

پetroگرافی و پترولوژی سنگ های آتشفشانی ماگماتیسیم نهایی سبلان

مهناز فتح الهی^۱، محمد هاشم امامی^۲، منیره خیر خواه^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد پترولوژی پژوهشکده سازمان زمین شناسی mahnaz.fathollahi@gmail.com

۲- عضو هیئت علمی پژوهشکده علوم زمین سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

۳- عضو هیئت علمی سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۲/۲۵ تاریخ تصویب: ۹۲/۱/۱۹

چکیده

در آخرین مرحله از شکل گیری آتشفشان سبلان، پس از فرونشستن کالدرای سبلان ماگماتیسیم بعدی سبب خروج گنبدها و جریان های گرانرو از گدازه های اسیدی و حدواسط در امتداد شکستگی های حاشیه و درون کالدرای شده است. این سنگ ها از نظر کانی شناسی از پلاژیوکلاز، کلینوپیروکسن، آمفیبول، بیوتیت، فلدسپات پتاسیک و کوارتز تشکیل شده اند. روابط بافتی و کانی شناسی مشاهده شده در مقاطع میکروسکوپی از جمله حضور اجتماعات گلومروپرفیری و گلومروکریست کانی های مافیک، وجود بافت های غیر تعادلی مانند بافت غربالی پلاژیوکلاز، ترکیب بایمدال فنوکریست های پلاژیوکلاز، ترکیب ناهمگن خمیره سنگ و حضور انکلاوها و میکروپیلوهای بازیک در زمینه روشن سنگهای اسیدی، وجود زینوکریست ها با حاشیه واکنشی و غیره و نیز پراکندگی ها و روندهای مختلف مشاهده شده در نمودارهای ژئوشیمیایی معلوم می دارد پدیده های تفریق، اختلاط ماگمایی و آلودگی پوسته ای در تشکیل آن ها مؤثر بوده است. به عبارت دیگر سنگ های حدواسط منطقه حاصل اختلاط بین ماگمای بازالتی با بخش های تفریق یافته این ماگما می باشند که طی مرحله صعود و جاگیری در پوسته دچار آلودگی های پوسته ای نیز شده اند. و بر اساس شواهد پتروگرافی و همچنین ژئوشیمیایی موجود سنگ های اسیدی منطقه که حجم بسیار زیادی را نیز در منطقه به خود اختصاص داده اند، دارای منشاء متفاوتی نسبت به آندزیت ها و تراکی آندزیت ها هستند. به احتمال قوی این سنگ ها حاصل ذوب بخشی پوسته می باشند که در عین حال ضمن جایگزینی ماگمای بازیک در پوسته بین دو ماگما پدیده اختلاط نیز صورت گرفته است.

واژگان کلیدی: ذوب پوسته ای، سبلان، تفریق ماگمایی، سنگ های حدواسط تا اسیدی، اختلاط ماگمایی

مقدمه

سنوزوئیک متعلق به کمان ماگمایی البرز (AMA) می باشد. گدازه ها و مواد آذر آواری این آتشفشان پلیو- کواترنری مساحتی برابر با یک هزار کیلومتر را پوشانده است، که از طریق شکستگی های درون و حاشیه کالدرای فوران کرده اند. و مورفولوژی

استراتو ولکان سبلان در ۳۵ کیلومتری غرب شهر اردبیل، ۱۷ کیلومتری جنوب شرقی مشکین شهر و ۴۰ کیلومتری شمال غرب شهر سراب قرار گرفته است. از نظر تقسیم بندی زون های ساختاری ایران سبلان یک عضو جوان از مجموعه آتشفشانی

تفکیک واحدهای سنگی و مشخص نمودن تغییرات لیتولوژیک انجام شد.

از ۲۰۰ نمونه ی برداشت شده، تعداد ۹۱ نمونه سالم و مناسب و غیرهوازده به منظور تهیه مقاطع نازک و تجزیه شیمیایی انتخاب گردید.

بعد از مطالعه دقیق پتروگرافی، آنالیز و تجزیه شیمیایی تعداد ۴۹ نمونه به روش ICP و XRF به منظور تعیین عناصر اصلی و فرعی و کمیاب در آزمایشگاه سازمان زمین شناسی انجام گرفت.

بعد از تجزیه نمونه ها با استفاده از نرم افزارهای موجود (Min pet , Ig pet , GCDkit)، تحلیل داده های تجزیه ای، تفسیر نتایج و دیاگرامهای مختلف انجام گرفت.

خشن سوزنی گنبدی را در درون کالدرا شکل داده اند(هرم کسری هازار میخ و..).

فورانهای حجیم مواد اذراواری سبب فرو نشست مدور و کمانی در این کوهستان شده است.

مرتفع ترین نقطه قله کوه سبلان(سولطان ساوالان) با ارتفاع ۴۸۱۰ متر از سطح دریا می باشند.

ناحیه مورد بررسی ما بخشی از برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ مشگین شهر می باشد که بین $47^{\circ}45'$ تا $47^{\circ}52'30''$ طول شرقی و $38^{\circ}15'$ تا $38^{\circ}22'30''$ عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱).

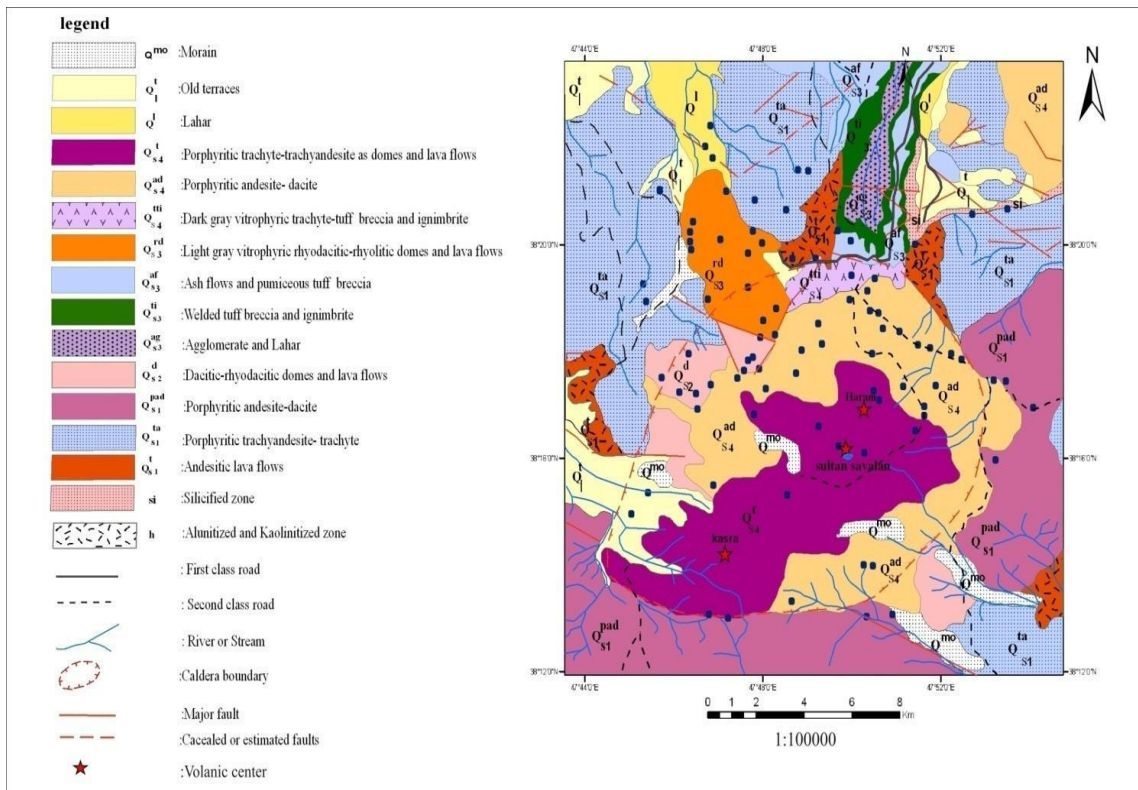
در این بررسی مطالعات پتروگرافی و ژئوشیمیایی نمونه های گرد آوری شده و شناسایی سنگ های مختلف موجود در منطقه انجام شده است .

در سنگ های منطقه مورد مطالعه با توجه به شواهد بافتی، کانی شناسی و ژئوشیمیایی پدیده تفریق، ذوب پوسته ای اختلاط ماگمایی و آرایش پوسته ای نیز در تکوین سنگ های حدواسط و اسیدی منطقه تاثیر داشته است.

اثرات پدیده های مذکور از طریق مطالعات کانی شناسی و بررسی نمودارهای ژئوشیمیایی در این پژوهش اثبات خواهد شد .

