



IRANIAN SOCIETY of  
CRYSTALLOGRAPHY  
and MINERALOGY

Vol. 16, No. 3, Fall 1387/2008

IRANIAN JOURNAL OF  
CRYSTALLOGRAPHY  
and MINERALOGY

## Petrogenesis of Chah Torsh apatite-bearing granitic body

S. yajam<sup>1</sup>, S. Amini<sup>2</sup>, J. Ghalamghash<sup>3</sup>

1- Manjil, Payam Nur Universit of Manjil

2- Tehran, Tarbiat Moallem University, Faculty of sciences, Geology Department

3- Tehran, Geological Survey of Iran

E-mail: amini@tmu.ac.ir

(Received: 1/5/2007, in revised form: 8/6/2008)

**Abstract:** Chah Torsh intrusive body in S-W of Nadushan is a small part of extensive magmatism of Oligo-Miocene age in Urumieh-Dokhtar magmatic belt. This is the largest intrusive mass of SW of Nadushan complex which are all outcropped as masses cut through Eocene volcanics. The Chah Torsh intrusion consists of two phases with porphyry and granular textures. Geochemical properties of two phases on the basis of trace elements contents and variations on Harker and spider diagrams indicate that they can be comagmatic. Lower ratio of Rb/K and silicate amount in granular phase in comparison to porphyry phase with higher amounts of HFSE such as Y, Zr, Th, Ta and Ti showing that the granular phase is a poor silica residual resulted from fractional crystallization of monzogranitic porphyric phase. High amounts of REE in Chah Torsh parent magma from one hand and high K content on the other hand resulted in decreasing P solubility in granodioritic melt causing apatite fractionation.

**Keywords:** *Granite, Apatite, Urumieh –Dokhtar, Nadushan, Iran*



## پتروژن توده گرانیتی آپاتیتدار چاه ترش

ساناز یاجم<sup>۱</sup>، صدرالدین امینی<sup>۲</sup>، جلیل قلمقاش<sup>۳</sup>

۱- منجیل، شهرک ایثارگران، دانشگاه پیام نور منجیل

۲- تهران، خیابان شهید مفتح، پلاک ۴۹ دانشگاه تربیت معلم

۳- تهران، میدان آزادی، خیابان معراج، مدیریت زمین شناسی منطقه ای، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

پست الکترونیکی: amini@tmu.ac.ir

(دریافت مقاله ۸۶/۲/۱۱ ، نسخه نهایی ۸۷/۳/۱۹)

چکیده: توده نفوذی چاه ترش جزئی کوچک از ماقماییسم گسترده الیگومیوسن در پهنه ماقمایی ارومیه - دختر است. این توده گسترده ترین رخمنون نفوذی وابسته به مجموعه نفوذی جنوب باختری ندوشن است که با قطع واحدهای آتشفشاری ایوسن، رخمنون دارند. توده چاه ترش مشکل از دو فاز نفوذی با بافت‌های موزائیکی و دانه‌ای است که به دلیل تشابه ژئوشیمیایی دو فاز از نظر محتوا، و تغییرات عناصر نادر خاکی بر در نمودارهای عنکبوتی و هارکر، به نظر می‌رسد که ماقمای مادر آنها یکسان بوده است. پایین تر بودن میزان سیلیس و نسبت Rb/K در فاز دانه‌ای نسبت به فاز پورفیری همراه با بالا بودن میزان عناصر HFSE مانند Y, Ti, Ta, Th, Zr, Rb نشان می‌دهد که فاز دانه‌ای تفاله‌ای کم سیلیس، باقیمانده تبلور بخشی مونزوگرانیتهای فاز موزائیکی بوده است. در ماقمای مادر توده چاه ترش، بالا بودن میزان REE و پتاسیم موجب کاهش چشمگیر حل شدن فسفر در آبگون دانه‌دار شده و جدایش سریع کانی آپاتیت را فراهم کرده است.

واژه‌های کلیدی: گرانیت، آپاتیت، ارومیه - دختر، ندوشن، ایران.

وسعت بیش از هزار کیلومتر مربع رخمنون دارند، و بررسی آنها به دلیل مساحت گسترده و ریخت کوهستانی منطقه دشوار است.

