

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی زمین شناسی گرایش پترولوژی

پتروگرافی و پترولوژی سنگ های متاپلیتی ناحیه شمال شرق گلپایگان
در زون سندج - سیرجان

استادان راهنما:

دکتر سید محسن طباطبایی منش

دکتر مرتضی شریفی

استاد مشاور:

دکتر قدرت ترابی

پژوهشگر:

رؤیا چوپان نژاد

تیر ماه 1390

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 پتروولوژی خانم رویا چوپان نژاد
تحت عنوان

**پتروگرافی و پتروولوژی سنگ های متاپلیتی ناحیه شمال شرق کلیایگان
در زون سنندج - سیرجان**

در تاریخ ۱۳۹۰/۴/۱ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه **ب.ا.ا.** به تصویب نهایی رسید.

۱- استاد راهنمای پایان نامه آقای دکتر سید محسن طباطبائی منش با مرتبه ی علمی استادیار **امضاء**

۲- استاد راهنمای پایان نامه آقای دکتر مرتضی شریفی با مرتبه ی علمی استادیار **امضاء**

۳- استاد مشاور پایان نامه آقای دکتر قدرت ترابی با مرتبه ی علمی استادیار **امضاء**

۴- استاد داور داخل گروه آقای دکتر محمود خلیلی با مرتبه ی علمی استاد **امضاء**

۵- استاد داور خارج از گروه آقای دکتر محمدرضا ایران نژادی با مرتبه ی علمی استادیار **امضاء**

امضای مدیر گروه

دکتر سید محسن طباطبائی منش **امضاء**

تشکر و قدردانی :

سپاس خدای را ایزد متعال که در همه جا یار و یاور من است. نه اول او را آغازی و نه ازلی بودن او را پایانی است.

از زحمات بی شمار اساتید راهنمای بزرگوار خویش جناب آقای دکتر سید محسن طباطبائی منش و جناب آقای دکتر مرتضی شریفی سپاسگذاری میکنم، از راهنمایی های استاد مشاور بزرگوار جناب آقای دکتر ترابی تشکر ویژه می نمایم.

قدردانی فراوان خویش را نثار اساتید محترم گروه زمین شناسی دانشگاه اصفهان، آقای دکتر نقره ثیان، آقای دکتر خلیلی و آقای دکتر مکی زاده نموده و سربلندی ایشان را از خداوند خواستارم.

از دوستان و همکلاسی های عزیزم خانم ها کبیری، آذرشین، ایزدی، عباسی، رجبی تشکر نموده و برای ایشان آرزوی موفقیت میکنم.

از دوستان بزرگوارم خانم ها زهرا پویان فر، گلوریا کارگران، مائده رادی و سمیه کریمی، به خاطر همکاری و همراهی همیشگی ایشان تشکر می کنم.

از کارکنان گروه زمین شناسی خانم ها شاپیری، ساکتی، سبک خیز، ابن نصیر و آقایان آروین، صبوری و محوری کمال تشکر را دارم.

و در پایان از زحمات بی دریغ همسر و پدر و مادر و خواهرم کمال تشکر را دارم.

چکیده

منطقه مورد مطالعه در استان اصفهان و در شمال شرق گلپایگان واقع شده است، که از نظر ساختاری بخشی از زون سنندج - سیرجان می باشد.

بر اساس مطالعات پتروگرافی، سنگ های دگرگونی منطقه مورد مطالعه شامل سریسیت شیست، مسکویت بیوتیت شیست، مسکویت بیوتیت گارنت شیست، مسکویت بیوتیت گارنت استروتید شیست، مرمر و کوارتزیت می باشد. مطالعات پتروفابریک که در مقیاس مزوسکپی و میکروسکپی صورت گرفته بیانگر آن است که منطقه تحت تاثیر سه فاز دگرشکلی قرار گرفته است. آثار دگرشکلی اول بصورت لایه بندی تفریقی، دگرشکلی دوم بصورت چین خوردگی های شدید و توسعه چین های با روند شمال غرب - جنوب شرق و دگرشکلی سوم ایجاد چین های با محور شرقی - غربی است.

