

# بررسی کانیهای رسی سازند پابده در برش تیپ و داده های NGS این سازند در میدان نفتی کوپال (چاههای شماره ۱۲ و ۳۸)

نوشته: محبوبه حسینی برزی\*، ریحانه علی نژاد کردی\* و هرمز فلاوند\*\*

\* دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، تهران، ایران \*\* شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب، اداره زمین شناسی بنیانی، اهواز، ایران

## Clay Mineral Study of Pabdeh Formation in Type Section and its Comparison with NGS Data from Kupal Oil Field (Well No. 12 & 38)

By: M. Hosseini-Barzi\*, R. Alinejad-Kurdi\* & H. Ghalavand\*\*

\* Shahid Beheshti University, Faculty of Earth sciences, Tehran, Iran

\*\*National Iranian South Oil Company (NISOC), Department of Geology, Ahvaz, Iran

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۰۵/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۰۷/۱۷

### چکیده

سازند پابده از نهشته های ابتدای ترشیری در زون زمین ساختی زاگرس است که در این مطالعه، علاوه بر بررسی کانیهای رسی این سازند در توالی چینه ای، نتایج مرتبط با کانی رسی در این نهشته ها در دو زیر زون فروافتادگی دزفول شمالی (برش سطحی در مقطع تیپ) و میانی (برشهای زیر سطحی) مقایسه شده است. با کلسیم سنجی نمونه های سازند پابده در برش تیپ این سازند، واقع در تنگ پابده، تفکیک لایه های مارن شیلی و مارنی سازند انجام شد. تصاویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) نمونه های انتخابی از این نهشته ها، حاکی از وجود کانی رسی کلریت با ساختار مشخص و از منشأ دیاژنزی (حاصل تبدیل ایلیت به کلریت) است و احتمال وجود دیگر کانیهای رسی (همچنین کلریت) با منشأ تخریبی نیز وجود دارد. تجزیه پراش پرتو ایکس (RD) و تجزیه و تحلیل کیفی داده ها، نوع کانی رسی را در مارنهای شیلی این سازند، مونت موریلونیت، ایلیت و کلریت نشان می دهد. همچنین تجزیه و تحلیل نیمه کمی این داده ها حاکی از روند کلی کاهش میزان رس، کاهش مونت موریلونیت و افزایش ایلیت و کلریت به سمت بالای این سازند است. با توجه به منشأ تخریبی دو کانی مونت موریلونیت و ایلیت در سازند پابده، روند کانیهای ذکر شده، همراه با روند کلی کاهش میزان رس سازند، می تواند بیانگر سرد شدن تدریجی آب و هوا و کم ژرفا شدن حوضه در هنگام نهشت رسوبات سازند پابده به سمت بالای این سازند باشد. همچنین، نبود کانی مونت-موریلونیت در بالا ترین نمونه انتخابی و فراوانی غالب ایلیت در این نمونه، می تواند در ارتباط با فاز کوهزایی پیرنه زون فروافتادگی دزفول شمالی باشد. از سوی دیگر، تعیین کانی رسی در دو برش زیر سطحی میدان نفتی کوپال (چاههای شماره ۱۲ و ۳۸)، با استفاده از نمودارهای چاه پیمایی NGS (بیکهای Th/K و Th-K)، حاکی از وجود کانی رسی مونت موریلونیت و ایلیت است. روند کانی رسی و درصد شیل در این چاهها، بیانگر روند کم و بیش ثابتی است که تنها در بخشهای انتهایی سازند افزایش چشمگیری نشان می دهد. این افزایش همراه با وجود بیشینه مشخصی از اورانیم در نمودارهای چاه پیمایی، می تواند در ارتباط با عملکرد فاز کوهزایی پیرنه در زون فروافتادگی دزفول میانی باشد.

**کلیدواژه ها:** کانی رسی، سازند پابده، تجزیه کلسیم سنجی، تجزیه پراش پرتو ایکس (RD)، میکروسکوپ الکترونی (SEM)، نمودار پرتو زایی گامای طبیعی (NGS).

### Abstract

The calcimetric analysis of samples from Pabdeh Formation, in type section (north of Dezful embayment subzone), represent a marl and shaly marl lithology. SEM images from these samples represent chlorite flakes with diagenetic origin (transformation of illite to chlorite) and imply the possible existence of other detrital clay minerals (include chlorite). However, RD analysis of selected samples indicates the existence of montmorillonite, illite and chlorite showing a descending trend for clay percent and montmorillonite and ascending one for illite and chlorite from bottom to top of these deposits. Based on these evidences, we introduced the possibility for cooling in climate condition and shoaling in depth of deposition, from bottom to top of the Pabdeh Formation.

Study of Th, K & Th/K peaks of NGS log represents the existence of montmorillonite and illite, as common clay mineral. Calculating clay mineral percent, shale percent and uranium trend imply an anomaly at the uppermost part of the Pabdeh Formation which could be related to fault activity in Central Dezful embayment subzone and sediment supply probably due to Pyrenean orogeny. Therefore, investigation of clay mineral represent difference in sedimentary framework between northern Dezful embayment subzone and central Dezful embayment subzone and their different response to change in geological condition.

**Keywords:** Clay mineral, Pabdeh Formation, Calcimetric analysis,  $\text{RD}$ , SEM, NGS log

## مقدمه

(Schnyder et al., 2006; Hearst, et al., 2000; North, 1999). در این بررسی، مطالعه کانیه‌های رسی در بخش‌های غیر کربناتی سازند پابده به منظور تعیین شرایط آب و هوای دیرینه، ژرفای نهشت، چگونگی فرایندهای دیاژنزی در سازند مذکور در برش تیپ و میدان نفتی کوپال واقع در دو زون زمین ساختمانی متفاوت انجام شد. از این اهداف می‌توان برای رسم دقیق‌تر تکامل حوضه زاگرس و جغرافیای دیرینه در محدوده زمانی مورد نظر، استفاده کرد.

## مواد و روشها

نمونه برداری از سازند پابده در برش تیپ با توجه به تغییرات سنگ‌شناختی و رخساره‌ای آن و به تعداد ۲۱۴ نمونه انجام شد. ۸۴ نمونه با تأکید بر بخش‌های غیر کربناتی سازند به منظور تجزیه کلسیم‌سنجی و تعیین دقیق درجه هیبرید شدگی و تفکیک لایه‌های شیلی و مارنی سازند انتخاب شد. این تجزیه با استفاده از دستگاه کلسیم‌سنجی برنارد و روش پیشنهادی (Allman & Lawrence (1972) در آزمایشگاه رسوب‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی انجام شد و نمونه‌های مورد نظر براساس داده‌های حاصله، به روش (Pettijohn et al. (1987) نامگذاری شدند. انتخاب نمونه‌های مناسب برای تجزیه  $\text{RD}$  بر مبنای نتایج حاصل از تجزیه کلسیم‌سنجی (نمونه‌های مارن شیلی با کمترین مقدار کربنات) صورت گرفت و سعی بر آن شد تا در حد ممکن، کل سازند پابده تحت پوشش قرار گیرد. تجزیه  $\text{RD}$  با استفاده از دستگاه Siemens Diffractometer D5000 در سازمان زمین‌شناسی واحد تبریز انجام شد. آماده‌سازی نمونه‌ها برای حذف کربنات‌ها به روش (Grassman and Milet (1961)، حذف و جداسازی مواد آلی به روش (Jackson (1979) و حذف آهن به روش پیشنهادی (Mehra and Jackson (1960) صورت پذیرفت. در این تجزیه، چهار تیمار اشباع پتاسیم، اشباع منیزیم، اشباع پتاسیم بعد از حرارت تا  $550^\circ\text{C}$  و اشباع منیزیم پس از تیمار اتیلن گلیکول به روش پیشنهادی

