



بِسْمِ تَعَالَى



دانشگاه واسط قادسیه

### تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیات داوران نسخه نهایی پایان نامه حاتم اعظم سلطانی دعوی رشته زمین شناسی پترولوژی تحت عنوان «پترولوژی و ژئوشیمی سنگ های آتشفشانی ترشیری شمال غرب نیشابور» از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و آنرا برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مورد تأیید قرار دادند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر محمدرضا قربانی	استادیار	
۲- استاد مشاور	دکتر نعمت ا... رشیدزاده عمران	استادیار	
۳- استاد ناظر داخلی	دکتر مجید قادری	استادیار	
۴- استاد ناظر خارجی	دکتر منصور وثوقی عابدینی	دانشیار	
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر مجید قادری	استادیار	



## آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه/رساله های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی- پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده 1: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه/رساله ای خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده 2: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:  
«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته زمین شناسی است که در سال 1388 در دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر محمد رضا قربانی، مشاوره جناب آقای دکتر نعمت الله رشیدنژاد عمران از آن دفاع شده است.»

ماده 3: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده 4: در صورت عدم رعایت ماده 3، 50% بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده 5: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده 4 را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده 6: اینجانب اعظم سلطانی دهنوی دانشجوی رشته زمین شناسی (پترولوژی) مقطع: کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: اعظم سلطانی دهنوی

تاریخ و امضا: 88/12/12



دانشگاه تربیت مدرس  
معاونت پژوهشی

جمهوری اسلامی ایران

شماره  
تاریخ  
چاپ

**آیین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس**

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است امتیازهای مادی و معنوی دانشگاه، دانشجو، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عنوان پایان نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه راهنمایان دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشگاه ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید یا مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تعیین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۶/۶ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۶/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

اینجانب **اسلام علیزاده** دانشجوی رشته **فلسفه** و درودی سال تحصیلی **۸۸-۸۷** مقطع **لیسانس** دانشگاه **مدرّس** متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تظلم از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقلیم خواهم نمود و بهیچوجه حق هر گونه اعتراض را از خود سلب ننمودم.

امضاء  
تاریخ  
۸۷/۱۲/۲۲

شماره پان ال سه هزار  
شماره پستی ۹۱۸-۹۱۲  
کد ملی ۸۸۰۱۱۰۰۲۰  
شماره تلفن ۸۸۰۰۵۰۲۵  
www.modares.ac.ir  
modares.ac.ir



دانشکده علوم پایه

پایان نامه‌ی دوره‌ی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی (پترولوژی)

## پترولوژی و ژئوشیمی سنگ‌های آتشفشانی ترشیری شمال غرب نیشابور

نگارش:

اعظم سلطانی دهنوی

استاد راهنما:

دکتر محمد رضا قربانی

استاد مشاور:

دکتر نعمت‌الله رشیدنژاد عمران

دی 1388

تقدیرم به:

ایران و مردمان پاک نهادش

## ریاسکزاری

امداد راهنمای ارجمند و محترم جناب دکتر محترم جناب آقای دکتر نهرت احمد درشید شاد مرغان، ارماد کرامن جناب آقای دکتر و شوق عبدینی و ارتاد عزیز جناب آقای دکتر قادی عبودان ناظران پایان نامه و متبید نظری که افتخار نگار در ایشان را داشته‌ام، بجز خاطر است و راهنمای بی‌شمار صبر و مانه قدر دانی من‌کنم.

از جناب آقای قوادیر عالی معینی، پیشرو و برای هر کاری صبر و مانه بهرت بازوید از معدن، شکر نامب آقای مهندس مافی و بهر مرا ایشان سرکار خانم مهندس ناه میران مطلق که با مهربانی و کمک‌های ارزشمندشان در این مطالعه بهر بودم، صبر و مانه ریاسکزارم ته‌شکر ویژه از انان روی‌تانی مرفه‌تد مطالعه که با مهربانی یاریان دادند و به ویژه جناب آقای غلام‌حسین محترم ایشان که با لطف فراوان در انجام بخش صبر این مطالعه بهر همراه مان کردند.

از دوستان خوبم، کلاسهایم و میان بخش زینت من، شکر نام.

