

## سنگ چینه نگاری و زیست چینه نگاری سازند دلیچای در برش چینه شناسی باغی، شمال باختری اسفراین، براساس زیای آمونیتی

وحید کرابی<sup>۱</sup>، عباس قادری<sup>۲\*</sup>، احمد رئوفیان<sup>۳</sup>، علیرضا عاشوری<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد چینه نگاری و دیرینه شناسی، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

۲- استادیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

۳- استادیار دانشگاه فرهنگیان، مرکز دانشور نیشابور، نیشابور، ایران

۴- استاد گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

\*پست الکترونیک: aghaderi@um.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۲۸

تاریخ دریافت: ۹۷/۸/۲۲

### چکیده

در پژوهش حاضر سازند دلیچای در برش چینه شناسی باغی واقع در شمال باختری شهر اسفراین از دیدگاه سنگ چینه نگاری و زیست چینه نگاری مورد مطالعه قرار گرفته است. سازند دلیچای در این برش با ضخامت ۶۵۵ متر قابل تقسیم به ۱۰ عضو غیررسمی مختلف بوده که اغلب از مارن‌های به رنگ سبز روشن، سنگ آهک و سنگ آهک مارنی به رنگ‌های خاکستری تا قرمز تشکیل شده‌اند و به ویژه در نیمه پایینی دارای آمونیت‌های فراوانی هستند. مطالعه زیای آمونیتی موجود در این برش به شناسایی ۳ زیرراسته، ۶ روخوانواده، ۱۴ خانواده، ۲۰ زیرخانواده، ۳۹ جنس، ۲۶ زیرجنس و ۹۶ گونه منجر شده است. این آمونیت‌ها به شناسایی ۱۷ زیست‌زون استاندارد منجر شده که به ترتیب از قدیم به جدید شامل Grantiana، Parkinsoni، Zigzag، Retrocostatum، Bullatus، Gracilis، Anceps، Coronatum، Athleta، Lambert، Transversarium، Bifurcatus، Bimammatum، Planula، Hypselocyclum، Platynota و Acanthicum می‌باشند. بر اساس این زیست‌زون‌های سن باژوسین پسین - کیمریجین پسین برای توالی مورد مطالعه تأیید شده است.

**واژه‌های کلیدی:** آمونیت، ژوراسیک میانی - پسین، سازند دلیچای، برش چینه شناسی باغی، بینالود.

### مقدمه

و آلاداغ، در پالتوزوئیک پهنه مستقلی نبوده، جزئی از ایران مرکزی به شمار می‌رود و ردیف رسوبات برقراره‌ای پالتوزوئیک کم و بیش در همه جای آن دیده می‌شود. با این حال، افشارحرب (۱۳۷۳) پهنه کپه‌داغ را شامل دو رشته کوه با روند موازی می‌داند که رشته جنوبی آن را کوه‌های گلستان، آلاداغ و بینالود تشکیل می‌دهند. ردیف رسوبات معادل با سازند دلیچای (ژوراسیک میانی - پسین)

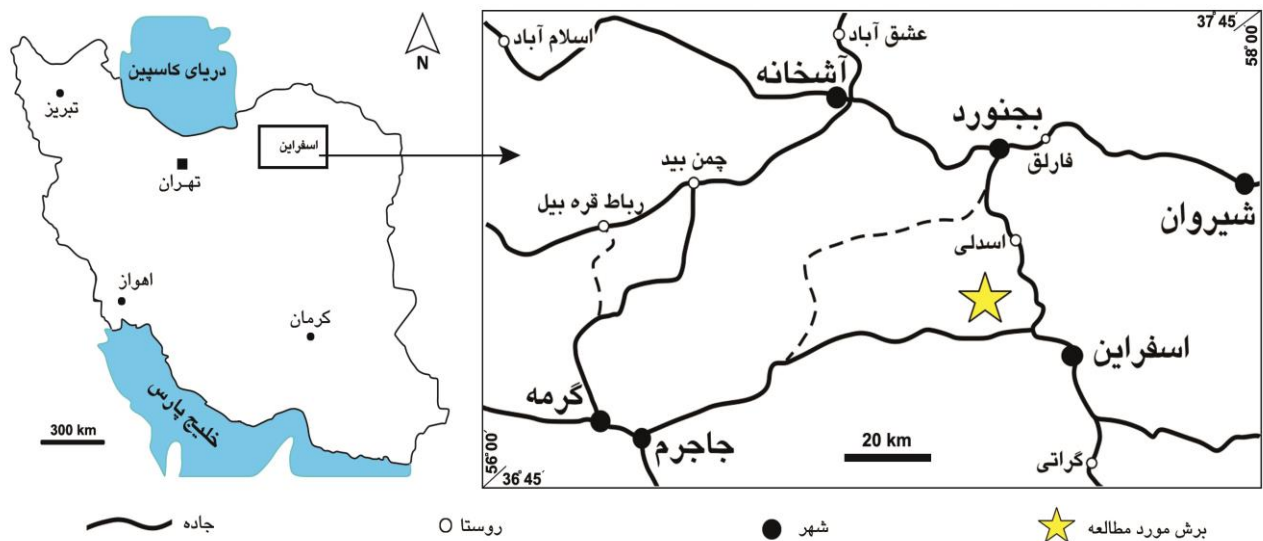
واحد زمین ساختی بینالود با طولی در حدود ۴۰۰ کیلومتر، دارای روند شمال باختری - جنوب خاوری بوده و به عنوان امتداد خاوری رشته کوه‌های البرز (Alavi, 1991)، در بین واحدهای ساختمانی کپه‌داغ در شمال، ایران مرکزی در جنوب و البرز در باختر محصور شده است (نبوی، ۱۳۵۵). به باور برخی از زمین شناسان (برای مثال: افتخارنژاد، ۱۳۵۹)، منطقه البرز خاوری مشتمل بر رشته کوه‌های بینالود

مرز ژوراسیک - کرتاسه را درون سازندهای یاد شده قرار داده است. بر این اساس و نظر به ضرورت تکمیل مطالعات دیرینه شناسی و چینه شناسی این واحدهای سنگی، در پژوهش حاضر برش چینه شناسی باغی در باختر شهرستان اسفراین در استان خراسان شمالی انتخاب و ضمن بررسی وضعیت سنگ چینه نگاری، به کمک آمونیت‌ها مورد مطالعه دقیق زیست‌چینه نگاری قرار گرفته است.

### موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی عمومی

قاعده برش چینه شناسی با مختصات جغرافیایی  $37^{\circ} 11' 45''/34''$  عرض شمالی و  $57^{\circ} 16' 21''/89''$  طول خاوری، در فاصله ۲۹ کیلومتری شمال باختری شهرستان اسفراین (مسیر اسفراین به جاجرم) قرار گرفته است (شکل ۱). برش چینه شناسی باغی در گستره نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ بجنورد (جعفریان و طاهری، ۱۳۷۱) قرار می‌گیرد. از دیدگاه زمین شناسی عمومی، بخش شمالی این منطقه جزو پهنه ساختاری - رسوبی کپه‌داغ (Stocklin, 1968) و بخش جنوبی آن وابسته به پهنه بینالود (نبوی، ۱۳۵۵) است.

در رشته کوه‌های بینالود از گسترش نسبتاً زیادی برخوردارند. برش الگوی این سازند با ۱۰۷ متر ضخامت، در مجاورت رودخانه دلیچای در مسیر جاده تهران - فیروزکوه قرار گرفته است. این سازند به واسطه یک ناپوستگی فرسایشی که به باور Fursich et al. (2005, 2009) بیانگر رویداد سیمین میانی است، بر روی سازند [گروه] آواری شمشک واقع شده و خود با گذر پیوسته و همشیب، توسط سنگ آهک‌های صخره‌ساز سازند لار پوشیده می‌شود. با این حال، شروع سازند دلیچای در تمامی برش‌های مطالعه شده از بازوسین پسین است؛ اگرچه پایان رسوب گذاری آن در مناطق مختلف متفاوت است (برای مثال: Seyed-Emami et al., 1985, 1989, 1994, 1995, 1996, 2013, 2018؛ Seyed-Emami & Schairer, 2011a,b؛ بهفر و همکاران، ۱۳۹۰؛ رئوفیان، ۱۳۹۳؛ سربندی فراهانی و همکاران، ۱۳۹۳)، ضمن این که مطالعاتی که اخیراً بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی بر روی ردیف رسوبات سازندهای دلیچای / چمن‌بید در حوضه بینالود انجام شده است (برای مثال: قدمگاهی، ۱۳۹۴؛ امانی و همکاران، ۱۳۹۶)، جایگاه سنی این سازند را ارتقا داده و



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه

قدیمی ترین واحدهای سنگی منطقه مورد مطالعه را رخنمونی از طبقات تفکیک نشده منتسب به کامبرین (سازندهای باروت، زاگون، لالون و میلا) تشکیل می دهند که با گذر کاملاً گسلیده و بر روی مجموعه های رسوبی جوان تر رانده شده اند. علاوه بر این، طبقات متعلق به دوره های اردوویسن تا دونین (سازندهای شیرگشت، پادها و خوش ییلاق) در شمال منطقه و در تاقدیس شیرویه رخنمون دارند (جعفریان و طاهری، ۱۳۷۱). از وضعیت زمین شناسی دوره های کرینفر تا تریاس این ناحیه اطلاعی در دسترس نیست و طبقات ژوراسیک متعلق به گروه شمشک با گذر گسله، هم مرز با واحدهای قدیمی تر پالئوزوئیک شده اند. توالی ژوراسیک این منطقه (گروه شمشک و سازندهای دلیچای و لار) رخنمون نسبتاً کامل و مشخصی دارند (شکل ۲)، به ویژه آن که توالی سازند دلیچای بسیار غنی از فسیل و قابل پیمایش و نمونه برداری است. به سمت شمال، ویژگی های چینه شناسی عمومی کرتاسه در منطقه کاملاً همساز و منطبق بر الگوی چینه شناسی حوضه کپه داغ است به طوری که به استناد نوشته بلورچی و افشارحرب (۱۳۶۵) و جعفریان و طاهری (۱۳۷۱) توالی سازندهای شوربجه / زرد، تیرگان و سرچشمه پوشاننده طبقات ژوراسیک هستند. جدیدترین رخنمون های منطقه را نیز ردیف های آواری نوژن و آبرفت های کواترنری می سازند.

