

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 it's 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 چینه‌ای، 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 (XRD) 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 (پیکهای 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 (XRD)، 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, XRD 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, XRD, SEM, NGS log

مقدمه

(Schnyder et al., 2006; Hearst, et al., 2000; North, 1999). در این بررسی، مطالعه کانیهای 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 ساختی متفاوت انجام شد. از این اهداف می توان برای رسم دقیق تر 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 سنگ شناختی و رخساره ای آن و به تعداد ۲۱۴ نمونه انجام شد. ۸۴ نمونه با تأکید بر بخشهای غیر کربناتی سازند به منظور تجزیه کلسیم سنجی و تعیین دقیق درجه هیبرید شدگی و تفکیک لایه های شیلی و مارنی سازند انتخاب شد. این تجزیه با استفاده از دستگاه کلسیم سنجی برنارد و روش پیشنهادی (Allman & Lawrence (1972) در آزمایشگاه رسوب شناسی دانشگاه شهید بهشتی انجام شد و نمونه های مورد نظر براساس داده های حاصله، به روش (Pettijohn et al. (1987) نامگذاری شدند. انتخاب نمونه های مناسب برای تجزیه XRD بر مبنای نتایج حاصل از تجزیه کلسیم سنجی (نمونه های 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 XRD با استفاده از دستگاه Siemens Diffractometer D5000 در سازمان زمین شناسی واحد تبریز انجام شد. آماده سازی نمونه ها 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°C و اشباع منیزیم پس از تیمار اتیلن گلیکول به روش پیشنهادی

سازند پابده شامل نهشته های دریایی ترشیری حوضه زاگرس است که در این مطالعه، کانیهای رسی این سازند در برش تیپ با مختصات $47^{\circ}, 13', 49^{\circ}\text{N}$ و $50^{\circ}, 26', 32^{\circ}\text{E}$ و میدان نفتی کوپال (چاه شماره ۱۲ با مختصات جغرافیایی $397, 043, 1^{\circ}\text{N}$ و $904, 907, 1^{\circ}\text{E}$ و چاه شماره ۳۸ با مختصات جغرافیایی $063, 052, 1^{\circ}\text{N}$ و $533, 290, 1^{\circ}\text{E}$) (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 حوضه ای در این دوزیرزون توسط گسل خوردگیهای منطقه، تفاوتی را شامل می شود (آقاباتی، ۱۳۸۳). تجمع رسها حاصل عوامل کنترل کننده ای مانند شرایط آب و هوایی، محیط رسوبی (رس تخریبی) و همچنین فرایندهای دیاژنزی (شامل درجا و تبدیلی) است و بنابراین تغییرات ترکیب این کانیها به صورت قائم و جانبی در نهشته ها، داده های بسیار ارزنده ای برای تفسیر منطقه منشأ، آب و هوا، محیط رسوبی دیرینه و تاریخچه دیاژنزی به شمار می آید (Mess et al., 2007; Deconinck et al., 2005; Meunier, 2005; Tucker, 2001; Chamley, 1989; Weaver, 1989).

بررسی کانیهای رسی توسط میکروسکوپ الکترونی (SEM) می تواند درجا بودن آنها را با توجه به مشاهده ساختارهای شناخته شده کانیهای رسی نشان دهد (Weaver, 1989). از سوی دیگر، تجزیه پراش پرتو ایکس (XRD) تعیین قطعی کانی شناسی آنها را میسر کرده و تجزیه نیمه کمی این داده ها نسبت فراوانی آنها را مشخص می کند (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، می توان به تعیین نوع سنگ، میزان رس و شیل سازند، تطابق چینه ای چاهها، در مواردی که دسترسی مستقیم به نمونه های 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

