

# رخساره‌ها و مدل رسوب‌گذاری سازند آواری چلکن، جنوب قائم‌شهر، پلیوسن

هوشنگ مهربانی<sup>۱\*</sup>، عبدالحسین امینی<sup>۲</sup>، وحید توکلی<sup>۳</sup>، مرتضی فرخی<sup>۴</sup> و سید محمد زمانزاده<sup>۵</sup>

۱. کارشناسی ارشد گروه زمین‌شناسی نفت، پژوهشکده علوم پایه کاربردی جهاد دانشگاهی

۲. استاد، دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه تهران

۳. دانشیار، دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه تهران

۴. کارشناسی ارشد، شرکت نفت خزر

۵. دانشیار، دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۱/۲۱

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۴/۱۹

## چکیده

سازند چلکن در زمان پلیوسن زیرین و میانی تشکیل شده و در برش جوارم (جنوب شهرستان قائم‌شهر) دارای ماهیت آواری است. این سازند از سه مجموعه کنگلومرایی، ماسه‌سنگی و گلسنگی تشکیل شده است که در بیشتر بخش‌ها در توالی‌های ریزشونده به سمت بالا مرتب شده‌اند. ماهیت ریزشونده به بالای توالی‌های رسوبی و ویژگی‌های رسوب‌شناسی و ساختارهای رسوبی نشان می‌دهد سازند چلکن در یک محیط رودخانه‌ای تشکیل شده است. رخساره‌های کنگلومرایی بیشتر ماهیت دانه‌پشتیبان، رخساره‌های ماسه‌سنگی ماهیت آرنایتی (کوارتز آرنایت و لیتیک آرنایت) و رخساره‌های گلسنگی ماهیت آواری-کربناتی دارند. با توجه به ساخت‌های موجود، جهت جریان‌های قدیمی رو به شمال است.

واژه‌های کلیدی: سازند چلکن رخساره‌ها، مدل رسوبی، پلیوسن.

## مقدمه

چلکن به سن پلیوسن زیرین-میانی در دامنه‌های شمالی البرز (Brunet et al., 2003) زمینه مساعدی برای مطالعه این سازند فراهم کرده است. با توجه به تاریخچه استخراج نفت از این سازند در کشورهای هم‌جوار ایران، مانند آذربایجان، قزاقستان و ترکمنستان (Smith-Rouch, 2006) و وجود رخنمون‌های مناسب در ایران، بررسی دقیق سنگ‌شناسی الزامی به نظر می‌رسد. بر این اساس، مشخصات دقیق سنگ‌شناسی سازند چلکن در رخنمون‌های دامنه‌ی شمالی البرز مورد بررسی قرار گرفته است. به دلیل شباهت زمین‌شناسی دامنه شمالی البرز با بخش‌های جنوبی حوضه خزر، اعتقاد بر این است که نتایج

بررسی محیط‌های رسوبی دیرینه، به کمک تطبیق ویژگی‌های مشخص رسوبی و پتروگرافی محیط‌های امروزی صورت می‌گیرد. در کل، محیط‌های رسوبی را بر اساس دواصل بازسازی می‌کنند که شامل قانون رخساره‌ای والتز و رخساره‌های همراه می‌باشد (Walther, 1894). برای تجزیه و تحلیل دقیق شرایط محیطی در یک مجموعه آواری، اطلاع از مشخصات سنگ‌شناسی، ساخت‌های رسوبی، فرم هندسی، الگوی جریان‌های قدیمی، ضمامت فسیلی و ماهیت سطوح محدودکننده چینه‌ها ضروری است (Selley, 1985). رخنمون‌های مناسب از سازند

\* نویسنده مرتبط: Houshangmehrabani@ut.ac.ir

### زمین‌شناسی و موقعیت منطقه

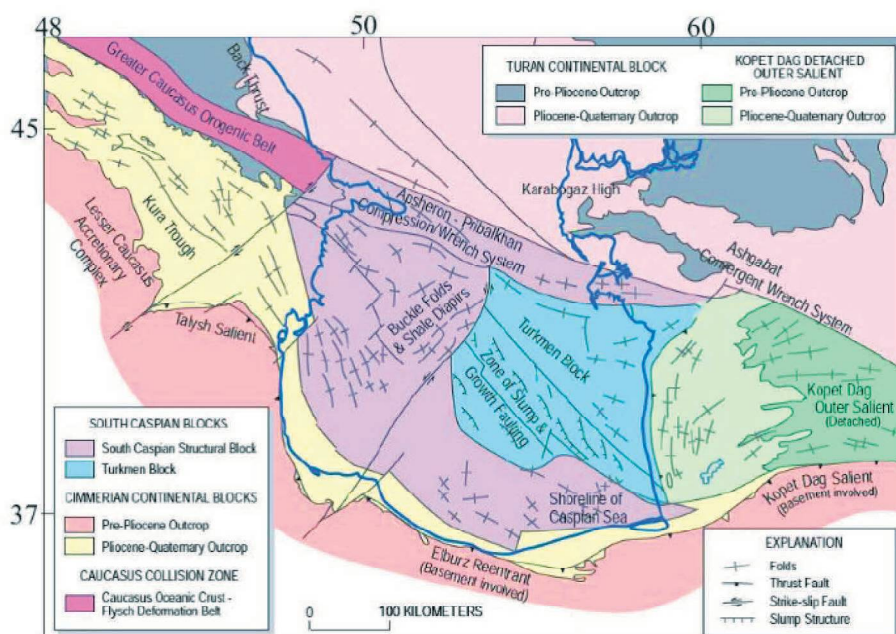
در پلیوسن زیرین با ادامه حرکات کوهزایی آلپی و بالا آمدن سرزمین قفقاز، ارتباط دریای خزر با دریای آزوف و سیاه قطع و به‌عنوان یک دریاچه مستقل پدیدار شده است (Rogel, 1998). در نخستین مرحله فاز میانی کوهزایی آلپی در شمال البرز در میوسن پایینی، پاراتتیس از تتیس جدا شده و حرکات فشارشی پالتوسن در البرز و حرکت گسل خزر، سبب بالا آمدن البرز شد. سپس در زمان نفوژن بین رسوبات پلیوسن (چلکن) و رسوبات میوسن، چین‌خوردگی اتفاق افتاده است که باعث ایجاد تاقدیس و ناودیس‌های باریک با محور شرقی-غربی شده است. همچنین حاصل فرسایش این برپایی البرز، تشکیل رسوبات کنگلومرایی چلکن درون ناودیس‌های به وجود آمده می‌باشد (Mousavi Rouhbakhsh, 1999).

دریای مازندران مثال خوبی برای تغییرات کوتاه و بلندمدت سطح آب در زمان پلیستوسن می‌باشد (Mansimov and Aliyev, 1994). بخش ساحلی دریای خزر به‌وسیله کوه‌های تالش ورشته کوه‌های البرز که از سنگ‌های دگرگونی، آتشفشانی و رسوبی (پالتوزوییک تا سنوزوییک) تشکیل شده‌اند، محاصره شده است (Kazancia, et al. 2004). گستره مورد مطالعه در بخش مرکزی رشته کوه البرز قرار دارد (شکل ۱).

به‌دست‌آمده از بررسی رخنمون‌های مذکور قابل استفاده در مطالعات زیرسطحی است.

