

# زیست‌چینه‌نگاری توالی‌های دونین بر پایه کنودونت‌ها در برش‌های ایلانقره، ایلانلو و پیراسحاق، شمال باختری ایران

سیروس عباسی<sup>۱</sup>، بهاء‌الدین حمدی<sup>۲</sup> و محمودرضا مجیدی‌فرد<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی دکترا، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران  
<sup>۲</sup>استادیار، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۲۶

## چکیده

مطالعه زیای کنودونتی سازند ایلانقره در برش‌های ایلانقره، ایلانلو و پیراسحاق در شمال باختری ایران، نگرش جدیدی را در مورد چینه‌شناسی این سازند بیان می‌کند. سازند ایلانقره دارای توالی تخریبی- کربناتی است که از ماسه‌سنگ کوارتزآرنایتی، شیل و سنگ‌های کربناتی تشکیل شده و بیشتر دارای کنودونت‌های محیط کم‌ژرفا (*Icriodus*, *Polygnathus*) است. زیای کنودونتی ۵ زیست‌زون را از دونین (ژئوتین- فامنین) نشان می‌دهد که عبارتند از: *varcus*, *rhenana*, *rhenana - linguiformis*, *Middle triangularis - Late trachytera, postera - expansa*. به سبب فعالیت‌های زمین‌ساختی و فرسایش، چینه‌های دونین میانی در قاعده برش ایلانقره از بین رفته‌اند و زیست‌زون *varcus* وجود ندارد. واحدهای سنگی فامنین میانی با ایست رسوبی به واحدهای سنگی کربنیفر تبدیل می‌شوند ولی این نبود رسوب‌گذاری و فرسایش در مشاهدات صحرائی مشهود نیست و با مطالعه کنودونت‌ها وجود ناپیوستگی (نبود چینه‌ای فامنین پسین تا تورنیزین پسین) آشکار می‌شود. با شناسایی کنودونت‌های کربنیفر، زیست‌زون *bolandensis - bilineatus* برای نهشته‌های پایینی کربنیفر مشخص شد.

**کلیدواژه‌ها:** دونین، ایلانقره، پیراسحاق، ایلانلو، کنودونت، زیست‌چینه‌نگاری.

\*نویسنده مسئول: سیروس عباسی

E-mail: syrusabbasi50@gmail.com

## ۱- پیش‌نوشتار

اولین مطالعات زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های دونین در آذربایجان توسط Rieben (1935) صورت گرفته است. (Alavi Naini & Bolurchi 1973) توالی‌های دونین را در منطقه ماکو شناسایی و سازندهای مولی و ایلانقره را به سن دونین پیشین تا پسین معرفی کرده‌اند و نهشته‌های کهن تر از دونین را به پرکامبرین نسبت داده‌اند؛ در حالی که مطالعات صورت گرفته توسط Berberian & Hamdi (1977) نشان می‌دهد که سنگ‌های کهن تر از دونین به پالئوزویک پیشین تعلق دارند. افتخارنژاد (۱۳۷۰) واحدهای سنگی دونین در منطقه مرند و پلدشت را شناسایی کرده و آنها را هم‌ارز سازند جیرو در نظر گرفته‌اند. (Bolourchi & Saidi 1987) نهشته‌های دونین در منطقه پلدشت (ایلانلو) را هم‌ارز سازندهای مولی و ایلانقره در نظر گرفته‌اند. عبدالهی و حسینی (۱۳۷۵) در جنوب جلفا (برش پیراسحاق) این واحدهای سنگی را به دونین نسبت داده‌اند. اسدی (۱۳۷۶) بر پایه مطالعات اسپورها و جعفری‌زاده (۱۳۷۶) با مطالعه آکریتارک‌ها، سن فرازین را برای سازندهای مولی و ایلانقره پیشنهاد کرده‌اند. (Wendt et al. 2005) چینه‌نگاری، الگوی رخساره‌ای و جغرافیای دیرینه دونین- کربنیفر زیرین را در ایران مرکزی و شمالی مورد بررسی قرار داده و سن ژئوتین تا فامنین را برای سازندهای مولی و ایلانقره در منطقه آذربایجان در نظر گرفته‌اند. در تهیه گزارش‌ها و نقشه‌های زمین‌شناسی، مطالعه و تعیین سن واحدهای سنگی دونین در آذربایجان بر پایه ماکروفسیل‌ها، میکروفسیل‌های روزن‌بر و پالینولوژی انجام شده و مطالعات بر پایه کنودونت‌ها به‌طور جامع انجام نشده است. با توجه به اینکه مطالعه عناصر کنودونتی توالی‌های سنگی دونین در دیگر نواحی و پهنه‌های زمین‌شناسی ایران (البرز خاوری و ایران مرکزی) با دقت انجام شده است، نبود پژوهش‌ها و مطالعات کنودونت‌ها در منطقه آذربایجان وجود دارد. بنابراین مطالعه سیستماتیک کنودونت‌ها، شناسایی جنس‌ها، گونه‌ها و تعیین دقیق زیست‌زون‌ها لازم و ضروری است.

## ۲- زمین‌شناسی منطقه

منطقه مورد مطالعه بر پایه تقسیم‌بندی پهنه‌های ساختاری ایران توسط نبوی (۱۳۵۵) در پهنه البرز- آذربایجان قرار دارد. در پهنه یاد شده رسوبات دونین میان- بالایی رخساره سنگی متفاوت دارند که نشان‌دهنده وجود حوضه‌های رسوبی مستقل با شرایط رسوبی متفاوت است؛ در البرز خاوری سازند خوش‌بیلایق، در البرز مرکزی سازند جیرو و در البرز باختری (آذربایجان) سازندهای مولی و ایلانقره معرف سنگ‌های دونین میانی- بالایی هستند (آق‌آبایی، ۱۳۸۳). در منطقه آذربایجان واحدهای سنگی دونین دیده نمی‌شوند و تنها در مناطق ماکو، پلدشت، جنوب جلفا رخنمون دارند. در منطقه ماکو واحدهای سنگی سیلورین از گدازه، سنگ‌های آذرآوری تشکیل شده است و واحدهای سنگی معادل هم‌ارز سازند لشگرک را پوشانده و به‌گونه پیشرونده به وسیله ماسه‌سنگ‌های قاعده دولومیتی سازند مولی پوشیده شده‌اند (عباسی و همکاران، ۱۳۸۲). پس از خشکی‌زایی کالدونین، دریای دونین به این مناطق پیشروی کرده و رسوب‌گذاری تا کربنیفر پیشین ادامه داشته و در زمان کربنیفر پسین دوباره پسروی کرده و خشکی‌زایی در منطقه حاکم شده است. در زمان پرمین دریا دوباره پیشروی کرده و در منطقه جلفا- مرند با ماسه‌سنگ قاعده‌ای به ستبرای ۱۰۰ متر و رسوبات کربناتی و در دیگر برش‌ها با نهشته‌های کربناتی (سازند روته و نسن)، نهشته‌های سنگی دونین- کربنیفر را پوشانده است.

## ۳- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش‌های مورد مطالعه

به منظور مطالعات زیست‌چینه‌نگاری توالی‌های دونین در منطقه آذربایجان (شمال باختری ایران) ۳ برش انتخاب و مطالعه شده است (شکل ۱) که موقعیت جغرافیایی آنها به شرح زیر است.

### ۳-۱. برش ایلانقره

این برش در ۲۰ کیلومتری شمال خاوری ماکو و در باختر روستای ایلانقره بالا به مختصات "۱۲' ۴۳" ۴۴° و "۳۲' ۲۶" ۳۹° جای دارد. دسترسی به برش مورد نظر از راه

نشانی‌نویسی با دقت فراوان برای همه عناصر در دفترچه یادداشت ثبت می‌شود تا پس از تصویربرداری SEM (Scanning Electron Microscope) مشکلی پیش نیاید. تصاویر در سازمان زمین‌شناسی مرکز کرج تهیه شد و در آرشیو دیرینه‌شناسی سازمان زمین‌شناسی مرکز تبریز نگهداری می‌شود.

## ۵- سنگ‌چینه‌نگاری برش‌های ایلاتقره - ایلاتلو - پیراسحاق

### ۵-۱. سازند مولی

سازند مولی در برش ایلاتقره بیشتر از دولومیت‌های به رنگ خاکستری روشن تا تیره با لایه‌بندی متوسط تا ستبر تشکیل شده و دارای میان‌لایه‌های ماسه‌سنگ کوارتزآرنایتی و شیل نیز است. آثاری از بازوپایان، لاله‌وشان و شکم‌پایان در دولومیت‌ها دیده می‌شود که به سبب دیاژنز شدید قابل شناسایی نیستند. در برش‌های ایلاتلو و پیراسحاق، سازند مولی با سنگ‌شناسی دولومیت‌های خاکستری روشن تا تیره، ماسه‌سنگ کوارتزآرنایتی و شیل رخنمون دارد. در برش ایلاتقره سازند مولی با مرز ناپوستگی روی سازندهای پالئوزویک زیرین قرار گرفته است (شکل ۲)، اما در برش‌های پیراسحاق و ایلاتقره مرز زیرین رخنمون ندارد و توسط واحدهای سنگی جوان‌تر پوشیده شده است. مرز بالایی سازندهای مولی با سازند ایلاتقره در برش ایلاتقره گسلی ولی در برش‌های پیراسحاق و ایلاتلو تدریجی است (شکل‌های ۳ و ۴).

### ۵-۲. سازند ایلاتقره در محل برش الکو (شکل ۵)

در روستای ایلاتقره، قاعده برش ایلاتقره با سازند مولی دارای مرز گسلی است و نهشته‌های کربناتی - تخریبی سازند ایلاتقره در ضلع باختری روستا، رخنمون دارد. بر پایه مشاهدات صحرایی، سازند ایلاتقره با ستبرای ۲۱۸/۱ متر از پایین به بالا به ۵ واحد سنگی (A, B, C, D, E) قابل تقسیم است:

۱) واحد (A) که ستبرای ۷۳/۱ متری سازند را شامل می‌شود، از سنگ‌آهک ماسه‌ای دارای آهن و سنگواره شروع می‌شود و در ادامه با تناوب شیل و ماسه‌سنگ و سنگ‌آهک همراه است. حدود ۳۰ متر از ستبرای میانی این واحد توسط کنگومرای قاره‌ای پلیوسن - کواترنری پوشیده شده است؛ ۲) واحد (B) که از سنگ‌آهک متوسط تا ستبرالایه، سیاه رنگ و پر از سنگواره‌های بازوپا، ساقه لاله‌وشان و مرجان روگوز انفرادی است (۱۶ متر)؛ ۳) واحد (C) که از تناوب ماسه‌سنگ سرخ رنگ آرزوزی و شیل تشکیل شده است (۲۰ متر)؛ ۴) واحد (D) که ماسه‌سنگ کوارتزآرنایتی ستبرالایه تا توده‌ای چهره‌ساز، دارای ساخت چینه‌بندی چلیپایی به ستبرای ۳۵ متر است؛ ۵) واحد (E) که شامل تناوبی از شیل، سنگ‌آهک و ماسه‌سنگ با میان‌لایه سنگ‌آهک آنکوئیدی است. این واحد ۵۱ متر ستبرای دارد و مرز بالایی آن با نهشته‌های کربنیفر زیرین به گونه ناپوستگی همشیب است.

### ۵-۳. سازند ایلاتقره در برش ایلاتلو (شکل ۶)

بخش پایینی سازند مولی با نهشته‌های کواترنری پوشیده شده است و لایه‌های بالایی که رخساره دولومیتی با میان‌لایه‌های ماسه‌سنگی و شیلی دارند، به گونه‌ای تدریجی به سنگ‌آهک نازک تا متوسط لایه خاکستری تیره و بلورین سازند ایلاتقره تبدیل می‌شوند. سازند ایلاتقره در روستای ایلاتلو ۲۲۸ متر ستبرای دارد و به ۶ واحد سنگی (F, G, H, I, J, K) قابل تقسیم است.

۱) واحد (F) که از سنگ‌آهک نازک تا متوسط لایه، خاکستری تیره، سنگواره‌دار و بلورین شروع می‌شود و در افق‌های بالاتر با تناوب سنگ‌آهک و شیل نمایان است. ستبرای این واحد ۴۸ متر است و یک سیل ۴ متری جدا کننده این بخش از واحد بالایی است؛ ۲) واحد (G) که از سنگ‌آهک، سنگ‌آهک مارنی نازک تا متوسط لایه خاکستری تیره پر از سنگواره بازوپایان، ساقه لاله‌وش و بریوزوئر تشکیل شده است و به سبب مارنی بودن، نمونه‌های آزاد شده از لایه‌ها به فراوانی پیدا می‌شود. این واحد سنگی در افق‌های بالایی به سنگ‌آهک‌های دارای *Tentaculites* تبدیل می‌شود و لایه دارای *Tentaculites* به عنوان لایه کلیدی در

جاده ماکو - بازرگان (نرسیده به کمربندی ماکو) و پس از عبور از روستاهای قره‌تپه، هاسون کوچک و تاتار میسر است.

