

## بقایای میکروسکوپی ماهیان دونین پسین - کربنیفر پیشین کرمان

طیبه احمدی<sup>۱</sup>، واجیک هایراپتیان<sup>۲</sup>، حسین غلامعلیان<sup>۳</sup>، محمدرضا وزیری<sup>۴</sup> و محمد داستانبور<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup> استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور، ایران

<sup>۲</sup> استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان، ایران

<sup>۳</sup> دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

<sup>۴</sup> دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

<sup>۵</sup> استاد، گروه زمین‌شناسی، مؤسسه آموزش عالی غیر انتفاعی کرمان، کرمان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۰۵

### چکیده

مطالعه نهشته‌های دونین پسین - کربنیفر پیشین در کرمان به شناسایی بیش از ۱۴ تاکسا از قطعات میکروسکوپی ماهی‌های غضروفی (chondrichthyes) در این منطقه انجامید. فراوانی قطعات به‌ویژه در نهشته‌های فامنین قابل توجه بود. فراوانی قابل توجه protacrodonts و phoebodonts خاص فلات قاره کم‌ژرفا نسبت به انواع ژرف‌زی، بیانگر ژرفای کم محیط رسوبی در زمان فامنین است. مجموعه کندریکتین‌های فامنین برش هوتک با زیای موجود در برش چاهریسه اصفهان قابل مقایسه هستند که نشان از شرایط یکسان محیطی در زمان فامنین در حوضه ایران مرکزی دارد. حضور گونه *Deihim mansureae* در لایه‌های *duplicata zone* نشان می‌دهد که گستره سنی این گونه تا تورنیزین پیشین ادامه می‌یابد.

**کلیدواژه‌ها:** دونین پسین، کربنیفر پیشین، کرمان، ماهیان غضروفی، رخساره زیستی.

\*نویسنده مسئول: طیبه احمدی

Email: t\_ahmadi2005@yahoo.com

### ۱- پیش‌نوشتار

ماهی‌ها از کهن‌ترین مهره‌داران هستند. پیشین‌ترین بقایای آنها متعلق به کامبرین پسین است که نمی‌توان اطلاعات چندانی راجع به شکل عمومی، آناتومی و چگونگی زندگی از آنها به دست آورد. اولین گروه‌های اصلی این موجودات در دوره‌های اردوویسین و سیلورین ظاهر و تقریباً به‌طور کامل حفظ شده است. ماهی‌های غضروفی یا کندریکتین‌ها از جمله گروه‌های ابتدایی این مهره‌دارانند. کهن‌ترین آثار آنها دندان‌هایی شبیه به دندان کوسه‌هاست که از نهشته‌های اردوویسین پسین و سیلورین به دست آمده است؛ ولی اولین سنگواره‌هایی که به یقین به این گروه نسبت داده شده‌اند، به دونین پیشین تعلق دارند. ماهی‌ها در طی دوره‌های دونین پسین و کربنیفر فراوان و متنوع شدند، به‌طوری‌که بقایای ریز و درشت آنها از سنگواره‌های معمول این زمان هستند. با وجود فراوانی کم ماکروفسیل‌های این مهره‌داران، بقایای میکروسکوپی آنها فراوانی و تنوع بالایی در نهشته‌های دونین - کربنیفر دارند؛ به‌طوری‌که دندان‌ها و پولک‌هایشان در بیشتر موارد به خوبی حفظ شده است و به سادگی با انحلال نهشته‌های آهکی در اسید استیک به دست می‌آیند. اولین گزارش از بقایای میکروسکوپی ماهیان دونین ایران توسط Janvier (1977) و Janvier et al. (1981) منتشر شده است. در دهه اخیر نیز مقالات و گزارش‌های بسیاری از این سنگواره‌ها ارائه شده است که از آن جمله می‌توان به Long & Hairapetian (2000), Hampe (2000), Hairapetian & Gholamalalian (1998) و Yazdi & Turner (2000) اشاره کرد. همچنین Hairapetian et al. (2000) تعدادی از بقایای ماهیان دونین ایران مرکزی را معرفی کردند. در سال‌های اخیر نیز مطالعات سیستماتیک و جامعی از بقایای میکروسکوپی ماهی‌های غضروفی دونین پسین از برخی برش‌های ایران مرکزی صورت پذیرفته است که موارد زیر از جمله آنهاست. Ginter et al. (2002) ماهی‌های غضروفی فامنین ایران و شمال غرب آفریقا (شمال گندوانا) را بررسی کردند و ضمن معرفی ۴ تاکسای جدید روند تکامل آنها را مورد بحث قرار دادند. Hairapetian et al. (2008) و Hairapetian & Ginter (2009) بقایای میکروسکوپی ماهی‌های غضروفی دونین پسین (به ترتیب فرازین پیشین و فامنین) برش چاهریسه (شمال خاور اصفهان) را مطالعه و چندین تاکسای جدید

معرفی کردند. Hairapetian & Ginter (2010) چندین تاکسای جدید از ماهی‌های غضروفی پلاژیک دونین پسین (فرازین پسین - فامنین) برش کال سردر (شرق طیس) معرفی کردند. Habibi et al. (2013) هم بقایای ماهیان دونین پسین برش باقرآباد (اصفهان) را مطالعه کرده‌اند. اگر چه مطالعات محدودی از این مهره‌داران از برخی نواحی ایران مرکزی وجود دارد ولی با وجود گسترش خوب نهشته‌های دونین - کربنیفر در استان کرمان تاکنون مطالعه سیستماتیک از این سنگواره‌ها در این ناحیه انجام نپذیرفته است؛ بنابراین چنین مطالعه‌ای ضروری به نظر می‌رسد. در این مقاله دو برش چینه‌شناسی از نهشته‌های دونین پسین - کربنیفر پیشین کرمان انتخاب و به‌طور سیستماتیک برای مطالعه قطعات ماهیان به‌ویژه بقایای میکروسکوپی، نمونه‌برداری شده است.

### ۲- روش مطالعه

برای مطالعه کنودنت‌ها و بقایای میکروسکوپی مهره‌داران، ۸۲ نمونه سنگی به‌طور سیستماتیک از برش‌های مورد نظر برداشت و به منظور انحلال و آزادسازی سنگواره‌ها، درون اسید استیک ۱۰ درصد قرار داده شد. پس از اسیدشویی بخشی از رسوب که روی الک با منافذ ۰/۱۷۷ میلی‌متر باقی مانده بود، با استفاده از میکروسکوپ مورد بررسی قرار گرفت و بقایای میکروسکوپی مهره‌داران توسط قلم موی ظریف و مرطوب جدا و عناصر به دست آمده به درون سلول‌های مخصوص انتقال داده شد. برای عکس‌برداری SEM، تعدادی از عناصر خوب حفظ شده به‌طور منظم روی پایه مخصوص (Stub) که سطح آن با چسب کربن رسانا پوشیده شده بود، چیده و از نماهای مختلف آنها عکس‌برداری شد. به‌طور کلی بیشتر نمونه‌های به دست آمده سالم و دارای حفظ‌شدگی خوبی بودند. عکس‌برداری از نمونه‌ها در موزه تاریخ طبیعی ولز انجام شده است و نمونه‌ها در دانشگاه پیام نور مرکز رفسنجان نگهداری می‌شوند.

### ۳- چینه‌نگاری منطقه

ناحیه مورد مطالعه در جنوب خاوری ایران مرکزی و در محدوده نقشه‌های ۱/۱۰۰۰۰۰

نازک لایه قهوه‌ای رنگ تشکیل می‌دهند که سنی معادل زیست‌زون‌های کنودونتی Upper part of Upper *duplicata*-Lower *crenulata* zones و *Protacrodus* spp. *Protacrodus serra* *anchoralis-latus* zone دارند. ریزقطعات *Protacrodus* spp. و *Moythomasia* sp. از این لایه‌ها به دست آمد.

#### ۴-۲. برش چینه‌شناسی حور

این برش در ۷۵ کیلومتری شمال کرمان و در نزدیکی روستای حور در ارتفاعات کوه کانسو و در یال شمالی ناودیس هجدک قرار دارد. رشته‌کوه یاد شده با طول تقریبی ۱۵ کیلومتر دارای راستای شمالی- جنوبی است که برش مورد مطالعه در نزدیکی انتهای شمالی آن قرار دارد (شکل ۱). قاعده مقطع در این برش توسط سازند پادها مشخص می‌شود که در رأس آن یک لایه ماسه‌سنگ کوارتزیتی سبتر لایه سفید رنگ دیده می‌شود (شکل ۴- الف). ماسه‌سنگ‌های کوارتز آرنایتی یاد شده توسط واحدهای معادل سازند بهرام پوشیده می‌شوند. این واحدها به‌طور چیره از آهک‌های سنگواره‌دار، آهک‌های ماسه‌ای همراه با میان‌لایه‌هایی از شیل‌های تیره رنگ و دولومیت تشکیل شده‌اند که در مجموع سبترایی حدود ۲۸۰ متر دارند. ۴۸ نمونه سنگی از این لایه‌ها برداشت شد که ۶ نمونه از لایه‌های یک سوم پایانی برش، دارای خرده‌های مهره‌داران بودند. زیای کنودونتی به دست آمده از این برش سن فرازین پسین را برای آن تعیین می‌کند. سازند بهرام در این برش شامل ۳ زیست‌زون کنودونتی است و زیست‌رخساره کنودونتی *icriodid-polygnathid* در این برش گویای تشکیل لایه‌ها در محیطی کم‌ژرفاست (Ahmadi et al., 2012). زیست‌زون‌های کنودونتی شماره ۱ و ۲ (*Older than Lower rhenana* Zone and *Lower rhenana* Zone) بدون ریزخرده‌های مهره‌داران هستند، ولی در نهشته‌های بالایی برش که زیست‌زون کنودونتی شماره ۳ (*Upper rhenana* to *linguiformis* zones) را در بر می‌گیرد، قطعات میکروسکوپی و ماکروسکوپی سنگواره مهره‌داران دیده می‌شود. از این لایه‌ها ۱۹ قطعه از ریزخرده‌های *chondrichthyan* (جدول ۱) و قطعات ماهی *Dipnoan* به دست آمد.

