

# توربیدیت‌های غنی از خاکستر آتشفشانی و بادزندهای زیر دریایی در سازند کرج

نویسنده: دکتر صدرالدین امینی\* و غلامحسین بلوریان\*\*

## Ash Turbidite and Submarine Fans in Karaj Formation

By: Dr. S.Amini\* & Gh.Bolourian\*\*

### چکیده

سازند کرج در منطقه نسبتاً گسترده‌ای از البرز مرکزی بروزند دارد. این سازند متعلق به ائوسن میانی بوده و به طور عمده از توفیت‌های سبز و شیل‌های دریایی تشکیل شده است. با توجه به مشاهدات صحرایی انجام شده، سازند کرج مجموعه‌ای ناهمگن از توف، توفیت، شیل، سنگ‌های رسوبی مختلف و انواع گدازه‌ها در نظر گرفته می‌شود.

داده‌های صحرایی گردآوری شده در زمینه محیط تشکیل توالی آتشفشانی-آواری سازند کرج نشان می‌دهد که بخش‌هایی از این توالی ستبر در گستره مورد مطالعه، عمدتاً در یک محیط نیمه ژرف و ژرف تشکیل شده است. تغییرات رخساره‌ها در جهت قائم و جانبی و ساختارهای رسوبی مختلف از جمله لایه بندی تدریجی، فروریزش، لایه بندی درهم، قالب شیاری و ... نشان دهنده آن است که جریانهای آشفته و توده‌ای در تشکیل بخش‌هایی از سازند کرج نقش اساسی داشته و حمل محصولات آذرآواری از منطقه کم ژرفا (فلات قاره) توسط این جریانها صورت گرفته است. کانال‌های زیر دریایی که با رسوبات توده‌ای و اولیستولیت پر شده‌اند (رخساره F) در بخش بالایی خود با توالی‌های نازک لایه و ریز دانه شونده به سمت بالا (Upward thinning and fining) همراهند. بخش عمده‌ای از شیل‌های سازند کرج به صورت شیل‌های پلاژیک و همی پلاژیک (رخساره G) در بخش‌های شمالی منطقه مورد مطالعه یافت می‌شوند. توالی‌هایی که به سمت بالا نازک لایه و یا ستبر لایه می‌شوند و همچنین توالی‌های بومای کامل (رخساره‌های A-E) و یا ناقص در سازند کرج فراوان است. داده‌های به دست آمده نشان می‌دهند که محیط رسوبگذاری سازند کرج یک بادزن زیر دریایی (Submarine fan) است. داده‌های جمع آوری شده در رابطه با تعیین جهت جریان‌های دیرینه (Paleocurrents) نشان می‌دهند که جهت این جریان‌ها از جنوب به شمال بوده است.

**کلید واژه‌ها:** سازند کرج، توربیدیت‌های غنی از خاکستر آتشفشانی، بادزن زیر دریایی، جریانهای دیرینه

### Abstract

Karaj Formation crops out in a very large area in Central Alborz. This formation is middle Eocene in age and mainly formed of green-tuffites and marine shales. According to field observation, this formation consists of heterogeneous assemblage of tuff, tuffite, various sedimentary rocks and some type of lava.

Field data on depositional environment of Karaj volcanoclastic sequence indicate that some parts of this thick sequence in study area were mainly formed in a deep to semi-deep environment. Vertical and horizontal variations of facies and sedimentary structures such as graded bedding, slumping, convolute bedding, flute cast and ... indicate that turbidity currents and mass flows have an essential role in the genesis of some parts of the Karaj Formation, being responsible for transporting of shallow depth (shelf) pyroclastic products.

Submarine channels which filled by massive sediments and olistolites (F facies) are associated with upward thinning and fining sequences on their tops. Main part of shales of the Karaj Formation were formed as pelagic and hemipelagic shales (G facies), in northern parts of the study area. Upward thinning and thickening sequence, and also complete or incomplete Bouma sequences (A-E facies) are abundant in Karaj Formation. Collected data shows that Karaj Formation depositional environment is submarine fan. Data related to paleocurrent directions shows a south to northward one.

**Key words:** Karaj Formation, Ash turbidite, Submarine fan, Paleocurrents

## مقدمه

(کنگلوмера و ماسه سنگ توفی با قطعات آتشفشانی دارای لایه بندی تدریجی و شیل نازک لایه). شروع هر چرخه با یک سطح فرسایشی بوده و روی آن کنگلو مرای دارای لایه بندی تدریجی قرار می‌گیرد. به طور کلی، توالی متشکل از کنگلو مرای دارای قطعات آتشفشانی، لیت آرنایت آتشفشانی و ماسه سنگ‌های توفی، شیل‌های نازک لایه دارای آثار گیاهی، به طور مرتب تا شمال سرودار و جنوب پورکان تکرار می‌شوند که در بعضی موارد همراه با اولیستوستروم و رسوبات حاصل از جریانهای توده‌ای است.

