

زیست‌چینه‌نگاری و دیرینه بوم‌شناسی نهشته‌های کربنیفر پیشین در برش هوتک (کرمان) بر اساس کنودونت‌ها

طیبه احمدی^{۱*}، محمد داستانبور^۲، محمدرضا وزیری^۳، علی بهرامی^۴

۱- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲- استاد گروه زمین‌شناسی، موسسه آموزش عالی کرمان، کرمان، ایران

۳- استاد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۴- دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

*پست الکترونیک: t_ahmadi2005@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۱۸

چکیده

توالی ستبری از نهشته‌های دونین و کربنیفر زیرین در برش هوتک برونزد دارد. نهشته‌های کربنیفر زیرین این برش بر مبنای کنودونت‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است. این نهشته‌ها به طور عمده از سنگ آهک همراه با میان لایه‌های شیل تشکیل شده‌اند و مرز زیرین و بالایی آن‌ها ناپوسته می‌باشد. در این مطالعه ۱۳ گونه و زیرگونه از کنودونت‌ها به دیرینگی تورنیزین شناسایی و بر پایه توزیع عمودی آن‌ها سه زیست‌زون زیر شامل *upper duplicata-Lower crenulata* و *part of U. duplicata* و *ancuralis latus* تشخیص داده شد. بررسی رخساره زیستی کنودونت‌ها حاکی از این است که افق‌های رسوبی تورنیزین پیشین در محیطی کم عمق نهشته شده‌اند، اما در تورنیزین میانی و پسین به تدریج بر عمق محیط افزوده شده است.

واژه‌های کلیدی: کنودونت؛ تورنیزین؛ کرمان؛ رخساره زیستی.

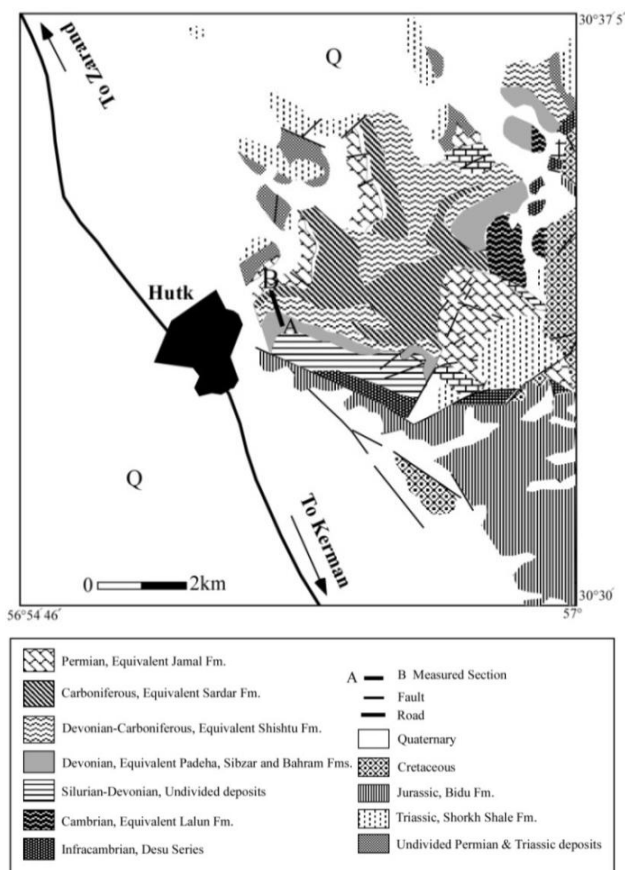
مقدمه

نواحی کرمان، کوهبنان و راور را بررسی نموده‌اند. Webster *et al.* (2003) لاله‌وشان نهشته‌های تورنیزین شمال کرمان را مورد مطالعه قرار داده و سن لایه‌های واجد لاله‌وشان را بر اساس کنودونت‌های یافت شده برابر Upper *crenulata-typicus zones* تعیین نموده‌اند. غلامعلیان (۱۳۸۵) نیز برش هوتک را مورد مطالعه قرار داده و سن دونین پسین (فرازین - فامنین پیشین) را برای توالی معادل سازند بهرام معرفی نموده، اما هیچ کنودونتی از لایه‌های کربنیفر پیشین این برش گزارش نکرده است.

نهشته‌های دونین - کربنیفر در استان کرمان از گسترش قابل توجهی برخوردارند. این نهشته‌ها سرشار از انواع سنگواره‌ها نظیر بازوپایان، مرجان‌ها، دوکفه‌ای‌ها، لاله‌وشان، قطعات مهره‌داران (ماهی‌ها) و کنودونت‌ها هستند که از این میان، کنودونت‌ها دقیق‌ترین ابزار جهت تعیین سن و زیست‌چینه‌نگاری این نهشته‌ها به شمار می‌روند و در طول سال‌های اخیر نیز مبنای برخی مطالعات مهم بوده‌اند. از آن جمله می‌توان به مطالعات *Wendt et al.* (2002) اشاره نمود که چینه‌شناسی دونین و کربنیفر پیشین

موقعیت جغرافیایی و چینه‌نگاری برش مورد مطالعه

تاقدیس خوابیده هوتک که یکی از کامل‌ترین و پرسنگواره‌ترین نهشته‌های دونین - کربنیفر پیشین را در خود جای داده است، در ۳۵ کیلومتری شمال کرمان، در نزدیکی روستای هوتک و در یال غربی کوه خواجه قرار دارد (شکل ۱). راه دسترسی به آن از طریق جاده آسفالت کرمان - زرنند است.



شکل ۱: نقشه زمین‌شناسی برش هوتک

(برگرفته از وحدتی دانشمند و همکاران، ۱۳۷۴؛ با ترسیم مجدد)

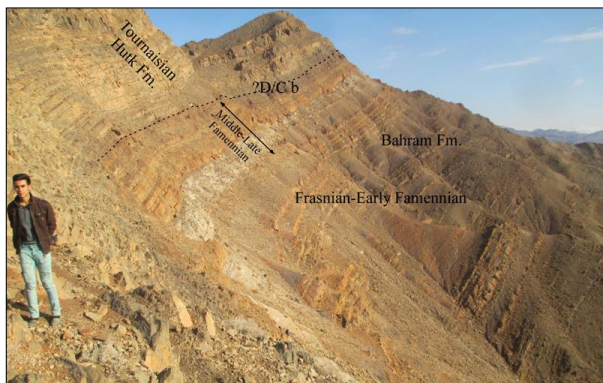
برش چینه‌شناسی هوتک شامل توالی ستبری از نهشته‌های دونین - کربنیفر پیشین می‌باشد. تخریبی‌های سیلیسی سازند پادها، قاعده این برش را تشکیل می‌دهند که بر روی آن‌ها ردیف رسوبات معادل سازند بهرام و زیرسازند شیشتو ۱ شامل توالی نامنظمی از سنگ آهک‌های خاکستری رنگ سنگواره‌دار، ماسه سنگ و شیل همراه با افق‌هایی از ماسه‌سنگ‌های کوارتزی سفید رنگ و دولومیت‌های زرد

Gholamalian & Kebriaeizadeh (2008) توالی معادل سازند بهرام در برش هجدک را مورد بررسی قرار داده‌اند. غلامعلیان و همکاران (۱۳۹۰، ۱۳۹۳) کنودونت‌های دونین پسین در برش‌های باغین (غرب کرمان) و گریک (شرق زرنند) را بررسی نموده‌اند. Ahmadi *et al.* (2012) نهشته‌های دونین پسین در برش حور را مطالعه نموده و Bahrami *et al.* (2011a, 2014) نیز نهشته‌های معادل سازند بهرام در برش‌های شمس‌آباد و سراشک را مورد مطالعه قرار دادند. اگر چه بررسی کنودونت‌های نهشته‌های دونین پسین استان کرمان در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است، اما بررسی‌ها بر روی مجموعه‌های کنودونتی کربنیفر پیشین اندک بوده و لذا انجام چنین تحقیقی ضروری است. در این پژوهش نهشته‌های کربنیفر پیشین برش چینه‌شناسی هوتک مورد مطالعه زیست چینه‌نگاری و دیرینه بوم‌شناسی قرار گرفته و برای اولین بار زیست زون‌های کنودونتی کربنیفر پیشین نیز ارائه گردیده است.

