

## مطالعه و بررسی چگونگی پراکندگی ذخایر و معادن متنوع تراورتن تزئینی

## استان اصفهان

سعید عابدی کوپائی<sup>۱</sup>، ناصر ارزانی<sup>۲</sup>، علیخان نصر اصفهانی<sup>۳</sup>

## چکیده:

استان اصفهان از مناطق غنی از سنگ های ساختمانی و تزئینی و نما به لحاظ وجود مجموعه متنوع سنگ های تراورتن و اونیکس کربناته تزئینی با توجه معدنکاری می باشد. این ذخایر دارای روندی خطی به موازات سیستم های گسله با جهت شمال غرب - جنوب شرق در امتداد و هم روند با گسل قم- زفره هستند و در استان اصفهان عمدتاً محدود به پهنه ساختاری ارومیه- دختر در حاشیه غربی پهنه ایران مرکزی می باشد. بررسی ها نشان می دهد که این نهشته ها عمدتاً شامل کلسیت و به میزان کم آراگونیت است. این ذخایر حاصل فعالیت های ماگمایی و تکتونیکی پلیو-کواترنری و چشمه های معدنی سرد و گرم ناشی از آن می باشد. ارزش معدنی تراورتن های منطقه مورد مطالعه را کیفیت محلول خروجی، از نظر درجه دما، عناصر محلول، فشار گاز کربنیک و درجه مخلوط شدن این محلول ها با آب های سطحی، بخصوص جریان های روی مخروط افکنه متفاوت نموده است. بیشتر تمرکز ذخایر مهم تراورتن در شهرستان های نطنز و اصفهان و کاشان و اردستان می باشد ولی منطقه نطنز خصوصاً در اطراف طرق از نظر ذخیره و کیفیت و تنوع رنگ و ارزش اقتصادی اهمیت ویژه ای در استان دارد. بر اساس آمار سال ۸۷ تعداد ۶۵ فقره معدن فعال با ذخیره حدود یکصد میلیون تن و تولید سالیانه هفتصد و پنجاه هزار تن در استان اصفهان گزارش شده است. طیف کیفیت و نوع تراورتن و ارزش اقتصادی به لحاظ درصد باطله، ضخامت مفید، رنگ و نما، درصد تخلخل معادن متفاوت است. تمرکز ذخایر تراورتن و داشتن یک روند اساسی می تواند راهنمایی برای متقاضیان اکتشاف انواع تراورتن در استان باشد. کلید واژه: تراورتن، اصفهان، زون، ارومیه- دختر

## مقدمه

تراورتن از دیدگاه تجاری از گروه سنگ های آهکی بوده و محصول چشمه های آهک ساز قدیمی هستند که به صورت پهنه های نسبتاً وسیعی دیده می شوند، در اغلب موارد لایه ها در ذخایر تراورتن افقی اند و یا با شیب ملایمی که تابع مورفولوژی سطح زمین است، مشاهده می گردند. (قربانی و دیگران ۱۳۸۷) اصطلاح تراورتن به تمامی نهشته های کربناته غیر دریایی اطلاق می گردد که در نزدیک چشمه ها، دریاچه ها، غارها و سیستم های کارستی تشکیل می گردند کانی های تشکیل دهنده انواع مختلف تراورتن به شرایط محیطی، شیمی آب، انتقال هیدروژئولوژیک، آب و هوا و تجمعات میکروبی حساس می باشند. طبقه

<sup>۱</sup> - دانشجوی کارشناسی ارشد رشته رسوب شناسی دانشگاه خوارسگان و کارشناس معدنی سازمان صنایع و معادن استان اصفهان

<sup>۲</sup> - دانشیار گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور اصفهان

<sup>۳</sup> - استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه خوارسگان ( اصفهان)

بندی های مختلفی براساس منشأ مورفولوژی و بافت تراورتن ها پیشنهاد شده است (Chafetz & Folk, 1984).

تراورتن های شکاف- پشته (Fissure-Ridges) بیشتر در نواحی فعال زمین گرمایی آتشفشانی تمرکز دارند و از نوع ترموژن می باشد. نقش سیستم های گسله در تمرکز ذخایر تراورتن بسیار مهم است. در استان اصفهان بیشتر ذخایر تراورتن محدود به چنین شرایطی است.

