

115119-1-19.1



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی زمین شناسی گرایش
پترولوژی

پترولوژی پدیدویت های گوشته افیولیت لوگر (جنوب غرب کابل - افغانستان)

استادان راهنما:

دکتر قدرت ترابی

دکتر محمود خلیلی

۱۳۸۹ / ۲ / ۶

تقدیرات و تشکر از استادان
شایسته

استاد مشاور:

دکتر امیر محمد موسی زی

پژوهشگر:

غلام حسین نظری

تیر ماه ۱۳۸۸

۱۳۴۷۸۹

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

شبهه نگارش پایان نامه
رعایت شده است
تعمیرات تکمیلی دانشگاه اصفهان



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی زمین شناسی گرایش پترولوژی آقای غلام حسین

نظری تحت عنوان

پترولوژی پریدوتیت های گوشته افیولیت لوگر

(جنوب غرب کابل - افغانستان)

در تاریخ ۸۸/۴/۱۳ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه ... عالی... به تصویب نهایی رسید.

۱- استاد راهنمای اول پایان نامه دکتر قدرت ترابی با مرتبه ی علمی استادیار امضاء

۲- استاد راهنمای دوم پایان نامه دکتر محمود خلیلی با مرتبه ی علمی دانشیار امضاء

۳- استاد مشاور پایان نامه دکتر امیر محمد موسی زی با مرتبه علمی استاد امضاء

۳- استاد داور داخل گروه دکتر موسی نقره تیان با مرتبه ی علمی دانشیار امضاء

۴- استاد داور خارج از گروه دکتر عباس آسیابانها با مرتبه ی علمی استادیار امضاء

امضای مدیر گروه

دانشگاه اصفهان
گروه زمین شناسی
ISFAHAN UNIVERSITY
GEOLOGY DEPARTMENT

دانشگاه اصفهان
دانشکده علوم
گروه زمین شناسی
ISFAHAN UNIVERSITY
GEOLOGY DEPARTMENT

الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا ان هدانا الله

(سوره اعراف، آیه ۴۳)

«ستایش خدایی را که ما را بر این مقام راهنمایی کرد و اگر هدایت و لطف الهی نبود، ما خود به این مقام راه نمی یافتیم»

سپاس خداوند را که یاری کرد مرا تا بتوانم در مرحله ای دیگر از زندگی باز بر اندوخته هایم بیفزایم و این مرحله را با موفقیت به پایان برسانم. پس از سپاس پروردگار بر خود واجب می دانم تا از کلیه کسانی که مرا در تدوین و نگارش این پایان نامه یاری رساندند کمال تشکر را داشته باشم.

در ابتدا از پدر و مادر بزرگوام که با محبت، دلجویی و عطوفت های خالصانه ی خود در تمام مراحل زندگی یاور من بودند و تمام لحظات زندگی شان را صرف فرزندان خود نمودند تشکر می نمایم و از ایشان طلب دعای خیر دارم. از برادران عزیزم که یاری کننده من در دوران تحصیل بودند و از هیچ کمکی دریغ نوزیدند و از همسر مهربانم که همیشه پشتیبانم است سپاسگزارم.

از زحمات استاد راهنمای گرانقدرم، آقای دکتر ترابی که در این مدت با صبر و حوصله فراوان بنده را در تدوین این پایان نامه و دیگر امور زندگی همچون برادری مهربان راهنمایی نمودند و از زحمات آقای دکتر خلیلی، استاد راهنمای دوم که راهنمایی های حکیمانه شان طی مراحل تدوین این پایان نامه و تحصیل در دانشگاه اصفهان روشنگر راه بنده بودند کمال تشکر را دارم. همچنین از زحمات دکتر امیر محمد موسی زی استاد دانشگاه پلی تکنیک کابل که در طی انجام این پایان نامه به عنوان استاد مشاور هیچ کمکی را از اینجانب دریغ نوزیدند سپاسگزارم.

خدای را سپاس از اینکه در این مدت افتخار داشتم از محضر اساتید ارجمند، آقایان دکتر نقره ئیان، دکتر نوربهشت، دکتر طباطبائی منش، دکتر صفایی، دکتر جباری، دکتر شریفی، دکتر مکی زاده و دکتر شمسی پور استفاده ببرم.

از کارمندان گروه زمین شناسی، آقایان مهندس آروین، مهندس اعتصام پور، مهوری، تقوی زاده و خانم ها شاه پیری، ابن نصیر، ساکتی، سبکخیز، احمدی، پورصادقی و دیگر اعضا کمال تشکر و قدردانی را دارم. همچنین از وزیر محترم معادن و صنایع افغانستان، محترم انجنیر عادل که شخصاً پیگیر مطالعات اینجانب بودند و ریاست سازمان مطالعات جیولوجی افغانستان، معاونت فنی، ریاست کتابخانه و آرشیو این سازمان و همچنین انجنیر خلیل، یوسف و حسین از انجنیران این سازمان و جناب دکتر داودشاه صبا و انجنیر حسن علی مالستانی و آقایان محمدی، کاشمیری، حسینی، حکیم احمدی و مسئول کتابخانه گروه زمین شناسی دانشگاه کابل و دیگر دوستانی که در افغانستان یاری کننده اینجانب بودند تشکر و قدردانی می نمایم.