سازند پابده شامل نهشته‌های دریایی ترشیری حوضه زاگرس است که در این مطالعه، کانیه‌های رسی این سازند در برش تیپ با مختصات  $49^\circ 13' 47''\text{N}$  و  $50^\circ 26' 32''\text{E}$  و میدان نفتی کوپال (چاه شماره ۱۲ با مختصات جغرافیایی  $39^\circ 43' 39''\text{N}$  و  $90^\circ 4' 9''\text{E}$  و چاه شماره ۳۸ با مختصات جغرافیایی  $39^\circ 52' 06''\text{N}$  و  $90^\circ 29' 01''\text{E}$ ) (شکل ۱) مطالعه شده است. برش تیپ سازند پابده در زون فروافتادگی دزفول شمالی و میدان نفتی کوپال با فاصله ۱۲۰ کیلومتری از برش سطحی و در زون فروافتادگی دزفول میانی قرار گرفته است که شرایط حوضه‌ای در این دوزیرزون توسط گسل خوردگی‌های منطقه، تفاوت‌هایی را شامل می‌شود (آقانباتی، ۱۳۸۳). تجمع رس‌ها حاصل عوامل کنترل‌کننده‌ای مانند شرایط آب و هوایی، محیط رسوبی (رس تخریبی) و همچنین فرایندهای دیاژنزی (شامل درجا‌زا و تبدیلی) است و بنابراین تغییرات ترکیب این کانیه‌ها به صورت قائم و جانبی در نهشته‌ها، داده‌های بسیار ارزنده‌ای برای تفسیر منطقه منشأ، آب و هوا، محیط رسوبی دیرینه و تاریخچه دیاژنزی به شمار می‌آید (Mess et al., 2007; Deconinck et al., 2005; Meunier, 2005; Tucker, 2001; Chamley, 1989; Weaver, 1989).

بررسی کانیه‌های رسی توسط میکروسکوپ الکترونی (SEM) می‌تواند درجا‌زا بودن آنها را با توجه به مشاهده ساختارهای شناخته شده کانیه‌های رسی نشان دهد (Weaver, 1989). از سوی دیگر، تجزیه پراش پرتو ایکس ( $\text{RD}$ ) تعیین قطعی کانی‌شناسی آنها را میسر کرده و تجزیه نیمه کمی این داده‌ها نسبت فراوانی آنها را مشخص می‌کند (Khormali et al., 2005; Adatte et al., 2002; Net et al., 2002; Tucker, 2001; Moor & Reynoldes., 1989).

با استفاده از نمودار چاه پیمایی NGS نیز، می‌توان به تعیین نوع سنگ، میزان رس و شیل سازند، تطابق چینه‌ای چاهها، در مواردی که دسترسی مستقیم به نمونه‌های مورد نظر از ژرفای مربوطه مقدور نباشد، پرداخت (رضایی و چهارزی، ۱۳۸۵؛ رضایی، ۱۳۸۰؛ موحد، ۱۳۷۸؛

$$I_{GR} = CGR_{log} - CGR_{min} / CGR_{max} - CGR_{min}$$

در این فرمول  $I_{GR}$  شاخص پرتو گاما،  $CGR_{log}$  قرائت پرتو گاما از نقاط مختلف سازند،  $CGR_{max}$  قرائت بیشینه پرتو گاما در کل سازند و  $CGR_{min}$  قرائت کمینه پرتو گاما در کل سازند است.

### نتایج

کلیسیم‌سنجی ۸۴ نمونه انتخاب شده از نمونه های غیر کربناتی سازند پابده در محل برش تیپ سنگ‌شناسی این نمونه‌ها را بر اساس رده‌بندی (Pettijohn et al. (1987) مارن شیلی تا مارن معرفی می‌کند (جدول ۱). انتخاب همه نمونه‌های سطحی برای تجزیه‌های مورد نظر، براساس داده‌های کلیسیم‌سنجی انجام شد که این نمونه‌ها، در (جدول ۱) قابل مشاهده‌اند. بررسی‌های میکروسکوپ الکترونی ۲ نمونه مورد نظر از برش سطحی (جدول ۱)، حاکی از وجود کانی کلریت دیاژنزی ستاره‌ای شکل (شکل ۲a و ۲b)، تیغه‌های متقاطع (شکل ۲c و ۲d) و ساخت گل کلمی (شکل ۲e و ۲f)، است که تجزیه نیمه کمی (edx) این تیغه‌ها، کلریت بودن این کانیها را تأیید می‌کند. مشاهده اجزای بسیار ریزدانه اما فاقد ساختار مشخص در این نمونه‌ها، احتمال وجود کانیهای رسی با منشأ تخریبی را ممکن می‌سازد.

تجزیه پراش پرتو ایکس ۴ نمونه انتخابی از برش سطحی (جدول ۱) حاکی از وجود ۳ کانی رسی مونت موریلونیت، ایلیت و کلریت در نمونه‌هاست (شکل ۳). لازم به ذکر است که مونت موریلونیت در بالاترین نمونه انتخاب شده (نمونه G-648) مشاهده نگردید. بدین ترتیب وجود مونت موریلونیت و ایلیت بر اساس نتایج  $KD$  و عدم مشاهده آنها در تصاویر SEM حاکی از منشأ تخریبی آنهاست. تجزیه نیمه کمی داده‌ها نیز بیانگر کاهش مونت موریلونیت، افزایش ایلیت و کلریت به سمت بالای سازند پابده است (شکل ۴). در بررسی‌های چاه پیمایی NGS قرائت میزان توریم (Th)، پتاسیم (K)، نسبت بین این دو عنصر (Th/K) و قرار دادن داده‌های حاصل بر روی نمودارهای استاندارد شلومبرژه، نوع کانی رسی غالب را در ژرفاهای مختلف از چاههای شماره ۱۲ و ۳۸ میدان نفتی کوپال، مونت موریلونیت (متداول‌تر) و ایلیت معرفی نمود (شکل ۵ و ۶). همچنین، تعیین میزان فراوانی کانیهای رسی بر اساس درصد شیل سازند (شکل ۷) بیانگر روند تقریباً ثابت و یک بی‌هنجاری افزایشی در بخشهای بالایی سازند است (شکل ۷). میزان اورانیم قرائت شده از نمودار NGS در این چاهها نیز در بخشهای بالایی سازند پابده نسبت به سایر بخشها افزایش چشمگیری (بیش از ۱۰ ppm) دارد (شکل ۸).

(Hardy & Tucker 1988) بر روی نمونه‌ها انجام گرفت. تجزیه کیفی نتایج با استفاده از الگوهای پراش استاندارد (Reynolds, 1985) NEWMOD انجام شد. همچنین، برای تجزیه نیمه کمی از فرمول پیشنهادی (Weir et al. 1975)، استفاده شده است:

$$I_{Kaolinite} / 2.5 + I_{Illite} + I_{Smectite} + I_{Chlorite} / 2 = 100 \%$$

قرائت داده‌ها برای تجزیه نیمه کمی این کانیها نیز بر اساس روش حاصل از تیمار اتیلن گلیکول انجام شد.

انتخاب دو نمونه با میزان کربنات کمتر (براساس نتایج کلیسیم‌سنجی)، فراوانی و تنوع بالای کانی رسی (بر اساس نتایج پراش اشعه ایکس) برای مطالعات SEM و برای تعیین شیوه تشکیل کانیهای رسی صورت گرفت، این نمونه‌ها در ابتدا با دستگاه Sputter Coater Scdoos با عنصر طلا لایه نشانی شدند و سپس با میکروسکوپ الکترونی (مدل Philips K30) در دانشگاه تربیت مدرس تهران بررسی شدند. لازم به ذکر است دستگاه مذکور مجهز به آنالیزور (تجزیه گر) (edx) بوده است که با استفاده از این تجزیه‌گر می‌توان مقادیر عناصر موجود در نمونه را برای همه عناصر با عدد اتمی بالاتر از ۶ به طور کمی و نقطه ای مشخص نمود (رزم آرا، ۱۳۸۴).