سنگ های تراورتن عمدتاً شامل دو پلی مرف عادی کربنات کلسیم یعنی کلسیت و آراگونیت بوده که در طول مدت رشد گاهاً سایر اتم ها، یون ها و مولکول ها را به دام می اندازند (Simsed, 2000). هفت عامل اصلی مسئول شکل دهی ساخت تراورتن است؛ نیروی جنبشی مراحل رشد، آزاد شدن بار، فوق اشباع بودن کربنات سرعت خروج CO<sub>2</sub>، حضور عوامل بازدارنده رشد، مکانیسم حمل یون و درجه حرارت (Pentecost 1995). اصفهان یکی از مهمترین بخش های ایران از نظر ذخایر اقتصادی سنگ های تزئینی به ویژه تراورتن می باشد. در این مقاله به دلیل اهمیت اقتصادی ذخایر تراورتن در استان اصفهان از نظر سنگ های تزئینی ساز و کار تشکیل آن به طور اجمال مورد بحث و بررسی قرار می گیرد.

#### روش کار و شرح و بحث:

اصفهان یکی از مهمترین بخش های ایران از نظر ذخایر اقتصادی سنگ های تزئینی به ویژه تراورتن می باشد. (عابدی و همکاران ۱۳۸۷) در این مقاله به دلیل اهمیت اقتصادی ذخایر تراورتن در استان اصفهان از نظر سنگ های تزئینی ساز و کار تشکیل آن بطور اجمال مورد بحث و بررسی قرار می گیرد. بیش از ۸۰ فقره معدن و ذخیره فعال و غیر فعال و به رنگ های متنوع در محدوده استان گسترش دارد، چنانچه محل و موقعیت این ذخایر و معادن بطور موردی و انتخابی با توجه به روند آنها در سیستم UTM یا طول و عرض جغرافیایی در محدوده استان پیاده سازی گردد (جدول شماره ۱)

جدول شماره ۱- اسامی تعدادی از معادن با موقعیت آنها

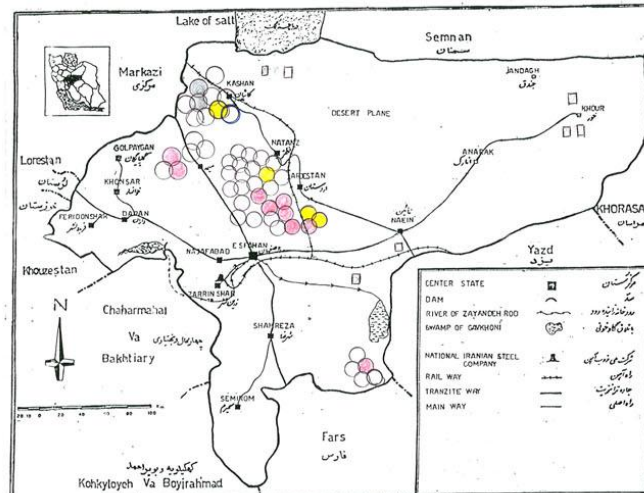
| ردیف | نام          | مختصات  | ردیف | نام        | مختصات  |
|------|--------------|---------|------|------------|---------|
| ۱    | استرک        | ۵۲۲۴۶۱  | ۱۳   | راوند      | ۵۲۷۴۹۲  |
|      | جوشقان       | ۳۷۶۵۶۲۳ |      |            | ۳۷۶۳۴۱۴ |
| ۲    | بابا عبدا... | ۵۶۹۳۶۵  | ۱۴   | کش قبله    | ۵۶۲۳۹۱  |
|      | نطنز         | ۳۶۹۶۵۵۸ |      |            | ۳۷۱۴۱۰۷ |
| ۳    | پا زنو       | ۵۹۸۷۴۵  | ۱۵   | ورگوران    | ۵۷۳۳۳۵  |
|      | اردستان      | ۳۶۷۲۱۰۰ |      |            | ۳۶۹۴۰۲۵ |
| ۴    | تپه ماهور    | ۶۱۲۸۳۹  | ۱۶   | الوان سگری | ۶۰۹۴۵۲  |
|      | زفره         | ۳۶۳۹۶۷۵ |      |            | ۳۶۴۲۱۰۵ |
| ۵    | تخت بزرگ     | ۵۹۸۵۱۷  | ۱۷   | تجره غربی  | ۵۰۱۷۰۷  |
|      | شرقی         | ۳۶۴۵۲۲۰ |      |            | ۳۷۲۵۹۴۲ |

