

بازسازی‌های دیرینه‌زیست‌جغرافیایی مبتنی بر روزن‌بران در کربنیفر ایران و دلالت‌های آن برای زمان بازشدن نئوتتیس

سکینه عارفی فرد

دانشیار چینه نگاری و دیرینه‌شناسی، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، لرستان

Email: arefi.s@lu.ac.ir

چکیده

توزیع زیست‌جغرافیایی فرامینیفرها و تعلق آن‌ها به حاشیه‌های جنوبی یا شمالی پالئوتتیس برای بازسازی‌های جغرافیایی دیرینه ایران در زمان کربنیفر مورد استفاده قرار گرفته است. مجموعه‌های فرامینیفری کربنیفر زیرین از شمال و مرکز ایران، ویژگی جهانی و پیوندهایی با هر دو حاشیه جنوبی و شمالی پالئوتتیس را نشان می‌دهند. از این رو، در کربنیفر زیرین، ایران موقعیت عرض جنوبی میانی را اشغال کرده و بخشی از گندوانا را تشکیل می‌داده است. این نتیجه با تاریخ حرکت ایران از اواخر اردوئیسین تا کربنیفر آغازی بر اساس داده‌های مغناطیسی دیرینه همخوانی دارد. در کربنیفر پسین، شباهت‌های فرامینیفری شمال و مرکز ایران با بخش شمالی پالئوتتیس نشان می‌دهد که ایران از گندوانا جدا شده و به سمت شمال به عرض جغرافیایی پایین‌تر حرکت کرده است. این جدایی همچنین با ماسه‌سنگ‌های زغال‌دار کربنیفر بالایی سازند سردر و ماسه‌سنگ‌هایی با شدت هوازدگی شیمیایی بالا که نشان‌دهنده شرایط گرم و مرطوب است، تأیید می‌شود. با در نظر گرفتن ترکیب فونای فرامینیفری به همراه فعالیت‌های ماگمایی در شمال غرب ایران، می‌توان نتیجه گرفت که آغاز بازشدن نئوتتیس و جدایی قاره‌ای در ایران در زمانی از کربنیفر پسین رخ داده است، که با ادعاهای پیشین مبنی بر جدایی ایران از گندوانا در دوره‌های پرمین و/یا تریاس در تضاد است.

کلیدواژه‌ها: ایران، می‌سی‌سی‌پین، پنسیلوانین، فرامینیفرها، جغرافیای دیرینه، بازشدن نئوتتیس.

Foraminiferal-based paleobiogeographic reconstructions in the Carboniferous of Iran and its implications for the Neo-Tethys opening time

Sakineh Arefifard

Associate Professor in Paleontology & Stratigraphy, Department of Geology, Faculty of Basic Sciences, Lorestan University, Khorramabad, Iran

Email: arefi.s@lu.ac.ir

Abstract

The biogeographic distribution of foraminifers and their belonging to either the southern or northern margins of the Paleo-Tethys are used here for paleogeographic reconstructions of Iran during the Carboniferous. Lower Carboniferous foraminiferal assemblages from northern and central Iran show a cosmopolitan character and affinities to both the southern and northern borders of the Paleo-Tethys. Hence, in the Early Carboniferous Iran occupied an intermediate southern latitude position, forming part of Gondwana. This conclusion is consistent with the Late Ordovician to Early Carboniferous drift history of Iran based on paleomagnetic data. In the Late Carboniferous, the foraminiferal affinities of northern and central Iran with the northern part of Paleo-Tethys suggest that Iran separated from Gondwana and moved northwards to a lower latitude. This separation is also evidenced by the Upper Carboniferous coal-bearing sandstones of the Sardar Formation and sandstones with high degree of chemical weathering, which would indicate warm and humid conditions. Considering the composition of foraminiferal fauna along with the evidence of magmatic activities in northwest Iran, it can be inferred that the commencement of the Neo-Tethys opening and continental break-up in Iran occurred sometime in the Late Carboniferous, which contradicts the previous claims that the separation of Iran from Gondwana occurred in Permian and/or Triassic times.