سنگهای آهکی سازند جمال، شیل و ماسه سنگ ناییند و شمشک، کنگلومرا و ماسه سنگهای سنگستان، و واحدهای دگرگونی به سن نامشخص از دیگر واحدهای رخمنون یافته در منطقه‌اند. توده‌های این مجموعه نفوذی با توجه به روابط صحرایی، تقدم و تاخر جایگیری توده‌ها و سرنشیهای بافتی،

### مقدمه

توده نفوذی چاه ترش با وسعتی، حدود ۱۰ کیلومتر مربع، در ۱۵۰ کیلومتری باختر یزد رخمنون دارد. توده چاه ترش از توده‌های وابسته به مجموعه نفوذی جنوب باختری ندوشن است که در پهنه ماقمایی ارومیه دختر رخمنون دارند. این مجموعه نفوذی، شامل هفت توده با روند شمال باختری-جنوب خاوری و تنوع ترکیبی از دیوریت تا قلیایی گرانیت‌اند که با قطع واحدهای آتشفشاری به سن ایوسن، در منطقه‌ای به

منطقه بندی صحرایی آن است؛ این توده در حاشیه واجد مونزو گرانیتهای پورفیری با زمینه ریز دانه‌ای است. به سمت مرکز توده، نخست کوارتز مونزو دیوریتی با بافت دانه ای ریز بلور (بلورهایی کوچکتر از ۲ میلیمتر) و رنگ قهوه‌ای دیده می‌شوند که به تدریج در مرکز به کوارتز مونزو دیوریتی با آمفیبولهای سوزنی درشت (یک تا یک و نیم سانتی متر) تبدیل می‌شوند (شکل ۱). به نظر می‌رسد که این توده در دو فاز پورفیری و دانه ای، در سطح جایگیر شده باشد.

فاز اول، مونزو گرانیت پورفیری حاشیه توده، دارای زمینه ریز دانه‌ای و بافت گرافیکی است. پلازیو کلاز با ترکیب الیگو کلاز آندزین، کوارتز به صورت در هم رشدی با ارتوز (بافت گرانوفیری)، هورنبلند و ارتوز، کانیهای اصلی سازنده سنگهای این فازند. کوارتز ۲۵-۳۵ درصد حجمی و هورنبلند سبز ۱۹-۱۵ درصد حجمی سنگهای پورفیری را شامل می‌شوند. آپاتیت با بلورهای سوزنی و ریز در حدود ۰/۸ درصد حجمی سنگها را به خود اختصاص داده است و همراه با کانیهای کدر ریز از مهمترین کانیهای فرعی فاز پورفیری است (جدول ۱).

فاز دانه‌ای رخمنون یافته در بخش مرکزی توده، شامل کوارتز ۸-۱۲ درصد حجمی، هورنبلند سبز ۱۸-۲۲ درصد حجمی و پلازیو کلاز و ارتوز است. فاز دانه‌ای شامل دو بخش ریز بلور و سبز رنگ است که حاشیه‌ای تدریجی دارند و به نظر می‌رسد فاز دانه‌ای کم سیلیس، در دو مرحله به سطح تزریق شده باشد (شکل ۲). هورنبلند سبز در کوارتز مونزو دیوریتی ریز بلور دانه‌ای، بلورهای ریز کوچکتر از ۲ میلی متر را داراست؛ در حالی که در کوارتز مونزو دیوریتی سبز، بلورهای درشتی از این کانی در اندازه‌های ۱ تا ۳ سانتی متر به فراوانی دیده می‌شوند (شکل ۳).

در سنگهای دانه‌ای، آپاتیت مهمترین کانی فرعی است که به صورت بلورهای سوزنی کشیده ۲ تا ۲/۵ میلیمتر در حدود ۲ تا ۳ درصد حجمی سنگها را به خود اختصاص می‌دهد (شکل ۴). اپیدوت، زوئیزیت، کلینوزوئیزیت، کانیهای کدر، اسفنهای ریز و بی‌شکل، و اکسیدهای آهن سرخ رنگ از کانیهای ثانویه این توده هستند.

کانی شناسی، و شیمیایی به چهار خانواده (Suite) قابل تقسیم‌اند.

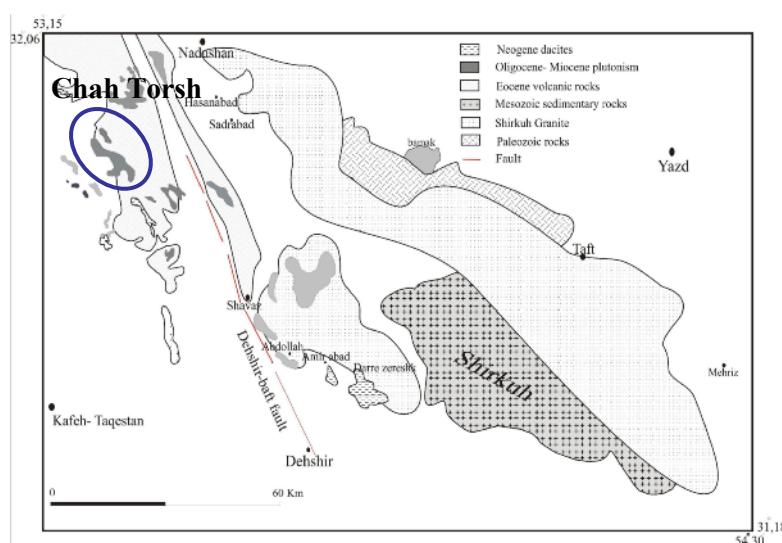
قدیمی‌ترین فاز نفوذی منطقه، خانواده دیوریتی است، خانواده لوکو گرانیتی دومین فاز نفوذی منطقه و گرانیتها فاز سوم تشکیل می‌دهند که به وسیله توده‌های دانه‌ای فاز چهارم قطع شده‌اند.

