

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده علوم پایه

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد رشته زمین شناسی
گرایش پترولوژی

عنوان:

ژئوشیمی و پترولوژی گرانیت زیرگان در غرب و جنوب چادرملو
(شمال بافق - ایران مرکزی)

نگارش:

شیرین گل کرم

استاد راهنما:

دکتر نعمت اله رشید نژاد عمران

استاد مشاور:

دکتر فریبرز مسعودی

بهمن ۱۳۸۷

تقدیم به

پدر و مادر عزیز و همسر مهربانم
که هر چه دارم، از وجود پاک
آن‌هاست...

تشکر و قدردانی

اینک که مراحل تحقیق و نگارش این پایان نامه به اتمام رسیده است، بر خود لازم می دانم از مساعدت اساتید و دوستان عزیزی که مرا در این امر یاری نموده اند، تشکر و قدردانی نمایم. از جناب آقای **دکتر نعمت اله رشیدنژاد عمران**، استاد گرانقدرم که راهنمایی این پایان نامه را قبول زحمت فرمودند و در طول تحصیل همواره از محضر علمی ایشان بهره برده ام، سپاسگزارم.

از جناب آقای **دکتر فریبرز مسعودی**، استاد محترم مشاور، که از حمایت ها و تجارب ایشان در طول انجام پایان نامه استفاده کرده ام، سپاسگزارم.

از اساتید گرامی جناب آقایان **دکتر محمدرضا قربانی**، **دکتر محمدهاشم امامی** و **دکتر اسماعیلی** که از محضر درس این بزرگواران بهره برده ام و از حمایت های صمیمانه ایشان در طول تحصیل استفاده نموده ام، سپاسگزارم.

از جناب آقای **دکتر سید یاسر محمودی** که انجام این پایان نامه بدون همفکری و راهنمایی های ایشان ممکن نبود، صمیمانه سپاسگزارم.

چکیده

توده های گرانیتی منطقه زیرگان و چاه چوله، در منطقه ای با مختصات جغرافیایی بین طولهای شرقی ۵۵°، ۳۰' و ۵۵°، ۳۰' و عرضهای شمالی ۳۲°، ۳۰' و ۳۲°، در شمال بافق واقع شده اند. این توده ها و کمپلکس های میزبان، جزئی از خرده قاره ایران مرکزی محسوب می شوند که از پرکامبرین تا کنون، حوادث مختلف ماگماتیسم، دگرشکلی، پلوتونیزم، متاسوماتیسم و کانه زایی را تجربه کرده است. ترکیب سنگ شناسی این توده ها، از آلکالی فلدسپار گرانیت تا سینو-مونزو گرانیت نوسان دارد. آنها از نوع گرانیت های لوکوکرت و ساب ولکانیک، با کانی شناسی عمدتاً کوارتز-فلدسپاتی، و فقیر از کانیهای مافیک هستند. بافت های اصلی آنها گرانولار، گرانولار-پورفیروئیدی تا پورفیریتی است. انواع بافتهای ماگمایی، دگرشکلی، متاسوماتیک و دگرسانی، از جمله گرانوفیری، گرافیک، میلونیتی و کاتاکلاستی، میرمکیت، پرتیتی و جانشین در آنها دیده می شود. در حوضه ریفتی و پهنه های کششی محلی، فرآیندهای مختلف متاسوماتیک و دگرسانی، شامل آلکان-سیلیسی، سیلیسی-تورمالینی و پروپیلیتی پهنه های وسیعی از منطقه و توده های گرانیتی را متأثر کرده اند و موجب کانی سازی شده اند. این فرآیندها، از طریق ورود سیالات به محیط، و تفریق گرمایی، موجب شدند تا کانی شناسی و شیمی توده ها، دستخوش تحولاتی شود. از نظر ژئوشیمیایی، توده های مورد بحث، ویژگیهایی از سریهای کالکوالکان تا آلکان، پرآلومین I-type و محیط تکتونیک کمان ماگمایی را نشان می دهند. در نمودارهای تغییرات عناصر نیز، بستگی به تمایلات، پویایی و مراتب سازگاری و ناسازگاری عناصر، رفتارهای متفاوتی دیده می شود که گویای تاثیر فرآیندهای تفریق و تبلور و متاسوماتیسم، هر دو، بر توده های مذکور است. شواهد صحرایی، سنگ شناختی و ژئوشیمیایی، در توده های گرانیتی زیرگان و چاه چوله حاکی از آن است، که لااقل بخشی از این توده ها، از طریق متاسوماتیسم و فرآیندهای تفریق گرمایی از سنگهای مافیک قبلی (توده های دیوریتی و گابروبی) تشکیل شده است و پس از جایگزینی در ترازهای بالاتر و حتی زیر سطحی نیز به نحوی گسترده تحت تاثیر این فرآیندها واقع شده اند. مقایسه این توده ها، در رده بندیهای معمول با سایر توده ها، نشان داده که این توده ها، ضمن شباهت هایی با برخی از توده های شاخص ماگمایی، بیشترین شباهت را به گرانیت نوع متاسوماتیک یا E-type دارند.

