

سنگ‌چینه‌نگاری و زیست‌چینه‌نگاری سازند دلیچای در جنوب شهرستان بابل (البرز شمالی)

زینب اصغر نیا روشن^{۱*}، محمودرضا مجیدی فرد^۲، احمد رئوفیان^۳، نادر کهنسال قدیم‌وند^۴

۱- دکترای چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، گروه زمین‌شناسی، تهران، ایران

۲- دانشیار گروه زمین‌شناسی، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

۳- دانشگاه فرهنگیان، واحد دانشور، نیشابور، ایران

۴- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، گروه زمین‌شناسی، تهران، ایران

*پست الکترونیک: u.dehestani@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۸

تاریخ دریافت: ۹۶/۸/۱۰

چکیده

برای نخستین بار مطالعات سنگ‌چینه‌نگاری و زیست‌چینه‌نگاری سازند دلیچای در البرز شمالی در دو برش کربوش و کنف‌جار (جنوب بابل) و برش وانا (جاده هراز) به انجام رسیده است. سنگ‌شناسی سازند دلیچای در بخش‌های شمالی البرز عمدتاً شامل مارن، سنگ‌آهک مارنی، سنگ‌آهک پبلی ماسه‌ای و سنگ‌آهک می‌باشد. در این منطقه سازند دلیچای به صورت ناهمساز بر روی سازند سیلیسی آواری شمشک قرار گرفته و در بخش بالایی نیز به صورت پیوسته، هم‌شیب و تدریجی به سازند آهکی لار ختم می‌شود. ستبرای سازند دلیچای در برش کربوش ۲۱/۳ متر، در برش کنف‌جار ۱۸/۹ متر و در برش وانا ۶۹ متر اندازه‌گیری شده است که نشان‌دهنده ستبرای بسیار کمتر این سازند نسبت به بخش‌های جنوبی البرز است. تغییرات ستبرای سازند دلیچای در بخش‌های شمالی و جنوبی پهنه ساختاری البرز می‌تواند به دلیل شرایط تکتونیکی حاکم بر منطقه و وجود یک فاز کششی و نایک‌واختی شرایط رسوب‌گذاری و کف بستر در طی زمان تشکیل آن باشد. مطالعه زیست‌آمونیتی موجود به شناسایی ۱۸ جنس و ۲۶ گونه منجر شده است. بر اساس مجموعه فسیلی موجود ۸ زون زیستی آمونیتی تشخیص داده شده است که نشان‌دهنده سن باژوسین پسین - کالوین پسین برای سازند دلیچای در البرز شمالی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آمونیت؛ ژوراسیک میانی؛ سازند دلیچای؛ زیست‌چینه‌نگاری؛ سنگ‌چینه‌نگاری؛ البرز شمالی.

مقدمه

اواخر پرمین ورقه ایران از گندوانا جدا شده و قطعات به وجود آمده با حرکتی به سمت شمال طی تریاس به ورقه توران برخورد می‌کنند (Sengör, 1984; Saidi et al., 1997; Stämpfli et al., 1991). در طی بسته شدن اقیانوس پالئوتتیس و در تریاس میانی - پسین اولین برخورد

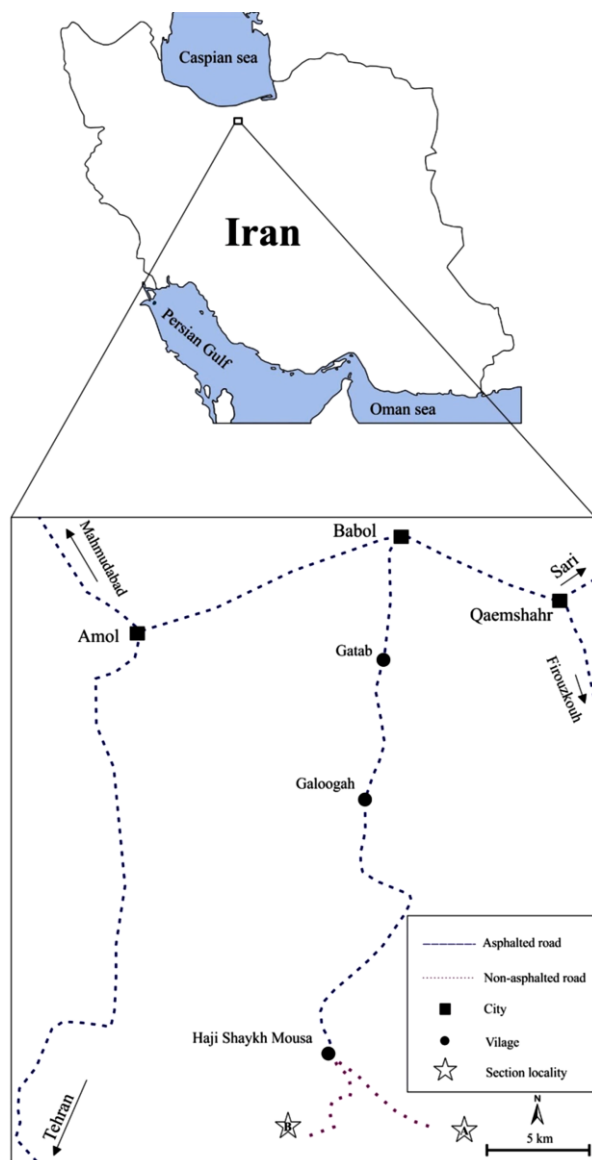
رشته کوه‌های البرز با طولی حدود ۹۵۰ کیلومتر در شمال ایران با روندی غربی - شرقی در بین واحدهای ایران مرکزی در جنوب و کپه‌داغ در شمال واقع شده است (Wilmsen et al., 2009). ورقه ایران تا اواخر پرمین بخشی از شمال شرق ابرقاره گندوانا به شمار می‌رفته است. در

رادیولرها و ... از آن گزارش شده است. فراوان‌ترین زیای موجود در این میان آمونیت‌ها می‌باشند. از فسیل‌های اصلی سازند دلیچای در این منطقه می‌توان به آمونیت و اسفنج اشاره کرد که به دیرینگی باژوسین پسین - کالوین می‌باشند.

اغلب مطالعات انجام شده بر روی سازند دلیچای در رشته کوه‌های البرز در دامنه‌های جنوبی این واحد زمین‌ساختی صورت گرفته و در بخش‌ها و دامنه‌های شمالی مطالعات چندانی، به ویژه مطالعات سنگ‌چینه‌نگاری و زیست‌چینه‌نگاری انجام نشده است. از مهمترین مطالعات صورت گرفته بر روی سازند دلیچای می‌توان به کارهای انجام شده در منطقه بایجان در جاده هراز (روستای پوردمه) توسط Erni (1931)، خاور شهرستان دماوند (برش الگوی سازند دلیچای) توسط Steiger (1966)، شمال آبیگ توسط Lorenz (1964)، منطقه دماوند توسط Allenbach (1966)، دره چالوس - کرج توسط Dedual (1967)، البرز مرکزی توسط Assereto *et al.* (1968)، منطقه جام در استان سمنان توسط Alavi-Naini (1972)، منطقه کیودر آهنگ توسط Bolourchi (1977)، شمال قزوین توسط Annelles *et al.* (1975)، منطقه تکاب توسط Alavi-Naini *et al.* (1982) اشاره کرد. لازم به ذکر است بیشترین مطالعات انجام شده بر روی سازند دلیچای توسط سیدامامی و همکاران به انجام رسیده است که مهمترین این مطالعات شامل Seyed-Emami *et al.* (1985, 1989, 1995, 2010, 2011, 2013, 2015, 2017) می‌باشند. سایر مطالعات مهم انجام شده شامل کارهای صورت گرفته توسط Schairer *et al.* (1991)، Majidifard (2003, 2008)، Fürsich *et al.* (2009b)، Parent *et al.* (2012)، Raoufian *et al.* (2014) و Dietze *et al.* (2014) می‌باشند.

