

«واحد ماسه‌سنگ تفکیک نشده»، به سن ائوسن میانی تا ائوسن پایانی است که همراهانی از سنگ‌آهک نومولیت‌دار دارد. گفتنی است که داشتن میان‌لایه‌های آهکی آب‌های کم عمق از ویژگی‌های چهار واحد گفته شده است.

در منطقه «فنج» ردیف‌های فلیشی ائوسن شامل چهار واحد زیر است (شکل ۶-۷).

«واحد ماریچ»، شامل ماسه‌سنگ، سیلت سنگ، کنگلومرا همراه با میان‌لایه‌های آهکی فسیل‌دار به سن ائوسن میانی تا بالایی.

«واحد گیران»، شامل ماسه‌سنگ درشت‌دانه نارسیده Immature، شیل، گل‌سنگ و کمی سنگ‌آهک و توف.

«واحد ماسه‌سنگ تفکیک نشده»، شامل ماسه‌سنگ با لایه‌بندی نازک، شیل، سنگ‌آهک و گل‌سنگ و کمی سنگ‌آهک و کنگلومرا به سن ائوسن میانی - بالایی که در حوضه‌ای ناپایدار و به صورت رسوب‌های آشفته نهشته شده‌اند.

«واحد گوردک»، شامل ماسه‌سنگ، شیل و گاهی توف به شدت دگرشکل است به همین دلیل رخنمون آنها نابرجا است.

در ناحیه «طاهرویی»، سنگ‌های ائوسن به طور عمده سنگ‌آهک‌های آب‌های کم عمق است که با رخساره‌های فلیشی دیگر نواحی مکران تفاوت آشکار دارند. روزنه‌داران کفزی سنگ‌آهک‌ها، سن ائوسن پیشین دارند ولی در شمال طاهرویی سن ردیف‌های ائوسن، ضمن داشتن رخساره فلیشی، تا ائوسن میانی می‌رسد.

در منطقه «پیشین»، ردیف‌های فلیشی ائوسن به چهار واحد جداگانه زیر تقسیم شده‌اند (شکل ۶-۸).

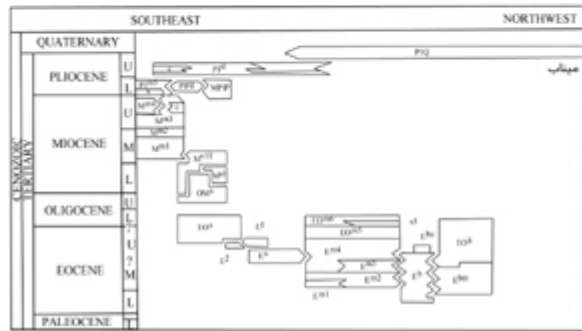
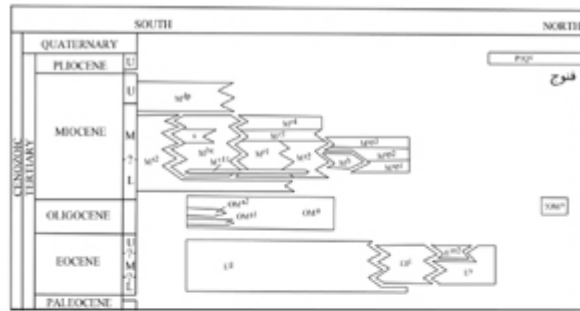
«واحد ایرافشان»، شامل نسبت مساوی از شیل و ماسه‌سنگ، به ضخامت تا ۹۰۰۰ متر، به سن ائوسن پیشین تا میانی.

«واحد دربان»، بیشتر شامل شیل و کمی ماسه‌سنگ، سنگ‌آهک و کنگلومرا است. شیل‌ها دارای پلانکتون‌های نواحی عمیق به سن ائوسن میانی تا پسین است.

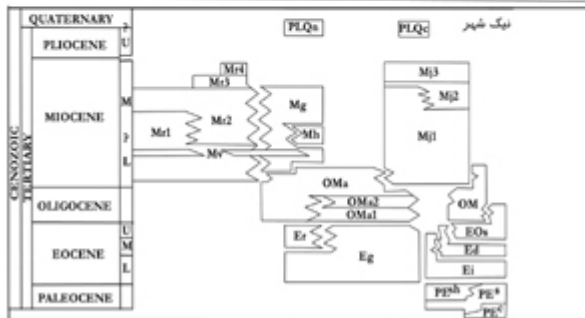
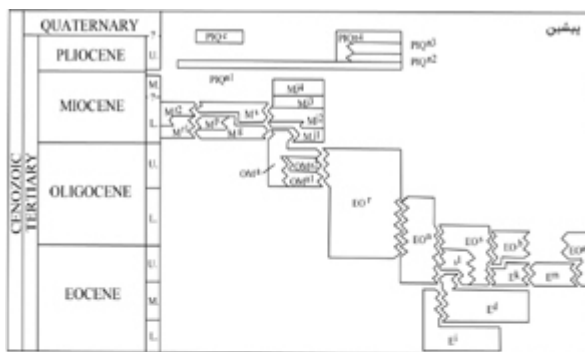
«واحد مُسری»، شامل یک ردیف منظم از ماسه‌سنگ و شیل است که به طور فرعی میان‌لایه‌هایی از سیلت سنگ، گل‌سنگ، سنگ‌آهک و کنگلومرا دارد. داشتن ساختارهای رسوبی از نوع بومای کامل از ویژگی آن است. روزنه‌داران پلانکتون (گلوبیژرینا) و کفزی (نومولیت‌ها) این واحد به سن ائوسن پیشین دارند.

«واحد کُنار»، به طور عمده شامل ماسه‌سنگ است که با کنگلومرای گریتی و سنگ ریزه‌ای همراه است. رخساره شیلی نیز به طور موضعی وجود دارد. از نظر سنی، این واحد نشانه‌هایی از ائوسن پایانی دارد.

در منطقه «نیک‌شهر»، نهشته‌های ائوسن به سه قسمت زیرین، میانی و بالایی تقسیم شده که به طور کلی از پایین به بالا شامل شیل، ماسه‌سنگ، کنگلومرا است و به تدریج به واحدهای عمومی ائوسن مانند واحد ایرافشان، شبه فلیش، فلیش وحشی، واحد گوردک و واحد دربان می‌رسد که ادامه ردیف‌های ائوسن در منطقه پیشین است (شکل ۶-۸).



شکل ۶-۷- گسترش زمانی و مکانی سنگ‌های ترشیری مکران در نواحی فوج و میاناب



شکل ۶-۸- گسترش زمانی و مکانی سنگ‌های ترشیری مکران در نواحی په‌بین و نیک‌شهر

## الیگوسن در مکران

«نهبشته‌های الیگوسن» مکران از نوع فلیشان‌د و چندین هزارمتر ضخامت دارند. شرکت پاراگون (۱۹۸۸) برای این نهبشته‌ها نام «واحد انگوران» را انتخاب کرده که پس از رخداد زمین‌ساختی

الیگوسن میانی نهشته شده و تغییرات سنی آن از الیگوسن تا میوسن است. این فلیش‌ها، کمان کم و بیش پیوسته‌ای را از کوه زندان (میناب) تا مرز پاکستان تشکیل می‌دهند که بیشتر از نوع فلیش‌های دور از منشأ Distal Flysch بوده و گاه قطعات خارجی در آنها دیده می‌شود. واحد انگوران با سه رخساره «شیلی»، «ماسه‌سنگی» و «توالی تفکیک نشده» دیده می‌شود. توالی ماسه‌ای به ویژه انواع تفکیک نشده این واحد، تناوب ریتمیک از ماسه‌سنگ و شیل است که گاهی هر ریتم ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر ضخامت دارد. داشتن ساخت‌های رسوبی اولیه، ساخت‌های وزنی کوچک، حفره‌های عمومی و واحدهای B, C, D و E ردیف بوما از ویژگی‌های واحد انگوران است که نشانگر نشست سریع و ناگهانی رسوبات در بادزن‌های زیرریایی و عمیق است. انواع گلوبیژینا، گلوبوروتالیا و میوژپیسینا از میکروفسیل‌های واحد انگوران به سن الیگوسن پسین - میوسن پیشین هستند.

#### میوسن در مکران

«نهشته‌های میوسن» مکران در حوضه رسوبی‌ای نهشته شده‌اند که به سمت جنوب و باختر ژرفای کمتری داشته و از شمال نیز محدود به خشکی بوده است. این نهشته‌ها که در محیط‌های نریتمیک نهشته شده‌اند از خاور گسل میناب تا مرز پاکستان رخنمون دارند. بررسی‌های دیرینه جغرافیایی نشان می‌دهد که از اواخر میوسن میانی، ناوه فلیش پر شده و ذرات تخریبی درشت به طرف جنوب هدایت شده‌اند (مک‌کال، ۱۹۸۵).

تفاوت‌های مکانی (جانبی) رخساره سبب شده تا فلیش‌های میوسن مکران شامل واحدهای سنگی زیر باشد.

«واحد دهیردان»، شامل نسبت متغیری از تناوب شیل آهکی و ماسه‌سنگ است که گاه هوازدگی سفیدرنگ دارد. بخش زیرین این واحد، رخساره فلیش مناطق با عمق متوسط (سکو - شیب قاره)

دارد ولی بخش بالایی آن در عمق بسیار کم رسوب کرده است. سنگواره‌هایی مانند *Miogypsina* ، *Neoalveolina* ، *Lepidocyclina* ، *Operculina* سن آکیتانین-بوردیگالین را نشان می‌دهند.

«واحد سبز» از حدود ۶۰۰۰ متر گل سنگ‌آهکی خاکستری، سبز، ماسه‌سنگ‌آهکی توده‌ای، کنگلومرای قهوه‌ای تشکیل شده که به داشتن مقداری ژئوپس و بلوک‌های بیگانه شاخص است. این واحد، به طور جانبی به دیگر واحدهای فلیش مکران تبدیل می‌شود و هم‌ارز زمانی آنها به شمار می‌رود. افزون بر اویستر، دوکفه‌ای و سرکوسه، در منطقه تاهرویی گل‌سنگ‌های نرم واحد سبز سرشار از روزنه‌داران پلانکتون میوسن پیشین تا میانی است.

«واحد شهرپوم»، با ۹۵۰ متر ستبر، شامل زیر واحد جداگانه از فلیش‌های ریتمیک است که توسط جریان‌های آشفته در یک گودال عمیق و آرام نهشته شده است. طبقه‌بندی تدریجی، علائم سطح زیرطبقه Sole marks مانند قالب شیاری Flute casts ، موج نقش‌های خطی و زبانه‌ای، قالب شکافی Groase casts از ساختارهای رسوبی این واحد است. این واحد سنگواره چندانی ندارد و سنگواره‌های موجود ممکن است نابرجا باشند. در هر حال، سن میوسن پیشین (بوردیگالین) - میوسن میانی برای این واحد پیشنهاد شده است.

«واحد هیچان» حدود ۳۰۰۰ متر توالی فلیشی شامل شیل‌های نرم، خرد شده، تورق‌پذیر و آهکی است که مقداری ماسه‌سنگ، سیلت سنگ و گل‌سنگ دارد و از نوع فلیش‌های نزدیک به منشأ است. آشفته‌گی زیستی Bioturbation از ویژگی‌های این واحد است. روزنه‌داران پلانکتون فراوان واحد هیچان مانند *Globigerinoides trilobus* ، *G. sacculifer* ، *G. altispira* و ۰۰۰ معرف سن میوسن پیشین - میانی است که عمق آب را چند صد متر پیشنهاد می‌کند.

