



دانشکده علوم طبیعی

گروه زمین شناسی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زمین شناسی

گرایش پترولوژی

عنوان

بررسی پتروگرافی و پترولوژی توده های نفوذی منطقه سیاه منصور

(شمال شرق میانه)

اساتید راهنما

دکتر محسن مؤید

دکتر رباب حاجی علی اوغلی

استاد مشاور

دکتر احمد جهانگیری

پژوهشگر

رقیه شکاری اسفهلان

شهریور 89

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

نام خانوادگی دانشجو: شکاری اسفهان	نام: رقیه
عنوان پایان نامه: بررسی پتروگرافی و پترولوژی توده های نفوذی منطقه سیاه منصور (شمال شرق میانه)	
استادان راهنما: دکتر محسن مؤید و دکتر رباب حاجی علی اوغلی استاد مشاور: دکتر احمد جهانگیری	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: زمین شناسی
گرایش: پترولوژی	دانشگاه: تبریز
تاریخ فارغ التحصیلی: 89/6	تعداد صفحات: 117
کلید واژه‌ها: گرانیتوئید، کالک‌آلکان، آلکان، سیاه منصور، تکتونیک پس از برخورد، ریفت، تیپ S، تیپ A	
<p>چکیده</p> <p>منطقه سیاه منصور در شمال شرق میانه، شمال غرب ایران ما بین طولهای جغرافیایی $37^{\circ}50'19''$ تا $47^{\circ}53'13''$ و عرضهای جغرافیایی $47^{\circ}58'17''$ تا $37^{\circ}46'17''$ شرقی و غربی واقع شده است. این منطقه در تقسیم بندی زونهای زمین شناسی ایران در محدوده زون البرز غربی - آذربایجان قرار می‌گیرد. توده های نفوذی سیاه منصور شامل دو نوع توده گرانیتوئیدی می باشد، که یک نوع آن به صورت دایکهای لویکوگراتیتی از نوع موسکوویت گرانیت با دو احتمال سنی پرکامبرین و سیمیرین پیشین می باشد که به داخل سنگهای دگرگونی منطقه تزریق شده اند. نوع دیگر به صورت توده نفوذی آلکالی گرانیت در شمال منطقه به سن اولیگوسن - میوسن می باشد که نهشته های ولکانیکی کرتاسه فوقانی و ائوسن را قطع کرده است. کانیهای تشکیل دهنده موسکوویت گرانیت ها شامل موسکوویت، کوارتز، فلدسپار پتاسیم و پلاژیوکلاز می باشند. بافت اصلی سنگ گرانولار است و بافتهای برشی، مورتار، میرمکیت و گرانوفیر از بافتهای عمده مشاهده شده در این سنگها می باشند. مهمترین کانیهای تشکیل دهنده آلکالی گرانیت ها شامل فلدسپار پتاسیم به صورت پرتیت، کوارتز، پلاژیوکلاز، آمفیبول و بیوتیت می باشند. بافت اصلی سنگ گرانولار بوده و بافتهای پرتیت، مورتار و میلونیتی از بافتهای عمده مشاهده شده در این سنگها می باشند. در این توده دو نوع دایک مشاهده شده است که یکی ترکیب آپلیتی دارد و دیگری دارای ترکیب دیابازی است. سری ماگمایی موسکوویت گرانیت ها و آلکالی گرانیت ها به ترتیب کالک آلکان و آلکان تعیین شده است. از نظر شاخص اشباع از آلومین موسکوویت گرانیت ها و آلکالی گرانیت ها به ترتیب در محدوده پرآلومینوس و متآلومینوس تا پرآلومینوس واقع می شوند. گرانیتوئیدهای سیاه منصور از نوع گرانیت های درون صفحه ای (WPG) می باشند. آلکالی گرانیت ها از نوع غیر کوهزایی بوده و ویژگیهای RRG دارند و موسکوویت گرانیت ها در محدوده POG واقع می شوند. از نظر ژنتیکی موسکوویت گرانیت ها از نوع S-type و آلکالی گرانیت ها از نوع A-type (زیر گروه A₁) می‌باشند. بررسی نمودار های REE در آلکالی گرانیت ها نشانگر غنی شدگی شدید از LREE ها نسبت به HREE ها است که به احتمال تشکیل این سنگ ها از یک منشأ غنی شده را نشان می دهد. ضمن اینکه آرایش پوسته ای یا فرایند تفریق بلوری نیز می تواند در غنی شدگی LREE ها نقش مؤثری داشته باشد. در نمونه های موسکوویت گرانیتی LREE ها و HREE ها روند خاصی نسبت به هم نشان نمی دهند. بررسی نمودار های عنکبوتی گرانیتوئیدهای سیاه منصور، نشانگر دخالت یک منبع پوسته ای در ژنز این گرانیت هاست.</p>	

فصل اول: بررسی منابع

- 1- پایه های نظری 1
- 1-1- تعریف گرانیتوئیدها 1
- 2-1- اهمیت مطالعه گرانیتوئیدها 2
- 3-1- منشأ گرانیتهای 2
- 4-1- پتروگرافی، بافت و کانی شناسی 3
- 5-1- ژئوشیمی سنگهای گرانیتی 5
- 6-1- ترکیب ایزوتوپی گرانیتوئیدها 6
- 7-1- سنگهای گرانیتوئیدی هیپرسولوس و ساب سولوس 7
- 8-1- انواع طبقه بندی سنگهای گرانیتوئیدی 7
- 1-8-1- طبقه بندی کانی شناسی و شیمیایی سنگهای گرانیتوئیدی (Shand, 1943 - 1947) 7
- 2-8-1- طبقه بندی (Chappell & White (1974); Chappell & Stephens (1988) 8
- 3-8-1- طبقه بندی (Castro et al., 1991) 10
- 4-8-1- طبقه بندی گرانیتوئیدها بر اساس منشأ و محیطهای ژئودینامیکی (Barbarin, 1999) 10
- 1-4-8-1- انواع گرانیتوئیدها (تیب گرانیتوئیدها) 11
- 2-4-8-1- انواع گرانیتوئیدها و منشأ ماگماها 14
- 3-4-8-1- طبقه بندی پتروژنتیکی گرانیتوئیدها 16
- 4-4-8-1- انواع گرانیتوئیدها و محیطهای ژئودینامیکی 16
- 5-8-1- طبقه بندی (Pearce, 1996) 18
- 6-8-1- طبقه بندی ژئوشیمیایی سنگهای گرانیتوئیدی (Frost et al., 2001) 20
- 2- پیشنهاد پژوهش 24

