سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
بیست و هفتمین گردهمایی علوم زمین سیزدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران
نوزدهم تا بیست و یکم بهمن ۸۸

مطالعه ی چرخه های میلانکوویچ در رسوبات سازند آب دراز

لیلی فاتح بهاری، دانشجوی کارشناسی ارشد رسوب و سنگ‌شناسی رسوبی دانشگاه فردوسی مشهد، lfbahary@ymail.com
محمدحسین محمودی قرایی، دکتری ژئوشیمی رسوبی از دانشگاه توکیو، 2002، عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد
اسداله محبوبی، دکتری رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی از دانشگاه تربیت معلم، 1379، عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد، amahboobi2001@yahoo.com
سیدرضا موسوی حرمی، دکتری سنگ‌شناسی رسوبی و زمین‌شناسی نفت از دانشگاه آیوا، 1980، عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد، harami2004@yahoo.com

چکیده :

سازندآب دراز یک توالی شیلی- کربناته به سن کرتاسه فوقانی درحوضه رسوبی کپه داغ بوده و دارای گسترش قابل ملاحظه ای در شمال شرق ایران است. این سازند تا کنون از دیدگاه رسوبی به طور دقیق مورد مطالعه قرار نگرفته است. رخساره های کربناته عمدتا شامل گل سفید (چاک) و مارن است که نسبت آن در واحد های مختلف متغیر است. طبقات چاکی غنی از کربنات (80-95%) بوده و طبقات چاکی-مارنی به نسبت فقیر تر از کربنات (65-80%) است و به صورت چرخه های تیره و روشن نمایش داده می شوند. سیکل های رسوبگذاری با تناوب ریتمیک در مقیاس دسی متری تا چند ده متری تشکیل واحدهای گل سفیدی را می دهند. واحد های چاکی و مارنی این سازند درسه منطقه حمام قلعه (20 کیلومتری جاده ی مشهد _کلات) و پادها (در فاصله ی 10 کیلومتری مزداوند در جاده ی مشهد _سرخس) و چاه شماره ی 56 خانگیران مورد مطالعه قرار گرفته است . تغییر در پارامتر های مداری زمین باعث تغییر در مقدار انرژی دریافتی خورشید شده و الگوهای تکراری پیچیده ای را از نوسانات آب و هوایی ایجاد می کند. در مطالعات تحت الارضی سه فرکانس غالب از نمودار اشعه ی گاما مشخص شد که به سه سیکل میلانکوویچ (21-23 ka) precession، (100 ka) eccentricity، (413 ka) long eccentricity نسبت داده می شود. در نمودار اشعه ی گاما سیکل های eccentricity بطور مجزا شمارش شد تا سن سنجی اریبتالی با دقت بالا بدست آید. سن به دست آمده از این طریق با داده های بایواستراتیگرافی انطباق دارد. این تغییرات در نمونه های سطح الارضی مربوط به برش های حمام قلعه و پادها با استفاده از تعیین درصد کربنات نیز قابل مشاهده است. تغییرات آب و هوایی به وجود آمده از نیروهای اریبتالی در شکل گیری این تناوبات نقش اساسی داشته و تغییرات مربوط به میزان کربنات را به وجود آورده است.

Abstract:

The Upper Cretaceous Ab-Deraz Formation mainly consists of carbonate–siliciclastic sequence of marine deposits in Kopet-Dagh basin in north-east Iran. Carbonate lithofacies are mainly formed as rhythmic alternation of chalk and chalky-marl. They represent two types of carbonate-rich (80-95 % carbonate) and carbonate-poor (65-80 % carbonate) beds, which are one of prominent features in Mesozoic sedimentary interval and in particular Cretaceous rocks. Cycles are in decimeter-decameter scale in both Hamam-Qale and Padeha stratigraphic sections and also in Khangiran well no.56 in Sarakhs area.

Variations in the earth orbital parameters caused climate fluctuation resulting in rhythmic sedimentation patterns. Three dominant frequencies have been identified in the natural gamma-ray log of Khangiran well no.56. They are attributed to three Millankovitch cycles of precession (21-23 ka), eccentricity (100 ka) and long eccentricity (413 ka) cycles. Counted eccentricity cycles are in agree with established biostratigraphic age determination. These variations are confirmed by calcimetery of chalky and marly beds in both Hamam-Qale and Padeha sections.

