

# تنوع زیستی دیرینه روزن بران کوچک پرمین (یاختاشین تا جلفین) بر پایه چینه نگاری سنگی و زیستی در برش آبگرم قزوین

محمد مدادی<sup>۱</sup>، حسین مصدق<sup>۲</sup>، سیدمحسن آل علی<sup>۳</sup> و محمودرضا مجیدی فرد<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی دکترا، گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

<sup>۲</sup>دانشیار، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

<sup>۳</sup>استادیار، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

<sup>۴</sup>دانشیار، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۷/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۰۴

## چکیده

به منظور بررسی برخی از شاخص‌های تنوع زیستی روزن بران کوچک پرمین بر پایه چینه نگاری زیستی و سنگی، برش پرمین در آبگرم قزوین انتخاب و مطالعه شد. توالی پرمین در این برش شامل سازندهای دورود، روته و سنگ‌های معادل با سازند نسن، ۲۰۶/۵ متر ستبراً دارد. سن سازند روته بر پایه روزن بران کوچک، یاختاشین تا میدین و سن سنگ‌های معادل با سازند نسن جلفین تا دوراشامین پیشین تعیین شد. سپس اینتروال‌های زمانی در حد اشکوب (یاختاشین تا جلفین) با استفاده از زیست‌زون‌های مهم معرفی شده توسط پژوهشگران مختلف به‌ویژه در حوضه تئیس تفکیک و شاخص‌های تنوع شامل تنوع مطلق، تنوع پایا، نرخ انقراض و نرخ نسل‌زایی با روش معرفی شده (Foote (2000 در هر اشکوب محاسبه و سپس تحلیل شد. نتایج نشان از کاهش شدید نرخ نسل‌زایی از یاختاشین تا مورگابین و افزایش شدید نرخ انقراض در میدین دارد که قابل تطابق با انقراض مهم انتهای گودالوپین است.

**کلیدواژه‌ها:** تنوع زیستی دیرینه، پرمین، روزن بران کوچک، انقراض، آبگرم، قزوین.

\*نویسنده مسئول: حسین مصدق

E-mail: Mosaddegh@khu.ac.ir

## ۱- پیش‌نوشتار

تنوع زیستی در ۳ سطح ژن، گونه و زیست‌بوم بررسی می‌شود. تنوع گونه‌ای به‌طور ساده به تعداد گونه‌های یک جامعه و فراوانی آنها در زمان مشخصی گفته می‌شود (Margalef, 1968) که بر پایه نمونه‌برداری آماری و تصادفی از زیستگاه‌ها قابل اندازه‌گیری است. ولی در دیرینه‌شناسی مفهوم تنوع برای تعداد تاکسون‌های فسیلی در زمان و مکان معین به کار می‌رود (Hammer and Harper, 2006). بر این اساس اگر تنوع زیستی تابعی از سه متغیر زمان، مکان و تعداد تاکسون فرض شود، انتخاب و به کارگیری اندازه و مقیاس‌های مختلف هر سه متغیر هم از دید مفهومی و هم محاسباتی در برآورد و اندازه‌گیری تنوع زیستی مؤثر خواهد بود. در واقع شاخص‌های گوناگونی که برای تنوع زیستی تعریف و روش‌های مختلفی که برای اندازه‌گیری آن ارائه می‌شود حاصل تلاش برای کمی کردن و ایجاد ارتباط میان سه متغیر یاد شده است. تقریباً همه این شاخص‌ها مبتنی بر شمارش تعداد افراد تاکسون‌ها در نمونه آماری است. ولی در این مطالعه برای محاسبه شاخص‌های تنوع زیستی روزن بران کوچک پرمین، از روش (Foote (2000 استفاده شده است که فارغ از شمارش تعداد افراد است. در این روش تعداد تاکسون‌های موجود در یک اینتروال (که در این مطالعه اشکوب در نظر گرفته شده است)، تعداد تاکسون‌های ظاهر شده که تعداد نسل‌زایی را نشان می‌دهد و تعداد تاکسون‌های منقرض شده در هر اینتروال شمارش می‌شود و بر پایه آن نرخ انقراض، نرخ نسل‌زایی، تنوع پایا و تنوع مطلق هر اینتروال به دست می‌آید.

در این روش تنوع مطلق، تعداد تاکسون‌های حاضر در هر اینتروال را مشخص می‌کند و تنوع پایا، تابعی از تعداد تاکسون‌های وارد شده از اینتروال پیشین و خارج شده به اینتروال بعدی است. اگر چه نرخ انقراض و نسل‌زایی را فوته تابعی از نسبت تعداد تاکسون‌های منقرض شده و ظاهر شده به کل تاکسون‌های موجود در واحد زمان در نظر گرفته ولی در این مطالعه، تابع زمان مشابه با کار (Tong and Shi (2000 حذف شده است. محاسبه نرخ انقراض و نسل‌زایی برای بررسی و مقایسه سرعت

نسل‌زایی و انقراض انجام می‌شود که در حالت مقایسه حذف زمان تأثیری در نتیجه ندارد (Tong and Shi, 2000).

## ۲- موقعیت زمین‌شناسی منطقه

منطقه آوج- آبگرم ادامه پهنه سلطانیه- قیدار (البرز باختری) است که ویژگی‌های زمین‌شناسی متفاوتی را با این پهنه نشان می‌دهد (محسنی و همکاران، ۱۳۸۱). بررسی‌های سنگ‌چینه‌نگاری محسنی و همکاران (۱۳۸۱) نشان می‌دهد که بوکسیت‌های قاعده ردیف سنگی معادل با سازند نسن در این منطقه همانندی کاملی با البرز مرکزی دارد. زمین‌شناسی مانند (Bolurchi (1979 این منطقه را بخشی از ایران مرکزی می‌دانند ولی نبوی (۱۳۵۵) آن را در آخرین محدوده‌های جنوب باختری پهنه البرز باختری- آذربایجان قرار داده است. سنگ‌های موجود در مقطع مورد مطالعه از دید جنس و ستبراً با سازندهای پرمین البرز همخوانی دارند و قابل مقایسه با البرز مرکزی هستند. رخمون مورد مطالعه با مختصات جغرافیایی ۴۹° ۵' خاوری و ۳۵° ۵۱' شمالی در کوه قره‌قورخان در شمال باختر روستای کیسه‌جین از توابع شهرستان آبگرم قزوین قرار دارد که شامل مقطع کاملی از سنگ‌های پرمین است.

## ۳- دسترسی به مقطع مورد مطالعه

دسترسی به مقطع مورد مطالعه از راه جاده اصلی قزوین- همدان امکان‌پذیر است. شهرستان آبگرم در ۸۵ کیلومتری انشعاب این جاده از بزرگراه قزوین- زنجان قرار دارد. یک جاده آسفالتی روستایی در مدخل شهرستان آبگرم به سوی باختر وجود دارد که پس از ۱۵ کیلومتر به روستای کیسه‌جین در دامنه کوه قره‌قورخان می‌رسد. پس از آن با طی مسیر ۴ کیلومتری جاده معدنی سیلیس کیسه‌جین می‌توان تا نزدیکی مقطع مورد مطالعه رفت (شکل ۱).

#### ۴- چینه‌نگاری سنگی

سنگ‌های پرمین در رخنمون مورد مطالعه شامل سازندهای دورود، روته و سنگ‌های معادل با سازند نسن است که به‌طور همیشگی و با ناپوستگی فرسایشی روی آهک‌های تیره رنگ سازند میلا قرار گرفته است. روی سازندهای پرمین نیز با ناپوستگی فرسایشی، سازند الیکا با آهک‌های مترکم دارای ساخت استروماتولیتی و سپس آهک‌های نازک‌لایه با آثار کرمی قرار می‌گیرد (شکل ۲).