توده چاه ترش به آخرین فاز نفوذی منطقه وابسته بوده و دارای تنوع بافتی و منطقه بندی قابل تشخیص صحرایی است. با توجه به درصد حجمی بالای کانی آپاتیت در چاه ترش نسبت به توده‌های دیگر مجموعه، بر آن شدید تا با بهره گیری از شواهد صحرایی و ژئوشیمیایی به بررسی خاستگاه آپاتیت و دلایل تنوع بافتی و منطقه بندی توده پردازم.

#### روش مطالعه

این پژوهش با جمع آوری اطلاعات لازم زمین شناسی منطقه مورد بررسی آغاز شد. پس از مطالعه عکسهای هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، و نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰، بازدید صحرایی و نمونه برداری از منطقه با همکاری تیمی از سازمان زمین شناسی ایران، صورت گرفت. طی بررسیهای صحرایی، در حدود ۱۵ نمونه از توده‌های نفوذی، هاله‌های پیرامونی، رگه‌ها و دایکه‌ها، برداشت شدند. بررسیهای آزمایشگاهی، با تهیه و مطالعه مقاطع نازک و تجزیه مдал سنگها ادامه یافت. در مرحله بعد، روی ۵ نمونه از سنگهای توده مورد نظر به روش XRF تجزیه ژئوشیمیایی صورت گرفت. لازم به ذکر است از کل مجموعه نفوذی جنوب باختری ندوشن، ۳۰ نمونه مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفتند و بحث کلی بر این پایه انجام گرفت. تحلیل نهایی و بحث در مورد پیدایش توده مورد نظر پس از پردازش داده‌های ژئوشیمیایی با نرم افزارهای مختلف، و با تلفیق داده‌های صحرایی صورت گرفته است.

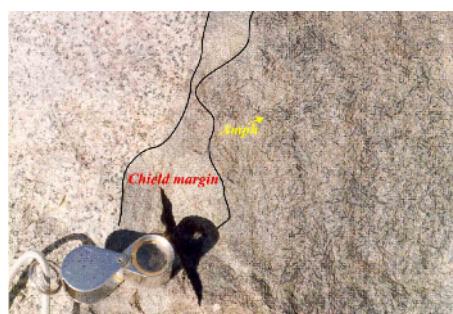
ویژگیهای صحرایی و سنگ نگاری توده چاه ترش توده نفوذی چاه ترش در صحراء خاطر رنگ تیره تر خود حتی از فواصل دور از دیگر سنگهای خانواده گرانیتی قابل تشخیص است. مهمترین ویژگی توده چاه ترش، تنوع بافتی و



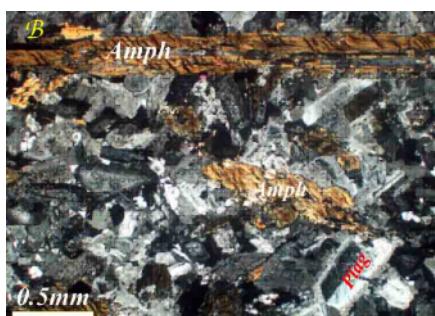
شکل ۱ موقعیت توده نفوذی چاه ترش.

جدول ۱ نتایج تجزیه مдал سنگهای توده چاه ترش.

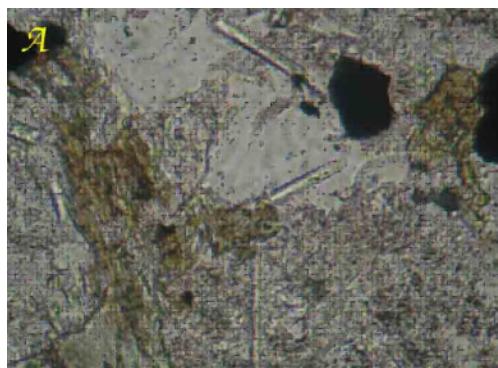
کانی\ش.نمونه	کوارتز	ارتوز	پلازیوکلاز	میکروکلین	هورنبلند	اسفن	آپاتیت	زیرکن	بیوتیت	کانیهای تیره
۲۳P	۱۱,۷	۲۰,۹	۲۹	نادر	۲۵	۰,۴	۱,۹	۰,۵	۵,۳	۵,۳
۲۵P	۱۱,۳	۱۹,۵	۲۸	نادر	۱۹,۶	۰,۵	۲,۷	۰,۴	۵	۵
۲۷P	۳۲,۷	۱۹,۳	۲۱,۴	نادر	۱۸	۰,۳	۰,۹	۰,۳	۳,۴	۳,۷
۲۸P	۳۳,۴	۱۹,۲	۲۲,۴	نادر	۱۷,۴	۰,۲	۱	۰,۱	۲,۸	۳,۵



شکل ۲ نمایی از حاشیه تدریجی بین دو ضربان تزریقی در فاز دانه‌ای (کوارتزموترودیبوریتهای آمفیبیول درشت هسته توده با کوارتز موترودیبوریت-های ریز بلور).