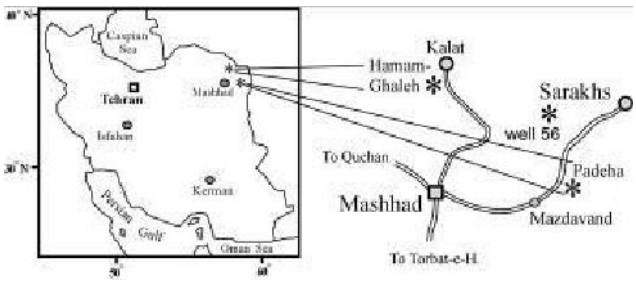
مقدمه :

سیکل های چاک – مارن در مقیاس متر – دسی متری، یا به عبارت دیگر تناوب لایه های غنی و فقیر تر از کربنات، یکی از اشکال غالب در سنگهای مزوزوئیک به خصوص در سنگهای پلاژیک و همی پلاژیک کرتاسه است . (Barron *et al.*, 1985; Mount & Ward, 1986; Stage, 1999; Wendler *et al.*, 2002).
گر چه مکانیزم تشکیل این سیکل ها به طور کامل مشخص نیست ، اما تغییرات در مدار زمین یا سیکل های میلانکوویچ از عوامل موثر در بوجود آوردن آنها در نظر گرفته شده است. این چرخه ها به دوره های 100 تا 400 هزار سال (Eccentricity)، 40 هزار سال (Obliquity) و 20 هزار سال (Precession) تقسیم شده است. (Prokoph & Thurow, 2000, 2001; Scarparo Cunha & Koutsoukos, 2001; Weber *et al.*, 2001;Wendler *et al.*, 2002).
پس از تشکیل حوضه کپه داغ در تریاس میانی، رسوبات ضخیمی در حدود 6000 متر و بدون نبود چینه شناسی مهم، ولی با رخساره های متنوع روی هم انباشته شده است. پیشروی دریا در مرز سنومانین- تورونین و عمیق تر شدن حوضه رسوبی منجر به نهشته شدن شیل های خاکستری رنگ و رسوبات کربناته گل سفیدی سازند آب دراز در یک محیط کم انرژی شده است (وحیدي نیا، آریایي، 1377). در این مطالعه سازند آب دراز در دو برش سطح الارضی حمام قلعه و پادها و چاه شماره ی 56 خانگیران بررسی شده است. برش پادها در شرق کپه داغ در مسیر جاده مشهد به سرخس در فاصله 10 کیلومتری مزداوند و برش حمام قلعه در مسیر جاده مشهد به کلات در فاصله 20 کیلومتری کلات و چاه شماره ی 56 خانگیران در عرض جغرافیایی 31.81 33 36 و طول جغرافیایی 26.79 49 60 قرار دارد (شکل 1). سازند آب دراز با مرز هم شیب بر روی سازند ماسه سنگی ایتامیر و در زیر سازند آب تلخ قرار دارد. ضخامت این سازند در برش حمام قلعه 542 متر و در برش پادها 640.5 متر و در چاه شماره ی 56 خانگیران 452 متر است. هدف اصلی این مطالعه تعیین شرایط رسوبگذاری سیکل های چاک و مارن و تاثیر سیکل های میلانکوویچ بر آنها و تشخیص فرکانس های غالب سیکل های اربیتالی در سازند آبدراز با استفاده از نمودار اشعه ی گاما است. به این منظور نمونه های برداشت شده از رخنمون های سطحی مورد مطالعه قرارگرفته اند. تغییرات میزان کربنات در 76 نمونه چاک و مارن از سه واحد چاکی در برش حمام قلعه و 54 نمونه از سه واحد چاکی در برش پادها به روش کلسیمتری تعیین شده و لاگ اشعه ی گاما از چاه شماره ی 56 خانگیران مورد مطالعه قرار گرفت.

◇◇◇◇◇◇◇

بحث :

سازند آب دراز به سن کرتاسه ی بالایی یک برش کاملی از رسوبات دریائی نسبتا عمیق است بطوریکه سیکل های چاک – مارن در مقیاس متر – دسی متر به خوبی توسعه یافته است. این سازند از دو رخساره ی کربناته و سیلیسی آواری تشکیل شده است. رخساره ی کربناته از تناوب چاک – چاکی مارن تشکیل شده است و طبقات چاکی غنی از کربنات (80-95%) و طبقات چاکی مارن به نسبت فقیر تر از کربنات(65-80%) است. اولین واحد چاکی در برش حمام قلعه 42 متر ، دومین واحد چاکی 13.5 متر و آخرین واحد چاکی در این برش 29.5 متر ضخامت دارد. مطالعه ی میکروسکوپی مقاطع نازک چاک ها وکستون و پکستون را مشخص می کند. اولین واحد چاکی در برش پادها 18.5 متر، واحد دوم 22 متر و سومین واحد 35.5 متر ضخامت را داراست. تغییر در مقدار کربنات که بر اساس کلسیمتری در باند های چاکی برش های حمام قلعه و پادها مشاهده می شود نشان دهنده ی تغییرات در توزیع کربنات است که به سیکل های اربیتالی نسبت داده شده و مفهوم سیکلواستراتیگرافی را به خوبی نمایش می دهند(شکل 2). سن این سازند در برش حمام قلعه تورونین تا سانتونین است. (وحدتی، 1387) .