محاسبات ژئومتری متاپلیت های شمال شرق گلپایگان نشانگر تشکیل این سنگ ها در محدوده دمائی 423-617 درجه سانتی گراد می باشد.

بر طبق محاسبات بارومتری متاپلیت های شمال شرق گلپایگان در فاصله فشاری 3 تا 5 کیلو بار تشکیل شده اند. بر اساس شواهد ژئوموبارومتری رسوبات پلیتی شمال شرق گلپایگان در رخساره ی شیست سبز وابتدای رخساره ی آمفیبولیت دگرگون شده اند که این نتایج با شواهد پاراژنتیکی کانی ها کاملاً هماهنگ می باشد. با توجه به مطالعات انجام شده در زمینه پتروژنز، پرتولیت متاپلیت های منطقه مورد بررسی، شیل می باشد.

واژه های کلیدی: پترولوژی، سنگ های متاپلیتی، سنندج - سیرجان، گلپایگان.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
فصل اول: کلیات	
1-1-1.....	1- موقعیت جغرافیایی منطقه
2-1-1.....	2- راه های ارتباطی
3-1-1.....	3- آب و هوا
4-1-1.....	4- منابع آب
4-1-5.....	5- ژئومورفولوژی و زمین شناسی عمومی منطقه
5-1-1.....	1-5-1- تکتونیک
6-1-5.....	2-5-1- جنس سنگ ها
7-1-6.....	6-1-6- مروری بر مطالعات گذشته
10-1-7.....	7-1-7- هدف مطالعه
10-1-8.....	8-1-8- روش مطالعه
فصل دوم: زمین شناسی عمومی	
12-1-1.....	1-1-1- کمر بند سنندج- سیرجان
14-1-1-2.....	1-1-2- تاریخچه چینه نگاری سنندج سیرجان
15-2-1-2.....	2-1-2- زمین ساخت سنندج- سیرجان
16-3-1-2.....	3-1-2- دگرگونی سنندج- سیرجان
17-2-2.....	2-2-2- مجموعه دگرگونی شمال گلپایگان
17-1-2-2.....	1-2-2- مرمر
19-3-2-2.....	3-2-2- آمفیبولیت
20-4-2-2.....	4-2-2- مجموعه فیلیت و شیست
22-5-2-2.....	5-2-2- گچ
22-3-2.....	3-2-3- نهشته های تریاس بالا- ژوراسیک زیرین
23-4-2.....	4-2-4- کرتاسه در منطقه شمال گلپایگان

23-1-4-2	کرتاسه میانی	23
23-1-1-4-2	واحد ماسه سنگ- کنگلومرا در قاعده کرتاسه میانی	23
24-2-1-4-2	مارن و آهک ورقه ای	24
24-3-1-4-2	آهک اربیتولین دار	24
25-4-1-4-2	مارن و شیل	25
25-2-4-2	کرتاسه بالایی	25
25-5-2	اؤسن در منطقه شمال گلپایگان	25
25-1-5-2	رخنمون های شمال خاوری و شمالی	25
26-2-5-2	رخنمون های شمال باختری	26
26-6-2	توده های نفوذی	26
26-1-6-2	توده نفوذی جنوب باختری	26
26-1-1-6-2	سینیت آلکالن	26
27-2-1-6-2	مونزونیت	27
27-3-1-6-2	سینودیوریت ها	27
28-4-1-6-2	پگماتیت کیانیت دار	28
28-5-1-6-2	دولریت	28
28-2-6-2	توده نفوذی باختری رودخانه غرقاب	28

فصل سوم: پتروگرافی

30-1-3	مقدمه	30
31-2-3	دگرگونی ناحیه ای	31
31-1-2-3	رخساره شیست سبز	31
32-2-2-3	رخساره آلماندن آمفیبولیت	32
33-1-1-2-3	سریسیت شیست	33
34-2-1-2-3	کوارتزیت	34
34-3-1-2-3	رگه های کوارتزیتی	34
35-4-1-2-3	مرمر مسکویت بیوتیت دار	35
36-5-1-2-3	مسکویت بیوتیت شیست	36
38-6-1-2-3	گارنت مسکویت بیوتیت شیست	38