روش مطالعه

به منظور زیست چینه‌نگاری نهشته‌های کربنیفر برش هوتک بر مبنای فونای کنودونتی تعداد ۱۹ نمونه سنگی چهار کیلویی برداشته شد. نمونه‌ها پس از خرد شدن به قطعات سه تا چهار سانتی متری به مدت ۴ روز درون اسید استیک ۲۰ درصد قرار داده شدند. پس از شست‌وشو و خشک شدن رسوبات حاصل، عناصر کنودونتی با استفاده از میکروسکپ از رسوباتی که اندازه دانه‌های آنها بین ۰/۲ تا ۳ میلی‌متر بودند، جدا شدند. سپس زیست زون‌بندی انجام شد و از تعدادی از نمونه‌های سالم و مهم تصاویر SEM تهیه گردید. تصویربرداری از کنودونت‌ها در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد و میکروفسیل‌های کنودونتی نیز در بخش زمین‌شناسی دانشگاه پیام نور مرکز رفسنجان نگهداری می‌شوند.

میانی - پسین و احتمالاً ابتدای تورنزین می‌باشد و در رأس نیز با یک سطح فرسایشی توسط کربنات‌های پلاتفرمی معادل سازند جمال به سن پرمن پوشیده می‌شود که مرز بین آنها با افقی از خاک‌های سرخ مشخص می‌شود.



شکل ۲: نمای کلی از نهشته‌های برش هوتک و موقعیت مرز دونین پسین - کربنیفر پیشین (نگاه به سمت جنوب شرق)

این نهشته‌ها به طور عمده از لایه‌های کربناتی و شیل تشکیل شده‌اند که سنگ‌شناسی آنها به شرح زیر می‌باشد:

- ۶ متر سنگ آهک ماسه‌ای.
 - ۵ متر سنگ آهک زرد رنگ.
 - ۲۹ متر سنگ آهک خاکستری رنگ ستر لایه در بخش‌های بالایی ماسه‌دار شده و دارای رگه‌های سیلیسی.
 - ۱۴ متر شیل سیاه پیریت‌دار.
 - ۸/۱ متر شیل تیره‌رنگ با میان لایه‌های سنگ آهکی نازک لایه.
 - ۲ متر سنگ آهک دارای سنگواره لاله‌وشان.
 - ۵/۸۰ متر سنگ آهک ماسه‌ای خاکستری رنگ.
 - ۷ متر سنگ آهک نازک لایه خاکستری رنگ دارای سنگواره بازوپایان.
 - ۳ متر سنگ آهک نازک لایه زرد تا قهوه‌ای رنگ دارای آثاری از قطعات ماهی.
 - ۵ متر سنگ آهک دولومیتی.
- همان‌طور که در بالا آمده است، نهشته‌های تورنزین در برش هوتک بر روی لایه‌های عمدتاً تخریبی و سیلیسی به

رنگ به سن دونین پسین (فرازین - فامنین) قرار دارد. وجود افق‌های ضخیمی از تخریبی‌های سیلیسی و دولومیت‌های فاقد سنگواره در انتهای این بخش، نشان از پس‌روی دریا و کم شدن عمق محیط رسوبی در فامنین میانی و پسین می‌باشد. نهشته‌های کربنیفر پیشین که به طور عمده شامل سنگ آهک‌های خاکستری تیره و شیل‌های تیره رنگ می‌باشند، به طور پیش‌رونده توالی‌های فوق را می‌پوشانند (شکل ۲). این نهشته‌ها از نظر سنی معادل زیرسازند شیشو ۲ در حوضه طبس می‌باشند، ولی رخساره سنگی و حیاتی آن با زیرسازند شیشو ۲ تفاوت بسیار دارد. با توجه به این که در این ناحیه تغییر سنگ‌شناسی قابل توجهی بین نهشته‌های سازند بهرام و سازند شیشو وجود ندارد و از طرفی رخساره سنگی و زیستی منطقه نیز با سازند شیشو تفاوت دارد، لذا در این پژوهش مطابق نظر *Wendt et al.* (2002)، نهشته‌های دونین پسین به سازند بهرام و نهشته‌های کربنیفر پیشین معادل سازند هوتک در نظر گرفته شده است. مجموعه کنودونتی دونین پسین این برش توسط غلامعلیان (۱۳۸۵) مورد مطالعه زیست‌چینه‌نگاری قرار گرفته و دو زیست‌زون کنودونتی به سن فرازین (Early *hassi-jamieae* و *Early-Late rhenana*) و یک زیست‌زون کنودونتی به سن فامنین پیشین (Middle *triangularis-Late crepida*) معرفی شده است. احمدی (۱۳۹۱) نیز ۲ زیست‌زون کنودونتی (Middle *triangularis-Lower crepida* zones و Middle *crepida-Lower rhomboidea* zones) را از نهشته‌های فامنین این برش معرفی نموده است. در این پژوهش نهشته‌های بخش پایانی برش به سن تورنزین مورد بررسی قرار گرفته است. قاعده این نهشته‌ها بر روی بخش تخریبی (ماسه‌سنگ سفید) و دولومیت‌های زرد رنگ عاری از سنگواره قرار دارد که به سبب موقعیت چینه‌شناسی و قرار گرفتن بین لایه‌های فامنین پیشین و تورنزین به سن فامنین