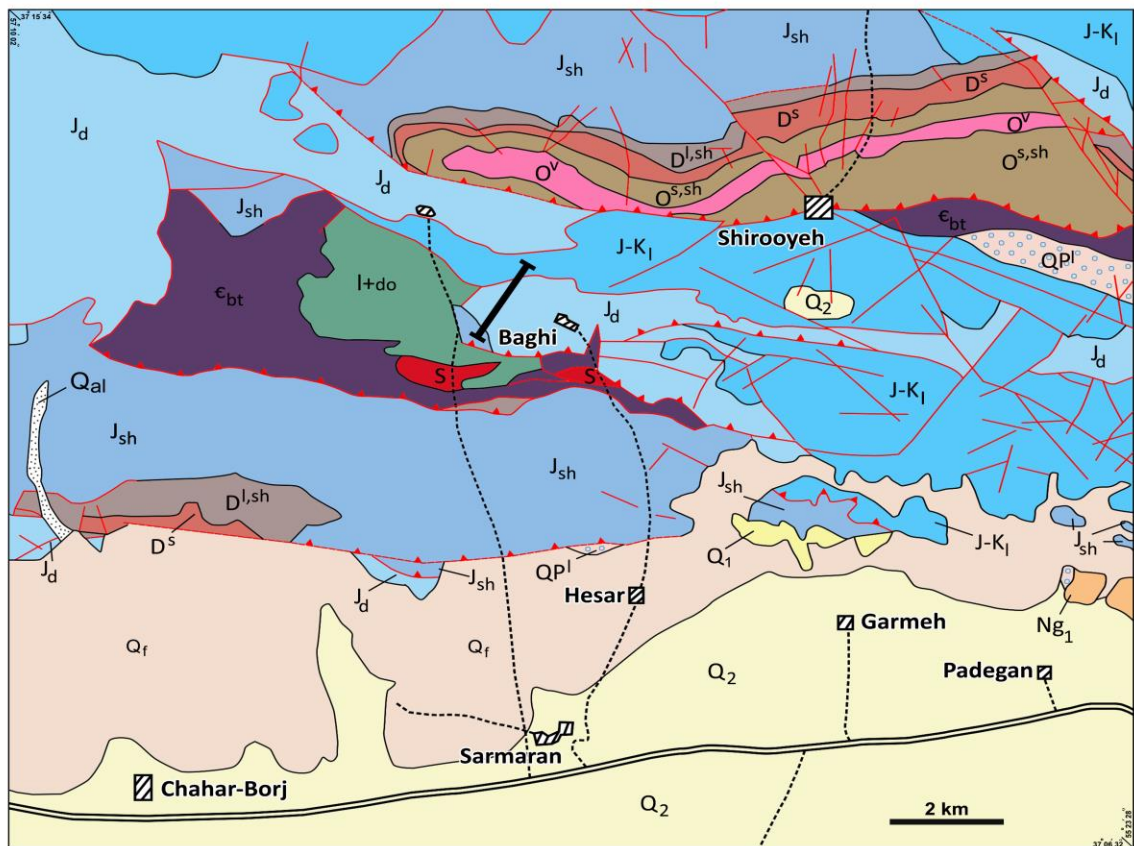
### روش مطالعه

مطالعات صحرایی انجام شده شامل پیمایش صحرایی سازند، تعیین سنگ شناسی صحرایی و ترسیم ستون چینه نگاری، نمونه برداری از آمونیت های موجود در داخل لایه ها و طبقات سنگی به صورت سیستماتیک و برجا بوده است. به هنگام برداشت های چینه شناسی، ضخامت هر واحد سنگی اندازه گیری شد و ضمن شناسایی مقدماتی رخساره های

سنگی، ساخت های رسوبی و نام گذاری آن ها در صحرا، از واحدهای مختلف تصویربرداری صورت گرفت. در مجموع تعداد ۵۴۰ نمونه آمونیت برجا از این برش به دست آمده است. نمونه ها پس از انتقال به آزمایشگاه و انجام مراحل اولیه تنظیف و رسوب برداری، با روش سفیدسازی به کمک آمونیوم کلراید و با استفاده از دوربین عکاسی Canon 60D تصویربرداری شده اند. تمامی نمونه های برداشت شده به صورت برجا از درون لایه ها با کد FUM#VK و از شماره مبدأ ۱۰۱ نام گذاری و در موزه گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد نگه داری می شوند. ضمن انجام مطالعات دیرینه شناسی سیستماتیک، جزئیات بایومتریکی نمونه های آمونیتی شامل ابعاد دقیق نمونه ها، اندازه، عمق و قطر ناف و نیز تزیناتی همچون تعداد، آرایش و کیفیت ریب ها، کیل های حاشیه ای، نودها، خط درزها و شکل دهانه مورد بررسی دقیق قرار گرفته اند. پس از شناسایی دقیق گونه های آمونیتی موجود، زیست زون های تعیین و در نتیجه سن برش مورد مطالعه مشخص شده است. به علت قرابت زیای آمونیتی موجود با گونه های اروپای مرکزی و جنوبی و شمال آفریقا از زون بندی زیستی ایالت ساب مدیترانه استفاده شده است که در مقالات Cariou & Hantzpergue (1997) آمده، استفاده شده است. شیوه توصیف نمونه ها در این بخش بر اساس الگوی توصیفی استفاده شده در نوشته Arkell et al. (1957) می باشد.

### سنگ چینه نگاری

سازند دلیچای که در برش چینه شناسی باغی با ۶۵۵ متر ضخامت بر روی طبقات گروه شمشک قرار گرفته است (شکل ۳ الف)، براساس ویژگی ها و تغییرات سنگ شناختی، زمین ریختاری، ضخامت لایه بندی، تغییرات رنگی و ... قابل تقسیم به ۱۰ عضو غیررسمی متفاوت است.



	Ng <sub>1</sub> : Marl, gypsum, conglomerate and minor volcanic rocks (Neogene)		Q <sub>al</sub> : Recent alluvium (Quaternary)
	J-K <sub>1</sub> : Lar Formation; Light and pinkish limestone and dolomitic limestone (Jurassic)		Q <sub>f</sub> : Fan deposits conglomerate
	J <sub>d</sub> : Dalichi Formation; Light green marl, Limestone and marly limestone (Jurassic)		Q <sub>2</sub> : Young alluvial deposits (Quaternary)
	J <sub>sh</sub> : Shemshak Formation; Sandstone and shale (Jurassic)		Q <sub>1</sub> : High level piedmont alluvial (Quaternary)
	D <sup>l,sh</sup> : Khoshyeilagh Formation; Dark limestone and green shale (Devonian)		QPl : Conglomerate (Quaternary)
	D <sup>s</sup> : Padeha Formation; Red and white sandstone and green marly shale (Devonian)		Stratigraphic section
	O <sup>v</sup> : Volcanic (andesite to basalt), sandstone and shale (Ordovician)		Trust and Normal Faults
	O <sup>s,sh</sup> : Dark sandstone, olive green shale and minor sandy limestone (Ordovician)		Road
	I+do : Dark grey algal limestone with algae and dolomite (Cambrian)		Village
	S : Red sandstone (Cambrian)		
	C <sub>bt</sub> : Barut, partly Zaigon and Lalun Formations; red and green shale, limestone, dolomite, sandy shale, tuffaceous sandstone and shale (Cambrian)		

شکل ۲: نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه (برگرفته از جعفریان و طاهری، ۱۳۷۱؛ با ترسیم مجدد و اندکی تغییرات)

رنگ هستند و از آنها به نام طبقات فشرده<sup>۱</sup> نیز یاد شده است (برای مثال: رئوفیان و زند مقدم، ۱۳۹۵)، حاوی زیای آمونیتی فراوانی می باشند. در بخش های بالایی این برش چینه شناسی، سازند دلیچای غالباً شامل مارن های هوازده به رنگ خاکستری روشن تا سبز می باشد. این سازند در انتها به سنگ آهک های سازند لار ختم می شود (شکل ۳ب). با این

نخستین لایه های سازند دلیچای در این برش مارن های خاکستری تا سبز روشن هستند، اما به سمت بالا از محتوای مارنی سازند کاسته شده و سنگ آهک های مارنی جایگزین واحدهای مارنی زیرین می شوند. یکی از ویژگی های شاخص و عمومی سازند دلیچای که در این منطقه نیز قابل مشاهده است، وجود لایه هایی به رنگ قرمز تیره تا قهوه ای در بخش های پایینی سازند است. این طبقات که شامل سنگ آهک های نازک لایه و ندولار با تناوبی از مارن های قرمز

1- Condensed bed

توضیح سازند دلیچای در برش چینه شناسی باغی به ۱۰ عضو غیررسمی به شرح زیر تقسیم شده است:

**عضو ۱:** این بخش با ضخامت کلی ۳۴/۵ متر، قدیمی ترین واحد تفکیک شده در برش مورد مطالعه می باشد که بر روی شیل های خاکستری تیره تا سبز رنگ گروه شمشک منتسب به آلتین - اوایل باژوسین قرار گرفته است. مارن خاکستری روشن، مارن آهکی تا سنگ آهک مارنی حاوی فسیل شکم پایان، بلمنیت، اسفنج و آمونیت (با ضخامت ۲۴ متر)، سنگ آهک دولومیتی قهوه ای رنگ (با ضخامت ۱/۵ متر) و در انتها مارن های حاوی فسیل خاکستری روشن تا سنگ آهک های مارنی (با ضخامت ۹ متر)، سنگ شناسی غالب این عضو را تشکیل می دهد.

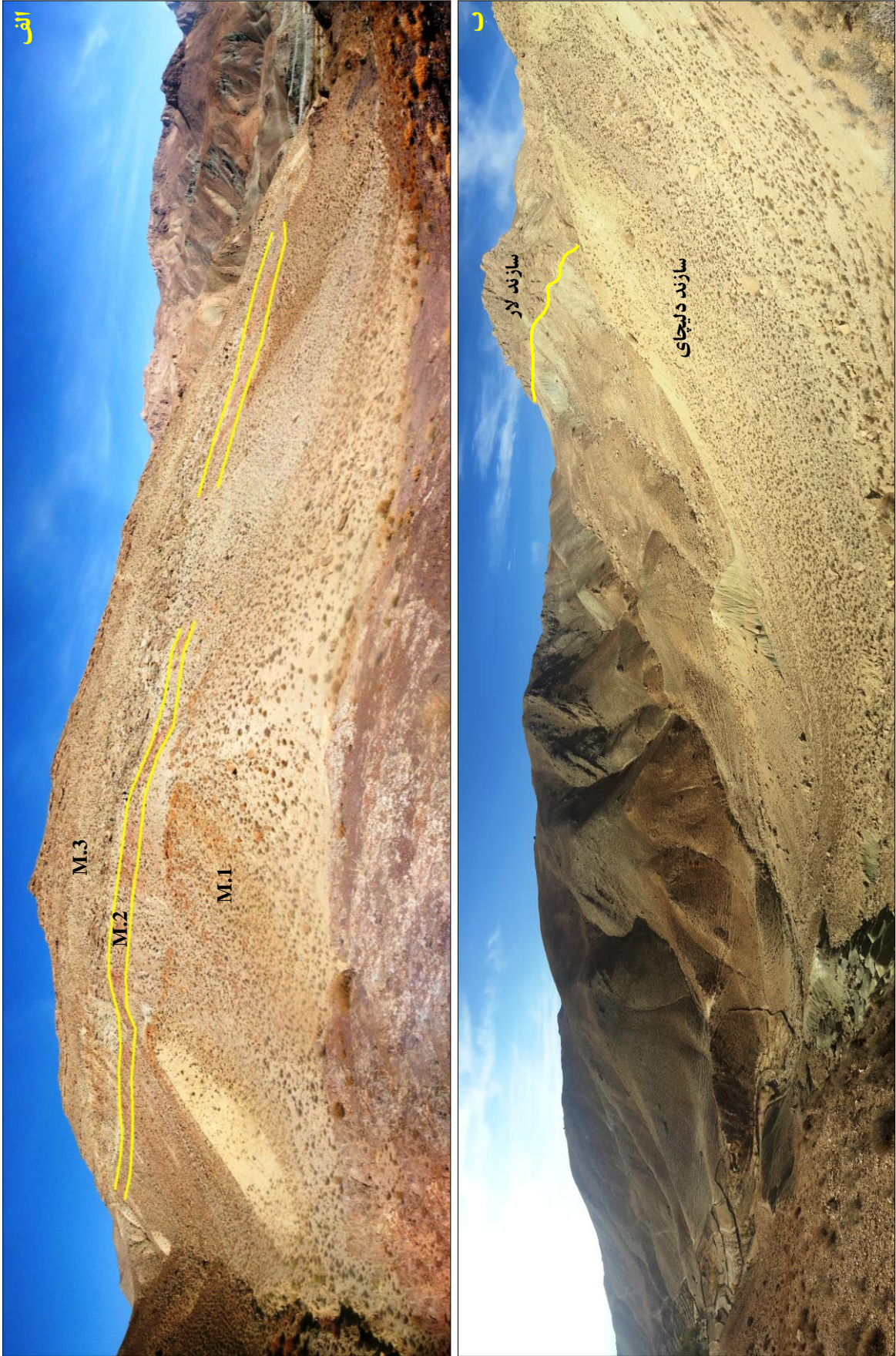
**عضو ۲:** شامل مارن های حاوی فسیل به رنگ صورتی تا قرمز، سنگ آهک مارنی و سنگ آهک های نودولار به ضخامت ۸/۵ متر است (شکل ۴ الف-ب). بیشترین محتوای فسیلی این واحد را آمونیت ها تشکیل داده اند؛ اگرچه اسفنج های سیلیسی (*Cylindrophyma* sp.) نیز در سنگ آهک های نودولار قرمز رنگ این بخش مشاهده شده اند (شکل ۴ پ).

