روابط رخساره‌ای و سبک جای‌گزینی توده‌های ماگمایی شمال قزوین، البرز باختری

بتول نعمتی، عباس آسیابانها*؛
دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)، دانشکدهٔ علوم پایه، گروه زمین‌شناسی،
رضا نوزعیم؛ دانشگاه تهران، پردیس علوم، دانشکدهٔ زمین‌شناسی

دریافت ۹۶/۱۱/۰۳ پذیرش ۹۷/۰۴/۲۵

چکیده

منطقه لات-بلوکان واقع در شمال قزوین و پهنه البرز باختری دارای توده‌های نفوذی و خروجی متعدّدی به سن ائوسن است و به سه رخساره عمده شامل نهشته‌های ولکانی‌کلاستیک (مشتمل بر توف، لاپیلی توف، آگلومرا، ماسه سنگ و شیل توفی و نیز بین لایه‌های کربناته)، روانه‌های گدازه تراکی آندزیتی و توده‌های نفوذی نیمه‌عمیق (مشتمل بر توده‌های دیوریتی، گنبدهای داسیتی و دسته دایک‌های موازی) تقسیم می‌شوند. وجود ساخت‌های رسوبی بارز نظیر لایه‌بندی و دانه‌بندی تدریجی همراه با آثار میکروفونایی زمان ائوسن میانی در رسوبات توفی حکایت از رسوب‌گذاری آن‌ها در یک حوضه دریایی کم‌عمق تا عمیق دارد که گاه با فوران‌های انفجاری زیرآبی قطع می‌شده است. از دیگر سو روانه‌های گدازه‌های روی آن‌ها به‌دلیل داشتن درزه‌های منشوری و افق‌های خاک بین گدازه، حاصل فوران‌های غیرانفجاری‌تر در محیط خشکی هستند که از طریق شکاف‌ها (دسته دایک‌های موازی) به سطح زمین رسیده‌اند. بالاخره رخساره‌های نفوذی منطقه شامل گنبدهای داسیتی و توده‌های میکرودیوریتی، آخرین مرحله از رویدادهای ماگمایی منطقه هستند که نفوذ آن‌ها متأثر از ساختارهای تکتونیکی منطقه بوده است. بررسی روند غالب NW-SE در منطقه تمرکز دسته دایک‌های موازی، نشان از وجود یک منطقه کششی موضعی (σ_3) با راستای شمال خاوری- جنوب باختری دارد که با فعالیت آن در زمان‌های مختلف دسته دایک‌های موازی با روند شمال باختری-جنوب خاوری متناسب با روند فشارشی (σ_1) در راستای NW-SE جای‌گزین شده‌اند. علاوه بر این، خمیدگی گسل امتدادلغز لات و نیز گسل‌های امتدادلغز چپ‌گرد NE-SW که در ایجاد این سیستم کششی موضعی تأثیر داشته‌اند، زمینهٔ جای‌گیری تودهٔ میکرودیوریتی و گنبد داسیتی لات را نیز فراهم کرده‌اند. از دیگر سو، گنبد داسیتی بلوکان در قسمت جنوبی منطقه، در فضای کششی دیگری مابین قسمت دوشاخه گسل مورب لغز معکوس تزریق شده است. از این رو می‌توان چنین نتیجه گرفت که سبک جای‌گیری دسته دایک‌ها از طریق جای‌گیری با زور و سبک جای‌گیری توده‌های میکرودیوریتی و داسیتی به‌صورت بالون شدگی و جای‌گیری انفعالی بوده است.

واژه‌های کلیدی: دسته دایک موازی، گنبد داسیتی، جای‌گزینی توده نفوذی، منطقه لات- بلوکان، البرز باختری، ائوسن.

مقدمه

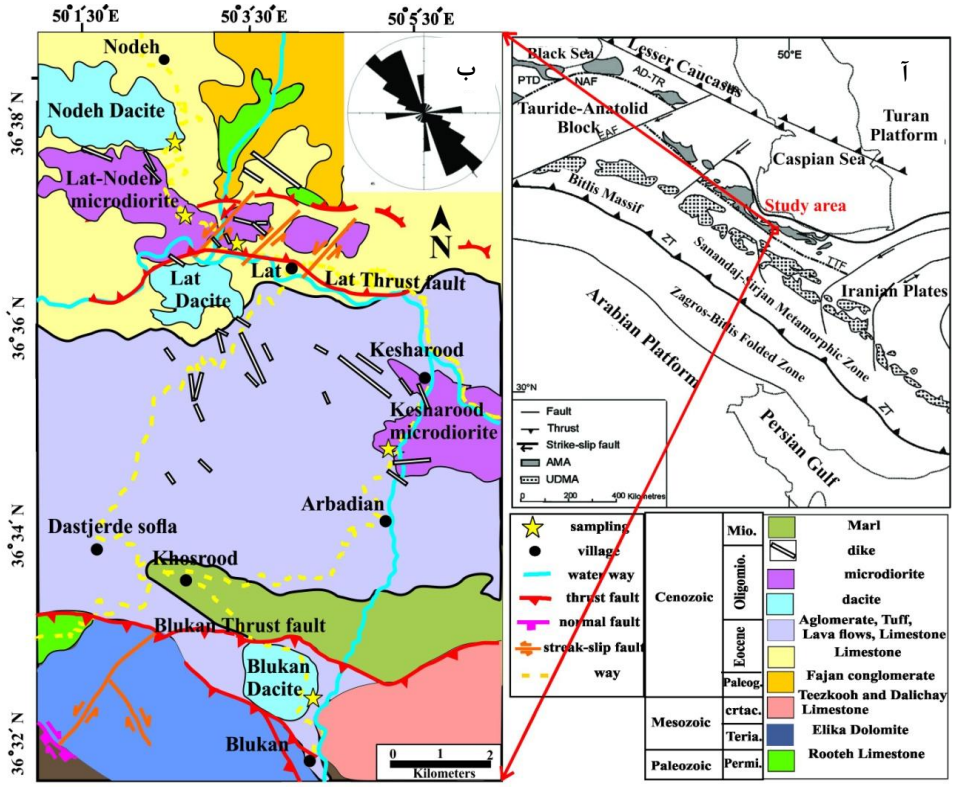
جای‌گزینی ماگما در پوسته حاصل برهم‌کنش چندین فرایند و پارامتر داخلی و خارجی است که در نهایت بر محل، زمان و نحوهٔ استقرار تودهٔ نفوذی اثر می‌گذارد. خواص فیزیکی و ترکیبی ماگما به‌ویژه چگالی و گرانروی، مهم‌ترین پارامترهای

*نویسنده مسئول asiabanha@sci.ikiu.ac.ir

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2026-05-19]

[DOI: 10.29252/gnf.5.1.99]

داخلی هستند که نیروی داخلی لازم برای شناوری و فشار ماگما به‌سمت بالا را تأمین می‌کنند. صرف‌نظر از میدان‌های تنش ناحیه‌ای (نظیر رژیم‌های کششی در پشته‌های میان اقیانوسی و گرابن‌های قاره‌ای یا رژیم‌های فشارشی در کوهزادهای بزرگ)، ماگماها معمولاً در محل‌های کششی موضعی جای‌گزین می‌شوند [۱] که بسته به عمق پوسته، رفتار شکننده یا ویسکوالاستیک سنگ‌های دربرگیرنده، تفاوت گرانروی ماگما با سنگ میزبان و آهنگ ورود ضربان‌های مختلف ماگمایی تغییر می‌کند. ولی به‌طورکلی سبک حرکت ماگما در چهارچوب یکی از دو روش دیاپیری و دایک شدگی قابل توضیح است. دیاپیرها، توده‌های ماگمایی شناوری هستند که از میان سنگ‌های بسیار غلیظ و شکل‌پذیر اعماق پوسته و گوشته، به آرامی حرکت می‌کنند. در حالی که خاصیت تردتر سنگ‌های اعماق کم پوسته موجب می‌شود که در صورت زیادتر شدن فشار ماگما نسبت به تنش‌های عادی عمود بر سطح شکستگی‌ها، ترک‌ها باز شوند و ماگما در میان آن‌ها رخنه کند. از این‌رو، دایک‌ها یا ترک‌های کششی انباشته از ماگما، شاخص‌های تنش دیرینه هستند. به‌طوری‌که جهت عمود بر صفحه دایک، جهت کم‌ترین تنش فشاری (σ_3) و سطح دایک، منطبق بر σ_1 و σ_2 است. از این‌رو دسته دایک‌های موازی و تقریباً قائم موجود در مناطق بالایی پوسته، نشانه افقی بودن σ_3 و قائم بودن σ_1 است[۲].



شکل۱. آ) موقعیت کمان ماگمایی البرز و ارومیه- دختر و هم‌چنین منطقهٔ بررسی شده در نقشهٔ زمین‌شناسی ایران [۴]، AMA: مجموعه ماگمایی البرز، UDMA: مجموعه ماگمایی ارومیه- دختر، ب) نقشهٔ زمین‌شناسی منطقه لات- بلوکان (بخشی از نقشهٔ زمین‌شناسی چهارگوش جواهرده [۵] با اعمال برخی تغییرات) همراه با نمودار گل سرخی روند دایک‌ها

موضوع مهم دیگر، توجه به اثرات مرکب فرایندهای ساختاری و پترولوژیکی در بررسی‌های توده‌های نفوذی است. زیرا چنان‌که اشاره شد، نحوهٔ پراکندگی و آرایش توده‌های نفوذی در پیرامون مخازن ماگمایی محصول تنش‌های محلی است. در

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2026-05-19]
[DOI: 10.29252/gnf.5.1.99]

حالی که ترکیب و فابریک توده‌های ماگمایی، متأثر از تحولات پترولوژیکی سیستم ماگمایی زیر آتشفشان‌ها است. به دیگر سخن، آن‌چه نوع و مقدار گدازه‌های فوران کرده به سطح زمین و یا به دام افتادن آن‌ها در زیر زمین را کنترل می‌کند رقابت بین ماگمای ورودی به مخزن و تفریق و تبلور ماگمای موجود در مخزن از یک سو و تأثیر عوامل ساختاری از سوی دیگر است. از این‌رو است که تلفیق نتایج بررسی‌های ساختاری و پترولوژی یک سیستم ماگمایی می‌تواند اثرات نرخ ورود ماگما در سیستم‌های ماگمایی پنهان در زیر آتشفشان‌ها را طی تحولات ساختاری آشکار کند [۳].