## ۳-۲. برش ایلاتلو

این برش به طول جغرافیایی  $39^{\circ} 03' 08''$  و عرض جغرافیایی  $45^{\circ} 17' 05''$  در روستای ایلاتلو در ناحیه پلدشت قرار دارد. آسان‌ترین مسیر برای دسترسی به برش مورد نظر، جاده قره ضیاءالدین به سوی سد ارس است. روستای حسن‌کندی در ۴۲ کیلومتری این مسیر قرار دارد؛ از سهراهی این روستا پس از طی ۵ کیلومتر می‌توان به روستای ایلاتلو (پای برش) رسید.

## ۳-۳. برش مرکب پیراسحاق

فاصله این برش با شهرستان مرند ۴۲ کیلومتر است. برای دسترسی به برش مورد نظر، در مسیر مرند - جلفا، ابتدا باید به روستای زال رفت و پس از گذر از روستاهای پیراسحاق و چای کسن به پای برش‌ها رسید. از آنجا که بخش‌های زیرین واحدهای سنگی دوئین در محل‌های مختلف توسط واحدهای جوان‌تر پوشیده شده است (شکل ۴)، برای نمونه‌برداری و رسم برش پیراسحاق دو محل در نظر گرفته شد: ۱) بخش زیرین برش که به مختصات  $45^{\circ} 27' 47''$  و  $38^{\circ} 44' 01''$  در ضلع باختری روستای چای کسن قرار دارد و نهشته‌های دوئین میانی را در بر می‌گیرد؛ ۲) بخش بالایی برش پیراسحاق که در فاصله ۱/۵ کیلومتری روستای پیراسحاق و با مختصات  $45^{\circ} 31' 19''$  و  $38^{\circ} 43' 38''$  قرار دارد و در بردارنده نهشته‌های دوئین بالایی است. بنابراین برش رسم شده برای پیراسحاق یک برش مرکب است.

## ۴- روش کار

در انجام این پژوهش ۱۱۰ نمونه سنگ آهک ۳ تا ۴ کیلوگرمی از برش‌های ایلاتقره (۱۸ عدد)، ایلاتلو (۵۰ عدد) و پیراسحاق (۴۲ عدد) گردآوری شد. نمونه‌برداری بر پایه تغییر رخساره سنگی و از سنگ‌آهک‌های سنگواره‌دار انجام شد. نمونه‌ها در آزمایشگاه سازمان زمین‌شناسی مرکز تبریز طی مراحل زیر در اسیدفورمیک حل شدند و عناصر کنودونتی و میکروفسیل‌های دیگر (بقایای ماهی‌ها، استراکادا، دوکفه‌ایها و شکم‌پایان ریز) گردآوری شدند. مراحل آماده‌سازی (انحلال، استخراج و تصویربرداری) بدین صورت است: ۱) نمونه‌ها با آب شسته و در ظروف آلومینیومی استوانه‌ای شکل ۴ تا ۵ لیتری گذاشته می‌شوند؛ ۲) در زیر هود آزمایشگاه، ۱۵۰ میلی‌لیتر اسید فورمیک تجاری به درون ظرف دارای نمونه، افزوده و با آب جوش ۹۰ تا ۱۰۰ درجه به حجم رسانده می‌شود (۱۵۰ میلی‌لیتر اسید + ۸۵۰ میلی‌لیتر آب جوش یا ۳۰۰ میلی‌لیتر اسید + ۱۷۰۰ میلی‌لیتر آب جوش و ...). ۳) ظرف دارای نمونه، اسید و آب روی اجاق برقی (Hot Plate) با دمای مناسب به مدت ۱۰ ساعت گذاشته می‌شود تا اینکه صدای جوشیدن ناشی از تأثیر اسید بر نمونه سنگ‌آهک کاملاً متوقف شود؛ ۴) نمونه سنگی انحلال نیافته، از ظرف جدا می‌شود و مواد باقیمانده حاصل از انحلال، روی الک‌ها ریخته و آبکشی می‌شود. مواد باقیمانده روی الک‌ها (بقایای ماهی‌ها، عناصر کنودونتی، سنگواره‌های فسفاتی شده (استراکادا، ساقه لاله‌وش و ...)، ناخالصی‌های سنگ‌آهک مانند رس، کوارتز، پیریت توسط کاغذ صافی، صاف و خشک می‌شود. برتری این روش این است که در روز دوم جدایش و مطالعه نمونه‌های سنگواره امکان‌پذیر است. روش یاد شده روی نمونه سنگی چندین بار (۱۰ بار) تکرار می‌شود تا نمونه کاملاً حل شود. در زیر میکروسکوپ دوچشمی عناصر کنودونتی و دیگر میکروفسیل‌ها جدا می‌شوند و در ظرف‌های نگهداری نمونه (cell) قرار می‌گیرند. عناصر جمع شده توسط سوزن و یا تار موی آغشته به موم، برداشته و روی چسب کربن که از بخش زیرین به صفحه مسی یا آلومینیومی چسبانده شده است، به ترتیب از چپ به راست چیده می‌شود. عناصری که روی صفحه فلزی چیده شده‌اند، باید نشانی دقیق داشته باشند؛ برای نمونه عناصر چیده شده از شماره ۱ تا ۵ مربوط به نمونه Elg-001، از برش ایلاتقره است و این مدل

Gholamalalian & Kebraiee (2008), Gholamalalian (2006, 2007)  
 Bahrami et al. (2011a & b, 2013 & 2014) و Gholamalalian et al. (2011 & 2013)  
 استفاده و برش‌های مورد مطالعه با مناطق یاد شده مقایسه شده‌اند.

#### ۶-۱. دونین

– **زیست‌چینه نگاری سازند ایلاتقره در برش ایلاتقره:** همان گونه که در شکل ۵ نشان داده شده است، شروع برش ایلاتقره گسلی است. با نمونه‌برداری از رخنمون‌های لایه‌های سنگ آهک در یال جنوبی دره ایلاتقره و فرآوری نمونه‌ها، ۲ جنس (*Icriodus*, *Polygnathus*) و ۱۴ گونه و زیرگونه کنودونت شناسایی شد (جدول ۱). با در نظر گرفتن محدوده سنی که برای هر گونه در منابع ذکر شده است، ۳ زیست‌زون را می‌توان در این برش شناسایی کرد که به ترتیب به توصیف آنها پرداخته می‌شود.

• **Older than rhenana Zone:** این زیست‌زون با ستبرای ۱۸ متر و سنگ‌شناسی چیره سنگ آهک ماسه‌ای، ماسه‌سنگ و شیل، بخش پایینی واحد (A) را در برش ایلاتقره شامل می‌شود و گونه‌های موجود در این زیست‌زون عبارتند از:

*Icriodus expansus*, *Icriodus*. aff. *praealternatus*, *Icriodus* sp.,  
*Polygnathus praepolitus*, *Polygnathus alatus*.

گونه مشخصی که زیست‌زون برای این مجموعه تعریف کند وجود ندارد ولی ظهور گونه *Icriodus iowaensis iowaensis* در قاعده زیست‌زون بعدی، حد بالایی این زیست‌زون را مشخص می‌کند.

• **زیست‌زون بینابینی *rhenana - linguiformis*:** این زیست‌زون با ستبرای ۱۶۳/۲ متر و با واحدهای سنگی شیل، ماسه‌سنگ و سنگ آهک، بخش بالایی واحد سنگی (A) مجموعه واحدهای (B)، (C)، (D) و بخش پایینی واحد (E) را در بر می‌گیرد (شکل ۵). این زیست‌زون با ظهور و انقراض گونه‌های *polygnathus aequalis* و *Icriodus alternatus alternatus* مشخص می‌شود. با توجه به عناصر کنودوتی یاد شده، زیست‌زون *Lower rhenana - Upper rhenana* را می‌توان در نظر گرفت ولی همراهی با گونه‌های *Polygnathus xylus xylus*، *Polygnathus webbi* و *Polygnathus alatus* محدود سنی جوان‌تری برای این بخش در نظر گرفته می‌شود (Ji & Zeigler, 1993; Ovantanova & Kononova, 2001; Ziegler & Sandberg, 2000). ظهور گونه *Icriodus symmetricus* در نمونه شماره Elg-011، می‌تواند زیست‌زون *Upper rhenana* را برای این قسمت از برش در نظر گرفت (Bahrami et al., 2014). همچنین با توجه به اینکه پیدایش زیرگونه *Icriodus iowaensis iowaensis* در پایان زون *Upper rhenana* بوده است (Ziegler & Sandberg, 1990) و این زیرگونه در واحد (A) برش مورد مطالعه موجود است، شروع زیست‌زون از *Upper rhenana* در نظر گرفته می‌شود.

• **زیست‌زون بینابینی *Middle triangularis - Late trachytera*:** این زیست‌زون با ۷ متر ستبرای، بخش انتهایی واحد سنگی (E) از سازند ایلاتقره را در بر می‌گیرد (شکل ۵). رخساره سنگی این زیست‌زون از شیل، ماسه‌سنگ کوارتزآرنایتی و سنگ آهک آنکوئیدار است و با ظهور گونه *Icriodus cornatus* به همراه گونه‌های *Icriodus* sp., *Polygnathus* sp. B, *Polygnathus* sp. A، پیدایش گونه *Icriodus cornatus* می‌تواند نشانگر شروع زیست‌زون *Middle triangularis* باشد. مرز این زیست‌زون با زیست‌زون *Upper rhenana - linguiformis*، از اشکوب فرازین، ناپیوستگی از نوع همشیب است.

– **زیست‌چینه نگاری سازند ایلاتقره در برش ایلاتلو:** تعداد نمونه‌های برش ایلاتلو ۴۲ عدد است که از این تعداد، یک نمونه (Eyl-001)، از شیل‌های سازند مولی و بقیه از سنگ آهک‌های سازند ایلاتقره برداشت شده است. با فرآوری کامل نمونه‌های سنگ آهک و شناسایی عناصر کنودوتی در مجموع ۵ جنس و ۱۶ گونه و زیرگونه شناسایی شده است. با توجه به ارزش چینه‌نگاری گونه‌ها، برش ایلاتلو به ۳ زیست‌زون

چینه‌شناسی منطقه کاربرد دارد؛ (۳) واحد (H) که سنگ آهک متوسط تا سبتر لایه، چهره‌ساز و دارای سنگواره‌های مرجان روگوز است؛ (۴) واحد (I) که در بخش پایینی با تناوب شیل و ماسه‌سنگ کوارتزآرنایتی شروع می‌شود و در بخش‌های بالایی با تناوب سنگ آهک و شیل همراه است. به سبب تزریق دایک‌ها در فواصل کم، سنگ آهک‌ها و مجموعه سنگواره‌ها به رنگ خاکستری روشن دیده می‌شوند و در نمونه‌برداری از سنگ آهک‌ها عناصر کنودوتی کمتری را نشان می‌دهند؛ (۵) واحد (J) که ماسه‌سنگ کوارتزآرنایتی سبتر لایه تا توده‌ای چهره‌ساز و دارای ساخت چینه‌بندی متقاطع و نقش موج است. ستبرای این واحد ۳۰ متر و قابل مقایسه با واحد (D) از برش ایلاتقره است؛ (۶) واحد (K) که دارای تناوب شیل و ماسه‌سنگ با میان‌لایه سنگ آهک آنکوئیدی است. ستبرای این واحد ۱۶ متر و با واحد (E) از برش ایلاتقره هم‌ارز است. سازند ایلاتقره در منطقه ایلاتلو با تناوب شیل و ماسه‌سنگ و با ناپیوستگی همشیب به واحدهای سنگی کربنیفر پیشین تبدیل می‌شود.