**عضو ۳:** این عضو با ۳۰/۵ متر ضخامت، شامل مارن های خاکستری تا قهوه ای روشن و سنگ آهک غنی از آمونیت (شکل ۵ ث) با ضخامت ۱۱/۵ متر، مارن های خاکستری فرسایش یافته و سنگ آهک های نازک لایه حاوی آمونیت (شکل ۴ ت - ث) که در قاعده خود یک افق کنگلومرای درون سازندی به همراه دارد (با ضخامت ۱۴ متر) و بالاخره یک بخش ماسه سنگی دریایی قهوه ای رنگ با رخساره بوما (شکل ۵ الف) حاوی ریپل مارک، فلوت کست (شکل ۵ ب) و اثر فسیل های مختلف نظیر *Palaeodyction* isp. با ضخامت ۵ متر (شکل ۵ ح) است که یادآور رسوب گذاری در رژیم های توریدیتی می باشند.

**عضو ۴:** با ضخامت مجموع ۳۲ متر، شامل مارن های خاکستری روشن (با ضخامت ۶ متر) و مارن های خاکستری فرسایش یافته و سنگ آهک های نازک لایه به رنگ خاکستری تا قهوه ای روشن (با ضخامت ۲۶ متر) است.

**عضو ۵:** این واحد با ضخامت مجموع ۲۸/۲ متر مشتمل بر یک افق کنگلومرای درون سازندی حاوی اینتراکست های آهکی از جنس خود لایه که نشان از تخریب برجای درون حوضه ای دارد (با ضخامت ۱ متر)، مارن های خاکستری رنگ درون لایه ای به همراه سنگ آهک های نازک تا متوسط و کمی ضخیم لایه به رنگ قهوه ای روشن تا خاکستری (با ۷ متر ضخامت)، سنگ آهک های نازک لایه به رنگ خاکستری تا قهوه ای روشن (با ۳/۷ متر ضخامت)، سنگ آهک های لایه متوسط به رنگ خاکستری تا قهوه ای روشن (با ضخامت ۶ متر) و در پایان مارن های خاکستری در تناوب با سنگ آهک های نازک تا متوسط لایه با ضخامت ۱۰/۵ متر است.

**عضو ۶:** این عضو از مارن های به رنگ خاکستری حاوی آمونیت (با ضخامت ۴ متر)، مارن های خاکستری در تناوب با سنگ آهک های چرت دار با ضخامت ۱۱/۵ متر (شکل ۵ پ - چ)، تناوبی از مارن های خاکستری درون لایه ای با سنگ آهک های نازک لایه به رنگ قهوه ای روشن تا خاکستری (با ضخامت ۱۵ متر)، سنگ آهک های متوسط لایه به رنگ خاکستری تا قهوه ای روشن (با ضخامت ۱/۶ متر)، مارن خاکستری در تناوب با سنگ آهک های متوسط لایه سرشار از آمونیت به رنگ خاکستری تا قهوه ای روشن (با ضخامت ۸ متر)، سنگ آهک چرت دار حاوی بلمنیت با ضخامت ۳/۵ متر (شکل ۴ ج) و بالاخره تناوبی از مارن های خاکستری، سنگ آهک های نازک لایه خاکستری تا قهوه ای روشن (با ضخامت ۲۴ متر) و سنگ آهک متوسط تا ضخیم لایه به رنگ خاکستری تا قهوه ای روشن (با ضخامت ۲ متر) تشکیل شده است که در مجموع ۶۹/۶ متر ضخامت دارد.



شکل ۳: الف) نمایی از بخش قاعدای سازند دلپجای و موقعیت عضوهای ۱ تا ۳ (جهت دید به سمت شمال خاوری)؛ ب) نمایی از بخش بالایی سازند دلپجای و مرز آن با سازند لار (جهت دید به سمت باختر)



شکل ۴: الف - ب) نمایی از سنگ آهک و مارن‌های نودولار قرمز رنگ عضو شماره ۲ سازند دلیچای در برش باغی (جهت دید به سمت شمال خاور): پ) اسفنج سیلیسی (*Cylindrophyma* sp.) درون عضو ۲ سازند دلیچای؛ ت - ث) آمونیت‌های پرنسفیکتیده برجا درون عضو ۲ سازند دلیچای؛ ج) بلنیت درون سنگ آهک‌های چرت‌دار عضو شماره ۶ سازند دلیچای.



شکل ۵: الف) طبقات ماسه سنگی دریایی (رخساره بوما) عضو ۳ سازند دلیچای؛ ب) ساختمان ریپل مارک در ماسه سنگ‌های دریایی عضو ۳ (رخساره بوما)؛ پ) ندول‌های چرتی در سنگ آهک‌های عضو ۶ سازند دلیچای؛ ت) نمایی از طبقات مارن و سنگ آهک (زیر خط‌چین قرمز رنگ) در عضو ۷ سازند دلیچای (جهت دید به سمت خاور)؛ ث) آمونیت پلتوسراتید به صورت برجها در سنگ آهک‌های مارنی عضو ۳ سازند دلیچای؛ ج) نمایی از مرز بالایی واحد مارنی عضو ۱۰ سازند دلیچای با سنگ آهک‌های چرت‌دار کرم تا صورتی سازند لار (جهت دید به سمت خاور)؛ چ) سنگ آهک‌های دارای نوارها و ندول‌های چرتی قهوه‌ای رنگ در عضو ۶ سازند دلیچای؛ ح) اثرفسیل *Palaeodyction* sp. در سنگ آهک‌های عضو ۳ سازند دلیچای در مجاورت رخساره‌های توربیدیتی این بخش.



عضو ۷: این عضو متشکل از مارن‌های خاکستری تا قهوه‌ای رنگ فرسایش یافته با تناوب‌هایی از سنگ آهک‌های نازک لایه قهوه‌ای روشن (شکل ۵ت) حاوی فسیل‌های آمونیت، بلمنیت و اثر فسیل *Zoophycos* isp. است که در مجموع ۷۰ متر ضخامت دارد.

عضو ۸: این عضو با ضخامت مجموع ۱۲۷/۵ متر شامل مارن‌های خاکستری روشن با میان لایه‌هایی از سنگ آهک‌های نازک لایه به رنگ خاکستری تا قهوه‌ای روشن است که در میانه خود یک واحد سنگ آهکی ضخیم لایه خاکستری رنگ (با ضخامت ۵ متر) دارند و در بخش بالایی حاوی آمونیت‌های فراوان است.

عضو ۹: شامل مارن‌های سبز روشن تا خاکستری روشن و سنگ آهک‌های نازک لایه خاکستری تا قهوه‌ای رنگ به ضخامت ۵۱ متر می‌باشد که از نظر فسیلی در طبقات سنگ آهکی و مارنی آمونیت‌های فراوانی دارد.

عضو ۱۰: این عضو که پایان بخش سازند دلیچای است، ۲۰۳/۵ متر ضخامت دارد و عمدتاً متشکل از مارن‌های رنگارنگ (خاکستریف سبز، کرم تا صورتی) است که در بخش آغازین حاوی آمونیت و افقی از ماسه سنگ ضخیم لایه و ماسه سنگ آهکی (ضخامت ۱/۵ متر) هستند. این عضو در بالا با گذر همشیب به سنگ آهک‌های چرتی ضخیم تا توده‌ای کرم تا نخودی رنگ سازند لار می‌رسد (شکل ۵ج).

عضو ۱۱: این عضو که پایان بخش سازند دلیچای است، ۲۰۳/۵ متر ضخامت دارد و عمدتاً متشکل از مارن‌های رنگارنگ (خاکستریف سبز، کرم تا صورتی) است که در بخش آغازین حاوی آمونیت و افقی از ماسه سنگ ضخیم لایه و ماسه سنگ آهکی (ضخامت ۱/۵ متر) هستند. این عضو در بالا با گذر همشیب به سنگ آهک‌های چرتی ضخیم تا توده‌ای کرم تا نخودی رنگ سازند لار می‌رسد (شکل ۵ج).