روش تحقیق

بعد از جمع آوری و تهیه اطلاعات اولیه و سوابق کارهای صورت گرفته در محدوده مورد مطالعه و مجاور آن، عکس های هوایی با مقیاس ۱/۲۰۰۰۰، نقشه های توپوگرافی با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ و نقشه های زمین شناسی با مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰۰ محدوده مطالعاتی، بررسی های صحرائی و نمونه برداری به منظور



۱- موقعیت نقاط نمونه های سنگ شناسی در نقشه ی زمین شناسی ورقه ی مشکین شهر ، اقتباس از نقشه ی ۱:۱۰۰۰۰۰ مشکین شهر (سازمان زمین شناسی کشور)

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی اکسیدهای اصلی

Sampel.N	SiO2	Al2O3	CaO	Fe2O3	K2O	MgO	MnO	Na2O	TiO2	P2O5	Total
1	64.31	14.18	3.67	3.65	2.60	1.68	0.055	4.49	0.64	0.36	102.47
2	65.6	13.96	3.20	3.30	2.42	1.38	0.056	4.55	0.56	0.30	103.19
3	67.32	13.58	3.11	2.98	2.83	1.24	0.051	4.49	0.49	0.30	104.15
4	68.14	13.93	3.20	2.92	3.04	1.19	0.049	4.53	0.49	0.29	105.20
5	66.85	13.90	3.42	3.04	3.11	1.33	0.053	4.51	0.50	0.36	105.12
6	67.71	13.83	3.06	2.79	2.26	1.16	0.049	4.31	0.46	0.27	103.48
7	65.45	14.93	3.43	3.40	2.20	1.44	0.063	4.70	0.57	0.36	103.97
8	65.45	15.76	4.25	3.61	2.03	1.69	0.056	4.78	0.62	0.34	105.79
9	65.29	13.85	4.26	3.59	2.57	1.64	0.057	4.71	0.62	0.34	104.58
10	64.07	13.61	4.20	3.67	2.92	1.79	0.061	4.77	0.65	0.49	103.72
11	64.31	13.30	4.23	3.69	2.65	1.81	0.059	4.50	0.64	0.37	103.37
12	64.84	23.47	4.44	4.05	2.95	1.85	0.065	5.04	0.71	0.42	115.34
13	64.79	13.95	3.92	3.67	2.92	1.80	0.060	4.76	0.66	0.40	104.61
14	63.21	14.85	7.19	2.65	3.02	1.22	0.045	4.22	0.45	0.27	105.16
15	54.6	15.78	3.88	7.56	1.87	1.47	0.114	3.16	1.55	0.55	97.38
16	66.37	15.46	3.34	3.23	3.49	1.40	0.061	4.43	0.54	0.34	105.39
17	67.66	15.11	3.21	3.07	3.26	1.26	0.052	4.40	0.48	0.29	105.97
18	66.94	15.17	3.19	2.98	3.28	1.23	0.051	4.51	0.48	0.29	105.12
19	67.12	16.79	3.31	3.23	3.22	1.29	0.055	4.61	0.51	0.31	107.64
20	61.31	14.75	4.79	4.73	2.96	2.28	0.072	4.13	0.81	0.38	103.39
21	62.13	15.98	4.95	4.98	2.63	1.51	0.077	4.56	0.86	0.38	104.75
22	67.28	13.63	2.94	3.08	3.44	1.26	0.054	4.72	0.52	0.31	104.02
23	67.21	14.20	2.94	3.12	3.46	1.26	0.057	4.59	0.50	0.29	104.76
24	66.78	15.24	2.89	3.05	3.32	1.27	0.053	4.40	0.50	0.30	104.69
25	67.77	15.36	3.05	3.13	3.60	1.26	0.054	4.80	0.52	0.29	107.07
26	62.11	16.16	4.75	4.32	2.78	2.00	0.065	5.07	0.77	0.45	105.47
27	56.1	15.89	8.10	5.75	2.85	2.95	0.097	4.93	0.96	0.70	105.06
28	67.04	14.93	3.28	3.26	3.19	1.44	0.058	4.35	0.56	0.34	105.16
29	66.63	13.10	3.46	3.21	3.40	1.43	0.059	4.60	0.58	0.35	104.29
30	65.67	13.35	3.74	3.20	3.39	1.44	0.062	4.60	0.56	0.41	96.02
31	65.61	13.55	3.42	3.44	3.52	1.49	0.060	4.67	0.60	0.37	96.37
32	71.76	13.87	1.94	2.37	3.93	0.88	0.043	4.00	0.36	0.21	99.14
33	71.31	12.63	1.76	2.29	4.07	0.84	0.043	4.01	0.36	0.29	97.31
34	66.98	15.92	3.01	3.07	3.60	1.20	0.053	4.71	0.50	0.27	99.03
35	72.04	15.00	2.19	1.11	3.54	1.35	0.052	3.84	0.30	0.19	99.42
36	71.76	14.10	2.33	1.03	3.43	1.42	0.051	3.65	0.25	0.25	98.02
37	66.23	16.01	3.74	2.92	3.10	1.89	0.072	4.36	0.27	0.43	98.59
38	66.92	16.11	4.08	2.83	2.97	1.62	0.065	4.33	0.21	0.39	99.14
39	67.37	16.11	3.24	1.94	3.23	1.78	0.055	4.26	0.10	0.33	98.09
40	68.15	16.01	3.05	1.92	3.26	1.76	0.058	4.30	0.10	0.30	98.61
41	70.04	14.45	2.78	2.23	3.38	0.97	0.053	3.70	0.38	0.41	97.98
42	66.49	15.06	3.29	1.73	3.31	2.24	0.058	3.79	0.08	0.31	96.05
43	68.28	15.19	3.35	3.10	3.30	1.13	0.062	4.12	0.50	0.47	99.03
44	69.65	14.25	3.05	2.49	3.47	1.20	0.059	3.72	0.45	0.52	98.34
45	67.58	14.85	3.24	2.98	3.63	1.30	0.063	3.88	0.54	0.52	98.06
46	68.24	15.79	3.20	1.95	3.30	1.87	0.062	4.15	0.12	0.34	98.68
47	69.24	14.45	2.87	2.59	3.57	1.07	0.058	3.86	0.43	0.42	98.14
48	62.56	16.65	3.77	4.30	3.49	2.09	0.039	3.57	0.55	0.54	97.02
49	58.9	16.16	4.25	6.02	3.88	2.54	0.055	3.93	1.08	0.80	96.82

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی عناصر اصلی

Sampel.N	Ag	As	Ba	Be	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu
1	0.31	7.5	773	1.91	0.36	0.28	72	10	9	2.4	16
2	0.32	7.4	640	2.17	0.35	0.28	61	9	9	2.3	13
3	0.34	7.6	748	2.01	0.36	0.29	59	8	9	2.4	14
4	0.28	7.7	739	1.98	0.36	0.29	57	8	9	2.6	16
5	0.33	7.9	764	2.03	0.35	0.3	59	8	10	2.2	13
6	0.32	7.6	755	1.99	0.36	0.29	56	8	9	2.3	11
7	0.31	7.9	692	2.17	0.37	0.29	69	9	9	2.3	16
8	0.31	7.5	681	1.72	0.35	0.3	65	11	9	2.3	30
9	0.29	7.2	667	1.62	0.34	0.28	61	11	8	2.4	25
10	0.23	7.4	750	1.85	0.34	0.28	72	11	9	2.7	31
11	0.28	7.3	651	1.7	0.35	0.29	62	11	9	1.9	22
12	0.34	8.2	721	1.9	0.36	0.29	75	13	74	2.6	35
13	0.31	7.3	767	1.84	0.36	0.29	75	11	9	2.1	29
14	0.29	8	689	1.77	0.36	0.3	61	9	9	2.4	14
15	0.76	8	783	5.37	4.89	0.31	126	24	90	3.2	113
16	0.32	8	724	2.14	0.38	0.28	68	9	9	2.6	19
17	0.31	7.8	748	1.96	0.37	0.29	64	8	9	2.2	8
18	0.3	7.5	764	1.96	0.35	0.3	61	8	8	1.9	9
19	0.25	7.8	748	2.04	0.36	0.28	62	9	214	2.5	22
20	0.31	7.9	607	1.68	0.38	0.29	64	15	9	2.5	34
21	0.3	7.8	658	1.84	0.37	0.3	66	15	31	2.9	49
22	0.28	7.4	688	2.3	0.35	0.29	62	8	9	2.5	21
23	0.28	7.4	677	2.25	0.35	0.28	62	8	8	2.2	26
24	0.32	8	685	2.2	0.38	0.3	70	8	9	2.6	17
25	0.34	8	695	2.27	0.36	0.29	69	8	9	2	14
26	0.3	8.5	731	1.8	0.36	0.3	78	13	10	2.7	34
27	0.32	7.9	793	1.8	0.38	0.3	111	19	27	2.5	19
28	0.33	7.6	697	2.01	0.36	0.3	73	9	8	2.3	30
29	0.27	7.5	715	2.17	0.34	0.29	73	9	8	2.6	55
30	0.28	7.5	765	2.12	0.35	0.29	68	9	9	2.7	14
31	0.31	9	727	2.19	0.37	0.32	66	10	9	2.5	15
32	0.22	8	599	2.45	0.37	0.28	57	5	9	2.2	10
33	0.18	9.4	588	2.4	0.36	0.27	67	5	8	2.5	8
34	0.35	7.6	704	2.17	0.37	0.31	66	8	9	2.6	14
35	0.55	0.5	772	2.19	0.5	0.1	46.14	4.67	19.11	2.17	8.7
36	0.59	0.52	703	2.02	0.5	0.16	45.65	1.89	61.17	1.93	9.17
37	0.92	0.5	937	1.96	0.5	0.1	79.07	11.58	44.54	2.65	22.79
38	1.19	0.5	861	1.72	0.5	0.1	68	11.35	43.13	1	21.51
39	0.59	2.77	784	1.89	0.5	0.1	51.69	4.68	23.18	2.25	12.19
40	0.71	0.5	808	1.94	0.5	0.1	60.41	6.94	44.89	2.41	13.4
41	0.56	2.81	896	1.74	0.5	0.1	53.68	4.74	28.26	1.78	17.1
42	0.81	2.82	823	2.11	0.5	0.1	61.89	6.14	12.78	1.31	7.69
43	1.1	0.5	872	2.02	0.5	0.1	67.84	5.76	83.8	1.65	23.51
44	0.96	0.59	845	2.11	0.5	0.1	61.47	5.84	97.44	1.19	13.51
45	0.86	0.57	826	1.98	0.5	0.1	66.58	6.22	102.12	2.58	7.89
46	0.94	0.5	846	2.06	0.5	0.1	54.73	9.4	47	1.26	20.8
47	0.74	0.5	787	2.01	0.5	0.1	57.71	5.75	35.01	1.18	20.41
48	0.88	0.5	944	2.42	0.5	0.1	92.84	9.51	19.84	2.84	61.8
49	2.1	1.98	1027	2.49	0.5	0.43	153.15	12.52	29.56	5.89	47.38