در منطقه پورکان سنگهای آتشفشانی برشی هیالوکلستیک متخلخل همراه با گدازه‌های زیر دریایی هستند. آنها از نوع بازالت - هیالو آندزیتی بازالت با بافت میکرولیتی پرفیری کاو کدار و در برخی موارد نیمه جریان‌ها تا اینترستال هستند (امامی، گفتگوی شفاهی، نقشه زمین شناسی چهار گوش تهران).

از این منطقه به سمت شمال (ناودیس آدران) رسوبات حاوی گردسنگ (Rock balls) دارای گسترش زیادی هستند. این گردسنگ‌ها که از نقاط مختلف در سازند کرج گزارش شده اند (فیض نیا، ۱۹۹۰) حاوی قطعاتی از توف و یا رسوبات سخت شده قدیمی تر می‌باشند که بر اثر حرکت از بالای شیب حوضه رسوبی (Slope) بدون حوضه غلتیده و در این حرکت رسوبات زیادی به دور آنها جمع شده است. از این گرد سنگ‌ها می‌توان در رابطه با مشخص نمودن بخش‌های مختلف حوضه رسوبی کمک گرفت. آنها می‌توانند نمایانگر رسوبات نهشته شده در جلوی شیب باشند.

به سمت شمال از این سنگ‌های حاوی گرد سنگ، در منطقه آدران لایه‌های شیلی ستیری وجود دارد که به نظر، هم ارز با شیل‌های آسارا می‌باشد. این شیل‌ها در هسته یک ناودیس قرار دارند (ناودیس آدران) که یال شمالی آن گسله می‌باشد.

اولیستوسترومها بار دیگر در شمال سد کرج قابل مشاهده هستند. در اینجا به گستردگی منطقه بیلقان نمی‌باشند و قطعات آنها بزرگی چندانی ندارد (شکل ۶). افزون بر این، در همین محل فروریزش نیز اتفاق افتاده است و چین‌های لغزشی (Slump folds) جالبی به وجود آمده است (شکل ۷). علاوه بر این، ساختمان‌های رسوبی دیگری از جمله دانه بندی تدریجی (گریدد بدینگ)، لایه بندی متقاطع (کراس بدینگ)، لامیناسیون و ساخت موجی (شکل‌های ۸، ۹ و ۱۰) و به طور کلی توالی‌های بومای کامل (بخش‌های A-E) و یا ناقص که در آن بخش‌های زیرین حذف شده‌اند و با یک سطح فرسایشی در قاعده مشخص می‌گردند، قابل مشاهده هستند (شکل ۸).

سازند کرج با ستبرای افزون بر ۳۳۰۰ متر گسترش وسیعی در البرز مرکزی دارد. برونزدهای این سازند در خاور، شمال و شمال باختر تهران و همچنین شمال کرج مورد بررسی و نمونه برداری قرار گرفت. از داده‌های صحرایی و آزمایشگاهی جمع آوری شده، برای پی بردن به چگونگی تشکیل این توالی آتشفشانی - آواری ستبر استفاده شده است. مقاطع مختلفی در این سازند پیمایش و داده‌های مختلف آن گردآوری شده است. در اینجا به اختصار به داده‌های صحرایی و آزمایشگاهی به دست آمده اشاره می‌شود.