40..... 3-2-2-1 استروئید گارنت مسکویت بیوتیت شیست

فصل چهارم: مطالعات پتروفابریک و تکتونیک در منطقه

42..... 4-1-1 مقدمه

42..... 4-2-1 انواع دگرشکلی در سنگ های دگرگونی منطقه مورد مطالعه

45..... 4-3-1 دگرشکلی و ارتباط آنها با تبلور کانی ها

46..... 4-3-1-1 کلریت

46..... 4-3-2-2 مسکویت

46..... 4-3-3-3 بیوتیت

47..... 4-3-4-4 گارنت

49..... 4-3-5-5 استروئید

49..... 4-3-6-6 کلریتوئید

فصل پنجم: شیمی کانی ها و ترموبارومتري

51..... 5-1-1 مقدمه

51..... 5-2-2 استروئید

53..... 5-3-3 بیوتیت

58..... 5-4-4 گارنت

64..... 5-5-5 ترموبارومتري

65..... 5-6-6 واکنش های تبدیلی

65..... 5-6-1-1 ترمومتري گارنت-بیوتیت

67..... 5-7-7 ژئوترمومتري بیوتیت ها

69..... 5-8-8 بارومتري متاپلیت های مورد مطالعه با استفاده از پاراژنز $Al_2SiO_5 + Grt + Qtz + Ms + Bt$

فصل ششم: پتروژنز

71..... 6-1-1 مقدمه

74..... 6-2-2 پروتولیت سنگ های دگرگونی منطقه

75..... 6-2-1-1 تعیین پروتولیت متاپلیت های گلپایگان

77..... 6-3-3 رخساره های دگرگونی

77	1-3-6-رخساره های دگرگونی ناحیه ای در منطقه مورد مطالعه
78	1-1-3-6- رخساره شیست سبز
78	2-1-3-6- رخساره آمفیبولیت
78	4-6-کانی های شاخص و زون های کانی ها
79	1-4-6- زون کلریت
79	2-4-6- زون بیوتیت
79	3-4-6- زون گارنت
80	4-4-6- زون استروئید
81	5-6- تفسیر محیط تکتونیکی
83	نتیجه گیری
85	پیشنهادات
86	پیوست
90	منابع و ماخذ

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
2.....	شکل 1-1- محدوده ی منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه ی ایران
3.....	شکل 2-1- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و راه های ارتباطی آن با مناطق اطراف
4.....	شکل 3-1- نمائی کلی از مورفولوژی منطقه مورد مطالعه
6.....	شکل 4-1- گسلهای شناسایی شده در محدوده مورد مطالعه
7.....	شکل 5-1- نقشه زمین شناسی منطقه شمال شرق گلپایگان
	شکل 1-2- جایگاه زون سنندج - سیرجان در زمین شناسی ایران به همراه تفکیک ساب زون های آن
14.....	و نیز موقعیت منطقه مورد مطالعه در آن
18.....	شکل 2-2- نمای کلی از مورفولوژی مرمرها و میکا شیست های منطقه در شمال اسفاجرد
19.....	شکل 3-2- نمائی از چین خوردگی در مرمراهی شمال شرق گلپایگان
19.....	شکل 4-2- رخنمونی از آمفیبولیت توده ای در منطقه مورد مطالعه
20.....	شکل 5-2- نمائی از آمفیبولیت های لایه ای در منطقه شمال شرق گلپایگان
21.....	شکل 6-2- نمائی از گرانیت، مرمر و شیست در غرب منطقه مورد مطالعه
21.....	شکل 7-2- رخنمون گارنت میکا شیست ها در شمال سعید آباد
22.....	شکل 8-2- رگه ای از کوارتز بلورین در بین شیست های منطقه
24.....	شکل 9-2- تصویری از واحد کنگلومرا در شمال شرق گلپایگان
27.....	شکل 10-2- تصویری از سینیت های آلکالن در شمال گلپایگان
32.....	شکل 1-3- نمودار فشار دما
33.....	شکل 2-3- تصویری از یک سریسیت شیست
34.....	شکل 3-3- تصویر میکروسکوپی از کوارتزیت های منطقه
35.....	شکل 4-3- تصویری از رگچه های سیلیسی در سنگ های منطقه
36.....	شکل 5-3- تصویر میکروسکوپی از یک مرمر مسکویت بیوتیت دار در منطقه شمال گلپایگان
36.....	شکل 6-3- تصویر صحرایی از مسکویت بیوتیت شیست
37.....	شکل 7-3- مقاطع میکروسکوپی از مسکویت بیوتیت شیست
38.....	شکل 8-3- رشد بلور های گارنت در دو اندازه در گارنت مسکویت بیوتیت شیست های منطقه
39.....	شکل 9-3- تصویر میکروسکوپی از گارنت مسکویت بیوتیت شیست
40.....	شکل 10-3- تصویر استروئید گارنت مسکویت بیوتیت شیست در نمونه دستی
41.....	شکل 11-3- تصویر میکروسکوپی از مسکویت بیوتیت گارنت استروئید شیست