«واحد وزیری» از ضخامت متغیری سنگ آهک‌های ریفی، وکستون بایومیکرایت جلبگ‌دار و سنگ آهک تخریبی تشکیل شده که مقدار زیادی برش آهکی از منشأ واریزه‌ای دارد و در بعضی مقاطع حاوی میان‌لایه‌های ماسه‌سنگ سُرخ، شیل و کنگلومراست. از نظر سنگ‌شناسی، آهک‌ها جزو کالکارنایت تقسیم‌بندی می‌شوند. سنگواره‌های این واحد به ویژه انواع مرجان، شکم‌پایان، دوکفه‌ای، بریوزوآ، جلبگ، دندان کوسه و روزنه‌داران فراوان بوده و محیط دریایی نزدیک به سطح در حاشیه کمربندی از جزایر مرجانی را تداعی می‌نماید. به جز منطقه سردشت واحد وزیری سن آکیتانین اما، در دیگر نقاط، سن بوردیگالین دارد.

«واحد بند چاکر» از ۲۵۵۰ تا ۵۰۰۰ متر، ماسه‌سنگ توده‌ای، لایه‌های نازک کنگلومرا و شیل‌های خاکستری - سبز تشکیل شده که در پایین آن مگاریتم‌های شیلی وجود دارد. لایه‌های نازک زغال (ساپروپلی)، برگ و ساقه گیاهان به مقدار زیاد وجود دارد. با توجه به انواع گلوبیژرینا و گلوبوروتالیا به واحد بندچاکر سن میوسن میانی داده شده و به لحاظ قرارگیری در روی واحد وزیری نمی‌تواند قدیمی‌تر از بوردیگالین باشد. بیشتر این واحد، رخساره آب بسیار کم عمق دارد، ولی به سمت جنوب، محیط رسوبی به طور کامل عمیق می‌شود. این واحد مراحل حدواسط تبدیل فلیش گودال‌ها را به رسوبات نریتیک نمایش می‌دهد.

«واحد شیل دارخونیش» شامل ۱۵۰۰ متر شیل خاکستری رنگ نازک لایه، سیلت ماسه‌سنگی و لایه‌های نازک ماسه‌سنگ با جورشدگی خوب است. در این واحد ساخت‌های رسوبی و آشفستگی زیستی فراوان است. انواع گلوبیژرینا، گلوبیژرینده و تعدادی روزنه‌داران کفزی مانند *Neovalveolina melocurdica* معرف سن میوسن پیشین تا میوسن میانی هستند.

«واحد روکشا» شامل چهار زیرواحد است که به ترتیب از پایین به بالا عبارتند از: زیر واحد اول، شامل شیل و گل‌سنگ آهکی است که به طرف بالا ریتیم‌ها ضخیم‌تر و دانه‌درشت‌تر می‌شوند به گونه‌ای که در بالاترین قسمت آن کنگلومرا نیز وجود دارد. آثار فسیل، رسوبگذاری این زیر واحد را

در آب عمیق نشان می‌دهند. زیر واحد دوم، شامل ماسه‌سنگ ضخیم‌لایه و دانه‌درشت، کمی سیلت سنگ‌آهکی و میان‌لایه‌های شیل ماسه‌ای و کنگلومرا است.

آثار فسیلی، آب کم عمق و فراوانی میلیولیدها، محیط‌های لاگونی هیپرسالین را نشان می‌دهد. زیر واحد سوم، شامل کنگلومرا با جورشدگی ضعیف، چندزادی، ضخیم‌لایه تا توده‌ای است. به دو زیر واحد زیرین سن میوسن پیشین تا میانی داده می‌شود. دو زیر واحد بالایی، فسیل شاخص ندارند.

«واحد درپهن» شامل حدود ۲۰۰۰ متر ماسه‌سنگ لیتیک، شیل و کنگلومرا است که به سرعت تغییر رخساره می‌دهند. از شمال به جنوب، کنگلومرا به رخساره ماسه‌ای و گلی تبدیل می‌شود و در داخل این توالی شواهدی از پیشروی و پسروی وجود دارد. با توجه به سنگواره‌های *Globorotalia accostaensis menardi* سن این واحد از میوسن میانی تا پسین است. واحد درپهن معرف رسوبات نریتیک مولاسی است. کنگلومراها ضمن دریایی بودن، در ارتباط با فراخاست پس از فاز کوهزایی هستند و بنابراین رخساره مولاسی دارند.

«واحد جاقین» با ۲۷۵۰ متر ضخامت شامل سه زیر واحد است که در محیط‌های رسوبی دریایی کم عمق تا حوضه‌های پارالیک و مصب نهشته شده‌اند.

زیر واحد زیرین، از نوع ماسه‌سنگ، کنگلومرا و کمی شیل است که لایه‌های کنگلومرایی آن چینه‌بندی مورب، کانال و نقش‌موج دارد. ریز چینه مسطح، ریز چینه مورب و موج نقش‌های قرینه در ماسه‌سنگ‌ها دیده می‌شود.

زیر واحد میانی، از ماسه‌سنگ سُرخ‌رنگ و لایه‌های نازک کنگلومرا تشکیل شده است. زیر واحد بالایی، از شیل، ماسه‌سنگ، سیلت سنگ و کنگلومرا با لایه‌های صدف و میان‌لایه‌های ماسه‌سنگی تشکیل شده است.

سنگواره‌هایی مانند *Orbulina universa*, *Miogypsina* spp *Globigerinoides* sp., سن میوسن میانی تا پسین را نشان می‌دهد.

«واحد قصرقند» شامل تا ۳۲۰۰ متر گل‌سنگ ژیبس‌دار و لایه‌های نازک ماسه‌سنگ است که در دریای سکوی کم عمق و یا محیط کولابی و در آب و هوای گرم نهشته شده‌اند. فسیل آب‌های عمیق مانند *Paleodictyon*، و کم عمق مانند *Granularia ophiomorph* نشان می‌دهد که در طی رسوبگذاری این واحد، شرایط به سرعت تغییر می‌کرده است.

«واحد سهن‌تنگ» رخساره جانبی واحد قصرقند است که تا ۴۰۰۰ متر ضخامت دارد و از نظر داشتن ردیف‌های ریتمیک گل‌سنگ نامقاوم و ماسه‌سنگ مقاوم تیغه‌های پیوسته‌ای را می‌سازد. این واحد دارای ژیبس‌های ثانویه است. این رسوبات به احتمال متعلق به نهشته‌های دور از منشأ یک بادزن دلتایی هستند. میکروفسیل‌ها ویژگی محیط‌های رسوبی مصبی یا سکوی داخلی را دارند. اثر فسیل‌ها، محیط رسوبی کشندی و میان بادزن *mid – fan* را پیشنهاد می‌کنند. روزنه‌داران کفزی و پلانکتون این واحد چندان زیاد نیست و همگی معرف اواخر میوسن پیشین تا اوایل میوسن میانی هستند.

«واحد پیشین» بخش زیرین این واحد از ریتم‌هایی به ضخامت حدود یک صد متر تشکیل شده که به طرف بالا درصد ماسه افزایش می‌یابد به طوری که ۹۰ درصد قسمت بالای ریتم را ماسه‌سنگ‌های میکادار، دانه‌درشت تشکیل می‌دهند. لایه‌ها ویژگی‌های آشفته دارند و ساخت‌های رسوبی مثل طبقه‌بندی تدریجی، ریزچینه مورب موجی، قالب شیاری، لودکاست در آنها دیده می‌شود.

سنگواره‌هایی مانند *Globorotalia* *kugleri*, *G. continua*, *G. siakensis*، *Globigerina venezuelana*، معرف سن اوایل تا اواخر میوسن پیشین‌اند.



«واحد جاروت» معرف نهشته‌های دریای کم عمق میوسن پیشین تا میانی با شواهدی از پیشروی ردیف‌های نیمه‌دریایی به داخل حوضه‌ای با فرونشست آهسته است. بخش زیرین توالی از نوع رسوب‌های آشفته است، ولی ماسه‌سنگ‌ها و شیل آهکی رویی، رخساره جلوی دلتا و یا وابسته به رودخانه دارند. در بعضی نقاط نیز شواهدی مبنی بر پیشروی دریا دیده می‌شود. سنگواره‌های موجود با این مدل رسوبی سازگاری دارند، زیرا بیشتر آنها متعلق به سکوی قاره‌ای خارجی، داخلی و مرداب هستند. آثار فسیلی، Paleodictyon آب عمیق در قاعده و Ophiomorpha Glockeria، آب کم عمق در بالای واحد، این پیشروی را تأیید می‌کند. واحد جاروت هم‌ارز زمانی واحدهای روکشا، قسرقند و بخشی از واحدهای سه‌تنگ و پیشین است.

#### پلیوسن در مکران

«نهشته‌های پلیوسن» مکران، رسوباتی از نوع مارن‌های ژیبس‌دار، ماسه‌سنگ، شیل و کنگلومرا هستند که در گذشته (هوبر، ۱۹۵۲) «گروه مکران» و در سال‌های اخیر (مک‌کال، ۱۹۸۵) «واحد مکران» نامیده شده‌اند. سن واحد مکران، محدود به پلیوسن نیست، بلکه تغییرات سنی آن از میوسن پسین تا پلیوسن است.

گفتنی است که از نگاه اشتوکلین (۱۹۵۳)، گروه مکران شامل ردیف‌های پلیوسن - میوسن تمام مکران است. ولی مک‌کال (۱۹۸۵) واحد مکران را محدود به رسوبات واقع در باختر گسل زندان کرده و برای رسوبات خاور گسل میناب از نام‌های تاهتون و پالامی استفاده کرده است.

در نواحی نیک‌شهر، پیشین، سرباز و سراوان، کنگلومرایبی با قطعات بزرگ وجود دارد که به طور ناپیوسته و یا ناپیوستگی موازی بر روی سازندهای قدیمی‌تر قرار گرفته است. این کنگلومرا که هم‌ارز کنگلومرا کچ Kech پاکستان است، به نام «واحد نهنگ» نام‌گذاری شده که سن

پلیوسن پسین تا پلیستوسن پیشین دارد. در جنوب خاوری زاهدان، کنگلومرای سستی به نام تلخاب وجود دارد که به پلیوسن نسبت داده شده است.

«واحد مکران» دارای چهار زیر واحد «مارن گیوشی»، «ماسه‌سنگ خکو»، «ماسه‌سنگ تیاب» و «کنگلومرای میناب» است.

«مارن گیوشی»، که هوبر (۱۹۵۲) آن را مارن گروه مکران میانی و مارن مکران می‌نامد، ردیفی از گل‌سنگ ژیبس‌دار خاکستری، مارن و شیل با میان‌لایه‌های نازک ماسه‌سنگ و سیلت سنگ و گاه کنگلومرا است. خرده صدف در گل‌سنگ‌ها و ماسه‌سنگ‌ها پراکنده‌اند. مارن گیوشی در آب کم عمق نزدیک به ساحل با تبخیر شدید نهشته شده است. به احتمال بخش محدود حوضه به شکل کولاب و بخش باز آن به شکل سبزا بوده است.

زیر واحد گیوشی بین زون زیستی *Globorotalia acostaensis* و زون *Globorotalia humerosa* قرار گرفته و سن میوسن پسین دارد.

