

رسالة محمد



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی زمین شناسی گرایش پترولوژی

**پترولوژی آمفیولیت های افیولیت پشت بادام و کمپلکس چاپدوننی (شمال شرق استان  
یزد)**

استاد راهنما:

قدرت ترابی

پژوهشگر:

زهرا مختاری

خرداد ۱۳۹۱

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه اصفهان است.



دانشگاه اصفهان  
دانشکده علوم  
گروه زمین شناسی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی زمین شناسی گرایش پترولوژی  
خانم زهرا مختاری تحت عنوان

**پترولوژی آمفیبولیت های افیولیت پشت بادام و کمپلکس چاپدون (شمال شرق استان  
یزد)**

در تاریخ ۱۳۹۱/۳/۳۰ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه عالی... به تصویب نهایی رسید.

- |       |  |
|-------|--|
| امضاء | ۱- استاد راهنمای پایان نامه دکتر قدرت ترابی با مرتبه ی علمی دانشیار          |
| امضاء | ۲- استاد داور داخل گروه دکتر موسی نقره ثیان با مرتبه ی علمی استاد            |
| امضاء | ۳- استاد داور خارج از گروه دکتر محمدرضا ایران نژادی با مرتبه ی علمی استادیار |



## سپاسگزاری

سپاس خداوند عزوجل را که توفیق گام نهادن در راه علم را به بنده حقیر خویش عنایت نمود و در لحظه لحظه این راه لطف و عنایت خویش را دریغ ننمود.

با آن که زبانم قاصر است برای تشکر از زحمات بی دریغ خانواده ام این فرصت را غنیمت شمرده و از اعماق وجودم سپاس بی نهایت خود را نثار عزیزترین کسانم که تمام موفقیت های زندگی ام را مدیون آنان هستم می کنم و از خداوند متعال برای ایشان سلامتی و توفیق مسالت دارم.

بر خود لازم می دانم از زحمات استاد راهنمای گرامی و محترم خویش جناب آقای دکتر قدرت ترابی که در دوران کارشناسی ارشد و به انجام رسیدن این پایان نامه از هیچ تلاشی فروگذار نکردند و همواره با راهنمایی های خویش موجبات پیشبرد این پایان نامه را فراهم کردند، نهایت سپاس و قدردانی را ابراز دارم و از خداوند بزرگ برای ایشان سلامتی و سربلندی روز افزون آرزومندم.

همچنین از اساتید گروه زمین شناسی خصوصاً اساتید گرامی گریش پترولوژی آقای دکتر موسی نقره نیان، آقای دکتر محمود خلیلی، آقای دکتر سید محسن طباطبایی منش، آقای دکتر مرتضی شریفی و آقای دکتر محمد علی مکی زاده کمال تشکر را دارم.

از تمامی پرسنل محترم گروه زمین شناسی از جمله آقایان مهندس آروین، اعتصام پور، محوری و خانم ها شاهپیری، ساکتی و احمدی نهایت تشکر را دارم.

در پایان از تمامی همکلاسی های خوبم، خصوصاً دوست عزیز و مهربانم سرکار خانم نصوحیان بابت تمام کمک ها و همدلی هایشان کمال تشکر را دارم و از خداوند بزرگ برای ایشان توفیق و سربلندی مسالت دارم.

با تشکر

زهرا مختاری

**تقدیم به عزیزترین های زندگی ام**

**پدر و مادر**

**و**

**برادرم**

## چکیده

افیولیت پشت بادام و کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی در شمال شرق استان یزد واقع گردیده اند. افیولیت پشت بادام شامل متاپریدوتیت، آمفیبولیت، متاگابرو، رودینگیت و لیستونیت می باشد. واحدهای رسوبی پوشاننده افیولیت پشت بادام بعد از دگرگونی به شیست و مرمر تبدیل شده اند. سنگ های قابل مشاهده در کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی عمدتاً گنیس، میگماتیت، آمفیبولیت، مرمر و شیست می باشد. در این مطالعه به بررسی آمفیبولیت های موجود در هر دو منطقه پرداخته شده است. در بخش هایی از افیولیت پشت بادام و کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی در اثر پدیده تفریق دگرگونی کانی های تیره و روشن موجود در آمفیبولیت ها از یکدیگر جدا شده اند و به صورت نوارهای مجزا از یکدیگر دیده می شوند.

بررسی های پتروگرافی و شیمی کانی ها نشان می دهد دو نوع آمفیبولیت در افیولیت پشت بادام وجود دارد: آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حد واسط شامل کانی های آمفیبول از نوع هورنبلند چرماکیتی و هورنبلند آهن دار، پلاژیوکلاز از نوع آندزین تا لابرادوریت، کوارتز، اسفن، ایلمنیت، اپیدوت، آپاتیت و سریسیت می باشند و آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت از کانی های آمفیبول از نوع هورنبلند شرماکیتی و هورنبلند منیزیم دار، پلاژیوکلاز از نوع بیتونیت تا آنورتیت، کوارتز، مسکویت، گارنت (گروسولار)، ایلمنیت، اسفن، پرهنیت، کلریت و لوکوکسن تشکیل شده اند.