##### ۴-۱. سازند دورود

سنگ‌های سازند دورود با ستبرای ۶۳ متر به‌طور چیره دارای رخساره آواری و ماسه‌سنگی است که با کنگلومرای ریزدانه در قاعده شروع می‌شود. کنگلومرا دارای ساخت ریز شونده به سوی بالاست و به ماسه‌سنگ کوارتزی با رنگ هوازگی نخودی تبدیل می‌شود. در ادامه ماسه‌سنگ‌های ریزدانه و سنگ‌های سیلیتی با لایه‌بندی متوسط تا نازک‌لایه قرار دارند و روی آن ماسه‌سنگ‌های آهکی و در پایان لایه‌های ماسه‌سنگی با ساخت چینه‌بندی مقاطع قرار می‌گیرد. بنابراین سنگ‌های سازند دورود در مقطع مورد مطالعه را می‌توان به واحدهای زیر تفکیک کرد:

- کنگلومرای ریزدانه قهوه‌ای رنگ به ستبرای ۳ متر دارای قطعات سنگ‌آهک، چرت، ماسه‌سنگ. کنگلومرا دارای سیمان سیلیسی و قطعات آن نیمه‌گرد شده تا گرد شده است.

- ۱۹ متر ماسه‌سنگ کوارتزی متوسط‌لایه خاکستری رنگ با رنگ هوازگی نخودی که به سوی بالا از ستبرای لایه‌ها کاسته و میان‌لایه‌های شیلی به آن افزوده می‌شود و در بخش‌های پایینی دارای چینه‌بندی مقاطع از نوع تراف است.

- ۱۸/۵ متر شیل‌های سرخ رنگ.

- ۷ متر ماسه‌سنگ ریزدانه تا سیلت‌سنگ با لایه‌بندی نازک.

- ۱۵/۵ متر ماسه‌سنگ سفید کوارتزی متوسط‌لایه با رنگ هوازگی قهوه‌ای روشن دارای لایه‌بندی نازک و لایه‌بندی مورب فراوان.

رخساره آواری سازند دورود در منطقه کاملاً مشهود است و میان‌لایه‌های آهکی مربوط به این سازند که در دیگر نقاط البرز وجود دارد دیده نمی‌شود. با مطابقت دادن وضعیت سازند دورود در این منطقه با نتایج جدید مبنی بر تعلق بخش پایینی آن به کربنیفر (آقاناتی، ۱۳۸۳) می‌توان چنین گفت که واحد یک آواری و واحد کربناته سازند دورود در مقطع تیپ در این منطقه وجود ندارند و توالی دورود محدود به واحد کنگلومرای و ماسه‌سنگی بالایی آن می‌شود. با توجه به این مسئله، نبود ثبت فسیلی در آن و سن لایه‌های پوشاننده آن، سن سازند دورود آسلین تا ساکمارین (شکل ۳؛ تطابق واحدهای زمان چینه‌ای پرمین) در نظر گرفته می‌شود.

##### ۴-۲. سازند روته

سنگ‌های سازند روته را در مقطع کیسه‌چین، بیشتر سنگ‌های آهکی تیره رنگ و فسیل‌دار تشکیل می‌دهند که به‌طور همیشگی و با لایه‌هایی از رخساره آهکی- ماسه‌سنگی روی سازند دورود قرار می‌گیرد. ستبرای آن در مقطع مورد مطالعه ۱۰۶ متر بوده و تناوبی از آهک‌های متوسط تا ستبرایه خاکستری رنگ و دارای خرده‌فسیل‌های بریوزوئر، کریونید، براکیوپود، مرجان و تریلوبیت و آثار فسیل از جمله زئوفیکوس را شامل می‌شود. سنگ‌های این سازند به بخش‌های زیر قابل تفکیک است:

- ۲۲/۵ متر سنگ‌آهک متوسط‌لایه، با رنگ خاکستری دارای قطعات بریوزوئر، براکیوپود، تریلوبیت و اکینودرم.

- ۴۴ متر سنگ‌آهک ریزدانه میکرایتی با رنگ خاکستری تیره و متوسط تا ستبرایه که دارای خرده‌های کریونید، بریوزوئر و براکیوپود و اثر فسیل زئوفیکوس فراوان است.

- ۱۸ متر سنگ‌آهک خاکستری رنگ متوسط‌لایه که به سوی بالا از ستبرای لایه‌ها کاسته می‌شود. فراوانی خرده‌های اسکلتی براکیوپودها در بخش میانی مشهود است.

- ۲۱/۵ متر توالی سنگ‌آهک نازک‌لایه و ستبرایه که به سوی بالا بر ستبرای لایه‌ها افزوده می‌شود. رنگ آنها خاکستری تیره است و افزون بر خرده‌های اسکلتی براکیوپود و کریونید، فسیل مرجانی هم دارد.

##### ۴-۳. سنگ‌های معادل سازند نسن

آخرین واحد سنگی به ستبرای ۳۷/۵ متر، بیشتر شامل آهک‌های تیره رنگ است که با یک لایه لاتریتی به رنگ سرخ روی سنگ‌های روته را می‌پوشاند. این واحد سنگی به بخش‌های زیر قابل تفکیک است:

- ۱۰/۵ متر سنگ‌آهک ستبرایه تیره رنگ با بافت میکرایتی

- ۲۷ متر سنگ‌آهک متوسط تا نازک‌لایه خاکستری تیره که به سوی بالا میان‌لایه‌های شیلی به آن افزوده می‌شود. لایه‌های آهکی دارای فسیل روزن‌بران فراوانی است.

تشابه سنگ‌شناسی، موقعیت چینه‌شناسی، وجود لایه لاتریتی که آن را از سازند روته متمایز می‌کند و در پایان سن این لایه‌های آهکی همگی قابل تطبیق با سازند نسن در البرز شمالی است.

#### ۵- چینه‌نگاری زیستی

در مطالعات تنوع زیستی دیرینه، چینه‌نگاری زیستی نقش بنیادین دارد. ابزار کار در این گونه مطالعات تاکسون‌ها هستند که باید به‌طور سیستماتیک نمونه‌برداری، مطالعه و شناسایی شوند و گسترش عمودی آنها در خط زمان به دقت رسم شود. تفکیک اینتروال‌های زمانی بر پایه تاکسون‌های شاخص گام بعدی در بررسی تنوع دیرینه است. چینه‌نگاری زیستی مقطع مورد مطالعه بر پایه روزن‌بران کوچک انجام شده است. البته چنانچه گفته شد سازند دورود با رخساره آواری این زی را ندارد. از این رو مطالعه دیرینه‌زیستی محدود به سازندهای روته و نسن شده است. در نبود زیای روزن‌بران فوزولینیدی که ابزار مهمی در چینه‌نگاری زیستی پرمین هستند، استفاده از روزن‌بران کوچک در محدوده تیس و به‌ویژه در البرز مرکزی سابقه طولانی دارد. شعبانیان و سعیدی (۱۳۸۶) ۹ زیست‌زون بر پایه روزن‌بران کوچک برای اشکوب‌های کوبرگندین تا دوراشامین معرفی کرده‌اند. در زیست‌زون‌های معرفی شده توسط Taraz et al. (1969) و Taraz et al. (1981) مجموعه‌ای از روزن‌بران کوچک و فوزولین‌ها معرفی شده است. Kobayashi (1997) تعدادی از جنس‌ها و گونه‌های قابل استفاده برای اشکوب‌های مختلف پرمین را معرفی کرده و (2010) Shabanian نیز گسترش تعدادی از جنس‌های مهم را در پرمین میانی تا بالایی رسم کرده است. بر پایه نتایج مطالعات بالا و نیز Stiger (1966)، پرتوآذر (۱۳۷۴)، Davydov et al. (1996) و باغبانی (۱۳۶۹) امکان تفکیک اشکوب‌های یاختاشین تا جلفین در نمودار گسترش زمانی تاکسون‌های مقطع مورد مطالعه فراهم شد (شکل ۴). البته بسیاری از زیست‌زون‌های معرفی شده از روزن‌بران کوچک پرمین در سطح سری است ولی برخی از پژوهشگران زیست‌زون‌ها و یا تاکسون‌های شاخص برای اشکوب‌ها را نیز معرفی کرده‌اند که در این مطالعه استفاده شده است. ۵۳ گونه از ۳۶ جنس روزن‌بران تشخیص داده و گسترش زمانی آنها در مقطع مورد مطالعه بررسی و رسم شد و بر پایه ظهور جنس و گونه‌های معرفی شده در مطالعات یاد شده، محدوده زمان چینه‌ای اشکوب‌ها از یاختاشین تا جلفین - دوراشامین جدا شد (شکل ۴).

