بسمه تعالی

پتروگرافی و پترولوژی تودهٔ نفوذی مبارك آباد (شمال شرق تهران)

توسط: دکتر حسین معین وزیری و بهمن سلیمانی

خلاصه

در ۵۰ کیلومتری شمال شرق تهران، بین روستاهای مبارك آباد و آردینه، توده‌ای نفوذی بازیك به طول ۶۰۰۰ و بعرض تقریباً ۵۰۰ متر به داخل یکی از انشعابات گسل مُشا- فشم تزریق شده است. این توده شامل:

ملاگابرو، لوکوگابرو و دیوریت، همراه با رگه‌ها ودایک‌های سی‌نیتی است. ترتیب قرار گرفتن فاسیس‌های مختلف در این توده و توالی تغییرات شیمیائی و کانی شناسی در این فاسیس‌ها از یك تفریق ماگمائی بطریق تبلور بخشی و تحت تأثیر نیروی ثقل حکایت می‌کند. فراوانی قابل توجه اورانیم، توریم نیوبیوم، زیرکنیم در رگه‌های پرهنیت موجود در شکستگی‌های تودهٔ نفوذی مبارك آباد از یك مرحلهٔ متاسوماتیك تأخیری خبر میدهد. متاسوماتیسم توسط سیالاتی صورت گرفته که از یك مخزن عمیق‌تر و احتمالاً تفریق یافته، تودهٔ نفوذی را تحت تأثیر خود قرار داده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

۱- موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی تودهٔ نفوذی مبارک‌آباد:

تودهٔ نفوذی مبارک آباد در ۷۵ کیلومتری شمال شرق تهران بین روستاهای آردینه و مبارک آباد به داخل یکی از انشعابات گسل مشا- فشم تزریق گشته است.

تودهٔ آذرین مبارک آباد بصورت یک دایک طویل با ابعاد ۶ کیلومتر در ۵۰۰ متر با راستای شرق جنوب شرق - غرب شمال غرب در دامنهٔ کوههای قراول ولار رخنمون دارد. بیشترین عرض دایک در سمت مغرب (۸۰۰ متر) و کمترین عرض آن در سمت مشرق (۲۰۰ متر) قرار دارد (شکل ۱). این توده در امتداد رو راندگی مُشا-فشم قرار گرفته است. توده‌های دیگری با همین امتداد در ناحیهٔ مورد مطالعه دیده میشوند. امکان دارد که تودهٔ گابروئی آردینه و دلریت تجرک استطاله‌هائی از تودهٔ آذرین مبارک آباد بوده و دارای یک منشأ مشترک باشند.

تودهٔ نفوذی مبارک آباد بداخل سازند ائوسن تزریق شده اما در بخش شمالی و غربی با رسوبات پالئوزوئیک مرز مشترک دارد (سلیمانی- ۱۳۶۸).

سازند ائوسن در این نقطه شامل گدازه، پیروکلاستیت، سنگهای آهکی فسیل‌دار، دولومیت و سنگهای تبخیری (گچ) است. پالئوزوئیک (لالون، میلا، جیرود، مبارک) از کنگلومرا، ماسه سنگ، دولومیت و آهکهای تیره رنگ و فسیل‌دار تشکیل شده است (سلیمانی - ۱۳۶۸).

این منطقه بشدت تکتونیزه است بطوریکه بخشی از گابروی ملانوکرات بشدت خرد و تجزیه شده است. با وجود این گاهگاه قلوه‌های سالم ملاگابرورا بصورت هسته‌های باقیمانده از آلتراسیون پوست پیازی، میتوان یافت.

فعالیتهای تکتونیکی موجب درهم شدن سازندهای مختلف شده بطوریکه تشخیص آنها را از یکدیگر مشکل ساخته است.

۲- پتروگرافی و خصوصیات کانی‌شناسی:

تودهٔ نفوذی مبارک‌آباد شامل ملاگابرو، لوکوگابرو، دیوریت، سیینیت و سی ینیت کوارتزدار است (شکل ۱- جدول ۱)

۲-۱- ملاگابرو

این سنگ (نمونه شماره ۸) در نمونهٔ دستی بسیار تی
(in.col=۶۷) و درشت دانه است. کانیهای آن شامل ا
(کریزولیت)، کلینوپیروکسن (اوژیت غنی از تیتان)، و پا
(بیتوونیت) است (جدول ۱). درصد فورستریت از طریق اند
زاویه 2V و درصد آنورتیت با اندازه‌گیری زاویه خاموشی اف
آلبیت در پلاژیو کلازها و توسط پلاتین تئودولیت بدست آمد

سرپانتی نیزاسیون اولیوین، اورالیتیزاسیون و بیوتیتیزاسیو
کلریتیزاسیون بیوتیت، سوسوریتیزاسیون پلاژیو کلازهای ای
چشم‌گیر است.

۲-۲- لوکوگابرو

لوگوگابرو (نمونه شمار ۷) قسمت اعظم بخش میانی و
نفوذی مبارک آباد را می‌سازد. ضریب رنگینی آن ۲۶ است. در
اولیوین وجود ندارد و کانی مافیک آن اوژیت است. پلاژیو
بخشی به پرهنیت و یا سوسوریت تجزیه شده است.