ورقه ایران و توران (رویداد ائوسیمین) روی می‌دهد. در طی زمان تریاس - ژوراسیک، رویداد اصلی سیمین روی داده و باعث تغییرات شدیدی در میزان و نوع رسوب‌گذاری حوضه البرز می‌گردد (Wilmsen *et al.* 2005; Fürsich *et al.* 2009). در پی یک فاز کششی بعد از رویداد سیمین میانی (باژوسین پسین) حوضه خزر جنوبی ایجاد می‌شود. در این حوضه در بخش‌های شمالی سازند چمن بید و در بخش‌های جنوبی سازند دلیچای بر جای گذاشته می‌شوند (Fürsich *et al.* 2005; 2009a, b; Thierry, 2000; Wilmsen *et al.* 2009). ردیف‌های ژوراسیک میانی تا بالایی (سازند دلیچای) در رشته کوه‌های البرز از گسترش زیادی برخوردار است.

سنگ شناسی سازند دلیچای در این رشته کوه‌ها شامل مارن، سنگ آهک‌های مارنی و سنگ آهک به رنگ خاکستری روشن تا تیره می‌باشد. سازند دلیچای که یکی از واحدهای سنگی رسوبات دریایی ژوراسیک البرز است با رنگ خاکستری متمایل به سبز و ویژگی فرسایش یافته و تپه‌ماهوری خود (به ویژه در بخش‌های جنوبی البرز) مانند یک لایه راهنما، ردیف‌های تیره رنگ زغال‌دار پایین را از صخره‌های سبتر بالایی جدا می‌کند. سازند دلیچای در تمامی طول رشته کوه‌های البرز در بین گروه سیلیسی آواری و تیره رنگ و زغال‌دار شمشک در پایین و سازند سنگ آهکی، روشن و صخره‌ساز لار در بالا قرار دارد. مرز زیرین سازند دلیچای با گروه شمشک از نوع ناپیوسته و مرز بالای آن با سنگ آهک‌های سازند لار از نوع پیوسته و تدریجی می‌باشد. سازند دلیچای از لحاظ محتوای فسیلی غنی بوده و گروه‌های فسیلی متعددی از قبیل آمونیت‌ها، بلمنیت‌ها، اسفنج‌ها، بازوپایان، دوکفه‌ای‌ها، شکم‌پایان، خارپوستان، روزن‌داران، داینوفلاژله‌ها، اسپور و پولن‌ها و



شکل ۱: راه‌های دسترسی به برش‌های کریوش و کنف جار

شمشک قرار گرفته است. در این منطقه سازند شمشک از ماسه سنگ، شیل، آرژیلیت و رس‌های زغال‌دار به رنگ خاکستری تیره تا سیاه به سن ژوراسیک پیشین - میانی تشکیل شده است (شکل ۳ الف - د). در محل همبری پایینی، آخرین لایه‌های آواری شیلی سازند شمشک به رنگ خاکستری تیره و نخستین لایه‌های مارنی با رنگ خاکستری روشن سازند دلیچای کاملاً مشخص می‌باشند. در محل این همبری تعدادی ندول‌های لیمونیتی قابل مشاهده است. با توجه به فرسایش زیاد منطقه مطالعاتی و

موقعیت جغرافیایی برش‌های مورد مطالعه

سازند دلیچای در بخش‌های شمالی پهنه ساختاری البرز نسبت به بخش‌های جنوبی این رشته کوه‌ها از گسترش و ستبرای کمتری برخوردار است. تاکنون مطالعات سنگ‌چینه‌نگاری و زیست‌نگاری چندانی در مورد این سازند در این قسمت از البرز به انجام نرسیده است. از این رو هدف اصلی از مطالعه حاضر بررسی تفصیلی سازند دلیچای در شمال پهنه ساختاری البرز به ویژه بر مبنای زیای آمونیتی موجود است. به منظور مطالعات دیرینه‌شناسی این سازند سه برش کریوش، کنف‌جار و وانا در استان مازندران به شرح زیر انتخاب و بررسی‌های سنگ‌چینه‌ای و زیست‌چینه‌ای بر روی آنها متمرکز شده است:

برش کریوش^۱: با طول جغرافیایی $52^{\circ} 40' 22.23''$ شرقی و عرض جغرافیایی $36^{\circ} 02' 53.61''$ شمالی در ۴۰ کیلومتری جنوب شهرستان بابل، منطقه کوه‌های یخچال پشت و در روستای کریوش قرار گرفته است (شکل ۱).

برش کنف‌جار^۲: این برش در ۴۵ کیلومتری جنوب شهرستان بابل، بخش گلوگاه، روستای سل‌بن و کنف‌جار واقع شده است. مختصات جغرافیایی قاعده این برش شامل طول $52^{\circ} 36' 26.74''$ شرقی و عرض $36^{\circ} 03' 15.59''$ شمالی است (شکل ۱).

برش وانا^۳: قاعده این برش در عرض $35^{\circ} 56' 31.48''$ شمالی و طول $52^{\circ} 15' 40.36''$ خاوری قرار گرفته است. این برش در استان مازندران، جاده تهران - هراز در حوالی روستای وانا مورد مطالعه قرار گرفته است (شکل ۲).

سنگ‌چینه‌نگاری

در هر سه برش مطالعه شده، سازند دلیچای به صورت ناپیوسته و هم‌شیب بر روی توالی‌های سیلیسی آواری سازند

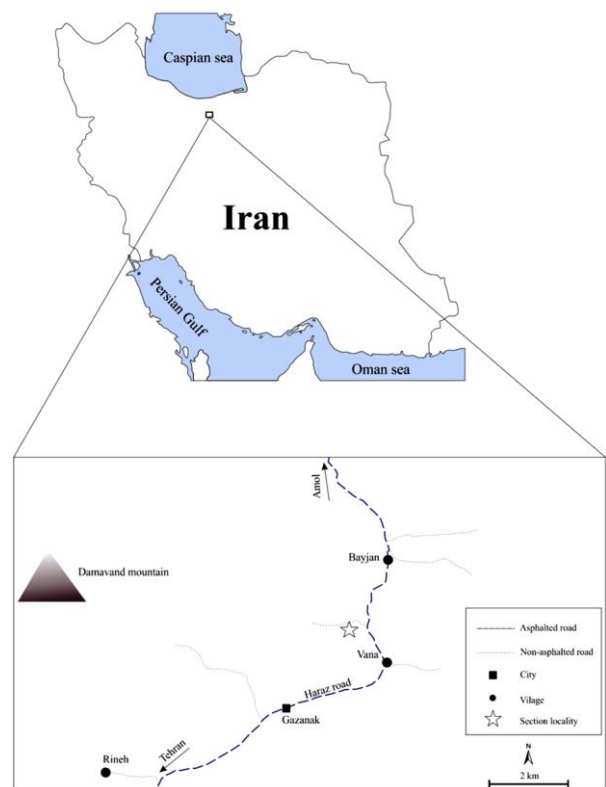
2- Keriush section
3- Kanefjar section
4- Vana section

مارن، سنگ آهک مارنی، سنگ آهک پبلی ماسه‌ای و سنگ آهک تشکیل شده است. ستبرای اندازه‌گیری شده سازند دلیچای در این برش ۱۸/۹ متر و همبری زیرین سازند دلیچای با گروه شمشک از نوع ناپیوسته و همبری بالای سازند دلیچای با سازند لار از نوع پیوسته و تدریجی می‌باشد (شکل ۳د). سازند دلیچای در برش کنف‌جار با توجه به ویژگی‌های سنگ‌شناسی قابل تقسیم به ۴ واحد سنگی می‌باشد.

برش وانا: در بین برش‌های سه‌گانه مطالعه شده، برش وانا دارای بیشترین ستبرای اندازه‌گیری شده می‌باشد. در بررسی‌های سنگ‌چینه‌نگاری، ستبرای سازند دلیچای در این برش ۶۹ متر و غالباً از مارن، سنگ آهک مارنی و سنگ آهک تشکیل شده است (شکل ۳ج). همانند برش‌های قبلی در این برش نیز همبری زیرین سازند دلیچای با گروه شمشک از نوع ناپیوسته و همبری بالای سازند دلیچای با سازند لار از نوع پیوسته و تدریجی است. سازند دلیچای در برش وانا از نظر ویژگی‌های سنگ‌شناسی قابل تقسیم به ۴ واحد سنگی می‌باشد.