عنوان

صفحه

- شکل 1-4- تصاویری از دگرشکلی اول در مقاطع میکروسکوپی از سنگ های منطقه 43
- شکل 2-4- تصاویری از چین های حاصل از دگرشکلی دوم در منطقه 44
- شکل 3-4- تصاویری از دگرشکلی سوم در مقاطع میکروسکوپی از سنگ های منطقه 45
- شکل 4-4- رشد مسکویت در اطراف بلورهای گارنت و تشکیل کلیواژ₁ S₁ 46
- شکل 5-4- رشد بعد از تکتونیک در بیوتیت 47
- شکل 6-4- رشد بعد از دگرشکلی گارنت با ادخال کوارتز 48
- شکل 7-4- تصویر میکروسکوپی پورفیروبلاست گارنت همراه با سایه فشاری 48
- شکل 8-4- تصویر میکروسکوپی از یک پورفیروبلاست گارنت 48
- شکل 9-4- رشد بلور استرویتید قبل تا همزمان با دگرشکلی 49
- شکل 10-4- تصویر پورفیروبلاست کلریتوئید 50
- شکل 1-5- تصویر BSI به همراه پروفیل های میکروزوندی از یک بلور بیوتیت در کنار بلور استرویتید 56
- شکل 2-5- نمودار نسبت Mg/Mg+Fe در برابر Al^{VI} 57
- شکل 3-5- دیاگرام مثلثی میکاها 57
- شکل 4-5- موقعیت بیوتیت های مورد مطالعه در نمودار تقسیم بندی بیوتیت ها 58
- شکل 5-5- تصویر BSI به همراه پروفیل های میکروزوندی از یک بلور گارنت 62
- شکل 6-5- تعیین ترکیب گارنت های مورد بررسی در نمودار مثلثی Mn-Mg-Fe²⁺ 63
- شکل 7-5- ارتباط خطی بین XAlm و XPrp در گارنت های منطقه 63
- شکل 8-5- ترکیب بلورهای گارنت در میکاشیست های شمال شرق گلپایگان 64
- شکل 9-5- دیاگرام تغییرات جزهای مولی بلور گارنت از مرکز به طرف حاشیه 64
- شکل 10-5- تعیین دمای بیوتیت های موجود در متاپلیت های شمال شرق گلپایگان با استفاده از ژئوترمو متر Ti در بیوتیت 68
- شکل 11-5- مسیر دگرگون شدن سنگ های متاپلیتی شمال شرق گلپایگان بروی دیاگرام رخساره ای 70
- شکل 6 – 1 – دیاگرام تغییرات اکسیدهای آهن، تیتانیوم، منیزیوم و آلومینیم بر اساس SiO₂ برای متاپلیت های شمال گلپایگان 74
- شکل 2-6- نمودار تمایز سنگ منشا رسوبی و آذرین 75
- شکل 3-6- نمودار طبقه بندی رس ها 76
- شکل 4-6- موقعیت سنگ های منطقه در نمودار ACF 76
- شکل 5-6- موقعیت سنگ های منطقه در نمودار MgO,K₂O,Na₂O 77
- شکل 6-6- نحوه گسترش کانی های مختلف در زون های کانی شناسی منطقه 81