در پایان از دوستان خود آقایان دریس، شاه امیریان، احمد ابراهیمی، روزپیکر، نصر، عنایتی، حیدری، قائدی، محمدی، الله کرم و همکلاسی های خود خانم ها، ابراهیمیان، بهارزاده، جعفری، میرلوحی، عبدالهی و مهوری و دیگر دوستان در گروه زمین شناسی دانشگاه اصفهان سپاسگزاری می نمایم.

تقدیم به:

تمامی اعضای خانواده ام

و

مردم درک کشیده، صبور و خیرت مند

افغانستان

چکیده:

مجموعه افیولیتی لاکولیت شکل لوگر بخشی از اولترامافیک های سنوزوئیک افغانستان محسوب می گردد و در کمربند افیولیتی جنوب شرق افغانستان در محدوده بلوک کابل گسترش دارد. این مجموعه بخشی از افیولیت های نئوتیس در سیستم کوهزایی آلپ - هیمالیا با سن جایگیری ائوسن، یکی از بزرگ ترین انواع خود در جهان با مساحتی در حدود ۲۰۰۰ کیلومتر مربع به حساب می آید. سنگ های اولترا مافیک لوگر در همراهی با کربنات و فیلیت - کربنات سازند پالئوزوئیک بالایی چین - سار واقع شده اند که توسط دیاباز، گابرو - دیاباز و دیوریت قطع می گردند. قسمت جلویی این مجموعه، در امتداد سطح رورانگی آب پیران با ساختمان های بلوک کابل همپوشانی نموده است. این مجموعه به سمت غرب توسط گسل عمقی پیمان و به سمت شرق بوسیله گسل عمقی التیمور محدود می گردد.

مجموعه افیولیتی لوگر تقریباً یکنواخت بوده و عمدتاً متشکل از هارز بورزیت است. سرپانتینیت ها و سنگ های سرپانتینی شده اغلب در امتداد زون های گسله ای وجود دارند. حدود دو سوم از توده های اولترامافیک توسط سازند های نئوزن و کواترنری پوشانده شده هستند. کرومیتیت ها عمدتاً در دونیت ها به صورت عدسی های کوچک و بزرگ بخصوص در نواحی محمد آغه دیده می شوند. واحد های سنگی گابرویی گسترش بسیار کمی دارند. مرز بین لرزولیت، هارزبورزیت و دونیت تدریجی بوده به طوری که دونیت به صورت لنز مانند درون هارزبورزیت دیده می شود. مرز بین پیروکسنیت با پریدوتیت های گوشته بسیار واضح و شارپ می باشد. چهار کانی الیون، ارتوپیروکسن، کلینوپیروکسن و اسپینل فازهای اصلی تشکیل دهنده پریدوتیت های گوشته افیولیت لوگر هستند. الیون های جایگزینی ریز دانه به خوبی قابل تشخیص می باشند. در این پریدوتیت ها رگه های کلسیتی به فراوانی دیده می شوند. در کرومیتیت گاهی دیوپسید و کلریت مشاهده می گردد. جهت تشخیص منشأ، شرایط تشکیل و فرایندهای موثر بر این مجموعه از انواع نمونه های سنگی فوق الذکر و همچنین نهشته های کرومیتیتی موجود در دونیت ها نمونه برداری گردید و کانی های اصلی تشکیل دهنده ی این پریدوتیت ها برای تجزیه میکروسوند انتخاب گردیدند. بررسی نتایج آنالیز ها و ترسیم آنها در دیاگرام های مربوطه نشان می دهد که پریدوتیت های لوگر مربوط به گوشته زیر پوسته اقیانوسی بوده و بخشی از افیولیت هستند که به صورت تکتونیت در زمان ائوسن در جنوب غرب کابل جایگیری کرده اند. همچنین شیمی کانی های موجود نشان می دهند که تحولات پتروژنیکی شامل چند مرحله ی تراوش ماگمایی هستند. لرزولیت های موجود در این افیولیت توسط واکنش با یک مذاب بازیک تا الترابازیک، هارزبورزیت و دونیت ها را بوجود آورده است. تماس مذاب فوق با سنگ اولیه گوشته (لرزولیت) باعث ذوب کلینوپیروکسن و تبدیل آن به هارزبورزیت شده است. ادامه واکنش باعث ذوب نامتجانس ارتوپیروکسن و تبدیل آن به الیون + مذاب غنی از سیلیس گردیده است. الیون های حاصل، دونیت جایگزینی را تشکیل داده اند و SiO_2 اضافی وارد مذاب صعود کننده گردیده است. مذاب با SiO_2 بالا وارد محدوده پایداری کرومیت گشته و بدین ترتیب نهشته های کرومیتیت

انبانی در زمینه دونیت های جایگزینی شکل گرفته اند. حضور نهشته های کرومیتیت و دیگر شواهد پتروژنیک رخداد واکنش های سنگ - مذاب را در یک محیط Supra-Subductuion Zone نشان می دهند.