فصل دوم: مواد و روشها

- 1-2- موقعیت جغرافیایی 25
- 2-2- راههای ارتباطی منطقه 25
- 3-2- آب و هوا و پوشش گیاهی 27
- 4-2- توپوگرافی و ژئومورفولوژی 27

29	5-2- ساختار اجتماعی و معیشتی اهالی منطقه
29	6-2- اهداف مطالعه
29	7-2- روش کار و سیر مطالعاتی
29	1-7-2- مطالعات کتابخانه ای و رایانه ای
29	2-7-2- مطالعات صحرایی
30	3-7-2- مطالعات آزمایشگاهی
30	8-2- تفسیر داده های ترسیمی و تلفیق نتایج

فصل سوم: بحث و نتایج

31	1-3- زمین شناسی عمومی منطقه
31	1-1-3- کلیاتی در مورد زمین شناسی عمومی آذربایجان
34	2-1-3- زمین شناسی عمومی منطقه میانه
37	3-1-3- زمین شناسی منطقه مورد مطالعه
48	4-1-3- زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک
51	2-3- مطالعات پتروگرافی
51	1-2-3- مقدمه
51	2-2-3- پتروگرافی سنگهای آذرین درونی
51	1-2-2-3- پتروگرافی آلکالی فلدسپار گرانیته ها
59	2-2-2-3- پتروگرافی دایکهای آپلیتی
60	3-2-2-3- پتروگرافی موسکویت گرانیته
66	4-2-2-3- پتروگرافی گرانو دیوریت
68	5-2-2-3- پتروگرافی دیوریت
71	3-2-3- پتروگرافی سنگهای آذرین خروجی
71	1-3-2-3- پتروگرافی آندزیت
73	2-3-2-3- پتروگرافی بازالت
74	4-2-3- پتروگرافی سنگهای دگرگونی منطقه ی سیاه منصور
74	1-4-2-3- پتروگرافی شیستها
76	2-4-2-3- پتروگرافی هورنفلس
77	3-4-2-3- پتروگرافی مرمر

78	5-2-3- پتروگرافی سنگهای رسوبی منطقه ی سیاه منصور
78	1-5-2-3- پتروگرافی ماسه سنگها
78	1-5-2-3- پتروگرافی سنگهای آهکی
80	6-2-3- شواهد دگرشکلی بعد از تبلور
83	3-3- مطالعات ژئوشیمیایی
90	1-3-3- نامگذاری سنگها با استفاده از مقادیر کانیهای نورماتیو
90	- نمودار (Barker et al. 1979)
91	2-3-3- رده بندی بر اساس ترکیب شیمیایی
91	1-2-3-3- رده بندی شیمیایی با استفاده از مجموع آلکالن در مقابل سیلیس
91	- رده بندی (Middlemost 1985)
92	2-2-3-3- رده بندی شیمیایی با استفاده از تمامی عناصر اصلی به استثنای اکسیژن
92	- رده بندی (De La Roche et al. 1980)
92	- رده بندی (Debon & Le Fort 1983)
93	3-3-3- پتروژنز سنگ های آذرین منطقه مورد مطالعه
93	- نمودارهای تعیین سری ماگمایی
94	- نمودار (Irvine & Baragar 1971)
94	- نمودار (Peccerillo & Taylor 1976)
95	- نمودار (Rickwood 1989)
95	- سری ماگمایی گرانیتوئید ها بر اساس ویژگی های ژئوشیمیایی (MALI) و Fe^*
95	- نمودار (MALI) شاخص تصحیح شده آلکالی - آهک (Frost et al. 2004)
96	- نمودار تعیین Fe^* (Frost et al. 2004)
97	4-3-3- نمودار شاخص اشباع از آلومین (ASI)
98	5-3-3- الگوهای عناصر کمیاب خاکی (REE)
100	6-3-3- نمودارهای عنکبوتی یا چند عنصری نرمالیزه
102	7-3-3- تقسیم بندی پتروژنتیکی گرانیتوئید ها
104	- نمودار (Whalen et al. 1987)
105	- نمودار (Frost 2002)
106	8-3-3- پتروژنز گرانیتوئید های مورد مطالعه (تیب A)
106	- نمودار (Eby 1992)

107	9-3-3- تعیین موقعیت تکتونیکی توده های نفوذی
107	- نمودار (Batchelor & Bowden 1985)
108	- نمودار (Pearce et al. 1996,1984)
109	- نمودار (Pearce, 1996) Rb – (Y + Nb)
110	- نمودار مثلثی (Harris et al., 1986) Rb/30 – Hf – Ta*3
111	10-3-3- مقایسه توده های گرانیتوئیدی شمال سیاه منصور با گرانیتوئید های مشابه
114	11-3-3- الگوی تکتونوماگمایی گرانیتوئید های شمال سیاه منصور در ارتباط با تحولات پوسته ای ایران
115	12-3-3- نتیجه گیری

