



بیست و سومین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران ۲۰ و ۲۱ آبانماه ۱۳۹۹ The 23rd Symposium of Geological Society of Iran 10-11 November, 2020

اعتبار تطابق چینه ای دوردست برای توالی های کرتاسه بر پایه ی فرامینیفرای پلانکتون: ضرورت به کارگیری

چینه نگاری ایزوتوپ کربن

امین نویدطلب

استادیار دانشکده ی علوم زمین، دانشگاه دامغان

چکیده

برای تطابق و سن سنجی چینه های دریایی کرتاسه، گروه های سنگواره ای گوناگونی مانند آمونیت ها، نانوفسیل های اهکی، و فرامینیفرای پلانکتون مورد استفاده قرار می گیرند که گروه آخر از اهمیت و کاربرد گسترده تری برخوردار است. فرامینیفرای پلانکتون را می توان به صورت ایزوله یا در برش های نازک (مقاطع) میکروسکوپی سنگ، مطالعه کرد. از سوی دیگر، چینه نگاری ایزوتوپ کربن نیز به عنوان ابزاری قدرتمند برای تطابق و سن سنجی چینه های دریایی شناخه می شود. این ابزار، به ویژه در رسوبات مرتبط با رویدادهای دریایی برجسته ی جهانی مانند رویدادهای بی اکسیژنی اقیانوسی (OAEs)، کاربرد دقیق تر و گسترده ای دارد. رویدادهای بی اکسیژنی اقیانوسی، خطوط زمانی دقیقی را برای تطابق چینه ها در مقیاس جهانی فراهم می کنند که به ریخت تغییرات مثبت امنفی آشکار و ناگهانی در نمودار ایزوتوپ کربن دیده می شوند.

تطابق چینه ای دوردست (long-distance correlation) فرامینیفرای پلانکتون بین خاورمیانه (ایران) و اروپای باختری، نشانگر ناهمخوانی قابل توجهی در سن های به دست آمده می باشد. برش های چینه ای مختلف، بر پایه ی چکادهای افزایشی (پیک مثبت) ایزوتوپ کربن مربوط به رویدادهای بی اکسیژنی اقیانوسی با هم تطابق داده شدند. سنگواره های شاخص مرز سنومانین-تورونین در این تطابق ها، همزمان (synchronous) هستند، در حالی که سنگواره های شاخص مرز آلبین-سنومانین، ناهمزمان (diachronous) هستند. به نظر می رسد ناهمزمانی این سنگواره ها به پراکنش آن ها در عرض جغرافیایی مرتبط باشد، زیرا در عرض های جغرافیایی مختلف، شرایط دمایی گوناگونی وجود دارد. این موضوع اثر چشمگیری بر پیش نیازهای فیزیولوژیکی و اولویت های تغذیه ای فرامینیفرای پلانکتون دارد. این بدان معناست که در تطابق های پیش رو، وابستگی فرامینیفرای پلانکتون به عرض جغرافیایی باید در نظر گرفته شود. از این رو، انجام یک تطابق چینه ای کارآمد و سن سنجی دقیق بر پایه ی فرامینیفرای پلانکتون، بی شک، به ترکیب نتایج این سنگواره ها با چینه نگاری ایزوتوپ کربن وابسته است.

کلمات کلیدی: فرامینیفرای پلانکتون، خاورمیانه، باختر اروپا، OAEها، چینه نگاری ایزوتوپ کربن.

