

کنودنت‌های گذر کامبرین به اردوئیسین در کوه‌های البرز و آثار جغرافیای زیستی آن‌ها

هادی جهانگیر*^۱، منصوره قبادی پور^۲، علیرضا عاشوری^۳

^۱ دانشجوی مقطع دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم پایه، jahangir.hadi@gmail.com

^۲ دانشیار، دانشگاه گلستان، دانشکده علوم، گروه زمین‌شناسی

^۳ استاد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم پایه

چکیده:

نتایج حاصل از تحلیل جغرافیای زیستی با استفاده از اندیس تشابه جفت گروه راوپ- کریک نشان می‌دهد تکثیر ائوکونودنت‌های اولیه در دومین نیمه فورونگین (کامبرین پسین) مصادف با زمانی بوده است که سرزمین البرز به عرض‌های معتدله رسیده و به آن وارد شده است. تا ترمادوسین پسین، ارتباط فونای سرزمین البرز با فوناهای عرض‌های معتدله گندوانا و بالتیکا مشهودتر می‌شود. ارزیابی جغرافیای زیستی فونای کنودنتی کامبرین (فورونگین) و اردوئیسین پیشین (ترمادوسین پسین) البرز مؤید موقعیت مجزای این سرزمین با کمی فاصله از ساحل غربی گندوانا است. کلمات کلیدی: جغرافیای دیرینه؛ فورونگین؛ ترمادوسین؛ ایران؛ گندوانا؛ آنالیز خوشه‌ای.

Conodonts across the Cambrian-Ordovician transition in Alborz Mountains and their biogeographic signatures

Abstract Outcome of the biogeographical analysis using the pair-group Raup-Crick similarity index suggests that proliferation of the early euconodonts in the second half of the Furongian Epoch (late Cambrian) occurred at the time when the Alborz terrane approached and probably entered temperate latitudes. By the late Tremadocian, links of Alborz conodont fauna with temperate latitudes faunas of Gondwana and Baltica became more evident. Biogeographical assessment of the Cambrian (Furongian) and Early Ordovician (late Tremadocian) conodont faunas of the Alborz are in favor of its isolated position at some distance from western Gondwanan coast.

Key words: Furongian, Tremadocian, Gondwana, Iran, similarity index.

مقدمه:

در بسیاری از نقشه‌های جغرافیای دیرینه پالتوزوئیک پیشین (برای مثال Fortey and Cocks 2003) بخش‌های مختلف ایران به ویژه ایران مرکزی، زاگرس، البرز و کپه‌داغ جزئی از ابرقاره گندوانا در نظر گرفته شده‌اند. بر اساس Torsvik and Cocks 2011، موقعیت بلوک زاگرس در حاشیه بخش غربی گندوانا بوده است اما موقعیت بلوک‌های دیگر ایران کاملاً مشخص نشده است. برای روشن شدن موقعیت سرزمین البرز، از آثار جغرافیای زیستی فونای کنودنتی البرز شرقی در گذر کامبرین به اردوئیسین و مقایسه آن با نواحی همجوار و قاره‌های دیگر در این تحقیق استفاده شده است. به این منظور توالی رسوبی واقع در منطقه ده‌ملا در

بخش جنوبی دره‌ای بدون نام در حدود ۸/۵ کیلومتری شمال روستای ده‌ملا و در حدود ۱۵ کیلومتری غرب شاهرود انتخاب گردید. مختصات جغرافیایی قاعده این برش "36° 21' 17.88 شمالی و "54° 44' 47.94 شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۶۸۲ متر است.

