

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده علوم پایه

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد زمین شناسی (پترولوژی)

مطالعه سنگ شناسی، ژئوشیمی و پترولوژی توده‌های دیوریتی و سیلهای گابروئی در شمال بافق (ایران)

(مرکزی)

نگارش:

سیده مریم نیک تبار

استاد راهنما:

دکتر نعمت ا.. رشید نژاد عمران

استاد مشاور:

دکتر منصور وثوقی عابدینی

بهمن 1378

تقدیم به پدر و مادرم

و

همسر عزیزم

تقدیر و تشکر

سپاس اوراست که در سایه الطاف پر مهرش قدمی هر چند کوچک برای رسیدن به ذره ای از علم بیکرانش پیمودم. بر خود لازم می دانم از تمام کسانی که به انحاء مختلف در این راه به من کمک و یاری نموده اند، تشکر و قدر دانی نمایم که برای جبران زحمت هایشان هر چند به قدر ذره ای باشد. نخست از استاد راهنما، جناب آقای دکتر رشید نژاد که در تمام لحظات، فراتر از یک استاد فرهیخته، الگوی اخلاق و معرفت بودند. همچنین از استاد مشاور، جناب آقای دکتر وثوقی عابدینی که زحمت مشاوره این پایاننامه را متقبل شدند و با نکات ارزنده خود مرا یاری نمودند. از جناب آقای دکتر قربانی که در طی دوران تحصیل افتخار شاگردی ایشان را داشتم و همچنین زحمت داوری این پایاننامه را متقبل شدند. همچنین از جناب آقای دکتر امامی که داوری این پایاننامه را بر عهده داشتند، تشکر و سپاسگذاری می نمایم

از پدر، مادر و همسر مهربان و فداکار، خانواده محترم و گرانقدر ایشان و همچنین برادران عزیزم و دوستان محترمی که در این دوران به من کمک کردند بی نهایت سپاسگذارم و توفیق همه ی این عزیزان را از درگاه منان آرزومندم.

بعد از این صبر و استقامت را آموختم هر چند نا عادلانه، و دانستم که مشکلات ناخواسته چیزی جز خواست خدا نیست تا اطرافم را بهتر بشناسم و محکمتر در مسیر هدفم گام بردارم.

چکیده

توده های مورد مطالعه، در منطقه شمال بافق و در محدوده خرده قاره ایران مرکزی قرار دارند. در مطالعات صحرایی، نفوذیهایی به صورت سیل درون سری ریزو (تناوب کربنات و ولکانیک) در مناطق شمال و جنوب ده زیرگان، و توده های نفوذی دیوریت- گابروئی (در مناطق میشدوان و آریز) درون کمپلکس های دگرگونی قدیمی، تزریق شده اند. همچنین، توده های شناور دیوریتی، درون گرانیته زیرگان مشاهده شدند. در منطقه میشدوان توده نفوذی گرانودیوریتی، توده دیوریت- گابروئی را قطع کرده است. توده های دیوریتی، به پرکامبرین و تریاس نسبت داده شده اند.

طی بررسیهای پتروگرافی تفاوت‌های واضحی در کانی شناسی و بافت شناسی سیلهای مافیک (الیوین گابرو تا گابرویدیوریت) با توده های دیوریتی مشاهده شد. ترکیب کانی شناسی سیلهای مافیک عمدتاً شامل $Pl+Px+Ol+Am(brown\ am)+Bio$ ، توده های دیوریتی عمدتاً شامل $Pl+Hb+Px+Bio+Qz+Af$ و توده گرانودیوریتی عمدتاً شامل $Pl+Hb+Bio+Qz+Af$ می باشند. این سنگها دارای تنوع ساختی و بافتی زیادی هستند. بافت های افیتیک، پوئیکلیتیک، اینترگرانولار، گرانولار و پگماتوئیدی در سیلهای گابروئی و توده های دیوریتی و بافت‌های دگرشکلی، میلونیتی، پرتیت، آنتی پرتیت، میرمکیت و منطقه بندی نوسانی، در سنگهای توده گرانودیوریتی دیده می شوند. با توجه به شواهد ژئوشیمیائی توده های مورد مطالعه، دو سری ماگمائی کاملاً متفاوت وجود دارد (1) سیلهای نفوذی درون سری ریزو؛ سری پیوسته آلکالن؛ ترکیب الیوین گابرو تا گابرویدیوریت؛ ریفت درون قاره ای، با منشأ عمدتاً گوشته ای، با نرخ پائین درجه ذوب بخشی هستند. سیلهای مورد نظر از ذوب حدود 12 تا 14 درصد گوشته غنی شده با ترکیب گارنت لرزولیت، تولید شده اند. (2) سری ساب آلکالن؛ (الف) سری پیوسته، با ترکیب غالباً دیوریتی (ب) سری ناپیوسته گرانودیوریتی؛ که به یک محیط حاشیه قاره ای وابسته است و به احتمال زیاد ماگمای تشکیل دهنده سنگهای دیوریتی در یک زون فرورانش و آزدائی پوسته اقیانوسی فرو رونده و ذوب بخشی گوه گوشته ای، با ترکیب اسپینل لرزولیت تولید شده است. احتمالاً ذوب پوسته آمفیبولیتی روی آن باعث تشکیل ماگمای اسیدی در منطقه می شود.