Keywords: Iran, Late Carboniferous, Foraminifera, Paleogeography, Neo-Tethys Opening.

مقدمه

رسوبات کربنفر در ایران، به جز لایه‌های کربنفر زیرین، بصورت پراکنده و ناپیوسته یافت می‌شوند. منطقه البرز و ایران مرکزی بیشترین توجه را به خود جلب کرده‌اند و موضوع تحقیقات چینه‌شناسی و دیرینه‌شناسی بوده‌اند (Leven et al., 2006; Vachard, 1996; Bozorgnia, 1973; Falahatgar et al., 2012, 2015; Zandkarimi et al., 2014, 2017; Vachard and Arefifard, 2015). پس از توصیف سازندهای کربنفر زیرین مبارک و جیروود توسط آسرتو (Assereto, 1963, 1966)، زون‌های فرامینفری در چندین برش چینه‌ای در البرز مرکزی و شرقی شناسایی شدند (Brenckle et al., 2009; Ueno et al., 1997; Vachard, 1996; Lys et al., 1978; Bozorgnia, 1973; Falahatgar et al., 2012, 2015; Zandkarimi et al., 2014, 2017). رسوبات کربنفر ایران مرکزی در مناطق طبس (شتری، شیرگشت و ازبک‌کوه)، بلوک پشت‌بادام و یزد، و همچنین در منطقه شهرضا مورد بررسی قرار گرفته‌اند. مجموعه‌های فرامینفری کربنفر ایران مرکزی از سازند سردر در شمال و جنوب شرقی شهر طبس و سازند گچال در منطقه کلمرد، غرب طبس گزارش شده‌اند (Vachard, 1996; Leven et al., 2006; Vachard and Arefifard, 2015). همچنین، برخی گزارش‌ها از فرامینفرهای کربنفر در بلوک یزد وجود دارد (Leven et al., 2006). در منطقه شهرضا تنها فرامینفرهای کربنفر پسین گزارش شده‌اند (Baghbani, 1993; Gorgij and Leven, 2008). در منطقه سبزوار نیز فرامینفرهای پنسیلوانین پسین که به‌خوبی حفظ نشده‌اند، گزارش شده‌اند (Gorgij and Leven, 2013).

موقعیت پالئوژئوگرافیکی ایران در دوران کربنفر توسط نویسندگان بسیاری مورد بحث قرار گرفته است (Meissami et al., 1977; Sengör, 1990; Stampfli, 2000; Kalvoda, 2002; Torsvik and Cocks, 2004; Wendt et al., 2005; Devuyt, 2006; Brenckle et al., 2009; Muttoni et al., 2009; Zandkarimi et al., 2014, 2017; Vachard and Arefifard, 2015). کربنفر، تحقیقات مهمی بر روی مجموعه‌های فرامینفری انجام شده که نشان می‌دهند در پالئوزوئیک بالایی (a) فرامینفرها در کمرندهای گرمسیری و نیمه‌گرمسیری پالئولایتودیه گسترده بودند (Boudagher-Fadel, 2008; Vachard et al., 2010; Davydov, 2014). (b) آنها به دمای آب بسیار حساس بودند و ترکیب مجموعه‌های آنها در کمرندهای گرمسیری-نیمه‌گرمسیری در عرض‌های پایین‌تر با عرض‌های میانی و بالاتر، یعنی کمرندهای معتدل و سرد، متفاوت بود (Beavington-Penney and Racey, 2004; Murray, 2006; Davydov, 2013; Prothero, 2013). (c) فرامینفرها تکامل سریعی داشتند و به تنوع تاکسونومیکی بالایی رسیدند و (d) فرامینفرها با عوامل غیرزیستی مانند تغییرات محیط قدیم ناشی از فعالیت‌های تکتونیک سازگار شدند (Kalvoda, 2002).