«ماسه‌سنگ تیاب»، ۴۷۸ متر کالکارناریت سُرخ و قهوه‌ای، دارای چین‌بندی مورب، ماسه‌سنگ بسیار دانه‌ریز آهکی از منشأ تپه‌های ماسه‌ای، آهک نرم قهوه‌ای و گل‌سنگ آهکی فسیل‌دار و نرم است که در یک محیط ساحلی یا سدهای ساحلی نهشته شده و به دلیل داشتن *Globorotalia humerosa* سن میوسن پسین - پلیوسن پیشین دارد.

«کنگلومرای میناب»، ۱۳۵۵ متر، کنگلومرای چندزادی، نارس با خمیره فراوان، به رنگ سُرخ قهوه‌ای است که به تدریج به تناوبی از ماسه‌سنگ و لایه‌ای رنگی می‌رسد. کنگلومرای میناب به لحاظ قرارگیری در روی ماسه‌سنگ خکو نمی‌تواند قدیمی‌تر از پلیوسن پیشین باشد. کنگلومرای میناب با منشأ دلتایی دریایی هم‌ارز کنگلومرای پالامی و بخش بالایی واحد تاهتون با منشأ رودخانه‌ای و قاره‌ای است.

«واحد تاهتون» با ۵۸۳۵ متر ضخامت، شامل سه زیر واحد با منشأ دریایی، زیر واحد ماسه‌سنگ و کنگلومرا و زیر واحد کنگلومرای است. واحد تاهتون معرف یک سیستم فنگلومرای و رسوبات آبرفتی دشت سیلابی است که در یک فروبوم شمالی - جنوبی که هنوز در حال نشست است نهشته شده‌اند. وجود کانال‌ها، نارس بودن رسوبات، جورشدگی ضعیف چنین مدلی را تأیید می‌کند. لایه‌های حد واسط این واحد می‌توانند متعلق به مصب یک حوضه با آب بسیار کم عمق باشد. شواهدی از جورشدگی، جا به جایی و ایجاد حفره توسط عوامل وابسته به دریا با چنین محیطی سازگاری دارد.

«کنگلومرای پالامی» (پالامی نام کوهی است که از این کنگلومرا تشکیل شده است). چندزادی، دانه‌درشت، با لایه‌بندی خوب و یکنواخت و با خمیره ماسه‌ای است. این واحد با ۴۵۰۰ متر ضخامت با تمام واحدهای کهن تر ارتباط دگرشیب دارد. ویژگی‌های رسوبی این واحد نشانگر ته‌نشست سریع، در حوضه‌ای در حال فرونشست در یک سیستم رودخانه‌ای بریده بریده braided است. از نظر سنی، ارتباط ناپیوسته بین واحد ماسه‌سنگ خکو (میوسن بالایی - پلیوسن زیرین) سن واحد پالامی را به پلیوسن پیشین محدود می‌کند. با وجود این، به طور محلی کنگلومرا می‌تواند از نظر سنی تا میوسن پسین گسترش داشته باشد.

«واحد نهنگ» که نام خود را از رودخانه‌ای به همین نام واقع در مرز پاکستان و شمال خاوری پیشین گرفته، شامل ضخامت متغیری (۱۱۵ تا ۱۵۹۰ متر) از کنگلومرای چندزادی با جورشدگی ضعیف و خمیره ماسه‌سنگی است که با ناپیوستگی بر روی تمام واحدهای قدیمی تر قرار دارد. این واحد نشانگر نهشته‌های کنگلومرای رودخانه‌ای، کوهپایه‌ای و متعلق به محیط رسوبی با انرژی زیاد است که به فراخاست زیاد منطقه اشاره دارد. در این واحد، به جز دو عدد استراکود، سنگواره دیگری پیدا نشده است. داده‌های منطقه و استراکود *Ilyocipris ramdohr* سبب شده تا واحد نهنگ به سن پلیوسن پسین - پلیستوسن پیشین دانسته شود.

## پلیوسن در مکران

«نهشته‌های پلیوسن» مکران، رسوباتی از نوع مارن‌های ژئوپس‌دار، ماسه‌سنگ، شیل و کنگلومرا هستند که در گذشته (هوبر، ۱۹۵۲) «گروه مکران» و در سال‌های اخیر (مک‌کال، ۱۹۸۵) «واحد مکران» نامیده شده‌اند. سن واحد مکران، محدود به پلیوسن نیست، بلکه تغییرات سنی آن از میوسن پسین تا پلیوسن است. گفتنی است که از نگاه اشته‌کلین (۱۹۵۳)، گروه مکران شامل ردیف‌های پلیوسن - میوسن تمام مکران است. ولی مک‌کال (۱۹۸۵) واحد مکران را محدود به رسوبات واقع در باختر گسل زندان کرده و برای رسوبات خاور گسل میناب از نام‌های تاهتون و پالامی استفاده کرده است. در نواحی نیک‌شهر، پیشین، سرباز و سراوان، کنگلومرای با قطعات بزرگ وجود دارد که به طور ناپیوسته و یا ناپیوستگی موازی بر روی سازندهای قدیمی‌تر قرار گرفته است. این کنگلومرا که هم‌ارز کنگلومرا کچ Kech پاکستان است، به نام «واحد نهنگ» نام‌گذاری شده که سن پلیوسن پسین تا پلیستوسن پیشین دارد. در جنوب خاوری زاهدان، کنگلومرای سستی به نام تلخاب وجود دارد که به پلیوسن نسبت داده شده است. «واحد مکران» دارای چهار زیر واحد «مارن گیوشی»، «ماسه‌سنگ خکو»، «ماسه‌سنگ تیاب» و «کنگلومرای میناب» است. «مارن گیوشی»، که هوبر (۱۹۵۲) آن را مارن گروه مکران میانی و مارن مکران می‌نامد، ردیفی از گلسنگ ژئوپس‌دار خاکستری، مارن و شیل با میان‌لایه‌های نازک ماسه‌سنگ و سیلت سنگ و گاه کنگلومرا است. خرده صدف در گل‌سنگ‌ها و ماسه‌سنگ‌ها پراکنده‌اند. مارن گیوشی در آب کم عمق نزدیک به ساحل با تبخیر شدید نهشته شده است. به احتمال بخش محدود حوضه به شکل کولاب و بخش باز آن به شکل سبخوا بوده است. زیر واحد گیوشی بین زون زیستی *Globorotalia acostaensis* و زون *Globorotalia humerosa* قرار گرفته و سن میوسن پسین دارد. «ماسه‌سنگ تیاب»، ۴۷۸ متر کالکرناریت سُرخ و قهوه‌ای، دارای چینه‌بندی مورب،

ماسه‌سنگ بسیار دانه‌ریز آهکی از منشأ تپه‌های ماسه‌ای، آهک نرم قهوه‌ای و گل‌سنگ آهکی فسیل‌دار و نرم است که در یک محیط ساحلی یا سدهای ساحلی نهشته شده و به دلیل داشتن *Globorotalia humerosa* سن میوسن پسین - پلیوسن پیشین دارد. «کنگلومرای میناب»، ۱۳۵۵ متر، کنگلومرای چندزادی، نارس با خمیره فراوان، به رنگ سُرخ قهوه‌ای است که به تدریج به تناوبی از ماسه‌سنگ و لایه‌ای رنگی می‌رسد. کنگلومرای میناب به لحاظ قرارگیری در روی ماسه‌سنگ خکو نمی‌تواند قدیمی‌تر از پلیوسن پیشین باشد. کنگلومرای میناب با منشأ دلتایی دریایی هم‌ارز کنگلومرای پالامی و بخش بالایی واحد تاهتون با منشأ رودخانه‌ای و قاره‌ای است. «واحد تاهتون» با ۵۸۳۵ متر ضخامت، شامل سه زیر واحد با منشأ دریایی، زیر واحد ماسه‌سنگ و کنگلومرا و زیر واحد کنگلومرایی است. واحد تاهتون معرف یک سیستم کنگلومرایی و رسوبات آبرفتی دشت سیلابی است که در یک فروبوم شمالی - جنوبی که هنوز در حال نشست است نهشته شده‌اند. وجود کانال‌ها، نارس بودن رسوبات، جورشدگی ضعیف چنین مدلی را تأیید می‌کند. لایه‌های حد واسط این واحد می‌توانند متعلق به مصب یک حوضه با آب بسیار کم عمق باشد. شواهدی از جورشدگی، جا به جایی و ایجاد حفره توسط عوامل وابسته به دریا با چنین محیطی سازگاری دارد. «کنگلومرای پالامی» (پالامی نام کوهی است که از این کنگلومرا تشکیل شده است). چندزادی، دانه‌درشت، با لایه‌بندی خوب و یکنواخت و با خمیره ماسه‌ای است. این واحد با ۴۵۰۰ متر ضخامت با تمام واحدهای کهن‌تر ارتباط دگرشیب دارد. ویژگی‌های رسوبی این واحد نشانگر ته‌نشست سریع، در حوضه‌ای در حال فرونشست در یک سیستم رودخانه‌ای بریده بریده *braided* است. از نظر سنی، ارتباط ناپیوسته بین واحد ماسه‌سنگ خکو (میوسن بالایی - پلیوسن زیرین) سن واحد پالامی را به پلیوسن پیشین محدود می‌کند. با وجود این، به طور محلی کنگلومرا می‌تواند از نظر سنی تا میوسن پسین گسترش داشته باشد. «واحد نهنگ» که نام خود را از رودخانه‌ای به همین نام واقع در مرز پاکستان و شمال خاوری پیشین گرفته، شامل ضخامت متغیری (۱۱۵ تا ۱۵۹۰ متر) از کنگلومرای چندزادی با

جورشدگی ضعیف و خمیره ماسه‌سنگی است که با ناپیوستگی بر روی تمام واحدهای قدیمی‌تر قرار دارد. این واحد نشانگر نهشته‌های کنگلومرایی رودخانه‌ای، کوهپایه‌ای و متعلق به محیط رسوبی با انرژی زیاد است که به فراخاست زیاد منطقه اشاره دارد. در این واحد، به جز دو عدد استراکود، سنگواره دیگری پیدا نشده است. داده‌های منطقه و استراکود ramdohr Ilyocipris سبب شده تا واحد نهنگ به سن پلیوسن پسین - پلیستوسن پیشین دانسته شود.

## ماگماتیسیم و دگرگونی ترشیری

### مقدمه

در زمان سنوزوییک، نیروهای فشارشی و تنش‌های رهایی ناشی از دو رخداد کوهزایی آلپ میانی و پایانی، موجب ماگمازایی شدید در گستره‌های پهناوری از ایران شده به گونه‌ای که ماگماتیسیم ترشیری با بیش از چند هزار متر حجم، بیشترین سنگ‌های ماگمایی ایران را تشکیل می‌دهند. به همین رو، به سنوزوییک ایران «دوران ماگماتیسیم» نام داده‌اند. در بسیاری از حالات، به ویژه فعالیت‌های ماگمایی ائوسن - الیگوسن، تکاپوی ماگمایی با کانی‌زایی مس، مولیبدن، سرب، روی، منگنز، آنتیموان، جیوه، طلا و ۰۰۰ همراه بوده و به همین رو، از ترشیری ایران به عنوان «دوره فلززایی» نیز یاد می‌شود. (امامی، ۱۳۷۹) بر این باور است که :

× شدیدترین فعالیت‌های آتشفشانی در اوایل ترشیری، به ویژه ائوسن، اتفاق افتاده است.