کلمات کلیدی: سیل، میشدوان، آریز، زیرگان، ریفت، آلکالن، ساب آلکالن، محیط حاشیه قاره ای.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
فصل اول: کلیات	
2	1-1 مقدمه.....
2	2-1 معرفی منطقه مورد مطالعه.....
4	3-1 آب و هوا و پوشش گیاهی منطقه.....
4	4-1 توپوگرافی و زمین ساخت منطقه مورد مطالعه.....
6	5-1 تاریخچه مطالعات پیشین.....
10	6-1 هدف از مطالعه.....
10	7-1 روش و مراحل مطالعه.....
فصل دوم: زمین شناسی	
13	1-2 مقدمه.....
13	2-2 محیط ژئوتکتونیکی.....
17	3-2 زمین شناسی عمومی منطقه.....
19	1-3-2 پرکامبرین.....
20	2-3-2 پالئوزوئیک.....
21	3-3-2 مزوزوئیک.....
21	4-3-2 سنوزوئیک.....
21	4-2 پلوتونیزم و توده‌های نفوذی منطقه.....
22	1-4-2 سیلهای گابروئی.....

23	2-4-2 توده های دیوریت گابرویی
25	1-2-4-2 توده دیوریت گابروئی و گرانودیوریتی میشدوان
28	2-2-4-2 توده دیوریت گابروئی آریز
30	3-2-4-2 توده های دیوریتی درون گرانیات زیرگان
فصل سوم: سنگ شناسی نفوذی های منطقه	
33	1-3 مقدمه
33	2-3 سیل های مافیک درون سری ریزو
34	1-2-3 اولیوین گابرو-تروکتولیت
36	2-2-3 اولیوین گابرو
37	3-2-3 گابرو
40	4-2-3 گابرو دیوریت
41	5-2-3 دیوریت پگماتوئیدی
42	3-3 توده های دیوریت گابروئی منطقه
42	1-3-3 توده نفوذی میشدوان
43	1-1-3-3 دیوریت-گابرو
44	2-1-3-3 گرانودیوریت
49	2-3-3 توده نفوذی شمال آریز
52	3-3-3 توده های دیوریتی شناور در گرانیات زیرگان
53	4-3 نگاهی به بافت های مهم موجود در سنگهای نفوذی مورد مطالعه
53	1-4-3 مقدمه

- 53.....2-4-3 بافت های اصلی در سنگهای گابروئی و دیوریتی منطقه.....
- 58.....3-4-3 بافت های موضعی در سنگهای گابروئی و دیوریتی منطقه.....
- 63.....3-4-3 بافت های اصلی سنگهای گرانودیوریتی منطقه.....
- 69.....5-3 نتیجه گیری از بخش پتروگرافی.....