بحث

بازسازی جغرافیای دیرینه ایران در پالئوزوئیک پسین همواره بحث‌برانگیز بوده است. نبود رخداد کوهزایی واریسکن در ایران و شباهت بیشتر رسوبات پالئوزوئیک ایران با لایه‌های هم‌زمان آنها در صفحه عربستان منجر به این ایده شده که ایران در پالئوزوئیک پسین به گندوانا تعلق داشته است. پالئوزوئیک پسین، دورانی از رخدادهای بزرگ تکتونیک بود. در اوایل دوره پرمین، ابرقاره پانگه‌آ شکل گرفت، اقیانوس پالئوتتیس بسته شد، و بلوک‌های قاره‌ای سیمربایی از جمله ترکیه، ایران، افغانستان، پامیر جنوبی، قزاقوم، تبت، چیانگانگ، برمه، تایلند و مالزی از حاشیه شمالی گندوانا جدا شدند و به دلیل باز شدن نئوتتیس به سمت شمال از میان پالئوتتیس حرکت کردند و سرانجام در اواخر دوره تریاس با حاشیه اوراسیا برخورد کردند و منجر به شکل‌گیری کوهزایی Eo-Cymerian شدند (Sengör, 1984; Scotese and Langford, 1995; Besse et al., 1998; Metcalfe, 1999; Angiolini et al., 2003; Kent and Muttoni, 2003; Ruban et al., 2007; Muttoni et al., 2009; Berra and Angiolini, 2014).

ترکیب تاکسونومیکی فرامینفرهای کرینفر در ایران از دهه ۱۹۶۰ توسط پژوهشگران ایرانی و اروپایی مورد مطالعه قرار گرفته است، اما هنوز اجماعی در مورد جغرافیای زیستی دیرینه آنها وجود ندارد. نتایج مطالعات قبلی نشان می‌دهد که این فرامینفرها یا به حاشیه جنوبی پالتوتیس (Meissami et al., 1977; Vachard, 1980, 1996; Stampfli, 2000; Torsvik and Cocks, 2004; Brenckle et al., 2009; Zandkarimi et al., 2014; Qiao et al., 2016) و یا به حاشیه شمالی آن (Kalvoda, 2002; Devuyst, 2006) مرتبط بوده‌اند. بر اساس داده‌های پالئومغناطیسی از منطقه البرز، ایران نشان‌دهنده حرکت ظاهری قطب مغناطیسی (Apparent Polar Wandering) یا (APW) است که به خوبی با داده‌های گندوانای غربی تطابق دارد (Besse et al., 1998; Muttoni et al., 2009). این داده‌ها نشان‌دهنده یک عرض جغرافیایی قدیمی برای البرز در حدود ۴۰-۴۵ درجه جنوبی در اوایل دوره کرینفر است. با توجه به این داده‌ها، شمال ایران در این دوره در حاشیه شمالی گندوانا قرار داشته است (Angiolini et al., 2007; Brenckle et al., 2009; Bahrammanesh et al., 2011; Falahatgar et al., 2015; Qiao et al., 2016).

شواهد دیرین‌شناسی با موقعیت فرضی ۴۰-۴۵ درجه جنوبی شمال ایران در اوایل دوره کرینفر در تضاد است. فرامینفرها و بازوپایان کوچک گزارش شده از کرینفر زیرین البرز نشان‌دهنده آب‌های گرم هستند (Brenckle et al., 2009; Bahrammanesh et al., 2011). حضور فونای آب‌های گرم در ایران ممکن است با یک جریان اقیانوسی خلاف عقربه‌های ساعت توضیح داده شود که آب‌های گرم استوایی پالتوتیس را به سمت بلوک‌های پیرامون گندوانا، از جمله ایران در حاشیه جنوبی پالتوتیس، هدایت می‌کرد (Kiessling et al., 1999; Brenckle et al., 2009; Bahrammanesh et al., 2011).