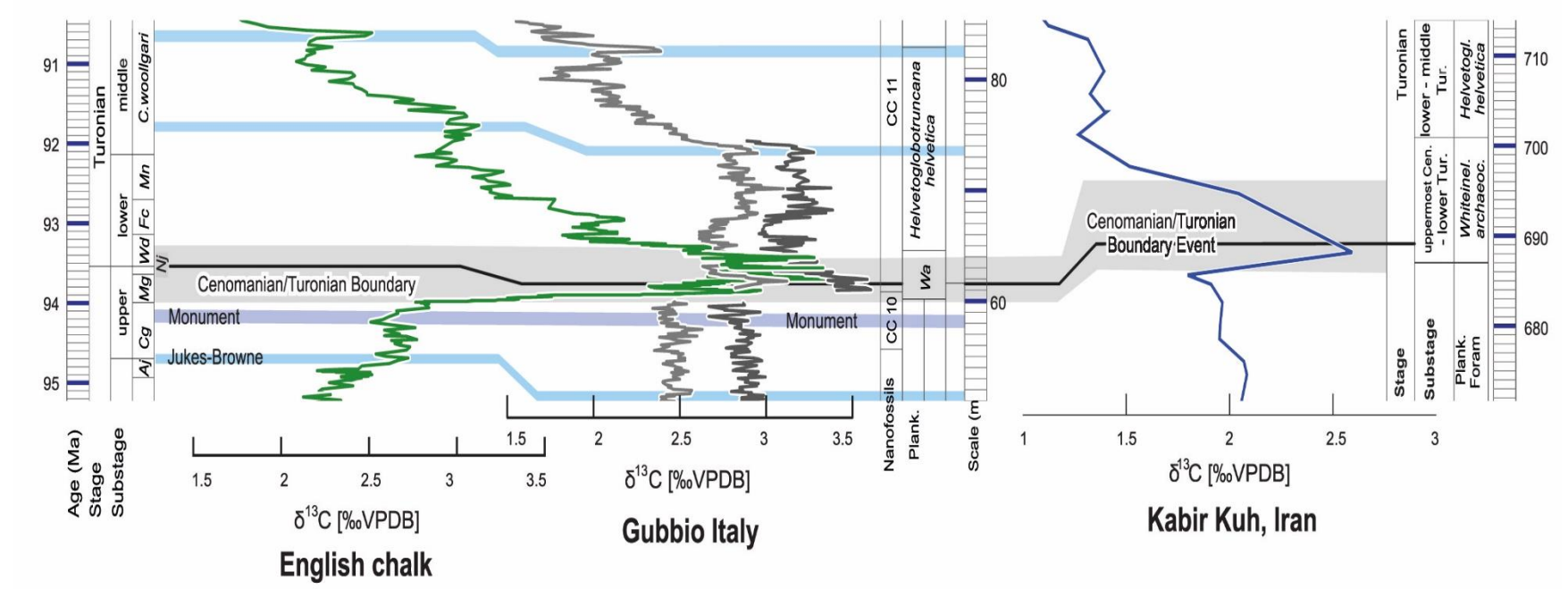
مقدمه

فرامینیفرای پلانکتون به شکل گسترده‌ای در تعیین سن و تطابق توالی‌های کرتاسه مورد استفاده قرار گرفته‌اند. برخی از جنس‌ها و گونه‌ها به عنوان شاخص برای تعیین مرز آشکوب‌ها در جهان به کار می‌روند [۱، ۲].

افزون بر زیست‌چینه‌نگاری، چینه‌نگاری ایزوتوپ کربن نیز ابزار بسیار مناسبی برای تطابق و تعیین سن فراهم می‌کند. رویدادهای بی‌اکسیژنی اقیانوسی، رویدادهای جهانی دریایی برجسته‌ای هستند که تغییرات مثبت امنفی ناگهانی کوتاه‌مدتی (کمتر از یک میلیون سال) را در نگاشت‌های ایزوتوپ کربن ردیف‌های کربناته ایجاد کرده‌اند [۳، ۴]. زمان ماندگاری کربن محلول کل (Total Dissolved Carbon: TDC) در آب دریاها ی کم‌ترفا حدود ۱۸ هزار سال و در دریاها ی زرف در حدود ۵۵ هزار سال است. بنابراین، با توجه به این زمان ماندگاری بسیار کوتاه، آب اقیانوس‌ها می‌تواند به راحتی در بازه‌ی زمانی که رخدادی مانند رویداد بی‌اکسیژنی اقیانوسی کروی زمین را متاثر می‌کند، اتفاق بیفتد [۵]. با توجه به زمان مورد نیاز >۵۵ هزار سال برای همگن شدن آب دریا و بازه‌ی یک میلیون ساله‌ی رویدادهای بی‌اکسیژنی اقیانوسی، آب اقیانوس-های جهان از زمان کافی برای گردش و همگن شدن در گذر این رویدادها، برخوردارند. بنابراین، تغییرات ایزوتوپ کربن وابسته به رویدادهای بی‌اکسیژنی اقیانوسی، خطوط زمانی هم‌زمانی را برای تطابق و سن‌سنجی چینه‌ها در مقیاس جهانی فراهم می‌آورد [۶].