#### ۵- سیستماتیک فسیل‌های مورد مطالعه

به‌طور کلی نمونه‌های به دست آمده در این پژوهش شامل دندان ماهیان *actinopterygii* و *chondrichthyan* *sarcopterygii* است که از میان آنها ماهی‌های غضروفی (*chondrichthyan*) بیش از ۹۰ درصد را به خود اختصاص می‌دهند و انواع دیگر انگشت‌شمار هستند. برای توصیف سیستماتیک نمونه‌های موجود از اصطلاحات شکل‌شناسی استاندارد (Ginter et al., 2010) استفاده شده است.

Class Chondrichthyes Huxley, 1880

Subclass Elasmobranchii Bonaparte, 1838

Order Phoebobodontiformes Ginter, Hairapetian and Klug, 2002

Family Phoebobodontidae Williams in Zangerl, 1981

Genus *Phoebodus* St. John and Worthen, 1875

Type species: *Phoebodus sophiae* St. John and Worthen, 1875

*Phoebodus gothicus gothicus* Ginter, 1990

(Plate 2, Figs A-D, F, H)

– ویژگی‌های عمومی: دو مورفوتایپ از این گونه در برش هوتک وجود دارد. نوع اول دارای طول متوسط بوده و در نمای جلویی (*lingual*) به سوی قاعده باریک شده است؛ به‌طوری‌که قاعده آن در انتها به‌صورت یک نوک تیز است. این مورفوتایپ مشابه انواعی است که (Ginter (1990) از لهستان گزارش کرده است. در مورفوتایپ نوع دوم در نمای روپرو، نیمه انتهایی قاعده عریض‌تر از نیمه نزدیک تاج است. حاشیه جلویی ممکن است تیز تا گرد و یا تقریباً مستقیم باشد. بنابراین شکل قاعده ممکن است شبیه گلابی و یا یک دوزنقه با زوایای گرد باشد. مورفوتایپ اول بیشتر

زرد و حرجند (وحدتی دانشمند و همکاران، ۱۳۷۴؛ سهندی و حاج‌ملاعلی، ۱۳۷۱) جای گرفته است. واحدهای سنگ‌چینه‌ای پرکامبرین پسین تا ژوراسیک با چندین نبود رسوبی در منطقه رخنمون دارند. نهشته‌های رسوبی- آتشفشانی سری دسو کهن‌ترین واحد چینه‌ای منطقه هستند که از مخلوط به‌هم‌ریخته‌ای از گچ، شیل‌های سیلتی رنگارنگ، دولومیت، آهک، ماسه‌سنگ و سنگ‌های آتشفشانی با سن پرکامبرین پسین؟- کامبرین پیشین تشکیل شده‌اند. این نهشته‌ها در ناحیه هوتک توسط واحد تفکیک نشده‌ای از رسوبات سیلورین- دونین پوشیده می‌شوند که معادل دو سازند نیور و پادهاست (وحدتی دانشمند و همکاران، ۱۳۷۴). ولی در منطقه حور سازندهای زاگون و لالون به سن کامبرین پیشین و میانی و سازند کوهبنان به سن کامبرین پسین روی این سری‌ها قرار دارند و واحدهای چهره‌ساز معادل سازند پادها به سن دونین پیشین با ناپوستگی سازند کوهبنان را می‌پوشانند. تنها در شمال باختر منطقه سنگ‌های متوسط تا باریک متعلق به سیلورین روی سازند کوهبنان قرار دارند. واحد بعدی که روی سازند پادها را می‌پوشاند، سازند بهرام است؛ سن شروع و پایان این سازند در برش‌های مورد مطالعه یکسان نیست. سازند بهرام در منطقه هوتک به سن فرازین میانی- فامنین است و با رسوبات کربنیفر پوشیده می‌شود؛ در حالی که در منطقه حور، این سازند به سن فرازین پسین است و با ناپوستگی توسط دولومیت‌های پرمین (معادل سازند جمال) پوشیده می‌شود. نبود رسوبات فامنین- تورنیزین در برش حور و برش‌های دیگر در نواحی شمالی‌تر کرمان مانند سراشک (Bahrani et al., 2014) می‌تواند ناشی از عملکرد فاز خشکی‌زایی (معادل هرسی‌نین) باشد. توالی‌های پرمین (معادل سازند جمال) و جوان‌تر از آن (سازندهای بادامو، هجدک و بیدو) در هر دو منطقه مورد مطالعه گسترش دارند و شبیه به یکدیگر هستند.

#### ۴-۲. برش‌های مورد مطالعه

##### ۴-۱. برش چینه‌شناسی هوتک

این برش در خاور روستای هوتک در ۳۵ کیلومتری شمال کرمان، در حاشیه جاده کرمان- راور و در فاصله چند صد متری از روستای هوتک و در یال باختری کوه خواجه قرار گرفته (شکل ۱) و شامل سکناس کاملی از نهشته‌های دونین پیشین تا کربنیفر پیشین (واحدهای معادل سازندهای پادها، بهرام و هوتک) است (شکل ۲). در این پژوهش، بقایای میکروسکوپی ماهیان نهشته‌های فامنین- تورنیزین این برش مورد بررسی قرار گرفته و از کنودونت‌ها نیز برای تأیید و تعیین سن دقیق افق‌های برداشت شده و بوم‌شناسی محیط کمک گرفته شده است.

سبترای نهشته‌های فامنین- تورنیزین برش هوتک ۲۵۶ متر است. ۳۴ نمونه سنگی از این واحدها برداشت شد که ۱۰ نمونه دارای شمار قابل توجه و متنوعی از ریزبقایای مهره‌داران بود (شکل ۳ و جدول ۱). این قطعات در نهشته‌های فامنین از آهک‌های سنگواره‌داری که مجموعه کنودونتی آن زیست‌زون‌های *Middle crepida* - *Lower rhomboidea* zones را نشان می‌دهد، به دست آمد. این لایه‌ها سرشار از *chondrichthyan* هستند؛ به‌طوری‌که از ۹ نمونه برداشت شده از این بخش، ۷ نمونه (A7, A9, A11, A12, A13, A14, A15) دارای این سنگواره‌ها هستند و بیش از ۲۰۰ قطعه قابل شناسایی از آنها به دست آمد (جدول ۱). در لایه‌های تورنیزین از فراوانی و تنوع ریزقطعات ماهیان کاسته می‌شود. بخش زیرین این نهشته‌ها از تناوبی از شیل‌های تیره‌رنگ و لایه‌های آهک خاکستری تشکیل شده است که در بخش انتهایی سرشار از قطعات لاله‌وشان هستند. زیای کنودونتی موجود در این لایه‌ها زیست‌زون *duplicata* Zone را نشان می‌دهد. نمونه A28 که از آهک‌های دارای لاله‌وشان برداشته شد، تنها نمونه دارای کندریکتین بود که ریزقطعات *Protacrodus* spp. و *Deihim mansureae*, *Thrinacodus ferox* آخرین نهشته‌های کربنیفر پیشین را آهک‌های ماسه‌ای خاکستری و آهک‌های

و نازک تر از دندان میانی هستند و مقطع عرضی آنها گرد و به سوی جلو خمیده است. همه دندان‌ها توسط کارینای افقی به هم متصل شده‌اند. قاعده آن عدسی یا نیمه‌عدسی و در سمت جلو دارای یک دکمه بیضوی است که کشیدگی آن از مرکز به سوی جوانب است و در سمت پشت نیز یک برآمدگی مستقیم با عرض بیش از قاعده دندان میانی وجود دارد.

– **گستره سنی:** فرازین پسین تا فامنین میانی.

– **تعداد:** ۴۶ نمونه از برش هوتک.

Genus *Arduodens* Hairapetian and Ginter, 2009

Type species: *Arduodens flammeus* Hairapetian and Ginter, 2009

cf. *Arduodens flammeus* Hairapetian and Ginter, 2009

(Plate 4, Figs D-E)

– **ویژگی‌های عمومی:** دو نمونه از این گونه به دست آمد. در نمونه اول تاج نامتقارن، از چهار دندان جانبی باریک و خمیده شامل یک دندان بلند مرکزی، ۲ دندان جانبی و یک دندانک میانی تشکیل شده است. بزرگ‌ترین و طولی‌ترین دندان در بخش مرکزی است و دندان جانبی بزرگ‌تر به همراه دندانک میانی در یک سو و دندان جانبی کوچک‌تر به تنهایی در سوی دیگر قرار دارند. دندان‌ها و دندانک میانی همه با تعدادی خطوط نیمه‌موازی تزیین شده‌اند که در سمت پشتی دندان مشخص‌ترند. نمونه دوم دارای تاج نامتقارن با پنج دندان است. دندان‌ها و دندانک‌ها به نسبت سبتر هستند و در مقطع عرضی گردند. بزرگ‌ترین دندان در حاشیه، دندان بزرگ‌تر بعدی و دو دندانک میانی در یک سو و دندان کوچک‌تر جانبی در سوی دیگر قرار دارند. قاعده دندان عدسی‌شکل و بدون دکمه بوده و توسط حفرات متعدد منفذدار شده است.