پهنهٔ البرز مرکزی و باختری به‌دلیل وسعت قابل توجه رخنمون‌های سنگ‌های ماگمایی‌اش، به‌ویژه از دیدگاه سنگ‌شناسی، از دیرباز مورد توجه محققان بوده است. این در حالی است که جای‌گیری توده‌های ماگمایی ریشه در عملکرد ساختارهای زمین‌ساختی نیز دارد. با وجود این پژوهش‌های بسیار اندکی را می‌توان یافت که این موضوع را مد نظر قرار داده باشند. رخنمون‌های گوناگون آذرین درونی و بیرونی زمان ائوسن-الیگوسن (معادل سازند کرج) در منطقه لات-بلوکان واقع در شمال قزوین و پهنهٔ البرز باختری (شکل ۱)، بر پهنه گسلی خاوری- باختری شمال قزوین قرار دارد. این گسل که یک گسل رانده با مؤلفه امتدادلغز چپ‌گرد و شیبی در حدود ۴۰-۳۰ درجه به‌سمت شمال و سوی بیشینه تنش در راستای شمال خاوری-جنوب باختری است، نهشته‌های آتشفشانی سازند کرج را روی آبرفت‌های سازند هزار دره رانده است [۶].

اگرچه در منطقهٔ لات-بلوکان، هیچ‌گونه پژوهش پترولوژی-ساختاری ویژه‌ای با اهداف مندرج در این مقاله صورت نگرفته است، ولی محققان مختلف در مناطق مجاور بررسی‌هایی در زمینهٔ ژئوشیمی و پترولوژی انجام داده‌اند. طی این پژوهش‌ها معلوم شده است که سنگ‌های آتشفشانی ائوسن-الیگوسن پهنهٔ البرز غربی ابتدا از طریق فوران‌های انفجاری زیردریایی و سپس در محیط هوایی تشکیل شده‌اند [۷]، [۸]، [۹]. نامبردگان ماگماهای فوران کرده را از جنس کالکوآلکالن پرپتاسیم-شوشونیتی و متعلق به حاشیه فعال قاره‌ای دانسته‌اند که از تفریق یک ماگمای بازالتی گوشته‌ای با منبع گارنت اسپینل لرزولیتی در عمق ۱۱۰-۹۰ کیلومتری حاصل و سپس از طریق شکستگی‌ها و گسل‌های عمیق به سطح زمین رسیده‌اند [۸].به علاوه محققانی مانند [۱۰]،[۱۱] و [۱۲] توده‌های نفوذی منطقه شمال و شمال شرق قزوین را از نوع لاکولیت و استوک و هم ماگما با سنگ‌های آتشفشانی دربرگیرنده دانسته‌اند.

در هیچ یک از پژوهش‌های یاد شده، به سبک جای‌گزینی توده‌های ماگمایی پرداخته نشده است. البته [۱۱] با انجام برخی برداشت‌های صحرایی، شکل توده مونزونیتی شکرناب را از نوع لاکولیت (سیل) معرفی کرده است. از این‌رو، بررسی‌های این پژوهش در منطقه لات-بلوکان که با هدف اصلی تحلیل رخساره‌ها و سبک جای‌گزینی توده‌های ماگمایی صورت گرفته است، درصدد تبیین تاریخچه رویدادهای ماگمایی در بخشی از منطقهٔ البرز غربی است که در آن‌ها فعالیت متنوع آتشفشانی (انفجاری و غیر انفجاری) و نفوذی هم‌زمان با فعالیت‌های تکتونیکی اتفاق افتاده است. از این‌رو، اهداف مشخص‌تر این مقاله عبارتند از:

۱. تشخیص رخساره‌های مختلف آتشفشانی و تعیین محیط فورانی آن‌ها
۲. سبک جای‌گیری توده‌های نفوذی مختلف منطقه
۳. رابطهٔ جای‌گیری دسته دایک‌های موازی و سایر توده‌های نفوذی با عناصر ساختاری منطقه
٤. علت تکه‌تکه بودن (ساختار دومینو) در تودهٔ دیوریتی لات

دست یابی به اهداف این پژوهش از طریق این روش‌ها انجام شده است:

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2026-05-19]
[DOI: 10.29252/gnf.5.1.99]

۱. برداشت‌های ساختاری از روی نقشه، تصاویر ماهواره‌ای و صحرا
۲. برداشت نمونه به‌منظور بررسی‌های سنگ‌شناسی و رخساره‌ای
۳. تجزیه و تحلیل داده‌ها و نتیجه‌گیری

زمین شناسی عمومی منطقه

به نظر [۱۳]، [۱۴]، البرز جنوبی با سنگ‌های تخریبی سازند فجن و ناپیوستگی کرتاسه پسین- پالئوژن شناخته می‌شود، که بیان‌گر فشردگی و بالاآمدگی عمدهٔ فلات ایران از جمله البرز، ناشی از بسته شدن حوضه‌های کوچک اقیانوسی در قسمت‌های مرکزی‌تر ایران است که در حال حاضر به‌صورت مجموعه‌های افیولیتی کرتاسه پسین حفظ شده‌اند. در البرز جنوبی، توالی رسوبات سازند فجن به‌تدریج به سنگ آهک‌های سازند زیارت می‌رسد [۱۳] که به‌نظر [۱۴]، حکایت از به زیر آب رفتن البرز جنوبی و از آب خارج شدن البرز شمالی در این مدت بوده است. تداوم شرایط دریایی در البرز جنوبی در ائوسن میانی همراه با فعالیت‌های آتشفشانی در این حوضهٔ رسوبی در حال فرونشینی، موجب برجای‌گذاری حجم درخور توجهی (حدود ۳۰۰۰ متر) از رسوبات تخریبی-آذرآواری سازند کرج در البرز مرکزی و غربی شده است [۱۳،]، [۱۵].

با وجود این‌که مشاهده رسوبات تبخیری در البرز مرکزی (شیل‌های ژیپس‌دار کندوان و سازند تخریبی- تبخیری کند) بر آذرآواری‌های سازند کرج نشانه بالاآمدگی حوضهٔ رسوبی البرز در ائوسن بالایی است، ولی مشاهده روانه گدازه‌های هوایی بازالتی- آندزیتی روی پیروکلاستیک‌های چین‌خورده و شیب‌دار البرز غربی (به‌طور مثال شمال قزوین) نشان از ادامه فعالیت‌های آتشفشانی در محیط هوایی در البرز غربی دارد [۱۶]، [۱۷]. البته این مشاهدات می‌تواند بیان‌گر تشدید فوران‌ها پس از ائوسن میانی در قسمت‌های غربی‌تر البرز باشد [۱۵]، [۱۶]، [۱۴]. بالاخره رویداد زمین‌ساختی پیرنه، البرز جنوبی را از آب خارج کرد و رسوبات قاره‌ای توانستند در حوضه‌های بین کوهستانی انباشته شوند [۱۸]، [۱۳].

اولین بررسی‌های چینه‌شناسی و تقسیم‌بندی سنگ‌های آتشفشانی و نفوذی پالئوژن در البرز باختری مربوط به [۱۸] است که در منطقه طالقان و قزوین انجام شد که محصولات آتشفشانی پالئوژن را به سه فاز آتشفشانی ۱ تا ۳ تقسیم و برای هر یک سنگ‌شناسی خاصی را معرفی کردند (فاز ۱ (ائوسن) اغلب از توف‌های اسیدی وآندزیتی، فاز ۲ و ۳ (الیگوسن) به‌ترتیب از گدازه‌های بازیک و گدازه‌های آندزیتی- اسیدی تشکیل شده‌اند). [۱۹] به‌دلیل چیرگی بیش‌تر گدازه‌ها در البرز باختری، نسبت به مقطع تیپ سازند کرج در البرز مرکزی، از عبارت "ولکانیک‌های پالئوژن" استفاده کرده است. [۱۷] به‌طور کلی توالی فعالیت‌های ماگمایی البرز باختری را به سه مرحله فوران‌های زیر آبی، فوران‌های هوایی و پلوتونیسم تقسیم‌بندی کرده‌اند. بر اساس بررسی‌های محققانی مانند [۲۰]، بعد ازپالئوژن پسین توده‌های نفوذی متعددی در داخل سنگ‌های آتشفشانی پالئوژن تزریق شده‌اند. توده‌های تزریقی در مجموعه ماگمایی البرز معمولاً چندان بزرگ نیستند (دایک، استوک و لاکولیت) و ترکیبی مشابه سنگ‌های آتشفشانی دارند (بیش‌تر بازیک- حدواسط) [۱۶]. [۱۴] تحولات کوه‌های البرز را از اواخر کرتاسه تا عهد حاضر، در پنج مرحله بدین‌شرح برشمرده‌اند:

الف) مرحله فشردگی و کوتاه شدگی فلات ایران و از جمله البرز در کرتاسه پسین: طی این مرحله حوضه کاسپین جنوبی از ایران مرکزی جدا می‌شود.

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2026-05-19]
[DOI: 10.29252/gnf.5.1.99]

ب) مرحله ماگماتیسم البرز جنوبی در ائوسن: پیش‌روی دریا از پالئوسن تا ائوسن در حوضه البرز جنوبی ناشی از اتساع و فرونشینی پوسته که طی آن ابتدا ولکانی کلاستیک‌ها و فورانهای انفجاری (در۵۰-۴۰ میلیون سال پیش) و سپس توده‌های نفوذی (در ۴۰-۳۵ میلیون سال پیش) تزریق شدند.

ج) مرحلهٔ تصادم و فشردگی در مرز ائوسن- الیگوسن: رسوب‌گذاری لایه‌های سرخ قاره‌ای (سازند سرخ زیرین) با ناپیوستگی فرسایشی روی رسوبات کم‌عمق دریایی سازندهای کرج و کند دلیل واضحی بر خارج شدن کل رشته کوه البرز از آب است که می‌توان آن را از پیامدهای تصادم قاره‌ای در پهنه زاگرس-بیتلیس برشمرد.

د) مرحله برخاستگی در میوسن میانی: رسوب‌گذاری رسوبات تخریبی- تبخیری سازند سرخ بالایی در پهنه ایران مرکزی ناشی از فرسایش کوه‌های البرز، نشانه شتاب گرفتن برخاستگی کوه‌های البرز در میوسن میانی است.

ه) مرحلهٔ شتاب گرفتن مجدد برخاستگی در پلیوسن- کواترنری: اوج گرفتن فرسایش در دامنه جنوبی البرز ۶-۴ میلیون سال گذشته را می‌توان به شتاب گرفتن مجدد برخاستگی کوه‌های البرز ارتباط داد که موجب نهشته شدن کنگلومرای ضخیم هزاردره روی سازند سرخ بالایی شده است.

در حالی که [۲۱] ضمن پذیرش سرچشمه گرفتن مجموعه ماگمایی ائوسن البرز (سازند کرج) از فرورانش اقیانوس نئوتتیس به زیر ایران مرکزی، معتقدند که ماگماتیسم سازند کرج یک ماگماتیسم وابسته به کمان فرورانش و رژیم تکتونیکی کششی است که در ۳۶ میلیون سال پیش (ائوسن پسین) خاتمه یافته و از ابتدای الیگوسن، که تصادم قاره‌ای (طی دو مرحله) آغاز شده، رژیم فشارشی حاکم شده است و به این ترتیب رسوبات تخریبی-تبخیری این زمان‌ها (نظیر سازندهای کند، قرمز بالایی و هزار دره) نهشته شده‌اند.