بررسی های پتروگرافی و ترموبارومتري آمفیبولیت های افیولیت پشت بادام تأثیر حداقل سه مرحله دگرگونی را در آن ها نشان می دهد که با توجه به سن پیشنهادی برای تشکیل این افیولیت در پالتوزویک بالای می توان سه حادثه دگرگونی M1، M2 و M3 را به ترتیب به حوادث کوهزایی سیمیرین پیشین، سیمیرین میانی و سیمیرین پسین نسبت داد. نظر به تشکیل پلاژیوکلاز های غنی از آنورتیت، می توان گفت بازالت ها به عنوان سنگ والد در مرحله M1 در رخساره شیست سبز دگرگون شده اند و پرهنیت ها در این مرحله حاصل گشته اند، در نتیجه دگرگونی پرهنیت ها در مرحله M2 که شدت آن در حد رخساره آمفیبولیت بوده، پلاژیوکلازهایی با آنورتیت فراوان بوجود آمده اند. وجود کانی های پرهنیت، کلریت، سریسیت و لوکوکسن نشان از وقوع حادثه دگرگونی در حد رخساره شیست سبز (M3) بعد از دگرگونی در رخساره آمفیبولیت دارد.

ماهیت ماگمای والد در منطقه پشت بادام ساب آکالن و از نوع توله ایتی می باشد. این آمفیبولیت ها با توجه به بررسی های صحرایی منشأ آذرین دارند. بازالت هایی که از دگرگونی آن ها آمفیبولیت های افیولیت پشت بادام تشکیل شده اند در حوضه پشت کمان بوجود آمده و سنگ منشأ آن ها نیز یک اسپینل لرزولیت بوده است.

آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی شامل کانی های آمفیبول از نوع هورنبلند منیزیم دار، پلاژیوکلاز از نوع بیتونیت که از دگرسانی آن ها پلاژیوکلاز از نوع آندزین حاصل شده است، مگنتیت، پرهنیت و کلریت است. وجود کانی های کلریت و پرهنیت در این سنگ ها نشان از وقوع رخداد دگرگونی برگشتی در حد رخساره شیست سبز بعد از دگرگونی در رخساره آمفیبولیت و بالاتر در زمان ائوسن پسین تا اولیگوسن پیشین دارد.

از آن جایی که الگوی REE آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی با هیچ یک از استانداردهای معمول بازالت ها همخوانی ندارد و از لحاظ این عناصر بسیار تهی می باشد، همچنین مقادیر بالای  $Al_2O_3$  و پراکندگی نمونه ها در نمودارهای هارکر و بررسی مقادیر نیگلی موجب گردیده تا یک منشأ رسوبی که احتمالاً مارن می باشد برای این سنگ ها در نظر گرفته شود.

**واژگان کلیدی:** پترولوژی، افیولیت، آمفیبولیت، پشت بادام، کمپلکس چاپدونی

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

### فصل اول: کلیات

۱-۱-۱- مقدمه	۱
۱-۱-۱- اهمیت آمفیبولیت ها در مجموعه های افیولیتی	۱
۱-۱-۲- اهمیت آمفیبولیت ها در کمپلکس های دگرگونی حلقوی	۲
۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راه های ارتباطی	۲
۱-۳- ژئومورفولوژی	۵
۱-۴- وضعیت معیشتی مردم و آب و هوای منطقه	۵
۱-۵- مطالعات پیشینیان	۶
۱-۶- هدف مطالعه	۸
۱-۷- روش های مطالعه	۹

### فصل دوم: زمین شناسی منطقه

۱-۲- زمین شناسی عمومی منطقه	۱۰
۱-۱-۲- زمین شناسی عمومی ایران مرکزی	۱۰
۱-۲- زمین شناسی عمومی خرد قاره شرق - ایران مرکزی	۱۴
۱-۲-۲- بلوک پشت بادام	۱۴
۱-۲-۲- سنگ شناسی بخش شرقی	۱۵
۱-۲-۲- سنگ شناسی بخش مرکزی	۱۶
۱-۲-۲- سنگ شناسی بخش غربی	۱۷
۱-۲-۳- گسل های تاثیر گذار در منطقه مورد مطالعه	۱۸
۱-۳-۲- گسل پشت بادام	۱۸
۱-۳-۲- گسل نی باز - چاتک	۱۸
۱-۳-۳- گسل چاپدونی	۱۹
۱-۴- موقعیت ساختاری و تکتونیکی منطقه مورد مطالعه	۱۹
۱-۵- بررسی وضعیت زمین شناسی در منطقه مورد مطالعه در زمان های مختلف زمین شناسی	۲۰
۱-۶- روابط صحرایی	۲۳
۱-۶-۱- افیولیت پشت بادام	۲۳