× ماگماتیسیم ترشیری، دارای تنوع سنگ‌شناسی از انواع اسیدی تا بازیک است و از نظر ژئوشیمیایی روندهای قلیایی و کلسیمی - قلیایی عمومیت بیشتر دارد. با این حال، برخی آتشفشانی‌ها ویژگی‌های شوشونیتی و گاه تولییتی دارند.

× ماگماتیسیم ترشیری به دو صورت نفوذی - آتشفشانی است. نفوذی‌های این گروه به طور عمده از نوع گرانیتوئیدی و تکاپوهای خروجی نیز به هر دو صورت گدازه‌ای و آذرآواری می‌باشد.

× آذرآواری‌های ترشیری گاه منشأ مستقیم ماگمایی دارند و گاه بر اثر فرسایش، حمل و رسوب‌گذاری بعدی (اپی‌کلاستیک) نهشته شده‌اند.

× در اواخر ترشیری، در بسیاری از نقاط ایران شرایط قاره‌ای چیره بوده، به همین‌رو در میوسن - پلیوسن پویایی سنگ‌های آتشفشانی متفاوت از پالئوسن - ائوسن است.

#### دگرگونی ترشیری

در بسیاری از نواحی ایران، سنگ‌های آتشفشانی ترشیری دارای کانی‌های دگرگونی مانند آلبیت، پمپلی‌بیت، زئولیت، آنالیم هستند. جدا از روانه‌های آتشفشانی، وجود کانی‌های اپیدوت، کلریت و مونت‌موریونیت در آذرآواری‌های ائوسن (سازند کرج) نیز می‌تواند نشانگر دگرگونی کلی و خفیف باشد (یوئو و هوشمندزاده، ۱۹۷۱).

کانی‌های مذکور نشانگر آن هستند که سنگ‌های آتشفشانی ترشیری ایران، دگرگونی گرمایی ضعیف اما بزرگ مقیاسی را تحمل کرده‌اند. گفتنی است که دگرگونی ترشیری ایران، بیشتر از نوع دگرگونی استاتیک و نتیجه افزایش حرارت دما در پوسته ایرانزمین بوده که در ایجاد ماگماتیسم عظیم ترشیری نقش اساسی داشته ولی تنها موجب تغییرات کانی‌شناسی شده و به تقریب از دگرشکلی به دور بوده است. مطالعات پاراژنز کانی‌های دگرگونی یاد شده دلالت بر پدیده دگرگونی در دو مرحله بسیار ضعیف رخساره زئولیت و مرحله ضعیف رخساره شیست سبز دارد. بدیهی است که جدا از دگرگونی استاتیک ناحیه‌ای، فعالیت‌های نفوذی (عمیق و نیمه‌عمیق) بعدی، به ویژه توده‌های نفوذی مرز ائوسن - الیگوسن، در ناپایداری کانی‌های اصلی و برهم کنش‌های یونی همچنان مؤثر بوده‌اند، به گونه‌ای که سنگ‌های آتشفشانی و توف‌های وابسته همچنان از یک دگرگونی گرمایی ناشی از سیالات ماگمایی متأثرند که گاه با کانی‌زایی مس، مولیبدن، آلومینیم، طلا، بیسموت، منگنز، کائولن و ... همراه است.

## توده‌های نفوذی ترشیری

توده‌های نفوذی ترشیری ایران دارای تنوع زمانی و مکانی زیادی هستند و به جز موارد محدود، مطالعات سنگ‌ژئوشیمیایی و پرتوسنجی انجام شده بر روی این توده‌ها چندان زیاد نیست. لذا، در خصوص خاستگاه و حتی سن این توده‌ها پرسش‌های زیادی وجود دارد که هنوز پاسخ نهایی به آنها داده نشده است. با این حال، از نظر زمانی، توده‌های نفوذی ترشیری ایران را می‌توان به سه گروه ائوسن - الیگوسن، الیگوسن - میوسن و پلیوسن تقسیم کرد که با فازهای زمین‌ساختی و جایگاه چینه‌شناسی آنها انطباق دارد.

## توده‌های نفوذی ائوسن - الیگوسن

نسبت دادن این توده‌ها به زمان ائوسن پسین - الیگوسن پیشین بیشتر به لحاظ جایگیری آنها در سنگ‌های آذرآواری و یا ردیف‌های رسوبی ائوسن است که گاه با داده‌های پرتوسنجی تأیید شده و این باور وجود دارد که توده‌های نفوذی موردنظر حاصل ماگمازایی وابسته به رخداد کوهزایی پیرنئن است (شکل ۶-۹). نفوذی‌های ائوسن - الیگوسن ایران بیشتر از نوع گرانیت‌های میکادار، دانه درشت تا متوسط دانه، گرانودیوریت‌های هورنبلند - بیوتیت‌دار، مونزونیت و دیوریت هستند. ولی، در شمال باختری پهنه‌سندج - سیرجان و همچنین در اطراف تهران، این توده‌ها بیشتر ترکیب بازیک دارند. مهم‌ترین نفوذی‌های ائوسن - الیگوسن عبارتند از:

«درکوه‌های طارم»، توده‌های نفوذی متعددی وجود دارد که در درون آذرآواری‌ها و گدازه‌های ائوسن (سازند کرج) جای گرفته‌اند. سن بعد از ائوسن برای بیشتر این توده‌ها محرز است ولی سن دقیق آنها مشخص نیست و این باور وجود دارد که نفوذی‌های مذکور ریشه‌ها و منابع ماگمایی، گدازه‌های ائوسن هستند. نفوذی‌های طارم ترکیب گرانودیوریتی دارند، ولی به طور محلی تا دیوریت و حتی گابرو تغییر جنس می‌دهند. رخنمون این توده‌ها به صورت دو نوار موازی است که با



گسل‌های طولی و چین‌های ناحیه هم روند می‌باشند و به باور خایین (۱۹۷۵)، این توده‌ها ادامه جنوب خاوری نفوذی‌های ائوسن بالایی - الیگوسن کوه‌های قره‌داغ و قفقاز کوچک هستند.

ترکیب شیمیایی قلیایی، شکل نوار مانند، وابستگی به سنگ‌های آتشفشانی اسید و وجود شکستگی‌های عمیق سبب شده تا شکل‌گیری توده‌های نفوذی طارم نتیجه ذوب بخش پایینی پوسته و پیدایش ماگمایی گرانیتی، توسط مواد گرم گوشته دانسته شود.

از ویژگی‌های بارز نفوذی‌های طارم، ایجاد دگرسانی پیشرفته در سنگ‌های درون‌گیر است که در نقاط زیادی با تمرکز ذخایری از مس، طلا، سرب - روی (معدن زه‌آباد)، آهن و ۰۰۰ همراه می‌باشند. کانه‌زایی وابسته به نفوذی‌های ائوسن - الیگوسن محدود به کوه‌های طارم نیست. وضع مشابهی در کوه زر تربت‌حیدریه وجود دارد که شامل ۱۲ زون کانی‌سازی طلا با پاراژنز کوارتز، هماتیت و طلا و به طور عمده کوارتز، هماتیت، کالکوپیریت و طلا است (کریم‌پور، ۱۳۷۷).

«در آذربایجان»، به ویژه در نواحی کلیبر و سراب، توده‌های نفوذی ائوسن - الیگوسن بیشتر از نوع سینیت‌های نفلین و لوسیت‌دار با ترکیب شیمیایی آلومینیم و قلیایی هستند و مقدار پتاسیم آنها بیش از سدیم می‌باشد که از آن جمله می‌توان به سینیت پسودولوسیت‌دار رزگاه (اهر)، سینیت آنالسیم‌دار باشکند (شمال میانه) اشاره کرد.

افزون بر توده‌های فوق، توده میرزا حسن کندلو (جنوب دشت مغان)، توده اوقلان‌داغ (باختر کوه سبلان) توده قره‌سو از جمله نفوذی‌های ائوسن - الیگوسن آذربایجان دانسته شده‌اند. از انواع نفلین‌دار این توده‌ها می‌توان آلومینا استحصال کرد که به فناوری پیچیده نیاز دارد.

در «زون سندرچ - سیرجان»، نفوذی‌های ائوسن - الیگوسن، بیشتر از نوع درونی‌های بازی مانند گابرو و دولریت هستند. وجود بعضی برونزدهای اولترابازیکی سبب شده بود تا این توده‌ها بخشی از

مجموعه‌های افیولیتی (آمیزه‌های رنگی) ایران دانسته شوند. مطالعات برو (۱۹۷۵) نشان داد که این توده‌ها با مجموعه‌های افیولیتی بی‌ارتباط هستند. مهم‌ترین نفوذی‌های موردنظر عبارتند:

«توده‌های خارسره (خرزهره)»، واقع در جنوب قروه، که نوعی نفوذی بازیک درشت دانه با ترکیب گابرویی است ولی تنوع رخساره سنگ‌شناسی آن زیاد است. این توده به درون مجموعه آتشفشان - آهکی سنقر به سن ژوراسیک، تزریق و گدازه‌های آن را به هورنفلس‌های توده‌ای و مرمهرهای آن را به اسکارن‌های حاوی آمفیبول و اسکاپولیت تبدیل کرده است. جایگاه چینه‌شناسی این توده به زمان پس از ژوراسیک و پیش از میوسن اشاره دارند. ولی پرتوسنجی دو نمونه سنگی، به روش پتاسیم - آرگون، به سن ۳۸ تا ۴۰ میلیون سال دلالت دارند (بلون و برو، ۱۹۷۵) که با مرز ائوسن - الیگوسن مطابقت دارد. لازم به ذکر است که شرایط رخداد این توده و قرارگیری آن در شمال باختری توده گرانیتهی الوند، یادآور نفوذی‌های بازیک ژوراسیک منطقه همدان است.

«توده کامیاران»، که در ابتدا نوعی مجموعه افیولیتی دانسته می‌شد، یک توده نفوذی بازیک است که به درون ردیف‌های ترشیری کرمانشاه تزریق شده است.

«توده کلاه‌سر»، که در ۱۰ کیلومتری شمال باختری گردنه مروارید (در مسیر کرمانشاه - سنندج) برونزد دارد شامل چند نفوذی بازیک با ترکیب گابرویی است که همراهی از سنگ‌های دولریتی، هارزبورژیت و لرزولیت دارد. این توده‌ها در فلیش‌های کرتاسه و ائوسن تزریق و هاله گرمابی غنی از اسکاپولیت و آمفیبول به وجود آورده‌اند. جدا از جایگاه چینه‌شناسی (تزریق در سنگ‌های ائوسن)، سن پرتوسنجی این توده، نشانگر سن الیگوسن است.

«گابروی پنجوین»، (نزدیک مرز عراق) و گرانودیوریت‌های کوه باسیری از جمله نفوذی‌های ائوسن - الیگوسن زون سنندج - سیرجان است.

«در شمال و خاور تهران»، به جز گرانودیوریت قصر فیروزه، دیگر نفوذی‌های ائوسن - الیگوسن بازی و به طور عمده گابرویی هستند.