علاوه بر این، در اوایل دوره کرینفر هیچ رویداد یخبندانی وجود نداشت که مانع جریان‌های سطحی گرم و پراکنش گونه‌ها از مناطق استوایی به عرض‌های جغرافیایی میانی شود. اگرچه در ویزین با آغاز رویداد یخبندانی ویزین پسین، اقلیم شروع به سرد شدن کرد (Melvin et al., 2010)، اما حضور فونای آب‌های گرم و جهانی در البرز طی این دوره (Bozorgnia, 1973; Zandkarimi et al., 2014) ادامه جریان‌های سطحی گرم در حاشیه جنوبی پالتوتیس را تأیید می‌کند (Brenckle et al., 2009). زند کرمی و همکاران (Zandkarimi et al., 2014) و فلاحت گر و همکاران (Falahatgar et al., 2015) بر اساس حضور فرامینفرهایی با عناصر شاخص وابستگی به پیرامون گندوانا، گمانه‌زنی کردند که البرز تا اوایل ویزین در حاشیه جنوبی پالتوتیس قرار داشته است. آنها فرض کردند که از آنجا که پالتوتیس در اوایل ویزین باریک بوده است، سرزمین‌های پیرامون گندوانا در حاشیه جنوبی پالتوتیس به راحتی با سرزمین‌های حاشیه شمالی آن در ارتباط بوده‌اند. علاوه بر این، این نویسندگان اشاره کردند که مجموعه‌های فرامینفری ویزین میانی در البرز مشابه مجموعه‌های حاشیه شمالی پالتوتیس بوده‌اند و نتیجه‌گیری کردند که البرز از حاشیه شمالی گندوانا جدا شده و در اوایل ویزین میانی به سمت شمال حرکت کرده است. آنها این رخداد را به عنوان اولین مرحله از تشکیل بلوک‌های سیمیریایی در نظر گرفتند. فرامینفرهای تورنیزین پسین-ویزین زیرین در منطقه پشت‌بادام، مرکز ایران، شباهت‌هایی با فرامینفرهای البرز دارند (Vachard and Arefifard, 2015). همچنین اشاره شده است که گونه‌های فرامینفری شناسایی شده در کرینفر زیرین بلوک پشت‌بادام ویژگی‌های مشترکی با هر دو حاشیه شمالی و جنوبی پالتوتیس دارند. وچارد و عارفی‌فرد (Vachard and Arefifard, 2015) پیشنهاد کردند که از آنجا که البرز در دوره تورنیزین پسین-ویزین آغازین توسط بسیاری از نویسندگان به حاشیه پیرامون گندوانا نسبت داده شده است، احتمالاً بلوک پشت‌بادام نیز در حاشیه جنوبی پالتوتیس قرار داشته است. مجموعه‌های فرامینفری باشکیرین-موسکووین در شمال و مرکز ایران بررسی شده‌اند، اما خارج از این مناطق در ایران گزارش‌هایی وجود ندارد که احتمالاً به دلیل نبود نهشته یا فرسایش است. در برش تنگ درچاله، نزدیک شهر شهرضا، فرامینفرهای موسکووین گزارش شده‌اند که وابستگی زیست جغرافیایی با پلاتفرم اروپای شرقی نشان می‌دهند (Baghbani, 1993).

اجتماعات فرامینفری باشکیرین-موسکووین در شمال و مرکز ایران شباهت‌های بسیاری نشان می‌دهند. این مجموعه‌ها همچنین ارتباط قوی با فرامینفرهای هم‌زمان در ترکیه، آسیای مرکزی، دونتس، سکوی روسیه و اورال، که در حاشیه شمالی پالتوتیس در این دوره قرار داشتند، دارند (Kalvoda, 2002; Leven et al., 2006; Dzhenchuravea and Okuyucu, 2007). وچارد (Vachard, 1980, 1996) رسوبات کرینفر در منطقه طبس، مرکز ایران، را با رسوبات افغانستان مرکزی و همچنین لایه‌های البرز را با توالی‌های بندیان در شمال افغانستان مقایسه کرد. او نتیجه گرفت که