یکی از اهداف مهم در مطالعه مشخصات سنگ‌شناسی و رسوب‌شناسی سازندها، تشخیص مدل رسوب‌گذاری می‌باشد. این سازند آواری، با وجود اهمیتی که در سیستم نفتی خزر دارد کمتر مورد مطالعات سنگ‌شناسی دقیق قرار گرفته است. با توجه به اینکه نهشته‌های سازند مخزنی چلکن در مازندران رخنمون دارند و پتانسیل سنگ مخزنی-گازی مناسبی را در زیرزمین ایجاد کرده‌اند، انجام مطالعات دقیق سنگ‌شناسی این رسوبات در رخنمون می‌تواند به شناخت اجزای تشکیل‌دهنده سنگ و تاثیر آن‌ها در خصوصیات مخزنی سازند چلکن کمک کند.

نبود مغزه مناسب از داده‌های زیر سطحی و محدود بودن نمونه‌های در دسترس از سازندهای مستعد مخزن و منشاء، مشکلاتی را در فهم مشخصات سنگ‌شناسی و پارامترهای پتروفیزیکی آن‌ها ایجاد کرده است. لذا در این مقاله سعی بر آن است که بر اساس رخساره‌های تعریف شده در مطالعات رخنمون، محیط رسوبی دیرینه سازند چلکن در برش جوارم از رخنمون‌های حاشیه شمالی البرز مرکزی مشخص شود. برای تکمیل مطالعات رسوب‌شناسی، بخشی از توالی این سازند نیز در منطقه پهله‌کلا مورد بررسی اجمالی قرار گرفت.



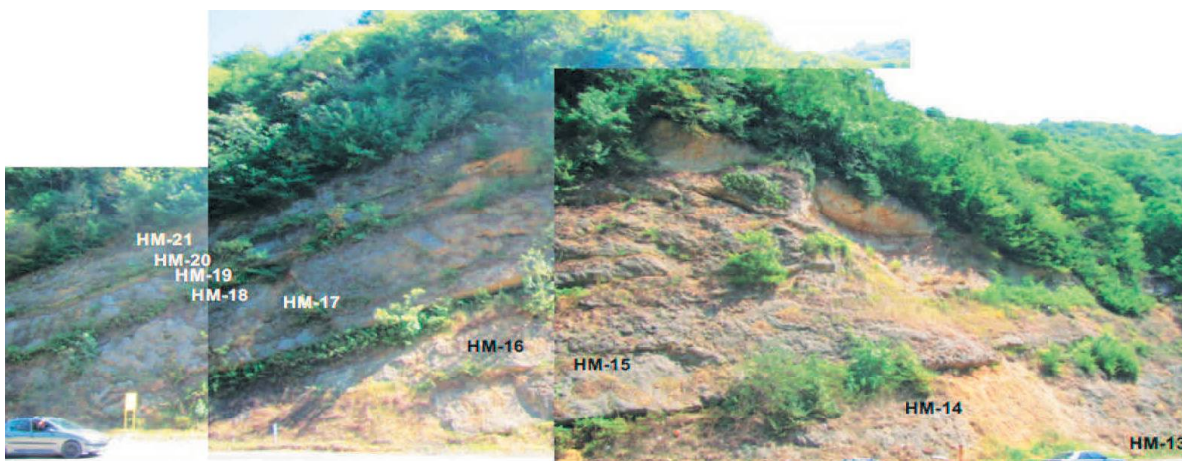
شکل ۱. پدیده‌های ساختاری محصورکننده حوضه جنوبی دریای خزر (نقل از Smith-Rouch, 2006)

در برش جوارم، سازند چلکن با سن پلیوسن آغازی و میانی در هسته ناودیس جوارم و در دو طرف سطح محوری گسترش دارد. دریال جنوبی این ناودیس، رخنمون‌های بهتری برای مطالعه وجود دارد. مختصات جغرافیایی ابتدای برش  $۵۲^{\circ}۰۷/۹'$  شمالی و  $۵۲^{\circ}۰۷/۴'$  شرقی می‌باشد. امتداد عمومی طبقات به صورت شرقی-غربی و دارای شیبی معادل ۲۰ تا ۲۲ درجه به سمت شمال می‌باشد (شکل ۳).

با توجه به بررسی‌های صحرایی که در استان مازندران به عمل آمد و از لحاظ پوشش گیاهی منطقه و راه‌های دسترسی به بخش‌های مختلف سازند و کامل‌تر بودن توالی لایه‌ها، برش جوارم در جنوب شهر قائم‌شهر (در کنار جاده قائم‌شهر به زیرآب) مناسب‌ترین محل برای بررسی و مطالعه توالی رسوبی سازند چلکن تشخیص داده شد (شکل ۲).



شکل ۲. مختصات جغرافیایی و راه‌های دستیابی به برش‌های مورد مطالعه (جوارم و پهنه کلا)



شکل ۳. نمای کلی سازند چلکن در برش جوارم، شیب طبقات به سمت شمال می‌باشد (جهت نگاه، شرق)

## روش مطالعه

برای بررسی مشخصات سنگ‌شناسی سازند با توجه به ماهیت رخساره‌های سازندی سازند، از روش‌های متعددی استفاده شده است. برای رخساره‌های دانه‌درشت (کنگلومرها) توصیف کاملی از قلوها (شامل جنس، اندازه، شکل و فابریک) و زمینه آن‌ها (زمینه ماسه‌سنگی یا گلی مختلط) صورت گرفته است. به دلیل محدودیت تهیه مقطع نازک از کنگلومرها تمام قلوهای سازند جهت مطالعات صحرایی نمونه‌برداری شده‌اند. زمینه ماسه‌سنگی یا گل‌سنگی نیز به‌طور جداگانه نمونه‌برداری شده است. بر این اساس از یک لایه کنگلومرایی در یک محل تعداد متفاوتی (گاه هفت تا ۱۲ نمونه) تهیه شده که در روی شکل با یک شماره (مثلاً HM-17) مشخص شده است (شکل ۴).

به‌طور کلی تعداد ۱۵ نمونه از ماسه سنگ‌های آواری (لایه کنگلومرایی و لایه ماسه‌سنگی)، ۲۳ نمونه از قطعات کربناته (لایه کنگلومرایی)، سه نمونه از زمینه ماسه‌سنگی داخل لایه کنگلومرایی و هشت نمونه از گل‌سنگ برداشت شده است (جدول ۱). نمونه‌های آواری بر اساس روش پتی جان (Pettijohn, 1975 and Pettijohn et al, 1987) و نمونه‌های کربناته بر اساس روش دانه‌مورد مطالعه قرار گرفته‌اند (Dunham, 1962).

روش مطالعه نمونه‌های گل‌سنگ برداشت شده از سازند چلکن مطابق نمونه‌های سخت نمی‌باشد. در این بخش برای بررسی جنس ذرات تشکیل‌دهنده از روش‌های آزمایشگاهی مانند کلسیمتری به روش حجمی برنارد (Muller and Gatsner, 1971) (برای اندازه‌گیری میزان کربنات کلسیم)، روش انحلال کانی‌های تبخیری (برای اندازه‌گیری میزان مواد تبخیری درون نمونه) و روش پراش پرتو ایکس (XRD) برای شناسایی ذرات تشکیل‌دهنده نمونه استفاده شده است (آزمایشگاه سازمان زمین‌شناسی).