با توجه به اهداف ذکر شده و تفاوت زون زمین ساختی میدان نفتی کوپال (فروافتادگی دزفول میانی) نسبت به منطقه تیپ (فروافتادگی دزفول شمالی) میدان نفتی مذکور برای بررسی و مطالعه مد نظر قرار گرفت. از سوی دیگر از آنجا که بررسی و مطالعه کانیهای رسی در مقاطع زیرسطحی با استفاده از نمودار چاه پیمایی NGS انجام می‌شود، لازم بود تا چاههای انتخابی دارای اطلاعات چاه پیمایی مورد نظر باشند. همچنین حفاری سازند پابده در آنها به طور کامل انجام شده باشد. به همین منظور چاههای شماره ۱۲ و ۳۸ میدان نفتی کوپال مد نظر قرار گرفت. تعیین نوع کانی رسی در میدان نفتی کوپال (چاههای شماره ۱۲ و ۳۸) با استفاده از داده‌های نمودار NGS در بخشهای شیلی سازند (توریم بیشتر از ۲ ppm، CGR بیشتر از ۲۰ API) انجام شد. بدین ترتیب که میزان توریم (Th)، پتاسیم (K) و نسبت توریم به پتاسیم (Th/K) در این بخشها قرائت گردید. سپس داده‌های حاصله در نمودارهای استاندارد معرفی شده توسط شرکت شلومبرژه (Schlumberger, 1988) قرار داده شد و در نهایت نوع کانی رسی معین شد.

میزان حجم کانی رسی در این چاه‌ها نیز با استفاده از میزان درصد شیل سازند در ژرفای مربوطه و با استفاده از نمودار معرفی شده توسط (Potter et al. 1980) انجام شد. درصد شیل سازند با استفاده از فرمول و نمودار پیشنهادی (Asquith and Gibson 1982) محاسبه شد:

### شیوه تشکیل کانی رسی

عبور آرام شرایط گلخانه‌ای در زمان کرتاسه بالایی دانست (Deconinck et al., 2005; Khormali et al., 2005; Adatte et al., 2002; Stuben et al., 2002).

از سوی دیگر ایلیت و کلریت با منشأ تخریبی در شرایط آبکافت (هیدرولیز) و هوازدگی در آب و هوای سرد و معتدل و / یا خشک تشکیل می‌شوند (Khormali et al., 2005; Jeong et al., 2004; Adatte et al., 2002; Net et al., 2002; Stuben et al., 2002).

Deconinck et al. (2005)، نیز افزایش میزان ایلیت را به سرد شدن کلی آب و هوا نسبت می‌دهند. بنابراین با توجه به افزایش میزان ایلیت (با منشأ تخریبی) و کلریت (با منشأ احتمالی تخریبی) به سمت بالای سازند در محل برش تیپ (شکل ۴) احتمالاً این رسوبات در آب و هوای سردتر تشکیل شده‌اند. لازم به ذکر است که بیات (۱۳۸۴) نیز وجود گونه نانوفسیلی Reticulofenestra با ناحیه مرکزی باز، در بخشهای بالایی سازند را در ارتباط با آب و هوای معتدل و نشانه آمیختگی آبهای سرد قطبی با جریانهای گرم حاره‌ای می‌داند. وی همچنین، حضور گونه نانوفسیلی Dictyococcites را در بخشهای انتهایی سازند، به سرد شدن کامل اقلیم در زمان نهشت این رسوبات نسبت می‌دهد.

### تغییرات ژرفا

با توجه به این که مونت موریلونیت به دلیل اندازه بسیار کوچک بلور آن (کوچک تر از ۱ میکرون) و توانایی تشکیل مجموعه‌های (آگرگات) با چگالی پایین (Meunier, 2005) حاصل رسوبگذاری در بخشهای ژرف تر حوضه است (Adatte et al., 2002) فراوانی غالب مونت موریلونیت در چاههای شماره ۱۲ و ۳۸ میدان نفتی کوپال با توجه به شکل ۵ و ۶ می‌تواند شاهدهی بر ژرف بودن محیط تشکیل رسوبات سازند پابده در چاههای مذکور در زون فروافتادگی دزفول میانی باشد. این مهم توسط مطیعی (۱۳۷۲)، (Berberian and King (1981) و Wells (1967) که معتقدند فروافتادگی دزفول میانی در بخش ژرف ناوه (تراف) خوزستان قرار داشته‌است، تأیید می‌شود. همچنین، ایلیت حاصل نهشت در بخشهای کم‌ژرف‌تر حوضه است (Deconinck et al., 2005) افزایش ایلیت همزمان با کاهش مونت موریلونیت به سمت بالای سازند در محل مقطع تیپ (شکل ۴)، کم ژرفا شدن حوضه و افت تدریجی سطح آب دریاها را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که بررسی رخساره‌های کربناتی سازند پابده در برش تیپ آن نیز روند کاهش ژرفا را تأیید می‌کند (محسنی، ۱۳۸۳).

در واقع، با توجه به نتایج بررسی کانیهای رسی در این منطقه

منشأ دیاژنزی کلریت (با توجه به تصاویر SEM در شکل ۲) در محل برش تیپ سازند می‌تواند با دو فرض همراه باشد که فرض اول حاکی از تبدیل ایلیت به کلریت طی واکنش دیاژنزی زیر می‌باشد (Meunier, 2005):  
$$15 \text{ Dolomite} + 2 \text{ Illite} + 3 \text{ Quartz} + 11 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{ Chlorite} + 15 \text{ Calcite} + 2 \text{ K}^+ + 2 (\text{OH}^-) + 15 \text{ CO}_2$$

از سوی دیگر، می‌توان فرض تبدیل مونت موریلونیت به کلریت را بر اثر واکنش دیاژنزی زیر مطرح کرد (Moore and Reynoldes., 1989):  
$$\text{K-Feldspar} + \text{Smectite} \rightarrow \text{Illite} + \text{Chlorite} + \text{Quartz}$$
بر اساس این واکنش، علاوه بر کلریت، ایلیت نیز باید در محیط دیاژنزی تشکیل شود، اما از آنجا که در مشاهدات میکروسکوپ الکترونی شاهدهی بر وجود ایلیت با منشأ دیاژنزی دیده نشده است، تشکیل کلریت دیاژنزی از تغییر و تبدیل کانی مونت موریلونیت منتفی است. از سوی دیگر بر اساس تجزیه و تحلیل نیمه کمی داده‌های حاصل از KD افزایش کلریت با افزایش ایلیت به سمت بالای سازند در محل برش تیپ همراه است. بر این اساس تشکیل کلریت دیاژنزی از تغییر و تبدیل ایلیت به واقعیت نزدیک‌تر است. لازم به ذکر است که به رغم مطالعات SEM انجام شده، منشأ قطعی دیاژنزی کانی کلریت می‌تواند با احتمال منشأ تخریبی این کانی همراه باشد.

