

( )

\*\* \* \* \* \*

Archive of SID

## Petrography and Mineral Chemistry of Volcanic Rocks in Gowris Mountain, South East Isfahan

M. Khodami\*, M. Noghreyan\*, I. Norbehesht\* and A. R. Davoudian\*\*

\*Geology Department , the University of Isfahan

\*\*Niversity Department, Shahrekord University

### Abstract

The late Miocene - Pliocene to Quaternary calc-alkaline volcanic rocks are exposed in Gowriz mountain in southeast of Isfahan. The volcanic rocks comprise basaltic andesites, andesites, dacites lava flows and domes. Geochemical studies show that they are a medium to high K calc-alkaline suite. These rocks belong to Urumieh-Dokhtar magmatic belt of central Iran structural zone. Some of rocks with dacitic and andesitic composition are characterized by disequilibrium phenocrysts assemblages and textures. Plagioclase is the dominant mineral in these volcanic rocks and has large range in composition, this mineral generally display reverse and oscillatory zoning; sieved or dusty texture. Amphibole phenocrysts are classified as calcic amphiboles. Amphibole and biotite phenocrysts have reaction rims indicating disequilibrium crystallization with surrounding magma. Quartz phenocrysts are embayed and a few have augite reaction rims. Clinopyroxenes are augite approaching the diopside composition and Orthopyroxenes are hypersthene to bronzite. The presence of normally and reversely zoned pyroxene in the same sample is another evidence of disequilibrium. These Criteria; support crystallization under disequilibrium condition and magma contaminated with other melt and suggested magma mixing as an important process in the evolution of these rocks.

**Keywords:** Disequilibrium mineral assemblage, Dusty texture, Zoning, Magma mixing.

( ) (

) )

.(

Archive of SID

)

(

Cameca SX50

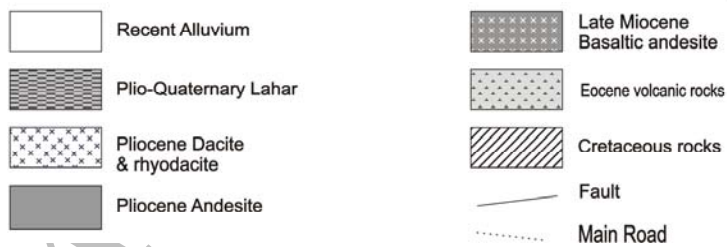
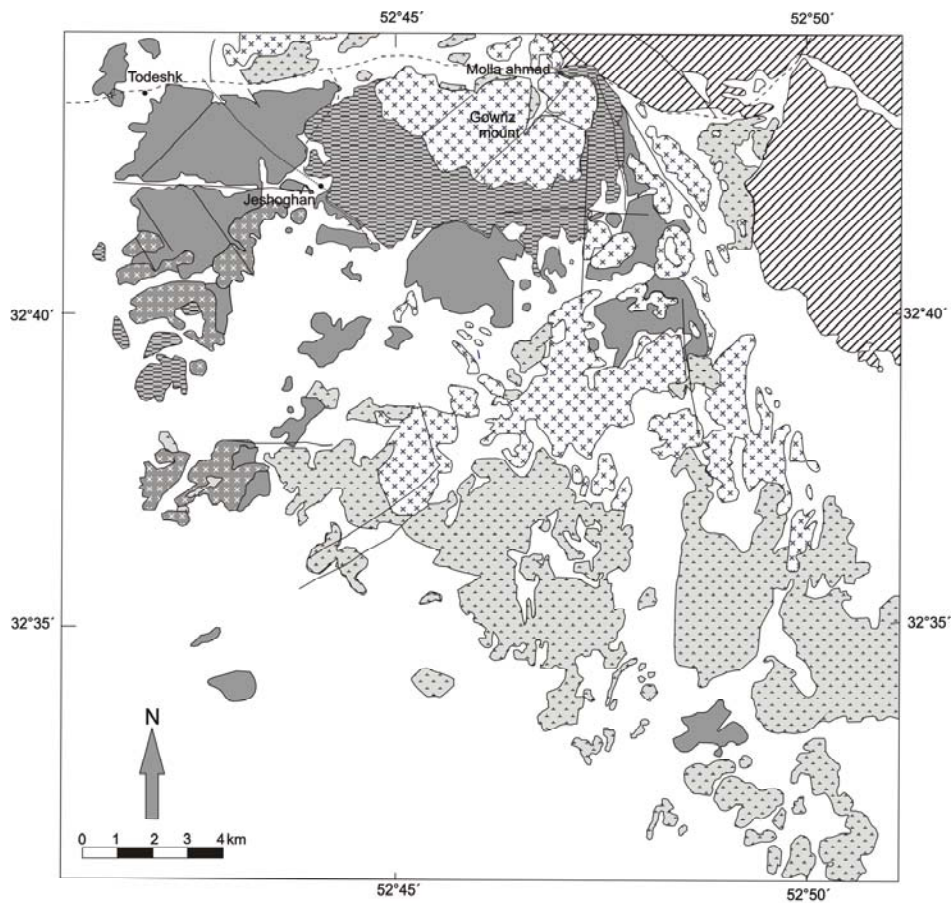
ICP-Mass Spectrometry

ICP-Emission Spectrometry,

Hewlett ICP-MS )