اکاره اجرایی دانشکده علوم پایه بیست و بخش زینت من ریاسکزاری من‌کنم.

ماد و پدر، پدر و مادر عزیز و مهربانم که دهم از وجودشان است و فقط به خاطر آن‌ها زنده‌ام و ابله‌کار من با پشتیبانی بی‌ظنیرشان مرا یاری من‌کنند و همیشه این بلازدان خوب و قدر دانی من‌کنم.

## چکیده

سنگ‌های آتشفشانی شمال غرب نیشابور واقع در بخش جنوب شرقی نوار آتشفشانی مشکان، به عنوان بخشی از ماگماتیسم ترشیری ایران در زون بینالود (شمال شرق ایران) معرفی شده‌اند. این سنگ‌های آتشفشانی با راستای شمال باختری-جنوب خاوری به ائوسن میانی-پسین نسبت داده شده و به سه واحد آتشفشانی  $E_1$ ،  $E_2$  و  $E_3$  تقسیم شده‌اند. سنگ‌های رسوبی به‌ویژه در واحدهای  $E_2$  و  $E_3$  یافت می‌گردند. تکاپوهای آتشفشانی در واحدهای  $E_1$  و  $E_3$  شدیدتر است. گدازه‌ها در واحد  $E_1$  ترکیب میانه تا اسیدی و به ندرت بازیک دارند، حال آن‌که در واحد  $E_3$  ترکیب بازیک تا میانه و به ندرت اسیدی دارند.

بر اساس شواهد پتروگرافی و ژئوشیمیایی واحد  $E_1$  دارای تمایل آلکالن و واحدهای  $E_2$  و  $E_3$  دارای تمایل کالک‌آلکالن هستند. بافت سنگ‌های آتشفشانی مورد مطالعه بین آفیریک (شیشه‌ای) تا پورفیریتیک تغییر می‌نماید. بافت خمیره در سنگ‌های پورفیریتیک از شیشه‌ای تا میکروگرانولار و گاه جریان‌ی است. در سری کالک‌آلکالن، نمونه‌های بازیک با فنوکریست پیروکسن و الیوین متمایز می‌گردند. در نمونه‌های حدواسط تا فلسیک با گرایش کالک‌آلکالن، فنوکریست‌های پلاژیوکلاز و آمفیبول حضور دارند، حال آنکه در نمونه‌های حدواسط تا فلسیک با گرایش آلکالن فنوکریست فلدسپات آلکالن و بیوتیت به چشم می‌خورند.

ویژگی‌های خاص ژئوشیمیایی مانند بالا بودن مقادیر  $TiO_2$ ،  $P_2O_5$ ،  $Zr$  و  $Nb$ ، فقدان آنومالی منفی  $Eu$  و دارا بودن نسبت‌های بالای  $Na/K$ ،  $Nb/La$  و  $Nb/U$  در نمونه‌های بازیک‌تر سری کالک‌آلکالن، آن‌ها را در زمره‌ی بازالت و آندزیت‌های بازالتی غنی از  $Nb$  قرار می‌دهد. مقایسه با رخداد‌های مشابه سنگ‌های غنی از  $Nb$ ، بیانگر این است که ذوب لبه‌ی اقیانوسی فرورونده باعث ایجاد بازالت و آندزیت‌های بازالتی غنی از  $Nb$  در این منطقه شده است. ویژگی آداکیتی نمونه‌های حد واسط-فلسیک منطقه و دیگر شواهد ژئوشیمیایی، منشایی مرتبط با فرورانش پوسته‌ی اقیانوسی به همراه دخالت رسوبات فرورونده را نشان



می‌دهد. ذوب متاسوماتیکی گوشته با دخالت سیالات آبدار، آلودگی پوسته‌ای و حضور مقادیری از رسوبات فرورنده شده در طی فرورانش، برای ژنز سری آلکالن پیشنهاد می‌شود.

گوشته منشا پیشنهادی برای بازیک‌ترین نمونه‌های منطقه، گوشته‌ای اسپینل لرزولیتی گارنت‌دار (گوشته-ای از نوع OIB) است. الگوهای نرمالایز شده سنگ‌های مورد مطالعه، بیانگر شباهت آن‌ها با حواشی فعال - قاره‌ای است. فرورانش از نوع کم شیب و در انتها بالآمدگی استنوسفر، مدل ژئودینامیکی پیشنهادی برای این منطقه است.

