



تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در زمین شناسی اقتصادی

عنوان:

**پتروگرافی، ژئوشیمی و ویژگی های اقتصادی تراورتن در دشت  
سمسور، جنوب غرب زاهدان و ارتباط آن با کانی زایی آهن**

استاد راهنما:

دکتر محمد بومری

استاد مشاور:

دکتر مصطفی قماش

تحقیق و نگارش:

علی کریمی

(این پایان نامه از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره مند شده است)

بهمن ۱۳۹۲

بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان پتروگرافی ، ژئوشیمی، و ویژگیهای اقتصادی تراورتن در دشت سمسور جنوب غرب زاهدان و ارتباط آن با کانی زایی آهن قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی توسط علی کریمی با راهنمایی دکتر محمد بومری تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

علی کریمی

این پایان نامه ۶ واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ ..... توسط هیئت داوران بررسی و درجه ..... به آن تعلق گرفت.

تاریخ

امضاء

نام و نام خانوادگی

محمد بومری

استاد راهنما:

استاد راهنما:

مصطفی قماش

استاد مشاور:

داور ۱:

داور ۲:

نماینده تحصیلات تکمیلی:



### تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب علی کریمی تعهد می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان‌نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: علی کریمی

امضاء

تقدیم بهانه ایست برای تقدیر

تقدیم به بزرگ عزیزترین زندگی‌ام، عاشقانی که فروغ مهرشان از آینه‌ی چشمانشان جاریست و هرچه دارم از برکت وجود آنهاست.

پدر عزیزم

مهمترین انسان در زندگی ام که اگر بواسطه محبت و پشتوانه‌ی بی‌شائبه‌ی ایشان نبود هرگز به این جایگاه نمی‌رسیدم، الگو و بزرگترین قهرمان زندگی من که تفکر کردن را به من آموخته و استواری‌اش تکیه‌گام بود و در پرتو تلاش و محبتش توان آموختن را در خود احساس کردم.

مادر مهربانم

به پاس گذشت و بخشش او که مهر پرفروغش پرتو راهم بود و استواری، وجود و توانایی من به یمن گذشت و فداکاری اوست لحظه‌ی لحظه‌ی زندگی ام به واسطه‌ی وجودت سپاس گذارم.

برادر عزیزم

که همواره یار و یاور من بوده و بواسطه‌ی خصور و پشتیبانی ایشان همواره فرصت مطالعه و انجام کارهای تحقیقاتی بر من مهیا گردیده است و با تشویق‌ها و الطاف بی‌شائبه‌ی خودروشنایی‌بخش راه پرفراز و نشیب ترقی و کمال بوده است.

خواهران عزیزم

که حضورشان همواره گرمابخش و مایه‌ی امید به زندگی و شادی من بوده و با تشویق‌هایشان سبب دلگرمی و تلاش بیشتر من در زندگی گردیده‌اند.

تقدیر و تشکر

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمودمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

به مصداق (( من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق )) بسی شایسته است از استاد فرهیخته و فرزانه آقای دکتر محمد بومری که همواره راهنما و راه گشای نگارنده در اتمام و اکمال این پایان نامه بوده است تقدیر و تشکر نمایم.

صمیمانه از استاد مشاور عزیزم آقای دکتر مصطفی قماشلی به خاطر کمک و یاری ایشان قدردانی می کنم.

از پدر و مادر عزیزم، خانواده دلسوز و مهربانم که آرامش روحی و آسایش فکری فراهم نمودند تا با حمایت های همه جانبه مراتب تحصیلی و نیز پایان نامه درسی را به اتمام برسانم سپاسگزاری می کنم.

از دوست عزیزم آقای شمس دامنی گل به خاطر کمک و یاری ایشان در انجام مطالعات صحرایی و نگارش پایان نامه سپاسگزارم.

در پایان از تمامی دوستان و عزیزانی که در این مدت از لطف و همکاریشان بهره مند بودم، متشکرم.