به‌نظر [۲۲] تغییرات ساختاری البرز باختری از البرز جنوبی منتج شده است که می‌توان محدوده البرز باختری را به واحدهای زمین‌ساختی- رسوبی کوچک‌تری تقسیم‌بندی کرد. زون‌های زمین‌شناسی مذکور به‌وسیلهٔ گسل‌های بزرگ و عمیق از یک‌دیگر قابل تفکیک هستند. طبق این تقسیم‌بندی، بخش میانی و جنوبی البرز باختری دارای برون‌زدهای سنگی پالئوزوئیک تا کواترنر بوده است و شدت چین‌خوردگی این قسمت‌ها، بسیار شدیدتر از بخش شمالی است. دگرشیبی‌های متعددی در بخش میانی و جنوبی مشاهده می‌شوند و به‌وسیلهٔ فوران‌های آتشفشانی ترشیری نیز پوشیده شده‌اند.

گسل‌های اصلی بخش میانی و جنوبی البرز باختری، مجموعه‌ای از گسل‌های رانده هستند. تعداد گسل‌های رانده و به‌خصوص گسل‌های قدیمی‌تر از سنوزوئیک این پهنه بیش‌تر از پهنه شمالی البرز باختری است و چین‌ها نیز، بیش‌تر از نوع بسته [۲۳] و دارای حالت برگشته تا خوابیده هستند که چین‌های برگشته این پهنه‌ها بیش‌تر در ناحیه پیشانی گسل‌های رانده مشاهده می‌شوند. چین‌های مذکور بیش‌تر از نوع موازی (با ضخامت ثابت) با طول موج کم‌تر از دو کیلومتر هستند [۲۴].

روابط صحرایی و رخساره‌ای

منطقه لات- بلوکان واقع در ۴۵ کیلومتری شمال قزوین، بخشی از پهنه البرز باختری (شکل ۱ آ) و دارای توده‌های نفوذی و خروجی متعدد و متنوعی شامل نهشته‌های آذرآواری، میکرودیوریت، روانه‌گدازه‌های آندزیتی، دایک‌های آندزیتی و میکرودیوریتی و گنبدهای داسیتی در منطقه‌ای به‌وسعت حدود ۱۰۰ کیلومتر مربع است (شکل ۱ ب). از

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2026-05-19]
[DOI: 10.29252/gnf.5.1.99]

آن‌جاکه در این پژوهش به‌نحوهٔ جای‌گیری توده‌های نفوذی و نیمه‌عمیق و فوران روانه گدازه‌ها و ارتباط آن‌ها با زمین‌ساخت منطقه پرداخته می‌شود. شایسته است که وضعیت لیتولوژیکی رخنمون‌های منطقه از دیدگاه تحلیل رخساره‌ای مشخص شود تا با تلفیق آن‌ها با روابط ساختاری، به نتیجهٔ فراگیرتری دست یابیم.

به‌طورکلی واحدهای سنگ-چینه‌ای منطقه به سه رخساره عمده بدین‌شرح قابل تقسیم هستند:

۱. نهشته‌های ولکانی‌کلاستیک

۲. گدازه‌های بازیک-حدواسط

۳. توده‌های نفوذی شامل انواع توده‌های درونی نیمه‌عمیق، گنبدهای آتشفشانی داسیتی و دایک‌ها

در عین حال، از نظر زمین‌شیمیایی در سنگ‌های نفوذی و روانه گدازه‌های این منطقه مقدار SiO_2: ۵۴/۱۳ تا ۶۸/۴۴ درصد وزنی ، Al_2O_3: ۱۴/۳۵ تا ۱۸/۱۱ درصد وزنی، MgO: ۱/۲۲ تا ۳/۹۶ درصد وزنی و K_2O+Na_2O: ۴ تا ۵/۷۵ درصد وزنی است و از یک ماگمای کالک‌آلکالن پرپتاسیم در مناطق حاشیه فعال قاره‌ای مرتبط با قوس حاصل شده‌اند [۹].

نهشته‌های ولکانی‌کلاستیک

نهشته‌های رسوبی و آذرآواری با تنوع سنگ‌شناسی بسیار زیاد شامل سنگ‌های کربناته، آواری و آذرآواری، گسترش چشم‌گیری در منطقه دارند. با این حال، حجم سنگ‌های آذرآواری (شامل انواع توف، لاپیلی توف و آگلومرا) بیش از سایر سنگ‌های رسوبی بین لایه‌ای (نظیر سنگ آهک، ماسه سنگ و سیلتستون) است. [۱۸] سری رسوبی-آذرآواری مزبور را با عنوان فاز (۱) و [۱۶] آن‌ها را با عنوان "نهشته‌های ولکانی‌کلاستیک" نام‌گذاری کرده‌اند که احتمالاً هم‌ارز کل برش نمونه در دره کرج-چالوس است (شکل ۲).

این رخساره در منطقهٔ بررسی شده و مناطق هم‌جوار در البرز مرکزی و غربی مشتمل بر سری رسوبات سبز، کرم تا خاکستری رنگ لایه‌لایهٔ ولکانی‌کلاستیت‌ها (شامل انواع توف، لاپیلی توف، آگلومرا، ماسه سنگ‌ها و شیل‌های توفی) و آواری نظیر سیلتستون و ماسه سنگ (شکل ۳ آ) همراه با میان لایه‌های کربناته (شکل ۳ ب) است. در واحدهای آواری و توفیتی منطقه، ساخت‌های رسوبی نظیر دانه‌بندی تدریجی (شکل ۳ ج)، اثر موجودات حفار [۷] و آثار فسیلی (شکل ۳ د) به چشم می‌خورند.

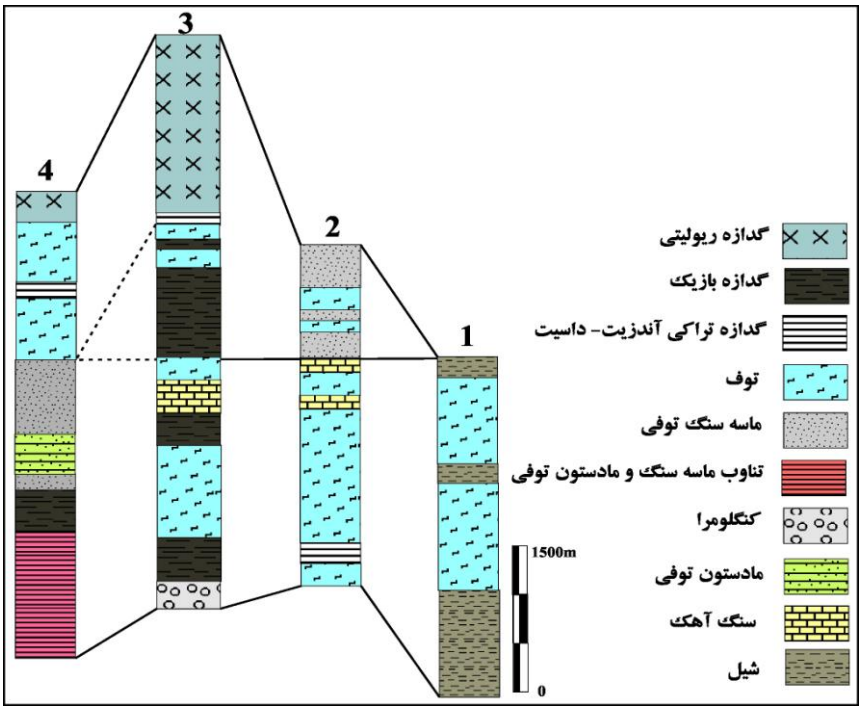
با مشاهدهٔ خرده سنگ‌های زاویه‌دار آذرین به‌همراه خرده بلورهای کوارتز، پلاژیوکلاز، بیوتیت و آمفیبول (با ترکیب کلی آندزیتی) در لایه‌های آذرآواری و مشاهده خرده سنگ‌های مختلف آذرین و رسوبی آهکی با جورشدگی و گردشدگی خوب در لایه‌های توفیتی که گاه حاوی قطعات فسیلی (نظیر نومولیتس (شاخص پالئوسن تا هولوسن) و دیسکوسیکلینا و اکتینوسیکلینا (شاخص ائوسن میانی)) هستند، می‌توان نتیجه گرفت که این رخساره متعلق به یک حوضهٔ رسوبی کم‌عمق تا عمیق در زمان ائوسن میانی است که در آن فوران‌های متناوب انفجاری زیر دریایی، نظم حوضه رسوبی را برهم می‌زده‌اند.

روانه گدازه‌های بازیک-حدواسط

روانه گدازه‌های تراکی‌آندزیتی در برخی نقاط، رسوبات توفی فاز (۱) را با ناپیوستگی می‌پوشانند. از این‌رو، باید آن‌ها را محصول فوران‌های آتشفشانی هوایی پس از بالا آمدگی حوضهٔ رسوبی در اثر یک رویداد تکتونیکی دانست. این

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2026-05-19]

[DOI: 10.29252/gnf.5.1.99]

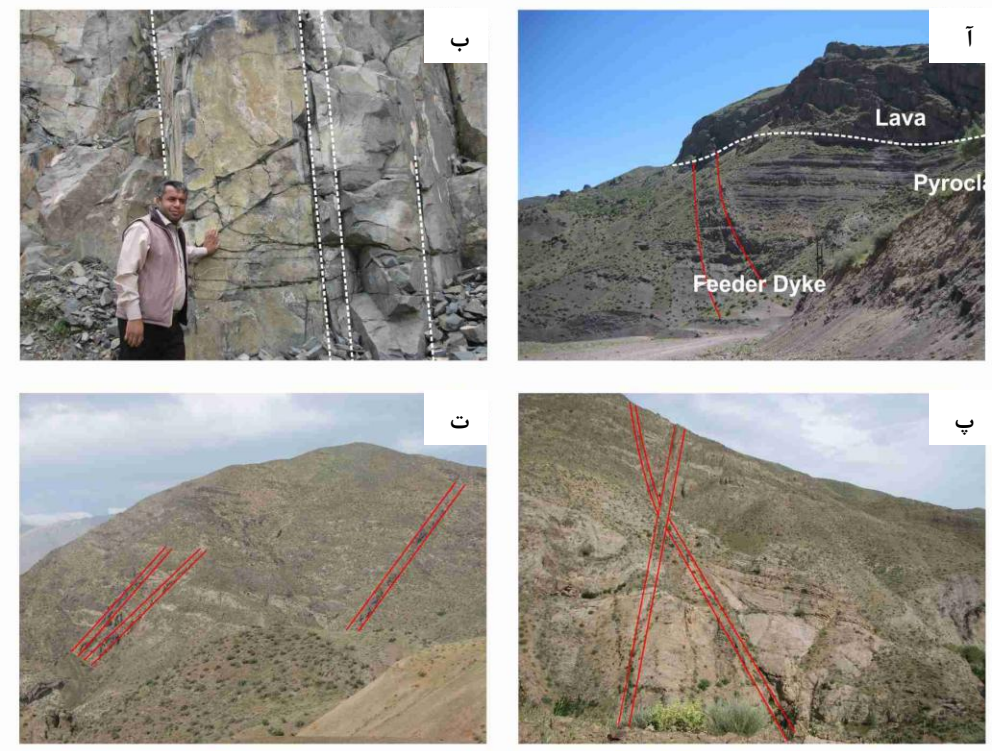


شکل ۲. ستون‌های چینه‌شناسی هم‌ارز شده از نهشته‌های رسوبی- آذرآواری سازند کرج در مناطق مختلف البرز مرکزی و غربی[۱۹]. ۱) برش نمونه سازند کرج در البرز مرکزی [۲۵]؛ ۲) منطقه طالقان و ۳) جنوب لوشان [۱۸] و ۴) منطقه طارم-تالش [۲۶]