کلسیم سنجی ۸۴ نمونه انتخاب شده از نمونه های غیر کربناتی سازند پابده در محل برش تیپ سنگ شناسی این نمونه ها را بر اساس رده بندی Pettijohn et al. (1987)، مارن شیلی تا مارن معرفی می کند (جدول ۱). انتخاب همه نمونه های سطحی برای تجزیه های مورد نظر، بر اساس داده های کلسیم سنجی انجام شد که این نمونه ها، در (جدول ۱) قابل مشاهده اند. بررسی های میکروسکوپ الکترونی ۲ نمونه مورد نظر از برش سطحی (جدول ۱)، حاکی از وجود کانی کلسریت دیاژنزی ستاره ای شکل (شکل ۲a و ۲b)، تیغه های متقاطع (شکل ۲c و ۲d) و ساخت گل کلمی (شکل ۲e و ۲f)، است که تجزیه نیمه کمی (edx) این تیغه ها، کلریت بودن این کانیها را تأیید می کرد. مشاهده اجزای بسیار ریزدانه اما فاقد ساختار مشخص در این نمونه ها، احتمال وجود کانیهای رسی با منشأ تخریبی را ممکن می سازد.

تجزیه پراش پرتو ایکس ۴ نمونه انتخابی از برش سطحی (جدول ۱) حاکی از وجود ۳ کانی رسی مونت موریلونیت، ایلیت و کلریت در نمونه هاست (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 XRD و عدم مشاهده آنها در تصاویر SEM حاکی از منشأ تخریبی آنهاست. تجزیه نیمه کمی داده ها نیز بیانگر کاهش مونت موریلونیت، افزایش ایلیت و کلریت به سمت بالای سازند پابده است (شکل ۴). در بررسی های چاه پیمایی NGS قرائت میزان توریم (Th)، پتاسیم (K)، نسبت بین این دو عنصر (Th/K) و قرار دادن داده های حاصل بر روی نمودارهای استاندارد شلومبرژه، نوع کانی رسی غالب را در ژرفاهای مختلف از چاه های شماره ۱۲ و ۳۸ میدان نفتی کوپال، مونت موریلونیت (متداول تر) 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 بی هنجاری افزایشی در بخش های بالایی سازند است (شکل ۷). میزان اورانیم قرائت شده از نمودار NGS در این چاهها نیز در بخش های بالایی سازند پابده نسبت به سایر بخشها افزایش چشمگیری (بیش از ۱۰ ppm) دارد (شکل ۸).

(Hardy & Tucker, 1988) بر روی نمونه ها انجام گرفت. تجزیه کیفی نتایج با استفاده از الگوهای پراش استاندارد NEWMOD (Reynolds, 1985) 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 داده ها برای تجزیه نیمه کمی این کانیها نیز بر اساس روش حاصل از تیمار اتیلن گلیکول انجام شد.

انتخاب دو نمونه با میزان کربنات کمتر (بر اساس نتایج کلسیم سنجی)، 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 نمونه ها در ابتدا با دستگاه Sputter Coater Scdoos با عنصر طلا لایه نشانی شدند و سپس با میکروسکوپ الکترونی (مدل Philips XL30) 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 تجزیه گر می توان 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 می شد، لازم بود تا چاه های انتخابی دارای اطلاعات چاه پیمایی مورد نظر باشند. همچنین حفاری سازند پابده در آنها به طور کامل انجام شده باشد. به همین منظور چاه های شماره ۱۲ و ۳۸ میدان نفتی کوپال مد نظر قرار گرفت. تعیین نوع کانی رسی در میدان نفتی کوپال (چاه های شماره ۱۲ و ۳۸) با استفاده از داده های نمودار NGS در بخش های 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 داده های 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 چاه ها 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 کوتاه 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 شاهدی 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 شاهدی 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 نیمه‌کمی داده‌های حاصل از XRD 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 آبشویی 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، آبشویی محدود و زهکشی ضعیف خاک باشد. این در حالی است که حضور گونه‌های نانوفسیلی Discoaster و Sphenolith 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

آقاباتنی (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 چهارزی (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