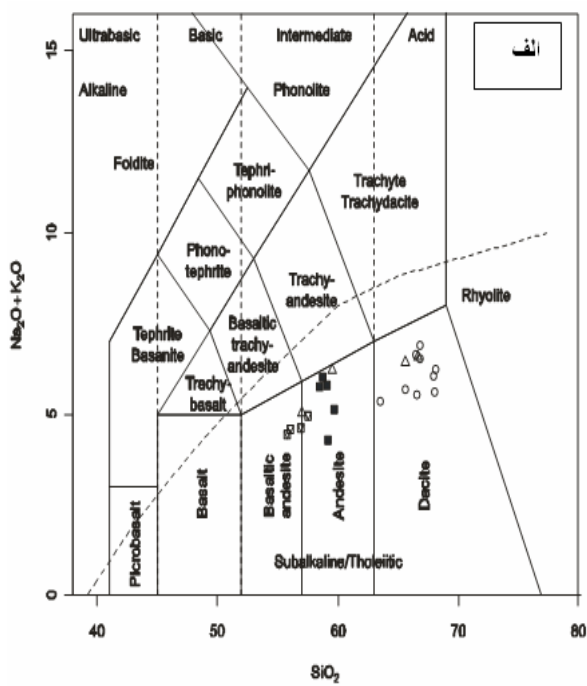
( ACME Packard HP4500

XRF

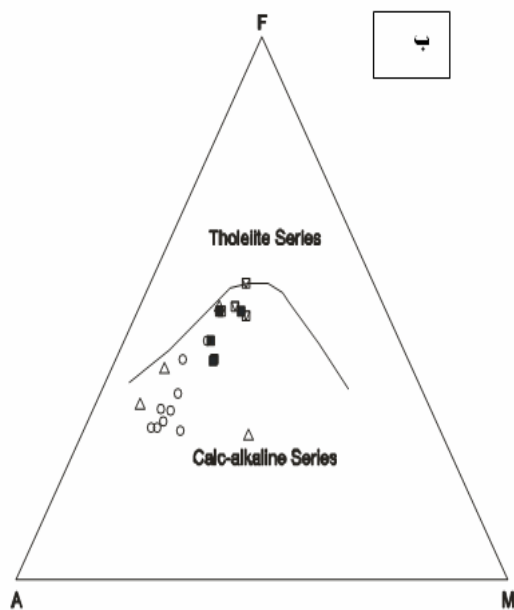


( )

Archive of SID



(Le Bas et al(1986



Archive

(Nixon 1988)

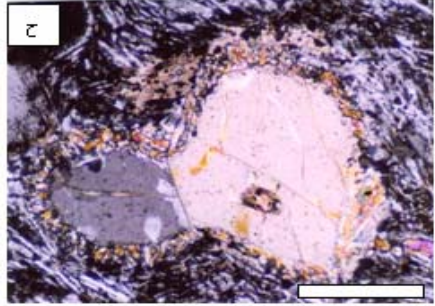
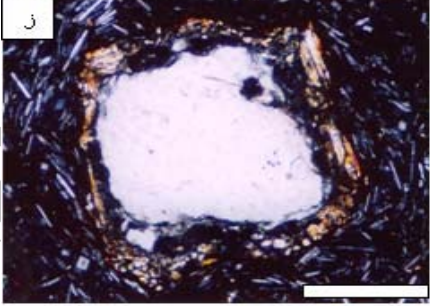
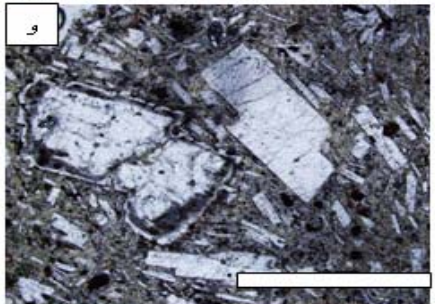
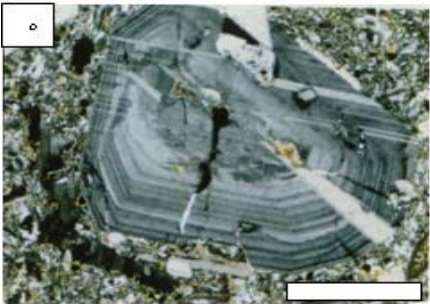
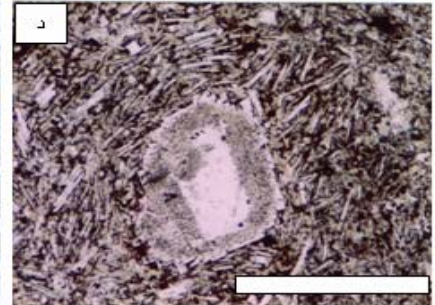
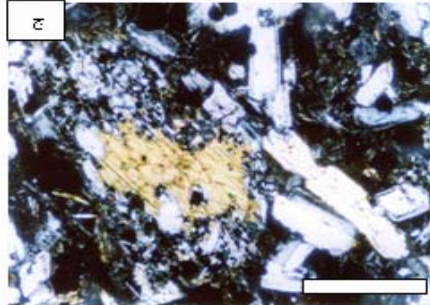
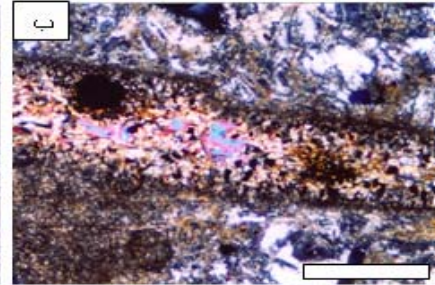
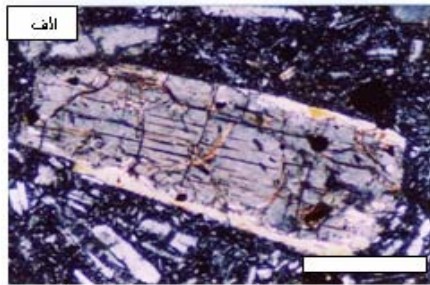
( )