شکل ۳. روابط صحرایی در منطقه لات بلوکان: ۱) سیلتستون و ماسه سنگ، ب) میان لایه‌های کربناته، پ) دانه‌بندی تدریجی، ت) آثار فسیلی

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2026-05-19]
[DOI: 10.29252/gnf.5.1.99]

روانه‌گدازه‌ها دارای ساختار چینه‌سان (شکل ۴ آ) با درزه‌های منشوری (شکل ۴ ب)، رنگ خاکستری تیره و فابریک پورفیری هستند. در مورد این گدازه‌ها دو نکته حائز اهمیت است: اول این‌که وابستگی نزدیکی با گروهی از دایک‌ها دارند؛ چه در رخنمون‌ها (نظیر شکل ۴آ) و چه از نظر شباهت‌های بافتی و کانی‌شناسی (شکل ۵ آ و ت). از این رو می‌توان آن‌ها را دایک‌های تغذیه‌کننده نامید که مجاری عبور گدازه‌ها به سطح زمین تلقی می‌شوند. دیگر آن‌که با وجود تعدد روانه‌گدازه‌ها (با ضخامت ۳ تا ۵ متر در هر روانه)، بین آن‌ها هیچ‌گونه خاکی دیده نمی‌شود و این خود حکایت از ضربان‌های متناوب و متعدد در یک دوره فورانی مشخص غیرانفجاری دارد. اگرچه روانه‌گدازه‌ها گسترش چشم‌گیری دارند، تنوع سنگ‌نگاری خاصی در آن‌ها دیده نمی‌شود و با داشتن فنوکریست‌های پلاژیوکلاز (۱۵-۱۰ درصد حجمی)، سانیدین (۱۰-۵ درصد حجمی)، کلینوپیروکسن (۱۰ درصد حجمی)، کانی‌های تیره و آپاتیت (۵ درصد حجمی) در خمیره‌ای میکرولیتی و جریانی متشکل از پلاژیوکلاز، پیروکسن و شیشه مشخص می‌شوند (شکل ۵ آ).

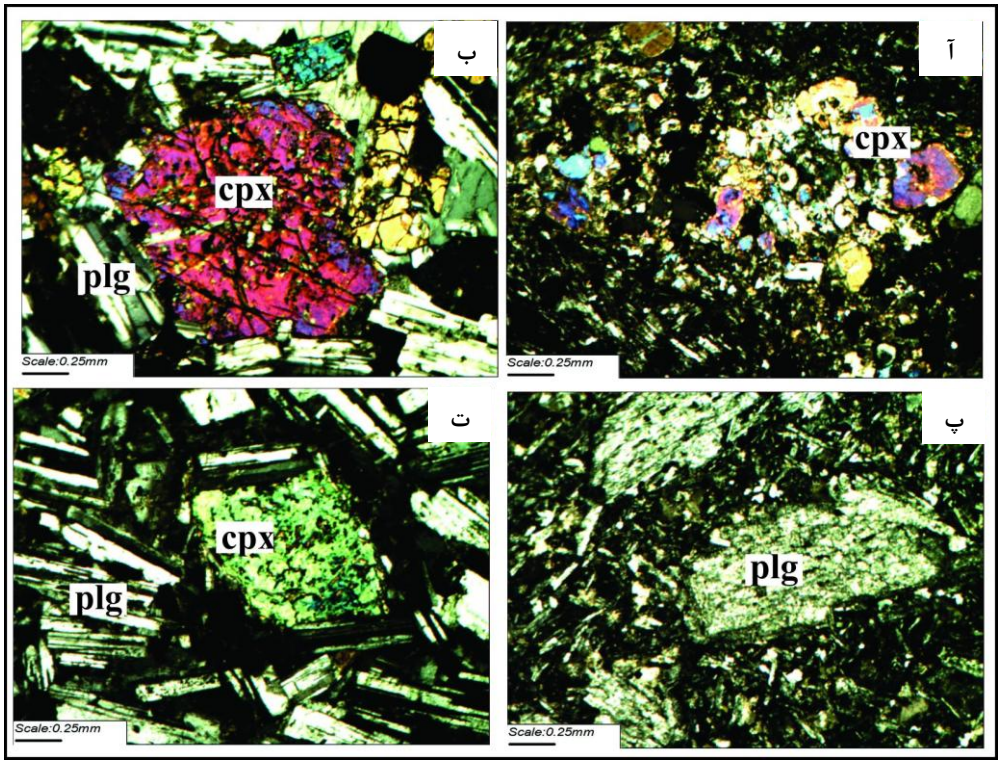


شکل ۴. روابط صحرایی رخساره‌های مختلف آتش‌فشانی در منطقه لات بلوکان، آ) ساختار چینه‌سان، ب) درزه‌های منشوری، پ) دایک میکرودیوریتی، ت) دایک آندزیتی

توده‌های آذرین نفوذی

در منطقهٔ بررسی شده، توده‌های آذرین نفوذی مختلفی با ترکیب و روابط هندسی مختلف دیده می‌شود که نحوهٔ جای‌گیری آن‌ها از یک سو وابسته به ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن‌ها (نظیر گنبدهای داسیتی) و از سوی دیگر وابسته به ویژگی‌های ساختاری منطقه است. از این‌رو، به‌دلیل اهمیت آن‌ها در راستای اهداف این مقاله، آن‌ها را به سه دسته دایک‌ها، گنبدهای داسیتی و توده‌های نیمه‌عمیق تقسیم می‌کنیم.

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2026-05-19]
[DOI: 10.29252/gnf.5.1.99]



شکل۵. تصاویر میکروسکوپی در نور XPL، آ) روانه گدازه‌های تراکی‌آندزیتی، ب) توده‌های میکرودیوریتی، پ) دایک‌های آندزیتی، ت) دایک‌های میکرودیوریتی (علائم اختصاری: cpx- کلینوپیروکسن؛ plg- پلاژیوکلاز)

۱. گنبدهای داسیتی

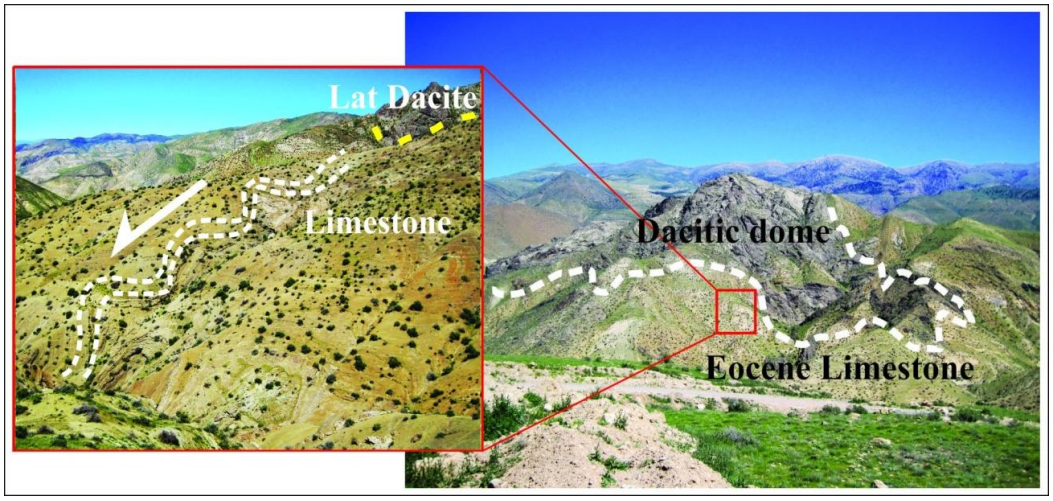
گنبدهای داسیتی، واحد لیتولوژیکی و زمین‌ریخت‌شناسی بارز منطقه شمال قزوین هستند و در منطقهٔ بررسی شده، سه تودهٔ داسیتی به شکل گنبد با ویژگی‌های سنگ شناسی مشابه دیده می‌شوند که عبارتند از توده‌های داسیتی بلوکان، لات و نوده.

ابعاد این توده‌ها بین ۱ تا ۳ کیلومتر مربع متغیر است و گاه دامنهٔ بسیار پرشیبی دارند (شکل ۶). از نظر میکروسکوپی، این سنگ‌ها دارای بافت میکروپورفیری متشکل از میکروفنوکریست‌های پلاژیوکلاز (۱۵ درصد حجمی)، سانیدین (۱۰-۵ درصد حجمی) و کوارتز (۱۰ درصد حجمی) به‌همراه کانی‌های فرعی بیوتیت و آمفیبول (۱۵-۱۰ درصد حجمی)، کلینوپیروکسن (کم‌تر از ۵ درصد حجمی)، زیرکن، آپاتیت و کانی‌های تیره (۳-۲ درصد حجمی) در یک خمیره شیشه‌ای یا فلسیتی هستند.

هر سه تودهٔ مزبور درون نهشته‌های ولکانی‌کلاستیک تزریق شده‌اند. گاه سطح تماس آن‌ها با سنگ‌های دربرگیرنده گسلی است (مانند سطح برخورد توده بلوکان با سنگ آهک‌های کرتاسه) و گاه در سنگ‌های دربرگیرندهٔ محل تماس، چین‌های لغزشی ایجاد شده است؛ نظیر چین‌های لغزشی در سنگ آهک‌های توفی کنار توده لات (شکل ۶). چین‌های مورد بحث کاملاً موضعی و محلی بوده (چین‌های فشرده) با چین خوردگی‌های ناحیه‌ای در نهشته‌های ولکانی-کلاستیک منطقه که ملایم‌ترند فرق دارند.

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2026-05-19]
[DOI: 10.29252/gnf.5.1.99]

یکی دیگر از نکات مورد تأمل در مورد این توده‌های داسیتی، همراهی تمام آن‌ها و نیز سایر توده‌های داسیتی پهنه البرز در شمال قزوین (نظیر توده داسیتی سلطان فیس)، با گسل‌های رانده است که در بخش بعدی این نوشتار به تفصیل به آن می‌پردازیم.