فهرست اشکال

- 1 شکل (1-1): تقسیم بندی مودال IUGS برای سنگهای پلوتونیک، (1976) Streckeisen
- شکل (2-1): فاز دیاگرام آلبيت - ارتوز و وضعیت گرانیتوئیدهای ساب سولوس و هیپرسولوس، (Tuttle & Bowen, 1958; Morse, 1970)
- 7
- 8 شکل (3-1): طبقه بندی کانی شناسی و بیان شماتیکی ترکیب شیمیایی (درجه اشباعیت آلومینا)، (Shand, 1947)
- 25 شکل (1-2): تصویر ماهواره ای منطقه
- 26 شکل (2-2): نقشه راههای ارتباطی منطقه
- 28 شکل (3-2): نقشه توپوگرافی منطقه مورد مطالعه
- 28 شکل (4-2):
- 28 a - نمای کلی زمین لغزش بزرگ در دامنه قله های چهل نور
- 28 b - زمین لغزش سونقور آباد - سوین در دامنه های جنوب شرقی رشته کوه بزقوش
- 35 شکل (1-3): موقعیت منطقه مورد مطالعه در تقسیم بندی واحدهای زمین ساختی - رسوبی ایران، نبوی (1355)
- 35 شکل (2-3): موقعیت منطقه مورد مطالعه در زیر تقسیمات تکنونیک در ایران (1977) Stoklin
- 36 شکل (3-3): تقسیم بندی واحدهای زمین ساختی ایران، آفانباتی (1385)
- شکل (4-3): نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه، اقتباس از نقشه زمین شناسی 1:100000 سراب، بهروزی و همکاران (1371)
- 40
- 41 شکل (5-3):
- 41 a) تناوب مرمر (بالا) و شیست (پایین)، دید به سمت شرق
- 41 b) کالک سیلیکات قرار گرفته در کنتاکت با گرانیت
- 41 شکل (6-3):
- 41 a) برونزد سنگهای آندالوزیت شیست
- 41 b) بلورهای آندالوزیت به اندازه 4-5 cm در آندالوزیت شیست
- 41 شکل (7-3): قرار گیری واحدهای پرکامبرین در اثر رانده شدن بر روی واحدهای میوسن
- 42 شکل (8-3):
- 42 a) دایک گرانیتی در داخل شیستها
- 42 b) موسکوویت گرانیت با بلورهای موسکوویت براق
- 42 c) کنتاکت گرانیت با شیست (دید به سمت غرب)
- 43 شکل (9-3):
- 43 a) آثار کانی زائی آهن در داخل شیستها
- 43 b) رگه پگماتیتی با کانی سازی آهن

43	(c) لنز سیلیسی در داخل شیستها
44	شکل (3-10):
44	(a) نمایی از سازند باروت
44	(b) نمایی از سازند لالون و کوارتزیت رأسی بر روی واحدهای قدیمتر
45	شکل (3-11): قرارگیری ماسه سنگهای قرمز کرتاسه بر روی واحدهای دگرگونی
46	شکل (3-12):
46	(a) دور نمایی از منطقه مورد مطالعه
46	(b) دور نمایی از توده نفوذی گرانیتوئیدی الیگوسن
46	(c) بخشی از توده نفوذی گرانیتوئیدی اولیگوسن
48	شکل (3-13): جدایش چپگرد دره گرمی چای (فریدی، 1388)
49	شکل (3-14): شکل ساده شده از هندسه افشانه (splay) در پایانه شمالی گسل گرمی چای (فریدی، 1388)
50	شکل (3-15):
50	(a) سطوح گسل امتداد لغز چپگرد در سنگهای آندزیتی ائوسن
50	(b) چین کشان گسلی (fault drag fold) به عنوان یک نشانگر سوی برش در فرادیواره یک سطح گسل معکوس
	شکل (3-16): تحلیل سطوح گسل و محورهای اصلی استرین در محل پیوستگاه گسلهای جنوب بزقوش و گرمی چای
50	(فریدی، 1388)
56	شکل (3-17): تصاویر میکروسکوپی آلكالی فلدسپار گرانیته:
56	(a) ارتوکلاز پرتیتی (XPL)
56	(b) میکروکلین پرتیت در آلكالی فلدسپار گرانیته میلونیتی (XPL)
56	(c) کائولینیت و سریسیت شده آلكالی فلدسپار (XPL)
56	(d) ایجاد ساخت بودین در کوارتز (XPL)
56	(c) کوارتز نواری (XPL)
56	(f) رشد بین دانه ای (Interstitial) کوارتز (XPL)
57	شکل (3-18): تصاویر میکروسکوپی آلكالی گرانیته:
	(a,b) شکستگی در فلدسپار پتاسیم و پلاژیوکلاز و پر شدگی ثانویه کوارتز در شکستگیها، کینک باند در پلاژیوکلاز (XPL)
57	
57	(c) هورنبلند سبز در آلكالی گرانیته (XPL)
57	(d) تجمع بیوتیتهای ریز بلور در اطراف آمفیبول (XPL)
57	(e,f) اینگماتیت (PPL), (XPL)
58	شکل (3-19): تصاویر میکروسکوپی آلكالی فلدسپار گرانیته:
58	(a,b) تجمع بیوتیت ریز بلور (PPL), (XPL)
58	(c) آمفیبول سدیک و بیوتیت (PPL)