هدف این نوشتار این است که اهمیت روش‌های ترکیبی پژوهش‌ها، و برتری آن‌ها را نسبت به تطابق و سن سنجی که تنها بر اساس سنگواره‌ها در ردیف‌های کرتاسه انجام می‌شود، نشان دهد.

در این پژوهش از مطالعات رسوب شناسی کربناته، پتروگرافی، زیست چینه نگاری فرامینیفرای پلانکتون، و چینه نگاری ایزوتوپ کربن برش های ایران، ایتالیا، بخش دریایی آفریقای شمالی، فرانسه، انگلستان، و آلمان استفاده شده است. داده های مورد استفاده در این پژوهش پیش تر منتشر شده اند [۷-۱۴].



شکل ۱ تطابق چینه ای زیست زون مرز سنومانین-تورونین در حوضه ی نوتتیس که با توجه به تطابق چینه ای ایزوتوپ کربن مربوط به رویداد بی-اکسیژنی اقیانوسی ۲، در این حوضه همزمان است [۱۴].

مواد و روش کار

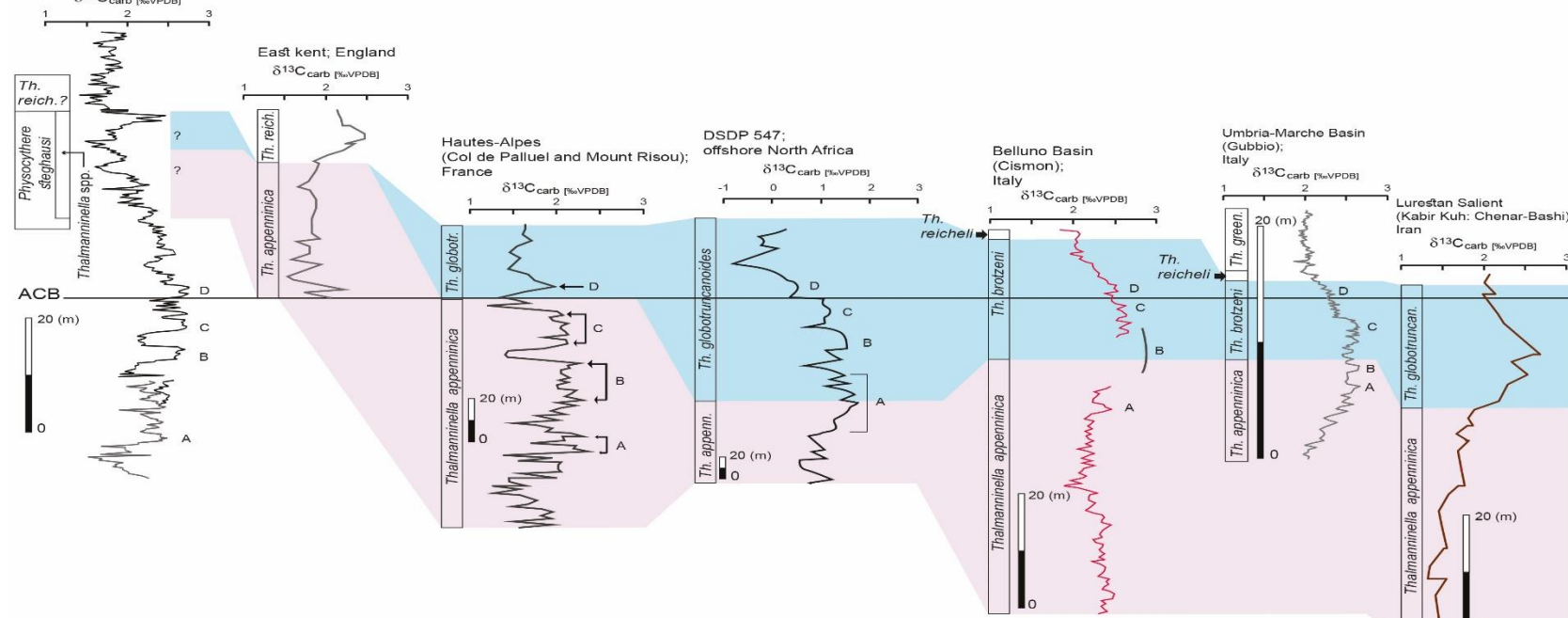
۲-۲. یافته ها

۲-۲-۱. مرز سنومانین-تورونین و رویداد بی اکسیژنی اقیانوسی ۲ (OAE2)

در رویداد بی اکسیژنی اقیانوسی ۲، مقدار $\delta^{13}C$ به میزان ۲ تا ۳ پرمیل نسبت به پس زمینه افزایش پیدا می کند، یعنی به ۳.۵ تا ۵ (و حتی گاهی ۶) پرمیل نیز می رسد. بنابراین این رویداد به شکل یک چکاد افزایشی (پیک مثبت) ناگهانی در نمودار ایزوتوپ کربن در تمامی ردیف های کرتاسه ی دنیا که دچار دیانژن یا فرسایش نشده اند دیده می شود [۱۴-۷]. اغلب انتظار می رود تا بخش اصلی این چکاد افزایشی در زیست زون *Whiteinella archaeocretacea* ثبت شده باشد. بر پایه ی تطابق چینه ای که بین برش های ایران، ایتالیا، و انگلستان بر اساس چینه نگاری ایزوتوپ کربن انجام شده است، در همه ی برش ها این چکاد به گونه ای همسان، در جای مورد انتظار دیده می شود (شکل ۱). بنابراین، زیست زون *Whiteinella archaeocretacea* در تطابق دوردست، همزمان است.