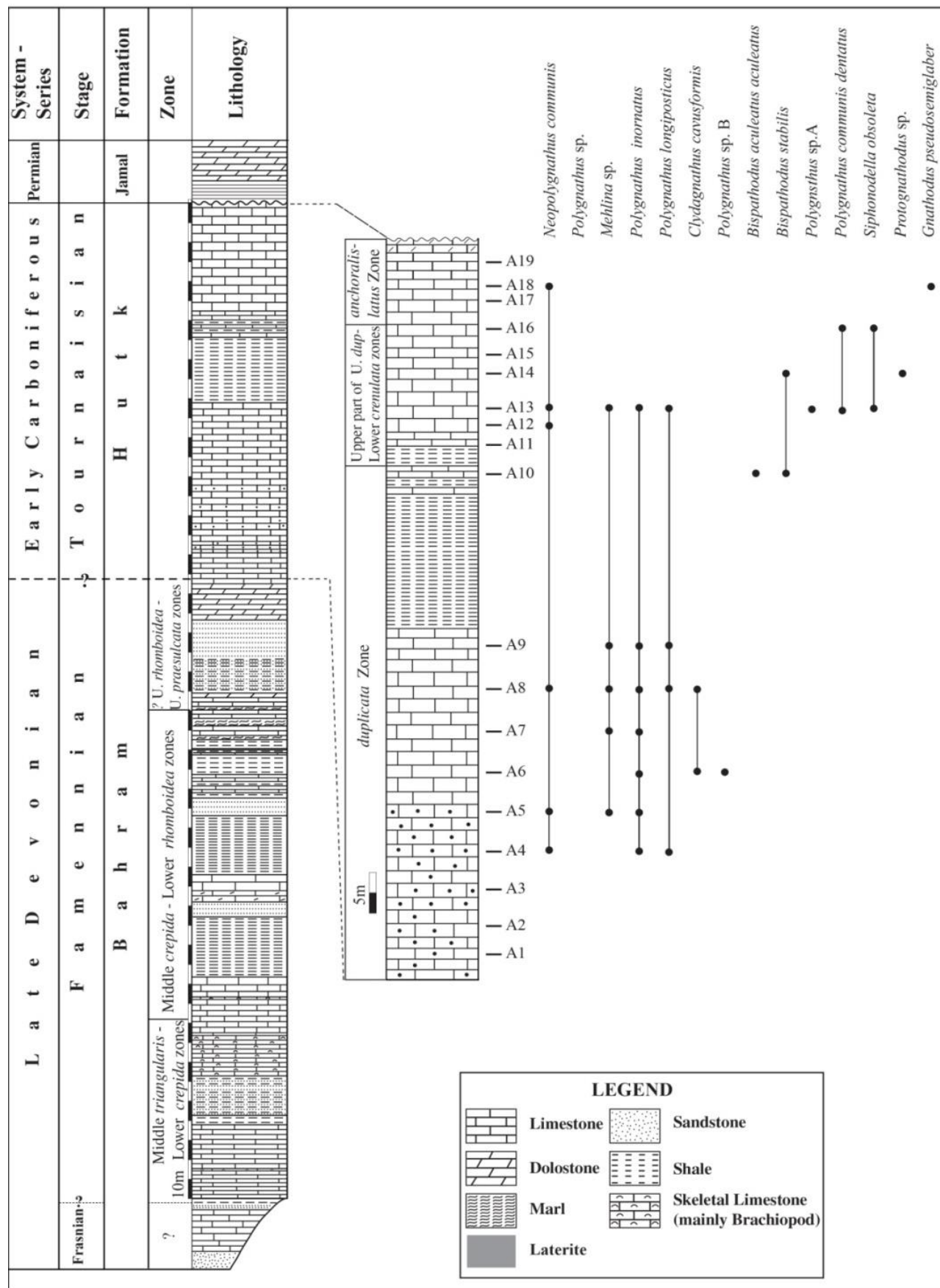
زیست چینه نگاری

از نوزده نمونه برداشته شده از برش مورد مطالعه، دوازده نمونه دارای عناصر کنودونتی بودند که در مجموع ۱۰۱ عنصر کنودونتی قابل شناسایی از آن‌ها به دست آمد. فراوانی عناصر کنودونتی در اغلب نمونه‌های برش نسبتاً کم بود به طوری که برخی از نمونه‌ها چندین بار (حتی تا انحلال کامل سنگ) مورد اسید شویی قرار گرفته‌اند. حداکثر تعداد کنودونت‌ها در نمونه A13 و شامل ۳۶ عنصر قابل شناسایی است. درجه حفظ شدگی اغلب نمونه‌ها نسبتاً خوب است و تنها در برخی نمونه‌ها تمام یا بخشی از تیغه آزاد شکسته شده است. کلیه عناصر کنودونتی این برش دارای رنگ سیاه بوده و ضریب تغییر رنگ ۵ (C.A.I.=5) را نشان می‌دهند. در مجموع سیزده گونه و زیرگونه در قالب ۷ جنس *Bispathodus*، *Polygnathus*، *Mehlina*، *Gnathodus*، *Clydagnathus* و *Protognathodus* در این برش شناسایی شد (جدول ۱، شکل ۳). زیست چینه‌نگاری بر اساس زیست زون‌های استاندارد (Sandberg *et al.*, 1978) انجام شده و با توجه به پراکندگی گونه‌ها و گستره سنی آن‌ها سه زیست زون کنودونتی به شرح زیر شناسایی گردید:

duplicata Zone

این زیست زون نمونه‌های A1 تا A11 را دربرمی‌گیرد که به جز سه نمونه اول و نمونه A11 بقیه نمونه‌ها دارای کنودونت می‌باشند. در نمونه‌های A4 تا A9 که از سنگ آهک‌های میکریتی خاکستری رنگ و در بخش بالا سنگ آهک‌های ماسه‌ای تشکیل شده‌اند و در فاصله ۱۵ تا ۴۶ متری برش وجود دارند، کنودونت‌های *Clydagnathus* *Neopolygnathus* *Mehlina* sp. *cavusformis* *Polygnathus* *Polygnathus inornatus* *communis* sp. B و *Polygnathus longiposticus* دیده می‌شود.

سن فامنین میانی و پسین قرار دارند که نشان از پس‌روی دریایی و کم شدن عمق محیط رسوبی در این زمان دارد. این در حالی است که در نواحی دیگر ایران نظیر کال سردر، حوض دوراه و قلعه کلاغو در طبس، چاه‌ریسه اصفهان و سازند خوش ییلاق در البرز شرقی، رسوب‌گذاری دریایی حاکم بوده است (Ashouri, 2006؛ Bahrami *et al.*, 2011b؛ Gholamalian, 2003؛ Yazdi *et al.*, 2000؛ Gholamalian *et al.*, 2009). دونین - کربنیفر در اغلب برش‌های ایران با نبود رسوب‌گذاری همراه بوده، اما فاصله زمانی آن در نواحی مختلف، یکسان نمی‌باشد. در جنوب کوه‌های شتری (قلعه کلاغو و حوض دوراه ۱ و ۲) ناپیوستگی مرز دونین - کربنیفر تنها شامل *Middle-Upper praesulcata* zones می‌باشد و قاعده افق شیلی موش بر شروع اولین زیست زون کنودونتی تورنزین پیشین (*sulcata* Zone) منطبق است (Bahrami *et al.*, 2011b). به باور (Wendt *et al.*, 2005) ناپیوستگی در حوضه طبس از بالاترین بخش فامنین تا قاعده تورنزین را دربرمی‌گیرد. در بلوک یزد (دالمه اردکان) دامنه ناپیوستگی شامل تمام کربنیفر بوده و نهشته‌های پرمین توالی دونین پسین را می‌پوشانند (Hairapetian & Yazdi, 2003). ناپیوستگی این مرز در البرز شرقی و ازبک کوه شامل چند زیست زون از فامنین پسین تا تورنزین می‌باشد (براری و همکاران، ۱۳۹۱؛ عاشوری، ۱۳۷۷؛ Ashouri, 2006). در البرز مرکزی مرز دونین - کربنیفر به صورت پیوسته گزارش شده است (Habibi *et al.*, 2008). زیست زون‌های فامنین پسین و تورنزین پیشین در شمال غرب کرمان (برش شمس‌آباد) وجود ندارند (Bahrami *et al.*, 2011a)، در حالی که در برش هوتک ناپیوستگی شامل زیست زون‌های فامنین میانی تا ابتدای تورنزین است.



شکل ۳: پراکنندگی کنودونت‌ها در ستون سنگ‌چینه‌ای و زیست زون‌های برش مورد مطالعه

جدول ۱: فراوانی گونه‌های کنودونتی به دست آمده از برش هوتک

Zones Samples Species	duplicata							Upper part of Upper duplicata- Lower crenulata				ancoralis - latus
	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A12	A13	A14	A16	A18
<i>Polygnathus inornatus</i>	2	3	3	1	3	5			3			
<i>Polygnathus sp.</i>									2			
<i>Polygnathus sp. B</i>			3									
<i>Neopolygnathus communis</i>	2	5			1			5	15			5
<i>Polygnathus longiposticus</i>	1				1	1			3			
<i>Polygnathus communis dentatus</i>									2		1	
<i>Mehlina sp.</i>		2		1	1	2			2			
<i>Bispathodus stabilis</i>							1			1		
<i>Bispathodus aculeatus ac.</i>							1					
<i>Clydagnathus cavosformis</i>			1		3							
<i>Siphonodella obsoleta</i>									9		5	
<i>Polygnathus sp. A</i>									1			
<i>Gnathodus pseudosemiglaber</i>												5
<i>Protognathodus sp.</i>										1		
Identified elements	5	23	5	3	10	8			10			4
Total	10	33	12	5	19	16	2	5	46	2	6	14

حاوی سنگواره لاله‌وشان (A12-A13) و سنگ آهک‌های ماسه‌ای (A14-A16) برداشت شده‌اند که در فاصله ۷۲ تا ۸۲ متری از قاعده نهشته‌های کربنیفر قرار دارند. این زیست‌زون شامل نمونه‌های کنودونتی *Bispathodus stabilis*، *Neopolygnathus communis*، *Mehlina sp.*، *Polygnathus inornatus*، *Neopolygnathus dentatus*، *Polygnathus sp. A*، *Polygnathus longiposticus*، *Protognathodus sp.* و *Siphonodella obsoleta* است. گونه *Neopolygnathus dentatus* سنی برابر Latest *marginifera* - Lower *crenulata* zones دارد (Ji & Ziegler, 1993; Barskov et al., 1991). *Siphonodella obsoleta* از رأس زیست‌زون *U. duplicata* ظاهر شده و تا *U. crenulata*-*isostica* zones حضور داشته است (Sandberg et al., 1978). بنابراین حضور هم‌زمان دو نمونه در بخش بالایی Upper *duplicata*-Lower *crenulata* zones قرار می‌گیرد.