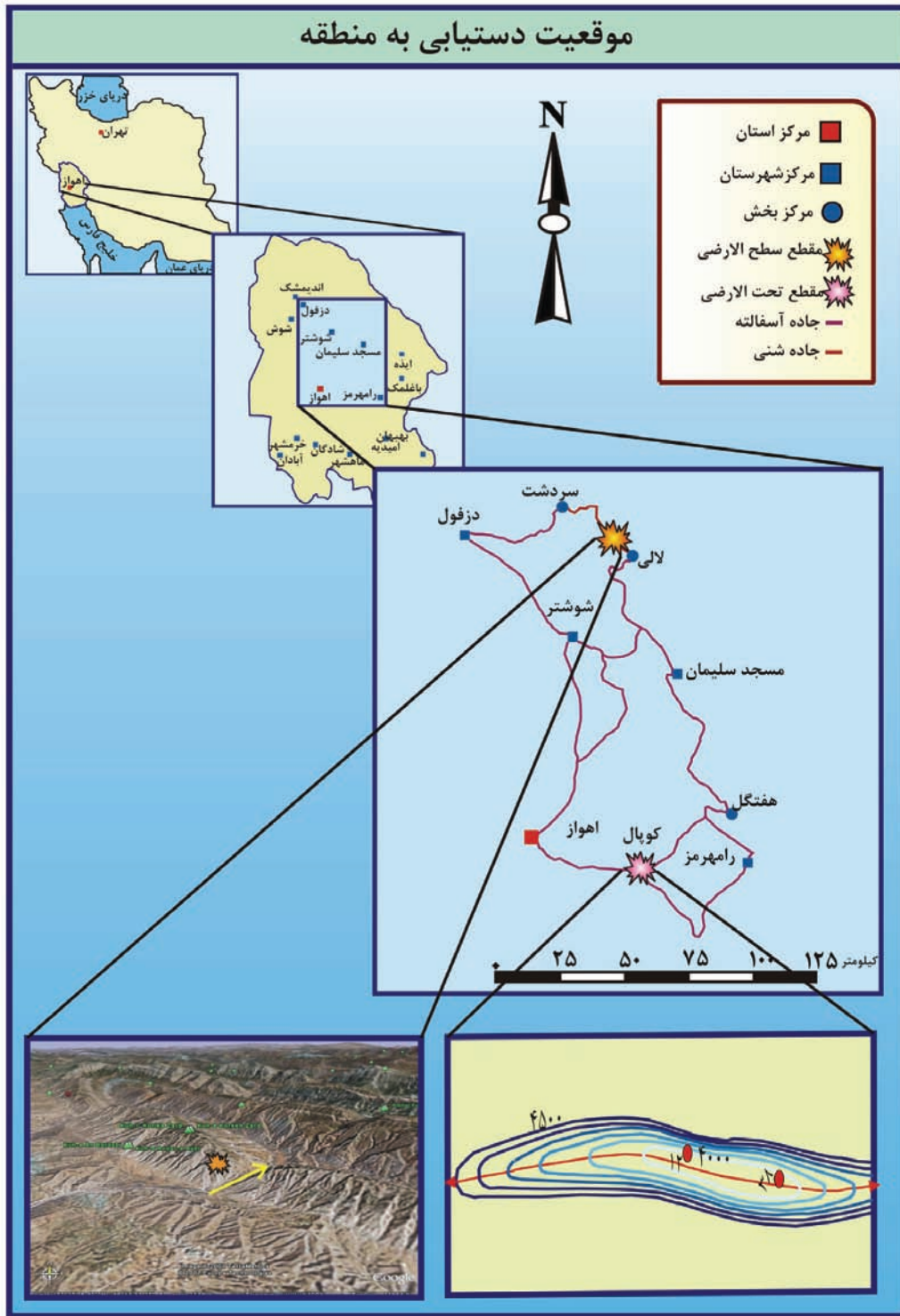
سازند پابده با سنگ شناسی کربناتی-مارنی و مارن شیلی، شواهدی از تغییرات آب و هوایی و سطح آب دریاها، منطبق با تغییرات جهانی آنها در کانیهای رسی خود حفظ نموده است که به صورت روند سرد شدن آب و هوا و کم ژرفا شدن حوضه در طی نهشت رسوبات سازند پابده می باشد. رسوبات این سازند، رخداد فاز کوهزایی پیرنه را به صورت 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.