کلید واژه: گرانیت زیرگان و چاه چوله، شمال بافق، گرانیت متاسوماتیک، میرمکیت، گرانیت لوکوکرات ساب ولکانیک.

فصل اول - کلیات

- ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی..... ۱
- ۲-۱- شرایط اقلیمی و آب و هوایی..... ۲
- ۳-۱- زمین ریخت شناسی..... ۲
- ۴-۱- اهداف پژوهش..... ۳
- ۵-۱- روش های تحقیق در این پژوهش..... ۳
- ۶-۱- مطالعات انجام شده قبلی..... ۴

فصل دوم - زمین شناسی منطقه

- ۱-۲- زمین شناسی ناحیه ای..... ۹
- ۱-۱-۲- بلوک پشت بادام..... ۹
- ۲-۱-۲- بلوک یزد..... ۱۰
- ۲-۲- زمین شناسی عمومی..... ۱۲
- ۲-۲-۱- مجموعه سنگ های دگرگونی..... ۱۲
- ۱-۱-۲-۲- کمپلکس دگرگونی چایدونی..... ۱۲
- ۲-۱-۲-۲- کمپلکس دگرگونی بنه شورو..... ۱۵
- ۳-۱-۲-۲- کمپلکس دگرگونی پشت بادام..... ۱۶
- ۴-۱-۲-۲- کمپلکس دگرگونی ناتک $[PE^t]$ ۱۶
- ۵-۱-۲-۲- سازند تاشک $[PE^{sh}]$ ۱۷
- ۲-۲-۲- سنگهای کربناته- آواری و آتشفشانی پرکامبرین- کامبرین زیرین..... ۱۷
- ۱-۲-۲-۲- واحد $[PE_r^d]$ (سازند ریزو)..... ۱۸
- ۲-۲-۲-۲- واحد درین $[PE^s]$ ۱۹
- ۳-۲-۲-۲- دولومیت سلطانیه $[E^d]$ ۱۹
- ۴-۲-۲-۲- واحد دولومیت و شیل هم ارز شیل بالائی سازند سلطانیه $[E^h]$ ۲۰
- ۵-۲-۲-۲- آهک زیرگان یا عقدا $[E^l]$ ۲۰
- ۶-۲-۲-۲- دولومیت- مرمر راهنما $[PE^k]$ ۲۱
- ۳-۲-۲- نهشته های مزوزوئیک:..... ۲۱
- ۱-۳-۲-۲- واحد کنگلومرایی $[K_1^c]$ ۲۲
- ۲-۳-۲-۲- واحد آواری $[Ks]$ ۲۲
- ۳-۳-۲-۲- آهک اوربیتولین دار $[K11]$ ۲۳

۲۳	..... واحد کنگلومرایبی [K ₂ ^o]
۲۳	..... واحد آهکی K21
۲۴	..... سنگ های رسوبی و آتشفشانی ترشیری:
۲۵	..... رسوبهای کواترنری:
۲۵	..... فازهای پلوتونیسیم و توده های نفوذی منطقه
۲۶	..... توده های نفوذی دیوریت- گابرویی [d] و دیوریت گنایس [d-gn]
۲۷	..... توده های نفوذی گرانودیوریتی [gd]
۲۸	..... توده گرانیتی زیرگان [Zg]:
۳۲	..... توده گرانیتی g3
۳۲	..... زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک
۳۵	..... زمین شناسی اقتصادی
۳۷	..... نتیجه گیری:
۳۹	..... فصل سوم- سنگ شناسی
۳۹	..... ۱-۳ مقدمه
۴۰	..... ۲-۳ رده بندی و نامگذاری
۴۲	..... ۱-۲-۳ آلکالی فلدسپار گرانیته:
۵۱	..... ۲-۲-۳ مونزوگرانیته
۵۳	..... ۳-۲-۳ کوارتز سینیت تا سینوگرانیته
۵۴	..... ۴-۲-۳ گرانیته
۵۷	..... ۵-۲-۳ آپلیته گرانیته
۵۹	..... ۶-۲-۳ گرانودیوریت
۶۰	..... ۷-۲-۳ ریوداسیت
۶۴	..... ۹-۲-۳ انکلاوهای میکروگرانولاربا ترکیب مونزونیتی
۶۶	..... ۳-۳ نتیجه گیری:
۶۷	..... فصل چهارم- متاسوماتیسم در منطقه زیرگان
۶۷	..... ۱-۴ فرآیندهای متاسوماتیسم
۶۹	..... ۲-۴ متاسوماتیسم و تفریق گرمایی
۷۰	..... ۳-۴ متاسوماتیسم در منطقه زیرگان
۷۰	..... ۱-۳-۴ شواهد صحرایی
۷۳	..... ۲-۳-۴ شواهد سنگ شناختی و بافتی
۷۴	..... ۳-۳-۵ بافت میرمکیت و مباحث مربوطه
۷۸	..... ۴-۴ نتیجه گیری