شکل ۶. گنبد داسیتی لات که در لایه‌های توفی و سنگ آهک توفی رخساره رسوبی-آذرآواری تزریق شده و موجب ایجاد چین‌های لغزشی در این لایه‌ها شده است.

۲. توده‌های نفوذی نیمه عمیق

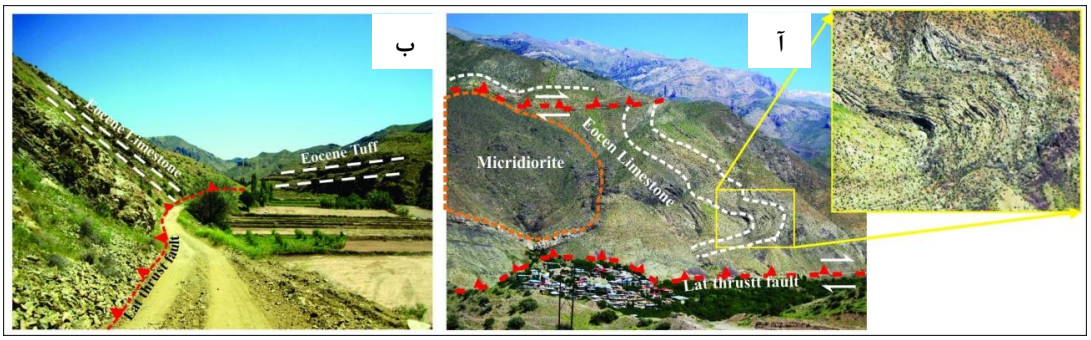
در شمال گسل لات و در محدوده بین روستاهای لات (شکل ۷ آ) و نوده، چند توده نفوذی میکرودیوریتی به‌صورت تکه‌تکه و در جنوب این گسل واقع در جنوب روستای کشارود، نیز یک توده دیگر وجود دارد (شکل ۱ ب). مساحت هر یک از توده‌های شمالی به جز یکی از آن‌ها کم‌تر از یک کیلومترمربع و در مجموع حدود ۴ کیلومترمربع و مساحت توده کشارود حدود ۳ کیلومترمربع است. این توده‌ها در یک روند خطی شمال باختری- جنوب خاوری تزریق شده‌اند. توده‌های لات-نوده درون سنگ آهک‌های ائوسن و توده کشارود به درون توف‌های ائوسن تزریق شده‌اند. این توده‌ها از نظر رنگ، ترکیب کانی‌شناسی و ساخت بسیار شبیه هم هستند. از نظر سنگ‌نگاری، نمونه‌های توده‌های میکرودیوریتی حاوی پلاژیوکلاز (۶۰-۵۵ درصد حجمی)، ارتو و کلینوپیروکسن (۲۵-۲۰ درصد حجمی)، کوارتز (۵ درصد حجمی)، آپاتیت و زیرکن (۱ درصد حجمی)،کانی‌های تیره (۵-۲ درصد حجمی) به‌همراه کانی‌های ثانویه از قبیل ایدنگزیت، کوارتز، بیوتیت و کلریت هستند. به‌علت دارا بودن بافت‌هایی چون گرانولار و به‌ویژه اینترگرانولار (شکل ۵ ب) و افیتیک، باید آن‌ها را جزء توده‌های نیمه‌عمیق در نظر گرفت.

۳. دایک‌ها

دایک‌های منطقه لات- بلوکان، که بیش‌تر در قسمت شمالی منطقهٔ بررسی شده متمرکز هستند، از نظر ترکیبی حدواسط تا بازیک بوده و اغلب روند موازی هم در جهت شمال باختری- جنوب خاوری و به‌ندرت متقاطع (شکل‌های ۱ ب، ۴ پ و ت) دارند. از نظر ابعاد، ضخامت آن‌ها بین ۰/۵ تا ۱۰ متر و طول آن‌ها در حدود ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ متر متغیر است. مهم‌ترین ویژگی‌های این دسته دایک‌ها را می‌توان در دو ویژگی خلاصه کرد: ۱. محل تجمع آن‌ها در شمال

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2026-05-19]
[DOI: 10.29252/gnf.5.1.99]

منطقه و نزدیک گسل معکوس لات است؛ ۲. از نظر ترکیبی به دو گروه آندزیتی و میکرودیوریتی/دلریتی تقسیم می‌شوند. دایک‌های آندزیتی، بافتی میکروپورفیری متشکل از پلاژیوکلاز (۲۰ درصد حجمی)، ارتوپیروکسن (۵ درصد حجمی) و کانی‌های تیره (۲ درصد حجمی) در خمیره‌ای از میکرولیت‌های پلاژیوکلاز دارند (شکل ۵ ب). چنان‌که قبلاً نیز گفته شد به‌دلیل وابستگی مکانی این سری دایک‌ها با روانه گدازه‌ها (شکل ۴ آ)، به آن‌ها "دایک‌های تغذیه کننده" می‌گوییم. درحالی‌که دایک‌های میکرودیوریتی حاوی کانی‌های پلاژیوکلاز (۶۰ درصد حجمی)، ارتو و کلینوپیروکسن (۲۰ درصد حجمی)، کانی‌های تیره و زیرکن (۵ درصد حجمی)، آپاتیت (۱ درصد حجمی) به‌همراه ایدنگزیت حاصل از پیروکسن [۲۷] (۱۰ درصد حجمی) و کلریت (۴ درصد حجمی) با بافت گرانولار و اینترگرانولار هستند (شکل ۵ ت).



شکل ۷. آ) وجود یک چین خوابیده و روند مورب نسبت به گسل لات در شمال دره گسلی، مؤید مؤلفه لغزشی- فشارشی راست‌بر نیز هست (شمال روستای لات، دید به سمت شمال)، ب)تغییر شیب ناگهانی لایه‌بندی در دوسوی دره گسلی، شاهد گسلی بودن رودخانه شاهرود است (غرب روستای لات، دید به سمت شرق)

روابط ساختاری

چنان‌که پیش‌تر اشاره شد مهم‌ترین عنصر ساختاری فعال در کوه‌های البرز واقع در شمال قزوین، گسل شمال قزوین است که نهشته‌های سنوزوئیک و قدیمی‌تر را روی آبرفت‌های دشت قزوین در جنوب رانده است. فعالیت گسل‌های این منطقه با عملکرد راندگی و معکوس نشانه ادامه فشارهای زمین‌ساختی در زمان جدیدتر و کنونی است [۲۸]. در منطقه لات- بلوکان نیز راندگی‌های متعدد با روند خاوری-باختری، قابل مشاهده است (شکل ۱ب). قدیمی‌ترین رخنمون‌های سنگی در این منطقه، شامل سنگ‌های آهکی سازند روته با سن پرمین (و دولومیت‌های سازند الیکا با سن تریاس و سپس سنگ آهک‌های سازندهای تیزکوه و دلیچای با سن کرتاسه هستند [۱۸] که با تماس گسلی روی توالی‌های آتشفشانی ائوسن رانده شده‌اند. عوارض ساختاری منطقه را می‌توان به سه گروه گسل‌های معکوس با مؤلفه امتدادلغز، گسل‌های امتداد لغز و چین‌خوردگی‌ها تقسیم کرد.

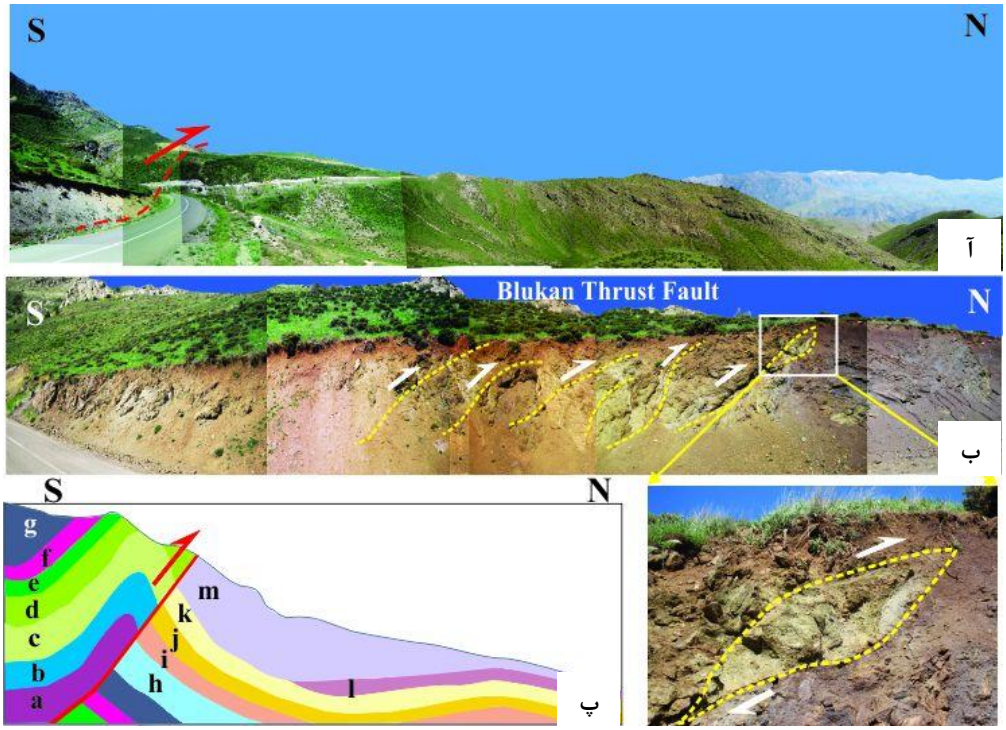
گسل‌های معکوس با مؤلفه امتدادلغز

گسل‌های معکوس منطقه شامل دو گسل مهم هستند: یکی در شمال منطقه به نام گسل لات و دیگری در جنوب موسوم به گسل بلوکان (شکل‌های ۱، ۷ و ۸).

گسل لات واقع در شمال روستای لات، یک گسل معکوس با مؤلفه امتدادلغز راست‌گرد، روند خاوری-باختری و شیب رو به شمال است که خود دارای دو شاخه شمالی و جنوبی است. شاخه شمالی، لایه‌های پرمین را روی سنگ

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2026-05-19]
[DOI: 10.29252/gnf.5.1.99]

آهک‌های ائوسن و شاخه جنوبی، سنگ آهک‌های توفی ائوسن را روی توف‌های ائوسن رانده است. تغییر جهت لایه‌های یک چین خوابیده در شمال روستای لات (شکل۷ آ) و نیز تغییر جهت ناگهانی لایه‌های آهکی در جنوب روستا (از ۱۴۶/۴۲° در فرادیواره به حالت افقی در فرودیواره) (شکل ۷ ب) مهم‌ترین شواهد وجود این گسل محسوب می‌شوند.