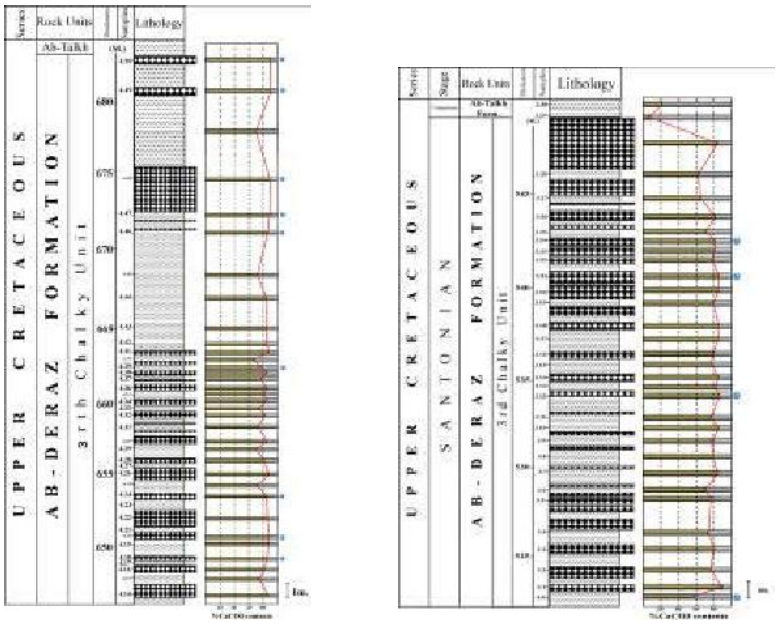


شکل1. موقعیت برش های مورد مطالعه

تغییرات مداری از طریق تغییرات توزیع فصلی تابش خورشید و فاصله ی بین زمین و خورشید در همه ی زمان ها بر روی رسوبات تاثیر گذار بوده است (House & Gale 1995). تغییر در پارامتر های مداری زمین با توجه به طول مدت آن دوره منجر به تغییر در میزان انرژی خورشید به سطح زمین شده و به موجب آن الگوهای تکراری پیچیده ای را از نوسانات آب و هوایی ایجاد کرده و فرکانس های دهها تا صدها هزار ساله را در رسوبگذاری بسیاری از سکانس های رسوبی نمایش می دهد. این نوسانات آب و هوایی در رسوبات حساس به تغییرات شرایط آب و هوایی بیشتر و بهتر ثبت می شوند . (DeBoer & Smith, 1994.House, 1995. Skelton *et al.*, 2003)

تغییرات سیکلی در این سازند را می توان به سیکل های آشفتگی مدار زمین یا سیکل های میلانکوویچ نسبت داد. چینه نگاری چرخه ای (Cyclostratigraphy) دوره های منظم چرخه های (Cycles) ترکیبی در توالی رسوبی را مشخص می کند . سه دوره تناوب اصلی 18-24 m/cycle , 3.84-5.38 m/cycle, 0.88-1.11 m/cycle در این سازند بر مبنای نمودار اشعه ی گاما تشخیص داده شده است. این سه سیکل بر سه سیکل اصلی میلانکوویچ: long eccentricity ,eccentricity, precession منطبق است. نرخ رسوبگذاری در این سازند به طور متوسط 4.52 cm/ka تعیین شده است. سیکل ها بر اساس تفسیر نمودار اشعه ی گاما در سه مقیاس مختلف حضور دارند: سیکلهایی با بالاترین رده و بزرگی خیلی کم و ضخامت 0.88-1.11m/cycle، سیکلهایی با رده ی بالاتر و بزرگی کم و ضخامت 3.84-5.38m/cycle و سیکلهایی با با رده ی کمتر و بزرگی بیشتر و ضخامت 18-24 m/cycle .