سازند دلیچای در تمامی برش‌های مطالعه شده به چهار بخش تفکیک شده است. بخش‌های توصیف شده پس از انطباق‌های سنگ‌چینه‌ای به شرح زیر هستند:

بخش ۱: این بخش غالباً از مارن‌های خاکستری متمایل به سبز هوازده تشکیل شده است (شکل ۳الف). تغییر سنگ‌شناسی از رسوبات سیلیسی آواری و تیره رنگ بخش‌های بالایی سازند شمشک به لایه‌های مارنی و فسیل‌دار سازند دلیچای نشان‌دهنده عمیق‌تر شدن حوضه رسوبی در هنگام تشکیل این لایه‌ها بوده است. ستبرای این بخش در برش کریوش، ۶/۵ متر، در کنف‌جار ۲/۱ متر و در وانا ۳۷ متر اندازه‌گیری شده است. در این بخش تعدادی نودول‌های قرمز تا قهوه‌ای قابل مشاهده است.

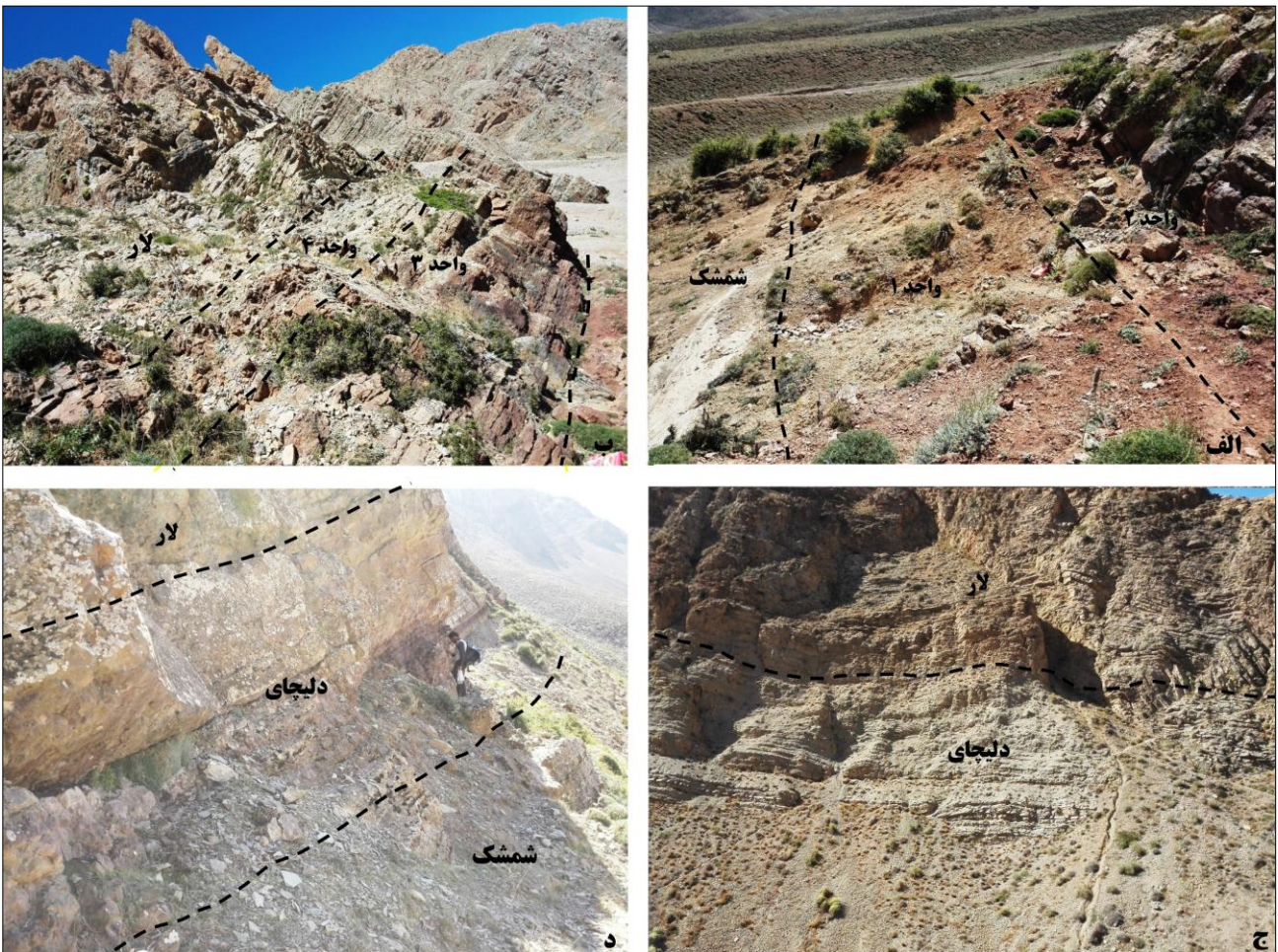


شکل ۲: موقعیت جغرافیایی و راه دسترسی به برش وانا

پوشیده بودن بخش‌های ابتدایی سازند دلیچای، شواهد عملکرد فاز کوهزایی سیمیرین میانی که در اغلب برش‌های سازند دلیچای در بخش‌های جنوبی البرز به صورت لایه‌ای از خاک قدیمه مشاهده می‌شود، در برش‌های مطالعه شده دیده نشد.

برش کریوش: ستبرای سازند دلیچای در این برش ۲۱/۳ متر اندازه‌گیری شده و شامل مارن، سنگ آهک مارنی، سنگ آهک ماسه‌ای، سنگ آهک پبلی ماسه‌ای و سنگ آهک می‌باشد. همبری زیرین سازند دلیچای با سازند شمشک از نوع ناپیوسته و همبری بالای سازند دلیچای با سازند لار از نوع پیوسته و تدریجی می‌باشد. با توجه به ویژگی‌های سنگ‌شناختی و خصوصیات ساختی و بافتی سازند دلیچای در برش کریوش به ۴ واحد سنگی تقسیم شده است (شکل ۳الف - ب).

برش کنف‌جار: سازند دلیچای در این برش چینه‌شناسی از



شکل ۳: الف) نمای از مرز پایین سازند دلیچای با سازند شمشک در برش کریوش؛ ب) مرز بالایی سازند دلیچای با سازند لار در برش کریوش؛ ج) نمای از همپیری بین سازند دلیچای و سازند لار (برش وانا)؛ د) نمای از مرز بین سازند شمشک و سازند دلیچای و مرز بین سازند دلیچای و سازند لار (برش کنف جار).

برش‌های کریوش و کنف‌جار این بخش غالباً از سنگ آهک‌های قرمز تا قهوه‌ای تیره تشکیل شده است (شکل ۳ب) و دارای زیای آمونیتی فراوان و متنوعی می‌باشد. این بخش در برش‌های کریوش و کنف‌جار یک طبقه فشرده^۵ به شمار می‌رود. وجود طبقات فشرده با رخساره "Ammonitico Rosso" یکی از ویژگی‌های شاخص و برجسته سنگ شناختی ردیف‌های سازند دلیچای در البرز می‌باشد (Seyed-Emami et al., 2013). این سنگ آهک‌ها غالباً با رنگ خاکستری تا قرمز مشخص شده و از نظر محتوای ماکرو و میکروفسیل‌ها بسیار غنی می‌باشند

آمونیت‌های به دست آمده از این بخش نشان دهنده سن باژوسین پسین برای آغاز رسوب‌گذاری سازند دلیچای در این برش‌ها می‌باشد. علاوه بر زیای آمونیتی، تعداد محدودی اسفنج و مرجان نیز در این بخش دیده می‌شود. **بخش ۲:** سنگ‌شناسی این بخش غالباً شامل سنگ آهک‌های مارنی به رنگ خاکستری روشن و میان‌لایه‌های مارنی خاکستری رنگ می‌باشد (شکل ۳الف). ستبرای این بخش در برش کریوش ۲/۸ متر، در کنف‌جار ۴/۸ متر و در وانا ۷/۵ متر اندازه‌گیری شده است. فراوانی زیای آمونیتی در این بخش نسبت به بخش ۱ قابل توجه می‌باشد. **بخش ۳:** این بخش در برش کریوش ۷/۹ متر، در کنف‌جار ۹ متر و در برش وانا ۱۰ متر اندازه‌گیری شده است. در