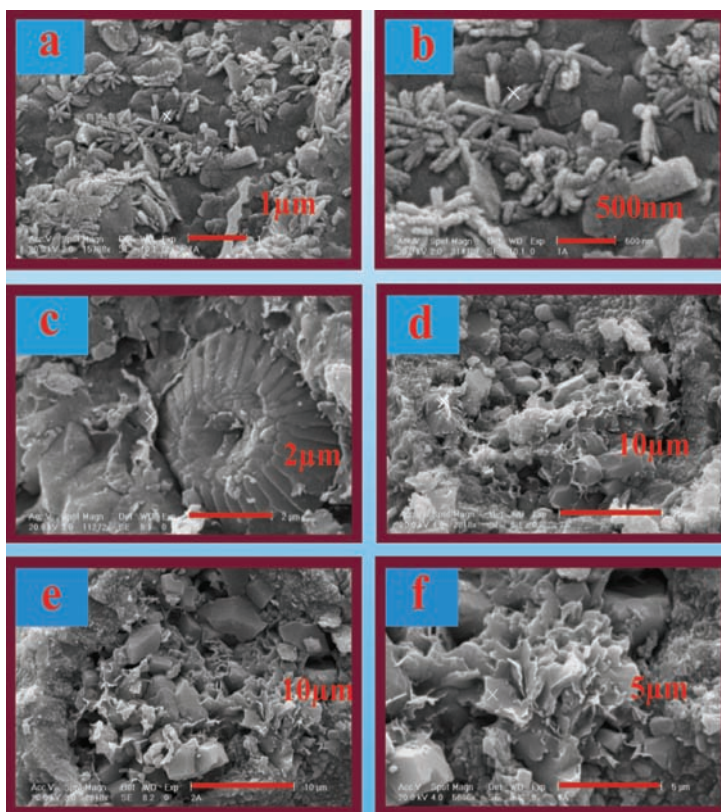
سنگ مادر و کوهزایی در تشریحی زاگرس

(2006) Watanaba et al. 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. (2001) Tucker بیان می کند که مونت موریلونیت در خاکهای ژلی (با زهکشی ضعیف) و خاکهای منطقه خشک که بسیار قلیایی هستند، فراوان می باشند. (2004) Jeong et al. نیز با اعتقادی مشابه، مونت موریلونیت را حاصل فرسایش سنگهای آتشفشانی بازی می داند. همچنین، ایشان معتقدند که کلریت نیز، نتیجه هوازگی 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 هوازگی 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).