( )

)

(No3

( )



No2

( )  $\mu\text{m}$   
 ( ) mm  
 ( )  $\mu\text{m}$   
 ( )  $\mu\text{m}$   
 No3

( )  $\mu\text{m}$   
 ( ) mm  
 ( )  $\mu\text{m}$   
 ( )  $\mu\text{m}$

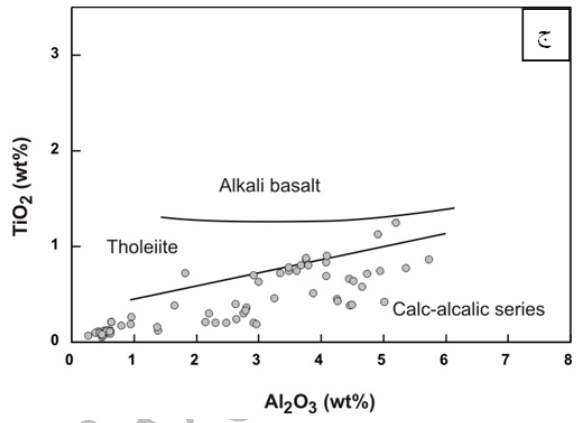
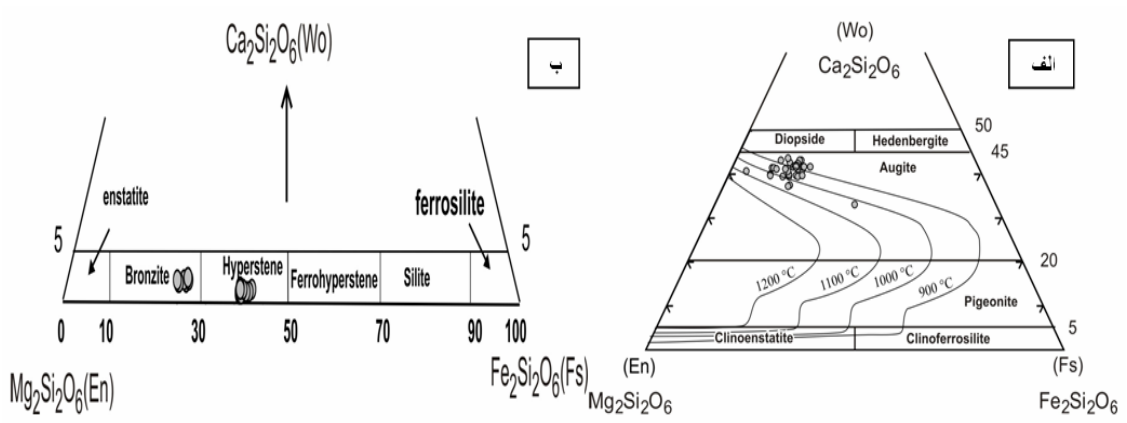


( )

$$Mg\# = Mg^{2+} / (Mg^{2+} + Fe^{2+} + Fe^{3+}) \quad FeO^*$$

Sample	دشت بلور کلبی پروکسن No1		دشت بلور ارتوپروکسن No2			کلبی پروکسن حاشیه واکنشی اطراف کوارتز No3	
	مرکز	حاشیه	مرکز	حاشیه داخلی	حاشیه خارجی 1		حاشیه خارجی 2
SiO <sub>2</sub>	52.54	49.67	52.75	52.94	52.9	50.34	52.51
TiO <sub>2</sub>	0.54	0.86	0.12	0.4	0.11	0.74	0.56
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.46	5.22	0.62	0.44	0.61	2.61	0.96
FeO*	5.71	7.65	24.36	22.1	22.94	2.54	4.49
MnO	0.15	0.15	1.11	1	1.02	0.51	0.19
MgO	16.76	15.99	21.05	21.69	21.51	15.2	16.21
CaO	14.26	14.66	0.71	0.22	0.49	12.44	20.34
Na <sub>2</sub> O	0.22	0.22	0	0	0	0.24	0.29
K <sub>2</sub> O	0.1	0.22	0	0	0	0.1	0.24
Total	99.746	99.946	100.46	100.52	100.52	99.527	100.5
Si	1.904	1.796	1.964	1.974	1.947	1.471	1.955
Ti	0.1	0.22	0.02	0.02	0.02	0.21	0.07
Al	0.19	0.244	0.027	0.021	0.027	0.104	0.22
Fe <sup>2+</sup>	0.022	0.221	0.04	0.014	0	0.029	0.027
Fe <sup>3+</sup>	0.079	0	0.022	0.024	0.074	0.142	0.222
Mn	0.005	0.005	0.025	0.022	0.022	0.1	0.006
Mg	0.685	0.662	1.171	1.207	1.199	0.62	0.692
Ca	0.572	0.572	0.024	0.007	0.026	0.572	0.604
Na	0.006	0.002	0	0	0	0.002	0.001
K	0	0.1	0	0	0	0	0.002
F	0.022	0.022	0.005	0	0	0.014	0
Cl	0	0	0	0	0	0.001	0
Mg#	42.0	74.40	61.5	62.6	62.5	74.2	77.2
Name	اوزیت	اوزیت	هیرسن	هیرسن	بریت	اوزیت	اوزیت
MolWo	40.05	39.7	1.32	1.422	1.39	40.31	40.05
MolEn	50.11	47.2	54.76	60.67	60.57	42.42	45.66
MolFs	9.42	12.957	29.41	27.64	27.42	15.69	12.57