زیست چینه نگاری

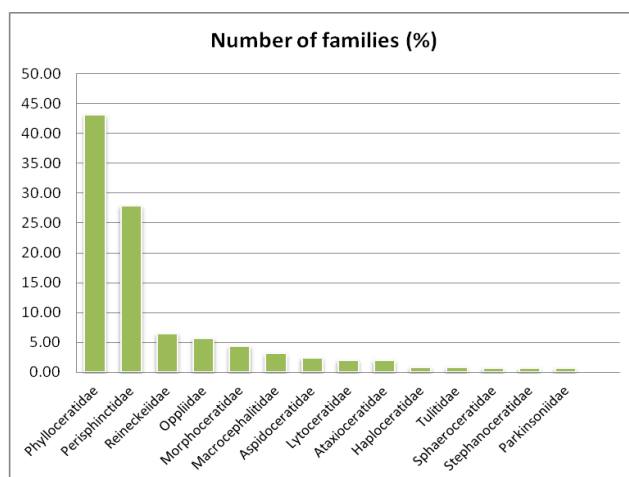
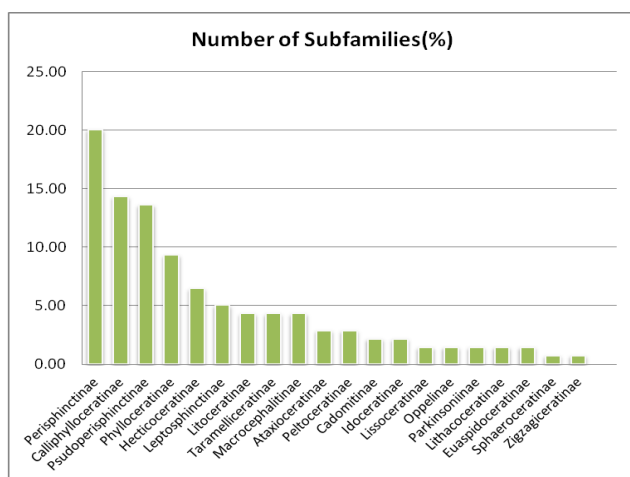
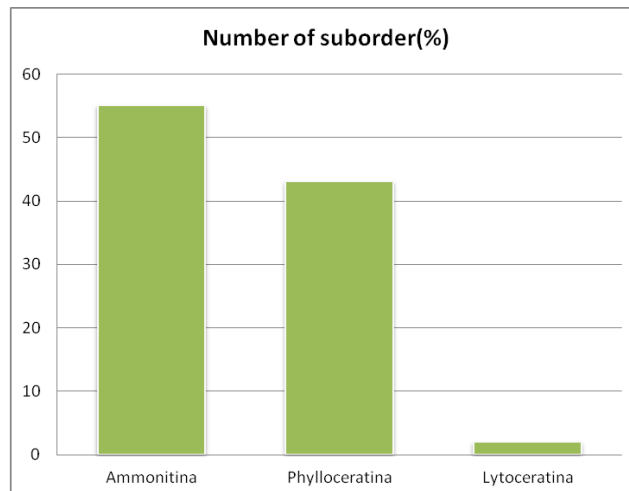
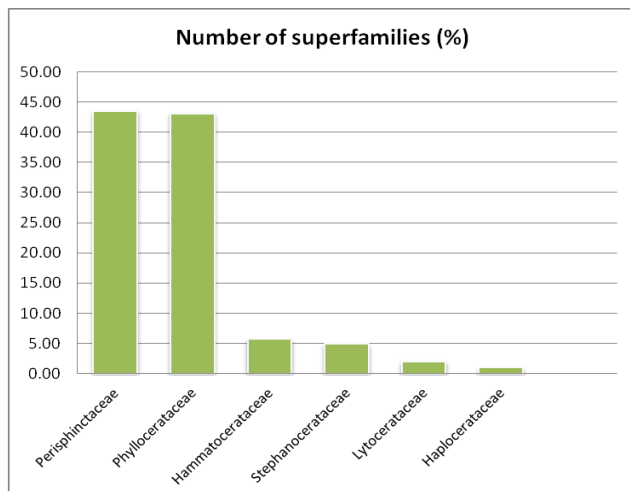
مطالعات دیرینه‌شناسی انجام شده بر روی آمونیت‌های به دست آمده از سازند دلیچای در برش چینه شناسی باغی به شناسایی ۳ زیرراسته، ۶ روخانواده، ۱۴ خانواده، ۲۰ زیرخانواده، ۳۹ جنس، ۲۶ زیرجنس و ۹۶ گونه مختلف منجر شده است. در زیای آمونیتی موجود زیر رسته *Ammonitina* با فراوانی ۵۵ درصد، روخانواده

لازم به ذکر است آمونیت‌های ژوراسیک در قالب دو ایالت زیستی بورآل (عمدتاً در شمال در عرض‌های جغرافیایی بالا) و تیس (در عرض‌های جغرافیایی پایین تر) دسته‌بندی شده‌اند (برای مثال: Enay & Cariou, 1997). تفاوت این دو ایالت زیستی ناشی از عرض‌های جغرافیایی متفاوت آنها و تفاوت شرایط آب و هوایی دیرینه می‌باشد. در اوایل ژوراسیک میانی تفاوت‌ها بین این دو ایالت زیستی افزایش یافته و در ایالت زیستی تیس دو ناحیه زیستی سازگار با محیط در بین زیای شناگر معرفی شده‌اند که توسط شرایط عمقی کنترل می‌شوند و شامل ایالت زیستی ساب‌مدیترانه (حوضه‌های میان کراتونی و پلاتفرم برقراره‌ای در جنوب اروپا) و ایالت زیستی مدیترانه (حاشیه شیب قاره‌ای مربوط به نواحی عمیق) می‌شوند.

با توجه به قرابت گونه‌های شناسایی شده در پژوهش حاضر با گونه‌های اروپای مرکزی، خاوری و جنوبی و قسمت‌های شمال آفریقا، جهت زیست چینه‌نگاری از زیست پهنه‌بندی ویژه این مناطق آمونیتی تحت عنوان ایالت زیستی ساب‌مدیترانه (Cariou & Hantzpergue, 1997; Fernandez-Lopez, 2000, 2001) استفاده شده است. برای زون‌بندی زیستی برش مطالعه شده، پس از مطالعه و شناسایی آمونیت‌های برداشت شده، به انطباق آنها با زون‌های زیستی استاندارد ایالت‌های زیستی حاشیه مدیترانه (Cariou & Hantzpergue, 1997; Fernandez-Lopez, 2000, 2001) پرداخته و بر این اساس سن بخش‌های مختلف برش مطالعه شده تعیین شده‌اند (شکل ۱۰). نخستین

در زیر آمونیت‌های شناسایی شده در هر آشکوب و زیست‌زون‌های شناسایی شده در آنها آورده شده است:

لایه‌های سازند دلیچای در برش چینه شناسی باغی دارای آمونیت‌های باژوسین پسین و آخرین لایه‌های فسیل‌دار در بردارنده آمونیت‌های کیمرجین پسین می‌باشند.

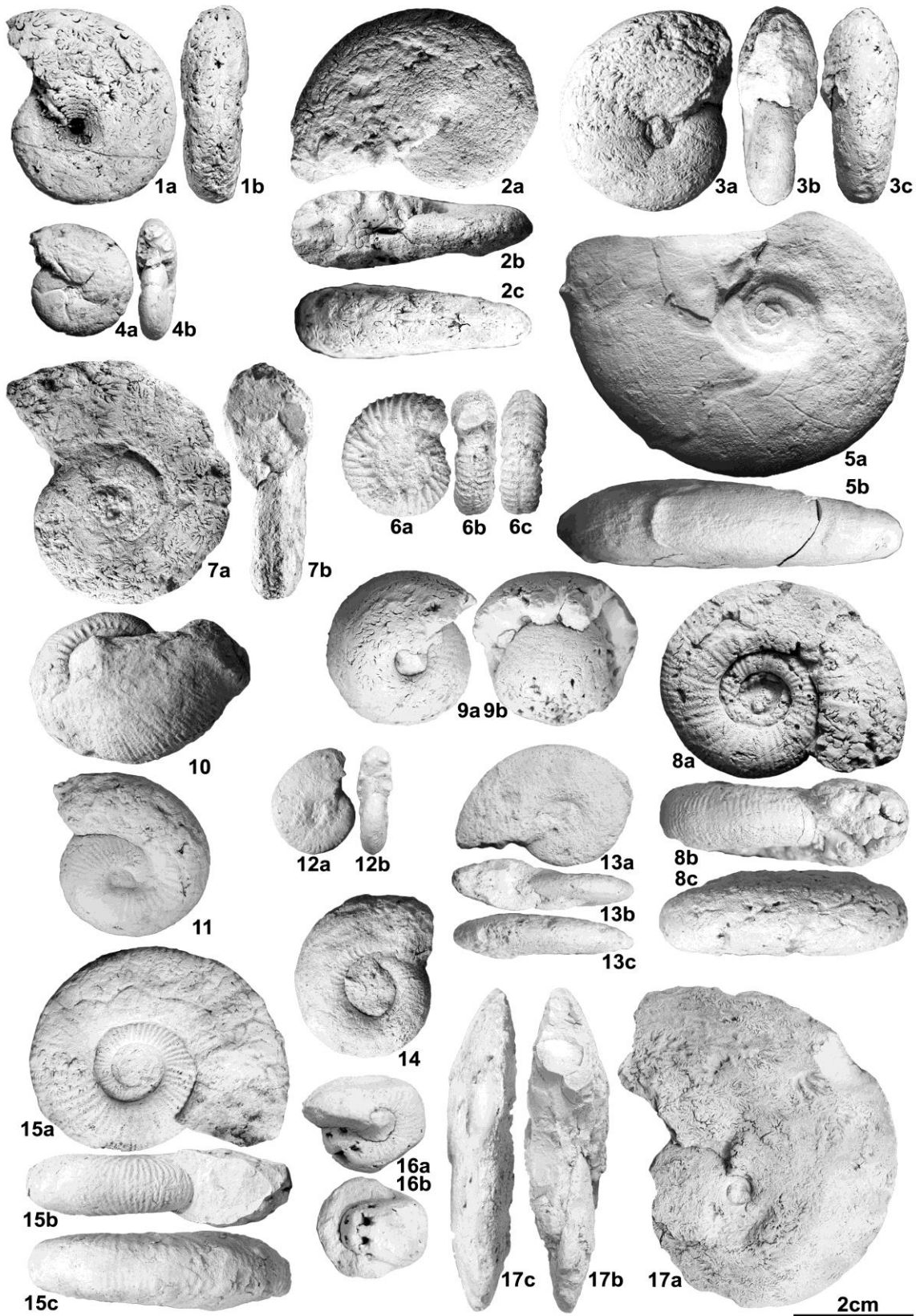


شکل ۶: نمودار درصد فراوانی زیرراسته‌ها، روستانه‌ها، خانواده‌ها و زیرخانواده‌های آمونیتی در برش مورد مطالعه

### زیست‌زون‌های *Garantiana* و *Parkinsoni*

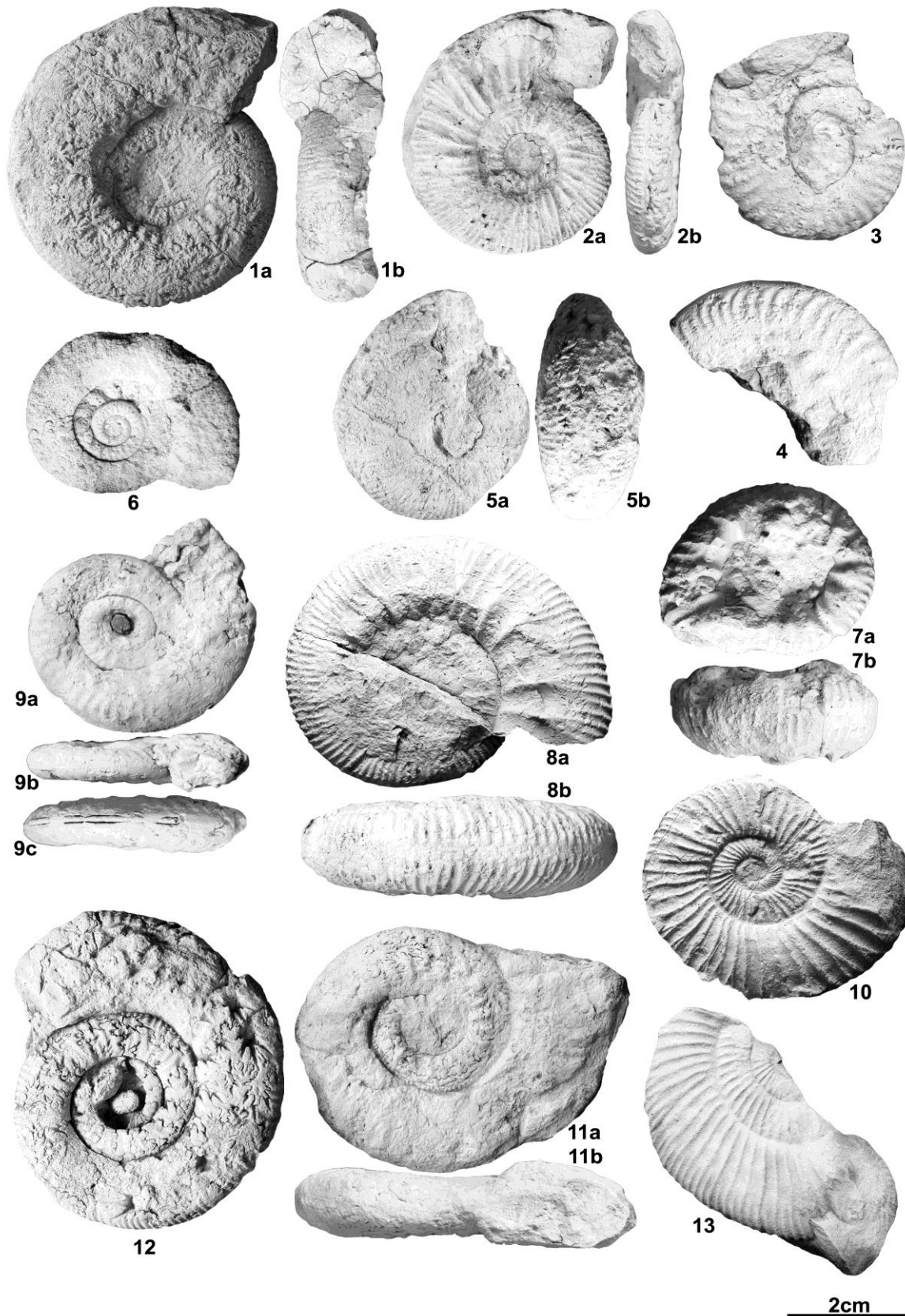
*Vermisphinctes* sp. در این میان، گونه *Sphaeroceras tutthum* Majidifard (2003) را شاخص زیست‌زون *Garantiana* دانسته و گونه‌های *Parkinsonia* و *Lobosphinctes* cf. *costulatus* و *Planisphinctes* cf. *tenuissimus* نیز معرف زیست‌زون *Parkinsoni* هستند. ضخامت زیست‌زون *Garantiana* در برش چینه شناسی باغی ۲۳/۵ متر و ضخامت زیست‌زون *Parkinsoni* در این برش ۱۰ متر است.