**واژه‌های کلیدی:** آداکیت، بازالت و آندزیت‌های بازالتی غنی از نیوبیم، پوسته‌ی اقیانوسی فرورنده، مذاب‌های لبه، نیشابور

## فهرست

### گفتار اول: کلیات

- 1-1- دیباچه ..... 2
- 2-1- موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه ..... 2
- 3-1- راه‌های دسترسی به منطقه‌ی مورد مطالعه ..... 3
- 4-1- اقلیم، جغرافیای طبیعی و انسانی منطقه ..... 3
- 5-1- پیشینه‌ی پژوهش ..... 5
- 6-1- هدف از مطالعه ..... 8
- 7-1- روش و مراحل مطالعه ..... 9

### گفتار دوم: زمین‌شناسی و زمین‌ساخت

- 1-2- دیباچه ..... 11
- 2-2- موقعیت زمین‌شناسی منطقه‌ی مورد مطالعه ..... 11
- 3-2- واحدهای سنگ‌شناسی منطقه ..... 12
- 1-3-2- واحد  $E_1^v$  ..... 15
- 2-3-2- واحد  $E_1^{vb}$  ..... 15
- 3-3-2- واحد  $E_2^v$  ..... 16

- 16..... واحد  $E_3^{vb}$  -4-3-2
- 17..... واحد  $E_3^{an}$  -5-3-2
- 17..... واحد  $E_3^b$  -6-3-2
- 18..... واحد  $Pl-Q^{da}$  -7-3-2
- 18..... واحد  $mgd$  -8-3-2
- 19..... دایک‌های منطقه -4-2
- 19..... واحد  $da$  -1-4-2
- 19..... واحد  $tr$  -2-4-2
- 20..... زمین‌شناسی ساختمانی -5-2

### گفتار سوم: سنگ‌نگاری

- 23..... دیباچه -1-3
- 23..... طبقه‌بندی شیمیایی و نامگذاری سنگ‌های منطقه -2-4
- 24..... پتروگرافی سنگ‌های اسیدی منطقه -1-2-3
- 26..... پتروگرافی سنگ‌های حدواسط منطقه -2-2-3
- 27..... پتروگرافی سنگ‌های بازیک منطقه -3-2-3
- 28..... تحلیل سنگ‌نگاری -3-3

30..... (turquoise) 4-3- فیروزه

### گفتار چهارم: ژئوشیمی، بحث و نتیجه‌گیری

33..... 1-4- دیباچه

36..... 2-4- طبقه بندی ژئوشیمیایی و نامگذاری سنگهای منطقه مورد مطالعه

37..... 3-4- ژئوشیمی عناصر اصلی

40..... 4-4- مجموعه‌ی عناصر فلزهای واسطه

40..... 5-4- مجموعه‌ی عناصر کالکوفیل

41..... 6-4- ژئوشیمی عناصر نادر

42..... 1-6-4- مجموعه‌ی عناصر لیتوفیل درشت یون

42..... 2-6-4- مجموعه‌ی عناصر با میدان پایداری بالا

43..... 3-6-4- عناصر خاکی نادر

43..... 7-4- نمودارهای عنکبوتی سنگ‌های منطقه

46..... 8-4- بحث

46..... 1-8-4- نقش لبه‌ی فرورونده

48..... 2-8-4- سرشت آداکیتی سنگ‌های حدواسط-فلسیک منطقه‌ی مورد مطالعه

- 49..... 4-8-3- بازالت و آندزیت‌های بازالتی غنی از نیوبیوم
- 55..... 4-8-4- ذوب رسوبات فرورونده
- 57..... 4-9- آلودگی پوسته‌ای در سنگ‌های آکالن
- 58..... 4-10- موقعیت ژئودینامیکی منطقه‌ی مورد مطالعه (جزایر قوسی یا حاشیه‌ی فعال قاره‌ای؟)
- 59..... 4-11- ویژگی‌های گوشته
- 60..... 4-12- مدل ژئودینامیکی
- 62..... 4-13- مقایسه با ماگماتیسم آداکیتی شناخته شده در ایران
- 64..... 4-14- نتیجه‌گیری
- 66..... منابع