#### ۵-۴. سازند ایلاتقره در برش مرکب پیراسحاق (شکل ۷)

بخش بالایی سازند دولومیتی مولی، در باختر روستای چای کسن رخنمون دارد ولی بخش زیرین این سازند توسط رسوبات مارنی، گچ و مارن گچ‌دار پوشیده شده است. سازند ایلاتقره به گونه همشیب و با تغییر تدریجی روی سازند دولومیتی مولی قرار دارد. نمونه‌برداری از برش پیراسحاق در دو محل انجام گرفت: (۱) نهشته‌های دونین میانی در باختر روستای چای کسن برداشته شد. (۲) دونین بالایی در باختر روستای پیراسحاق نمونه‌برداری شد. برش رسم شده ۲۲۳/۷ متر ستبرای دارد و به ۶ واحد سنگی (L, M, N, O, P, Q) قابل تقسیم است:

(۱) واحد سنگی (L) که با ستبرای ۳۱ متر، از تناوب سنگ آهک سنگواره‌دار خاکستری تیره، نازک تا متوسط لایه با شیل و میان‌لایه ماسه‌سنگ کوارتزآرنایتی تشکیل شده است. این واحد سنگی از دید رخساره سنگی و زیستی با واحد (F) از برش ایلاتلو هم‌ارز است و در برش ایلاتقره به سبب گسل خوردگی و فرسایش وجود ندارد؛ (۲) واحد سنگی (M) که با ستبرای ۱۸/۵ متر از سنگ آهک و سنگ آهک مارنی خاکستری تیره، نازک تا متوسط لایه پر از سنگواره بازوپایان، ساقه لاله‌وش و بریوزوئر تشکیل شده است. در سطح زمین نمونه‌های آزاد به فراوانی وجود دارد. این واحد سنگی هم‌ارز واحد (G) از برش ایلاتلو است و در برش ایلاتقره به سبب فعالیت زمین‌ساختی و فرسایش از بین رفته است؛ (۳) واحد سنگی (N) که از سنگ آهک سیاه رنگ، متوسط و سبتر لایه تا توده‌ای دارای سنگواره مرجان روگوز فراوان تشکیل و در بخش زیرین و بالایی آن سیل تزریق شده است. این واحد سنگی با واحد سنگی (H) از برش ایلاتلو هم‌ارز است و ۲۰ متر ستبرای دارد؛ (۴) واحد سنگی (O) که با ستبرای ۵۴/۵ متر از تناوب سنگ آهک فسیل‌دار متوسط تا سبتر لایه و ماسه‌سنگ کوارتزآرنایتی با میان‌لایه‌های شیلی همراه است؛ (۵) واحد (P) که شامل تناوبی از ماسه‌سنگ، شیل، سنگ آهک سنگواره‌دار با میان‌لایه‌های میکروکنگلومرات است. ستبرای این واحد سنگی ۵۷/۷ متر است؛ (۶) واحد (Q) که بیشتر آن با واریزه پوشیده شده است و در بخش انتهایی ۲ متر سنگ آهک میکریتی دارد. مرز بالایی سازند ایلاتقره با ناپیوستگی همشیب توسط نهشته‌های کربنیفر زیرین پوشیده می‌شود.

#### ۶-۲. زیست‌چینه نگاری برش‌های مورد مطالعه

شناسایی کنودونت‌ها بیشتر از روی اطلس کنودونت‌ها، (Ziegler (1973) و زیست‌زون‌بندی کنودونت‌ها بر پایه مطالعات (Ziegler & Sandberg (1990)، Sweet (1988) و (Bulynek (2007) انجام شده است. در برش‌های مورد مطالعه جنس *Palmatolepis* وجود ندارد و جنس‌ها و گونه‌های محیط کم‌ژرفا (*Polygnathus*, *Icriodus*) دیده می‌شوند. برای شناسایی جنس‌ها، گونه‌های کنودونت، زیست‌زون‌بندی و تکمیل اطلاعات، از مطالعات انجام یافته در ایران مرکزی و شمال خاور ایران توسط (Ashouri (2002 & 2004)،

• **زیست‌زون بینایی Middle triangularis – Upper trachytera**: ستبرای این زیست‌زون در برش پیراسحاق ۱۲۰ متر و از تناوب سنگ‌آهک سنگواره‌دار و ماسه‌سنگ با میان‌لایه‌های کنگلومرا تشکیل شده است. در این بخش از برش گونه‌های زیر شناسایی شده‌اند:

*Polygnathus communis communis*, *Polygnathus brevis*, *Polygnathus semicostatus*, *Polygnathus brevilaminus*, *Pelekysgnathus inclinatus*, *Neopolygnathus communis*, *Siphonodella duplicate*, *Mehlina strigosa*, *Bispathodus stabilis*.

وجود گونه‌های *Icriodus cornatus*, *Pelekysgnathus inclinatus* زیست‌زون یاد شده را برای برش پیراسحاق محرز می‌سازد.

• **زیست‌زون بینایی postera – expansa**: در بخش‌های انتهایی برش پیراسحاق در نمونه شماره Pyr-049 حضور گونه‌های *Bispathodus stabilis*, *Mehlina strigosa*, *Pelekysgnathus inclinatus*, *Clydognathus cavusformis*, *Icriodus sp.*, نهشته‌های فامنین میانی- پسین را نشان می‌دهد. با توجه به مجموعه کنودونتی یاد شده و با در نظر گرفتن این مطلب که در افق‌های بالایی زیست‌زون‌های کربنیفر ظاهر می‌شوند و سن و گسترش *Icriodus* در انتهای زیست‌زون *expansa* به پایان می‌رسد، محدوده زیست‌زون‌های *postera – expansa* برای این بخش از برش در نظر گرفته می‌شود. رخساره‌های سنگی برش‌های ایلاتقره و ایلاتلو بدون کنودونتها مشخص برای این زیست‌زون هستند و تنها *Icriodus sp.* وجود دارد و زیست‌زون یاد شده با توجه به موقعیت چینه‌شناسی، برای برش‌های ایلاتقره و ایلاتلو نیز در نظر گرفته می‌شود.

#### ۶-۲. کربنیفر

• **زیست‌زون bilineatus – bolandensis**: این زیست‌زون که نشان‌دهنده اشکوب ویزین تا سربوخیوین است با گونه‌های *Cavusgnathus sp.*, *Cavusgnathus unicornis* در برش پیراسحاق (نمونه Pyr-050) و گونه‌های *Cavusgnathus sp.*, *Gnathodus bilineatus*, *Gnathodus sp.*, *Cavusgnathus unicornis* در برش ایلاتلو مشخص می‌شود. پیدایش این زیست‌زون پس از زیست‌زون‌های منسوب به فامنین میانی تا تورنیزین پسین، نشان‌دهنده یک فاز فرسایشی و نبود رسوب‌گذاری از فامنین پسین تا تورنیزین پسین است. در برش ایلاتلو گونه‌های *Bispathodus stabilis*, *Clydognathus cavusformis* در نمونه Eyl-042 پیش از شروع زیست‌زون *bilineatus-bolandensis* دیده می‌شوند که سن کربنیفر زیرین را نشان می‌دهند و به سبب نبود گونه‌های کنودونتی شاخص، تعریف زیست‌زون برای این بخش از برش امکان‌پذیر نیست اما با توجه به موقعیت چینه‌شناسی، این بخش از برش یاد شده احتمالاً به تورنیزین تعلق دارد. این بخش از توالی رسوبی در برش‌های ایلاتقره و ایلاتلو از تناوب ماسه‌سنگ کوارتز آرنایتی، شیل و سنگ‌آهک‌های سیاه رنگ ستبرالایه تا توده‌ای دارای مرجان و جلبک و در برش پیراسحاق از ماسه‌سنگ، میکروکنگلومرا و سنگ‌آهک‌های میکربیتی تشکیل شده است. واحدهای سنگی کربنیفر مناطق مورد مطالعه با زون سنگی شماره ۳ سازند مبارک (Assereto, 1963) هم‌ارز است.

#### ۷- مقایسه زیست‌زون‌های برش‌های مورد مطالعه با دیگر نقاط ایران

زیست‌زون دونین میانی (ژیوتین) توسط Ashouri (2006)، در البرز خاوری و Weddige (1984) در دره دورود (کوه‌های بینالود)، شناسایی شده است. همچنین زیست‌زون‌های دونین پسین (فرازین) توسط غلامعلیان و همکاران (1390) در برش هوتک (شمال کرمان)، Ashouri (2006) در سازند خوش‌یلاق (شمال خاور ایران و ایران مرکزی) و Bahrami et al. (2014) در برش ساراشک (Sar-e-Ashk) ایران مرکزی گزارش شده است. زیست‌زون‌های نسبت داده

برای توالی‌های دونین و یک زیست‌زون برای نهشته‌های کربنیفر پیشین تقسیم شده است (شکل ۶ و جدول ۲).

• **زیست‌زون گستره‌ای varcus**: این زیست‌زون با ستبرای ۱۳۰ متر شامل سنگ‌آهک سنگواره‌دار، تناوب شیل و سنگ‌آهک در بخش پایینی و سنگ‌آهک تیره ستر تا توده‌ای دارای مرجان روگوز و سنگ‌آهک دارای *Tentaculites* است. نمونه‌های گردآوری شده از سنگ‌آهک‌ها، گونه *Bipennatus bipennatus* را که شاخص دونین میانی است، به همراه گونه‌های *Icriodus arkonensis*, *Icriodus brevis*, *Icriodus obliquimarginatus*, *Polygnathus linguiformis linguiformis*، نشان می‌دهند. با وجود گونه *Icriodus brevis* زیست‌زون گستره‌ای *varcus* برای این بخش از برش در نظر گرفته می‌شود. این زیست‌زون به سبب گسلی بودن قاعده برش ایلاتقره، در برش الگو دیده نمی‌شود.

• **زیست‌زون تجمعی rhenana**: ستبرای این زیست‌زون در برش ایلاتلو، ۴۴ متر و از تناوب شیل و ماسه‌سنگ در بخش پایینی و در بخش بالایی از سنگ‌آهک سنگواره‌دار تشکیل شده و در این بخش سیل‌های بسیاری تزیق شده است. در انحلال نمونه‌ها عناصر کنودونتی قابل ملاحظه‌ای دیده نشد و دندان‌های ماهی به همراه چندین عدد از گونه *Icriodus alternatus alternatus*, *Icriodus expansus* پیدا شدند که به سبب گسترش زمانی گونه اخیر و همانندی رخساره سنگ‌شناختی این بخش از ستون چینه‌نگاری با برش سازند ایلاتقره می‌توان زیست‌زون *rhenana* را برای این بخش در نظر گرفت. با وجود اینکه سنگ‌آهک‌ها دارای سنگواره فراوان بودند و در نمونه‌برداری سعی شد که فاصله تماس سیل‌ها با لایه‌های سنگ‌آهکی رعایت شود ولی با این حال نمونه‌ها بدون کنودونت بودند.

• **زیست‌زون بینایی Middle triangularis – Late trachytera**: این زیست‌زون با ستبرای ۵۱ متر و با تناوبی از شیل، ماسه‌سنگ در قاعده و سنگ‌آهک کوارتز آرنایت ستبرالایه تا توده‌ای، دارای آثار چینه‌بندی چلیپایی و چهره‌ساز در بخش میانی و با تناوب ماسه‌سنگ آنکویددار در بخش بالایی مشخص است. در این بخش از برش گونه‌های *Icriodus cornatus*, *Icriodus sp.*, *polygnathus praepolitus* شناسایی شده‌اند. پیدایش گونه *Icriodus cornatus* می‌تواند نشانگر شروع زیست‌زون *Middle triangularis* باشد و ناپدید شدن این گونه، پایان یافتن زیست‌زون *Upper trachytera* را نشان می‌دهد. محدوده سنی این گونه برابر *Middle triangularis – Late trachytera* است (Sandberg & Dreesen, 1984).

#### – زیست‌چینه‌نگاری سازند ایلاتقره در برش مرکب پیراسحاق:

• **زیست‌زون گسترشی varcus**: ستبرای این زیست‌زون ۷۰ متر و از تناوب شیل، سنگ‌آهک فسیل‌دار، ماسه‌سنگ کوارتز آرنایتی و سنگ‌آهک دارای مرجان روگوز تشکیل شده است. گونه‌های کنودونتی شناسایی شده این زیست‌زون عبارتند از: *Icriodus expansus*, *Icriodus arkonensis*, *Bipennatus bipennatus*, *Icriodus excavatus*, *Icriodus obliquimarginatus*, *Icriodus brevis*, *Polygnathus linguiformis linguiformis*, *Polygnathus parawebbi*, *Mehlina gradata*, *Icriodus difcilis* (جدول ۳).

گونه‌های کنودونتی تقریباً شبیه‌آهنگی هستند که در زیست‌زون *varcus* از برش ایلاتلو پیدا شده است. بنابراین از دید سنی همانند بخش پایینی برش یاد شده و اشکوب ژئوتین از دونین است. همان‌گونه که در توصیف برش ایلاتلو آمده است، این زیست‌زون، به سبب گسلی بودن قاعده برش ایلاتقره، دیده نمی‌شود.

در بالای زیست‌زون *varcus* ۱۳/۸ متر از برش پیراسحاق را ماسه‌سنگ کوارتز آرنایتی تشکیل می‌دهد که امکان استخراج کنودونت‌ها وجود ندارد. با توجه به اینکه در برش‌های ایلاتقره و ایلاتلو به زیست‌زون *rhenana* از اشکوب فرازین اشاره شده است، احتمال دارد که این رخساره سنگی، معادل زیست‌زون یاد شده باشد.



۵ زیست‌زون دارد که یک زیست‌زون مربوط به ژئوتین، یکی مربوط به فراژئین و ۳ زیست‌زون دیگر از فامنین است. از کربنیفر زیرین یک زیست‌زون شناخته شده است. برش‌های مورد مطالعه با سازندهای دونین در ایران مرکزی و جیرود در شمال ایران تا حدودی همانندی دارد. قاعده برش ایلاتقره با سازند مولی گسلی است ولی در برش‌های پیراسحاق و ایلاتلو قاعده سازند ایلاتقره با دولومیت‌های سازند مولی تدریجی است. رأس سازند ایلاتقره با ناپیوستگی همشیب با نهشته‌های کربنیفر در ارتباط است و شناسایی ناپیوستگی با مطالعه کنودونت‌ها امکان‌پذیر است. به نظر می‌رسد که در فامنین پسین محیط رسوب‌گذاری بسیار کم‌رُفا شده است؛ به گونه‌ای که رسوبات تخریبی و سنگ‌آهک‌های آنکوییدی گذاشته شده‌اند ولی در کربنیفر (ویژن تا تورنژین پسین) شرایط دریایی دوباره حاکم شده است. بهترین برش برای مطالعه نهشته‌های دونین، برش مرکب در پیراسحاق است و به جای سازند ایلاتقره می‌توان این برش را به عنوان برش الگوی جدید (Neostratotype) معرفی کرد. برای مطالعه نهشته‌های کربنیفر بخش انتهایی برش ایلاتلو مناسب‌تر است.