عضو ۱ تا بخش پایینی عضو ۲ با ضخامت مجموع ۳۸/۵ متر دارای آمونیت‌های شاخص یادآور زیست‌زون‌های استاندارد *Garantiana* و *Parkinsoni* می‌باشند. مهم‌ترین این آمونیت‌ها شامل *Cadomites (Polyplectites)* sp.، *Leptosphinctes (Prorsisphinctes)* sp.، *Parkinsonia* cf. *Lobosphinctes* cf. *costulatus*، *Planisphinctes* cf. *tenuissimus*، *radiata* و *Sphaeroceras tutthum*، *Planisphinctes* sp.



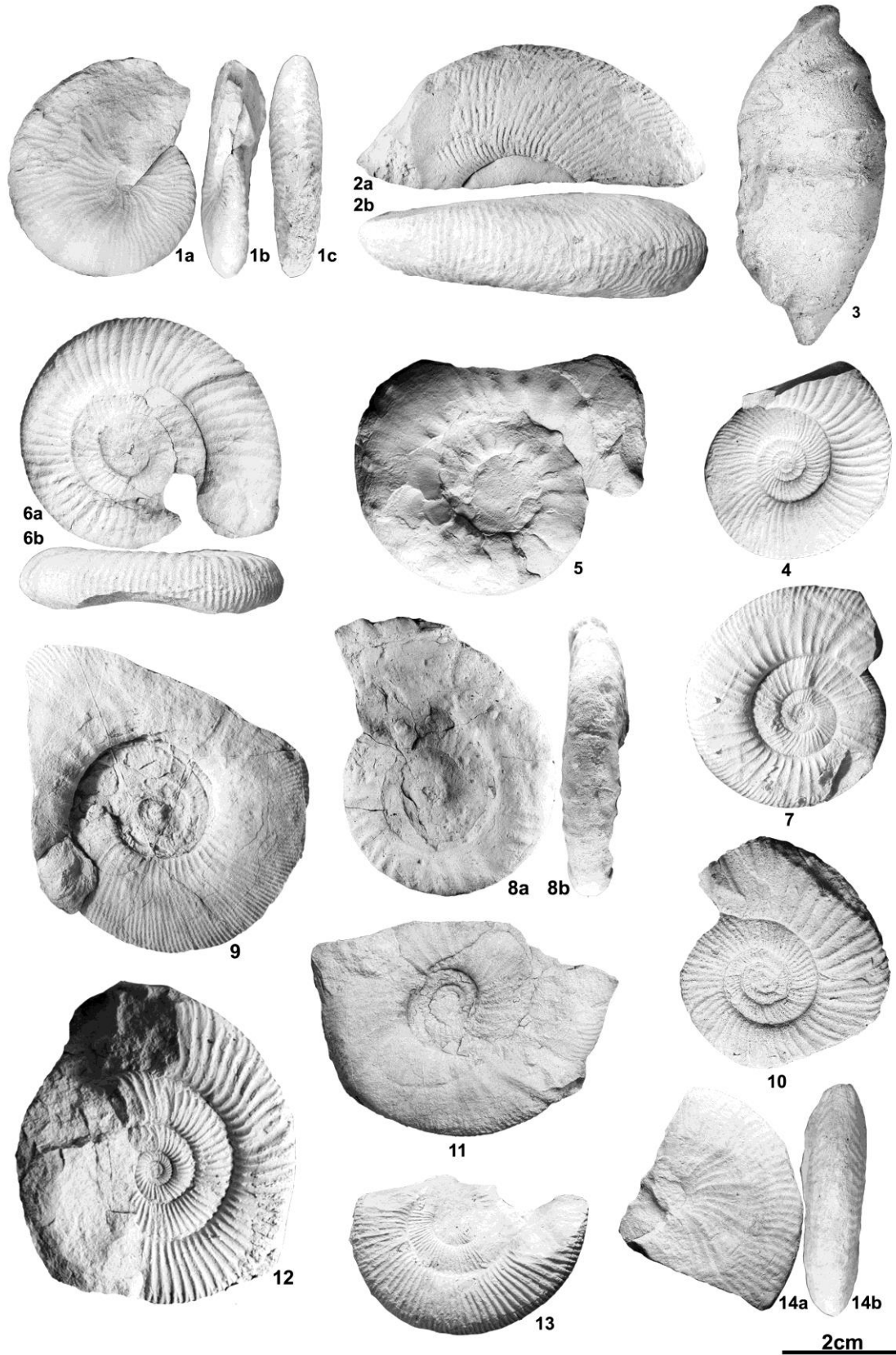
شکل ۷: تصاویر منتخبی از مهمترین گونه‌های شاخص یافت شده در این پژوهش

1a-b. *Phylloceras kunthi*, FUM#VK107; 2a-c. *Phylloceras velaini*, FUM#VK113; 3a-c. *Calliphylloceras disputabile*, FUM#VK115; 4a-b. *Holcophylloceras zignodianum*, FUM#VK119; 5a-b. *Sowerbyceras tourtisulcatum*, FUM#VK126; 6a-c. *Parkinsonia* cf. *radiata*, FUM#VK171; 7a-b. *Lytoceras album*, FUM#VK136; 8a-c. *Planisphinctes* cf. *tenuissimus*, FUM#VK208; 9a-b. *Sphaeroceras tuthum*, FUM#VK160; 10. *Cadomites* (*Polyplectites*) aff. *Zlatarskii*, FUM#VK159; 11. *Morphoceras* (*Morphoceras*) *multiforme*, FUM#VK175; 12a-b. *Prohecticoceras* cf. *retrocostatum*, FUM#VK150; 13a-c. *Lissoceras psilodiscus*, FUM#VK139; 14. *Morphoceras* cf. *macrescens*, FUM#VK181; 15a-c. *Lobosphinctes* cf. *costulatosus*, FUM#VK183; 16a-b. *Bullatimorphites* (*Bumburites*) cf. *microstoma*, FUM#VK163; 17a-c. *Oxycerites* cf. *oppeli*, FUM#VK141



شکل ۸: تصاویر منتخبی از مهمترین گونه‌های شاخص یافت شده در این پژوهش

1a-b. *Choffatia perdagata*, FUM#VK216; 2a-b. *Reineckeia (Tyrannites)* sp., FUM#VK198; 3. *Hecticoceras (Zieteniceras)* cf. *zieteni*, FUM#VK148; 4. *Hecticoceras (Zieteniceras)* cf. *evolutum*, FUM#VK147; 5a-b. *Macrocephalites (Dolikephalites)* *hoyeri*, FUM#VK169; 6 *Hecticoceras (Lunuloceras)* cf. *metomphalum*, FUM#VK144; 7a-b. *Reineckeia (Reineckeia)* cf. *nodosa*, FUM#VK203; 8a-b. *Reineckeia (Reineckeia)* *anceps*, FUM#VK200; 9a-c. *Hecticoceras metomphalum*, FUM#VK143; 10. *Perisphinctes (Dichotomoceras)* *bifurcatus*, FUM#VK235; 11a-b. *Alborzites semnanensis*, FUM#VK204; 12. *Binatisphinctes binatus*, FUM#VK223; 13. *Perisphinctes (Dichotomoceras)* cf. *bifurcatooides*, FUM#VK234



شکل ۹: تصاویر منتخبی از مهمترین گونه‌های شاخص یافت شده در این پژوهش

1a-c. *Taramelliceras (Taramelliceras) costatum*, FUM#VK156; 2a-b. *Subdiscusphinctes* sp., FUM#VK243; 3. *Peltoceras* sp., FUM#VK250; 4. *Orthosphinctes (Ardescia)* sp.1, FUM#VK258; 5. *Euaspidoceras douvillei*, FUM#VK253; 6a-b. *Orthosphinctes (Orthosphinctes)* aff. *tiziani*, FUM#VK229; 7. *Orthosphinctes (Ardescia)* cf. *desmoids*, FUM#VK255; 8a-b. *Subnebrodites* cf. *laxevolutum*, FUM#VK237; 9. *Ataxioceras* cf. *collignoni*, FUM#VK266; 10. *Orthosphinctes* sp., FUM#VK231; 11. *Ataxioceras (Schneidia)* cf. *elmii*, FUM#VK246; 12. *Orthosphinctes* cf. *polygyratus*, FUM#VK260; 13. *Orthosphinctes (Ardescia)* sp.2, FUM#VK267; 14a-b. *Tramelliceras compsum*, FUM#VK155.

در این میان، گونه‌های *Bullatimorphites* sp.، *Cadomites (Polyplectites) aff. zlatarskii*، *Morphoceras*، *Lissoceras psilodiscus*، *Morphoceras (Morphoceras) multiforme* و *Prohcticoceras cf. retrocostatum* و *macrescens* شاخص زیست‌زون Zigzag هستند که در برش چینه شناسی باغی ۱۷ متر ضخامت دارد. گونه *Oxycerites cf. oppeli* نیز معرف زیست‌زون *Retrocostatum* است و ۱۴/۵ متر ضخامت دارد. بر این اساس، سن این بخش از سازند دلیچای باتونین می‌باشد.