##### ۵-۱. آسلین تا ساکمارین

همانگونه که گفته شد سنگ‌های با ماهیت آواری متعلق به سازند دورود در مقطع مورد مطالعه دارای زیای فسیلی روزن‌بران نیستند و برای سن‌گذاری آنها از لایه‌های بالاتر یعنی لایه‌های آغازین سازند روته استفاده شده است. با توجه به تردید در سن شروع لایه‌های دورود در نقاط مختلف البرز و تعلق بخش پایینی آن به کربنیفر (آقاناتی، ۱۳۸۳) و از سوی دیگر وجود زیست‌زون متعلق به یاختاشین در

زیست‌زون *Globivalvulina vonderschmitti* را مربوط به مورگابین میانی دانسته و زون *Nankinella* برای مورگابین بالایی معرفی کرده است.

از تاکسون‌های شاخص میدین در مقطع مورد مطالعه تنها جنس *Hemigordius ovatus* شناسایی شد که رسم مرز مورگابین-میدین بر پایه آن انجام گرفت.

#### ۴-۵. جلفین - دوراشامین

تجمعی از روزن‌بران کوچک در بخش انتهایی توالی پرمین یعنی سنگ‌های معادل با سازند نس شناسایی شد که سن جلفین تا دوراشامین آغازین را برای این لایه‌ها نشان می‌دهند. این زیست‌زون تجمعی با جنس‌ها و گونه‌های زیر شروع می‌شود که سن جلفین را نشان می‌دهند:

*Geinitzina taurica*, *Langella venusa*, *Geinitzina chapmani* *Pachyphloia iranica*, *Staffella* sp., *Ichtyolaria primitiva*.

در بخش بالایی این زیست‌زون ظهور چند جنس و گونه شاخص دیده می‌شود که متعلق به جلفین بالایی و دوراشامین هستند:

*Rrobustopachyphloia annectana*, *Nanlingella simplex*, *Colaniella* sp.

در تأیید این مدعا می‌توان به (Jenny-Deshuses 1983)، (Bozorgnia 1973) و باغبانی (۱۳۷۵) اشاره کرد. ضمن آنکه (Kobayashi 1997) زیست‌زون *Nanlingella simplex - Colaniella parva* را برای بخش زیرین دوراشامین معرفی کرده است. با این توصیف برای تفکیک اشکوب‌ها، رسم مرز پایینی جلفین با استفاده از فسیل‌های شاخص این اشکوب مانند *Staffella* sp. و *Ichtyolaria primitiva* و *Pachyphloia iranica* و رسم مرز جلفین-دوراشامین با ظهور جنس و گونه‌های متعلق به دوراشامین شامل *Robustopachyphloia annectana* و *Colaniella*, *Nanlingella simplex* انجام شده است.

#### ۶- تنوع زیستی دیرینه

برای مطالعه تنوع زیستی روزن‌بران کوچک پرمین از روش (Foote 2000) برای بررسی داده‌های هر اینتروال استفاده شد. او روشی را برای استخراج داده‌های هر اینتروال و سپس محاسبه برخی شاخص‌های تنوع دیرینه از جمله نرخ نسل‌زایی، نرخ انقراض، تنوع مطلق و تنوع پایا ارائه کرده است. در این روش ۴ حالت مختلف برای تاکسون‌ها در ارتباط با مرز بالا و پایین هر اینتروال در نظر گرفته شده است (شکل ۵) که شامل حالت‌های زیر است:

Ft: تاکسون‌هایی که تنها مرز بالایی اینتروال را قطع می‌کنند.

Fl: تاکسون‌هایی که اولین و آخرین حضورشان درون مرزهای اینتروال است.

bt: تاکسون‌هایی که هر دو مرز اینتروال را قطع می‌کنند.

bl: تاکسون‌هایی که تنها مرز پایینی اینتروال را قطع می‌کنند.

بر پایه ۴ حالت بالا تعداد تاکسون‌هایی که مرز پایین را قطع می‌کنند برابر خواهد بود با:

$$N_b \text{ (number of taxa crossing the bottom boundary)} = N_{bl} + N_{bt}$$

و تعداد تاکسون‌هایی که مرز بالا را قطع می‌کنند برابر خواهد بود با:

$$N_t \text{ (number of taxa crossing the bottom boundary)} = N_{Fl} + N_{bt}$$

و تعداد کل تاکسون‌ها در اینتروال مورد نظر برابر خواهد بود با:

$$N_{tot} = N_{bl} + N_{bt} + N_{Fl} + N_{bt}$$

بر پایه کمیت‌های بالا و مقادیر  $N_b$  و  $N_t$ ، نرخ‌های انقراض و نسل‌زایی و اندازه تنوع با معادلات زیر به دست می‌آیند:

$$N_o \text{ (Number of origination)} = N_{Fl} + N_{Fl}$$

تعداد نسل‌زایی‌ها در اینتروال:

$$R_o \text{ (origination rate)} = (N_{Fl} + N_{Fl}) / (N_{tot}) / \Delta t$$

نرخ نسل‌زایی به نسبت تاکسون‌ها:

$$N_e \text{ (Number of extinction)} = N_{Fl} + N_{bt}$$

تعداد انقراض‌ها در اینتروال:

$$R_e \text{ (extinction rate)} = (N_{Fl} + N_{bt}) / (N_{tot}) / \Delta t$$

نرخ انقراض به نسبت تاکسون‌ها:

$$N_{tot} \text{ (total number)} = N_{bl} + N_{bt} + N_{Fl} + N_{bt}$$

تنوع مطلق:

لایه‌های آغازین روته، سن سنگ‌های سازند دورود در این مقطع بر پایه موقعیت چینه‌نگاری پیشینه تا یاختاشین آغازین برآورد می‌شود. با توجه به هدف این مطالعه مبنی بر بررسی تنوع روزن‌بران کوچک از یاختاشین تا جلفین تفکیک اشکوب‌های آسلین، ساکمارین و آرتینسکین غیر ضروری و البته با اطلاعات موجود این مطالعه غیر ممکن است.