## چکیده:

نهشته‌های متعددی از تراورتن در شرق دشت سمسور تشکیل شده‌اند. تراورتن‌ها در این منطقه تنوع زیادی دارند و مشخصات زمین‌شناسی، کانی‌شناسی و شرایط تشکیل آن‌ها ناشناخته است. بعضی از این نهشته‌ها ممکن است از نظر اقتصادی ارزش معدنی داشته باشند. وجود گسل‌ها و شکستگی‌های فراوان در منطقه باعث بالآمدن آب‌های حاوی کربنات کلسیم می‌شود که با ته‌نشست آن‌ها نهشته‌های تراورتن به وجود آمده‌اند. نهشته‌های مذکور از لحاظ ژئومورفولوژی به انواع تپه‌ای، سدی و رودخانه‌ای تقسیم می‌شوند که هر یک پویای شرایط خاص تشکیل و نهشته شدن می‌باشند. از نظر رنگ این تراورتن‌ها دارای رنگ‌های متنوعی از رنگ سفید، کرم، لیمویی و قرمز می‌باشند. بر اساس منشأ CO<sub>2</sub> این تراورتن‌ها به انواع متوژن و ترموژن تقسیم می‌شوند. تراورتن‌های مورد مطالعه تحت تاثیر نئومورفسیم افزایشی و تبلور مجدد قرار گرفته‌اند. این تراورتن‌ها دارای انواع بدون تخلخل و متخلخل می‌باشند. آنالیزهای XRD انجام شده روی تراورتن‌ها نشان داد که تراورتن‌های شرق دشت سمسور از لحاظ ترکیب کانی‌شناسی شامل کلسیت، آراگونیت، کوارتز و ناخالصی‌های اکسید آهن می‌باشند. حضور آراگونیت در این تراورتن‌ها را می‌توان به آب‌های داغ (بالتر از ۴۳ درجه سانتیگراد) و حضور کلسیت را به آب‌های سردتر (کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد) این چشمه‌ها نسبت داد. انجام آنالیز ICP روی این تراورتن‌ها محدوده‌ی وسیعی از عناصر مختلف را در غلظت‌های متنوع نشان می‌دهد. غلظت‌های بالای عنصر Sr مربوط به کانی آراگونیت می‌باشد. ماتریکس‌های عنصری تاثیر دیاژنز متئوریک را روی این تراورتن‌ها نشان می‌دهد. جهت تعیین منشأ عناصر از نمودارهای عنکبوتی استفاده نمودیم که این نمودارها نشان می‌دهد سنگ‌آهک منطقه منشأ عناصر تراورتن‌ها می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** شرق دشت سمسور، مطالعات عنصری، تراورتن.

## فهرست

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: کلیات
۲	۱-۱-مقدمه
۲	۲-۱-موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی
۵	۳-۱-آب و هوای منطقه
۵	۴-۱-مطالعات قبلی انجام شده
۶	۵-۱-تعریف مساله و بیان سوالات اصلی تحقیق
۶	۶-۱-فرضیه‌ها
۶	۷-۱-اهداف
۷	۸-۱-روش پژوهش
۹	فصل دوم: کلیاتی درباره تراورتن
۱۰	۱-۲-مقدمه
۱۰	۲-۲-تعاریف تراورتن
۱۲	۳-۲-تاریخچه تراورتن
۱۶	۴-۲-رده بندی تراورتن با توجه به منشأ کربن دی‌اکسید
۱۶	۴-۲-۱-تراورتن‌های متعوزن
۱۷	۴-۲-۲-تراورتن‌های ترموزن
۱۷	۴-۲-۱-۲-منشأ ماگمایی کربن دی‌اکسید
۱۸	۴-۲-۲-۲-کربن زدایی