جدول ۱. درصد تنوع نمونه‌های برداشت شده برش جوارم

نمونه مقطع نازک	تعداد مقطع	درصد حضور
ماسه سنگ‌آواری	۱۵	۳۱
قطعات کربناته	۲۳	۴۷
زمینه ماسه‌سنگی	۳	۶
گل‌سنگ	۸	۱۶

## رخساره‌ها

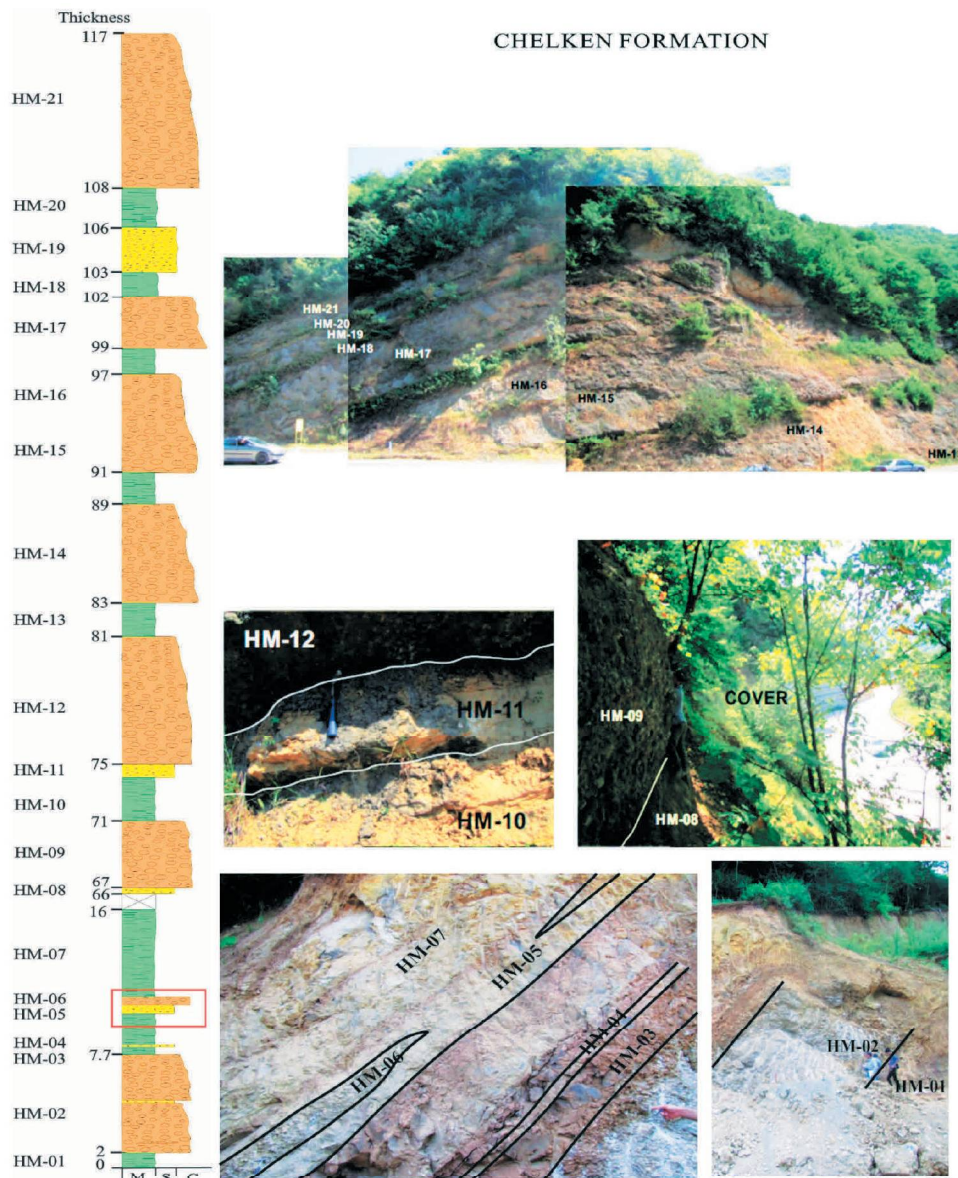
در برش جوارم حدود ۷۰ متر از سازند چلکن مورد مطالعه و نمونه‌برداری قرار گرفت. از بررسی مقاطع مورد مطالعه چنین برمی‌آید، که سازند موردنظر از تعداد معینی از رخساره‌ها با تناوب چرخه‌ای در ستون‌های چینه‌شناسی تشکیل شده است. در این بخش ابتدا ضمن معرفی و تفکیک آن‌ها، ویژگی‌های پتروگرافی هر رخساره نیز بیان شده و سپس وضعیت هر چرخه از نظر توالی‌های رسوبی و ارتباط آنها با یکدیگر بیان خواهد شد. در ستون‌های چینه‌شناسی جنوب قائم‌شهر هیچ‌گونه تکرار شدگی و یا قطع‌شدگی توسط فرآیندهایی نظیر گسل خوردگی و یا نفوذ رخساره‌های آذرآواری دیده نشد. بخشی از این توالی به علت پوشش گیاهی زیاد و نبودن بیرون‌زدگی قابل بررسی نبود (شکل ۴). برش پهنه کلا به علت کامل نبودن توالی مورد مطالعه دقیق قرار نگرفت (شکل ۵).

بررسی‌ها نشان داد که تغییرات رخساره‌ای در منطقه جوارم، در قالب سه رخساره که به‌صورت چرخه‌ای می‌باشند انجام گرفته است. چرخه‌ها بیشتر از رسوبات دانه‌درشت در زیر و رسوبات دانه‌ریز در بالا تشکیل می‌شوند.

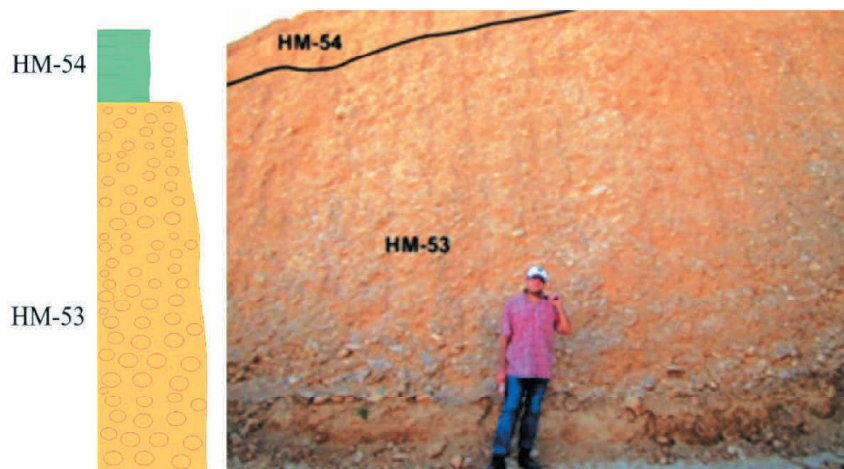
## رخساره دانه‌درشت کنگلومرا

این رخساره بر اساس ضخامت لایه‌ها از کل مجموعه دارای فراوانی ۶۲ درصد است و توسط رخساره‌های ماسه‌سنگی و گل‌سنگی محصور شده است. اجزای سازنده به‌طور کلی شامل کنگلومرای قهوه‌ای و خاکستری، بسیار سخت، مقاوم، پلی میکتیک با قطعاتی از جنس ماسه‌سنگ و سنگ‌آهک‌های قدیمی و ریز شونده به سمت بالا می‌باشند (شکل‌های ۶ و ۷). پراکندگی قلوهای موجود در بخش‌های کنگلومرایی بسیار متفاوت است. مجموع طبقات کنگلومرایی که کل برش جوارم را تشکیل می‌دهد، از دانه‌های به هم چسبیده هم بعد تا کشیده، به طول دو تا ۲۵ سانتی‌متر و عرض سه تا ۱۰ سانتی‌متر تشکیل یافته‌اند. مشخصات آزمایشگاهی نمونه‌های برداشت شده از بخش کنگلومرایی، ماسه‌سنگی و گل‌سنگی سازند چلکن (برش جوارم) در جدول ۲ آمده است.