به نظر می رسد که سیکل های با رده ی کمتر از مجموع 3 تا 5 سیکل با رده ی بالاتر تشکیل شده است. اگر نرخ رسوبگذاری تخمین زده شده 45.2 m/Ma (4.52 cm/ka) مورد استفاده قرار گیرد ، این سه سیکل به ترتیب دوره های 19.5-24.5 ka و 84.9-119 ka و 398.2-530.9 ka رانشان می دهند که می توند بر سه سیکل میلانکوویچ precession (21-23 ka)، eccentricity (100 ka)، long (413 ka) eccentricity منطبق باشند. در نمودار اشعه گاما مربوط به سازند آبدراز حدود 26 سیکل long eccentricity شمارش شد که هر کدام آنها از یک پیک اشعه گاما تا پیک بعدی است. سیکل های eccentricity نیز با استفاده از نمودار اشعه ی گاما شمارش و مشخص شدند. به طور کلی 106 – 104 سیکل برای این بازه از عمق 1642 تا عمق 1190 و به عبارتی از قاعده سازند آب دراز تا انتهای آن تعیین شده است. از آنجا که هر سیکل با رده ی بالاتر در طول یک سیکل eccentricity با دوره تناوب 100 هزار ساله نهشته می شود، بنابراین مدت زمان نمایش داده شده توسط این سازند تقریباً 10.4 – 10.6 میلیون سال تخمین زده می شود که با اطلاعات سن سنجی به دست آمده توسط داده های بایواستراتیگرافی تطابق نشان می دهد. از خطاهای اصلی این روش آن است که تعیین مرز سیکل ها و شمارش سیکل ها گاه می تواند ذهنی باشد، به ویژه جائیکه سیکل ها به هم نزدیک می شوند (Williams et al., 2002).



شکل 2. تغییر در مقدار کربنات و تناوب سیکل های چاک- مارن در سومین واحد چاکی در دو برش پادها و حمام قلعه

نتيجه گيري :

یکی از برجسته ترین اشکال رسوبگذاری در سازند آب دراز میان لایه های چاک – مارن در مقیاس متر و دسی متر است . اگر چه مکانیزم تشکیل سیکل های چاکی – مارنی در این سازند هنوز به درستی مشخص نشده است اما در این مطالعه ، سیکل های در مقیاس متفاوت این سازند با استفاده از سیکلواستراتیگرافی مورد مطالعه قرار گرفته است . تغییرات سیکلی در این سازند را می توان به سیکل های آشفتگی مدار زمین یا سیکل های میلانکوویچ نسبت داد . سه فرکانس غالب مشخص شده از طریق داده های نمودار اشعه ی گاما به سیکل میلانکوویچ : precession (21-23 ka) ، eccentricity (100 ka)، long eccentricity (413 ka) نسبت داده می شود .

منابع فارسي :

وحدتي، م.1387 ، بیواستراتیگرافی و تعیین محیط رسوبی سازند آب دراز در برش حمام قلعه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

وحيدي نيا، م. آريايي، ع.،1377، نگرش جديد بر سازند آبدراز در مناطق شرق حوضه كپه داغ، دومين همايش انجمن زمين شناسي ايران

References:

Barron, E.J., Arthur, M.A., Kauffman, E.G., 1985. Cretaceous rhythmic bedding sequences: a plausible link between orbital variations and climate. Earth and Planetary Science Letters 72, 327-340.

De Boer, P.L., Smith, D.G., 1994. Orbital forcing and cyclic sequences. Spec. Publ. Int.Assoc. Sedimentol. 19, 1–14.

House, M.R., 1995. Orbital forcing timescales: an introduction. In: House, M.R., Gale, A.S.(Eds.), Orbital Forcing Timescales and Cyclostratigraphy. Geol. Soc. Spec. Publ., vol. 85,pp. 1–18.

Mount, J.F., Ward, P., 1986. Origin of limestone/marl alterations in the upper Maastrichtian of Zumaya, Spain. Journal of Sedimentary Petrology 56, 228-236.

Prokoph, A., Thurow, J., 2000. Diachronous pattern of Milankovitch cyclicity in late Albian pelagic marlstones of the North German Basin. Sedimentary Geology 134, 287-303.

Prokoph, A., Thurow, J., 2001. Orbital forcing in a 'Boreal' Cretaceous epeiric sea: high-resolution analysis of core and logging data (upper Albian of the Kirchrode I drill core e Lower Saxony Basin, NW Germany). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 174, 67-96.

Scarparo Cunha, A.A., Koutsoukos, E.A.M., 2001. Orbital cyclicity in a Turonian sequence of the Cotinguiba Formation, Sergipe Basin, NE Brazil. Cretaceous Research 22, 529-548.

Skelton, P.W., Spicer, R.B., Kelley, S.P., Gilmour, L., 2003 , The Cretaceous World. Cambridge University Press.1-360.

Stage, M., 1999. Signal analysis of cyclicity in Maastrichtian pelagic chalks from the Danish North Sea. Earth and Planetary Science Letters 173, 75-90.

Weber, M.E., Fenner, J., Thies, A., Cepek, P., 2001. Biological response to Milankovitch forcing during the late Albian (Kirchrode I borehole, northwestern Germany). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 174, 269-286.

Wendler, J., Gra¨fe, K.-U., Willems, H., 2002. Reconstruction of mid- Cenomanian orbitally forced paleoenvironmental changes based on calcareous dinoflagellate cysts. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 179, 19-41.