اولین همایش ملی معدن و محیط زیست

ارزیه شش ماهه ۸۸

|         |              |    |         |             |    |
|---------|--------------|----|---------|-------------|----|
| ۵۷۱۳۲۶  | درجه طرق     | ۱۸ | ۶۸۰۵۰۰  | تخت کمند    | ۶  |
| ۳۶۹۱۸۲۱ |              |    | ۳۴۹۲۶۰۰ | جرقویه      |    |
| ۶۰۴۲۹۲  | تل مراد      | ۱۹ | ۵۵۸۶۸۱  | یارند       | ۷  |
| ۳۶۴۱۴۳۹ | ورطون        |    | ۳۷۱۳۹۸۱ |             |    |
| ۶۶۹۴۷۸  | چشمه انجیرو  | ۲۰ | ۵۰۳۶۹۰  | ریزاب تجربه | ۸  |
| ۳۴۹۴۰۸۴ |              |    | ۳۷۲۴۶۱۱ |             |    |
| ۵۹۴۶۷۲  | چاه سفید     | ۲۱ | ۵۵۹۴۰۰  | کمجان       | ۹  |
| ۳۶۴۵۶۰۳ |              |    | ۳۷۱۴۶۰۰ |             |    |
| ۶۸۸۲۲۶  | جنوب کوه     | ۲۲ | ۶۰۱۳۰۰  | گل و مل     | ۱۰ |
| ۳۴۹۸۸۳۰ | هنبونه       |    | ۳۶۸۱۳۴۰ |             |    |
| ۵۷۴۴۶۷  | باغستان میمه | ۲۳ | ۵۲۳۷۰۷  | مزرعه دبیر  | ۱۱ |
| ۳۶۸۸۴۲۵ |              |    | ۳۷۶۵۵۹۰ |             |    |
| ۵۷۱۸۱۲  | یحیی آباد    | ۲۴ | ۵۴۰۲۳۰  | سُه میمه    | ۱۲ |
| ۳۶۸۸۲۷  |              |    | ۳۶۹۷۵۹۵ |             |    |

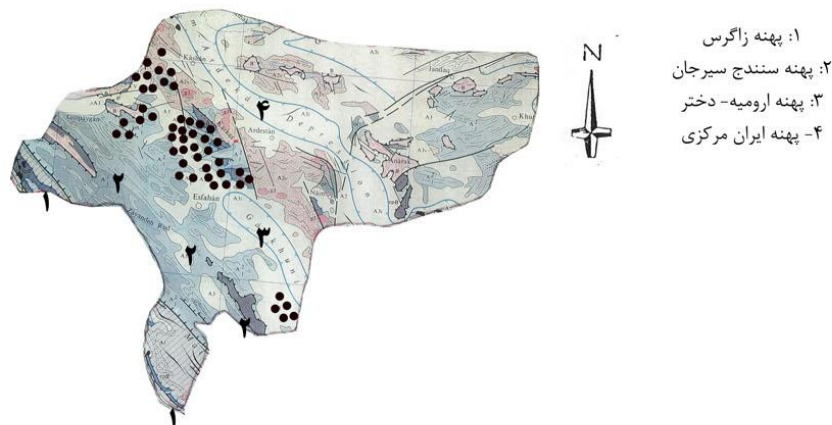
این پیاده سازی مشخص می نماید که مجموعه تراورتن های استان اصفهان که بطور عمده بر روی نواری به طول حدود ۵۰۰ کیلومتر و عرض ۸۰-۱۰۰ کیلومتر باروند شمال غرب- جنوب شرق از گوشه شمال غربی استان تا جنوب غربی گودال گاو خونی کشیده شده است (شکل ۱). تراورتن های میز مانند و مسطح از عوارض زمین ساختی موضعی در ارتباط با فعالیت های ماگمایی و تکتونیکی ناحیه اصفهان می باشد. از ویژگی های اصلی این رسوبات لایه لایه بودن آنها، ضخامت نسبتاً زیاد در بعضی نقاط و قرارگیری در ارتفاعات است (علائی طالقانی ۱۳۸۲). تعداد محدودی از این معادن نیز در چند نقطه پراکنده هستند و از نظم خاصی پیروی نمی کنند. برای مثال می توان ذخایر نازک لایه و کم ضخامت جنوب دریاچه نمک و شمال گاو خونی و شمال خور را نام برد (عابدی و همکار ۱۳۸۶).



