

زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های دونین بالایی (فامنین) برش کوه کفتار (شمال شرق اصفهان) بر اساس فونای کنودونتی

علی بهرامی^{۱*}، مهدی یزدی^۲، حسن پارسا نژاد^۳

۱- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۲- استاد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۳- کارشناس ارشد چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

*پست الکترونیک: bahrami_geo@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۸

چکیده

برش کوه کفتار در جنوب غرب روستای چاه‌ریسه و در ۵۵ کیلومتری شمال شرقی اصفهان واقع است. بخش‌های بالایی این برش معادل سازند شیشتو (شیشتو ۱) به سن فامنین می‌باشد که به منظور بررسی‌های زیست‌چینه‌ای مورد بررسی قرار گرفته است. ضخامت توالی مورد مطالعه ۱۱۰ متر است که شامل ۴ واحد سنگی با سنگ‌شناسی سنگ‌آهک، سنگ‌آهک ماسه‌ای، سنگ‌آهک دولومیتی، سنگ‌آهک مارنی، شیل و ماسه‌سنگ دارای کنودونت، بقایای دوکفه‌ای، بریوزوئر، ساقه لاله‌وشان، بازوپایان، تریلوبیت، گونیاتیت و ریز بقایای مهره‌داران است. بخش زیرین این توالی شامل شیل‌های تیره رنگ با میان‌لایه‌های آهکی است که به طور پیوسته بر روی نهشته‌های فرازین قرار دارد، اما مرز بالایی آن با یک ناپیوستگی فرسایشی خاک قرمز توسط نهشته‌های پرمین مربوط به سازند جمال پوشیده می‌شود. به منظور تعیین سن دقیق نهشته‌های مورد بحث تعداد ۴۴ نمونه به طور سیستماتیک برداشت شد که پس از شست‌وشو، ۱۶۱۳ عنصر کنودونتی از آن‌ها به دست آمد. بررسی کنودونت‌های به دست آمده به شناسایی ۸ جنس و ۲۰ گونه و زیرگونه به شرح زیر انجامید:

Bispathodus aculeatus aculeatus, *Bispathodus aculeatus plumulus*, *Bispathodus costatus*, *Bispathodus stabilis*, *Branmehla bohlenana*, *Icriodus cornotus*, *Icriodus* sp., *Mehlina strigosa*, *Pandorinellina insita*, *Pelekysgnathus inclinatus*, *Polygnathus communis communis*, *Polygnathus delicatulus*, *Polygnathus deplanatus*, *Polygnathus nodocostatus*, *Polygnathus brevilaminus*, *Polygnathus semicostatus*, *Polygnathus communis collinsoni*, *Polygnathus* sp., *Neopolygnathus communis*, *Scaphignathus velifer velifer*.

نتایج حاصل از ترسیم نمودار فراوانی و پراکندگی کنودونت‌ها نشان می‌دهد که فراوانی غالب با ایکریودوس‌ها، پلی‌گناتوس‌ها و بیسپاتودوس‌ها بوده است. بر این اساس برای برش مورد بررسی، سه زیست‌رخساره ایکریودید - پلی‌گناتید، پلی‌گناتید - بیسپاتودید و بیسپاتودید - پلی‌گناتید پیشنهاد شده است که حاکی از تشکیل این نهشته‌ها در یک محیط کم عمق تا نیمه عمیق مربوط به شلف داخلی (inner shelf) است. همچنین بررسی زیست‌چینه‌نگاری کنودونت‌های شناسایی شده و مطالعه گستره سنی هر یک از آن‌ها به شناسایی ۴ زیست‌زون کنودونتی *Upper marginifera Zone*؛ *Uppermost marginifera to Upper tracytera zones*؛ *Late expansa Zone* و *Late expansa Zone* منجر گردید. با توجه به زیست‌زون‌های تعیین شده سن نهشته‌های مورد بررسی از فامنین میانی تا فامنین پسین تعیین شده است.

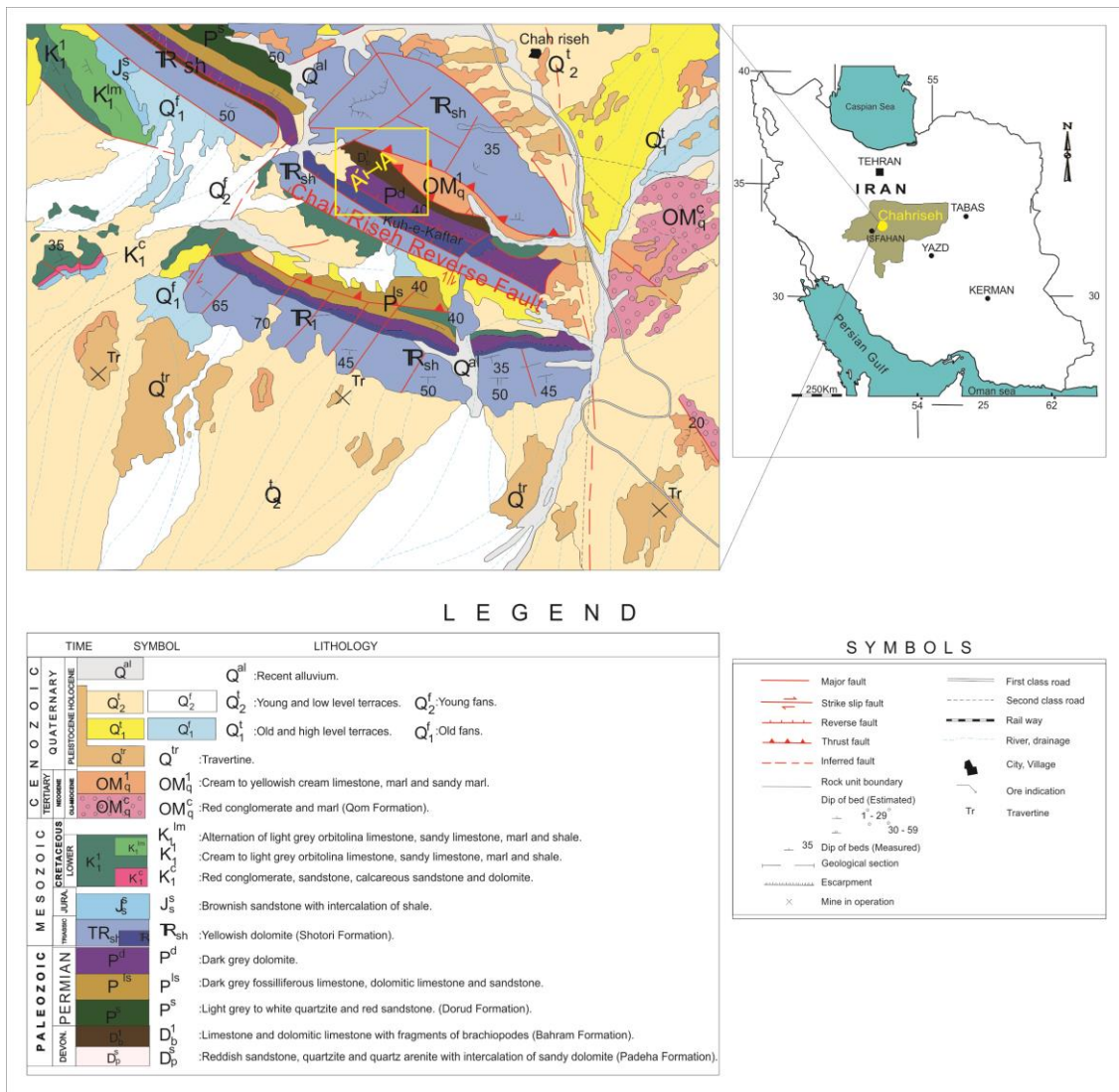
واژه‌های کلیدی: سازند شیشتو؛ شمال شرق اصفهان؛ کنودونت؛ زیست‌چینه‌نگاری؛ دونین بالایی.

مقدمه

Gholamalian, 2003, Safari & kangazian, 2003 و Webster *et al.*, 2007 و 2007 اشاره کرد. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که سن این توالی رسوبی فرازین پیشین تا فامنین پسین است که با چند افق کرناته مربوط به آب‌های کم عمق شروع و به تدریج به نهشته‌های آواری ضخیم لایه و کرنات‌های آب‌های کم عمق با میان لایه‌های شیلی ختم می‌شود (Gholamalian, 2003؛ Yazdi *et al.*, 2000).

طبقات رسوبی دونین بالایی (آهک‌های فامنین بالایی) در این برش توسط توالی کرناته آواری پرمین به طور ناپیوسته پوشیده می‌شود (Ghavidel-syooki, 1993؛ غلامعلیان، ۱۳۷۶؛ Yazdi *et al.*, 2000). این نبود فرسایشی که به عنوان ناپیوستگی هرسی‌نین در اغلب بخش‌های پلاتفرم ایران گزارش شده است (Wendt *et al.*, 2002, 2005) احتمالاً با شروع حوادث هرسی‌نین در ارتباط بوده است (Berberian & King, 1981). بر اساس فرضیه دیگر ممکن است این واقعه نتیجه تغییر شکل و بالا آمدگی در مرحله ابتدایی قبل از فرورانش فشارشی در طول حاشیه شمالی گندوانا و در پالئوتتیس درست قبل از باز شدگی ریفت نئوتتیس در پرمین میانی باشد (Sharland *et al.*, 2001؛ Ruban *et al.*, 2007). قدیمی‌ترین رسوبات پالئوزوئیک در منطقه چاه‌ریسه شامل توالی‌های تخریبی و کرناتی مربوط به محیط کم عمق به سن فرازین پیشین است، این واحد بیشتر شامل، سنگ آهک‌های نازک لایه، ماسه‌سنگ، افق‌های برشی شده و به مقدار کمتر سنگ آهک ماسه‌ای و دولومیت است. ضخامت این واحد ۲۲۰ متر می‌باشد (غلامعلیان، ۱۳۷۶). بر اساس مطالعات صورت گرفته بر روی ریزبقایای ماهی‌ها و کنودونت‌های به دست آمده از لایه‌های نزدیک به بخش پایینی این برش، سن این واحد فرازین پیشین تعیین شده است (Middle Gholamalian) (*falsiovalis Zone - Late hassi Zone*) (Turner *et al.*, 2002؛ *et al.*, 2000).

گسترش رسوبات پالئوزوئیک بالایی در اطراف اصفهان بیشتر به شمال حوضه اصفهان (منطقه سه و نظنز برش‌های نجفت، نقله، ورکمر، شمال تار و غرب کشه، Zahedi, 1973؛ Adhamian, 2003؛ Ghobadipour *et al.*, 2013؛ Bahrami *et al.*, 2015) شمال شرقی حوضه اصفهان (برش‌های زفره، چاه‌ریسه و دیزلو، Gholamalian, 2003؛ Brice *et al.*, 2006؛ Habibi *et al.*, 2013) و جنوب حوضه اصفهان (برش‌های دارچاله و رامشه شهرضا Leven & Gorgij, 2008؛ Boncheva *et al.*, 2007؛ Bahrami *et al.*, 2014؛ 2011) محدود می‌شود. کامل‌ترین توالی رسوبی پالئوزوئیک بالایی در ۵۵ کیلومتری شمال شرقی اصفهان، نزدیکی روستای چاه‌ریسه در کوه کفتاری واقع است. این برش در نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ کوهپایه (رادفر و کهنسال، ۱۳۸۱)، در ۵۵ کیلومتری شمال شرق اصفهان و در جنوب غربی روستای چاه‌ریسه در دامنه کوه کفتاری با مختصات $32^{\circ} 59' 13''$ عرض شمالی و $52^{\circ} 03' 44''$ طول شرقی و $13^{\circ} 59' 13''$ عرض شمالی واقع است (شکل ۱). توالی‌های رسوبی مورد نظر برای اولین بار در دهه ۱۹۷۰ مورد مطالعه قرار گرفت، که می‌توان به مطالعات انجام شده توسط Djafarian & Brice, 1973 و Zahedi, 1976 اشاره کرد. با توجه به این که برش چاه‌ریسه (کوه کفتار) یکی از بهترین برش‌های دونین بالایی در غرب ایران مرکزی می‌باشد بنابراین طی سال‌های بعدی نیز برش فسیل‌دار مذکور در تحقیقات متعدد دیرین‌شناسی و رسوب‌شناسی مورد توجه قرار گرفت که از آن جمله می‌توان به مطالعات صورت گرفته توسط شیرانی، ۱۳۷۴؛ Ghavidel-syooki, 2001؛ Hamedani, 1996؛ Brice & Kebriae, 2000؛ Djafarian, 2000؛ Mistian & Gholamalian, 2000؛ Mistian *et al.*, 2000؛ Yazdi *et al.*, 2000؛ Turner *et al.*, 2002؛ Hairapetian *et al.*, 2000؛



شکل ۱: نقشه زمین‌شناسی ناحیه چاه‌ریسه، موقعیت جغرافیایی و محل برش مورد مطالعه.