## برداشت‌های صحرایی

بخش زیادی از عملیات صحرایی این تحقیق در مسیر جاده کرج (عظیمیه) تا آسارا انجام گرفته (شکل ۱، علامت E - F) و در بخشی از این مسیر، یک ستون چینه شناسی تهیه شده است. در شروع پیمایش در شمال کرج (بیلقان) آرنایت آتشفشانی همراه با میکرو کنگلو مرای توفی و لایه‌های نازک گلسنگ برونزد دارند که در این محل فروریزش نیز مشاهده می‌شود. میکرو کنگلو مرای و آرنایت‌های آتشفشانی به مقدار زیادی از لیتیک‌های آتشفشانی و بلورهای فلدسپار قلیایی و کوآرتز تشکیل شده‌اند و تا حدودی نارس (از نظر کانی شناسی) هستند. لیتیک‌ها بیشتر مربوط به سنگ‌های آتشفشانی می‌باشند که بافت میکرولیتی پورفیری نیز نشان می‌دهند، علاوه بر این لیتیک‌هایی از سنگ‌های آذرین بیرونی با بافت پرلیتی نیز قابل مشاهده است. در این محل در میکرو کنگلو مرای و ماسه سنگ‌های توفی، لایه بندی تدریجی (شکل ۲) لامیناسیون و لامیناسیون متقاطع همراه با چین‌های لغزشی (Slum pfolds) دیده می‌شود (شکل ۳). در بین لایه‌های میکرو کنگلو مرای، لایه‌های نازکی از گل سنگ دیده می‌شود که سبب لغزش شده‌اند. در بعضی موارد در قاعده یک توالی، قطعات نسبتاً بزرگی که از واحدهای زیرین کنده شده‌اند و در جهت لایه بندی کشیدگی دارند، قابل مشاهده است (شکل ۴). از بیلقان به سمت شمال، مقطعی از کانالهای بزرگ (Canyon) که توسط رسوبات توده‌ای (Mass flows) پر شده‌اند، قابل مشاهده است. قطعاتی از سنگ‌های واحدهای زیرین (اولیستولیت) که لایه بندی قبلی خود را نیز حفظ کرده‌اند، با ابعاد بسیار بزرگ، بخش قاعده‌ای کانال را پر کرده (شکل ۵) روی آنها توفیت و ماسه سنگ توفی که به سمت بالا نازک لایه و ریزدانه (Upward thinning and fining) می‌شود، قابل مشاهده است (شکل ۴).

از بیلقان به سمت شمال، رسوبات پرکننده کانال (Channell fill deposits) به طور مرتب تکرار می‌شوند

## برداشت‌های مسیر در بند - شیرپلا - توچال

برداشت‌های انجام شده در این مسیر از دربند (شمال تهران) آغاز و تا قله توچال ادامه یافته است. همانند سایر نقاط مطالعه شده در سازند کرج، از دربند تا شیرپلا نیز گسل‌های زیادی عمل نموده‌اند. به طور کلی از دربند تا شیرپلا بیشتر برونزدها مربوط به سنگ‌های آتشفشانی (به مقدار کم بازیک و بیشتر حد واسط و اسیدی) و نهشته‌های آذرآواری همراه با آنها است. سنگ‌های این مجموعه بیشتر توده‌ای بوده و علاوه بر گسله بودن، در مواردی دگرسان نیز شده‌اند. مقطع دربند - شیرپلا از نظر فراوانی سنگ‌های آتشفشانی و به دست آوردن داده‌هایی در رابطه با سنگ‌های آتشفشانی به وجود آورنده خاکسترهای آتشفشانی سازند کرج حائز اهمیت است.

این مجموعه اساساً آتشفشانی (شمال دربند - پس قلعه تا شیرپلا)، بخشی از مراکز آتشفشانی تغذیه کننده حوضه رسوبی ائوسن بوده است که در حال حاضر در معرض دید ما است. دیگر مراکز آتشفشانی تغذیه کننده حوضه، به این خوبی برونزد نداشته و در بسیاری موارد توسط آبرفت‌های کوآترنری پوشیده شده‌اند.

از دربند به سمت شیرپلا، انواع توف‌های سنگی، بلوری و شیشه‌ای، همراه با گدازه‌های حد واسط و اسیدی برونزد دارند. گدازه‌های این منطقه حفره‌های (Vesicles) زیادی دارند که این حفره‌ها با کلریت، کلسیت و کوآرتز (تانوی) پر شده‌اند. گدازه‌ها در این منطقه دارای ستبرای زیادی هستند که شاید این ستبرای زیاد ناشی از رانده شدن گدازه‌ها روی همدیگر باشد (علوی، گفتگوی شفاهی). بیشتر گدازه‌های این منطقه بافت پورفیری دارند. توف‌های موجود در این منطقه ویژگی‌های آذرآواری داشته و ساختارهای رسوبی مشاهده شده در دیگر مناطق سازند کرج در آنها دیده نمی‌شود. توف‌های این منطقه تا حدی سیلیسی، کائولینیتی و سرسیتی شده و در برخی موارد پیریت نیز دارند.

(Iwao et al. 1965) با توجه به پاراژنری مانند اپیدوت، کلریت، آلپیت، پرنیت و یا لومونیت، کلریت، مونتورونیت و ... در این منطقه، از دگرگونی ناحیه‌ای در حضور آب در سازند کرج بحث کرده‌اند. از شیرپلا به سمت قله توچال، در ابتدا واحد شیل زیرین برونزد دارد که در آن سه سیل دولریتی با ستبرای مختلف تزریق شده است. به سمت قله توچال پس از واحد شیل زیرین، واحد توف میانی (مطابق با تقسیم‌بندی سازند کرج (Dedual, 1967)) برونزد دارد. در این واحد، تناوبی از ماسه سنگ توفی و شیل برونزد دارد که لایه لای ماسه سنگ توفی چینه‌های ستبر شیل مدادی جلب توجه می‌کند. به طور کلی در این منطقه، در قاعده واحد ماسه سنگ توفی لایه بندی تدریجی دیده می‌شود و در بخش بالایی توالی، لایه‌های شیلی دیده می‌شود. با توجه به