5- Condensed bed

بر روی آخرین بخش سازند دلیچای در برش‌های مورد مطالعه قرار گرفته‌اند (شکل ۳ ج - د). مقایسه سنگ چینه‌ای بین سه برش مطالعه شده در بخش‌های شمالی البرز و برش‌های مطالعه شده در بخش‌های جنوبی البرز (برای مثال: Schairer *et al.*, 1991؛ Seyed-Emami *et al.*, 1995, 2010, 2011, 2017؛ Fürsich؛ Majidifard, 2003, 2008؛ 2013, 2015, 2017؛ Dietze *et al.*, 2014؛ *et al.*, 2009b نشان دهنده ستبرای کمتر سازند دلیچای در بخش‌های شمالی البرز نسبت به بخش‌های جنوبی است (شکل ۴). تغییرات ستبرای سازند دلیچای در پهنه ساختاری البرز از روند مشخصی پیروی نمی‌کند و می‌تواند به دلیل شرایط تکتونیکی حاکم بر منطقه و وجود یک فاز کششی و نایکنواختی شرایط رسوب‌گذاری و کف بستر در طی زمان تشکیل آن باشد. در بسیاری از برش‌های البرز جنوبی سازند دلیچای با یک واحد سنگ آهک ماسه‌ای آغاز می‌شود، در حالی که در برش‌های شمالی نخستین لایه‌های سازند دلیچای شامل مارن‌های فرسوده می‌باشد. طبقات فشرده در برش‌های جنوبی البرز غالباً دو یا سه عدد بوده در حالی که در برش‌های شمالی این طبقات فقط یکی می‌باشد.

زیست چینه نگاری

مهمترین ماکروفسیل‌های موجود در برش‌های مطالعه شده شامل آمونیت‌ها، بلمنیت‌ها، براکیوپودها و دوکفه‌ای‌ها می‌باشند که در بین آنها آمونیت‌ها فراوانترین ماکروفسیل‌های موجود به شمار می‌روند. آمونیت‌های مطالعه شده با نمونه‌های گزارش شده از سایر نقاط ایران مانند بخش‌هایی از سازند چمن بید در برش الگو (Majidifard, 2003)، سازند دلیچای در باختر شاهرود (شفیع‌زاد، ۱۳۸۴)، سازند دلیچای در منطقه پرور در شمال

(Kandemir & Yilmaz, 2009). این سنگ شناسی در تمامی ردیف‌های رسوبی ژوراسیک آلپ - مدیترانه گسترش دارد (برای مثال: Elmi, Jenkyns, 1974, 2009؛ Martire, 1988؛ Farinacci *et al.*, 1981a,b؛ 1981؛ 1989؛ Böhm *et al.*, 1999؛ Rais *et al.*, 2007). رسوبات نوع "Ammonitico Rosso" (ARTS) مشخص کننده رسوبات کربناته پلاژیک و طبقات فشرده بوده و در حوضه‌های رسوبی که تحت کنترل فعالیت‌های تکتونیکی می‌باشند، تشکیل شده‌اند (برای مثال: Jenkyns, 1974؛ Ruiz-Ortiz *et al.*, 1996؛ Santantonio, 1993؛ Kandemir & Yilmaz, 2009؛ *al.*, 2004). رسوبات نوع ARTS عمدتاً در طی بازشدگی حاشیه قاره‌ای شکل گرفته و در ارتباط با بازشدگی اقیانوس تنیس می‌باشند (Cecca *et al.*, 1992). طبقات فشرده در برش‌های البرز جنوبی سازند دلیچای در زمان‌های مختلف و در سطوح چینه‌شناسی مختلف دیده می‌شوند. بخش سوم در برش وانا برخلاف دو برش قبلی از سنگ آهک‌های مارنی با میان لایه‌های مارن به رنگ خاکستری روشن تشکیل شده است. **بخش ۴:** آخرین بخش در برش‌های مطالعه شده غالباً از سنگ آهک‌های مارنی به رنگ خاکستری روشن تشکیل شده است (شکل ۳ ب). این بخش در برش‌های کریوش، کنف‌جار و وانا به ترتیب ۴/۱، ۳ و ۱۴/۵ متر اندازه‌گیری شده است. در قسمت‌های بالایی این بخش، سنگ آهک‌ها به صورت موضعی چرتی شده‌اند. زیای آمونیتی موجود در این بخش در برش‌های مطالعه شده نشان دهنده سن کالوین برای آخرین لایه‌های سازند دلیچای در بخش‌های شمالی البرز می‌باشد.

سنگ آهک‌های زرد کم رنگ تا کرمی رنگ سازند لار به سن ژوراسیک پسین به صورت پیوسته، تدریجی و هم‌شیب



شکل ۴: تطابق سنگ‌چینه‌ای سازند دلیچای در برش‌های گلبینی، آهوانو، طالو و برش‌های مورد مطالعه در این پژوهش

شاخص بازوسین پسین دارند و آخرین لایه‌ها شامل آمونیت‌های شاخص کالوین می‌باشند.

بازوسین: ستبرای لایه‌های بازوسین در برش کریوش ۶/۷ متر، کنف‌چار ۵ متر و وانا ۳۹ متر اندازه‌گیری شده است. در نخستین لایه‌های برش‌های سه‌گانه قطعاتی از آمونیت‌های شاخص بازوسین پسین یافت شده‌اند. آمونیت‌های شناسایی شده در این بخش شامل *Cadomites (Polyplectites) sp.*، *Parkinsonia parkinsoni* sp.، *Cadomites (Polyplectites) globosus* هستند. در میان گونه‌های شناسایی شده فوق، گونه‌های *Cadomites (Polyplectites) sp.*، *Parkinsonia parkinsoni* و *Cadomites (Polyplectites) globosus* شاخص زون زیستی *Parkinsoni* می‌باشند.

سمنان (شمس، ۱۳۸۶)، سازند دلیچای در جنوب خاوری مراغه در البرز باختری (نیک‌نهاد، ۱۳۸۶) و دیگر نقاط (Seyed-Emami *et al.*, 1995, 2010, 2011, 2013,)؛ Schairer *et al.*, 1999, 2000, 2003؛ 2015, 2017؛ Dietze *et al.*, 2014) شباهت‌های زیادی را نشان می‌دهند. برای زون بندی زیستی برش‌های مطالعه شده، پس از مطالعه و شناسایی آمونیت‌های به دست آمده و انطباق آنها با جداول استاندارد زون‌های زیستی ایالت‌های زیستی حاشیه مدیترانه (برای مثال Fernandez-Cariou *et al.*, 1997؛ Lopez, 2000, 2001)، سن بخش‌های مختلف برش‌های مطالعه شده و زون‌های زیستی موجود در آنها تشخیص داده شده‌اند (شکل‌های ۵ و ۶ و ۷). در زیر آمونیت‌های شناسایی شده و زون‌های زیستی مطالعه شده در هر اشکوب در برش‌های مطالعه آورده شده است. نخستین واحدهای سنگی در تمامی برش‌های مطالعه شده، آمونیت‌های

| Period | Jurassic | | | | | | | | |
|-----------|----------|--------|--------|---------------|----------------------------|------------------------|------------|----------------------------|------------------------|
| | Epoch | Middle | | | | Lithology | Zone | | |
| | | Age | Subage | Bathonian | | | | Callovian | |
| | | | | Early | Late | | | | |
| Bajocian | Late | | | PARKINSONI | [Lithology: brick pattern] | [Fossil: vertical bar] | | | |
| | | | | | | | GARANTIANA | [Lithology: brick pattern] | [Fossil: vertical bar] |
| | | | | | | | NIORTENSE | | |
| Bathonian | Middle | | | ZIGZAG | [Lithology: brick pattern] | [Fossil: vertical bar] | | | |
| | | | | AURIGERUS | | | | | |
| | | | | PROGRACILIS | | | | | |
| | | | | SUBCONTRACTUS | | | | | |
| | | | | MORRISI | | | | | |
| | | | | BERMERI | | | | | |
| Callovian | Early | | | RETROCOSTATUM | [Lithology: brick pattern] | [Fossil: vertical bar] | | | |
| | | | | DISCUS | | | | | |
| | | | | BULLATUS | | | | | |
| | | | | GRACILIS | | | | | |
| Callovian | Mid. | | | ANCEPS | [Lithology: brick pattern] | [Fossil: vertical bar] | | | |
| | | | | CORONATUM | | | | | |
| | | | | ATHLETA | | | | | |
| | | | | LAMBERTI | | | | | |
| Callovian | Late | | | | [Lithology: brick pattern] | [Fossil: vertical bar] | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