«گرانودیوریت قصر فیروزه»، در جنوب خاوری تهران، از نوع نفوذی‌های خاکستری رنگ دانه متوسط است که به داشتن بیگانه‌سنگ و هورنبلندهای سوزنی - سبز فراوان شاخص است. یکی دیگر از ویژگی‌های این نفوذی، رگه‌های میگروگرانیته لامپروفیری، میکرودیوریتی و به ویژه آپلیتی گلی‌رنگ است که در جهت خاوری - باختری در بدنه توده قصر فیروزه نفوذ کرده‌اند. در مورد سن این توده نظرها متفاوت است. داوری (۱۳۶۶) به استناد سن پرتوسنجی ( $41 \pm 1/6$  میلیون سال)، گرانودیوریت قصر فیروزه را مربوط به رویداد کوهزایی پیرنئن می‌داند.

«گابرو مونزونیت سد کرج»، بهترین رخنمون را در تکیه‌گاه سد کرج (امیرکبیر) دارد. در اینجا، بخش پایینی توده، گابروی دانه درشت است که با یک گذر تدریجی به دیوریت مونزونیت، در بالا می‌رسد. شیب و امتداد توده با آذرآواری‌های مجاور یکسان است. به همین دلیل، به طور عموم از این توده به عنوان سیل سد کرج یاد می‌شود در حالی که در یک نگاه منطقه‌ای، توده موردنظر ساخت حلقوی (لوپولیت) دارد که در توفیت‌های سبز سازند کرج تزریق شده و بخشی از آن را به ویژه در حاشیه شمال توده، به هورنفلس‌های آمفیبول‌دار تبدیل کرده است. دیوریت سد کرج ۴۷ میلیون سال، و نوع روشن آن، ۳۴ میلیون سال سن دارد (بینا و همکاران، ۱۹۷۹).

«گابروی رودهن»، نفوذی کوچکی است که در جنوب رودهن، به درون توفیت‌های سازند کرج تزریق شده است. جدا از توده اصلی، زبان‌های از آن به صورت دایک دولریتی نیز بروز دارد. گابرو و دایک دولریتی، سیمای خرد شده و رنگ سبز تیره دارند و شناسایی آنها در میان آذرآواری‌های مطبق سازند کرج آسان است. «گابروی مبارک‌آباد»، از گابروهای اولیوین‌دار است که در شمال روستای مبارک‌آباد (نزدیک ابعلی) به درون زون گسلی مُشا - فشم و توفیت‌های سازند کرج تزریق شده است به همین رو خرد شدگی و تجزیه گرمایی شدید دارد.

«در کوه‌های خاور ایران»، بر خلاف دیگر نقاط، در بخش جنوبی حوضه فلیشی خاور ایران (نه‌بندان - خاش) توده‌های نفوذی ائوسن - الیگوسن به درون نهشته‌های فلیشی کرتاسه - ائوسن تزریق شده‌اند. گرانیتوئیدهای زاهدان، گرانیت‌های خاور و جنوب خاوری خاش و توده‌های پراکنده دیگر از این مجموعه است که در بیشتر جاها با راستای عمومی چین‌ها هم‌روند هستند. گفتنی است که نفوذی‌های موردسختن، در اثر حرکات زمین‌ساختی ائوسن - الیگوسن در فلیش‌های ائوسن جای گرفته‌اند که گاه در همبری آنها دگرگونی گرمایی مهم به وجود آمده و کانی‌هایی به مانند اپیدوت، گارنت و ولاستونیت ظاهر شده است. موقعیت این توده‌ها نسبت به مجموعه‌های افیولیتی خاور ایران و همچنین نبود آتشفشانی شدید گویای آن است که نفوذی‌های زاهدان - خاش از نوع ماگماهای کم‌انرژی بوده و نتیجه فرورانش صفحه‌ها نیستند. به باور پورحسینی (۱۹۸۳)، این نفوذی‌ها نتیجه آناکسی بخش‌های ژرف فلیش‌های زابل است. توده‌های زیر انواع مهم این گروه هستند.

«گرانیتوئیدهای زاهدان»، به اندازه‌های متفاوت از باتولیت تا دایک هستند که به صورت جدا از یکدیگر، در باختر شهر زاهدان، در یک درازای ۱۲۰ کیلومتری تا حوالی شهرستان خاش، برونزد دارند. بخش اصلی گرانیتوئیدهای زاهدان شامل گرانودیوریت کوارتزار و مونزونیت - گرانیت است ولی سنگ‌شناسی این توده‌ها تغییرات زیاد دارد. بیوتیت‌های توده اصلی، نشانگر سن پرتوسنجی (پتاسیم - آرگون) ۳۳ - ۳۱ میلیون سال است (کمپ و همکاران، ۱۹۸۲).

«گرانیت خاش»، به سمت جنوب، دنباله گرانیتوئیدهای زاهدان را می‌توان در خاور و جنوب خاوری خاش دید که بیشتر از انواع گرانیت‌های دو میکایی و به شدت هوازده‌اند. رخنمون این توده‌های گرانیتی سیمای کشیده (بیضوی) دارد که محور کشیده آنها با گسل‌های منطقه به ویژه گسل سراوان موازی است.

«گرانیت دودره»، که در جنوب خاوری بیرجند، به درون آمیزه‌های افیولیتی تزریق شده، از جمله نفوذی‌های ائوسن - الیگوسن خاور ایران است که به دلیل داشتن قطعات کوچک و بزرگی از آمیزه‌های افیولیتی سن پس از کرتاسهٔ پسین آن محرز است. تنش‌های وارد بر زون برخوردی بلوک لوت و کوه‌های خاور ایران سبب شده تا این گرانیت خردشدگی شدید داشته باشد.

«گرانیت گنیسی ده زالو»، همچنان از نفوذی‌های ائوسن - الیگوسن خاور ایران است که در زون برخوردی بلوک لوت و حوضهٔ فلیشی خاور ایران برونزد دارد. این توده، نوعی گرانیت بیوتیت‌دار با سیمای گنیسی است و دگر شکلی آن نتیجهٔ برخورد نهایی دو صفحه لوت و بلوک هیلمند در پایان ائوسن و تنش‌های بعدی است.

«در ایران مرکزی»، توده‌های نفوذی نسبت داده شده به ائوسن - الیگوسن را می‌توان در کمان ماگمایی ارومیه - بزمان و یا در بلوک لوت دید. در کمان ماگمایی ارومیه بزمان، مونزوگرانیت ناحیهٔ زرنند ساوه و گرانیت - دیوریت‌های ساوه - اشتهارد با سن پرتوسنجی ۳۷ تا ۴۰ میلیون سال (کایا و همکاران، ۱۹۷۸) به سن الیگوسن پیشین هستند و در ضمن گرانیت گابروی حوالی شهر بابک و گرانیت جبال بارز به سن ائوسن میانی تا پسین دانسته شده‌اند. از ویژگی‌های بارز نفوذی‌های ساوه - اشتهارد، تأثیر سیال‌های ماگمایی گرم برگدازه‌های مجاور است که با نوعی دگرسانی گرمابی به ویژه کانی‌زایی از نوع آلونیت (منطقهٔ تاکستان)، کائولن (معدن گلاک ساوه)، باریت (معدن ورده و آریزان ساوه)، سرب، روی، مس (معدن لاک در خاور اشتهارد - ساوه)، منگنز (رباط کریم) و ... همراه است. در بلوک لوت (مرکزی)، دیوریت کوه ریجی (ریگی) و دیوریت کوه عبداله‌هی از نفوذی‌های گروه ائوسن - الیگوسن است.

**توده‌های نفوذی الیگوسن - میوسن**

زمان الیگوسن - میوسن، در امتداد نوار پلوتونیک کرکس - جبال بارز، توده‌های نفوذی متعددی در آن جایگیری شده‌اند (شکل ۶-۹). از مهم‌ترین نفوذی‌های الیگوسن - میوسن نوار کرکس - جبال بارز، می‌توان به توده‌های جدول زیر اشاره کرد.

گفتنی است که روند توده‌های نفوذی کرکس - جبال بارز، با روند ساختاری ناحیه هماهنگی و همخوانی دارد. جایگاه چینه‌شناسی و همچنین سن‌های پرتوسنجی سبب شده تا پورحسینی (۱۹۸۳) بر این باور باشد که جایگیری این توده‌ها از حدود الیگوسن میانی آغاز شده و در میوسن پیشین میانی به بیشترین شدت خود رسیده است. نامبرده به دو دلیل زیر، توده‌های الیگوسن - میوسن را نتیجه همگرایی صفحه‌های ایران و عربستان می‌داند.

× روند توده‌های نفوذی مذکور با امتداد زون فرورانش تتیس جوان هماهنگی دارد.

× در این توده‌ها نسبت بنیادی استرونیسیم پایین است و به نظر می‌رسد که ماگما از ذوب گوشته و یا پوسته اقیانوسی حاصل شده باشد و لذا حاصل یک رژیم زمین‌ساختی کافی نیست .

با توجه به سن پرتوسنجی توده نفوذی نطنز ( $m.a 5 \pm 24$ ) می‌توان نتیجه گرفت که فرورانش احتمالی پوسته اقیانوسی تتیس جوان به زیر صفحه ایران، در پالئوژن نیز فعال بوده است.

### توده‌های نفوذی پلیوسن

بعضی از توده‌های نفوذی ایران به استناد سن پرتوسنجی و یا جایگاه چینه‌شناسی (تزیق در سنگ‌های میوسن) سن پلیوسن دارند (شکل ۶-۹). این گونه توده‌ها کوچک و پراکنده هستند و عمده‌ترین آنها عبارتند از :

«سینیت لواسان» شامل دو توده سینیتی پورفیروئید مجزاست که در شمال روستای لواسان به داخل توفیت‌های سبز ائوسن نفوذ کرده‌اند. سن این توده‌ها چندان مشخص نیست. به باور آسرتو

(۱۹۶۶)، نفوذی‌های مذکور همزمان با راندگی مشا - فشم و در مرز میوسن - پلیوسن، تزریق شده‌اند. «گرانیت عَلم کوه» که در فاصله کمی از قلّه عَلم کوه (به بلندی ۴۸۶۰ متر) قرار دارد نوعی گرانیت توده‌ای قلیایی است که با رگه‌هایی از آپلیت‌های غنی از تورمالین، رگه‌های گرانوفیر، پورفیرهای بیوتیتی و دولریت‌های هورنبلنددار قطع شده است. ساختار این توده، باتولیت گونه با قطر حدود ۶ تا ۷ کیلومتر و پهنای هاله دگرگونی آن (رخساره آلبیت - اپیدوت) بین ۱ تا ۲ کیلومتر است. ولی، به صورت محلی، دگرگونی همبری تا رخساره آمفیبول - هورنفلس و حتی پیروکسن - هورنفلس است. گانسر و هوپر (۱۹۶۲)، سن این توده را بعد از دونین دانستند. سن پرتوسنجی این توده (۵-۳ میلیون سال) گویای جوان بودن آن است. در ضمن، نفوذ رگه‌های این گرانیت در سطوح راندگی سنگ‌های پالئوزویک بر روی ردیف‌های ژوراسیک پایینی - میانی (سازند شمشک) نشان می‌دهد که توده مذکور پس از جابه‌جایی‌های پلیوسن جایگیر شده است.

گفتنی است که گرانیت‌های پورفیری قلّه تخت سلیمان، (به بلندی ۴۲۰۰ متر)، سنگ‌های گرانودیوریتی غنی از هورنبلند و بیوتیت (واقع در خاور عَلم کوه) و سنگ‌های مونزونیتی از همزادهای گرانیت عَلم کوه هستند. سنگ‌های مونزونیتی به صورت عدسی‌هایی بین توف‌های نئوژن رخنمون دارند که حاکی از جوان بودن آنها است.