جدول ۳- نتایج تجزیه شیمیایی عناصر فرعی

Sampel.N	La	Li	Mo	Nb	Ni<	Pb	Rb	S	Sb	Sc	Sn
1	42	17	1.77	26	18	10	68	870	1.43	4.9	2.9
2	38	24	5.53	25	14	10	65	141	1.34	4.3	2.8
3	37	24	1.86	24	12	10	86	141	1.44	3.8	2.8
4	36	24	4.77	23	13	10	88	277	1.29	4	2.9
5	38	24	1.81	24	19	9	86	170	1.4	4.1	2.8
6	35	25	5.74	23	11	10	67	87	1.36	3.7	2.9
7	43	24	5.72	24	14	10	69	73	1.34	4.6	2.9
8	39	19	7.69	22	15	9	65	62	1.36	5.1	2.9
9	37	18	4.69	24	13	10	61	228	1.3	4.6	2.8
10	44	18	1.72	25	21	9	73	163	1.29	4.9	2.7
11	38	18	1.66	25	20	11	63	100	1.26	5.2	2.6
12	43	19	5.98	26	77	11	73	106	1.38	5.5	3
13	44	19	5.89	27	20	10	72	75	1.31	5	2.8
14	39	22	1.84	21	15	10	87	374	1.52	3.9	3.1
15	57	13	1.5	48	55	11	54	133	1.38	12.7	3
16	43	21	6.18	25	14	10	89	357	1.39	4.5	3
17	40	24	5.21	23	11	9	80	122	1.43	4.2	2.9
18	38	24	5.83	22	10	10	85	94	1.42	4	2.9
19	38	24	7.27	24	98	11	78	102	1.44	4	2.8
20	38	18	1.65	30	22	10	67	77	1.36	7.8	2.8
21	42	13	5.32	25	32	10	59	69	1.42	8.2	2.8
22	39	26	5.33	26	11	10	97	115	1.39	4	3.1
23	39	28	5.81	25	10	10	93	128	1.33	4	2.7
24	45	26	1.92	24	12	11	92	146	1.48	4.2	2.9
25	43	29	7.52	26	13	10	94	126	1.38	4.2	2.9
26	46	17	1.82	28	21	11	67	146	1.5	6.3	3
27	64	16	1.35	25	30	10	59	564	1.5	10	2.8
28	45	23	5.81	23	11	11	90	84	1.43	4.5	3
29	43	23	6.97	27	11	10	82	80	1.33	4.3	2.6
30	44	23	6.66	26	12	10	89	138	1.32	4.4	2.8
31	42	24	5.4	29	14	10	88	101	1.55	4.5	2.8
32	40	29	1.64	23	11	10	107	192	1.41	3.1	3
33	50	33	1.69	26	8	10	115	473	1.36	2.7	2.6
34	43	27	5.98	22	9	9	98	95	1.44	4.2	2.9
35	40.14	17.13	1.77	14.06	10.44	1	62.72	381	0.5	2.3	1.43
36	41.43	26.23	0.5	13.32	10.15	1	48.8	99	0.5	1.6	1.36
37	65.17	16.62	0.5	23.2	51.98	6.94	28.07	79	0.5	4.07	2.3
38	52.77	14.31	0.72	22.37	25.5	4.07	34.2	58	0.5	3.94	2.15
39	43.81	22.6	0.9	17.35	11.05	1	30.37	65	0.53	2.72	1.63
40	50.21	23.14	1.18	18.45	12.95	1	33.41	122	0.5	2.87	1.71
41	44.36	17.88	0.59	15.74	11.28	16.56	1	88	0.62	2.89	1.6
42	51.81	25.23	0.5	18.96	10.41	6.08	83.16	84	0.5	4.55	1.82
43	55.22	23.31	1.23	20.93	24.11	2.5	46.39	473	0.5	5.11	2
44	51.13	29.19	1.42	18.36	31.79	4.43	65.38	81	0.5	3.96	1.7
45	52.79	22.53	0.5	21.84	24.44	3.45	45.43	42	0.5	4.64	2.02
46	47.68	22.98	0.5	18.48	20.69	5.37	54.1	78	0.82	3.4	1.8
47	48.25	25.58	0.5	17.54	43.96	7.09	18.33	88	0.5	3.22	1.7
48	64.87	5.58	0.75	24.42	21.31	6.11	28.25	212	0.81	5.16	2.72
49	108.21	6.11	3.34	48.67	39.36	13.36	56.85	75	0.67	7.65	3.77