فصل چهارم: ژئوشیمی

- 73.....1-4 مقدمه.....
- 76.....2-4 طبقه بندی سنگهای منطقه.....
- 78.....3-4 تعیین سری ماگمائی.....
- 80.....4-4 درجه آکالینیتة نفوذیها ی ساب آلكالن.....
- 81.....5-4 درجه اشباع از آلومین توده های ساب آلكالن.....
- 82.....6-4 محیط ژئوتکتونیکي.....
- 82.....1-6-4 تفکیک محیط تکتونیکي سیلها(اولیوین گابرو تا گابرو دیوریت) و توده های دیوریت گابروئی.....
- 84.....2-6-4 تعیین محیط تکتونیکي توده های دیوریت گابروئی و گرانودیوریتی.....
- 85.....7-4 شناسائی خصوصیات منشأ سنگها با استفاده از نمودارهای عناصر ناسازگار و سازگار.....
- 85.....1-7-4 نمودار عناصر ناسازگار در برابر یکدیگر.....
- 87.....2-7-4 نمودار جفت عناصر ناسازگار یا سازگار.....
- 88.....8-4 محاسبه نورم.....
- 91.....9-4 ژئوشیمی و بررسی تحولات ماگمائی با استفاده از نمودارهای تغییرات (هارکر).....
- 91.....1-9-4 ژئوشیمی عناصر اصلی.....
- 97.....2-9-4 ژئوشیمی عناصر کمیاب.....

97.....1-2-9-4 سری سنگهای آلکالن.....

100.....2-2-9-4 سری سنگهای ساب آلکالن.....

102.....10-4 ژئوشمی عناصر نادر خاکی (REE).....

107.....11-4 نتیجه گیری از بحث ژئوشیمی.....

فصل پنجم: پتروژنز و نتیجه گیری

109.....1-5 مقدمه.....

109.....2-5 شناسایی خصوصیات منشأ سنگها با استفاده از نمودار نسبت عناصر ناسازگار.....

3-5 تفکیک منشأ گوشته غنی شده یا تهی شده سیلهای مافیک آلکالن و توده های دیوریت گابروئی ساب

آلکالن.....110.....

112.....4-5 تعیین نوع گرانودیوریت منطقه.....

112.....5-5 تعیین منشأ گرانودیوریت.....

113.....6-5 آیا توده های دیوریت گابروئی ساب آلکالن منطقه، ماهیت آداکیتی دارند؟.....

114.....7-5 تعیین نوع نفوذیه های مورد مطالعه بر اساس کانیه های تشکیل دهنده و منبع.....

115.....8-5 نتیجه گیری و پیشنهادها.....

فصل اول

کلیات

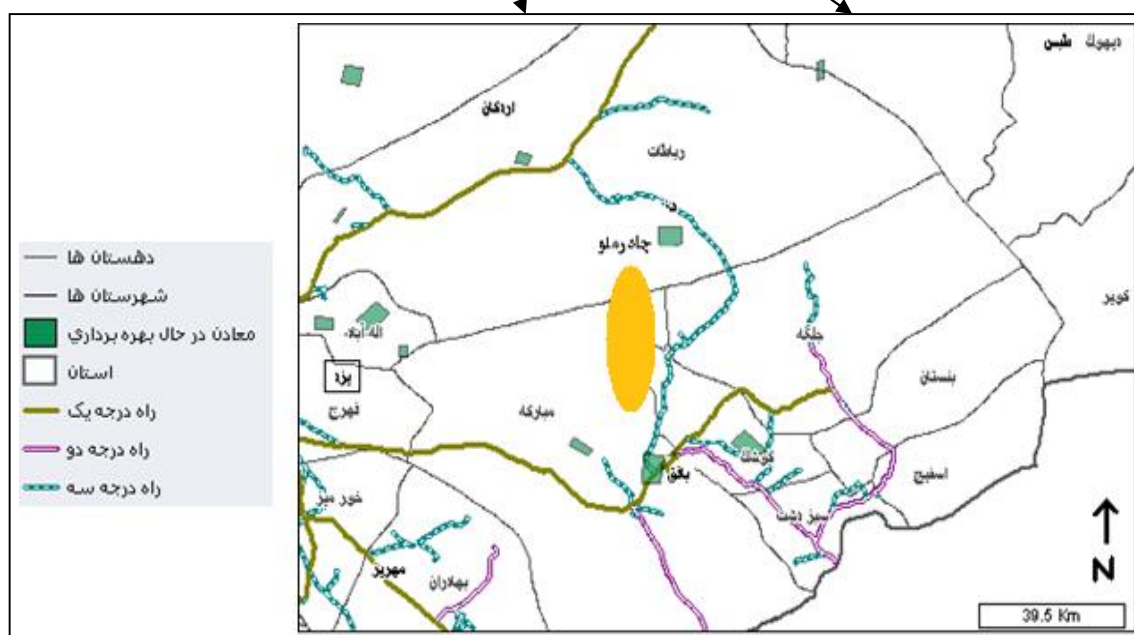
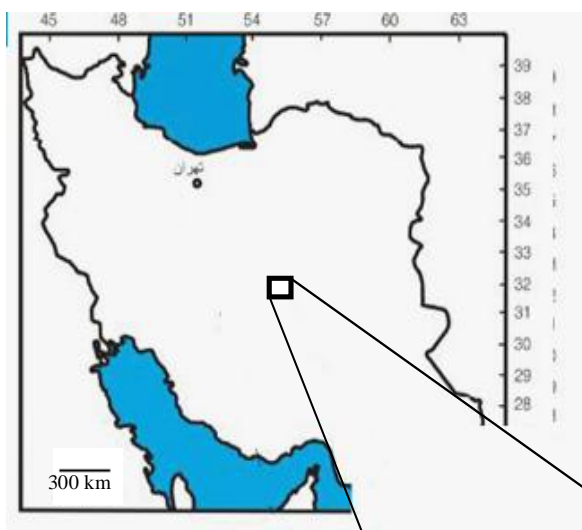
1-1 مقدمه