58	(d) اسفن لوزی شکل (PPL)
58	(e) زیرکن درشت در آلکالی فلدسپار گرانیت (XPL)
58	(f) تجمع کانیهای اپیدوت (XPL)
59	شکل (20-3): تصاویر میکروسکوپی آلکالی فلدسپار گرانیت
59	(a) پرتیت رشته ای در آلکالی فلدسپار گرانیت میلونیتی شده (XPL)
59	(b) خردشدگی شدید در آلکالی فلدسپار گرانیت میلونیتی شده (XPL)
59	(c) بافت مورتار در آلکالی فلدسپار گرانیت میلونیتی شده (XPL)
59	(d) بافت ماهی شدگی در آلکالی فلدسپار گرانیت (XPL)
60	شکل (21-3): اپیدوت در داخل دایک آپلیتی (XPL).
64	شکل (22-3): تصاویر میکروسکوپی موسکویت گرانیت:
64	(a) خمیدگی کلیواژها در موسکویت درشت بلور (XPL)
64	(b) زونینگ و کینگ باند در موسکویت (XPL)
64	(c) تجمع موسکویت های ریز بلور (XPL)
64	(d) دور زدگی موسکویت های ریز بلور (XPL)
64	(e) کوارتزهای فلسی در گرانیت (XPL)
64	(f) شکستگی و جا بجائی در پلاژیوکلاز (XPL)
65	شکل (23-3): تصاویر میکروسکوپی موسکویت گرانیت:
65	(a) پرشدگی شکستگیهای پلاژیوکلاز توسط کوارتز (XPL)
65	(b) سرسپته شدن و ماکل مشبک در پلاژیوکلاز (XPL)
65	(c) کائولینیتی شدن و سرسپتی شدن آلکالی فلدسپار (XPL)
65	(d) کانی تیره دندریتی (PPL)
65	(e) کانی تیره با رشد کولوفرم (PPL)
66	شکل (24-3): تصاویر میکروسکوپی موسکویت گرانیت:
66	(a,b) اپیدوت (PPL), (XPL).
66	(c) بافت مورتار (XPL)
66	(d) بافت گرانوفیر (XPL)
66	(e) بافت میرمکیت (XPL)
68	شکل (25-3): تصاویر میکروسکوپی گرانودیوریت:
68	(a) تجمع بیوتیت و هورنبلند سبز در گرانودیوریت (PPL)
68	(b, c) پر شدگی شکستگیهای پلاژیوکلاز توسط بیوتیت و هورنبلند سبز (XPL)
68	(d) بافت پورفیروئید در گرانودیوریت (XPL)

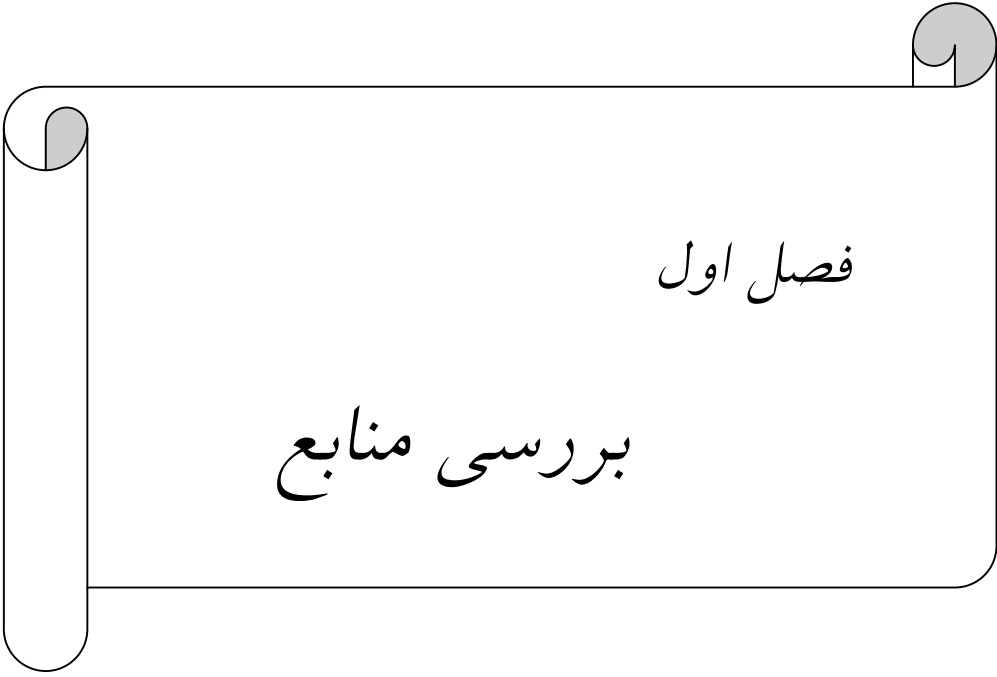
70	شکل (26-3): تصاویر میکروسکوپی دیوریت:
70	(a) ماکل کارلسباد و پلی سنتتیک در پلاژیوکلاز (XPL)
70	(b) ماکل کارلسباد و منطقه بندی در پلاژیوکلاز (XPL)
70	(c) شکستگی و جابه جایی در پلاژیوکلاز (XPL)
70	(d) پرشدگی شکستگیهای پلاژیوکلاز توسط کانیه‌های فرومنیزین (XPL)
70	(e) بافت پورفیروئید در دیوریت (XPL)
73	شکل (27-3): تصاویر میکروسکوپی آندزیت:
73	(a) پلاژیوکلاز شکل دار با منطقه بندی (XPL)
73	(b) ماکل صلیبی در پلاژیوکلاز (XPL)
73	(c) آمفیبول های سودومورف شده توسط کربنات (XPL)
73	(d) کانی تیره با خوردگی خلیجی شکل (XPL)
73	(e) زینولیت های آهک کریستالین (XPL)
73	(f) حفره پر شده توسط کلریت (بافت آمیگدالوئید)، (XPL)
74	شکل (28-3): تصاویر میکروسکوپی بازالت:
74	(a) فلدسپار پتاسیم با خاموشی شعاعی (XPL)
74	(b) بازالت به شدت اپیدوتیزه و کلریتیزه (XPL)
74	(c) بازالت اسپیلیتی با حفرات پر شده از کلریت (بافت آمیگدالوئید) (XPL)
74	(d) بافت اینترسرتال (XPL)
76	شکل (29-3): تصاویر میکروسکوپی شیستها:
76	(a) شیستوزیته یا جهت یافتگی ترجیحی (XPL)
76	(b) ساخت چشمی یا ماهی شدگی (XPL)
76	(c) فرایند چین خوردگی کلیواژها (XPL)
76	(d) بیوتیت - کردیریت شیست (XPL)
76	(e) تورمالین سبز زیتونی (XPL)
76	(f) آندالوزیت شیست (XPL)
77	شکل (30-3): بافت هورنفلسی (XPL)
78	شکل (31-3): تصاویر میکروسکوپی مرمر:
78	(a) مرمر (آهک کریستالیزه) (XPL)
78	(b) مرز مضرس کلسیت ها، بافت گرانوبلاستیک (XPL)
78	شکل (32-3): ماسه سنگ با سیمان آهکی (XPL)
79	شکل (33-3): تصاویر میکروسکوپی سنگهای آهکی:
79	(a) آهک میکرایتی حاوی فسیل Heterohelix (XPL)

