

## بازنگری مرجانهای Kleopatriniidae با تکیه بر شواهد فسیلی کربنیفر ایران مرکزی

مهدی بادپا<sup>۱</sup>، کاوه خاکسار<sup>۲</sup>، علیرضا عاشوری<sup>۱</sup>

- ۱- گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام‌نور قم  
 ۲- مرکز آموزش عالی امام خمینی وزارت جهاد کشاورزی  
 ۳- گروه زمین‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد  
 mahdibadpa110@gmail.com

### چکیده

بخش عمده‌ای از فسیلهای مرجانی کربنیفر پسین ایران مرکزی را مرجانهای روگوزای کلنی از خانواده کلتوپاترینیده تشکیل می‌دهد. این مرجانها تقریباً بیش از ۵۰٪ فراوانی مرجانها و ۳۰٪ از تنوع جنس و گونه‌های مرجانی نامورین ایران مرکزی را شامل می‌شوند. فونای مرجانی کلتوپاترینیده ایران شامل جنس‌های: *Fomichevella*, *Heintzella*, *Paraheritschioides*, *Kleopatrina* می‌باشد. دو گونه *Fomichevella najafi*, *Heintzella fleugeli* گونه‌های جدید این خانواده هستند. در این مطالعه اولین ظهور جنس‌های *Paraheritschioides*, *Kleopatrina* مورد بازنگری قرار گرفت و اولین ظهور جنس *Paraheritschioides* از سرپوخووین پسین و باشکیرین و اولین ظهور جنس *Kleopatrina* از اشکوب باشکیرین گزارش می‌گردد. همچنین توزیع جغرافیای زبستی دیرینه جنس‌های *Paraheritschioides* و *Kleopatrina* که پیش از این محدود به حوضه بوریال معرفی می‌شدند، گسترش بیشتری داشته و حضور این جنسها در زمان کربنیفر پسین در بخش ایرانی جنوب‌غرب حوضه تبتیسی گزارش می‌گردد. این تغییرات یک بازنگری مجدد را برای فیلوژنی خانواده کلتوپاترینیده لازم می‌سازد. این مجموعه مرجانی مشابه با مجموعه‌های مرجانی نامورین حوضه Ellesmere Island در قطب شمال کانادا و Novaya Zemlya واقع در قطب شمال روسیه است. شباهت فونایی بین مجموعه‌های مرجانی جنوب غرب پالتوتتیس با فونای هم سن در قطب شمال می‌تواند به دلیل تداوم شرایط گرم استوایی در نیمکره شمالی و ارتباط آن با جنوب غرب پالتوتتیس در طی نامورین باشد.

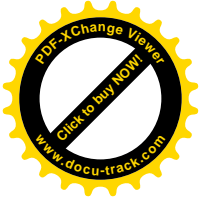
**کلیدواژه‌ها:** کربنیفر، نامورین، مرجان، کلنی روگوزا، کلتوپاترینیده، فیلوژنی.

### Reviews of Kleopatriniidae corals by relying on fossil evidence of Carboniferous corals of central Iran

#### Abstract

Kleopatriniid rugose corals are major part of the late Carboniferous Central Iran's coral assemblage. These corals are almost more than 50% of frequency and 30% diversity of Namurian corals of Central Iran. Kleopatriniidae corals genus that reported from Iran including these genera: *Fomichevella*, *Heintzella*, *Paraheritschioides*, *Kleopatrina*. *Fomichevella najafi* and *Heintzella fleugeli* are new species of the family. In this study first appearance of the genus *Paraheritschioides*, *Kleopatrini* been revised. The first appearance of *Paraheritschioides* was from Late Serpukhovian and Early Bashkirian and the first appearance of *Kleopatrini* be reported from Bashkirian; As well as paleobiogeographical distribution of the genus that before limited to Boreal basin, It seems that this fauna basin was much wider spread and presence of the genera during the late Carboniferous in Iran in the South West Tethys be reported. According to present study and its recommendations, Kleopatriniidae family requires an essential revision based on phylogenetic and paleobiogeographic aspects. The coral assemblage is similar to those corals recorded from Ellesmere Island, Arctic Canada and Novaya Zemlya, Arctic Russia. The faunal similarities between the South West