اطلاعات و داده‌های پترولوژیکی در زمینه پلوتونیسیم، در پوسته کراتونی قدیمی ایران مرکزی، میتواند شرح و توصیفی برای مسائل ناگفته و یا نویافته باشد. در این رابطه، مطالعه توده‌های گرانیتوئیدی و مافیک منطقه، مسائلی مانند تکامل و رشد پوسته و فرآیندها و تحولاتی که در گذشته پوسته انجام می‌شود را آشکار می‌سازند. ایران مرکزی، از ابعاد و زوایای مختلفی، در چند دهه گذشته مورد توجه محققین بوده‌است. حوادثی چون ماگماتیسیم، دگرگونی و کانه‌زایی در چارچوب تحولات ژئوتکتونیک منطقه، از مهمترین موضوعات پژوهشی هستند که نظر بسیاری از محققین را بخود جلب کرده‌اند. اما علیرغم تحقیقات متعدد، نا گفته‌ها و نیافته‌ها بسیارند.

همانطور که از عنوان پایاننامه پیدا است، در این نوشتار درباره دو نوع توده متمایز و متفاوت از نظر ماهیت و محیط تکتونیک بحث خواهد شد. توده‌های مورد بررسی، از نظر ترکیب سنگ شناختی دامنه ای از مافیک و حدواسط تا اسیدی را شامل می‌شوند. در این پژوهش سعی شده‌است تا با مطالعات صحرائی، سنگ شناسی و ژئوشیمی، ماهیت و شرایط پترولوژیکی این توده‌ها آشکار گردد. امید است که نتایج این تحقیق، در روشن تر شدن قسمت کوچکی از دریای علوم و تحولات این منطقه، مفید باشد.

2-1 معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد بررسی، در فاصله 50 کیلومتری شمال بافق (ایران مرکزی)، یکی از توابع شهرستان یزد، واقع شده است. مختصات جغرافیائی آن به طول $55^{\circ} 15'$ تا $55^{\circ} 45'$ شرقی و عرض $31^{\circ} 45'$ تا $32^{\circ} 15'$ شمالی می باشد. توده های مورد مطالعه، در نقشه $1/500000$ پشت بادام و بطور بخشی در نقشه های $1/100000$ آریز، چادرملو، بافق و اسفوردی برونزد دارند. منطقه مورد مطالعه، از نظر تقسیمات زمین شناسی ساختمانی، جزئی از خرده قاره ایران مرکزی محسوب می شود. دستیابی به منطقه مورد نظر از دو طریق امکان پذیر است، یکی از طریق جاده اسفالتی معدن آهن چادرملو، منشعب شده از جاده اصلی اسفالتی اردکان- یزد، می باشد، در ادامه، راه خاکی از مسیر بافق- بهاباد بسوی روستای زریگان (دسترسی به توده های درون سری ریزو، گرانیات زریگان، منطقه میشدوان و توده آریز در غرب) کشیده شده است. دیگری از طریق جاده اسفالتی یزد- بافق می باشد، در ادامه این مسیر با وارد شدن به جاده خاکی شمال بافق دسترسی به توده ها (دیوریت های منطقه میشدوان (شمال معدن چغارت) و در ادامه، منطقه صعب العبور و دور افتاده توده دیوریتی آریز) میسر می شود. این دو مسیر، همراه با دیگر شبکه های ارتباطی، منطقه مورد مطالعه را به شهرستان بافق و معدن چادرملو مربوط می سازند (شکل 1-1).