شکل ۴. کامل ترین برش سازند چلکن (برش جوارم در جنوب قائم شهر). این توالی بیشتر شامل لایه های کنکومرایی ریز شونده به بالا هستند، کادر قرمز ریز شونده به بالا می باشد (HM: Houshang-Mazandaran)



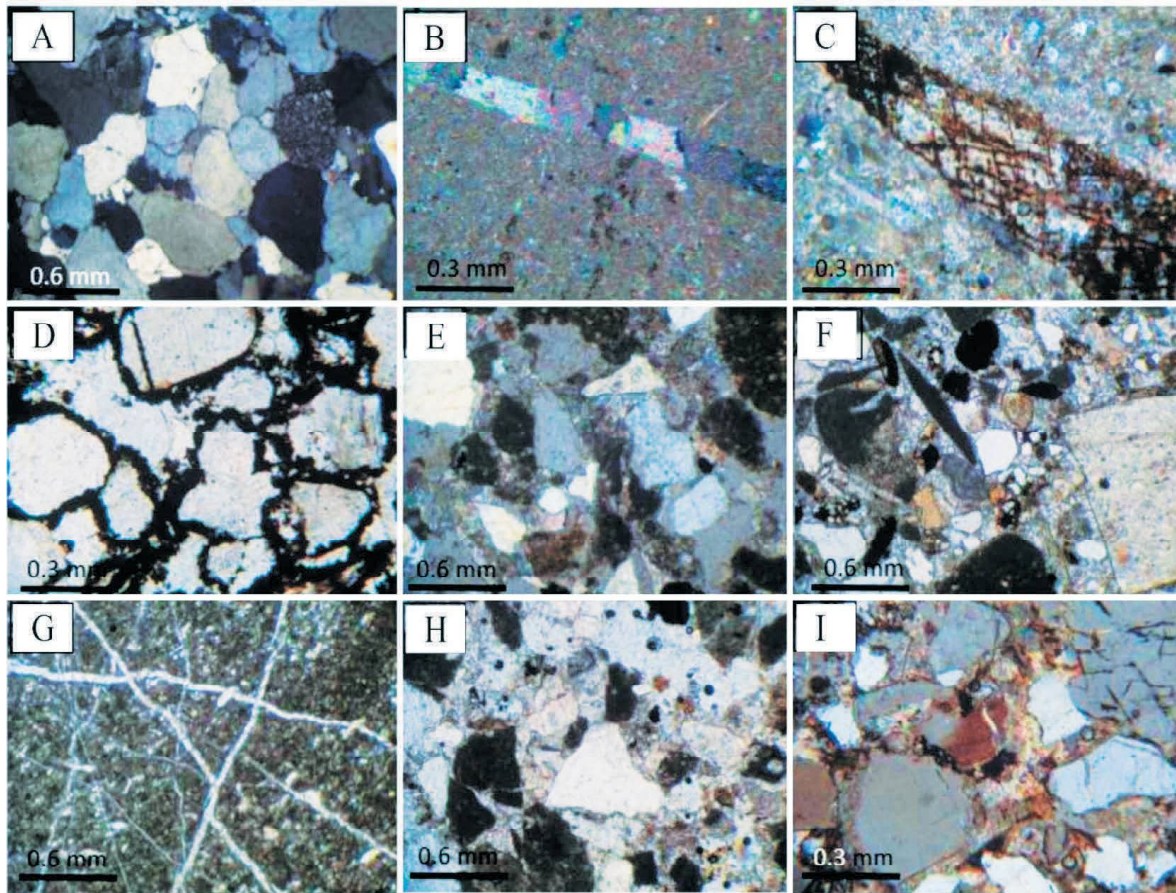
شکل ۵. برش پهنه کلا سازند چلکن در جنوب ساری (جهت نگاه، غرب)

این رخساره شامل قطعات کوارتز آرنایت، ساب لیت آرنایت، اکینودرم و استراکود می‌باشند. زمینه کنگلومرا شامل آرکوز، ساب آرکوز، آرکوز و کربناته (میکروفاسیس‌های بایوکلست وکستون تا پکستون، گرین استون و پکستون) می‌باشد. بایوکلست‌های پکستون شامل قطعات اسکلت دوکفه‌ای‌ها، است که قطعات زمینه حاصل خرد شدن و فرسایش قطعات درست کنگلومرا است.

جدول ۲. مشخصات نمونه‌های برداشت شده از برش جوارم

شماره	رخساره	مطالعات آزمایشگاهی	شماره	رخساره	مطالعات آزمایشگاهی
HM-12	Conglomerate	وکستون برشی شده تا: HM-12A پکستون			ساب آرکوز HM-21D
HM-11	Sandstone	مخلوط دانه‌ریز: HM-11B فیل آرنایت: HM-11A	HM-21	Conglomerate	زمینه ماسه‌سنگی HM-21C بایوکلست پکستون HM-21B
HM-10	Mudstone	مادستون کرم‌رنگ			بایوکلست ایبید گرینستون HM-21A
HM-09	Conglomerate	بایوکلست وکستون: HM-09C ساب آرکوز: HM-09B	HM-20	Mudstone	مادستون: HM-20
		بایو گرینستون: HM-09A	HM-18	Sandstone	CaCO <sub>3</sub> =67.9%; HM-18-Evaporate = 2%
			HM-18	Mudstone	CaCO <sub>3</sub> =5.4% : HM-18-Evaporate = 4.5%
HM-08	Sandstone	زمینه و مخلوط: HM-08A زمینه و مخلوط: HM-08Down			بایوکلست پکستون: HM-17G زمینه ماسه‌سنگی: HM-17F
HM-07	Mudstone	HM-07: CaCO <sub>3</sub> =12.5%- Evaporate = 2%			آرکوز: HM-17E زمینه ماسه‌سنگی: HM-17D
HM-06	Conglomerate	آهک دولومیتی شده: HM-06D بایوکلست مادستون: HM-06C بایو کلست وکستون: HM-06B پکستون ساب لیت آرنایت: HM-06A	HM-17	Conglomerate	زمینه ماسه سنگی: HM-17C تاپ کوارتزیت-آهک چرتی: HM-17B خمیره ماسه‌سنگی: HM-17A
HM-05	Sandstone	سنگ تخریبی مخلوط: HM-05A	HM-16	Conglomerate	کوارتز آرنایت دارای دولومیت: HM-16B آهن دار وکستون: HM-16A
HM-04	Sandstone	سنگ مارنی: HM-04A			بایوکلست پکستون با: HM-15C خرده‌های براکیوپود
HM-03	Mudstone	HM-03: CaCO <sub>3</sub> =5.4% - Evaporate = 1%	HM-15		مخلوط بایو کلست پکستون: HM-15B گرینستون
HM-02	Conglomerate	زمینه بین قطعات: HM-02G ساب آرکوز: HM-02F بایوکلست وکستون: HM-02E وکستون: HM-02D کلسیت کریستالین شده: HM-02C بایوکلست پکستون: HM-02B	HM-14	Conglomerate	بایوکلست پکستون: HM-14C ساب آرکوز: HM-14A
		ساب لیت آرنایت: HM-02A	HM-13	Mudstone	CaCO <sub>3</sub> =41.1%; HM-13-Evaporate = 1.5%
HM-01	Mudstone	HM-01B: CaCO <sub>3</sub> =40.2%- Evaporate=2% HM-01A: CaCO <sub>3</sub> =17.9%- Evaporate=2%			فیل آرنایت: HM-12E ساب آرکوز: HM-12D
			HM-12	Conglomerate	بایوکلست پکستون دارای: HM-12C نومولیت و فرامینیفر بایوکلست وکستون پکستون: HM-12B