– **گستره سنی:** این گونه در برش هوتک همراه با کنودونت‌های شاخص محدوده *Middle crepida* – *Lower rhomboidea* zones دیده شده است.

– **تعداد:** ۲ دندان از برش هوتک.

Cohort *Euselachii* Hay, 1902

Order indet.

Superfamily Protacrodontoidea Zangerl, 1981

Family Protacrodontidae Cappetta, Duffin and Zidek, 1993

Genus *Protacrodus* Jaekel, 1925

Type species: *Protacrodus vetustus* Jaekel, 1921

*Protacrodus serra* Ginter, Hairapetian and Klug, 2002

(Plate 3, Fig. G)

– **ویژگی‌های عمومی:** این گونه دارای تاج نامتقارن و پنج دندان در تاج است. دندان اصلی بزرگ‌تر و مشخص است. دو دندان جانبی در هر سوی دندان اصلی وجود دارند. قاعده در نمای جلویی کوتاه و کم‌وسعت است و به‌صورت یک نوار باریک در امتداد تاج ظاهر می‌شود. سطح قاعده توسط سوراخ‌هایی منفذدار شده است.

– **گستره سنی:** فامنین پسین (شمال گندوانا و جنوب لوراسیا) و تورنژین (Ginter & Sun, 2007).

– **تعداد:** یک نمونه از برش هوتک.

*Protacrodus* spp.

(Plate 3, Figs A-F)

– **توصیف:** تاج در همه نمونه‌های این دندان دارای یک دندان مرکزی هرمی‌شکل و ۳ تا ۴ دندان جانبی است که به یکدیگر فشرده شده است. ارتفاع دندان‌های جانبی یا به تدریج به سوی دو انتهای دندان کم می‌شود (Pl. 3, Figs B & D). یا هر جفت دندان‌های جانبی دوم و سوم بزرگ‌تر از بقیه هستند (Pl. 3, Fig. E). اندازه قاعده متغیر است و از نمونه‌هایی با قاعده کاملاً توسعه یافته در بخش جلویی تا نمونه‌هایی

(نه همیشه) اندازه بزرگی دارد و مورفوتایپ دوم نمونه‌های کوچک را شامل می‌شود.

– **گستره سنی:** از زیست‌زون *crepida* تا *Early/Middle praesulcata* zones (Ginter et al., 2002; Hairapetian & Ginter, 2009).

– **تعداد:** ۵۵ نمونه از فامنین پیشین و میانی برش هوتک.

*Phoebodus* aff. *turnerae* Ginter and Ivanov, 1992

(Plate 2, Figs E, G)

– **ویژگی‌های عمومی:** نمونه‌های مربوط به این گونه مشابه انواع گزارش شده از میغان (Ginter et al., 2002) است که در نمونه‌های برش میغان قاعده دندان *Ph. aff. turnerae* به‌صورت پنج‌وجهی است که به سوی جلو باریک شده و با زاویه تند به انتهای جلویی می‌رسد. نسبت طول به عرض قاعده تقریباً ۱:۱ است. این نمونه دارای یک دکمه تخم مرغی شکل است که طولی‌شدگی آن به سوی حواشی است و در مرکز و یا نزدیک به انتهای جلویی قرار دارد.

– **گستره سنی:** این نمونه از زیست‌زون‌های *Middle crepida*-*Lower rhomboidea* برش هوتک به دست آمد.

– **تعداد:** ۳ نمونه از برش هوتک.

Genus *Thrinacodus* St. John & Worthen, 1875

Type species: *Thrinacodus nanus* St. John and Worthen, 1875

*Thrinacodus tranquillus* Ginter, 2000

(Plate 2, Figs I, M)

– **توصیف:** نمونه‌های این گونه دارای تاج متقارن هستند که در امتداد افق روی قاعده‌ای طولی پیچ خورده است. تاج شامل سه دندان (Cusp) تقریباً مساوی است که به‌صورت جدا از یکدیگر قرار گرفته‌اند. قاعده به‌طور معمول طولی و در یک سو کوتاه شده است. یک حفره در بخش جلویی قاعده وجود دارد. در قاعده یکی از دندان‌ها (Plate 2, Fig M) یک دکمه گرد خیلی کوچک وجود دارد که توسط دو منفذ در بر گرفته شده است.

– **گستره سنی:** از *rhomboidea*-*Late marginifera* zones تا *rhomboidea*-*Late marginifera* zones (Ginter & Ivanov, 2000; Late *trachytera* - *Early/Middle praesulcata* zones (Hairapetian & Ginter, 2009).

– **تعداد:** ۳ نمونه از برش هوتک.

*Thrinacodus ferox* Turner, 1982

(Plate 2, Figs J, K, L, N)

– **توصیف:** این گونه دارای سه دندان قلاب مانند است که روی یک قاعده طولی قرار دارند. اندازه دندان‌ها متفاوت است و به شدت خمیده‌اند. یکی از دندان‌های جانبی بزرگ‌ترین و دیگری کوچک‌ترین دندان است. یک حفره نیز در نیمه قاعده در کنار بزرگ‌ترین دندان وجود دارد.

– **گستره سنی:** فامنین پسین تا تورنژین.

– **تعداد:** ۵ نمونه از برش هوتک.

Order Ctenacanthiformes Glikman, 1964

Family Ctenacanthidae Dean, 1909

Genus *Cladodoides* Maisey, 2001

Type species: *Cladodus wildungensis* Jaekel, 1921

*Cladodoides wildungensis* Jaekel, 1921

(Plate 4, Figs A-C)

– **ویژگی‌های عمومی:** عرض قاعده معمولاً کمتر از ۱ میلی‌متر است. تاج شامل ۵ دندان (Cusp) است که دندان میانی بزرگ‌تر از بقیه و در مقطع عرضی بیضوی است. سطح جلو و عقب دندان میانی با تعدادی خطوط درشت تقریباً موازی که تعدادشان به سوی رأس دندان زیاد می‌شود، تزیین شده است. دندان‌های اصلی جانبی کوتاه‌تر

متصل شده‌اند. یک شیار مشخص نیز در حد فاصل میان تاج و قاعده کشیده شده است.  
**گستره سنی:** این نمونه اولین بار از نهشته‌های کربنیفر گزارش شده (Zangerl, 1981) ولی Long & Hairapetian (2000) آن را از نهشته‌های فامنین میانی (*expansa Zone*) برش دالمه گزارش کرده است. در این پژوهش این گونه از نهشته‌های *Middle crepida* - *Lower rhomboidea zones* برش هوتک به دست آمد.  
**تعداد:** یک نمونه از برش هوتک.

Chondrichthyan scales

(Plate 5, Figs J-K)

**ویژگی‌های عمومی:** قطعات نوع *ctenacanth* (Reif, 1978) قاعده بیضوی یا نامنظم با سطح زیرین صاف یا مقعر دارند (Fig. J). تاج آنها از دندان‌های موازی یا نیمه‌موازی با الگوی نامنظم تشکیل شده است. قطعات از نوع *protacrodont* (Fig. K) دارای تاجی پهن هستند که از چندین دندان به هم متصل تشکیل شده‌اند. تاج به سوی جلو گسترش یافته و قاعده لوزی شکل است.

**گستره سنی:** نمونه‌ها از نهشته‌های فامنین پیشین برش هوتک و فرازین پسین برش حور به دست آمدند.

**تعداد:** ۳ نمونه از برش‌های هوتک (۱) و حور (۲).

Order Ctenacanthiformes Glikman, 1964

Ctenacanthiformes gen. et sp. indet.

(Plate 5, Fig. E)

**ویژگی‌های عمومی:** این دندان دارای تاج متقارن با سه دندان در تاج است. دندان مرکزی از دندان‌های جانبی خیلی بزرگ تر است. دندان اصلی تخم مرغی شکل است و دندان‌های جانبی در مقطع عرضی گردند. دندان‌ها با برجستگی‌های نیمه‌موازی تزیین شده‌اند که تعدادشان در نوک فراوان تر است. قاعده در جلو گستردگی کمی دارد و خیلی کوتاه است؛ به طوری که به صورت یک نوار باریک در طول تاج ظاهر می‌شود. قاعده توسط چندین منفذ، حفره دار شده است.

**گستره سنی:** این نمونه‌ها در برش هوتک همراه با کندونت‌های شاخص *Middle crepida* - *Lower rhomboidea zones* به دست آمد.

**تعداد:** ۳ نمونه از برش هوتک.

Elasmobranchii gen. et sp. indet.

(Plate 5, Figs A-D)

**توصیف و ویژگی‌ها:** تاج در این نمونه‌ها دارای ۴ دندان شامل یک دندان مرکزی بلند، یک جفت دندان‌های جانبی و یک دندانک است. همه دندان‌ها و دندانک دارای مقطع عرضی گرد هستند. قاعده در جلو توسعه یافته و شکل کلی آن دوزنقه‌ای است و در روی آن یک دکه بیضوی شکل واضح و مشخص است. دکه در برخی نمونه‌ها توسط چندین منفذ در بر گرفته شده است. تنها در یک نمونه (Fig. B) دندانک میانی و دکه وجود ندارد و در قاعده آن منافذ بزرگ دیده می‌شود.

**گستره سنی:** نمونه‌ها از لایه‌های فرازین پسین (*Upper rhenana-linguiformis zones*) برش حور و فامنین پیشین تا ابتدای فامنین میانی (*Middle crepida* - *Lower rhomboidea zones*) برش هوتک به دست آمدند.