در فاصله بین این زیست‌زون تا *Anchoralis-latus* Zone حدود ۵ متر سنگ آهک نازک لایه حاوی خرده‌های پوسته بازوپایان وجود دارد که بدون کنودونت می‌باشد. با توجه به این که کنودونت‌های شاخص *U. crenulata*-

از نمونه A10 نیز گونه‌های *Bispathodus aculeatus* و *Bispathodus stabilis* به دست آمده است. این نمونه از میان لایه‌های نازک سنگ آهکی واقع در بخش بالایی یک لایه ضخیم شیل‌های سیاه رنگ در فاصله ۶۳/۶ تا ۷۱/۷ متری از قاعده برش برداشت شده است. بر اساس نظر Molloy et al. (1997) گونه *Polygnathus longiposticus* سنی برابر Lower *duplicata*-Lower *crenulata* zones دارد. گونه *Clydagnathus cavosformis* نیز گستره سنی برابر با *Middle expansa*-*U. crenulata* zones را دارد (Draganites et al., 2002). بنابراین مجموعه یاد شده سنی برابر زیست‌زون *duplicata* را نشان می‌دهد. به دلیل این که زیست‌زون‌های فامنین میانی و پسین و اولین زیست‌زون تورنژین پیشین (*sulcata* Zone) در منطقه مورد مطالعه دیده نشد، تعیین مرز دونین - کربنیفر امکان‌پذیر نبوده و احتمالاً در بخش تخریبی دولومیتی زیرین قرار دارد.

Upper part of Upper duplicata - Lower crenulata zones
این زیست‌زون نمونه‌های A12-A16 را شامل می‌شود. این نمونه‌ها از سنگ آهک‌های خاکستری متوسط لایه و

شده تا الگوی توزیع جنس‌های کنودونتی در یک برش عرضی از نواحی دور از ساحل تا نزدیک به ساحل بر اساس رخساره سنگی ارائه گردد. بر اساس این مدل‌ها مشخص شده جنس‌های کنودونتی مختلف و حتی برخی گونه‌ها نیز زیستگاه‌های متفاوتی را اشغال می‌کنند (Savoy & Harris, 1993).

توزیع جانبی کنودونتها کربنیفر پیشین از نواحی کم عمق تا عمیق از همان الگوهای دونین پسین پیروی می‌کند (Schonlaub & Kreutzer, 1993). رخساره‌های کنودونتی دونین پسین عموماً بر اساس مفاهیم Sandberg (1976) تعیین و در تحقیقات بعدی کامل گردیده است (Sandberg & Dreesen, 1979; Sandberg & Ziegler, 1979). همچنین (Sandberg et al., 1984, 1987; Sandberg & Gutschick, 1984) به طور مشابهی یک مدل رخساره‌ای برای توزیع کنودونتها کربنیفر پیشین از نواحی عمیق حوضه تا خط ساحلی برای *scaliognathus* *anchoralis-latus* Zone ارائه داده‌اند (شکل ۴)؛ البته این مدل قابل تعمیم در عرض یک پلاتفرم کربناته نیست و باید رخساره‌های زیستی دیگری نیز (نظیر پلاتفرم کم عمق^۱، شلف حفاظت شده^۲ و دریای محدود^۳) به آن اضافه شود (Dreesen, 1992). در مدل ارائه شده ۷ رخساره زیستی از نواحی عمیق تا ساحلی به شرح زیر برای می‌سی‌سی‌پین ارائه شده است:

- I) Bispathodid (starved basin).
- II) Scaliognathid-doliognathid (starved basin and lower slope).
- III) Gnathodid-pseudopolygnathid (fore slope).
- IV) Eotaphrid (shelf edge).
- V) Hindeodellid (outer platform).
- VI) Pandorinellid (inner platform).
- VII) Mestognathid (tidal lagoon and sabkha).

1- shallow platform
2- protected shelf
3- restricted marine

typicus zones یافت نشده‌اند، احتمالاً این بخش برابر با *U. crenulata-typicus* zones می‌باشد.

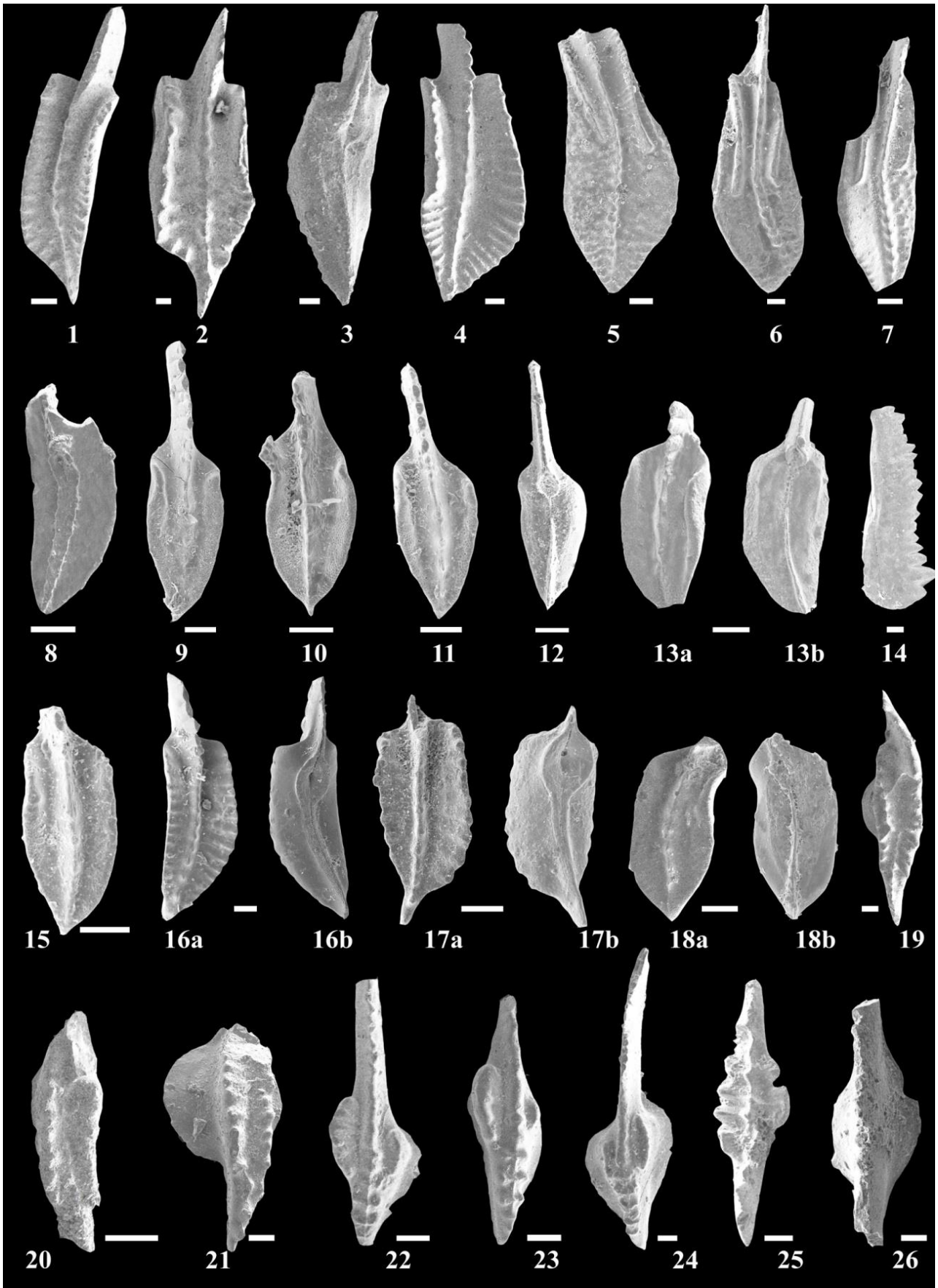
anchoralis-latus Zone

این زیست‌زون نمونه‌های پایانی برش (A18 و A19) را شامل می‌شود که از سنگ آهک نازک لایه حاوی قطعات مهره‌داران با رنگ زرد متمایل به قهوه‌ای و سنگ آهک دولومیتی تشکیل شده است. در نمونه A18 کنودونتها *Neopolygnathus* و *Gnathodus pseudosemiglaber* *communis* یافته شده است. پایین‌ترین حضور گونه *Gnathodus pseudosemiglaber* در محدوده *anchoralis-latus* Zone است (Lane et al., 1980) و محدوده بالایی این گونه تا *texana* Zone هم می‌رسد. این گونه در نمونه A18 همراه با زیرگونه *Neopolygnathus communis* دیده می‌شود که حداکثر گستره سنی آن یعنی بالاترین حضورش در انتهای زیست‌زون *anchoralis-latus* Zone می‌باشد و لذا حضور هم‌زمان دو کنودونت یاد شده سنی معادل بیوزون کنودونتی *anchoralis-latus* Zone (تورنرین پسین) را برای بخش انتهایی برش نشان می‌دهد. تصاویر برخی از کنودونتها شناسایی شده در پلیت ۱ آمده است.