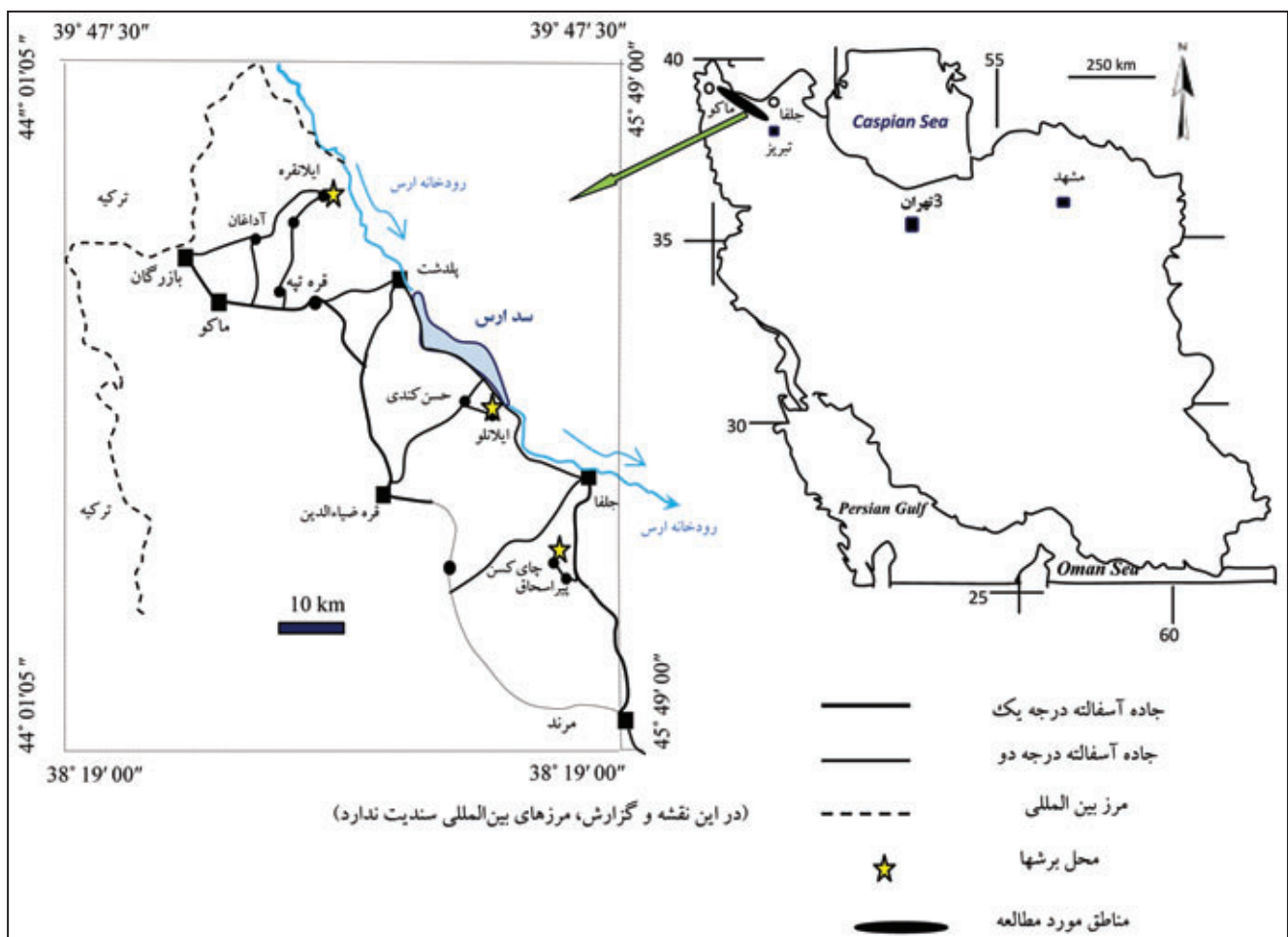
### سپاسگزاری

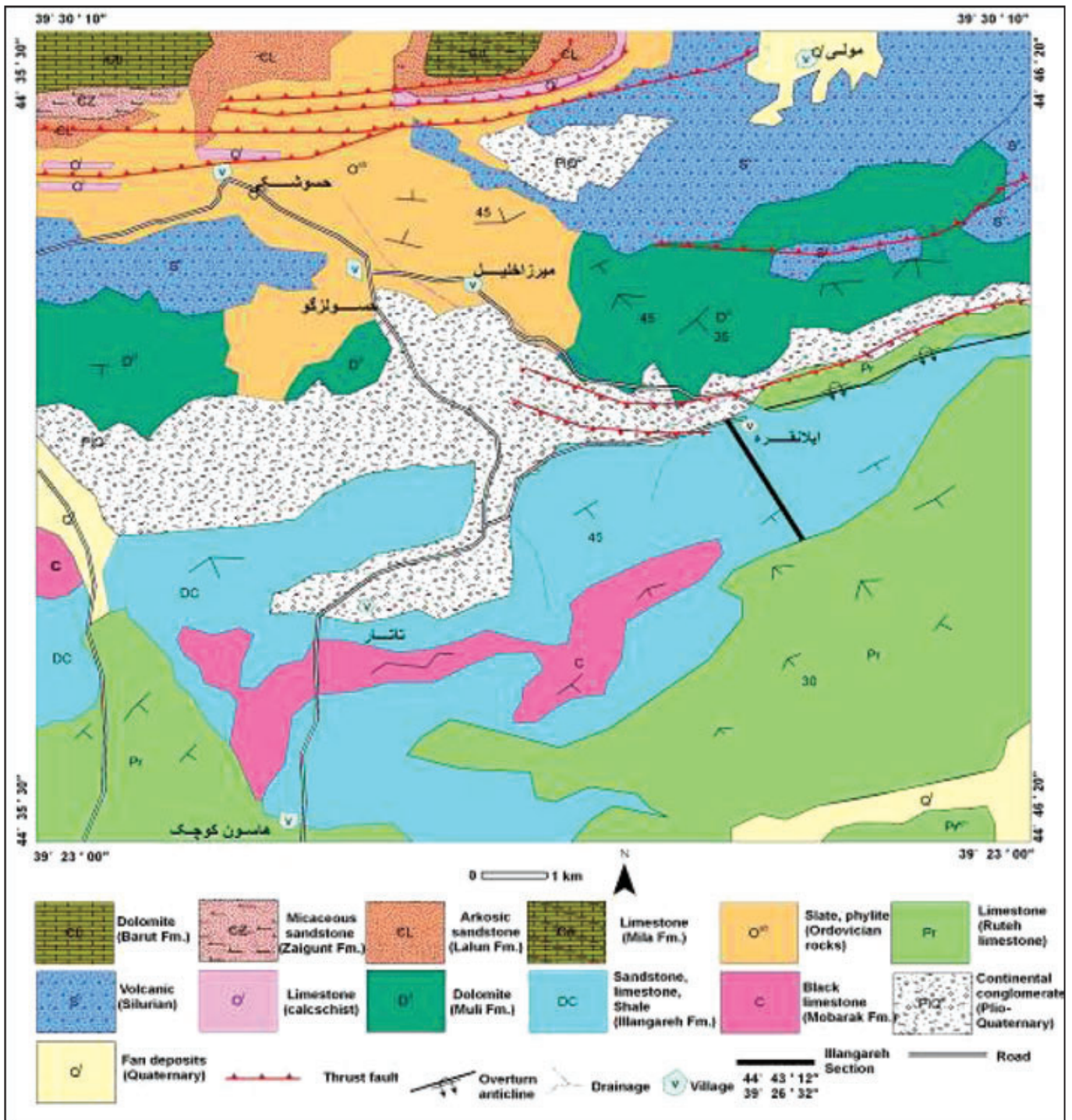
نگارندگان بر خود لازم می‌دانند که از ریاست محترم دانشگاه، ریاست دانشکده علوم و مدیر گروه زمین‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات تهران، از ریاست محترم سازمان زمین‌شناسی کشور، مدیریت مرکز تبریز، مسئولان آزمایشگاه‌های (شیمی، XRD، SEM) مراکز زمین‌شناسی تبریز و کرج، از جناب آقایان دکتر غلامعلیان و مهندس بابک صدقی و سرکار خانم نصیریان سپاسگزاری کنند.

شده به فامنین با ستبرایی از تناوب سنگ‌آهک، ماسه‌سنگ و با میان‌لایه‌های شیلی در برش هوتک در شمال کرمان (غلامعلیان، ۱۳۸۵)، کوه‌های شتری (بهرامی و یزدی، ۱۳۹۱) و در البرز خاوری، برش خوش‌یلاق (Ashouri, 2006)، قابل مقایسه با زیست‌زون‌های شناسایی شده در برش‌های مورد مطالعه هستند (شکل ۸). در کشور ترکیه، در خاور کوه‌های توریدزیست‌زون‌های *Upperfasiovalis to punctata*، *Lower to Upper rhenana* و *Lower hassi - jamieae expansa to presulcata* و زیست‌زون‌های *crepida triangularis* (فراژئین) و برای فامنین شناسایی کرده‌اند (Capkinoglu & Gedik, 2000). این پژوهشگران در شمال باختر ترکیه کنودونت‌های دونین پسین (فامنین) را با زیست‌زون توسط Ginter et al. (2011) از ارمنستان نیز گزارش شده است. مقایسه زیست‌زون‌های منسوب به نهشته‌های دونین در منطقه مورد مطالعه، ایران مرکزی، البرز خاوری، ترکیه و ارمنستان نشان می‌دهند که دریای دونین بسته به ژرفای رسوب‌گذاری دارای گونه‌های کنودونتی متفاوتی است؛ به گونه‌ای که *Polygnathus*، *Icriodus*، *Pelekysgnathus* که نشانگر مناطق کم‌ژرفای دریایی هستند، در منطقه مورد مطالعه به فراوانی یافت می‌شوند ولی جنس‌های مناطق ژرف از جمله *Palmatolepis* و غیره پیدا نمی‌شوند (Sandberg & Dreesen, 1984).

### ۸- نتیجه‌گیری

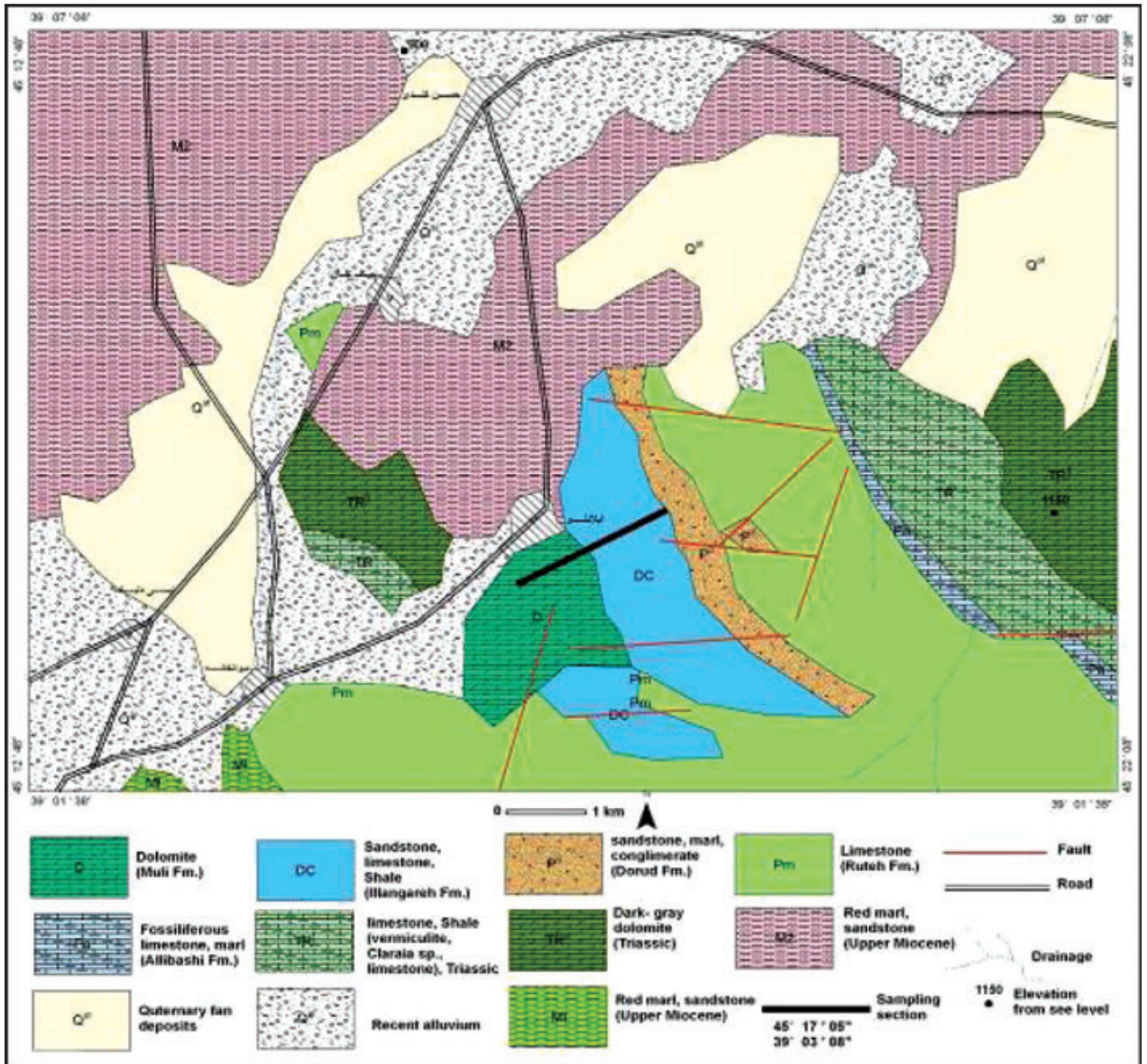
مطالعه کنودونت‌ها نشان می‌دهند که سازند ایلاتقره با سنی از ژئوتین تا فامنین پسین،