۱۹	۳-۲-۴-۲-کربن دی‌اکسید حاصل از گرمای مواد آلی
۲۰	۴-۲-۴-۲-آب ارگاماکس و سایر منابع کربن دی‌اکسید
۲۱	۵-۲-سایر رده بندی‌ها
۲۲	۶-۲-منبع کلسیم و کربنات
۲۳	۷-۲-فابریکها در تراورتن
۲۳	۱-۷-۲-میکروفابریک
۲۶	۱-۱-۷-۲-فابریکهای کلسیت
۲۶	۱-۱-۱-۷-۲-میکرایت، اسپرایت
۲۸	۲-۱-۱-۷-۲-فابریک کلسیت: دندریتی و اشکال مشابه
۲۹	۳-۱-۱-۷-۲-فابریک کلسیت: درختچه‌ای و بوته‌ای
۲۹	۲-۱-۷-۲-فابریک آراگونیت
۳۰	۲-۷-۲-مزوفابریک
۳۰	۱-۷-۲-تخلخل
۳۲	۲-۲-۷-۲-لایه بندی و درزه
۳۳	۳-۲-۷-۲-بیوفابریکها
۳۳	۴-۲-۷-۲-دانه های روکش شده: ائید و انکوئید
۳۴	۵-۲-۷-۲-لامیناسیون
۳۵	۸-۲-دیاژنز
۳۶	۱-۸-۲-خصوصیات دیاژنز محیط متئوریکی
۳۷	۲-۸-۲-دیاژنز دفنی



۳۷	۹-۲-رخساره‌های تراورتنی
۳۸	۲-۱۰-۱-دهانه (Vent)
۳۸	۲-۹-۲-کانالی (Channel)
۳۸	۲-۹-۳-رخساره حوضچه ای یا استخر (Pound)
۳۹	۲-۹-۴-دامنه نزدیک به منشأ (Proximal Slope)
۳۹	۲-۹-۵-دامنه دور از منشأ (Distal Slope)
۴۰	۲-۱۰-شکل کلسیت در تراورتن
۴۲	۲-۱۱-چشمه‌های تراورتن‌ساز
۴۴	۲-۱۲-گسترش جغرافیایی و خاستگاه ذخایر تراورتن ایران
۴۴	۲-۱۳-ارزش اقتصادی تراورتن‌ها
۴۸	<b>فصل سوم: زمین‌شناسی منطقه</b>
۴۸	۳-۱-مقدمه
۴۹	۳-۲-جایگاه زمین‌شناسی
۵۰	۳-۲-۱-بلوک لوت
۵۲	۳-۲-۲-زون فیلیش شرق ایران
۵۵	۳-۳-زمین‌شناسی ساختمانی منطقه
۵۸	۳-۳-۱-گسل کهورک
۵۸	۳-۳-۲-گسل نصرت آباد
۵۹	۳-۳-۳-گسل دامن
۵۹	۳-۴-زمین‌شناسی منطقه

۵۹	۳-۴-۱-آهک‌های اربیتولین‌دار
۵۹	۳-۴-۲-واحد گابرو
۶۰	۳-۴-۳-واحد پریدوتیت
۶۰	۳-۴-۴-واحد ماسه سنگ
۶۰	۳-۴-۵-واحد اولیوین بازالت
۶۰	۳-۴-۶-واحد تراورتن
۶۰	۳-۴-۷-واحد تراس‌های جوان و فن‌های گراولی
۶۱	۳-۴-۸-واحدهای آبرفت‌های زمان حاضر
۶۱	۳-۵-۵-زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه
۶۲	۳-۵-۱-واحد شیلی-اسلیتی
۶۴	۳-۵-۲-واحد سیلیسی شده
۶۶	۳-۵-۳-واحد آهک اربیتولین‌دار
۶۷	۳-۵-۴-واحد گرانیتوئیدی
۶۹	۳-۵-۵-واحد دایک‌های آندزیتی
۷۱	۳-۵-۶-واحد کنگلومرا
۷۲	۳-۵-۷-نهشته‌های تراورتن
۷۳	۳-۵-۷-۱-ویژگی تراورتن‌ها در شرق دشت سمسور
۸۲	۳-۵-۷-۲-ارزش اقتصادی تراورتن‌های مورد مطالعه
۸۲	<b>فصل چهارم: مطالعات سنگ‌شناسی</b>
۸۳	۴-۱-مقدمه