شکل (۱) موقعیت جغرافیایی ذخایر تراورتن در استان اصفهان- موقعیت جغرافیایی معادن فعال بصورت دایره نشان داده شده است.

چنانچه این مختصات بر روی نقشه زمین شناسی و زمین ساخت استان نیز ترسیم گردد، روند مشخص با گسل قم- زفره و محدود به بخشی از کمر بند آتشفشانی زون ارومیه- دختر در ایران مرکزی است و بیشتر ذخایر اقتصادی استان در حاشیه غربی زون ایران مرکزی در زون ارومیه- دختر قرار دارد و عمدتاً از سنگ های آتشفشانی- رسوبی وابسته به آن تشکیل شده است (شکل ۲). در این نواحی در اثر عملکرد فازهای زمین ساختی مختلف دگرشکلی هایی عمدتاً از نوع ساختمان های شکستگی و چین خوردگی وابسته به آن به وجود آمده، سیستم های گسله که همگی بخش هایی از گسل قم- زفره می باشند با روند شمال غربی- جنوب شرقی و یا آرایش تقریباً طنابی دیده می شود. در امتداد این گسل ها چشمه های متعدد تراورتن ساز وجود داشته که لایه های با ضخامت قابل توجه بر جای گذاشته است. هنوز هم در کنار برخی از کارگاه های فعال معدنی چشمه های آب معدنی گرم و سرد در حال رسوبگذاری است. بیشتر تراورتن ها در استان بر روی سنگ های کرتاسه- تریاس و سری آتشفشانی رسوبی ائوسن به بعد رسوب گذاری کرده اند. این سنگ ها اکثراً به ترشیری تا عهد حاضر تعلق داشته و توده های نفوذی متعددی با ترکیب متوسط تا باز یک در داخل آن نفوذ کرده است (رادفر ۱۳۷۶).

مطالعات و بررسی ها نشان می دهد که موضوع اکتشاف ذخایر جدید تراورتن و اونیکس کربناته در استان در مناطق خاص از استان می باشد که راهنمای بسیار اساسی برای متقاضیان می باشد.



شکل ۲) نقشه زمین شناسی و زمین ساخت استان اصفهان (بدون مقیاس) موقعیت جغرافیایی معادن فعال بصورت دایره توپر نشان داده شده است.

براساس مطالعه مقاطع نازک خمیره (Matrix) و سیمان عمدتاً میکريت، میکرواسپار، اشکال مختلف بلورهای کلسیت است. اسپاريت در مقاطع به صورت موزائیکی و بلورهای در هم قفل شده و در حاشیه حفرات (کلسیت دندان سگی) قابل مشاهده است. بلورها در مناطقی که به مدت طولانی در زون فراتیک قرار داشته و شرایط لازم از جمله حرکت محدود آب و رشد آهسته حکمفرماست. اندازه بزرگی پیدا می کنند. میکريت به شکل نواحی اپاک و اشکال خاص دیگری دیده می شود. بلورهای سوزنی و ستونی کلسیت با استرنسیوم بالامیناسیون های درشت تا ریز به چشم می خورد. در سرعت رسوبگذاری بالا و معمولاً در دمای بالاتر کلسیت به صورت بلورهای دندریتیک (درخت مانند) ظاهر شده، این ساختمان اغلب با تراورتن های ترموژن همراهی دارد (Pentecost, 1995). در آنها تخلخل از نوع حفره ای و تخلخل پنجره ای دیده می شود. تخلخل پنجره ای، تخلخلی با فضاهای خالی کم و بیش طویل شده است. که معمولاً جهت دار بوده و گاهی به یکدیگر متصل و به طور منظم قرار می گیرند. در بعضی مقاطع دانه های آواری غالباً از جنس کوارتز به چشم می خورد. آنکولیت ها مدور و عده ای بیضی و گاهاً شکسته و آثار انواع جلبک در متن مشاهده شد (شکل ۳).

