



زیست چینه نگاری توالیهای ووچیاپینگین (جلفین) برش زال، شمال باختر ایران بر اساس براکیوپودها



عباس قادری، دانشجوی دکتری چینه شناسی و فسیل شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، تلفن: ۰۹۱۵۵۰۲۸۸۵۹ - ایمیل: abbas.ghaderi@gmail.com

* آرزو صادقی، دانشجوی کارشناسی ارشد چینه شناسی و فسیل شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، گروه زمین شناسی، مشهد، ایران - تلفن: ۰۹۱۵۲۴۶۴۶۶۵ - ایمیل: arsadeghi6@gmail.com

علیرضا عاشقپوری، استاد گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، تلفن: ۰۵۱۱۸۳۶۱۰ - ایمیل: ashouri2001@gmail.com

لوسیا آنجیولینی، استاد گروه زمین شناسی، دانشگاه میلان ایتالیا، lucia.angiolini@unimi.it



چکیده:

مطالعه براکیوپودهای پرمین به دست آمده از لایه‌های جلفا در برش زال، شمال باختر ایران، به شناسایی ۲۸ گونه از ۲۰ جنس متعلق به راسته‌های *Athyridida*, *Orthotetida*, *Orthida*, *Productida*, *Rhynchonellida*, *Spiriferida* و *Terebratulida* انجامیده است. بر این اساس، سه بیوزون گستره‌ای *Araxilevis intermedius Zone*, *Permophricodothyris ovata Zone* و *Transcaucasathyris araxensis Zone* و یک بیوزون بینابینی *Permophricodothyris ovata - Transcaucasathyris araxensis Interval Zone* در این توالیها معرفی شده‌اند. این بیوزونها و مقایسه آنها با بیوزونهای مشابه از دیگر نقاط ایران، قفقاز میانی و چین جنوبی مؤید سن ووچیاپینگین (جلفین) پیشین - پسین برای توالیهای مذکور است.

کلید واژه‌ها: براکیوپود، پرمین، ووچیاپینگین، زال، بیوزون.



Biostratigraphy of Wuchiapingian (Dzhulfian) succession of Zal section, Northwest of Iran, based on brachiopods

Abstract:

Study on Permian brachiopods of the Julfa Beds at Zal section, Northwest of Iran is led to identification of 38 species from 20 genera belong to Order *Athyridida*, *Orthotetida*, *Orthida*, *Productida*, *Rhynchonellida*, *Spiriferida* and *Terebratulida*. Three taxon range zone, *Araxilevis intermedius Zone*, *Permophricodothyris ovata Zone* and *Transcaucasathyris araxensis Zone* and one *Permophricodothyris ovata - Transcaucasathyris araxensis Interval Zone* are defined in this section. The mentioned biozones and their comparison with the same sequences of Iran, Transcaucasica and South China confirm the age of Wuchiapingian (Dzhulfian) for the succession.

Keywords: Brachiopod, Permian, Wuchiapingian, Zal, Biozone.



مقدمه:

توالیهای پرمین پسین ناحیه جلفا در کوههای علی باشی، شمال باختر ایران از دهه ۱۹۶۰ تاکنون از دیدگاههای مختلفی مطالعه شده‌اند (برای مثال: Stepanov et al. 1969; Teichert et al. 1973; Partoazar 2002; Kozur 2005, 2007; Shabanian & Bagheri 2008; Leda et al. 2013). توالیهای مذکور را برای اولین بار مطالعه و در قالب ۸ واحد سنگ چینه‌ای عمده شامل لایه‌های گنیشیک (واحد A)، لایه‌های خاجیک (واحد B)، لایه‌های جلفای پایینی (واحد C)، لایه‌های جلفای بالایی (واحد D)، لایه‌های دربردارنده مرز تدریجی پرمین - تریاس (واحد E)، لایه‌های سنگ آهکی حاوی آمونیت