۸۷	۲-۴- مطالعات میکروسکپی مقاطع نازک
۸۸	۲-۴-۱- نقطه A
۹۳	۲-۴-۲- نقطه B
۹۶	۲-۴-۳- نقطه C
۱۰۱	۲-۴-۴- نقطه D
۱۰۴	۳-۴- کانی‌شناسی تراورتن‌های دشت سمسور
۱۰۵	۳-۴-۱- نقطه A
۱۰۶	۳-۴-۲- نقطه B
۱۰۶	۳-۴-۳- نقطه C
۱۰۷	۳-۴-۴- نقطه D
۱۰۸	فصل پنجم: ژئوشیمی
۱۰۹	۱-۵- مقدمه
۱۱۰	۲-۵- غلظت عناصر و نمودارهای عنصر/عنصر در منطقه مورد مطالعه
۱۱۰	۲-۵-۱- استرانسیوم
۱۱۲	۲-۵-۲- منگنز
۱۱۳	۲-۵-۳- سدیم
۱۱۵	۲-۵-۴- آهن
۱۱۷	۲-۵-۵- نسبت Sr/Mn
۱۱۸	۲-۵-۶- نسبت Sr/Na
۱۱۸	۳-۵- سایر عناصر

۱۲۱	۴-۵-مقایسه عنصری تراورتن های دشت سمسور با تراورتن های حوضه کششی منطقه دنیزلی ترکیه
۱۲۳	۴-۵-۱-استرانسیم
۱۲۴	۴-۵-۲-آهن
۱۲۵	۴-۵-۳-منگنز
۱۲۵	۴-۵-۴-نسبت Sr/Mn
۱۲۹	۶-۵- تعیین منشأ عناصر تراورتنها
۱۳۴	<b>فصل ششم: شرایط تشکیل تراورتن در شرق دشت سمسور</b>
۱۳۵	۶-۱-مقدمه
۱۳۵	۶-۲-شرایط تشکیل تراورتنها در شرق دشت سمسور
۱۳۶	۶-۳-انواع تراورتنهای شرق دشت سمسور
۱۳۶	۶-۳-۱-رده بندی تراورتنهای برجا از نظر مورفولوژی
۱۴۰	۶-۳-۱-۱-تراورتنهای تپه‌ای
۱۴۳	۶-۳-۱-۲-تراورتنهای سدی (Dam teravertine)
۱۴۴	۶-۳-۱-۳-تراورتنهای رودخانه‌ای
۱۴۷	۶-۴-لامیناسیون در تراورتن های شرق دشت سمسور
۱۴۸	۶-۵-شرایط تشکیل کلسیت و آراگونیت در تراورتنهای شرق دشت سمسور
۱۴۸	۶-۵-۱-درجه حرارت
۱۵۱	۶-۵-۲-درجه فوق اشباعی
۱۵۲	۶-۵-۳-فعالیت‌های میکروبی

۱۵۲	۴-۵-۶- نرخ رسوبگذاری
۱۵۳	۴-۵-۵- مواد آلی
۱۵۳	۴-۵-۶- تغییرات فشار
۱۵۴	۴-۵-۷- تلاطم و جریان آب
۱۵۴	۴-۵-۸- شکستگی و گسل خوردگی
۱۵۴	۴-۵-۹- میزان H <sub>2</sub> S
۱۵۵	فصل هفتم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۱۵۸	منابع
	پیوست