شکل ۶. بافت و دیاگرام قطعات سازنده و زمینه رخساره کنگلومرا و بافت رخساره ماسه‌سنگی، (A) ماسه‌سنگ دانه پشتیبان به همراه سیمان سیلیسی رشد اضافی هم‌محور (نمونه HM-02A، کنگلومرا، نور پلاریزه)، (B) بایوکلست مادستون (نمونه HM-06C، کنگلومرا، نور پلاریزه)، (C) وکستون، دولومیتی شدن (نمونه HM-16A، نور پلاریزه)، (D) ماسه‌سنگ دارای سیمان اکسید آهن (نمونه HM-09B، نور طبیعی)، (E) زمینه کنگلومرا (نمونه HM-02G، نور پلاریزه)، (F) زمینه دارای سیمان اکسید آهن (نمونه HM-17F، نور طبیعی)، (G) شکستگی داخل نمونه HM-12B در اثر فشردگی که دوباره پر شده است (نور طبیعی)، (H) شکستگی داخل قطعات درون زمینه (نمونه شماره HM-02G، نور طبیعی)، (I) انحلال و خوردگی دانه‌های کوارتز در زمینه (نمونه HM-53B، نور پلاریزه)

### رخساره ماسه‌سنگی

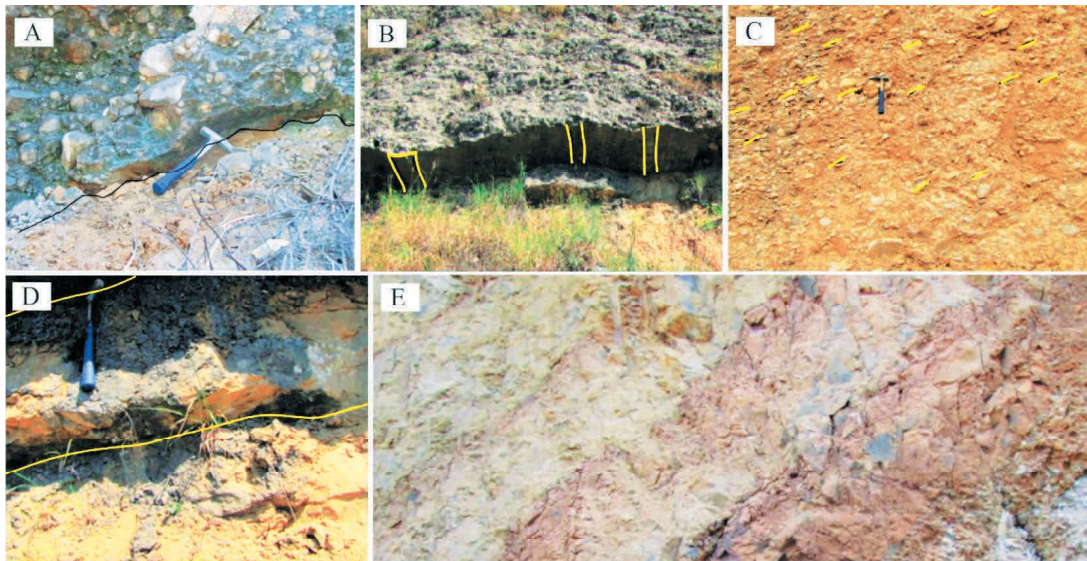
ماسه‌سنگ‌ها با ضخامت چهار سانتی‌متر تا ۲/۵ متر در طول برش پراکنده‌اند و در مجموع شش درصد کل برش را تشکیل می‌دهند. این رخساره کمترین میزان را در بین دیگر رخساره‌ها به خود اختصاص داده است. اندازه دانه‌ها در حد ماسه ریز تا متوسط می‌باشد. ساخت واضحی در این رخساره دیده نشد (شکل D-۷). ضخامت این بخش در حدود ۲۰ تا ۵۰ سانتی‌متر و دارای قاعده فرسایشی می‌باشد. این ماسه‌ها در اصل یکدست بوده و فاقد ریز شونگی به بالا هستند. این رخساره متشکل از ذرات کوارتز، فلدسپات و دارای

این واحدها گاهی بدون فاصله (وجود رخساره گل یا ماسه) بر روی همدیگر نیز ظاهر می‌شوند. بخش زیرین این رخساره روی یک سطح فرسایشی قرار گرفته است (شکل A-۷). همچنین از ساخت‌های موجود می‌توان دانه‌بندی تدریجی، قالب ناودانی (شکل B-۷) و ساخت ایمبریکیشن خفیف (شکل C-۷) را نام برد. جنس قلوه‌سنگ‌های تشکیل‌دهنده رخساره متفاوت و از ماسه‌سنگ لالون تا آهک در آن یافت می‌شود. اندازه قلوه‌ها در حد پیل و بولدر و دانه‌ها عموماً گردشگی خوبی را نشان می‌دهند. جورشدگی رخساره متوسط تا خوب می‌باشد.

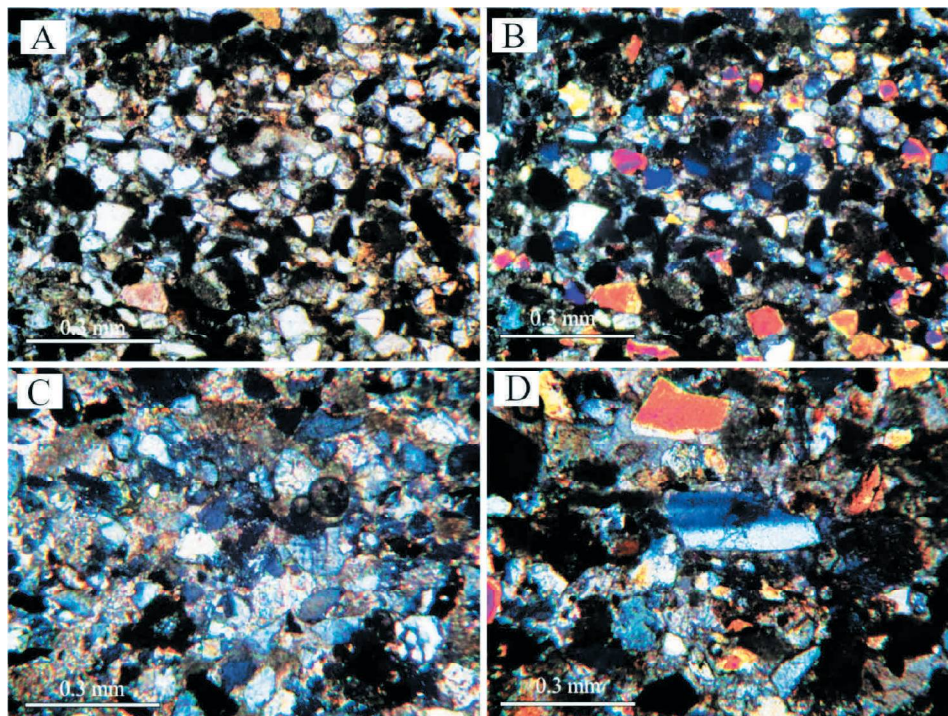


توصیف ماکروسکوپی و میکروسکوپی ارائه شده قلوه‌های ماسه‌سنگی، برای رخساره ماسه‌سنگی همراه افق‌های کنگلومرایی قابل تعمیم است.