۷۹.....	فصل پنجم- ژئوشیمی و پتروولوژی
۷۹.....	۱-۵ مقدمه
۸۳.....	۲-۵- طبقه بندی ژئوشیمیایی و نام گذاری
۸۳.....	۱-۲-۵- مقدمه
۸۳.....	۲-۲-۵- رده بندی و نام گذاری
۸۳.....	۱-۲-۲-۵- طبقه بندی نورماتیو
۸۴.....	۲-۲-۲-۵- طبقه بندی شیمیایی
۸۵.....	۳-۲-۵- تعیین سری ماگمایی
۸۶.....	۱-۳-۲-۵- نمودار Na2O+K2O در برابر SiO2 (Irvine & Baragar, 1971):
۸۶.....	۲-۳-۲-۵- نمودار AFM، (Irvine & Baragar (1971):
۸۷.....	۳-۳-۲-۵- نمودار Na2O+K2O در برابر SiO2 (Kuno,1968)
۸۸.....	۴-۳-۲-۵- نمودار Na2O در برابر K2O, Wilson(1989)
۸۸.....	۵-۳-۲-۵- نمودار اندیس آکالی- کلسیک تغییر یافته یا Modified Alkali-Lime Index (MALI)
۸۹.....	۴-۲-۵- تعیین میزان اشباع از آلومین
۹۱.....	۵-۲-۵- عدد Fe یا Fe* (Frost et al., 2001):
۹۱.....	۶-۲-۵- ژئوشیمی و محیط تکتونیکی
	۱-۶-۲-۵- نمودار TiO2- Al2O3 (Le Muller & Groves, 1979) و Y-Zr, Le Maitre, (1989)
۹۲.....	
۹۳.....	۲-۶-۲-۵- نمودارهای Ta-Yb, Nb-Y (Pearce et al., 1984):
۹۴.....	۳-۶-۲-۵- نمودار Rb-Yb+Ta, Rb-Y+Nb (Pearce et al; 1984)
۹۵.....	۶-۴-۲-۵- نمودار سه متغیره Hf-Rb/10-Ta×3 (Harris et al., 1986)
۹۶.....	۷-۲-۵- ژئوشیمی عناصر اصلی:
۱۰۰.....	۸-۲-۵- ژئوشیمی عناصر کمیاب
۱۰۰.....	۱-۸-۲-۵- عناصر Sr, Ba, Rb, Cs, (LILE)
۱۰۲.....	۲-۸-۲-۵- کاتیونهای با پتانسیل یونی بالا (HFSE) Zr, Hf, Nb, Ta, Th, U
۱۰۴.....	۳-۸-۲-۵- عناصر Co, Cr
۱۰۵.....	۴-۸-۲-۵- عناصر کالکوفیل Zn, Cu
۱۰۶.....	۹-۲-۵- ژئوشیمی عناصر کمیاب (Trace) و نادر خاکی (REEs)
۱۱۰.....	۳-۵- نتیجه گیری
۱۱۴	۶- فصل ششم: نتیجه گیری