هیچ شباهتی بین حوضه‌های کربنifer شمال و مرکز ایران وجود ندارد. لوون و همکاران (Leven et al., 2006) با این تطابق‌ها مخالفت کردند و پیشنهاد دادند که هیچ شواهد زیستی برای تأیید این مقایسه‌ها وجود ندارد. آنها استدلال کردند که فرامینفرهای باشکیرین-آسیلین در ایران بومی نیستند و هر دو منطقه شمال و مرکز ایران در زمان باشکیرین-موسکووین به یک حوضه تعلق داشته‌اند. هیچ شواهدی از فرامینفرهای کاسیمووین در ایران یافت نشده است، که ممکن است به دلیل یک عقب‌نشینی منطقه‌ای و فرسایش زیره‌وایی پس از آن باشد. فرامینفرهای قزلین پسین در البرز، مرکز ایران و منطقه سبزوار شامل عناصر شاخص حاشیه شمالی پالتوتیس هستند و شباهت‌هایی با اجتماعات فرامینفری کارنیک آلپ، حوضه دونتس، پلانفرم اروپای شرقی، درواز و فرغانه دارند (Leven and Gorgij, 2011a,b,c; Gaetani et al., 2009; Leven and Gorgij, 2006a,b; Gorgij and Leven, 2013).

بر اساس داده‌های موجود درباره فرامینفرهای کربنifer زیرین، محتمل است که ایران در حاشیه جنوبی پالتوتیس قرار داشته و در اوایل کربنifer دارای قرابت زیست‌جغرافیایی حاشیه گندوانا بوده است. حضور عناصر فونایی از هر دو حاشیه شمالی و جنوبی پالتوتیس این ایده را تقویت می‌کند (Bagheri and Stampfli, 2008; Brenckle et al., 2009; Bahrammanesh et al., 2011; Berra and Angiolini, 2014; Vachard and Arefifard, 2015). وقوع همزمان این دو گروه فونایی را می‌توان به گردش جریان گرم پالتوتیس در امتداد حاشیه شمالی گندوانا (Brenckle et al., 2009; Bahrammanesh et al., 2011) یا باریک بودن اقیانوس پالتوتیس که امکان اتصال فونای پیرامون گندوانا با فونای حاشیه جنوبی لوراسیا را فراهم می‌کرد، نسبت داد (Zandkarimi et al., 2014; Vachard and Arefifard, 2015; Falahatgar et al., 2015). موقعیت دیرینه‌جغرافیایی ایران به عنوان بخشی از گندوانا در اوایل کربنifer همچنین توسط همخوانی قوی قطب‌های دیرینه‌مغناطیسی ایران و گندوانای غربی در دوره اردووسین-اوایل کربنifer تأیید می‌شود (Muttoni et al., 2009). در واقع، بر اساس داده‌های دیرینه‌مغناطیسی، تاریخچه حرکت ایران مشابه صفحه عربستان از اواخر اردووسین تا اوایل کربنifer است (Muttoni et al., 2009). مسیر ظاهری قطب‌های گندوانا در دوره اردووسین-کربنifer نشان می‌دهد که صفحه عربستان به عنوان بخشی از آفریقا، حرکت صفحه‌ای مهمی داشته و از عرض‌های جغرافیایی بالای جنوبی در اواخر اردووسین به عرض‌های نیمه استوایی در اوایل دونین و سپس به عرض‌های میانی جنوبی در اواخر دونین-اوایل کربنifer جابجا شده است (McElhinny et al., 2003). اجتماعات فونایی کربنifer پسین در ایران کاملاً با مجموعه‌های قلمرو حاشیه گندوانا متفاوت هستند. این تفاوت‌ها هم در ترکیب تاکسونومیک و هم در قرابت‌های اقلیمی مشهود است. فرامینفرهای باشکیرین-موسکووین و قزلین پسین در البرز، مرکز ایران و منطقه سبزوار نشان‌دهنده شرایط آب‌های گرم هستند و عناصر شاخص حاشیه شمالی پالتوتیس محسوب می‌شوند. این تغییرات ممکن است به جدایش ایران از حاشیه شمالی گندوانا در اوایل کربنifer بالایی و مهاجرت آن به سمت شمال مرتبط باشد. حرکت ایران به سمت شمال و قرار گرفتن در موقعیتی با عرض‌های جغرافیایی پایین و اقلیم گرم، با حضور ماسه‌سنگ‌های حاوی زغال‌سنگ در سازند سردار در مرکز ایران در اواخر کربنifer تأیید می‌شود (Stöcklin et al., 1965). زغال‌سنگ یکی از شاخص‌ترین نشانگرهای آب و هوای قدیمه برای شرایط آب و هوایی مرطوب است. این ماسه‌سنگ‌ها غنی از کوآرتز و فقیر از Al_2O_3 هستند که نشان‌دهنده اقلیم مرطوب تا نیمه‌مرطوب است. علاوه بر این، تحلیل‌های ژئوشیمیایی ماسه‌سنگ‌های سازند سردار درجه بالای هوازدگی شیمیایی را نشان می‌دهند که گویای شرایط گرم و مرطوب در زمان نهشته شدن این ماسه‌سنگ‌ها است (Khanehbad et al., 2012). همچنین بازسازی جغرافیای دیرینه ایران بر اساس داده‌های دیرینه‌مغناطیسی موقعیت ۳۰ درجه جنوبی را برای ایران پیشنهاد می‌کند (Muttoni et al., 2009). این مجموعه داده‌ها نشان می‌دهد که مرکز ایران در اواخر کربنifer دارای آب و هوای گرم و مرطوب بوده است.