محتوای کم Al_2O_3 ارتوپیروکسن ها و کلینوپیروکسن ها و Na_2O کلینوپیروکسن ها نشان دهنده درجه بالای ذوب بخشی واحد های سنگی گوشته لوگر می باشد. دونیت ها جایگزینی بوده و حاصل واکنش های سنگ - مذاب هستند. اسپینل های موجود در دونیت های لوگر رفتار نسبتاً متفاوتی با سایر اسپینل های موجود در واحدهای سنگی گوشته نشان می دهند. محاسبات دما سنجی دماهای بین ۱۰۱۷ تا ۱۰۶۴ درجه سانتی گراد برای لرزولیت، ۱۰۳۷-۱۰۵۲ درجه سانتی گراد در هارزبورژیت ها و ۱۰۵۷-۱۱۳۰ درجه سانتی گراد را در دونیت ها نشان می دهد. فشار میانگین تخمین زده شده برای لرزولیت، هارزبورژیت و دونیت به ترتیب $۳۳ \pm ۲/۳$ kbar، $۳۱ \pm ۲/۳$ kbar و $۳۳ \pm ۲/۳$ kbar محاسبه شده است.

واژه های کلیدی: افغانستان، کابل، لوگر، افیولیت، پریدوتیت های گوشته، کرومیتیت، واکنش سنگ - مذاب، ذوب بخشی، محیط سوپراسابداکشن

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: کلیات
۱-۱-۱	مقدمه
۲-۱-۱	اهداف پژوهش
۳-۱-۱	موقعیت جغرافیایی و راه های دستیابی به منطقه
۴-۱-۱	اهمیت اقتصادی
۵-۱-۱	پیشینه پژوهش
۶-۱-۱	روش تحقیق
۱-۶-۱-۱	مطالعات مقدماتی
۲-۶-۱-۱	مطالعات صحرایی و نمونه برداری از سنگ های مورد مطالعه
۳-۶-۱-۱	تهیه مقاطع نازک و صیقلی، و مطالعات پتروگرافی
۴-۶-۱-۱	انتخاب نمونه و انجام آنالیز شیمیایی
۱-۴-۶-۱-۱	روش انجام آنالیز ژئوشیمیایی
۱-۴-۶-۱-۱	تجزیه میکروپروب الکترونی (میکروآنالیزور)
	فصل دوم: زمین شناسی عمومی افغانستان
۱-۲-۱-۱	مقدمه
۲-۲-۱-۱	تحولات تکتونیکی و تقسیم بندی تکتونیکی افغانستان
۱-۲-۲-۱-۱	واحد های تکتونیکی افغانستان مرکزی و جنوبی
۱-۱-۲-۲-۱-۱	بلوک فراه
۱-۱-۲-۲-۱-۱	دیرینه جغرافیایی و کوهزایی بلوک فراه
۲-۱-۲-۲-۱-۱	بلوک هلمند
۱-۲-۱-۲-۲-۱-۱	دیرینه جغرافیایی و تکتونیک بلوک هلمند

عنوان

صفحه

- ۲۵.....۳-۱-۲-۲- بلوک سیستان
- ۲۶.....۱-۳-۱-۲-۲- دیرینه جغرافیایی و تکتونیک بلوک سیستان
- ۲۶.....۴-۱-۲-۲- بلوک نورستان
- ۲۷.....۱-۴-۱-۲-۲- دیرینه جغرافیایی و تکتونیک بلوک نورستان
- ۲۷.....۵-۱-۲-۲- بلوک کتاواز
- ۲۸.....۱-۵-۱-۲-۲- دیرینه جغرافیایی و تکتونیک بلوک کتاواز
- ۲۹.....۲-۲-۲- واحد های تکتونیکی شمال افغانستان
- ۲۹.....۱-۲-۲-۲- ناحیه چین خورده هرسی نین
- ۳۰.....۲-۲-۲-۲- پلاتفرم ایی هرسی نین افغانستان شمالی
- ۳۰.....۳-۲-۲- زمین درز میانی افغانستان
- ۳۱.....۴-۲-۲- مدیان ماس های (Median mass) افغانستان
- ۳۱.....۱-۴-۲-۲- مدیان ماس پامیر - نورستان
- ۳۲.....۲-۴-۲-۲- مدیان ماس افغانستان مرکزی
- ۳۲.....۵-۲-۲- ناحیه چین خوردگی آلپی افغانستان
- ۳۳.....۳-۲-۳- گسل های مهم و لرزه زمین ساخت افغانستان
- ۳۳.....۱-۳-۲- فرایند های زمین ساخت صفحه ای افغانستان
- ۳۸.....۲-۳-۲- زمین لرزه ها
- ۴۲.....۳-۳-۲- گسل های فعال و مهم
- ۴۵.....۱-۳-۳-۲- گسل چمن - مقر
- ۴۶.....۲-۳-۳-۲- گسل هریرود (هرات)
- ۴۷.....۳-۳-۳-۲- گسل کاراقناو
- ۴۷.....۴-۳-۳-۲- گسل پغمان
- ۴۸.....۵-۳-۳-۲- گسل سروبی (التیمور)
- ۴۸.....۴-۳-۲- نام های گوناگون گسل های افغانستان
- ۵۱.....۴-۲- کوهزایی های مهم در افغانستان