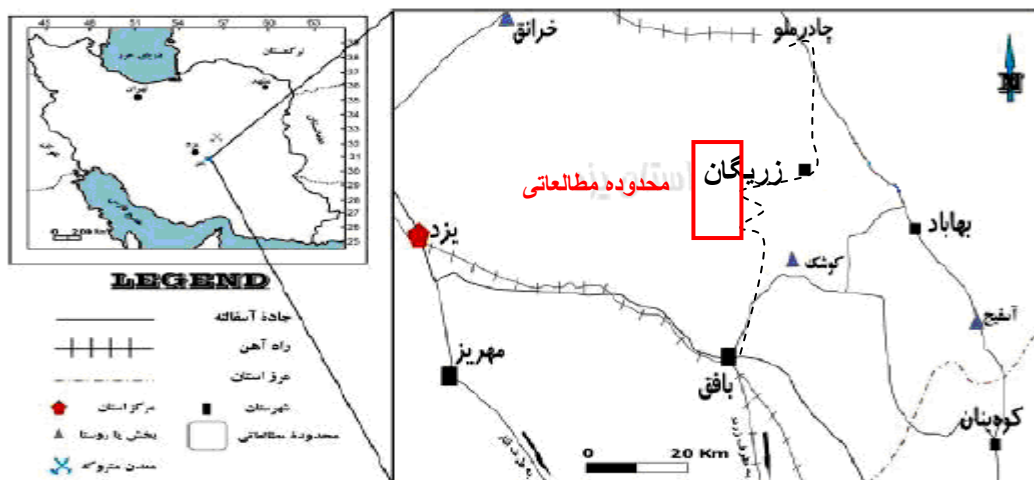
فصل اول

کلیات

فصل اول - کلیات

۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی

منطقه مورد بررسی، در شمال بافق، گوشه جنوب شرقی نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ اردکان، بین طولهای شرقی ۵۵°، ۳۰' و ۵۵°، ۳۰' و عرضهای شمالی ۳۲°، ۰۰' و ۳۲°، ۳۰' واقع شده است. موضوع مورد پژوهش (گرانیت زیرگان - چاه چوله)، عمدتاً در نقشه های ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی آریز و چادرملو رخنمون و گسترش دارد. مهمترین راههای ارتباطی منطقه، جاده آسفalte یزد - طبس وساغند - چادرملو - بافق است که از شمال و شرق ناحیه می گذرند و راه آسفalte معدن آهن چادرملو - ساغند نیز به بالا متصل می شود، راه آهن احداث شده نیز معدن آهن چادرملو را به راه آهن سراسری می پیوندد. همچنین سایر جاده های خاکی، از جمله جاده قدیمی ساغند - چادرملو - بافق و جاده ای که از محور آسفalte چادرملو - بافق بسوی غرب منشعب شده است، دسترسی به این منطقه را آسان می سازند (شکل ۱-۱). توده های گرانیتی تحت مطالعه، از جنوب غرب زیرگان با روند عمومی شمالی جنوبی تا شمالغرب چادرملو، گسترش دارند.



شکل ۱-۱: موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به منطقه

۲-۱- شرایط اقلیمی و آب و هوایی

آب و هوای این منطقه با تابستانهای گرم و خشک و نسبتاً سرد همراه است. میزان بارندگی سالیانه در این منطقه ۴۰ تا ۵۰ میلیمتر می باشد (ایستگاه هواشناسی یزد). به دلیل نرخ تبخیر فراوان، هیچگونه جریان دائمی در منطقه وجود ندارد و آبهای زیرزمینی نسبتاً کم و به علت وجود املاح فراوان اکثراً لب شور می باشند. بیشترین درجه حرارت در تابستان ۵۰ درجه سانتیگراد و کمترین درجه حرارت در زمستان برابر ۱۶- درجه سانتیگراد می باشد. تراکم جمعیت بسیار اندک است و به جز چند روستای متروکه، روستایی در محدوده مورد بررسی وجود ندارد. شهرک معدنی چادرملو، نزدیکترین آبادی دارای امکانات اسکان و امور رفاهی است.

۳-۱- زمین ریخت شناسی

منطقه مورد مطالعه، از جنوب به دشت بافق، از شمال به کوههای ساغند- نی باز- اسکمبیلو، از شرق به چادرملو و کوه زیرگان و از غرب به ارتفاعات خرانق و کویر شمال بافق محدود شده است. کفه های نمکی و رسی، تپه های ماسه ای بادی و بیابانهای خشک و غیر قابل کشت، چهره ای خاص و بیابانی به این منطقه داده اند. رود جاری در این منطقه دیده نمی شود و اغلب رودخانه های خشک، در واقع آبراهه هایی هستند که از کوههای خشومی، کویر درانجیر، چاه چوله و آریز به دشت کویر درانجیر و بافق وارد می شوند. بستر رودخانه ها در تمام فصلهای سال خشک بوده و تنها در هنگام بارندگی آب در آنها روان می گردد. برجستگی های منطقه پیرو ساختار تکتونیکی، دارای روند شمال شمال شرقی- جنوب جنوب غربی هستند و آبراهه های ناحیه بیشتر سوی جریانی شرق شمال شرقی- غرب جنوب غربی دارند. سطوح فرسایش سنگها بستگی تنگاتنگ با لیتولوژی برونزد دارد. در مناطقی که سنگهای کربناته برونزد دارد (کوه آریز) این سنگها مرتفع و صخره ساز هستند. مناطق سنگهای دگرگونی و سنگهای گرانیتی (کوه درانجیر و کوه چاه چوله) سطوح فرسایشی نرم دارند و بندرت کوههای سخت گذری را تشکیل می دهند. از کوههای مهم منطقه، درانجیر با ارتفاع ۲۱۷۴ متر از سطح دریا، چاه چوله با ارتفاع ۲۲۹۳ متر و کوه آریز با ارتفاع ۲۲۴۹ متر را می توان نام برد. کوههای منطقه از هم جدا بوده و فواصل میان آنها را دشتهای آبرفتی می پوشاند.

۴-۱- اهداف پژوهش

ایران مرکزی، په‌نه ای پرتکاپوست که حوادث و رویدادهای متعددی را پشت سر نهاده و بارها دستخوش ماگماتیسم، کوهزایی، دگرگونی و چین خوردگی شده است. این فرآیندهای متعدد و متفاوت، نه تنها سرگذشت زمین شناسی پیچیده ای را برای آن رقم زده اند، بلکه با ایجاد پتانسیل های معدنی مختلف جذابیت خاصی به منطقه بخشیده اند. کمر بند متالوژنی بافق- پشت بادام، با منابع معدنی پرمایه و گوناگون از آهن، سرب، روی، مس، فسفات، اورانیوم و خاکهای نادر، همواره مورد توجه بسیاری از پژوهشگران بوده است. در پژوهش حاضر، اهداف زیر در زمینه توده های گرانیتی زریگان و چاه چوله مورد توجه بوده است که تاکنون مورد توجه جدی نبوده است:

- ۱- سنگ شناسی، کانی شناسی و ساخت و بافت توده های گرانیتی.
- ۲- شناسایی فرآیندهای متاسوماتیک و دگرسانی های موثر در توده های گرانیتی.
- ۳- مطالعه ویژگیها و ماهیت ژئوشیمیایی و محیط ژئوتکتونیک توده های گرانیتی.
- ۴- بررسی تحولات ماگمایی- متاسوماتیک منجر به تشکیل و جایگزینی این توده ها.
- ۵- مطالعه مراتب باروری این توده ها در رابطه احتمالی با فرآیندهای وابسته و یا موثر بر توده ها با کانه سازی در منطقه.