ادامه جدول ۳- نتایج تجزیه شیمیایی عناصر فرعی

Sampel.N	Sr	Te	Th	Tl	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr
1	1091	0.16	13.5	0.88	5.5	68	1.57	10	1.3	59	214
2	873	0.15	14.5	0.84	5	59	1.57	9	1.2	55	165
3	854	0.15	13.9	0.88	6.3	52	1.54	9	1.1	53	157
4	844	0.15	14	0.89	5.7	50	1.58	8	1.1	52	150
5	871	0.15	14.3	0.92	6.2	53	1.62	9	1.2	52	162
6	806	0.15	14	0.9	5.2	49	1.53	8	1.2	52	144
7	928	0.15	15.9	0.87	6	58	1.65	10	1.3	57	167
8	1010	0.15	12.4	0.8	5.5	66	1.5	10	1.2	60	204
9	1004	0.15	11.7	0.87	6.2	67	1.57	9	1.2	66	217
10	1111	0.15	12.2	0.79	5.6	70	1.5	10	1.2	64	222
11	1017	0.15	11.5	0.76	5.4	72	1.55	9	1.2	59	195
12	1081	0.16	13.4	0.84	6.8	72	1.62	10	1.4	75	207
13	1107	0.15	12.8	0.82	5.2	70	1.51	10	1.2	63	225
14	823	0.15	14.6	0.91	5.4	46	1.64	9	1.1	44	147
15	1173	0.18	22.3	0.7	6.4	143	1.67	19	2.3	118	526
16	921	0.15	16.2	0.91	6	54	1.6	10	1.3	53	158
17	845	0.15	15	0.92	5.9	51	1.59	9	1.1	50	155
18	862	0.15	14.1	0.84	6.1	49	1.54	9	1.1	51	155
19	903	0.15	14.5	0.92	5.9	54	1.61	9	1.2	54	165
20	866	0.17	13.7	0.83	5.4	93	1.61	13	1.5	69	233
21	897	0.16	13.3	0.85	5.5	99	1.57	15	1.8	74	235
22	806	0.15	15.5	0.9	5.9	53	1.66	9	1.1	53	199
23	783	0.15	15.8	0.87	5.9	52	1.52	10	1.2	53	215
24	791	0.16	17.3	0.97	5.3	50	1.66	10	1.2	52	184
25	834	0.15	16.8	0.93	6.2	53	1.67	10	1.3	51	203
26	1163	0.16	14	0.96	5.8	84	1.58	11	1.4	70	244
27	1645	0.17	14.7	0.82	5.8	124	1.55	17	2	84	177
28	907	0.15	15.8	0.91	5.1	56	1.64	10	1.2	57	172
29	900	0.15	15.2	0.86	5.2	60	1.53	10	1.2	59	176
30	922	0.15	15.3	0.88	5.4	58	1.53	10	1.2	55	170
31	931	0.16	14.5	0.93	4.8	63	1.62	10	1.3	58	186
32	492	0.14	19.9	0.94	5	36	1.66	8	0.9	39	154
33	489	0.14	19.9	0.91	5.1	37	1.58	8	1	37	145
34	801	0.15	16.4	0.93	5.3	50	1.62	9	1.2	52	141
35	723	0.05	14.57	0.5	1.33	42.87	0.5	6.03	0.82	36.99	162
36	693	0.05	14.73	0.5	1.36	43.92	0.5	5.36	0.73	37.7	155
37	1351	0.05	14.19	0.5	1.69	80.45	0.52	10.15	1.16	65.44	245
38	1424	0.05	12.61	0.5	0.95	74.27	0.5	8.47	1.12	57.27	219
39	1011	0.05	12.49	0.5	1.45	55.68	0.5	6.45	0.89	46.79	171
40	1021	0.05	12.52	0.5	1.55	58.67	0.77	7.07	0.92	49.5	198
41	1086	0.05	10.45	0.5	1.11	56.56	0.5	6.89	0.83	44.89	113
42	1009	0.05	16.07	0.5	1.46	64.89	0.5	9.31	1.03	57.46	206
43	1132	0.05	15.3	0.5	1.18	72.77	0.5	9.77	1.11	55.98	258
44	1015	0.05	13.26	0.5	1.48	61.02	0.5	8.8	1.02	50.3	173
45	1217	0.05	13.77	0.5	1.7	72.78	0.57	9.66	1.08	55.56	146
46	1011	0.05	14.48	0.5	1.37	61.64	0.5	7.79	1.03	49.93	210
47	989	0.05	15.01	0.5	1.36	58.85	0.5	7.77	0.88	50.29	162
48	1106	0.07	16.85	0.5	1.91	87.81	0.5	14.08	1.69	76.76	291
49	2090	0.1	24.09	1.03	3.88	151.04	0.79	26.37	2.71	94.97	624

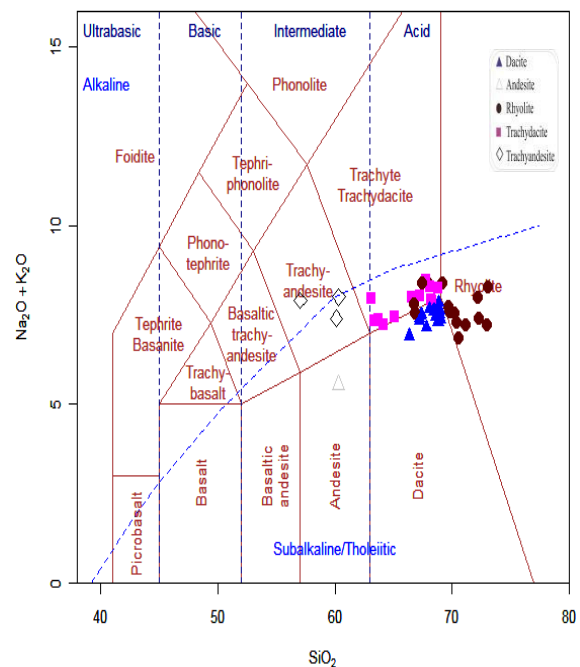
بحث

پetroگرافی

برای نام گذاری سنگ های منطقه مورد مطالعه از رده بندی شیمیایی ارائه شده توسط (Le Bas et al(1996) [6]. استفاده شده است بر این اساس سنگ های منطقه در محدوده آندزیت-تراکی آندزیت، داسیت -تراکی داسیت-ریولیت می باشد.(شکل ۲)

بافت عمومی سنگ های فوق پورفیری، میکروولیتی پورفیریک، هیالومیکرولیتیک، پرلیتی است. زمینه این سنگ ها به نسبت های مختلف از شیشه، پلاژیوکلاز، فلدسپار قلیایی، کلینوپیروکسن، بیوتیت، آمفیبول، کوارتز، آپاتیت و کانی های تیره تشکیل شده است.

شکل ۲- طبقه بندی سنگ های منطقه بر اساس رده بندی شیمیایی ارائه شده توسط (Le Bas et al(1996)



گذاره های آندزیتی -تراکی آندزیتی

فونوکریست های موجود در این سنگ ها به ترتیب فراوانی عبارتند از:

پلاژیوکلاز: فراوانترین فونوکریست این سنگ ها می باشد که در اندازه های کوچک تا خیلی درشت دیده می شود. در مورد بلور های درشت پلاژیوکلاز باید گفت که بزرگ بودن اندازه ی آن ها تا حدودی نتیجه ی نسبت نطفه بندی به سرعت واقعی رشد است. کانی هایی که به سختی نطفه تشکیل می دهند و به آسانی رشد می کنند بلور های بزرگ بوجود می آورند [7].

از لحاظ بافتی و ترکیبی در این سنگ ها نیز دو نوع پلاژیوکلاز می توان تشخیص داد، پلاژیوکلازهایی با ترکیب لابرادوریت تا آندزین دارای ماکل های تکراری ضخیم، منطقه بندی، خوردگی، گردشگی، اشکال خلیجی، بافت غربالی و پلاژیوکلازهایی با ترکیب سدیک تر در حد الیگوکلاز که این پلاژیوکلازها نسبت به پلاژیوکلازهای نوع اول سالم ترند(شکل ۳-۳f). در این سنگ ها پلاژیوکلاز به صورت تجمعات گلومروپورفیری و گلومروکریست دیده می شود(شکل ۳-۳g,h). در مورد بافت غربالی این پلاژیوکلازها برخی از محققین ظهور این بافت را به فرآیند اختلاط ماگمایی نسبت داده اند.

آلکالی فلدسپارها: این کانی ها بیشتر به صورت میکروولیت در خمیره حضور دارند و خیلی به ندرت به صورت فونوکریست در سنگ حضور دارند. و در صورت وجود بلور های آنها بی شکل و نیمه شکل دار و به ندرت خود شکل دارای ماکل کارلسباد می باشد. از جمله دگرسانی موجود در این کانی ها دگرسانی آرژیلی می باشد.

پلاژیوکلازها کانی اصلی سازنده خمیره ی این سنگ ها می باشند.

بلورهای آلکالی فلدسپار نیز علاوه بر بلور های پلاژیوکلاز کانی های فلسیک زمینه را تشکیل داده اند. بلورهای پیروکسن، آمفیبول و بیوتیت و کانی های اوپک بین این بلور ها دیده می شوند. شیشه اپاسیته نیز در خمیره دیده می شود.

گذاره های داسیتی-ریولیتی

پلاژیوکلاز: پلاژیوکلاز، فراوانترین فنوکریست این سنگ ها است. پلاژیوکلازها دارای ماکل پلی سنتتیک (تکراری) و کارلسباد می باشند. گاهی این بلورها بصورت خلیجی و گرد شده دیده می شوند. در برخی از این بلورها بافت غربالی و منطقه بندی دیده می شود. حاشیه های بازیکی که گاهی در اطراف پلاژیوکلازها دیده می شود مانع از خوردگی بلور شده است. پلاژیوکلاز این سنگ ها نیز متحمل دگرسانی کربناتی شده.

آمفیبول: آمفیبولها که از نوع اکسی هورنبلند هستند. گاهی تنها قالبی از این بلور باقی مانده است. حواشی اپاسیته و خورده شده از دیگر ویژگیهای آمفیبولها است. از تجزیه و دگرسانی این بلور، مجموعه ای از کانیهای اوپک، سریسیت و آپاتیت حاصل شده است. **آلکالی فلدسپار:** این کانی در متن سنگ های ریولیتی بیشتر حضور دارد و بیشتر به صورت میکروولیت در زمینه دیده می شود. و کمتر به صورت فنوکریست دیده می شود. در بعضی سنگ ها دچار دگرسانی آرژیلیک شده است.

کوارتز: کوارتز به مقدار خیلی کم به صورت فنوکریست دیده می شود. این کوارتزها نیز خلیجی بوده و خاموشی موجی نشان می دهند (۳-۵). گاه

کلینو پیروکسن: دومین درشت بلور این سنگ ها را کانی کلینو پیروکسن تشکیل می دهد که با توجه به زاویه خاموشی در حد اوژیت و اوژیت اژیرین می باشد. در برخی از مقاطع نازک پیروکسن ها به صورت انباشتی دیده می شوند و بافت گلومروپورفیری تشکیل داده اند (شکل ۳-۱)، که علاوه بر بیان توقف ماگما در حجره ماگمایی در حین صعود، نشان دهند ه تقدم تبلور کانی های اوژیت نسبت به دیگرکانی ها است [7].