نوع و ارزش معدنی و اقتصادی تراورتن های مورد مطالعه را عمدتاً کیفیت محلول خروجی، از نظر درجه دما، میزان عناصر محلول، فشار گاز کربنیک، و میزان مخروط شدن این محلول ها با آب های سطحی بخصوص جریان های موجود در مخروط افکنه را تعیین می نماید (عابدی و همکار ۱۳۸۷).

لامیناسیون در مقیاس میلی متری تا سانتی متری در تراورتن ها معمول است که اغلب از رشد متناوب فصلی/ روزانه به وجود می آید (Marks et al. 2006). این پدیده در معادن طرق به وفور دیده می شود.

از ۶۵ معدن مهم و فعال استان (جدول ۱) حدود ۳۵٪، ۳۰٪ و ۲۵٪ در شهرستان های اصفهان (شامل برخوار و میمه)، نطنزو کاشان قرار دارد (شکل ۴) ولی بطور کلی شهرستان نطنز به عنوان قطب تولید سنگ های تراورتن در استان مطرح است. براساس جدول یک ذخیره این معادن ۱۰۰،۲۸۵،۰۰۰ تن و تولید سالیانه آنها ۷۵۷،۰۰۰ تن می باشد. این معادن تراورتن براساس اصطلاحات معدن کاری شامل: معادن مرمر، معادن تراورتن و مرمر درهم، و از طرفی با توجه به رنگ آنها شامل: تراورتن لیمویی یا زرد تراورتن کاملاً سفید، تراورتن سفید تا حدودی خاکی (خاک آلود)، تراورتن خاکستری، تراورتن قرمز، تراورتن الوان، تراورتن گردویی و بژ می باشد (تصویر صفحه ۱).

### نتیجه گیری:

براساس بررسی های انجام شده نهشته های تراورتن استان اصفهان عمدتاً ترموزن یعنی با منشأ ماگمایی و از نظر شکل از نوع شکاف پشته (Fissure-Ridge) می باشد. این ذخایر در نواری با امتداد شمال غرب- جنوب شرق متمرکزند که در ارتباط با سیستم گسله قم- زفره است. مطالعات سن یابی با روش های سن سنجی رادیو اکتیو که پرهزینه است، بر روی این رسوبات انجام نیافته است. ولی از نظر سن نسبی به لحاظ افقی بودن، متناوب بودن با رسوبات کواترنر جدید می باشد.

شکل گیری این مجموعه بدین صورت است که آب های اشباع از کربنات کلسیم از شکاف مرکزی بالا آمده و موجب رسوب تراورتن در دیواره شکاف و نیز طرفین آن می شود و در نتیجه یک پشته خطی ایجاد می شود که در بعضی موارد کمی انحنادار هستند در جایی که نرخ جریان آب بالا آمده از شکاف مرکزی زیاد بوده پشته ایجاد شده ارتفاع کم و عرض زیاد دارد و در محلی که نرخ جریان آب کم بوده رسوبگذاری تراورتن در اطراف شکاف مرکزی بیشتر و در نتیجه ارتفاع پشته زیاد و عرض آن کم است.

تغییر کیفیت و ارزش اقتصادی می تواند به دلیل: ۱- وجود خاک و تخلخل ثانویه ۲- همچنین وجود و فعالیت مخروط افکنه و تغییر کیفیت به علت مخلوط شدن با آب سرد بشود ۳- تشکیل در ارتفاعات عمدتاً از نوع اسپاریت و در گودال ها تراورتن از نوع میکریتی ایجاد می شود. ۴- فصلی بودن احتمالی خروج مواد محلول می تواند باعث تنوع رنگ شود. این ذخایر در استان از نظر بازار مصرف و تجارت سنگ و اقتصادی بسیار مهم می باشند.