۲-۲-۲. مرز آلبین-سنومانین و رویدادهای آن (ACBE)

کمی زودتر از مرز زمانی آلبین-سنومانین، اقیانوس های جهان دچار رویداد بی اکسیژنی اقیانوسی 1d (OAE1d) و تعدادی رویداد دیگر شده اند که آن ها را با نام رویدادهای مرز آلبین-سنومانین (Albian-Cenomanian Boundary Events) می شناسند [۷]. در گذر این رویدادها، چهار چکاد افزایشی (پیک مثبت) در نمودار ایزوتوپ کربن ثبت شده است که آن ها را از پایین به بالا، A تا D نام گذاری کرده اند (شکل ۲). در این چکادها، $\delta^{13}C$ افزایشی بین ۱ تا ۱.۵ پرمیل را نسبت به پس زمینه نشان می دهد. اغلب، اولین پیدایش (FAD) گونه ی *Thalmaninella globotruncanoides* به عنوان شاخص مرز آلبین-سنومانین در نظر گرفته می شود [۸-۱] و در جایی بین چکادهای C و D نمودار ایزوتوپ کربن رویدادهای مرز آلبین-سنومانین قرار می گیرد. از سوی دیگر، در تطابق دوردست بین خاورمیانه و شمال باختری اروپا، آشکار می شود که جایگاه چینه ای اولین پیدایش گونه ی *Thalmaninella globotruncanoides* نسبت به خط زمانی فراهم شده توسط چینه نگاری ایزوتوپ کربن رویدادهای مرز آلبین-سنومانین، تغییر می کند و یکسان نیست. این گونه دیده می شود که اولین پیدایش در ایران بسیار زودتر از اروپا رخ داده و از ایران به سوی اروپا به صورت تدریجی بوده است (شکل ۲).