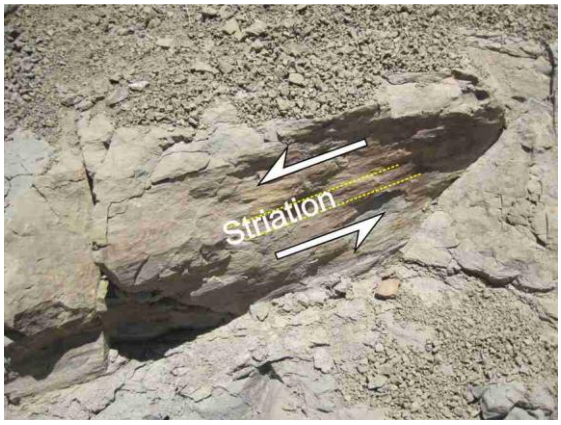
شکل ۸. آ) دورنمای گسل بلوکان که موجب قرار گیری لایه‌های پرمین- تریاس روی لایه‌های ائوسن شده است. ب) پهنهٔ گسلی راندگی بلوکان در جنوب روستای خسرود در سنگ آهک‌های پرمین، وجود ساختار عدسی شکل مؤید گسل با مولفه راندگی است (دید به‌سمت شرق). ج) طرح شماتیک این گسل (دید به‌سمت غرب)، a) سازندهای کامبرین، b) سنگ آهک کربونیفر، c) سنگ آهک ماسه‌ای و شیلی پرمین، d) سنگ آهک پرمین، e) سنگ آهک چرت دار پرمین، f) سنگ آهک شیل دار تریاس، g) دولومیت تریاس، h) ماسه‌سنگ ژوراسیک، i) سنگ آهک کرتاسه، j) ماسه‌سنگ پالئوژن، k) سنگ آهک ائوسن، l) لیتیک توف ائوسن، m) توف ائوسن

گسل بلوکان واقع در شمال روستای بلوکان و جنوب روستای خسرود، یک گسل مورب لغز با شیب رو به جنوب است (شکل ۱ ب) که موجب راندگی لایه‌های پرمین-تریاس روی نهشته‌های جدیدتر شده است (شکل ۸). به این ترتیب می‌توان اظهار داشت که یکی از حرکات گسل پس از زمان ائوسن (سن نهشته‌های توفی) صورت گرفته است.

گسل‌های امتداد لغز

در منطقهٔ بررسی شده به‌ویژه در قسمت‌های شمالی، یک سری گسل موازی چپ‌گرد با روند شمال خاوری-جنوب باختری (شکل ۱ ب) قرار دارند که عملکرد آن‌ها بر توده میکرودیوریتی لات موجب ایجاد ساختار دومینویی در آن شده است. صفحه گسلی در این دسته از گسل‌ها دارای روند ۸۵ درجه با ریک ۲۰ درجه به‌سمت غرب است (شکل ۹).

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2026-05-19]
[DOI: 10.29252/gnf.5.1.99]



شکل ۹. صفحه گسلی گسل‌های امتدادلغز لات (دید به‌سمت غرب)

چین‌خوردگی‌ها

چین‌های منطقهٔ لات-بلوکان مشتمل بر سه نوع چین‌های ناحیه‌ای، چین‌های خوابیده و چین‌های لغزشی هستند. چین‌های ناحیه‌ای همان چین‌های خاوری-باختری رشته کوه البرز هستند که در کل این پهنه وجود دارند. در حالی که عملکرد گسل‌های لغزشی-فشارشی راست‌گرد به شکل‌گیری تعدادی چین خوابیده (نظیر شکل ۷ آ) انجامیده است. بالاخره سومین نوع از چین خوردگی‌های منطقه که متأثر از فرایندهای ماگمایی منطقه هستند، چین‌های لغزشی هستند که به‌واسطهٔ آشفتگی لایه‌ها در اثر تزریق توده‌های آذرین ایجاد شده‌اند (شکل ۶). به‌عبارت دیگر، شکل‌پذیر بودن برخی لایه‌های اطراف (نظیر لایه‌های آهکی) توده‌های نفوذی داغ و تأثیر نیروهای گرانشی موجب چین‌خوردگی محلی آن‌ها شده است. به این ترتیب معلوم می‌شود که سن توده‌های نفوذی منطقهٔ بررسی شده (همانند سایر نقاط البرز)، پس از ائوسن (احتمالاً الیگوسن) است.

بحث

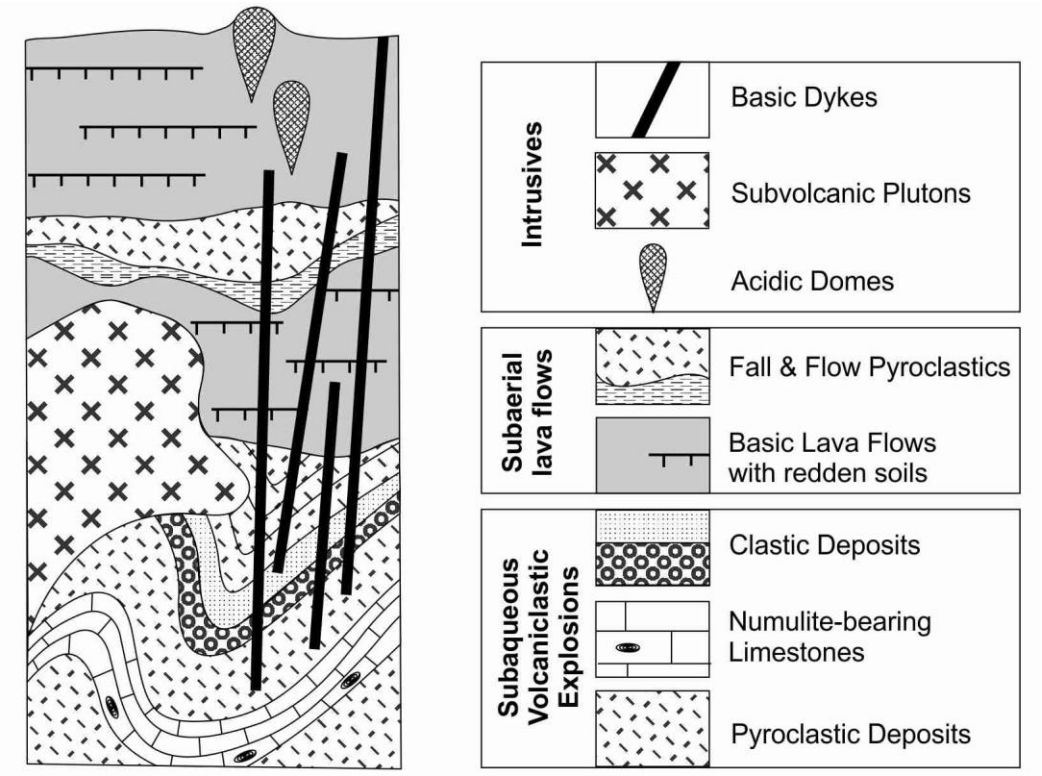
ماگماتیسم ائوسن البرز از دو جنبهٔ گسترش وسیع و تنوع محصولات آتشفشانی پیچیدگی زیادی دارد. به همین دلیل با وجود منتسب کردن محصولات آتشفشانی زمان ائوسن به‌عنوان "سازند کرج"، امکان هم‌ارزی لیتولوژیکی در نقاط مختلف این رشته کوه تقریباً غیرممکن است [۱۹]. به همین دلیل محققان مختلف قدیمی [۱۸]، [۲۵]، [۲۶] برای هر نقطه از البرز تقسیم بندی‌های محلی ارائه کرده‌اند. نکته جالب توجه دیگر، تغییرات شدت و سبک محیط فورانهاست. با وجود آن‌که محققانی مانند [۲۱] و [۱۴] به تغییر و تحولات تکتونیکی البرز طی سنوزوئیک اعتقاد دارند، ولی توجه ویژه‌ای به تغییرات لیتولوژیکی واحدهای رخساره‌ای سازند کرج و نتایج حاصل از آن نداشته‌اند و گذرهای تکتونیکی را پس از پالئوژن درنظر می‌گیرند. به‌طور مثال [۲۱] معتقد است که ماگماتیسم سازند کرج در یک رژیم تکتونیکی کششی وابسته به فرورانش صورت گرفته و در ائوسن پسین (36 My) خاتمه یافته و از این زمان به بعد یک رژیم تکتونیکی فشارشی ناشی از تصادم قاره‌ای در الیگوسن حاکم شده است که طی آن سازندهای تخریبی-تبخیری نئوژن ته‌نشین شده‌اند. [۱۴] نیز با ارائه یک مدل پنج مرحله‌ای، همین اعتقاد را دارد. در حالی که چنان‌که

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2026-05-19]
[DOI: 10.29252/gnf.5.1.99]

خواهیم دید رخساره‌های لیتولوژیکی سازند کرج در پهنهٔ البرز غربی تغییرات فاحشی را نشان می‌دهد که بیان‌گر تغییرات محیط تشکیل آن‌ها در زمان ائوسن پایانی است.

تحلیل رخساره‌ای

حجم و گوناگونی فرآورده‌های آتشفشانی ائوسن در قسمت‌های غربی پهنهٔ البرز بیش از مناطق مرکزی آن است [۸]، [۷]، [۱۵]، [۲۹]. منطقهٔ لات-بلوکان نیز به‌عنوان بخشی از پهنهٔ البرز غربی حاوی رخساره‌های آتشفشانی مختلفی است که به‌واسطهٔ تغییر فرایندهای فورانی و پتروژنتیکی و نیز ساختاری زمان ائوسن، تکوین یافته‌اند. مسلماً تغییر و تحولات این زمان کوتاه و البته مهم در زمین‌شناسی ایران، بخشی از تغییر و تحولات ساختاری بزرگ مقیاس‌تری است که [۱۴] دورهٔ تحولات آن از کرتاسه پسین تا کواترنر را به پنج مقطع زمانی بدین‌شرح دسته‌بندی می‌کند: فشردگی و کوتاه شدگی در کرتاسه پسین، ماگماتیسم البرز جنوبی در ائوسن، تصادم قاره‌ای و فشردگی در مرز ائوسن-الیگوسن، برخاستگی در میوسن میانی، و شتاب گرفتن مجدد برخاستگی در پلیوکواترنر.



شکل ۱۰. ستون چینه‌شناسی-رخساره‌ای منطقهٔ بررسی شده (بدون مقیاس)

سیر تغییرات رخساره‌های ماگمایی ائوسن در منطقهٔ بررسی شده نشان می‌دهد که توالی واحدهای لیتولوژیکی ائوسن این منطقه (شکل ۱۰) طی این مراحل ایجاد شده‌اند:

۱. تشکیل توالی‌های ولکانی‌کلاستیک در حوضهٔ رسوبی کم عمق تا نیمه‌عمیق: مشاهده انواع سنگ‌های آذرآواری لایه‌لایه (نظیر توف، لاپیلی توف و آگلومرا) همراه با بین لایه‌های تخریبی و کربناته واجد ساختارهای رسوبی نظیر دانه‌بندی تدریجی و میکروفونای ائوسن زیرین-میانی، حکایت از تشکیل آن‌ها در یک حوضهٔ رسوبی دریایی کم‌عمق تا نسبتاً عمیقی دارد که گاه با فوران‌های انفجاری زیرآبی دچار اختلال می‌شده است.