بحث:

به این منظور تفسیر قرابت فونای کنودونتی، با استفاده از نرم‌افزار پاست (PAST)، اندیس تشابه جفت گروه راوپ - کریک (Raup-Crick) بدست آمد (Hammer et al. 2001, Hammer and Harper 2006). در سال‌های اخیر اندیس راوپ - کریک در آنالیزهای جغرافیای زیستی زیادی مورد استفاده قرار گرفته است. برای تشخیص قرابت جغرافیایی زیستی فونای کنودونتی کامبرین (فورونگین) از برش ده‌ملا واقع در البرز شرقی، ۱۱ منطقه جغرافیایی مختلف با فونای کنودونتی بیوزون‌های *Proconodontus* و *Eoconodontus notchpeakensis* انتخاب شدند و برای شناسایی قرابت جغرافیای زیستی فونای کنودونتی اردوسین پیشین (ترمادوسین پسین)، هشت سرزمین فونای کنودونتی از نواحی مختلف جغرافیایی در این تحلیل مورد استفاده قرار گرفت. موقعیت بیوزون‌های کنودونتی مورد بحث و تطابق آن‌ها با ایران مرکزی و لاورنتیا و بالتوسکاندیا در شکل ۱ آمده است. این تحلیل نشان می‌دهد که در فورونگین پسین، اغلب فونا‌های پری - گندوانایی با اندیس تشابه بیش از ۰/۹ می‌باشند (جدول ۱). بنابراین، خروجی این آنالیز نشان می‌دهد که در نیمه دوم فورونگین که زمان انتشار و فراوانی ائوکنودونت‌های اولیه نیز بوده است، به احتمال زیاد سرزمین البرز به عرض‌های متوسط یا معتدله رسیده است. در واقع، در فورونگین، روند روبه کاهش رسوبگذاری کربنات‌ها در عضو ۴ سازند میلا دیده می‌شود، و در نهایت کمی پس از ظهور اولین گونه *Cordylodus* رسوبگذاری کربنات متوقف می‌شود.

در آنالیز فونای ترمادوسین پسین (جدول ۲)، فونا‌های گندوانا، جنوب چین، سبیری و بالتیکا با هم شباهت زیادی دارند. فونای ترمادوسین پسین بالتوسکاندیا، سرزمین اوکاساکویا و البرز شرقی قرابت شدیدی (اندیس بیش از ۰/۹۵) نشان می‌دهند که قویاً موقعیت البرز شرقی را در عرض‌های معتدله اردوسین پیشین تثبیت می‌کند.

نتیجه گیری:

با مطالعه جغرافیای زیستی فونای کنودونتی کامبرین (فورونگین) و اردوسین پیشین (ترمادوسین پسین) در البرز، موقعیت جغرافیای دیرینه این سرزمین مشخص گردید که با کمی فاصله در مجاورت حاشیه غربی ابرقاره گندوانا قرار داشته است. فونای فورونگین کاملاً گندوانایی بوده و بیشترین قرابت را با فونا‌های

مربوط به عرض‌های معتدله پری- گندوانا مانند ایران مرکزی و جنوب مکزیک نشان می‌دهد اما قرابت آن با فونای عرض‌های پایین مانند خرده قاره کاراتاو نارین قزاقستان و استرالیا کمتر است. در ترمادوسین پسین تشابه فونای کنودونتی البرز با فونا‌های عرض‌های معتدله گندوانا و بالتیکا بیشتر می‌شود. از طرفی قرابت کمی بین فونای کنودونتی ترمادوسین البرز شرقی و ایران مرکزی وجود دارد. از آنجایی که موقعیت ایران مرکزی در حاشیه گندوانا با فسیل‌های کف‌زی ثابت شده است (Fortey and Cocks 2003)، موقعیت مجزای البرز از ساحل غربی ابرقاره گندوانا واضح تر می‌شود. شکی نیست که فونای کنودونتی ترمادوسین ایران به مطالعه بیشتری نیاز دارد و دستاورد کنونی تنها اولین قدم در ارزیابی تنوع زیستی و جغرافیای زیستی این فسیل‌ها است.