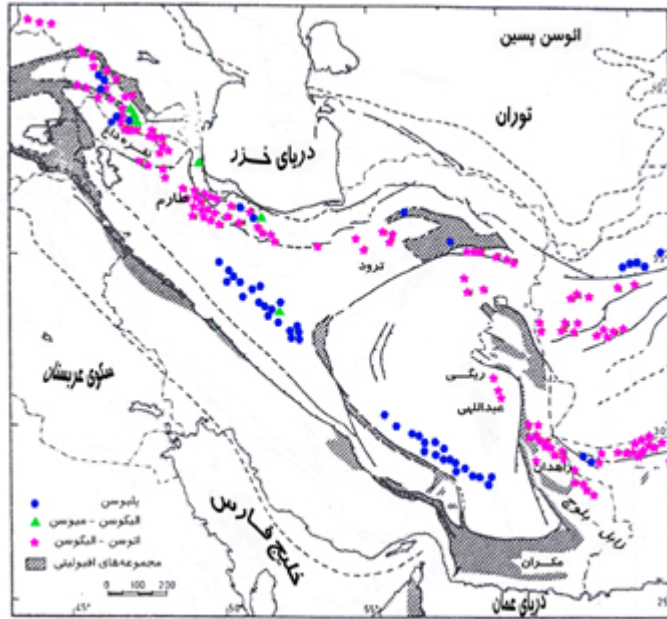
«باتولیت آکاپل» از نوع کوارتز مونزونیت و گرانودیوریت دانه متوسط تا درشت دانه و غنی از فلدسپارهای آلکالی پرتیتی و اولیگوکلاز - آلبیت است که در ۵ کیلومتری شمال خاوری عَلم کوه برونزد دارد. این باتولیت را رگه‌های آپلیتی - دیابازی و لامپروفیری قطع کرده‌اند. به باور گانسر (۱۹۶۲) دیابازها جوان‌تر از لامپروفیرها و آپلیت‌ها هستند. این باور وجود دارد که مونزونیت آکاپل و گرانیت عَلم کوه هم‌زمان (پلیوسن) اند.»

کوارتز پورفیر «جنوب دریای خزر، توده کوچکی است که رسوبات سُرخ‌رنگ نئوژن را قطع کرده است. این توده می‌تواند از جمله نفوذی‌های پلیوسن باشد.

«داسیت‌های دره نور» گنبد‌های نیمه آتشفشانی هستند که برونزد آنها روند خطی دارد و جایگیری آنها در زون گسلی دره نور را تداعی می‌کند. این گونه گنبد‌های داسیتی جوان را می‌توان در نواحی دیگری مانند داشکسن قروه، دید که جایگیری آنها با کانی‌زایی آنتیموان و طلا همراه است. در اینجا، کانه‌زایی از نوع رگه‌ای و زون‌های سیلیسی - سولفیدی طلا‌دار است که گنبد‌های داسیتی آق‌داغ و ساری‌داغ را بریده‌اند و با انواع دگرسانی گرمابی به ویژه آرژیلی و سیلیسی همراه هستند. عیار طلا در رگه‌های کانه‌دار از ۵۵ تا ۲۶۶ و در زون‌های سیلیسی سولفیدی از ۱۰ تا ۱۸ قسمت در میلیون تغییر می‌کند (راستاد و همکاران، ۱۳۷۹). در نوار افیولیتی عباس‌آباد (شاهرود) - سبزوار، ریوداسیت‌های آمفیبول‌دار در آمیزه‌های افیولیتی، سنگ‌های ائوسن و حتی نهشته‌های آواری سُرخ‌رنگ نئوژن تزریق شده‌اند و جوان بودن آنها قطعی است (شکل ۶-۱۰). با توجه به کانه‌دار بودن توده‌های مشابه در ناحیه قروه، مطالعه این توده‌ها از نظر کانی‌زایی پیشنهاد می‌شود.

«توده‌های قُهرود» در جنوب کاشان، از نوع گرانیت، گرانودیوریت و میکرو گابرو هستند که گدازه‌ها و توف‌های پلیوسن را با ایجاد هاله دگرگونی، به پهنای ۱/۵ تا ۲ کیلومتر، بریده‌اند. زاهدی (۱۹۷۳)، این توده‌ها را به سن پلیوسن می‌داند. حسن‌زاده (۱۳۵۷) ضمن مقایسه این توده‌ها با گرانیت کرکس، سن آنها را بعد از میوسن پیشین می‌داند. بعضی از دیوریت‌ها و دایک‌های گرانودیوریت پورفیری جبال‌بارز، به دلیل جایگیری و نفوذ در کنگلومرای میوسن و نئوژن از جمله نفوذی‌های پلیوسن هستند (دیمیتریویچ، ۱۹۷۳).





شکل ۶-۹- توده‌های نفوذی عمده سنوزویک ایران

منطقه	نام توده	سنگ شناسی	جایگاه	ویژگی‌ها
قمصر - فهرود	استوک توتالیتی جنوب قمصر	توتالیت	نقوذ در سنگ‌های کهن‌تر از میوسن پیشین	ایجاد هاله دگرگونی وسیع
	توتالیت شمال باختری هنجین	دیوریت کوارتزدار	نقوذ در سنگ‌های پالئوزویک تا اتوسن	ایجاد هاله دگرگونی وسیع همراه با کاتولن
	دیوریت جنوب تجره	دیوریت	نقوذ در توف‌ها و راسیت‌های اتوسن	-
	توده جنوب گلستانه	کابرو - دیوریت کوارتزدار	نقوذ در گدازه‌ها و توف‌های پالئوژن	تمرکز مگنتیت و هماتیت در سنگ‌های مجاور
توده‌های نفوذی نطنز	کرانیت نطنز	کرانیت تا کابرو بخش کرانیتی جوان‌تر است	نقوذ در آهک‌های کرتاسه و توف‌ها اتوسن	سری کالک قلیایی فقیر از بتاسیم m.a ۱۴ تا ۱۰
	توده جنوب خاوری نطنز	دیوریت	نقوذ در دولومیت‌های تریاس میانی	-
	توده جنوب خاوری نطنز (۵ کیلومتری)	دیوریت امفیبول‌دار	نقوذ در آهک‌های کرتاسه	-
	توده طالبجان (شمال باختری نطنز)	کرانودیوریت	نقوذ در توف‌ها و گدازه‌های اتوسن	دارای دایک‌های الیتی فراوان
توده‌های نفوذی مرق	استوک غرب روستای مرق	دیوریت - کرانودیوریت	نقوذ در توف‌های اتوسن میانی	دگرگونی در سنگ‌های سازند قم
	توده خاور مرق	کرانودیوریت تا دیوریت کوارتزدار	نقوذ در سازند قم	-
توده‌های نفوذی جنوب نایین (نفوذی‌های گاوخونی)		دیوریت، کرانیت، گرانیت‌های اپلیتی	نقوذ در گدازه‌های اتوسن و سنگ‌های کهن‌تر	-
توده‌های نفوذی اردستان	-	کابرو کوارتزدار، دیوریت، کرانودیوریت	نقوذ در گدازه‌های اتوسن و الیکوسن	به سر، میوسن، میانی
توده نفوذی سرچشمه	-	کرانودیوریت، پورفیری، دیوریت کوارتزدار	زریه در گدازه‌ها و پیروکلاستیک‌های اتوسن	کانی‌سازی مس، با عیار ۱/۲% (معدن سرچشمه)، همراه با طلا، نقره، مولیبدن
نفوذی‌های شهر بابک - بم	- نفوذی‌های متعدد دیگر در گستره‌ای به وسعت ۱۵۰ * ۴۵ کیلومتر	کرانیت و کرانودیوریت هورنبلندار	نقوذ در سنگ‌های اتوسن و سازند قم ولی قدیم‌تر از تورتنون	سرخ‌های پرتوسنجی ۱۲۰۹ ± ۱۵، ۱۸ ± ۱ و ۲۴ ± ۵ میلیون سال



شکل ۶-۱-۱- یکی از توده‌های ریهوداسیتی تزریق شده در رسوب‌های نوزن باختر سیزوار (عکس از بحرودی)

## آتشفشانی ترشیری

در گستره‌های وسیعی از ایران، به ویژه در ایران مرکزی، بلوک لوت و دامنه‌های جنوبی البرز سنگ‌های آتشفشانی ترشیری گسترش و ستبرای درخور توجه دارند و چنین به نظر می‌رسد که به دنبال فشردگی‌های ناشی از رخداد کرتاسه پایانی (رویداد لارامین) و جریان‌های گرمایی وابسته، فازهای کششی سراسری، موجب ماگمازایی گسترده به صورت روانه‌های آتشفشانی و یا ردیف‌های آذرآواری شده که به ویژه در زمان ائوسن در بیشترین مقدار بوده و کم و بیش، همچنان در زمان‌های الیگوسن آغازی (۴۰ - ۳۷ میلیون سال پیش)، میوسن میانی (۲۲ - ۱۹ میلیون سال پیش) و پلیوسن (۱۲ میلیون سال پیش) تکرار شده و حتی آتشفشان‌های فعال و نیمه‌فعال کنونی ایران را می‌توان ادامه‌ای از همین تکاپوهای ماگمایی دانست (درویش‌زاده، ۱۳۷۰). گفتنی است که روانه‌ها و آذرآواری‌های ترشیری ایران، آرایشی نزدیک به مثلث قائم‌الزاویه دارند که وتر آن کمان ماگمایی ارومیه - بزمان است و نوگل (منتشر نشده) به آن ماگماتیسیم مرکزی Central Magmatic نام داده است.

داده‌های پرتوسنجی سنگ‌های آتشفشانی ترشیری ایران چندان زیاد نیست و نتایج پاره‌ای از آن پرسش‌آمیز است. به همین رو، بیشتر مقایسه سنی بر مبنای جایگاه چینه‌نگاری است که بررسی آنها را در دو زمان پالئوژن و نئوژن ممکن می‌سازد.

## آتشفشانی پالئوژن

آتشفشانی‌های تفکیک نشده پالئوژن به ویژه در بلوک لوت و ایران مرکزی رخنمون دارند. در بلوک لوت، سنگ‌های مذکور انواعی از سنگ‌های اسید (آذرآواری، روانه‌های ایگنیمبریتی و گدازه‌ها) تا سنگ‌های حدواسط با روند کلی سنگ‌های کلسیمی - قلیایی (داسیت آندزیتی، آندزی بازالت) و قلیایی (بازالت قلیایی) می‌باشند. در ایران مرکزی، سنگ‌های آتشفشانی پالئوژن را می‌توان در کمان

ماگمایی ارومیه - بزمان به ویژه در نواحی شهر بابک، اردستان، کاشان، آران، ساوه و غیره دید که در بعضی نقاط (شهر بابک) سنگ‌های زیر اشباع قلیایی (فنولیت، تفریت، بازانیت) در کنار سنگ‌های فوق اشباع (داسیت‌ها) دیده می‌شوند.