فهرست جدول ها

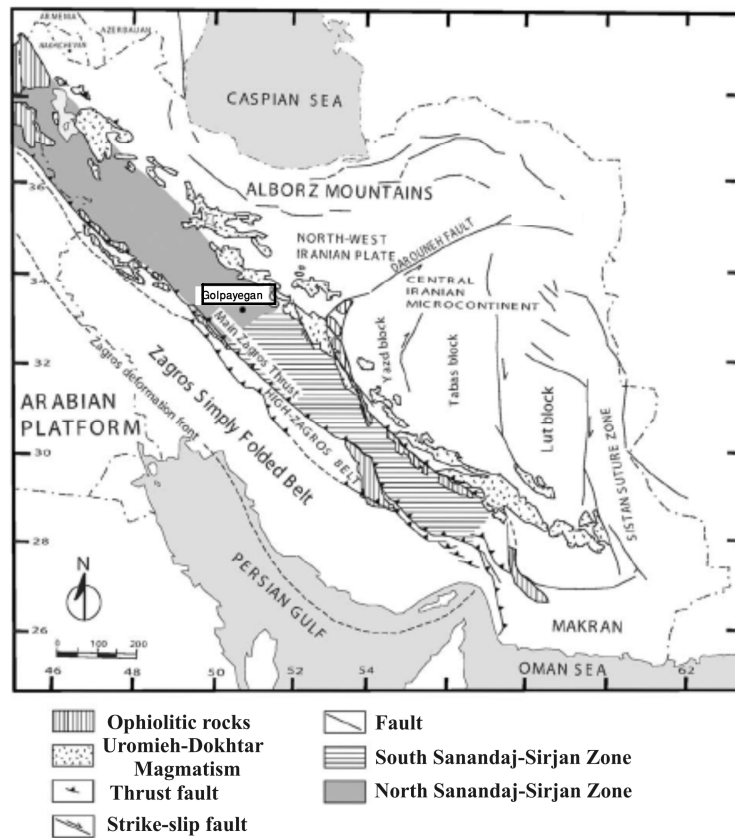
عنوان	صفحه
جدول 5-1- نتایج آنالیز میکروپروب 3 نقطه از یک کانی استروئید منطقه به همراه محاسبه فرمول ساختاری آن	52.....
جدول 5-2- نتایج آنالیز نقطه ای 5 نقطه از یک نمونه بیوتیت منطقه و محاسبه کاتیون های مربوطه	55.....
جدول 5-3- نتایج مایکروپروب 6 نقطه از یک کانی گارنت و محاسبه کاتیون های مربوطه	61.....
جدول 5-4- نتایج ژئوترمومتری متاپلیت های شمال شرق گلپایگان با استفاده از روش ژئوترمومتری گارنت- بیوتیت	66.....
جدول 5-5- مقادیر ثابت مورد استفاده در ژئوترمومتری بر اساس میزان Ti در بیوتیت	67.....
جدول 5-6- محاسبه دمای تعادل بیوتیت ها	68.....
جدول 5-7- نتایج محاسبات ژئوبارومتری در نمونه های مورد بررسی از متاپلیت های شمال شرق گلپایگان	69.....
جدول 6-1- مقادیر اکسید های اصلی سازنده متاپلیت های منطقه شمال شرق گلپایگان	72.....
جدول 6-2- غلظت عناصر فرعی و نادر در متاپلیت های شمال شرق گلپایگان	73.....

فصل اول

کلیات

1-1- موقعیت جغرافیایی منطقه

منطقه مورد مطالعه در شمال شرق گلپایگان و جنوب شرقی خمین واقع شده است و بین طول های جغرافیایی 13' و 50° تا 25' و 50° شرقی و عرض های جغرافیایی 34' و 33° تا 40' و 33° شمالی قرار دارد. این منطقه در نوار دگرگونی سنندج - سیرجان قرار می گیرد و از شمال به دشت خمین، از غرب به کوه های کلنگ سیاه، از شرق به مویه و از جنوب به دشت گلپایگان محدود می شود. موقعیت شهرستان گلپایگان بر روی نقشه ایران به تصویر کشیده شده است (شکل 1-1).