En-Wo-Fs

( (Morimoto1988

(Al2O3(Le Bas et al 1986 TiO2

: (

.( )

.( ) % %

Rutherford & Devine 2003; Buckley et al )

.(2006

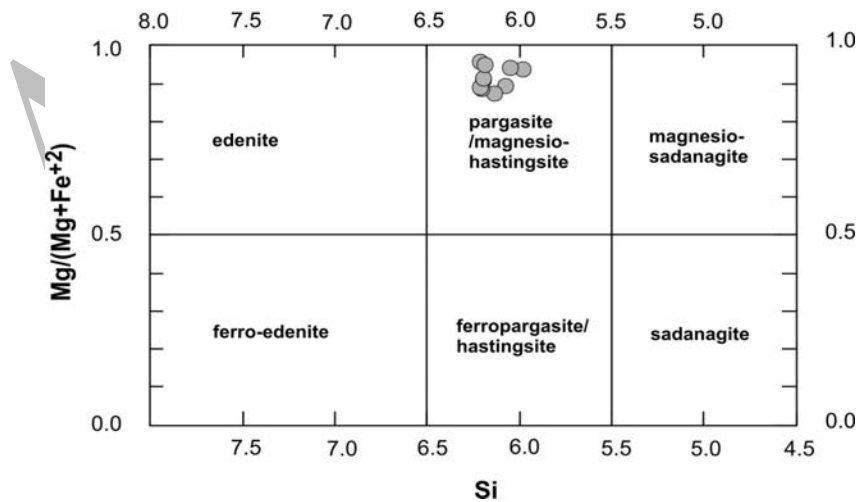
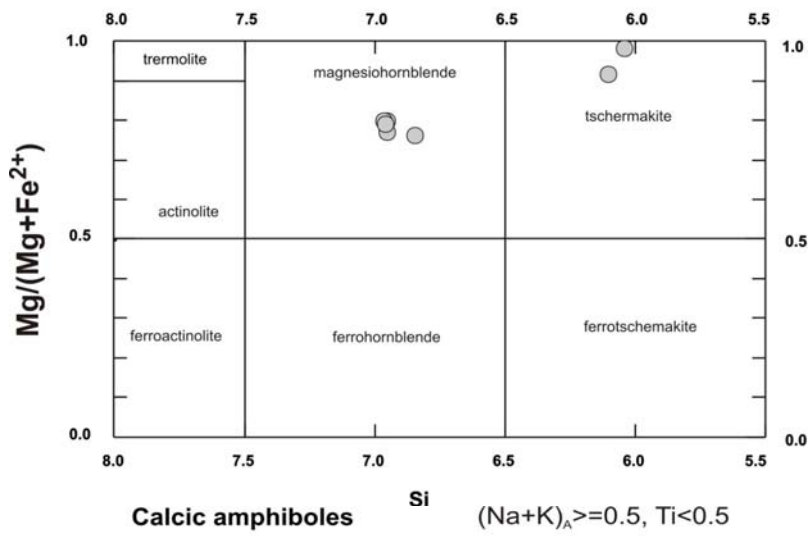
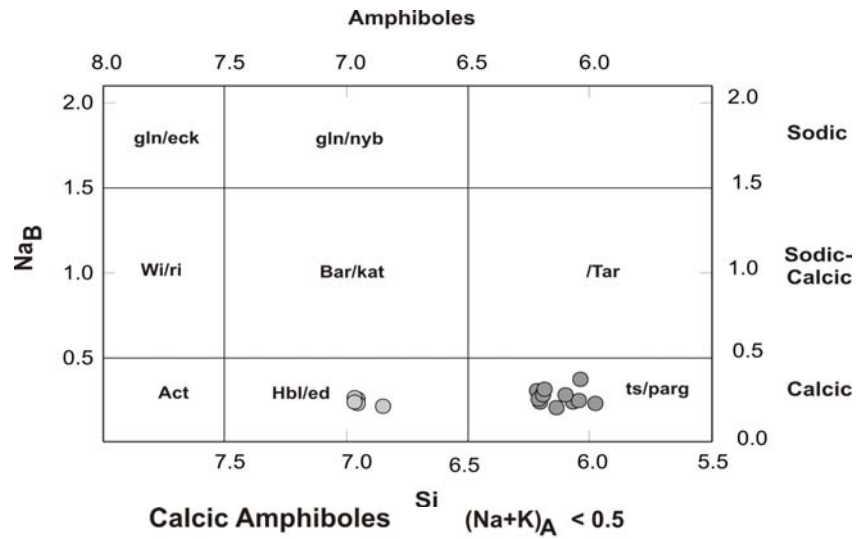
( )