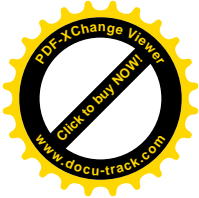
سالهای ۱۳۹۱-۱۳۹۴ نگارنده اول، با تهیه مقاطع میکروسکوپی بسیار زیاد و در اختیار داشتن نمونه‌های بیشتری از این مرجان‌ها، با پژوهشگران مختلف مرجانهای روگوزا، این موضوع را مطرح کرد ولی پروفسور فدروسکی تنها راه اثبات انتساب این مرجانها به خانواده کلئوپاترینیده را مطالعه بلاستوژنی می‌دانست. بر این اساس می‌بایست با تهیه مقاطع میکروسکوپی و پیل‌های بسیار زیاد، سیر مراحل انتوژنی و تکثیر و جوانه‌زدن این مرجانها مطالعه می‌شد و به‌عنوان مثال یکی از مهمترین راه تمایز این خانواده با مرجانهای دورهامینیده، تشکیل "ستونک" این مرجانها از رشد "سپتای کانتر" در "مرحله نیانیک" این مرجانها است درحالی‌که مرجانهای دورهامینید، "ستونک" از "سپتای کاردینال" منشعب می‌گردد. لذا با مطالعات تخصصی‌تر و تهیه مقاطع میکروسکوپی بیشتر و با دقت بالا، نتیجه کار اثبات وجود جنس‌های *Fomichevella*, *Heintzella*, *Paraheritschioides*, *Kleopatrina* از توالی کربنیفر پسین ایران مرکزی بود.

### گونه‌های جدید ایرانی جنس‌های *Fomichevella*, *Heintzella*

این دو جنس تاکنون از توالی کربنیفرپسین و پرمین پیشین حوضه‌های تیسسی و بوریاال گزارش شدند (Gorsky, 1978, Fedorowski et al., 2007). اخیراً Badpa et al., (2016) دو گونه جدید از این مرجان‌ها را با نام *Fomichevella najafi*, *Heintzella fleugeli* از توالی کربنیفر پسین (باشکیرین) در برش‌های مختلفی در کوه‌های ازبک کوه معرفی نمودند (Plate 1, fig. 1,2).

### اولین ظهور جنس *Paraheritschioides* و گسترش پالئوبیوژئوگرافی آن:

این جنس دارای توزیع جغرافیایی محدودی است و از کربنیفر پسین تا پرمین پیشین در نیمکره شمالی در کراتون غرب ایالات متحده آمریکا، آلاسکا، Novaya Zemlja گزارش شده است. (Fedorowski et al. (2007, 2012) گسترش این جنس در کربنیفر از قطب شمال کانادا (باشکیرین پسین - مسکوین پیشین)، اسپیتزبرگن (مسکوین)، بریتیش کلمبیا، - Stikine terrane مسکوین پسین یا کاسیموین)، کراتون غرب مرکزی ایالات متحده آمریکا (کاسیموین یا قزلین)، جنوب غرب چین (مسکوین) و ایران (باشکیرین) بوده است. به اعتقاد Fedorowski et al. (2007) منشأ احتمالی این جنس شلف‌های کربناته اطراف اوراسیا در قطب شمال کنونی و کراتون غرب آمریکای شمالی بود. (Fedorowski et al. (2012) با بررسی مجدد هولوتیپ و بازبینی تمامی نمونه‌های جنس *Paraheritschioides*، قدیمیترین ظهور این جنس را از باشکیرین پسین قطب شمال کانادا (Ellesmere Island) گزارش نمودند، ولی مطالعات جدیدتر توسط بادپا و همکاران، ۱۳۹۰، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ و Badpa et al. (2011, 2016) حضور ۲ گونه از این جنس (*P. gracilis* و *P. antoni*) را در افق‌های قدیمی‌تر در ایران مرکزی نشان می‌دهد (Plate 1, fig 3-6) لذا مسیر پیدایش و مهاجرت این جنس را باید در مکانی جنوبی‌تر از آنچه که Fedorowski et al., (2012) معتقدند جستجو نمود. به اعتقاد نگارندگان، مسیر احتمالی مهاجرت این جنس از ایران به سمت شمال است.