References:

- Druce, E.C. and Jones, P.J. 1971. Cambro-Ordovician conodonts from the Burke River structural belt, Queensland. Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, Bulletin, 110, 1-158.
- Dubinina, S. V. 1982. Conodont associations from the Cambrian – Ordovician boundary beds of Malyi Karatau Range (Southern Kazakhstan). *Izvestiya Akademii Nauk SSSR. Seriya Geologicheskaya*, 4 (1982), 47-54. [In Russian.]
- ortey, R.A., Cocks, L.R.M., 2003. Palaeontological evidence bearing on global Ordovician–Silurian continental reconstructions. *Earth-Science Reviews* 61, 245–307.
- Ghaderi, A., Aghanabati, A., Hamdi, B., Miller, J.F., 2008. Biostratigraphy of the First and Second Members of Type Section of the Shirgesht Formation in North of Tabas with Special Emphasis on Conodonts. *Earth-Science*. Tehran 67, 150-163pp.
- Hammer, O. & Harper, D.A.T. 2006. *Paleontological Data Analysis*. Blackwell Publishing, Oxford, 368 pp.
- ammer, O., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4, 9 pp
- Jahangir, H., Ghobadi Pour, M., Tolmacheva, T. Yu., Popov, L.E. and Hosseini-Nezhad, M. 2012. Conodont and trilobite biostratigraphy across the Cambrian – Ordovician boundary in Deh-Molla, eastern Alborz, Iran. 56th Palaeontological Association Annual Meeting, University College Dublin, Dublin, 16-18 December, 2013, Abstracts with Programme, p. 70-71.
- Landing, E., Westrop, S.R., Vanallerhernick, L. 2003. Uppermost Cambrian–Lower Ordovician faunas and Laurentian platform sequence stratigraphy., *Eastern New York and Vermont*, *J. Paleont.*, 77(1), 2003, pp. 78–98
- Landing, E., Westrop, S.R. and Keppie, J.D., 2007. Terminal Cambrian and lowest Ordovician succession of Mexican West Gondwana: biotas and sequence stratigraphy of the Tinu Formation. *Geological Magazine* 144 (6): 909–936.
- Lee, B. and Seo, K., 2008. Conodonts from the Hwajelo Formation (Upper Cambrian) in the Seokgaejae area, southeast margin of the Taebaeksan Basin. *Geosciences Journal* 12(3): 233- 242.
- Lee, B.S., Lee, Y.I., Miller, J.F., and Jeong, H., 2009. Conodont fauna of the Machari Formation (Middle and Upper Cambrian), Yeongweol area, Gangweon Province, Korea. *Ameghiniana (Revista de la Asociación Paleontológica Argentina)*, 46, 407–430.
- Löfgren, A., Viira, V. and Mens, K. 2005. Conodont biostratigraphy and sedimentary history in the upper Tremadoc at Uuga, Cape Pakri, NW Estonia. *GFF*, 127, 283-293.