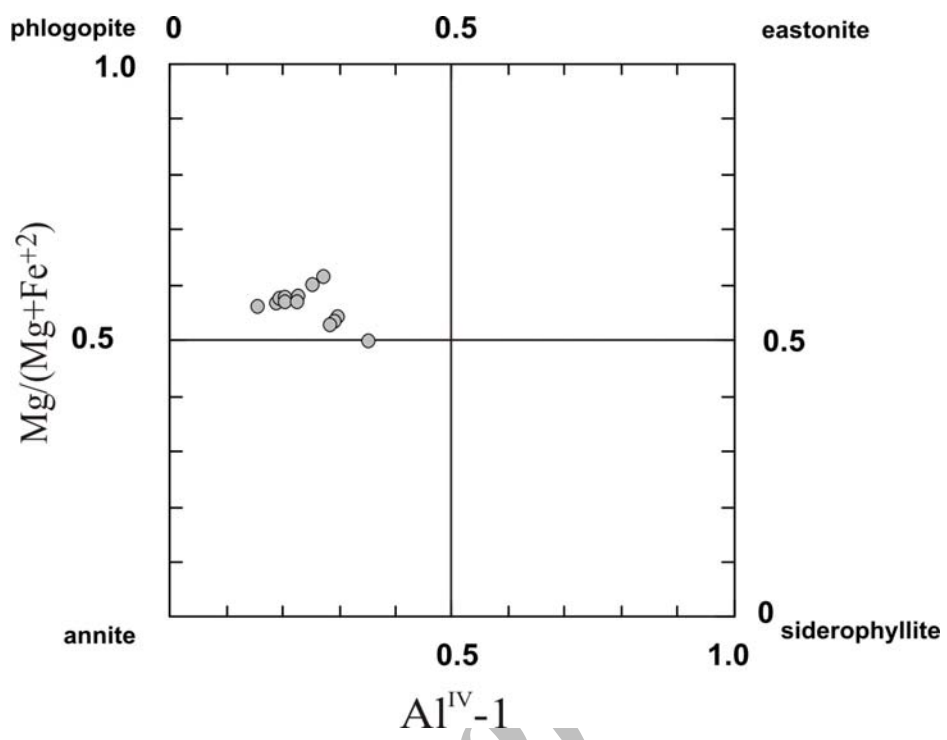
( ) (Nixon,1988)

)

$$\text{Mg\#} = \text{Mg}^{2+} / (\text{Mg}^{2+} + \text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^3) \quad \text{FeO}^* \quad ( ) (\text{OH} + \text{F} + \text{Cl} + \dots)$$

Sample	No-1	No-2	No-3	No-4
SiO <sub>2</sub>	۴۸.۵۲	۴۷.۶۴	۴۲.۹۸	۴۲.۳۴
TiO <sub>2</sub>	۱.۱۲	۱.۴۲	۲.۳۲	۲.۶۲
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	۴.۳۵	۷.۱۶	۱۱.۵۲	۱۲.۰۷
FeO <sup>t</sup>	۱۲.۳۵	۱۲.۷۸	۹.۱۲	۹.۰۱
MnO	۰.۳۴	۰.۳۵	۰.۱	۰.۰۷
MgO	۱۵.۶۶	۱۴.۹۲	۱۶.۶۷	۱۶.۳
CaO	۱۰.۷۲	۱۰.۷۷	۱۱.۱۹	۱۰.۸۲
Na <sub>2</sub> O	۱.۶۹	۱.۷۲	۲.۶۶	۲.۵
K <sub>2</sub> O	۰.۲۲	۰.۲	۰.۷۵	۰.۷۸
F	۰.۳۱	۰.۰۶	۰.۵۴	۰.۱۶
Cl	۰.۰۷	۰.۱	۰.۰۲	۰.۰۵
Total	۹۷.۹۲	۹۸.۲	۹۸.۷	۹۷.۷
Si	۴.۹۵۹	۴.۸۵۲	۴.۲۱۷	۴.۲۰۸
Ti	۰.۱۲۲	۰.۱۵۵	۰.۲۴۷	۰.۲۸۲
Al	۱.۰۷۲	۱.۲۱۴	۱.۹۱۹	۲.۰۲۸
Fe3	۰.۷۷۴	۰.۶۷۱	۰.۹۱۶	۰.۶۲۳
Fe2	۰.۸۱۶	۰.۹۸۷	۰.۱۶۴	۰.۵۵۶
Mn	۰.۰۴۱	۰.۰۴۲	۰.۰۱۲	۰.۰۰۸
Mg	۲.۲۰۶	۲.۲	۲.۵۱۲	۲.۴۸۱
Ca	۱.۶۴۹	۱.۶۶	۱.۶۹۵	۱.۶۶۱
Na	۰.۴۷	۰.۴۸	۰.۷۲۹	۰.۶۹۴
K	۰.۰۴	۰.۰۵۵	۰.۱۲۵	۰.۱۴۲
F	۰.۱۴۱	۰.۰۲۷	۰.۳۴۱	۰.۰۷۲
Cl	۰.۰۱۷	۰.۰۳۴	۰.۰۰۷	۰.۰۱۲
Mg#	۴۷.۵	۴۵.۹	۷۴.۵	۷۴.۳
Name	شماره یو آر نیلند	شماره یو آر نیلند	شماره یو اسفندگزیبنا	شماره یو اسفندگزیبنا





$Mg\# = \frac{Mg^{2+}}{Mg^{2+} + Fe^{2+} + Fe^{3+} + FeO^*}$

$(\frac{OH + F + Cl + \dots}{\dots})$

Archive 03

sieve dusty

)

$$\text{Mg\#} = \text{Mg}^{2+} / (\text{Mg}^{2+} + \text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}) \quad \text{FeO}^* \quad ( (\text{OH} + \text{F} + \text{Cl}) + )$$