۲-۶-۲- کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی..... ۲۶

### فصل سوم: پتروگرافی و شیمی کانی ها

۳-۱- مقدمه.....	۳۰
۳-۲- پتروگرافی.....	۳۲
۳-۲-۱- آمفیبولیت افیولیت پشت بادام.....	۳۲
۳-۲-۱-۱- آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط.....	۳۲
۳-۲-۱-۱-۱- آمفیبول.....	۳۲
۳-۲-۱-۲- فلدسپار.....	۳۳
۳-۲-۱-۳- کانی های فرعی و ثانویه.....	۳۴
۳-۲-۱-۲- آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت افیولیت پشت بادام.....	۳۵
۳-۲-۱-۲-۱- آمفیبول.....	۳۵
۳-۲-۱-۲-۲- فلدسپار.....	۳۶
۳-۲-۱-۲-۳- کانی های فرعی و ثانویه.....	۳۷
۳-۲-۲- آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی.....	۴۰
۳-۲-۲-۱- آمفیبول.....	۴۰
۳-۲-۲-۲- فلدسپار.....	۴۰
۳-۲-۲-۳- کانی های فرعی و ثانویه.....	۴۰
۳-۳- شیمی کانی ها.....	۴۱
۳-۳-۱- مقدمه.....	۴۱
۳-۳-۲- آمفیبولیت های افیولیت پشت بادام.....	۴۲
۳-۳-۱- آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط.....	۴۲
۳-۳-۱-۱- آمفیبول.....	۴۲
۳-۳-۱-۲- فلدسپار.....	۴۷
۳-۳-۱-۳- کانی های فرعی و ثانویه.....	۴۹
۳-۳-۲- آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت.....	۵۱
۳-۳-۲-۱- آمفیبول.....	۵۱
۳-۳-۲-۲- فلدسپار.....	۵۵

۵۷	.....۳-۲-۲-۳-۳-۳ کانی های فرعی و ثانویه.....
۶۲	.....۳-۳-۳-۳-۳ آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی.....
۶۲	.....۳-۳-۳-۱-۳-۳-۳ آمفیبول.....
۶۶	.....۳-۳-۳-۲-۳-۳-۳ فلدسپار.....
۶۸	.....۳-۳-۳-۳-۳ کانی های فرعی و ثانویه.....

### فصل چهارم: تاریخچه دگرگونی و ژئوترموبارومتري

۷۰	.....۴-۱-۱-۱-۱-۱ مقدمه.....
۷۰	.....۴-۲-۲-۲-۲-۲ ژئوبارومتري و ژئوترموومتري.....
۷۱	.....۴-۱-۲-۲-۲-۲ ژئوبارومتري.....
۷۳	.....۴-۱-۱-۲-۲-۲-۲ بارومتري Al موجود در هورنبلند.....
۸۱	.....۴-۲-۲-۲-۲-۲ ترمومتري.....
۸۱	.....۴-۱-۲-۲-۲-۲-۲ ترمومتري آمفیبول-پلاژیوکلاز.....
۸۶	.....۴-۲-۲-۲-۲-۲ ترمومتري کلريت.....
۸۷	.....۴-۳-۳-۳-۳-۳ رخساره های دگرگونی.....
۸۷	.....۴-۱-۳-۳-۳-۳-۳ رخساره های دگرگونی در آمفیبولیت های افیولیت پشت بادام.....
۸۹	.....۴-۲-۳-۳-۳-۳-۳ رخساره های دگرگونی در آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی.....

### فصل پنجم: ژئوشیمی

۹۱	.....۵-۱-۱-۱-۱-۱ مقدمه.....
۹۲	.....۵-۲-۲-۲-۲-۲ تفکیک آهن ۲ و ۳.....
۹۷	.....۵-۳-۳-۳-۳-۳ بررسی عناصر اصلی و کمیاب در آمفیبولیت های افیولیت پشت بادام.....
۹۸	.....۵-۴-۴-۴-۴-۴ بررسی عناصر اصلی و کمیاب در آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی.....
۱۰۰	.....۵-۵-۵-۵-۵-۵ نامگذاری سنگ.....
۱۰۰	.....۵-۱-۵-۵-۵-۵ نمودار کل قلیایی ها- سیلیس [TAS].....
۱۰۱	.....۵-۲-۵-۵-۵-۵ نمودار وینچستر و فلوید [۱۹۷۷].....
۱۰۲	.....۵-۶-۶-۶-۶-۶ تعیین سری ماگمایی.....
۱۰۴	.....۵-۷-۷-۷-۷-۷ نمودارهای تغییرات.....
۱۰۴	.....۵-۱-۷-۷-۷-۷ نمودارهای هارکر.....
۱۰۴	.....۵-۲-۷-۷-۷-۷ سایر نمودارها.....