**تعداد:** ۵ نمونه از برش هوتک و ۵ نمونه از برش حور.

Infraclass Osteodonti

Superorder Ctenacanthoidei Moy-Thomas, 1939

Family Ctenacanthidae Dean, 1909

Genus Ctenacanthus Agassiz, 1935

Type Species: Ctenacanthus major Agassiz, 1935

Ctenacanthus sp.

(Plate 5, Figs F-G)

با قاعده کوتاه تغییر می‌کند. قاعده دارای تعدادی منفذ است که در چندین ردیف افقی منظم شده‌اند. در برخی نمونه‌ها نیز یک شیار مانند آنچه که در گونه *Deihim mansureae* دیده می‌شود، در مرز تاج و قاعده دیده شد که به سوی دو انتهای دندان کشیده شده است.

**تعداد:** ۳۳ نمونه از برش‌های هوتک (۳۱ عدد) و حور (۲ عدد).

Genus *Deihim* Ginter, Hairapetian and Klug, 2002

Type species: *Deihim mansureae* Ginter, Hairapetian and Klug, 2002

*Deihim mansureae* Ginter, Hairapetian and Klug, 2002

(Plate 1, Figs A-K)

**ویژگی‌های عمومی:** چهار مورفوتایپ از این گونه معرفی شده است (Ginter et al., 2002). نمونه‌های به دست آمده از مناطق مورد مطالعه هر ۴ نوع مورفوتایپ را در بر می‌گیرد. نمونه‌های مربوط به مورفوتایپ اول (Pl. 1, Fig. H) دارای قاعده‌ای باریک، تاجی با قوس زیاد با یک دندان مرتفع مرکزی و دو دندان جانبی در هر سو هستند. نمونه‌های متعلق به مورفوتایپ دوم (Plate 1, Figs B, C, E, F)، دارای قاعده‌ای طویل تر و کشیده تر از مرکز به دو سمت و سه جفت دندان جانبی هستند. در مورفوتایپ نوع سوم (Plate 1, Fig. A) دندان مرکزی، اندازه یکسانی با دندان‌های جانبی دارد و نمی‌توان آن را از دیگر دندان‌ها متمایز کرد. تنها یک دندان (Plate 1, Fig. K) منطبق با مورفوتایپ نوع چهارم به دست آمد که دارای ۳ دندان است.

**گستره سنی:** در ایران از فرازین پسین تا تورترین پیشین.

**تعداد:** ۶۰ نمونه از برش‌های هوتک (۵۵ عدد) و حور (۵ عدد).

Superfamily Hybodontoidae Zangerl, 1981

Family Polyacrodontidae Glikman, 1964

Genus *Roongodus* Hairapetian & Ginter, 2009

Type species: *Roongodus phijani*, Hairapetian & Ginter, 2009

*Roongodus phijani*, Hairapetian & Ginter, 2009

(Plate 4, Figs F-G)

**توصیف:** این گونه دارای یک دندان مشخص مرکزی و دو دندان جانبی متمایل به پایین به هم فشرده است. دو دندان جانبی به طور کامل به هم متصل هستند و یکی شده‌اند. در جلوی دندان مرکزی، یک برآمدگی میانی از آن به وجود آمده که دندان مرکزی را به بخش بالای قاعده وصل می‌کند. نمای جلویی تاج (شامل برآمدگی) دارای تعداد کمی خطوط برجسته درشت است که در سوی پشتی از تعداد آنها کاسته (Plate 4, Fig. G) و یا به طور کامل صاف می‌شود (Plate 4, Fig. F) که می‌تواند به دلیل سایش باشد. نمونه‌های به دست آمده در این پژوهش مشابه با نمونه اصلی گزارش شده از برش چاهریسه اصفهان (Hairapetian & Ginter, 2009) است.

**گستره سنی:** فامنین، *rhomboidea* - *Late marginifera zones* (Hairapetian & Ginter, 2009).

**تعداد:** ۵ نمونه از برش هوتک.

Order Orodontiformes Zangerl, 1981

Family Orodontidae De Koninck, 1878

Genus *Orodus* Agassiz, 1838

Type Species: *Orodus cinctus* Agassiz, 1838

*Orodus* sp.

(Plate 4, Fig. H)

**ویژگی‌های عمومی:** تنها یک نمونه شکسته و ناقص از این دندان در برش هوتک به دست آمد. قاعده تا حدودی قائم و منفذدار است. هر دو سوی تاج توسط برجستگی‌های نیمه‌موازی مشخص مزین شده است که برخی از آنها از دو سو به هم



محیط‌های ژرف و نوع دوم فلات قاره کم‌ژرفاست (Hairapetian & Ginter, 2009). در برش هوتک گونه‌های نوع دوم چیره هستند که تأییدی بر ژرفای کم محیط رسوبی است. این مسئله با رخساره کنودونتی فامنین پیشین تا میانی برش هوتک (icriodid-polygnathid) نیز تأیید می‌شود. فراوانی قابل توجه protacrodonts و phoebodonts و همچنین cladodonts و نیز تنوع جنسی، ترکیب گونه‌ای، محدوده سنی و تا حدی فراوانی نسبی قطعات ماهی‌های غضروفی (chondrichthyan) برش هوتک مشابه با فامنین پیشین و میانی برش چاهریسه اصفهان (Hairapetian & Ginter, 2009) است. در حقیقت برش هوتک از دید زیای مهره‌داران از بسیاری جهات با برش چاهریسه قابل مقایسه است. در لایه‌های فرازین هر دو برش گونه‌ای از ماهیان Turiniid به نام *Turinia hutkensis* گزارش شده است (Bleick & Goujet, 1978; Turner et al., 2002). در لایه‌های فامنین پیشین تا ابتدای فامنین میانی هر دو برش مجموعه غنی و متنوعی از میکروفسیل‌های دندان ماهی‌های غضروفی وجود دارد که چنین مجموعه متنوع جنسی در ایران مرکزی کم‌نظیر است. رسوبات فامنین پسین در برش هوتک بیشتر شامل نهشته‌های سیلیسی و تخریبی و بدون هر گونه سنگواره کنودونت و ماهی است و نشان می‌دهد که محیط رسوبی بسیار کم‌ژرفا شده و سبب رسوب‌گذاری نهشته‌های تخریبی شده است؛ در حالی که در ناحیه چاهریسه همچنان محیط دریایی کم‌ژرفا حاکم بوده است.

فراوانی دندان‌های به دست آمده از لایه‌های کربنیفر پیشین برش هوتک بسیار کم است ( $< 8$  teeth per sample) و تجزیه و تحلیل آماری برای تشخیص محیط دیرینه امکان پذیر نیست. هر چند که زیای کنودونتی در این لایه‌ها نشان از ژرف تر شدن محیط رسوبی در تورنیزین پسین دارد.

در برش حور نیز قطعات مهره‌داران برای بررسی آماری بسیار کم است، اما با توجه به اینکه هیچ نمونه phoebodont در این برش دیده نشد و تنها نمونه‌های موجود متعلق به protacrodonts و cladodonts بودند، محیط از نوع فلات قاره کم‌ژرفا تشخیص داده شد. این مسئله بر پایه وجود رخساره کنودونتی icriodid-polygnathid (Ahmadi et al., 2012) موجود در این برش نیز مورد تأیید است.

#### ۷- نتیجه‌گیری

مجموعه‌های فراوان و متنوع از بقایای میکروسکوپی ماهی‌های غضروفی از توالی سازندهای بهرام و هوتک در شمال کرمان برای اولین بار شناسایی و گزارش شد. بیشترین فراوانی و تنوع قطعات به دست آمده به نهشته‌های فامنین برش هوتک اختصاص داشت که امکان تجزیه و تحلیل آماری بر پایه آنها میسر بود. بر پایه بررسی‌های انجام شده، قطعات ریز شناسایی شده به ترتیب فراوانی شامل ۳ گروه protacrodontids (44%)، phoebodontids (27%) و cladodontids (22%) است. فراوانی protacrodonts محیطی کم‌ژرفا را نشان می‌دهد؛ در حالی که phoebodontids بیشتر محیط‌های ژرف را ترجیح می‌دهند. نسبت بالای این قطعات به همراه protacrodonts تشخیص محیط دیرینه را مشکل می‌سازد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در برش هوتک بیش از ۸۰ درصد phoebodonts به گونه *Phoebodus gothicus gothicus* اختصاص دارد که یکی از ۲ شکل ریخت‌شناختی آن به محیط کم‌ژرفا اختصاص دارد و در نمونه‌های مورد مطالعه نیز فراوان تر است. بنابراین شرایط کم‌ژرفای محیطی اثبات می‌شود. فراوانی cladodonts به همراه ۲ گروه دیگر شرایط زیستی خاصی را نشان نمی‌دهد. اگر چه تعداد قطعات به دست آمده از نهشته‌های فرازین و تورنیزین برای بررسی‌های آماری به اندازه کافی نیست ولی جنس و گونه‌های به دست آمده و سنگواره‌های همراه آنها تشخیص محیط دیرینه را تا حدی ممکن می‌سازد.

— **ویژگی‌های عمومی:** یکی از نمونه‌های این گونه (Fig. G) تاجی سه دندانه دارد که دندان مرکزی آن بزرگ و مشخص است. همه دندانه‌ها با تعدادی برجستگی درشت تزئین شده‌اند. یک دکمه بیضوی نیز تقریباً در مرکز قرار دارد. قاعده کروی شکل بوده و با تعدادی سوراخ منفذدار شده است. نمونه دوم (Fig. F) دارای تاجی با سه دندانه کوچک است. دندان مرکزی کمی بزرگ تر از دندانه‌های جانبی است. قاعده در بخش جلویی توسعه یافته و کروی شکل است. در بخش پایینی قاعده تعدادی منفذ دیده می‌شود.