### آب و هوا

(Khormali et al., 2005)، بر این باورند که ظهور اسمکتیت پیامد گسترش خاک در شرایط آب و هوایی گرم و معتدل با تناوب فصلی خشک و مرطوب است. (Deconinck et al., 2005) نیز معتقدند که این کانی در شرایط زهکشی ضعیف خاک تشکیل می‌شود. از سوی دیگر (Tucker, 2001)، معتقد است در نواحی با آبخوبی محدود، مانند خاکهای نواحی معتدل، ایلیت کانی رسی متداول است. بر این اساس، حضور همزمان مونت موریلونیت و ایلیت در سازند پابده (در برش تیپ و چاههای شماره ۱۲ و ۳۸ میدان نفتی کوپال) (شکل ۵ و ۶) می‌تواند بیانگر تشکیل رسوبات در شرایط آب و هوایی معتدل و گرم، آبخوبی محدود و زهکشی ضعیف خاک باشد. این در حالی است که حضور گونه‌های نانوفسیلی Sphenolith و Discoaster در بخشهای ابتدایی سازند (در برش تیپ) نیز گواه دیگری بر شرایط آب و هوایی گرم در زمان نهشت رسوبات بخش ابتدایی سازند پابده است (بیات، ۱۳۸۴). همچنین فراوانی غالب مونت موریلونیت در بخشهای ابتدایی سازند پابده در برش تیپ را می‌توان در ارتباط با

آقاناتی (۱۳۸۳) سن کوهزایی پیرنه را در ایران ائوسن-الیگوسن معرفی نموده و این رخداد را در ایران همراه با ماگمازایی با ترکیب اسیدی، دگرگونی و کانی زایی می داند. این مطالعه نیز، با توجه به مطالعه موازی نانوفسیلی انجام شده (بیات، ۱۳۸۴) و تغییر در کانی رسی، سن پریابونین-روپلین را برای کوهزایی پیرنه تأیید می کند.

Tucker (2001) معتقد است که کلریت در شرایط آب شویی متوسط و خاکهای اسیدی مناطق معتدل تشکیل می شود، بنابراین حضور کلریت همراه ایلیت در بخشهای انتهایی سازند پابده در برش تیپ، در صحت سنگ منشأ اسیدی خدشه ای وارد نمی کند. بر این اساس، کاهش مونت موریلونیت، افزایش ایلیت و کلریت به سمت بالای سازند، می تواند هماهنگ با روند تغییر در سنگ منشأ بازی به اسیدی باشد.

افزایش ناگهانی کانی رسی و درصد شیل در بخشهای بالایی سازند پابده در چاههای مورد مطالعه (شکل ۷) نیز احتمالاً در ارتباط با کوهزایی پیرنه است. هویزروی (۱۳۷۷) معتقد است که این کوهزایی در زون فروافتادگی دزفول میانی با افزایش ورود تخریبی همراه بوده است و به صورت آهک و شیلهای حاوی سیلت و ماسه دیده می شود. رضایی و چهارازی (۱۳۸۵) نیز بر این باورند که کانیهای اورانیم دار از آب شویی سنگ منشأ آذرین اسیدی حاصل می شود. بر این اساس، افزایش چشمگیر در میزان اورانیم ثبت شده به وسیله نمودار NGS (پیک اورانیم) (شکل ۸) در چاههای مورد مطالعه دلیل دیگری بر وقوع فاز پیرنه بوده و ماگمازایی اسیدی آن را تأیید می کند.

### نتیجه گیری

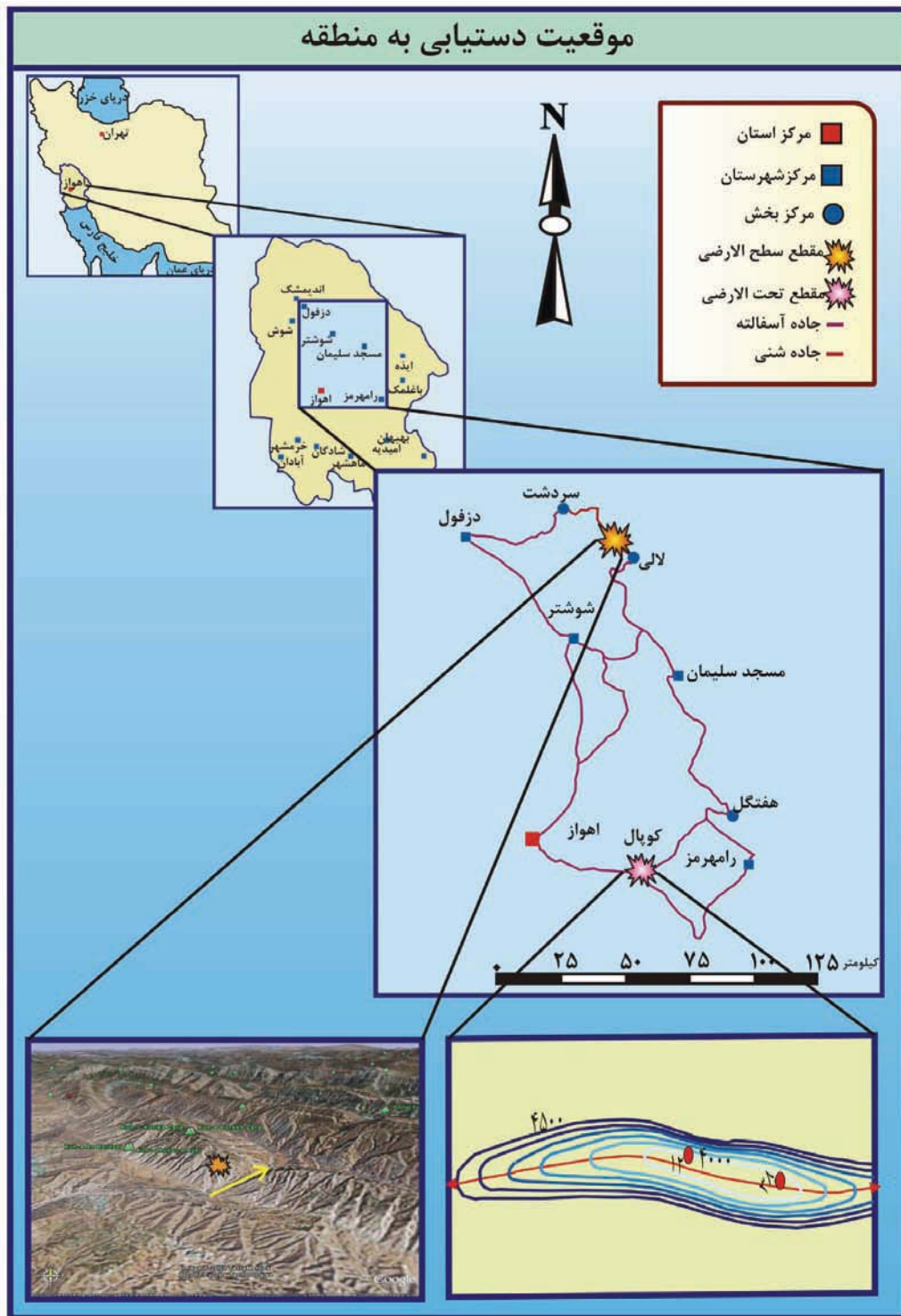
سازند پابده با سنگ شناسی کربناتی-مارنی و مارن شیلی، شواهدی از تغییرات آب و هوایی و سطح آب دریاها، منطبق با تغییرات جهانی آنها در کانیهای رسی خود حفظ نموده است که به صورت روند سرد شدن آب و هوا و کم ژرفا شدن حوضه در طی نهشت رسوبات سازند پابده می باشد. رسوبات این سازند، رخداد فاز کوهزایی پیرنه را به صورت افزایش ورود تخریبی و اوج شدید اورانیم در زون فروافتادگی دزفول میانی، نبود مونت موریلونیت و فراوانی غالب ایلیت در زون فروافتادگی دزفول شمالی، ثبت نموده است.