#### ۲-۵. یاختاشین - بلورین

در اولین نمونه‌های متعلق به سنگ‌های سازند روته ظهور گونه‌هایی همچون *Eotuberitina reitlingeræ* و *Langella perforata* دیده می‌شود. ضمن آنکه جنس‌ها و گونه‌های با گسترش زمانی طولانی مانند *Earlandia* sp. و *Tuberitina callosa* آنها را همراهی می‌کنند. به سوی بالا ابتدا گونه‌های *Langella conica*, *Langella acantha* و *Geinitzina uralica* و سپس جنس و گونه‌های *Cribrogenerina sumatrana*, *Minojapanella elongata*, *Codonofusiella* sp., *Climacammina major* و *Neoendothyra parva* ظاهر می‌شوند. (Bozorgnia 1973) و (Bolurchi 1979) به مجموعه فسیلی مشابه سنی معادل آرتینسکین تا گودالوپین داده‌اند. (Davydov et al. 1996) ظهور جنس *Codonofusiella* را مربوط به اشکوب یاختاشین و نیز سن گونه *Minojapanella parva* را یاختاشین تا بلورین می‌داند. بنابراین تعلق این لایه‌ها به یاختاشین تا بلورین مسلم است. اگر چه بسیاری از پژوهشگران سن سازند روته را در البرز جوان‌تر (پیشینه کویرگندین) می‌دانند؛ ولی برخی مطالعات نشان از سن کهن‌تر لایه‌های پایینی سازند روته دارند. وزیر (۱۳۷۲) بر پایه زون‌های روزن‌بران سن بخش آغازین سازند روته را در برش آبیگ قزوین آرتینسکین معرفی کرده است. (Vaziri et al. 2005) نتایج مطالعه پیشین وزیری را با زون‌های رادیولری تطبیق داده‌اند و در پایان حمدی و همکاران (۱۳۹۱) زیست‌زون کنودنتی *Sweetognathus wheitei* را در برش سیستان شناسایی و گزارش کردند که بر پایه مرزهای جهانی برش‌های الگو (GSSP) شروع آرتینسکین با اولین ظهور آن مشخص می‌شود.

با توجه به اینکه بررسی شاخص‌های تنوع در این مطالعه در مقیاس زمان چینه‌ای اشکوب انجام می‌گیرد تفکیک مرز اشکوب‌ها ضروری است. تعیین مرز بالایی اشکوب بلورین با توجه به ظهور تاکسون‌های شاخص گودالوپین آسان است؛ ولی تفکیک مرز اشکوب‌های یاختاشین و بلورین با توجه به معرفی نشدن تاکسون‌های شاخص برای بلورین با ابهاماتی روبروست. از این رو تداوم اشکوب یاختاشین تا کمی پس از ظهور آخرین تاکسون متعلق به آن یعنی جنس *Codonofusiella* در نظر گرفته و پس از آن مرز دو اشکوب به‌طور تقریبی رسم شده است.

#### ۳-۵. کویرگندین، مورگابین و میدین

در لایه‌های میانی تا بالایی سازند روته زیست‌زون تجمعی شامل تاکسون‌های *Neoendothyra broennimanni*, *Neoendothyra reicheli*, *Globivalvulina vonderschmitti*, *Nankinella* sp., *Hemigordius* sp., *Protonodosaria praecursor*, *Geinitzina uralica*, *Cryptoseptida anatoliensis*, *Fronidina permica*, *Pachyphloia ovata* شناسایی شدند.

(Bozorgnia 1973) به مجموعه فسیلی مشابه سنی معادل مورگابین داده است. به باور او و (Stiger 1966)، جنس *Neoendothyra* نشان‌دهنده سن آرتینسکین تا مورگابین است. جنس‌های *Pachyphloia*، *Cryptoseptida* و *Fronidina* نشان‌دهنده سری گودالوپین هستند. شعبانیان و سعیدی (۱۳۸۶) زیست‌زون معرفی کرده‌اند. با این توصیف مرز پایین این اشکوب را می‌توان با ظهور گونه اخیر رسم کرد. آنها همچنین زیست‌زون‌های *Globivalvulina vonderschmitti* و *Neoendothyra reicheli* را برای اشکوب مورگابین معرفی کرده‌اند. باغبانی (۱۳۷۵)

میانگین تنوع پایا:

$$MSD(\text{mid stand diversity}) = (N_{bt} + N_{ft} + 2N_{bt})/2 = (N_{tot} - N_o/2 - N/2)$$

با استفاده از داده‌های موجود نرخ نسل‌زایی، نرخ انقراض، تنوع مطلق و تنوع پایا در هر اشکوب به دست آمد. نتایج حاصل از بررسی اشکوب‌های یاختاشین تا جلفین در جدول ۱ دیده می‌شود. شکل ۶ داده‌های عددی حاصل از شمارش تاکسون‌ها را در ۳ ستون تاکسون‌های منقرض شده، تاکسون‌های جدید و کل تاکسون‌های هر اشکوب نشان می‌دهد.

#### ۶-۱. تنوع مطلق و تعداد انقراض و نسل‌زایی

چنانچه در شکل ۶ دیده می‌شود، تعداد کل تاکسون‌ها غیر از افزایش قابل ملاحظه از یاختاشین به بلورین، افت‌وخیز شدیدی را در اشکوب‌های بعدی نشان نمی‌دهد. بیشترین تعداد ظهور تاکسون جدید در یاختاشین و بلورین رخ داده و پس از یک کاهش ۴۰ درصدی در کوبرگاندین با روند ثابت و آهسته‌ای دوباره افزایش پیدا کرده و این روند را تا پایان جلفین حفظ کرده است. ولی روند انقراض درست بر خلاف نسل‌زایی رخ داده است. تعداد تاکسون‌های منقرض شده در اشکوب‌های یاختاشین تا مورگابین از صفر تا ۳ تغییر می‌کند. اما در دو اشکوب میدین و جلفین انقراض به ترتیب ۹ و ۱۷ تاکسون دیده می‌شود که روند افزایشی شدیدی را نشان می‌دهد.

تنوع مطلق (تعداد کل تاکسون‌ها) با وجود کاهش مقطعی از بلورین به کوبرگاندین، در یک نمای کلی روند افزایشی از ۱۹ در یاختاشین تا ۲۵ در جلفین را نشان می‌دهد. انتظار می‌رود با رویداد انقراض بزرگ پرمین این روند در اشکوب دوراشامین برعکس شود، که البته به دلیل نبود لایه‌های بالاتر پرمین در مقطع مورد مطالعه، امکان بررسی ندارد.

#### ۶-۲. تنوع پایا و نرخ انقراض و نسل‌زایی

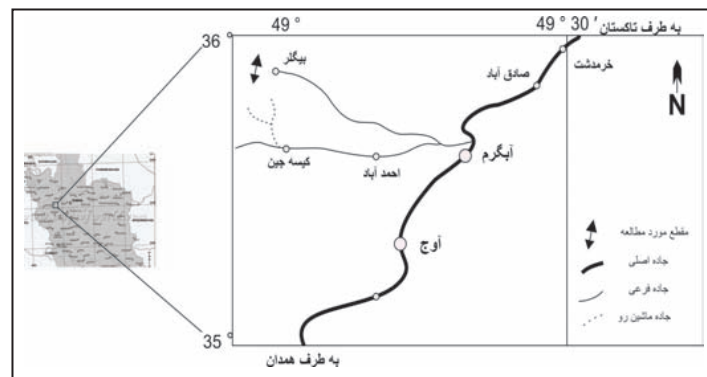
بررسی نرخ انقراض و نسل‌زایی و تنوع پایا (شکل ۷) نتایج جالبی را نشان می‌دهد. نرخ نسل‌زایی (شکل ۷-I) با ۴۱ درصد در یاختاشین شروع و با روند کاهشی شدید به ۱۱ درصد در مورگابین و سپس با افزایش دوباره به ۱۹ درصد در جلفین می‌رسد. تنوع پایا (شکل ۷-III) که تابعی از تنوع منتقل شده از اینتروال پیشین و نیز تنوع انتقال یافته به اینتروال بعدی است، با افزایش شدید از یاختاشین به بلورین پس از آن روند به نسبت ثابتی را تا میدین طی می‌کند. این امر می‌تواند ناشی از نبود انقراض مهم در طی این زمان باشد که در منحنی نرخ انقراض نیز مشخص است. همان‌گونه که منحنی نرخ انقراض (شکل ۷-II) نشان می‌دهد ۲ رخداد انقراضی مهم در میدین (شکل ۷-a) و جلفین (شکل ۷-b) رخ داده است که افزایش شدید نرخ انقراض را در این دو اشکوب نشان می‌دهد. البته بررسی دقیق‌تر منحنی نسل‌زایی افزایش با شیب به نسبت تند در میدین تا جلفین را نشان می‌دهد. در نتیجه چنانچه امکان محدودتر کردن طول اینتروال‌های زمانی فراهم باشد به احتمال زیاد منحنی انقراض در این محدوده یعنی