۵-۱- روش های تحقیق در این پژوهش

- الف- جمع آوری و بررسی منابع موجود از نقشه ها، تصاویر ماهواره ای، عکس های هوایی و گزارش ها و مقالات مرتبط با منطقه و موضوع.
- ب- مطالعات میدانی، و ثبت مشاهدات صحرائی و نمونه برداری.
- ج- انجام مطالعات میکروسکپی و آنالیزهای شیمیایی.
- د- ارتباط با محققین داخلی و خارجی و انجام رایزنی در زمینه موضوع پژوهش.
- ه- استفاده مستمر از شبکه جهانی اطلاعات و مجلات علمی معتبر، برای دستیابی به مقالات مرتبط با موضوع.
- و- تلفیق و تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم افزارهای موجود، تدوین پایان نامه و مقالات.

۱-۶- مطالعات انجام شده قبلی

ایران مرکزی بدلیل تحمل حوادث و رویدادهای متفاوت و متعدد و دارا بودن منابع معدنی با ارزش، مورد توجه محققین زمین شناسی و اکتشافی قرار داشته و منطقه بیابانک - بافق به علت جایگاه خاص خود در ایران مرکزی، مورد توجه بیشتر این مطالعات بوده است. گرانیتهای زیرین و چاه چوله نیز به دلیل داشتن منابع معدنی با ارزش مانند اورانیوم توجه زمین شناسان را به خود جلب کرده است. در ذیل به مهمترین مطالعات انجام شده در این ناحیه اشاره شده است.

- برای اولین بار (Stahl, 1911) ، به سنگ های دگرگونی و گرانیتهای آرکئن در هسته چین های بزرگ مقیاس در ایران مرکزی اشاره می کند. نامبرده نتایج مطالعات خود را در نقشه ای به مقیاس ۱:۶۰۰۰۰ نشان داده است.

- (Baier, 1940) ، بخش اعظم سنگ های دگرگونی ناحیه نائین - انارک - تفت را که (Stahl, 1911) ، پی سنگ متبلور آرکئن در نظر گرفته بود، واحدهای سنگی ژوراسیک فرض نمود که در اثر رویداد کوهزایی آلپین دگرگون شده اند.

- (Gansser, 1955) ، در جنوب خاوری کرمان و شمال طبس، توالی سنگ های پرکامبرین ایران مرکزی را مشاهده کرده و ۱۲ مرحله چین خوردگی در ایران مرکزی شناسایی نموده است.

- (Huckriede, Kursten & Venzlaff, 1962) ، با بررسی های زمین شناسی، چینه شناسی و زمین ساخت ناحیه کرمان - ساغند، ضمن معرفی سری ریزو- دزو و انتساب آن به اینفراکامبرین، نقشه های زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰۰ ناحیه را تهیه و به پتانسیل های معدنی منطقه نیز اشاره کرده اند.

- (Mohafez & Moshtaghian, 1963) ، زمین شناسی ناحیه خور- بیابانک- بافق و مطالعات پی جویی ذخایر نفت ایران مرکزی را مورد بررسی قرار داده اند.

- (Iwao & Zahedi, 1966) ، ضمن بررسی های زمین شناسی و مطالعه ناهنجاری های آهن ناحیه بافق- چادرمولو، ژنز کانسار آهن چادرمولو را به متاسوماتیسم ناشی از تزریق ماگمای گرانیتهای داخل مجموعه سنگ های ولکانیک منطقه نسبت داده اند.

- Williams & Hoshmandzade (1966) ، پیدایش توده آهن چغارت را مشابه معدن کایرونای سوئد دانسته و فرایند اختلاط ناپذیری فسفات و آهن مذاب را عامل تفریق و تمرکز آهن در سنگ های پرکامبرین ذکر نموده اند.

- Haghypour & Pelissier (1968) ، عقیده دارند که سنگ مادر بیشتر دگرگونه های ناحیه پشت بادام و ساغند را سنگهای تخریبی و آذر آواری پرکامبرین تا پالئوزوئیک تشکیل می دهند.

- Stocklin (1968) ، با بررسی ساختارهای هورست و گرابن ایران مرکزی ، عملکرد کوهزایی آسینتیک را در این ناحیه خاطر نشان کرده است.

- Hoshmandzade (1969) ، در رساله دکتری خود، متامورفیسم و گرانیتیزاسیون مجموعه سنگ های دگرگونی چاپدونی را مورد مطالعه قرار داده و سازند تاشک، بویژه بخش های زیرین آن را به عنوان سنگ مادر مجموعه دگرگونی چاپدونی پیشنهاد نموده است.

- Forster & Broumandi (1971) ، شکل گیری معادن آهن ایران مرکزی را مربوط به فرایند تفریق سنگ های ریولیتی از یک ماگمای بازالتی می دانند و معتقدند که در هنگام تفریق، آهن بصورت اکسید از ماگما جدا شده است.