دانستن و بکارگیری قوانین ژنتیکی مذکور در شناسایی ذخایر و کانسارهای جدید نقش دارد. این بررسی نشان داد که برای اکتشاف ذخایر جدید تراورتن و مرمر در استان متقاضیان در چه مناطقی متمرکز گردید و از هرگونه هزینه های غیرقابل جبران پرهیز نمود.

## اولین همایش ملی معدن و محیط زیست

ارزیه شش ماهه ۸۸

جدول (۱) معادن فعال تراورتن و اونیکس (آراگونیت) استان اصفهان (توجه ذخیره بر حسب تن در هزار می باشد)

| ردیف | نام معدن              | نوع سنگ | میزان تولید (تن) | ذخیره (تن) |
|------|-----------------------|---------|------------------|------------|
| ۱    | استرک جوشقان کاشان    | تراورتن | ۱۰۰۰۰            | ۷۳۷        |
| ۲    | الوان چاهریسه         | تراورتن | ۱۰۰۰۰            | ۸۰۰        |
| ۳    | بابا عبدالله طار نطنز | تراورتن | ۱۰۰۰۰            | ۱۲۱۸       |
| ۴    | باغستان پایین طرق     | تراورتن | ۱۲۰۰۰            | ۱۴۸۶       |
| ۵    | برزوک کاشان           | تراورتن | ۱۲۰۰۰            | ۱۱۹۴       |
| ۶    | پازنوردستان           | تراورتن | ۳۰۰۰۰            | ۷۷۹۳       |
| ۷    | تبه ماعور نصر تبه     | تراورتن | ۱۲۵۰۰            | ۱۴۰۵       |
| ۸    | نجره غربی کاشان       | تراورتن | ۱۰۰۰۰            | ۱۰۰۳       |
| ۹    | تخت بزرگ شرقی ورتون   | تراورتن | ۱۰۰۰۰            | ۴۹۷        |
| ۱۰   | تخت نجره شرقی کاشان   | تراورتن | ۱۲۰۰۰            | ۱۳۸۹       |
| ۱۱   | تخت کمند جرقویه       | تراورتن | ۱۵۰۰۰            | ۱۹۱۳       |
| ۱۲   | تخت ورتون             | تراورتن | ۱۵۰۰۰            | ۱۷۶۴       |
| ۱۳   | چاه لر جرقویه         | تراورتن | ۱۵۰۰۰            | ۱۹۶۵       |
| ۱۴   | چشمه آب ترش جرقویه    | تراورتن | ۱۰۰۰۰            | ۹۸۴        |
| ۱۵   | چشمه انجیرو           | تراورتن | ۱۰۰۰۰            | ۱۹۵۳       |
| ۱۶   | خسرو آباد             | تراورتن | ۷۰۰۰             | ۵۰۹        |
| ۱۷   | درجه طرق              | تراورتن | ۱۵۰۰۰            | ۹۰۴        |
| ۱۸   | ریزاب نجره کاشان      | تراورتن | ۱۵۰۰۰            | ۱۶۶۰       |
| ۱۹   | سردهن                 | تراورتن | ۱۵۰۰۰            | ۸۵۸        |
| ۲۰   | سه میمه               | تراورتن | ۸۰۰۰             | ۷۹۷        |
| ۲۱   | طار                   | تراورتن | ۲۵۰۰۰            | ۳۲۸۱       |
| ۲۲   | طرق                   | تراورتن | ۱۲۰۰۰            | ۶۶۶        |
| ۲۳   | فتح آباد              | تراورتن | ۵۰۰۰             | ۶۰۸        |
| ۲۴   | کوه لایرشته سه میمه   | تراورتن | ۱۲۰۰۰            | ۳۱۳۳       |
| ۲۵   | کاشان                 | تراورتن | ۸۰۰۰             | ۹۳۶        |
| ۲۶   | کش قیله نطنز          | تراورتن | ۴۵۰۰۰            | ۸۷۸۸       |
| ۲۷   | کشه طرق               | تراورتن | ۱۰۰۰۰            | ۸۶۹        |
| ۲۸   | کمشچه                 | تراورتن | ۱۵۰۰۰            | ۱۲۰۰       |
| ۲۹   | گرداب طرق             | تراورتن | ۲۰۰۰۰            | ۱۷۸۰       |
| ۳۰   | مارسار نطنز           | تراورتن | ۶۰۰۰             | ۲۰۰        |