ساختارهای رسوبی دیده شده در این قسمت، به نظر می‌رسد که توالی شیل و ماسه سنگ توفی در این منطقه، توالی‌های بومای ناقص باشد که قابل مقایسه با رخساره‌های دور از منشأ (Distal) رخساره‌های توربیدیتی است. در این منطقه به طور کلی اثری از لغزش و فروریزش و چین‌های لغزشی به چشم نمی‌خورد. توالی شیل و ماسه سنگ توفی بدون انقطاع تا قله توچال ادامه می‌یابند.

## محیط تشکیل سازند کرج

با توجه به پیمایش‌های انجام شده در مسیریهای مختلف و داده‌های گرد آوری شده در این پیمایش‌ها، روشن شده است که بخشی از سنگ‌های تشکیل دهنده این توالی ولکانی آتشفشانی - آواری ستبر در گستره مورد مطالعه (شمال کرج - شمال شیرپلا) توسط جریانهای آشفته (Turbidity currents) و توده‌ای (Mass flows) تشکیل شده‌اند. در اینجا لازم به ذکر است که شرایط حاکم بر حوضه در سراسر محیط حوضه یکسان نبوده و بنابراین نمی‌توان با یک الگوی کلی و یکسان شرایط تشکیل سازند کرج را مدل سازی کرد (امامی، گفتگوی شفاهی) و الگوی ارائه شده در اینجا تنها برای گستره مورد مطالعه که در بالا ذکر شد صادق است.

تغییرات رخساره‌ها در جهت قائم و جانبی و ساختارهای رسوبی مختلف نشان می‌دهد که جریانهای آشفته و توده‌ای، منجر به حمل مواد آذر آواری و رسوبی از منطقه شیب (Slope) و حاشیه فلات قاره (Shelf margin) و رسوب دوباره آنها در منطقه ژرف‌تر و در یک محیط رسوب گذاری بادزن زیردریایی (Submarin fan) شده‌اند (لاسمی، ۱۳۷۰؛ بلوریان، ۱۳۷۱).

با توجه به نقش جریانهای رسوبی توربیدیتی در تشکیل بخشی از سازند کرج و با توجه به ساختارهای رسوبی یافت شده در این سازند، ثابت می‌شود که بخش‌هایی از سازند کرج در محدوده مورد بررسی، یک سازند آذرآواری برجا نبوده و سنگ‌های آن حمل شده و به طور عمده اپی کلاستیک هستند. خاکسترهای آتشفشانی در منطقه ژرف همراه با دیگر مواد رسوبی موجود در حوضه نهشته شده و رسوبات توفی مختلف را به وجود آورده‌اند، این رسوبات توفی به طور متناوب با لایه‌های شیلی تکرار می‌شوند.

با توجه به فراوانی ساختارهای رسوبی مختلف در سازند کرج (در بخش‌هایی که این سازند ویژگی اپی کلاستیک نشان می‌دهد) و نبود ساختارهای مربوط به نهشته‌های آذرآواری شاخص (به جز منطقه دربند، شیرپلا - پورکان و چند نقطه دیگر) و با توجه به فراوانی خاکسترهای

در محدوده جنوبی منطقه مورد مطالعه (بیلقان - جنوب پورکان) فراوان‌تر بوده و به تدریج به سمت بخش‌های شمالی حوضه (سد کرج - آسارا)، رخساره‌های C,D,G (رخساره‌های دوردست) فراوان‌تر می‌شوند.

در سازند کرج، کانال‌های زیر دریایی که در بخش‌های قاعده‌ای با رسوبات توده‌ای دانه درشت و اولیستولیت‌ها پر شده‌اند، به طور کلی در بخش‌های جنوبی منطقه مورد مطالعه (شمال عظیمیه) یافت می‌شوند. نهشته‌های مربوط به بخش بالایی کانال‌های فوق به سمت بالا ریز دانه و نازک لایه می‌شوند که از ویژگی‌های کانال‌های موجود در بخش بالایی بادزنی‌های زیر دریایی است. افزون بر وجود توالی‌هایی از ماسه سنگ توفی و شیل‌های توفی که به سمت بالا نازک و یا ستبر لایه می‌شود، ساختارهای رسوبی دیگری مانند لغزش، لایه بندی درهم، لایه بندی تدریجی، قالب شیاری، قالب وزنی و شعله‌ای در سازند کرج فراوان است (لاسمی، ۱۳۷۰).