پس از انقراض میدین و پیش از انقراض دوراشامین، روند کاهشی نشان خواهد داد. به عبارت دیگر انقراض‌های میدین و دوراشامین با یک وقفه زمانی دارای افزایش تنوع و یا دست کم ثابت بودن تنوع رخ داده‌اند. بررسی‌های (Tong and Shi (2000 نشان می‌دهد که روزن‌بران فوزولینید و غیر فوزولینید در جنوب چین نیز دچار دو رخداد انقراضی در انتهای میدین و چانگسینگین شده‌اند. انقراض جهانی پایان پرمین در انتهای چانگسینگین رخ داده است و افزایش نرخ انقراض در جلفین احتمالاً به دلیل شرایط محیطی است که نیاز به بررسی بیشتر دارد. البته برخی بر این باورند که انقراض پایان چانگسینگین برای گروه‌های مختلف دریایی به‌طور ناهمزمان رخ داده است (Maxwell, 1989) و زمان آن نیز در محدوده‌های جغرافیایی متفاوت بوده است (Erwin, 1993). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که انقراض اول روزن‌بران کوچک منطقه مورد مطالعه در میدین رخ داده است. متأسفانه به دلیل نبود بخش زیادی از سنگ‌های چانگسینگین در برش مورد مطالعه امکان اظهار نظر در مورد انقراض پایان پرمین بر پایه داده‌های این برش وجود ندارد.

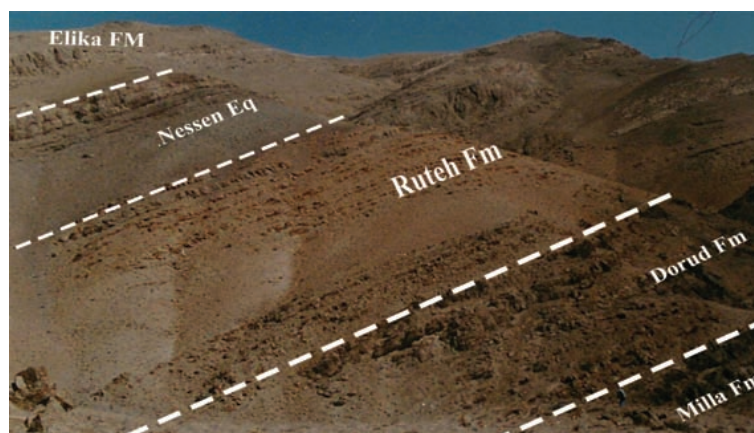
#### ۷- نتیجه‌گیری

بر پایه چینه‌نگاری زیستی روزن‌بران کوچک در برش آبگرم قزوین سن سنگ‌های سازند روتو یاختاشین تا میدین و سن سنگ‌های معادل سازند نسن جلفین تا دوراشامین آغازین تعیین و با استفاده از زیست‌زون‌های موجود مرز اشکوب‌های پرمین میانی و بالایی در نمودار گسترش زمانی تاکسون‌ها رسم شد. بررسی شاخص‌های تنوع زیستی دیرینه روزن‌بران کوچک نشان می‌دهد:

- تنوع مطلق (تعداد کل تاکسون‌ها) غیر از افزایش قابل ملاحظه از یاختاشین به بلورین افت‌وخیز شدیدی را در اشکوب‌های بعدی نشان نمی‌دهد.
- بیشترین تعداد ظهور تاکسون‌های جدید در یاختاشین و سپس بلورین رخ داده و سپس با کاهش ۴۰ درصدی در کوبرگاندین با روند آهسته‌ای تا انتهای جلفین افزایش یافته است.
- بیشترین تعداد تاکسون‌های منقرض شده مربوط به اشکوب‌های میدین (۹ تاکسون) و جلفین (۱۷ تاکسون) است.
- تنوع پایا با افزایش شدید از یاختاشین به بلورین در اشکوب‌های بعدی روند ثابتی را طی می‌کند.
- نرخ نسل‌زایی افزایش شدید در یاختاشین و سپس کاهش تا میدین و افزایش دوباره در جلفین را نشان می‌دهد.
- نرخ انقراض دو افزایش شدید در میدین و جلفین را نشان می‌دهد که اولی قابل تطابق با انقراض پایان گودالوپین و دومی با توجه به ناهمزمانی با انقراض پایان پرمین (انتهای چانگسینگین) و افزایش همزمان دیگر شاخص‌های تنوع احتمالاً به دلیل شرایط محیطی است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و دسترسی مقطع مورد مطالعه.



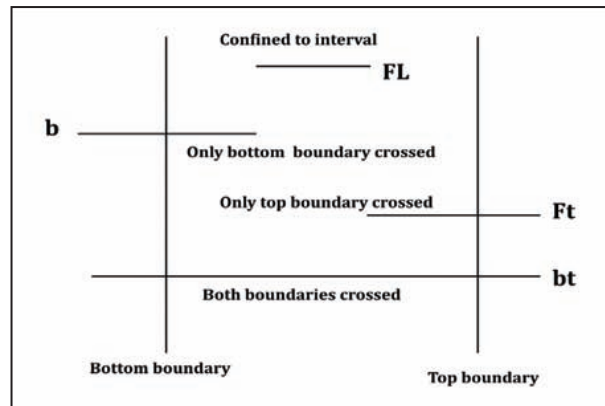
شکل ۲- نمایی از مقطع مورد مطالعه و تفکیک سازندها؛ دید به سوی شمال خاور.

Global Stratigraphic scale			Tethian Regional Stratigraphic scale	
System/Period	Series/Epoch	Stage / Age	Iran	South China
Permian	Lopingian	Changhsingian	Dorashamian	Changhsingian
		Wuchiapingian	Dzhulfian	Wuchiapingian
	Guadalupian	Capitanian	Midian	Maokouan
		Wordian	Murgabian	
		Roadian	Kubergandian	Chihsian
	Cisuralian	Kungurian	Bolorian	
		Artinskian	Yakhtashian	Longlinian
		Sakmarian	Sakmarian	Zisongian
		Asselian	Asselian	

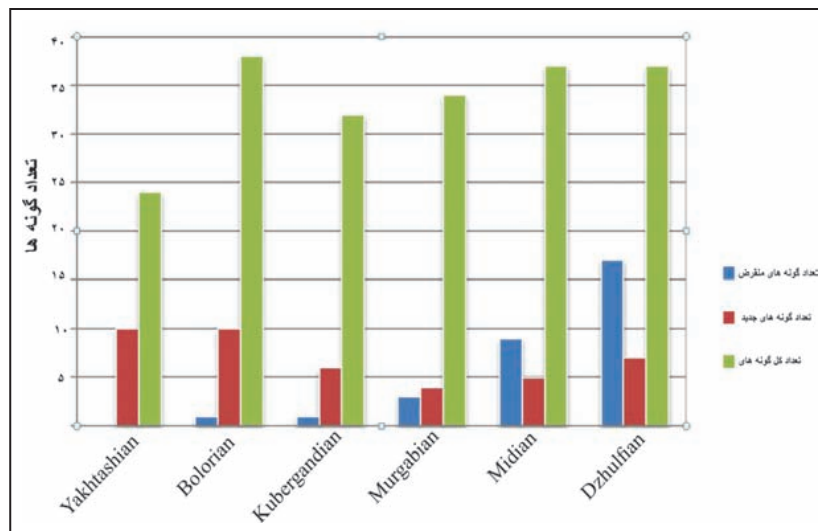
شکل ۳- تطابق واحدهای زمان چینهای پرمین؛ برگرفته و تلفیق از (Tong and Shi (2000)

Menning et al. (2006) و Leven (1993).