- ۵۲..... ۲-۴-۱- کوهزایی های پرکامبرین
- ۵۲..... ۲-۴-۲- کوهزایی هرسی نین
- ۵۳..... ۲-۴-۳- کوهزایی کیمبرین پیشین
- ۵۴..... ۲-۴-۴- کوهزایی کیمبرین پسین
- ۵۵..... ۲-۴-۵- کوهزایی آلیپی
- ۵۷..... ۲-۵-۵- ماگماتیسم و دگرگونی افغانستان
- ۶۱..... ۲-۵-۱- کمر بند پلوتونیک هندوکش غربی - بدخشان غربی
- ۶۱..... ۲-۵-۲- کمر بند پلوتونیک فیروز کوه
- ۶۲..... ۲-۵-۳- کمر بند پلوتونیک بند بیان
- ۶۲..... ۲-۵-۴- مجموعه پلوتونیک - ساب ولکانیک شمال غربی فراه رود
- ۶۳..... ۲-۵-۵- کمر بند پلوتونیک هلمند
- ۶۴..... ۲-۵-۶- کمر بند پلوتونیک ارغنداب
- ۶۴..... ۲-۵-۷- کمر بند پلوتونیک اسپین بولدک
- ۶۴..... ۲-۵-۸- کمر بند پلوتونیک نورستان شرقی
- ۶۵..... ۲-۵-۹- کمر بند پلوتونیک نورستان غربی
- ۶۶..... ۲-۵-۱۰- کمر بند پلوتونیک سفید خرس
- ۶۷..... ۲-۵-۱۱- کمر بند پلوتونیک واخان
- ۶۷..... ۲-۵-۱۲- چهار مرحله اصلی نفوذی در افغانستان
- ۶۷..... ۲-۵-۱۲-۱- مرحله ی نفوذی پالئوزوئیک زیرین
- ۶۸..... ۲-۵-۱۲-۲- مرحله ی نفوذی تریاس
- ۶۹..... ۲-۵-۱۲-۳- مرحله کرتاسه
- ۷۱..... ۲-۵-۱۲-۴- مرحله ائوسن - الیگوسن

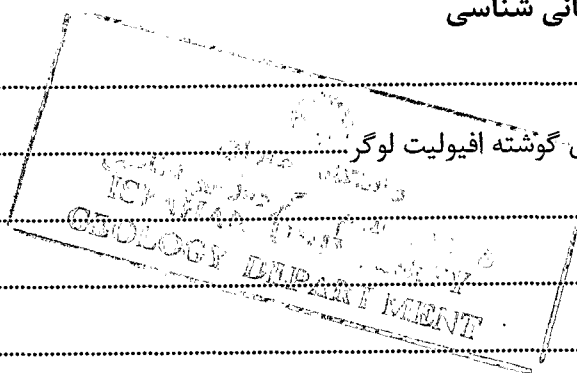
فصل سوم: مفهوم افیولیت و پراکنندگی افیولیت های افغانستان