گفتار اول

کپی ات

آفرین جان آفرین پاکدا  
کلابان بنشیند و ایمان خاک را  
عط - «ارزشآوری»

## 1-1- دیباچه

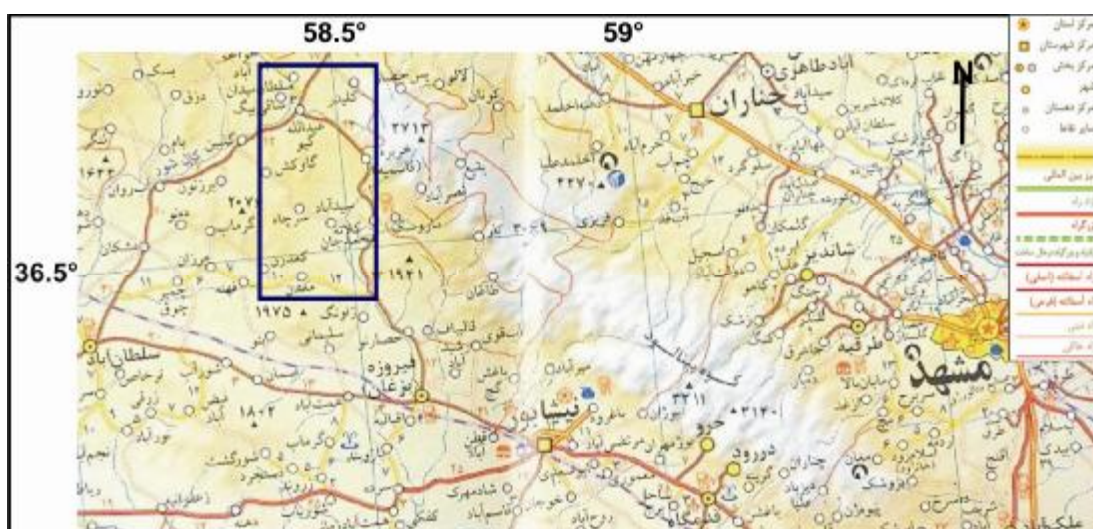
سرزمین پهناور ایران، بخشی از کمربند بیابانی نیمکره‌ی شمالی و بخشی از سیستم چین‌خوردگی آلپی است. رخداد نوار آتشفشانی مشکان واقع در شمال شرق ایران، به عنوان بخشی از فعالیت‌های گسترده آتشفشانی ترشیری ایران، سبب شد تا در مطالعه حاضر به بررسی بخش جنوب خاوری این نوار آتشفشانی بپردازیم. این گفتار را به معرفی و پیشینه پژوهشی آن منطقه اختصاص داده‌ایم.

## 1-2- موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه

ناحیه‌ی مورد مطالعه محدود به طول‌های جغرافیایی  $21^{\circ} 58'$  تا  $31^{\circ} 58'$  شرقی و عرض‌های جغرافیایی  $27^{\circ} 36'$  تا  $44^{\circ} 36'$  شمالی، در استان خراسان رضوی در شمال محور نیشابور - سبزوار واقع است. ناحیه‌ی مورد مطالعه، بخش شرقی نقشه‌ی زمین‌شناسی 1:250000 سبزوار است که قسمت جنوب خاوری نقشه‌ی زمین‌شناسی 1:100000 مشکان و شمال خاوری نقشه‌ی زمین‌شناسی 1:100000 سلطان آباد را در برمی‌گیرد. این منطقه از نظر تقسیمات کشوری، جزء بخش خوشاب با مرکزیت سلطان آباد است و در حوزه‌ی سه شهرستان سبزوار، نیشابور و قوچان قرار دارد. روستاهای ساقی‌بیگ، عبدالله‌گیو، گلبن، چهارگوشلی، فاضل‌آباد، شترسنگ، سیدآباد، سرچاه، معدن بالا و معدن پایین مهم‌ترین مناطق مسکونی این خطه هستند.

