تراورتن با منشأ بیو شیمیایی تشکیل می شود (2001-marshak). برخی دیگر معتقدند تراورتن ها حاصل رسوبگذاری سطحی توسط چشمه های آب گرم و آب سرد و همچنین رسوبگذاری در غارهاست (1989-collinson&etal). مشخصه اصلی تراورتن ها وجود لامینه های فشرده به هم، نوار های رنگی متناوب با لایه های چتری (شکل 7) با بافت لوله ای، لکه دار، نرده ای و لایه های متخلخل است (فیض نیا 1377). تراورتن ها اغلب به صورت لایه های افقی تشکیل می شوند اما ممکن است دارای شیب ملایم باشند که از ناهمواریهای سطح زمین (ژئومورفولوژی) تبعیت می کند. در دوره ای که حداکثر آبدهی وجود دارد عناصر ناخالص آب مثل آهن کمتر بوده بنابراین لایه های آهکی روشن تر هستند و در دوره حداقل آبدهی با افزایش میزان عناصری مثل آهن لایه های قرمز و تیره تشکیل می شوند.

## روش کار

برای مطالعه تراورتن ها ابتدا نقشه های زمین شناسی منطقه شامل کاشان و طرق به مقیاس 1/2500000 و 1/100000 مورد بررسی گرفت و سپس ضمن عملیات فیلد نمونه گیری از نقاط مختلف صورت گرفت و تعداد 30 نمونه انتخاب شد که از آنها مقاطع نازک تهیه و مورد مطالعه قرار گرفتند.

## بحث

بطور معمول سنگها و نهشته های پس از سازندهای کنگلومرای پلیو - پلیستوسن (هزار دره - بختیاری) در ایران به سن کواترنری هستند که بطور دگر شیب سنگهای کهن تر را می پوشاند (آقاناتی 1383). تراورتن های طرق در امتداد گسله قم-زفره و زون سندج - سیرجان بوجود آمده و آن را به آبهای گرم نسبت داده اند که به صورت توده های پراکنده و با رنگ غالباً کرم تا سفید بر سطح تپه ها و کوههای منطقه دیده می شوند (سجادی زهراوی 1369). در تراورتن های طرق گاهی بر اثر تغییرات ترکیب فرو و فریک ( $Fe^{++}$  و  $Fe^{+++}$ ) در این رسوبات تغییر رنگ در لایه بندی ها و ضخامت زیاد دیده می شود که به نوعی منعکس کننده تغییرات اقلیمی در منطقه است. تراورتن های منطقه از حوالی روستای کشته حدود 5 کیلومتری طرق بر روی سنگ آذر آواری از نوع آگلو مرا و توفهای ائوسن و در اطراف باغستان روی کنگلومرا و شیل و در روستای طرق بر روی کنگلو مرا ها بصورت دگر شیب قرار گرفته اند. ضخامت کنگلو مرا در باغستان حدود 40 متر است. در طرق لایه های کنگلو مرا و تراورتن بطور متناوب تشکیل شده اند. روی کنگلو مرا یک طبقه ای به ضخامت 2 متر که به تدریج ضخیم تر شده و تا حدود 3 متری رسد که از تراورتن تشکیل شده و روی آن یک لایه کنگلو مرا به ضخامت 0/3 تا 1 متر قرار دارد. مجدداً روی این لایه تخریبی آهک تراورتن به صورت لایه ای و با ضخامت زیاد تا چندین متر دیده می شود. در بخش بالا تراورتن به صورت بین لایه ای با کنگلو مرا تشکیل شده و در طبقات پائین آن قطعاتی از تراورتن در لایه های کنگلومرای وجود دارد که نشان دهنده یک فاز فرشایشی است و نشان دهنده رسوبگذاری متناوب رودخانه ای و چشمه های آهک ساز صورت گرفته است. این توده های رسوبی در مجاور روستای طرق و رودخانه طرق رود نیز قرار دارند. تراورتن ها در حاشیه و کنار جاده و حتی در قسمت هایی از بستر رودخانه نیز دیده می شوند (شکل 5). و به صورت بلوک های کوچک و بزرگ در سطح زمین با ترک ها و شکستگی های بین آنها مشخص اند و غالباً شکافهای آنها با رسوبات دانه ریز و خاک پر شده است (اطراف روستای طرق) در برخی جاها مثل حاشیه رودخانه روی آنها را خاک و رسوبات پوشانده است و پوشش گیاهی پراکنده نیز در سطح آنها دیده می شود. شکافهای بین بلوک ها از چند میلی متر تا حدود 10 الی 15 سانتیمتر که نشان دهنده شکسته شدن و جا به جایی آنهاست همچنین رسوبگذاری اولیه و انحلال نیز منجر به تخلخل در اشکال و ابعاد متفاوت در امتداد لایه بندی شده است (شکل 6). سیمان در بخش فوقانی کنگلومرا و لایه کنگلومرای بین تراورتن ها مشابه رسوبات تراورتن بوده و در