- ۸-۵- نمودارهای بهنجارسازی نسبت به کندریت و گوشته اولیه برای آمفیبولیت های پشت بادام ..... ۱۰۶
- ۹-۵- نمودارهای بهنجارسازی نسبت به کندریت و گوشته اولیه برای آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی..... ۱۰۷

### فصل ششم: پتروژنز

- ۱-۶- مقدمه ..... ۱۰۹
- ۲-۶- بررسی نمودارهای بهنجارسازی..... ۱۰۹
- ۱-۲-۶- بررسی نمودارهای بهنجارسازی نسبت به کندریت و گوشته اولیه برای آمفیبولیت های پشت بادام ..... ۱۱۰
- ۲-۲-۶- بررسی نمودارهای بهنجارسازی نسبت به کندریت و گوشته اولیه برای آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی..... ۱۱۳
- ۲-۶- بررسی ذوب بخشی سنگ منشأ..... ۱۱۵
- ۱-۲-۶- تعیین درجه ذوب بخشی سنگ منشأ آمفیبولیت های افیولیت پشت بادام..... ۱۱۵
- ۳-۶- سنگ منشأ ماگمای والد آمفیبولیت های افیولیت پشت بادام ..... ۱۱۷
- ۴-۶- تعیین ماهیت آمفیبولیت ها..... ۱۱۸
- ۵-۶- تعیین محیط تکتونیکی..... ۱۲۲

### نتیجه گیری و پیشنهادات

- نتیجه گیری..... ۱۲۷
- پیشنهادات..... ۱۲۹
- منابع و مآخذ..... ۱۳۱

## فهرست شکل ها

- شکل ۱-۱- موقعیت افیولیت پشت بادام بر روی نقشه افیولیت های ایران با تغییراتی در مورد افیولیت های پشت بادام، بیاضه، جندق و انارک [پساگنو و همکاران، ۲۰۰۴]..... ۳
- شکل ۱-۲- راه های دسترسی به مناطق مورد مطالعه [اقتباس از اطلس راه های ایران، ۱۳۸۳]..... ۳
- شکل ۱-۳- a: تصویر ماهواره ای از گسل های امتداد لغز چاپدونی، پشت بادام و گسل نرمال نی باز- چاتک. b: گسل های نرمال موجود در کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی که اکثراً به سمت چپ تمایل دارند. عدد های مشخص شده بر روی شکل محل برداشت درزه ها و امتداد خش لغزهای گسل می باشند [کارگران بافقی و همکاران، ۲۰۱۰]..... ۴
- شکل ۱-۲- افیولیت پشت بادام به همراه واحدهای مربوط (دید رو به شمال)..... ۲۴
- شکل ۲-۲- لیستونیت های موجود در افیولیت پشت بادام (دید رو به شمال)..... ۲۴
- شکل ۲-۳- توده آمفیبولیت اصلی موجود در افیولیت پشت بادام (دید رو به شمال)..... ۲۵
- شکل ۲-۴- شیست های قابل مشاهده در افیولیت پشت بادام (دید رو به شمال)..... ۲۵
- شکل ۲-۵- مجاورت توده نفوذی و توده آمفیبولیت (دید رو به غرب)..... ۲۵
- شکل ۲-۶- نقشه زمین شناسی ساده شده از منطقه پشت بادام و کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی، برگرفته از وردل و همکاران (۲۰۰۷) با تغییرات..... ۲۷
- شکل ۲-۷- نمایی از کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی و آمفیبولیت های مورد بررسی که به صورت بخش های تیره رنگ دیده می شود (دید رو به غرب)..... ۲۷
- شکل ۲-۸- توده های آمفیبولیت موجود در کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی و توده های نفوذی درون آن ها (سفید رنگ) (دید رو به غرب)..... ۲۸
- شکل ۲-۹- توده آمفیبولیت موجود در کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی ..... ۲۸
- شکل ۳-۱- تصاویر پتروگرافی از آمفیبول های آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط افیولیت پشت بادام ..... ۳۳
- شکل ۳-۲- پلاژیوکلازهای سوسوریتی شده (A) و سریسیت حاصل از دگرسانی پلاژیوکلازهای اسیدی (B) در آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط ..... ۳۳
- شکل ۳-۳- اسفن های موجود در آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط افیولیت پشت بادام ..... ۳۴
- شکل ۳-۴- اپیدوت در میان پلاژیوکلاز (A) و اپیدوت موجود در آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط (B) افیولیت پشت بادام..... ۳۴
- شکل ۳-۵- ایلمنیت، کوارتز و سوزن های آپاتیت موجود درون کوارتز در آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز

- شکل ۳-۶- آمفیبول با ماکل کمربندی و کارلسباد (A) و رشته های آمفیبول (B)، تجمع آمفیبول ها کنار هم (C)، قرار گرفتن آمفیبول ها و پلاژیوکلاز ها در یک امتداد (D) آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت ..... ۳۵
- شکل ۳-۷- سوزن های آمفیبول موجود در پلاژیوکلاز (A) جدایش آمفیبول (بخش تیره) و پلاژیوکلاز (بخش روشن) (B) و (C) و پلاژیوکلازهایی که حالت چشمی دارد (D)، تجمع آمفیبول ها کنار هم (D) .... ۳۶
- شکل ۳-۸- گارنت های موجود در آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت ..... ۳۷
- شکل ۳-۹- حضور ایلمنیت ها به طور پراکنده در سطح آمفیبول های آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت ..... ۳۸
- شکل ۳-۱۰- کلریت در آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت، که در قسمت (B) به حالت بادبزی دیده می شود ..... ۳۹
- شکل ۳-۱۱- لوکوکسن های موجود در آمفیبولیت با پلاژیوکلازهای غنی از آنورتیت ..... ۳۹
- شکل ۳-۱۲- آمفیبول، پلاژیوکلاز، پرهنیت، مگنتیت و کلریت موجود در آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی ..... ۴۱
- شکل ۳-۱۳- آمفیبول های آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط افیولیت پشت بادام در گروه کلسیک قرار گرفته اند [لیک و همکاران، ۱۹۹۷] ..... ۴۳
- شکل ۳-۱۴- ترکیب آمفیبول های آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط افیولیت پشت بادام که در محدوده هورنبلند چرماکیتی و هورنبلند آهن دار قرار گرفته اند [لیک و همکاران، ۱۹۹۷] ..... ۴۳
- شکل ۳-۱۵- موقعیت ترکیبی آمفیبول های دگرگونی در آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط افیولیت پشت بادام [رابینسون و همکاران، ۱۹۸۲] ..... ۴۴
- شکل ۳-۱۶- آمفیبول های آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط افیولیت پشت بادام که در محدوده دگرگونی قرار گرفته اند [لیک و همکاران، ۱۹۶۵] ..... ۴۵
- شکل ۳-۱۷- موقعیت ترکیب پلاژیوکلاز ها در آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط افیولیت پشت بادام [دیر و همکاران، ۱۹۹۲] ..... ۴۷
- شکل ۳-۱۸- آمفیبول های آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت افیولیت پشت بادام که در محدوده کلسیک قرار گرفته اند [لیک و همکاران، ۱۹۷۷] ..... ۵۱
- شکل ۳-۱۹- موقعیت ترکیب آمفیبول های آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت افیولیت پشت بادام [لیک و همکاران، ۱۹۷۷] ..... ۵۲

- شکل ۳-۲۰- آمفیبول های آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت افیولیت پشت بادام در محدوده دگرگونی قرار گرفته اند [لیک، ۱۹۶۵]..... ۵۲
- شکل ۳-۲۱- موقعیت ترکیبی آمفیبول های دگرگونی آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت افیولیت پشت بادام [رابینسون و همکاران، ۱۹۸۲]..... ۵۳
- شکل ۳-۲۲- موقعیت ترکیب پلاژیوکلازها در آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت افیولیت پشت بادام [دیر و همکاران، ۱۹۹۲]..... ۵۵
- شکل ۳-۲۳- موقعیت ترکیب گارنت های موجود در آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت افیولیت پشت بادام..... ۵۸
- شکل ۳-۲۴- موقعیت ترکیب سریسیت ها در آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط در نمودار تقسیم بندی میکاهای سفید [لامبرت، ۱۹۵۹]..... ۵۹
- شکل ۳-۲۵- موقعیت ترکیب کلریت در آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت افیولیت پشت بادام [هی، ۱۹۵۴]..... ۶۰
- شکل ۳-۲۶- موقعیت آمفیبول های آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی [لیک و همکاران، ۱۹۷۷]..... ۶۲
- شکل ۳-۲۷- موقعیت ترکیب آمفیبول های آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی که از نوع هورنبلند منیزیم دار می باشند [لیک و همکاران، ۱۹۷۷]..... ۶۳
- شکل ۳-۲۸- آمفیبول های آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی که در محدوده ی دگرگونی قرار گرفته اند [لیک، ۱۹۶۵]..... ۶۳
- شکل ۳-۲۹- موقعیت ترکیبی آمفیبول های دگرگونی در آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی [رابینسون و همکاران، ۱۹۸۲]..... ۶۴
- شکل ۳-۳۰- موقعیت ترکیب پلاژیوکلاز های موجود در آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی چاپدونی [دیر و همکاران، ۱۹۹۲]..... ۶۶
- شکل ۳-۳۱- موقعیت ترکیب کلریت در آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی [هی، ۱۹۵۴]..... ۶۸
- شکل ۴-۱- موقعیت آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط (دایره) و آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت (مربع) بر روی نمودار تعیین دما و فشار، ارائه شده از ارنست و لیو [۱۹۹۸]..... ۷۹
- شکل ۴-۲- موقعیت آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی بر روی نمودار تعیین دما و فشار، ارائه شده از ارنست و لیو [۱۹۹۸]..... ۸۰