	مرکز No1	حاشیه	مرکز No2	حاشیه	مرکز No3	حاشیه
SiO <sub>2</sub>	۲۶.۶۱	۲۵.۶۸	۲۶.۵۲	۲۶.۵۰	۲۷.۸۹	۲۷.۲۵
TiO <sub>2</sub>	۲.۶۹	۲.۵۱	۲.۶۵	۲.۶۲	۲.۶۶	۲.۷۲
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	۱۲.۸۶	۱۲.۸۱	۱۲.۶۵	۱۲.۳۶	۱۲.۸۶	۱۲.۹۰
FeO*	۱۷.۵۷	۲۰.۷۸	۲۲.۲۰	۱۷.۶۶	۱۷.۹۶	۱۷.۸۶
MnO	۰.۲۲	۰.۳۶	۰.۱۸	۰.۱۸	۰.۳۶	۰.۳۰
MgO	۱۶.۹۱	۱۲.۸۸	۱۲.۹۸	۱۵.۶۸	۱۲.۸۲	۱۲.۷۶
CaO	۰.۰۲	۰.۰۲	۰.۰۲	۰.۰۲	۰.۰۶	۰.۰۵
Na <sub>2</sub> O	۰.۶۰	۰.۳۱	۰.۵۶	۰.۵۲	۰.۵۹	۰.۶۶
K <sub>2</sub> O	۸.۹۰	۸.۷۸	۸.۲۸	۸.۶۱	۸.۸۲	۸.۹۷
F	۲.۹۲	۲.۲۱	۲.۵۲	۶.۰۸	۰.۳۷	۰.۶۶
Cl	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۲	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۵
Total	۱۰۰.۰۷	۱۰۰.۶۱	۹۹.۹۲	۱۰۰.۹۵	۹۷.۰۵	۹۷.۵۲
Mg#	۶۰.۲	۵۶.۶	۶۹.۹	۶۱.۵	۵۶.۰	۵۷.۸
Si	۲۰.۸۷	۲۰.۲۵	۱۹.۸۰	۲۰.۷۲	۲۰.۷۶	۲۰.۶۶
Ti	۰.۱۵۰	۰.۱۵۱	۰.۱۵۷	۰.۱۵۵	۰.۱۵۰	۰.۱۵۶
Al	۰.۹۲۵	۰.۹۲۸	۰.۹۲۲	۰.۹۲۵	۰.۹۱۶	۰.۹۱۷
Fe	۰.۸۶۲	۰.۹۹۱	۱.۱۱۲	۰.۸۲۰	۰.۸۲۲	۰.۸۱۸
Mn	۰.۰۱۱	۰.۰۱۲	۰.۰۰۹	۰.۰۰۸	۰.۰۱۶	۰.۰۱۶
Mg	۱.۲۷۲	۱.۱۸۱	۱.۱۰۹	۱.۲۳۸	۱.۰۶۸	۱.۱۲۲
Ca	۰.۰۰۱	۰.۰۰۲	۰.۰۰۱	۰.۰۰۲	۰.۰۰۲	۰.۰۰۲
Na	۰.۰۶۶	۰.۰۳۶	۰.۰۶۰	۰.۰۵۸	۰.۰۶۲	۰.۰۷۰
K	۰.۶۵۱	۰.۶۳۹	۰.۶۰۶	۰.۶۰۹	۰.۶۱۷	۰.۶۲۷
F	۰.۷۱۱	۰.۵۸۰	۰.۶۵۹	۰.۷۲۲	۰.۰۶۶	۰.۱۱۰
Cl	۰.۰۰۵	۰.۰۰۶	۰.۰۰۲	۰.۰۰۶	۰.۰۰۶	۰.۰۰۶
Sum	۶۰.۰۰۱	۵۹.۷۹	۵۹.۶۵	۶۰.۰۰۷	۵۷.۰۰۲	۵۷.۵۵۷

(Tepley et al 1999)

Hibbard 1981; )

(Nelson & Montana 1992)

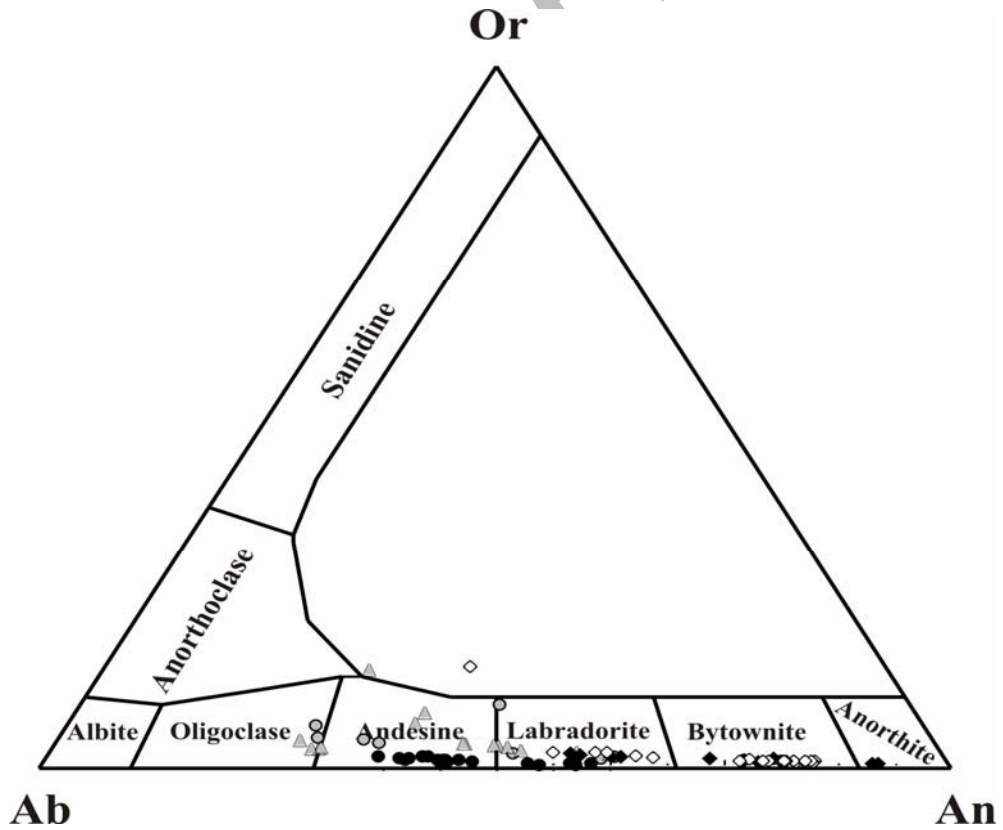
(Tsuchiyama 1985

No2, No3 )