آمفیبول: از نظر فراوانی بلور آمفیبول که از نوع هورنبلند می باشند دومین کانی مافیک در این سنگ هاست که بیشتر خودشکل اندو بعضا دارای خوردگی و حاشیه ی اپاسیته هستند. گاهی این بلورها تجزیه شده و به بلور های دیگری چون اوپاک آپاتیت واسفن تبدیل شده اند در مواردی بقایای شیشه مافیک یا حدواسط در اطراف بلور آمفیبول دیده می شوند، این بلورها در واقع اجزاء متلاشی شده میکروپیلو هستند که هنوز چسبندگی به ماگمای بازیکی دارند. در بعضی از نمونه ها این بلور ها دارای حاشیه واکنشی بوده و به پیروکسن تبدیل شده اند (۳-۱).

بیوتیت: گاه بیوتیت نیز به صورت فنوکریست و میکروفنوکریست دیده می شود که مانند آمفیبول ها حاشیه اپاسیته دارند (۳-۱)، این کانی ها نیز در بعضی سنگ ها دارای حاشیه واکنشی هستند و مانند آمفیبول ها به پیروکسن تبدیل شده اند (۳-۱).

خمیره: در این سنگ ها فنوکریست ها، در خمیره ای با بافت میکروولیتی، هیالو میکروولیتی، میکروکریستالین، تراکیتی و جریانی قرار گرفته اند.

غربالی، خوردگی های خلیجی، بافت اسکلتی، جذب بلورین، منطقه بندی و حاشیه واکنشی) نشان می دهند. فنوکریست های متعادل با این بخش شامل پلاژیوکلازها ی سدیک (الیگوکلاز) پیروکسن های با ترکیب اوژیت تا اوژیت اژیرین می باشند.

این بخش فاقد بلور های درشت است که در صورت دارا بودن نیز این بلورها آثار بافت غربالی، حاشیه واکنشی، جذب بلورین و خوردگی را نشان می دهند.

بخش حدواسط: گاه در حد فاصل شیشه اسیدی و شیشه تیره زون کم ضخامت و حد واسطی وجود دارد که از شیشه قهوه ای کمرنگ تشکیل شده و دارای ضریب شکست کمی بیشتر از زمینه اسیدی و کمتر از متن بازیک می باشد، این بخش کم ضخامت معرف زون هیبرید می باشد که دارای بلور های سالم پلاژیوکلاز سدیک و پیروکسن است.

کانی های فرعی: آپاتیت، زیرکن و کانی اوپک

کانی های ثانویه: کوارتز به صورت ثانویه و به شکل پلی کریستالین در خمیره و در حفرات موجود در سنگ دیده می شود.

از طرفی بندرت زینوکریست هایی از این کانی نیز دیده می شود که گرد شده بوده و دارای حاشیه واکنشی پیروکسن می باشد (شکل ۳-p).

از دیگر کانی های ثانویه بیوتیت و کانی های رسی و کربنات می باشد.

ادخالهایی از کانی مافیک در آن ها دیده می شود. این امور مربوط به تکتونیزه شدن کانی کوارتز است. کوارتزها عمدتاً به صورت میکروفنوکریست و در حفرات و خمیره دیده می شوند.

بیوتیت: بیوتیت نیز به عنوان فنوکریست در این سنگ ها ظاهر شده است.

این کانی به رنگ قهوه ای می باشد که در اطراف آنها حاشیه تیره و اپاسیته وجود دارد.

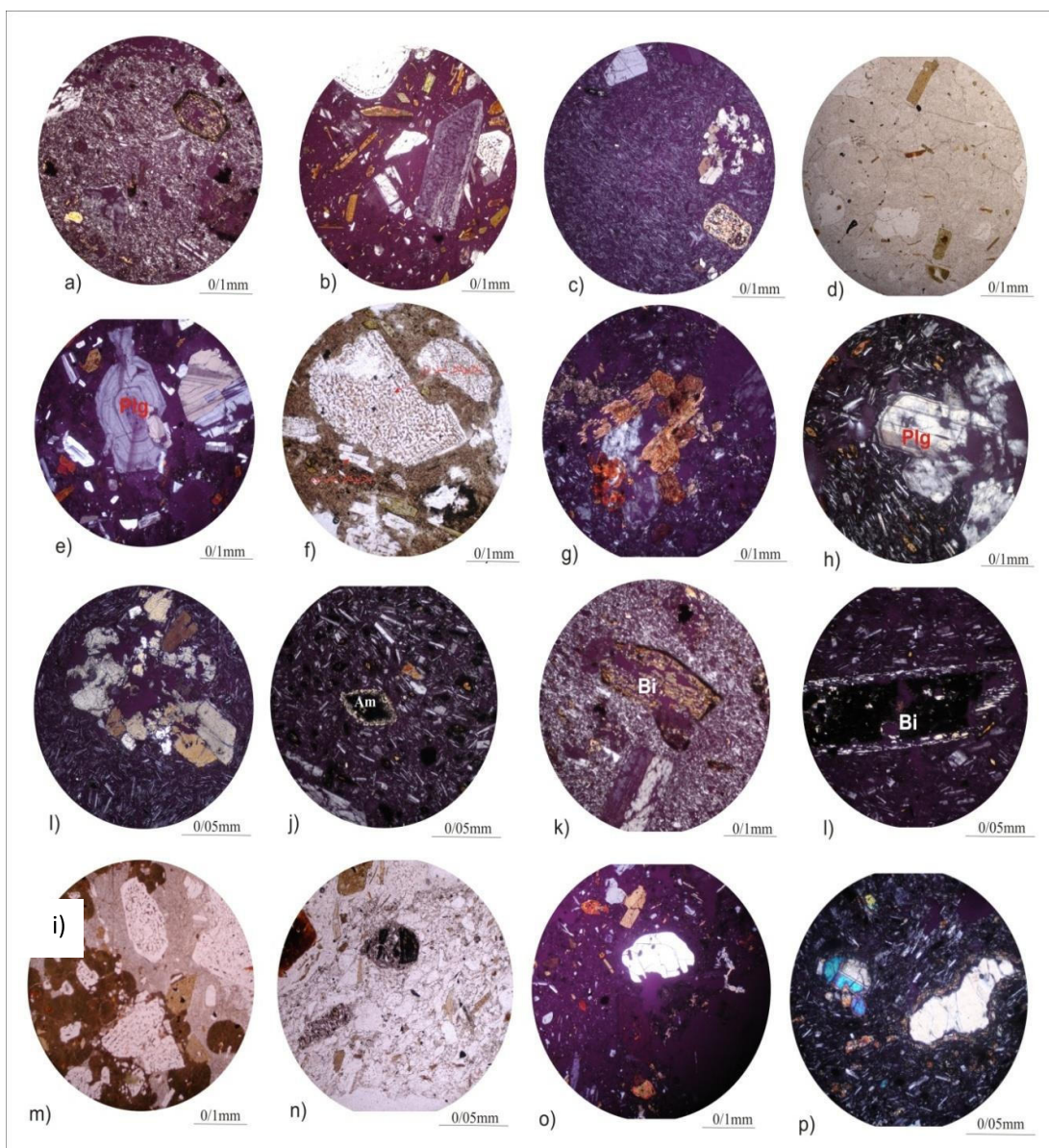
خمیره: خمیره ی این سنگ ها از نظر ترکیبی شامل دو بخش مجزا و ناهمگون (اسیدی و بازیک) و گاهی سه بخش متمایز است (بخش بازیک، بخش حدواسط و بخش اسیدی) (شکل ۳-m).

بخش بازیک شامل لخته هایی از ماگمای بازیک است که به صورت بالشی یا زبانه ای بوده به رنگ تیره دیده می شود و بافت میکرولیتی یا هیالو میکرولیتی نشان می دهد.

این بخش معمولاً به صورت میکرو پیلو و یا پچ های پراکنده یا رگه های بازیک در سنگ دیده می شود (۳-n) در مواردی میکروپیلوهای آن متلاشی شده و در اطراف بلورهای فاز بازیک حاشیه ای را ایجاد کرده است این حالت نتیجه متلاشی شدن میکروپیلو ها طی فرایند همگن شدن مکانیکی می باشد [2].

گاهی نیز پچ ها و لکه هایی از آن در سنگ پراکنده است، درحقیقت با پیشرفت اختلاط، مواد تیره و بازیک به صورت دانه های بسیار ریز درآمده و در زمینه اسیدی پراکنده می شوند.