— **تعداد:** یک نمونه از برش هوتک و یک نمونه از برش حور.

Subclass Osteichthyes Huxley, 1980

Infraclass Actinopterygii Muller, 1846

Order Palaeonisciformes Hay, 1929

Genus *Moythomasia* Gross, 1950

Type species: *Moythomasia perforata* Gross, 1942

*Moythomasia* sp.

(Plate 5, Fig. L)

— **ویژگی‌های عمومی:** شکل نمونه لوزی‌شکل و نسبت ارتفاع به طول آن ۱:۳ است. در بخش مرکزی نمونه تعدادی منفذ وجود دارد و حواشی آن بدون تزئینات است. ستبرای قاعده در همه بخش‌ها یکسان است.

— **گستره سنی:** نمونه به دست آمده متعلق به نهشته‌های کربنیفر پیشین برش هوتک است.

— **تعداد:** ۳ نمونه از برش هوتک.

Class Osteichthyes Huxley, 1880

Subclass Sarcopterygii Romer, 1955

Sarcopterygii gen. et sp. Indet.

(Plate 5, Fig. M)

— **توصیف:** نمونه موجود صفحه دندانی شکسته شده‌ای است که از چندین دندانه جدا با اندازه تا حدودی یکسان تشکیل شده است. دندانه‌ها دکمه‌مانند هستند و تقریباً به شکل نامنظم آرایش یافته‌اند. مقطع عرضی دندانه‌ها به صورت گرد است و شکل کلی قطعه به دلیل شکسته شدن قابل تشخیص نیست.

— **گستره سنی:** نمونه در برش حور همراه با کنودونت‌های شاخص فرازین پسین (Upper rhenana-linguiformis zones) دیده شد.

— **تعداد:** یک نمونه از برش حور.

#### ۶- دیرینه بوم‌شناسی و زیست‌رخساره مهره‌داران

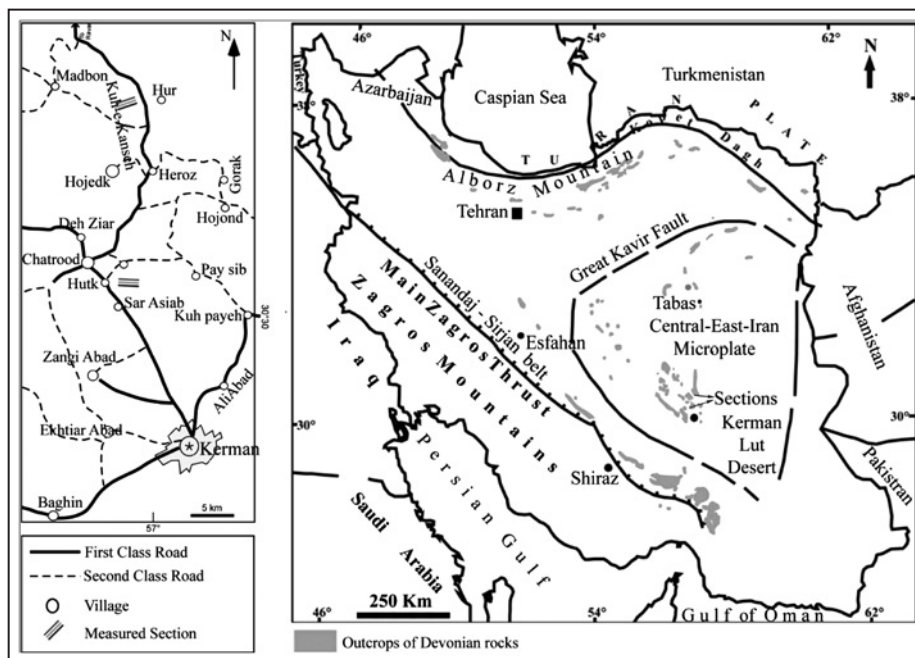
در لایه‌های فامنین پیشین تا ابتدای فامنین میانی برش هوتک (Middle triangularis to Lower rhomboidea zones) مجموعه‌ای غنی و گوناگون از دست کم ۸ جنس از دندان ماهی‌های غضروفی (chondrichthyan) شامل جنس‌های *Phoebodus* (27%)، *Deihim* (27%)، *Cladodoides* (22%)، *Protacrodus* (16%)، *Arduodens* (1%)، *Thrinacodus* (1%) و *Orodus* (0.5%) وجود دارد (جدول ۱ و شکل ۵).

درصد بالای دندان‌های protacrodonts ( $Protacrodus + Deihim + Roongodus = 44\%$ ) بیانگر حاکمیت محیطی کم‌ژرفا در فامنین پیشین و میانی است؛ زیرا ماهیان protacrodontid ساکنان معمول سکوه‌های کم‌ژرفا و غنی از موجودات کف‌زی هستند (Ginter, 2001). در مجموعه بالا phoebodontids که از دید محیط زیست در نواحی ژرف تر زندگی می‌کنند نیز درصد قابل توجهی را به خود اختصاص داده‌اند که بیش از ۸۳ درصد آنها به گونه *Phoebodus gothicus gothicus* اختصاص دارد. این گونه دارای دو شکل متفاوت زیستی است که نوع اول ساکن

### سپاسگزاری

دکتر سوده صدیقیان که در انجام نمونه برداری کمک های بسیاری نمودند سپاسگزاری کنند.

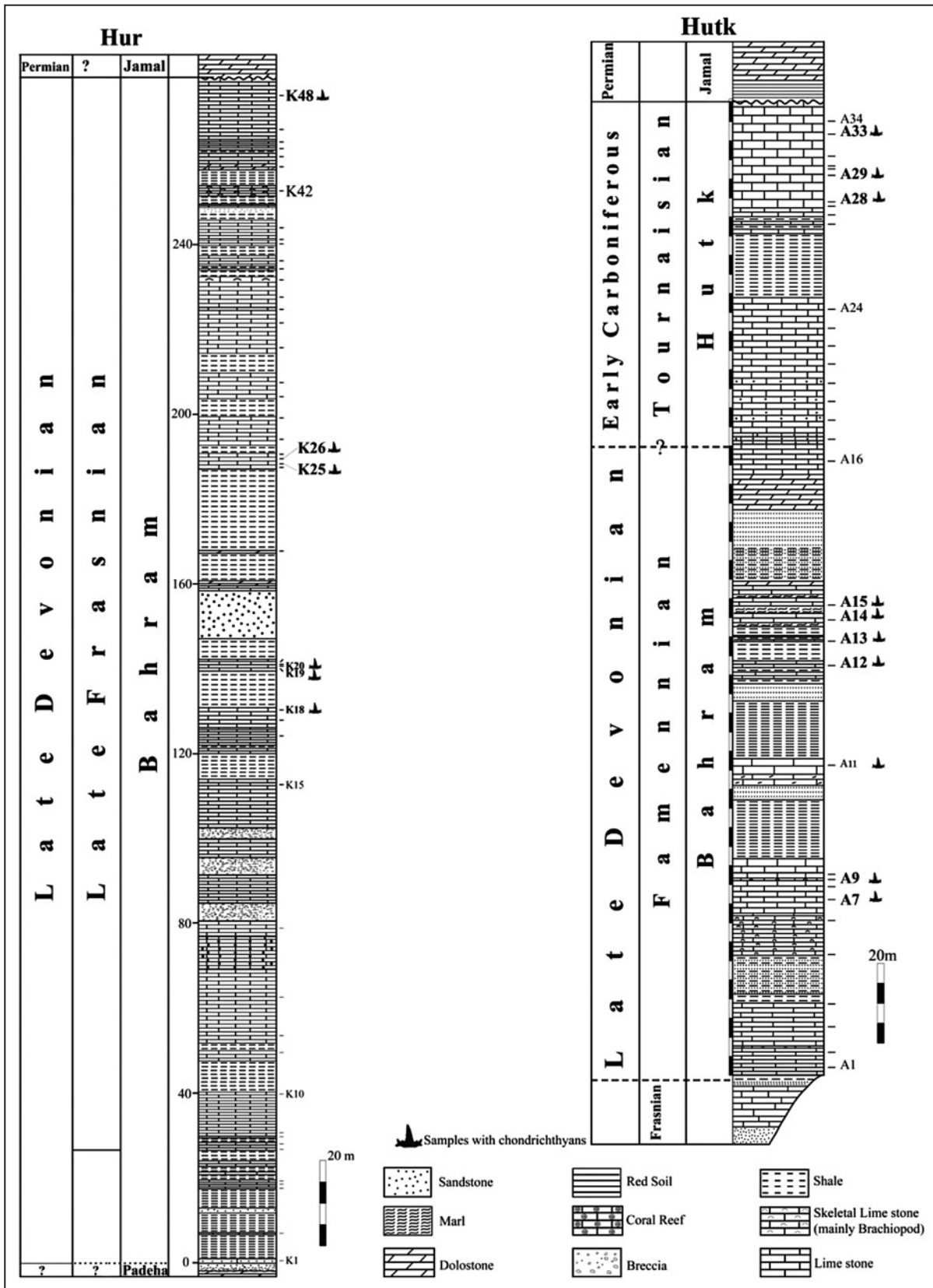
نگارندگان بر خود لازم می دانند که از کمک های جناب آقایان دکتر محمدجواد حسنی، دکتر علی علیرضایی و امیر پورزمانی و خانم ها دکتر فاطمه حسینی پور و



شکل ۱- پراکندگی رخنمون های دونین و نقشه راه های دسترسی به برش های مورد مطالعه (برگرفته از Wendt et al. (2002) و اطلس راه های ایران (۱۳۸۰) با تغییرات).