Paratirolites (واحد F)، سازند الیکای پایینی (واحد G) و سازند الیکای بالایی (واحد H) معرفی کرده‌اند. *Teichert et al.* (1973) نیز منطقه کوههای علی باشی را مورد بازبینی قرار داده و مجموعه واحدهای E و F معرفی شده توسط *Stepanov et al.* (1969) را به عنوان سازندی جدید به نام سازند علی باشی نام نهاده‌اند. Partoazar (2002)، لایه‌های جلفای پایینی (واحد C) را به دلیل برخورداری از براکیوپودهای فراوان به نام زون براکیوپودی (*brachiopod zone*) و مجموع لایه‌های جلفای بالایی (واحد D) و سازند علی باشی را به نام زون آمونیتی یا آمونوئیدی (*Ammonite zone*) خوانده است. Shabanian & Bagheri (2008)، لایه‌های خاجیک و جلفا (واحدهای B، C و D) را متعلق به زمان میدین تا جلفین دانسته و معادل با سازند نسن در حوضه البرز و سازند آباده و بخش پایینی سازند همبست در ایران مرکزی در نظر گرفته‌اند. در این بین، مطالعات انجام شده بر روی فونای براکیوپودی بسیار اندک است و تنها گزارش موجود، به معرفی مختصر این فسیلها توسط *Stepanov et al.* (1969) محدود می‌شود. هرچند توصیف سیستماتیکی از فونای مشابه به دست آمده از حاشیه شمالی مرز ایران و نخبوان و ناحیه دوراشام در حوضه قفقاز میانی توسط *Ruzhencev & Sarycheva* (1965) نیز ارائه شده که نیازمند بازنگری است. در این پژوهش، براکیوپودهای ووچیاپینگین (جلفین) برش زال در فاصله ۲۲ کیلومتری جنوب شهر جلفا مورد بررسی و مطالعه سیستماتیک دقیق قرار گرفته و بیوزونهای بر مبنای این فسیلها برای لایه‌های جلفا ارائه شده است. خاطرنشان می‌سازد الگوی سنگ چینه‌ای استفاده شده در این نوشتار مطابق با تقسیم بندی ارائه شده توسط *Stepanov et al.* (1969) و *Teichert et al.* (1973) است.



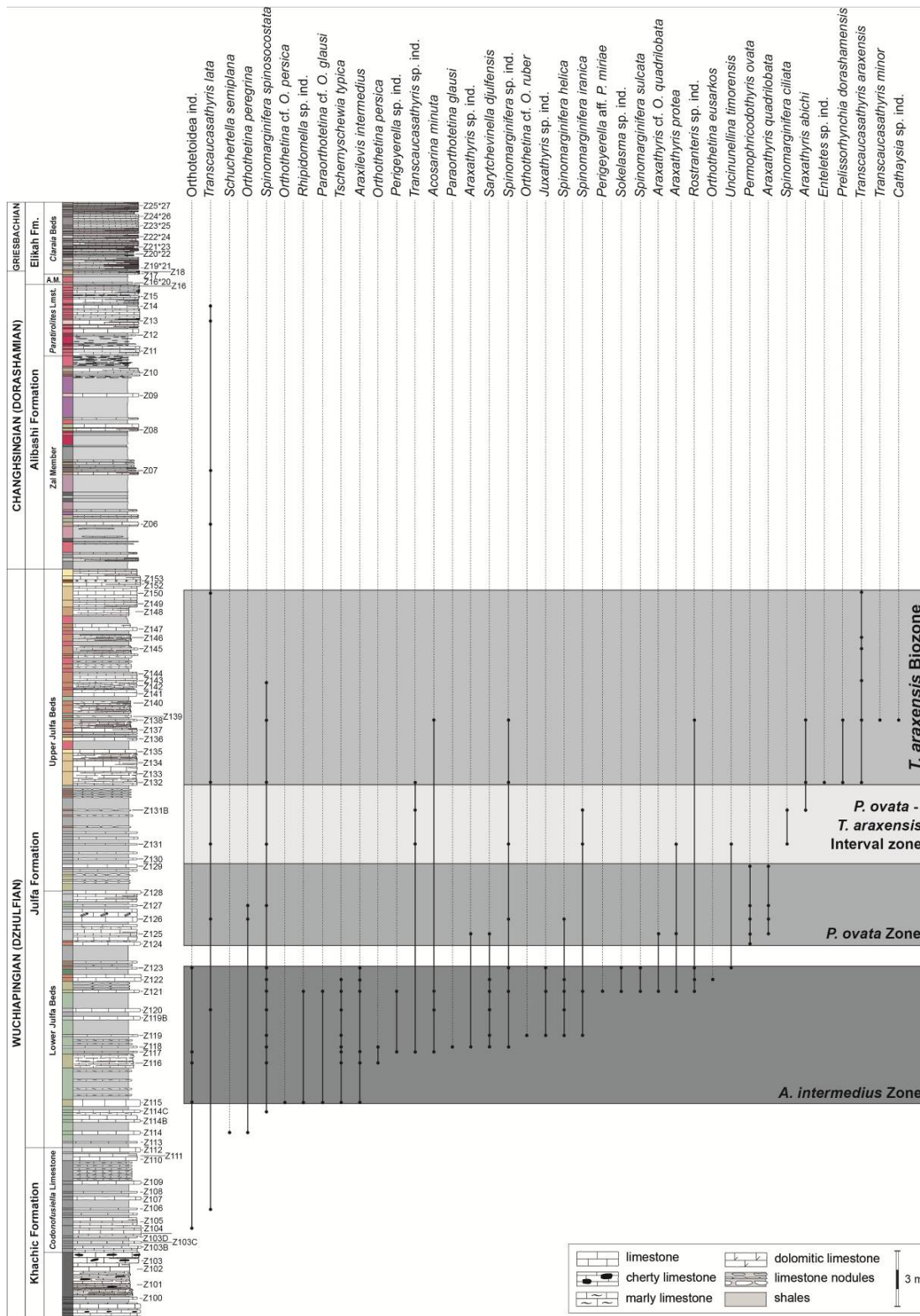
روش تحقیق:

براکیوپودهای برش زال که به صورت کاملاً برجاً و از درون لایه‌های شیلی - مارنی - کربناتی بخشهای بالایی لایه‌های خاجیک و لایه‌های جلفا جمع‌آوری شده بودند، پس از شست‌وشو و پاکسازی اولیه به کمک آب و سوزنهای مخصوص تنظیم، به مدت ۲۴ ساعت داخل محلول *Rewoquat* قرار گرفتند. این محلول به جدا شدن باقیمانده رسوبات مارنی از سطح فسیلها کمک می‌کند. پس از شست‌وشوی مجدد فسیلها و خشک شدن آنها، به کمک روش *whitening* با پمپاژ بخار آمونیوم کلراید بر روی سطح نمونه‌ها، تصاویر با دقت و کیفیت بالا از نمونه‌ها تهیه شد. مطالعه و اندازه‌گیریهای بیومتری دقیق نمونه‌ها، بررسی پارامترهای مختلف نظیر تزیئات سطح کفه‌ها، خارها و روکوه‌های سطحی، شکل فولد و سولکوس، طول اینتراریا، جهت یابی و اندازه امبو، آرایش کومیشر و ... و نیز مقایسه آنها با نمونه‌های مشابه از دیگر نقاط ایران (*Angiolini and Glaus* 1966; *Fantini Sestini* 1965a,b; *Fantini Sestini* 1965a,b; *Licharew*, 1939; *Ruzhencev & Sarycheva* (Carabelli, 2010; *Ghaderi et al.*, 2014)، قفقاز میانی (*Verna & Angiolini in Verna et al.* 2011)، عمان (*Angiolini et al.* 2007)، چین جنوبی (1965)، ترکیه (*Williams et al.* 2007 و 2006)، به شناسایی ۲۸ گونه از ۲۰ جنس مختلف متعلق به راسته‌های آتیریدیدا (*Athyridida*)، اورتوتتیدا (*Orthotetida*)، اورتیدا (*Orthida*)، پروداکتیدا (*Productida*)، رینکونلیدا (*Rhynchonellida*) و اسپیریفریدا (*Spiriferida*) و تربراتولیدا (*Terebratulida*) منجر شده است.



بحث:

لایه‌های جلفا (*Stepanov et al.* 1969) در برش زال با ضخامت ۳۳ متر به رنگ عمومی خاکستری تا سبز (در واحد C = لایه‌های جلفای پایینی) و خاکستری، سبز، قرمز تا کرم (در واحد D = لایه‌های جلفای بالایی) دیده می‌شوند. این لایه‌ها در بردارنده تناوبی از سنگ آهکهای مارنی و سنگ آهکهای غالباً وکستونی/مادستونی تا پکستون بیوکلیستدار با شیل‌های سبز و خاکستری هستند. لایه‌های جلفای پایینی بر روی واحد سنگی *Codonofusiella limestone* مربوط به بخش انتهایی لایه‌های خاجیک قرار گرفته و لایه‌های جلفای بالایی نیز توسط واحد شیلی سازند علی باشی پوشیده می‌شوند. عمده ماکروفسیل‌های یافت شده از لایه‌های جلفا شامل براکیوپودهای متعلق به راسته‌های مختلف، مرجانهای روگوزا و نابولاتا، نوتیلونیدها، آمونوئیدهای چون *Araxoceras*، *Pseudogastriceras* و *Vedioceras* و نمونه‌هایی از انواع کرینوئید، اسفنج و بروزوتر می‌باشند. روزن‌داران، استراکودها، کندوتها، بقایای ماهیها و گاهی نیز جلبکهای آهکی، مهمترین میکروفسیل‌های این مجموعه هستند. براکیوپودهای به دست آمده از بخشهای بالایی لایه‌های خاجیک و لایه‌های جلفا عموماً از حفظ شدگی بسیار خوبی برخوردارند. در این میان، بیشترین تنوع و فراوانی آنها مربوط به لایه‌های جلفای پایینی است. بررسی انتشار قائم براکیوپودهای به دست آمده از برش زال به معرفی سه بیوزون گستره‌ای و یک بیوزون بینابینی انجامیده است (شکل ۱). این بیوزونها به ترتیب از پایین به بالا عبارتند از:



شکل ۱: ستون چینه شناسی و نمودار انتشار قائم براکیوپودها در برش چینه شناسی زال، شمال باختر ایران



1. *Araxilevis intermedius* Zone

این بیوزون گستره‌ای که منطبق بر گستره حضور گونه *Araxilevis intermedius* است، با ضخامت ۷۷۵ متر در بخش پایینی لایه‌های جلفای پایینی شناسایی شده است. سنگ آهک‌های مارنی خاکستری تا سبز با رخساره غالب مادستون/وکستون همراه با شیل‌های سبز تا خاکستری، سنگ شناسی غالب این بیوزون را به خود اختصاص داده‌اند. گونه‌های *Araxathyris protea*, *Acosarina minuta*, *Juxathyris* sp., *Orthothetina eusarkos*, *Orthothetina* cf. *O. ruber*, *Orthothetina* cf. *O. peregrina*, ind., *Perigeyerella* aff. *P.*, *Paraorthothetina glausi*, *Orthothetina persica*, *Orthothetina peregrina*, *Sarytchevinella djulfensis*, *Rostranteris* sp. ind., *Rhipidomella* sp. ind., *Perigeyerella* sp., *miriae*, *Spinomarginifera iranica*, *Spinomarginifera helica*, *Sokelasma* sp. ind., *Schuchertella semiplana*, *Transcaucasathyris lata*, *Spinomarginifera sulcata*, *Spinomarginifera spinosocostata* و *Uncinunellina timorensis* و *Tschernyschewia typica* نیز دیگر براکیوپوذهای شناسایی شده در این بیوزون می‌باشند (شکل ۲). این بیوزون معادل بیوزون همنام *Araxilevis intermedius* Zone در منطقه کوه‌های علی باشی جلفا (Ghaderi et al., 2014) می‌باشد. همچنین بیوزون مشابهی توسط Angiolini and Carabelli (2010) از سازند نسن در کوه‌های البرز میانی معرفی شده است. بیوزون مذکور، همراه با فونای کنودونتی معرفی شده از این لایه‌ها (Henderson et al., 2008) سن ووچیاپینگی (جلفین) پیشین - میانی را برای این بخش از لایه‌های جلفا تأیید می‌کند.