ادامه به آهک تراورتن منتهی می شود و رسوبگذاری به تدریج و پیوسته صورت گرفته است. این در بخش فوقانی طبقات کنگلومرایی دیده می شود و تراکم و سخت شدگی طبقه تخریبی در اثر رسوبگذاری آهک در بین آنهاست. قطعاتی در حد ریگ تا قلوه سنگ از تراورتن ها و سنگ های پیرو کلاستیک در بخش های بالایی کنگلومرا دیده می شود (شکل 4). وجود درز و شکاف ها و حفرات در تراورتن ها در برخی قسمت ها موجب نفوذ آب بیشتر و انحلال زیاد تر آن شده و حفرات بزرگی را ایجاد کرده است. هوازدگی شیمیایی همراه با هوازدگی فیزیکی منجر به ریزش و کنده شدن قطعات بزرگ تخته سنگ شده که نیروی گراویتی نیز در تشکیل این حفرات و گسترش آن دخالت داشته اند. تراورتن ها اکثرا شیری تا کرم رنگ است و در آنها تخلخل و حفرات به اشکال مختلف کروی، بیضی، منظم، نامنظم کشیده از چند میلی متر تا بیش از 20 cm بطور افقی و در امتداد لایه بندی دیده می شود که در حاشیه آنها بلورهای آراگونیت و کلسیت بطور ثانوی رشد کرده اند. تخلخل ماکروسکپی از نوع حفره ای، غاری، چتری (shelter)، و شکافی در امتداد لایه بندی دیده می شود. مرز بین کنگلومرا و تراورتن به صورت تدریجی بوده و قطعاتی از تراورتن در بین رسوبات تخریبی و قطعاتی از کنگلومرا در درون رسوبات تراورتن وجود دارند و ضخامت این طبقات از چند سانتی متر تا حدود یک متر تغییر می کند. وجود رسوبات دانه ریز و خاک در بین شکستگی ها و روی بلوک ها و سطح تراورتن ها نتیجه فرسایش سنگ های پیرو کلاستیک و آهکهای مجاور آنهاست که نسبت به تراورتن در سطح بالاتری قرار دارند، رسوبات دانه ریزی که در حاشیه رودخانه طرق و گودیهای اطراف توده های تراورتن تشکیل شده اند به رنگ زرد تا نخودی بوده و در برخی جاها کاملاً لیمو نیتزه شده اند. خاکهای لیمونی و تراورتن ها و آبرفت های رودخانه ای جدید ترین رسوبات کواترنری هستند که در منطقه تشکیل شده اند. گسترش تراورتن های منطقه از لحاظ افقی و هم از لحاظ عمودی قابل توجه هستند. ضخامت طبقات تراورتن در روستاهای باغستان بالا و پایین خیلی بیشتر از روستای طرق است که در فاصله 1/5 کیلومتری از آن قرار دارد. گسترش افقی آن از حوالی روستای کشه تا رودخانه طرق رود و حتی در برخی از آبراهه های فرعی رودخانه که دور تر از آن قرار دارد دیده می شوند. بطوریکه در چند کیلومتری روستای طرق، بخشی از مسیر جاده اصفهان - نطنز نیز از روی بستر رودخانه و تراورتن عبور می کند بخشی از روستای طرق نیز بر روی تپه های تراورتن بنا شده اند. در جاهایی که تراورتن ها بر روی سنگهای پیرو کلاستیک تشکیل شده اند در سطح بالا تر و تراورتن های روی کنگلومرا و بستر رودخانه در سطح پایین تر قرار گرفته و دارای شیب ملایمی به سمت شمال هستند موقعیت ژئومورفولوژی تراورتن ها متفاوت بوده، هم تپه های نسبتاً هموار و بلند با ضخامت زیاد و هم مناطق پست با ضخامت کمتر را تشکیل می دهند. در مناطق پایین به علت فرسایش و شکستگی ها و ریزش های متوالی سطح تراورتن ها ناهموارتر است. رسوبگذاری به صورت لایه بندی و گسترش جانبی و شیب اولیه لایه های آهکی تراورتن در شناسایی و نحوه تشکیل آنها موثرند (Raymond-2002).