شکل ۲ خط زمانی آلبین-سنومانین بر اساس چینه نگاری ایزوتوپ کربن (ACB) و زمان نسبی اولین پیدایش (FAD) گونه ی *Thalmaninella globotruncanoides* نسبت به این خط زمانی در عرض های دیرینه ی جغرافیایی مختلف. همانگونه که دیده می شود، اولین پیدایش این گونه از ایران به سمت عرض های دیرینه ی جغرافیایی بالاتر، زودتر رخ داده است و این گونه بعدها به سمت عرض های بالاتر منتشر شده است [۱۴].

بحث

چینه‌نگاری ایزوتوپ کربن مربوط به رویدادهای جهانی بی‌اکسیژنی اقیانوس (OAEs)، تغییرات ناگهانی و آشکاری را در نمودار ایزوتوپ کربن توالی‌ها کرتاسه‌ی کروی زمین فراهم می‌کند. این تغییرات با دقت ± 1.8 هزار سال برای کربنات‌های دریاها ی کم ژرفا و ± 55 هزار سال برای کربنات‌های دریاها ی زرف (اقیانوس‌ها)، قابل تطابق هستند. با توجه به این حد از دقت، تغییرات نمودار چینه‌نگاری ایزوتوپ کربن رویدادهای بی‌اکسیژنی اقیانوسی را می‌توان به عنوان خطوط زمانی همزمان (synchronous time-lines) برای تطابق در جهان در نظر گرفت. بر این اساس، این خطوط زمانی همزمان، بیانگر ناهمزمانی گونه‌ها، و به دنبال آن، زیست‌زون‌های شاخص مرز آلبین-سنومانین هستند. این تفاوت‌ها را می‌توان به وابستگی انتشار گونه‌های فرامینیفرهای پلانکتون به عرض جغرافیایی نسبت داد. عرض‌های دیرینه‌ی جغرافیایی شرایطی مانند دما، شرایط تغذیه، و پیش‌نیازهای فیزیولوژیک این موجودات را کنترل می‌کرده است [۱۴]. درست همانند چیزی که امروزه در دریاها و اقیانوس‌های مختلف دیده می‌شود.

نتیجه گیری

چینه نگاری ایزوتوپ کربن نشان می دهد که انطباق های دوردست بر پایه ی چارچوب های زیست چینه نگاری فرامینیفرای پلانکتون نیاز به بازنگری دارند؛ زیرا، بخش های جنوب خاوری (خاورمیانه)، مرکزی و شمال باختری اقیانوس نوتتیس در عرض های جغرافیایی متفاوتی جای گرفته بودند که شرایط دیرینه محیطی گوناگونی را دیکته می کرده اند. این شرایط بر زمان مورد نیاز گونه-ها برای سازش با محیط جدید اثر چشمگیری می گذاشته است. در نتیجه، این موضوع سبب ناهمزمانی پیدایش و انتشار برخی از گونه های فرامینیفرای پلانکتون شده است. با در نظر گرفتن این شرایط، سن سنجی و تطابق توالی های دوردست از عرض های دیرینه جغرافیایی گوناگون، باید با ترکیب زیست چینه نگاری فرامینیفرای پلانکتون با چینه نگاری ایزوتوپ کربن انجام شود تا عدم قطعیت زمانی به کمینه ی خود برسد.

تشکر و قدردانی

از Ulrich Heimhofer و Leibniz Universität Hannover به خاطر فراهم آوردن امکان آنالیزهای ایزوتوپی سیاست‌گزاری به عمل می آید. همچنین، از Luc Bulot به پاس راهنمایی های ارزشمند و نگاه نقادانه در نگارش این اثر، قدردانی می شود.