دیرینه بوم‌شناسی و رخساره‌های زیستی کنودونتها

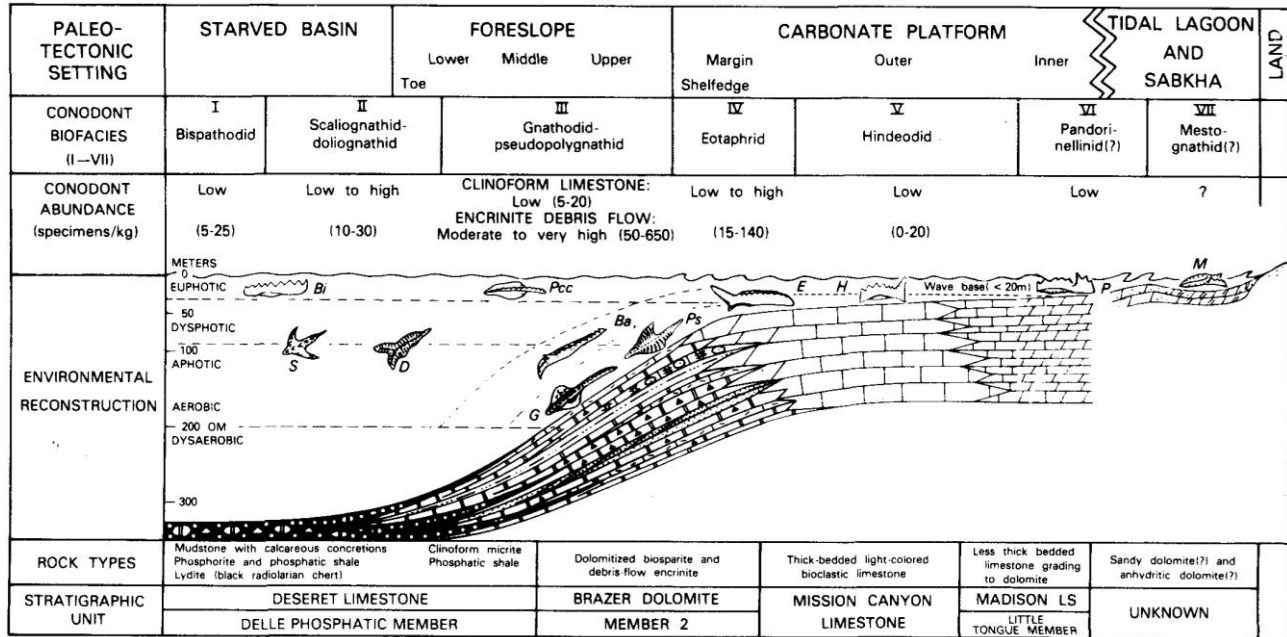
کنودونتها گروهی از موجودات ذره‌بینی دریایی هستند که در سنگ‌های متعلق به محیط‌های رسوبی متفاوت یافت می‌شوند. این موجودات دارای بیش از یک روش زندگی می‌باشند که از نکتوبنتیک تا کاملاً پلاژیک متغیر می‌باشد. از سال ۱۹۷۰ محققین دریافتند که توزیع کنودونتها دونین - کربنیفر پیشین به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی است (Savoy & Harris, 1993). در مدل‌های رخساره زیستی پیشنهاد شده برای دونین پسین و کربنیفر پیشین سعی

Plate 1



← Plate 1

Figs. 1-3: *Polygnathus longiposticus* Branson & Mehl 1934, 1-2. Upper view, Sample A8, 3. Lower view, Sample A13; Fig. 4: *Polygnathus inornatus* Branson 1934, Upper view, Sample A7; Figs. 5-8: *Siphonodella obsoleta* Hass 1959, 5-6. Upper view, Sample A13, 8. Lower view, Sample A13, 7. Upper view, Sample A16; Figs. 9-13: *Neopolygnathus communis* Branson & Mehl 1934, 9-11. Upper view, Sample A13, 12. Lower view, Sample A13, 13a. Upper view, Sample A5, 3b. Lower view, Sample A5; Fig. 14: *Mehlina* sp., Lateral view, Sample A7; Fig. 15: *Neopolygnathus dentatus* Druce 1969, Upper view, Sample A16; Fig. 16: *Polygnathus* sp. A, 16a. Upper view, Sample A13, 16b. Lower view, Sample A13; Fig. 17: *Polygnathus* sp. B, 17a Upper view, Sample A6, 17b, Lower view, Sample A6; Fig. 18: *Polygnathus* sp., 18a. Upper view, Sample A13, 18b. Lower view, Sample A13; Figs. 19-21: *Clydagnathus cavusformis* Rhodes, Austin & Druce 1969, 19-20. Upper view, Sample A8, 21. Upper view, Sample A6; Figs. 22-24: *Gnathodus pseudosemiglaber* Thomson & Fellow 1970, Upper view, Sample A18; Fig. 25: *Bispathodus aculeatus aculeatus* Branson & Mehl 1934, Upper view, Sample A10; Fig. 26: *Bispathodus stabilis* Branson & Mehl, 1934, Upper view, Sample A10.



شکل ۴: مدل رخساره‌های زیستی کربنیفر پیشین (Sandberg & Gutschick, 1984)

زیستی و شرایط بوم‌شناسی دیرینه تفسیر گردیده است. در نهشته‌های فامنین پیشین برش هوتک (Middle triangularis-Lower rhomboidea zones رخساره زیستی icriodid-polygnathid حاکم می‌باشد که نشان می‌دهد این لایه‌ها در سکوی قاره کم‌عمق نهشته شده‌اند (احمدی، ۱۳۹۱). نظیر چنین شرایطی در نهشته‌های فامنین پیشین اغلب برش‌های ایران مرکزی (دالمه، هجدک و چاهریسه) دیده می‌شود (Hairapetian & Yazdi, 2003; Gholamalian & Kebriaeizadeh, 2007; Gholamalian, 2008). وجود نهشته‌های تخریبی و افق‌های ضخیم ماسه‌سنگ کوارتزآرنایتی سفید رنگ در اواخر دونین (فامنین میانی - پسین) گویای کاهش عمق محیط رسوبی و پس‌روی دریایی در این زمان است در حالی که در همین

رخساره‌های کنودونتی تورنژین روند مشخصی می‌دارند به طوری که در نواحی کم عمق (فلات قاره) به جنس‌های *Clydagnathus* و *Patrognathus* اختصاص دارند و در محیط‌های عمیق حوضه جنس‌های *Siphonodella* و *Protognathodus* غالب می‌باشند (Dreesen, 1992). اگرچه مدل رسمی برای رخساره‌های زیستی مرز دونین - کربنیفر ارائه نشده است، اما Dreesen (1992) زیست رخساره‌های مرز دونین - کربونیفر در منطقه Carnic Alps را مورد بررسی قرار داده و ظهور یک رخساره زیستی protognathodid را از اختصاصات این مرز معرفی نموده است. در این تحقیق بر اساس الگوهای ارائه شده قبلی و کنودونتهای موجود و مشاهدات صحرائی، رخساره‌های