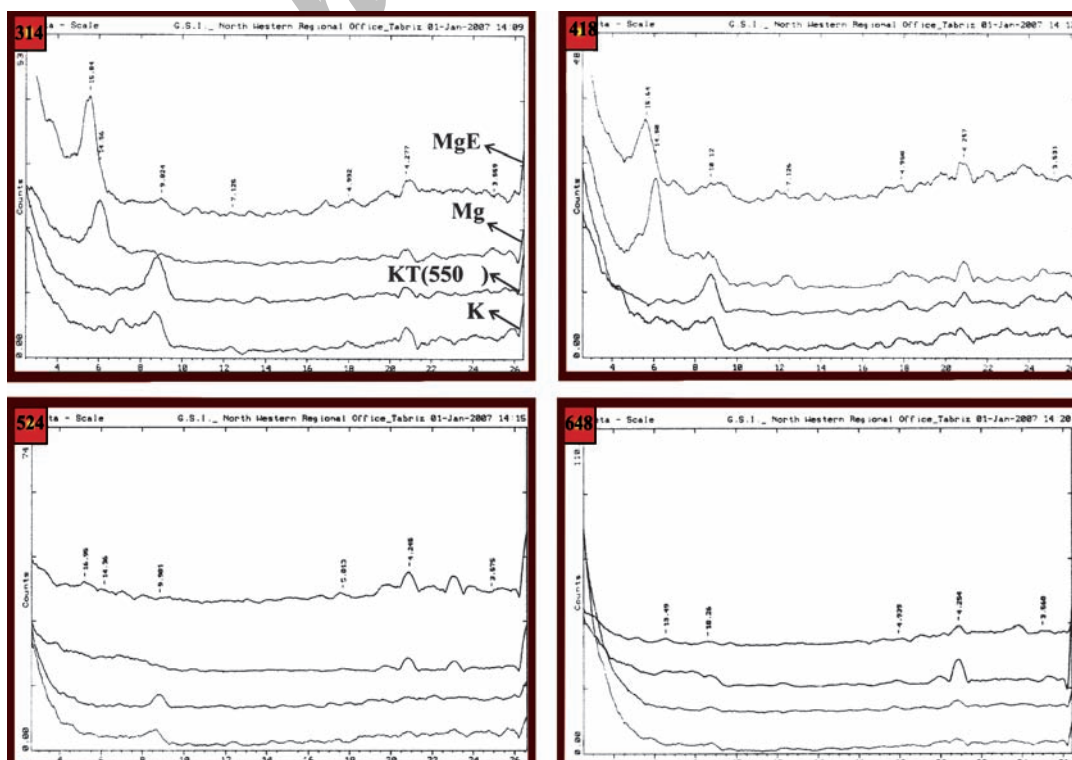
از طرف دیگر، (2004) Jeong et al. ایلیت را حاصل فرسایش سنگ منشأ اسیدی معرفی می کنند و (2007) Mess et al. نبود اسمکتیت را زمانی که راستای عمومی ورود رسوب به حوضه رسوبی بدون تغییر باقی مانده باشد، بیانگر تغییرات الگوی زهکشی حوضه آبریز می داند. همچنین، (2005) Deconinck et al. قطع شدن ورود مونت موریلونیت 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.



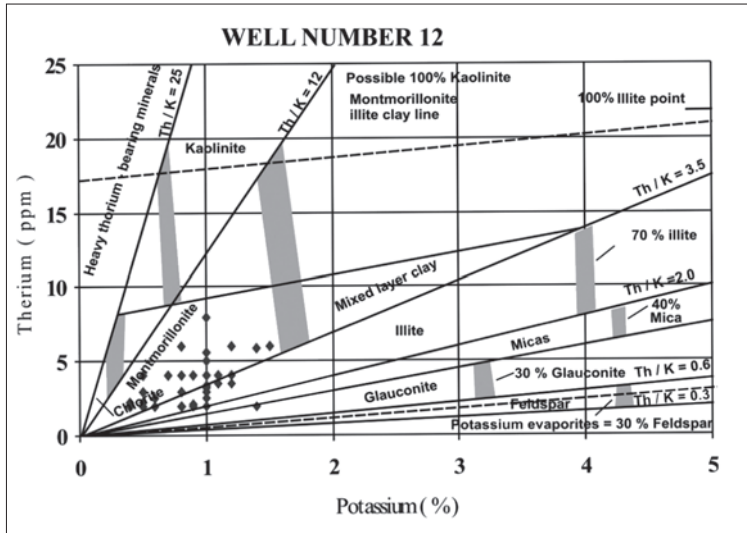
شکل ۱ - موقعیت دسترسی به مقطع تیپ سازند پابده