ریفینینگ نئوتیس در کربنifer در امتداد حاشیه شرقی گندوانا از هند (Garzanti and Sciunnach, 1997) تا عمان (Al-Belushi et al., 1996) آغاز شد. شکست قاره‌ای و شروع تشکیل لیتوسفر اقیانوسی از هیمالیا به سمت شمال عمان در اواسط اوایل پرمین رخ داد (Garzanti, 1999; Angiolini, 2014). (et al., 2003) شواهدی از مراحل اولیه گشایش نئوتیس در دوران کربنifer و گسل‌گشایی تران‌های سیمریایی از حاشیه شمالی گندوانا در مجموعه ماگمایی میشو و مجموعه قوش چی در شمال غرب ایران ثبت شده است (Saccani et al., 2013; Dilek et al., 2014; Moghadam et al., 2014).

با استفاده از تاریخ‌گذاری SIMS U-Pb روی زیرکن، گابروهای مجموعه میشو به سن 3.4 ± 356.7 میلیون سال و گابرونوریت‌ها و گرانیت‌های مجموعه قوش چی به سن حدود ۳۲۰ میلیون سال تاریخ‌گذاری شده‌اند. این سنگ‌های آذرین می‌توانند شواهد خوبی از زمان‌بندی بازشدن نئوتتیس در ایران ارائه دهند و تردیدهایی در مورد ایده‌های قبلی درباره ریفتینگ نئوتتیس در ایران در اوایل پرمین ایجاد کنند (Angiolini et al., 2007; Gaetani et al., 2009; Muttoni et al., 2009).