### جنس *Kleopatrina* و مشکلات تاکسونومیک:

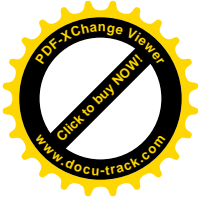
این جنس از پرمین پیشین امریکا (کانادا و ایالات متحده) و اروپا (اورال، اسپیتزبرگن) معرفی شد (Fedorowski et al., 2007) و (Hill 1981). به اعتقاد (Fedorowski et al., 2007)، ظهور این جنس از آسلین پسین و اشتقاق آن از جنس *Heintzella* بوده است (شکل ۲). آنها حداکثر فراوانی این جنس را ساکمارین پیشین (پرمین) می‌دانند. Flügel (1994) گونه *Kleopatrina bashkirica* را از توالی باشکیرین سازند سرد در کوه‌های ازبک کوه گزارش نمود اما (Fedorowski et al., 2007) با بازنگری این جنس، بازه سنی آن را پرمین پیشین گزارش نمودند و در مطالعه گسترده تمام منابع قدیمی تمام شواهد کربنیفرپسین این جنس را رد نمودند.

در مکاتبات نگارنده اول با پروفیسور فدروسکی، وی معتقد بود که اکنون درباره منشأ پیدایش این نمونه ایرانی (Plate 1, fig. 7a, b) اتفاق نظری وجود ندارد و هنوز جایگاه تاکسونومیک آن به طور قطعی مشخص نیست، وی درخواست نمود تا عکسهایی از میکرواستراکچر دیواره‌های گونه *bashkirica* برای وی ارسال نمایم، زیرا حدس می‌زد جنس جدیدی که تازه از آلاسکا و قطب شمال یافته بود و هنوز مقاله آن منتشر نشده بود همان گونه *K. bashkirica* ایرانی است، وی انتظار داشت تا گونه ایرانی را در جنس جدیدی به نام *Arctistrotion* قرار دهد که در سال ۲۰۱۴ مقاله مذکور توسط Fedorowski & Stevens منتشر گردید. پس از ارسال میکرواستراکچرهای جنس *Kleopatrina* فدروسکی در جواب به نگارنده اول اذعان داشت که با ملاحظه نمونه‌های ایرانی با قطب شمال، دریافته است که نمونه ایرانی، میکرواستراکچری کاملاً شبیه به جنس *Kleopatrina* دارد و متعلق به جنسی است که پیش از این آن را رد می‌کرد و علی‌رغم وجود گونه *bashkirica* گونه‌های جدیدی نیز در این مجموعه غنی وجود دارد. لذا تا این زمان نمونه ایرانی را می‌توان اولین نماینده این جنس از کربنیفر دانست (شکل ۲).

با طرح ایده‌های مذکور و نتایج پالئوبیولوژیکی مرجانهای کربنیفر پسین در ایران (Fedorowski & Stevens 2014) دیدگاهشان را در رابطه با این مسئله اینگونه تغییر دادند: بر اساس تشابه مرجانهای سریوئید باشکیرین، به دلیل تشابه زیاد جنس *Arctistrotion* Fedorowski & Stevens, 2014 با جنس ایرانی *Minatoa* و نیز *Kleopatrina bashkirica* (Flügel, 1994) ارتباطی بین ایران، قطب شمال *Novaya Zemlja* و آلاسکا در زمان باشکیرین وجود داشته است. به اعتقاد آنها این تشابه بسیار زیاد، نشان‌دهنده وجود ارتباط بازی بین این مناطق در کربنیفرپسین بود.

### فیلوژنی و تکامل

(Fedorowski et al., 2007) در فیلوژنی خانواده کلتوپاترینیده، جنس *Fomichevella* را به عنوان قدیمی‌ترین جنس خانواده Kleopatriniidae که بقیه جنس‌های این خانواده از آن اشتقاق یافتند معرفی نمودند (شکل ۲). به اعتقاد آنها تکامل و اشتقاق *Paraheritschioides* از *Heintzella* در باشکیرین پسین در قطب شمال بوده است، اما حضور این جنس در اشکوبهای قدیمی‌تر (سریوخوین پسین در کوه‌های ازبک کوه و برش اسدآباد شهرضا)، زمان و مکان احتمالی تکامل این جنس را تغییر می‌دهد.