2. *Permophricodothyris ovata* Zone

این بیوزون گستره‌ای که منطبق بر گستره حضور گونه *Permophricodothyris ovata* است، با ضخامت ۴/۷۰ متر در بخش بالایی لایه‌های جلفای پایینی و ابتدای لایه‌های جلفای بالایی شناسایی شده است. سنگ آهک‌های زیست آواری خاکستری تا قهوه‌ای با رخساره غالب پکستون - وکستون همراه با شیل‌های سبز تا خاکستری، سنگ شناسی غالب این بیوزون را تشکیل داده‌اند. گونه‌های *Araxathyris protea*, *Araxathyris* sp. ind., *Araxathyris quadrilobata*, *Transcaucasathyris lata*, ind. و فرم‌های نامشخصی از زیرخانواده Lyttoninae، دیگر براکیوپوذهای مهم این بیوزون هستند (شکل ۲). این بیوزون معادل بیوزون همنام *Permophricodothyris ovata* Zone در منطقه کوه‌های علی باشی جلفا (Ghaderi et al., 2014) به سن ووچیاپینگی میانی می‌باشد. فونای کنودونتی معرفی شده از این لایه‌ها (Henderson et al., 2008) نیز سن ووچیاپینگی میانی را برای این بخش از لایه‌های جلفا تأیید می‌کند. بیوزون همنامی نیز توسط Angiolini and Carabelli (2010) از سازند نسن در کوه‌های البرز میانی به سن چانگزینگی (دورآشامین) معرفی شده است. تفاوت در سن بیوزون مذکور در دو ناحیه جلفا - زال با منطقه البرز میانی یکی از مسائل مهم و پیچیده در تطابق بیوزون‌های این دو ناحیه ایران است. بیوزون *Permophricodothyris ovata* سازند نسن دارای گونه‌های مشترکی نظیر *Permophricodothyris ovata*, *Transcaucasathyris lata* و *Araxathyris protea* با لایه‌های حاوی *Oldhamina* در منطقه قفقاز است، ولی گستره حضور برخی از آنها در لایه‌های بالاتر یا پایینتر نیز ادامه یافته است. لایه‌های حاوی *Oldhamina* در منطقه قفقاز بر اساس آمونوئیدها و کنودونتها به سن ووچیاپینگی نسبت داده شده‌اند (Ruzhentsev and Sarytcheva 1965; Stepanov et al. 1969; Shen et al. 2004; Henderson et al. 2008). در حالی که سن بیوزون *Permophricodothyris ovata* غالباً بر اساس فوزولینیدها و کنودونتها معادل با چانگزینگی است (Gaetani et al. 2009). محدود شدن گونه شاخص *Permophricodothyris ovata* به زمان ووچیاپینگی در حوضه قفقاز (Ruzhentsev and Stepanov et al., 1969; Ghaderi et al., 2014) ممکن است مرتبط با عوامل پائواکولوژیکی و عمیقتر شدن حوضه در منطقه قفقاز نسبت به البرز مرکزی باشد چرا که آب‌های عمیق برای این اسپریفریدهای بزرگ پدیکل‌دار که نیاز به آب‌های با آشفتگی و تلاطم بیشتر و مواد غذایی فراوانتر دارند، نامناسب است.

3. *Permophricodothyris ovata* - *Transcaucasathyris araxensis* Interval Zone

شروع این بیوزون بینابینی منطبق بر آخرین حضور گونه *Permophricodothyris ovata* و پایان آن نیز همزمان با اولین ظهور گونه *Transcaucasathyris araxensis* است. این بیوزون با ضخامت ۴/۵۶ متر در نیمه پایینی لایه‌های جلفای بالایی شناسایی شده است. شیل‌های خاکستری همراه با لایه‌های نازکی از سنگ آهک‌های خاکستری تا قهوه‌ای ندولار با رخساره غالب مادستونی، سنگ شناسی عمده این بیوزون را تشکیل داده‌اند. گونه‌های *Araxathyris protea*, *Araxathyris abichi*, *Spinomarginifera ciliata*, *Spinomarginifera spinosocostata*, *Spinomarginifera* sp. ind., *Spinomarginifera iranica* و *Transcaucasathyris lata* نیز دیگر



براکیوپودهای شناسایی شده در این بیوزون می‌باشند (شکل ۲). فونای کنودونتی که پیش‌تر از این لایه‌ها معرفی شده است (Henderson et al., 2008)، سن ووچیاپینگین میانی - پسین را برای این بخش از لایه‌های جلفا نشان می‌دهد.