- Haghypour (1977); Valeh&Haghypour (1977); Haghypour&Pelissier (1977) نقشه های زمین شناسی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ اردکان، ۱:۱۰۰۰۰۰ پشت بادام و ۱:۵۰۰۰۰۰ بیابانک- بافق را تهیه کرده اند.

- Haghypour (1974) ، در رساله دکترای خود، زمین شناسی ناحیه بیابانک - بافق را مورد مطالعه دقیقی قرار داده و به چهار مرحله دگرگونی و دو فرایند اسکاپولیتیزاسیون و آلبیتیزاسیون در ناحیه اشاره کرده است. به اعتقاد وی مراحل اول (نوع باروین) و دوم (نوع ابوکوما) در پرکامبرین، و مراحل سوم و چهارم بترتیب در تریاس و ژوراسیک پایانی روی داده است.

- Berberian & Berberian (1981) ، گرانیت های زیرگان و نریگان و چادرملو را در گروه گرانیت های آلکالن پس از کوهزایی قرار داده و اعتقاد دارند که گرانیت های مزبور در نتیجه ذوب بخشی و موضعی پوسته زیرین در زمان پرکامبرین تشکیل شده اند.

- درویش زاده (۱۳۶۲) ، با مطالعه بر روی معدن فسفات اسفوردی در منطقه بافق، این کانسار را از منشأ متاسوماتیسم دانسته و خاطرنشان می کند که ماگمایی با روند کربناتیته در تشکیل آن نقش داشته است.
- Forster & Jafarzadeh (1983) ، نحوه تشکیل کانسار آهن چادرملو را به پرشدن مگنتیت در دهانه آتشفشانی نسبت می دهند و معتقدند که این کانسار به همراه سنگ میزبان مجموعاً تحت تاثیر دگرگونی مجاورتی قرار گرفته است.
- سامانی (۱۳۶۷، ۱۹۸۸) ، در رابطه با شناسایی مناطق اورانیوم دار، با عنوان مسئله کربنات زایی در ایران مرکزی و زاگرس، به عملکرد متاسوماتیسم آلکالن در منطقه ساغند و نقش آن در شکل گیری ذخایر اورانیوم و تشکیل سنگ های گرانیتی اشاره کرده است.
- هوشمندزاده (۱۳۶۷)، عامل دگرگونی و تشکیل اغلب گنیس ها و آمفیبولیت های ناحیه بافق- بیابانک را حوادث گرمایی یا دیناموترمال مزوزوئیک دانسته و تشکیل میگماتیت ها و آناتکسی در گنبد های گرانیت گنیسی چاتک، چاپدونی، نی باز و خشومی را به افت شدید و ناگهانی دما از محور گنبد ها به اطراف نسبت داده است.
- هوشمندزاده، حمدی و نبوی (۱۳۶۷) ، اعتقاد دارند که پی سنگ متبلور ایران مرکزی در ناحیه بافق- بیابانک رخنمون نیافته، همچنین مقایسه گرانیت زیرگان و نریگان با گرانیت دوران صحیح نبوده و این گرانیت ها سنی بسی جوانتر از کامبرین دارند.
- درویش زاده (۱۳۶۹)، خاطر نشان می کند که ماگماتیسیم اسیدی اینفراکامبرین و معادن وابسته به آن در محل ریفت های قاره ای قدیمی و در اثر متاسوماتیسم و دیاپیریسم مواد گوشته ای ایجاد شده است.
- Forster(1990) ، معتقد است که ایگنیمبریت ها و ریولیت های آلکالن اینفراکامبرین ایران مرکزی ، محصول نهایی ذوب پوسته در بالای دیاپیرهای گوشته ای ، در مناطق ریفتی هستند.
- مهرابی (۱۳۷۰)، سن ولکانیک های اسیدی منطقه کوشک را اینفراکامبرین ذکر کرده و به تبعیت از Forster(1990) ، این سنگ ها را محصول بالا آمدگی گوشته در مناطق ریفتی اینفراکامبرین در نظر گرفته است.

- سامانی (۱۳۷۱) ، سامانی و همکاران (۱۳۷۲)، سامانی (۱۳۷۷)، با بررسی چینه نگاری، ماگماتیسم، دگرگونی و متالوژنی پرکامبرین پسین ایران مرکزی، با معرفی سازند ساغند با رخساره ریفتی، فرایند ریفت زایی در ایران مرکزی را مورد بررسی قرار دادند.

- صدیقی (۱۳۷۲)، واحدهای سنگی سازند تاشک را سنگ مادر مجموعه دگرگونی چاپدونی دانسته است.

- رضوی (۱۳۷۲)، در رساله دکترای خود، مطالعات سنگ شناسی وسیعی بر روی مجموعه های دگرگونی چاپدونی و پشت بادام در جنوب ناحیه ساغند- پشت بادام و تاشک- بنه شورو انجام داده و دو مدل ریفت قاره ای و نواحی فرورانش جزایر قوسی را برای تشکیل آنها پیشنهاد کرده است.