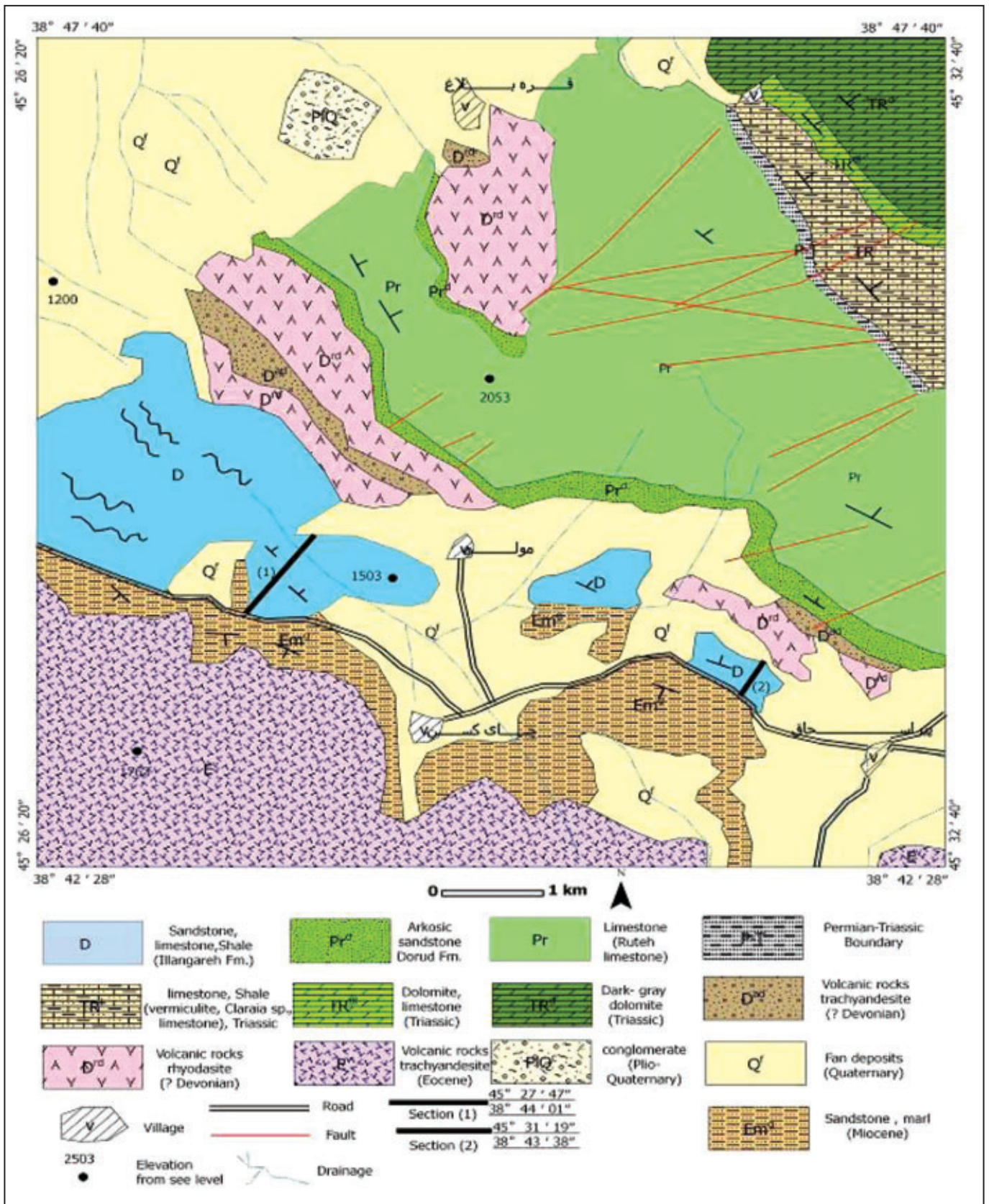
شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی برش ایلاتقره، رسم دوباره از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ماکو (عباسی و همکاران، ۱۳۸۲).





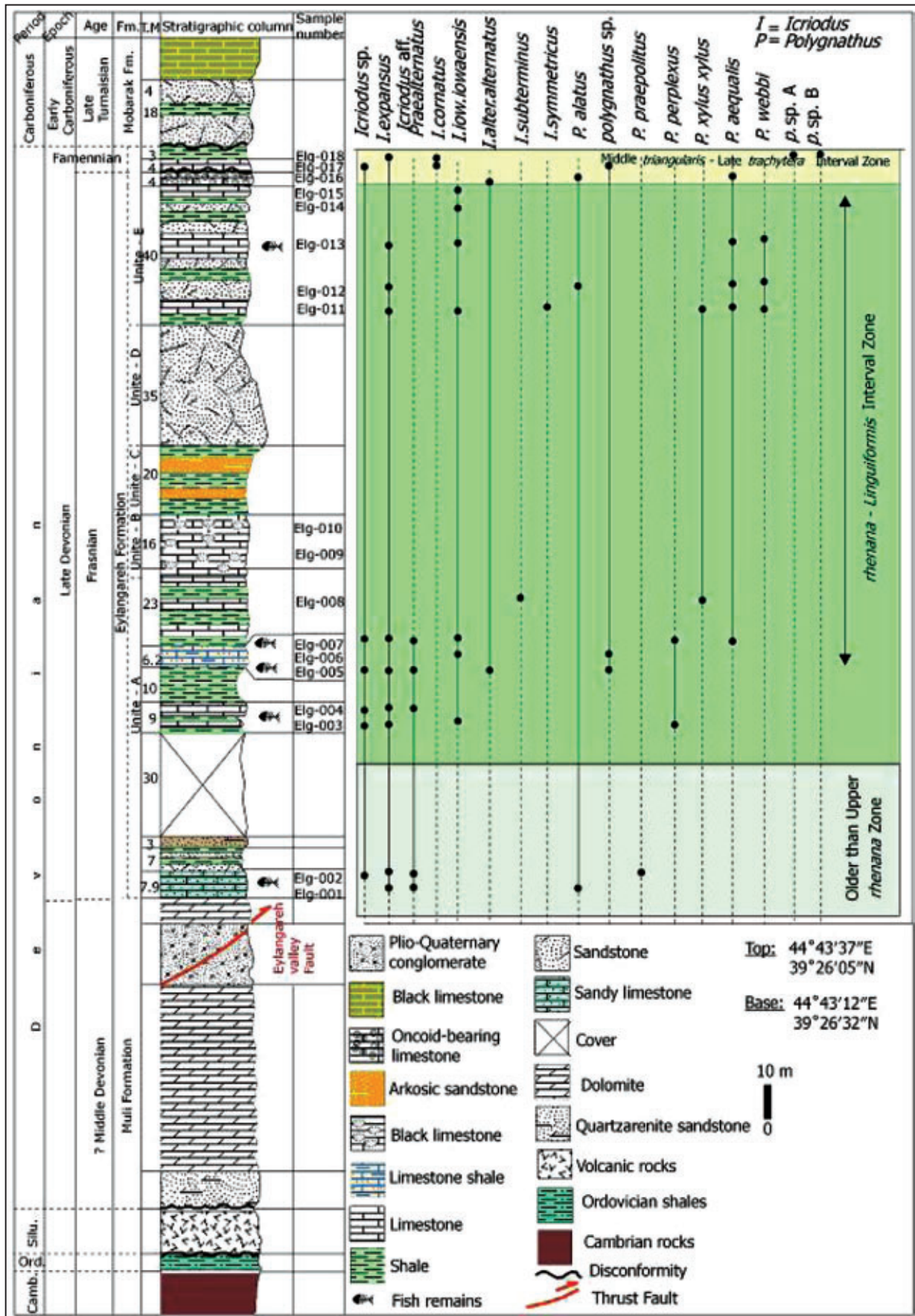
شکل ۳- نقشه زمین‌شناسی برش ایلاتلو، رسم دوباره از روی نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ پلدشت (Bolourchi & Saidi, 1987).



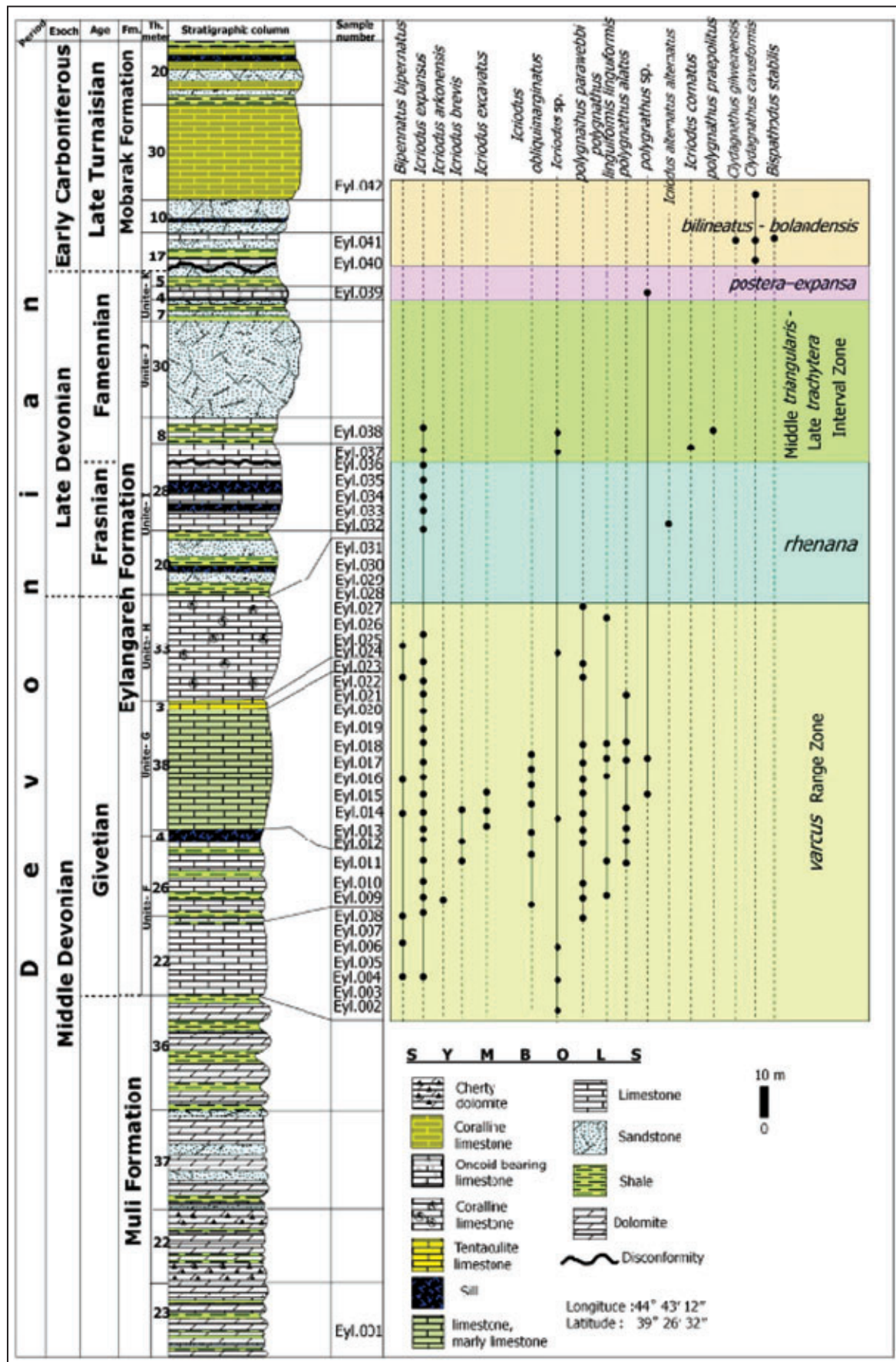


شکل ۴- نقشه زمین‌شناسی برش مرکب پیراسحاق، رسم دوباره از روی نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ جلفا (عبدالهی و حسینی، ۱۳۷۵) و قره ضیاء‌الدین (اسکویی و حاج علیلو، ۱۳۷۴).