شکل ۵: گونه‌های آمونیتی شناسایی شده در برش کریوش و محدوده سنی آنها

| Period | Jurassic | | | | | | | |
|-----------|----------|--------|--------|---------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------|
| | Epoch | Middle | | | | Lithology | Zone | |
| | | Age | Subage | Bathonian | | | | Callovian |
| | | | | Early | Late | | | |
| Bajocian | Late | | | PARKINSONI | [Lithology: brick pattern] | [Fossil: vertical bar] | | |
| | | | | GARANTIANA | | | [Lithology: brick pattern] | [Fossil: vertical bar] |
| | | | | NIORTENSE | | | | |
| Bathonian | Middle | | | ZIGZAG | [Lithology: brick pattern] | [Fossil: vertical bar] | | |
| | | | | AURIGERUS | | | | |
| | | | | PROGRACILIS | | | | |
| | | | | SUBCONTRACTUS | | | | |
| | | | | MORRISI | | | | |
| | | | | BERMERI | | | | |
| Callovian | Early | | | RETROCOSTATUM | [Lithology: brick pattern] | [Fossil: vertical bar] | | |
| | | | | DISCUS | | | | |
| | | | | BULLATUS | | | | |
| | | | | GRACILIS | | | | |
| Callovian | Mid. | | | ANCEPS | [Lithology: brick pattern] | [Fossil: vertical bar] | | |
| | | | | CORONATUM | | | | |
| | | | | ATHLETA | | | | |
| | | | | LAMBERTI | | | | |
| Callovian | Late | | | | [Lithology: brick pattern] | [Fossil: vertical bar] | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

شکل ۶: گونه‌های آمونیتی شناسایی شده در برش کنف چار و محدوده سنی آنها

| Period | Epoch | Age | Subage | Zone | Lithology | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|-----------|---------------|------------|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Jurassic | Middle | Bajocian | Late | NIORTENSE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | GARANTIANA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | PARKINSONI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Early/M. Late | ZIGZAG | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | AURIGERUS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | MORRISI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Bathonian | Early | BULLATUS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | GRACILIS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | ANCEPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Middle | CORONATUM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | ATHLETA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | LAMBERTI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Callovian | Early | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Middle | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Late | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

شکل ۷: گونه‌های آمونیتی شناسایی شده در برش وانا و محدوده سنی آنها

در میان گونه‌های شناسایی شده فوق، گونه‌های *Ebrayiceras*، *Morphoceras macrescens*، *Morphoceras jactatum* و *Oxycerites yeovilensis* شاخص زون زیستی Zigzag و گونه *Homoeoplanulites bugesiacus* شاخص زون زیستی Discus می‌باشد.

کالووین: ستبرای لایه‌های کالووین در برش کریوش ۴/۶ متر، کنف جار ۵/۹ متر و در برش وانا ۱۸ متر اندازه‌گیری شده است. مهمترین آمونیت‌های شناسایی شده در این لایه‌ها عبارتند از:

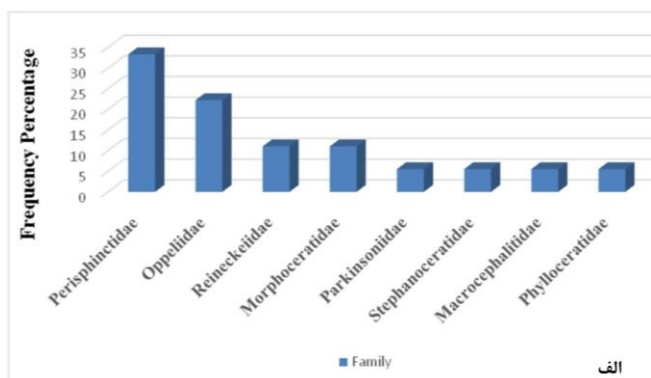
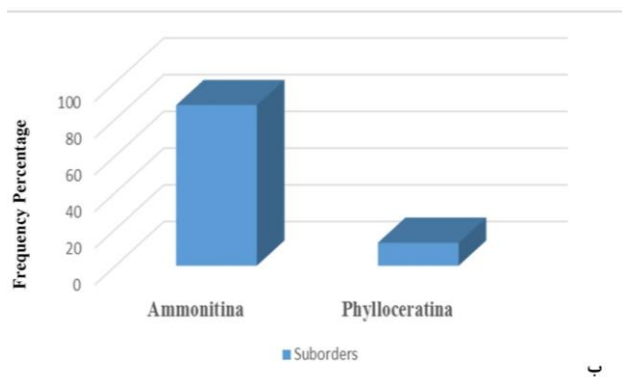
باتونین: ستبرای اندازه‌گیری شده لایه‌های باتونین در برش کریوش ۱۰ متر، کنف جار ۸ متر و وانا ۱۲ متر اندازه‌گیری شده است. آمونیت‌های شناسایی شده در داخل این لایه‌ها در برش‌های کریوش و کنف جار اغلب از داخل لایه‌های قرمز فشرده به دست آمده‌اند. آمونیت‌های موجود در این بخش از برش‌ها عبارتند از:

Cadomites (Polyplectites) sp., *Ebrayiceras jactatum*, *Homoeoplanulites (Homoeoplanulites) cf. ybbsensis*, *Homoeoplanulites bugesiacus*, *Homoeoplanulites sp.*, *Morphoceras aff. multifforme*, *Morphoceras macrescens*, *Oxycerites yeovilensis*, *Phylloceras sp.*

مقایسه زیای مطالعه شده با زیای آمونیتی سازند دلیچای در بخش های جنوبی البرز و پهنه ساختاری بینالود نشان می دهد که در بخش های جنوبی البرز و بینالود سازند دلیچای غالباً تا اکسفوردین و در بعضی از برش ها تا تیتونین ادامه پیدا می کند. فراوانی زیر راسته فیلوسراتینا در بخش های شمالی البرز به مراتب کمتر از بخش های جنوبی (در بخش های جنوبی در برخی از برش ها فراوانی این زیر راسته به بیش از ۵۰ درصد کل زیای آمونیتی بالغ می شود) بوده و اساساً زیر راسته لیتوسراتینا در بخش های شمالی غایب می باشد. گسترش این دو زیر راسته توسط تغییرات نسبی سطح آب دریا کنترل می گردد. این گروه ها در نهشته های محیط های عمیق به فراوانی دیده می شوند، اما در نهشته های محیط های بر قاره ای کمیاب و یا نایاب می باشند (Stevens, 1985; Cecca, 1992; Westermann, 1996; Company et al., 2005). با توجه به تغییرات گروه های مختلف آمونیتی می توان نتیجه گرفت که با افزایش عمق حوضه رسوبی فراوانی لیتوسراتینا و فیلوسراتینا در زیای آمونیتی افزایش و فراوانی نسبی سایر گروه ها کاهش می یابد و بالعکس. فراوانی کم این دو زیر راسته در بخش های شمالی (شکل ۸) نشان دهنده عمق کمتر حوضه رسوبی سازند دلیچای در بخش های شمالی البرز نسبت به بخش های جنوبی است و این موضوع می تواند تحت تأثیر فعالیت های تکتونیک موجود در این مناطق در زمان ژوراسیک میانی - پسین باشد.