سیمان سیلیسی و کربناتی می‌باشد (شکل ۸). نمونه‌های رخساره ماسه‌سنگی دارای ماهیتی مشابه نمونه‌های زمینه ماسه‌سنگی داخل رخساره کنگلومرایی می‌باشد با این تفاوت که ذرات این رخساره بسیار دانه‌ریزتر هستند. بر این اساس



شکل ۷. تصاویر صحرایی و ساخت‌های رسوبی برش جوارم، اندازه قلوه‌سنگ‌ها از پیل تا بولدر می‌باشد، (A) سطح فرسایش بین لایه کنگلومرایی و لایه گل‌سنگی (برش جوارم)، (B) ساخت گاترکست موجود در رخساره کنگلومرا (برش جوارم)، (C) ساخت ایمبریکیشن خفیف (برش پهنه‌کلا)، (D) رخساره ماسه‌سنگی (برش جوارم)، (E) اختلاف رنگ درون رخساره گلی (برش جوارم)



شکل ۸. A و B) نمونه شماره HM-11A، فیل‌آرنایت، دانه‌های کوارتز به همراه لیتیک‌های کربناته و دگرگونی (A- نور طبیعی، B- نور پلاریزه)، (C) نمونه شماره HM-05، ماسه، دانه‌های کوارتز در زمینه سیمان کلسیتی و کربنات (نور پلاریزه)، (D) نمونه شماره HM-11A، نمونه ماسه‌ای، دارای قطعات کوارتز و لیتیک کربناته در زمینه سیمان کلسیتی (نور پلاریزه، مقطع کمی ضخیم است)

1. Gutter cast



جدول ۳. درصد کانی‌های تبخیری و کربناته در برش جوارم سازند چلکن

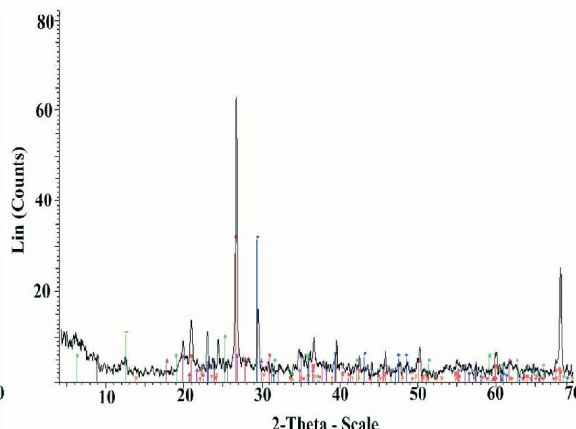
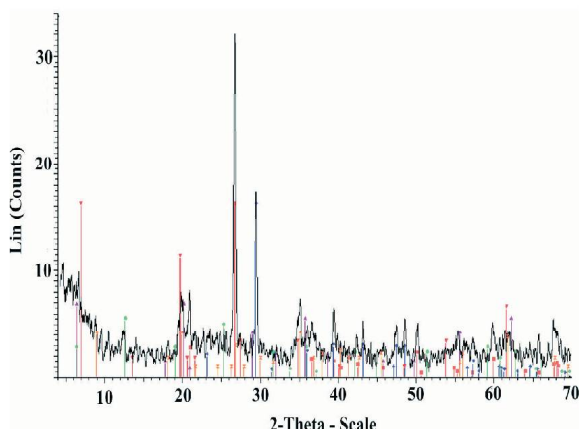
شماره نمونه	درصد تبخیری	درصد کربنات
HM-07	۲	۱۲/۵
HM-04	۱/۵	۳۷/۹
HM-03	۱	۵/۴
HM-01B	۲	۴۰/۲
HM-01A	۲	۱۷/۹

بر اساس نمودارهای به دست آمده و اطلاعات آزمایشگاهی انجام شده از آزمایش XRD، کانی‌های کوارتز و کلسیت در نمونه‌ها غالب می‌باشند (شکل ۹) که به علت همراهی با کنگلومرای متشکل از قلوه‌های ماسه‌سنگی و آهکی منطقی می‌باشد.

کوارتز در گلسنگ‌ها بیشتر در اندازه سیلت بوده، هر چند دانه‌های درشت تر در اندازه ماسه نیز در بخش‌هایی که لایه گلی به ماسه‌سنگ تبدیل می‌شوند، یافت می‌شود. فلدسپات‌ها نیز به دلیل پایداری مکانیکی و شیمیایی کمتر نسبت به کوارتز، به مقدار کمتری در گلسنگ‌ها یافت می‌شوند و همچنین ترکیبات دیگری مانند کلسیت و دولومیت نیز در نمونه‌های گل بررسی شده وجود داشت.

## رخساره گلی

این رخساره، در بین رخساره‌ها، فراوانی متوسطی (حدود ۳۲ درصد) را به خود اختصاص داده است. واحدها ترکیبی از سیلت و رس می‌باشند و ضخامت آنها متغیر است (کم و بیش از ۴۰ سانتی‌متر تا پنج متر). رنگ این رخساره به علت تغییر در میزان کربنات و شاید ماده آلی (در این تحقیق، ماده آلی مورد بررسی و ارزیابی قرار نگرفته است) بین قهوه‌ای و کرم روشن متغیر می‌باشد (شکل ۷-E). رنگ یک گل در واقع تابعی از کانی‌شناسی و ژئوشیمی آن است. مقدار مواد آلی، پیریت و حالت اکسیداسیون آهن از عوامل اصلی کنترل کننده رنگ‌ها می‌باشد (Tucker, 1991). با افزایش مقدار مواد آلی و پیریت، تغییر رنگ به سمت خاکستری و حتی تیره شدن پیش می‌رود و وجود اکسید آهن سه‌ظرفیتی باعث قرمز رنگ شدن گل‌سنگ‌ها می‌شود (Tucker, 1991). این رخساره متشکل از لامینه‌های موازی، گسترش جانبی زیاد (تا چند کیلومتر) و همچنین شکل هندسی صفحه‌ای می‌باشد. در بین این واحدها ماسه‌های ورقه‌ای دانه ریز تا متوسط دیده می‌شود. جدول ۳ درصد کانی‌های تبخیری و کربناته در برش جوارم را نشان می‌دهد.



شماره نمونه	ذرات تشکیل دهنده
HM-07	Quartz – Calcite – Clay Mineral – Dolomite – Feldspar
HM-01A	Quartz – Calcite – Clay Mineral

شکل ۹. نمودار آنالیز پراش اشعه ایکس نمونه شماره HM-01A (چپ)، نمودار آنالیز XRD نمونه شماره HM-07 (راست)