(

( )

( No1 )



)

**FeO\***

(

)(

Sample	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO*	MgO	BaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Total	ab	or	an
No1-	57/63	0/01	26/95	0/23	0/00	0/02	6/61	0/38	100/6	56/6	2/11	41/32
2	57/59	0/01	27/07	0/26	0/01	0/00	6/54	0/38	100/3	57/1	2/16	40/69
3	55/41	0/00	26/83	0/23	0/02	0/01	5/94	0/30	97/8	53/5	1/75	44/75
4	56/89	0/02	27/45	0/22	0/02	0/02	6/36	0/26	100/5	54/8	1/49	43/66
5	56/20	0/02	27/92	0/24	0/02	0/05	5/99	0/25	100/4	52/1	1/46	46/43
6	58/53	0/00	26/28	0/22	0/01	0/05	6/83	0/34	100/2	59/9	1/93	38/17
7	57/20	0/02	27/32	0/25	0/00	0/05	6/37	0/29	100/5	55/3	1/63	43/06
8	57/40	0/02	27/22	0/22	0/00	0/03	6/44	0/29	100/6	55/8	1/68	42/56
9	54/08	0/03	29/24	0/29	0/01	0/04	5/12	0/18	100/3	44/8	1/00	54/16
10	59/05	0/02	25/89	0/24	0/00	0/01	7/11	0/38	100/2	62/1	2/16	35/75
11	58/23	0/00	26/46	0/23	0/02	0/08	6/82	0/33	100/5	58/9	1/90	39/17
	54/59	0/02	28/71	0/45	0/03	0/08	5/26	0/23	100/3	46/1	1/35	52/57
No2-	59/14	0/01	25/87	0/16	0/00	0/00	7/02	0/61	100/2	61/4	3/50	35/13
2	61/34	0/02	24/65	0/15	0/01	0/02	7/80	0/74	100/7	67/8	4/21	28/01
3	61/43	0/00	24/34	0/15	0/01	0/04	7/67	1/02	100/4	67/0	5/88	27/09
4	59/82	0/02	25/54	0/15	0/00	0/02	7/22	0/71	100/5	62/8	4/08	33/15
	58/18	0/14	25/91	0/60	0/02	0/06	4/73	1/38	99/8	45/4	8/70	45/85
	54/97	0/04	28/35	0/60	0/02	0/07	5/36	0/34	100/4	47/2	1/96	50/88
	51/90	0/02	30/31	0/55	0/02	0/03	4/08	0/24	100/1	36/3	1/39	62/34
	52/01	0/03	29/41	0/72	0/23	0/04	4/24	0/23	99/4	37/8	1/37	60/82
No3-	60/53	0/03	24/97	0/14	0/01	0/08	7/93	0/44	100/3	68/4	2/52	29/10
2	61/19	0/00	24/80	0/14	0/00	0/05	8/01	0/44	100/7	69/1	2/49	28/40
3	60/58	0/01	25/11	0/15	0/00	0/00	7/89	0/46	100/5	68/1	2/63	29/30
4	61/74	0/00	24/38	0/15	0/00	0/06	8/07	0/64	100/7	69/8	3/65	26/51
5	53/91	0/27	24/59	3/36	0/05	0/15	5/77	1/23	97/0	54/1	7/58	38/34
	53/13	0/05	29/34	0/51	0/04	0/00	4/62	0/37	100/3	40/2	2/10	57/64
	51/99	0/04	30/34	0/57	0/02	0/08	4/16	0/29	100/3	36/7	1/70	61/57
	54/38	0/04	28/18	0/60	0/06	0/06	5/17	0/40	99/7	46/1	2/32	51/58

: (

No3

)

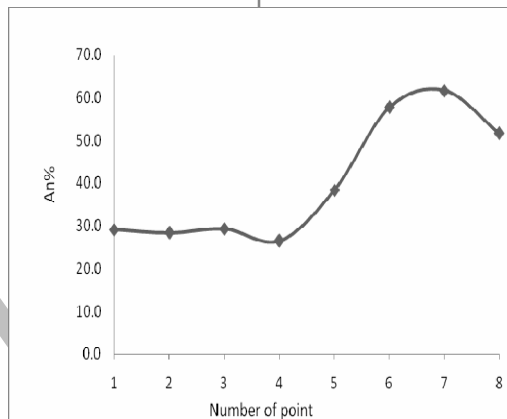
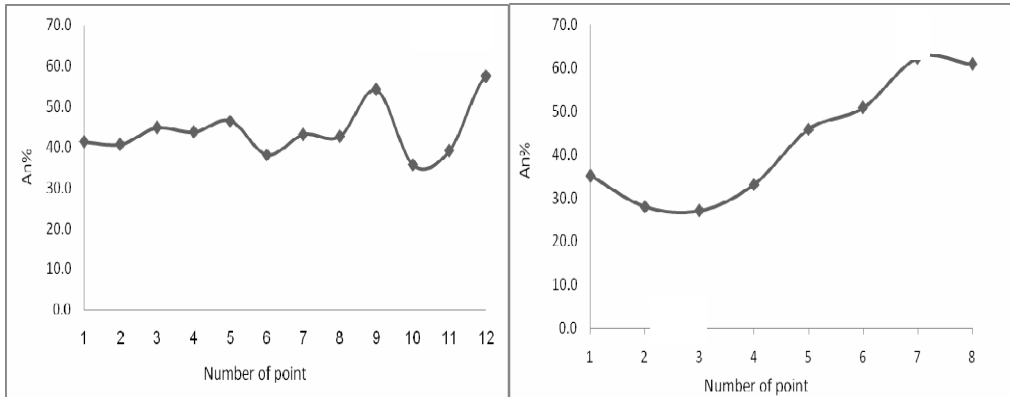
.(