4. *Transcaucasathyris araxensis* Zone

این بیوزون گستره‌ای که منطبق بر گستره حضور گونه *Transcaucasathyris araxensis* است، با ضخامت ۱۱/۴۰ متر نیمه بالایی لایه‌های جلفای بالایی را دربرگرفته است. سنگ آهک‌های کرم تا قرمز و قهوه‌ای ندولار با رخساره غالب مادستون/وکستون همراه با شیل‌های قرمز، سنگ شناسی غالب این بیوزون را تشکیل داده‌اند. گونه‌های *Araxathyris abichi*, *Acosarina minuta*, *Enteletes sp.*, *Cathaysia sp. ind.*, *Spinomarginifera sp. ind.*, *Rostranteris sp. ind.*, *Prelissorhynchia dorashamensis* و *Transcaucasathyris minor*, *Transcaucasathyris lata*, *Spinomarginifera spinosocostata* و *Transcaucasathyris sp. ind.* دیگر براکیوپودهای مهم این بیوزون هستند. این بیوزون معادل بیوزون *Haydenella kiangsiensis* Zone در منطقه کوه‌های علی باشی جلفا (Ghaderi et al., 2014) می‌باشد (شکل ۲). بیوزون مذکور، همراه با فونای کنودونتی معرفی شده از این لایه‌ها (Henderson et al., 2008) سن ووچیاپینگین (جلفین) پسین را برای این بخش از لایه‌های جلفا تأیید می‌کند.



نتیجه گیری:

مطالعه سیستماتیک ۲۶۲ نمونه براکیوپود برجای برداشت شده از بخش‌های بالایی لایه‌های خاچیک و لایه‌های جلفا در برش زال، به شناسایی ۲۸ گونه از ۲۰ جنس متعلق به راسته‌های Athyridida، Rhynchonellida، Productida، Orthida، Orthotetida، Spiriferida و Terebratulida منجر شده است. بیشترین تنوع و فراوانی این براکیوپودها در لایه‌های جلفای پایینی رخ داده است. بررسی انتشار قائم فسیله‌های مذکور به معرفی سه بیوزون گستره‌ای *Transcaucasathyris araxensis* Zone، *Permophricodothyris ovata* Zone و *Permophricodothyris ovata* Zone - *Transcaucasathyris araxensis* Interval Zone منجر شده است. بیوزون‌های *Araxilevis intermedius* و *Permophricodothyris ovata* Zone معادل با بیوزون‌های همنامی هستند که پیش‌تر از کوه‌های علی باشی جلفا (Ghaderi et al., 2014) و سازند نسن (Angiolini and Carabelli, 2010) معرفی شده بودند. بیوزون *Transcaucasathyris araxensis* Zone نیز معادل با بیوزون *Haydenella kiangsiensis* Zone در منطقه کوه‌های علی باشی جلفا (Ghaderi et al., 2014) است. مقایسه بیوزون‌های مذکور با فونای کنودونتی معرفی شده از این لایه‌ها (Henderson et al., 2008) در برش زال، سن ووچیاپینگین (جلفین) پیشین - پسین را برای این بخش از لایه‌های جلفا تأیید می‌کند.



References

- Angiolini, L., 2007. "Quantitative palaeoecology in the Pachycyrtella Bed, Early Permian of Interior Oman", *Palaeoworld*, 16: 233-245.
- Angiolini, L., Carabelli, L., 2010. "Upper Permian brachiopods from the Nesen Formation, North Iran", *Palaeontology*, 84: 41-90.
- Fantini Sestini, N., Glaus, M., 1966. "Brachiopods from the Upper Permian Nesen Formation (North Iran)", *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 72: 887-930.
- Fantini Sestini, N., 1965a. "The geology of the upper Djadgerud and Lar valleys (North Iran). II. Palaeontology. On some "Spinomarginifera" from the Upper Permian of Mubarak-Abad". *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 71: 989-996.
- Fantini Sestini, N., 1965b. "The geology of the Upper Djadgerud and Lar Valleys (North Iran). II. Palaeontology. Bryozoans, brachiopods and molluscs from the Ruteh Limestone (Permian)". *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 71: 13-108.
- Gaetani, M., Angiolini, L., Katsumi, U., Nicora, A., Stephenson, M. H., Sciunnach, D., Rettori, R., Price, G. D. Sabouri, J. 2009. "Pennsylvanian to Early Triassic stratigraphy in Alborz Mountains (Iran)". In: Brunet, M.F., Wilmsen, M., Granath, J.W., (eds.), "South Caspian to Central Iran Basins". Geological Society, London, Special Publications, 312: 79-127.
- Ghaderi, A., Garbelli, C., Angiolini, L., Ashouri, A.R., Korn, D., Rettori, R., Mahmudy Gharai, M.H., 2014. "Upper Permian brachiopods from the Ali Bashi Mountains, Julfa, NW Iran." *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* (In press).