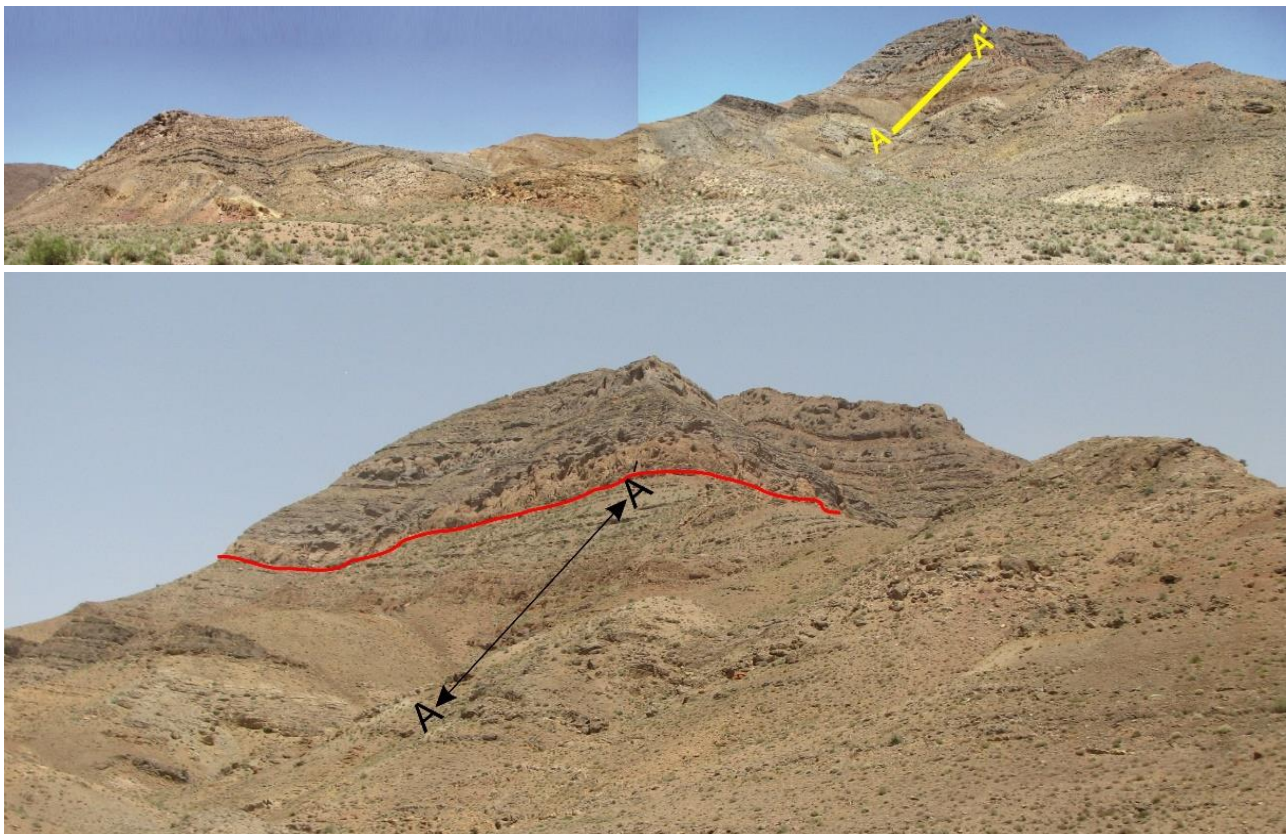
واحد سنگ آهک بالایی بیشتر شامل کربنات‌هایی با تنوع فسیلی گوناگون مانند بایوستروم‌هایی با مرجان‌های روگوزا، تابولاتا و استروماتوپوریدا به همراه ماسه‌سنگ و میان لایه‌های شیل است. ضخامت این واحد ۱۸۵ متر است (غلامعلیان، ۱۳۷۶). افق‌های بایوسترومی فرازین (Yazdi, 1996) که دو لایه راهنما را در منطقه چاه‌ریسه تشکیل می‌دهند به طور عموم در سایر توالی‌های فرازین ایران نیز دیده می‌شوند (Yazdi, 1999). سن بخش پایینی این واحد فرازین میانی تا فرازین پسین (*jamieae Zone - rhenana*) و سن بخش بالایی آن فرازین پسین تا فامنین پیشین (*Zone linguiformis - triangularis*) تعیین شده است (غلامعلیان، ۱۳۷۶؛ 1998, Gholamalian و Gholamalian *et al.*, 2000). بر روی این نهشته‌ها توالی فامنین به ضخامت تقریبی ۱۰۰ متر قرار دارد که شامل دو بخش تخریبی و کربناته است. هریک از این بخش‌ها به ترتیب ۴۰ و ۶۰ متر ضخامت دارند (Gholamalian, 1998). سنگ‌شناسی بخش تخریبی بیشتر شامل شیل و ماسه سنگ و سنگ‌شناسی بخش کربناتی بیشتر شامل سنگ آهک، سنگ آهک دولومیتی، سنگ آهک مارنی و مارن است. سن این بخش از فامنین پیشین تا فامنین پسین

واحد سنگ آهک بالایی بیشتر شامل کربنات‌هایی با تنوع فسیلی گوناگون مانند بایوستروم‌هایی با مرجان‌های روگوزا، تابولاتا و استروماتوپوریدا به همراه ماسه‌سنگ و میان لایه‌های شیل است. ضخامت این واحد ۱۸۵ متر است (غلامعلیان، ۱۳۷۶). افق‌های بایوسترومی فرازین (Yazdi, 1996) که دو لایه راهنما را در منطقه چاه‌ریسه تشکیل می‌دهند به طور عموم در سایر توالی‌های فرازین ایران نیز دیده می‌شوند (Yazdi, 1999). سن بخش پایینی این واحد فرازین میانی تا فرازین پسین (*jamieae Zone - rhenana*) و سن بخش بالایی آن فرازین پسین تا فامنین پیشین (*Zone linguiformis - triangularis*) تعیین شده است (غلامعلیان، ۱۳۷۶؛ 1998, Gholamalian و Gholamalian *et al.*, 2000). بر روی این نهشته‌ها توالی فامنین به ضخامت تقریبی ۱۰۰ متر قرار دارد که شامل دو بخش تخریبی و کربناته است. هریک از این بخش‌ها به ترتیب ۴۰ و ۶۰ متر ضخامت دارند (Gholamalian, 1998). سنگ‌شناسی بخش تخریبی بیشتر شامل شیل و ماسه سنگ و سنگ‌شناسی بخش کربناتی بیشتر شامل سنگ آهک، سنگ آهک دولومیتی، سنگ آهک مارنی و مارن است. سن این بخش از فامنین پیشین تا فامنین پسین

دو را از یکدیگر جدا می‌کند. این افق نشان دهنده یک مرحله خشکی زایی و فرسایشی احتمالی از انتهای دونین تا پرمین پسین است (ابتدای مرغابین بالایی) (قبادی پور و جعفریان، ۱۳۸۵). به نظر می‌رسد نبوده‌های چینه‌شناسی مربوط به بخش انتهایی فامنین، کربنیفر تا ابتدای مرغابین بالایی در این مقطع هم‌زمان با حرکات خشکی زایی هرسی نین باشد (Yazdi et al., 2000).

در این تحقیق نهشته‌های فامنین برش کوه گفتار جهت تعیین نمودن سن بخش بالایی این برش مورد بررسی و نمونه برداری دقیق قرار گرفته است (شکل ۲).

(*triangularis Zone - Early praesulcata Zone*) تعیین شده است (Mistian et al., 2000). این بخش را می‌توان معادل شیشتو ۱ در نظر گرفت (Gholamalian, 2007)، اما به عقیده Yazdi et al., 2000 بر اساس کنودونت‌ها، زیست‌زون کنودونتی *expansa Zone* معادل با نزدیک به انتهای فامنین پسین برای این رسوبات پیشنهاد شده است. بر روی نهشته‌های دونین بالایی در این منطقه سنگ آهک ماسه‌ای، دولومیت و ماسه‌سنگ‌های پرمین معادل بخشی از سازند جمال با یک ناپیوستگی فرسایشی قرار گرفته است. افقی از خاک قدیمی قرمز با ضخامت حدود یک متر این



شکل ۲: (a) نمای کلی از نهشته‌های پالئوزوئیک کوه گفتاری و محل برش مورد مطالعه؛ (b) نمای نزدیک از نهشته‌های دونین بالایی، ناپیوستگی مرز فامنین - پرمین در کوه گفتاری.

خاکستری دارای بازو پایان، نازک تا متوسط لایه و سنگ آهک دولومیتی قهوه‌ای با میان لایه‌های نازک شیلی می‌باشد (شکل ۳).

سنگ چینه‌نگاری بخش بالایی نهشته‌های دونین (فامنین) در برش کوه گفتاری

شرح سنگ‌شناسی واحد A: این واحد به ضخامت ۲۳ متر شامل شیل‌های خاکستری تا تیره، سنگ آهک‌های کرم تا

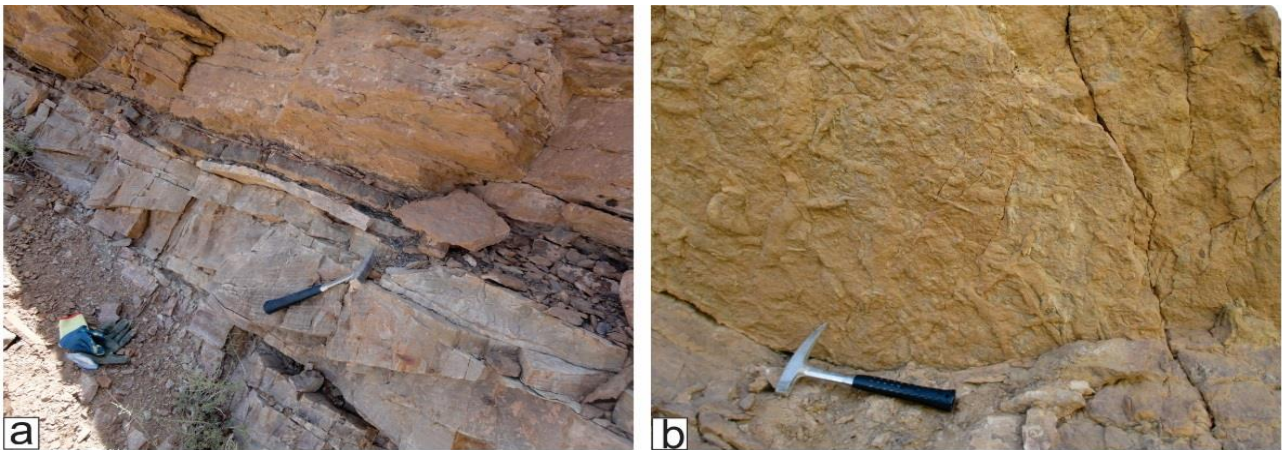
شرح سنگ‌شناسی واحد D: این واحد با ۲۴ متر ضخامت شامل تناوبی از سنگ آهک مارنی متوسط لایه خاکستری با لایه‌های شیلی و مارنی است که در بالای واحد به سنگ آهک ماسه‌ای قرمز تبدیل می‌شود. از ویژگی‌های این واحد رسوبی نسبت به واحدهای قبلی دارا بودن مقادیر فراوانی از بازوپایان، لاله‌وشان و سایر بیوکلاست‌هاست. بر روی سنگ آهک ماسه‌ای آخرین بخش این واحد ۱/۲ متر خاک قرمز وجود دارد که توسط سنگ آهک ماسه‌ای ضخیم لایه و قهوه‌ای سازند جمال پوشیده می‌شود. ریخت‌شناسی سازند جمال نسبت به واحد D ارتفاع و ضخامت بیشتری دارد و لایه‌بندی خوبی را نشان می‌دهند. با توجه به مشاهدات و مطالعات صحرایی این سازند از سنگ آهک ماسه‌ای، سنگ آهک و دولومیت تشکیل شده است (شکل ۶).

شرح سنگ‌شناسی واحد B: این واحد شامل ۱۵ متر ماسه‌سنگ‌های خاکستری روشن، کرم تا قهوه‌ای به همراه میان لایه‌های نازک شیلی است. قسمت پایینی این واحد شامل ۲/۵ متر ماسه‌سنگ کوارتزی خاکستری روشن، متوسط تا ضخیم لایه است که در بدنه آن چینه‌بندی متقاطع دیده شده است. بر روی این بخش ۱۲/۵ متر ماسه‌سنگ کرم تا قهوه‌ای قرار دارد، که در کف لایه‌های مربوط به آن آثاری شبیه به اثر فسیل‌ها مشاهده می‌شود (شکل ۴).