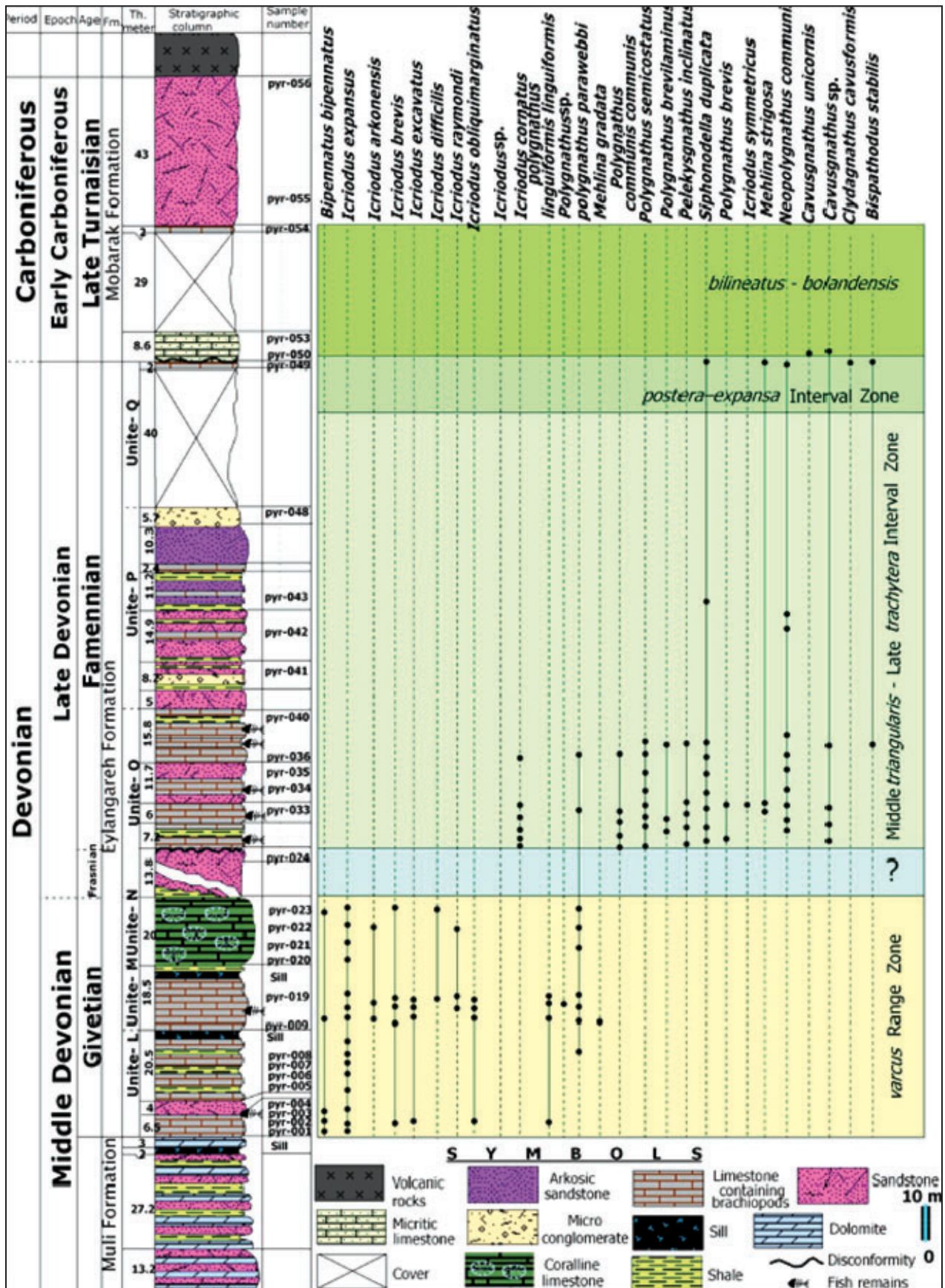


شکل ۵- ستون چینه نگاری، نمودار گسترش قائم کنودونت‌ها و جایگاه زیست‌زون‌های شناسایی شده در برش ایلان‌قره.



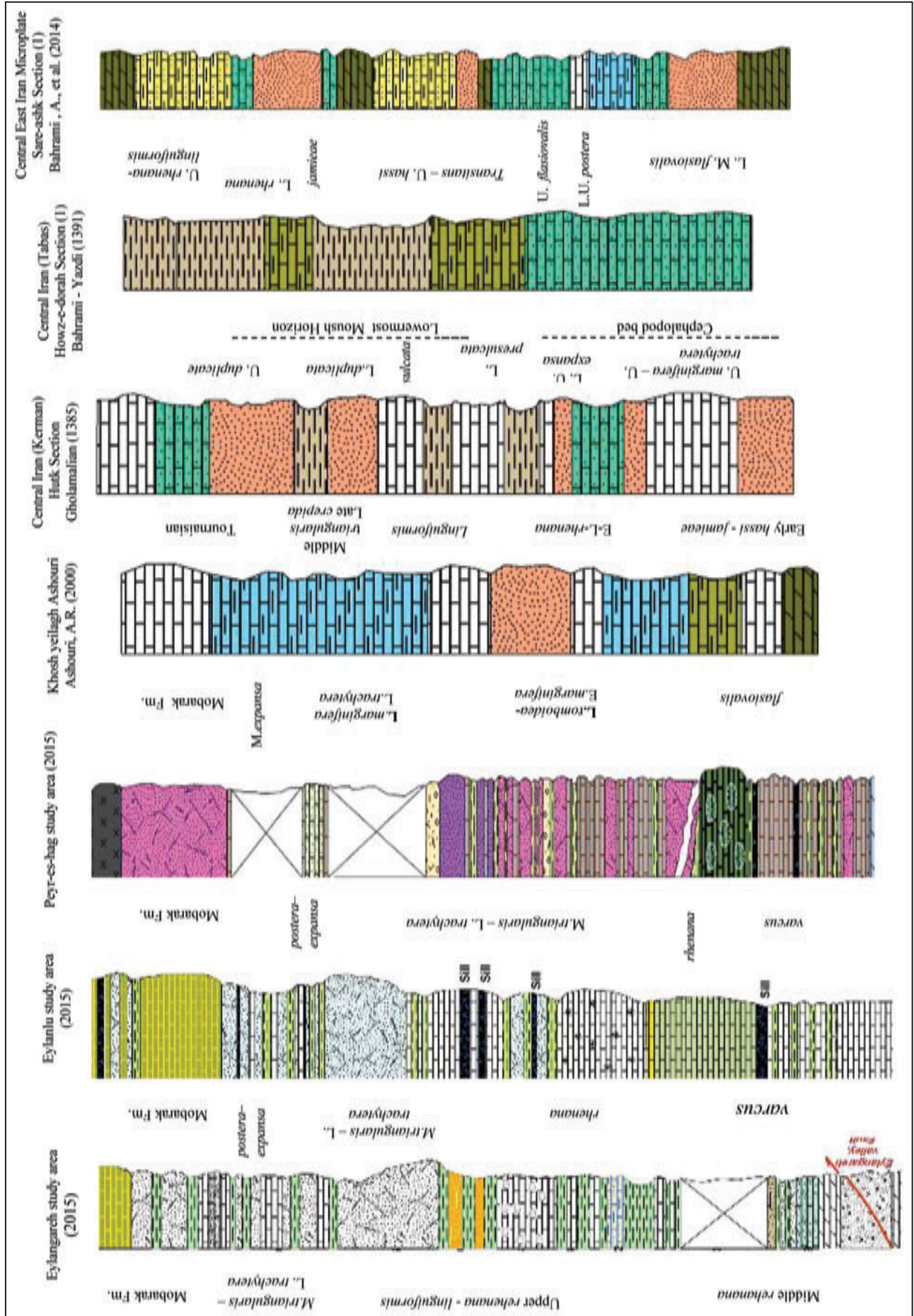
شکل ۶- ستون چینه‌نگاری، نمودار گسترش قائم کنودونتها و جایگاه زیست‌زون‌های شناسایی شده در برش ایلاتلو.





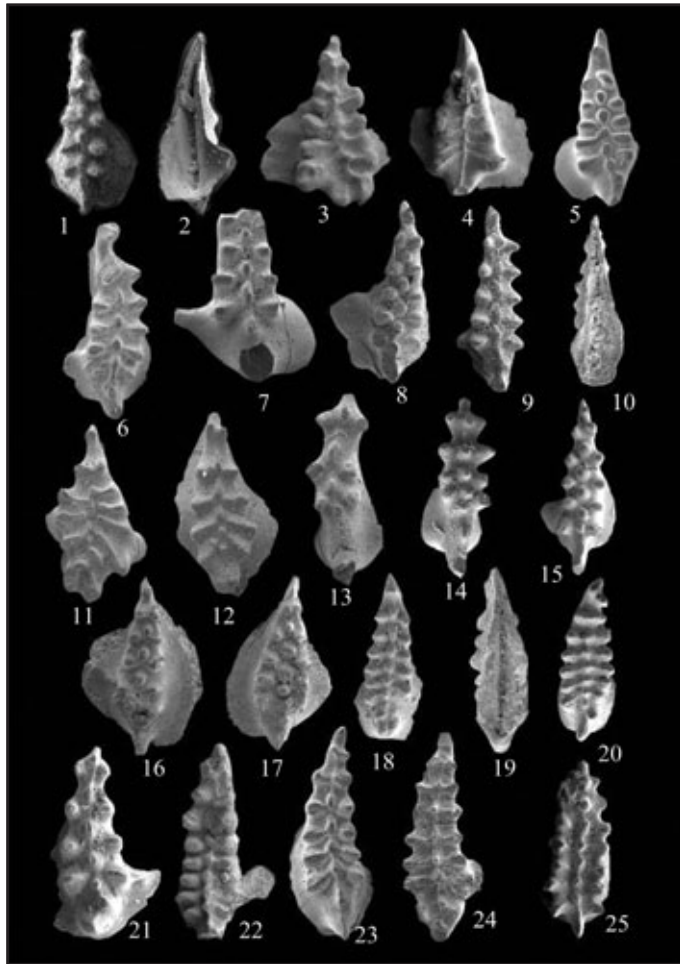
شکل ۷- ستون چینه‌نگاری، نمودار گسترش قائم کنودونت‌ها و جایگاه زیست‌زون‌های شناسایی شده در برش مرکب پیراسحاق.





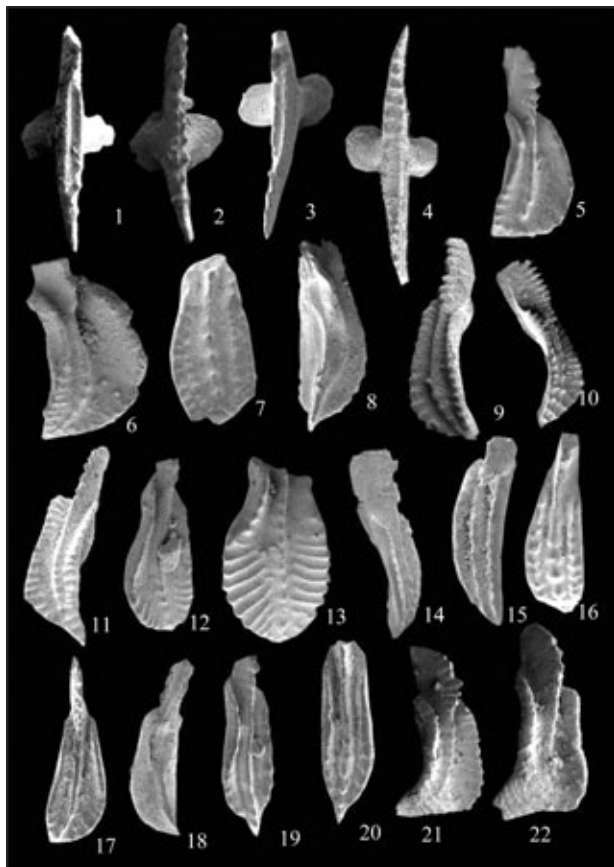
شکل ۸- مقایسه ستون چینه‌شناسی و زیست‌زئولوژی‌های سازند ایلاتقره در مناطق مورد مطالعه (برش‌های ایلاتقره، ایلاتلو و پیراسحاق) با توالی‌های دوئین در ایران مرکزی و شمال خاور ایران.