79	(b) درز استیلولیتی در آهک میکرایتی (XPL)
82	شکل (34-3): تصاویر میکروسکوپی شواهد دگرشکلی:
82	(a) شکستگی در پلاژیوکلاز و جا به جایی دو قطعه نسبت به هم و ماکل پریکلین حاصل از استرس در منطقه (XPL)
82	(b) کینک شدگی در موسکویت (XPL)
82	(c) خمش ماکلی در پلاژیوکلاز (XPL)
82	(d) شکستگی و تجدید تبلور کوارتز با مرزهای مضرس و خاموشی موجی در آن (XPL)
82	(e) چرخش بلوری در میلونیت گرانیت (XPL)
82	(f) تشکیل بافت میرمکیت در گرانیت (XPL)
90	شکل (35-3): نمودار تقسیم بندی سنگهای آذرین درونی (Barker et al. 1979)
91	شکل (36-3): طبقه بندی (Middlemost 1985)
92	شکل (37-3): طبقه بندی (De La Roche et al., 1980)
93	شکل (38-3): طبقه بندی (Debon & Le Fort 1983)
94	شکل (39-3): نمودار (Irvine & Baragar 1971)
95	شکل (40-3):
95	(a) نمودار (Peccerillo & Taylor 1976)
95	(b) نمودار (Rickwood 1989)
96	شکل (41-3): نمودار (Frost et al. 2004) و (MALI)
97	شکل (42-3): نمودار عدد آهن در مقابل سیلیس (Frost et al., 2004)
98	شکل (43-3): بررسی شاخص اشباع از آلومین:
98	(a) نمودار A/NK در مقابل A/CNK، (Maniar & Piccoli, 1989)
98	(b) نمودار B-A، (Villaseca et al., 1998)
98	(c) نمودار (Clarke, 1992)
98	(d) نمودار Y در مقابل Nb، (Shellnut & Zhou, 2007)
99	شکل (44-3): نمودار عناصر کمیاب خاکی نرمالیزه شده نسبت به کندریت بر اساس داده های، (Boynton 1984)
102	شکل (45-3):
102	(a) نمودار عنکبوتی نرمالیزه شده به گوشته اولیه، (Sun & McDonough, 1989)
102	(b) نمودار عنکبوتی نرمالیزه شده به ORG، (Pearce et al., 1984)
104	شکل (46-3): تعیین تیپ گرانیتوئیدها بر اساس نسبتهای عناصر اصلی (Whalen et al. 1987)
105	شکل (47-3): تعیین تیپ گرانیتوئیدها بر اساس عناصر کمیاب و ضریب آگپائیتی (Whalen et al. 1987)
105	شکل (48-3): نمودار (Frost 2002)، جهت تعیین تیپ گرانیتوئیدها
107	شکل (49-3): تقسیم بندی گرانیت های نوع A به دو زیر گروه A ₁ و A ₂ ، (Eby 1992)
108	شکل (50-3) نمودار R ₂ - R ₁ ، (Batchelor & Bowden, 1985)

109	شکل (3-51): نمودار های تفکیک محیط زمین ساختی گرانیتوئیدها (Pearce et al., 1984, 1996).
110	شکل (3-52): نمودار (Rb-(Y+Nb), Pearce (1996)
110	شکل (3-53): نمودار مثلثی (Harris et al., 1986)
111	شکل (3-54): الگوی ORG میانگین برای سنگهای منطقه مورد مطالعه، (Pearce et al., (1984)
111	(a) الگوی ORG میانگین برای توده های موسکوویت گرانیت
111	(b) الگوی ORG میانگین برای توده آلکالی گرانیت.
	شکل (3-55): مقایسه توده های گرانیتوئیدی شمال سیاه منصور با گرانیتوئیدهای مشابه نرمالیزه شده نسبت به ORG، (Pearce et al., 1984)
112	(a) مقایسه توده های موسکوویت گرانیتی شمال سیاه منصور با توده های گرانیتوئیدی (Tibbet) و (Qurrigut)
112	(b) مقایسه توده آلکالی گرانیتی شمال سیاه منصور با توده های گرانیتوئیدی (Oslo Rift)
	شکل (3-56): الگو های تیپیک نمودار های عنکبوتی عناصر ناسازگار برای انواع گرانیتوئید ها در محیط های
113	تکتونیکی مختلف

فهرست جداول

12	جدول (1-1): مجموعه کانیهای اصلی تیپهای گرانیتوئیدی، (Barbarin, 1999)
13	جدول (2-1): تیپ های گرانیتوئیدی بر اساس پتروگرافی و شواهد صحرایی، (Barbarin, 1999)
15	جدول (3-1): ایزوتوپها و عناصر اصلی تیپهای گرانیتوئیدی، (Barbarin, 1991)
	جدول (4-1): انواع تیپهای مختلف گرانیتوئیدها و مجموعه کانیهای AFM و نسبت مواد پوسته‌ای و گوشته‌ای آنها، (Barbarin, 1999)
15	
17	جدول (5-1): ارتباط بین تیپهای گرانیتوئیدی، منشأ و محیط ژئودینامیکی آنها، (Barbarin, 1999)
19	جدول (6-1): مشخصات منشأ و جایگیری توده های گرانیتوئیدی (Pearce, 1996)
23	جدول (7-1): تقسیم بندی گرانیت ها، اقتباس از (Frost et al., (2004)
71	جدول (3-1): انواع سنگهای آذرین درونی منطقه سیاه منصور
88	جدول (3-2): نتایج تجزیه شیمیایی 12 نمونه از سنگهای مورد مطالعه به روش ICP-MS
103	جدول (3-3): خصوصیات انواع گرانیت ها (Harris et al. 1986)