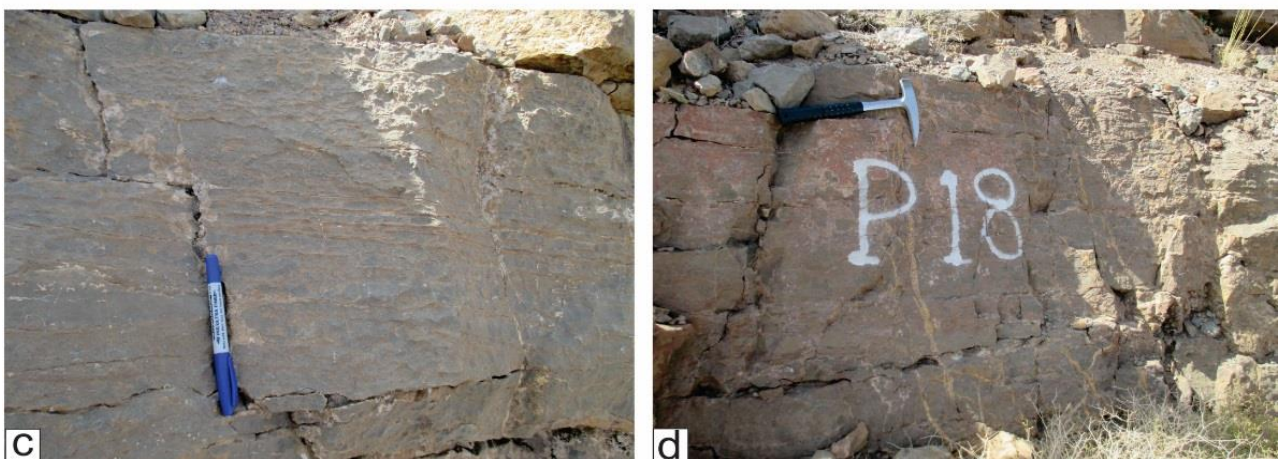
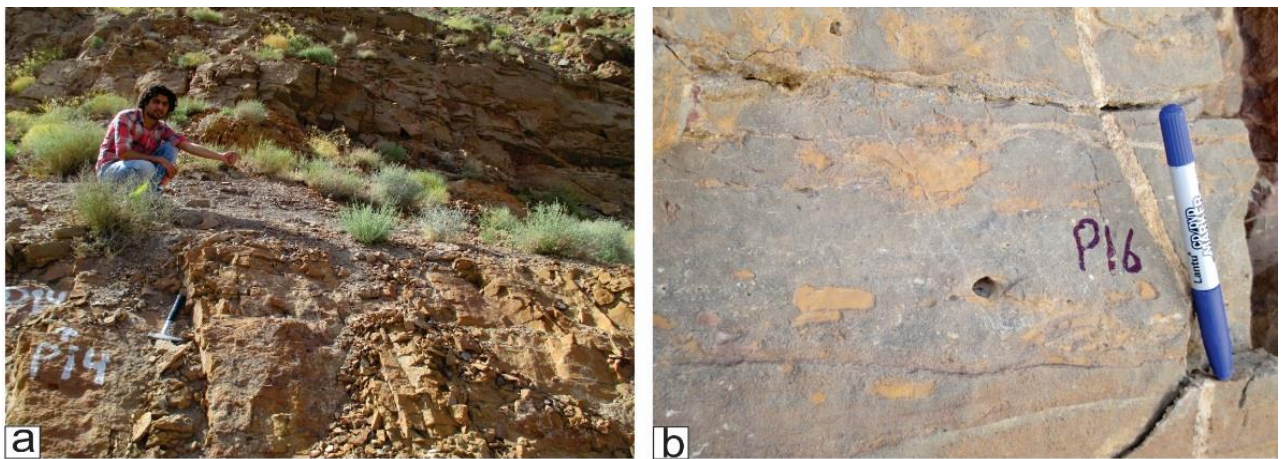
شرح سنگ‌شناسی واحد C: این واحد با ۴۸ متر ضخامت شامل سنگ آهک، سنگ آهک ماسه‌ای و سنگ آهک دولومیتی ماسه‌ای خاکستری تا قهوه‌ای، متوسط تا ضخیم لایه و شیل‌های تیره به همراه بقایای فسیلی فراوان از دوکفه‌ای‌ها، بازوپایان، مرجان‌ها و سایر بیوکلاست‌ها (خرده‌های فسیلی شکم‌پایان و خرده‌های خارپوستان) می‌باشد (شکل ۵).



شکل ۳: (a) نمایی نزدیک از شیل‌های قاعده برش؛ (b, c) آهک‌های کرم تا قهوه‌ای، متوسط لایه حاوی فسیل بازوپایان از ضخامت ۶/۵ تا ۹ متری؛ (d) نمایی نزدیک از آهک‌های قهوه‌ای حاوی فسیل‌های فراوان بازوپایان در ضخامت ۸ متری (d).



شکل ۴: (a) تماس ماسه‌سنگ کوارتزیتی قاعده واحد B با ماسه‌سنگ قهوه‌ای در ضخامت ۲۴ متری؛ (b) اثر فسیل‌های موجود در لایه‌های ماسه‌سنگی در ضخامت ۲۶/۵ متری.



شکل ۵: (a) شیل خاکستری در قاعده واحد C در ضخامت ۲۸ متری؛ (b) سنگ آهک کرم تا خاکستری ضخیم لایه حاوی لیتوکلاست در ضخامت ۴۱ متری؛ (c) سنگ آهک استروماتولیتی در ضخامت ۴۲/۵ متری؛ (d) سنگ آهک خاکستری ضخیم لایه در ضخامت ۲۴ متری.



شکل ۶: (a) آهک ماسه‌ای متراکم با نهشته‌های پرمین؛ (b) آهک‌های ماسه‌ای توده‌ای کرم رنگ در بخش آغازین سازند جمال.

مربوط به محیط عمیق مشاهده نشد که دلیل آن استقرار ناحیه مورد مطالعه در قسمت کم عمق تر پالئوتتیس است.

زیست‌زون‌های کنودونتی شناسایی شده در برش کوه کفتار

زیست‌زون‌های استاندارد کنودونتی دونین پسین توسط Sandberg, et al (1978); Ziegler & Sandberg (1990) و Ziegler (2002) پیشنهاد شده‌اند، که غالباً بر اساس مطالعه فونای *Palmatolepis* حوضه‌های عمیق پالئوتتیس اروپا طراحی گردیده‌اند، به دلیل استقرار برش مورد مطالعه در حاشیه کم عمق پالئوتتیس و نبود فونای بخش‌های عمیق چهار زون زیستی شناسایی گردید که بیشتر بر اساس حضور *Bispathodus*، *Icriodus* و *Polygnathus* است. زیست‌زون‌های ارائه شده برای برش مورد مطالعه به شرح زیر است (شکل ۷).

Upper marginifera Zone

این زیست‌زون که شامل نمونه‌های P1 تا P15 و ضخامتی در حدود ۴۲/۶ متر را دربرمی‌گیرد، دارای سنگ‌شناسی شیل خاکستری تا تیره، سنگ آهک، سنگ آهک دولومیتی ماسه‌ای و ماسه‌سنگ کرم تا قهوه‌ای متوسط تا ضخیم لایه

زیست چینه‌نگاری نهشته‌های مورد مطالعه

تعداد ۴۴ نمونه به وزن ۳ تا ۴ کیلوگرم از برش مورد مطالعه برداشت گردید که در مجموع ۱۶۱۳ عنصر کنودونتی از بررسی نمونه‌ها به دست آمده است (جدول ۱). در مجموع تعداد ۲۰ گونه و زیر گونه متعلق به ۸ جنس کنودونتی شامل *Bispathodus aculeatus aculeatus*، *Bispathodus aculeatus plumulus*، *Bispathodus stabilis*، *costatus*، *Branmehla*، *Icriodus* sp.، *Icriodus cornotus*، *bohlenana*، *Pandorinellina insita*، *Mehlina strigosa*، *Polygnathus communis*، *Pelekysgnathus inclinatus*، *Neopolygnathus communis*، *communis*، *Polygnathus deplanatus*، *Polygnathus delicatulus*، *Polygnathus communis collinsoni*، *Polygnathus brevilaminus nodocostatus* و *Polygnathus sp.*، *Polygnathus semicostatus* و *Scaphignathus velifer velifer* شناسایی گردید که از بین آن‌ها جنس‌های *Icriodus* و *Polygnathus* و *Bispathodus* مربوط به محیط کم عمق تا نیمه عمیق غالب بوده است. در این بررسی عناصر کنودونتی *Palmatolepis*

جدول ۱: پراکندگی گونه‌های کنودونتی در برش کوه کفتار

Kuh-e-Kafar	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P9/1	P9/2	P10	P11	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P25A	P25B	P25C	P25D	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32	P33	P33A	P33B	TOTAL
<i>Bispathodus oculatus oculatus</i>																																								15	
<i>Bispathodus oculatus plumulus</i>																																									22
<i>Bispathodus costatus</i>																																									20
<i>Bispathodus stabilis</i>	1	1	1	8	4		5	4	3	9	4	1				3		1	3	2	3	8		17	3	1	1	2	1											92	
<i>Bispathodus</i> sp.								1					1									1	1	2															9		
<i>Braemelia bohlerana</i>																																								2	
<i>Ictiodus cornutus</i>	3	1	3	10	8	1	12	3	2	4	1	3	1	1		9	3					3		1	1	2													72		
<i>Ictiodus</i> sp.		2					3						2			2	2	1																					10		
<i>Mehina strigosa</i>				1		1	1					1																												4	
<i>Pandarinellina insita</i>																																								6	
<i>Pelekygnathus inclinatus</i>	1		1	1	1		1	1		4	1	1				3		1	14	1	1	3		8	1	1	1													43	
<i>Polygnathus brevelaminus</i>				3	2		3	3		1	3	1				4	1						5																	26	
<i>Neopolygnathus communis</i>								1	1							1	2	2	2		1	1	10																	21	
<i>Polygnathus communis communis</i>			2	2			1			2	2					2																								18	
<i>Polygnathus communis collinsoni</i>																																								15	
<i>Polygnathus delatatus</i>																																								7	
<i>Polygnathus deplanatus</i>																																								3	
<i>Polygnathus nodocostatus</i>																																								1	
<i>Polygnathus semicostatus</i>								1																																32	
<i>Polygnathus</i> sp.		1	1						10	3						5	1	2	4	1	3																			52	
<i>Scaphignathus velifer velifer</i>																1		1	2	2	4	2																		17	
unassigned elements	29	9	19	45	48	13	65	36	71	88	23	35	14	9	1	19	52	24	54	10	21	82	3	168	16	3	9	14	11	13	8	19	16	27	14	18	22	1	3	16	1126
TOTAL	34	15	28	73	69	15	91	51	87	91	32	44	18	10	1	43	62	33	81	14	40	102	6	223	29	12	14	20	39	19	11	41	30	34	20	28	39	1	3	16	1613

و Corradini (2008) اولین حضور گونه *Scaphygnathus velifer velifer* در *Uppermost Marginifera Zone* می باشد که منطبق بر مرز زیرین این زیست زون است. همچنین مرز بالایی آن بر آخرین حضور گونه کنودونتی *Icriodus cornotus* در *Upper tracytera Zone* منطبق است (Sandberg & Dressen, 1984؛ Bultynck, 2003).

Middle expansa Zones

این زیست زون شامل نمونه های P25 تا P25C و ضخامتی در حدود ۵ متر است. سنگ شناسی این بخش شامل تناوبی از سنگ آهک مارنی متوسط لایه حاوی بازوپایان فراوان با شیل است. در این زیست زون گونه های کنودونتی *Branmehla*, *Bispathodus* sp., *Bispathodus stabilis*, *Polygnathus pandorinellina insita bohlenana*, *Polygnathus delicatulus communis communis*, *Polygnathus communis collinsoni* و *Polygnathus semicostatus* حضور دارند. بر اساس نظر Sandberg & Dressen (1984)، Ziegler & Sandberg (1984)، Bultynck (2003) و Corradini (2008) مرز زیرین این زیست زون منطبق بر آخرین حضور گونه کنودونتی *Icriodus cornotus* در *Upper tracytera Zone* (Ziegler & Sandberg, 1984) می باشد و مرز بالایی آن بر اولین حضور گونه کنودونتی *Bispathodus costatus* در *Middle expansa Zone* منطبق است (Ziegler & Sandberg, 1984).

Upper expansa Zones

این زیست زون شامل نمونه های P25C تا P32 است که ضخامتی در حدود ۱۸/۶۵ متر دارد. سنگ شناسی آن شامل تناوبی از سنگ آهک های مارنی متوسط لایه خاکستری با شیل و مارن و سنگ آهک های ماسه ای قهوه ای است.

حاوی بقایای فراوان ماهی و استراکد، شکم پایان و کنودونت می باشد. در این زیست زون گونه های کنودونتی *Icriodus cornotus*، *Bispathodus stabilis*، *Pelekygnathus inclinatus*، *Mehlina strigosa* sp.، *Polygnathus communis communis*، *Polygnathus nodocostatus nodocostatus*، *Polygnathus deplanatus*، *brevilaminus*، *Polygnathus semicostatus* و *Polygnathus sp.* حضور دارند. بر اساس نظر Ziegler & Sandberg (1990) مرز زیرین این زیست زون منطبق بر اولین حضور *Bispathodus stabilis* در *Upper marginifera Zone* و مرز بالایی آن بر اولین حضور *Scaphygnathus velifer velifer* در *Uppermost marginifera Zone* منطبق است (Ziegler & Sandberg, 1984؛ Corradini, 2008). این گونه مرز زیرین زیست زون بعدی را مشخص می کند.