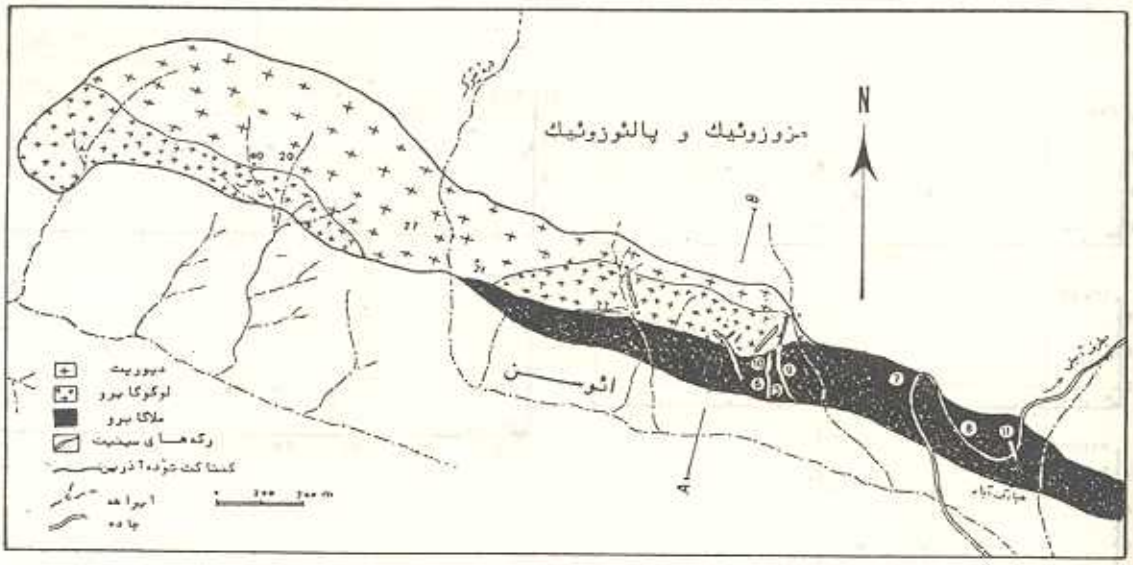
۲-۳- دیوریت

دیوریت (نمونه ۲۱ و ۴۰) در بخش مرکزی و غربی تو
مبارک‌آباد رخنمون دارد. این سنگ بصورت میکرودیوری
شماره ۹) نیز دیده می‌شود. این سنگ در نمونه دستی مایل به
کانیهای آن شامل پلاژیوکلاز، کلینوپیروکسن، آمفیبل و
میکروکلین است. پلاژیوکلاز در حد اولیگوکلاز (٪۳۰ تا ۲۸=
و سوسوریتیزه و یا پرهنیتیزه است. آمفیبل (اورالیت) حا
پیروکسن می‌باشد. کانیهای فرعی دیوریت‌ها عبارتند از اسفن
آهن.

۲-۴- سی‌ینیت

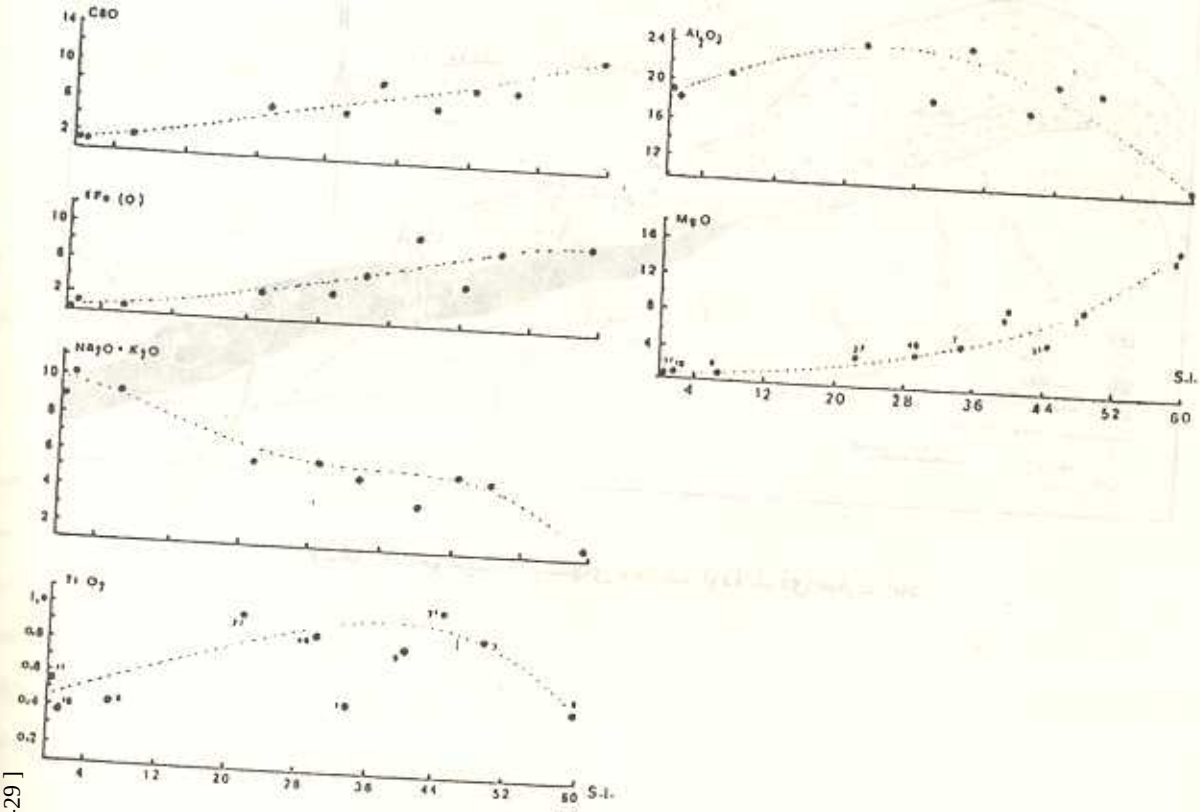
سی‌ینیت با ساخت عمیق ونیمه عمیق (پورفیریتی) ق
مختلف توده آذرین مبارک آباد را قطع می‌کند و در بخش
گسترش فراوان دارد. ضریب رنگین این سنگها بین ۱۴ ۷
است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