- شکل ۴-۳- محدوده فشار و دمای دگرگونی مرحله M2 با استفاده از ترموبارومتري آمفیبول-پلاژیوکلاز در آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط [یاردلی، ۱۹۸۹] و مسیر کلی دگرگونی..... ۸۸
- شکل ۴-۴- محدوده فشار و دمای دگرگونی آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی چاپدونی، همچنین محدوده فشار ارائه شده توسط گارگران بافقی و همکاران، ۲۰۱۰ [یاردلی، ۱۹۸۹]..... ۹۰
- شکل ۵-۱- نمودار آلکالی - سیلیس و نسبت  $Fe_2O_3/FeO$  جهت سنگ های آذرین بیرونی [میدلموست، ۱۹۸۹]..... ۹۳
- شکل ۵-۲: نمودار آلکالی - سیلیس و نسبت  $FeO/(FeO+Fe_2O_3)$  جهت سنگ های آذرین درونی و سنگ های متعلق به مجموعه های افیولیتی [لومتر، ۱۹۷۶]..... ۹۴
- شکل ۵-۳- تقسیم بندی سنگ های آتشفشانی بر اساس مجموع آلکالی در مقابل سیلیس [لومتر و همکاران، ۱۹۸۹]..... ۱۰۱
- شکل ۵-۴: نمودار  $Zr/TiO_2$  در مقابل  $SiO_2$ ، B) نمودار Nb/Y در مقابل  $Zr/TiO_2$  جهت نام گذاری سنگ ها [وینچستر و فلوید، ۱۹۷۷]..... ۱۰۱
- شکل ۵-۵- نمودار آلکالی ها در مقابل سیلیس جهت تفکیک قلمرو های سری های آلکان و ساب آلکان [ایروین و باراگار، ۱۹۷۱]..... ۱۰۳
- شکل ۵-۶- نمودار AFM و تفکیک دو محدوده توله ایتی و کالک آلکان [ایروین و باراگار، ۱۹۷۱]..... ۱۰۳
- شکل ۵-۷- تغییرات اکسیدهای  $CaO$ ،  $CaO/Al_2O_3$ ، Ni در مقابل Mg# ..... ۱۰۵
- شکل ۵-۸- تغییرات عناصر اصلی نسبت به عنصر Zr ..... ۱۰۵
- شکل ۵-۹- نمودار بهنجارسازی عناصر نادر خاکی نسبت به کندریت برای آمفیبولیت های افیولیت پشت بادام [سان و مکدوناف، ۱۹۸۹]..... ۱۰۶
- شکل ۵-۱۰- نمودار عنکبوتی بهنجار شده نسبت به گوشته اولیه برای آمفیبولیت های افیولیت پشت بادام بر اساس داده های سان و مکدوناف [۱۹۸۹]..... ۱۰۷
- شکل ۵-۱۱- نمودار بهنجارسازی عناصر نادر خاکی نسبت به کندریت برای آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی [سان و مکدوناف، ۱۹۸۹]..... ۱۰۸
- شکل ۵-۱۲- نمودار عنکبوتی بهنجار شده نسبت به گوشته اولیه برای آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی بر اساس داده های سان و مکدوناف [۱۹۸۹]..... ۱۰۸