در لایه‌های تورنزین پایینی منطقه هوتک، محیط در این زمان بخش میانی فلات قاره و یا سکوی داخلی معرفی می‌شود. در همین زمان در حوضه طبس حضور گونه‌های شاخصی از سیفونودلیدها و پروتوگناتیدها و رخساره زیستی protognathodid در لایه‌های ابتدای تورنزین بیانگر افزایش عمق حوضه پس از حادثه زیستی مرز دونین - کربنیفر می‌باشد (بهرامی و یزدی، ۱۳۹۱). در لایه‌های بالایی (Upper part of Upper *duplicata*-Lower *crenulata*) zones و *anchoralis latus Zone*)، گونه‌های مناطق عمیق دریا نظیر *Siphonodella* و *Gnathodus* که از نظر بوم شناختی محدود به زیستگاه‌های عمیق^۵ می‌باشند (Dreesen, 1992)، حضور دارند؛ اگرچه این کنودونت‌ها فراوانی چندانی نداشته و نمی‌توان به طور دقیق محیط زندگی آن‌ها را تعیین نمود، ولی حضور آن‌ها می‌تواند دلیلی بر افزایش عمق محیط رسوبی در این زمان باشد. در حوضه طبس نیز افزایش فرم‌های Gnathoids و حضور گونه‌هایی از انواع فرم‌های *Siphonodellid* در تورنزین میانی - پسین حاکی از ادامه روند افزایش عمق حوضه می‌باشد (بهرامی و یزدی، ۱۳۹۱).

نتیجه گیری

مطالعه نهشته‌های کربنیفر پیشین برش هوتک به شناسایی ۱۳ گونه و زیرگونه کنودونتی به سن تورنزین منجر گردید که با توجه به ارزش چینه‌شناسی گونه‌ها و ظهور و انقراض آن‌ها سه زیست‌زون شناسایی شد. نهشته‌های کربنیفر در این برش به طور ناپیوسته بر روی رسوبات تخریبی منسوب به فامین میانی - پسین قرار داشته و در مرز بالایی نیز با ناپیوستگی در زیر دولومیت‌های سازند جمال به سن پرمین جای دارند. با بررسی زیست‌رخساره کنودونت‌های موجود، محیط رسوبی در تورنزین پیشین فلات قاره کم عمق بوده و در زمان تورنزین پسین بر عمق دریا افزوده شده است.

زمان و در برش کال سردر، شرایط دریایی عمیق حاکم بوده است (Gholamalalian et al., 2009). محیط رسوبی حوضه طبس در زمان فامین پسین از نوع سکوی داخلی^۴ بوده که به تدریج با نزدیک شدن به مرز دونین - کربنیفر بر عمق حوضه افزوده شده است (بهرامی و یزدی، ۱۳۹۱). با پیش‌روی دریایی در ابتدای کربنیفر پیشین و رسوب‌گذاری نهشته‌های کربناتی سنگواره‌دار مجدداً شرایط دریایی در منطقه برقرار گردیده است. در لایه‌های تورنزین پایینی (*duplicata Zone*) گونه‌هایی از چهار جنس *Bispathodus*، *Mehlina*، *Clydagnathus* و *Polygnathus* حضور دارند که از بین آن‌ها جنس *Polygnathus* از فراوانی بیشتری برخوردار است، به طوری که بیش از ۷۰ درصد مجموعه کنودونتی را به خود اختصاص داده است. لذا رخساره زیستی *Polygnathid* برقرار می‌باشد. در میان گونه‌های پلیگناتید، بیشترین فراوانی به گونه *Polygnathus inornatus* تعلق دارد و انواع *Neopolygnathus communis* و *Polygnathus longiposticus* به ترتیب در مرتبه بعدی قرار دارند.

گونه‌های *Bispathodus stabilis*، *Bispathodus aculeatus aculeatus* و *Clydagnathus cavusformis* از کنودونت‌های همراه با پلیگناتیدها در این زیست‌زون می‌باشند. جنس *Bispathodus* در رخساره‌های دور از ساحل و محیط‌های عمیق زندگی می‌کرده، ولی درصد کمی از مجموعه کنودونتی به این جنس اختصاص دارد. جنس *Clydagnathus* از کنودونت‌های ساکن در آب‌های کم عمق (فلات قاره) بوده است (Dreesen, 1992). به باور Clark (1981) نیز در محیط‌های کم عمق می‌سی‌سی‌پین پایینی جنس‌هایی نظیر *Polygnathus*، *Clydagnathus* و *Spathognathodus* حضور دارند. بنابراین با توجه به فراوانی پلیگناتیدها و همراهی آن با جنس‌هایی نظیر *Clydagnathus*

5- basin or deeper subtaidal

4- Inner shelf

منابع

- احمدی، ط.، ۱۳۹۱. زیست چینه‌نگاری نهشته‌های دونین پسین و کربونیفر پیشین در شمال کرمان (بر اساس کنودونتها و بقایای مهره‌داران). پایان‌نامه دکتری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۲۸۶ ص.
- براری، ع.، حمدی، ب.، مصدق، ح.، ۱۳۹۱. تغییرات دیرینه شناختی رسوبات کربنیفر در برش سیمه کوه (شمال دامغان) با معرفی ۴ زون کنودونتی. فصلنامه علوم زمین، ۸۴: ۳۷-۴۲.
- بهرامی، ع.، یزدی، م.، ۱۳۹۱. رخساره زیستی کنودونتهاهای مرز دونین - کربنیفر در ایران مرکزی (برشهای قلعه کلاغو، حوض دوره ۱ و ۲) و مقایسه آنها با برشهای حوضه آلپ در اروپا و ارتباط آنها با حادثه زیستی هنگنبرگ. پژوهشهای چینه‌نگاری و رسوب شناسی، ۴۹: ۵۹-۸۰.
- عاشوری، ع.ر.، ۱۳۷۷. مرز دونین - کربنیفر در ازبک کوه بر اساس کنودونتهاهای آن. فصلنامه علوم زمین، ۲۹-۳۰: ۴۶-۵۳.
- غلامعلیان، ح.، ۱۳۸۵. زیست چینه‌شناسی توالی دونین پسین در برش هوتک (شمال کرمان) بر اساس کنودونتها. فصلنامه علوم زمین، ۹۴-۱۰۱: ۵۹.
- غلامعلیان، ح.، حسینی نژاد، س.م.، خسروی، ز.، ترک‌زاده ماهانی، ا.، ۱۳۹۰. مطالعه کنودونتهاهای دونین پسین در برش باغین، باختر کرمان. فصلنامه علوم زمین، ۸۱: ۱۵۱-۱۵۸.
- غلامعلیان، ح.، قریشی مارمی، س.، پروانه نژاد شیرازی، م.، ۱۳۹۳. زیست چینه‌نگاری کنودونتهاهای دونین پسین در برش گریک، خاور زرنند (استان کرمان). فصلنامه علوم زمین، ۹۲: ۱۰۵-۱۱۴.
- وحدتی دانشمند، ف.، مصوری، ف.، محمودی قرائی، م.ر.، قاسمی، ع.، ۱۳۷۴. نقشه زمین‌شناسی چهارگوش ۱:۱۰۰۰۰۰ زرنند. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- 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.
- Ashouri, A.R., 2006. Middle Devonian-Early Carboniferous Conodont Faunas from the Khoshyeilagh Formation, Alborz Mountains, North Iran. *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran*, 17 (1): 53-65.
- Bahrami, A., Gholamalalian, H., Corradini, C., & Yazdi, M., 2011a. Upper Devonian conodont biostratigraphy of Shams Abad section, Kerman Province. Iran. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigraphia*, 117 (2): 1-11.
- Bahrami, A., Corradini, C., & Yazdi, M., 2011b. Upper Devonian-Lower Carboniferous conodont biostratigraphy in the Shotori Range, Tabas area, Central-East Iran Microplate. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 50 (1): 35-53.
- 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.
- Barskov I.S., Vorontsova, T.N., Kononova L.I., & Kuzmin A.V., 1991. Index Conodonts of the Devonian and Early Carboniferous. *Moscow University, Moscow*. 183 p. (in Russian).
- Clark, D.L., 1981. Paleogeology. In: Robinson, R.A., (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, supplement 2, Conodonta*. Geological Society of America and University of Kansas Press, Lawrence, Kansas, W: 87-92.
- Draganites, E., Mawson, R., Talent, J.A., & Krystyn, L., 2002. Lithostratigraphy, conodont biostratigraphy and depositional environment of the middle Devonian (Givetian) to Early Carboniferous (Tournaisian) Lipak Formation in the Pin Valley of Spiti (NW India). *Rivista Italiana di Palaeontologia e Stratigrafia*, 108 (1): 7-35.