| ردیف | نام معدن                 | نوع سنگ          | میزان تولید (تن) | ذخیره (تن) |
|------|--------------------------|------------------|------------------|------------|
| ۳۱   | مزرعه طرق                | تراورتن          | ۱۰۰۰۰            | ۲۵۰۰       |
| ۳۲   | مزرعه حسن آباد جوشقان    | تراورتن          | ۱۲۵۰۰            | ۲۵۷۰       |
| ۳۳   | مزرعه دبیر اران          | تراورتن          | ۱۵۰۰۰            | ۱۹۴۴       |
| ۳۴   | مزرعه سعید آباد طرق      | تراورتن          | ۱۰۰۰۰            | ۱۵۹۰       |
| ۳۵   | میرزا شمس                | تراورتن          | ۱۵۰۰۰            | ۸۵۴        |
| ۳۶   | ناهر کاشان               | تراورتن          | ۱۰۰۰۰            | ۷۶۰        |
| ۳۷   | ورگوران طرق              | تراورتن          | ۲۰۰۰۰            | ۹۷۵        |
| ۳۸   | ولاشون کاشان             | تراورتن          | ۱۵۰۰۰            | ۲۲۵۵       |
| ۳۹   | یحیی آباد                | تراورتن          | ۲۰۰۰۰            | ۱۳۶۹       |
| ۴۰   | لوان ورتون               | تراورتن          | ۱۱۰۰۰            | ۳۳۵        |
| ۴۱   | باغستان بالا             | تراورتن          | ۱۵۰۰۰            | ۱۹۶۱       |
| ۴۲   | تخت بزرگ ورتون           | تراورتن          | ۱۵۰۰۰            | ۱۱۲۴       |
| ۴۳   | تخت سرخ اردستان          | تراورتن          | ۵۰۰۰             | ۲۲۱۱       |
| ۴۴   | تل مراد ورتون            | تراورتن          | ۷۰۰۰             | ۱۳۹        |
| ۴۵   | چاه سفید همت آباد        | تراورتن          | ۱۰۰۰۰            | ۵۷۶        |
| ۴۶   | خنپ کاشان                | تراورتن          | ۳۰۰۰۰            | ۶۴۸۷       |
| ۴۷   | رولند کاشان              | تراورتن          | ۱۰۰۰۰            | ۲۱۰۵       |
| ۴۸   | سگری                     | تراورتن          | ۷۰۰۰             | ۸۵۵        |
| ۴۹   | شاهزاده قاسم اشترک کاشان | تراورتن          | ۱۲۰۰۰            | ۱۶۵۱       |
| ۵۰   | غرب چشمه انجیره جرقویه   | تراورتن          | ۷۰۰۰             | ۱۳۸۰       |
| ۵۱   | کمجان                    | تراورتن          | ۱۵۰۰۰            | ۱۸۳۲       |
| ۵۲   | کهریز تجره               | تراورتن          | ۱۰۰۰۰            | ۱۲۷۰       |
| ۵۳   | گلپادامی جرقویه          | تراورتن          | ۸۰۰۰             | ۱۳۰۴       |
| ۵۴   | نیاسر                    | تراورتن          | ۶۰۰۰             | ۸۳۴        |
| ۵۵   | پارند نظنز               | تراورتن          | ۳۰۰۰۰            | ۸۷۵۳       |
| ۵۶   | آبگرم ورتون              | تراورتن لاشه     | ۵۰۰۰             | ۷۷         |
| ۵۷   | الوان مرکزی سگری         | تراورتن لاشه     | ۵۰۰۰             | ۷۷         |
| ۵۸   | تخت سرخ غربی میمه        | مرمر             | ۷۰۰۰             | ۲۱۷        |
| ۵۹   | نجره کاشان               | مرمر چوبی (لاشه) | ۳۰۰۰             | ۳۶         |