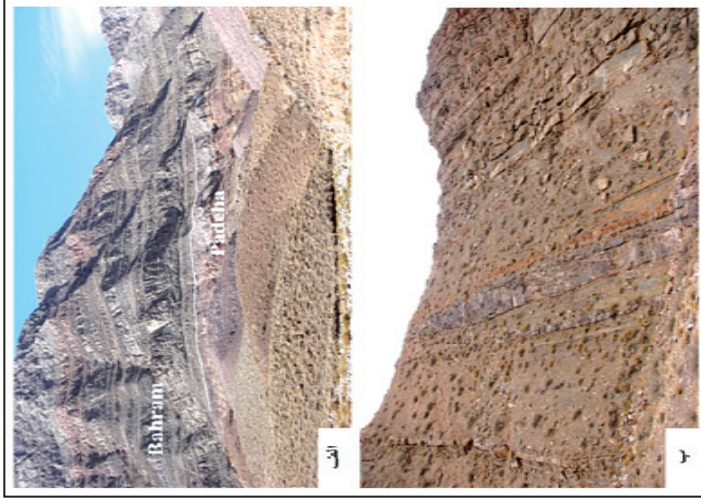


شکل ۲- الف) نمای کلی بخشی از تاقدیس هوتک- نگاه به سوی شمال خاور؛ ب) نمای نزدیک از تناوب آهک های تیره رنگ سازند بهرام در برش هوتک؛ نگاه به سوی جنوب.

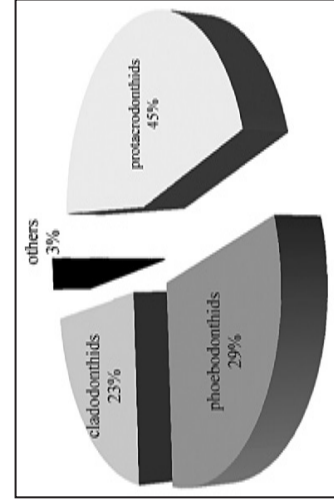


شکل ۳- ستون چینه‌شناسی برش‌های مورد مطالعه.





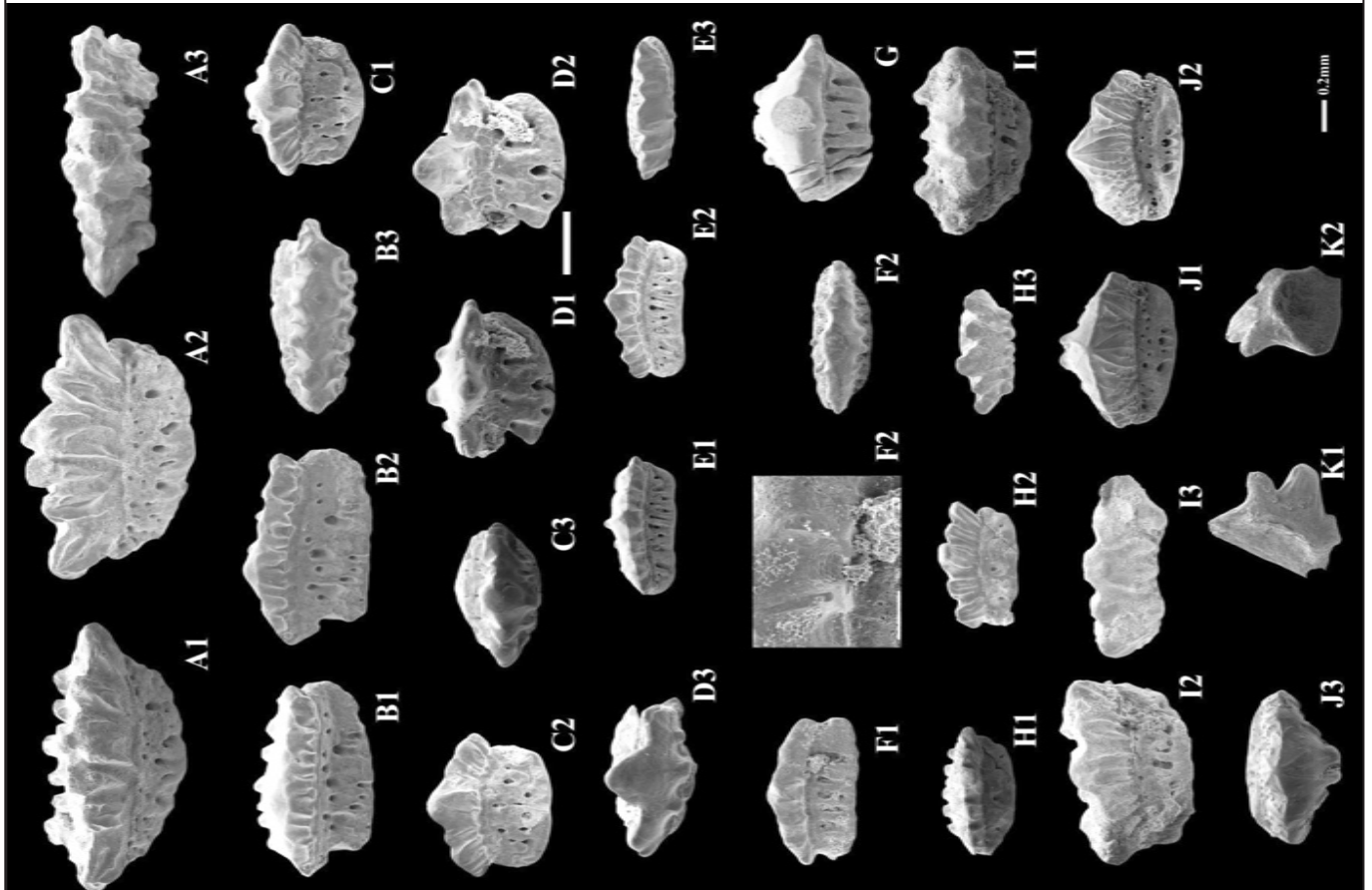
شکل ۴- الف) نمای کلی؛ نگاه به سوی باختر؛ ب) نمای نزدیک از تناوب لایه‌های کربناتی و شیل‌های سازند بهرام در برش حوزة نگاه به سوی شمال.



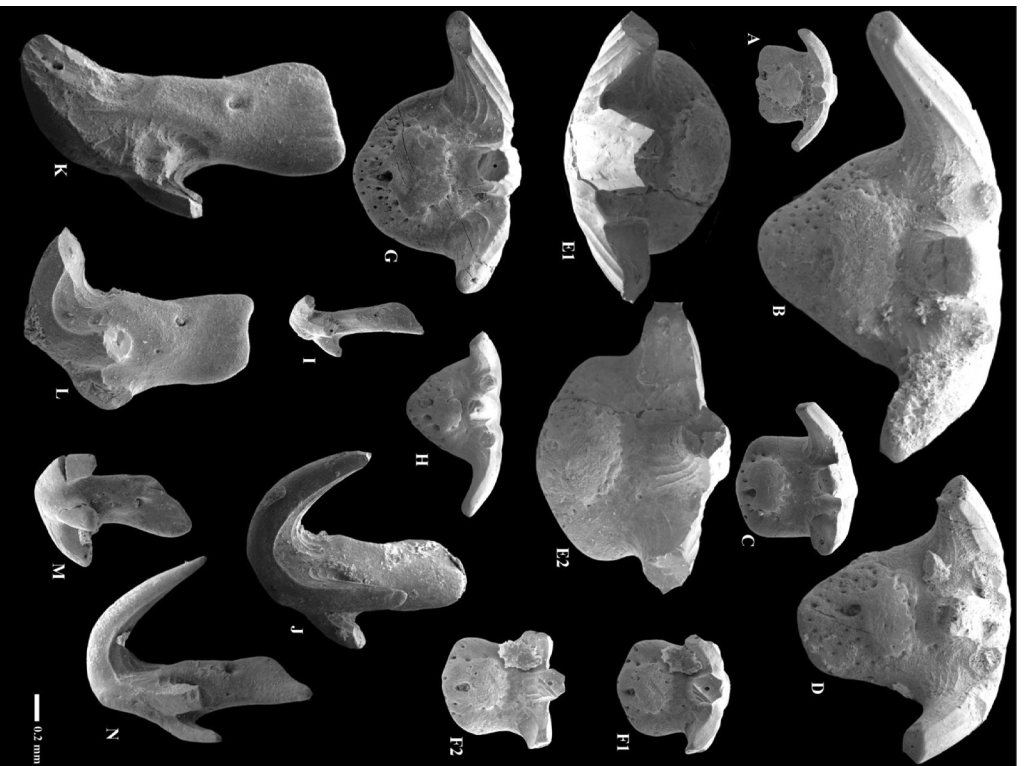
شکل ۵- نمودار درصد فراوانی ماهیان کدردرکتین در برش هوتک.