Uppermost marginifera to Upper tracytera Zones

این زیست زون که شامل نمونه های P15 تا P25 و ضخامتی در حدود ۴۲/۵ متر است، دارای سنگ آهک دولومیتی ماسه ای ضخیم لایه، سنگ آهک ماسه ای خاکستری، شیل تیره با میان لایه های سنگ آهک و سنگ آهک ماسه ای خاکستری تا کرم ضخیم لایه حاوی بقایای بازوپایان، ساقه لاله و شان، کنودونت ها و بقایای کمی از ماهی هاست. در این زیست زون گونه های کنودونتی *Bispathodus Icriodus cornotus*، *Branmehla bohlenana*، *stabilis*، *Pelekygnathus pandorinellina insita Icriodus* sp.، *Polygnathus communis communis inclinatus*، *Polygnathus communis collinsoni*، *Polygnathus semicostatus*، *brevilaminus*، *Scaphygnathus velifer velifer*، *Polygnathus sp.* حضور دارند. بر اساس نظر Ziegler & Sandberg (1984)

Joachimski *et al* (2004) معرفی گردیده است. بر طبق این منحنی، سطح آب از قاعده برش (Upper Uppermost *marginifera Zone*) به سمت قسمت بالایی (*marginifera Zone*) تغییرات چشم‌گیر کاهشی داشته و به کمترین مقدار خود طی این زیست‌زون رسیده است.

در فاصله زمانی Uppermost *marginifera* to Upper *tracytera zones* و *Middle expansa Zones* با توجه به فراوانی گونه‌های مربوط به محیط کم عمق مانند *Polygnathus* و محیط نیمه عمیق مانند *Bispathodus* رخساره پلی‌گناتید - بیسپاتودید برای بخش میانی برش، پیشنهاد می‌شود که بیانگر Middle shelf to Outer shelf باشد. منحنی تغییرات سطح آب در این بخش از برش نیز با منحنی تغییرات جهانی سطح آب که به صورت پیش‌روی است هم‌خوانی دارد.

فراوانی *Bispathodus* و *Polygnathus* در قسمت انتهایی برش به پیشنهاد، رخساره بیسپاتودید - پلیگناتید برای این بخش از برش در زیست‌زون‌های Middle *expansa* to Upper *expansa* منجر شده است که بیانگر محیط Outer shelf to Upper slope است. بررسی منحنی تغییرات سطح آب در این بخش از برش نشان می‌دهد که افزایش سطح آب که از Middle *expansa Zone* آغاز شده بود تا Upper *expansa Zone* نیز ادامه داشته است. (شکل ۸).

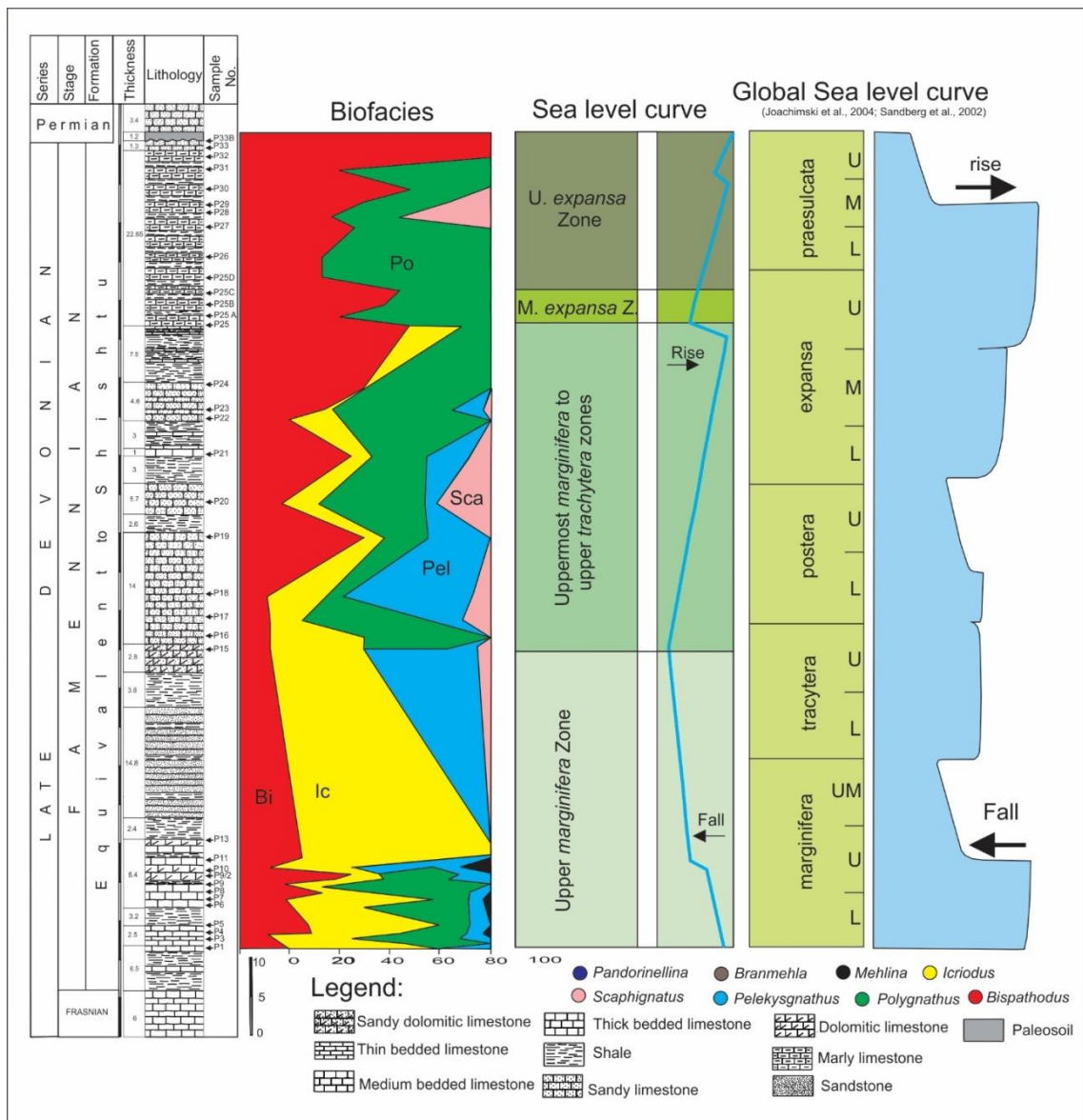
در این زیست‌زون گونه‌های کنودونتی *Bispathodus aculeatus plumulus stabilis*، *Bispathodus aculeatus*، *Bispathodus costatus*، *Branmela Pandorinellina insita aculeatus*، *Polygnathus semicostatus bohlenana*، *Polygnathus communis communis*، *Polygnathus delicatulus* و *communis collinsoni* حضور دارند.

بر اساس نظر Ziegler & Sandberg (1984) مرز زیرین این زیست‌زون منطبق بر اولین حضور گونه کنودونتی *Bispathodus cotatus* در Middle *expansa Zone* و مرز بالایی آن منطبق بر آخرین حضور گونه‌های کنودونتی *Polygnathus semicostatus* و *Polygnathus delicatulus* در Upper *expansa Zone* می‌باشد.

زیست رخساره‌های شناسایی شده در برش کوه کفتار

رخساره‌های کنودونتی دونین پسین عموماً بر اساس مدل‌های رخساره‌ای Sandberg & (1976)، Ziegler & Dreesen (1979)، Sandberg & (1984) و Sandberg *et al* (1988) در نواحی دور از ساحل تا نزدیک به ساحل بر اساس توزیع رخساره‌های سنگی بررسی می‌گردند.

با توجه به فراوانی گونه‌های مربوط به محیط کم عمق مانند *Polygnathus*، *Pelekysgnathus* و *Icriodus* کم عمق ایکریودید - پلی‌گناتید برای بخش پایینی برش در زیست‌زون‌های Upper *marginifera Zone* پیشنهاد می‌شود که بیانگر بخش Middle shelf to Inner shelf است. بررسی منحنی تغییرات سطح آب رسم شده برای این رخساره نشان‌دهنده انطباق آن با منحنی تغییرات سطح آب جهانی است که توسط Sandberg *et al* (2002) و



شکل ۸: نمودار منحنی زیست رخساره‌های کنودونتی در برش مورد مطالعه در کوه کفتاری و تطابق تغییرات سطح آب دریا با منحنی جهانی (Joachimski et al., 2004; Sandberg et al., 2002).

نتیجه‌گیری
مطالعه نهشته‌های دونین بالایی (فامنین) در برش کوه کفتار واقع در شمال شرق اصفهان به شناسایی ۸ جنس و ۱۸ گونه و زیرگونه کنودونتی منجر گردید، همچنین بررسی زیست‌چینه‌نگاری کنودونت‌های شناسایی شده و مطالعه گستره سنی هر یک از آن‌ها به شناسایی ۴ زیست‌زون کنودونتی Uppermost, Upper marginifera Zone, Middle marginifera to Upper tracytera Zones

بر این اساس سن نهشته‌های مورد مطالعه از فامنین میانی تا فامنین پسین تعیین شده است. بررسی‌های انجام شده در این برش نشان می‌دهد که فراوانی غالب با *Bispathodus*, *Polygnathus* و *Icriodus* بوده و با توجه به این موضوع زیست‌رخساره‌های تعیین شده برای نهشته‌های مورد بررسی شامل: پلیگناتید - ایکریودید، پلیگناتید - بیسپاتودید و بیسپاتودید - پلیگناتید می‌باشد که نشان‌دهنده محیط‌های

نتیجه‌گیری
مطالعه نهشته‌های دونین بالایی (فامنین) در برش کوه کفتار واقع در شمال شرق اصفهان به شناسایی ۸ جنس و ۱۸ گونه و زیرگونه کنودونتی منجر گردید، همچنین بررسی زیست‌چینه‌نگاری کنودونت‌های شناسایی شده و مطالعه گستره سنی هر یک از آن‌ها به شناسایی ۴ زیست‌زون کنودونتی Uppermost, Upper marginifera Zone, Middle marginifera to Upper tracytera Zones

همراه افق قرمز رنگ قاعده قرار گرفته است.

سپاس‌گزاری

از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه اصفهان به جهت حمایت‌های مالی تشکر و قدردانی می‌گردد.

رسوبی از شلف داخلی تا ابتدای اسلوپ است. همچنین در این بررسی مشخص شد که بخش‌های انتهایی فامنین شامل زیست‌زون *Praesulcata Zone* و نهشته‌های کربنیفر در منطقه وجود ندارد، در نتیجه نهشته‌های فامنین به طور ناپیوسته در زیر نهشته‌های پرمین مربوط به سازند جمال به

منابع

- شیرانی، ک.، ۱۳۷۴. مطالعه پالینواستراتیگرافی و پالتیویژنوگرافی نهشته‌های دونین بالایی در منطقه چاه‌ریسه (شمال شرق اصفهان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم.
- غلامعلیان، ح.، ۱۳۷۶. بیواستراتیگرافی کنودونت‌های دونین پسین در ناحیه چاه‌ریسه (شمال شرق اصفهان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، ۱۴۸ ص.
- قبادی پور، م.، و جعفریان، م.، ع.، ۱۳۸۵. بیواستراتیگرافی سکانس رسوبی پرمین در شمال شرق اصفهان در منطقه چاه‌ریسه. مجله علمی پژوهشی علوم پایه اصفهان، ۲۳: ۷۸-۵۷.
- رادفر، ج.، و کهنسال، م.، ۱۳۸۱. نقشه زمین‌شناسی یک صد هزار کوهپایه. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- Adhamian, A., 2003. Middle Devonian (Givetian) conodont biostratigraphy in the Soh area, north of Esfahan, Iran. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 245: 183-193.
- Bahrami, A., Boncheva, I., Königshof, P., Yazdi, M., & Ebrahimi Khan-Abadi, A., 2014. Conodonts of the Mississippian/Pennsylvanian boundary interval in Central Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 92: 187-200.
- Bahrami, A., Königshof, P., Boncheva, I., Tabatabaei, M., Yazdi, M., & Safari, Z., 2015. Middle Devonian (Givetian) conodonts from the northern margin of Gondwana (Soh and Natanz regions, north-west Isfahan, Central Iran): biostratigraphy and palaeoenvironmental implications. *Palaeobio Palaeoeny*, 95: 555-577.
- Berberian, M., & King, G.C.P., 1981. Toward a Paleogeographic and Tectonic evolution of Iran. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 18: 210-265.
- Boncheva, I., Bahrami, A., Yazdi, M., & Torabi, H., 2007. Carboniferous Conodont biostratigraphy and Late Paleozoic platform evolution in South Central Iran (Asadabad section in Ramsheh area-SE Isfahan). *Rivista Italiana di Paleontologia e stratigrafia*, 113: 329-356.
- Branson, E. R., 1934. Conodonts from the Hannibal Formation of Missouri. *University of Missouri Studies*, 8: 301-304.
- Brice, D., & Kebria-ee, M., 2000. New species of Leiorhynchiidae Rhynchonellid brachiopod from the Frasnian of Chahriseh, Isfahan province, Central Iran. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 8: 61-66.
- Brice, D., Yazdi, M., Torabi, H., & Maleki, M., 2006. Devonian brachiopods from the Zefreh section (Central Iran). *Annales de la Société géologique du Nord T, 13(2ème série)*, 141-155.
- Bultynck, P., 2003. Devonian Icriodontidae: biostratigraphy, classification and remarks on Paleocology and dispersal. *Revista Espanola de Micropaleontologia*, 35: 295-314.
- Corradini, C., 2008. Revision of Famennian-Tournaisian (Late Devonian-Early Carboniferous) Conodont biostratigraphy of Sardinia, Italy. *Revue de Micropaleontologie*, 51: 123-132.
- Djafarian, M.A., & Brice, D., 1973. Biostratigraphic des Brachiopods dans le Famennian supoeieur de lareogion d'Ispahan (Iran central). *Comptes rendus del Academic des sciences*, 276: 2125-2128.