#### فهرست منابع

- اسناد بایگانی سازمان صنایع و معادن استان اصفهان
- رادفر، جواد. (۱۳۷۶). نقشه چهارگوش منطقه اردستان، سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدنی کشور.
- عابدی کوپائی، سعید. ارزانی، ناصر. (۱۳۸۷) مطالعه شواهد رسوبی و بررسی فنی و اقتصادی شیوه معدنکاری ذخایر تراورتن استان اصفهان هفته پژوهش دانشگاه پیام نور.
- علائی طالقانی، محمود. (۱۳۸۲). ژئو مرفولوژی ایران، چاپ دوم، تهران؛ نشر قومس، ۴۰۴ص.
- قربانی، منصور. مظفرزاده، رضا. موسوی پاک، نیلوفر. (۱۳۸۷) سنگ های تزئینی ایران. فصلنامه سنگ و معدن به شماره ۱۰.
- قربانی، منصور. (۱۳۸۲). مبانی آتشفشان شناسی با نگرشی بر آتشفشانهای ایران، انتشارات آراین زمین، ۳۶۲ص.

- 
- نییان، احمد و سایرین. (۱۳۷۰). سنگ های تزئینی و نما، ۲۰۲ ص.
  - نصر اصفهانی، علیخان. عابدی کوپائی، سعید. (۱۳۸۶). ذخایر و معادن تراورتن در استان اصفهان همایش سراسری علوم پایه دانشگاه ری.
  - مجموعه مقالات اولین سمینار سنگ های تزئینی. (۱۳۶۷). وزارت معادن و فلزات تهران.
  - مجموعه مقالات دومین سمینار سنگ های تزئینی. (۱۳۷۰). وزارت معادن و فلزات تهران.
  - Bargar, K.E., 1978 Geology and thermal history of Mammoth itot springs, Yellowstone National Park. Bulletin of the United States Geological Survey 1444, 1-55.
  - Chafetz, H. S. FIKR. L (1984): Traver Tines. depositional morphology and bacterially constructed constituents. J. sed. Petrol. 54: 289-316.
  - Emig, W.H. (1917): The travertine deposits of the Arbuckle Mountain, with reference to the plant agencies concerned in their formation, Bull. Okla. geol. Surv., 29, 9-75.
  - Fouke, B.W., Farmaer, J.D., Des. Marais, D.J., Pratt, L., Sturchio, N.C., Burns, P. C. and Discipulo, MoK. (2000); Depositional Facies and aqueous-solid geochemistry of travertine – depositing hot springs, J. sed. Res., 70.
  - 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.
  - Pentecost, A. and Viles, H.A. (1994): A review and reassessment of travertine classification, Geogr. Phys. Quaternarie, 48, 305-314.
  - Simsed, S, Gunay, G, Elhatip, H and Ekmekci, M, 2000,. Environmental Protection of geothermal waters and travertine at Pamukkale, Turkey, Geothermics, 29, 557- 572, June 16/2006.



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۱



(د)

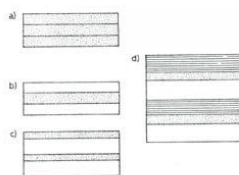


(هـ)

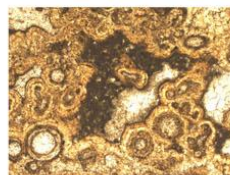


(و)

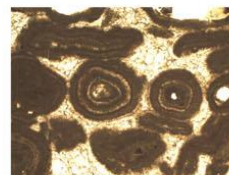
شکل ۲



(ز)



(ح)



(ط)

شکل ۳

۱- الف، ب، ج : نمای عمومی قرارگیری لایه های تراورتن بر روی سنگ زیرین در معدن گرداب، میمه، سه

۲- د، هـ، ر : تناوب رنگ در معادن خسرو آباد میمه و ورطون

۳- س، ش، ک : وضعیت و ساخت و بافت در مقاطع نازک تراورتن سه، طرق و یحیی آباد