### 3-1- راه‌های دسترسی به منطقه‌ی مورد مطالعه

راه‌های آسفالتی سبزوار- قوچان و نیشابور- قوچان، از مهم‌ترین محورهای ارتباطی این ناحیه به‌شمار می‌آیند. راه آهن تهران- مشهد نیز از بخش جنوب باختری منطقه می‌گذرد. علاوه بر جاده‌های اشاره شده، جاده‌های فرعی و راه‌های شوسه و خاکی بی‌شماری نیز در منطقه وجود دارد که روستاهای اطراف را به همدیگر وصل می‌کند، ولی عبور و مرور از آن‌ها کمتر صورت می‌گیرد (شکل 1-1).



شکل 1-1- راه‌های ارتباطی و دسترسی به منطقه‌ی مورد مطالعه، برگرفته شده از اطلس راه‌های ایران، موسسه‌ی جغرافیایی و کارتوگرافی گیتا شناسی (1387).

### 4-1- اقلیم، جغرافیای طبیعی و انسانی منطقه

منطقه‌ی مورد مطالعه در محدوده‌ی شهرستان سبزوار قرار دارد؛ بر اساس نقشه‌ی پهنه بندی اقلیمی سازمان جغرافیایی، شهرستان سبزوار جزء مناطق آب و هوایی بری، نیمه خشک سرد تا نیمه گرم است. اوج بارندگی در اواخر فصل زمستان است. به طور کلی، با توجه به میزان بارندگی سالانه، این شهرستان جزء مناطق خشک و کم بارش محسوب می‌شود.



در کل ورقه‌ی مشکان را می‌توان از نظر آب و هوایی به دو بخش تقسیم نمود: بخش‌های شمالی که شامل منطقه کوهستانی جنوب قوچان است و دارای تابستانی معتدل و زمستانی سرد است و بخش جنوبی که کفه مشکان را در بر می‌گیرد، دارای تابستان گرم و زمستان معتدل تا سرد است. لازم به ذکر است که با توجه به وضعیت آب و هوایی منطقه، بهترین زمان برای انجام مطالعات زمین‌شناسی، اواسط بهار و اواسط پاییز است.

به دلیل آب و هوایی مناسب و وجود مقدار آب نسبتاً کافی، به‌ویژه در بخش‌های شمالی ورقه‌ی مشکان، کشاورزی و باغداری رونق فراوان دارد. مناطق کشاورزی بیشتر در پیرامون رودخانه‌ها و آبرفت‌های رودخانه‌ای تمرکز دارند. محصولات کشاورزی شامل گندم، جو، چغندر قند، سیب زمینی، پنبه، ذرت، آفتاب‌گردان، پیاز، هندوانه و محصولات باغی شامل بادام، گردو، زرد آلو، سیب و گیلاس هستند. به جز محصولات کشاورزی، محدوده‌ی مورد مطالعه، از نظر پوشش گیاهی و جنگلی ضعیف بوده و اصولاً به صورت مرتع است. به طور کلی، پوشش گیاهی این منطقه تیپ ایرانو - تورانی و شورپسند (هالوفیت) و استپی همراه با علفزارها و بوته‌زارها و درختان مقاوم به خشکی و شوری است، که معروف‌ترین آن‌ها عبارتند از: خار شتر، گون، کنگر، مخلصه، ریواس، خاکشیر و اسپند.

منابع آب زیر زمینی شامل چاه‌های عمیق، قنات‌ها و چشمه‌ها است که آن‌ها نیز تابع میزان بارندگی سالیانه هستند و در فصول خشک و کم باران، آبدهی کمتری دارند. این چاه‌های عمیق، چشمه‌ها و قنات‌ها، آب آشامیدنی و کشاورزی روستاییان را تامین می‌کند. از نظر حیات وحش، گرگ، روباه، شغال، خرگوش، کبک، مار و انواع پرندگان شکاری در این منطقه زیست می‌کنند. در مکان‌هایی که آب یافت می‌شود و یا زمین کشاورزی و دامداری مناسب وجود دارد، روستاها توسعه یافته‌اند. شغل اصلی مردم این خطه، کشاورزی، باغداری، دامداری، پیشه‌وری، آجر پزی و فرش‌بافی است. در روستاهای نزدیک معدن فیروزه و معادن نمک و سنگ ساختمانی، بیشتر ساکنان در معادن مشغول به کار هستند. در ضمن گویش