(شکل ۱)-موقعیت فاسیسهای مختلف تودهٔ نفوذی مبارک آباد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



(شکل ۲)- تغییرات درصد اکسیدهای عناصر اصلی سنگهای نفوذی مبارك آباد نسبت به ضریب انجماد کونو (۱۹۶۸)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

نمونه	S.8	S.7	S.9	S.21	G.40	S.6	S.77	S.10
کانی	گـــابـــرو		دیـــوریـــت			سیـــنیـــت		
الیوین	۹/۶	-	-	-	-	-	-	-
اوژیت	۲۷/-	۱۲/۳	-	۳	۲۱/	۴/۲	-	۳/۴
هورنبلند	۰/۴	-	۲۲/۲	۲۹	-	-	-	-
پلاژیوکلاز	۳۳/۳	۷۴/۱	۵۳/۷	۶۱	۷۵/۴	۸۴/۵	۸۳/۱	۸۹/۶
فلدسپات آلکالن	-	-	-	-	۱/-	۴/۵	۸/-	-
بیوتیت	۵/۴	۱/-	-	-	-	-	-	-
کوارتز	-	-	-	-	-	-	-	-
مانیتیت	۰/۴	۴/۸	۸/	۴/۲	-	۰/۲	۰/۶	۰/۷
آپاتیت	-	-	-	-	-	-	-	-
اسفن	-	-	۱/۸	-	۲/۵	۰/۹	-	-
کلسیت	-	-	۱/۱	-	-	۵/۵	۸/۳	۶/۳
اپیدوت	-	۱/-	۰/۱	۱/۳	-	۰/۱	-	-
کلریت	۲/۴	۶/۳	۱۰/۳	۳/۵	-	۰/۱	-	-
پرهنیت	۱/۵	۱/۵	۴/۸	-	-	-	-	-
ضریب رنگی	۶۶/۷	۲۶/۹	۴۳/۵	۳۹	۲۳/۵	۵/۵	۰/۶	۴/۱
%An	۷۵	۷۵	۳۰	۲۸	۲۷	۱۰	۸	۶

(جدول ۱)- نتایج تجزیهٔ مدال چند نمونه از فاسیسهای مختلف تودهٔ نفوذی مبارك آباد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

نمونه / اکسید	3	8	7	9	21	27	40	6	10	77
	گابرو			دیوریت				سینیت		
SiO_2	۴۷/۶۸	۴۸/۷۷	۵۰/۸	۵۲/۷۶	۵۶/۳۸	۵۷/۲۳	۶۵/۴۲	۶۸/۰۸	۷۰/۰	۷۰/۵۹
Al_2O_3	۲۱/۳۳	۱۰/۰۲	۲۴/۸	۱۶/۹۹	۲۰/۳۵	۲۵/۳۲	۱۷/۱۵	۱۹/۶۳	۱۶/۳۳	۱۷/۷۵
Fe_2O_3	} ۸/۲۱	۲/۹۳	} ۵/۲	۳/۶۲	} ۳/۶۸	} ۲/۳۲	} ۲/۳۲	۰/۰۵	۱/۲۷	۰/۲۷
FeO		۶/۵۷		۵/۷۲				۰/۲۲	۰/۲	-
MgO	۹/۰۲	۱۶/۸۷	۲/۶۳	۸/۹۵	۴/۸	۲/۶۱	۳/۳۱	۰/۶۶	۰/۰۸	-
CaO	۷/۶	۱۱/۹۹	۹/۰۲	۶/۶۶	۷/۷	۴/۹۳	۵/۱۵	۱/۱۸	۱	۱/۰۵
P_2O_5	۰/۲۷	۰/۱۶	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۲۲	۰/۲۶	۰/۱۱	-	۰/۱۵	۰/۰۴
Na_2O	۴/۲۷	۱/۱۷	۲/۸۵	۳/۹۹	۴/۵	۵/۱۹	۵/۰۳	۹/۷۱	۱۰/۳۶	۸/۷۵
K_2O	۰/۳۶	۰/۷۹	۱/۸۵	۰/۱۴	۰/۹	۰/۹	۰/۲۹	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۸۵
TiO_2	۰/۸۷	۰/۴۸	۰/۴۲	۰/۸	۱/۲۵	۱/۰۵	۰/۸۴	۰/۴۲	۰/۳۸	۰/۵۳
MnO	۰/۲۷	۰/۲۵	۰/۲	۰/۱۲	۰/۲	۰/۱۵	۰/۱۶	-	-	-
Total	۹۹/۸۸	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۹۹	۹۹/۹۸	۹۹/۹۸	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰/۰۱	۱۰۰/۰۳