### فهرست اشکال

۳	شکل ۱-۱: موقعیت جغرافیایی نقاط مورد مطالعه بر روی شکل ماهواره‌ای Landsat 7
	شکل ۱-۲: نقشه راه‌های دسترسی به منطقه مورد نظر با ستاره نمایش داده شده است. (اقتباس از نقشه راه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور)
۴	شکل ۱-۲: محتوای CaCO <sub>3</sub> در تراورتن‌های اپی ژن (a) متئوزن و (b) ترموزن ( Pentecost and Zhang, 2000 )
۲۳	شکل ۲-۲: چارت‌های مربوط به فابریک تراورتن‌ها بر اساس مقطع نازک ( قسمت سیاه: میکرایت، قسمت هاشور زده: میکرواسپار و قسمت سفید: اسپار )
۲۶	شکل ۲-۳: انواع مهم تخلخل‌های فابریکی در تراورتن‌ها (فضاهای خالی با رنگ سیاه نشان داده شده است (Choquette and Pray, 1970)
۳۱	

شکل ۲-۴: الف) لامیناسیون چرخه‌ای، ب) لامیناسیون تکراری، ج) لامیناسیون متناوب با ضخامت‌های متفاوت، د)

لامیناسیون متناوب با ضخامت‌های یکسان ۳۴

شکل ۲-۵: الف) چشمه AT-1 (یکی از چشمه‌های آب گرم ماموت در پارک ملی یلواستون)، ب) یک مقطع عرضی

از آن که در آن رخساره‌ها و جهت جریان نشان داده شده است (Fouke et al., 2000) ۳۹

شکل ۲-۶: رابطه بین شکل کریستال‌های کلسیت و فاکتور عدم تعادل ۴۱

شکل ۳-۱: تقسیم‌بندی ایران به ایالت‌های زمین‌شناسی متفاوت (تغییر داده شده از Stocklin, 1968) ۴۹

شکل ۳-۲: موقعیت زون سابداکشن مکران و کمان ولکانیکی تفتان و دیگر ساختارهای بزرگ در این منطقه ۵۴

شکل ۳-۳: نقشه گسل‌های موجود در شرق ایران ۵۶

شکل ۳-۴: قسمتی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰:۱ حسن‌آباد کورین که مرتبط با منطقه مورد مطالعه می‌باشد

(افتخار نژاد و همکاران، ۱۳۵۲) ۶۰

شکل ۳-۵: نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۰۰۰۰:۱ تهیه‌شده از منطقه مورد مطالعه ۶۱

شکل ۳-۶: نمایش شیل‌های خاکستری رنگ در زیر آهک‌های اربیتولین‌دار ۶۲

شکل ۳-۷: نمایش شیل‌های تکتونیزه (اسلیت‌ها) در منطقه ۶۳

شکل ۳-۸: شیل‌ها و اسلیت‌های سیلیسی شده در زیر سنگ‌های آهکی ۶۴

شکل ۳-۹: نمایش توده سیلیسی سفید رنگ در زیر واحد اسلیتی ۶۴

شکل ۳-۱۰: نمایی از آهک اربیتولین‌دار که در ارتفاعات دیده می‌شود (جهت نگاه به سمت غرب است) ۶۵

شکل ۳-۱۱: سنگ آهک توده و ضخیم لایه مرتفع رنگ روشن که به طور گسلی روی سنگ‌های عمدتاً کربناته