- ۷۳..... ۳-۱- سنگ های اولترامافیک
- ۷۴..... ۳-۱-۱- اولترامافیک های کومولا

عنوان	صفحه
۲-۱-۳- اولترامافیک های تکتونایت.....	۷۶
۳-۱-۳- اولترامافیک های جایگزینی.....	۷۶
۲-۳- مفهوم افیولیت.....	۷۷
۳-۳- انواع افیولیت ها.....	۸۳
۴-۳- نحوه تشکیل افیولیت ها.....	۸۴
۵-۳- گسترش افیولیت ها در جهان.....	۸۵
۶-۳- سنگ های اولترامافیک افغانستان.....	۸۷
۱-۶-۳- اولترامافیک های پالئوزوئیک افغانستان.....	۸۸
۲-۶-۳- اولترامافیک های مزوزوئیک افغانستان.....	۸۹
۳-۶-۳- اولترامافیک های سنوزوئیک افغانستان.....	۸۹
۷-۳- پراکندگی کمر بند های افیولیتی افغانستان.....	۸۹
۱-۷-۳- شرق افغانستان.....	۹۱
۱-۱-۷-۳- کمپلکس افیولیتی خوست.....	۹۲
۲-۱-۷-۳- کمپلکی افیولیتی کابل - التیمور (لوگر).....	۹۳
۲-۷-۳- افغانستان مرکزی.....	۹۴
۱-۲-۷-۳- زمین در پنجاو.....	۹۴
۲-۲-۷-۳- افیولیت های ورث.....	۹۴
۳-۲-۷-۳- ولکانیک های قندهار.....	۹۵
۴-۲-۷-۳- ماگماتیسیم و گسلش سنوزوئیک.....	۹۵
۳-۷-۳- شمال افغانستان.....	۹۶
۴-۷-۳- برخورد های متوالی قطعات گندوانا با آسیا.....	۹۶
۱-۴-۷-۳- مهاجرت زون های فرورانش در افغانستان مرکزی.....	۹۷
۲-۴-۷-۳- فرارانش افیولیت ها در افغانستان شرقی.....	۱۰۰
۵-۷-۳- چلانده شدن افغانستان مرکزی به سمت غرب توسط گوه پامیر.....	۱۰۳
۸-۳- افیولیت لوگر.....	۱۰۶

فصل چهارم: سنگ نگاری و کانی شناسی

۱۱۴	.....	۱-۴-۱ مقدمه
۱۱۶	.....	۲-۴-۱ پتروگرافی پریدوتیت های گوشته افیولیت لوگر
۱۱۶	.....	۴-۲-۱-۱ لرزولیت
۱۲۱	.....	۴-۲-۱-۱-۱ بافت
۱۲۳	.....	۴-۲-۲-۱ هارزبورژیت
۱۲۶	.....	۴-۲-۲-۱ بافت ها
۱۲۷	.....	۴-۲-۳-۱ دونیت
۱۲۷	.....	۴-۲-۳-۱ بافت
۱۲۹	.....	۴-۲-۴-۱ کرومیتیت
۱۳۲	.....	۴-۲-۴-۱ بافت
۱۳۳	.....	۴-۲-۵-۱ پیروکسنیت
۱۳۳	.....	۴-۲-۵-۱ بافت
۱۳۳	.....	۴-۲-۶-۱ سریانیتیت



فصل پنجم: کریستال شیمی

۱۳۴	.....	۵-۱-۱ مقدمه
۱۳۵	.....	۵-۲-۱ کانی های موجود در پریدوتیت های گوشته مجموعه افیولیتی لوگر
۱۳۵	.....	۵-۲-۱-۱ ارتوپيروكسن
۱۳۶	.....	۵-۲-۱-۱-۱ شیمی کانی های ارتوپيروكسن طبیعی
۱۳۷	.....	۵-۲-۱-۲-۱ ارتوپيروكسن های گوشته افیولیت لوگر
۱۳۹	.....	۵-۲-۲-۱ کلینوپيروكسن
۱۴۰	.....	۵-۲-۲-۱-۱ شیمی کلینوپيروكسن های طبیعی
۱۴۰	.....	۵-۲-۲-۲-۱ کلینوپيروكسن های گوشته افیولیت لوگر
۱۴۴	.....	۵-۲-۳-۱ الیوین
۱۴۴	.....	۵-۲-۳-۱-۱ شیمی الیوین های طبیعی

صفحه	عنوان
۱۴۶	۵-۲-۳-۲- الیوین های گوشته افیولیت لوگر.....
۱۴۹	۵-۲-۴- اسپینل.....
۱۴۹	۵-۲-۴-۱- شیمی اسپینل های طبیعی.....
۱۵۱	۵-۲-۴-۲- اسپینل های گوشته افیولیت لوگر.....
۱۵۶	۵-۲-۵- کلریت.....
۱۵۶	۵-۲-۵-۱- شیمی کلریت های طبیعی.....
۱۵۷	۵-۲-۵-۲- کلریت های افیولیت لوگر.....