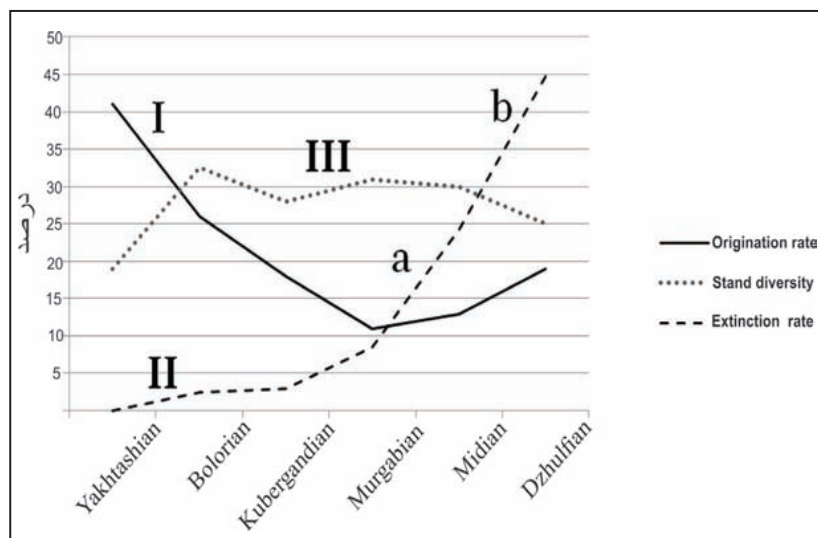




شکل ۵- حالت های مختلف تاکسون ها نسبت به مرز های اینتروال (Foote, 2000).

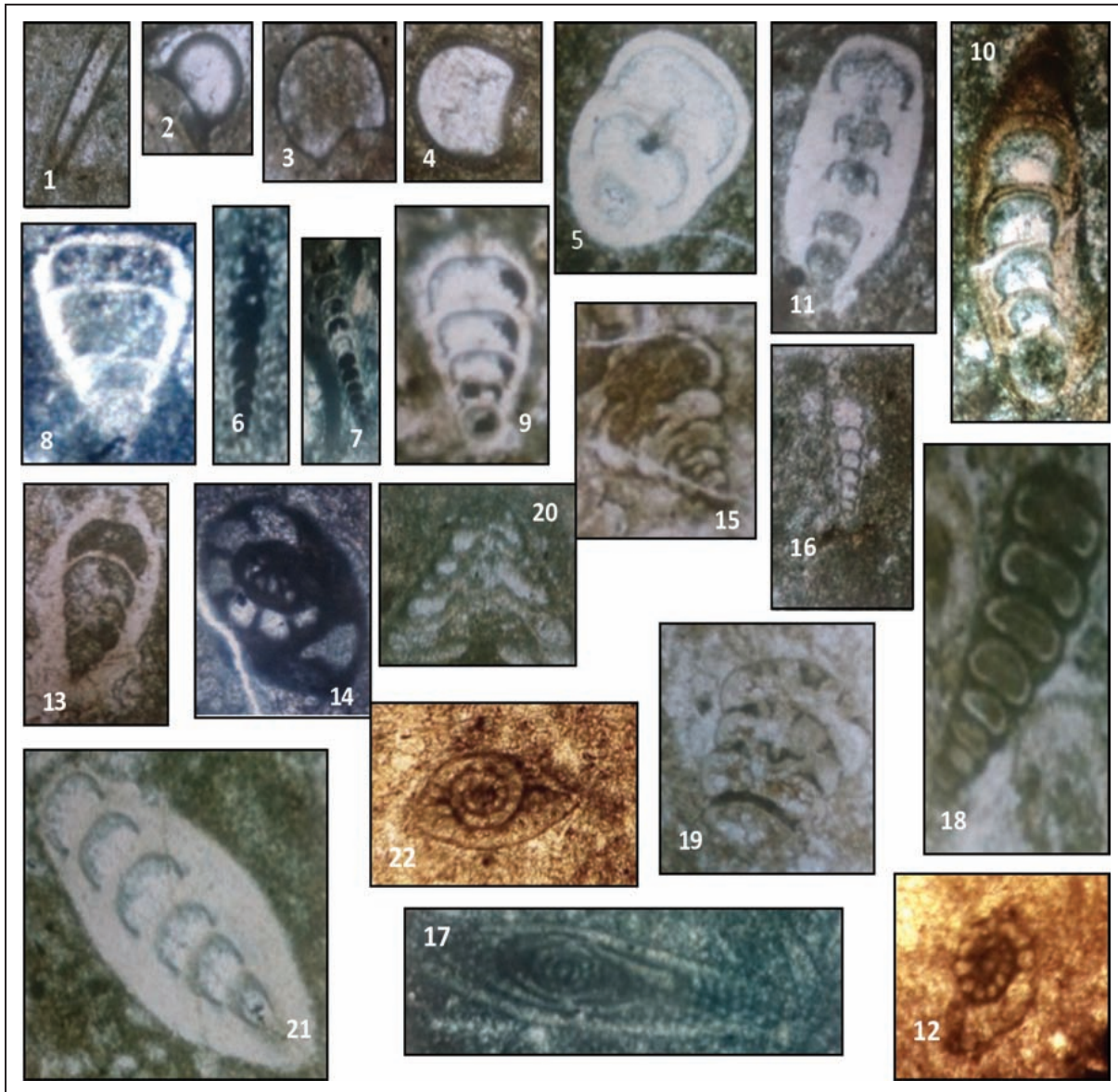


شکل ۶- تعداد تاکسون های ظاهر شده، انقراض یافته و تعداد کل تاکسون ها در هر اشکوب بر پایه داده های مقطع پرمین آبگرم قزوین.



شکل ۷- منحنی تغییرات انقراض، نسل زایی و تنوع پایا روزن بران کوچک در مقطع پرمین آبگرم قزوین.

## PLATE I



1. *Earlandia* sp., X40 .

2,3. *Eotuberitina reilingerae* Mikluko ,1958, X40 .

4. *Tuberitina callosa* Reitlinger,1974, X40 .

5. *Langella perforata* (Lange,1925), X40 .

6,7. *Nodosneilloides* sp., X80 .

8. *Geinitzina urallica* Suleimanov,1949, X40 .

9. *Langella conica* De Civireux,1965, X40 .

10. *Langella acantha* Lange,1925, X40

11,21. *Pachyphloia cukurkoyi* De Civireux,1965, X40 .

12,22. *Codonofusiella* sp., X80 .

13. *Pachyphloia* sp.1, X40 .

14. *Neoendothyra parva* (Lange,1925), X80 .

15. *Palaeotextularia* sp. , X40 .

16. *Protonodosaria* sp. , X80 .

17. *Minojapanella elongata* Fujimoto,1953, X40 .