شدیداً سیلیسی شده و دگرسان شده قرار دارد. ۶۶

شکل ۳-۱۲: نمایش رخنمونی از یک توده کوارتز دیوریت ۶۷

شکل ۳-۱۳: یک کوارتز دیوریت ۶۷

شکل ۳-۱۴: نمایش رز دیاگرام از امتداد دایک‌های اندازه‌گیری شده در منطقه ۶۹

- شکل ۳-۱۵: نمونه دستی از آندزیت منطقه ۶۹
- شکل ۳-۱۶: نمایش دایک آندزیتی در منطقه مورد مطالعه ۷۰
- شکل ۳-۱۷: نمایی از واحد کنگلومرا که در کف آبراهه رخنمون پیدا کرده است. ۷۱
- شکل ۳-۱۸: الف) تصویری از تراورتن‌های نقطه A، ب) نمایی از سطح تازه تراورتن‌های نقطه A ۷۳
- شکل ۳-۱۹: الف) تصویری از تراورتن‌های نقطه B، ب) نمایی از تراورتن‌های نقطه B به همراه تخلخل‌های ۷۴  
سطحی
- شکل ۳-۲۰: الف) نمایی از حضور آهن و تراورتن در کنار هم ب) نمایی از نمونه دستی آهن و تراورتن ۷۵  
در کنار هم.
- شکل ۳-۲۱: الف) تصویری از نمونه دستی تراورتن بدون آغشتگی به آهن ب) تصویری از تراورتن آغشته شده به ۷۷  
آهن ج) تصویری از چشمه فعال در نقطه B.
- شکل ۳-۲۲: الف) نمایی از نمونه V1 - ب) نمایی از نمونه V3 - ج) نمایی از ستون نمونه گیری در نقطه C ۷۹
- شکل ۳-۲۳: نمایی از تراورتن‌های تشکیل شده در درزه‌ها و شکستگی‌ها ۸۰
- شکل ۳-۲۴: نمونه دستی تراورتن‌های قرمز در نقطه D ۸۱
- شکل ۴-۱: نقاط نمونه گیری ۸۸
- شکل ۴-۲: الف و ب) تراورتن‌های متبلور با لامیناسیون متناوب با ضخامت متفاوت ج) حضور تخلخل ۹۰  
در تراورتن د) لامیناسیون کانی کربناته و آهن در تراورتن‌های بدون تخلخل بخش معدن. نمونه‌ها مربوط  
به نقطه A می‌باشند.
- شکل ۴-۳: الف) بلورهای سوزنی شکل کانی کربناته که حالت دسته علفی دارند در نور PPL, XPL-

ب) بلورهای طویل و باریک کربنات کلسیم احتمالاً آراگونیت که عمودبر روند نواری آن رشد

۹۱ کرده اند در نور XPL, PPL

شکل ۴-۴: کانی کربناته اسپارایتی با رشد دندان سگی در نور XPL, PPL و وجود تخلخل بین بلوری در بین

۹۲ کانی‌های کربناته

شکل ۴-۵: الف) کنکرسینون‌های اکسید آهن ب) رشد کانی کربناته و رانده شدن اکسیدهای آهن به اطراف

شکل ۴-۶: الف) لامیناسون‌های متناوب با ضخامت‌های متفاوت ب) بلورهای سوزنی کربناته و لامینه‌های واضح

۹۳ کربناته ج) تراورتن بدون لامیناسیون با تخلخل کمتر از ۳ درصد. نمونه‌ها مربوط به نقطه B می‌باشند.

شکل ۴-۷: تراورتن خاکستری نقطه B با تخلخل بالا در سطح

۹۵ شکل ۴-۸: کانی‌های کربناته اسپارایتی بلوکی شکل در نور XPL, PPL

شکل ۴-۹: حضور کانی کوارتز در کنار کانی‌های کربناته میکرایتی و اسپارایتی در نور XPL, PPL و تخلخل بین

۹۵ بلوری و حفره ای

شکل ۴-۱۰: بلورهای اسپارایتی دندریتی و فیبری شکل

شکل ۴-۱۱: حضور اکسید آهن بصورت کنکرسینونی و پیژوئیدی XPL, PPL

شکل ۴-۱۲: تراورتن‌های متراکم، فاقد لامیناسیون و با سطح کاملاً روشن مربوط به نقطه C.

شکل ۴-۱۳: الف) تراورتن با لامیناسیون ضخیم ب) لامیناسیون اعوجاجی در نمونه دستی مربوط به نقطه C.

۹۸ شکل ۴-۱۴: تخلخل‌های عمیق و ریز در نمونه دستی مربوط به نقطه C.