Binatisphinctes hamulatus, *Choffatia* (*Choffatia*) aff. *pseudofunata*, *Choffatia* (*Choffatia*) sp., *Choffatia* (*Grossouvria*) cf. *bathonica*, *Choffatia* aff. *poculum*, *Choffatia* aff. *trina*, *Hecticoceras* (*Lunuloceras*) aff. *pseudopunctatum*, *Hecticoceras* (*Lunuloceras*) *compressum*, *Hecticoceras* (*Putealicerias*) cf. *metomphalum*, *Hecticoceras* (*Putealicerias*) *schalchi*, *Hecticoceras* (*putealicerias*) sp., *Hecticoceras* (*Rossienseieras*) sp., *Hecticoceras* sp., *Homoeoplanulites* (*Homoeoplanulites*) aff. *couxi*, *Homoeoplanulites* (*Homoeoplanulites*) cf. *ybbsensis*, *Homoeoplanulites* aff. *balinensis*, *Homoeoplanulites difficilis*, *Homoeoplanulites* sp., *Indosphinctes* (*Elatmites*) *calloviensis*, *Indosphinctes* (*Elatmites*) *steinmanni*, *Macrocephalites* sp., *Rehmannia* (*Loczyceras*) *rehmanni*, *Rehmannia* (*Loczyceras*) *sequanica*, *Rehmannia* sp., *Reineckeia* (*Reineckeia*) *anceps*, *Reineckeia* (*Reineckeia*) sp., *Reineckeia* (*Tyrannites*) sp.,

در بین زیای آمونیتی شناسایی شده فوق گونه *Reineckeia* (*Tyrannites*) sp. شاخص زون زیستی *Gracilis* گونه های *Hecticoceras* (*Lunuloceras*) aff. *pseudopunctatum* *Hecticoceras* (*Putealicerias*) cf. *metomphalum* *Rehmannia* *Hecticoceras* (*Putealicerias*) sp. *Reineckeia* (*Reineckeia*) و *Loczyceras* *rehmanni* *anceps* شاخص زون زیستی *Anseps* گونه های *Rehmannia* و *Homoeoplanulites* *difficilis* *Loczyceras* *sequanica* شاخص زون زیستی *Coronatum*، گونه *Binatisphinctes hamulatus* شاخص زون زیستی *Athleta* و گونه های *Choffatia* aff. *trina* و *Choffatia* aff. *poculum* شاخص زون زیستی *Lamberti* می باشند.



شکل ۸: درصد فراوانی خانواده ها (الف) و زیر راسته های آمونیتی (ب) در مناطق مورد مطالعه

Plate 1

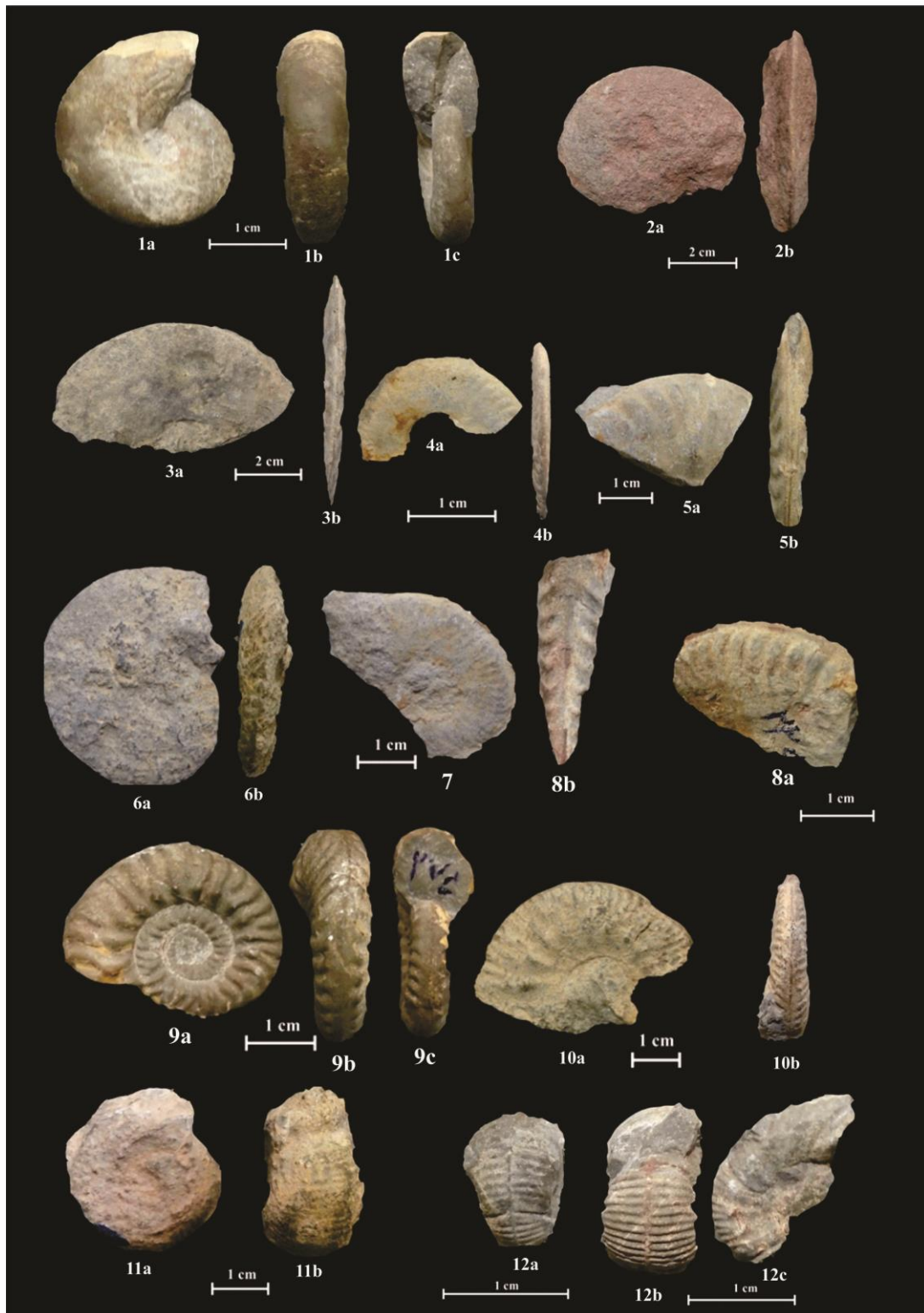


Plate 1: 1a-c: *Phylloceras* sp. (SUESS, 1865), 2a-b: *Oxycerites yeovilensis* (ROLLIER, 1911), 3a-b: *Prohecticoceras* sp. (SPATH, 1928), 4a-b: *Hecticoceras* sp. (BONARELLI, 1893), 5a-b: *Hecticoceras (Rossiensiceras)* sp. (GERHARD & CONTAUT, 1859), 6a-b: *Hecticoceras (Lunuloceras) compressum* (F.A.Quenstedt, 1849), 7: *Hecticoceras (putealiceris)* sp. (BUCKMAN, 1922), 8a-b: *Hecticoceras (Lunuloceras)* aff. *pseudopunctatum* (LAHUSEN, 1883), 9a-c: *Hecticoceras (putealiceris) schalchi* (ZEISS 1956), 10a-b: *Hecticoceras (Putealiceris)* cf. *metomphalum* (BONARELLI, 1894), 11a-b: *Cadomites* sp. (MUNIER-CHALMAS, 1892), 12a-c: *Cadomites (Polyplectites) globosus* (WESTERMAN, 1954).