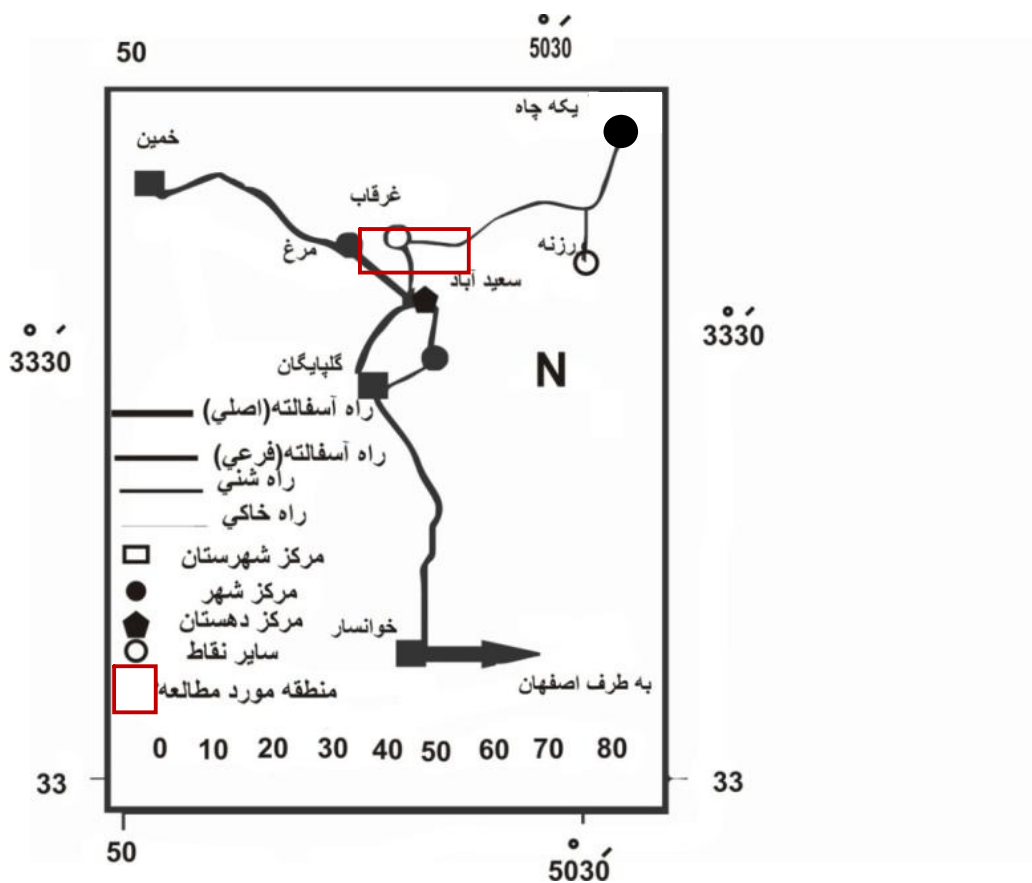
شکل 1-1- محدوده ی منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه ی ایران [قاسمی و تالبوت^۱، 2006]

2-1- راه های ارتباطی

راه های ارتباطی منطقه مورد مطالعه نسبتاً خوب است. بخشی از جاده آسفalte اصفهان - گلپایگان به طول 15 کیلومتر یعنی از 175 تا 190 کیلومتری اصفهان تقریباً به موازات طول منطقه در بخش جنوبی آن و همچنین جاده آسفalte خمین به محلات به موازات طول منطقه، در بخش شمالی آن قرار دارد (شکل 2-1).

جاده آسفalte گلپایگان - خمین به طول 10 کیلومتر یعنی از 5 تا 15 کیلومتری گلپایگان به موازات بخش غربی منطقه و جاده خاکی روستای ورزنه به یکه چاه در انتهای بخش شرقی و جاده خاکی سعیدآباد به مرق در بخش میانی منطقه و جاده های خاکی پراکنده ی دیگر مربوط به معادن باعث گردیده دسترسی به اغلب نقاط منطقه مورد مطالعه امکان پذیر باشد.

^۱ Ghasemi & Talbot



شکل 1-2- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و راه های ارتباطی آن با مناطق اطراف

(اطلس راه های ایران، 1384).