### آتشفشانی پالئوسن

تکاپوهای خروجی پالئوسن، شامل پاره‌ای سنگ‌های آتشفشانی و یا آتشفشانی - رسوبی به طور عمده با ترکیب آندزیتی هستند که از آن جمله می‌توان به سنگ‌های آندزیتی (قائن، تبریز)، آندزیت همراه با آتشفشانی - رسوبی (منطقه اردبیل) و پاره‌ای از سنگ‌های متاآندزیتی (منطقه بیرجند) اشاره کرد.

در «حوضه فلیشی خاور ایران» سنگ‌های آتشفشانی پالئوسن در سه ناحیه گزارش شده‌اند. در حوالی دریاچه هامون، آتشفشانی پالئوسن مجموعه‌های آتشفشانی - رسوبی است. در کوه دوپشتی، سنگ‌های مورد نظر خاستگاه آذرآواری و تخریبی - آتشفشانی دارند و شامل توف و گری‌واک‌های آتشفشانی در زیر، گری‌واک آتشفشانی و گل‌سنگ توفی در وسط و گدازه‌های جوش خورده به همراه آواری‌های آتشفشانی وابسته در بالا هستند. در جان‌چی، خروجی‌های پالئوسن از نوع توف جوش خورده یا ایگنیمبریت با ترکیب تراکی بازالت است.

«در پهنه لوت» آندزیت‌های پیروکسن‌دار کوه عبداللهی و سنگ‌های نیمه اسیدی با ترکیب داسیتی و تراکیتی - داسیتی شمال لوت (خاور بشرویه) و سرانجام سنگ‌های بازالتی و رسوبی منطقه الله‌آباد، به سن پالئوسن است.

### آتشفشانی ائوسن

ستبرترین واحدهای آتشفشان‌زاد ایران به سن ائوسن هستند که به ویژه در کمان ماگمایی ارومیه - بزمان، کوه‌های خاور ایران، بلوک لوت، جنوب بینالود، بخش جنوبی البرز و شمال باختری آذربایجان رخمون دارند. در سنگ‌های آتشفشانی ائوسن ایران، تنوع سنگ‌شناسی و محیط تشکیل (دریایی - قاره‌ای) درخور توجه است. در ضمن، ترکیب شیمیایی این سنگ‌ها نیز تغییرات زیادی از اسیدی تا بازی دارد. ولی، در یک نگاهی کلی، ویژگی بارز آتشفشانی اصلی ائوسن ایران دو ترکیبی بودن آن است. بدین‌سان که، ماگمای بازیک با منشأ گوشته‌ای، ضمن ذوب پوسته قاره‌ای موجب تشکیل ماگمای اسیدی شده است. به باور امامی (۱۳۷۹)، در آتشفشانی‌های ائوسن ایران، اختلاط ماگماهای اسید و بازیک یک پدیده فراگیر است که در تولید ماگمایی با ترکیب حدواسط گاه با ویژگی ژئوشیمیایی کلسیمی - قلیایی مؤثر می‌باشد. گفتنی است که تکاپوهای آتشفشانی ائوسن ایران ممکن است از نوع سنگ‌های گدازه‌ای، سنگ‌های گدازه‌ای و آذرآواری و یا ردیف‌های آتشفشانی - رسوبی باشند.

«در ایران مرکزی» آتشفشانی ائوسن، به ویژه در کمان ماگمایی ارومیه - بزمان بیشترین گسترش را دارد. فوران‌های اولیه ائوسن ایران مرکزی از نوع کلسیمی - قلیایی و زیردریایی بوده و سپس انواع سنگ‌های آتشفشانی که به طور متناوب کلسیمی - قلیایی بوده‌اند، با حجم‌های مختلف و بدون نظم و ترتیب خارج شده‌اند. در ائوسن پسین ترکیب گدازه‌ها به طرف قلیایی (سدیمی و یا پتاسیمی) و به شدت قلیایی گرایش پیدا کرده‌اند (حسن‌زاده، ۱۳۵۷، مهدوی، ۱۳۵۷). در منطقه «شهربابک»، آتشفشانی ائوسن شامل چهار گام اصلی است.

گام نخست، به ضخامت حدود ۱۰۰۰ متر، شامل آگلومرا، لاپیلی توف و جریان‌های گدازه‌ای با ترکیب آندزیت و بازالت است.

گام دوم، از نوع بازانیت‌های لایه مانند و از پایین به بالا شامل ۷ لایه آذرآواری، لاپیلی توف، تراکی آندزیت، آندزیت، تراکی آندزیت، آندزیت و آگلومرا است.

گام سوم، شامل فنولیت و تفریت با نسبت‌های متفاوتی از فلدسپاتوئید است که با حدود ۱۵ متر نهشته‌های آواری آغاز و به طور دگرشیب سنگ‌های فاز قبلی (فاز دوم) را می‌پوشاند. این فاز ولکانیسم به سن ائوسن میانی دانسته شده است.

گام چهارم، شامل برش آتشفشانی (سُرخ‌رنگ)، بازالت (سیاه‌رنگ) آندزی بازالت (سبزرنگ) و تراکی آندزیت (سیاه) به سن ائوسن پسین است.

در منطقه «راوند - نراق»، آتشفشانی ائوسن از نوع آتشفشانی - رسوبی، به ویژه آتشفشانی زیردریایی است که به طور دگرشیب بر روی سنگ‌های کرتاسه و در زیر ردیف‌های آواری سُرخ‌رنگ الیگوسن قرار دارند. در ائوسن پیشین، تکاپوهای آتشفشانی منطقه راوند - نراق از نوع انفجاری بوده که سنگ‌های حاصل به طور دگرشیب بر روی کنگلومرای قاعده ائوسن قرار گرفته‌اند. در ائوسن میانی، توف‌های نازک‌لایه حاوی میان‌لایه‌های آهک نومولیت‌دار، گاه تا ۲۰۰۰ متر ضخامت، شکل گرفته‌اند در ائوسن پسین، حجم بیشتر تکاپوهای آتشفشانی از نوع توف روشن رنگ با ترکیب ریولیتی تا ریوداسیتی است که از نظر بافت و ساخت تنوع زیاد دارد (امامی، ۱۳۷۹).

در منطقه «آران»، هفت نوع سنگ آتشفشانی از نوع بازالت اولیوین‌دار، آندزیت بازالتی، آندزیت، تراکی آندزیت، تراکیت، داسیتوئید و ریولیت پورفیری وجود دارد که ترکیب شیمیایی آنها نشانگر ماگمای شوشونیتی و تغییرات سنی آنها از ائوسن میانی تا ائوسن پسین است. آخرین تکاپوی آتشفشانی ناحیه آران، واحد آذرآواری با ساخت توده‌ای است که گاهی میان‌لایه‌هایی از آهک فسیل‌دار و گاهی ناخالصی ماسه‌ای دارد که گاهی دگرسانی گرمابی موجب تشکیل بنتونیت و سایر رُس‌ها شده است. رنگ سُرخ بخشی از توف‌ها نشانه نهشت در محیط خشکی دانسته شده است.

در منطقه «ساوه»، تکاپوهای آتشفشانی ائوسن شامل سه بخش سنگ‌های آتشفشانی (ریولیت، داسیت و کمی آندزیت) محیط قاره‌ای، به سن لوتسین (در زیر)، سنگ‌های آتشفشانی (آذرآواری و

کمی روانه‌های گدازه‌ای) با بین لایه‌های مارن، ماسه‌سنگ و سنگ‌آهک، به سن لوتسین پسین (در وسط) و روانه‌های آندزیتی ولاتیتی گاه با بافت پورفیری و لایه‌های آهکی به سن پربابونین (در بالا) است (کایا و همکاران، ۱۹۷۸).

در منطقه «نار»، به ویژه در کوه مزاحم و کوه‌های نرکوه، سنگ‌های آتشفشان‌زاد ائوسن، به طور دگرشیب لایه‌های قدیمی‌تر را می‌پوشانند و از پایین به بالا شامل سنگ‌های آندزیت بازالتی، توف‌های سُرخ، تراکیت آندزیتی، توف و روانه‌هایی از گدازه‌های تراکیتی، آندزیتی، تراکی بازالت و برش است. در منطقه «کویر بزرگ»، به ویژه در نواحی خور و کوه لطیف، سنگ‌های آتشفشانی ائوسن با پیکره‌های درونی کوچک همراه است که نشانگر نوعی آتشفشانی - نفوذی با ترکیب قلیایی از نوع بازالت آلکالی، تراکی بازالت، تراکی آندزیت و تراکیت دارند و ممکن است حاصل تفریق ماگمای بازالت قلیایی ائوسن باشند (دیمتریویچ ۱۹۷۳).

در منطقه «بلوک لوت»، آتشفشانی‌های ائوسن در دو ناحیه خاور بشرویه و خاور نایبندان (سه چنگی) برونزد دارند که شامل سنگ‌های آتشفشانی و آذرآواری اسیدی با برتری با سنگ‌های آذرآواری و ایگنیمبریتی است. سنگ‌های حدواسط، دو روند کلی کلسیمی - قلیایی (داسیت، آندزیت، آندزی بازالت) و قلیایی (بزالت قلیایی، تراکی بازالت، تراکی آندزیت) دارند. در خاور بشرویه (شمال بلوک لوت)، سنگ‌های آتشفشانی ائوسن شامل دو بخش اصلی توف‌های داسیتی سبز در زیر و آندزیت‌های بیوتیت‌دار در بالاست. در خاور نایبندان (سه چنگی)، مجموعه آتشفشانی ائوسن از نوع جریان‌های داسیتی - آندزیتی همراه با آذرآواری با مقدار کمی آندزیت و جریان‌های بازالتی است. ردیف‌های آذرآواری این مجموعه سن پرتوسنجی  $۲/۵ \pm ۴۹/۴$  میلیون سال (ائوسن میانی) دارند (آب و خاک، ۱۹۷۸).

«در البرز - آذربایجان»، فعالیت‌های آتشفشانی ائوسن، شامل مجموعه‌ای از سنگ‌های آذرآواری و گدازه‌های دریایی است که به طور عمده سن ائوسن میانی، و در چینه‌شناسی ایران «سازند کرج»،

نام دارند این سازند با گسترشی از دامغان تا کوه‌های تالش (البرز مرکزی و باختری)، نشانگر تکاپوهای انفجاری شدید آتشفشان‌های زیردریایی در زمان ائوسن است که گاه تا ۳۰۰۰ متر ضخامت دارد. از نظر خاستگاه، سازند کرج شامل طیف گسترده‌ای از سنگ‌های آتشفشانی، رخساره‌های حدواسط (توفیت و ماسه‌سنگ‌های توفی) و رخساره‌های رسوبی (سنگ‌آهک، شیل) است. واحدهای آتشفشانی سازند کرج منحصر به ردیف‌های آذرآواری نیست. در این سازند (کرج) می‌توان روانه‌های گدازه، با ویژگی‌ها و جایگاه چینه‌شناسی متفاوت را دید. در منطقه کلاک (خاور کرج)، در پایین‌ترین بخش سازند کرج، کهن‌ترین سنگ‌های آتشفشانی برونزد دارد که به طور عمده از نوع گدازه‌های زیردریایی برشی و حفره‌دار با ترکیب بازیک است ولی گاهی آتشفشانی‌های بخش پایینی سازند کرج از نوع دایک و یا گدازه‌های اسیدی غنی از سیلیس هستند. آتشفشانی‌های بخش میانی سازند کرج از نوع گدازه‌های تراکیتی و سنگ‌های آتشفشانی - آواری با ترکیب تراکیتی است که پدیده تفریق ماگمایی و تبلور بخشی در آنها آشکار است. در بالاترین افق‌های سازند کرج، سنگ‌های آتشفشانی به صورت سنگ‌های گدازه‌ای پورفیری ظاهر می‌شوند که ترکیب آنها بیشتر متمایل به حدواسط تا بازی (بازالت آلکالی تا تراکیت است و در محیط نزدیک قاره‌ای گسترش یافته و رنگ خاکستری متمایل به سُرخ قهوه‌ای دارند. روانه‌های گدازه‌ای بخش بالایی سازند کرج را به ویژه در شمال تهران، در کوه‌های تالش و در منطقه طارم می‌توان دید. در کوه‌های تالش گدازه‌های مورد سخن از نوع پیروکسن آندزیت پورفیری هستند. در منطقه طارم از انواع بازیک مانند الیوین - اوژیت بازالت می‌باشند.