- Miller, J.F. 1980. Taxonomic revisions of some Upper Cambrian and Lower Ordovician conodonts with comments on their evolution. The University of Kansas Paleontological Contributions, Paper 99, 1 - 43.
- Miller, J.F., Evans, K.R., Freeman, R., Ripperdan, R. and Taylor, J. 2011. Proposed stratotype for the base of the Lawsonian Stage (Cambrian Stage 10) at the First Appearance Datum of *Eoconodontus notchpeakensis* (Miller) in the House Range, Utah, USA. *Bulletin of Geosciences* 86(3): 595–620.
- Miller, J.F., Ethington, R.L., Evans, K.R., Holmer, L.E., Loch, J.D., Popov, L.E., Repetski, J.E., Ripperdan, R.L., Taylor, J.F., 2006. Proposed stratotype for the base of the highest Cambrian stage at the first appearance datum of *Cordylodus andresi*, Lawson Cove section, Utah, USA. *Palaeoworld* 15 (2006) 384–405.
- Raukas, A. and Teedumäe, A. (eds), *Geology and mineral resources of Estonia*. Estonian Academic Publishers, Tallinn, 436 pp.
- Tolmacheva, T.JU. and Abaimova, G.P., 2009. Late Cambrian and Early Ordovician conodonts from the Kulumbe River section, northwest Siberian Platform. *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists* 37: 427-451.
- Tolmacheva, T.JU., Degtyarev, K. E., Samuelsson, J. and Holmer, L. E., 2008. 'Middle Cambrian to Lower Ordovician faunas from the Chingiz Mountain Range, central Kazakhstan'. *Alcheringa* 32(4): 443 — 463.
- Tolmacheva, T.Ju., Degtyarev, K.E., Samuelsson, J. & Holmer, L.E. 2009. Middle Cambrian to Lower Ordovician faunas from the Chingiz Mountain Range, Central Kazakhstan. *Alcheringa* 32, 447–467.
- orsvik, T.H. and Cocks, L.R.M. 2011. The Palaeozoic palaeogeography of central Gondwana, Van Hinsbergen, D. J. J., Buiter, S. J. H., Torsvik, T. H., Gaina, C. & Webb, S. J. (eds), *The Formation and Evolution of Africa: A Synopsis of 3.8 Ga of Earth History*. Geological Society, London, Special Publications, 357, 137–166.
- Webby, B.D., Laurie, J.R. (Eds.), 2004, *Global Perspectives on Ordovician Geology*. Balkema, Rotterdam, pp. 395–407.
- Zeballos, F.J., Albanesi, G.L. and Ortega, G. 2008. New late Tremadocian (Early Ordovician) conodont and graptolite records from the southern South American Gondwana margin (Eastern Cordillera, Argentina). *Geologica Acta*, 6, 131-145

Global series and stages after Webby et al. (2004)			Iran				Laurentia Utah (Miller et al., 2006)	Baltoscandia regional stages and conodont zones (Viira in Raukas and Teedumae 1997)	
System	Series	Stage	Eastern Alborz		Derenjal Mountains (Ghaderi et al., 2009)	Ibexian	Billerigen	Hunneberg	
			Deh-Molla area	Simch-Kuh Section (Ghobadi Pour, 2006)					
ORDOVICIAN	Lower	Floian	2c	Brachiopod dominated associations	Shirest Formation	Reuterodus andinus Zone	Varangu	Oepikodus evae Zone	
		2b	Palaeodus deltifer Zone	Thysanotus Association		Oepikodus communis Zone		Priodontus elegans Zone	
		2a		Dangshanampyx-Taihuangshania Association		Acodus deltatus - Oneotodus costatus Zone		Pavonitodus proteus Zone	
		1d		Vachkaspis insuetata		Macerodus diana Zone			
		1c		Psiloecephalina Association		Drepanodus - Palaeodus deltifer Assemblage Zone		Rossodus manitouensis Zone	
CAMBRIAN	Furongian	Tremadocian	489	Asaphellus-Dactylocephalus Association	Derenjal Formation	Millardian	Pakerort	Cordylodus angulatus Zone	
			1b	Mila Formation				Cordylodus lapetognatus Zone	Cordylodus lindstromi Zone
			1a	Billingsella sp.				Cordylodus intermedius Zone	Cordylodus proavus Zone
								Cordylodus andresi Zone	

شکل ۱: تطابق واحدهای چینه‌شناسی زیستی فورونگیان- اردوسین پیشین ایران (البرز شرقی و ایران مرکزی)، لاورنتیا و بالتوسکاندیا.