و همچنین، منحنی جهانی سطح آب دریاها (Vail et al., 1977) و دیگر مطالعات انجام شده در این محدوده زمانی (Deconinck et al., 2005; Khormali et al., 2005; Adatte et al., 2002; Stuben et al., 2002) آب و هوای جهانی طی نهشت سازند پابده، رو به سردی گذاشته و سطح جهانی آب دریاها افت کلی را نشان می دهد.

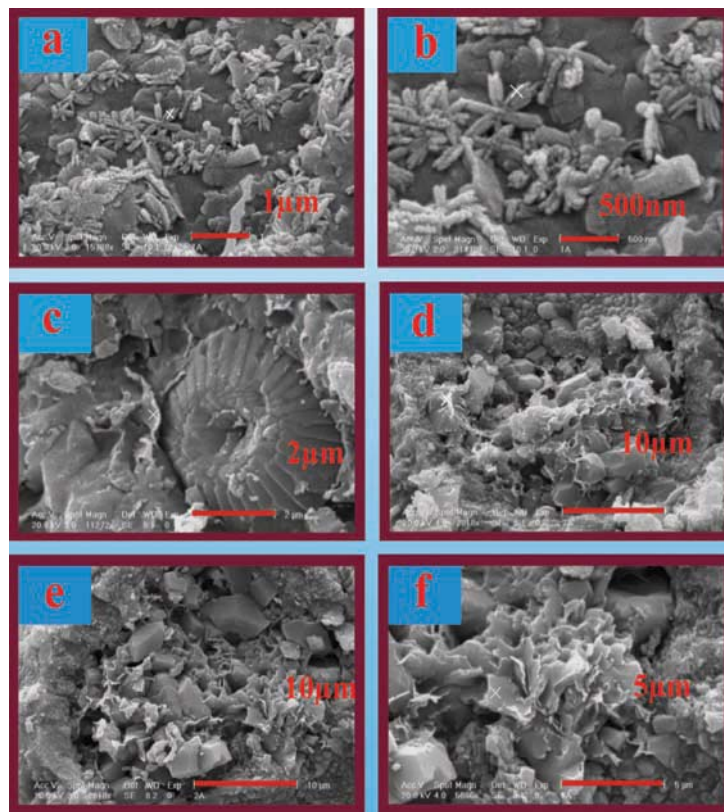
### سنگ مادر و کوهزایی در تشریح زاگرس

(Watanaba et al., 2006) معتقدند مونت موریلونیت در شرایط pH و  $Mg^{2+}$  بالا تشکیل می شود که چنین شرایطی در خاکهای مشتق شده از سنگ منشأ آندزیتی و مافیک حاصل می شود. (Tucker 2001) بیان می کند که مونت موریلونیت در خاکهای ژلی (با زهکشی ضعیف) و خاکهای منطقه خشک که بسیار قلیایی هستند، فراوان می باشند. (Jeong et al., 2004) نیز با اعتقادی مشابه، مونت موریلونیت را حاصل فرسایش سنگهای آتشفشانی بازی می داند. همچنین، ایشان معتقدند که کلریت نیز، نتیجه هوازدگی فیزیکی سنگهای آتشفشانی بازی و دگرگونی است. بنابراین وجود مونت موریلونیت تخریبی (و نه کائولینیت تخریبی) به همراه حضور کلریت با منشأ احتمالی تخریبی در برش تیپ، به عنوان کانی رسی حاصل از هوازدگی سنگ منشأ سازند پابده شاهدهی است بر بازی بودن ترکیب سنگ منشأ که مرتبط با زمین ساخت این محدوده زمانی در زاگرس می باشد (Alavi, 2004).

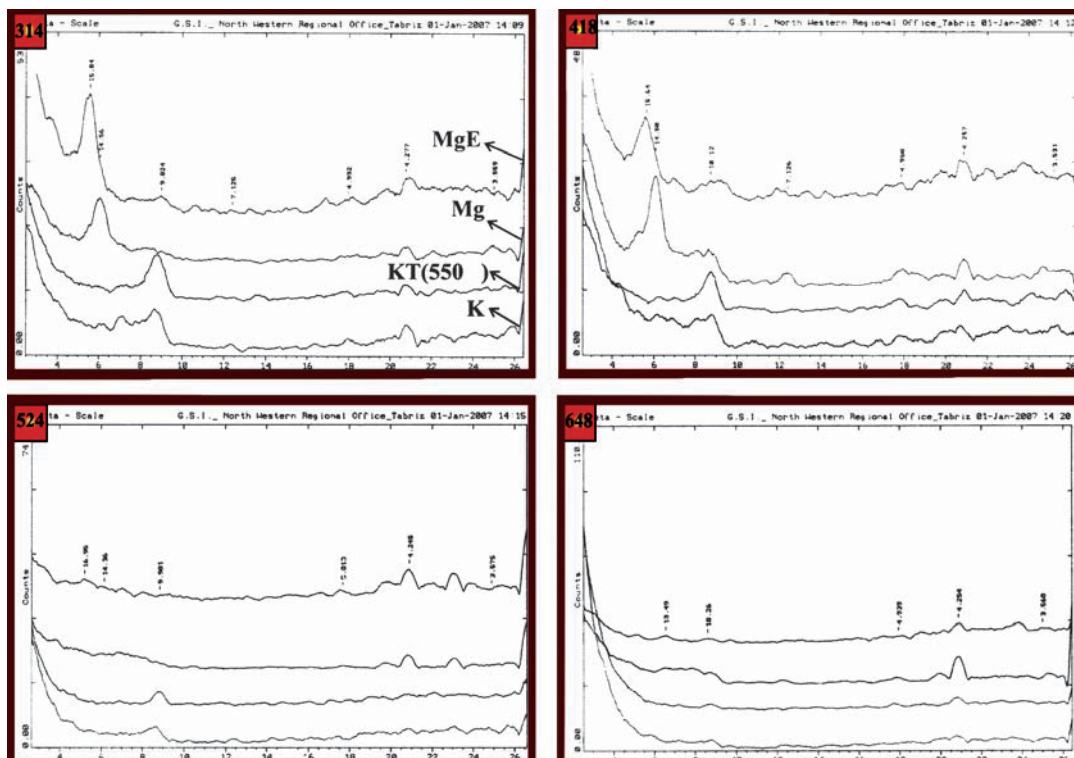
از طرف دیگر، (Jeong et al., 2004) ایلیت را حاصل فرسایش سنگ منشأ اسیدی معرفی می کنند و (Mess et al., 2007) نبود اسمکتیت را زمانی که راستای عمومی ورود رسوب به حوضه رسوبی بدون تغییر باقی مانده باشد، بیانگر تغییرات الگوی زهکشی حوضه آبریز می داند. همچنین، (Deconinck et al., 2005) قطع شدن ورود مونت موریلونیت تخریبی را با حضور ایلیت تخریبی، بیانگر جوان شدن زمین ساخت منطقه همراه با فرایند آتشفشانی و افزایش ایلیت تخریبی را نمایانگر شرایط فرسایش توده خشکی جدید می داند. بر این اساس، نبود مونت موریلونیت در نمونه G-648 و فراوانی غالب ایلیت در این نمونه، با توجه به این که مطالعات موازی نانوفسیلی سازند پابده در برش تیپ (بیات، ۱۳۸۴) سن این نمونه را مربوط به زمان پریابونین-روپلین می داند، با احتمال بسیار زیاد در ارتباط با وقوع رخداد کوهزایی پیرنه می باشد. به همین ترتیب، حضور غالب ایلیت در این نمونه در ارتباط با تغییرات اساسی در محل سنگ منشأ، مطابق با فرسایش ترکیبهای اسیدی و شاهد دیگری است که وقوع فاز کوهزایی پیرنه را با ماگمازایی اسیدی تأیید می کند.