شکل ۳ نمایی از بلورهای آمفیبیول درشت و سوزنی در فاز دانه‌ای توده چاه ترش (نیکلهای متقطع). Amph: آمفیبیول، Plag: پلازیوکلاز.



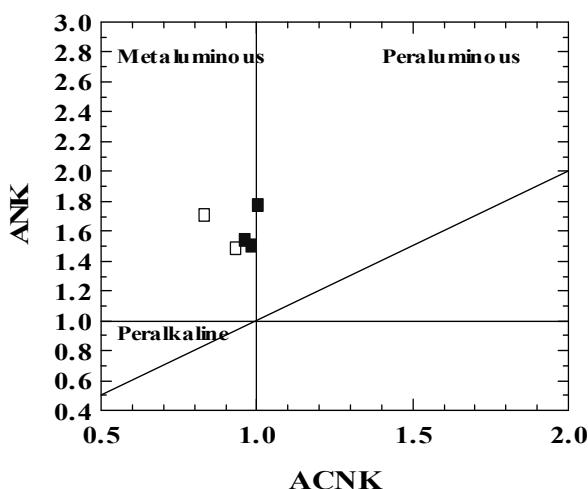
شکل ۴ نمایی از آپاتیتهای سوزنی فاز دانه‌ای توده چاه ترش (نیکولهای موازی). Apt: آپاتیت.

آنها از ۰,۸۴ تا ۱,۰۱٪ متغیر است. در نمودارهای عنکبوتی چند عنصری، در سنگهای توده مورد نظر، نابهنجاری منفی Pb و Nb دیده می‌شود و از عناصر نادر خاکی سبک غنی شده‌اند (شکل ۷ و ۸).

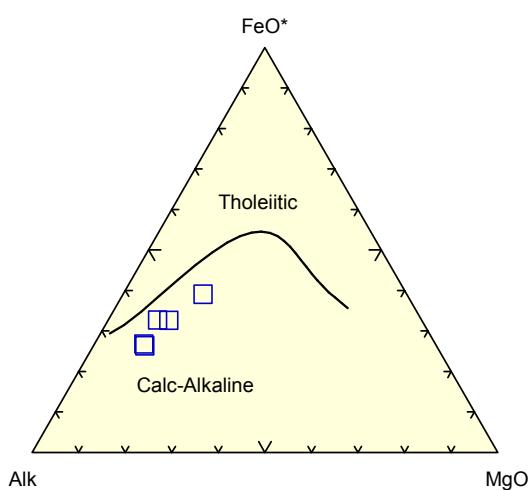
**ژئوشیمی**  
در توده چاه ترش، در صد وزنی سیلیس از ۵۸,۶ درصد، در کوارتز-مونزونو-دیوریت‌های دانه‌ای تا ۶۶,۸ درصد در مونزون-گرانیت-های پورفیری متغیر است (جدول ۲). تمامی سنگهای این توده متال‌الومین و قلیابی آهکی هستند (شکل ۵ و ۶). میزان ASI در

جدول ۲ نتایج تجزیه شیمیایی اکسیدهای اصلی و عناصر فرعی سنگهای توده نفوذی چاه ترش.