...

(Sato1975; Nixon1988)

(Vernon, 2004)



No1

No3

No2

(

Archive of SID

Bacon 1986; )

Sparks & Marshall 1986; Feeley et al  
(2002; Gerbe & Thouret 2004

:

(

(

(

(

- 9- Feeley T. C., Cosca M.A. & Lindsay C. R.2002: Petrogenesis and Implications of calc-alkaline cryptic hybrid magmas from Washburn Volcano, Absaroka volcanic province, USA, *Journal of petrology*, 43: 663-703.
- 10- Gerbe M. & Thouret J.2004: Role of magma mixing in the petrogenesis of tephra erupted during the 90–98 explosive activity of Nevado Sabancaya, southern Peru, *Bulletin of Volcanology*, 66: 541–561.
- 11- Hassanzadeh J.1993: Metallogenic and tectonomagmatic events in the SE sector of the Cenozoic active continental margin of Iran(Shahre Babak area, Kerman Province), PhD thesis, University of California, Los Angeles, 204p.
- 12- Hibbard M.J.1981: The magma mixing origin of mantled feldspar. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 26: 158– 170.
- 13- Leake B.E.1978: Nomenclature of amphiboles. *Mineralogical Magazine*.42: 533–563.
- 14- Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., Streckeisen, A. and Zanettin, B., 1986: A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology*, 27, 745– 750.
- 15- Letterrier J., Maury R. C., Thonon P., Girard D. & Marchal M.1982: Clinopyroxene composition as a method of identification of the magmatic affinities of paleo-volcanic series. *Earth and Planetary Science Letters*, 59: 139–54.
- 16- Morimoto N.1988: The nomenclature of pyroxenes. *Mineralogical Magazine*, 52: 535–50.
- 17- Nelson S.T. & Montana A.1992: Sieved textured plagioclase in volcanic rocks produced by rapid decompression. *American Mineralogist*, 77: 1242–1249.
- 18- Nixon G. T.1988: Petrology of the younger andesites and dacites at Iztaccihuatl Volcano, Mexico: I. Disequilibrium phenocryst
- 3-Aftabi, A. and Atapour, H., 2000: Regional aspects of shoshonitic volcanism in Iran. *Episodes*, 23, 119-125.
- 4-Alavi M.1994: Tectonics of Zagros Orogenic belt of Iran, new data and interpretation. *Tectonophysics* 229: 211–238.
- 5-Amidi S. M.1977: Etude Geologique de la region de Natanz-Nain-Surk,(Iran-central) stratigraphie et petrologie, Geological survey of Iran, report no. 42, 316 p.
- 6-Bacon C.R.1986: Magmatic inclusions in silicic and intermediate volcanic rocks. *Journal of Geophysics Research*, 91(B6):6091–6112
- 7- Buckley V. J. E., Sparks R. S. J. & Wood B. J.2006: Hornblende dehydration reactions during magma ascent at Soufriere Hills Volcano, Montsera, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 151: 121–140.
- 8- Dachs E.1998: PET Petrological elementary tools for Mathematica. *Computers and Geoscience* 24: 219-235.

mafic and silicic magmas. *Journal of Volcanology Geothermal Research*, 29:99–124.

23- Tepley F.J., Davidson J.P. & Clyne M.A.1999: Magmatic interactions as recorded in plagioclase phenocrysts of Chaos Crags, Lassen Volcanic Center, California. *Journal of Petrology* 40:787–806.

24- Tsuchiyama A.1985: Dissolution kinetics of plagioclase in the melt of the system diopside-albite-anorthite, and origin of dusty plagioclase in andesites. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 89:1–16.

25 Vernon, R.H., 2004: *A Practical Guide to Rock Microstructure*. Cambridge University Press. 594p.

assemblages as indicators of magma chamber processes. *Journal of petrology* 29: 213–264.

19- Nogole-Sadate, M.A.A., 1978: Les zones de décrochement et les virgations structurales en Iran, Cónsequences des résultats de l' analyse struturelle de la région de Oum: Thèse Uinv. Scientifique et Medicale de Grénoble, France, 201pp.

20- Rutherford M.J & Devine J.D.2003: Magmatic conditions and magma ascent as indicated by hornblende phase equilibria and reactions in the 1995-2002 Soufriere Hills magma. *Journal of petrology*, 44:1433-1454.

21- Sato H.1975: Diffusion coronas around quartz xenocrysts in andesite and basalt from tertiary volcanic region in north eastern shikoko, Japon. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 50:46-64.

22- Sparks R.S.J. & Marshall L.A.1986: Thermal and mechanical constraints on mixing between

Archive