شکل (1-1): راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه (بر گرفته از سایت پایگاه داده های علوم زمین). منطقه

مورد مطالعه با بیضوی زرد مشخص است.

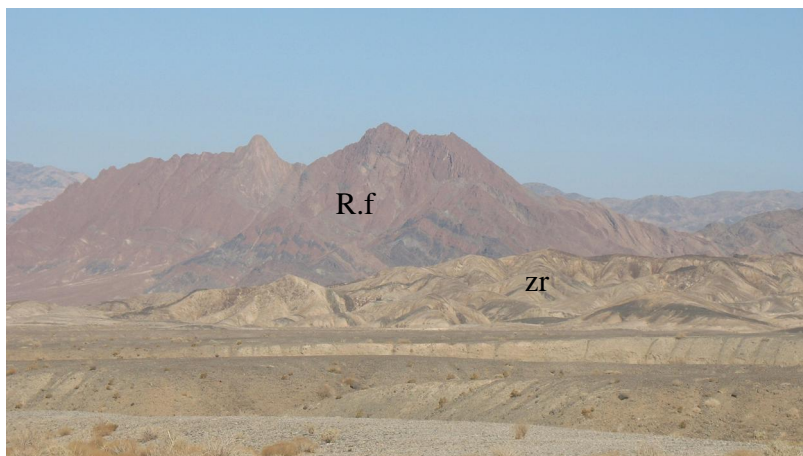
1-3 آب و هوا و پوشش گیاهی منطقه

بر اساس تقسیمات اقلیمی ایران زمین، منطقه بافق (ایران مرکزی) دارای آب و هوایی کویری با تابستانهای گرم و خشک و زمستانهای معتدل تا سرد و خشک است. جهت چیره وزش باد، در اغلب فصول سال، شمال باختری؛ ولی از آبان تا بهمن ماه در جهت جنوب خاوری است. میزان نزولات جوی بسیار کم و اغلب بصورت بارانهای ناگهانی بوده که سبب جاری شدن سیل در مناطق کوهستانی میگردد. بارش برف بسیار کم و بیشتر محدود به قله کوههای مرتفع است. بخش اعظم بارندگی در زمستان رخ میدهد. مقدار بارندگی در این منطقه بسیار کم می باشد و بیشینه آن 70mm در سال است. نوسانات درجه حرارت حداکثر و حداقل بین بیش از 40 و 10- درجه سانتی گراد متغیر است (قائمی و سیدی، 1385). بنابراین، بهترین زمان برای مطالعات صحرائی در گستره ی مورد مطالعه، از اوایل مهر ماه تا اواخر سال و اوایل بهار تا اواخر اردیبهشت ماه است. بوته های تاغ و گز در کنار کفه های نمکی و حیات وحش، جلوه خاص و زیبایی را به این منطقه کویری بخشیده است. به دلیل گرمای زیاد و تبخیر شدید و همچنین بارندگی کم این منطقه، پوشش گیاهی بسیار کم و محدود به گیاهان کویری نظیر گز، تاغ و غیره می باشد. در اطراف دهکده ها مزارع کوچک صیفی جات و باغ های خرما و انار دیده می شود. حیات وحش آن نظیر آهو، یوزپلنگ، قوچ و میش (مناطق شکار ممنوع آریز- دره انجیر)، انواع خزندگان و عقاب تشکیل می دهد. مردم این منطقه بیشتر به کار در معادن آهن چادر ملو و بافق و اورانیوم- توریوم دوزخ دره پرداخته و عده ای نیز به دامپروری و کشاورزی اشتغال دارند (مجیدی و باباخانی، 1379).