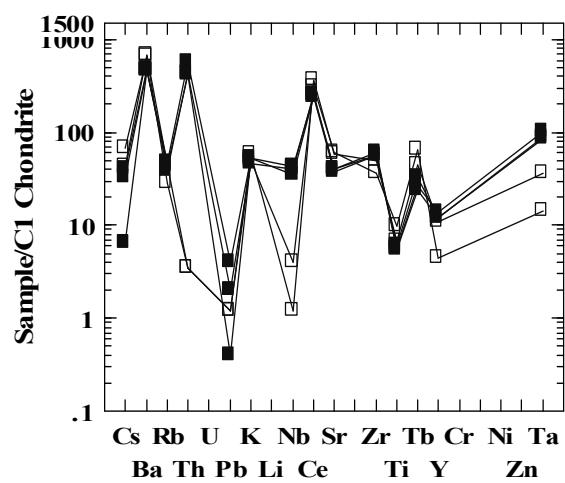
نوع سنگ عنصر نمونه	مونزون-گرانیت				
	کوارتز-مونزونو-دیوریت	۲۲P	۲۵P	۲۷P	۲۸P
SiO <sub>2</sub> (Wt%)	۵۸,۶۳	۶۲,۴۱	۶۶,۶۵	۶۶,۶۴	۶۵,۶۳
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Wt%)	۱۵,۷۴	۱۵,۴۳	۱۴,۹۰	۱۴,۷۱	۱۵,۱۳
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Wt%)	۶,۸۱	۴,۹۹	۲,۳۶	۳,۴۷	۳,۹۹
MgO(Wt%)	۲,۶۹۵	۱,۷۹۶	۱,۲۶۸	۱,۲۳۸	۱,۱۶۳
CaO(Wt%)	۵,۰۷	۳,۲۱	۲,۰۵	۲,۸۴	۲,۲۹
Na <sub>2</sub> O(Wt%)	۳,۶۲	۳,۶۶	۳,۶۶	۳,۸۲	۳,۱۹
K <sub>2</sub> O(Wt%)	۳,۲۴	۳,۸۲	۳,۵۳	۳,۵۰	۳,۰۴
MnO(Wt%)	۰,۰۹	۰,۰۶	۰,۰۳	۰,۰۴	۰,۱۵
TiO <sub>2</sub> (Wt%)	۰,۷۳	۰,۵۰	۰,۴۱	۰,۴۲	۰,۴۵
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Wt%)	۰,۳۴	۰,۳۱	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۱
Mg#	۵۷,۰۷	۵۴,۸	۵۵,۶	۵۴,۸۱	۴۹,۵
A/CNK	۰,۸۴	۰,۹۴	۰,۹۷	۰,۹۹	۱,۰۴
A/NK	۱,۶۱	۱,۵۱	۱,۵۲	۱,۴۹	۱,۸۲
Sr/Y	۶۶,۲	۲۵,۳	۱۴,۲۴	۱۲,۸۵	۱۵,۴
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	۰,۸۹	۱,۰۴۲	۰,۹۶۴	۰,۹۱۴	۰,۹۵
La <sub>(P.P.M)</sub>	۴۲,۱۲	۴۴,۶۴	۴۲,۲۶	۳۷,۶۰	۳۰,۸۸
Nd <sub>(P.P.M)</sub>	۱۷,۲۹	۱۹,۲۶	۲,۱۳	۸,۲۲	۸,۰۱
Y <sub>(P.P.M)</sub>	۶,۶۵	۱۶,۸۳	۱۹,۴۰	۲۲,۴۶	۱۸,۵۳
Sm <sub>(P.P.M)</sub>	۰,۸۰	۰,۳۱	۰,۰۷	۲,۸۳	۴,۳۹
Eu <sub>(P.P.M)</sub>	۱,۶۹	۱,۱۸	۰,۴۲	۰,۷۸	۳,۰۴
Yb <sub>(P.P.M)</sub>	۰,۹۴	۱,۲۲	۱,۴۶	۱,۵۰	۱,۴۳
Th <sub>(P.P.M)</sub>	۰,۱۰	۰,۱۱	۱۲,۰۵	۱۶,۵۹	۱۲,۴۶
Rb <sub>(P.P.M)</sub>	۸۵,۹۷	۱۰,۳۹۴	۹۹,۸۰	۱۱۱,۹۷	۸۹,۱۸
Sr <sub>(P.P.M)</sub>	۴۴,۰,۰۲۳	۴۲,۵۲۲,۴	۲۷,۶,۱۶	۲۸,۸,۴۳	۲۸,۸,۶۱
Ta <sub>(P.P.M)</sub>	۰,۲۱	۰,۵۱	۱,۱۲	۱,۴۲	۱,۲۳
Yb <sub>(P.P.M)</sub>	۰,۹۴	۱,۲۲	۱,۱۶	۱,۵۰	۱,۱۳
Zr <sub>(P.P.M)</sub>	۱۳,۸,۸۶	۱۸,۹,۳۹	۲۲,۱,۳۵	۲۳,۴,۳۳	۲۲,۲,۸۲
Ba <sub>(P.P.M)</sub>	۱۵,۵,۲۷	۱۶,۴,۷,۸۹	۱۱,۲,۲,۷۱	۱۱,۳,۰,۱۳	۱۱,۶,۲,۷۴



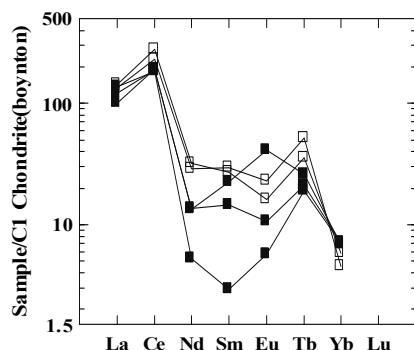
شکل ۵ تعیین میزان آلومینیت گرانیت چاه ترش [۱].



شکل ۶ نمایشی از جدایش سری ماقمایی سنگهای توده چاه ترش با نمودار مثلثی AFM [۲].