- Djafarian, M.A., 2000. Late Devonian index brachiophoda of northeast Isfahan in correlation with other regions. *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran*, 11: 221-231.
- Ghavidel-syooki, M., 2001. Palynostratigraphy and Paleogeography of the Late Devonian in northeastern Isfahan city, Central Iran. *Proceeding of the IX International Palynology Congress, Houston, Texas, American Association of Stratigraphic Palynologists*, 37-51.
- Ghobadipour, M., Popove, L.E., Hosseini, M., Adhamian, A., & Yazdi, M. 2013. Late Devonian (Frasnian) trilobites and brachiopods from Soh area, Central Iran. *Memoire Association Australian Paleontology*, 44: 149-158.
- Gholamalian, H., 1998. Biostratigraphy of the Late Devonian sediments based on Conodont species in the Chahriseh area, northeast of Isfahan. In: Mavson, R., Talent, J.A., G. Wilson, & P. Cockle, (eds.), North Gonwanan mid-Palaeozoic bioevent/biogeography patterns in relation to crastal dynamics. UNESCO-IGCP 421, *Isfahan meeting*, 5-20.
- Gholamalian, H., 2003. Age-implication of Late Devonian Conodonts from the Chahriseh area, northeast of Isfahan, Central Iran. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 24: 201-207.
- Gholamalian, H., 2005. New data on the Famennian conodonts from Esfahan area, central Iran. *Iranian International Journal of Sciences*, 6 (1): 27-45.
- Gholamalian, H., 2007. Conodont biostratigraphy of the Frasnian-Famennian boundary in Isfahan and Tabas areas, Central Iran. *Geological Quarterly*, 51: 453-476.
- Gholamalian, H., Turner, S., Burrow, C.J., & Yazdi, M., 2000. Recovery of Late Devonian (Frasnian) microvertebrates and Conodonts from the Chahriseh area, northeast Isfahan, Iran. In: Wilson, G., & Lauri, J., (eds.), abstract book. *Sydney meeting of AUSCOS-2*.
- Habibi, T., Yazdi, M., Zarepoor, S., & Parvanehnejad Shirazi, M., 2013. Late Devonian Fish micro-remains from Central Iran. *JGeope*, 3 (1): 25-34.
- Hairapetian, V., Yazdi, M., & Long, J.A., 2000. Devonian vertebrate biostratigraphy of Central Iran. *Records of the Western Australian Museum, Supplement*, 58: 241- 247.
- Hamedani, A., 1996. Neue Biostratigraphische Daten aus dem Palaozoikum (Devon-Karbon) von Isfahan, Iran. *Neues Jahrbuch fur Geologie und Palaontologie, Monatshefte*, 309-323.
- Helms, W.H., 1959. Conodonten aus dem Saalfelder Orberdevon (Thuringen). *Geologie*, 8 (6): 634-677.
- Joachimski, M.M, VanGeldern, R., Breisig, S., Buggisch, & Day, J., 2004. Ozygen isotope evolution of biogenic calcite and apataite during the Middle and Late Devonian. *International Journal of Earth Science*, 93: 542-553.
- Kohansal. R., Radfar, J., Zolfagari, S., & Bahremand, M., 2002. Sheet of Kuhpayeh Scale, 1:100000. *Geology Survey and Mineral Exploration of Iran*.
- Leven, E.J., & Gorgij, M.N., 2008. Bolorian and Kubergandian stages of the Permian in the Sanandaj-Sirjan zone of Iran. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 16: 455-466
- Leven, E.J., & Gorgij, M.N., 2011. First record of Gzhelian and Asselian fusulinids from the Vazhnan Formation (Sanandaj-Sirgan zone of Iran). *Stratigraphy and Geological Correlation*, 19: 486-501
- Mistian, B., & Gholamalian, H., 2000. Stromatoporoids and some tabulate corals from Chahriseh area (Isfahan province, Central Iran). *Annales de la Société géologique du Nord*, 8: 81-91.
- Mistian, B., Golamalian, H., Gourvennec, R., Plusquellc, Y., Bigey, F., Brice, D., Feist, M., Ghobadipiur, M., Kebria-ee, M., Milhau, B., Nicollin, J.P., Rihart, J.C., Vachard, D., & Yazdi, M., 2000. Preliminary data on the Upper Devinian (Frasnian-Famennian) and Permian fauna and flora fram the Chahriseh area (Esfahan province, Central Iran). *Annales de la Société géologique du Nord*, 8: 93-102.
- Müller, K.J., & Müller, E.M., 1957. Early Upper Devonian (Indipendence) Conodonts from Iowa, part I. *Journal of Paleontology*, 31: 1069-1108.

- Rhodes, F.H.T., Austin, R.L., & Druce, E.C., 1969. British Avian (Carboniferous) Conodont faunas, and their value in local and intercontinental correlation. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geological Supplement*, 5: 1-133.
- Ruban, D.A., Al-Husseini, M.I., & Iwasaki, Y., 2007. Review of Middle-east Paleozoic plate tectonics. *GeoArabia*, 12: 35-56.
- Safari, A., & Kangazian, A., 2003. Microfacies and sedimentary environment of Upper Devonian sedimentary rocks in the Chahriseh area (in Persian with English abstract). *Research Bulletin of Isfahan University (Science)*, 18: 117-144.
- Sandberg, C.A., 1976. Conodont biofacies of Late Devonian *polygnathus styriacus* Zone in western United State. In: Barnes, C.R., (ed.), Conodont Paleoecology. *Geological Association of Canada, special paper*, 15, 171-186.
- Sandberg, C.A., & Dreesen, R., 1984. Late Devonian icriodontid biofacies models and alternate shallow water Conodont zonation, 143-178. In: Clark, D.L. (ed.) Conodont biofacies and provincialis. *Geological Society of America, Special paper*, 196 p.
- Sandberg, C.A., Ziegler W., Leuteriz, K., & Brill, S.M., 1978. Phylogeny, speciation, and zonation of Siphonodella (Conodont, Upper Devonian and Lower Carboniferous) *Newsletter on stratigraphy*, 7: 102-120.
- Sandberg, C.A., Morrow, J.R., & Ziegler, W., 2002. Late Devonian sea-level changes, catastrophic events, and mass extinctions. In: Koeberl, C., & MacLeod, K.G. (eds.), Catastrophic Event and Mass Extinctions: Impacts and Beyond. *Geological Society of America Special Paper*, 356: 473-487.
- Sannemann, D., 1955. Oberdevonische Conodonten (to II). *Senckenbergiana lethaea*, 36: 123-156.
- Sharland, P.R., Archer, R., Casey, D.M., Davies, R.B., Hall, S.H., Heward, A.P., Horbury, A.D., & Simmons, M.D., 2001. Arabian Plate sequence stratigraphy. *Geo.Arabia Special Publication 2*: Manama, Bahrain, Gulf Petrolink, 372 p.
- Thomas, L.A., 1949. Devonian-Mississippian Formation of southeast Iowa. *Bulletin of the Geological Society of America*, 60: 137-403.
- Turner, S., Burrow, C.J., Gholamalian, H., & Yazdi, M., 2002. Late Devonian (Early Frasnian) microvertebrates and Conodonts from the Chahriseh area near Isfahan, Iran. *Memoirs of the Association of Australian Palaeontologist*, 27: 149-159.
- Ulrich, E.O., & Bassler, R.S., 1926. A classification of the tooth-like fossils, Conodonts, with description of American Devonian and Mississippian species. *Proceedings of the United States National Museum*, 68: 1-63.
- Webster, G.D., Maples, C.G., & Yazdi, M., 2007. Late Devonian and Early Mississippian Echinoderms from central and northern Iran. *Journal of Paleontology*, 81: 1101-1113.
- 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.
- Wendt, J., Kaufmann, B., Belka, Z., Farsan, N., Karimi-Bavandpour, A., 2002. Devonian/Lower Carboniferous stratigraphy, facies pattern and paleogeography of Iran. Part I. *Southeastern Iran. Acta Geologica Polonica*, 52: 129-168.
- Yazdi, M., & Turner, S., 2000. Late Devonian and carboniferous vertebrates from the Shishtu and Sardar formations of the Shotori Range, Iran. *Records of the Western Australian Museum, Supplement*, 58: 223-240.
- Yazdi, M., 1996. Late Devonian-Carboniferous Conodont biostratigraphy of the Tabas area, Eastern Iran. *Ph.D. thesis Macquarie University, Sydney*, 221 p.
- Yazdi, M., Ghobadipour, M., & Mawson, R., 2000. Late Devonian conodonts from the Chahriseh area, central Iran. *Records of the Western Australian Museum Supplement*, 58: 179-189.
- Zahedi, M., 1973. Étude géologique de la région de Soh (W de l'Iran central). *Geological Survey of Iran, Report*, 27: 1-197.
- Zahedi, M., 1976. Explanatory text of the Esfahan quadrangle map, 1:250000. *Geological Survey of Iran*.

Ziegler, W., & Sandberg, C.A., 1984. Palmatolepis based revision of upper part of standard Late Devonian Conodont zonation. *Geological Society of America, Special Papers*, 196: 179-194.

Ziegler, W., & Sandberg, C.A., 1990. The Late Devonian Standard Conodont Zonation. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 121: 1-115.

EXPLANATION OF PLATE 1

Fig. 1- *Polygnathus* sp., Upper view, EUIC 12234, Sample P3 X 40. **Fig. 2- *Polygnathus nodocostatus nodocostatus***, Branson & Mehl, 1934, Upper view, EUIC 12235, Sample P4, X 180. **Figs 3, 4- *Polygnathus communis collinsoni***, Druce, 1969, 3) Upper view, EUIC 12236, Sample P25C, X 180, 4) Upper view, EUIC 12237, sample P31, X 144, **Figs 7, 19, 27, 28- *Neopolygnathus communis* group**, Branson & Mehl, 1934, 7) Upper view, EUIC 12238, Sample P4, X 144, 19) Upper view, EUIC12239, Sample P9, X 204, 27) Upper view, EUIC 12240, Sample P8, X 180, 28) Upper view, EUIC 12241, Sample P4, X 144. **Fig. 5- *Polygnathus semicostatus***, Branson & Mehl 1934, Upper view, EUIC 12242, Sample P28, X 180. **Fig. 6, 9, 10, 12, 14, 17, 21, 26- *Polygnathus communis communis***, Branson & Mehl, 1934, 6) Upper view, EUIC 12243, Sample P3, X 168, 9) Upper view, EUIC 12244, Sample P15, X 180, 10) Upper view, EUIC 12245, Sample P15, X 120, 12) Oblique view, EUIC 12246, Sample P9/1, X 180, 14) Upper view, EUIC 12247, Sample P18, X 168, 17) Upper view, EUIC 12248, Sample P4, X 240, 21) Upper view, EUIC 12249, Sample P4, X 190, 26) Upper view, EUIC 12250, Sample P10, X 204. **Fig. 8- *Polygnathus semicostatus***, Branson & Mehl, 1934, Upper view, EUIC 12251, Sample P8, X 120. **Figs 11, 13, 15, 16, 18, 22, 23, 25- *Polygnathus berevilaminus***, Branson & Mehl 1934, 11) Upper view, EUIC 12252, Sample P16, X 200, 13) Upper view, EUIC 12253, Sample P16, X 220, 15) Upper view, EUIC 12254, Sample P10, X 204, 16) Upper view, EUIC 12255, Sample P5, X 204, 18) Upper view, EUIC12256, Sample P9/1, X 240, 22) Upper view, EUIC 12257, Sample P4, X 240, 23) Upper view, EUIC 12258, Sample P7, X 204, 25) Upper view, EUIC 12259, Sample P4, X 180. **Fig. 20, 24- *Polygnathus* sp.**, 20) Upper view, EUIC 12260, Sample P16, X 300, 24) Upper view, EUIC12261, Sample P9, X 300.