#### زیست‌زون‌های *Anceps*، *Gracilis*، *Bullatus*، *Lamberti*، *Athleta*، *Coronatum*

این بخش از سازند دلیچای با ضخامت مجموع ۲۱۵/۶ متر که از ابتدای واحد ۱۹ در میانه‌های عضو ۶ تا میانه‌های واحد ۳۴ در اواخر عضو ۸ را دربرمی‌گیرد، بیشتر از سنگ آهک‌های نازک تا متوسط لایه، سنگ آهک‌های چرتی، مارن‌های خاکستری تا قهوه‌ای در تناوب با سنگ آهک‌های لایه نازک خاکستری تا قهوه‌ای روشن تشکیل شده است. این طبقات که یادآور زیست‌زون‌های استاندارد *Bullatus*، *Lamberti* و *Athleta*، *Coronatum*، *Anceps*، *Gracilis* می‌باشند، حاوی آمونیت‌های شاخص زیر هستند:

*Alborzites semnanensis*، *Binatisphinctes binatus*، *Binatisphinctes* sp.، *Bullatimorphites (Bumborites) cf. microstoma*، *Calliphylloceras disputabile*، *Calliphylloceras* sp.، *Choffatia (Chaoffatia) sp.*، *Choffatia (Grossuvira) meridionalis*، *Choffatia (Grossuvira) sp.*، *Choffatia cobra*، *Choffatia perdagata*، *Choffatia sacuntala*، *Euaspidoceras (Euaspidoceras) sp.*، *Hecticoceras (Lunuloceras) cf. metomphalum*، *Hecticoceras (Lunuloceras) sp.*، *Hecticoceras (Putealicerias) cf. punctatum arcatum*، *Hecticoceras (Zietenicerias) cf. zieteni*، *Hecticoceras metomphalum*، *Hecticoceras*

به استناد این آمونیت‌های شاخص می‌توان به این طبقات از سازند دلیچای سن باژوسین پسین را نسبت داد. این ضخامت از سازند غالباً از سنگ‌های مارنی، سنگ آهک‌های نودولار و قسمت‌های ابتدایی لایه‌های صورتی تا قرمز فشرده تشکیل شده است. مقایسه سن بخش قاعده‌ای سازند دلیچای در این برش با دیگر برش‌های چینه‌شناسی معرفی شده در پهنه بینالود و البرز خاوری نشان می‌دهد در تمامی این برش‌ها رسوب‌گذاری سازند دلیچای از باژوسین پسین آغاز شده است.

#### زیست‌زون‌های *Retrocostatum* و *Zigzag*

نیمه بالایی عضو ۲ تا انتهای واحد سنگی ۱۸ در اوایل عضو ۶ با ضخامت مجموع ۱۱۶/۵ متر که بیشتر از مارن، سنگ آهک‌های مارنی و سنگ آهک‌های نازک تا متوسط لایه تشکیل شده‌اند، دربردارنده آمونیت‌های شاخص زیست‌زون‌های استاندارد *Retrocostatum* و *Zigzag* می‌باشند. مهم‌ترین آمونیت‌های موجود در این طبقات عبارتند از:

*Bullatimorphites (Kheraiceras) bullatus*، *Bullatimorphites* sp.، *Cadomites (Polyplectites) aff. zlatarskii*، *Cadomites (Polyplectites) sp.*، *Calliphylloceras disputabile*، *Calliphylloceras* sp.، *Holcophylloceras* sp.، *Holcophylloceras zignodianum*، *Homoeoplanulites (Parachoffatia) sp.*، *Homoeoplanulites sp.*، *Lissoceras psilodiscus*، *Macrocephalites (Macrocephalites) sp.*، *Macrocephalites (Pleurocephalites) sp.*، *Macrocephalites cf. triangularis*، *Morphoceras (Morphoceras) multiforme*، *Morphoceras (Morphoceras) sp.*، *Morphoceras macrescens*، *Oxycerites cf. oppeli*، *Oxycerites sp.*، *Phylloceras aff. duodecimsulcatum*، *Phylloceras aff. velaini*، *Phylloceras kunthi*، *Prohcticoceras cf. retrocostatum*، *Ptychophylloceras (Tatrophylloceras) euphyllum*.

*Binatisphinctes binatus* شاخص زیست‌زون‌های Athleta-Lamberti می‌باشد. در مجموع زیست‌زون‌های یاد شده مؤید سن کالوین برای این بخش از برش چینه‌شناسی باغی هستند.

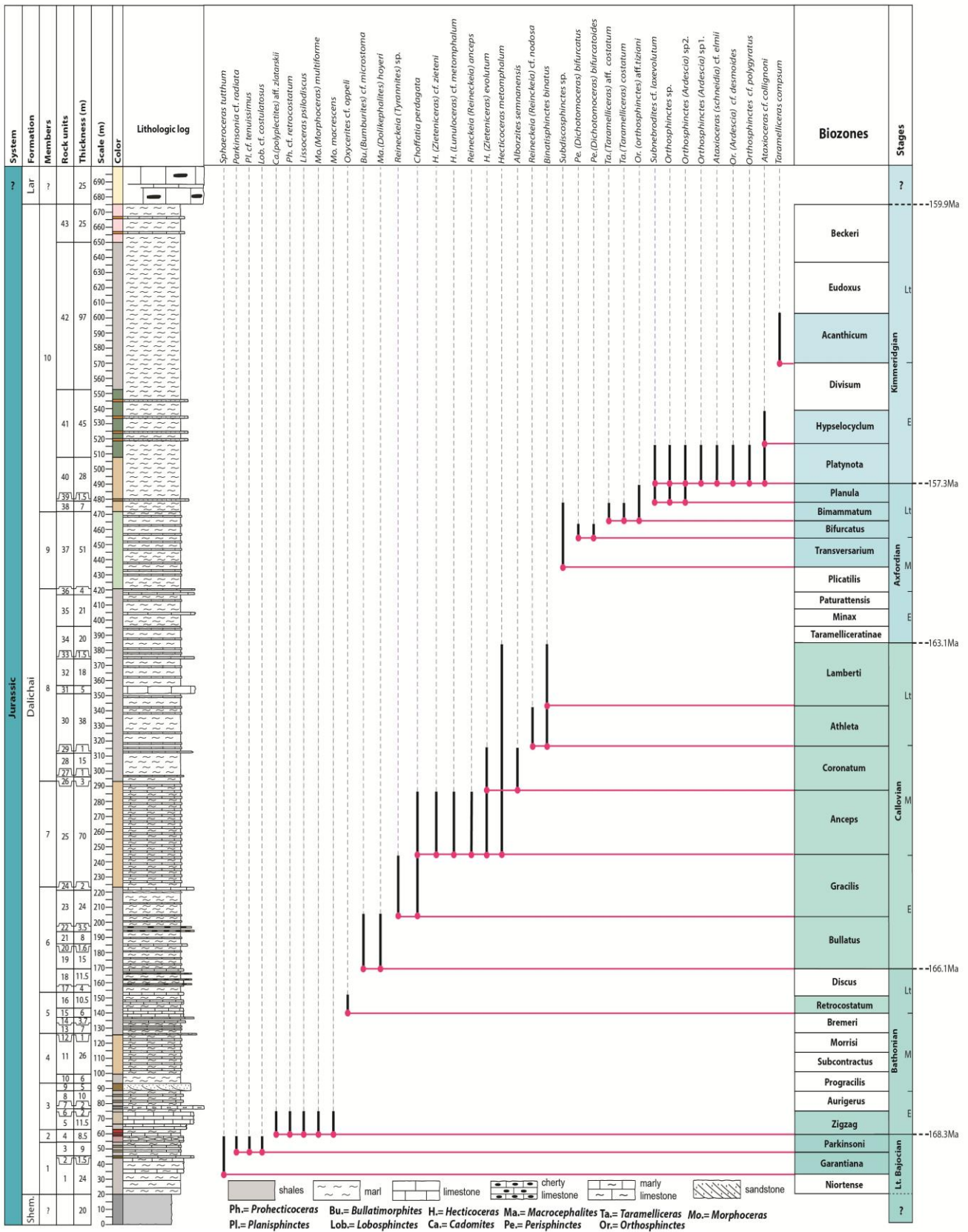
#### زیست‌زون‌های *Transversarium*, *Bifurcatus*, *Planula*, *Bimammatum*

این بخش از سازند دلیچای با ضخامت مجموع ۱۰۴/۵ متر از میانه‌های واحد ۳۴ در اواخر عضو ۸ آغاز و تا میانه واحد ۴۰ در اوایل عضو ۱۰ ادامه می‌یابد و بیشتر متشکل از مارن‌های خاکستری روشن در تناوب با سنگ آهک‌های نازک لایه قهوه‌ای تا خاکستری روشن، مارن‌های سبز روشن تا خاکستری روشن و سنگ آهک‌های نازک لایه خاکستری تا قهوه‌ای است. آمونیت‌های یافت شده از این ضخامت یادآور زیست‌زون‌های استاندارد *Transversarium*, *Bifurcatus*, *Bimammatum* و *Planula* می‌باشند و سن آکسفوردین را برای این بخش اثبات می‌کنند. مهم‌ترین آمونیت‌های به دست آمده از این طبقات عبارتند از:

*Dichotomoceras crassum*, *Euaspidoceras* (*Euaspidoceras*) sp., *Euaspidoceras* cf. *douvillei*, *Holcophylloceras polyolcum*, *Holcophylloceras* sp., *Holcophylloceras zignodianum*, *Lithacosphinctes* cf. *freybergi*, *Lytoceras album*, *Lytoceras* sp., *Orthosphinctes* (*Ardescia*) sp.2, *Orthosphinctes* (*Orthosphinctes*) aff. *tiziani*, *Orthosphinctes* sp., *Peltoceratoides* (*Parawedekindia*) *arduennensis*, *Peltomorphites* sp., *Perisphinctes* (*Dichotomoceras*) *bifurcates*, *Perisphinctes* (*Dichotomoceras*) *bifurcatoides*, *Perisphinctes* (*Dichotomoceras*) cf. *wartae*, *Perisphinctes* (*Dichotomosphinctes*) sp., *Perisphinctes* cf. *alatus*, *Perisphinctes* cf. *panthieri*, *Phylloceras isotypum*, *Prososphinctes mazuricus*, *Ptychophylloceras* (*Tatrophylloceras*) *hommairei*, *Ptychophylloceras* sp., *Sowerbyceras* sp., *Sowerbyceras tourtisulcatum*, *Subdiscosphinctes* sp., *Subnebrodites* cf. *laxeolatum*, *Taramelliceras* (*Taramelliceras*) aff. *costatum*, *Taramelliceras* (*Taramelliceras*) *costatum*, *Taramelliceras* (*Taramelliceras*) *psoudoflexuosum*, *Taramelliceras* (*Taramelliceras*) sp.

(*Zieteniceras*) *evolutum*, *Holcophylloceras indicum*, *Holcophylloceras* sp., *Holcophylloceras zignodianum*, *Homoeoplanulites* sp., *Lissoceras vouttense*, *Macrocephalites* (*Dolikephalites*) *hoyeri*, *Macrocephalites* (*Dolikephalites*) cf. *hoyeri*, *Macrocephalites* (*Macrocephalites*) sp., *Macrocephalites* (*Pleurocephalites*) sp., *Peltoceras* sp., *Phylloceras* aff. *duodecimsulcatum*, *Phylloceras isotypum*, *Phylloceras* sp., *Ptychophylloceras* (*Tatrophylloceras*) *euphyllum*, *Ptychophylloceras* (*Tatrophylloceras*) *hommairei*, *Ptychophylloceras* sp., *Rehmannia* (*Loczyceras*) cf. *reissi*, *Reineckeia* (*Reineckeia*) *anceps*, *Reineckeia* (*Reineckeia*) cf. *nodosa*, *Reineckeia* (*Tyrannites*) sp., *Reineckeia* (*Reineckeia*) sp., *Sowerbyceras* sp., *Sowerbyceras tourtisulcatum*.