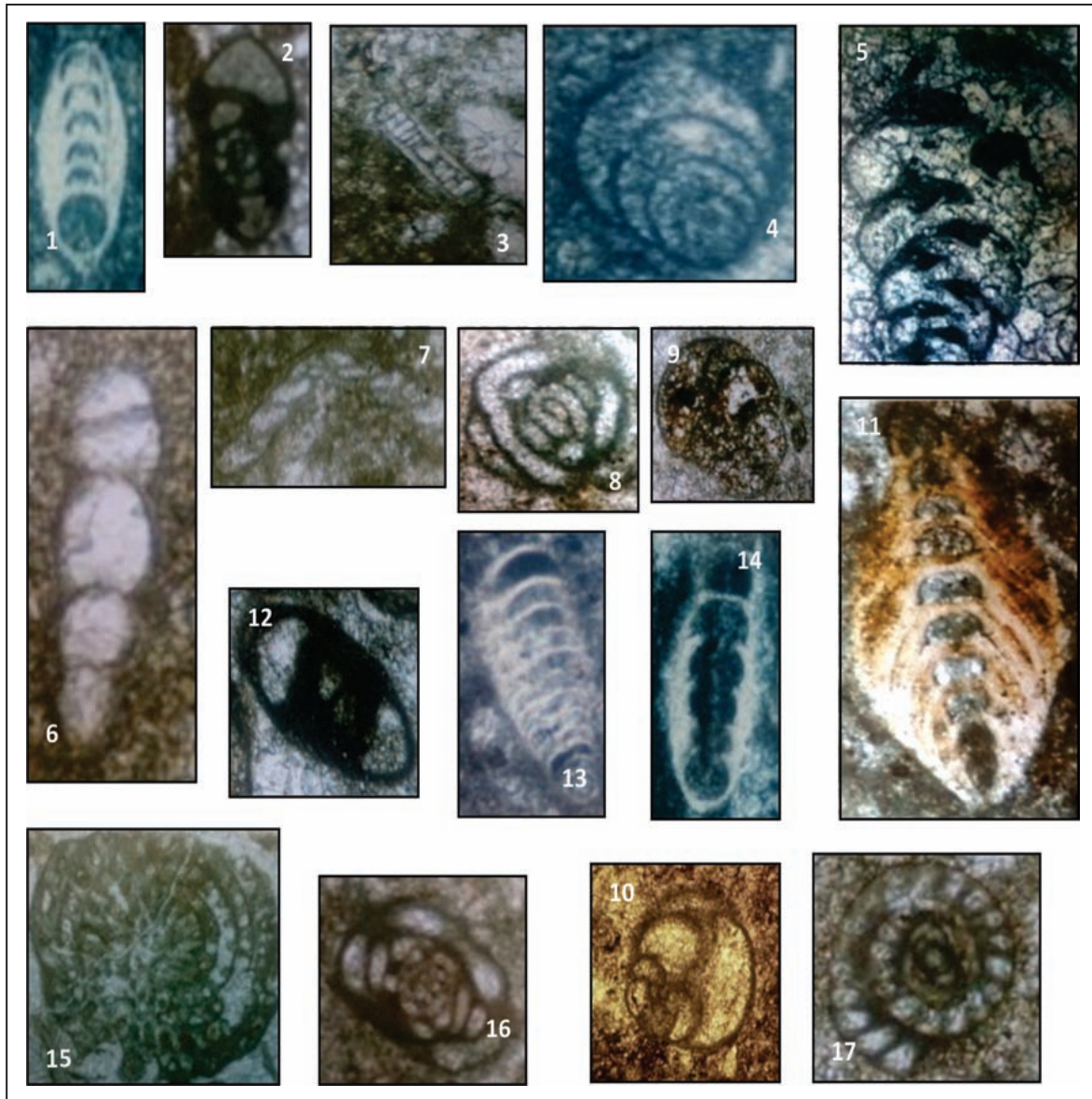
18. *Palaeotextularioid* , X40.

19. *Cribrogenerina sumatrana* (Volz,1904), X40.

20. *Tetrataxis conica* Ehrenberg,1954, X40.



## PLATE II



1. *Pachyphloia* sp.2, X40 .

2. *Neoendothyra broennimanni* Bozorgnia,1973, X40.

3. *Pseudovidaliana* sp., X80 .

4. *Fronidina permica* De Civireux,1965, X80 .

5. *Climacammina major* Morozoa,1949, X80.

6. *Fronidodosaria pyrula* De Civireux,1965, X80.

7. *Tetrataxis planulata* Morozoa,1949, X80 .

8. *Glomospira* sp. X80.

9. *Globivalvulina* sp. , X40 .

10. *Globivalvulina vonderschmitti* Reichel,1965, X40.

11. *Cryptoseptida anatoliensis* De Civireux,1965, X80.

12. *Neoendothyra reicheli* Reitlinger,1965, X40.

13. *Geinitzina chapmani* Suleimanov,1948. X40

14. *Longella* sp.2, X40.

15. *Staffella* sp., X40.

16. *Hemigordius ovatus* Nikitina,1969, X40 .

17. *Dunbarula* sp., X80.

### PLATE III



- 1,17. *Robustopachyphloia annectena* Lin,1980, X 80.  
 2. *Agathammina* sp., X80 .  
 3. *Geinitzina taurica* De Civireux,1965, X80 .  
 4. *Nanlingella simplex* (Sheng and Chang,1958), X8013,  
 5. *Longella ocarina* De Civireux,1965, X40  
 6. *Longella* sp.1 , X40 .  
 7. *Pachyphloia ovata* Lange,1925, X40  
 8. *Longella venusa* Lange,1925, X80  
 9. *Ichtyolaria peimitiva* De Civireux,1969, X80.  
 10. *Lunucammina* sp. ,X80.  
 11. *Pachyphloia solida* Miklakho,1954, X80  
 12. *Globivalvolina graeca* Reichel,1965, X40.  
 13,14. *Postendothyra simplex* Lin,1984, X40.  
 15. *Pachyphloia iranica* Bozorgnia,1973,X40  
 16. *Pachyphloia* sp. ,X40

جدول ۱- داده های حاصل از مطالعه تنوع زیستی روزن بران کوچک پرمین میانی تا بالایی در برش آبگرم قزوین.

INDICES \ STAGES		Yakhtashian	Bolorian	Kubergandian	Murgabian	Midian	Dzhulfian
مقاطع تنها با مرز بالا	Ft	10	10	6	4	4	7
درون اینتروال	Fl	0	0	0	0	1	0
مقاطع با هر دو مرز	bt	7	17	25	27	24	13
مقاطع تنها با مرز پایین	bl	0	1	1	3	8	17
مقاطع با مرز پایین	$N_b = N_{bl} + N_{bt}$	14	18	26	30	32	30
مقاطع با مرز بالا	$N_t = N_{ft} + N_{bt}$	17	37	31	31	28	20
کل تاکسون‌های اینتروال	$N_{tot} = N_{bl} + N_{bt} + N_{ft} + N_{bt}$	24	38	32	34	37	37
تعداد نسل‌زایی	$N_o = N_{FL} + N_{Ft}$	10	10	6	4	5	8
نرخ نسل‌زایی	$N_o = (N_{FL} + N_{Ft}) / (N_{tot} \%)$	41%	26%	18%	11%	13%	19%
تعداد انقراض	$N_c = N_{FL} + bL$	0	1	1	3	9	17
نرخ انقراض	$N_o = (N_{FL} + N_{bt}) / (N_{tot} \%)$	0%	2.6%	3.1%	8.8%	24.3%	44.7%
تنوع مطلق	$TD = N_{bl} + N_{bt} + N_{ft} + N_{bt}$	24	38	32	34	37	37
تنوع پایا	$MSD = (N_{tot} - N_o / 2 - N_c / 2)$	19	32.5	28.5	31.3	30	25