فصل اول

بررسی منابع

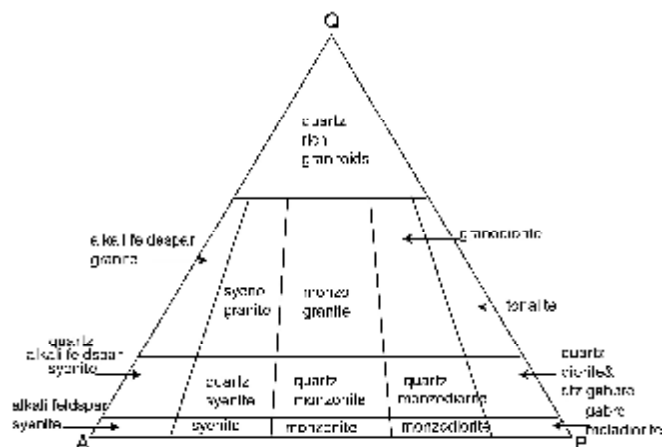
1- پایه‌های نظری

1-1- تعریف گرانیتوئیدها

به طور کلی گرانیت سنگ بلورین دانه درشت و غالباً حاوی کوارتز، فلدسپار ارتوکلاز و میکا است و معمولاً به رنگ خاکستری، سفید یا قرمز روشن می باشد. (Streckeisen (1976)، تعریف کانی شناسی مودال دقیقتری از گرانیت را ارائه نموده است (شکل 1-1). هر نوع سنگ دانه درشت پلوتونیک که دارای 20 تا 60 درصد کوارتز از مجموع کوارتز + فلدسپار آلکالن + پلاژیوکلاز (QAP) و 10 تا 65 درصد پلاژیوکلاز از کل فلدسپارها باشد. نامبرده به علت گسترده بودن این محدوده آن را به سینوگرانیت (10 تا 35 درصد از کل فلدسپارها، پلاژیوکلاز است) و مونزوگرانیت (35 تا 65 درصد از کل فلدسپارها، پلاژیوکلاز می باشد) تقسیم نمود، (گرانیت = مونزوگرانیت + سینوگرانیت).

لذا گرانیت صرفاً مبین قلمروئی در مثلث QAP است که پلاژیوکلازهای آن 10 تا 65 درصد از مجموع فلدسپارها باشد. اصطلاح گرانیتوئید، معمولاً به کلیه اعضای خانواده سنگهای گرانیتی از آلکالی فلدسپار گرانیت تا تونالیت اطلاق می گردد.

(Clarke (1992). اعتقاد دارد که گرانیتوئیدها سنگهای آذرینی هستند که به لحاظ درصد حجمی (مودال) در مجموع سه کانی کوارتز، آلکالی فلدسپار و پلاژیوکلاز دارند. که میزان کوارتز آنها بین 20 تا 60 درصد می باشد. با توجه به دامنه ترکیبی این تعریف گرانیتها (سینوگرانیتها و مونزوگرانیتها)، گرانودیوریتها و تونالیتها جز گرانیتوئیدها محسوب می شوند. اما (Pearce et al. (1984، تعریف گسترده تری برای گرانیتوئیدها ارائه می کنند. آنها معتقدند هر سنگ آذرین حاوی بیش از 5 درصد کوارتز مودال، گرانیتوئید نامیده می شود.



شکل (1-1): تقسیم بندی مودال IUGS برای سنگهای پلوتونیک، (Streckeisen, 1976).

1-2- اهمیت مطالعه گرانیتوئیدها

دلایل متعددی برای اهمیت مطالعه گرانیتوئیدها می‌توان در نظر گرفت (Clarke (1992)، که مهمترین آنها عبارتند از:

1- گرانیتوئیدها فراوان ترین سنگهای پلوتونیک در پوسته فوقانی هستند. لذا به دلیل حجم زیادشان نمی‌توان آنها را نادیده انگاشت.

2- همانند سایر سنگهای آذرین نشانه‌هایی از درون زمین هستند و اطلاعاتی از بخشهای عمیقتر پوسته قاره‌ای و احتمالاً مناطق فرورانش و حتی گوشته فوقانی را عرضه می‌دارند.

3- همانند سنگهای آذرین دیگر دارای رابطه تنگاتنگی با تکتونیک ورقه‌ای، مخصوصاً با حاشیه ورقه‌ها (البته نه الزاماً) می‌باشد.

4- بسیاری از سنگهای گرانیتوئیدی کانی‌سازیهایی همراه دارند. و وجود کانیها و عناصر ارزشمند مرتبط با این سنگها لزوم بررسی و تعیین خصوصیات آنها را بیان می‌دارد، که در تشکیل کانسارهای هیدروترمال مس، آهن، طلا، قلع و ... کانسارهای جانیشینی اسکارن نقش مهمی دارند، لذا از دیدگاه اقتصادی لازم است درباره فرایندهای تمرکز فلزات اطلاعات بدست آوریم و همچنین استفاده از این سنگها به عنوان سنگهای تزئینی و کاربرد کانیهای با ارزشی همچون کوارتز، فلدسپار و میکا نشان دهنده اهمیت اقتصادی این سنگها می‌باشد.

5- سنگهای گرانیتی آثار حوادث مختلف زمین‌شناسی را در خود ثبت کرده‌اند.

1-3- منشأ گرانیت‌ها

سنگهای گرانیتی می‌توانند منشأ‌های مختلف داشته باشند، بدین ترتیب که:

برخی از سنگهای گرانیتی، در اثر تفریق کانیهای فرومنیزین یک ماگمای بازالتی، که سبب اسیدی شدن مذاب شده و به سمت مذاب گرانیتی میل کرده، حاصل شده‌اند.

بعضی دیگر از گرانیتها از ذوب سنگهای پوسته قاره‌ای حاصل می‌شوند، مثل متاپلیتها که در دگرگونی درجه بالا ذوب می‌شوند (ایجاد مذاب در مرحله میگماتیسی شدن) و در نتیجه تشکیل سنگهای گرانیتی را می‌دهند. یا در اثر ذوب سنگهای رسوبی دگرگون شده (مثل ماسه سنگهای دگرگون شده) سنگهای گرانیتی حاصل می‌شوند.