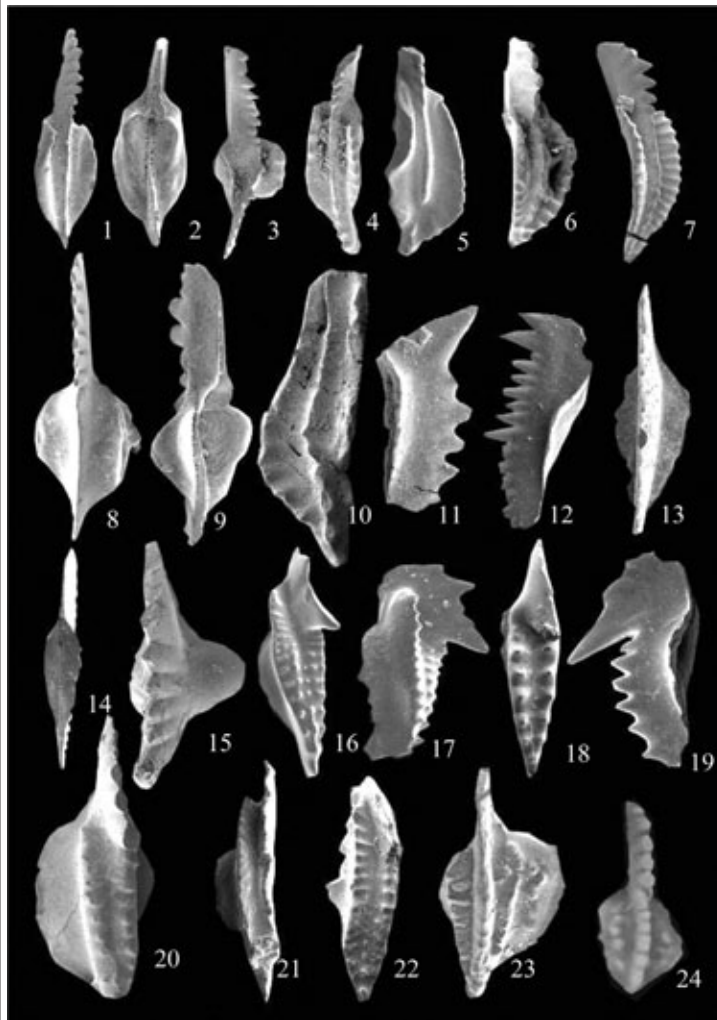
### Plate 1

Figs. 1- 2 - *Icriodus expansus* BRANSON & MEHL, 1938: 1) upper view, x42, 2) lower view, x41, Sample Eyl-010; Figs. 3-4 - *Icriodus excavatus* WEDDIGE, 1984: 3) upper view, x22, Sample Eyl-014; 4) Upper view, x15, Sample Pyr-002; Figs. 5 - 6 - *Icriodus praealternatus* Sandberg, Ziegler, Dreesen and Butler, 1992: 5) upper view, x22, 6) upper view, x24, sample Elg-003; Figs. 7, 8 - *Icriodus* aff. *praealternatus* Sandberg, Ziegler, Dreesen and Butler, 1992: 7) upper view, x41, Sample Elg-007; 8) upper view, x36, sample Elg-005. Figs. 9 - 10 - *Icriodus brevis* STAUFFER 1940: 9) Upper view, x37, Sample Pyr-013; 10) Lower view, x28, Sample Pyr-010. Figs. 11 - 12 - *Icriodus iowaensis iowaensis* Youngquist and Peterson, 1947: 11) upper view, x40, Sample Elg-015; 12) upper view, x28, Sample Elg-014. Figs. 13 - 15 - *Icriodus cornatus* Sannemann 1955: 13) upper view, x57, Sample Elg-017; 14) upper view, x21, sample- pyr-030; 15) upper view, x25, sample- pyr-027; Figs. 16-17 - *Icriodus subterminus* YOUNGQUIST, 1947: 16) Upper view, x38, 17) Upper view, x38, Sample Elg-005. Figs. 18 - 20 - *Icriodus arkonensis* STAUFFER, 1938: 18) Upper view, x29, 19) Lower view, x24, 20) Upper view, x24, Sample Pyr-012. Figs. 21 - 22 - *Icriodus difficilis* Ziegler, Klapper and Johnson 1976. 21) Upper view, x24, Sample Pyr-016; 22) Upper view, x24, Sample Pyr-022. Figs. 23-24 - *Icriodus symmetricus* (Branson & Mehl, 1934a): 23) Upper view, x32, 24) Upper view, x28, Sample Elg-008. Fig. 25 - Gen. et sp. Indet. upper view, x27, sample- pyr-049.



### Plate 2

Figs. 1-4- *Bipennatus bipennatus* (BISHOFF & ZIEGLER, 1957): 1) upper view, x48, Sample Eyl-008; 2) upper view, x43, Sample Eyl-022; 3) Upper view, X51, Sample Pyr-002; 4) Upper view X46, Sample Pyr-003. Figs. 5 - 6 - *polygnathus aequalis*, Klapper & Lane 1985: 5) upper view, x21, Sample Elg-011; 6) upper view, x24, Sample Elg-013. Fig. 7 - *Polygnathus* aff. *dubius* HINDE, 1879: 7) upper view, x31, Sample Elg-007. Figs. 8 -11 - *Polygnathus parawebbi* CHATTERTON. 1974: 8) lower view, x40, Sample Eyl-010; 9) upper view, x36, Sample Eyl-011, 10) Upper view, x29, Sample Pyr-015, 11) Upper view, x29 Sample Pyr-014. Figs. 12 - 13 - *Polygnathus webbi*, Stauffer, 1938: 12) upper view, x24, Sample Elg-012; 13) lower view, x32, Sample Elg-013. Figs. 14-15 - *Polygnathus praepolitus*, Kononova, Alekseev, Barskov and Reimers 1996: 14) side view, x24, Sample Elg-002; 15) upper and side view, x36, Sample Elg-005. Fig. 16 - *Polygnathus xylus* STAUFFER, 1940. 16) upper view, x28, Sample Elg-003. Figs. 17 -18 - *Polygnathus alatus* (HUDDLE 1934). 17) upper view, x27, 18) lower view, x24, Sample Elg-011. Figs. 19 - 20 - *Polygnathus* cf. *xylus* Stauffer 1938. 19) upper view, x36, Sample Elg-011; 20) upper view, x40, Sample Elg-008. Figs. 21 - 22 - *Polygnathus linguiformis linguiformis* HINDE, 1879. 21) upper view, x14, 22) upper view, x14, Sample Eyl-011.

**Plate 3**


Figs. 1 – 2 - *Polygnathus communis communis* Branson & Mehl 1934. 1) upper view, x23, 2) lower view, x31, sample- pyr-037. Figs. 3 -4 - *Polygnathus brevilaminus* Branson & Mehl 1934. 3) upper and side view, x26, Sample- pyr-025; 4) upper and side view, x18, Sample-pyr-027. Fig. 5 - *Polygnathus communis mugodzhariensis* GAGIEV, KONOVA and PAZUKHIN, 1987. 5) upper and side view, x24, Sample- pyr-033. Figs. 6 -7 - *Polygnathus semicostatus* BRANSON & MEHL, 1934. 6) Upper view, x40, Sample- pyr-026; 7) upper and side view, x27, Sample-pyr-031. Figs. 8 – 9 - *NeoPolygnathus communis* Branson & Mehl 1934. 8) upper and side view, x58, 9) lateral view, x24, Sample- pyr-037. Fig. 10 – *Polygnathus* sp. B, 10) upper view, x23, Sample Elg-018. Figs. 11 – *Pelekysgnathus inclinatus* THOMAS, 1949. 11) side view, x29, Sample- pyr-030. Figs. 12 - *Mehlina strigosa* (Branson & Mehl, 1934). 12) side view, x31, sample- pyr-049. Figs. 13- 15- *Bispathodus stabilis* (BRANSON & MEHL, 1934 a). 13) upper view, x41, 14) lower view, x26. Sample- pyr-049; 15) Upper view, X27, Sample Eyl-041. Figs. 16-17- *Cavsgnathus naviculus* Hinde 1900. 16) upper view, x40, 17) side view, x40, sample Eyl-042. Figs. 18-20- *Clydagnathus cavusformis* (RHODES, AUSTIN & DRUCE, 1969). 18) Upper view, x22, 19) lateral view, x27, Sample pyr-049. 20) Upper view, X16, Sample pyr-050. Fig. 21 – *Cavsgnathus* sp., 21) Oblique upper view, x18, x24, Sample pyr-050. Fig. 22 - *Cavsgnathus unicornis* Youngquist and Miller 1949. 22) Oblique upper view, x24, Sample pyr-050. Fig. 23 – *Gnatodus bilineatus bilineatus* (Roundy, 1926) , 23) Upper view, x45, Eyl-042. Fig. 24 – *Gnatodus* sp., 24) side view, x40, Eyl-042.

جدول ۱- پراکنندگی کنودونت‌های برش ایلاتقره.

Taxa - Number	Elg-001	Elg-002	Elg-003	Elg-004	Elg-005	Elg-006	Elg-007	Elg-008	Elg-011	Elg-012	Elg-013	Elg-014	Elg-015	Elg-016	Elg-017	Elg-018	Sum
<i>Icriodus</i> sp.		2	12	10	5		3								2		34
<i>Icriodus expansus</i>	2	2	20	15	3		4		3	3	3					3	58
<i>Icriodus</i> aff. <i>Praealternatus</i>	6	4		2	4	5											21
<i>Icriodus cornatus</i>															2	8	10
<i>Icriodus iowaensis iowaensis</i>									14		2	2	2				20
<i>Icriodus alternatus alternatus</i>			11			6	3								1		21
<i>Icriodus subterminus</i>					3												3
<i>Icriodus symmetricus</i>								2									2
<i>polygnathus alatus</i>									2								2
<i>polygnathus</i> sp.	1									5				2			8
<i>polygnathus praepolitus</i>		2			1	4									6		13
<i>Polygnathus perplexus</i>			1				2										3
<i>Polygnathus xylus xylus</i>								1	11								12
<i>polygnathus aequalis</i>							1		3	5	1			1			11
<i>Polygnathus webbi</i>									1	4	2						7
<i>polygnathus</i> sp. A																3	3
<i>polygnathus</i> sp. B																2	2
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>44</b>	<b>27</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>230</b>



Taxa - Number	Eyl.002	Eyl.004	Eyl.006	Eyl.008	Eyl.009	Eyl.010	Eyl.011	Eyl.012	Eyl.013	Eyl.014	Eyl.015	Eyl.016	Eyl.017	Eyl.018	Eyl.021	Eyl.022	Eyl.023	Eyl.024	Eyl.025	Eyl.026	Eyl.027	Eyl.032	Eyl.035	Eyl.037	Eyl.038	Eyl.039	Eyl.040	Eyl.041	Eyl.042	Sum
<i>Bipennatus bipennatus</i>		2	2	11	3	8	4	6	9	2	9	1	8	5	5	3	12	21	2	3		4	10	2	2					23
<i>Icriodus expansus</i>				3	3	3	3	6	9	8	9	14	8	5	5	12	21	2	3			4	10	2	2					137
<i>Icriodus arkonensis</i>					3																									3
<i>Icriodus brevis</i>							2	2		7																				11
<i>Icriodus excavatus</i>									3	6	1																			10
<i>Icriodus obliquimarginatus</i>				3			3	3		1	1	2													4					15
<i>Icriodus sp.</i>	1	1	1									4						1						2	4					14
<i>polygnathus parawebbi</i>				4	4	16		1	11	8	7	6	2	2		1	1				2									65
<i>polygnathus linguiformis linguiformis</i>					2	25						1	2	2						1										33
<i>polygnathus alatus</i>							1	1	2	2			3	5	1															15
<i>polygnathus sp.</i>											6		3												2					11
<i>Icriodus alternatus alternatus</i>																						1								1
<i>Icriodus cornatus</i>																							5							5
<i>polygnathus praepolitus</i>																								3						3
<i>Cavsgnathus naviculus</i>																									3					3
<i>Gnathodus bilineatus bilineatus</i>																														5
<i>Gnathodus sp.</i>																														5
<i>Hindeodus cristulus</i>																														1
<i>Chydagnathus cavusformis</i>																											2	1		3
<i>Bispathodus stabilis</i>																											1			3
<b>Total</b>	1	3	4	21	12	24	35	13	25	34	24	28	20	14	6	16	22	3	3	1	2	5	10	9	9	2	4	1	9	360

جدول ۳- پراکندگی کنودونت‌های برش پیراسحاق.