1-4 توپوگرافی و زمین ساخت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بیشتر کویری و بیابانی است که کوهها و تپه ماهورهای کم ارتفاعی را در بر گرفته است. در بخش مرکزی دشتهای، اغلب حوضه‌های کویری نظیر کویر زرین (830 متر)، کویر دره انجیر یا کویر کر (900 متر)، کویر ساغند (1020 متر) و کویر الله آباد (1320 متر) از سطح دریا قرار دارند. منطقه مورد نظر، از جنوب به دشت بهاباد و آبدوگی، از باختر به کویر آریز و کویر کر، از شمال به کویر ساغند و کوه تاشک و از خاور به کوه‌های مرازون و سرکوه محدود می‌شود. در این منطقه رودخانه دائمی دیده نمی‌شود و اغلب رودخانه‌هایی وجود دارد که در سراسر سال خشک بوده و تنها در هنگام ریزش باران، آب در آنها جاری می‌گردد. کفه‌های رسی و نمکی (یلایا یا دق) در پست ترین نقاط دشتهای قرار داشته و نشان دهنده حوضه‌های آبگیر کوچک داخلی می‌باشند که البته همزمان با خشک شدن آب آنها، سطح ترک خورده و خشن را ایجاد می‌کنند. تپه‌های ماسه ای بادی و بیابانهای خشک و غیر قابل کشت، چهره ای خاص به این منطقه داده است. در حالیکه، سنگهای مارنی و ماسه سنگی رنگارنگ میوسن، در کنار بوته‌های تاغ و گز کنار کفه‌های نمکی جلوه زیبا و خاصی را به این منطقه کویری بخشیده است. تغییرات سریع و زیاد درجه حرارت در شبانه روز و در فصول مختلف سال موجب هوازدگی شدید فیزیکی سنگها گردیده و به سبب بارندگی کم، میزان هوازدگی شیمیائی در منطقه کم است (مجیدی و باباخانی، 1379). برجستگیهای منطقه تابع ساختار تکتونیکی (گسل ها و چین ها)، دارای روند شمال شمال باختری- جنوب جنوب خاوری هستند و آبراهه‌های ناحیه نیز بیشتر سوی جریانی خاور شمال خاوری، باختر جنوب باختری دارند. سطوح فرسایش سنگها بستگی تنگاتنگ با لیتولوژی و تکتونیک دارد. در مناطقی که سنگهای کربناته برونزد دارد (مانند کوه آریز)، و سری متناوب کربناته- ولکانیک ریزو، اغلب مرتفع و صخره ساز است. مناطق سنگهای دگرگونی (مانند

کمپلکس چاپدونی و بنه شورو) و سنگهای گرانیتی (مانند زیرگان) دارای سطوح فرسایشی هموار و تپه‌های کم ارتفاع هستند (شکل 2-1).



شکل (2-1): قسمتی از توپوگرافی منطقه، سری ریزو (R.f) و گرانیت زیرگان (zr)

5-1 تاریخچه مطالعات پیشین

سنگهای گرانیتوئیدی و توده های مافیک منطقه مورد مطالعه، تاکنون کمتر مورد بررسی دقیق پترولوژی و ژئوشیمی قرار گرفته‌اند. با این وجود، ایران مرکزی بدلیل داشتن موقعیت ویژه تکتونو ماگمائی و تحمل حوادث و رویدادهای متفاوت و متعدد و از طرفی دارا بودن منابع معدنی با ارزش، از دیرباز مورد توجه محققین زمین شناسی و اکتشافی قرار داشته، در ذیل به مهمترین مطالعات انجام شده در این ناحیه اشاره شده‌است.

- (1962) Huckerie, Kursten & Venzlaff. با بررسی های زمین شناسی، چینه

شناسی و زمین ساخت ناحیه کرمان- ساغند، ضمن معرفی سری ریزو- دزو و انتساب آن به

اینفراکامبرین، نقشه‌های زمین شناسی 1/250000 و 1/500000 ناحیه را تهیه و به توانائیهای معدنی منطقه نیز اشاره کرده‌اند.

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

- Haghypour&Pelissier (1977); Haghypour (1977) (1972) Valeh&Haghypour؛ نقشه‌های زمین شناسی به مقیاس 1/250000، 1/100000 پشت بادام و 1/500000 بیابانک- بافق را تهیه کرده‌اند و سن توده‌های دیوریتی منطقه را به پرکامبرین نسبت داده‌اند.