از سوی دیگر ظهور *Paraheritschioides* در ایران، پیش از ظهور جنس‌های *Fomichevella*, *Heintzella* است؛ لذا این اشتقاق و تکامل در گستره‌ای در نیمکره جنوبی و شاید نواحی نزدیک ایران و چین شکل گرفته باشد؟! نکته دیگر این است که تاکنون نمایندگان کربنیفرپسین جنس *Paraheritschioides* ساختمان مرکزی ساده‌تری از نمونه‌های پرمین پیشین داشتند و حال اینکه برخی از گونه‌های ایرانی (*P. antoni*) بسیار پیچیده‌تر از سایر نمایندگان کربنیفرپسین و بعضی از گونه‌های پرمین پیشین هستند.

Fedorowski et al., 2007 جنس *Kleopatrina* را در بالای درخت تکاملی خانواده کلتوپاترینید و به دیرینگی پرمین پیشین معرفی کردند اما با شواهد کربنیفرپسین ایران، اولاً علیرغم بازنگری سنی، فرضیه منشأ تکاملی این جنس را پیچیده‌تر کرده است. برای پاسخ به ایرادات فوق، مطالعات گسترده‌تر و دقیق‌تری نیاز است.

### نتیجه‌گیری

مرجانهای روگزای خانواده کلتوپاترینیده که یکی از فونای مهم کلنی ریف‌ساز کربنیفر پسین و پرمین پیشین هستند در این مطالعه از دیدگاه فیلوژنی و پالئوبیوژئوگرافی مورد بررسی قرار گرفتند. این مرجانها تقریباً بیش از ۵۰٪ فراوانی و ۳۰٪ از تنوع جنس و گونه‌های مرجانی نامورین ایران مرکزی شامل می‌شوند. جنس *Kleopatrina* که پیش از این به دیرینگی پرمین پیشین در بالای شاخه فیلوژنی این خانواده تعریف شده بود (Fedorowski et al., 2007)، با اثبات انتساب گونه *Kleopatrina bashkirica* به دیرینگی کربنیفرپسین (اشکوب باشکیرین) نیاز به باز تعریف مجدد از دیدگاه فیلوژنیکی دارد. هر چند که برخی از جنس‌های این خانواده (*Fomichevella*, *Heintzella*) گستره پالئوبیوژئوگرافی جهان شمول داشتند، برخی از جنس‌های ارزشمند از دیدگاه پالئوژئوگرافی (*Kleopatrina*, *Paraheritschioides*) تاکنون محدود به حوضه‌های بوریال بودند، عدم حضور این جنس‌ها از حوضه‌های اروپای غربی، شرقی باعث شد تا Fedorowski et al., (2007, 2012, 2014) گستره جغرافیای دیرینه این خانواده را محدود به حوضه‌های شمالی بوریال بدانند و مطالعه Flügel, (1994) از حضور این فونای مرجانی در ایران و تنها نماینده این خانواده از نیمکره جنوبی را ناکافی بدانند. اما مطالعات بادپا و همکاران (۱۳۸۸، ۱۳۹۱) و Badpa et al., (2011, 2016) با اثبات حضور این جنس‌ها در ایران مرکزی فرضیه Fedorowski et al., (2007) درباره پالئوبیوژئوگرافی و فیلوژنی این خانواده را ناکافی می‌دانند. به عقیده نگارندگان، به دلیل حضور قدیمی‌ترین نماینده‌های جنس‌های *Kleopatrina*, *Paraheritschioides* در ایران، پیش از ظهور آنها در حوضه‌های شمالی، تکامل و مهاجرت آنها باید در جایی نزدیک ایران مرکزی در زمان کربنیفرپسین (اشکوب‌های سرپوخوین و باشکیرین) اتفاق افتاده باشد.

این مجموعه مرجانی مشابه با مجموعه‌های مرجانی نامورین حوضه Ellesmere Island در قطب شمال کانادا و Novaya Zemlya واقع در قطب شمال روسیه است. شباهت فونایی بین مجموعه‌های مرجانی جنوب غرب پالئوتتیس با فونای هم سن در قطب شمال می‌تواند به دلیل تداوم شرایط گرم استوایی در نیمکره شمالی و ارتباط آن با جنوب غرب پالئوتتیس در طی نامورین باشد.