شکل ۷ نمودار عنکبوتی چند عنصری [۲] مونزوگرانیتهای پورفیری (فاز اول); □ کوارتز مونزو دیوریتهای دانه‌ای (فاز دوم).



شکل ۸ نمودار عنکبوتی توزیع عناصر نادر خاکی در توده نفوذی چاه ترش [۴]. ■ مونزوگرانیتهای پورفیری (فاز اول); □ کوارتز مونزودیوریتهای دانه‌ای (فاز دوم).

شدن گوه لیتوسفری به طور بخشی به دلیل گرمای ناشی از اصطکاک حین فروزانش شرایط گرم شدن گوه لیتوسفری، گرمای مورد نیاز برای تولید ماقمای مادر این توده را فراهم کرده است.

جانمایی داده‌های شیمیایی روی نمودارهای جایگاه زمین‌ساختی نیز، نشان دهنده وابستگی ماقما به محیط قوس آتشفسانی (حاشیه قاره‌ای فعال) است (نمودار شماره ۹).

پارامترهای ژئوشیمیایی این ماقما همچون، درصد بالای  $K_2O$ ، بیش از ۱/۵ درصد وزنی به ازای ۵۰ درصد وزنی سیلیس، و دارا بودن نسبت  $TiO_2/P$ ، کمتر از ۱۰/۸، نشان از ریشه گیری ماقمای مولد این توده از ذوب بخشی سنگ پوسته‌ای است که ترکیب مافیک تا حد واسطه (دگرگون شده) داشته و قلایی آهکی و پتاسیم بالاست [۱۱].

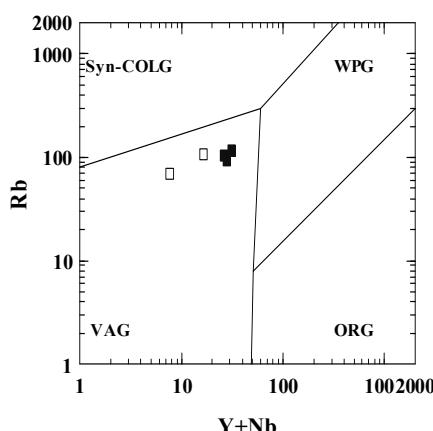
نمودار تعیین ماقمای مادر نیز، تشکیل سنگهای نفوذی توده چاه ترش را از ذوب بخشی سنگ مادر مافیک دگرگون شده تأیید می‌کند (شکل ۱۰).

#### خاستگاه و ساز و کار تشکیل ماقمای مادر توده

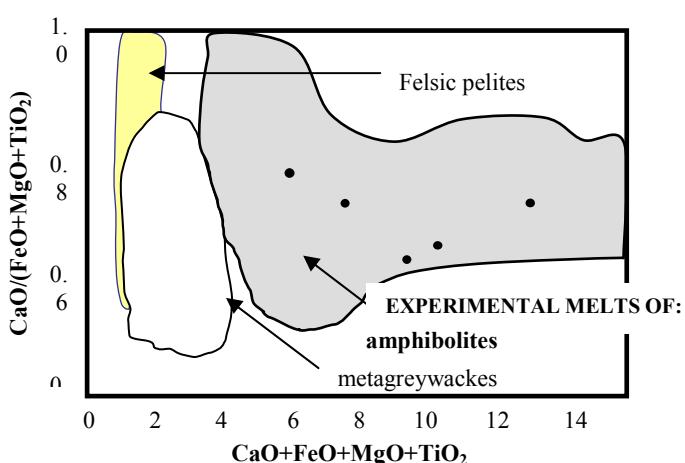
توده چاه ترش با استناد به شواهد صحرایی، مثل نبودن برونبومهای سورمیکاسه، رنگ صورتی کانی ارتوز (خاکی از شرایط اکسایش و فوگاسیته بالای اکسیژن) و شواهد سنگ شناختی مانند وجود کانی هورنبلند سبز، پلی کروئیسم کاهی تا شکلاتی بیوتیت، تبلور مگنتیت شکلدار (نشان فوگاسیته بالای اکسیژن)، از گرانیتهای نوع I به شمار می‌آید.

شواهد ژئوشیمیایی مانند، متالومین بودن نمونه‌ها، کاهش  $P_2O_5$  در فاز پورفیری، دارا بودن بیشترین درجه جدایش از عناصر نادر خاکی، نسبت  $Fe_2O_3/FeO > 0.04$  و دارا بودن برونبومهای هم ریشه (cognate) با سنگ میزبان، مovid خاستگاه ماقمایی (I) این توده هاست [۵، ۶].

احتمالاً در زمان الیگومیوسن فروزانش نشوتنیس به زیر ایران مرکزی [۷] و یا فروخرش دو بلوك بر روی هم [۸]، موجب ادامه آبدایی از پوسته اقیانوسی فروزانده شده و آزاد شدن آبگونهای حاصله به درون بخش‌های فوقانی و نیز گرمتر



شکل ۹ موقعیت زمین‌ساختی زمینی نمونه‌های توده چاه ترش [۹]. ■ مونزوگرانیتهای پورفیری (فاز اول); □ کوارتز مونزودیوریتهای دانه‌ای (فاز دوم).