چرخه‌های کلاسیک توربیدیتی بوما (Bouma classical turbidite) که در آن بخش‌های A-E به طور کامل وجود دارند، در بخش‌های جنوبی منطقه مورد مطالعه، فراوانی بیشتری دارند و به تدریج به سمت شمال چرخه‌های ناقص فراوان‌تر می‌شوند. چرخه‌های با رخساره‌های D,E و در نهایت رخساره E به صورت شیل‌های نازک لایه، به طور کلی در سمت شمال حوضه فراوانی بیشتری دارند.

با توجه به مقاطع میکروسکوپی برخی از لایه‌های شیلی، به نظر می‌رسد که علاوه بر شیل‌های پلاژیک در این سازند، شیل‌های همی پلاژیک نیز در آن موجود باشند. این شیل‌ها در زمان بازگشت محیط دریایی ژرف به حالت آرام خود نهشته شده‌اند.

در رابطه با جهت جریان‌های دیرینه (Paleocurrents) به وجود آورنده بادزن زیر دریایی، ذکر نکات زیر الزامی است. در بخش‌های جنوبی ارتفاعات البرز مرکزی، مناطق آتشفشانی متعددی پروتزد دارند که تصور می‌شود از بخش‌های تغذیه کننده حوضه از مواد آذرآواری باشند (مانند مجموعه آتشفشانی دربند شیرپالا). همچنین کانال‌های عمده زیر دریایی که تأمین کننده محصولات نهشته شده در قسمت پایینی بادزن هستند در بخش‌های جنوبی منطقه مورد مطالعه فراوان بوده (مانند شمال عظیمیه) و به تدریج به سمت شمال، این کانال‌ها کوچک‌تر شده و از فراوانی آنها کاسته می‌شود. مقطع عرضی این کانال‌ها بیشتر دارای امتداد خاوری-باختری است. با توجه به این دلایل، می‌توان نتیجه گرفت که در محدوده مورد بررسی، جهت جریان‌های دیرینه شاید از جنوب به شمال باشد.

پیدا کردن جهت جریان‌های دیرینه بر مبنای صفحه محوری چین‌های لغزشی نمی‌تواند پاسخ درستی برای این مسئله باشد. چرا که در بسیاری

آتشفشانی در نهشته‌های توربیدیتی، لازم به ذکر است که به این نوع نهشته توربیدیتی که در آن خاکستر آتشفشانی غالب است، توربیدیت خاکستردار (Ash turbidite) گفته می‌شود. اصطلاحاتی نظیر توربیدیت توفی (Tuffaceous turbidite) و پیرو توربیدیت (Pyro turbidite) و توربیدیت آذرین (Igني turbidite) اصطلاحات دیگر برای توصیف توربیدیت خاکستردار هستند. این نوع نهشته‌ها ساختارهای رسوبی مانند توربیدیت‌های کلاسیک را نشان می‌دهند و با استفاده از توالی بوما قابل توصیف هستند.

با در نظر گرفتن محیط رسوبی سازند کرج به عنوان یک بادزن زیر دریایی، در اینجا لازم به توضیح است که یک بادزن زیر دریایی از سه بخش تشکیل می‌شود (شکل ۱۱): بخش بالایی بادزن (Upper fan)، بخش میانی (Middle fan)، و بخش پایینی (Lower fan). هر بخش از بادزن با رخساره‌های خاص خود یا مجموعه‌ای از رخساره مشخص می‌شود، که در پایان با توجه به فراوانی رخساره‌ها در بخش‌های مختلف می‌توان جهت جریان‌های به وجود آورنده بادزن را مشخص کرد (شکل ۱۲).

### معیارهای شناخت بخش‌های بادزن

۱- در بخش بالایی بادزن کانال‌های تغذیه کننده اصلی قرار دارند (Canyon).

۲- بخش میانی بادزن به وسیله شبکه‌ای از کانال‌های انتشاری و نهشته‌های همراه مشخص می‌شود.

۳- بخش پایینی بادزن توسط پنجه‌ها (Lobe) و نبود کانال‌های اصلی مشخص می‌شود.

به طور کلی با استفاده از رخساره‌های توربیدیتی موجود (همراه با هم) بخش‌های مختلف یک بادزن زیر دریایی مشخص می‌شود (Mutti & Ricci lucchi, 1972، نقل از Shanmugam & Moiola, 1988).