EXPLANATION OF PLATE 2

Fig. 4, 20- *Branmehla bohlenana*, Helms, 1959, 4) Upper view, EUIC 12262, Sample P25, X 325, 20) Upper view, EUIC 12263, Sample P25, X 195. **Figs 1- 3, 9, 11, 14-16, 21, 25- *Bispathodus stabilis***, Branson & Mehl, 1934a, 1) Upper view, EUIC 12264, Sample P9/1, X 220, 2) Upper view, EUIC 12265, Sample P21, X 325, 3) Upper view, EUIC 12266, Sample P25, X 156, 9) Upper view, EUIC 12267, Sample P7, X 200, 11) Upper view, EUIC 12268, Sample P23, X 220, 14) Upper view, EUIC 12269, Sample P23, X 160, 15) Upper view, EUIC 12270, Sample P4, X 240, 16) Upper view, EUIC 12271, Sample P1, X 156, 21) Upper view, EUIC 12272, Sample 25C, X 200, 25) Upper view, Kuh-e-Kaftar section, Northeast Isfahan, EUIC 12273, Sample P33, X 260. **Figs 5-8- *Mehlina strigosa***, Branson & Mehl, 1934, 5) Lateral view, EUIC 12274, Sample P10, X 144, 6) Lateral view, EUIC 12275, Sample P4, X 216, 7) Lateral view, EUIC 12276, Sample P7, X 180, 8) Lateral view, EUIC 12277, Sample P6, X 204. **Figs 10, 12, 18- *Bispathodus* sp.**, 10) Upper view, EUIC 12278, Sample P21, X 195, 12) Upper view, EUIC 12279, Sample P23, X 156. 18) Upper view, EUIC 12280, Sample P29, X 191. **Figs 19, 22-24- *Bispathodus costatus***, E. R. Branson, 1934, 19) Upper view, EUIC 12281, Sample P25C, X 143, 22) Upper view, EUIC 12282, Sample P25C, X 174, 23) Upper view, EUIC 12283, Sample P25C, X 136, 24) Upper view, EUIC 12284, Sample P25C, 136. **Figs 13, 17- *Pandorinellina insita***, Muller & Muller, 1957, 13) Upper view, EUIC 12285, Sample P23, X 182, 17) Upper view, EUIC 12286, Sample P31, X 312. **Figs 26-40- *Icriodus cornutus***, sanneman, 1955, 26) Upper view, EUIC 12287, Sample P4, X 195, 27) Upper view, EUIC 12288, Sample P4, X 234, 28) Upper view, EUIC 12289, Sample P5, X 234, 29) Upper view, EUIC 12296, Sample P16, X 286, 30) Upper view, EUIC 12290, Sample P9, X 182, 31) Upper view, EUIC 12291, Sample P5, X 286, 32) Upper view, EUIC 12297, Sample P4, X 208, 33) Upper view, EUIC 12292, Sample P16, X 300, 34) Upper view, EUIC 12293, Sample P16, X 300. 35) Upper view, EUIC 12298, Sample P13, X 300, 36) Upper view, EUIC 12299, Sample P11, X 300, 37) Upper view, EUIC 12294, Sample P23, X 286, 38) Upper view, EUIC 12300, Sample P7, X 220, 39) Upper view, EUIC 12301, Sample p5, X 260. 40) Upper view, EUIC 12295, Sample P4, X 213

Plate 1

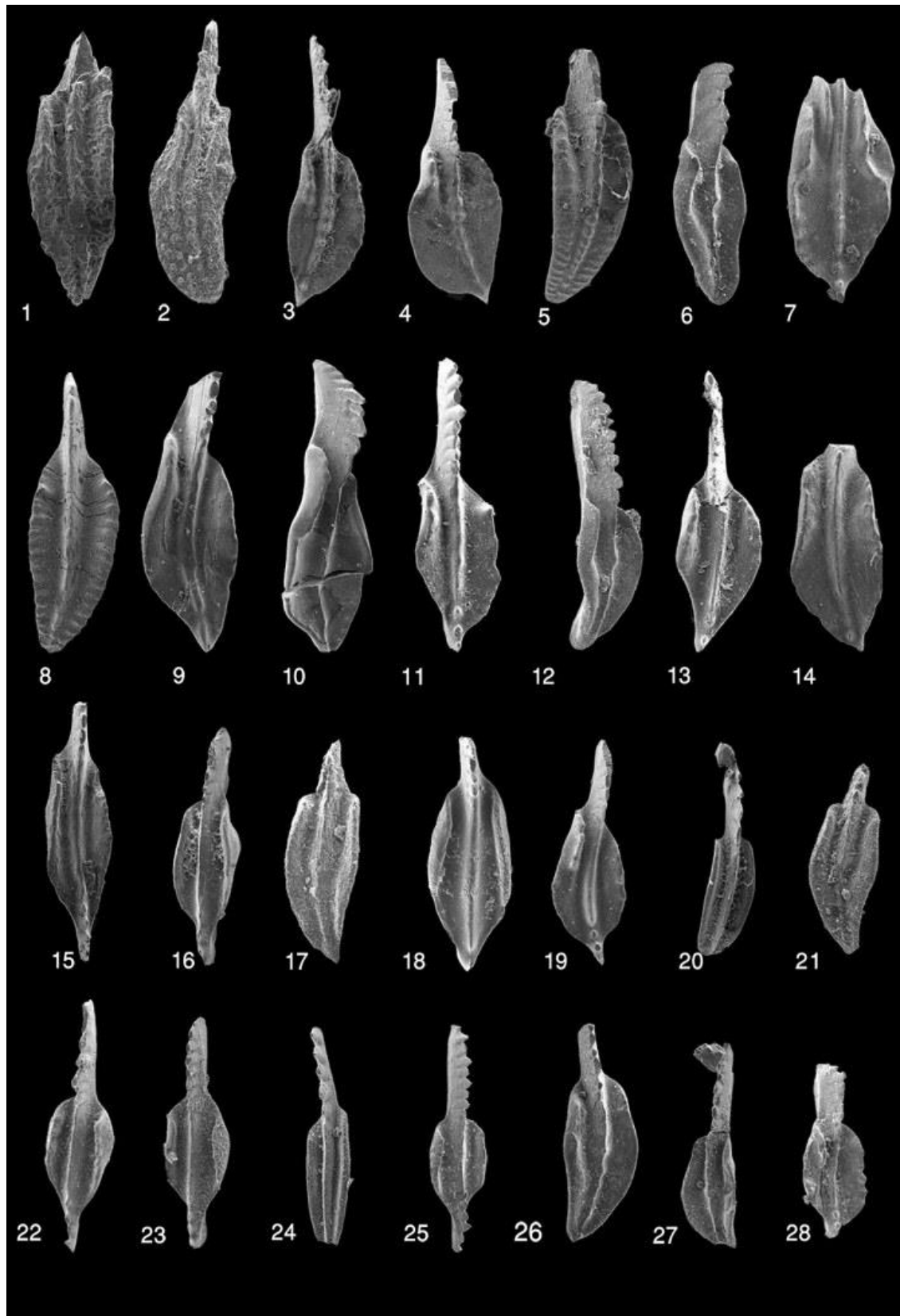
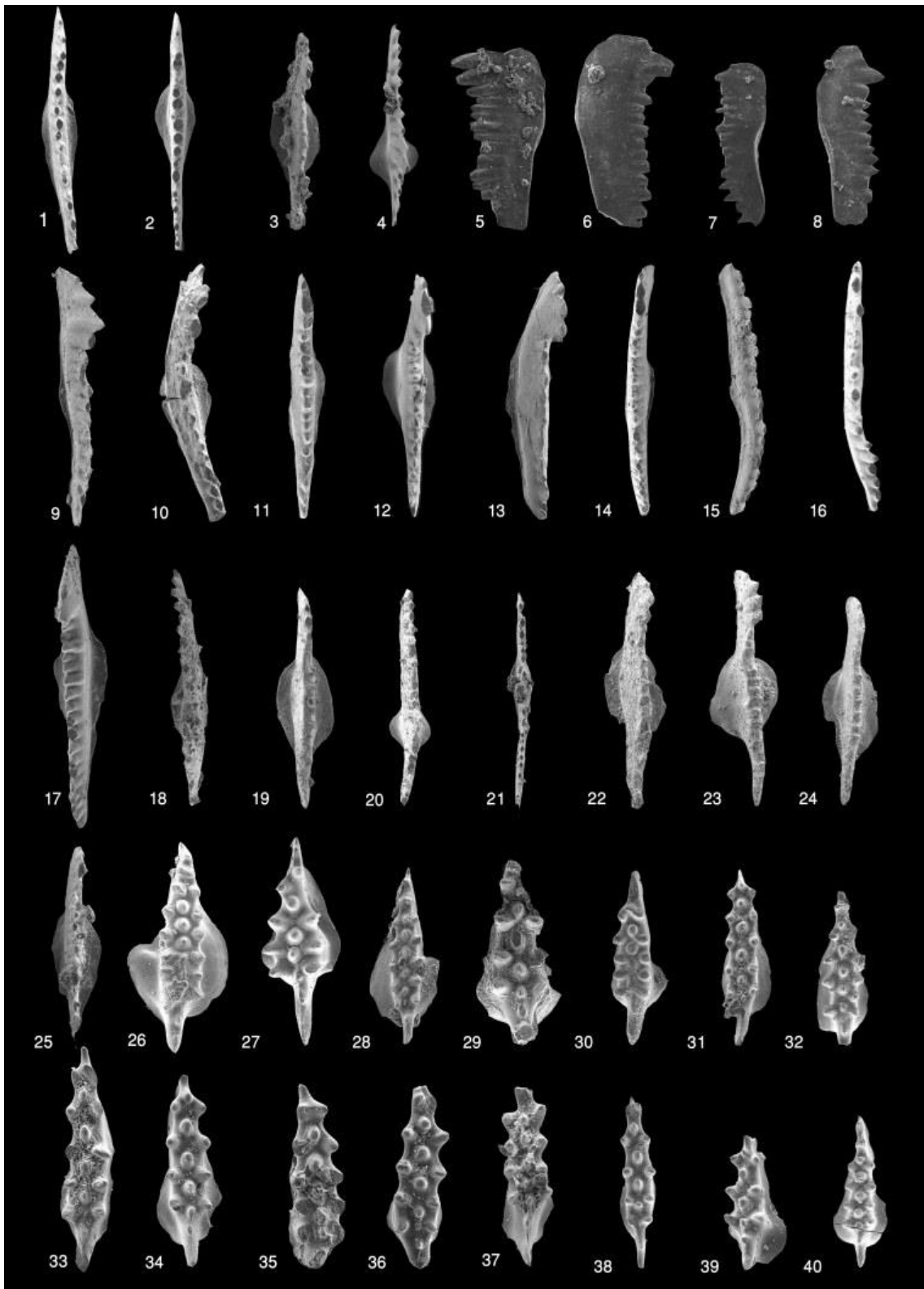