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2026-05-19]
[DOI: 10.29252/gnf.5.1.99]

۲. خروج روانه گدازه‌های بازیک: ویژگی‌های صحرایی روانه‌گدازه‌های منطقه که به‌صورت افقی و چینه سان و دگرشیب روی نهشته‌های ولکانی کلاستیک چین‌خورده قرار گرفته‌اند و نیز همراهی آن‌ها با دسته دایک‌های موازی منطقه، حکایت از این دارد که حوضهٔ رسوبی موصوف، احتمالاً در زمان ائوسن بالایی بالا آمده و ادامه فعالیت‌های ماگمایی منطقه در زمان‌های جدید، در یک محیط هوایی و از طریق شکاف‌ها صورت گرفته است. به‌دلیل فقدان لایه‌های آذرآواری در بین روانه‌ها و نیز مشاهده افق‌های نازک خاک در بین برخی روانه‌ها چنین برمی‌آید که فوران‌های تولید کنندهٔ این روانه‌ها به‌صورت غیرانفجاری و در محیطی آرام، به منصه ظهور رسیده‌اند.

۳. تزریق گنبدهای داسیتی: وجود دو گنبد داسیتی در منطقهٔ بررسی شده و برخی دیگر در مناطق مجاور (نظیر گنبد داسیتی سلطان فیس و گنبد داسیتی وندر) نشان از نفوذ ماگمای سیلیسی بسیار غلیظ به‌صورت غیرانفجاری در میان سنگ‌های دربرگیرنده دارد. چنان‌که پیش‌تر نیز گفته شد، ظهور این گنبدهای داسیتی در سطح زمین، با ساختارهای زمین شناسی ویژه‌ای همراهی می‌شوند؛ نظیر گسل‌های امتداد لغز لات و بلوکان و نیز چین‌های لغزشی در رسوبات آذرآواری پیرامون توده.

۴. تزریق توده‌های نفوذی نیمه‌عمیق: پایان بخش رویدادهای ماگمایی منطقه، تزریق توده‌های دیوریتی نیمه آتشفشانی است که به‌صورت استوک و دایک در سنگ‌های قدیمی‌تر (رسوبات ولکانی‌کلاستیک و تخریبی و نیز روانه گدازه‌ها) نفوذ کرده‌اند. پیامد حجم کم ماگمای جای‌گزین شده در عمق کم موجب افت نسبتاً سریع گرما شده و به‌همین دلیل هاله حرارتی قابل ملاحظه‌ای جز به‌صورت هماتیتی و کائولینیتی شدن محدود ایجاد نکرده است.

سبک جای‌گزینی توده‌های نفوذی

موضوع فضای مناسب برای جای‌گیری توده‌های نفوذی همواره از مباحث جدال‌انگیز بین زمین‌شناسان بوده است (به‌طور مثال [۲] و [۳۰]) و چنان‌که در قسمت مقدمه به آن پرداختیم، در دهه‌های ۸۰ و ۹۰ میلادی به‌طور ساده با پایین رفتن موهو یا برآمدگی پوسته و یا فرایندهای جای‌گزینی ساده (به‌طور مثال [۳۰]) و در چند سال اخیر با مکانیسم‌های دیگری که عمدتاً شامل تزریق با زور و تزریق انفعالی است، تفسیر می‌شود [۲]. به‌طوری‌که در روش‌های تزریق با زور، زیادتر بودن فشار داخلی ماگما نسبت به فشارهای تکتونیکی موجب باز کردن فضای لازم برای استقرار ماگما می‌شود (نظیر افکن کردن سنگ‌های سقف توده و یا بالون شدگی ماگما در میان سنگ‌های دربرگیرنده). در حالی که در روش‌های تزریق انفعالی، ماگما از مزیت فضای ایجاد شده به‌وسیلهٔ دگرشکلی ناحیه‌ای، فضای لازم را پیدا می‌کند.

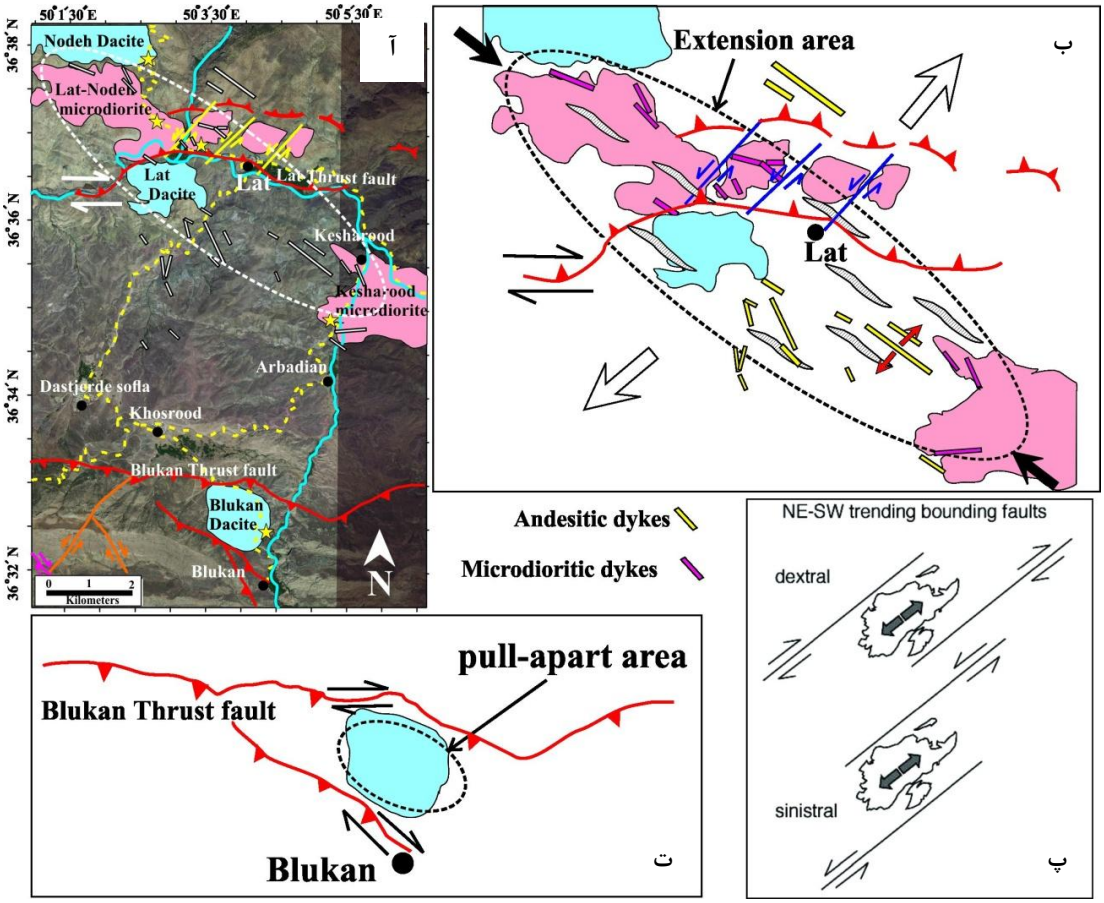
به‌همین رو، سبک جای‌گیری توده‌های نفوذی منطقه لات-بلوکان را می‌توان بدین‌صورت تقسیم کرد:

الف) دسته دایک‌ها: نظر به این‌که دسته دایک‌های منطقه روند عمومی NW-SE را دارند (شکل ۱)، می‌توان آن‌ها را جزء دسته دایک‌های موازی قلمداد کرد و چنان‌که در مقدمه گفته شد، می‌توان از آن‌ها برای تشخیص تنش دیرینه استفاده کرد. از این‌رو، چنین استنباط می‌شود که جای‌گاه تزریق آن‌ها بر اساس مدل ارائه شده به‌وسیلهٔ [۳۱] فضای کششی مناسبی در راستای شمال باختری- جنوب خاوری (σ_3) عمود بر راستای بیشینه فشار (σ_1) را ایجاد کرده است که خود محل مناسب برای تزریق ماگما به‌صورت دسته دایک‌های موازی شده است. چنان‌که

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2026-05-19]
[DOI: 10.29252/gnf.5.1.99]

اشاره شد به‌دلیل همراهی تنگاتنگ این دسته از دایک‌ها با روانه گدازه‌ها، چه از نظر ترکیبی و بافتی و چه در مقیاس رخنمون، به آن‌ها "دایک‌های تغذیه کننده" می‌گوییم.

ب) توده‌های دیوریتی و داسیتی: با وجود متفاوت بودن این دو توده (یکی درونی و دیگری بیرونی)، ولی سبک جای‌گیری آن‌ها به گونه‌ای است که در فضاهایی مستقر شده‌اند که فرآیند دگرشکلی برای آن‌ها ایجاد کرده است. به‌طوری‌که در شکل ۱۱ ب ملاحظه می‌شود، تودهٔ دیوریتی لات دو ویژگی دارد: یکی آن‌که در محل خمش موجود در گسل امتدادلغز لات و نیز فضای کششی در راستای شمال خاوری-جنوب باختری (مورد بحث در دسته دایک‌های موازی) قرار گرفته است. دیگر آن‌که، سری رخنمون‌های دومینویی توده میکرودیوریتی لات (شکل ۱۱ آ) بسیار متأثر از سیستم گسلی امتداد لغز چپ‌گرد با روند شمال خاوری-جنوب باختری است. از این‌رو، می‌توان چنین تصور کرد که تودهٔ دیوریتی (ساب ولکانیک) مذکور از مزیت نسبی فضای کششی منطقه بهره برده و جای‌گزین شده است.



شکل ۱۱. آ) عکس ماهواره‌ای منطقه لات- بلوکان، ب) تشکیل شکستگی‌های کششی در نتیجه عملکرد مورب لغز گسل لات با مؤلفه راست‌بر و تشکیل فضاهای کششی در محل خم گسل طبق مدل ارائه شده به‌وسیلهٔ [۳۱] (تشکیل دایک‌های آندزیتی) پ) تشکیل فضاهای جدایشی-کششی در مدل ارائه شده به‌وسیلهٔ [۳۱]، ت) تشکیل فضاهای جدایشی-کششی در اثر عملکرد گسل دو شاخه بلوکان که موجب تزریق داسیت بلوکان شده است.