به طور کلی از نظر شناسایی بخش‌های مختلف یک بادزن، کانال‌ها (بخش بالایی و میانی بادزن) با چرخه‌های نازک لایه و ریز شونده به سمت بالا با رخساره‌های A,B پر می‌شوند. علاوه بر کنگلومراها و ماسه سنگ‌های با منشأ توربیدیتی، کانال‌ها نیز می‌توانند با سیلستون و گل‌سنگ با منشأ جریان‌های واریزه (Debris flows) و گل‌سنگ‌های با منشأ پلاژیک و همی پلاژیک پر شوند.

بخش‌های فاقد کانال (بخش پایینی بادزن) با چرخه‌های ستبر لایه و درشت دانه شونده به سمت بالا و با رخساره‌های C,D مشخص می‌شوند. اگر چه رخساره‌های F,G در همه بخش‌های بادزن یافت می‌شوند، ولی رخساره F شاخص شیب و رخساره G در کف حوضه و شیب فراوان‌ترند.

به طور کلی در سازند کرج رخساره‌های A,B,F (رخساره‌های نزدیک)

هزار متر نیز می‌رسد (Shanmugam & Muiola, 1988) ستبرای زیاد سازند کرج قابل توجه است، زیرا مقطعی که به عنوان مقطع تیپ برای سازند کرج مشخص شده در بخش پایینی بادزن قرار داشته و به همین دلیل دارای ستبرای زیاد است.

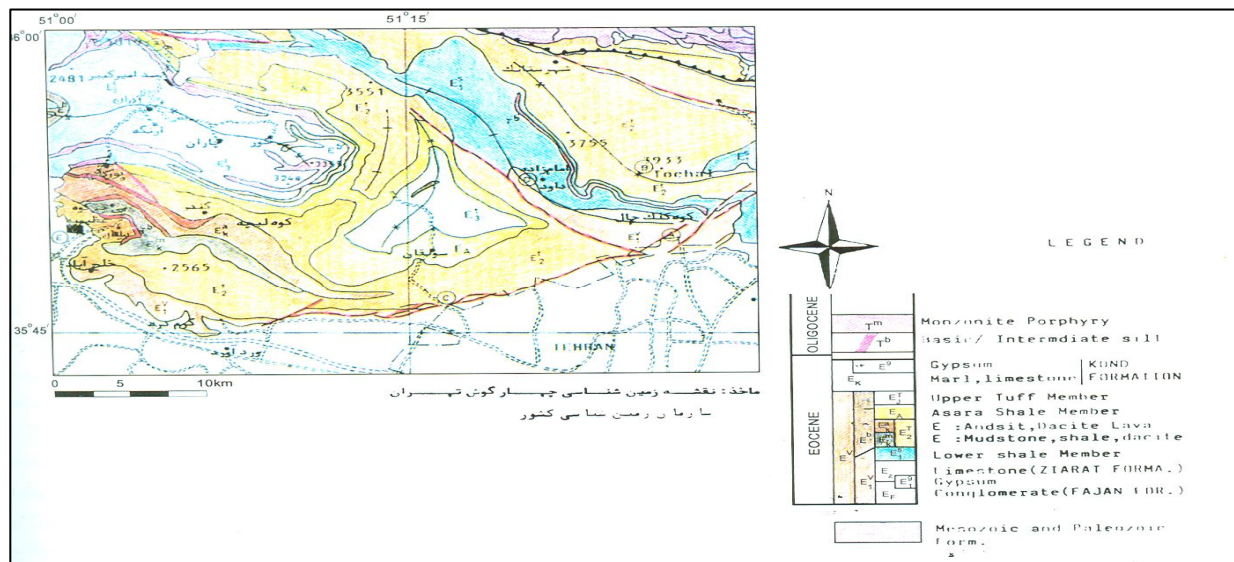
### تشکر و قدردانی

در تهیه این مقاله از نظرات آقایان دکتر محمد هاشم امامی و دکتر بهنام رحیمی بهره مند بوده‌ایم که در اینجا لازم می‌دانیم از آنان تشکر نماییم. همچنین از سرکار خانم سمائی به خاطر تایپ این مقاله تشکر می‌شود.

موارد، چرخش صفحه‌های گسل باعث تغییر وضعیت این چین‌ها از حالت اولیه شده است.

جهت جریان‌های دیرینه بر مبنای صفحه محوری این چین‌ها در بعضی موارد از باختر به خاور می‌باشد.