- Dreesen, R., 1992. Conodont Biofacies Analysis of the Devonian/Carboniferous boundary beds in the Carnic Alps. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 135: 49-56.
- Gholamalian, H., 2003. Age-implications of Late Devonian conodonts from the Chah-Riseh area, northeast of Esfahan, central Iran. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 245: 201-207.
- Gholamalian, H., 2007. Conodont biostratigraphy of the Frasnian-Famennian boundary in the Esfahan and Tabas areas. Central Iran, *Geological Quarterly*, 51 (4): 453-476.
- Gholamalian, H., Ghorbani, M., & Sajadi, S.H., 2009. Famennian conodonts from Kal-e-Sardar section, eastern Tabas, central Iran. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 115 (2): 141-158.
- Gholamalian, H., & Kebriaeizadeh, M.R., 2008. Late Devonian conodonts from the Hojedk section, Kerman Province, southeastern Iran. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 114 (2): 171-181.
- Habibi, T., Corradini, C., & Yazdi, M., 2008. Conodont biostratigraphy of the Upper Devonian-Lower Carboniferous Shahmirzad section, central Alborz, Iran. *Geobios*, 41: 763-777.
- Hairapetian, V., & Yazdi, M., 2003. Late Devonian conodonts from Dalme section, Northeastern Ardekan, Central Iran. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 254: 209-225.
- Ji, Q., & Ziegler, W., 1993. The Lalli section: an excellent reference section for Late Devonian in south China. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 157: 1-183.
- Lane, H.R., Sandberg, C.A., & Ziegler, W., 1980. Taxonomy and phylogeny of some Lower Carboniferous conodonts and preliminary standard post-*Siphonodella* zonation. *Geologica et Palaeontologica*, 14: 117-164.
- Molloy, P.D., Talent, J.A., & Mawson, R., 1997. Late Devonian - Tournaisian conodonts from the eastern Khyber region, North-West Pakistan. *Rivista Italiana Paleontologia e Stratigrafia*, 103 (2): 123-148.
- Sandberg, C.A., 1976. Conodont biofacies of Late Devonian *Polygnathus styriacus* Zone in western United States. 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. *Geological Society of America Special Paper*, 196: 143-178.
- Sandberg, C.A., & Dreesen, R., 1987. Conodont dating of perireefal strata and events in the Frasnian (lower Upper Devonian) of Belgium. *Geological Society of America*, 19 (3): 177.
- Sandberg, C.A., & Gutschick, R.C., 1984. Distribution, microfauna and source-rock potential of Mississippian Delle Phosphatic Member of Woodman Formation and equivalents, Utah and adjacent States. In: Woodward, J., Meissner, F.F., & Clayton, J.L., (eds.), Hydrocarbon source rocks of the Greater Rocky Mountain region, Denver Colorado, Rocky Mountain. *Association of Geologists*, 135-178.
- Sandberg, C.A., & Ziegler, W., 1979. Taxonomy and biofacies of important conodonts of the Late Devonian *styriacus* Zone, United States and Germany. *Geologica et Palaeontologica*, 13: 173-212.
- Sandberg, C.A., Ziegler, W., Dreesen, R., & Butler, J., 1988. Late Frasnian mass extinction: Conodont event stratigraphy, global changes, and possible causes. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 102: 263-307.
- Sandberg, C.A., Ziegler, W., Leuteritz, K., & Brill, S.M., 1978. Phylogeny, speciation, and zonation of *Siphonodella* (Conodonta, Upper Devonian and Lower Carboniferous). *Newsletters on Stratigraphy, Stuttgart, Gebrueder Borntraeger*, 7: 102-120.
- Savoy, L.E., & Harris, A.G., 1993. Conodont biofacies and taphonomy along a carbonate ramp to black shale basin (latest Devonian and earliest Carboniferous), southernmost Canadian Cordillera and adjacent Montana. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 30 (12): 2404-2422.
- Schonlaub, H.P., & Kreutzer, L.H., 1993. Lower Carboniferous Conodonts from the Cima di Plotta Section (Carnic Alps, Italy). *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 136: 247-269.
- Webster, G.D., Maples, C.G., Mawson, R., & Dastanpour, M., 2003. A cladid-dominated Lower Mississippian crinoid and conodont fauna from Kerman Province, Iran, and revision of the glossocrinids and rhenocrinids. *Journal of Paleontology*, 77 (3): 1-36.
- 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.
- Wendt, J., Kaufmann, B., Belka, Z., Farsan, N., & Karimi Bavandpour, A., 2005. Devonian/Lower Carboniferous stratigraphy, facies patterns and palaeogeography of Iran, part II, northern and central Iran. *Acta Geologica Polonica*, 55 (1): 31-97.
- Yazdi, M., Ghobadi Pour, M., & Mawson, R., 2000. Late Devonian conodonts from the Chahriseh area, central Iran. *Records of the Western Australian Museum*, 58: 179-189.

Biostratigraphy and Paleocology of Lower Carboniferous Strata in Hutk Section (Kerman) Based on Conodonts

Ahmadi, T.^{1*}, Dastanpour, M.², Vaziri, M.R.³, Bahrami, A.⁴

1- Assistant Professor, Department of Geology, Payame Noor University, Tehran, Iran

2- Professor, Department of Geology, Kerman Institute of Higher Education, Kerman, Iran

3- Professor, Department of Geology, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

4- Associate Professor, Department of Geology, Isfahan University, Isfahan, Iran

*E-mail: t_ahmadi2005@yahoo.com

Introduction

Upper Devonian-Lower Carboniferous rocks are widely exposed throughout Kerman Province (Central-East Iran Microplate). They are mainly represented by limestones, sandstones and interbedded shales, of the Bahram and Hutk Formations. The regional geology and stratigraphy of the Kerman area have been described by Huckriede *et al.* (1962) and Wendt *et al.* (2002). The Hutk section is located about 35 km north of Kerman in the Khajeh Mountain, where the Precambrian to Jurassic rocks are exposed. The study area is located in the southwestern part of the geological map of Zarand (Vahdati Daneshmand *et al.*, 1995), and structurally belongs to the southwestern part of the Central-East Iran Microplate. This paper is the first study on stratigraphy and biostratigraphy of the Hutk Formation in the Hutk section, providing evidence of a Tournaisian age of the Formation.

Discussion

Nineteen samples (3-4 kg each) were collected from the Hutk Formation in Hutk section, and processed for conodonts. Of these, twelve samples yielded more than 101 conodont elements. In general, the preservation of the conodont elements is good, although a few specimens being broken or incomplete. The identified conodont fauna consists of thirteen species and subspecies of seven genera including: *Gnathodus*, *Protognathodus*, *Polygnathus*, *Mehlina*, *Bispathodus*, *Clydagnathus*, *Siphonodella*. In the present paper, we follow the standard conodont zonations of the Early Carboniferous, established by Sandberg *et al.* (1978). The conodont associations found in the 12 productive conodont samples from the Hutk section allows us to subdivide the deposits into three conodont biozones: the *duplicata* Zone, Upper part of Upper *duplicata*-Lower *crenulata* zones and *anchoralis-latus* Zone

***duplicata* Zone:** *Neopolygnathus communis*, *Polygnathus inornatus*, *Polygnathus* sp. B, *Polygnathus longiposticus*, *Mehlina* sp., *Clydagnathus cavusformis* occur in this interval associated with the *Bispathodus aculeatus aculeatus* and *Bispathodus stabilis*. According to Molloy *et al.*, (1997) *Polygnathus longiposticus* ranges from within the Lower *duplicata* Zone in to the Lower *Crenulata* Zone. Co-occurrence of this species with *Clydagnathus cavusformis*, which ranges from Middle *expansa*-Upper *duplicata* zones, defines the interval.