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

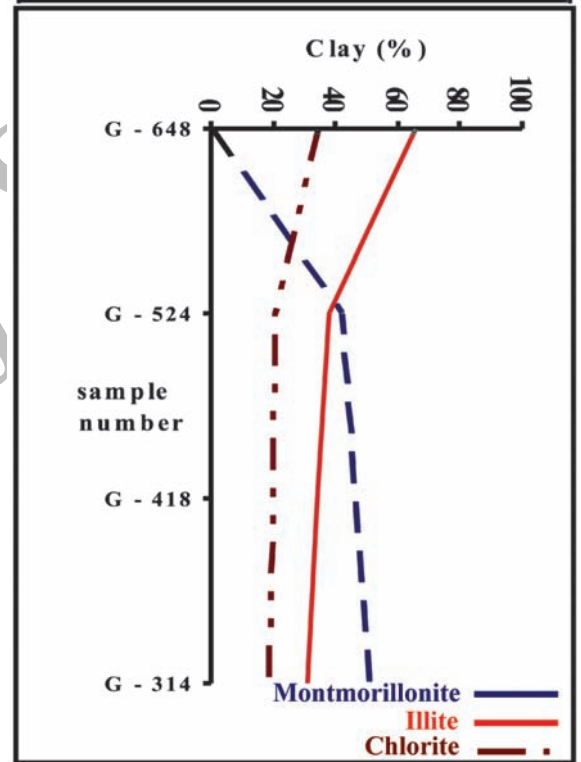


شکل ۳- نمودارهای مربوط به تجزیه XRD نمونه های مطالعه شده

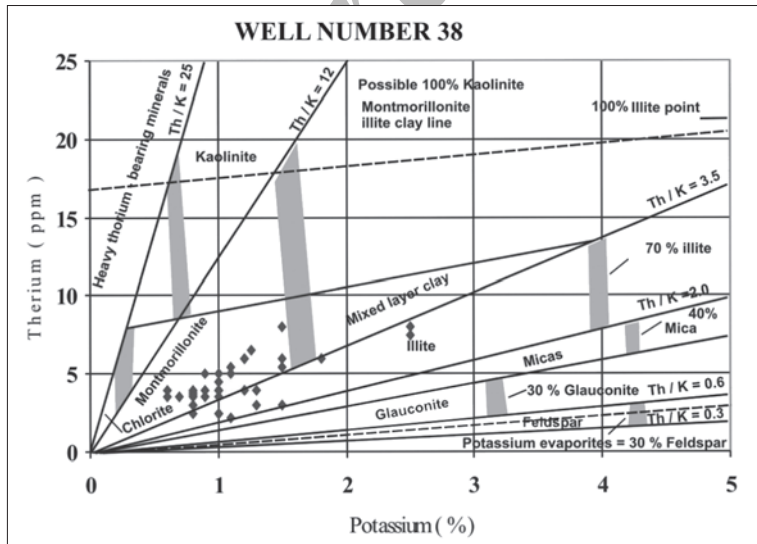


شکل ۵- تعیین نوع کانی رسی در چاه شماره ۱۲
میدان نفتی کوپال (Schlumberger, 1988)

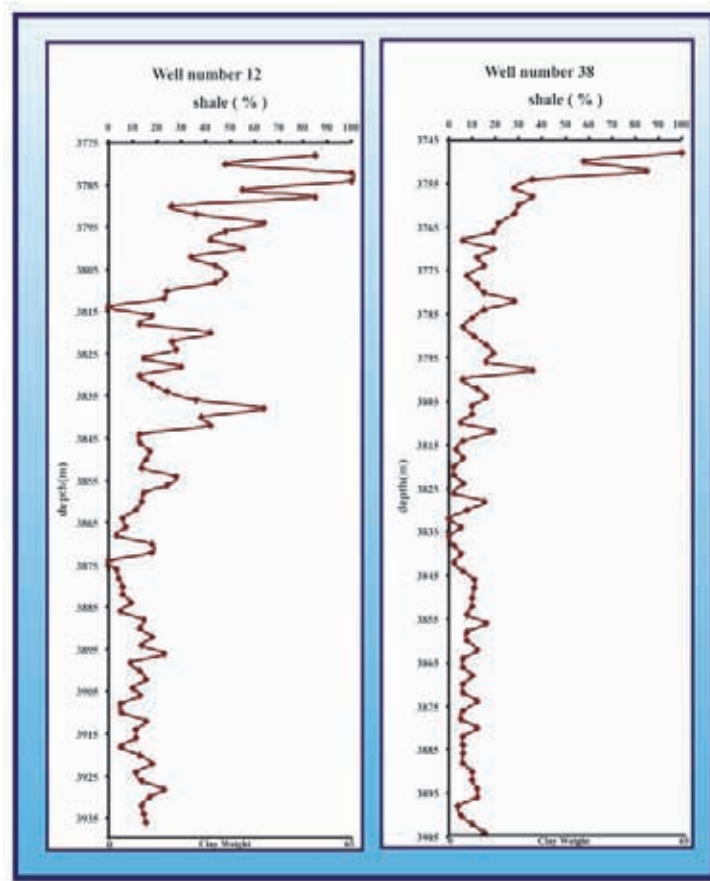
Row	Sample number	Montmorillonite	Illite	Chlorite
1	G-314	50.46	31.01	18.51
2	G-418	46.37	34.19	19.43
3	G-524	42.04	37.83	20.12
4	G-648	0	65.71	34.28