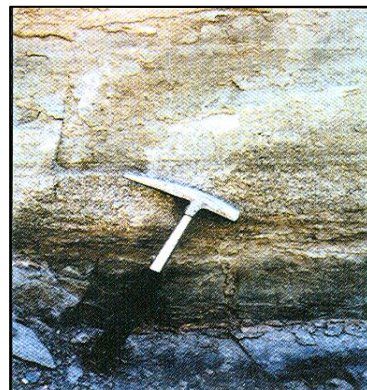
نوع حوضه رسوبی سازند کرج احتمالاً یک حوضه حاشیه‌ای دریایی بوده است. از اوایل ائوسن به علت برقراری رژیم کششی، این حوضه‌ای حاشیه‌ای در پیش خشکی دیرینه تثبیت شده است. یکی دیگر از مسائل مطرح در سازند کرج، ستبرای بسیار زیاد این سازند در مقطع تیپ است. با توجه به این که محیط رسوبی سازند کرج یک بادزن زیردریایی است و با توجه به این که در بخش‌های پایینی بادزن ستبرای چینه‌ها تا ۱۰



شکل ۱- نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه و موقعیت جغرافیایی مکان‌های اشاره شده در متن.



شکل ۳- چین‌های لغزشی (Slump folds) در منطقه بیلقان، اول جاده کرج - چالوس.



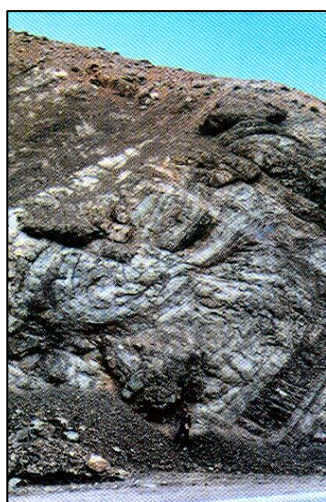
شکل ۲- لایه بندی تدریجی در یک کنگلومرا، محل: جاده کرج - چالوس، شمال بیلقان.



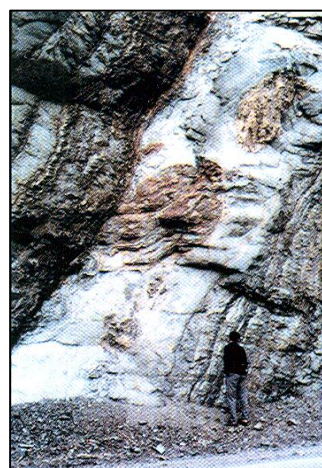
شکل ۵- برش عرضی از یک کانال. امتداد چین‌ها تقریباً خاوری-باختری است. دید به سمت شمال، محل: شمال کرج.



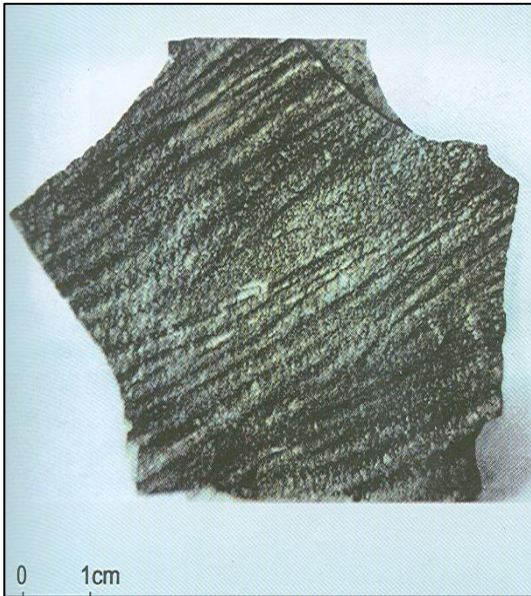
شکل ۴- قطعاتی از توف‌ها که از واحدهای قبلی کنده شده و همراه با جریانهای رسوبی وارد حوضه شده‌اند.



شکل ۷- چین لغزشی (Slump fold) در سازند کرج، محل: بالاتر از سد امیر کبیر، دید به سمت باختر



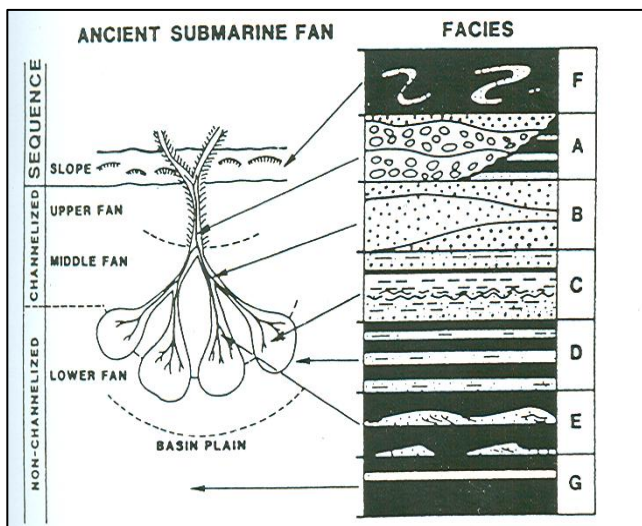
شکل ۶- اولیستولیت در سازند کرج، محل: بالاتر از سد امیر کبیر (جاده کرج - چالوس) دید به سمت باختر