1-3- آب و هوا

منطقه مورد مطالعه از نظر آب و هوایی جزء مناطق نیمه خشک سرد قرار می گیرد. این منطقه در تابستان گرم است و درجه حرارت تا حدود 40 درجه سانتی گراد نیز بالا می رود و در زمستان نیز درجه حرارت تا 18 درجه زیر صفر می رسد. متوسط بارندگی سالیانه بر اساس آمارهای موجود در ایستگاههای هواشناسی محلات و گلپایگان در حدود 180 تا 200 میلیمتر می باشد. میانگین بارندگی به طرف جنوب افزایش می یابد و به 280 میلیمتر در سال می رسد. این بارندگی ها از اواسط پاییز آغاز شده و تا اواسط بهار ادامه می یابد. بیشتر بارندگی ها در فصل زمستان و اوایل بهار صورت می گیرد (<http://www.golpaygan.ir>).

4-1- منابع آب

تنها رودخانه موجود در منطقه، غرقاب می باشد که در مرکز منطقه مورد مطالعه از شمال به جنوب امتداد دارد مسیر این رودخانه که به طور عرضی ارتفاعات شمال شرق گلپایگان را قطع می کند، بهترین مسیر برای مطالعه سنگ ها و ساختارها می باشد. این رودخانه در تمام فصول سال آب دارد ولی در فصل تابستان مقدار آب آن کم می شود و تا اندازه ای شور می گردد. این رودخانه بعد از عبور از تنگه غرقاب که تنها محل خروجی آب های منطقه است، در دشت خمین به رودخانه لعل بار متصل می شود و قمرود را می سازد. رودخانه قمرود نیز پس از عبور از جنوب دلیجان و ذخیره در پشت سد 15 خرداد سرانجام به دریاچه نمک قم واقع در حوضه ایران مرکزی می ریزد. این رودخانه دارای جریان پایه بین 100-800 لیتر در ثانیه است، از این رودخانه برای کشاورزی بهره برداری می شود. نیازهای آبی زمین های مزرعی دشت گلپایگان توسط سد گلپایگان و چاه های آب عمیق و نیمه عمیق تامین می گردد (<http://www.golpaygan.ir>).

5-1- ژئومورفولوژی و زمین شناسی عمومی منطقه

منطقه شمال شرق گلپایگان از ژئومورفولوژی ساده ای برخوردار است. این منطقه شامل مجموعه هایی از سنگ های دگرگونی است که عبارتند از مرمر، کوارتزیت، انواع شیست ها، آمفیبولیت ها، متاولکانیک، همراه با توده های نفوذی مونزوگرانیته غرقاب، سینیت شمال اسفاجرد و تعدادی توده نفوذی که در جنوب غرب منطقه رخنمون دارند (شکل 1-3).



شکل 1-3- نمایی کلی از مورفولوژی منطقه مورد مطالعه (دید به سمت شمال).

از لحاظ زمین شناسی مجموعه دگرگونی در قسمت شمال - شمال غربی منطقه با مرز گسله در مجاورت سری های غیر دگرگونی ائوسن در قسمت جنوب - جنوب شرقی و در قسمت شمال شرقی در مجاورت سنگ های کمی دگرگون شده ژوراسیک و کرتاسه قرار می گیرد.

از دیدگاه زمین ریخت شناسی این پهنه از واحد های زیر تشکیل شده است:

سنگ های دگرگونی که در شمال غربی، غرب و قسمتی نیز در شمال شرق منطقه دیده می شوند و نسبت به توده نفوذی سینیت شمال اسفاجرد ارتفاع بیشتری دارند. توده سینیتی و همچنین دولریت ها توپوگرافی نسبتاً آرامی را در بخش میانی منطقه به خود اختصاص داده اند. حد انتهایی توده سینیتی از طرف جنوب توسط آبرفت ها پوشیده شده است. این توده نسبت به ولکانیک ها و آهک های کرتاسه که در غرب آن گسترش دارند ارتفاع کمتری دارد. توده نفوذی دیگر در منطقه، توده مونزوگرانیت غرقاب است که نسبت به سینیت ها ارتفاع بلند تری دارد. ولی نسبت به سنگ های دگرگونی که در جنوب و شرق این توده گسترش دارند ارتفاع کمتر و توپوگرافی ملایم تری را دارا می باشد. در قسمت شمال این توده کنگلومرا و ماسه سنگ های ائوسن با توپوگرافی ملایم قرار دارد که به سمت شمال به آبرفت منتهی می شود (جابری، 1380).