جدول ۱: اندیس تشابه راوب- کریک برای کامبرین (فورونگیان). A، جنوب مکزیک (Landing et al. 2007)؛ B، شرق ایالت نیویورک، امریکا (Landing 2003)؛ C، شمال غرب سبیری (Tolmacheva and Aboimova 2009)؛ D، سرزمین چنگیز، قزاقستان (Tolmacheva et al. 2008)؛ E، البرز، دهملا (Jahangir et al. 2011)؛ F، استان گانگوه‌ئون، کره (Lee et al. 2009)؛ G، ایران مرکزی، کوه‌های درنجال (Ghaderi et al. 2008)؛ H، حوضه تانه‌بانکسان، کره (Lee and Seo 2008)؛ I، یوتا، امریکا (Miller et al. 2011)؛ J، کوئینزلند، استرالیا (Druce and Jones 1971, Miller 1980)؛ K، رشته کوه‌های مالی کاراتان، قزاقستان (Dubinina 1982).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A	1.0000	0.7105	0.0350	0.9440	0.9990	0.3825	0.9980	0.8395	0.9740	0.9785	0.9670
B	0.7105	1.0000	0.8630	0.1605	0.0795	0.0185	0.7810	0.1805	0.5250	0.7325	0.1900
C	0.0350	0.8630	1.0000	0.0980	0.0330	0.0005	0.0645	0.0060	0.5900	0.0440	0.0095
D	0.9440	0.1605	0.0980	1.0000	0.7795	0.2440	0.0620	0.1760	0.5950	0.4540	0.5695
E	0.9990	0.0795	0.0330	0.7795	1.0000	0.1540	0.9665	0.8365	0.8825	0.9770	0.8535
F	0.3825	0.0185	0.0005	0.2440	0.1540	1.0000	0.4305	0.0020	0.2765	0.3070	0.5655
G	0.9980	0.7810	0.0645	0.0620	0.9665	0.4305	1.0000	0.8825	0.8770	0.9815	0.9545
H	0.8395	0.1805	0.0060	0.1760	0.8365	0.0020	0.8825	1.0000	0.5425	0.4340	0.2470
I	0.9740	0.5250	0.5900	0.5950	0.8825	0.2765	0.8770	0.5425	1.0000	0.9865	0.7760
J	0.9785	0.7325	0.0440	0.4540	0.9770	0.3070	0.9815	0.4340	0.9865	1.0000	0.9885
K	0.9670	0.1900	0.0095	0.5695	0.8535	0.5655	0.9545	0.2470	0.7760	0.9885	1.0000

جدول ۲: اندیس تشابه راوپ- کریک برای اردویسین پیشین (ترمادوسین). A، شرق ایالت نیویورک، امریکا (Landing 2003)؛ B، سرزمین اوکساکویا، مکزیک (Landing et al. 2007)؛ C، شمال غرب سبیری (Tolmacheva and Aboimova 2009)؛ D، سرزمین کویانیا از کوردیلرای شرقی، آرژانتین (Zeballo et al. 2008)؛ E، سرزمین چنگیز، قزاقستان (Tolmacheva et al. 2009)؛ F، شمال غرب استونیا (Löfgren et al. 2005)؛ G، البرز، دهمل (Jahangir et al. 2011)؛ H، ایران مرکزی، کوه‌های درنجال (Ghaderi et al. 2008)؛ I، یوتا، امریکا (Miller et al. 2011)؛ J، کوئینزلند، استرالیا (Druce and Jones 1971, Miller) (1980).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1.0000	0.3800	0.8790	0.0325	0.1835	0.4290	0.0640	0.0165	0.7040	0.8915
B	0.3800	1.0000	0.8400	0.3570	0.8475	1.0000	0.9540	0.5685	0.0260	0.5265
C	0.8790	0.8400	1.0000	0.0590	0.6825	0.8655	0.4230	0.0485	0.9325	0.9990
D	0.0325	0.3570	0.0590	1.0000	0.3070	0.4445	0.2215	0.0510	0.0005	0.0595
E	0.1835	0.8475	0.6825	0.3070	1.0000	0.9795	0.9510	0.2410	0.1305	0.5830
F	0.4290	1.0000	0.8655	0.4445	0.9795	1.0000	0.9975	0.6535	0.0405	0.6745
G	0.0640	0.9540	0.4230	0.2215	0.9510	0.9975	1.0000	0.3565	0.0005	0.3660
H	0.0165	0.5685	0.0485	0.0510	0.2410	0.6535	0.3565	1.0000	0.0030	0.4790
I	0.7040	0.0260	0.9325	0.0005	0.1305	0.0405	0.0005	0.0030	1.0000	0.1650
J	0.8915	0.5265	0.9990	0.0595	0.5830	0.6745	0.3660	0.4790	0.1650	1.0000