## ویژگیهای میکروسکوپی

تخلخل ماکروسکوپی و میکروسکوپی در ابعاد و اندازه های متفاوت و به دو صورت اولیه و ثانوی دیده می شوند. تخلخل ثانوی حاصل شکستگی ها و انحلال بوده که اغلب توسط کلسیت ثانوی پر شده اند، رشد بلور هادر حاشیه ریز تروبه سمت مرکز آن درشت تر است. حفرات اولیه موجود در سنگهای تراورتن به هنگام رسوبگذاری تشکیل شده اند. برخی از آنها با بلورهای کلسیت پر شده اند و در برخی بلورهای دولومیت اولیه به صورت باندهای نازک و سفیدرنگ در حاشیه بطور متناوب با کلسیت و بلورهای سوزنی یا رشته ای آراگونیت رسوب کرده و گاهی آراگونیت و کلسیت با ساخت شعاعی باهم تشکیل شده اند لایه هایی ظریف از آهک و رس نیز تشکیل شده و گاهی با رسوبگذاری کلسیت و آراگونیت مقدار کمی رس در حاشیه حفره و یا بین باندهای بلور دیده می شوند. حفرات منظم دایره ای و بیضی شکل وجود آثار گیاهی (جلبک) بوده که در متن میکرایتی است و در برخی جاها کلسیتی شده اند.

## نتیجه

با توجه به قطعات تخریبی تراورتن در بین کنگلو مرا و لایه تراورتن بر روی آن فرایند رسوب گذاری بطور متناوب توسط رودخانه و چشمه های آهک ساز صورت گرفته است و همزمان با فعالیت چشمه های آهک ساز رودخانه نیز فعال بوده است. حداقل دو نوبت این فعالیت قابل تشخیص است که در فواصل نسبتاً کوتاهی وجود داشته است. رسوب گذاری تراورتن در بخش فوقانی کنگلو مرا منجر به سیمانی شدن و دیاژتر رسوبات تخریبی شده است. بعد از رسوبگذاری در هم کنگلو مرا و آهک، آهکهای تراورتن تشکیل شده اند. با توقف رسوبگذاری رودخانه، رسوبات آهکی با ضخامت زیاد بر روی آن نهشته شده اند مجدداً پس از زمان کوتاهی این حادثه تکرار شده است و به صورت تناوبی از کنگلو مرا و تراورتن (رسوبات تخریبی و شیمیایی) دیده می شود که نشانه رسوبگذاری همزمان آنها است که طبقات تقریباً افقی را تشکیل داده اند. سیمان نیز بصورت اسپارایت، میکرایت و حتی دیسمیکرایت در تراورتن تشکیل شده است همچنین تغییرات ضخامت تراورتن در فواصل کوتاه بیانگر رسوبگذاری در سطوح ناهموار و غیر یکنواخت است بنابراین ژئومورفولوژی منطقه نیز در نحوه رسوبگذاری و شکل گیری تراورتن تاثیر داشته است. وجود لایه هایی با رنگهای متفاوت در تراورتن به علت تغییر رژیم آبدهی فصلی است که با آب و هوا در ارتباط است. تشکیل اینگونه لایه بندی نشاندهنده تغییر در ترکیب آب چشمه های تراورتن است که بطور فصلی انجام می شود. ذرات تخریبی و بایوکلاست همراه با سیمان کلسیتی، همچنین اسپارایت و میکرایت و رس در تشکیل آهکهای تراورتن شرکت داشتند و این به علت فعالیت همزمان چشمه آبگرم و وجود جریانهای سطحی در مسیر رسوبگذاری آهکهای تراورتن است.

## منابع

آدابی - محمدحسین - 1366 - سنگهای رسوبی شیمیایی و بیوشیمیایی - انتشارات آستان قدس رضوی

آقنابتی - سیدعلی - 1383 - زمین شناسی ایران - سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

درویش زاده - علی - 1370 - زمین شناسی ایران - انتشارات نشر دانش امروز

فیض نیا - سادات - 1377 - سنگهای رسوبی کربناته - انتشارات آستان قدس رضوی.

نقشه زمین شناسی طرق - 1/100000 - سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی ایران.

-Collinson.J.D,etal-s1989-edimentary structures--Unwin Hyman ltd-london.-

-Marshak-stephen-Earth-2001-Norton,company,inc-Newyork.

- Scholle and etal-1983- carbonate depositional environments- AAPG- USA

Renaut, Robin W., Jones, Brian-2003-Sedimentology of hot spring systems. Can. J. Earth Sci. 40, 1439-1442. -Raymond-loren.A-2002-petrology-MC graw hill- London [www.ngdir.ir](http://www.ngdir.ir)