گرانیتها را از نظر چرخه تشکیل مذاب و تشکیل سنگ به سه دسته تقسیم کرده اند:

1- گرانیت‌های دسته اول (Primary)

2- گرانیت‌های دسته دوم (Secondary)

3- گرانیت‌های دسته سوم (Tertiary)

گرانیت‌های دسته اول مستقیماً از تفریق مذابهای گوشته ای حاصل می شوند و در محور گسترش کف اقیانوسها و کمپلکسهای افیولیتی دیده می شوند.

گرانیت‌های دسته دوم از ذوب پوسته فرورونده حاصل می شوند. به عبارتی بهتر ابتدا مذاب یک پوسته اقیانوسی می سازد (گرانیت‌های دسته اول) اگر این پوسته دوباره در اثر فرورانش ذوب شده و مجدداً سرد شود، گرانیت دسته دوم را ایجاد می کند.

اگر پوسته ساخته شده ذوب شود و دوباره گرانیت ایجاد کند، گرانیت نوع سوم تشکیل خواهد شد.

1-4- پتروگرافی، بافت و کانی شناسی سنگهای گرانیتوئیدی

بدون داشتن توصیف کاملی از کانی شناسی و بافت سنگهای گرانیتی، نمی توان اطلاعات زیادی در مورد سنگهای گرانیتی بدست آورد. انجام مطالعات پتروگرافی دقیق، یک مرحله ضروری در طبقه بندی و هدفی برای تحقیقات صحرائی، پیش فرضی برای بررسیهای ژئوکرونولوژیکی و عنصری اساسی در ساخت استنتاجات پترولوژیکی می باشد.

اکثر پلوتونهای گرانیتوئیدی مجموعه ای از کانیهای پلاژیوکلاز، کوارتز، هورنبلند، بیوتیت و فلدسپار پتاسیم هستند. کانی شناسی مودال یک تونالیت معمولی به صورت زیر است:

پلاژیوکلاز 50 تا 55 درصد، کوارتز 20 تا 30 درصد، بیوتیت 10 تا 15 درصد، هورنبلند 0 تا 10 درصد، آلکالی فلدسپار 1 تا 8 درصد، تیتانیت 0 تا 1 درصد و کانی های فرعی زیرکن، آلانیت و ایلمنیت.

حضور بیوتیت و هورنبلند نشانگر نقش آب در تشکیل این سنگها و در نتیجه منجر به در نظر گرفتن ماگمای آبدار برای این سنگها می شود. گرانودیوریتها هم کانیهایی مشابه تونالیتها دارند و تنها مقادیر بیشتری آلکالی فلدسپار داشته و پلاژیوکلاز آنها اندکی سدیک تر است. در دیوریتها کانی مافیک معمولی هورنبلند است. اما در کوارتز دیوریتها بیوتیت فراوان است. از آنجا که تمام دانه ها در سنگهای پلوتونیک تقریباً هم بعد هستند، بررسی توالی تبلور نیاز به دقت دارد. کانیهایی که ابتدا متبلور می شوند سطوح یوهدرال داشته و

ادخال کمی دارند ولی خودشان به صورت ادخال ظاهر می شوند، کانیهای که بعداً تشکیل می شوند به صورت رورشدی بر روی کانیهای دیگر یا در فضای بین کانیهای قبلی تشکیل می شوند. کانیهای که در توالی تبلور در توانلایت در ابتدا تشکیل می شوند پلاژیوکلاز، هورنبلند و گاهی کلینوپیروکسن کلسیک هستند. در کوارتز گابروها کلینوپیروکسن یک فاز عمده است. بیوتیت، فلدسپار پتاسیم و کوارتز به جز در سنگهای خیلی فلسیک محصول تبلور تأخیری هستند.

بافت یک سنگ ماگمایی گرانیئوئیدی شدیداً تحت تأثیر عواملی مانند ترکیب کلی ماگما (مبین نوع و ترتیب تبلور کانیها، بعضاً غلظت و سرعت انتشار در فاز مذاب)، و ارتباط بین دما، فشار و زمان (سرعت سرد شدن) می باشد. جهت تعیین توالی (های) تبلور در سنگهای آذرین معیارهایی وجود دارد که شامل اندازه ذرات، اشکال ذرات، روابط موجود بین ادخال و کانی در بر گیرنده آن، بر هم رشدیها می باشد. Flood & Vernon (1988) نشان دادند که برای تفسیر بافتها قانون جامع و کاملی وجود ندارد. حتی برخی معیارهای مرسوم تر مورد استفاده، به ویژه آنهایی که وابسته به اندازه و شکل ذرات و روابط ادخالها هستند نیز استثنائاتی دارند. این معیارها شامل موارد ذیل است:

1- اندازه ریز ذرات، بیانگر سرعت زیاد تبلور است (البته الزاماً به معنای سرد شدن سریع نمی باشد)، در حالیکه ذرات درشت تر سرعت کند و آهسته فرایند تبلور رانشان می دهد، اما باید توجه داشت که نسبت اندازه ذرات در یک سنگ اساساً مطلبی در مورد ترتیب تبلور کانیها بیان نمی کند (برای مثال بلورهای بزرگ ضرورتاً قدیمیترین بلورها نمی باشند).

2- فازهای در حال تبلور قدیمی، شکل تر هستند، اما شکل نهایی ذرات به میزان قابل توجهی به برخورد و تصادم کانیها در مراحل آتی بستگی دارد.

3- احتمالاً ادخالهای سیال و جامد حقیقی (اولیه) از نظر پیدایش نسبت به کانیهای میزبان خود مقدم می باشند، اما کانیهای در بر گرفته شده حتی بعد از تبلور میزبان خود، می توانند از ادخالهای مذاب تغذیه کنند و به رشد خود ادامه دهند. مضافاً اینکه ادخالهای سیال ممکن است ثانوی نیز باشند.