## منابع

بادپا، م.، عاشوری، ع.، و ک. خاکسار، ۱۳۹۰، مطالعه مرجانه‌های سرپوخوین (نامورین پیشین) سازند سردر در برش زلودو، کوه‌های ازبک-کوه (خاور ایران مرکزی): دو فصلنامه رخساره‌های رسوبی، دانشگاه فردوسی مشهد، جلد ۴، ش. ۱، ص. ۱-۱۶.

بادپا، م.، خاکسار، ک.، عاشوری، ع.، خانه باد، م.، ۱۳۹۳، مرجان‌های باشکیرین (کربنیفر پسین) سازند سردر در برش زلودو، کوه‌های ازبک‌کوه، خاور ایران مرکزی. مجله پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی. جلد ۵۴، شماره ۱، ص ۳۹-۵۸.

بادپا، م. ۱۳۹۴. مطالعه مرجانه‌های کربنیفر ایران مرکزی در کوه‌های ازبک‌کوه و برش‌های رامشه و انارک. رساله دکتری دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۱۸ص.

Badpa, M., Poty, E. Ashouri, A., Khaksar, K. 2014. Fasciculate kleopatriniid corals from the Bashkirian (Late Carboniferous) of Sardar Formation (Ozbak-kuh Mountains; East- Central Iran). *Revista Brasileira de Paleontologia*. 19(2):151-166.

Flügel, H.W., 1994. Rugosa aus dem Karbon der Ozbak-Kuh-Gruppe Ost-Irans (Teil 2: Korallen des Sadar II-Member, Bashkirium): *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, p. 599 – 616.

Fedorowski, J., E. Bamber, & Stevens, C.H., 2007. Lower Permian colonial rugose corals, Western and Northwestern Pangaea, taxonomy and distribution: Ottawa, Canada. P. 1-231.

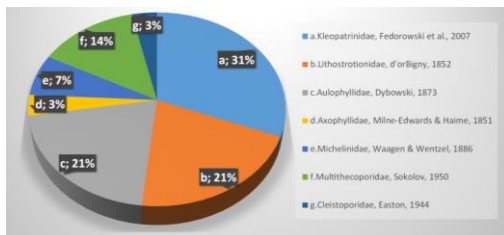
Fedorowski, J., Bamber, E. & Baranova, D.V., 2012. An Unusual Occurrence of Bashkirian (Pennsylvanian) Rugose Corals from the Sverdrup Basin, Arctic Canada. *Journal of Paleontology*. V. 86(6), P. 979-995.

Fedorowski, J., & Bamber, E. 2012. Paleobiogeographic significance of Bashkirian (Pennsylvanian) rugose corals from northernmost Ellesmere Island, Arctic Canada. *Geologica Belgica*. V. 15 (4), P. 350-354.

Fedorowski, J. & Stevens, C.H., 2014. Late Carboniferous colonial Rugosa (Anthozoa) from Alaska. *Geologica Acta*. V. 12 (3), P. 239 - 267.

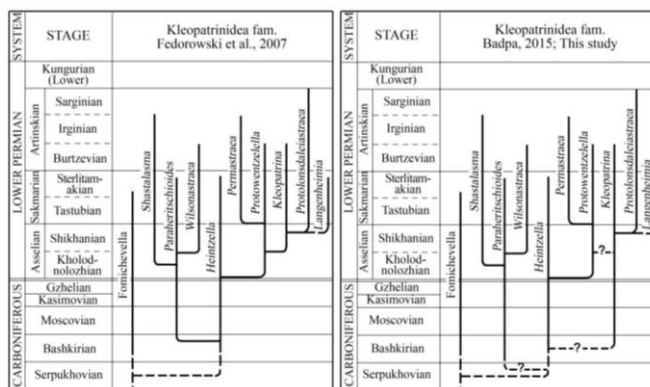
Gorsky, I., 1978. [Middle Carboniferous corals of the Wesrem Slope of Urals]. *Academy of Sciences of the USSR*. P. 1- 222 .

Hill, D., 1981. Supplement 1, Rugosa and Tabulata. In: Teichert, C. (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part F. Coelenterata: Geological Society of America and University of Kansas Press; Boulder, Colorado and Lawrence, Kansas*. P. 1-762 .