Plate 2

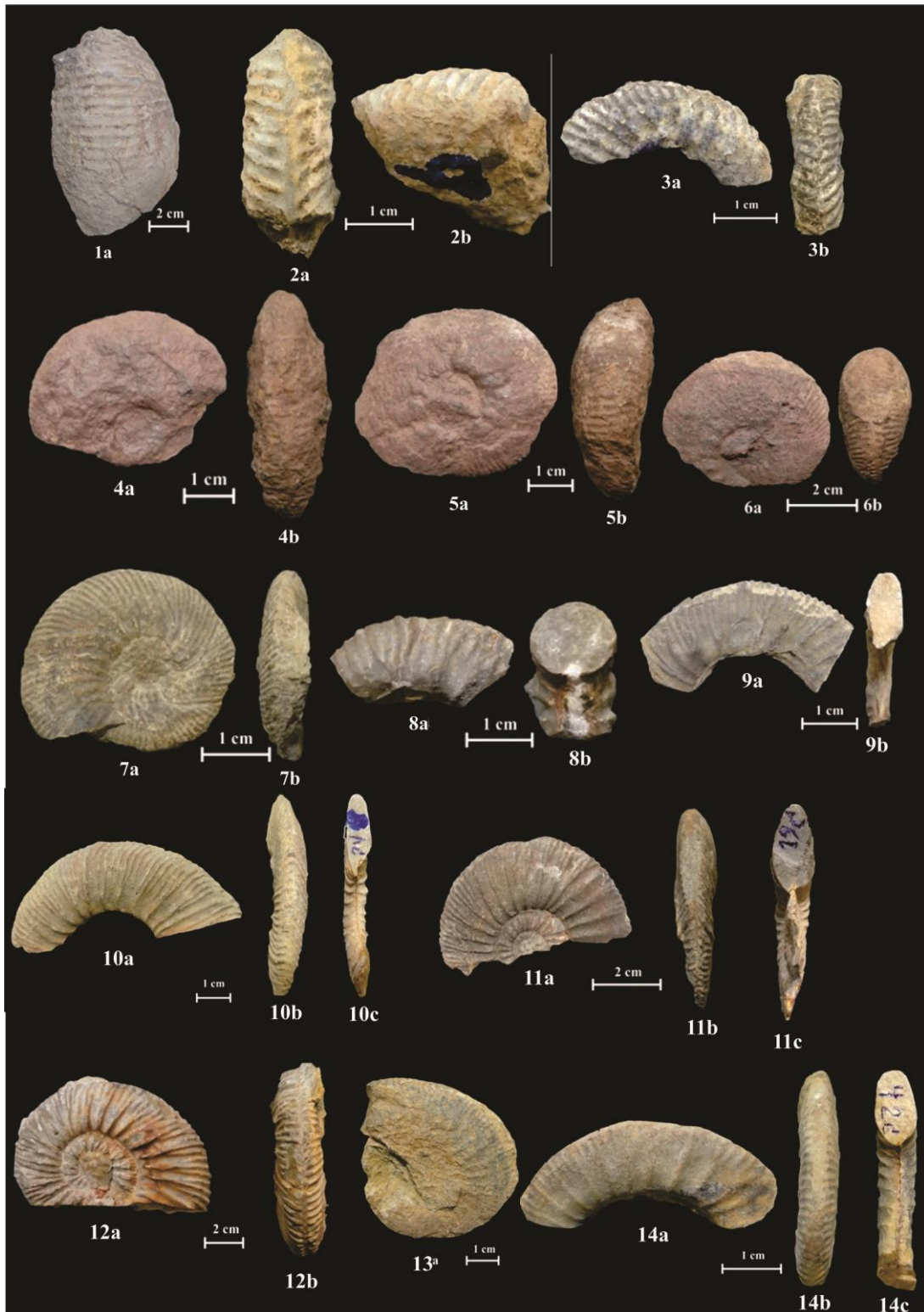


Plate 2: 1: *Macrocephalites* sp. (ZITTEL, 1884), 2a-b: *Parkinsonia* sp. (BAYLE, 1878), 3a-b: *Parkinsonia parkinsoni* (SOWERBY, 1823), 4a-b: *Morphoceras* sp. (DOUVILLE, 1880), 5a-b: *Morphoceras* aff. *multiforme* (ARKELL, 1951), 6a-b: *Morphoceras macrescens* (BUCKMAN, 1923), 7a-b: *Ebrayiceras jactatum* (BUCKMAN, 1920), 8a-b: *Rehmannia (Loczyceras) rehmanni* (OPP, 1856), 9a-b: *Rehmannia (Loczyceras) sequanica* (BOURQUIN, 1968), 10a-c: *Reineckeia (Tyrannites)* sp. (SCHIRARDIN, 1956), 11a-c: *Reineckeia (Tyrannites)* sp. (SCHIRARDIN, 1956), 12a-b: *Reineckeia (Reineckeia) anceps* (REINECKE, 1818), 13: *Choffatia (Choffatia)* sp. (SIEMIRADZKI, 1898), 14a-c: *Choffatia (choffatia)* aff. *Pseudofunata* (TEISSEYRE, 1889).

Plate 3



Plate 3: 1a-b: *Choffatia* aff. *trina* (S. S. Buckman, 1922), 2a-b: *Choffatia* (*choffatia*) aff. *pseudofunata* (TEISSEYRE, 1889), 3: *Choffatia* aff. *poculum* (Leckenby, 1859), 4a-b: *Homoeoplanulites* aff. *balinensis* (NEUMAYR, 1871), 5a-b: *Homoeoplanulites* (*Homoeoplanulites*) cf. *ybbsensis*, (JUSSEN), 6: *Homoeoplanulites bugesiacus* (DOMINJON, 1969), 7a-c: *Homoeoplanulites* (*Homoeoplanulites*) aff. *couxi* (DOMINJON), 8a-b: *Homoeoplanulites difficilis* (BUCKMAN, 1922), 9a-b: *Grossouvria* sp. (SIEMIRADZKI, 1898), 10a-b: *Choffatia* (*Grossouvria*) cf. *bathonica*, (MANGOLD), 11a-b: *Indosphinctes* (*Elatmites*) *steinmanni* (PARONA & BONARELLI, 1897), 12a-b: *Indosphinctes* (*Elatmites*) *calloviensis* (LOCZY), 13: *Binatisphinctes hamulatus* (BUCKMAN, 1921), 14a-b: *Perisphinctes* sp. (WAAGEN, 1869), 15: *Perisphinctes* (*Dichotomosphinctes*) sp. (BUCKMAN, 1926), 16: *Homoeoplanulites* sp. (BUCKMAN, 1922).

نتیجه گیری

۱- سازند دلیچای در بخش‌های شمالی پهنه ساختاری البرز غالباً از سنگ آهک، سنگ آهک‌های مارنی، سنگ آهک ماسه‌ای و مارن تشکیل شده است. این توالی به صورت ناپوسته و هم‌شیب بر روی توالی‌های سیلیسی آواری سازند شمشک قرار گرفته و به صورت هم‌شیب و تدریجی به سنگ آهک‌های صخره‌ساز و نخودی تا زرد رنگ سازند لار تبدیل می‌شود. ستبرای اندازه‌گیری شده توالی در برش کریوش ۲۱/۳ متر، در برش کنف جار ۱۸/۹ متر و در برش وانا ۶۹ متر بوده و با توجه به ویژگی‌های ساختی و بافتی در هر سه برش می‌توان آن را به چهار بخش تقسیم نمود. تغییرات ستبرای سازند دلیچای در بخش‌های شمالی و نیز در بخش‌های جنوبی به دلیل شرایط تکتونیکی حاکم بر منطقه، وجود یک فاز کششی و غیریکنواختی شرایط رسوب‌گذاری و کف بستر در زمان تشکیل این سازند می‌باشد.

۲- مطالعه زیای آمونیتی بر روی نمونه‌های یافت شده به شناسایی ۲ زیرراسته، ۴ روخانواده، ۸ خانواده، ۶ زیرخانواده، ۱۸ جنس، ۱۳ زیرجنس و ۲۶ گونه منجر شده است. بیشترین فراوانی در زیای آمونیتی موجود مربوط به زیر راسته *Ammonitina*، روخانواده *Perisphinctaceae* و خانواده *Perisphinctidae* می‌باشد.

۳- بیشترین فراوانی و تنوع زیای آمونیتی موجود، در بخش سوم برش‌ها دیده می‌شود. این بخش در برش‌های کریوش و کنف جار شامل سنگ آهک‌های قهوه‌ای تا قرمز تیره بوده و یک طبقه فشرده به شمار می‌رود. وجود طبقات فشرده در رخساره "*Ammonitico Rosso*" یکی از ویژگی‌های شاخص و برجسته سنگ شناختی سازند دلیچای در پهنه ساختاری البرز می‌باشد.

۴- بخش قاعده‌ای سازند دلیچای در منطقه مورد مطالعه در همه برش‌ها از باژوسین پسین آغاز شده و سن بخش بالایی سازند دلیچای نیز در همه برش‌های مطالعه شده کالوین می‌باشد.

۵- با توجه به زیای آمونیتی مطالعه شده، هشت زون زیستی آمونیتی در این منطقه تشخیص داده شده است. زون‌های زیستی آمونیتی شناسایی شده در منطقه مورد مطالعه شامل *Parkinsoni*، *Zigzag*، *Anceps*، *Athleta*، *Discus*، *Lamberti*، *Gracilis* و *Coronatum* هستند.

۶- زون‌های زیستی آمونیتی شناسایی شده در این منطقه با زون‌های زیستی آمونیتی مناطق حاشیه‌ای مدیترانه (ایالت آمونیتی ساب‌مدیترانه) واقع در شمال اقیانوس پالئوتتیس شباهت‌های زیادی را نشان می‌دهند. این موضوع نشان دهنده ارتباط نزدیک این منطقه در زمان ژوراسیک با سایر نقاط موجود در حاشیه این اقیانوس می‌باشد.