(جدول ۲)- نتایج تجزیهٔ شیمیائی چند نمونه از فاسیسهای مختلف تودهٔ نفوذی مبارک آباد

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

کانی‌های اصلی سی‌ینیت‌ها شامل آلبیت و میکروکلین (نمونه‌های شماره S6 ۶ و ۷۷) و یا فقط آلبیت است.

کانیهای فرعی و ثانوی سی‌ینیت‌ها عبارتند از اسفن، اپیدوت، کلریت، کلسیت و اکسیدهای آهن.

ترکیب کانی‌شناسی سینیت‌های دارای کوارتزنورماتیو (نمونهٔ ۱۰) بیشتر به کراتوفیرها شباهت دارد.

۳- متاسوماتیسم و آلتراسیون

متاسوماتیسم و آلتراسیون در سنگهای نفوذی مبارك آباد بخوبی مشهود است. سر پانتی نیزاسیون اولیوین، سوسوریتیزاسیون و پرهنیتیزاسیون پلاژیوکلاز در اکثر نمونه‌ها قابل رؤیت است. در این توده، رگه‌های پرهنیت که با مختصری آلبیت، کلریت و گاهی اکتینوت همراه است فراوان دیده می‌شود. در بعضی از نمونه‌ها رگه‌های پره نیت در امتداد کلیواژهای بیوتیت نیز نفوذ کرده است. آلبیتیزاسیون پلاژیوکلازها گاهی موجب تبدیل دیوریت به اپی سی ینیت شده است. اورالیتیزاسیون، توام با بیوتیتیزاسیون، در پیروکسن‌ها قابل مشاهده می‌باشد. بیوتیت نیز بطور بخشی کلریتیزه است. تجزیهٔ پیروکسن به اپیدوت و کلریت نیز در بعضی از نمونه‌ها دیده می‌شود. تجربهٔ آمفیبل به اپیدوت که از آمفیبل فقط هسته‌ای سالم باقی مانده نیز مشاهده گردیده است (سلیمانی- ۱۳۶۸).

وجود رگه‌های باریت بخصوص در بخش شمالی تودهٔ مبارك آباد و یا رگه‌های کلسیت همراه با بلورهای درشت واتومورف آپاتیت (نمونه ۳۱) نشانهٔ تأثیر یك فاز نیدروترمال بر منطقه است (سلیمانی، ۱۳۶۸).

۴- تحولات ماگمائی

در این تودهٔ نفوذی مقدار SiO_2 از ۴۷ تا ۷۰ درصد Al_2O_3 از ۱۰ تا ۲۵ درصد Fe(O) از ۰/۴۷ تا ۸/۲ درصد در تغییر است. همچنین MgO از ۱۶ تا صفر درصد، CaO از ۱۲ تا ۱ درصد، مجموع آلکالن‌ها از ۱/۳ تا ۱۰/۴ و بالاخره TiO_2 از ۱/۲۵ تا ۰/۴ درصد تغییر می‌کند (جدول ۲).

درصد بسیار کم آلومین (۱۰٪) در ملاگابرو (نمونه شماره ۸) و مقدار بالای این اکسید (۲۱ تا ۲۵ درصد) در کولوگابرو (نمونه شماره ۷) و دیوریت (نمونه شماره ۲۷) ونیز درصد بسیار بالای MgO (۱۶/۸) در ملاگابرو ونسبت بالای Mg/Mg+Fe در این سنگ (۰/۷۶) که بیش از بازالتهای اولیه (۰/۶۸ تا ۰/۷۳) است نشان می‌دهد که سگرگاسیون بلورهای اولیوین در بخش تحتانی توده، و فلوتاسیون پلاژیوکلاز در بخشهای فوقانی آن موجب تفریق ماگما شده است.

فقط در ملاگابرو (نمونه شماره ۸) مقدار کمی نفلین نورماتیو، و در یك نمونه سی‌ینیت (نمونه شماره ۱۰) مختصری اژیرین نورماتیو بدست آمده است (سلیمانی - ۱۳۶۸).

در شکل ۲ تغییرات اکسیدهای عناصر اصلی سنگهای مختلف تودهٔ نفوذی مبارك آباد را در ارتباط با تغییرات ضریب انجماد (کونو ۱۹۶۸) نشان داده‌ایم. این نمودارها نشان می‌دهند که تبلور اولیوین و سپس پیروکسن (تنزل CaO , FeO , MgO) موجب افزایش مقدار Al_2O_3 و عناصر آلکالن در ماگمای باقیمانده شده، آنگاه، تبلور پلاژیوکلاز سبب شده که مقادیر CaO و Al_2O_3 در دیاگرام‌ها مسیر نزولی طی کنند.

دیاگرام TiO_2/S.I. نشان می‌دهد که تبلور کانیهای اوپك از ترمهای حدواسط شروع شده است.