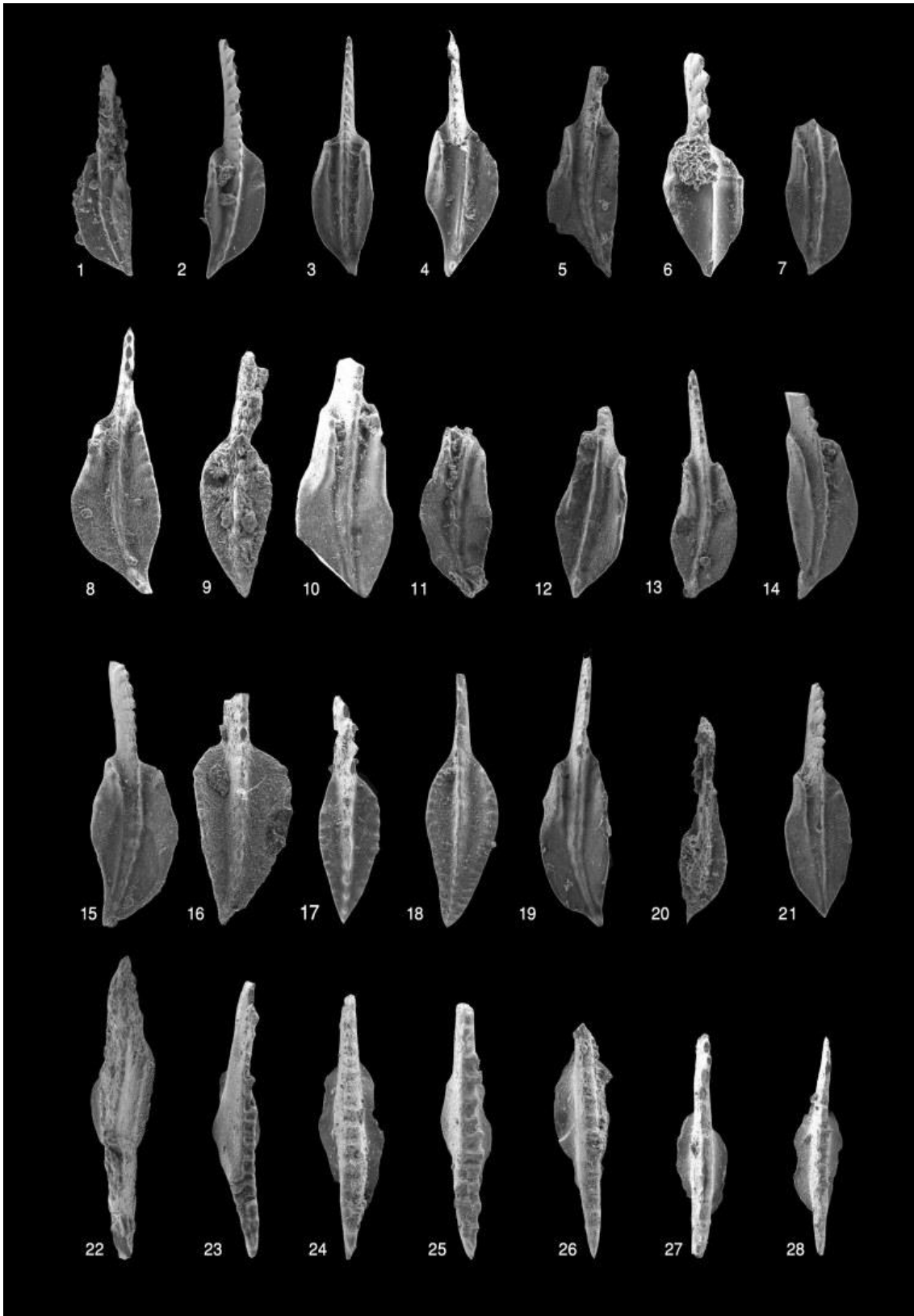
Plate 2



EXPLANATION OF PLATE 3

Figs. 1, 7, 10, 13-15, 19, 21- *Polygnathus communis collinsoni*, Druce, 1969, 1) Upper view, EUIC 12302, Sample P30, X 140, 7) Upper view, EUIC 12304, Sample P25A, X 224, 10) Upper view, EUIC 12306, Sample P25B, X 224, 13) Upper view, EUIC 12309, Sample P25C, X 155, 14) Upper view, EUIC 12310, Sample p25C, X 210, 15) Upper view, EUIC 12311, Sample p27, X 210, 19) Upper view, EUIC 12312, Sample P25C, X 222, 21) Upper view, EUIC 12313, Sample P25C, X 210. **Fig. 2, 8, 11, 12- *Polygnathus communis* group**, Branson & Mehl, 1934, 2) Upper view, EUIC 12303, Sample P23, X 238, 8) Upper view, EUIC 12305, Sample p17, X 190, 11) Upper view, EUIC 12307, Sample P18, X 176, 12) Upper view, EUIC 12308, Sample P18, X 176. **Fig. 3- *Polygnathus communis communis***, Branson & Mehl, 1934, Upper view, EUIC 12314, Sample P22, X 238. **Fig. 4, 6- *Polygnathus brevilaminus***, Branson & Mehl, 1934, 4) Upper view, EUIC 12315, Sample P16 X 225, 6) Upper view, EUIC 12316, Sample P16 X 380. **Fig. 16- *Polygnathus* sp.**, Upper view, EUIC12317, Sample P26 X 280. **Figs 9, 17, 18- *Polygnathus delicatulus***, Ulrich & Bassler, 1926, 9) Upper view, EUIC 12318, Sample P25B, X 225, 17) Upper view, EUIC 12319, Sample P25D, X 280, 18) Upper view, EUIC 12320, Sample P27, X 182. **Figs 5, 20- *Polygnathus* sp.**, 5) Upper view, EUIC 12321, Sample P24, X 196, 20) Upper view, EUIC 12322, Sample P30 X 210. **Figs 22, 24-28- *Bispathodus costatus***, E. R. Branson, 1934, 22) Upper view, EUIC 12323, Sample P25, X 187, 24) Upper view, EUIC 12324, Sample P27, X 300, 25) Upper view, EUIC 12325, Sample P27, X 225, 26) Upper view, EUIC 12326, Sample P28, X 300, 27) Upper view, EUIC 12327, Sample P25C, X 230. 28) Upper view, EUIC 12328, Sample P25C, X 175. **Fig. 23- *Bispathodus aculeatus aculeatus***, Rhodes, Austin & Druce, 1969, Upper view, EUIC 12329, Sample P27, X 175.

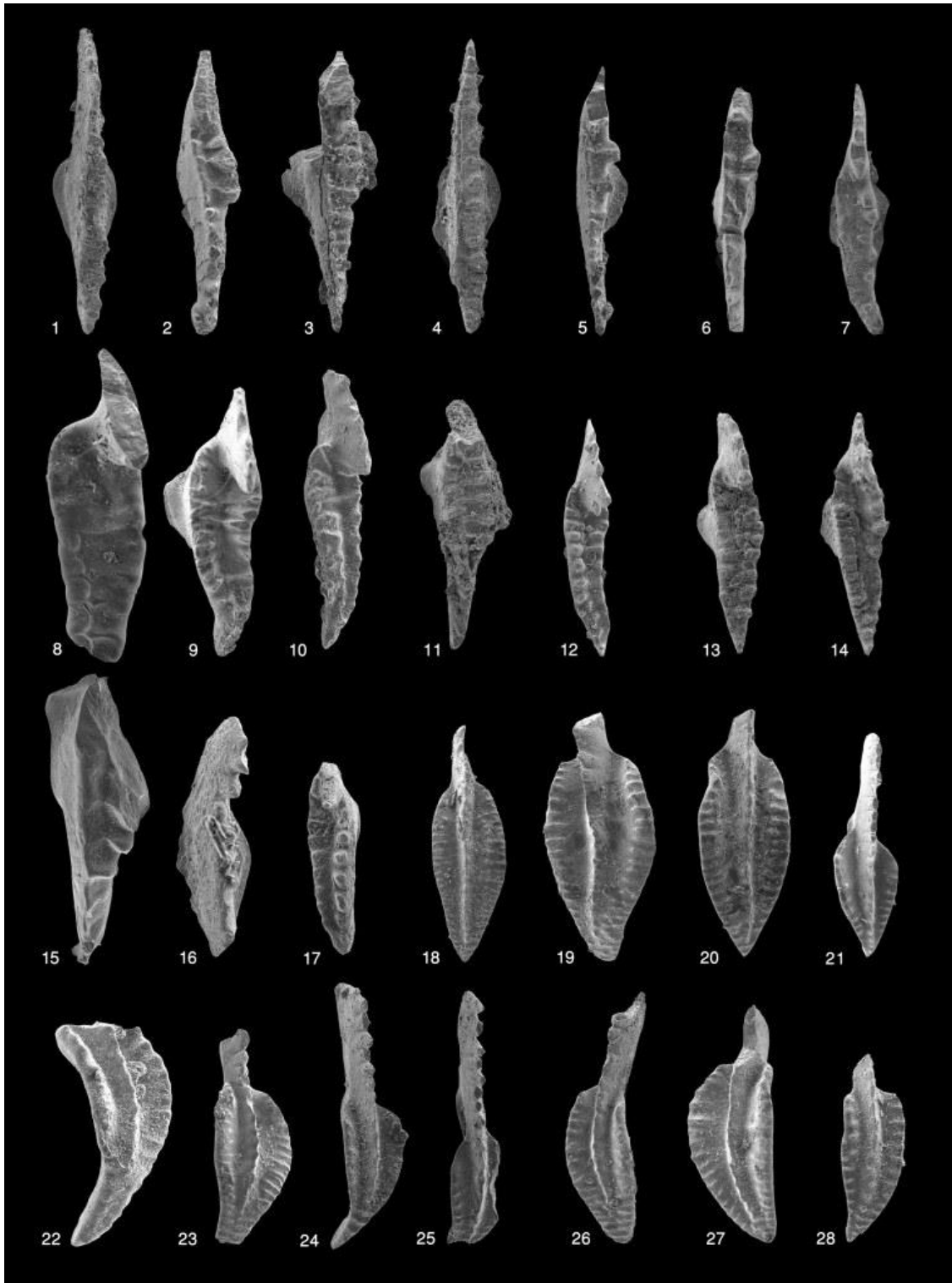
Plate 3



EXPLANATION OF PLATE 4

Fig. 1- *Bispathodus costatus*, E. R. Branson, 1934, Upper view, EUIC 12330, Sample P28, X 186. **Figs 2-6-** *Bispathodus aculeatus aculeatus*, Branson & Mehle, 1934, 2) Upper view, EUIC 12331, Sample P29, X 210, 3) Upper view, EUIC 12332, Sample P29, X 195, 4) Upper view, EUIC 12333, Sample P28, X 164, 5) Upper view, EUIC 12334, Sample P30, X 195, 6) Upper view, EUIC 12335, Sample P31, X 300. **Fig. 15-** *Bispathodus aculeatus plumulus*, Rhodes, Austin & Druce, 1969, Upper view, EUIC 12337, Sample P24, X 258. **Figs 11, 16-** *Bispathodus* sp., 11) Upper view, EUIC 12336, Sample P8, X 220, 16) Upper view, EUIC 12338, Sample P23, X 270. **Figs 7-10, 12-14, 17-** *Scaphignathus velifer velifer*, Helms, 1959, 7) Upper view, EUIC 12339, Sample P28, X 186, 8) Upper view, EUIC 12340, Sample P15, X 225, 9) Upper view, EUIC 12341, Sample P28, X 135, 10) Upper view, EUIC 12342, Sample P20, X 180, 12) Upper view, EUIC 12343, Sample P20, X 195, 13) Upper view, EUIC 12344, Sample P28, X 150, 14) Upper view, EUIC 12345, Sample P28, X 167, 17) Upper view, EUIC 12346, Sample P28, X 330. **Figs 18-20, 22-24, 26-28-** *Polygnathus semicostatus*, Branson & Mehl, 1934, 18) Upper view, EUIC 12347, Sample P25C, X 167, 19) Upper view, EUIC 12348, Sample P27, X 195, 20) Upper view, EUIC 12349, Sample P27, X 195, 22) Oblique view, EUIC 12350, Sample P18, X 243, 23) Upper view, EUIC 12351, Sample P21, X 153, 24) Oblique view, EUIC 12352, Sample P27, X 300, 26) Oblique view, EUIC 12353, Sample P31, X 192, 27) Oblique view, EUIC 12354, Sample P27, X180, 28) Upper view, EUIC 12355, Sample P20, X 260. **Fig. 21-** *Polygnathus delicatulus*, Ulrich & Bassler, 1926, Upper view, EUIC 12356, Sample P25D, X 225. **Fig. 25-** *Polygnathus cf. semicostatus*, Upper view, EUIC 12357, Sample P24, X 300.