- Haghypour&Sabzehie (1975) معتقدند در پالئوزوئیک در بخشهایی از ایران مرکزی، مناطق فعال و متحرکی وجود داشته که رخساره آن آشکارا با رخساره پلتفرمی این زمان متفاوت است.

- Soffel&Forster (1984,1980); Soffel et al. (1995, 1992, 1989,1975) ; Schmidt&Soffel (1984) ; Wensink (1983,1982); مطالعات پالئو مگنتیک در ایران مرکزی انجام داده‌اند. بنابر مطالعات این پژوهشگران، ریز صفحه ایران مرکزی متحمل چرخشی به میزان 135 درجه در جهت خلاف عقربه‌های ساعت، از تریاس تا عهد حاضر، شده‌است.

- Berberian&Berberian (1981) با مطالعه در زمینهٔ حوادث پلوتونیک- تکتونیک، به گسترش پلوتونیسیم در ایرانزمین پرداخته‌اند و توده‌های نفوذی ایران مرکزی را به سه قسمت تقسیم کرده‌اند. 1- گرانیته - دیوریت آناتکتیک و میگماتیت 2- نفوذیه‌های کالکوالکالن که دامنه ای از گابرو

تا گرانیته دارند 3- گرانیته آلكالن. همچنن درباره چگونگی و نقش فرورانش صفحات در گسترش پلوتونیسف، بحث نموده اند.

- متقیان (1364)، سنگهای آذرین و دگرگونی ساغند را مورد مطالعه سنگ نگاری و سنگ شناسی قرار داده است.

- Davoudzadeh et al., (1986), دو لیتوفاسیس مختلف را برای پالئوزوئیک زیرین ایران مرکزی معرفی کردند. یکی رخساره پلاتفرمی که قسمت اعظم ایرانزمین را تحت پوشش خود قرار می داده و دیگری رخساره ژئوسنکلینالی که در برخی از نقاط ایران مرکزی مثل مناطق انارک، ساغند، نوار سیرجان و احتمالاً ترود وجود داشته است.

- درویش زاده (1369)، خاطر نشان میکند که ماگماتیسف اسیدی اینفراکامبرین و معادن وابسته به آن در محل ریفت های قاره ای قدیمی و در اثر متاسوماتیسف مواد گوشته ای ایجاد شده اند.

- بحرودی (1370)، با تشریح مناطق برشی خمیری تا شکننده، همچنن بر اساس توزیع شکستگیهای ناحیه ساغند- پشت بادام، الگوی ساختاری این ناحیه را بصورت یک برش ساده راست بر با مولفه فشاری دانسته و معتقد است مجموعه سنگ های دگرگونی چاپدونی و بنه شورو در اثر فرایند های دگرگونی و متاسوماتیسف از سازند تاشک حاصل شده اند. پیش از آن، هوشمندزاده و همکاران (1367) به این مطلب اشاره کرده اند.

- سامانی و همکاران (1372)؛ سامانی (1377)، با معرفی سازند ساغند با رخساره ریفتی حاشیه قاره ای، فرایند ریفت زائی در ایران مرکزی را مورد بررسی قرار داده و دو رژیم کافتن را در نظر گرفته است. در مدل پیشنهادی ایشان، ریفت زائی، بر اساس داده های ایزوتوپی Nd-Sm، در حدود 820-830 میلیون سال پیش، از منطقه چغارت- اسفوردی آغاز گردیده و به نواحی ساغند- خشومی و بخش های شمالی آن کشیده شده است.

- حیدری (1375) و شریفی (1376)، با بررسی سنگهای آتشفشانی- آذرآواری و توده‌های گرانیتوئیدی ناحیه اسفوردی- بافق، تشکیل این سنگ‌ها را در یک قوس ماگمایی حاصل از فرایند فرورانش پیشنهاد می‌نمایند.

- لاوی (1376)، با مطالعه بر روی سنگ‌های دگرگونی و توده‌های گرانیتوئیدی گستره پشت بادام، معتقد است گرانیت‌های اسماعیل‌آباد ویژگی گرانیتوئیدهای همزمان با تصادم، و توده‌های گرانیتوئیدی چمگو و انارگ خصوصیات گرانیتوئیدهای قوس ماگمایی را نشان می‌دهند.