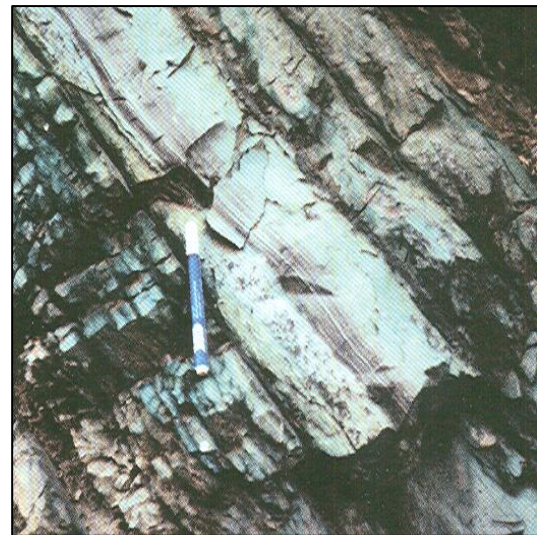
شکل ۹ - ساخت موج نقش در سازند کرج،  
محل: جاده کرج - چالوس، بعد از سد امیر کبیر



شکل ۸ - یک سکانس بومای برگشته، متشکل از کنگلومرای پلی میکتیک، ماسه سنگ‌های توفی و شیل‌های نازک لایه،  
محل: جاده کرج - چالوس بالاتر از سد امیر کبیر.



شکل ۱۱ - تقسیم بندی یک بادزن زیر دریایی و رخساره های همراه با هر بخش (نقل از Moiola & Shanmugam, 1988).



شکل ۱۰ - لامیناسیون در سازند کرج،  
محل: جاده کرج - چالوس، بعد از سد امیر کبیر.

گسترش رخساره‌ها در بخش‌های مختلف با دزن ( fnn )						
رخساره‌ها (Facies)	شیب (Slope)	بخشهای مختلف با دزن ( Fan )			کف حوضه	فراآیندهای حمل و تنشست
		با لایه	میانی	با بیینی		
A						جریانه‌های خرده‌دار، Liquified flow
B						جریانه‌های خرده‌دار، جریانه‌های توریدیتی (با انرژی بالا)
C						جریانه‌های توریدیتی
D						جریانه‌های توریدیتی (انرژی کم) Liquified flow
E						جریانه‌های توریدیتی، جریانه‌های کنشی
F						Slumps و جریانه‌های خرده‌دار
G						رسوبگذاری بلازیک و همی بلازیک

شکل ۱۲ - گسترش رخساره‌ها در بخش‌های مختلف بادزن  
(نامگذاری رخساره‌ها از Mutti&Ricci lucchi, 1972؛ نقل از Shanmugam&Moiola, 1988).

## کتابنگاری

- امینی، ب.، ۱۳۷۲ - نقشه زمین شناسی چهارگوش تهران، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور.  
 بلوریان، غ.، ۱۳۷۱ - مطالعه پتروگرافی و پترولوژی سازند کرج در البرز مرکزی، دانشگاه تربیت معلم، ۱۵۶ ص (رساله)  
 لاسمی، ی.، ۱۳۷۰ - بادزندهای زیر دریایی و نهشته‌های توریدیتی در سازند کرج، دهمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی کشور

## References

- Dedual, E., 1967- Zur geologie des mittleren und unteren Karaj – Tales, Zentral – Elburze (Iran), Univ. Zurich, 123p., 47 fige, 3pls, 2 maps  
 Emami, M.H., 1981- Geologie de la region de Qom – Aran (Iran). Contribution a letude dynamique et geochimique du volcanisme tertiaire de l Iran Central. Fra., 489P., Thesis doct.  
 Feiznia, S., 1990- Different types of rockballs and their genesis from the Karaj formation (middle Eocene) in Central Alborz, of northern Iran, J.Sci, I.R. Iran, Vol.1, no.4.  
 Shanmugam, G., Moiola, R.J., 1988- Submarine fans: Characteristics, Models, Classification and reservoir potential, Earth sci. Rev., 24, P. 383 – 428.  
 Stratigrafic lexicon of Iran, 1977- Rep.No.18, G.S.I

\* دانشگاه تربیت معلم، تهران، ایران

\*\* سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، مرکز مشهد، مشهد، ایران

\* Teacher Training university, Tehran, Iran

\*\* Geological Survey of Iran, Mashad Branch, Mashad, Iran.