- اشجع اردلان (۱۳۷۴)، با مطالعات سنگ شناسی ناحیه ساغند- پشت بادام، تشکیل سنگهای دگرگونی را در یک پهنه فرورانش توجیه می نماید.

- حیدری (۱۳۷۵) ؛ شریفی (۱۳۷۶)، با بررسی سنگ های آتشفشانی- آذر آوری و توده های گرانیتوئیدی ناحیه اسفوردی- بافق، تشکیل این سنگ ها را در یک قوس ماگمایی حاصل از فرایند فرورانش پیشنهاد می نمایند.

- Ramezani & Tucker (1995) و Ramezani(1997) ، با مطالعه و ژئوکرونولوژی سنگ های دگرگونی و آذرین ناحیه بافق- پشت بادام و مطالعه روی زیرکن، سه رویداد کوهزایی متفاوت ۱- در اواخر نئوپروتروزوئیک- اوایل کامبرین همراه با دگرگونی رخساره آمفیبولیت، نفوذ توده های گرانیتی ، فعالیت آتشفشانی ریولیتی- آندزیتی و جایگزینی گسترده ترونجمیت ها (گرانیت زیریگان)، ۲- کوهزایی اواخر تریاس با نفوذ وسیع گرانیتوئیدهای چمگو، انارک و اسماعیل آباد در مجموعه سنگ های دگرگونی پشت بادام، ۳- کوهزایی ائوسن با سنگ های دگرگونی درجه بالای مجموعه چاپدونی به همراه تزریق توده های دیوریتی- گرانیتی در باختر زیر صفحه ایران مرکزی، را شناسایی کرده اند.

- موسوی ماکویی (۱۳۷۷)، گرانیت ناریگان (منطقه معدنی کوشک) را از نوع I- type ، تفریق یافته و فلسیک معرفی کرده است. اما خاطر نشان نموده که این توده برخی از اختصاصات نوع S و A را نیز نشان می دهد.

- مجیدی و باباخانی (۲۰۰۰)، نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ آریز را همراه با توضیحات آن منتشر کرده اند. ایشان با توجه به اینکه گرانیت زیریگان توده های گرانودیوریتی منسوب به

ژوراسیک و توده های دیوریتی منسوب به تریاس بالا را قطع کرده، سن ژوراسیک را برای آن گزارش کرده اند.

در مجموعه سوابق مطالعاتی در ایران مرکزی و شمال بافق، آنچه که کمتر مورد توجه و پژوهش جدی قرار گرفته، توده های گرانیتی مورد بحث در منطقه است. اولاً در مورد سن این توده ها، اظهار نظرها اختلاف فاحشی را از پرکامبرین تا ژوراسیک نشان می دهند. ثانیاً در زمینه ماهیت ژئوشیمیایی و ماگمایی آنها، گرچه مطالعه متمرکز و جدی انجام نشده است، ولی اظهار نظرهای کلی و ناحیه ای در رابطه با فرآیندهای موثر، حاکی از فرآیندهای مختلف متاسوماتیسم آلکان در یک حوضه ریفتی، ماگماتیسیم و تفریق ماگمایی در پهنه فرورانشی، ذوب پوسته زیرین بواسطه بالازدگی گوشته و ...، موثر در تشکیل توده های گرانیتی مورد بحث است.

ثالثاً به دلیل آنکه، توده های مورد مطالعه در این پژوهش، بصورتی متمرکز، دقیق و جدی مطالعه نشده اند، در سوابق مطالعاتی مذکور در همین بخش، از ویژگیهای ژئوشیمیایی، سنگ شناسی و پدیده های عارضی و تحمیل شده بر توده ها یا موثر در تشکیل توده ها، اطلاعات مستند و دقیق در دست نیست. گرچه پژوهش حاضر هم در پاسخگویی به همه ابهامات و نارسائیهای موجود در زمینه زایش و تحولات توده های مورد بحث، ادعایی ندارد. اما تلاش کرده است تا با ارائه اطلاعاتی در مقیاسهای میدانی، پتروگرافی و ژئوشیمیایی، بستر مناسبی را فراهم آورد تا زمینه مناسبی برای تحقیقات جدی و دقیق آکادمیک در آتیه باشد. کاش بودجه کافی و یا امکان آنالیز دستگاهی در اختیار داشتیم و می توانستیم در رفع ابهامات، تردیدها و نارسائیهای موجود، سهم و نقشی موثر داشته باشیم. گرچه، اذعان داریم که حوادث و وقایع تحمیلی بر منطقه، پیچیده تر از آن است که با انجام یک یا چند تحقیق اینچنینی شفاف سازی شوند؛ بلکه پژوهش های متعددی در ابعاد و زوایای مختلف لازم است تا اطلاعات کافی در زمینه های ماگماتیسیم، دگرگونی، دگرشکلی، پلوتونیسیم، تکتونیک، متاسوماتیسیم و کانه زایی، جهت تعبیر و تفسیر منطقی آن حوادث و وقایع در ایران مرکزی، فراهم آید.