از این دیاگرامها و بر اساس مطالعات پتروگرافی چنین نتیجه گرفته شده (سلیمانی ۱۳۶۸) که تودهٔ نفوذی مبارك آباد بصورت درجا و از طریق تبلور بخشی، تفریق ثقلی حاصل کرده است (شکل ۳).

فراوانی اورانیم، توریم، نیوبیوم، و زیر کنیم، در رگه‌های پرهنیت، ومعمولی بودن مقادیر این عناصر در سنگهای بازیك و اسیدی توده گابرونی مبارك آباد (بغیر از نمونه شماره ۷) (جدول ۳) قابل توجه و پی‌گیری است. بنظر می‌رسد که فراوانی این عناصر در رگه‌های پرهنیت نتیجهٔ یك فاز پنوماتولیتیك یا نیدروترمال باشد که از یك مخزن عمیق‌تر و تفریق یافته، تودهٔ نفوذی مبارك آباد را تحت تأثیر قرار داده است (شکل ۳).

۶- سن تودهٔ نفوذی مبارك آباد

محققینی که تاکنون منطقه مبارك آباد و یا نواحی مجاور آنرا مطالعه کرده‌اند، همگی با شك و تردید از سن تودهٔ آذرین مبارك آباد صحبت کرده‌اند زیرا در اطراف آن هالهٔ دگرگونی دیده نمی‌شود. آسرتو (۱۹۶۳) زمان جایگزینی را ائوسن و دلنباخ (۱۹۶۴) اولیگوسن میداند.

بر اساس دلایل زیر می‌توان نتیجه گرفت که جایگزینی تودهٔ آذرین مبارك آباد بعد از ائوسن صورت گرفته است (سلیمانی - ۱۳۶۸).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

الف- گابرو بداخل تراستی که اثوسن را قطع کرده تزریق شده است.

ب - تزریقات پایانی (رگه‌های میکروسی ینیت) دارای ساخت پورفیریك هستند واین میرساندکه ماگماتیسم نفوذی، جوان است زیرا فازهای پایانی آن در زمانی که سربار توده نفوذی مبارك آباد فرسایش یافته وتوده با سطح زمین فاصلهٔ چندانی نداشته، تزریق گشته است.

پ - مطالعات بعمل آمده روی ساختمانهای تکتونیکی موجود در تودهٔ نفوذی و سنگهای اثوسن در برگیرنده، نشان می‌دهد که سنگهای اثوسن دارای ساختمانهائی با راستاهای دیگر، علاوه بر راستاهای موجود در توده نفوذی، هستند و این قدمت سنگهای اثوسن را نسبت به تودهٔ آذرین می‌رساند.

جز در یك نمونهٔ توف (G.1) که از ۵۰ متری شمال قهوه‌خانهٔ مبارك آباد برداشت شده و در آن تیلور ترمولیت و اسفن از یك دگرگونی ضعیف خبر می‌دهد، نشانهٔ دیگری از دگرگونی مجاورتی در اطراف تودهٔ نفوذی مبارك آباد بدست نیامده است. عدم مشاهدهٔ هاله دگرگونی در اطراف تودهٔ مبارك آباد میتواند ناشی از جابجائی توده بعلت حرکات گسل‌های منطقه باشد، که آنرا از محل اولیه خود دور کرده است.

۷- منشأ و علت ماگماتیسم در مبارك آباد

همچنانکه قبلاً گفته شد در ملاگابرو نسبت $Mg\times100/Mg+Fe$ برابر با ۷۶ است. این نسبت در بازالتهای اولیه بین ۶۸ تا ۷۳ و در پریدوتیت‌های گوشته، ۸۸ تا ۸۹ می‌باشد(Roeder & Emslie, 1970). بنابراین، ملاگابرو، اگر یك ماگمای اولیه بحساب آید نمی‌تواند حاصل ذوب بخشی گوشته، با نرخ ضعیف، باشد، زیرا این نسبت در مذابهای ابتدائی، با نرخ کم، از ۷۳ تجاوز نمی‌کند مگر اینکه بخش قابل توجهی از پریدونیت در مذاب شرکت کرده باشد. در حالت اخیر بایستی ماگما طبیعت توله ایتی پیدا کرده وترمهای تفریق یافتهٔ آن خط تفریق سری توله ایتی را تعقیب نمایند، حال آنکه ماگماهای بازیك مبارك آباد به سری کالکوآلکان نزدیك‌تر هستند تا توله ایتی (سلیمانی ۱۳۶۸). بنظر می‌رسد که بالا رفتن نسبت فوق‌الذکر در ملاگابرو، ناشی از سگرگاسیون بلورهای اولیوین در این فاسیس از تودهٔ نفوذی بوده باشد (شکل۳). در این صورت لوکوگابرو حاصل فلوتاسیون و جدایش پلاژیوکلاز از کانیهای مافیك می‌تواند بحساب آید. ماگمای سبك باقیمانده در بخش فوقانی توده، موجب تشکیل دیوریت در حاشیهٔ شمالی شده است.