شواهد مربوط به فعالیت‌های ماگمایی کربنifer و تغییر شکل کششی مرتبط با کوهزایی واریسکن در ایران در حال افزایش است. به عنوان مثال، دگرشیبی زاویه‌دار در زیر سازند فراقان به سن کربنifer بالایی (۴)- پرمین زیرین در کمر بند زاگرس مرتفع نشان‌دهنده ارتباط با کوهزایی واریسکن است (Tavakoli-Shirazi et al., 2013). با این حال، گسل‌ها و بلوک‌های مایل با روند شمالی تا شمال شرقی مرتبط با این دگرشیبی واریسکن هیچ نشانه‌ای از تغییر شکل فشاری نشان نمی‌دهند. مجموعه قوش چی و گرانیت‌های نوع A خلیفان در شمال غرب ایران به نظر می‌رسد که با حرکات پوسته در یک محیط تکتونیکی کششی مرتبط باشند (Moghadam et al., 2014). زانچی و همکاران (Zanchi et al., 2015) بر اساس سن‌های رادیومتریکی دایکها و استوک‌های تروندژمیت که در کمپلکس انارک در مرکز ایران نفوذ کرده‌اند، پیشنهاد کردند که فروانش پالتوتتیس در اواخر کربنifer اتفاق افتاده است. این نویسندگان پیشنهاد کردند که مجموعه دگرگونی انارک در امتداد حاشیه جنوبی اوراسیا توسعه یافته و بخشی از یک قطعه پوسته نایب‌جا بوده که متعلق به کمر بند واریسکن قبل از برخورد سیمین ایران بوده است. بنابراین، احتمالاً باز شدن نئوتتیس و ریفتینگ ایران از حاشیه شمالی گندوانا در بازه زمانی بین اواخر ویزین تا اوایل کربنifer پسین (باشکیرین) رخ داده است. شواهد برای این نتیجه‌گیری عبارتند از: i) قربت پالتوتتیس شمالی مجموعه‌های فرامینفرها در اواخر ویزین تا سرپوخوین در البرز، ii) شباهت منحصر به فرد بین مجموعه‌های فوزولینید باشکیرین-کاسیمووین و قزلین پسین ایران با حاشیه شمالی پالتوتتیس و iii) فعالیت‌های ماگمایی کربنifer در شمال غرب ایران و گسل‌های نرمال و بلوک‌های کج شده در کمر بند زاگرس مرتفع که در مجموع، تغییر شکل کششی مرتبط با کوهزایی واریسکن را پشتیبانی می‌کنند.

نتیجه‌گیری

- در کربنifer آغازی، تجمعات فرامینفر در شمال و مرکز ایران ویژگی‌های جهانی داشتند و عناصری از هر دو حاشیه جنوبی و شمالی پالتوتتیس را شامل می‌شدند. این تجمعات جانوری موقعیت جغرافیای دیرینه ایران را در عرض‌های جغرافیایی جنوبی میانه (تقریباً ۳۰ درجه جنوب) تأیید می‌کنند و همچنان بخشی از گندوانا بوده‌اند. این بازسازی جغرافیای دیرینه ایران بر اساس فرامینفر با نتایج داده‌های پالئومغناطیسی توسط (Muttoni et al., 2009) هم‌خوانی دارد.

- در کربنifer پسین، داده‌های مربوط به تجمعات فرامینفرهای کوچک و فوزولینیدها در شمال و مرکز ایران، شباهت این جانوران را با هم‌تایان شمالی آنها در پالتوتتیس نشان می‌دهند. این موضوع می‌تواند به عنوان نشانه‌ای از آغاز جدا شدن ایران از حاشیه شمالی گندوانا و حرکت آن به سمت شمال تعبیر شود.

- حرکت ایران به سمت شمال و موقعیت آن در عرض جغرافیایی پایین‌تر در قزلین نیز از حضور سنگ‌های ماسه‌ای دارای زغال در سازند سردر در کربنifer پسین استنباط می‌شود.

- باز شدن نئوتتیس در ایران بر اساس تجمعات فرامینفر و فعالیت‌های ماگمایی در شمال غرب ایران در کربنifer پسین رخ داده است. این نتیجه‌گیری با ایده‌های قبلی در مورد آغاز باز شدن نئوتتیس بین گندوانای شمالی و بلوک‌های سیمیریانی در پرمین و یا تریاس مخالف است.