در این میان، گونه‌های *Bullatimorphites* (*Bumborites*) *Macrocephalites* (*Dolikephalites*) cf. *microstoma* *Macrocephalites* (*Dolikephalites*) cf. *hoyeri* *hoyeri* شاخص زیست‌زون Bullatus هستند که در برش چینه‌شناسی باغی ۳۲ متر ضخامت دارد. گونه *Reineckeia* (*Tyrannites*) sp. شاخص زیست‌زون *Gracilis* با ضخامت ۴۵ متر و گونه‌های *Hecticoceras* (*Zieteniceras*) cf. *zieteni* *Reineckeia* (*Lunuloceras*) cf. *metomphalum* *Hecticoceras metomphalum* و (*Reineckeia*) *anceps* شاخص زیست‌زون *Anceps* با ضخامت ۴۷ متر می‌باشند. ضمناً گونه *Choffatia perdagata* در هر دو زیست‌زون *Gracilis-Anceps* مشترک است. گونه *Alborzites semnanensis* شاخص زیست‌زون *Coronatum* است که ۲۳ متر ضخامت دارد (Seyed-Emami et al., 2013). گونه *Hecticoceras* (*Zieteniceras*) *evolutum* نیز در زیست‌زون‌های *Anceps-Coronatum* مشترک است. همچنین گونه *Reineckeia* (*Reineckeia*) cf. *nodosa* شاخص زیست‌زون *Athleta* با ضخامت ۲۸ متر و گونه



شکل ۷: ستون چینه نگاری، نمودار پراکنده‌گی قائم آمونیت‌های منتخب و شاخص به دست آمده از سازند دلچای در برش چینه‌شناسی باغی و زیست‌زون‌های

شناسایی شده بر اساس آن



(*Lithacoceras*) sp., *Lithacosphinctes* sp., *Orthosphinctes* (*Ardescia*) sp.2, *Orthosphinctes* cf. *polygyratus*, *Orthosphinctes* sp., *Orthosphinctes* (*Ardescia*) cf. *desmoids*, *Orthosphinctes* (*Ardescia*) sp.1, *Subnebrodites* cf. *laxevolutum*, *Taramelliceras* (*Taramelliceras*) sp., *Taramelliceras compsum*

از این بین، گونه‌های *Orthosphinctes* (*Ardescia*) sp.1، *Orthosphinctes*، *Ataxioceras* (*Schneidia*) cf. *elmii* cf. *polygyratus* شاخص زیست‌زون *Platynota* با ضخامت ۲۸ متر می‌باشند. گونه *Ataxioceras* cf. *collignoni* شاخص زیست‌زون‌های *Platynota*-*Hypselocyclum* است. گونه *Taramelliceras compsum* نیز شاخص زیست‌زون *Acanthicum* که ۳۴ متر ضخامت دارد.

بر این اساس و با توجه به زیست‌زون‌های آمونیتی تعیین شده در برش چینه شناسی باغی، سازند دلیچای در این برش در بازه زمانی باژوسین پسین - کیمریجین پسین تشکیل شده است.

### نتیجه‌گیری

سازند دلیچای در برش چینه شناسی باغی (شمال باختری شهرستان اسفراین) با ۶۵۵ متر ضخامت، متشکل از مارن‌های خاکستری تا سبز و سنگ آهک‌های مارنی است که در بالا به مارن‌های خاکستری روشن تا سبز می‌رسد و بر اساس تغییرات سنگ چینه‌ای به ۱۰ عضو غیررسمی تقسیم شده است. مرز زیرین سازند دلیچای در این ناحیه با طبقات آواری گروه شمشک به صورت همشیب است و با سنگ آهک‌های چرتی ضخیم تا توده‌ای کرم تا نخودی رنگ سازند لار به صورت همشیب و پیوسته است. زیای آمونیتی به دست آمده از سازند دلیچای در این پژوهش مشتمل بر ۳۹ جنس و ۹۶ گونه مختلف است. بر اساس این آمونیت‌ها ۱۷ زیست‌زون مختلف شامل *Grantiana*, *Parkinsoni*

گونه *Subdiscosphinctes* sp. شاخص زیست‌زون *Transversarium* با ضخامت ۱۹ متر می‌باشد. گونه‌های *Perisphinctes* (*Dichotomoceras*) *bifurcates* و *Perisphinctes* (*Dichotomoceras*) *bifurcatoides* شاخص زیست‌زون *Bifurcatus* با ضخامت ۱۰ متر هستند. گونه‌های *Orthosphinctes* (*Orthosphinctes*) aff. *tiziani* *Taramelliceras* (*Taramelliceras*) aff. *costatum* *Taramelliceras* (*Taramelliceras*) و *costatum* شاخص زیست‌زون *Bimammatum* با ضخامت ۱۲ متر و بالاخره گونه‌های *Orthosphinctes* (*Ardescia*) *sp.2*، *Orthosphinctes* sp. و *Subnebrodites* cf. *laxevolutum* شاخص زیست‌زون‌های *Platynota*-*Planula* می‌باشند.

### زیست‌زون‌های *Hypselocyclum*، *Platynota*، *Acanthicum*

این بخش از سازند دلیچای که ۱۸۵ متر باقیمانده سازند را به خود اختصاص می‌دهد، از میانه واحد ۴۰ در اوایل عضو ۱۰ آغاز می‌شود و به احتمال تا پایان سازند ادامه می‌یابد. این بخش در برش چینه شناسی باغی متشکل از مارن‌های سبز تا خاکستری با بین لایه‌هایی از ماسه‌سنگ‌های لیمونیتی، مارن‌های خاکستری و مارن‌های صورتی روشن تا کرم است و دربردارنده آمونیت‌های شاخص معرف زیست‌زون‌های استاندارد *Hypselocyclum*، *Platynota* و *Acanthicum* می‌باشد. دو زیست‌زون اول نشان دهنده سن کیمریجین پیشین و زیست‌زون *Acanthicum* بیانگر کیمریجین پسین هستند. بنابراین بخش پایانی سازند دلیچای در این برش را می‌توان به سن کیمریجین پسین دانست. از مهم‌ترین آمونیت‌های به دست آمده در این طبقات می‌توان به موارد زیر اشاره داشت:

*Ataxioceras* cf. *collignoni*, *Ataxioceras* (*Schneidia*) cf. *elmii*, *Holcophylloceras* sp., *Holcophylloceras zignodianum*, *Lithacoceras*

### سپاس‌گزاری

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی شماره ۳/۴۷۲۳۷ مصوب معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد است که بدین وسیله از همراهی این معاونت محترم قدردانی می‌گردد. نگارندگان لازم می‌دانند از نظرات سازنده و ارزشمند داوران محترم این مقاله سپاس‌گزاری می‌نمایند.

Anceps, Gracilis, Bullatus, Retrocostatum, Zigzag, Coronatum, Athleta, Lamberti, Bifurcatus, Platynota, Planula, Bimammatum, Transversarium و Hypselocyclum در این مطالعه تعیین شده است. این زیست‌زون‌ها منطبق بر الگوی زیست‌چینه‌ای مناطق حاشیه‌ای مدیترانه (ایالت آمونیتی ساب‌مدیترانه) بوده و سن بازوسین پسین - کیمریجین پسین را برای سازند دلیچای در برش باغی نشان می‌دهند.

### منابع

- امانی، ر.، هادوی، ف.، قادری، ع.، خدادادی، ل.، ۱۳۹۶. زیست‌چینه‌نگاری سازند چمن‌بید در برش قرونه، رشته‌کوه‌های بینالود براساس نانوفسیل‌های آهکی، *رخساره‌های رسوبی*، ۱۰ (۲): ۱۹۳-۲۱۲.
- افشارحرب، ع.، ۱۳۷۳. زمین‌شناسی ایران: زمین‌شناسی کپه‌داغ. *سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور*، ۲۷۵ص.
- بهر، ن.، سیدامامی، ک.، مجیدی فرد، م.ر.، بهفر، ا.، ۱۳۹۰. سنگ‌چینه‌شناسی و زیست‌چینه‌شناسی سازند دلیچای در برش طالو، شمال‌خاوری دامغان با توجه ویژه به آمونیدا. *فصلنامه علوم زمین*، ۸۲: ۳۹-۵۲.
- سربندی فراهانی، ط.، مجیدی فرد، م.ر.، کبریایی زاده، م.ر.، محمدی، م.، ۱۳۹۳. مطالعه سنگ‌چینه‌نگاری و زیست‌چینه‌نگاری زیای آمونیتی سازند دلیچای در برش مهدی‌شهر (شمال‌سمنان). *فصلنامه علوم زمین*، ۹۴: ۲۷-۳۸.
- افتخارنژاد، ج.، ۱۳۵۹. تفکیک بخش‌های مختلف ایران از نظر وضع ساختمانی در ارتباط با حوضه‌های رسوبی. *نشریه انجمن نفت*، ۸۲: ۱۹-۲۸.
- بلورچی، م.ح.، افشارحرب، ع.، ۱۳۶۵. نقشه زمین‌شناسی بجنورد، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰. *سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور*.
- رئوفیان، ا.، زند مقدم، ۱۳۹۵. لایه‌های قرمز فشرده راهنمای فاز‌کشی ژوراسیک میانی در رشته‌کوه‌های البرز و بینالود. *یازدهمین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران، دانشگاه پیام‌نور طبس*، صص ۶۱-۶۵.
- قدمگاهی، م.، ۱۳۹۴. *نانواستراتیگرافی سازند دلیچای در برش ناویا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد*.
- جعفریان، م.ب.، طاهری، ج.، ۱۳۷۱. نقشه زمین‌شناسی بجنورد به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰. *سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور*.
- رئوفیان، ا.، ۱۳۹۳. بررسی ردیف‌های رسوبی ژوراسیک میانی تا بالایی در حوضه ساختاری - رسوبی بینالود بر مبنای مطالعات چینه‌شناسی، فسیل‌شناسی (زیای آمونیتی) و محیط رسوبی، *رساله دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد*، ۴۳۶ص.
- نبوی، م.ح.، ۱۳۵۵. *دیاچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور*، ۱۰۹ص.
- Arkell, W.J., Furnish, W.M., Kummel, B., Miller, A.K., Moore, R.C., Schindewolf, O.H., Sylvester-Bradley, P.C., & Wright, C.W., 1957. Cephalopoda, Ammonoidea. In: Moore, R.C., (ed.), *Treatise on*