با توجه به مطالب فوق، ماگمای اولیه، قبل از تفریق، دارای ترکیبی حد واسط بین لوکوگابرو و ملاگابرو بوده و از ذوب بخشی پریدوتیتی متاسوماتیزه، حاصل شده است. وجود کانیهای آبدار نظیر آمفیبل و بیوتیت در سنگهای بازیك مبارك آباد گواه بر پر آب بودن ماگمای مادر است. همچنین پر آب بودن ماگمای مادر را نیز از اینکه ماگما قبل از رسیدن به سطح زمین منحنی سولیدوس خود را قطع کرده، میتوان فهمید. فراوانی قابل توجه عناصر هیگروماگمافیل (نظیر اورانیوم) در سنگهای تفریق یافته، می‌تواند نشانهٔ غنی بودن گوشتهٔ مولد این ماگماها از عناصر فوق‌الذکر باشد.

تشکیل ماگمای بازیك کالکو آلکان غنی از آب و عناصر هیگروماگمافیل، از یك گوشتهٔ معمولی امکان پذیر نیست مگر اینکه گوشته بطور محلی و یا منطقه‌ای از سیالات غنی شده باشد. معمولاً غنی شدن گوشته از آب و عناصر کمیاب یا حاصل سوزنها و تیغه‌های حرارتی درون گوشته‌ای است که این مواد را به بخش‌های، بالاتر گوشته منتقل می‌سازد، و یا ناشی از فرو رفتن یك پوسته اقیانوسی در مانتو و آبگیری از آن است.

در خصوص منطقه البرز، عدم مشاهدهٔ یك زنجیر افیولیتی ممتد در این مسیر مانع از آنست که به یك پالئو سابداکشن بین پوستهٔ اقیانوسی و ایران مرکزی که گالپرین (۱۹۶۲) و کاندی (۱۹۸۲) به آن اشاره کرده‌اند معتقد شویم. وجود یك هستهٔ داغ در البرز مرکزی پس از ولکانیسم شدید اثوسن در این منطقه، محتمل‌تر است. این کانون حرارتی احتمالاً میتواند بقایای همان فرآیندی باشد که در طول کرتاسهٔ فوقانی واثوسن ولکانیسم البرز را فراهم کرده است. همچنین گسل‌های شرقی غربی البرز راکه توسط گسل‌های مورّب قطع شده‌اند نیز نمی‌توان نادیده گرفت. حرکت این گسل‌ها از یك طرف موجب هورست شدن زمین و از طرف دیگر باعث دیستانسیون‌های محلی در منطقه می‌شود که، در هر دو حال، این جابجائی‌ها می‌توانند مسبب ذوب گوشته و تولید ماگمای بازیك بشوند. بی‌ارتباط با موضوع ماگماتیسم البرز نیست اگر پیشنهاد کنیم که فعالیتهای تکتونیك در منطقهٔ رودبار نیز عاقبت به ولکانیسم در این منطقه بیانجامد.

[Downloaded from isiarat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

الف- گابرو بداخل تراستی که اثوسن را قطع کرده تزریق شده است.

ب - تزریقات پایانی (رگه‌های میکروسی ینیت) دارای ساخت پورفیریك هستند واین میرساندکه ماگماتیسم نفوذی، جوان است زیرا فازهای پایانی آن در زمانی که سربار توده نفوذی مبارك آباد فرسایش یافته وتوده با سطح زمین فاصلهٔ چندانی نداشته، تزریق گشته است.

پ - مطالعات بعمل آمده روی ساختمانهای تکتونیکی موجود در تودهٔ نفوذی و سنگهای اثوسن در برگیرنده، نشان می‌دهد که سنگهای اثوسن دارای ساختمانهائی با راستاهای دیگر، علاوه بر راستاهای موجود در توده نفوذی، هستند و این قدمت سنگهای اثوسن را نسبت به تودهٔ آذرین می‌رساند.

جز در یك نمونهٔ توف (G.1) که از ۵۰ متری شمال قهوه‌خانهٔ مبارك آباد برداشت شده و در آن تیلور ترمولیت و اسفن از یك دگرگونی ضعیف خبر می‌دهد، نشانهٔ دیگری از دگرگونی مجاورتی در اطراف تودهٔ نفوذی مبارك آباد بدست نیامده است. عدم مشاهدهٔ هاله دگرگونی در اطراف تودهٔ مبارك آباد میتواند ناشی از جابجائی توده بعلت حرکات گسل‌های منطقه باشد، که آنرا از محل اولیه خود دور کرده است.