منابع

- Angiolini, L., Balini, M., Garzanti, E., Nicora, A. & Tintori, A., 2003. Gondwanan deglaciation and opening of Neo-Tethys: The Al-Khlata and Saiwan formations of Interior Oman. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 196(1-2): 99-123.
- Angiolini, L., Gaetani, M., Muttoni, G., Stephenson, M.H. & Zanchi, A., 2007. Tethyan oceanic currents and climatic gradients 300 MY ago. *Geology*, 35(12): 1071-1074.
- Arefifard, S., 1997. Microbiostratigraphy of the Dorud and Ruteh Fm. in central Alborz. BSc Thesis. Tehran (Iran), Shagid Beheshti University, 155pp.
- Assereto, R., 1963. The Paleozoic formations in Central Elburz (Iran) (Preliminary note). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 69: 503-543.
- Assereto, R., 1966. Geological Map of Upper Djadgerud and Lar Valleys (Central Elburz, Iran), scale 1:50 000, with explanatory notes. *Istituto di Geologia dell'Università di Milano*, 232 p.
- Bahrammanesh, M., Angiolini, L., Antonelli, A.A., Aghababalou, B. & Gaetani, M., 2011. Tournaisian (Mississippian) brachiopods from the Mobarak Formation, North Iran. *GeoArabia*, 16: 129-192.
- Beavington-Penney, S.J. & Racey, A., 2004. Ecology of extant nummulitids and other larger benthic foraminifera: Applications in palaeoenvironmental analysis. *Earth-Science Reviews*, 67(3-4): 219-265.
- Falahatgar, M., Mosaddegh, H. & Shirazi, M.P., 2012. Foraminiferal biostratigraphy of the Mobarak Formation (Lower Carboniferous) in Kiyasar Area, SE Sari, Northern Iran (English Edition). *Acta Geologica Sinica*, 86: 1413-1425.
- Falahatgar, M., Vachard, D. & Ahmadi Sakha, L., 2015. The Tournaisian (Early Carboniferous) of the Kahanag section (central Alborz; northern Iran); biostratigraphy with calcareous algae and foraminifers; palaeobiogeographic implications. *Revue de Micropaléontologie*, 58: 217-237.
- Forke, H.C., 1995. The Carboniferous/Permian boundary in the Carnic Alps (Austria): additional observations on correlating fusulinid zones in the stratotype sections of the southern Urals and the Darvaz region with the Schulkofel section. *Permophiles, a Newsletter of Subcommission on Permian Stratigraphy*, 26: 13-16.
- Forke, H.C., 2002. Biostratigraphic subdivision and correlation of Uppermost Carboniferous/Lower Permian sediments in the Southern Alps: Fusulinoidean and conodont faunas from the Carnic Alps (Austria/Italy), Karavanke Mountains (Slovenia), and Southern Urals (Russia). *Facies*, 47: 201-275.
- Forke, H.C., 2007. Taxonomy, systematics, and stratigraphic significance of fusulinoidean holotypes from Upper Carboniferous sediments (Auernig Group) of the Carnic Alps (Austria, Italy). In: Wong, Th.E. (ed.). *Proceedings XVth International Congress on Carboniferous and Permian stratigraphy*. Utrecht, 10-16 August 2003, Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences: 259-268.
- Leven, E.Ja. & Taheri, A., 2003. Carboniferous-Permian Stratigraphy and Fusulinids of East Iran. Gzhelian and Asselian Deposits of the Ozbak-Kuh Region. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 109(3): 399-415.
- Leven, E.Ja. & Gorgij, M.N., 2006a. Upper Carboniferous-Permian Stratigraphy and Fusulinids from the Anarak Region, Central Iran. *Russian Journal of Earth Sciences*, 8: 1-25.
- Leven, E.Ja. & Gorgij, M.N., 2006b. Gzhelian Fusulinids First Discovered in Central Iran. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 14(1): 19-29.
- Leven, E.Ja. & Gorgij, M.N., 2008. New Fusulinids of the Moscovian Stage Found in Iran. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 16(4): 164-173.
- Leven, E.Ja. & Gorgij, M.N., 2011a. Kalaktash and Halvan fusulinid assemblages in the Padeh and Sang-Variz Sections (Halvan Mountains, Yazd Province, Central Iran). *Stratigraphy and Geological Correlation*, 19(2), 141-159.
- Leven, E.Ja. & Gorgij, M.N., 2011b. Fusulinids and Stratigraphy of the Carboniferous and Permian in Iran. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 19(7): 687-776.
- Leven, E.Ja. & Gorgij, M.N., 2011c. First Record of Gzhelian and Asselian Fusulinids from the Vazhnan Formation (Sanandaj-Sirjan Zone of Iran). *Stratigraphy and Geological Correlation*, 19(5): 486-500.