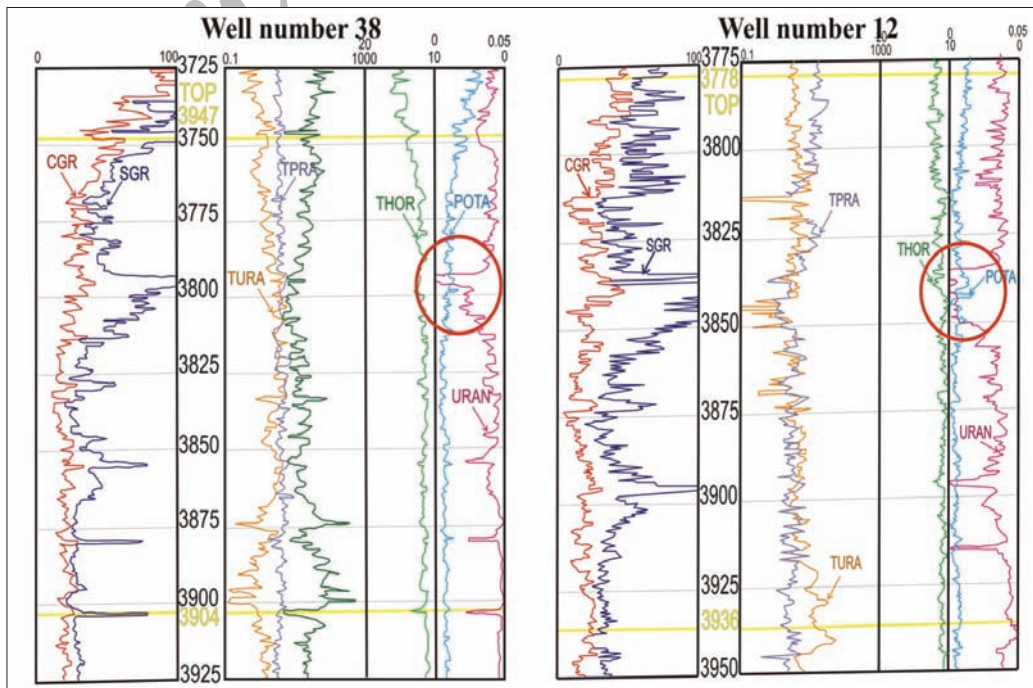
شکل ۴- تجزیه نیمه کمی کانیهای رسی در سازند پابده



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 XRD

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	

کتابکاری

- آقاباتی، ع.، ۱۳۸۳- زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی 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 زمین‌شناسی، گرایش چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، 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- زمین‌شناسی 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 رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، ۱۸۵ صفحه.
- مطیعی، ه.، ۱۳۷۲- زمین‌شناسی ایران، چینه‌شناسی زاگرس، طرح تدوین کتاب، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۳۶ صفحه.
- موحد، ب.، ۱۳۷۸- مبانی چاه پیمایی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۳۳۰ صفحه.
- هویزوی، ع.، ۱۳۷۷- آنالیز محیط رسوبی سازندهای گورپی و پابده با استفاده از نمودارهای ژئوفیزیکی، نمونه‌های صحرایی و نمونه‌های کنده شده حفاری و تعیین مرز و سازند در ناحیه فروافتادگی دزفول، رساله کارشناسی ارشد زمین‌شناسی، گرایش رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، ۳۰۰ صفحه.

References

- Adatte, 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*: Blandford, 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- XRD 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, Chichester.
- 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., Oliaie, 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., Ruffeii, 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.