منابع

- Kennedy, W., Gale, A., Lees, J., Caron, M.: The global boundary stratotype section and point (GSSP) for the base of the Cenomanian Stage, Mont Risou, Hautes-Alpes, France. Episodes-News magazine of the International Union of Geological Sciences 27(1), 21-32, (2004).
- Caron, M.: Cretaceous planktic foraminifera. Plankton stratigraphy 1, 17-86 (1985).
- Weissert, H.: C-Isotope stratigraphy, a monitor of paleoenvironmental change: A case study from the early cretaceous. Surveys in Geophysics 10(1), 1-61 (1989).
- Jenkyns, H.C.: Geochemistry of oceanic anoxic events. Geochemistry, Geophysics, Geosystems 11(3), Q03004 (2010).
- Sharp, Z.: Principles of stable isotope geochemistry. 1st edn. Pearson Education Upper Saddle River, New Jersey (2007).
- Scholle, P.A., M.A. Arthur: Carbon isotope fluctuations in Cretaceous pelagic limestones: potential stratigraphic and petroleum exploration tool. AAPG Bulletin 64(1), 67-87 (1980).
- Bornemann, A., Erbacher, J., Heldt, M., Kollaske, T., Wilmson, M., Lübke, N., Huck, S., Vollmar, N. M., Wonik, T.: The Albian-Cenomanian transition and Oceanic Anoxic Event 1d – an example from the Boreal Realm. Sedimentology 64(1), 44-65 (2017).
- Gale, A. S., Bown, P., Caron, M., Crampton, J., Crowhurst, S. J., Kennedy, W. J., Petrizze, M. R., Wray, D. S.: The uppermost Middle and Upper Albian succession at the Col de Palluel, Hautes-Alpes, France: An integrated study (ammonites, inoceramid bivalves, planktonic foraminifera, nanofossils, geochemistry, stable oxygen and carbon isotopes, cyclostratigraphy). Cretaceous Research 32(2), 59-130 (2011).
- Gambacorta, G., Jenkyns, H. C., Russo, F., Tsikos, H., Wilson, P. A., Faucher, G., Erba, E.: Carbon- and oxygen-isotope records of mid-Cretaceous Tethyan pelagic sequences from the Umbria Marche and Belluno Basins (Italy). Newsletters on Stratigraphy 48(3), 299-323 (2015).
- Jarvis, I., Gale, A. S., Jenkyns, H. C., Pearce, M. A.: Secular variation in Late Cretaceous carbon isotopes: a new $\delta^{13}C$ carbonate reference curve for the Cenomanian-Campanian (99.6–70.6 Ma). Geological Magazine 143(05), 561-608 (2006).
- Jenkyns, H.C., Gale, A.S., Corfield, R.M.: Carbon- and oxygen-isotope stratigraphy of the English Chalk and Italian Scaglia and its paleoclimatic significance. Geological Magazine 131(1), 1-34 (1994).
- Nederbragt, A. J., Erlich, R. N., Fouke, B. W., and Ganssen, G. M.: Palaeoecology of the biserial planktonic foraminifer *Heterohelix moremani* (Cushman) in the late Albian to middle Turonian Circum-North Atlantic. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 1998. 144(1-2): p. 115-133.
- Stoll, H.M., Schrag, D.P.: High-resolution stable isotope records from the upper cretaceous rocks of Italy and Spain: Glacial episodes in a greenhouse planet? Bulletin of the Geological Society of America 112(2), 308-319 (2000).
- Navidtalab, A., Heimhofer, U., Huck, S., Omidvar, M., Rahimpour-Bonab, H., Aharipour, R., and Shakeri, A.: Biochemostratigraphy of an upper Albian-Turonian succession from the southeastern Neo-Tethys margin, SW Iran. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 533, 109255 (2019).