- Henderson, C.M., Mei, S.L., Shen, S.Z., Wardlaw, B.R., 2008. "Resolution of the reported Upper Permian conodont occurrences from northwestern Iran". *Permophiles* 51: 2-9.
- Kozur, H.W., 2005. "Pelagic uppermost Permian and the Permian-Triassic boundary conodonts of Iran. Part II: Investigated sections and evaluation of the conodont faunas." *Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften B, Beiheft*, 19: 49-86.
- Kozur, H.W., 2007. "Biostratigraphy and event stratigraphy in Iran around the Permian-Triassic Boundary (PTB): Implications for the causes of the PTB biotic crisis." *Global and Planetary Change*, v. 55, p. 155-176.
- Leda, L., Korn, D., Ghaderi, A., Hairapetian, V., Struck, U., Reimold, W.U., 2013. "Lithostratigraphy and carbonate microfacies across the Permian-Triassic boundary near Julfa (NW Iran) and in the Baghuk Mountains (Central Iran)". *Facies*, Doi: 10.1007/s10347-013-0366-0.
- Licharew, B.K., 1939. "Class Brachiopoda". In: Licharew, B.K., (ed.), "Atlas of the Leading Forms of the Fossil Faunas of the USSR". 6: 76-121.
- Partoazar, H., 2002. "Permian-Triassic boundary conodonts from Julfa-Abadeh Belt along Northwest and Central Iran." *Permophiles*, 41: 34-40.
- Ruzhencev, V.E., Sarycheva, T.G. (eds.), 1965. "Razvitie i smena morskich organismov na rubezhe paleozoja i mezozoja." *Trudy Paleont. Inst. AN SSSR*, 108: 431 pp.
- Shabanian, R., M. Bagheri, 2008. "Permian in Northwest of Iran". *Permophiles*, 51: 28-31.
- Shen, S.Z., & Shi, G.R. 2007. "Lopingian (Late Permian) brachiopods from South China, Part1: *Orhotetida, Orthida and Rhynchonellida*." *Bulletin of the Tohoku University Museum*, 6: 1-102.
- Shen, S.Z., Grunt, T.A., Jin, Y.G., 2004. "A comparative study of *Comelicaniiidae Merla, 1930 (Brachiopoda Athyridida)* from the Lopingian (late Permian) of south China and Transcaucasia in Azerbaijan and Iran". *Journal of Paleontology*, 78: 884-899.
- Stepanov, D.L., Golshani, F., Stöcklin, J., 1969. "Upper Permian and Permian-Triassic Boundary in North Iran: Geological Survey of Iran." *Geological Society of Iran*, R. 12, p. 1-72.
- Teichert, C., Kummel, B., Sweet, W.C., 1973. "Permian-Triassic strata, Kuh-e-Ali Bashi, northwestern Iran". *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 145: 359-472.
- Verna V., Angiolini, L., Baud, A., Crasquin S., & Nicora, A., 2011. "Guadalupian Brachiopods from Western Taurus, Turkey." *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 117: 1-52.
- Williams, A., Brunton, C.H.C., Carlson, S.J., Alvarez, F., Baker, P.G., Bassett, M.G., Boucot, A.J., Carter, J.L., Cocks, L.R.M., Cohen, B.L., Curry, G.B., Cusack, M. Emig, C.C., Gourvenec, R., Harper, D.A.T., Holmer, L.E., Lee, D.E., Logan, A., Luter, D., MacKinnon, D.I., Mancenido, M.O., & Mergl., M., Popov, L. E., Racheboeuf, P. R., Rubel, M., Savage, N. M., Smirnova, T. N., Sun Dong-li, Wright, A. D., 2007. "Treatise on Invertebrate Paleontology Part H, Revised, Brachiopoda. Volume 6: Supplement (part)." 6: 2321-2355.
- Williams, A., Brunton, C.H.C., Carlson, S.J., Baker, P.G., Carter, J.L., Curry, G.B., Dagys, A.S., Gourvenec, R., Hou, H.F., Jin, Y.G., Johnson, J.G., Lee, D.E., MacKinnon, D.I., Racheboeuf, P.R., Smirnova, T.N., Sun, D.L., 2006. "Treatise on Invertebrate Paleontology Part H, Brachiopoda. Volume 5: *Rhynchonelliformea (part)*". 5: 1689-2320.
- Xu, G. R. And Grant, R. E. (1994) - Brachiopods near the Permian-Triassic Boundary in South China. *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, 76: 1-68.