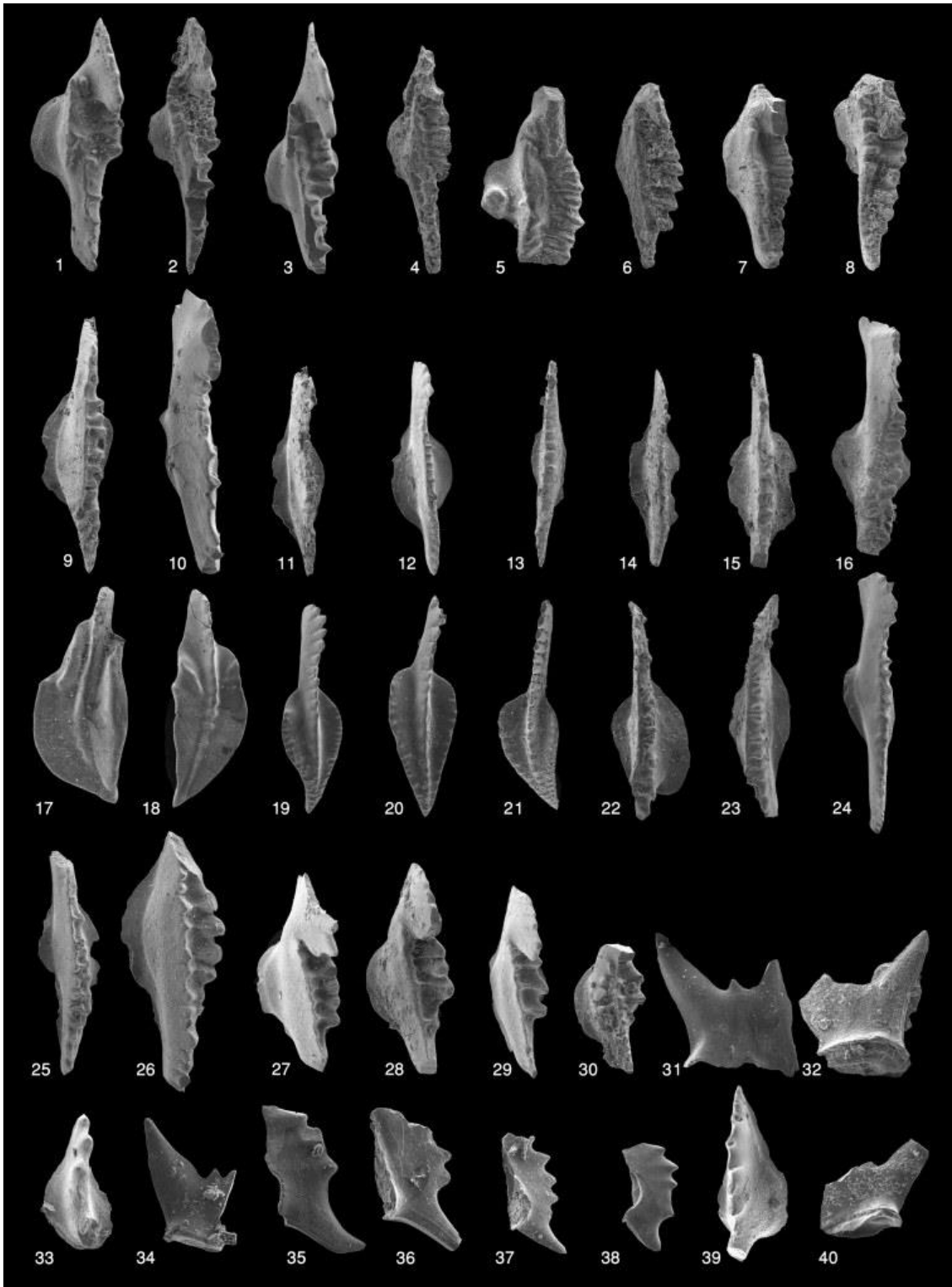
Plate 4



EXPLANATION OF PLATE 5

Figs 1-6, 26-30- *Bispathodus aculeatus plumulus*, Rhodes, Austin & Druce, 1969, 1) Upper view, EUIC 12358, Sample P30, X 140, 2) Upper view, EUIC 12359, Sample P30, X 130, 3) Upper view, EUIC 12360, Sample P32, X 132, 4) Upper view, EUIC 12361, Sample P31, X 156, 6) Upper view, EUIC 12362, Sample P32, X 180, 26) Upper view, EUIC 12363, Sample P32, X 320, 27) Upper view, EUIC 12364, Sample P32, X 156, 28) Upper view, EUIC 12365, Sample P32, X 180, 29) Upper view, EUIC 12366, Sample P32, X 180, 30) Upper view, EUIC 12367, Sample P31, X 130. **Figs 9, 10, 16, 22-24- *Bispathodus aculeatus aculeatus***, Branson & Mehl, 1934, 9) Upper view, EUIC 12368, Sample P27, X 170, 10) Upper view, EUIC 12369, Sample P23, X 180, 16) Upper view, EUIC 12370, Sample P27, X 135, 22) Upper view, EUIC 12371, Sample P27, X 160, 23) Upper view, EUIC 12372, Sample P27, X 173, 24) Upper view, EUIC 12373, Sample P25A, X 130. **Figs 11-15, 25- *Bispathodus costatus***, E.R.Branson, 1934, 11) Upper view, EUIC 12374, Sample P25C, X 170, 12) Upper view, EUIC 12375, Sample P25C, X 160, 13) Upper view, EUIC 12376, Sample P25C, X 160, 14) Upper view, EUIC 12377, Sample P25C, X 195, 15) Upper view, EUIC 12378, Sample P25C, X 155, 25) Upper view, EUIC 12379, Sample P25C, X 195. **Figs 17, 18- *Polygnathus communis collinsoni***, Druce, 1969, 17) Upper view, EUIC 12380, Sample P28, X 150, 18) Upper view, EUIC 12381, Sample P25D, X 195. **Fig. 20- *Polygnathous delicatulus***, Ulrich & Bassler, 1926, 20) Upper view, EUIC 12383, Sample P25 A, X 195. **Figs 19, 21- *Polygnathous semicostatus***, Branson & Mehl, 1934, 19) Upper view, EUIC 12382, Sample P31, X 130, 21) Upper view, EUIC 12384, Sample P32, X 180. **Figs 5, 7, 8- *Scaphignathus velifer velifer***, Capkinoglu, 1959, 5) Upper view, EUIC 12385, Sample P29, X 144, 7) Upper view, EUIC 12386, Sample P28, X 138, 8) Upper view, EUIC 12387, Sample P28, X 156. **Figs 31-40- *Pelekysgnathus inclinatus***, Thomas, 1949, 31) Upper view, EUIC 12388, Sample P7, X 204, 32) Upper view, EUIC 12389, Sample P9/1, X 168, 33) Upper view, EUIC 12396, Sample p 9/1, X 150, 34) Upper view, EUIC 12390, Sample P5, X 200, 35) Upper view, EUIC 12391, Sample P15, X 160, 36) Upper view, EUIC 12392, Sample P15, X 184, 37) Upper view, EUIC 12393, Sample P18, X 153, 38) Upper view, EUIC 12394, Sample P18, X 100, 39) Upper view, EUIC 12397, Sample p18, X 162, 40) Upper view, EUIC 12395, Sample P18, X 162.

Plate 5



Biostratigraphy of Late Devonian deposits (Famennian) of Kuh-e-Kaftar section (northeast Isfahan) based on conodont fauna

Bahrami, A.^{1*}, Yazdi, M.², Parsa-Nejad, H.³

1- Assistant professor, Department of Geology, University of Isfahan, Isfahan, Iran

2- Professor, Department of Geology, University of Isfahan, Isfahan, Iran

3- M.Sc. in Stratigraphy & Paleontology, Department of geology, University of Isfahan, Isfahan, Iran

*E-mail: bahrami_geo@yahoo.com

Introduction

The main Paleozoic sequences of Isfahan Province cropped out in the northern part of Isfahan e.g: Soh and Natanz (Najhaf, Neqeleh, Varcamar, North Tar and west Kesheh section) (Zahedi, 1973; Adhamian, 2003, Ghobadipour *et al.*, 2013; Bahrami *et al.*, 2015); Zefreh, Chahriseh and Dizlu areas (Brice *et al.*, 2006; Gholamalian, 2003; Habibi *et al.*, 2013). Kuh-e-Kaftar section (Chahriseh area) is one of the most complete sequence of Upper Devonian deposits in north Isfahan (central Iran), which have been devoted many papers by different researchers on the fossils content of these deposits (Ghavidel-syooki, 2001; Hamedani, 1996; Brice and Kebriae, 2000; Djafarian, 2000; Mistian and Gholamalian, 2000; Mistian *et al.*, 2000; Yazdi *et al.*, 2000; Turner *et al.*, 2002; Safari and kangazian, 2003; Gholamalian, 2003, 2007; Webster *et al.*, 2007 and Hairapetian *et al.*, 2000). This paper focused on the Famennian deposits of Kuh-e-Kaftar section to establish precise age of the lower and upper boundary of sequence, as well as the lithostratigraphic characteristics.

Materials and Methods

Forty-four samples (3-4 kg each) were collected from Kuh-e-Kaftar section, the samples were processed with conventional acetic/formic acid technique. All collected samples were prolific and yielded more than 1613 conodont elements which helped in erecting the stratigraphic framework of biozonation of the Shishtu I subformation. Although the abundance of conodont elements is scarce, but the acceptable diversity and presence of Zonal index taxa let to establish the age framework of the studied interval. The state of preservation of the conodonts is generally excellent, where many specimens are complete without contamination. The color of conodonts is dark black (C.A.I. 4.5- 5) in total elements of sampled section. All the studied conodont specimens are coded under acronym of EUIC and reposit in the Department of Geology, University of Isfahan, I.R. Iran

Discussion

The studied deposits of Kuh-e-Kaftar section, which is located in southwest of Chah-riseh village 55 km northeast of Isfahan, comprises Famennian deposits equivalent to the Shishtu Formation (Shishtu I subformation). The thickness of the studied and measured profile is about 110 meters, including 4 lithostratigraphic units (limestone, sandy limestone, marly limestone, shale and sandstone levels) including: bivalve, bryozoan, crinoids stems, brachiopod, trilobite, goniatite, conodonts and vertebrate micro-fauna. Alternation of medium bedded limestone and shale can be seen at the basal levels of the section. Basal level overlies on Frasnian stage sediments and underlines with an eroded surface (red clays) can be dated to Permian system. In order to establish the biostratigraphical framework for the Shishtu I subformation, 44 samples were collected systematically and the examined samples contain 1613 conodont elements. Twenty conodont species and subspecies belong to eight genera have been identified as follows: *Bispathodus aculeatus aculeatus*, *Bispathodus aculeatus plumulus*, *Bispathodus costatus*, *Bispathodus stabilis*, *Branmehla bohlenana*, *Icriodus cornutus*, *Icriodus sp.*, *Mehlina strigosa*, *Pandorinellina insita*, *Pelekysgnathus inclinatus*, *Polygnathus delicatulus*, *Polygnathus deplanatus*, *Polygnathus nodocostatus*, *Polygnathus brevilaminus*, *Polygnathus semicostatus*, *Polygnathus sp.*, *Neopolygnathus communis group*, and *Scaphignathus velifer velifer*. The abundance and distribution of conodont elements as well as the sedimentary record suggest marine conditions of an inner shelf environment. The conodonts are related to

the following conodont biozones as: Upper *marginifera*, Uppermost *marginifera* to Upper *trachytera*, Middle *expansa*, and Upper *expansa* zones. In terms of biofacies, the conodonts can be assigned to the icriodid–polygnatid, polygnatid–bispathodid and bispatodid–polygnatid biofacies.

Acknowledgment

This study undertaken at the Department of Geology, Faculty of Science, University of Isfahan. The financial supports by the Vice Chancellor for Research and Technology, University of Isfahan highly appreciated.

Keywords: Shishtu Formation; northeast Isfahan; conodonts; biostratigraphy; Upper Devonian.

References

- Adhamian, A., 2003. Middle Devonian (Givetian) conodont biostratigraphy in the Soh area, north of Esfahan, Iran. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 245, 183–193.
- Bahrami, A., Königshof, P., Boncheva, I., Tabatabaei, M., Yazdi, M., & Safari, Z., 2015. Middle Devonian (Givetian) conodonts from the northern margin of Gondwana (Soh and Natanz regions, north-west Isfahan, Central Iran): biostratigraphy and palaeoenvironmental implications. *Palaeobio Palaeoenv*, 95: 555–577.
- Brice, D., & Kebria-ee, M., 2000. New species of Leiorhynchiidae Rhynchonellid brachiopod from the Frasnian of Chahriseh, Isfahan province, Central Iran. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 8: 61–66.
- Brice, D., Yazdi, M., Torabi, H., & Maleki, M., 2006. Devonian brachiopods from the Zefreh section (Central Iran). *Annales de la Société géologique du Nord T, 13(2ème série)*, 141–155.
- Djafarian, M. A., & Brice, D., 1973. Biostratigraphic des Brachiopods dans le Famennian supérieur de l'aire d'Ispahan (Iran central). *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 276: 2125–2128.
- Djafarian, M.A., 2000. Late Devonian index brachiopoda of northeast Isfahan in correlation with other regions. *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran*, 11: 221–231.
- Ghavidel-syooki, M., 2001. Palynostratigraphy and Paleogeography of the Late Devonian in northeastern Isfahan city, Central Iran. *Proceeding of the IX International Palynology Congress, Houston, Texas.AASP*, 37–51.
- Ghobadipour, M., Popove, L.E., Hosseini, M., Adhamian, A., & Yazdi, M. 2013. Late Devonian (Frasnian) trilobites and brachiopods from Soh area, Central Iran. *Memoire Association Australian Paleontology*, 44: 149–158.
- Gholamalian, H., 2003. Age-implication of Late Devonian Conodonts from the Chahriseh area, northeast of Isfahan, Central Iran. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 24: 201–207.
- Gholamalian, H., 2005. New data on the Famennian conodonts from Esfahan area, central Iran. *Iranian International Journal of Sciences*, 6 (1): 27–45.
- Gholamalian, H., 2007. Conodont biostratigraphy of the Frasnian-Famennian boundary in Isfahan and Tabas areas, Central Iran. *Geological Quarterly*, 51: 453–476.
- Habibi, T., Yazdi, M., Zarepoor, S., & Parvanehnejad Shirazi, M., 2013. Late Devonian Fish micro-remains from Central Iran. *JGeope*, 3 (1): 25–34.
- Hairapetian, V., Yazdi, M., & Long, J.A., 2000. Devonian vertebrate biostratigraphy of central Iran: M. Yazdi, and J. A. Long, 2000, Devonian vertebrate biostratigraphy of Central Iran. *Records of the Western Australian Museum, Supplement*, 58: 241–247.
- Hamedani, A., 1996. Neue Biostratigraphische Daten aus dem Palaeozoikum (Devon-Karbon) von Isfahan, Iran. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*, 309–323.
- Mistian, B., & Gholamalian, H., 2000. Stromatoporoids and some tabulate corals from Chahriseh area (Isfahan province, Central Iran). *Annales de la Société Géologique du Nord*, 8: 81–91.
- Mistian, B., Gholamalian, H., Gourvenec, R., Plusquelc, Y., Bigey, F., Brice, D., Feist, M., Ghobadipour, M., Kebria-ee, M., Milhau, B., Nicollin, J. P., Rihart, J. C., Vachard, D., & Yazdi, M., 2000. Preliminary data on the Upper Devonian (Frasnian -Famennian) and Permian fauna and flora from the Chahriseh area (Esfahan province, Central Iran). *Annales de la Société Géologique du Nord*, 8: 93–102.

- Safari, A., & Kangazian, A., 2003. Microfacies and sedimentary environment of Upper Devonian sedimentary rocks in the Chahriseh area (in Persian with English abstract). *Research Bulletin of Isfahan University (Science)*, 18: 117-144.
- Turner, S., Burrow, C.J., Gholamalian, H., & Yazdi, M., 2002. Late Devonian (Early Frasnian) microvertebrates and Conodonts from the Chahriseh area near Isfahan, Iran. *Memoirs of the Association of Australian Palaeontologist*, 27: 149-159.
- Webster, G.D., Maples, C.G., & Yazdi, M., 2007. Late Devonian and Early Mississippian Echinoderms from central and northern Iran. *Journal of Paleontology*, 81: 1101-1113.
- Yazdi, M., & Turner, S., 2000. Late Devonian and carboniferous vertebrates from the Shishtu and Sardar formations of the Shotori Range, Iran. *Records of the Western Australian Museum, Supplement*, 58: 223-240.
- Yazdi, M., Ghobadipour, M., & Mawson, R., 2000. Late Devonian conodonts from the Chahriseh area, central Iran. *Records of the Western Australian Museum Supplement*, 58: 179-189.
- Zahedi, M., 1973. Étude géologique de la région de Soh (W de l'Iran central). *Geological Survey of Iran, Report*, 27: 1-197.