مردم این ناحیه، فارسی، ترکی و کردی است و دارای مذهب شیعه دوازده امامی هستند (فرهنگ جغرافیائی سبزوار، 1368). گفته می‌شود اهالی این منطقه نوادگان مهاجرانی هستند که در زمان شاه عباس صفوی، به این منطقه کوچ داده شدند تا جلوی تجاوز و دست اندازی ترکمن‌ها و روس‌ها را از سمت ترکمنستان بگیرند. آنان مردمانی هستند اجتماعی، بسیار مهربان، مهمان نواز و بسیار کنجکاو! در آبادی‌های اصلی این منطقه درمانگاه، مدرسه، مسجد، مخابرات و پاسگاه نیروی انتظامی وجود دارد، همچنین از نعمت برق و آب لوله کشی برخوردارند، اما بیشتر ساکنان این روستاها به شهرهای اطراف مهاجرت کرده‌اند.

## 1-5- پیشینه‌ی پژوهش

محدوده مورد مطالعه، مرز چهار زون ساختاری البرز، کپه داغ، بینالود و ایران مرکزی (زون سبزوار) است. در این قسمت به شرح تحقیقات انجام شده در این منطقه و مناطق مجاور می‌پردازیم (شکل 1-2):

- معتمدی (1332) و اصفیا (1333) در پژوهشی بر روی معدن فیروزه‌ی نیشابور، گدازه‌ی معدن فیروزه را به دوران سوم نسبت داده‌اند و از روی رنگ، سه نوع گدازه مشخص نموده‌اند. آن‌ها دریافتند که فیروزه، در سنگ قرمز در نزدیکی همبری آن با سنگ سیاه تشکیل شده است. اسپهبد، عیسی خانیان و نعمت (1351) به اکتشاف اورانیم در اطراف معدن فیروزه‌ی نیشابور پرداخته و رادیومتری معدن و نقشه‌ای به مقیاس 1:55000 ناحیه‌ی معدن را نیز تهیه کرده‌اند.

تدین اسلامی (1353) با استفاده از اکتشافات ژئوشیمیائی، نقشه‌های پراکندگی موادی از قبیل مس و مولیبدن معدن فیروزه، را تهیه کرده است. مومن‌زاده (1358) تشکیل کانی فیروزه را در سنگ‌های آذرین خروجی و آذر آواری (با ترکیب تراکیت آندزیتی تا آندزیت) اوایل دوران سوم زمین‌شناسی، ارزیابی نموده است. مؤحد اول (1358) در ناحیه‌ی معدنی فیروزه‌ی نیشابور سه واحد سنگی مشخص کرده است؛ واحد

بالایی از تراکیت‌های شدیداً برشی و سیلیسی و کائولینیزه شده، تشکیل شده است. ایشان قسمت بزرگتر فیروزه استخراج شده را از این واحد دانسته است. همچنین از عوامل کنترل کننده‌ی فرسایش و کانی سازی را تکتونیک معرفی کرده و سه فاز تکتونیکی را ذکر کرده است.

- Spies et al. (1983)، سنگ‌های آتشفشانی واقع در محدوده‌ی بین قوچان، سبزوار و نیشابور را به سه دسته تفکیک کرده‌اند:

1. آندزیت‌های ائوسن 2. توده‌های نفوذی داسیتی الیگوسن-پلیوسن 3. بازالت‌های آلکالن و شوشونیت‌های میوسن-پلیوسن. از این سه دسته فقط دو دسته‌ی اول در ورقه‌ی 1:100000 مشکان رخنمون دارند و دسته‌ی سوم (توده‌های بازالتی و شوشونیتی) را کنار افیولیت‌های کرتاسه گزارش کرده‌اند. دو گروه نخست، به ماگماهای کالک‌آلکالن تیپ جزایر قوسی نسبت داده شده‌اند. ایشان علت وجود ماگمای آلکالن (دسته‌ی سوم) را به زیاد شدن عمق اتاق ماگمایی مادر آن‌ها در اثر برخورد خرده قاره‌ی شرق ایران مرکزی و صفحه‌ی توران نسبت می‌دهد که همراه با زیاد شدن عمق موهو و افزایش ضخامت پوسته‌ی قاره‌ای بوده است. در حالی که (Baumann et al. 1983)، با بهره‌گیری از ترکیب ایزوتوپی استرانسیم در سنگ‌های آتشفشانی در ناحیه‌ی واقع بین کاشمر- سبزوار- قوچان، نتیجه گرفته‌اند که ماگماهای کالک-آلکالن و آلکالن از بی‌آب شدن پوسته‌ی اقیانوسی و ذوب بخشی در بالای زون فرورانش و بدون دخالت پوسته‌ی قاره‌ای (سیالیک) پدید آمده‌اند.