فصل دوم

زمین شناسی منطقه

فصل دوم- زمین شناسی منطقه

به منظور بررسی زمین شناسی، منطقه مورد مطالعه در سه مقیاس جداگانه مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد. در بخش نخست زمین شناسی ناحیه ای توضیح داده می شود. در قسمت دوم زمین شناسی عمومی و در انتها ویژگیهای زمین شناسی توده های نفوذی مورد مطالعه قرار می گیرد.

۱-۲- زمین شناسی ناحیه ای

خرده قاره ایران مرکزی، بخشی از ایرانزمین میانی است که با زمین درزهای افیولیتی سیستان، نائین، بافت، گسل درونه و افیولیت های کاشمر- سبزوار احاطه شده و توسط گسل های طولی، که به سمت باختر خمیدگی دارند و از نوع امتداد لغز راستگرداند، قابل تقسیم به بلوک لوت، بلوک طبس، بلوک پشت بادام و بلوک یزد است (آقا نباتی، ۱۳۸۳) (شکل ۱-۲).

به اعتقاد آقا نباتی (۱۳۸۳)، حدفاصل گسل کلمرد در خاور و گسل پوشیده ای به نام نائینی در باختر، بلوک طبس قابل تقسیم به بلوک کلمرد می باشد، که در بین بلوک های طبس و پشت بادام جای می گیرد. در گذشته، خرده قاره ایران مرکزی را بخشی از توده میانی ایران مرکزی می دانستند. ولی، به باور اشتوکلین (۱۹۶۸) پس از سخت شدن پی سنگ پرکامبرین، بخش یاد شده در زمان پالئوزوئیک ویژگی های سکویی داشته و در ادوار مزوزوئیک و سنوزوئیک به منطقه ای پر تحرک و پویا تبدیل شده است. با وجود این، باید گفت که الگوی ساختاری حاکم بر این خرده قاره، از نوع بلوک های جدا شده با گسل های عمده است که هر یک ویژگی جداگانه دارند و پویایی خرده قاره در همه جا یکسان نیست.

با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه در مرز بلوک پشت بادام و بلوک یزد قرار دارد (شکل ۱-۲)، لذا در ادامه ویژگی های این دو بلوک مورد بررسی بیشتر قرار گرفته است.

۲-۱-۱- بلوک پشت بادام

بلوک پشت بادام، میان گسل کلمرد- کوه بنان در خاور و گسل انار در باختر و در بین دو بلوک طبس و یزد قرار دارد (شکل ۲-۱). نکته اساسی در مورد این بلوک، رخنمون های دگرگونی منسوب به پرکامبرین است که بیشتر از نوع سنگ های آتشفشانی- رسوبی آواری و آذر آواری، به همراه مرمرهای آهکی و دولومیتی است. این پی سنگ، شبیه پی سنگ عربستان است. سنگ های ماگمایی این بلوک محدود به پرکامبرین نیستند، بلکه ردیف های پرکامبرین پسین- کامبرین پیشین آن (سریه های ریزو و دزو) به ویژه در شمال کرمان، همراهانی از گدازه های قلیایی و خاستگاه کافتی دارند و به نظر می رسد که پدیده کافتی شدن از ویژگی های این بلوک باشد (آقناباتی، ۱۳۸۳).

در این بلوک، سنگ های پالئوزوئیک بالایی- ژوراسیک گسترش محدود دارند و دگرگونه اند و به نظر می رسد که تکرار فرآیندهای رسوبی، در زمان های پرکامبرین پسین، تریاس پسین و ژوراسیک میانی، می تواند از ویژگی های آن باشد. جوان ترین سنگ های بلوک پشت بادام، کربنات های کوه ساز کرتاسه است که نادگرگونه اند و تصور دگرگون شدن پی سنگ ناحیه را در زمان ترشیاری پرسش آمیز می سازند.

۲-۱-۲- بلوک یزد

بلوک یزد، بخش باختری خرده قاره ایران مرکزی است که از شمال به گسل درونه و از باختر به نوار افیولیتی نائین- بافت محدود است (شکل ۲-۱). نکات ویژه بلوک یزد دوماساله است. یکی دگرگونه های انارک، دوم ردیف های تریاس نخلک. در ناحیه انارک که گاهی به نام ماسیف انارک- خور از آن یاد می شود، مجموعه ای از رسوبات پلیتی- پسامیتی به همراه سنگ های کربناتی و آتشفشانی متعلق به شیب قاره وجود دارند که به صورت ناحیه ای و در رخساره های شیست سبز و شیست آبی دگرگون شده اند و به صورت ورق های بر خورده با افیولیت ها، سنگ آهک های پلاژیک و رسوب های آشفته همراه اند. اگر چه (Davodzade & Lench, 1981) افیولیت های انارک را بخشی از پوسته اقیانوسی تیس کهن هرات می دانند، که پس از چرخش خرده قاره در مکان فعلی رخنمون یافته است؛ به باور الماسیان (۱۳۵۶)، افیولیت های انارک سن پروتروزویک بالایی دارند و می توان آنها را در ارتباط با نواحی پشت کمان اقیانوسی دانست. ردیف های تریاس ناحیه نخلک تفاوت رخساره ای در