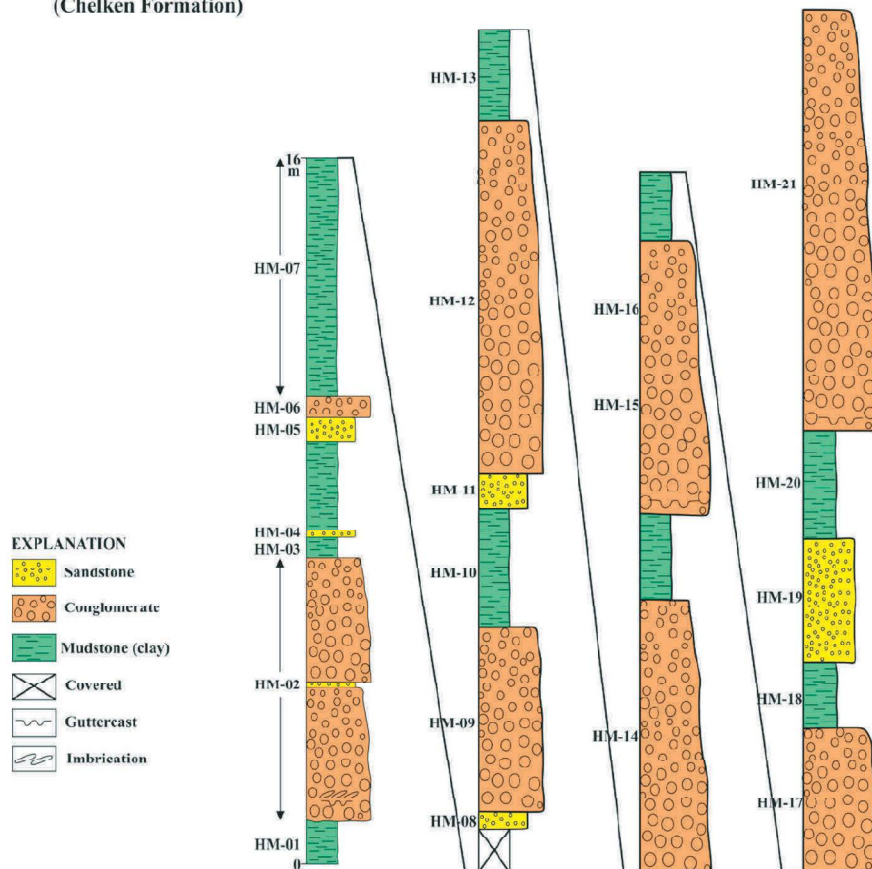
بحث

ماهیت چرخه‌های رخساره‌ها

بر اساس مشاهدات صحرایی، به‌طور کلی مطابق شکل ۱۰ است. در هر چرخه، یک روند کلی ریز شونده به بالا مشاهده می‌شود. این چرخه می‌تواند در محیط‌های رودخانه‌ای بین کانال و دشت سیلابی تکرار شود.

برش اندازه‌گیری شده در جنوب قائم‌شهر (جوآرم) از تکرار چرخه‌های رسوبی تشکیل می‌شود. ترتیب قرارگیری چرخه‌ها

(Chelken Formation)



شکل ۱۰. تکرار و توالی‌های ریز شونده به بالا در برش جوآرم

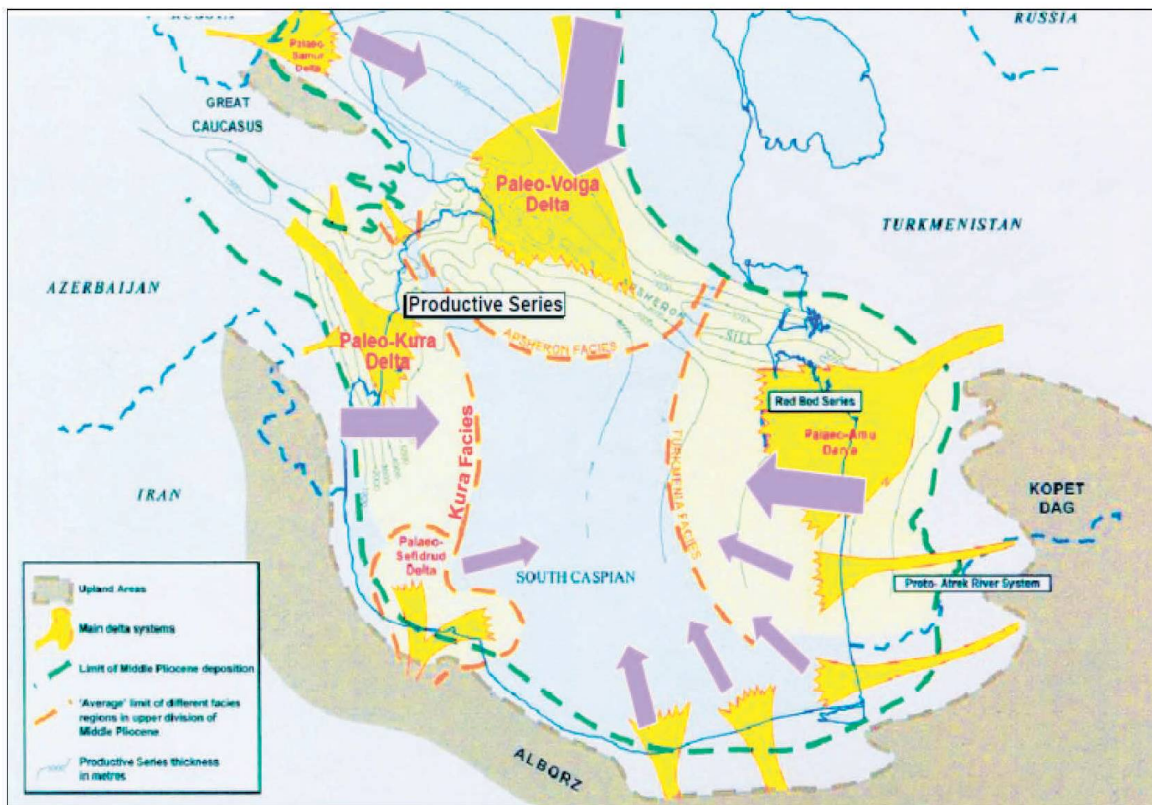
مدل رسوب‌گذاری

رودخانه‌ای می‌باشد. لایه‌های ماسه‌سنگی می‌توانند نشان‌دهنده خاک‌ریزهای طبیعی و یا کرواس اسپیلی<sup>۱</sup> باشند که از طریق رسوب‌گذاری در زمان سیلاب‌ها و جریان‌های کشتی یک‌طرفه به وجود آمده‌اند (Reading and Levell, 1996). در این لایه‌ها ساختی دیده نشد ولی بر اساس ویژگی‌های رسوب‌شناسی و رخساره‌های همراه، زیر محیط کرواس اسپیلی محتمل‌تر می‌باشد. رخساره‌های گل‌سنگی نیز نشان‌دهنده دشت سیلابی این رودخانه می‌باشند. دشت سیلابی در زمان رسوب‌گذاری،