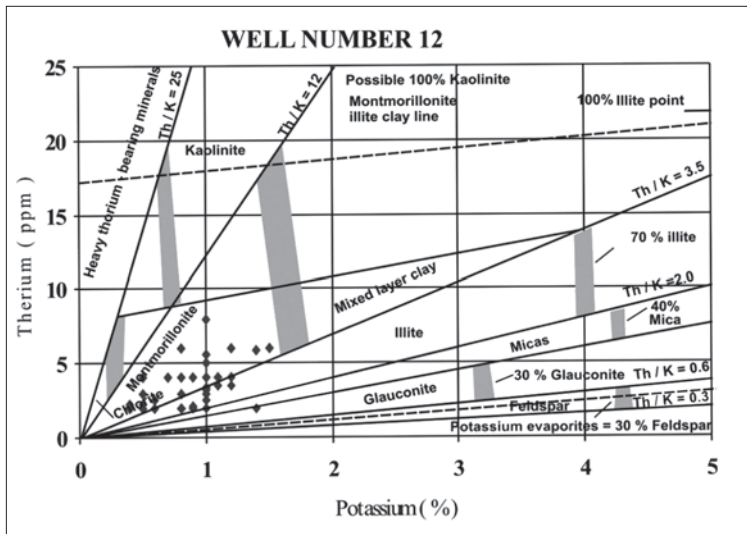
شکل ۱ - موقعیت دسترسی به مقطع تیپ سازند پابده



شکل ۲- تصاویر کلریت دیاژنزی با استفاده از میکروسکوپ الکترونی از نمونه های مورد مطالعه

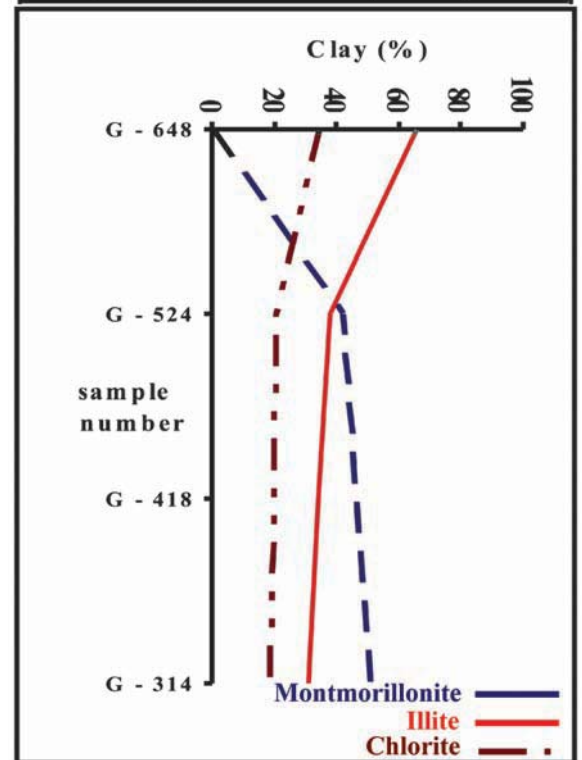


شکل ۳- نمودارهای مربوط به تجزیه EDX نمونه های مطالعه شده

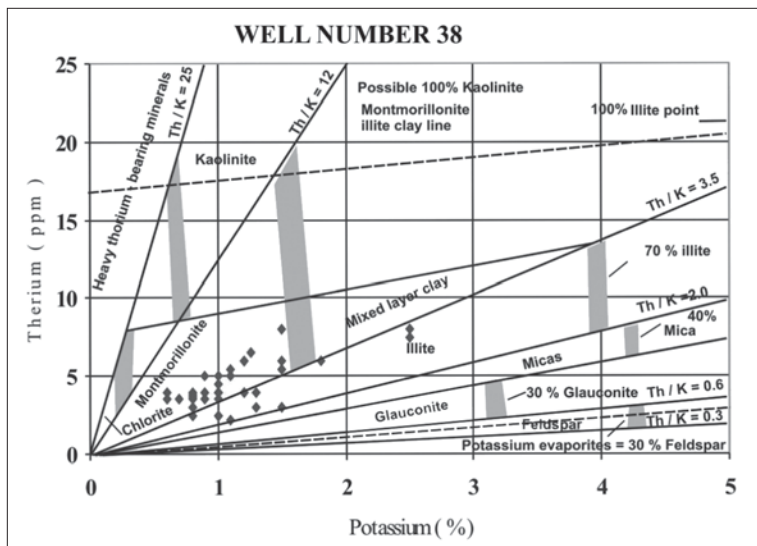


شکل ۵- تعیین نوع کانی رسی در چاه شماره ۱۲  
میدان نفتی کوپال (Schlumberger, 1988)

| Row | Sample number | Montmorillonite | Illite | Chlorite |
|-----|---------------|-----------------|--------|----------|
| 1   | G-314         | 50.46           | 31.01  | 18.51    |
| 2   | G-418         | 46.37           | 34.19  | 19.43    |
| 3   | G-524         | 42.04           | 37.83  | 20.12    |
| 4   | G-648         | 0               | 65.71  | 34.28    |