۷- منشأ و علت ماگماتیسم در مبارك آباد

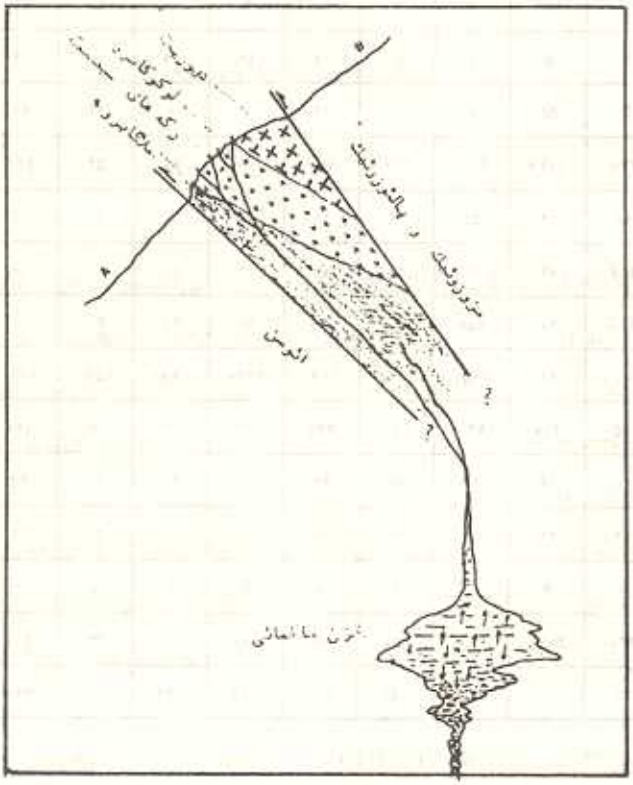
همچنانکه قبلاً گفته شد در ملاگابرو نسبت $Mg\times100/Mg+Fe$ برابر با ۷۶ است. این نسبت در بازالتهای اولیه بین ۶۸ تا ۷۳ و در پریدوتیت‌های گوشته، ۸۸ تا ۸۹ می‌باشد(Roeder & Emslie, 1970). بنابراین، ملاگابرو، اگر یك ماگمای اولیه بحساب آید نمی‌تواند حاصل ذوب بخشی گوشته، با نرخ ضعیف، باشد، زیرا این نسبت در مذابهای ابتدائی، با نرخ کم، از ۷۳ تجاوز نمی‌کند مگر اینکه بخش قابل توجهی از پریدونیت در مذاب شرکت کرده باشد. در حالت اخیر بایستی ماگما طبیعت توله ایتی پیدا کرده وترمهای تفریق یافتهٔ آن خط تفریق سری توله ایتی را تعقیب نمایند، حال آنکه ماگماهای بازیك مبارك آباد به سری کالکوآلکان نزدیك‌تر هستند تا توله ایتی (سلیمانی ۱۳۶۸). بنظر می‌رسد که بالا رفتن نسبت فوق‌الذکر در ملاگابرو، ناشی از سگرگاسیون بلورهای اولیوین در این فاسیس از تودهٔ نفوذی بوده باشد (شکل۳). در این صورت لوکوگابرو حاصل فلوتاسیون و جدایش پلاژیوکلاز از کانیهای مافیك می‌تواند بحساب آید. ماگمای سبك باقیمانده در بخش فوقانی توده، موجب تشکیل دیوریت در حاشیهٔ شمالی شده است.

با توجه به مطالب فوق، ماگمای اولیه، قبل از تفریق، دارای ترکیبی حد واسط بین لوکوگابرو و ملاگابرو بوده و از ذوب بخشی پریدوتیتی متاسوماتیزه، حاصل شده است. وجود کانیهای آبدار نظیر آمفیبل و بیوتیت در سنگهای بازیك مبارك آباد گواه بر پر آب بودن ماگمای مادر است. همچنین پر آب بودن ماگمای مادر را نیز از اینکه ماگما قبل از رسیدن به سطح زمین منحنی سولیدوس خود را قطع کرده، میتوان فهمید. فراوانی قابل توجه عناصر هیگروماگمافیل (نظیر اورانیوم) در سنگهای تفریق یافته، می‌تواند نشانهٔ غنی بودن گوشتهٔ مولد این ماگماها از عناصر فوق‌الذکر باشد.

تشکیل ماگمای بازیك کالکو آلکان غنی از آب و عناصر هیگروماگمافیل، از یك گوشتهٔ معمولی امکان پذیر نیست مگر اینکه گوشته بطور محلی و یا منطقه‌ای از سیالات غنی شده باشد. معمولاً غنی شدن گوشته از آب و عناصر کمیاب یا حاصل سوزنها و تیغه‌های حرارتی درون گوشته‌ای است که این مواد را به بخش‌های، بالاتر گوشته منتقل می‌سازد، و یا ناشی از فرو رفتن یك پوسته اقیانوسی در مانتو و آبگیری از آن است.

در خصوص منطقه البرز، عدم مشاهدهٔ یك زنجیر افیولیتی ممتد در این مسیر مانع از آنست که به یك پالئو سابداکشن بین پوستهٔ اقیانوسی و ایران مرکزی که گالپرین (۱۹۶۲) و کاندی (۱۹۸۲) به آن اشاره کرده‌اند معتقد شویم. وجود یك هستهٔ داغ در البرز مرکزی پس از ولکانیسم شدید اثوسن در این منطقه، محتمل‌تر است. این کانون حرارتی احتمالاً میتواند بقایای همان فرآیندی باشد که در طول کرتاسهٔ فوقانی واثوسن ولکانیسم البرز را فراهم کرده است. همچنین گسل‌های شرقی و غربی البرز راکه توسط گسل‌های مورّب قطع شده‌اند نیز نمی‌توان نادیده گرفت. حرکت این گسل‌ها از یك طرف موجب هورست شدن زمین و از طرف دیگر باعث دیستانسیون‌های محلی در منطقه می‌شود که، در هر دو حال، این جابجائی‌ها می‌توانند مسبب ذوب گوشته و تولید ماگمای بازیك بشوند. بی‌ارتباط با موضوع ماگماتیسم البرز نیست اگر پیشنهاد کنیم که فعالیتهای تکتونیك در منطقهٔ رودبار نیز عاقبت به ولکانیسم در این منطقه بیانجامد.