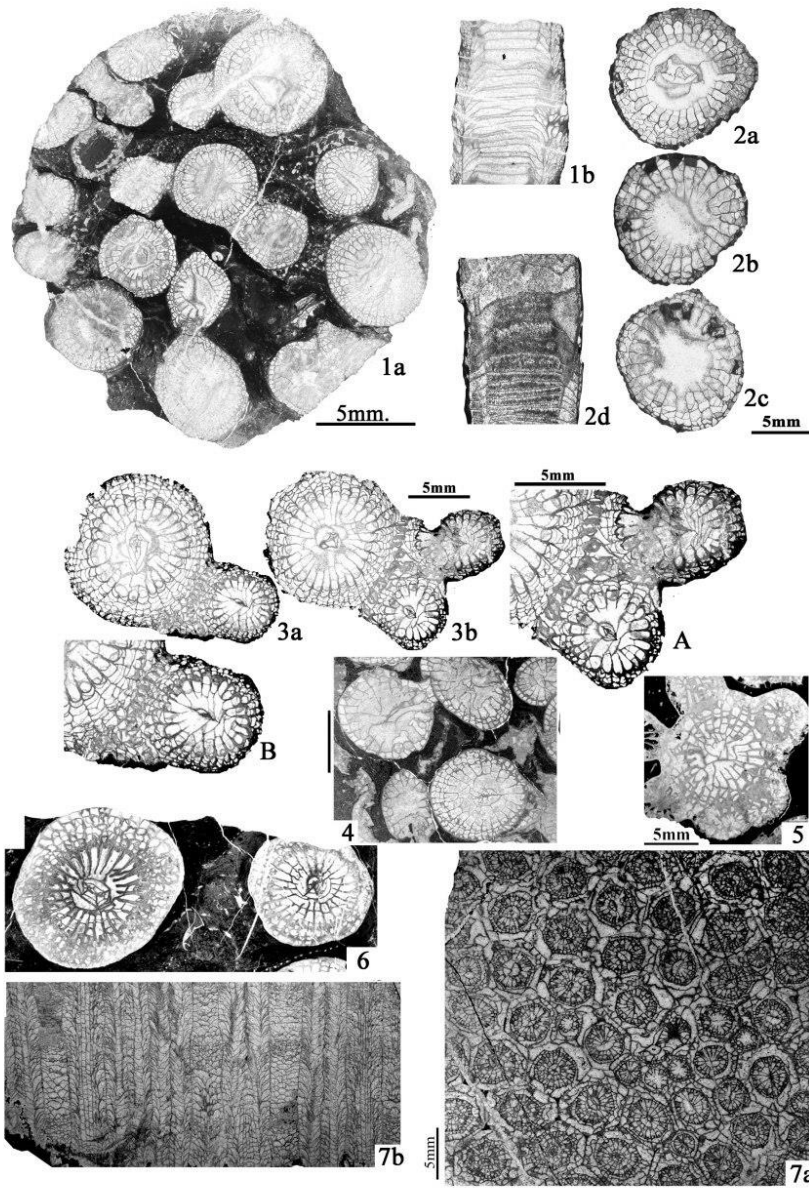


شکل ۱: درصد فراوانی خانواده های مرجانه‌های نامورین ایران مرکزی بر اساس تعداد گونه‌ها

شکل ۲- فیلوژنی مرجانه‌های خانواده کلئوپاترینیده. بر اساس مطالعه حاضر، ظهور جنس *Pareheritschioides* از سرپوخوین پسین-باشکیرین پیشین و ظهور جنس *Kleopatrina* از باشکیرین پیشین-میانی است.







**Plate 1** – 1a, b) *Fomichevella najjafi* Badpa et al., (2016); 2a-d) *Heintzella fluegeli* Badpa et al., (2016) 3a, b) *Paraheritschiodes antoni antoni* Flügel, 1994. 1 a, b) successive transverse sections. A) Enlarged from a. B) Enlarged from b. Young corallite with simple axial structure connected to counter septum 4) *Paraheritschiodes gracilis* Flügel, 1994; 5, 6) *Paraheritschiodes antoni minor* Flügel, 1994; 7a, b) *Klepatrina (Porfirivella) bashkirica* Flügel, 1994.