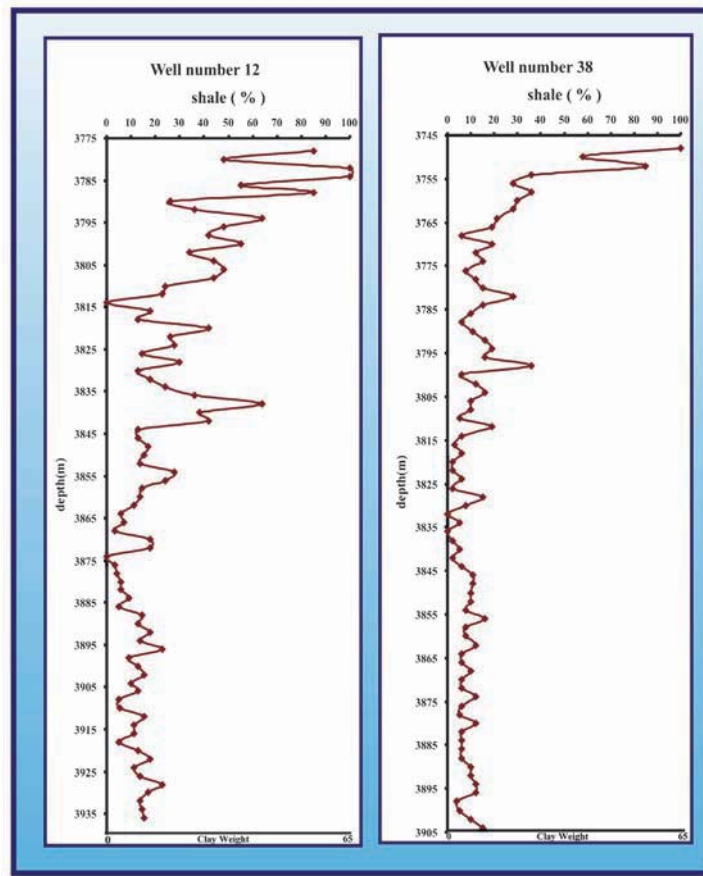


شکل ۴- تجزیه نیمه کمی کانیهای رسی در سازند پابده

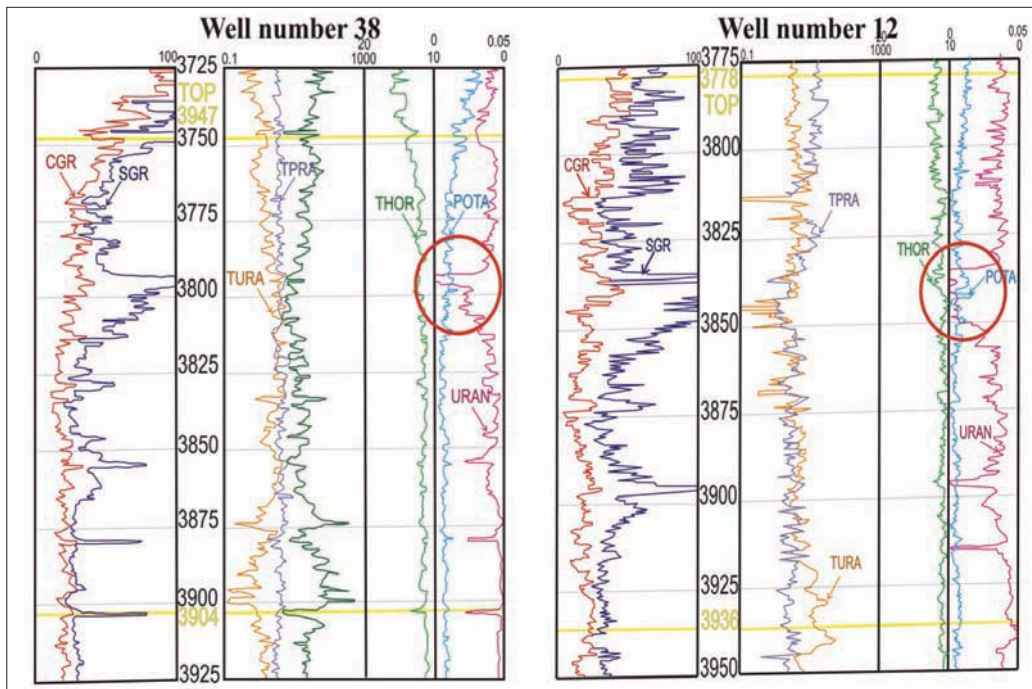


شکل ۶- تعیین نوع کانی رسی در چاه شماره ۳۸  
میدان نفتی کوپال (Schlumberger, 1988)





شکل ۷- نمودار میزان درصد شیل و کانی رسی در چاههای شماره ۱۲ و ۳۸ میدان نفتی کویال



شکل ۸- نمودار چاه پیمایی NGS در چاههای مورد مطالعه (\* دایره ها نشان دهنده اوج اورانیم است).

جدول ۱ - نتایج حاصل از تجزیه کلسیم سنجی و نامگذاری نمونه‌ها بر اساس تقسیم‌بندی (Pettijohn et al. 1987)

S = نمونه های مورد مطالعه با SEM, X = نمونه های مورد مطالعه با RD

| row | Sample number | CaCo3 % | Lithology  |     | row | Sample number | CaCo3 % | Lithology  |   |
|-----|---------------|---------|------------|-----|-----|---------------|---------|------------|---|
| 1   | G -314        | 36.74   | marl       | S,X | 43  | G -546        | 35.72   | marl       |   |
| 2   | G -324        | 47.52   | marl       |     | 44  | G -548        | 39.09   | marl       |   |
| 3   | G -330        | 37.74   | marl       |     | 45  | G -554        | 53.58   | marl       |   |
| 4   | G -336        | 42.13   | marl       |     | 46  | G -558        | 42.13   | marl       |   |
| 5   | G -344        | 35.39   | marl       |     | 47  | G -560        | 35.39   | marl       |   |
| 6   | G -350        | 42.13   | marl       |     | 48  | G -562        | 42.46   | marl       |   |
| 7   | G -356        | 40.11   | marl       |     | 49  | G -566        | 36.73   | marl       |   |
| 8   | G -362        | 52.57   | marl       |     | 50  | G -568        | 44.15   | marl       |   |
| 9   | G -366        | 38.75   | marl       |     | 51  | G -572        | 40.44   | marl       |   |
| 10  | G -368        | 37.75   | marl       |     | 52  | G -576        | 51.56   | marl       |   |
| 11  | G -370        | 40.78   | marl       |     | 53  | G -580        | 40.11   | marl       |   |
| 12  | G -374        | 43.14   | marl       |     | 54  | G -582        | 39.77   | marl       |   |
| 13  | G -376        | 37.07   | marl       |     | 55  | G -584        | 36.73   | marl       |   |
| 14  | G -382        | 38.75   | marl       |     | 56  | G -586        | 37.07   | marl       |   |
| 15  | G -388        | 37.75   | marl       |     | 57  | G -590        | 41.79   | marl       |   |
| 16  | G -394        | 37.07   | marl       |     | 58  | G -594        | 52.52   | marl       |   |
| 17  | G -400        | 40.11   | marl       |     | 59  | G -600        | 37.41   | marl       |   |
| 18  | G -406        | 48.53   | marl       |     | 60  | G -604        | 38.08   | marl       |   |
| 19  | G -412        | 33.71   | Shaly marl |     | 61  | G -608        | 38.75   | marl       |   |
| 20  | G -418        | 43.01   | Shaly marl | X   | 62  | G -612        | 39.77   | marl       |   |
| 21  | G -424        | 35.72   | marl       |     | 63  | G -614        | 34.71   | Shaly marl |   |
| 22  | G -430        | 36.74   | marl       |     | 64  | G -620        | 37.74   | marl       |   |
| 23  | G -436        | 36.06   | marl       |     | 65  | G -628        | 37.07   | marl       |   |
| 24  | G -443        | 49.54   | marl       |     | 66  | G -632        | 39.43   | marl       |   |
| 25  | G -450        | 35.38   | marl       |     | 67  | G -634        | 37.07   | marl       |   |
| 26  | G -456        | 37.62   | marl       |     | 68  | G -638        | 39.43   | marl       |   |
| 27  | G -460        | 37.41   | marl       |     | 69  | G -642        | 32.01   | Shaly marl | X |
| 28  | G -464        | 41.11   | marl       |     | 70  | G -648        | 34.04   | Shaly marl |   |
| 29  | G -474        | 41.79   | marl       |     | 71  | G -652        | 35.38   | marl       |   |
| 30  | G -480        | 36.06   | marl       |     | 72  | G -658        | 40.44   | marl       |   |
| 31  | G -486        | 36.41   | marl       |     | 73  | G -660        | 37.74   | marl       |   |
| 32  | G -492        | 39.43   | marl       |     | 74  | G -662        | 43.81   | marl       |   |
| 33  | G -498        | 34.04   | Shaly marl |     | 75  | G -666        | 40.11   | marl       |   |
| 34  | G -502        | 41.12   | marl       |     | 76  | G -670        | 40.11   | marl       |   |
| 35  | G -508        | 39.77   | marl       |     | 77  | G -674        | 39.43   | marl       |   |
| 36  | G -512        | 35.38   | marl       |     | 78  | G -678        | 36.41   | marl       |   |
| 37  | G -518        | 34.37   | Shaly marl |     | 79  | G -776        | 51.56   | marl       |   |
| 38  | G -524        | 34.37   | Shaly marl | S,X | 80  | G -788        | 39.77   | marl       |   |
| 39  | G -530        | 36.06   | marl       |     | 81  | G -792        | 40.44   | marl       |   |
| 40  | G -536        | 37.41   | marl       |     | 82  | G -823        | 35.38   | marl       |   |
| 41  | G -540        | 39.09   | marl       |     | 83  | G -855        | 42.46   | marl       |   |
| 42  | G -542        | 39.43   | marl       |     | 84  | G -860        | 37.07   | marl       |   |