[Downloaded from isiarat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



(شکل ۳)- معرفی شماتیک تفریق ثقلی در تودهٔ نفوذی مبارک آباد و متاسوماتیسم بعدی آن توسط یك مخزن عمیق تفریق یافته.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

نمونه / عنصر	3	8	7	9	21	27	40	6	10	77	11	31	70	20
	گابرو			دیوریت				سینیت				توف	تراکیت	رگه پرهنیت
U	۶	۲۶	۱۴۲	۳	۷	۲۰	۹	۱۶	۸۵	۱۹	۱۱	۱۳	۵۵	۴۰۱
Th	۲	۲	۵	۲	۱۱	۱۹	۲۲	۱۹	۱۰	۱۲	۶	۷	۷۴	۲۳۶
Rb	۱۱	۲۱	۵۵	۷	۱۶	۱۳	۷	۸	۱۲	۲۱	۵	۹	۲۸۳	۹
Sr	۲۶۳	۳۶۵	۱۱۴۷	۲۰۴	۴۳۶	۲۱۴	۸۶	۶۷	۵۴	۱۴۱	۳۶۱	۳۱۲	۲۱۸	۱۹۰
Co	۶۴	۹۸	۳۹	۵۵	۲۲	۱۹	۱۸	۱۲	۱۰	۱۱	۱۸	۲۱	۳۱	۲۶
Ni	۱۰۰	۲۸۶	۷۶	۹۶	۴۶	۲۱	۲۲	۱۰	۱۱	۱۶	۲۴	۲۳	۱۵	۵۵
V	۱۸۰	۱۴۰	۹۰	۲۵۰	۱۲۰	۱۲۰	۹۰	۳۰	۳۰	۲۰	۱۵۰	۱۲۰	۰	۱۵
Ti	۳۲۶۰	۲۶۷۰	۱۵۶۰	۳۹۵۰	۴۱۱۰	۴۸۷۰	۳۴۲۰	۱۸۷۰	۱۵۸۰	۲۷۵۰	۳۲۵۰	۴۲۸۰	۲۱۰	۱/۷۴۱
Mn	۱۶۵۰	۱۴۵۰	۴۱۰	۹۲۰	۶۸۰	۲۷۰	۳۷۰	۱۱۰	۱۹۰	۱۹۰	۳۴۰	۲۹۰	۹۳۰	۱۰۳
Nb	۲۱	۲۰	۱۶	۲۲	۳۸	۳۴	۴۲	۲۰	۲۶	۲۵	۲۵	۳۵	۴۶۶	۲۶۰
Mo	۲۴	۳۲	۳۴	۲۹	۳۲	۲۶	۲۹	۳۲	۲۷	۳۱	۲۰	۲۱	۴۷	۲۹
Se	۲	۷	۶	۵	۶	۵	۶	۵	۵	۶	۴	۵	۱۰	۶
Ba	۱۴۰	۳۳۰	۳۰۳۰	۱۶۰	۲۱۰	۱۰	۱۷۰	۲۲۰	۳۳۰	۲۱۰	۱۰۰	۱۲۰	۹۰	۹
Zr	۶۵	۳۸	-	۶۹	۱۵۰	۲۵۴	۱۹۸	۳۲۲	۱۶۷	۲۳۸	۱۱۸	۸۲	۲۴۴۹	۲۷۴

(جدول ۳)- نتایج تجزیهٔ شیمیائی چند نمونه از فاسیسهای مختلف تودهٔ نفوذی مبارك آباد از لحاظ عناصر کمیاب و هیگروماگمافیل. تراکیت و توف جزو سازندائوسن و مجاوز تودهٔ نفوذی قرار داشته که بمنظور مقایسه آورده شده‌اند. این نتایج نشان می‌دهند که اورانیم در رگه‌های پرهنیت متمرکز گشته است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

BIBLIOGRAPHIE

1- SOLEIMANI, B., (1989)- Etude pétrographique et pétrologique du massif éruptif de Mobarak-Abad, Thése D:E.S. Tarbiat-Moalem Univ., P.125

2- ASSERETO, R., (1963)- The paleozoic formation in central Elborz (preliminary notes). Riv. Ital. Paleont. Strat., V.69, pp.503- 543

3-DELLENBACH,J., (1964)- Contribution á 1, étude géologique de la région située á 1´Est de Tehran (Iran). Thése Univ.Strasbourg, 120 p.

4- ROEDER, P. L.& EMSLIE, R. F.,(1970)- Olivine- Liquid Equilibrium. Contrib. Mineral. Petrol., 29, P.275-289.

5-GALPERIN, E. I. ;KOSMINSKAIA, I. P. & KARAKSHINA, P.M,(1962)- Principales caractéristiques des ondes profondes (enregistrées lors des seismes profonds dans la partie centrale de la Caspienne). Symp.deep. Sounding of the earths crust in the URRS. Moscou, P.250-277,(en russe).

6-CONDIE, K. C., (1982)- Plate tectonic and crustal evolution. Second Editions. Pergaman presse.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]