- شکل ۶-۱ نمودار بهنجارسازی عناصر نادر خاکی نسبت به کندریت برای استانداردهای BABB (فردورف و همکاران، ۲۰۰۲)، E-MORB، N-MORB (داده ها بر اساس نیو و اوهارا، ۲۰۰۲) و IAB (داده ها بر اساس اوارت و همکاران، ۱۹۹۸)..... ۱۱۱
- شکل ۶-۲ نمودار بهنجارسازی عناصر نادر خاکی نسبت به کندریت برای آمفیبولیت های افیولیت پشت بادام و استانداردهای BABB، E-MORB، N-MORB و IAB..... ۱۱۱
- شکل ۶-۳ نمودار عنکبوتی بهنجارشده نسبت به گوشته اولیه برای استانداردهای E-MORB، N-MORB، BABB و MORB..... ۱۱۲
- شکل ۶-۴ نمودار عنکبوتی بهنجارشده نسبت به گوشته اولیه برای آمفیبولیت های افیولیت پشت بادام و استانداردهای BABB، E-MORB، N-MORB و IAB..... ۱۱۲
- شکل ۶-۵ نمودار بهنجارسازی عناصر نادر خاکی نسبت به کندریت برای آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی و استانداردهای BABB، E-MORB، N-MORB و IAB..... ۱۱۳
- شکل ۶-۶ نمودار عنکبوتی بهنجارشده نسبت به گوشته اولیه برای آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی و استانداردهای BABB، E-MORB، N-MORB و IAB..... ۱۱۴
- شکل ۶-۷ نمودار بهنجارسازی عناصر نادر خاکی نسبت به NASC برای آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی..... ۱۱۴
- شکل ۶-۸ نمودار عنکبوتی بهنجارشده نسبت به NASC برای آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی..... ۱۱۵
- شکل ۶-۹ نمودارهای Sm/Yb-La/Yb و Sm/Yb-Sm نشان دهنده ی منحنی های ذوب به دست آمده از ذوب بخشی و ذوب با درجه بالا با استفاده از معادلات شاو [۱۹۷۰]، و محاسبات مقادیر La, Sm و Yb در اسپینل و گارنت پریدوتیت ها [سان ومک دوناف، ۱۹۹۰] برای آمفیبولیت های افیولیت پشت بادام..... ۱۱۶
- شکل ۶-۱۰ نمودار TiO<sub>2</sub> در مقابل Yb، جهت تخمین درجه ذوب بخشی گوشته حوضه پشت کمان آگریبل و همکاران، ۱۹۹۸]..... ۱۱۸
- شکل ۶-۱۱ بررسی حضور یا عدم حضور گارنت در سنگ منشأ آمفیبولیت های افیولیت پشت بادام با استفاده از عناصر کمیاب [کورتیس و همکاران، ۱۹۹۹]..... ۱۱۸
- شکل ۶-۱۲ نمودار شناسایی آمفیبولیت های با منشأ ارتواز پارا [لیک، ۱۹۶۴]..... ۱۲۰
- شکل ۶-۱۳ نمودار مقادیر نیگلی C در مقابل Mg. روند آذرین بر اساس دولریت کارو رسم شده است [لیک، ۱۹۶۴]..... ۱۲۰



- شکل ۶-۱۴- A) نمودار Co در مقابل Ni، B) نمودار MgO-CaO-FeO [والکر و همکاران، ۱۹۶۰]، C) و D) نمودارهای  $TiO_2$  در مقابل Cr و Ni [لیک، ۱۹۶۴]، محدوده مشخص شده مربوط به پروتولیت رسوبی می باشد  
 ۱۲۰ .....
- شکل ۶-۱۵- نمودار Cr در مقابل Ni، خطوط محدوده بازالیت را تعیین کرده اند [ترکیان، ۱۹۶۳].....  
 شکل ۶-۱۶- شکل شماتیک از چهار عامل مهم در پتروژنز حوضه پشت کمان [پیرس و استرن، ۲۰۰۶]  
 ۱۲۴ .....
- شکل ۶-۱۷- نمودار نمایش محیط تکتونیکی وابسته به قوس برای آمفیبولیت های افیولیت پشت بادام [لومتر و همکاران، ۱۹۸۹].....  
 ۱۲۵ .....
- شکل ۶-۱۸- نمودار تفکیک تکتونیکی A)  $Ti/Y$  در مقابل  $Zr/Y$  برای آمفیبولیت های افیولیت پشت بادام [پیرس و گال، ۱۹۷۷].....  
 ۱۲۵ .....
- شکل ۶-۱۹- B) نمودار Zr در مقابل  $V/Ti$  برای آمفیبولیت های افیولیت پشت بادام [وودهدید و همکاران، ۱۹۹۳].....  
 ۱۲۶ .....
- شکل ۶-۲۰- C) نمودار Y در مقابل  $La/Nb$  برای آمفیبولیت های افیولیت پشت بادام [فلوید و همکاران، ۱۹۹۱].....  
 ۱۲۶ .....