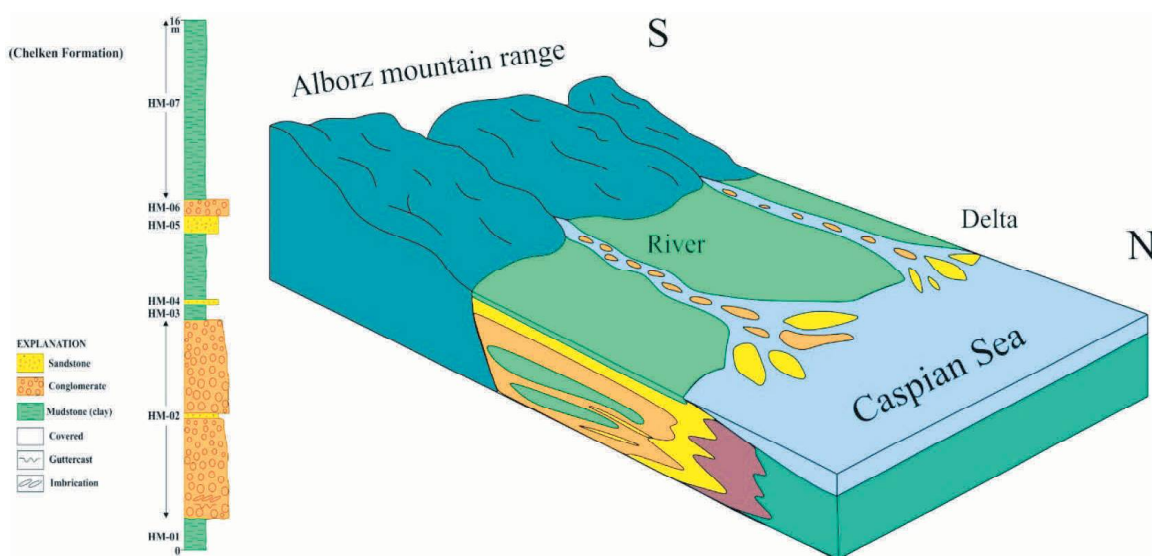
این رسوبات به‌فرم توده‌ای می‌باشند و هر دوره نشان‌دهنده یک دوره سیلاب است که مقدار زیادی رسوبات دانه‌درشت را از طریق رودخانه‌ها به منطقه وارد کرده‌اند. به صورتی که منشاء رسوبات نزدیک خاستگاه اصلی خود هستند. ترکیب سنگ‌شناسی اصلی این سازند بیشتر متشکل از کنگلومرا با اجزای ماسه‌سنگی و آهکی می‌باشد. در لابه‌لای این کنگلومرا، گل‌سنگ و لایه‌های ماسه‌سنگی دانه‌ریز نیز دیده می‌شود. با توجه به مشخصات رسوب‌شناسی این رخساره، از قبیل اندازه ذرات تشکیل‌دهنده، سنگ‌شناسی، ساخت‌های موجود و رخساره‌های همراه، نشان‌دهنده ماهیت کانال

1. Crevasse splay

بارها تحت تاثیر سیلاب‌های حاصل از بالا آمدن آب رودخانه کادر قرمز رنگ).  
 قرار می‌گیرد که سبب فرسایش و حمل مجدد رسوبات در نهایت به نظر می‌رسد این رسوبات در نواحی نزدیک به دریا، بیشتر از نوع رودخانه‌ای باشند (شکل‌های ۱۱ و ۱۲).



شکل ۱۱. نقشه جغرافیای دیرینه محیط رسوب‌گذاری زمان پلیوس دریای خزر (Javadova and Zenina, 2018)



شکل ۱۲. مدل رسوب‌گذاری رودخانه‌های زمان پلیوسن در منطقه مازندران به همراه بخشی از برش جوارم



In: Ham (ed) Classification of Carbonate Rocks. Memoir 1, American Association of Petroleum Geologists, 108-121.

- Gibiling, M.R. and Bird, 1994. Late Carboniferous cyclothems alluvial Paleovalleys in the Sydney Basin, Nova Scotia. Geological Society of America Bulletin, 106. 105-117.

- Javadova, A. and Zenina, M., 2018. The Quaternary deposits of the South Caspian and the adjacent areas on ostracod fauna; 5th International Paleontological Congress, 9-12, France.

- Kazancia, N., Gulbabazadehc, T., Suzanne A.G. Leroy, S.A. and Ozden Ileri, O., 2004. Sedimentary and environmental characteristics of the Gilan-Mazenderan plain, northern Iran: influence of long-and short-term Caspian water level fluctuations on geomorphology. Journal of Marine Systems 46, 1-4, 145-168.

- Mansimov, M. and Aliyev, A., 1994. Reasons of Caspian Sea level fluctuations and predictions for future. Azerbaijan International. A1, 2-3, 48-49.

- Mousavi Rouhbakhsh S.M., 1999. Study and investigation of Chelken and miosen (from Gorgan to Alamdeh) Formations. Internal report of KEPCO.

- Muller, G. and Gatsner, M., 1971. Chemical analysis. Neues Jahrbuch für Mineralogie Monatshefte, 10, 466-469.

- Pettijohn, F.J., 1975. Sedimentary Rocks, 3rd ed. Harper and Row, New York, 628.

- Pettijohn, F.J., Potter, P.E. and Siever, R., 1987. Sand and Sandstone. Springer-Verlag, New York, 553.

- Reading, H.G. and Levell, B.K., 1996. Control on the sedimentary rock record. In: Reading, H.G. (Eds.), 1996, Sedimentary environments: processes, facies and stratigraphy, 3rd Ed., Blackwell Sciences, 688.

## نتیجه‌گیری

به‌طور معمول رسوبات دشت سیلابی باید انطباق بسیار خوبی با رخساره‌های همراه خود داشته باشند. در این آزمایش میزان کربنات کلسیم موجود در لایه‌های گلی انطباق خوبی را با رخساره کنگلومرای همراه خود نشان دادند، به‌طوری‌که با افزایش میزان قلوه‌های کربناته در لایه‌های کنگلومرای، میزان کربنات کلسیم در لایه‌های گلی نیز افزایش پیدا می‌کند.

وجود رخساره کنگلومرای در منطقه، نبود فسیل‌های دریایی و تایید حضور اکسید آهن در مطالعات پتروگرافی، مرز فرسایشی رخساره کنگلومرای با رخساره گلسنگی نشان می‌دهد که این رسوبات در محیط قاره‌ای تشکیل شده‌اند. ساخت‌های رسوبی موجود در رخساره کنگلومرا مانند قالب ناودانی و ساخت ایمبریکیشن، نشان‌دهنده جریان یافتن و حمل قلوه‌های کنگلومرا، توسط عاملی مانند آب می‌باشند. اندازه بزرگ قلوه‌های موجود در رخساره کنگلومرا نشان‌دهنده انرژی بسیار بالای جریان مانند سیلاب می‌باشد. کم‌وبیش تمام ساخت‌های موجود در یک امتداد مشخص جهت‌یافتگی دارند که جهت جریان رودخانه را نشان می‌دهند (شکل ۷).

افزایش میزان کربنات کلسیم نمونه‌های گل در توالی‌ها به سمت بالا، مطابقت بسیار خوبی با افزایش قلوه‌های آهکی در رخساره‌های کنگلومرای همراه با خود را نشان می‌دهند که نشان‌دهنده متاثر بودن این رخساره (رخساره گلسنگ) از رخساره همراه خود (رخساره کنگلومرا) می‌باشد و می‌تواند نشان‌دهنده دشت سیلابی حوضه رسوب‌گذاری رودخانه باشد.

## منابع

- Brunet, M.F., Korotaev, M.V., Ershov, A.V. and Nikishin, A.M., 2003. The South Caspian basin: a review of its evolution from subsidence modelling. Sedimentary Geology, 156, 119-148.

- Dunham, R. J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture.

- Rogel, F., 1998. Palaeogeographic considerations for Mediterranean and Paratethys seaways (Oligocene to Miocene). *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien. Serie A für Mineralogie und Petrographie, Geologie und Paläontologie, Anthropologie und Prähistorie*, 279-310.
- Selley, R., 1985. *Ancient Sedimentary Environments*, Cornell University Press, Ithaca, N.Y., Third Edition, 332.
- Smith-Rouch, L.S., 2006. Oligocene-Miocene Maykop/Diatom total petroleum system of the South Caspian basin province, Azerbaijan, Iran, and Turkmenistan: U.S. Geological Survey Bulletin 6607-I, 61.
- Tucker, M.E., 1991. Sequence Stratigraphy of Carbonate Evaporite Basins, Models and Application to the Upper Permian (Zechstein) of northeast England and adjoining North Sea. *Journal of the Geological Society*, 148, 1019-1036.
- Walther, J., 1894. *Einleitung in die Geologie als Historische Wissenschaft, Beobachtungen über die Bildung der Gesteine und ihrer Organischen Einschlüsse von Johannes Walther*, G. Fischer, 1053.