Taxa - Number	Pyr.001	Pyr.002	Pyr.003	Pyr.006	Pyr.008	Pyr.009	Pyr.010	Pyr.011	Pyr.012	Pyr.013	Pyr.014	Pyr.015	Pyr.016	Pyr.017	Pyr.018	Pyr.020	Pyr.022	Pyr.023	Pyr.025	Pyr.026	Pyr.027	Pyr.028	Pyr.029	Pyr.030	Pyr.031	Pyr.033	Pyr.036	Pyr.037	Pyr.042	Pyr.043	Pyr.049	Pyr.050	Sum	
<i>Bipennatus bipennatus</i>	21	20	6									1						1															49	
<i>Icriodus expansus</i>	53	46	10	1	1	2	31	20	6	17	1	1	3	3	1	6	10																212	
<i>Icriodus arkonensis</i>								3		1	1																						6	
<i>Icriodus brevis</i>		2				1	17	19	3	5	1							6															54	
<i>Icriodus excavatus</i>		4					7	4		7	2																						24	
<i>Icriodus difficilis</i>												1																					2	
<i>Icriodus raymondi</i>											1					3																	5	
<i>Icriodus obliquimarginatus</i>		2					1	4	3	2																							12	
<i>Icriodus sp.</i>					1	1					1	1	3	3		2	3	2							12	2						31		
<i>polygnathus parawebbi</i>		1					47	15	16	10	2	2	2																				95	
<i>polygnathus linguiformis linguiformis</i>								2																									2	
<i>polygnathus sp.</i>			3		2	2		1	5	3	5										2							3					24	
<i>Mehilina gradata</i>							1																										1	
<i>Icriodus cornatus</i>																			54	21		14	8	5	7		1						110	
<i>Polygnathus communis communis</i>																			9	15	19	17	19	7	12	34	13	19					164	
<i>Polygnathus semicosstatus</i>																								4	2			4					10	
<i>Polygnathus brevilaminus</i>																			2	2	6		1					2					13	
<i>Pelekygnathus inclinatus</i>																			1	3	6	10	3	5	15	13	15	1	12				84	
<i>Siphonodella duplicata</i>																			1						1								2	
<i>Polygnathus brevis</i>																							1										1	
<i>Icriodus symmetricus</i>																							2	2										12
<i>Mehilina strigosa</i>																							14	3	9	6	6	2	2	6				48
<i>Neopolygnathus communis</i>																			2		1					1		6					10	
<i>Cavusgnathus unicoloris</i>																																	1	
<i>Cavusgnathus sp.</i>																																	2	
<i>Clydegnathus cavusformis</i>																																		2
<i>Bispathodus stabilis</i>																																		11
<i>Total</i>	74	75	19	1	2	6	104	65	36	44	6	8	14	8	1	2	14	19	68	37	27	43	54	23	28	72	35	53	5	3	40	3	989	



## کتابنگاری

- آفانیاتی، ع.، ۱۳۸۳- زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی کشور، ۵۸۶ ص.
- اسدی، ج.، ۱۳۷۶- بیواستراتیگرافی اسپورها در سازند مولی و ایلاتقره واقع در شمال خاور ماکو (استان آذربایجان غربی)، دانشگاه تهران، دانشکده علوم، پایان نامه کارشناسی ارشد، ۶۹ ص.
- اسکوئی، ا. و حاج علیلو، ب.، ۱۳۷۴- نقشه زمین شناسی قره ضیاءالدین، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی کشور، برگه ۵۰۶۷.
- افتخارنژاد، ج.، ۱۳۷۰- نقشه زمین شناسی تبریز، پلدشت، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، سازمان زمین شناسی کشور، شماره B1&B2.
- بهرامی، ع. و یزدی، م.، ۱۳۹۱- رخساره زیستی کنودونت های مرز دونین- کربونيفر در ایران مرکزی (برش های قلعه کلاغو، حوض دوره ۱ و ۲) و مقایسه آنها با برش های حوضه آلپ در اروپا و ارتباط آنها با حادثه زیستی هنگنبرک، پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی، سال بیست و هشتم - شماره پیاپی ۴۹، شماره چهارم، صص. ۵۹ تا ۸۰.
- جعفری زاده، ح.، ر.، ۱۳۷۶- بیواستراتیگرافی آکریتارک ها در سازندهای مولی و ایلاتقره واقع در شمال خاوری ماکو (کوه آق بابا)، دانشگاه تهران، دانشکده علوم، پایان نامه کارشناسی ارشد، ۱۰۸ ص.
- عباسی، س.، امینی آذر، ر. و قدیرزاده، ا.، ۱۳۸۲- نقشه زمین شناسی ماکو، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی کشور، برگه ۴۹۶۸.
- عبدالهی، و حسینی، ۱۳۷۵- نقشه زمین شناسی جلفا، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی کشور، برگه ۵۱۶۷.
- غلامعلیان، ح.، ۱۳۸۵- زیست چینه شناسی توالی دونین پسین در برش هوتک (شمال کرمان) بر اساس کنودونت ها، فصلنامه علوم زمین، سازمان زمین شناسی کشور، سال ۱۵، شماره ۵۹، صص. ۹۴ تا ۱۰۱.
- غلامعلیان، ح.، حسینی نژاد، س. م.، خسروی، ز. و ترکزاده ماهانی، ا.، ۱۳۹۰- مطالعه کنودونت های دونین پسین در برش باغین، باختر کرمان، فصلنامه علوم زمین، سازمان زمین شناسی کشور، سال بیست و یکم، شماره ۸۱، صص. ۱۵۱ تا ۱۵۸.
- نبوی، م. ح.، ۱۳۵۵- دیباچه ای بر زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی کشور، ۱۰۹ ص.

## References

- Alavi Naini, M. & Bolurchi, M. H., 1973- Explanatory text of the Maku Quadrangle Map, 1:250000 . Geological Survey of Iran. Geological Quadrangle No. A.1.
- Ashouri, A. R., 2002- *Palmatolepis* (conodonta; Late Devonian) from the Tabas region, east Iran. *Iranian International Journal of Science*, 3: 187-220.
- Ashouri, A. R., 2004- Late Devonian and Middle-Late Devonian conodonts from eastern and northern Iran. *Revista Española de Micropaleontología*, 3: 355-365.
- Ashouri, A. R., 2006- *Icriodus* and *Polygnathus* (conodonts) from the Late Devonian of eastern Iran, and Middle-Late Devonian of northern Iran, JSUT 32(2), 2006, p. 39-67.
- Assereto, R., 1963- The Paleozoic formation in Central Elburz (Iran), Preliminary note. *Rivista Italiana di Paleontologia e stratigrafia*, 69, pp. 503-543.
- Bahrami, A., Corradini, C. & Yazdi, M., 2011a- Conodont biostratigraphy across the Devonian-Carboniferous boundary in the Shotori Range, Tabas area, central east Iran Microplate. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 50: 35-53.
- Bahrami, A., Corradini, C., Over, D. J. & Yazdi, M., 2013- Conodont biostratigraphy of the upper Frasnian- lower Famennian transitional deposits in the Shotori Range, Tabas area, Central-East Iran Microplate. *Bulletin of Geosciences*, 88: 369-388.
- Bahrami, A., Gholamalian, H., Corradini, C. & Yazdi, M., 2011b- Upper Devonian conodont biostratigraphy of Shams Abad section, Kerman, Iran. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 117: 199-209.
- Bahrami, A., Zamani, F., Corradini, C., Yazdi, M. & Ameri, H., 2014- Late Devonian (Frasnian) conodonts from the Bahram Formation in the Sar-e-Ashk Section, Kerman Province, Central-East Iran Microplate, *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 53 (3), 2014, 179-188. *Modena* .
- Berberian, M. & Hamdi, B., 1977- First discovery of Ordovician beds and conodonts in the slightly metamorphosed rocks of Kuh-e- Agh-Baba, Maku Quadrangle, Azarbaijan .Report No , 82, Tehran.
- Bolourchi, M. H. & Saidi, A., 1987- Geological map of Iran, Poldasht sheet No. 5068.
- Bultynck, P., 2007 - Limitations on the application of the Devonian standard conodont zonation. *Geol. Quart.*, 51 (4): 339-344. Warszawa.
- Capkinoglu, S. & Gedik, I., 2000- Late Devonian conodont fauna of the Gumusali Formation, the eastern Taurides, Turkey. *Turk. Jour. of Earth Sci.*, vol. 9, p.69-89.
- Gholamalian, H., 2007- Conodont biostratigraphy of the Frasnian-Famennian boundary in the Esfahan and Tabas areas, central Iran. *Geological Quarterly*, 51: 453-476.
- Gholamalian, H. & Kebriaei, M. R., 2008- Late Devonian conodonts from the Hojedk section, Kerman Province, Southeastern Iran. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 114: 171- 181.
- Gholamalian, H., Hosseini-Nezhad, S. M., Khosravi, Z., Turkzadeh-Mahani, I., 2011- Late Devonian conodonts from Baghin section, west of Kerman. *Geosciences Scientific Quarterly Journal*, 21: 165-172. [in Persian with English abstract].

- Gholamalian, H., 2006- Biostratigraphy of Late Devonian sequence in Hutk section (North of Kerman) based on conodonts. *Geosciences Scientific Quarterly Journal*, 15: 94-101 [in Persian with English abstract].
- Gholamalian, H., Ghoreishi Maremy, S. & Parvaneh Nezhad shirazi, M., 2014- Biostratigraphy of Late Devonian conodonts in Gerik section, eastern Zarand, Kerman Province. *Geosciences Scientific Quarterly Journal*, 23: 105-114. [in Persian with English abstract].
- Gholamalian, H., Hairapetian, V., Barfehei, N., Mangelian, S. & Faridi, P., 2013- Givetian-Frasnian boundary conodonts from Kerman Province, Central Iran. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 119: 133-146.
- Ginter, M., Hairapetian, V. & Grigorian, A., 2011- Chondrichthyan microfossils from the Famennian and Tournaisian of Armenia, *Acta Geologica Polonica*. Vol. 61, No.2, PP. 153-173.
- Ji, Q. & Ziegler, W., 1993- The Lali section: an excellent reference section for Late Devonian in south China. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 157: 1-183.
- Ovnatanova, N. S. & Kononova, L. I., 2001- Conodonts and Upper Devonian (Frasnian) biostratigraphy of central regions of Russian platform. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 233: 1-115.
- Rieben, H., 1935- Contribution à la géologie de l'Azerbeïdjan persan. *Bulletin de la Société neuchâteloise de Sciences naturelles*, 59, 19-144.
- Sandberg, C. A. & Dreesen, R., 1984- Late Devonian icriodontid biofacies models and alternate shallow-water conodont zonation. *Geol. Soc. Amer. Special Paper* 196: 143-178.
- Sweet, W. C., 1988- The Conodonta: morphology, taxonomy paleoecology, and evolutionary history of a long-extinct animal phylum. *Oxford Monographs on Geology and Geophysics* 10, 212 p.
- Weddige, K., 1984- Zur Stratigraphie und Palaeogeographie des Devons und Karbons von NE-Iran. *Senck. Leth.*, vol. 65-4/3, p. 179-225.
- Wendt, J., Kaufmann, B., Belka, Z., Farsan, N., Karimi Bavandpur, A., 2005- Devonian/Lower Carboniferous stratigraphy, facies patterns and palaeogeography of Iran, Part II. Northern and central Iran. *Acta Geologica Polonica* 55: 31-97.
- Ziegler, W. & Sandberg, C. A., 1990- Late Devonian standard conodont zonation, In: W. Ziegler (ed.), First International Senckenberg Conference and 5th European conodont Symposium Contribution (ECOS V). *Cour. Forsch. Senck.*, vol. 121, p. 1-115.
- Ziegler, W. & Sandberg, C. A., 2000- Utility of palmatolepids and icriodontids in recognizing Upper Devonian series, stages and possible sub stage boundaries. *Cour. Forsch. Senck.*, vol. 225, p. 335-337.
- Ziegler, W., 1973- Catalogue of conodonts, Volume(I)– (V).



## Biostratigraphy of Devonian successions in Illanghareh, Illanlu and Pir-Eshag sections, North West Iran, based on Conodonts

S. Abbasi<sup>1</sup>, B. Hamdi<sup>2</sup> & M. R. Majidifard<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Assistant Professor, Institute for Earth Sciences, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

Received: 2015 August 19

Accepted: 2015 November 17

### Abstract

Study of conodont fauna from the Illanghareh Formation in Illanghareh, Illanlu and Pir-Eshag sections provide new data on the stratigraphy of this formation in the North West Iran. Illanghareh section is a terrigenous-carbonate rock sequence, consists mainly of quartzarenite sandstone, shale, and carbonate rocks. This sequence generally represents shallow-water Polygnathid-Icriodid biofacies and yielded five biozones: *varcus*, Older than *rhenana*, *rhenana* – *linguiformis*, Middle *triangularis* – Late *trachytera*, *postera* – *expansa*. Tectonic activities and erosion caused the Middle Devonian strata in the base of Illanghareh section to be omitted and the *varcus* Biozone is not recorded. Upper Devonian (Upper Famennian) rock units change into Carboniferous strata with a sedimentary gap though it is not recognizable in the field and no evidence of erosional surface is recognized. It is however, shown between Late Famennian and Late Turnaisian via conodonts recorded. The biozone *bilineatus* - *bolandensis* was also recorded in lower part of Carboniferous strata studied here.

**Keywords:** Devonian, Illangareh, Peyr-es-hag, Illanlu, Conodont, Biostratigraphy.

For Persian Version see pages 209 to 226

\*Corresponding author: S. Abbasi; E-mail: syrusabbasi50@gmail.com