- Ramezani & Tucker (1995)؛ Ramezani (1997)، با مطالعه ژئوشیمیایی و ژئوکرونولوژی سنگ‌های دگرگونی و آذرین ناحیه بافق- پشت بادام، سه رویداد کوهزایی متفاوت 1- در اواخر نئوپروتروزوئیک- اوایل کامبرین همراه با دگرگونی رخساره آمفیبولیت، نفوذ توده‌های گرانیتی، فعالیت آتشفشانی ریولیتی- آندزیتی و جایگزینی گسترده ترونجمیت‌ها (گرانیت زیرگان)، 2- کوهزایی اواخر تریاس با نفوذ وسیع گرانیتوئیدهای چمگو، انارگ و اسماعیل‌آباد در مجموعه سنگهای دگرگونی پشت بادام و سرانجام 3- کوهزایی ائوسن با سنگهای دگرگونی درجه بالای مجموعه چاپدونیه همراه تزریق توده‌های دیوریتی- گرانیتی در باختر ریز صفحه ایران مرکزی، را شناسایی کرده‌اند.

- موسوی ماکوئی (1377)، مطالعاتی روی دایکها و نفوذیه‌های کوچک دیوریتی در گرانیت نارینگان داشته‌است، و منشأ آنها را ماگمای بازالتی کالکوالکالن مشتق از گوشته دانسته‌است.

- هوشمند زاده (1377)، اعتقاد دارد که رویداد زمین‌ساختی چاپدونیه، در اوایل سنوزوئیک، سبب شده سنگ‌مادر مجموعه چاپدونیه، بخش‌هایی به صورت سنگ‌های آتشفشانی- آذرآواری تریاس بالایی و بخش‌هایی به صورت گرانیتوئیدهای کرتاسه تا ائوسن، با تشکیل مجموعه هسته دگرگون (core complex) در سطح زمین رخمون یابند.

- شاه پسندزاده (1379)، با تحلیل ساختاری و ژئودینامیکی، پهنه دگرگونی محصور بین گسل های چاپدونی و پشت بادام را شامل آمیزه افیولیتی، توالی های شیب قاره ای، توربیدایت های آذرآواری و سنگ های کربناته فلات قاره ای دگرگون شده دانسته و حداقل دو نسل دگرشکلی خمیری همزمان با دو رویداد دگرگونی در آنها تشخیص داده است. دگرشکلی ها با جایگزینی توده های گرانیتوئیدی انارگ-چمگو-اسماعیل آباد، با جایگاه زمین ساختی قوس ماگمائی و همزمان تا بعد از تصادم قاره ای، همزمان بوده است. اوج دگرگونی مجموعه پشت بادام با جایگزینی توده های گرانیتوئیدی تریاس همراه بوده است. بعقیده وی، مجموعه چاپدونی بطور عمده شامل گرانیت-گرانودیوریت همزاد با جنبش است؛ که از کرتاسه تا ائوسن در پهنه برشی چاپدونی جایگزین شده و شواهد دگرشکلی های ماگمائی تا ساب سولیدوس درجه حرارت پایین را با توسعه میلونیت ها و اولترا میلونیت ها، ضمن کاهش گستره پهنه برشی از مقیاس پوسته ای تا میکروسکوپی، نشان می دهند.

- مجیدی و باباخانی (1379)، نقشه زمین شناسی 1/100000 آریز را همراه با توضیحات آن منتشر کرده اند و سن توده های دیوریتی منطقه را به زمان تریاس نسبت داده اند.

- Nadimi (2006). به مراحل شکل گیری سنگهای دگرگونی قدیمی تا ولکانیسم اوایل کامبرین می پردازد. وی عقیده دارد بعد از شکل گیری، رسوبات تاشک تحت تأثیر کوهزائی پان آفریکن چین می خورند و سپس تحت تأثیر حرکات کششی بعد از کوهزائی پان آفریکن در طول منطقه، ولکانیسم اتفاق افتاده و آکالی گرانیت به درون تشکیلات قدیمی دگرگونی و رسوبات چین خورده تاشک نفوذ می کند.

بسیاری از محققین از لحاظ اقتصادی و فلززایی، ایران مرکزی را مورد بررسی و کاوش قرار داده اند که البته ذکر همه منابع در اینجا مقدور نمی باشد. کمر بند متالورژی بافق- پشت بادام به موازات گسل