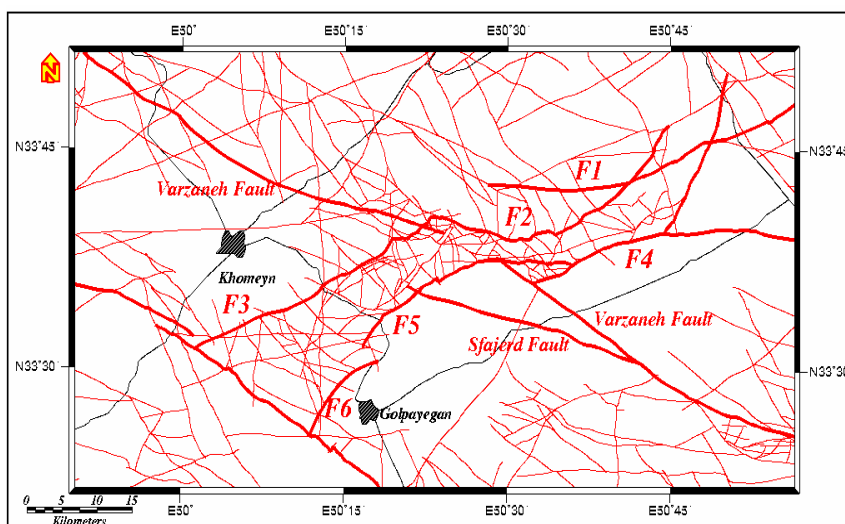
ولکانیک ها و آهک های کرتاسه ارتفاعات بلندی را در منطقه به وجود آورده اند که در جنوب غرب منطقه گسترش دارند علاوه بر این مرمرها نیز ارتفاعات بلندی را حداکثر به ارتفاع 2425 متر (کوه حاجی قارا) به وجود آورده اند.

در قسمت جنوب شرقی منطقه، سیستم گسلی عامل پایین افتادگی تکتونیک شمال دشت گلپایگان شده و همین امر موجب شده در بخش های شمال شرقی این دشت رسوبات دانه ریز رسوب کند و به علت عدم زهکشی مناسب، شوره زار نسبتاً بزرگی تشکیل شده است که البته در سال های اخیر با حفر کانال و هدایت ماند آب ها به رود خانه غرقاب تا حدی از این حالت خارج شده است.

در کل ساختار ژئومورفولوژی منطقه، تحت تاثیر دو عامل تکتونیک و سنگ شناسی قرار گرفته است.

1-5-1- تکتونیک

مهمترین عامل در ایجاد ساختار های ژئومورفولوژی منطقه حرکت گسل در جنوب و شمال منطقه می باشد. گسل جنوبی باعث پایین افتادگی قسمت جنوبی و ایجاد دشت گلپایگان و گسل شمالی نیز بهمین ترتیب باعث ایجاد دشت خمین - محلات شده است (شکل 1-4). در کل حرکت گسل ها باعث شده که ارتفاعات منطقه در یک روند شمال شرقی - جنوب غربی قرار گیرند (جابری، 1380).



شکل 1-4- گسل‌های شناسایی شده در محدوده مورد مطالعه. گسل‌های محدود کننده مجموعه دگرگونی، گسل

ورزنه و گسل اسفاجرد و گسل‌های اصلی با ضخامت بیشتری نشان داده شده است.

1-5-2- جنس سنگ‌ها

وجود سازند‌های متفاوت در منطقه باعث فرسایش پذیری مختلف در سنگ‌های منطقه شده است. بر همین اساس سازند‌های ائوسن و شیل‌های ژوراسیک مناطق پست و گرانیت‌ها و سینیت‌ها مناطق تپه‌ماهوری را تشکیل می‌دهند. مرمرها و آهک‌ها ارتفاعات بلند و شیست‌ها ارتفاعات متوسط را به وجود آورده‌اند (جابری، 1380).

شکل (1-5) نقشه زمین‌شناسی از منطقه مورد مطالعه را نمایش می‌دهد.