فصل ششم: پتروژنز

۱۵۹	۶-۱- تعیین منشاء و شرایط تشکیل پریدوتیت های گوشته افیولیت لوگر.....
۱۶۷	۶-۲- بررسی پارامتر های مختلف در اسپینل های واحد های مختلف سنگی افیولیت لوگر و مقایسه با اسپینل های موجود در دونیت، کرومیتیت و گدازه های بالشی افیولیت نایین.....
۱۷۱	۶-۳- تغییرات Al_2O_3 و Cr_2O_3 در اسپینل های واحد های مختلف سنگی گوشته افیولیت لوگر.....
۱۷۲	۶-۴- مطالعه رفتار عناصر سازگار و ناسازگار.....
۱۷۴	۶-۵- بررسی الیوین و منشأ تشکیل دونیت افیولیت لوگر.....
۱۷۹	۶-۶- کرومیتیت افیولیت لوگر.....
۱۹۰	۶-۶-۱- عناصر گروه پلاتین.....
۱۹۳	۶-۷- ذوب بخشی.....
۱۹۴	۶-۸- محاسبات فشار و دما برای پریدوتیت های گوشته افیولیت لوگر و تعیین عمق تشکیل آنها.....
۱۹۵	۶-۸-۱- محاسبات دماسنجی.....
۱۹۵	۶-۸-۱-۱- دما سنجی کلینوپیروکسن - ارتوپیروکسن.....
۱۹۷	۶-۸-۱-۲- دماسنجی بر اساس زوج کانی الیوین - اسپینل.....
۱۹۸	۶-۸-۲- محاسبات فشارسنجی.....
۱۹۸	۶-۸-۳- تعیین عمق.....
۲۰۰	نتیجه گیری.....
۲۰۱	پیشنهادات.....

عنوان

صفحه

منابع و ماخذ ۲۰۲

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
فصل اول: کلیات	
شکل ۱-۱- راه‌های دسترسی به افیولیت لوگر.....	۵
شکل ۱-۲- اجزای مختلف یک میکروآنالیزور.....	۱۴
فصل دوم: زمین شناسی عمومی افغانستان	
شکل ۱-۲- واحد های اصلی ژئوتکتونیک افغانستان و سیستم های گسله ای جدا کننده آن ها.....	۱۹
شکل ۲-۲- واحد های تکتونیک اصلی افغانستان مرکزی و جنوبی.....	۲۳
شکل ۳-۲- تکتونیک صفحه ای افغانستان و نواحی دربرگیرنده آن.....	۳۴
شکل ۴-۲- موقعیت گسل های آورده شده در متن.....	۳۶
شکل ۵-۲- نواحی تکتونیک افغانستان.....	۳۷
شکل ۶-۲- لرزه های پوسته ای با عمق ۴۰ کیلومتر یا کمتر.....	۳۹
شکل ۷-۲- لرزه های گوشته ای در عمق بیش از ۱۰۰ کیلومتر.....	۴۰
شکل ۸-۲- تحولات تکتونیک افغانستان.....	۴۱
شکل ۹-۲- نقشه ی شماتیک از توده های نفوذی افغانستان.....	۵۸
شکل ۱۰-۲- تطابق ساختمانی بین افغانستان و آسیای مرکزی.....	۶۰
فصل سوم: مفهوم افیولیت و پراکندگی افیولیت های افغانستان	
شکل ۱-۳- پراکندگی سنگ های اولترامافیک غنی از منیزیم.....	۷۴
شکل ۲-۳- تصویر چگونگی تشکیل نفوذی های لایه ای.....	۷۵
شکل ۳-۳- مدل ساده شده ای از جایگیری افیولیت ها.....	۷۶
شکل ۴-۳- تصویر چگونگی تشکیل دونیت های واکنشی.....	۷۷
شکل ۵-۳- سکانس افیولیتی ایده آل.....	۸۰
شکل ۶-۳- ۶ برش عرضی یک پشته اقیانوسی و مقایسه یک سکانس افیولیتی ایده ال با قطعات افیولیتی مختلف.....	۸۲
شکل ۷-۳- a- مراحل جایگیری افیولیت ها بر اثر تصادم.....	۸۶

عنوان

صفحه

- شکل ۳-۷-ب- تشریح مراحل جایگیری افیولیت ها طی فرارانش قطعات صفحه فرارنده ۸۷
- شکل ۳-۸- مقطع عرضی ساده شده از شرق افغانستان ۹۱
- شکل ۳-۹- جداسدن قطعات گندوانا و پیوستن به لوراسیا ۹۸
- شکل ۳-۱۰- فرایند بسته شدن تتیس و باز شدن اقیانوس هند ۹۹
- شکل ۳-۱۱- تصویر تحولات حاشیه اوراسیا ۱۰۳
- شکل ۳-۱۲- منشأ ممکن برای زمین لرزه های پامیر - هندوکش ۱۰۵
- شکل ۳-۱۳- موقعیت بلوک کابل و افیولیت لوگر در تکتونیک منطقه ۱۰۷
- شکل ۳-۱۴- موقعیت متشکله های افیولیت لوگر ۱۰۹
- شکل ۳-۱۵- شمای زمین شناسی و تکتونیکی افیولیت لوگر ۱۱۱