4- بر هم رشدیهای بین دو یا چند کانی نشان دهنده رشد همزمان از یک مذاب (گرانوفیر)، واکنش بین جامد و مذاب (کروناپیروت بر روی هورنبلند)، یا حالت اختلاط ناپذیری دو جامد (پرتیت) می باشد.

5- بافت کرونا که به روابط فاز پریکتیک (سه تایی) در ماگما در حال تبلور مربوط هستند، می توانند به عنوان کلید راهنما برای تعیین ترتیب تبلور کانیها مورد توجه قرار گیرند.

با وجود معیارهای مهم و تردیدآمیزی از این قبیل بایستی تفسیر بافتها با احتیاط و دقت نظر بیشتری صورت پذیرد.

1-5- ژئوشیمی سنگهای گرانیتی

الف - عناصر اصلی:

برخی از روشهای تقسیم بندی سنگهای گرانیتی که بر اساس ویژگیهای کانی شناسی یا عناصر اصلی آنها ارائه شده اند، تا حدودی می توانند بیانگر ویژگی ها و موقعیت تکتونیکی آنها باشند. از جمله این تقسیم بندیها می توان به موارد زیر اشاره نمود:

1- تقسیم بندی گرانیت ها به تیپ M, A, I, S : گرانیت های تیپ S محصول تصادم قاره ای، تیپ I محصول مناطق فرورانش و بالا آمده بعد از کوهزایی، تیپ A محصول مناطق غیر کوهزایی و تیپ M محصول قوسهای اقیانوسی می باشند.

2- تقسیم بندی بر اساس شاخص *alkali-lime*: گرانیت های کالک آلکالن محصول ماگماتیسیم قوس آتشفشانی و انواع آلکالن مربوط به محیط های درون پلیتی می باشند.

3- تقسیم بندی بر اساس شاخص اشباع از آلومین: گرانیت های پر آلکالن مربوط به محیط های درون پلیتی بوده و انواع پر آلومینوس، محصول آناکسی سنگهای رسوبی می باشند که غالباً در تصادم قاره ای رخ می دهند.

ب-عناصر نادر:

مهمترین عناصر نادر که در مطالعات توده های نفوذی گرانیتوئیدها حائز اهمیت می باشند عبارتند از: REE, Hf, Th, Zr, Yb, Nb, Ta, Ce, Ba, Sr, Rb, K. مطالعات و بررسیهای انجام یافته در ارتباط با ژئوشیمی عناصر کمیاب گرانیتوئیدها ویژگیهای زیر را نشان می دهد.

1-عناصر Y و Yb در ORG نرمال و WPG در مقایسه با VAG از فراوانی بیشتری برخوردارند. این ویژگی می تواند عاملی برای تشخیص ORG و WPG از VAG باشد.

2-در مقادیر $SiO_2 < 68\%$ عناصر Hf و Zr از نظر تفکیک بین گرانیتوئیدها مشابه Y و Yb عمل می کنند. در مقادیر $SiO_2 > 68\%$ تبلور زیرکن و عامل آرایش پوسته ای سبب کاهش توانایی و حساسیت در تفکیک گرانیتوئیدها می شود.

3- عنصر Rb توانایی تفکیک کاملی بین ORG و WPG و همچنین بین VAG و Syn-COLG را داراست.

4-Syn-COLG در مقایسه با سایر گرانیتوئیدها، دارای مقادیر کمتری از عناصر Hf و Zr می باشد. از این رو نسبت Rb/Zr و Rb/Hf موثرتر از Rb در تفکیک VAG و Syn-COLG عمل می کند.

5- عناصر Ta و Nb معمولاً در WPG غنی تر از سایر گرانیتوئیدهاست.

6- در مقادیر $SiO_2 > 65\%$ ، عناصر Ba و Rb می توانند تفکیک موثری بین ORG و WPG ارائه دهند. ولی در $SiO_2 < 65\%$ ، حساسیت بالای Ba نسبت به تبلور بیوتیت و فلدسپات پتاسیم و عامل آرایش پوسته ای سبب کاهش دقت و توانایی این عناصر در تفکیک انواع گرانیتوئیدها می شود.

7-K₂O توانایی تفکیک بین ORG و WPG را داراست، ولی حساسیت و توانایی آن در تفکیک VAG و Syn-COLG از Rb کمتر است.

8- عناصر Sm, Ce, Th، از نظر تفکیک بین گرانیتوئیدها مشابه Rb عمل می کنند، با این تفاوت که دقت و حساسیت این عناصر کمتر از Rb است.

9- عناصر Yb و Ta رفتار ژئوشیمیایی مشابهی با Y و Nb دارند. از این رو حامل توانایی ها و کاربردهای دو عنصر Y و Nb در تفکیک گروه های مختلف گرانیتوئیدها می باشند.

رفتار متفاوت عناصر نادر در انواع مختلف گرانیتوئیدها، به صورت الگوهای متفاوت در نمودارهای عنکبوتی عناصر ناسازگار قابل مشاهده است، به طوریکه از این الگوها می توان برای تشخیص تعیین محیط تکتونیکی انواع مختلف گرانیتوئیدها بهره جست.

1-6- ترکیب ایزوتوپی گرانیتوئیدها

(Faure & Powell 1972) با استفاده از نسبتهای استرانسیوم رادیوژنیک، داده های مسلم و واضحی را در مورد منشأ توده های نفوذی بدست آوردند. در بعضی از گرانیت ها نسبت اولیه $^{87}Sr/^{86}Sr$ بین 0/7 تا 0/705 است که با ایده ذوب یک سنگ با منشأ بازالتی یا تفریق از بازالت کاملاً سازگار است. در بعضی گرانیت های دیگر نسبت $^{87}Sr/^{86}Sr$ اولیه بالاست و ممکن است بالاتر از نسبت متوسط پیشنهادی برای پوسته قاره ای (0/720) باشد، به احتمال زیاد این گرانیتها از ذوب پوسته حاصل شده اند، (معین وزیری، 1377).