بخش اسیدی به رنگ روشن و بافت میکرو کریستالین پورفیریک و فلسیک نشان می دهد و شامل بلورهای پلاژیوکلاز و فلدسپار می باشد، فنوکریست های فاز بازیک (لابرادوریت، تیتان اوژیت) در این بخش ناپایدار بوده و بافت های نامتعادل (مانند بافت



شکل ۳- (a) بافت میکرولیتیک پورفیریک در نمونه ای از سنگ آندزیتی منطقه. (مطالعه در نور PPL). (b) بافت هیالوپورفیریک در نمونه ای از سنگ های تراکی آندزیتی منطقه (c) بافت تراکیتی در نمونه ای از سنگ آندزیتی منطقه (مطالعه در نور PPL). (d) بافت پرلیتی در نمونه ای از سنگ های داسیتی-ریولیتی منطقه (مطالعه در نور XPL). (e) منطقه بندی در بلور پلاژیوکلاز (مطالعه در نور PPL). (f) پلاژیوکلاز های سدیک با ترکیب الیگوکلاز در کنار پلاژیوکلاز های کلسیک با بافت غربالی و خوردگی (مطالعه در نور XPL). (g) تجمع گلومروپورفیری در نمونه ای از سنگ آندزیتی منطقه (مطالعه در نور PPL). (h) تجمعات گلومروکریست بلور های پلاژیوکلاز (مطالعه در نور PPL). (i) تجمعات گلومرو کریست بلور های کلینوپیروکسن (مطالعه در نور PPL). (j) حاشیه واکنشی پیروکسن اطراف بلور هورنبلند (مطالعه در نور PPL). (k) حاشیه اپاسیته اطراف بلور بیوتیت (مطالعه در نور PPL). (l) حاشیه ی واکنشی پیروکسن اطراف بلور بیوتیت (مطالعه در نور PPL). (m) نمای از ترکیب دو گانه در سنگ، در این مقطع بین بخش بازیک و بخش اسیدی زون هیبرید تشکیل نشده است (مطالعه در نور XPL). (n) حضور ماگمای بازیک صورت میکروپیلو (مطالعه در نور XPL). (o) بلور کوارتز در سنگ های اسیدی منطقه که حالت خلیجی دارد (مطالعه در نور PPL). (p) حاشیه واکنشی دور زونکریست کوارتز در سنگ داسیتی منطقه (مطالعه در نور PPL).

ژئوشیمی

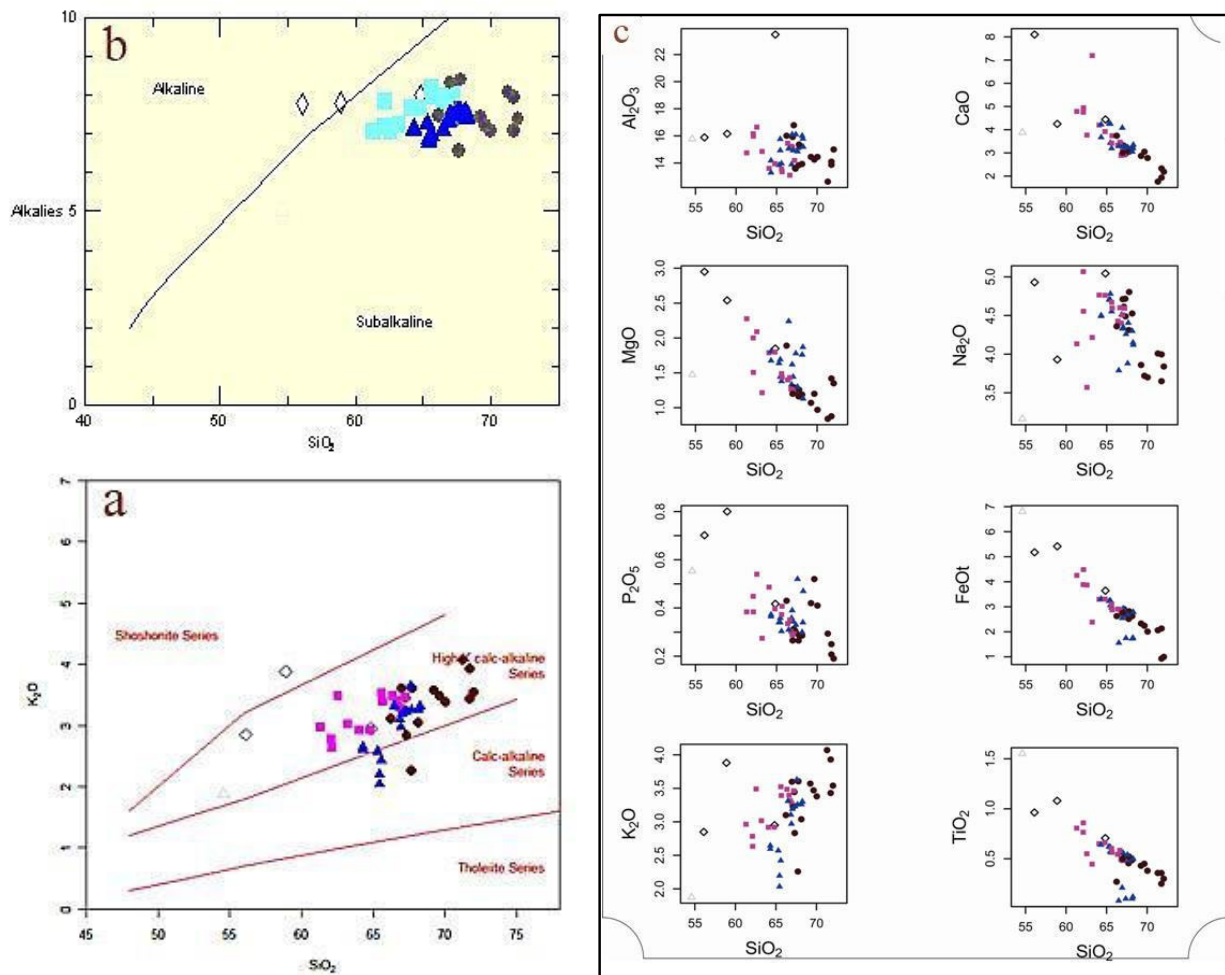
تعیین سری ماگمای

منطقه در محدوده کالکوالکالن با پتاسیم بالا و کالکوالکالن با پتاسیم متوسط قرار گرفته اند (شکل ۴-ا،ب).

نمودارهای تغییرات

شکل ۴-ج نمودار تغییرات عناصر اصلی در برابر SiO_2 را نشان می دهد.

در نمودار (Irvin & Baragar, 1971) [4] نمونه ها در محدوده ساب آلکالن قرار گرفته اند. در نمودار (Peccerilo & Taylor, 1976) نمونه های



شکل ۴-ا قرار گرفتن نمونه های منطقه در نمودار (Peccerilo & Taylor, 1976) (ب) قرار گرفتن نمونه ها در نمودار (Irvin & Baragar, 1971) در محدوده ساب آلکالن. (ج) نمودارهای تغییرات اکسیدهای عناصر اصلی در مقابل SiO_2

تحلیل مشاهدات بافتی، کانی شناسی

وژئوشیمیایی

اولیه انجماد و تفریق ماگما به مقدار خیلی کم در ساختمان پلاژیوکلازها وارد می شود و لذا در جریان تفریق مقدار آن در ماگمای باقی مانده افزایش می یابد. و همچنین در سه نمودار K/Rb , Ba/Rb , Zr/Rb [5]. مربوط به این نسبت ها در سنگ های منطقه همانطور که مشاهده می شود، روند خطی که نشان از ثابت بودن این نسبت ها در ماگمای ایجاد کننده این سنگ ها می باشد، دیده می شود و اعداد مربوط به این نسبت ها به صورت خطی با شیب یکنواخت که نشان از تفریق ماگمایی می باشد دیده می شود و بعضاً تغییراتی نشان می دهد که با توجه به مقدار اندک آن احتمالاً به صورت ضعیف آغشتگی با پوسته می توان بیان نمود (نمودار ۵-ا). با توجه به ترکیب بایمدال پلاژیوکلازهای منطقه و نیز با توجه به تفاوت ترکیب موجود بین هسته و حاشیه بلور در بلورهای پلاژیوکلاز غربالی، تشکیل بافت غربالی نتیجه باز بودن سیستم ماگمایی و فرایند اختلاط ماگمایی بوده است (شکل ۳-ف).