- Invertebrate Paleontology, Part L, Mollusca 4. *Geological Society of America & University of Kansas Press*. 490 p.
- Alavi, M., 1991. Sedimentary and structural characteristic of the paleoTethys remnants in north eastern Iran. *Geological Society of America Bulletin*, 103: 983-992.
- Cariou, E., & Hantzpergue, P., 1997. Biostratigraphie du Jurassique Quest-européen et Méditerranéen-zonations parallèles et distribution des invertébrés et microfossiles. *Elf Aquitaine edition*, 1-440.
- Enay, R., & Cariou, E., 1997. Ammonite faunas and palaeobiogeography of the Himalayan belt during the Jurassic: Initiation of a late Jurassic austral ammonite fauna. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 134: 1-38.
- Fernandez-Lopez, S., 2000. Lower Bathonian of Serra de Creu (Tivissa, Catalan Basin, Spain). *Revue de Paléobiologie*, 8: 45-52.
- Fernandez-Lopez, S., 2001. Upper Bathonian ammonites of the Catalan Basin (Tivissa and Cap Salou, Spain). *Hantkeniana* 3: 25-39.
- Fürsich, F.T., Wilmsen, M., Seyed-Emami, K., Cecca, F., & Majidifard, M.R., 2005. The upper Shemshak Formation (Toarcian-Aalenian) of the Eastern Alborz (Iran): Biota and palaeoenvironments during a transgressive-regressive cycle. *Facies*, 51: 379-398.
- Fürsich, F.T., Wilmsen, M., Seyed-Emami, K., & Majidifard, M.R., 2009a. Lithostratigraphy of the Upper Triassic-Middle Jurassic Shemshak Group of Northern Iran. In: Brunet, M.F., Wilmsen, M., & Granath, J.W., (eds.), South Caspian to Central Iran Basins. *Geological Society, London, Special Publications*, 312: 129-160.
- Seyed-Emami, K., Raoufian, A., & Zand-Moghadam, H., 2018. Late Bajocian and Bathonian (Middle Jurassic) ammonites from the Dalichai Formation north of Damghan (Alborz, North Iran). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, 288 (2):183-203.
- Seyed-Emami, K., & Schairer, G., 2011a. Late Jurassic (Oxfordian, Bifurcatus and Bimammatum zones) ammonites from the eastern Alborz Mountains, Iran; second part. *Neues Jahrbuch Geologie Paläontologie Abhandlungen*, 260 (1): 11-20.
- Seyed-Emami, K., & Schairer, G., 2011b. New Middle and Upper Jurassic ammonites from the Binalud Mountains (Mashhad region, NE Iran). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 261 (3): 373-380.
- Seyed-Emami, K., Schairer, G., & Alavi-Naini, M., 1989. Ammoniten aus der unteren Dalichai-Formation (Unterbathon) östlich von Semnan (SE-Alborz, Iran). *Münchener Geowissenschaftliche Abhandlungen, A* 15: 79-91.
- Seyed-Emami, K., Schairer, G., & Behroozi, A., 1994. Einige Ammoniten aus der Kashafrud-Formation (Mittlerer Jura) E Mashhad (NE-Iran). *Mitteilungen der Bayerischer Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie*, 34: 145-158.
- Seyed-Emami, K., Schairer, G., & Behroozi, A., 1996. Ammoniten aus dem oberen Bajoc (Mittlerer Jura) des SE-Koppeh Dagh und SE-Silborz (NE-Iran). *Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie*, 36: 87-106.
- Seyed-Emami, K., Schairer, G., & Bolourchi, M.H., 1985. Ammoniten aus der unteren Dalichy-Formation (oberes Bajocium bis unteres Bathonium) der Umgebung von Abe-Garm (Avaj, Nw-Zentraliran). *Zitteliana*, 12: 57-85.
- Seyed-Emami, K., Schairer, G., Raoufian, A., & Shafeizad, M., 2013. Middle and Late Jurassic ammonites from the Dalichai Formation west of Shahrud (East Alborz, North Iran). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 267 (1): 43-66.
- Seyed-Emami, K., Schairer, G., & Zeiss, A., 1995. Ammoniten aus der Dalichai-Formation (Mittlerer bis Oberer Jura) und der Lar-Formation (Oberer Jura) N Emamzadeh-Hashem (Zentralalborz, Nordiran). *Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie*, 35: 39-52.
- Stocklin, J., 1968. Structural History and Tectonic of Iran: A Review. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 52: 1229-1258.

## Lithostratigraphy and biostratigraphy of Dalichai Formation in the Bāghi stratigraphic section, northwest of Esfarāyen, based on ammonitic fauna

Karabi, V.<sup>1</sup>, Ghaderi, A.<sup>2\*</sup>, Raoufian, A.<sup>3</sup>, Ashouri, A.R.<sup>4</sup>

1- M.Sc student in Stratigraphy & Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

4- Assistant Professor, Daneshvar Center, Farhangian University, Neyshabour, Iran

3- Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

\*Email: aghaderi@um.ac.ir

### Introduction

The Binalud Mountains in the northeast of Iran is a limited structural unit between the central Iran, Kopet-Dagh, and Alborz Mountains, mainly considered as a southeastern extension of Alborz Mountains (Lammerer *et al.*, 1983; Eftekhari-Nezhad & Behroozi, 1991; Alavi, 1992; Seyed-Emami & Schairer, 2011). Jurassic successions, which have very well extended outcrops in the eastern Alborz and Binalud Mountains, were the main topic of the publications by Seyed-Emami & Schairer (2010), Wilmsen *et al.* (2009a,b), Raoufian *et al.* (2011, 2014), Seyed-Emami and Raoufian (2017), Seyed-Emami *et al.* (2018). Dalichai Formation in the eastern Alborz and Binalud Mountains comprises a thickness of marl and marly limestone, with an abundance of ammonite fauna which is the most important characteristic of the formation in the Binalud Mountains. This fauna in the Alborz and Binalud has long been considered in different papers (e.g., Shafeizad *et al.*, 2005; Seyed-Emami *et al.*, 2008, 2013, 2015, 2018; Raoufian *et al.*, 2011, 2014). In this research, an outcrop of Dalichai Formation in the Bāghi stratigraphic section, northwest of Esfarayen city, was lithostratigraphically and biostratigraphically studied.

### Materials and Methods

The base of the measured stratigraphic section is located in 37°11'45.34" and 57°16'21.89", 29 km northwest of Esfarayen city (Esfarayen to Jajarm route). After field studies, reviews of lithofacies in the field, and drawing the log, 540 in situ ammonite specimens were obtained from the section. They are kept in the Museum of the Geology Department at the Ferdowsi University of Mashhad. The biometric details of ammonite specimens, including the dimensions of the specimens, size, depth, and diameter of the umbilical area, the number, arrangement, and shape of ribs, marginal keels, nodes, suture lines, and apertural shape, have been studied. The studied ammonitic fauna are typically Northwest Tethyan and belongs to the Submediterranean Province with episodic Mediterranean and Subboreal affinities (Seyed-Emami *et al.*, 2013). It reflects the relationship between these regions with other parts of the Paleotethys sidelines during the Jurassic time.

### Discussion and Conclusion

In the Baghi section, the Dalichai Formation unconformably overlies the siliciclastic Shemshak Formation and gradationally underlies the cliff-forming carbonate rocks of Lar Formation. The Dalichai Formation, with a thickness of 655 meters, is divided into ten separate informal members and is mainly composed of marls, limestone, and marly limestone. One of the most important features of the Dalichai Formation in this section is the abundance of ammonite fauna, especially in the lower half of the section. Due to the specific color, lithology, and abundance of ammonite fauna, the second member is a key member.

Paleontological studies in this research is led to the determination of 96 species, 26 subgenera, 39 genera, 20 subfamilies, 14 families, and 6 superfamilies belonging to 3 suborders of Ammonitida. According to the mentioned assemblage, 17 standard biozones are recognized, consisting of *Grantiana*, *Parkinsoni*, *Zigzag*, *Retrocostatum*, *Bullatus*, *Gracilis*, *Anceps*, *Coronatum*, *Athleta*, *Lamberti*, *Transversarium*, *Bifurcatus*, *Bimammatum*, *Planula*, *Platynota*, *Hypselocyclum*, and *Acanthicum*. These biozones show the age of late Bajocian – late Kimmeridgian for the Dalichai Formation. The studied ammonitic assemblages are closely

related to the other Middle-Late Jurassic fauna from Iran and further peri-Mediterranean regions, which correlates with the Sub-Mediterranean province.

**Keywords:** Ammonite, Middle-Upper Jurassic, Dalichai Formation, Baghi section, Binalud, Iran.

## References

- Alavi M., 1992. Thrust tectonics of the Binalud region. NE Iran. *Tectonics*, 11 (2):360–370.
- Eftekhar-Nezhad, J., & Behroozi, A., 1991. Geodynamic significance of recent discoveries of ophiolites and Late Paleozoic rocks in NE-Iran (including Kopet Dagh). *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt Wien*, 38: 89–100.
- Lammerer, B., Langheirich, G., & Danai, M., 1983. The tectonic evolution of the Binalud mountains (NE - Iran), in geodynamic project (geotraverse) in Iran. *Geological Survey of Iran*, Report no. 51:91–102.
- Raoufian, A., Joly, B., Seyed-Emami, K., Ashouri, A.R., Majidifard, M.R., & Ameri, H., 2014. Phylloceratoidea du Jurassique moyen et supérieur du Nord-Est de l'Iran (Monts Binalud). *Annales de Paléontologie*, 100 (4): 311–325.
- Raoufian, A., Seyed-Emami, K., Ashouri, A.R., Majidifard, M.R., & Joly, B., 2011. Middle and Late Jurassic Phylloceratidae from the Binalud Mountains (Northeast Iran). *Sedimentary Facies*, 3 (2): 68–87. (in Persian).
- Seyed-Emami, K., Fürsich, F.T., Wilmsen, M., Majidifard, M.R., & Shekarifard, A., 2008. Jurassic ammonite fauna of the Shemshak Formation at Shahmirzad, Iran. *Acta Palaeontol Polonica*, 53: 237–260.
- Seyed-Emami, K., Raoufian, A., & Mönning, E., 2015. Macrocephalitinae (Ammonoidea, Middle Jurassic) from North and Central Iran. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, 278 (3): 257–279.
- Seyed-Emami, K., Raoufian, A., & Zand-Moghadam, H., 2018. Late Bajocian and Bathonian (Middle Jurassic) ammonites from the Dalichai Formation north of Damghan (Alborz, North Iran). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, 288 (2):183–203.
- Seyed-Emami, K., & Raoufian, A., 2017. Ammonites from Bathonian and Callovian (Middle Jurassic) North of Damghan, Eastern Alborz, North Iran. *Zitteliana A*, 89: 253–270.
- Seyed-Emami, K., Schairer, G., Raoufian, A., & Shafeizad, M., 2013. Middle and late Jurassic ammonites from the Dalichai formation west of Shahrud (East Alborz, North Iran). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, 267 (1): 43–66.
- Seyed-Emami, K., & Schairer, G., 2010. Late Jurassic (Oxfordian, Bimammatum Zone) ammonites from the eastern Alborz Mountains, Iran. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, 257: 267–281.
- Seyed-Emami, K., & Schairer, G., 2011. Late Jurassic (Oxfordian, Bifurcatus and Bimammatum zones) ammonites from the eastern Alborz Mountains, Iran. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, 260: 11–20.
- Shafeizad, M., & Seyed-Emami, K., 2005. Lithostratigraphy and biostratigraphy of the Dalichai formation west of Shahroud (Eastern Alborz). *Geosciences*. 12 (55): 98–113. (in Persian).
- Wilmsen, M., Fürsich, F.T., Seyed-Emami, K., Majidifard, M.R., & Taheri, J., 2009a. The Cimmerian orogeny in northern Iran: tectonostratigraphic evidence from the foreland. *Terra Nova*, 21: 211–218.
- Wilmsen, M., Fürsich, F.T., Seyed-Emami, K., & Majidifard, M.R., 2009b. An overview of the lithostratigraphy and facies development of the Jurassic System on the Tabas Block, east-central Iran. In: Brunet, M.F., Wilmsen, M., Granath, J., (ed.), South Caspian to Central Iran basins. *Geological Society of London, Special Publications*, 312: 323–344.