شکل ۴-۱۵: الف) سندی کلسی ماداستون- ب) کانی‌های کربناته درهم - ج) کانی کربناته با رشد شعاعی و

۹۹ متحدالمرکز XPL, PPL.



- شکل ۴-۱۶: بلورهای اسپارایتی دندریتی، فیبری و دسته علفی کربناته ۱۰۰
- شکل ۴-۱۷: الف) تخلخل حفره‌ای و تخلخل بین بلوری ب) تخلخل فنسترال. ۱۰۰
- شکل ۴-۱۸: لامیناسیون‌های میکروسکوپی متناوب با ضخامت‌های متفاوت ۱۰۱
- شکل ۴-۱۹: تراورتن‌های قرمز در نقطه D ۱۰۲
- شکل ۴-۲۰: لامیناسیون‌های نازک در تراورتن‌های نقطه D ۱۰۲
- شکل ۴-۲۱: تراورتن‌های قرمز کاملاً متراکم بدون تخلخل در نقطه D. ۱۰۳
- شکل ۴-۲۲: رخ‌های واضح در کانی کربناته PPL, XPL ۱۰۳
- شکل ۴-۲۳: کانی کربناته سوزنی شکل PPL, XPL و تخلخل بین بلوری شکل گرفته در آنها ۱۰۴
- شکل ۴-۲۴: حضور دو نوع کوارتز متفاوت در کنار کانی کربناته PPL, XPL ۱۰۴
- شکل ۴-۲۵: نمودار XRD مربوط به یک نمونه از نقطه A ۱۰۵
- شکل ۴-۲۶: نمودار XRD مربوط به نمونه دیگری از نقطه A ۱۰۵
- شکل ۴-۲۷: نمودار XRD مربوط به یک نمونه از نقطه B ۱۰۶
- شکل ۴-۲۸: نمودار XRD مربوط به یک نمونه از نقطه C ۱۰۶
- شکل ۴-۲۹: نمودار XRD مربوط به یک نمونه از تراورتن قرمز در نقطه D. ۱۰۷
- شکل ۵-۱: محدوده تمرکز عنصر Sr در کلسیت و آراگونیت (Irion and Muller, 1968). ۱۱۱
- شکل ۵-۲: محدوده تمرکز عنصر Sr در تراورتن‌های ژاپن (Ishigami and Suziki, 1977) ۱۱۱
- شکل ۵-۳: نمودار Sr به Mn در منطقه مورد مطالعه ۱۱۳

- ۱۱۴ شکل ۴-۵: نمودار Na به Mn در منطقه مورد مطالعه
- ۱۱۵ شکل ۵-۵: نمودار Sr به Na در منطقه مورد مطالعه
- ۱۱۶ شکل ۶-۵: نمودار Fe به Mn در منطقه مورد مطالعه
- ۱۱۷ شکل ۷-۵: نمودار Sr/Mn به Mn در منطقه مورد مطالعه
- ۱۱۸ شکل ۸-۵: نمودار Mn به در منطقه مورد مطالعه
- ۱۲۳ شکل ۹-۵: نقشه‌ی زمین شناسی حوضه‌ی دنیزلی (Ozkul et al., 2013)
- ۱۲۴ شکل ۱۰-۵: نمودار Sr به Mn برای دو منطقه‌ی دنیزلی و دشت سمسور
- ۱۲۵ شکل ۱۱-۵: نمودار Fe به Mn برای دو منطقه‌ی دنیزلی و دشت سمسور
- ۱۲۶ شکل ۱۲-۵: نمودار Sr/Mn به Mn برای دو منطقه‌ی دنیزلی و دشت سمسور
- شکل ۱۳-۵: خلاصه‌ای از ماتریکس عنصری برای روندهای ایده‌آل دیاژنز دریایی، متئوریکی و تدفینی. علائم و نشانه‌های مثبت و منفی براساس رابطه (Winfield et al., 1996) بین عناصر تعیین شده‌است
- ۱۲۸
- ۱۲۹ شکل ۱۴-۵: خلاصه‌ای از ماتریکس عنصری مربوط به نمونه‌های تراورتن دشت سمسور
- شکل ۱۵-۵: نمودار عنکبوتی منطقه A ( روی محور افقی بترتیب: 1=Fe, 2=P, 3=Mg, 4=Al, 5=Na, 6= MO, 7= Cu, 8=Pb, 9= Mn, 10= As, 11= U, 12= Th, 13= Cd, 14= Sb, 15=La, 16= Ba, 17=Ce)
- ۱۳۰
- ۱۳۱ شکل ۱۶-۵: نمودار عنکبوتی منطقه B ( توضیحات مانند نمودار ۱۵-۵)
- ۱۳۲ شکل ۱۷-۵: نمودار عنکبوتی منطقه C ( توضیحات مانند نمودار ۱۵-۵)
- ۱۳۳ شکل ۱۸-۵: نمودار عنکبوتی منطقه D ( توضیحات مانند نمودار ۱۵-۵)