Zr و Y هر دو جزء عناصر ناسازگار کم تحرک می باشند و طی تفریق مقدار آن ها در مذاب افزایش می یابد. بنابراین اگر نمونه های مربوط به یک مجموعه سنگی هم منشأ باشند نمودار بایست دارای روند خطی مستقیم با شیب مثبت باشد اما این روند در نمودار مربوط به نمونه های منطقه (شکل ۵-ج) گرچه دارای شیب مثبت می باشد ولی در برخی نمونه ها از جمله داسیت ها و ریوداسیت ها پراکندگی هایی دیده می شود که می توان احتمالاً به آغشتگی ماگمای مافیک با سنگ های پوسته مرتبط دانست (ویا اختلاط

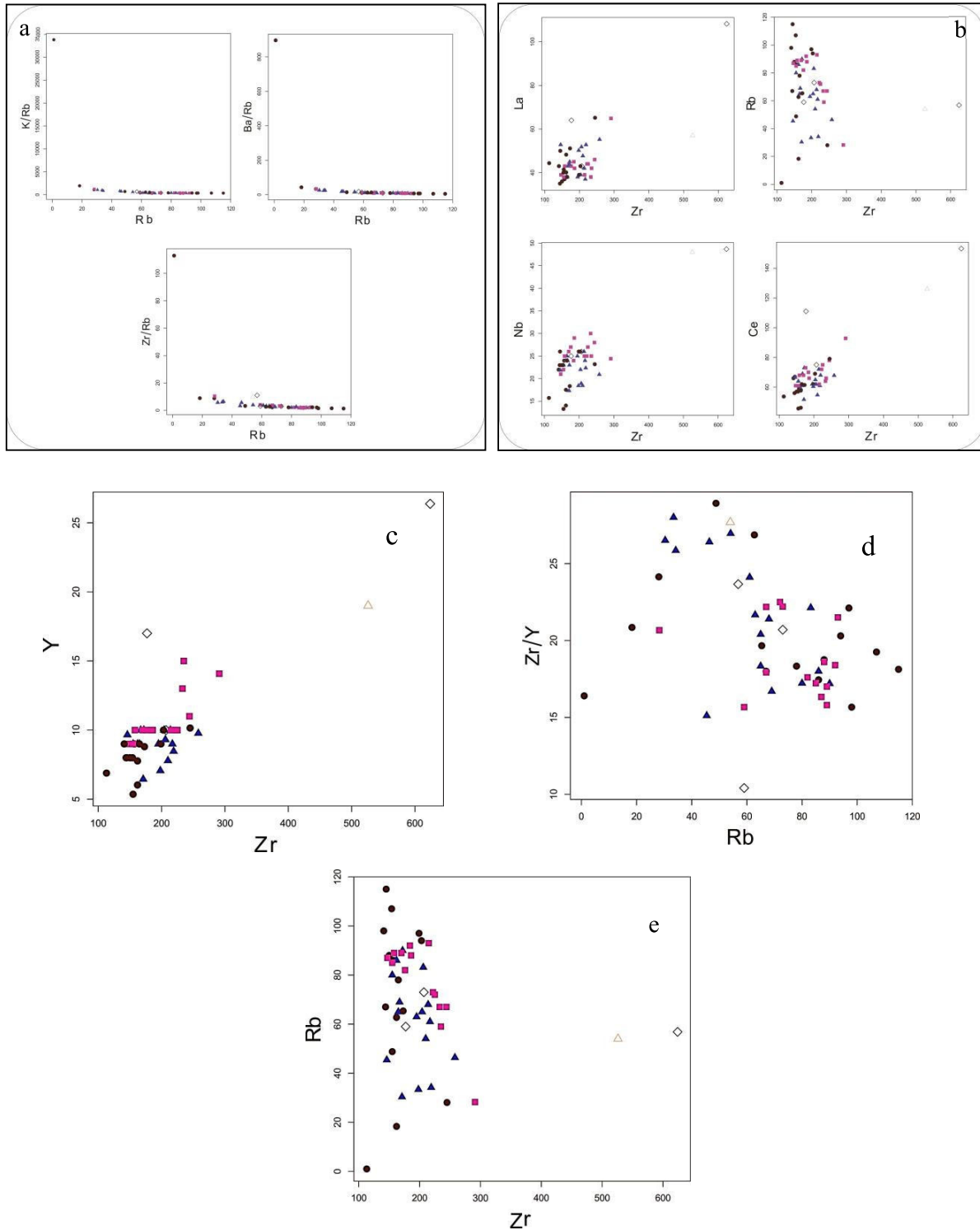
در این سنگها تجمع گلوپورفیری، گلوپروکریست پلاژیوکلاز، کلینوپیروکسن به کرات مشاهده می شود (شکل ۳-گ، h، i). که می تواند دلیلی بر تفریق ماگمایی باشد ترکیب پلاژیوکلاز در سنگهای داسیتی و ریولیتی به الیگوکلاز و آلبیت تغییر می کند. با توجه به این اختلاف ترکیب و بخصوص با در نظر گرفتن حجم بسیار زیاد سنگ های اسیدی منطقه در مقایسه با سنگ های آندزیتی و تراکی آندزیتی تفریق آنها از ماگمای بازیک اولیه بعید به نظر می رسد. با توجه به نمودار تغییرات عناصر اصلی در برابر SiO_2 (شکل ۴-ج) به طور کلی می توان گفت در تغییرات عناصر اصلی در مقابل SiO_2 همانطور که ملاحظه می شود اکسیدهای عناصر TiO_2 , MgO , FeO_1 , P_2O_5 , Al_2O_3 با CaO افزایش SiO_2 ارتباط منفی نشان می دهند و این کاهش، در واقع بیانگر روند عادی تفریق است. کاهش ۳ اکسید TiO_2 , MgO , FeO_1 را می توان به تفکیک کانی های فرومنیزین نظیر بیوتیت و آمفیبول نسبت داد. کاهش اکسیدهای CaO و Al_2O_3 را نیز می توان به دلیل مشارکت آنها در ساختمان پلاژیوکلازها در نظر گرفت. تغییرات P_2O_5 نیز تابع تغییرات CaO است زیرا عنصر فسفر در سنگ های ماگمایی دارای رابطه نزدیکی با کلسیم می باشد و در ساختمان آپاتیت شرکت می کند. همچنین در این دیاگرام ها مشاهده می شود که تغییرات K_2O در مقابل SiO_2 روند افزایشی دارد زیرا این اکسید در مراحل

وارد شده است و مبین وقوع پدیده اختلاط در این سنگها می باشد. بررسی اشکال مختلف این ماگمای بازیک نشان میدهد پدیده اختلاط گاه بصورت ناقص (Mingling) و گاه بصورت کامل (blending یا mixing) بوقوع پیوسته است. به طور کلی ماگمای بازیک به اشکال متفاوت در سنگهای آندزیتی و داسیتی منطقه حضور دارد. یکی از این اشکال حالتی است که ماگمای بازیک به صورت انکلاو و یا پیچ های مافیک است در این حالت که عمدتاً در سنگهای حدواسط منطقه مشاهده می شود بخش ماگمایی بازیک بصورت پیچ مانند یا رگه ای وارد سنگ میزبان شده است و گاهی در حفاصل این دو بخش یک زون هیبرید تشکیل شده که از لحاظ ترکیبی حدواسط دو بخش مزبور می باشد اند حضور ماگمای بازیک نشانه تغذیه مجدد حجره می باشد. به نظرمی رسد قسمت اعظم ماگمای بازالتی تزریق شده در حجره در کف حجره تجمع می کند و لایه بازیک نیمه پایداری ایجاد می شود. در اثر انتشار عناصر از سطح تقابل دو ماگما (اسیدی و بازیک)، بین این دو اختلاط شیمیایی صورت می گیرد و یک لایه ماگمای هیبرید (blended) با ترکیب حدواسط در حفاصل دو ماگمای اولیه تشکیل می شود (زون هیبرید). گاه ماگمای بازالتی پس از ورود به بخش سردتر حجره متلاشی شده و در اثر حرکات کنوکسیون بصورت انکلاوها و تکه هایی در سرتاسر ماگمای میزبان پراکنده می شود. همچنین این حالت ممکن است نتیجه ورود ماگمای بازیک به داخل بخش اسیدی تفریق یافته تر و سرد تر تحت فشار و

این تیپ سنگها با ماگماهای اسیدی تر). همچنین نسبت Zr/Y ضمن تفریق بایستی ثابت بماند و میزان Rb نیز طی تفریق افزایش یابد. اما در نمودار مربوط به نمونه های این منطقه علائق ثابت نبودن نسبت Zr/Y ضمن تفریق ماگمایی، مقدار عنصر Rb نیز دارای نوسانات مختلفی می باشد که حاکی از اختلاط و آغشتگی ماگما با پوسته دارد (نمودار ۵-d). یکی از ویژگی های بسیاری از گروه های آتشفشانی زون های ریفتی و دیگر مناطق، نسبت حدوداً ثابت عناصر کمیاب ناسازگار آن ها ($Rb/Zr, La/Zr, Ce/Zr, Nb/Zr$) است. این مسئله روشی سودمند برای منشأ تحت کنترل تفریق ماگمایی است، زیرا اگر نسبت عناصر کمیاب در کل یک گروه ثابت باشد بنابراین وجود آغشتگی پوسته ای بعید است. در غیاب داده های ایزوتوپی رادیوژنیک برای تأیید خط نزول مایع، ثبات نسبت عناصر کمیاب ناسازگار به عنوان شاخصی که تبلور جزء به جزء، فرایند حکم فرما در تکامل آن گروه خاص بوده است. همان طور که در نمودار ۵-b مشاهده می نماید، روند خطی که نشان از ثابت بودن این نسبت ها باشد دیده نمی شود مخصوصاً در مورد رویدادیم که حتی با دیگر نمودار عناصر متفاوت می باشد و این خود دلیلی دیگر حاکی از اختلاط و آلودگی ماگما است که به احتمال زیاد این آغشتگی ماگمای اولیه با پوسته است. دیگر ویژگی بارزی که هم در سنگهای حدواسط و هم در سنگهای اسیدی منطقه دیده می شود حضور بخش هائی از یک ماگمای بازیک در متن سنگ می باشد (شکل ۳-m). این ماگمای بازیک به اشکال مختلفی در این سنگها