فصل چهارم: سنگ نگاری و کانی شناسی

- شکل ۴-۱- نتیجه بررسی های مودال پریدوتیت های گوشته افیولیت لوگر و نمایش سیر تحولات سنگ شناسی ۱۱۵
- شکل ۴-۲- تصاویر لرزولیت چهارفازی گوشته افیولیت لوگر ۱۱۸
- شکل ۴-۳- تصاویری از پورفیروکلاست های ارتوپیروکسن ۱۱۹
- شکل ۴-۴- تصویری از کلینوپیروکسن احاطه شده توسط ارتوپیروکسن ۱۲۱
- شکل ۴-۵- تصاویری از لرزولیت ۱۲۲
- شکل ۴-۶- اسپینل ورمیکولار موجود در لرزولیت ۱۲۳
- شکل ۴-۷- الیوین های جانشینی در حاشیه های خوردگی ارتوپیروکسن ۱۲۴
- شکل ۴-۸- تصویری از ارتوپیروکسن کاملاً بستیتی شده ۱۲۵
- شکل ۴-۹- اسپینل های موجود در هارزبورژیت ۱۲۶
- شکل ۴-۱۰- تصاویری از اسپینل در بخش های سرپانتینی هارزبورژیت ۱۲۶
- شکل ۴-۱۱- تصویر هایی از الیوین های تشکیل دهنده دونیت ۱۲۸
- شکل ۴-۱۲- کروم اسپینل موجود در دونیت ۱۲۸
- شکل ۴-۱۳- الیوین های موجود در غلاف های دونیتی احاطه کننده لنزهای کرومیتیتی ۱۳۰
- شکل ۴-۱۴- تصویری از یک کرومیتیت که در آن دیوپسید و کلریت مشاهده می گردد ۱۳۱

شکل ۴-۱۵- تصویری از کرومیتیت با ادخالی از کلریت و الیون ۱۳۱

شکل ۴-۱۶- تصویری از دانه های درشت اسپینل های موجود در کرومیتیت ۱۳۲

فصل پنجم: کریستال شیمی

شکل ۵-۱- موقعیت ترکیبی ارتوپروکسن های موجود در پریدوتیت های گوشته افیولیت لوگر ۱۳۹

شکل ۵-۲- ترکیب کلینوپروکسن های موجود در پریدوتیت های گوشته افیولیت لوگر ۱۴۲

شکل ۵-۳- تغییرات Al_2O_3 (A), Cr_2O_3 (B), $Cr\#$ (C) در کلینوپروکسن ها ۱۴۳

شکل ۵-۴- موقعیت ترکیبی الیون های پریدوتیت های گوشته افیولیت لوگر ۱۴۶

شکل ۵-۵- ترکیبات اعضای پایانی گروه اسپینل که در منشور ترکیبی اسپینل آمده است ۱۵۱

شکل ۵-۶- اسپینل های افیولیت لوگر در مثلث کاتیون های ۳ ظرفیتی Fe^{3+} , Cr^{3+} و Al^{3+} ۱۵۳

شکل ۵-۷- تغییرات $Cr\#$ در مقابل $Mg\#$ پریدوتیت های گوشته افیولیت لوگر ۱۵۴

شکل ۵-۸- موقعیت کلریت های موجود در کرومیتیت افیولیت لوگر ۱۵۷

فصل ششم: پتروژنز

شکل ۶-۱- مقدار Al_2O_3 در برابر Cr_2O_3 اسپینل های پریدوتیت های گوشته افیولیت لوگر ۱۶۰

شکل ۶-۲- مقدار فورستریت الیون در برابر $Cr\#$ اسپینل کروم دار همزیست با آن ۱۶۱

شکل ۶-۳- مقدار اتمی کاتیون Na کلینوپروکسن در برابر Cr آن ۱۶۲

شکل ۶-۴- ترسیم نمونه های سنگی گوشته لوگر در دیاگرام $Cr\#$ در برابر $Mg\#$ اسپینل های آن ها ۱۶۳

شکل ۶-۵- پریدوتیت های گوشته افیولیت لوگر در محدوده ی تکتونیت ۱۶۴

شکل ۶-۶- تغییرات نسبت اتمی $Cr\#$ در برابر درصد وزنی TiO_2 ۱۶۵

شکل ۶-۷- تغییرات TiO_2 در برابر Al_2O_3 اسپینل های پریدوتیت های گوشته افیولیت لوگر ۱۶۶

شکل ۶-۸- تغییرات Fe^{2+}/Fe^{3+} در برابر Al_2O_3 Wt% اسپینل ها ۱۶۶

شکل ۶-۹- ترسیم Al_2O_3 در برابر Cr_2O_3 اسپینل های افیولیت های لوگر و نایین و گدازه های بالشی ۱۷۱

شکل ۶-۱۰- نمایش تغییرات مقدار Al_2O_3 و Cr_2O_3 بر اساس درصد وزنی ۱۷۲

شکل ۶-۱۱- ترسیم Al_2O_3 , Cr_2O_3 و TiO_2 ارتوپروکسن های لوگر در برابر $Mg\#$ این کانی ها ۱۷۳

شکل ۶-۱۲- ترسیم Al_2O_3 , Cr_2O_3 , TiO_2 و Na_2O کلینوپروکسن در برابر $Mg\#$ این کانی ها ۱۷۴