### Plate 1

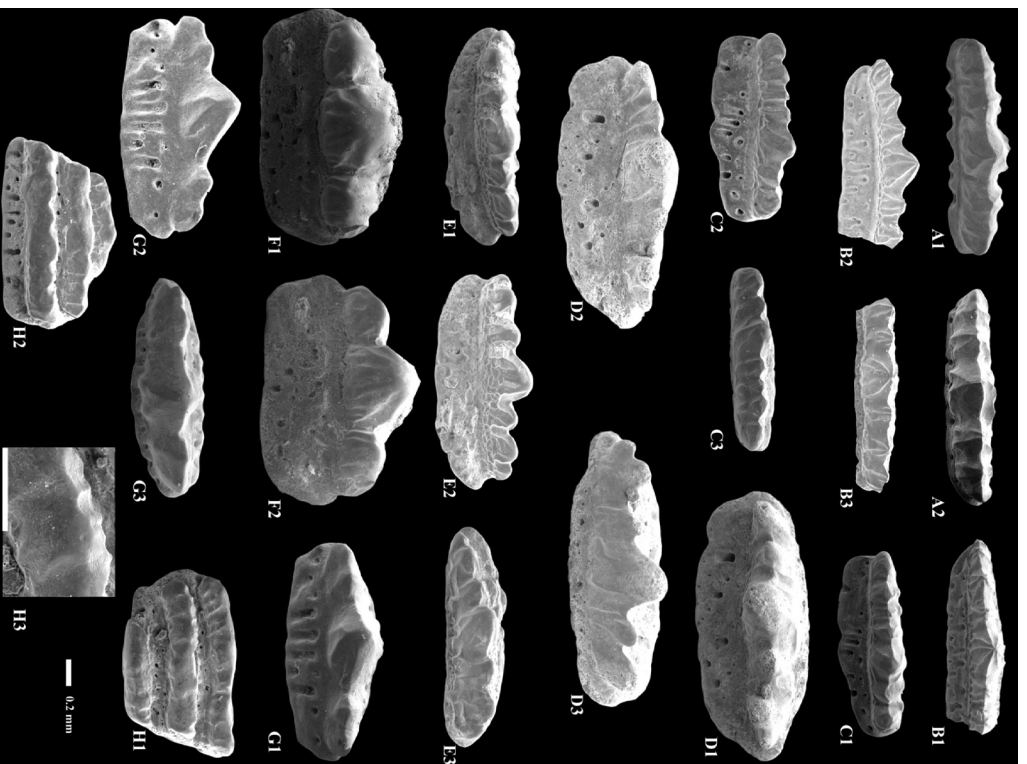
Teeth of *Deiham mansureae* Ginter, Hairapetian and Klug, 2002 & K ? *Deiham mansureae*. A-F from Hutk section and I & J from Htr section. A: occlusal, lingual and labial views of sample A14. B: occlusal/ lingual, lingual and occlusal views of sample A14. C: occlusal, lingual and labial views of sample A14. D: occlusal, lingual and labial views of sample A14. E: occlusal, lingual and labial views of sample A15. F: lingual, magnified of cusp ornamentation and labial views of sample A28. G: occlusal view of sample A28. H: occlusal, lingual and labial views of sample A7. I: occlusal, lingual and labial views of sample K25. J: occlusal, lingual and labial views of sample K26. K: labial/basal and oblique basal/labial views of sample A9.





**Plate 2**


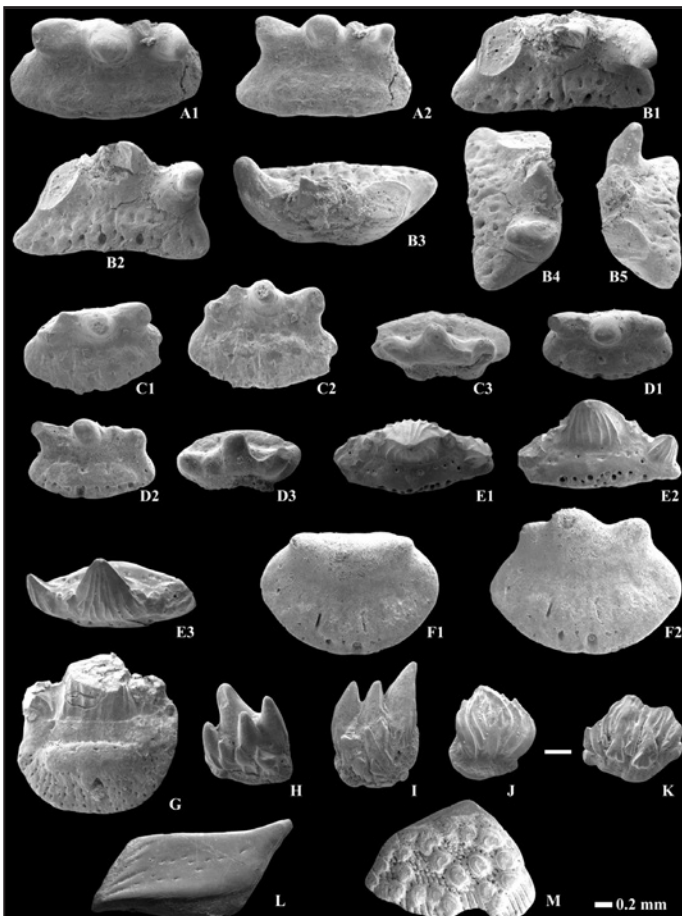
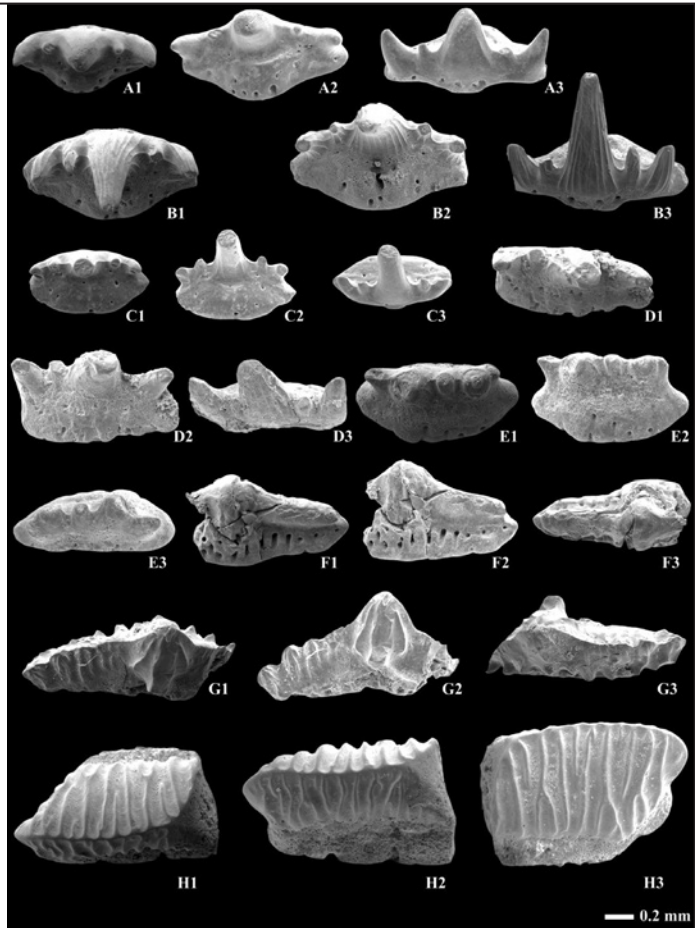
Famennian phoebodontiformes of Huk section. A-B, E-F from sample A12, C-D, H-I from sample A14, G and M from sample A15, J, K, L, N from sample A28. A-D, E, H: occlusal views of *Phoebodus gothicus* Ginter, 1990. E, G: *Phoebodus* aff. *turnerae* Ginter & Ivanov, 1992. E: occlusal/labial and lingual/occlusal views. G: occlusal view. I, M: occlusal views of *Thrinacodus tranquillus* Ginter, 2000. J, K, L, N: occlusal views of *Thrinacodus ferrox* Turner, 1982.

**Plate 3**


Protacrodont teeth from studied area. A-E, G and H from Huk section and F from Hur section. A - F: *Protacrodont* spp. A: occlusal and labial views of sample A29; B: occlusal, lingual and labial views of sample A12; C: occlusal, lingual and occlusal/labial views of sample A15; D: occlusal, lingual and labial views of sample A9; E: occlusal, lingual and labial views of sample A12; F: occlusal and lingual views of sample K26. G: *Protacrodont serrata* Ginter, Haptapetian and Klug, 2002, G: occlusal/lingual, lingual and occlusal of sample A29; H: Protacrodont tooth – whorl. H: occlusal, labial views and Magnified view of fused cusps of sample A15.

### Plate 4

Famennian chondrichthyan from Hutk.  
**A-C:** *Cladodooides wildungensis* Jaekel, 1921.  
**A:** occlusal, lingual and labial views of sample A15; **B:** occlusal, lingual and labial views of sample A14; **C:** oral, lingual and labial views of sample A15; **D-E:** cf. *Arduodens flammeus*, Hairapetian and Ginter, 2009; **D:** occlusal, lingual and labial views of sample A7; **E:** occlusal, lingual and labial views of sample A9; **F-G:** *Roongodus phijani* Hairapetian and Ginter, 2009  
**F:** occlusal, lingual and labial views of sample A15; **G:** occlusal/lingual, lingual and labial views of sample A15.; **H:** *Orodus* sp.; **H:** occlusal, lingual and labial views of sample A11.