## کتابنگاری

- آقایی، ع.، ۱۳۸۳- زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- باغبانی، د.، ۱۳۶۹- بیواستراتیگرافی فرامینفرهای رسوبات پرمین حوضه زاگرس، جنوب غرب ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی.
- باغبانی، د.، ۱۳۷۵- لیتواستراتیگرافی و بایواستراتیگرافی نواحی آواده، شهرضا و جلفا، رساله دکتری زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد، تهران.
- پرتوآذر، ح.، ۱۳۷۴- سیستم پرمین در ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، طرح تدوین کتاب زمین‌شناسی ایران، شماره ۲۲.
- حمیدی، ب.، وزیری، ح.، و رنگریز، ف.، ۱۳۹۱- زیست‌چینه‌نگاری رسوبات سازند روته در برش شمال شلمزار (البرز مرکزی)، بر اساس کنودونت‌ها، فصلنامه زمین، سال هفتم، شماره ۲۳.
- شعبانیان، ر.، سعیدی، ع.، ۱۳۸۶- بایوزوناسیون نهشته‌های پرمین در شمال غرب ایران بر اساس روزن‌بران کوچک، پیک نور علوم پایه، سال دوم شماره سوم.
- محسنی، ح.، خدابخش، س. و نمازی، ع.، ۱۳۸۱- ویژگی‌های خاص لیتواستراتیگرافی ناحیه آوج- آبگرم، جنوب غرب قزوین، خلاصه مقالات بیست و یکمین گردهمایی علوم زمین.
- نبوی، م. ح.، ۱۳۵۵- دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- وزیری، ح.، ۱۳۷۲- گستره واحدهای سنگی سیستم پرمین در ناحیه آیک- هیو (البرز مرکزی)، فصلنامه علوم زمین، سال دوم، شماره ۸.

## References

- Bolurchi, M. H., 1979- Explanatory text of the Kabodar Ahang quadrangle map, scale 1:250000. Geological Survey of Iran.
- Bozorgnia, F., 1973- Paleozoic foraminiferal biostratigraphy of central and east Alborz mountain, Iran. N.I.O.C., Publ. No;4.
- Davydov, V. L., Belasky, P. and Karavaeva, N. L., 1996- Permian fusulinids from the Koryak terrane, northeastern Russia, and their paleobiogeographic affinity. Journal of Foraminiferal Research, V.26, No.3, p. 213-243. <http://dx.doi.org/10.2113/GSJFR.26.3.213>
- Erwin, D. H., 1993- The Great Paleozoic crisis: Life and Death in the Permian. Columbia Univ. press, New York, 37. pp. <http://dx.doi.org/10.1017/s001675680001093>
- Foote, M., 2000- Origination and extinction components of taxonomic diversity: general problems. Paleobiology supplement, Vol.26, p.74- 102. <https://geosci.uchicago.edu/~foote>
- Hammer, Ø. and Harper, D., 2006- Paleontological data analysis. Blackwell publishing malden, 351pp.
- Jenny- Deshusses, C., 1983- Paraglobivalvulina mira Reitlinger: Precision morphologiques et application stratigraphique dans le Permian superior de Iran. Revue de Micropaleontologie, 25(4), p.265-272.
- Kobayash, F., 1997- Upper Permian Foraminifera from the Iwai-Kanyo area west Tokyo, Japan. Foraminifera Research, 27(3), p.186- 195. <http://dx.doi.org/10.2113/gsjfr.27.3.186>

- Leven, E. J., 1993- Main events in Permian history of the Tethys and fusulinids, Stratigraphy and Geological Correlation. English translation from Stratigrafiya, Geologicheskaya Korrelyatsiya, v. 1, no. 1, p. 59-75.
- Margalef, R., 1968- Perspective in Ecological Theory. University of Chicago press, p.111.
- Maxwell, W. D., 1989- The end-Permian mass extinction. Belhaven press, London, p.152-173.
- Menning, M., Allekseev, A. S., Chuvashov, B. I., Davydov, V. I., Devuyst, F. X., Forke, H. C., Grunt, T. A., Hance, L., Heckel, P. H., Izokh, N. G., Jin, Y. G., Jones, P. J., Kotlyar, G. V., Kozur, H. W., Nemyrovska, T. I., Schneider, J. W., Wang, X. D., Weddige, K., Weyer, D. and Work, D. M., 2006- Global time scale and regional stratigraphic reference scale of Central and West Europe, Tethys, South China and North America as used in the Devonian- Carboniferous- Permian Correlation Chart 2003. PALAEOECOLOGY 240(1), p.318-372. <http://dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2006.03.058>
- Shabanian, R., 2010- Importance of longenid foraminifers in Permian of NW of Iran. The 1st International Applied Geological congress, Iran, 26-28 April 2010.
- Steiger, R., 1966- Die geologie der west Firozkuh area, zentral Elbors (Iran). *Mitteilung Geo. Inst.*, 145p.
- Taraz, H., Golshani, F., Nakazawa, K., Shimuzu, D., Bando, Y., Ishi, K., Murata, M., Okimura, Y., Sakagami, S., Nakamura, K. and Tokuka, T., 1981- The Permian and lower Triassic in the Abadeh region, Central Iran. *Memoirs of science, Kyoto University, series of Geology and Mineralogy*, 47, p.61-133. <http://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/186643/1>
- Taraz, H., 1969- Permo-Triassic section in Central Iran. *Bulletin of the American Association Petroleum Geologist*, 53(30), p.688-693. [http://www.aslo.org/lo/toc/vol\\_14/issue\\_2/0313.pdf](http://www.aslo.org/lo/toc/vol_14/issue_2/0313.pdf)
- Tong, J. and Shi, G. R., 2000- Evolution of the Permian and Triassic Foraminifera in south China, Permian Triassic Evolution of Tethys and Western Circum-Pacific. *Elsvier*. [http://dx.doi.org/10.1016/S0920-5446\(00\)80017-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0920-5446(00)80017-5)
- Vaziri, H., Yao, A. and Kuwahara, K., 2005- Lithofacies and microfacies (foraminifers and radiolarians) of the Permian Sequence in the Shalamzar area, Central Alborz, North Iran. *Journal of Geosciences*, Vol.48, Art.3, p.39-69.

## Paleobiodiversity of Permian (Yakhtashian-Dzhulfian) small foraminifera in Abe-Garm section, Gazvin

M. Medadi<sup>1</sup>, H. Mosaddegh <sup>2\*</sup>, S. M. Aleali<sup>3</sup> and M. R. Majidifard<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ph.D. Student, Department of Geology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

<sup>2</sup>Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Earth Sciences, Kharazmi University of Tehran, Tehran, Iran

<sup>3</sup>Assistant Professor, Department of Geology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

<sup>4</sup>Associate Professor, Research Institute for Earth Sciences, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

Received: 2015 October 03

Accepted: 2016 May 24

### Abstract

Some paleobiodiversity indices such as total diversity, stand diversity, origination and extinction rates of Permian (Yakhtashian- Dzhulfian) small foraminifera were analyzed based from an outcrop in Abe-Garm area, Gazvin. Some important bizones that recognized by Taraz (1969), Taraz et al. (1981), Kobayashi (1997), Shabanian (2010), Stiger (1966), Davydov et al. (1996) were used for separation of stages, and biodiversity indices were calculated based on Foote (2000). The investigations are resulted in recognition of Two trends:1: Origination rate decrease rapidly from Yakhtashian to Murgabian and,2: two rapid increase in the extinction rate are recorded in Midian and Dzhulfian, the first comparable with End-Guadalopian mass extinction and the latter probably related to environmental condition.

**Keywords:** Paleobiodiversity, Permian, Small Foraminifera, Extinction, Abe-Garm, Gazvin.

For Persian Version see pages 127 to 138

\*Corresponding author: H. Mosaddegh; E-mail: Mosaddegh@khu.ac.ir