شکل ۱۰ تعیین خاستگاه مادر سنگهای نفوذی جنوب غرب ندوشن [۱۲].

پورفیری کمتر است. این نشانه‌های ژئوشیمیایی به همراه نمودار دوتایی نمونه‌های این توده، تفاله بودن فاز دانه‌ای و روند ذوب بخشی از ماقماهی مادر مشترک را به نمایش می‌گذارند. حاشیه ریز دانه‌تر یا حاشیه سرد شده<sup>۲</sup> میان این دو دسته سنگ و نفوذ زبانه‌هایی از آبگون مرحله دوم تزریق (با آمفیبولهای سوزنی درشت) در حاشیه سرد شده، تأییدی بر متأخر بودن مرحله آمفیبولدار است (شکل ۲).

هر ماقماهی در شرایط خاص و در یک مرحله از تبلور خود، احتمالاً می‌تواند از عناصری مثل تیتان و فسفر اشباع شود، رابطه بین کاهش حل شدن عناصر یاد شده و جدایش کانیهای دارای این عناصر با کاهش دما (اغلب همراه با افزایش محتوای آب) و کاهش فشار، تا سال ۱۹۸۶، کاملاً اثبات شده است. ولی آزمایشهای اکتشافی دیگری، تحت شرایط کنترل شده در فشار ۲۵۰ بار و ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد، ثابت کرد که افزایش REE به ترکیب گرانیتی نوع I قلیایی آهکی، بوضوح حل شدن آپاتیت را حدود ۳۵ تا ۴۰ درصد کاهش می‌دهد [۱۳].

از طرف دیگر، نتایج پژوهش‌های جدیدتر نیز تاثیر افزایش نسبت  $K_2O/Na_2O$  را بر کاهش میزان حل شدن فسفر در گرانیتهای متالومین قلیایی آهکی به اثبات رسانده‌اند [۱۴].

با این توصیف و با توجه به سنگنگاری خاص (فرمایی آپاتیت در شمارش مдал، جدول ۱) و ژئوشیمی ویژه نمونه‌های توده چاه ترش که رکورددار بالاترین میزان REE بین تمامی

بر پایه بررسیهای انجام شده، ماقماهیسم منطقه را وابسته به فرورانش پوسته اقیانوسی نئوتیس به زیر ایران مرکزی و به دنبال آن ذوب بخشی سنگهای پوسته تحتانی در اثر آبگونهای آزاد شده از پوسته فرورانده می‌دانیم. اینکه آبگونهای آزاد شده از لب پوسته اقیانوسی فرورانده موجب ذوب پوسته تحتانی شده و یا تزریق ماقماهی تولید شده از گوۀ گوشتهای، موجبات ذوب پوسته را فراهم کرده است، نیاز به بررسیهای ایزوتوپی به ویژه تعیین نسبتهای  $^{87}Sr/^{86}Sr$  و  $^{143}Nd/^{144}Nd$  دارد.

### بحث

در مورد چگونگی سردشدن و جایگزینی ماقماهی این توده، به نظر می‌رسد که نخست بخش پرسیلیس با بافت پورفیری در دو مرحله سرد شده و به سطح رسید، و سپس تفاله مافیک و کم سیلیس باقیمانده در دو مرحله به سطح تزریق شده است. در مرحله اول ریز دانه بوده و در اثر تزریق به سطح یا سردایش در افق‌های سردتر چنین بافتی به خود گرفته و در مرحله دوم به دلیل تزریق در میزان داغ، شرایط تبلور مناسبتری داشته است و در آن آمفیبولهای سوزنی درشت تشکیل شده‌اند.

با توجه به نمودارهای هارکر، سنگهای پورفیری و دانه‌ای روندی متفاوت با هم نشان نمی‌دهند و احتمالاً همه آنها از یک ماقماهی مادر مشترک ریشه گرفته‌اند (شکل ۱۱).

در فاز پورفیری با درصد سیلیس بالا، میزان عناصر HFSE همچون Y, Ta, Th, Zr و Ti کمتر از فاز دانه‌ای است. علاوه بر این نسبت Rb/K در تفاله دانه‌ای، نسبت به نمونه‌های