یک نکته‌ی جالب در مورد ولکانیسم بعد از افیولیت‌ها، این است که سن جایگیری آنها از جنوب به طرف شمال کاهش می‌یابد؛ به‌نحوی که قدیمی‌ترین سنگ‌های این دسته، در مجاورت افیولیت‌ها، 42 میلیون سال و جوان‌ترین آنها در جنوب قوچان، 2/7 میلیون سال قدمت نشان می‌دهند؛ (Spies et al. 1983) این مساله را، به مهاجرت کمان ماگمایی به سمت شمال نسبت می‌دهند. ایشان عقیده دارند که مواد

حاصل از فرسایش جزایر قوسی مورد نظر در دوران سوم، به سمت شمال به داخل حوضه رسوبی کپه داغ، ریخته شده و باعث تشکیل ضخامت زیاد رسوبات در این زون شده است.

Espahbod (1976) سنگ‌های آتشفشانی واقع در نیمه‌جنوبی منطقه‌ی مورد مطالعه را دارای مشخصات سری ماگمایی آکالن دانسته است.

- فتاحی (1382)، قاسمی و فتاحی (1383)، به مطالعه‌ی پتروژنز، رخساره‌ها و مکانیسم فوران آتشفشان مارکوه واقع در جنوب غرب قوچان پرداخته‌اند. ایشان وجود دو گروه سنگی شامل البوین بازالت به سن میوسن زیرین و دیگری طیفی از واحدهای آذرآواری، تراکی‌اندزیت، تراکیت، داسیت و ریوداسیت به سن پلیو پلیستوسن را با طبیعت کالکوآکالن و مرتبط با جایگاه حاشیه‌ی فعال قاره‌ای برای منطقه‌ی مورد مطالعه معرفی کرده‌اند. در استراتوولکان معرفی شده، نهشته‌های پیروکلاستیک جریان‌ی در اثر اولین فاز انفجاری ایجاد شده‌اند و فازهای بعدی فوران خروج متناوب سایر گدازه‌ها را سبب شده‌اند. همچنین شواهد صحرایی مانند آنکلاوهای گنیسی؛ مارنی، سیلتستونی و پلیتی دگرگون شده، به همراه شواهد سنگ‌نگاری و داده‌های ایزوتوپی، آرایش ماگمای مادر با سنگهای مسیر صعود را نیز اثبات می‌کند.

- رباطیان (1374) سنگ‌های معدن فیروزه را با تکاپوهای آتشفشانی پالئوژن مرتبط می‌داند و به دو گروه عمده سنگ‌های آذرین دگرسان شده و دگرسان نشده تقسیم می‌کند. سنگ‌ها در قلمرو ساب آکالن قرار گرفته و سنگ‌هایی که دگرسانی کمی را تحمل کرده‌اند، روند کالک‌آکالن نشان داده‌اند.

- رنجبر نیا (1385) آتشفشان جوان ینگه‌جا در جنوب قوچان را مطالعه کرده است. وی سنگهای این منطقه را دارای ویژگی کالک‌آکالن معرفی کرده و منشایی گوشته‌ای برای آنها بیان می‌کند.

- قاسمی و همکاران (1387)، به مطالعه‌ی بخش شمال باختری نوار آتشفشانی مشکان پرداخته‌اند و ماگماتیسم نئوژن منطقه را دارای سرشت آداکیتی معرفی می‌نمایند. ایشان منبعی اکلوزیتی یا گارنت