- شکل ۶-۱: مکانیسم تشکیل تراورتن (۲ و ۱) منطقه آبی غیر اشباع و اشباع شده با کلسیت همراه با رسوب کلسیت و آزاد شدن حباب‌های گاز، (۳) خاک، (۴) شیل‌های ماسه‌ای، (۵) آشفستگی تفکیکی، (۶) جهت حرکت آب، (۷) جهت احتمالی حرکت CO<sub>2</sub> (Shvartsev et al., 2007)
- ۱۳۷
- شکل ۶-۲: مورفولوژی اصلی تراورتن‌ها (بدون مقیاس)
- ۱۳۹
- شکل ۶-۳: اشکال مختلف تراورتن‌های تپه‌ای در اطراف دهانه چشمه
- ۱۴۱
- شکل ۶-۴: نمایی از تراورتن‌های تپه‌ای در منطقه مورد مطالعه
- ۱۴۲
- شکل ۶-۵: ویژگی‌های ژئومورفولوژی سدهای تراورتنی
- ۱۴۳
- شکل ۶-۶: نمایی از سدهای کوچک تراورتنی در تراورتن‌های در حال تشکیل
- ۱۴۴
- شکل ۶-۷: نهشته‌های تراورتن رودخانه‌ای در ضخامت‌های متفاوت
- ۱۴۶
- شکل ۶-۸: لایه‌ای از تراورتن‌های به رنگ قرمز در بین نهشته رودخانه‌ای
- ۱۴۶
- شکل ۶-۹: رابطه بین رسوب کلسیت و آراگونیت در تراورتن‌ها با توجه به رابطه میزان درجه حرارت و منیزیم، الف) درجه حرارت در مقابل نسبت Mg/Ca، دایره‌های پر شده، (آراگونیت) و دایره‌های نیمه‌پر (مخلوط کلسیت و آراگونیت)، ب) درجه حرارت در مقابل غلظت منیزیم (Pentecost, 2005).
- ۱۴۹

#### فهرست جداول

- جدول شماره ۱-۱: مختصات نقاط نمونه برداری
- ۲
- جدول ۱-۲: کربن دی اکسید منشأ گرفته از فرآیندهای گرمایی زیر سطحی
- ۱۹
- جدول ۲-۲: ویژگی‌های تراورتن‌های ترموزن و متتوزن و آب‌های مرتبط با آنها
- ۲۱
- جدول ۲-۳: خواص فیزیکی و مکانیکی تراورتن‌های ترموزن
- ۴۵

جدول شماره ۱-۳: امتداد دایک‌های اندازه گیری شده در منطقه ۶۸

جدول ۱-۴: مشخصات سنگ شناسی انواع تراورتن‌ها در شرق دشت سمسور ۸۳

جدول ۱-۵: غلظت عناصر موجود در تراورتن‌ها بر حسب ppm. میانگین داده‌های سنگ‌های کربناته توسط

۱۲۱ Turekian and Wedepohle (1961) داده شده‌است.