حضور گزنوکریست های کوارتز با حاشیه واکنشی و گزنولیت های بیگانه اشاره کرد (شکل ۳-۳). وجود گزنوکریست های کوارتز در سنگهای آندزیتی منطقه که حاشیه واکنشی با ترکیب پیروکسن (احتمالاً کلینوپيروکسن) در اطراف آنها تشکیل شده است. شاهد روشنی بر آلودگی سنگ با مواد پوسته ای می باشد. به عقیده [9] انحلال و خوردگی گزنو کریست های کوارتز نشان دهنده تمایل مذاب در برگیرنده این گزنوکریست ها برای جذب و بکارگیری آنها در ساختمان ارتوپيروکسن ها می باشد. هضم این گزنوکریست ها می تواند منجر به تغییر ترکیب ماگما و در نتیجه ظهور بافت های غربالی و نیز منطقه بندی به خصوص در فنوکریست های پلاژیوکلاز شود. مسأله آلودگی سنگهای منطقه با مواد پوسته ای را از نمودارهای ژئوشیمیایی نیز می توان استنتاج نمود. میزان برخی عناصر نظیر Th، Sr، Rb و Y در تمام گروههای سنگی منطقه بالا بوده و در حد مقادیر پوسته ای می باشد و در نمودارهای مربوط به این عناصر پراکندگی هائی مشاهده می شود. همانطور که در نمودار Rb در برابر Zr. مشاهده می شود با افزایش تقریباً کم و تاحدودی ثابت عنصر زیرکیم، عنصر رویدیم افزایش قابل ملاحظه ای در نمونه ها مخصوصاً ریولیت ها نشان می دهد. شاید از آن جایی که تحرک بالای عنصر Rb باعث تمرکز نسبتاً فراوان این عنصر در پوسته ای گردیده و با توجه به افزایش قابل ملاحظه و پراکنده این عنصر در نمونه ها، آلودگی ماگما با پوسته را محتمل دانست (نمودار ۵-d).

سرعت بالا ایجاد شده باشد. در سنگهای داسیتی و گاه آندزیتی منطقه شاهد حضور ماگمای بازیگ بصورت میکروپیلو هستند (شکل ۳-n). میکروپیلو وقتی تشکیل می شوند که اختلاف دمای زیادی بین ماگمای وجود داشته باشد و یا نسبت حجمی ماگمای اسیدی خیلی زیاد باشد [10]. در واقع میکروپیلوها حجم کوچکی از ماگمای مافیک را نشان می دهند که در حجره ماگمای اسیدی نفوذ کرده است و در حجره به سرعت گرمای خود را از دست داده و حفره دار شده است. دمای پایین ماگمای اسیدی باعث لخته شدن ماگمای مافیک می شود. در نتیجه از دست دادن سریع حرارت میکروپیلو ها اغلب دارای حاشیه سرد شده هستند. بنظر می رسد فنوکریست های کوارتز و فلدسپار و بطو رکلی فازهای فلسیک در نتیجه افزایش حرارت ناشی از ورود ماگمای داغ در ماگما حل شده اند. اشکال خلیجی کوارتز و پلاژیوکلاز می تواند نشانگر این مسأله باشد. همچنین اپاسیته شدن بلورهای هورنبلند و بیوتیت را نیز شاید بتوان با ورود یک ماگمای داغ بی آب مافیک توجیه کرد (شکل ۳-k). در سنگهای هیبرید منطقه حاشیه واکنشی آمفیبول به خرج پیروکسن مشهود می باشد. این تبدیلات مبین افزایش PH_2O و افزایش محتوای سیلیس ماگماست. این تغییرات نیز ممکن است هنگام اختلاط ماگمای مافیک با یک ماگمای اسید یتر و آبدارتر اتفاق افتاده باشد. با توجه به شواهد پتروگرافی و ژئوشیمیایی پدیده هضم و آلودگی نیز بر سنگهای منطقه تأثیر گذار بوده است. از جمله این شواهد می توان به



شکل ۵- نمودار دومتغیره‌های مربوط به نسبت‌های K/Rb , Ba/Rb , Zr/Rb (b) (Askren et al., 1997) نمودار دومتغیره-های مربوط به نسبت‌های Zr/Y (d) Rb/Zr , La/Zr , Ce/Zr , Nb/Zr (c) روند تغییر Y در برابر Zr (e) روند تغییر Rb در برابر Zr

نتیجه گیری

با توجه به مجموع بررسی های انجام شده نتایج زیر حاصل شده است.

۱- فرایندهای مؤثر در تشکیل سنگ های منطقه بطورکلی شامل پدیده های تفریق بلورین، اختلاط ماگمائی و آلودگی پوسته ای می باشد.

۲- ماگمای آندزیتی و تراکی آندزیتی حاصل تفریق ماگمای بازالتی است، اما علاوه بر تفریق شواهد اختلاط بین دو بخش نیز وجود دارد. این اختلاط گاه بصورت شیمیائی (Blending) و گاه بصورت فیزیکی (Mingling) بوده است. همچنین بر اساس شواهد موجود گاه آلودگی با مواد پوسته ای نیز ترکیب این سنگها را تحت تأثیر قرار داده است. گدازه های داسیتی - ریولیتی موجود در منطقه دارای منشاء متفاوتی بوده و حاصل ذوب بخشی پوسته می باشند. نفوذ ماگمای بازیک در پوسته و توقف آن باعث آغستگی این ماگما با مواد پوسته ای و پاره ای تبدلات عنصری گردیده است، از سوی دیگر نفوذ مکرر ماگمای بازیک باعث افزایش حرارت و نهایتاً ذوب بخشی پوسته و تولید مذابی با ترکیب داسیت - ریولیتی شده است. حضور میکروپیلوهای بازیک اپاسیته در خمیره این سنگها نشانه ورود ماگمای بازیک در مذاب حاصله و وقوع پدیده اختلاط بین دو ماگما می باشد. بنابراین سنگ های اسیدی منطقه نیز تحت تأثیر فرایند اختلاط بوده اند. با توجه به اختلاف حرارت زیادی که بین مذاب بازیک و اسیدی وجود داشته، این اختلاط عمدتاً بصورت فیزیکی (Mingling) صورت گرفته است.

منابع

- ۱- مهندس بهروز امینی، نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ مشکین شهر، سازمان زمین شناسی کشور
- ۲- امامی م.ه (۱۳۶۳) شواهد سنگ شناسی مربوط به اختلاط ماگماهای اسیدی و بازیک و ژنز داسیتوئیدهای منطقه قم-آران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور. ۱۲۵ص.
- 3-Alavi, M., 1991a, Tectonic map of Middle east, scale: 1:5000 000, Tehran, Iran, G.S.I. one sheet.
- 4- Irvine, T.N., & Baragar, W.R.A., 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. Canadian Journal of Earth Sciences 8, 523-548pp.
- 5- Askren, D. R., Roden, M. F., Whitney, J. A., 1997. Petrogenesis of Tertiary andesite lava flows interlayered with large-volume felsic ash-flow tuffs of western U.S.A, J. Volcanol, Geotherm, Res., V. 38, 1028-1046pp.
- 6- Le Maitre, R. W., and 11 others (editors). 1989. A classification of igneous rocks and glossary of terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Sub commission on the Systematic of Igneous Rocks. (Oxford, UK: Blackwell Scientific Publications. 193 pp.
- 7- Shelly , D., 1993, Igneous and metamorphic rocks under microscope, chapman & Hall , 445 p.
- 8- Didon, J., Gemain, Y.M., 1978, Geological map of Ahar (Sabalan region), scale: 1:250000,

- 9- Vernon R.H. 2004: A Practical guid to rock microstructures. Cambridge Univ.87P.
- 10- Sparks R.S.J., & Marshall L.A. 1986: Thermal and mechanical constraints on mixing between mafic and silicic magmas. Journal of Volcanology and Geothermal Research. 29: 99-124PP.
- 11- Coombs M.L., Eichelberger J.C., Rutherford M.J. 2002: Exprimental and textural constraints on mafic enclave formation involcanic rocks. J. Volcanol. Geotherm. Res. 119: 125-144PP.