## کتابنگاری

- آقاباتی، ع.، ۱۳۸۳- زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ صفحه.
- بیات، ش.، ۱۳۸۴- لیتواستراتیگرافی و نانو استراتیگرافی سازند پابده در برش تنگ پابده و مقایسه آن با رخنمون تنگ ماغر (کوه بنگستان)، رساله کارشناسی ارشد زمین شناسی، گرایش چینه شناسی و فسیل شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۹۸ صفحه.
- رزم آرا، م.، ۱۳۸۴- مبانی و کاربرد میکروسکوپیهای الکترونی و روشهای آنالیز پیشرفته، انتشارات ارسلان، ۳۴۷ صفحه.
- رضایی، م.، ۱۳۸۰- زمین شناسی نفت، انتشارات علوی، ۴۷۲ صفحه.
- رضایی، م.، ر.؛ چهارزی، ع.، ۱۳۸۵- اصول برداشت و تفسیر نگارهای چاه پیمایی، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۹۹ صفحه.
- محسنی، ح.، ۱۳۸۳- محیط رسوبی و دیاژنز سازند پابده در فروافتادگی دزفول شمالی، رساله دکتری، گرایش رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، ۱۸۵ صفحه.
- مطیعی، ه.، ۱۳۷۲- زمین شناسی ایران، چینه شناسی زاگرس، طرح تدوین کتاب، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۳۶ صفحه.
- موحد، ب.، ۱۳۷۸- مبانی چاه پیمایی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۳۳۰ صفحه.
- هویزای، ع.، ۱۳۷۷- آنالیز محیط رسوبی سازندهای گورپی و پابده با استفاده از نمودارهای ژئوفیزیکی، نمونه‌های صحرایی و نمونه‌های کنده شده حفاری و تعیین مرز دو سازند در ناحیه فروافتادگی دزفول، رساله کارشناسی ارشد زمین شناسی، گرایش رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، ۳۰۰ صفحه.

## References

- Aadte, T., Keller, G., Stinnesbeck, W., 2002- Late Cretaceous to early Paleocene climate and sea-level fluctuations: the Tunisian record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 178, pp.165-196.
- Alavi, M., 2004- Regional Stratigraphy of the Zagros Fold-Thrust belt of Iran and its Proforland evolution, *American Journal of Science* 304, pp. 1-20.
- Allman, M., Lawrence, D. F., 1972- Geological Laboratory Techniques: Blandfoord, London, 335 p.
- Asquith, G.B., Gibson, C.R., 1982- Basic well log analysis for Geologists: AAPG, Tulsa, 216 p.
- Berberian, M., King, G.C.P., 1981- Toward a paleogeography and tectonic evolution of Iran. *Canadian Journal of Earth Science* 18, pp. 210-265.
- Chamley, H., 1989- Clay sedimentology: Springer-Verlag, New York, 623 p.
- Deconinck, J.F., Amedro, F., Baudin, F., Godet, A., Pellenard, P., Robaszynski, F., Zimmerlin, I., 2005- Late Cretaceous palaeoenvironments expressed by the clay mineralogy of Cenomanian – Campanian chalks from the east of the Paris Basin. *Cretaceous Research* 26, pp. 171-179.
- Grassman, R.B., Milet, J.C., 1961- Carbonate removal from soils by a modification of the acetate buffer method: *Journal of Soil* 25, pp. 325-326.
- Hardy, R. and M.E., Tucker, 1988- KD analysis, in Tucker, M.E., (ed.) *Techniques in Sedimentology*: Blackwell, Scientific Publication, London, 394 p. (chapter 7).
- Hearst, J.R., Nelson, P.H., Paillet, F.L., 2000- Well logging for Physical properties, John Wiley and Sons, Ltd, Chilchester.
- Jackson, M.L., 1979- Soil chemical analysis-advanced course: Published by the author, 498p.
- Jeong, G.Y., Yoon, H.I., Lee, S.Y., 2004- Chemistry and microstructures of clay particles in smectite-rich shelf sediments, South Shetlands, Antarctica. *Marine Geology* 209, pp.19-30.
- Khormali, F., Abtahi, A., Olliaie, H.R., 2005- Late Mesozoic Cenozoic clay mineral successions of southern Iran and their palaeoclimatic implications. *Clay Minerals* 40, pp. 191-203.
- Mehra, O.P., Jackson, M.L., 1960- Iron oxid removal from soils and clay by a dithionite-citrate system buffered with bicarbonate. *Journal of Clays and Clay Mineral* 7, pp. 313-325.
- Mess, F., Stijn, S., Ranst, E.V., 2007- Palaeoenvironmental significance of the clay mineral composition of Olduvai basin deposits, northern Tanzania. *Journal of African Earth Sciences* 47, pp. 39-48.
- Meunier, A., 2005- Clays: Springer, New York, 472 p.



- Moore, D., Reynolds, R.C., 1989- X-Ray diffraction and the identification and analysis of Clay minerals: Oxford university press, New York, 332p.
- Net, I.L., Alonso, M.S., Limarino, C.O., 2002- Source rock and environmental control on clay mineral associations, Lower Section of Paganzo Group (Carboniferous), Northwest Argentina. *Sedimentary Geology* 152, pp. 183-199.
- North, F.K., 1990- *Petroleum Geology*-Unwin-Hyman. London, 607p.
- Pettijohn, F.J., Potter, P.E., Siever, R., 1987- *Sand and Sandstone*. New York, 628p.
- Potter, P.E., Maynard, J.B., Pryor, W.A., 1980- *Sedimentology of shale*: Springer-verlag, 306p.
- Reynolds, R.C., 1985- A computer program for the calculation of one dimensional diffraction pattern of mixed-layer clays. R. C. Reynolds, 8Brook RD., Hanover, NH03755, USA.
- Schlumberger, 1988- *Log interpretation charts*, Houston, Texas.
- Schnyder, J., Ruffei, A., Deconinck, J.F., Baudin, F., 2006- Conjunctive use of spectral gamma-ray Logs and clay mineralogy in defining late Jurassic-early Cretaceous palaeoclimate change (Dorset, U.K.). *Palaeo* 229, pp.303-320.
- Serra, O., 1984- *Fundamentals of well-log interpretation*, 1. The acquisition of logging data, Elsevier Science publisher B.V.
- Stuben, D., Kramar, U., Berner, Z., Stinnesbeck, W., Keller, G., Adatte, T., 2002- Trace elements, stable isotopes, and mineralogy the Elles II K-T boundary section in Tunisia: indications sea level fluctuations and primary productivity. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 178, pp.321-345.
- Tucker, M.E., 2001- *Sedimentary Petrology: an introduction to the origion of sedimentary rocks*: Blackwell, Scientific Publication, London, 260 p.
- Vail, P. R., Mitchum, R. M., Thompson, S., 1977- Seismic stratigraphy and global changes of sea level. Part 4: Global cycles of relative changes in sea level: in Pyton, C.E., ed., *Seismic stratigraphy-applications to hydrocarbon exploration*: AAPG memoir 26, pp. 83-98.
- Watanaba, T., Shinya, F., Kosaki, T., 2006- Clay mineralogy and relationship to soil solution composition soils from different weathering environments of humid Asia: Japan, Thailand and Indonesia. *Geoderma* 1, 36, pp.51-63.
- Weaver, C.E., 1989- *Clays, Muds, and Shales: Development in Sedimentology*, 44; Elsevier, Scientific Publication, 819 p.
- Weir, D.L., Ormerod, E.C., Ei-Mansey, M.L., 1975- Clay mineralogy of sediment of western Nile Delta: *Journal of Clay Mineralogy* 10, pp. 369-386.
- Wells, A.J., 1967- *Lithofacies and geological history of lower Tertiary sediments in Southwest Iran*. IOOC Rep, Tehran, 1108.