### Plate 5

Chondrichthyan teeth from studied area; A-D, F, H, L, N from Hur and E, G, I, J, K, M from Hutk.  
**A-D:** Elasmobranchii gen. et sp. indet.; **A:** occlusal and lingual views of sample K26; **B:** occlusal, lingual and labial and lateral (B3, B4) views of sample K26; **C:** occlusal, lingual and labial views of sample K18; **D:** occlusal, lingual and labial views of sample K26; **E:** *Ctenacanthiformes* gen. et sp. indet.; **E:** occlusal, lingual and labial views of sample A15; **F-G:** *Ctenacanthus* sp.; **F:** occlusal and lingual views of sample K26; **G:** lingual view of sample A12; **H-I:** Chondrichthyan branchial denticles.; **H:** crown view, Sample K26; **I:** crown view, Sample A14; **J-K:** Chondrichthyan scales; **J:** crown view of sample A14; **K:** crown view of sample K20; **L:** *Moythomasia* sp.; crown view of sample A29; **M:** *Sarcopterygii* gen. et sp. indet.; crown view of sample K20.

جدول ۱- فراوانی قطعات مهره داران در برش های هوتک و حور.

Samples Taxa	Hutk										Hur					
	A7	A9	A11	A12	A13	A14	A15	A28	A29	A33	K18	K19	K20	K25	K26	K48
<i>Deihim mansureae</i>	5	10	1	11	2	16	8	2						1	4	
<i>Protacrodus serra</i>									1							
<i>Protacrodus</i> spp.	1	2	1	4	2	1	16	1	2	1			1		1	
<i>Orodus</i> sp.			1													
<i>Roogodus phijani</i>						2	3									
<i>Phoebodus gothicus gothicus</i>	2	2	3	19	6	12	11									
<i>Phoebodus</i> aff. <i>turnerae</i>				1			2									
<i>Thrinacodus tranquillus</i>						1	2									
<i>Thrinacodus ferox</i>								5								
<i>Cladodoides wildungensis</i>	3	9	5	8		3	18							3	1	2
<i>Elasmobranchiigen. et sp. indet.</i>	2	3									1	1			3	
cf. <i>Arduodens flammeus</i>	1	1														
<i>Ctenacanthus</i> sp.				1											1	
<i>Ctenacanthiformes gen. et sp. indet.</i>						1	2									
<b>Total</b>	14	27	11	44	10	36	62	8	3	1	1	1	1	4	10	2
Chondrichthyan scales			+	+		+	+					+	+		+	+
Chondrichthyan tooth-whorls		+		+		+	+							+	+	
Sarcopterygii gen. et sp. indet.													+			

### کتابکاری

اطلس راه های ایران، ۱۳۸۰- مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰، مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی (اطلس جدید راهها)، ۲۷۲ ص. سهندی، م. ر. و حاج ملاعلی، ع.، ۱۳۷۱- نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰/احرجند، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ورقه شماره ۷۴۵۰. وحدتی دانشمند، ف.، مصوری، ف.، محمودی قرائی، م. ح. و قاسمی، ع.، ۱۳۷۴- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ زرنده، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ورقه شماره ۷۳۵۰.

### References

- Ahmadi, T., Dastanpour, M. & Vaziri, M. R., 2012- Upper Frasnian (Upper Devonian) *Polygnathus* and *Icriodus* conodonts from the Bahram Formation, Hur section, Kerman, Province, Southeastern Iran, *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigraphia* 118(2): 203-212.
- 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): 179-188.
- Blicek, A. & Goujet, D., 1978- A propos de nouveau material de Thelodontes (Vertebres, Agnathes) d'Iran et de Thaïlande: aperçu sur la repartition géographique et stratigraphique des Agnathes des "regions gondwaniennes" au Paleozoïque moyen. *Annales de la Société Géologique du Nord* 97: 363-372.
- Ginter, M. & Ivanov, A., 2000- Stratigraphic distribution of chondrichthyans in the Devonian on the East European Platform margin. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 223: 325-339.
- Ginter, M. & Sun, Y., 2007- Chondrichthyan remains from the Lower Carboniferous of Muhua, southern China. *Acta Palaeontologica Polonica* 52: 705-727.
- Ginter, M., 1990- Late Famennian shark teeth from the Holy Cross Mts, Central Poland. *Acta Geologica Polonica* 40: 69-81.
- Ginter, M., 2001- Chondrichthyan biofacies in the late Famennian of Utah and Nevada. *Journal of Vertebrate Paleontology* 21: 714-729.
- Ginter, M., Hairapetian, V. & Klug, C., 2002- Famennian chondrichthyans from the shelves of North Gondwana. *Acta Geologica Polonica* 52: 169-215.

- Ginter, M., Hampe, O. & Duffin, C. J., 2010- Chondrichthyes. Paleozoic Elasmobranchii: Teeth. In: H.-P. Schultze (Ed.), Handbook of Paleichthyology 3d, 168, Friedrich Pfeil; München.
- Habibi, T, Yazdi, M., Zarepoor, S. & Pavanehjad Shirazi, M., 2013- Late Devonian Fish micro-remains from Central Iran, JGeope 3(1): 25-34.
- Hairapetian, V. & Gholamalian, H., 1998- First report of the Late Devonian fish remains and microvertebrate fragments in the Chahriseh area, North east of Esfahan. In: Mawson, R., Talent, J., Wilson, G. and Cockle, P. (Eds), North Gondwanan mid-palaeozoic bioevent/biogeography patterns in relation to crustal dynamics. IGCP 421, Esfahan meeting, 5-20 december. abstracts 15 (University of Esfahan).
- Hairapetian, V. & Ginter, M., 2009- Famennian chondrichthyan remains from the Chahriseh section, central Iran. Acta Geologica Polonica 59: 173–200.
- Hairapetian, V. & Ginter, M., 2010- Pelagic chondrichthyan microremains from the Upper Devonian of the Kale Sardar section, eastern Iran. Acta Geologica Polonica 60(3): 357–371.
- Hairapetian, V., Ginter, M. & Yazdi, M., 2008- Early Frasnian sharks from central Iran. Acta Geologica Polonica 58: 173–179.
- Hairapetian, V., Yazdi, M. & Long J. A., 2000- Devonian vertebrate biostratigraphy of central Iran. Records of the Western Australian Museum, Supplement 58: 241–247.
- Hampe, O., 2000- Occurrence of *Phoebodus gothicus* (Chondrichthyes: Elasmobranchii) in the middle Famennian of northwestern Iran (Province East Azarbaijan). Acta Geologica Polonica 50: 355–367.
- Janvier, P., 1977- Les poissons dévoniens de l'Iran central et de l'Afghanistan. Mémoires de la Société Géologique de France 8: 277–289.
- Janvier, P., Bartran, A. W. & Martin, M., 1981- Late Devonian fishes from Central Iran, Geological survey of Iran, Reports 49: 155-178.
- Long, J. A. & Hairapetian, V., 2000- Famennian microvertebrates from the Dalmeh area, central Iran, Records of the Western Australian Museum, Supplement 58: 211–221.
- Reif, W. E., 1978- Types of morphogenesis of the dermal skeleton in fossil sharks. (Konstruktionsmorphologie, Nr. 89), Paläontologische Zeitschrift 52: 110–128.
- Turner, S., Burrow, C. J., Gholamalian, H. & Yazdi, M., 2002- Late Devonian (Early Frasnian) microvertebrates and conodonts from the Chahriseh area near Esfahan, Iran. Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists 27: 149-159.
- Wendt, J., Kaufmann, B., Belka, Z., Farsan, N. & Karimi Bavandpour, A., 2002- Devonian/Lower Carboniferous stratigraphy, facies patterns and palaeogeography of Iran, part I, southeastern Iran. Acta Geologica Polonica 52(2): 129-168.
- Yazdi, M. & Turner, S., 2000- Late Devonian and Carboniferous vertebrates from the Shishti and Sardar Formations of the Shotori range, Iran. Records of the Western Australian Museum, Supplement 58: 223–240.
- Zangerl, R., 1981- Paleozoic Elasmobranchii. In: Schultze, H.-P. (Ed.), Handbook of Paleichthyology 3A, 1-115, Gustav-Fischer; Stuttgart – New York.



## Late Devonian-Early Carboniferous fish microremains from Kerman

T. Ahmadi <sup>1</sup>, V. Hairapetian <sup>2</sup>, H. Gholamalian <sup>3</sup>, M. R. Vaziri <sup>4</sup> & M. Dastanpour <sup>5</sup>

<sup>1</sup> Assistant Professor, Department of Geology, Payame Noor University (PNU), Iran

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Geology, Islamic Azad University, Khorasgan Branch, Esfahan, Iran

<sup>3</sup> Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran

<sup>4</sup> Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

<sup>5</sup> Professor, Department of Geology, Kerman Institute of Higher Education, Kerman, Iran

Received: 2015 October 31

Accepted: 2016 February 24

### Abstract

From Late Devonian-Early Carboniferous strata in the Kerman area fourteen chondrichthyan taxa were identified. The abundance of chondrichthyan teeth in Famennian strata is considerable. The high abundance of protacrodonts and larger proportion of shallower shelves of pheobodonts appeared to dominate in a shallow environment at the Famennian. The chondrichthyan assemblage from the Famennian of the Hutk section resembles the Chahrishch fauna in Esfahan district that reveals similar palaeoenvironmental conditions in Central Iran basin. The occurrence of *Deihim mansureae* in *duplicate* Zone marks the youngest record for the species up to Early Tournaisian.

**Keywords:** Late Devonian, Early Carboniferous, Kerman, Chondrichthyes, Biofacies.

For Persian Version see pages 131 to 142

\*Corresponding author: T. Ahmadi; E-mail: [t\\_ahmadi2005@yahoo.com](mailto:t_ahmadi2005@yahoo.com)