«در منطقه اهر»، دو سوم رخنمون‌های سنگی از نوع سنگ‌های آتشفشانی و رسوبی دوران سوم است که بخش بیشتر آنها به سن پالئوژن، به ویژه ائوسن هستند. از بررسی این رخنمون‌ها چنین دریافت می‌شود که تکاپوهای آتشفشانی متفاوتی بر حسب مکان و زمان صورت گرفته است. برای نمونه در جنوب باختری این ناحیه، فعالیت‌های آذرین از پالئوسن آغاز شده در حالی که در مناطق مرکزی تکاپوهای آتشفشانی بیشتر از ائوسن پیشین رخ داده و یا در شمال منطقه رسوب‌های آواری



با خاستگاه آتشفشانی، به سن پس از ائوسن پیشین، برونزد دارند. به مجموعه رسوبی - آتشفشانی پالئوسن - ائوسن زیرین (پیش از لوتسین) منطقه اهر «سازند مجیدآباد» نام داده شده است. سازند مجیدآباد، خود با سنگ‌های آتشفشانی لوتسین پیشین - ائوسن بالایی پوشیده می‌شوند (قابل قیاس با گدازه‌های هم‌ارز سازند کرج). بنابراین، این سنگ‌های آتشفشانی در یک زمان کوتاه و بیشتر در زمان ائوسن زیرین - میانی، شکل گرفته‌اند.

«در منطقه لاهرود»، تکاپوهای آتشفشانی ائوسن از نوع تفریت، تراکی آندزیت، هیالوکلاستیک، برش آتشفشانی، گدازه‌های بالشی با ترکیب آندزیتی - تفریتی است. در ضمن ماسه‌سنگ و مارن را می‌توان به همراه گدازه‌های آندزیت پورفیری، آندزیت بازالت، داسیت، ایگنیمبریت و ریوداسیت دید. در جنوب خاوری تبریز (ناحیه قره‌چمن - ترکمن‌چای)، سنگ‌های ائوسن در دو پهنه جداگانه برونزد دارند. در پهنه قره‌چمن، سنگ‌های آذرین با ترکیب آندزیت، ایگنیمبریت، آندزیت بازالت است که میان لایه‌های ناچیز رسوبی دارد. در باریکه سراب - بُرگوش، ائوسن با ردیف‌های مارنی گچ‌دار و نومولیت‌دار آغاز و با سنگ‌آهک‌های ماسه‌دار (به سن ائوسن زیرین) و سپس روانه‌های آندزیتی - بازالتی و گدازه‌های اسیدی ادامه می‌یابد.

### آتشفشانی ائوسن - الیگوسن

حرکت‌های کوهزایی پیرنئن که در اواخر ائوسن و اوایل الیگوسن روی داده تأثیر درخور توجهی بر زمین‌شناسی ایران داشته است. یکی از پیامدهای این رویداد، گسترش محیط‌های خشکی است. به همین رو، تکاپوهای آتشفشانی این زمان، به طور عمده از انواع دریایی کم عمق تا قاره‌ای هستند که بیشتر آنها رنگ سُرخ و یا خاکستری تیره دارند که با رنگ مایل به سبز ردیف‌های آتشفشانی ائوسن تفاوت آشکار دارد.

«در ایران مرکزی» تکاپوهای آتشفشانی ائوسن - الیگوسن را می‌توان در نواحی قمصر، شهر بابک - انار، جنوب سبزوار و ۰۰۰ دید.

«در البرز - آذربایجان» آتشفشانی‌های ائوسن - الیگوسن شامل ریولیت (انزلی - میانه)، داسیت (میانه) آندزیت (تبریز) و تراکی آندزیت، لاتیت و بازالت (میانه) است. این سنگ‌ها، فوق اشباع از سیلیس، با گرایش متفاوت پتاسیمی و یا سدیمی بوده و می‌توان منشأ پوسته‌ای را برای پاره‌ای از آنها پذیرفت. افزون بر سنگ‌های اسیدی یاد شده، سنگ‌های بازالتی با گرایش سدیمی نیز وجود دارد که خود منشأ برای آتشفشانی‌های حدواسط - اسیدی (تراکی آندزیت، فنولیتی - تراکیتی) بوده‌اند. جدا از روانه‌های گدازه‌ای محض، در بندرانزلی گدازه‌ها به همراه مواد آذرآواری هستند.

«در بلوک لوت» تکاپوهای آتشفشانی ائوسن - الیگوسن، از سنگ‌های گوناگون و در چند مرحله جداگانه تشکیل شده‌اند. در خاور گسل ناینندان، گروه آتشفشانی ائوسن - الیگوسن مجموعه‌ای از واحدهایی است که توسط یک نبود، با مدت زمان نامعین، از مجموعه‌های کهن‌تر (ائوسن) جدا شده‌اند. در قاعده این مجموعه، کنگلومرای ضخیمی وجود دارد که به تدریج به ماسه‌سنگ‌های دارای قطعات سنگی می‌رسد و کم و بیش با توالی جریان‌های آندزیتی همراه با رسوبات بین جریان‌ها، برش آذرآواری، توف‌های فلسیک، ریولیت پورفیری، توف‌های جوش خورده و ایگنیمبریت ادامه می‌یابد. سنگ‌های یاد شده به طور عمده سرشت کلسیمی - قلیایی و گاه ویژگی تولییتی و حتی قلیایی دارند. مطالعه پرتوسنجی سنگ‌ها به روش پتاسیم - آرگون، سن ائوسن - الیگوسن را تأیید می‌کند. در شمال بلوک لوت (خاور بشرویه)، سنگ‌های آتشفشانی ائوسن - الیگوسن، از نظر ترکیب سنگ‌شناسی و شیمیایی قابل تقسیم به سه گروه سنگ‌های آتشفشانی اسیدی (ریولیت و ریوداسیت)، سنگ‌های آتشفشانی حدواسط (داسیتی - آندزیتی، آندزیتی و تراکی آندزیتی) و گروه سنگ‌های بازیک (بازالت‌های قلیایی) هستند که برای منشأ آنها می‌توان ذوب پوسته، آرایش ماگمای گوشته‌ای با پوسته و یا منشأ گوشته‌ای و عمیق را متصور شد.

در منطقه سربیشه، سنگ‌های آتشفشانی ائوسن - الیگوسن، شامل دو گروه سنگ‌های داسیتی و بازالتی است. بخش داسیتی این مجموعه فوق اشباع از سیلیس بوده و ویژگی سدیمی دارند و در قلمرو سنگ‌های کلسیمی - قلیایی قرار می‌گیرند. ولی، بخش بازالتی زیر اشباع از سیلیس و متعلق به سری قلیایی با روند سدیمی است (امامی، ۱۳۷۰).

### آتشفشانی الیگوسن

در زمان الیگوسن، با تشدید حرکات زمین‌ساختی، شکستگی‌های ژرف سنگ‌کره، موجب بالا آمدن ماگمای بازالتی از گوشته شده که حاصل آن در مناطقی از ایران مرکزی (ساوه)، بلوک لوت (دهسلم و ۰۰۰)، آذربایجان (اهر)، البرز (بندرانزلی) گزارش شده است. در جنوب راه ساوه به همدان، در لابه‌لای ردیف‌های کنگلومرای الیگوسن (سازند سُرخ پایینی) میان لایه‌های ریولیتی دیده می‌شود. در بلوک لوت، به ویژه در منطقه سه‌چنگی، گدازه‌های منسوب به الیگوسن از نوع آندزیت‌های کم‌هوازده به رنگ خاکستری تیره تا سُرخ است که نوارهای جریان، متراکم و توده‌ای دارد. سن پرتوسنجی این گدازه‌ها از  $2 \pm 37/5$  تا  $1/7 \pm 34$  میلیون سال گزارش شده است. در البرز - آذربایجان، بعضی سنگ‌های آذرآواری منطقه اهر و سنگ‌های لاتیتی منطقه انزلی به الیگوسن نسبت داده شده‌اند.

### آتشفشانی الیگوسن - میوسن

در زمان الیگوسن - میوسن فعالیت‌های کششی محدود سبب شده تا بخشی از سنگ‌های این زمان از نوع روانه‌های گدازه‌ای باشد.

«در ایران مرکزی» گدازه‌های الیگوسن - میوسن از نوع داسیت، آندزیت، آندزیتی - بازالتی و برخی سنگ‌های آذرآواری و ایگنیمبریتی هستند که به ویژه از نواحی ساوه، کاشان و سبزواران گزارش شده‌اند. در مناطق بویین‌زهرا و کبودرآهنگ، گدازه‌های موردنظر از نوع فوق اشباع از سیلیس است و در قلمروی سنگ‌های کلسیمی - قلیایی قرار دارند.

«در بلوک لوت» به ویژه در نواحی تایباد، بیرجند، قائن و گزیک، روانه‌های الیگوسن - میوسن از نوع ریولیت، ریوداسیت، داسیت و گدازه‌های آندزیتی و آندزی بازالت هستند که همراهی از سنگ‌های آذرآواری دارند. این سنگ‌ها به طور عمده متعلق به سری سنگ‌های کلسیمی - قلیایی بوده و روند سدیمی دارند.

«در حوضه فلیشی خاور ایران» بیشتر سنگ‌های آتشفشانی نتیجه فعالیت‌های ماگمایی اولیگو - میوسن است که از آن جمله می‌توان به بازالت‌ها و ردیف‌های آتشفشانی - رسوبی محدوده دریاچه هامون اشاره کرد.

## آتشفشانی نئوژن

برخلاف زمان پالئوژن که تکاپوهای آتشفشانی از نوع فوران شکافی Fissure eruption و یا به صورت دایک‌های تغذیه کننده است، آتشفشانی نئوژن ایران از نوع مرکزی همراه با تشکیل گروهی از آتشفشان‌های چینه‌ای است. در هر حال، در مواردی نیز، شکستگی‌های کششی خروج ماگما را ممکن ساخته‌اند (امامی، ۱۳۷۹).

«در کمان ماگمایی ارومیه - بزمان»، مخروط بزرگ آتشفشان کوه مزاحم، از جمله آتشفشانی‌های نئوژن شمال شهر بابک است که با مواد آتشفشانی (داسیت و داسیتوئید) و آذرآواری آغاز می‌شود و با کنگلومرا و ماسه‌سنگ و سرانجام با ۲۰ متر روانه آندزیتی پوشیده می‌شود. سنگ‌های رگه‌ای، در ارتباط با آتشفشان نئوژن این ناحیه، با حضور هورنبلند داسیتوئید و آندزیت مشخص می‌شوند. از