2 -Chilled margin

- [4] Boynton W.V., "Geochemistry of the Earth element meteorite studies". In: Henderson P.(ed), Rare Earth Element geochemistry. Elsevier, (1984), PP. 63-114.
- [5] Chappell, B. W. & White, A. J. R., "I and S-type granites in the Lachlan fold belt", Transactions of the Royal society of Edinburgh sciences,83, (1992), 1-26
- [6] Chappell, B. W. & White, A. J. R,"Two contrasting granite types : 25 years later", Australian Journal of earth sciences, vol. 48, (2001), 489-499.
- [7] Berberian, F., & Berberian, M.," Tectono-Plutonic episodes in Iran". Geodynamics Series. Vol. 3, (1983), 565-592.
- [۸] معین وزیری، ح.، چند نقطه عطف در تاریخچه تکتونوماگمایی ایران، فصلنامه علمی - پژوهشی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی، شماره ۴۹-۵۰، ۱۳۸۲، ۳۹-۳۲.
- [9] Pearce, J. A., Harris, N.B.W. & Tindle, A. G., "Trace element Discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks". Journal of petrology, Vol. 25, part4, (1984), pp.956-983.
- [10] Flierdt, T. V., Hoernes, S., Jung, S., Masberg, P., Hoffer, E., Schaltegger, U., Friedrichsen, H., "lower crustal melting and the role of open- system processes in the genesis of syn- orogenic quartz diorite- granite-leucogranite associations: constraints from Sr- Nd-O isotopes from the Bandombaai complex, Namibia". Lithos 67, (2003), 205-226.
- [11] Opio-Aketch, N., Tarney, J. & Hoshino, M., "Petrology and geochemistry of granites from Archean terrain north of lake Victoria, Western Kenya". Journal of African Earth Sciences 29, (1999), 283-300.
- [12] Patino Douce, A. E., "what do experiments tell us about the relative contributions of crust and mantle to the origine of granitic magmas?.In: Castro, A., Fernandez ,C., vigneressese, J. L. (eds), understanding granites: Intergrating New and classical Techniques", Geological Society of London, special publication 168, (1999), pp. 55-75.

توده ها هستند، می‌توان استنباط کرد که در چاه ترش، بالا بودن میزان REE از یک سو و بالا بودن میزان پتانسیم از سوی دیگر، موجب کاهش چشمگیر حل شدن فسفر در مذاب گرانودیوریتی شده و سبب تبلور کانی آپاتیت از مذاب مادر شده است.

#### برداشت

توده نفوذی چاه ترش گسترده ترین رخمنون نفوذی در منطقه است و تنوع بافتی و منطقه بندی صحرایی آن حاکی از آن است که در دو فاز به زیر سطح تزریق شده است؛ در مرد ساز و کار جایگیری این توده، با استناد به شواهد صحرایی و سنگ- نگاری حدس زده می‌شود که نخست فاز پرسیلیس دارای بافت پورفیری طی دو مرحله سرد شده و به سطح رسیده است. فاز دوم نیز در دو مرحله به سطح رسید، و به دلیل شرایط متفاوت حاکم در زمان تزریق، دارای تنوع بافتی بیشتری است.

بررسی مجموعه شواهد ژئوشیمیایی، نشان می‌دهد هر دو فاز پورفیری و دانه‌ای، از ماقمای مادر مشترک ریشه گرفته‌اند، و فاز دانه‌ای جوانتر، تفاله‌ای کم سیلیس باقیمانده از تبلور بخشی فاز پورفیری است. در ماقمای مادر توده چاه ترش، بالا بودن میزان REE از یک سو و بالا بودن میزان پتانسیم از سوی دیگر موجب کاهش چشمگیر حل شدن فسفر در مذاب گرانودیوریتی شده و سبب تبلور زود هنگام کانی آپاتیت از مذاب مادر شده است [۱۵، ۱۶].

#### مراجع

- [1] Maniar P. D., Piccoli P. M., "Tectonic discrimination of granitoides", Geo. Soc. of Am. Bull., Vol.101, (1989), 635-643.
- [2] Irvine T. N., Baragar W.R.A., "A guid to chemical classification of the common volcanic rocks". Can. Jour. Earth. Sci., vol. 8, (1971), pp. 523-548.
- [3] Sun S., McDonough W.F., "Chemical & isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Sounders, A.D., & Norry M. J., (eds), magmatism in oceanic basines". Geol. Soc. London. Spec.Pub.42, (1989), pp.313-348

- [15] Green, T. H. & Pearson, N.J., " *Ti-rich phase saturation in hydrous mafic-felsic compositions at high P,T.*" Chem. Geol. 54, (1986) 185-201.
- [16] Ryerson F.J., Watson E.B., " *Rutile saturation in magmas: implications for Ti- Nb- Ta depletion in island arc magma.*" Earth Planet. Sci. Lett. 86, (1987), 225-239.
- [13] Wolf, M. B. & London, D., " *Incongruent dissolution of REE- and Sr rich apatite in peraluminous granitic liquids: differential apatite, monazite, and xenotime solubilities during anatexis.*" Am. Mineral. 80, (1995), pp. 765-775.
- [14] Green, T. H. & Adam, J., " *Pressure effect on Ti- or P-rich accessory mineral saturation in evolved granitic melts with differing K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O ratios.*" Lithos 61, (2002), pp.271-282.