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2026-05-19]
[DOI: 10.29252/gnf.5.1.99]

ج) گنبدهای داسیتی: دو ویژگی بسیار بارز گنبدهای داسیتی منطقه، بافت ریزدانه و غیرانفجاری و دیگری ترکیب بسیار اسیدی ($SiO_2 > \%67$) و لذا گرانروی بسیار زیاد ماگمای تشکیل دهنده، حکایت از آن دارد که رسیدن و جای‌گیری آن‌ها در سطح زمین نیازمند ساختار تکتونیکی ویژه‌ای است. به‌طوری‌که فضای کششی در قسمت خمیده گسل لات (شکل ۱۱ ب) و بین دو شاخه گسل بلوکان (شکل ۱۱ پ، ت) محل‌های مناسبی برای اقامت چنین ماگماهای غلیظی هستند. به‌نظر می‌رسد که سن این گنبدهای داسیتی نیز پس از ائوسن باشد. زیرا سنگ میزبان آهکی گنبد داسیتی لات به سن ائوسن، به‌واسطهٔ تزریق گنبد داسیتی دچار چین‌خوردگی لغزشی شده است (شکل ۶). در توضیح این‌گونه چین‌ها باید گفت که نسبت به چین‌خوردگی‌های ناحیه‌ای در نهشته‌های ولکانی‌کلاستیک منطقه، فشرده‌تر و محدود به سنگ‌های حاشیه گنبدهای داسیتی هستند و دیگر آن‌که سوی تنش در آن‌ها نشان می‌دهد که با حرکت صعودی گنبدها ایجاد شده‌اند. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که سبک جای‌گزینی گنبد داسیتی لات از نوع "بالون شدگی" است. در این روش، حرکت آرام دیاپیرهای ماگمایی داغ از میان سنگ‌های شکل‌پذیر، نوعی جریان برگشتی را در آن‌ها ایجاد می‌کند که همین فرایند دگرشکلی سنگ دیواره، فضای لازم برای استقرار توده را به‌وجود می‌آورد [۲].

نتیجه‌گیری

منطقه لات-بلوکان در شمال قزوین، بخشی از نوار ماگمایی پالئوژن در پهنهٔ البرز باختری است. نتایج بررسی‌های صحرایی و سنگ‌شناسی این پژوهش نشان از عملکرد فعال پهنهٔ گسلی شمال قزوین در شکل‌گیری ماگماتیسم هم‌زمان و پس از تکتونیک منطقه بدین‌شرح است:

۱. محصولات آتشفشانی ائوسن در منطقهٔ بررسی شده، حاصل دو رویداد فورانی متوالی است که ابتدا از طریق فورانهای انفجاری زیرآبی و سپس فوران‌های نسبتاً غیرانفجاری در محیط خشکی ایجاد شده‌اند.

۲. توده‌های نفوذی منطقه به دو دسته مجاری تغذیه کننده روانه گدازه‌ها (دسته دایک‌های موازی) و توده‌های ساب‌ولکانیک تقسیم می‌شوند که انواع اخیر، آخرین تظاهرات ماگمایی منطقه قلمداد می‌شوند.

۳. عناصر ساختاری منطقه به‌ویژه گسل‌های امتداد لغز و معکوس، نقش مهمی در جای‌گیری توده‌های نفوذی داشته‌اند. به‌طوری‌که با ایجاد یک منطقه کششی محلی، از یک سو موجب جای‌گیری دسته دایک‌های موازی (یا دایک‌های تغذیه کننده) و از سوی دیگر زمینهٔ صعود ماگماهای غلیظ داسیتی و جای‌گیری بالون مانند آن‌ها در میان رسوبات آذرآواری منطقه را فراهم آورده‌اند.

۴. مشاهده ساختار دومینویی در توده میکرودیوریتی منطقه حکایت از ادامهٔ عملکرد گسل‌های امتداد لغز پس از جای‌گیری و تبلور کامل توده‌های نفوذی منطقه دارد.

منابع

1. Vigneresse J.-L., "Crustal regime of deformation and ascent of granitic magma", Tectonophysics, 249 (1995) 187-202.
2. Best M.G., "Igneous Petrology", Blackwell Publishing (2003).

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2026-05-19]
[DOI: 10.29252/gnf.5.1.99]

3. Geshi N., "Structural development of dike swarms controlled by the change of magma supply rate: The cone sheets and parallel dike swarms of the Miocene Otoge igneous complex, Central Japan", J. Volcanol. Geotherm. Res., 141(3-4) (2005) 267-281.
4. Asiabanha A., Foden J., "Post-collisional transition from an extensional volcano-sedimentary basin to a continental arc in the Alborz Ranges, N-Iran", Lithos, 148 (2012) 98-111.
5. Bahar Firouzi Kh., Shafei A., Azhdari A., Karimi H.R., "Geological Map of Javaherdeh (1: 100,000)", Geological Survey Of Iran, (2002).
۶. طاهرخانی ب.، نظری ح.، پورکرمانی م.، آرین م.، ویژگیهای هندسی و سازوکار جوان گسل شمال قزوین: بر پایه بررسیهای ریخت زمین ساختی، نشریه علوم زمین، شماره ۹۵ (۱۳۹۴) ۲۹-۳۸.
7. Asiabanha, A., Ghasemi, H. and Meshkin, M. "Paleogene continental-arc type volcanism in North Qazvin, North Iran: facies analysis and geochemistry", Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen, 186 (2009) 201-214.
۸. قاسمی ح.، تیموری س.، آسیابانها ع.، "ژئوشیمی، جایگاه زمین‌ساختی و پتروژنز سنگ‌های آتشفشانی جیرنده، شمال غرب قزوین"، فصلنامهٔ زمین‌شناسی ایران، سال ششم، شمارهٔ بیست و دوم (۱۳۹۱) ۱۷- ۳۳.
۹. نعمتی ب.، آسیابانها ع.، "روابط آتشفشانی-پلوتونیسم در منطقهٔ لات-بلوکان، شمال قزوین (البرز غربی): تحلیل پتروژنتیکی و مدل‌سازی ژئوشیمیایی"، پترولوژی، شمارهٔ ۳۲، (۱۳۹۶) ۶۷-۸۸.
۱۰. حسینی طالقانی ج.، "بررسی پترولوژیکی توده‌های نفوذی شمال و شرق قزوین و پتانسیل‌های اقتصادی منطقه"، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، (۱۳۷۵) ۱۸۹.
۱۱. حیدری م.، "پترولوژی، ژئوشیمی و تحلیل ساختاری توده‌های نفوذی شکرناب و گنبد ریوداسیتی شمال وندر"، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید تهران (۱۳۸۳) ۱۴۷.
۱۲. مشکین م.، "مطالعه رخساره‌ها و پتروژنز سنگ‌های آتشفشانی منطقه زرشک سلطان قیس-شمال قزوین"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود (۱۳۸۶) ۱۶۶.
۱۳. آقانباتی ع.، "زمین‌شناسی ایران"، انتشارات سازمان زمین شناسی ایران (۱۳۸۳) ۵۸۶.
14. Rezaeian M., Carter A., Hovius N., Allen M. B., "Cenozoic exhumation history of the Alborz Mountains, Iran: New constraints from low-temperature chronometry", Tectonics, 31 (2012)TC2004.
۱۵. درویش‌زاده ع.، "زمین‌شناسی ایران"، انتشارات ندا (۱۳۷۰).
16. Asiabanha A., Foden J., "Post-collisional transition from an extensional volcano-sedimentary basin to a continental arc in the Alborz Ranges, N-Iran", Lithos, 148 (2012) 98-111.
17. Asiabanha A., Ghasemi H., Meshkin M., "Paleogene continental-arc type volcanism in North Qazvin, North Iran: facies analysis and geochemistry", Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen, 186 (2009) 201-214.

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2026-05-19]
[DOI: 10.29252/gnf.5.1.99]

18. Annells R.N., Arthurton R. S., Bazely R. A., Davis R. G., "Explanatory text of the Qazvin and Rasht quadrangles map (1:250000)", Geological Survey of Iran, (1975).

۱۹. آسیابانها ع، "زمین‌شناسی و پتروژنز رخساره‌های آتشفشانی منطقه یوزچای باشی (غرب قزوین)"، رسالهٔ دکتری، دانشگاه تربیت مدرس (۱۳۸۰).

20. Castro A., Aghazadeh M., Badrzadeh Z., Chichorro M., "Late Eocene-Oligocene post-collisional monzonitic intrusions from the Alborz magmatic belt, NW Iran. An example of monzonite magma generation from a metasomatized mantle source", Lithos, 180-181 (2013) 109-127.

21. Ballato P., Uba C. E., Landgraf A., Strecker M., Sudo M., Stockli D. F., Friedrich A., Tabatabaei S.H., Arabia-Eurasia continental collision: insights from late Tertiary foreland-basin evolution in the Alborz Mountains, northern Iran", Geological Society of America Bulletin, 123 (2011) 106-131.

۲۲. حکیمی آسیابر س.، پورکرمانی م.، شهریاری س.، قربانی م.، قاسمی م.، "تقسیمات تکتونیکی البرز غربی"، مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی، شمارهٔ ۸۱ (۱۳۹۰) ۱۱۳-۱۲۴.

23. . Fleuty M. J., "The description of folds", Proceeding of the Geologists Association, 75 (1964) 461.

24. Hakimi Asiabar S., Bagheriyan S., "Exhumation of the Deylaman fault trend and its effects on the deformation style of the western Alborz belt in Iran Int J Earth Sci (Geol Rundsch), (2017) DOI.

25. Dedual E., "Zur Geologie des Mittleren und Unteren Karaj-Tales, Zentral Elburz (Iran)", Geology Institute, ETH Zürich University, 76 (1967) (in German).

26. Stöcklin J., Eftekhar-Nezhad J., "Explanatory text of the Zanjan quadrangle map (1:250000)", Geological Survey of Iran, (1969) 61.

27. Wilshire H. G., "Alteration of olivine and orthopyroxene in basic lavas and shallow intrusions". The American Mineralogist, 43 (1958) 120-147.

۲۸. بربریان م.، قرشی م.، ارژنگ روش ب.، "پژوهش و بررسی نوزمین‌ساخت، لرزه زمین‌ساخت و خطر زمین‌لرزه، گسلش در ناحیه قزوین بزرگ و پیرامون"، سازمان زمین‌شناسی کشور، گزارش شمارهٔ ۶۱، (۱۳۷۱) ۱۸۸.

۲۹. تیموری س.، قاسمی ح.، آسیابانها ع.، نقش آلایش پوسته‌ای و جدایش بلوری در پیدایش سنگ‌های آتشفشانی ائوسن منطقه جیرنده شمال باختری قزوین) پترولوژی، شمارهٔ ۳۳ (۱۳۹۷) ۷۱-۹۰.

30. Patterson S. R. and Fowler T. K. JR., "Re-examining pluton emplacement processes", Journal of Structural Geology, 15- 2 (1993) 191-206.

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2026-05-19]

[DOI: 10.29252/gnf.5.1.99]

31. Titus S. J., Fossen H., Pedersen R. B., Vigneresse J. L., Tikoff B., "Pull-apart formation and strike-slip partitioning in an obliquely divergent setting, Leka Ophiolite, Norway", Tectonophysics, 354 (2002) 101-119.

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2026-05-19]

[DOI: 10.29252/gnf.5.1.99]