## فهرست جدول ها

جدول ۱-۲- موقعیت نمونه های برداشت شده از افیولیت پشت بادام و کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی	۲۹
جدول ۱-۳- علامت اختصاری کانی های سنگ های مورد مطالعه [کرتز، ۱۹۸۳].....	۳۲
جدول ۲-۳- نتایج آنالیز میکروپروب و فرمول ساختاری آمفیبول های آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط افیولیت پشت بادام.....	۴۶
جدول ۳-۳- نتایج آنالیز میکروپروب و فرمول ساختاری پلاژیوکلازهای آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط افیولیت پشت بادام.....	۴۸
جدول ۴-۳- نتایج آنالیز میکروپروب و فرمول ساختاری ایلمنیت و اپیدوت در آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط افیولیت پشت بادام.....	۵۰
جدول ۵-۳- نتایج آنالیز میکروپروب و فرمول ساختاری آمفیبول های آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت افیولیت پشت بادام.....	۵۴
جدول ۶-۳- نتایج آنالیز میکروپروب و فرمول ساختاری پلاژیوکلازهای آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت افیولیت پشت بادام.....	۵۶
جدول ۷-۳- نتایج آنالیز میکروپروب و فرمول ساختاری گارنت، کلریت، مسکویت و ایلمنیت موجود در آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت افیولیت پشت بادام.....	۶۱
جدول ۸-۳- نتایج آنالیز میکروپروب و فرمول ساختاری آمفیبول های آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی.....	۶۵
جدول ۹-۳- نتایج آنالیز میکروپروب و فرمول ساختاری پلاژیوکلاز های آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی.....	۶۷
جدول ۱۰-۳- نتایج آنالیز میکروپروب و فرمول ساختاری کلریت آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی.....	۶۹
جدول ۱-۴- نتایج بارومتري آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز های حدواسط با استفاده از کالیبراسیون های مختلف بر اساس AI موجود در هورنبلند.....	۷۵
جدول ۲-۴- نتایج بارومتري آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت با استفاده از کالیبراسیون های مختلف بر اساس AI موجود در هورنبلند.....	۷۵

- جدول ۳-۴- نتایج بارومتری آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی با استفاده از کالیبراسیون های مختلف بر اساس Al موجود در هورنبلند..... ۷۵
- جدول ۴-۴- نتایج محاسبه دو پارامتر Fe# و Fe<sup>3+</sup># مربوط به هورنبلندهای موجود در آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط افیولیت پشت بادام..... ۷۷
- جدول ۵-۴- نتایج محاسبه دو پارامتر Fe# و Fe<sup>3+</sup># مربوط به هورنبلندهای موجود در آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت افیولیت پشت بادام..... ۷۷
- جدول ۶-۴- نتایج محاسبه دو پارامتر Fe# و Fe<sup>3+</sup># مربوط به هورنبلندهای موجود در آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی..... ۷۷
- جدول ۷-۴- نتایج حاصل از بارومتری با استفاده از روش اندرسون و اسمیت [۱۹۹۵] برای آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط افیولیت پشت بادام..... ۷۸
- جدول ۸-۴- نتایج حاصل از بارومتری با استفاده از روش اندرسون و اسمیت [۱۹۹۵] برای آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت افیولیت پشت بادام..... ۷۸
- جدول ۹-۴- نتایج حاصل از بارومتری با استفاده از روش اندرسون و اسمیت [۱۹۹۵] برای آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی..... ۷۸
- جدول ۱۰-۴- نتایج بارومتری و ترمومتری با استفاده از روش ارنست و ليو [۱۹۹۸]..... ۷۹
- جدول ۱۱-۴- مقادیر مربوط به میزان Si, Na<sup>A</sup> و Al<sup>VI</sup> موجود در آمفیبول ها (برحسب p.f.u.) و X<sub>An</sub> (بر حسب wt%) موجود در پلاژیوکلاز همراه آنها در آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط افیولیت پشت بادام ..... ۸۳
- جدول ۱۲-۴- مقادیر مربوط به میزان Si, Na<sup>A</sup> و Al<sup>VI</sup> موجود در آمفیبول ها (برحسب p.f.u.) و X<sub>An</sub> (بر حسب wt%) موجود در پلاژیوکلاز همراه آنها در آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت افیولیت پشت بادام..... ۸۳
- جدول ۱۳-۴- تخمین دمای آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز حدواسط افیولیت پشت بادام با استفاده از روش هلند و بلوندی [۱۹۹۴]، بر اساس فشارهای بدست آمده از روش اشیمیت [۱۹۹۲]..... ۸۵
- جدول ۱۴-۴- تخمین دمای آمفیبولیت های با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت افیولیت پشت بادام با استفاده از روش هلند و بلوندی [۱۹۹۴]، بر اساس فشارهای بدست آمده از روش اشیمیت [۱۹۹۲]..... ۸۵
- جدول ۱۵-۴- تخمین دمای آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی با استفاده از روش هلند و بلوندی [۱۹۹۴]، بر اساس فشارهای بدست آمده از روش اشیمیت [۱۹۹۲]..... ۸۵
- جدول ۱۶-۴- نتایج ترمومتری کلریت های موجود در آمفیبولیت با پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت افیولیت پشت بادام و کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی..... ۸۷

جدول ۵-۱- نتایج آنالیز شیمیایی سنگ کل از آمفیبولیت افیولیت پشت بادام.....	۹۵
جدول ۵-۲- نتایج آنالیز شیمیایی سنگ کل از آمفیبولیت کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی.....	۹۶
جدول ۶-۱- مقادیر نیگلی برای آمفیبولیت های افیولیت پشت بادام.....	۱۲۲
جدول ۶-۲- مقادیر نیگلی برای آمفیبولیت های کمپلکس دگرگونی حلقوی چاپدونی.....	۱۲۲