عنوان

صفحه

- شکل ۶-۱۳- محتوی فورستریت واحدهای مختلف سنگی افیولیت لوگر به همراه نمایش محدوده های مربوط به انواع اولترامافیک ها ۱۷۶
- شکل ۶-۱۴- تبلور کرومیت در نمودار فازی الیوین - کرومیت - کوارتز ۱۸۱
- شکل ۶-۱۵- مدل واکنش مذاب - گوشته برای تشکیل کانسارهای کرومیت غنی از Cr و غنی از Al ۱۸۲
- شکل ۶-۱۶- تغییرات Al_2O_3 در برابر Cr_2O_3 اسپینل های کرومیت افیولیت لوگر و پریدوتیت های گوشته میزبان آنها ۱۸۶
- شکل ۶-۱۷- ترسیم تغییرات $Cr\# (Cr/(Cr+Al))$ در برابر $Mg\# (Mg/(Mg+Fe^{+2}))$ برای کرومیت ها و سنگ های میزبان آنها در مجموعه افیولیتی لوگر ۱۸۸
- شکل ۶-۱۸- ترسیم TiO_2 در برابر $Cr\#$ پریدوتیت های گوشته و کرومیت افیولیت لوگر ۱۸۸
- شکل ۶-۱۹- تصویر شماتیک رابطه میان محیط تکتونیکی و تشکیل انواع کرومیت های انبانی غنی از Cr و غنی از Al ۱۸۹
- شکل ۶-۲۰- تغییرات ترکیب اسپینل های کروم دار موجود در پریدوتیت ها و کرومیت های گوشته افیولیت لوگر ۱۸۹
- شکل ۶-۲۱- مقایسه $Cr\#$ اسپینل های کروم دار کرومیت ها با سنگ های دونیتی و پریدوتیتی همراه آنها و مقایسه با برخی از مناطق مطالعه شده در دنیا ۱۹۰
- شکل ۶-۲۲- دیاگرام دما در مقابل فشار برای پریدوتیت های گوشته افیولیت ملانژ لوگر ۱۹۹

فهرست جدول ها

عنوان	صفحه
فصل دوم: زمین شناسی عمومی افغانستان	
جدول ۱-۲- نام های متنوع و نحوه ی نگارش گسل های اصلی افغانستان	۴۹
فصل پنجم: کریستال شیمی	
جدول ۱-۵- میانگین نتایج ترکیب ارتوپیروکسن های موجود در پریدوتیت های مانتل افیولیت لوگر و محاسبه درصد اعضای پایانی آن ها بر اساس درصد وزنی و فرمول ساختمانی	۱۳۸
جدول ۲-۵- نام و فرمول شیمیایی ارتوپیروکسن های آورده شده در جدول ۱-۵	۱۳۹
جدول ۳-۵- ترکیب کلینوپیروکسن های موجود در پریدوتیت های گوشته افیولیت لوگر بر اساس درصد وزنی، به همراه فرمول ساختمانی، $Mg\#$ ، $Cr\#$ و درصد اعضای پایانی	۱۴۱
جدول ۴-۵- نام و فرمول شیمیایی کلینوپیروکسن ها به طور میانگین	۱۴۴
جدول ۵-۵- میانگین ترکیب الیوین های موجود در پریدوتیت های گوشته افیولیت لوگر، بر اساس درصد وزنی و فرمول ساختمانی بر اساس ۴ اکسیژن، به همراه محاسبه ی اعضای پایانی آن ها	۱۴۸
جدول ۶-۵- نام و فرمول شیمیایی الیوین ها به طور میانگین	۱۴۹
جدول ۷-۵- ترکیب اسپینل های طبیعی به همراه فرمول شیمیایی آن ها	۱۵۰
جدول ۸-۵- ترکیب اسپینل های موجود در پریدوتیت های گوشته افیولیت لوگر بر اساس درصد وزنی و فرمول ساختمانی آنها با احتساب ۳۲ اتم اکسیژن	۱۵۴
جدول ۸-۵- ادامه ترکیب اسپینل های موجود در پریدوتیت های گوشته افیولیت لوگر بر اساس درصد وزنی و فرمول ساختمانی آنها	۱۵۵
جدول ۹-۵- فرمول ساختمانی میانگین اسپینل های لوگر	۱۵۵
جدول ۱۰-۵- ترکیب کلریت های موجود در کرومیتیت های افیولیت لوگر، بر اساس درصد وزنی و فرمول ساختمانی	۱۵۸
جدول ۱۱-۵- فرمول ساختاری کلریت های آورده شده در جدول ۱۰-۵	۱۵۸
فصل ششم: پتروژنز	
جدول ۱-۶- میانگین برخی از پارامتر های اسپینل های واحدهای مختلف سنگی گوشته لوگر	۱۶۷