Upper part of Upper *duplicata*-Lower *crenulata* zones: An undifferentiated Upper part of Upper *duplicata*-Lower *crenulata* zones interval is discriminated from samples A12 to A16 by co-occurrences of *Neopolygnathus dentatus* and *Siphonodella obsoleta*. Its lower limit is recognized by the first occurrence *Siphonodella obsoleta*, which ranges from the Upper part of Upper *duplicata* to the *isostica*-U. *crenulata* zones (Sandberg *et al.*, 1978). The upper limit is identified by the last occurrence of *Neopolygnathus dentatus*, which ranges from the Latest *marginifera* to the Lower *crenulata* zones (Barskov *et al.*, 1991; Ji & Ziegler, 1993).

Barren interval: There is a five-meter barren zone intervenes between the lowest sample attributable to *anchoralis-latus* Zone and the uppermost bed attributable to Upper part of Upper *duplicata*-Lower *crenulata* zones which do not yield any conodont specimen, so the age of this bed has been recognized on the basis of stratigraphic position as Upper *crenulata*-*typicus* zones.

***anchoralis-latus* Zone:** The association of *Gnathodus pseudosemiglaber* and *Neopolygnathus communis* can be seen here. Its lower boundary is defined by FAD of *Gnathodus pseudosemiglaber* that ranges from

anchoralis-latus Zone to *texana* Zone (Lane *et al.*, 1980). Co-occurrences of this species with *Neopolygnathus communis* which extinct at *anchoralis-latus* Zone defines the interval.

Biofacies and Paleoecology: During the Early Carboniferous, the lateral distribution of conodonts across the shallow carbonate shelf to the open sea and basinal environments follows a similar pattern as during the Late Devonian time (Schonlaub & Kreutzer, 1993). The basic concept of conodont biofacies introduced by Sandberg (1976) and later completed by others (e.g. Sandberg & Ziegler 1979; Sandberg *et al.*, 1988; Sandberg & Dreesen, 1984, 1987; Pohler and Barnes, 1990 and Savoy & Haris, 1993). The Paleoenvironment and paleoecology were interpreted from field observation and conodont assemblages. Shallow water conodont biofacies (icriodid-polygnathid) in Lower Famennian deposits of the studied section indicates an inner shelf to foreshore depositional environment for this part of section (Ahmadi *et al.*, 2012). This is similar to most Iranian sequences of Central Iran such as Hojedk (Gholamalian & Kebriaei, 2008), Dalmeh (Hairapetian & Yazdi, 2003) and Chahriseh (Gholamalian, 2007). The middle-late Famennian deposits are characterized by clastic sediments which indicates a considerable sea level fall and marine regression at the Latest Devonian time. This situation is different from other sequences of Central Iran. Middle and late Famennian in some sections (eg. Ghale-Kalaghu and Howz-e-Dorah 1, 2) shows predominance an inner shelf environment (Bahrami *et al.*, 2011) whereas in Kale-e-Sardar section (Eastern Tabas) deep marine sediment were deposited (Gholamalian *et al.*, 2009). The *duplicata* Zone is characterized by 8 conodont taxa. Species of *Polygnathus* is most abundant followed by those of *Clydagnathus* and a low number of *Bispathodus*+*Mehlina*. The polygnathid biofacies and occurrences of *Clydagnathus* represent an inner shelf to mid-continental shelf environment. The upper beds (Upper part of Upper *duplicata*-Lower *crenulata* zones, *anchoralis latus* Zone) is characterized by the appearances of *Gnathodus* and *Siphonodella*. These genera have low abundance so the statical analysis is impossible but the presence of these genera represents a sea level rise and establishment of deeper environment during the late Tournaisian.

Conclusions

From the Early Carboniferous sequences of Hutk section, north of Kerman, thirteen species and subspecies of conodonts were identified. The age of Hutk Formation has been determined as Tournaisian based on its fauna. Three biozones were recognized on the basis of vertical distribution of these taxa along the stratigraphic column. These strata lie unconformably over the Middle-Upper Famennian terrigenous sediments and covered disconformably by dolostones of Jamal Formation.

Keywords: Conodont; Tournaisian; Kerman; Biofacies.

Reference

- 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., Corradini, C., Yazdi, M., 2011. Upper Devonian-Lower Carboniferous conodont biostratigraphy in the Shotori Range, Tabas area, Central-East Iran Microplate, *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 50 (1): 35-53.
- Barskov I.S., Vorontsova T.N., Kononova L.I. & Kuzmin A.V., 1991. Index Conodonts of the Devonian and Early Carboniferous. Moscow University, Moscow. 183 p. (in Russian).
- Gholamalian, H., 2007. Conodont biostratigraphy of the Frasnian–Famennian boundary in the Esfahan and Tabas areas, Central Iran, *Geological Quarterly*, 51(4): 453-476.
- Gholamalian, H., Ghorbani, M. & Sajadi, S.H., 2009. Famennian conodonts from Kal–e–Sardar section, eastern Tabas, central Iran, *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 115 (2): 141-158.
- Gholamalian, H., & Kebriaei M.R., 2008. Late Devonian conodonts from the Hojedk section, Kerman Province, southeastern Iran. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 114(2): 171-181.
- Hairapetian, V., & Yazdi, M., 2003. Late Devonian conodonts from Dalmeh section, Northeastern Ardekan, Central Iran, *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 254: 209-225.
- Huckriede, R., Kursten, M. & Venlaff, H. 1962. Zur geologie des gebiets Zwischen Kerman und Saghand (Iran). *Beiheft Zum Geologisschen Jahrbuch*, 51: 1-197.

- Ji, Q. & Ziegler W., 1993. The Lalli section: an excellent reference section for Late Devonian in south China. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 157: 1-183.
- Lane, H.R., Sandberg, C.A. & Ziegler W., 1980. Taxonomy and phylogeny of some Lower Carboniferous conodonts and preliminary standard post-Siphonodella zonation, *Geologica et Palaeontologica*, 14: 117-164.
- Molloy, P. D., Talent, J. A. and Mawson, R., 1997. Late Devonian – Tournaisian conodonts from the eastern Khyber region, North-West Pakistan. *Rivista Italiana Paleontologia e Stratigrafia*, 103(2): 123-148.
- Pohler S. M. & Barnes C. R., 1990. Conceptual models in conodont paleoecology. *Courier Forsch.-Inst. Senckenberg*, 118: 409-440.
- Sandberg, C.A., 1976. Conodont biofacies of Late Devonian Polygnathus styriacus Zone in western United States. 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, *Geological Society of America Special Paper*, 196: 143-178.
- Sandberg, CA & Dreesen, R., 1987. Conodont dating of perireefal strata and events in the Frasnian (lower Upper Devonian) of Belgium. *Geological Society of America*, 19(3): 177.
- Sandberg, C.A., & Ziegler, W., 1979. Taxonomy and biofacies of important conodonts of the Late Devonian styriacus Zone, United States and Germany. *Geologica et Palaeontologica*, 13: 173-212.
- Sandberg, C.A., Ziegler, W., Dreesen, R., & Butler, J., 1988. Late Frasnian mass extinction: Conodont event stratigraphy, global changes, and possible causes, *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 102: 263-307.
- Sandberg, C.A., Ziegler, W., Leuteritz, K. & Brill, S.M. 1978. Phylogeny, speciation, and zonation of *Siphonodella* (Conodonta, Upper Devonian and Lower Carboniferous), *Newsletters on Stratigraphy, Stuttgart, Gebrueder Borntraeger*, 7: 102-120.
- Savoy, L.E., & Harris, A.G., 1993. Conodont biofacies and taphonomy along a carbonate ramp to black shale basin (latest Devonian and earliest Carboniferous), southernmost Canadian Cordillera and adjacent Montana, *Canadian Journal of Earth Sciences*, 30(12): 2404-2422.
- Schonlaub, H.P., & Kreutzer, L. H., 1993. Lower Carboniferous Conodonts from the Cima di Plotta Section (Carnic Alps, Italy), *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 136: 247-269.
- Vahdati Daneshmand, F., Mosavari, F., Mahmudy Gharaie, M. R. & Ghasemi, A., 1995. Geological map of Zarand, scale 1:100,000. *Geological Survey of Iran*.
- 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.