منابع

- شفیع زاد، م.، سیدامامی، ک.، ۱۳۸۴. سنگ‌چینه‌شناسی و زیست‌چینه‌شناسی سازند دلیچای در باختر شاهرود (البرز خاوری). علوم زمین، ۱۱۳: ۵۵-۹۸.
- شمس، م.، ۱۳۸۶. مطالعه چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی سازند دلیچای در منطقه پرور، شمال سمنان، البرز مرکزی با توجه خاص به فون آمونیتی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۲۶۴ صفحه.
- نیک‌نهاد، م.، ۱۳۸۶. مطالعه چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی سازند دلیچای در جنوب خاوری مراغه (البرز باختری) با توجه به فون آمونیتی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۵۱ صفحه.
- Alavi-Naini, M., 1972. Etude geologique de la region de Djam, *Geol. Surv. Rep.* No. 23, 293 p.
- Alavi-Naini, M., Hajian, J., Amidi, M., Bolourchi, M.H., 1982, Geology of Takab Saein-Qaleh, *Geol. Surv. Iran. Rept.* No, 50, 99 p.
- Allenbach, P., 1966. Geologie und Petrographie des Damavand und seiner Umgebung (Zentral-Elburz) Iran. *Diss. ETH Zürich*, 145 p.
- Annelles, R. N. et al., 1975. Explanatory text of the Qazvi and Rasht Quadrangle Map, 1:250000, *Geol. Surv. Iran. Quadrangles E3 and E4*, 1-94.
- Assereto, R., Barnard, P.D.N., Fantini Sestini, N., 1968. Jurassic stratigraphy of the Central Elborz (Iran). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 74, 3-21.
- Bolourchi, M.H., 1977. Etude geologique de la region d'Avaj, stratigraphic and tectonique. *Geological Survey of Iran. Report.* 45.
- Böhm, F., Ebli, O., Krystyn, L., Lobitzer, H., Rakus, M., Siblik, M., 1999. Fauna, stratigraphy and depositional environment of the Hettangian-Sinemurian (Early Jurassic) of Adnet (Salzburg, Austria). *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 56, 143-271.
- 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, 49 pl.; Pau.
- Cecca, F., Fourcade, E., Azema, J., 1992. The Disappearance of the "Ammonitico Rosso". *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 99 (1-2), 55-70.
- Company, M., Aguado, R., Sandoval, J., Tavera, J. M., Jiménez de Cisneros, C., Vera, J. A., 2005. Biotic changes linked to a minor anoxic event (Faraoni Level, latest Hauterivian, Early Cretaceous), *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 224: 186-199.
- Dedual, E., 1967. Zur Geologie des mittleren und unteren Karaj-Tales, Zentral-Elburz (Iran): *Mitt. Geol. Inst ETH u. Univ. Zurich*, n.s., 76, 123 pp.
- Dietze, V., Seyed-Emami, K., Raoufian, A., 2014. *Morphoceras Douvillé, 1880 and Ebrayiceras Buckman, 1920 from the Dalichai Formation (Lower Bathonian) North and Northeast of Damghan (Northeast Alborz, Iran)*, *Zitteliana*, A54, 15-22.
- Elmi, S., 1981. Classification typologique et genetique des Ammonitico-Rosso et des facies noduleux ou grumeleux: essai de synthese. In: Farrinacci, A., Elmi, S. (Eds.), *Rosso Ammonitico Symposium Proceedings*, Tecnoscienza, Roma, pp. 233-249.
- Erni, A., 1931. Decouverte du Bathonian fossilifere dans l'Elbourz. *Ecol Geol Helv*, 24(2):165-166.
- Farinacci, A., Malantrucco, G., Mariotti, N., Nicosia, U., 1981a. Ammonitico Rosso facies in the framework of the Martani Mountains paleoenvironmental evolution during Jurassic. In: Farrinacci, A., Elmi, S. (Eds.), *Rosso Ammonitico Symposium Proceedings*, Tecnoscienza, Roma, pp. 311-334.

- Farinacci, A., Mariotti, N., Nicosia, U., Pallini, G., Schiavinotto, F., 1981b. Jurassic sediments in the UmbroMarchean Apennines: an alternative model. *In: Farrinacci, A., Elmi, S. (Eds.), Rosso Ammonitico Symposium Proceedings, Tecnoscienza, Roma, pp. 335–398.*
- Fernandez-Lopez, S., 2000. Lower Bathonian of Serra de Creu (Tivissa, Catalan Basin, Spain). *Revue de Paléobiologie*, 8, 45-52, Genève.
- Fernandez-Lopez, S., 2001. Upper Bathonian ammonites of the Catalan Basin (Tivissa and Cap Salou, Spain). *Hantkeniana* 3, 25–39, Budapest.
- 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.
- Fürsich, F.T., Wilmsen, M., Seyed-Emami, K., Majidifard, M.R., 2009b. The Mid-Cimmerian tectonic event (Bajocian) in the Alborz Mountains, Northern Iran: evidence of the break-up unconformity of the South Caspian Basin. *In: Brunet, M.-F., Wilmsen, M. & Granath, J. W. (eds) South Caspian to Central Iran Basins. Geological Society, London, Special Publications*, 312, 189–203.
- Jenkyns, H. C., 1974. Origin of red nodular limestone (Ammonitico Rosso, Knollenkalke) in the Mediterranean Jurassic: a diagenetic model. *Special Publication of International Association of Sedimentologists* 1, 249–271.
- Jenkyns, H. C., 2009. Origin of Red Nodular Limestones (Ammonitico Rosso, Knollenkalke) in the Mediterranean Jurassic: A diagenetic model. – *In: Hsü, K.j. & Jenkyns, H.C. (eds.): Pelagic Sediments: On Land and under the Sea. doi: 10.1002/9781444855.ch 11; Oxford (Blackwell).*
- Kandemir, R., Yilmaz, C., 2009. Lithostratigraphy, facies, and deposition environment of the lower Jurassic Ammonitico Rosso type sediments (ARTS) in the Gümüşhane area, NE Turkey: Implications for the opening of the northern branch of the Neo-Tethys Ocean. *Journal of Asian Earth Sciences*, 34, 586-598.
- Lorenz, G., 1964. Die Geologie des oberen Karaj-Tales (Zentra-Elburz), Iran, *Ph. D. DISS, Univ. Zuerich*, 113p.
- Majidifard, M.R., 2003. Biostratigraphy, lithostratigraphy, ammonite taxonomy and microfacies analysis of the Middle and Upper Jurassic of Northeastern Iran. *Ph.D. thesis, Julius-Maximilians Universität Würzburg, Germany*, 201 p. (Unpublished).
- Majidifard, M.R., 2008. Stratigraphy and facies analysis of the Dalichai and Lar formations (Middle-Upper Jurassic) of NNE Iran. *Beringeria*, 39, 3–49.
- Martire, L., 1988. Eta, dinamica deposizionale e possibile organizzazione sequenziale del Rosso Ammonitico dell'Altopiano di Asiago (VI). *Bollettino Società Geologica Italiana* 11, 231–236.
- Martire, L., 1989. Analisi biostratigrafica e sedimentologica del Rosso Ammonitico Veronese dell'Altopiano di Asiago (VI), *Ph.D. Thesis, Dissertation, University of Torino*. Torino, 166 pp.
- Martire, L., 1996. Stratigraphy, facies and synsedimentary tectonics in the Jurassic Rosso Ammonitico Veronese (Altopiano di Asiago, NE Italy). *Facies* 35, 209–236.
- Parent, H., Meléndez, G., Falahatgar, M., 2012. Oxfordian ammonites from Rostam Kola, northern East Alborz, North Iran. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 263(2), 133–142.
- Rais, P., Lois-Schmid, B., Bernasconi, S. M. & Weissert, H., 2007. Palaeoceanographic and palaeoclimatic reorganization around the Middle-Late Jurassic transition. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 251: 527-546.
- Raoufian, A., Joly, B., Seyed-Emami, K., Ashouri, AR., Majidifard, MR., Ameri, H., .2014. Phylloceratoidea du Jurassique moyen et supérieur du Nord-Est de l'Iran (Monts Binalud), *Annales de palaeontologie*, 100(4), 311-325.

- Ruiz-Ortiz, P.A., Bosence, D.W.J., Rey, J., Nieto, L.M., Castro, J.M., Molina, J.M., 2004. Tectonic control of facies architecture, sequence stratigraphy and drowning of a Liassic carbonate platform (Betic Cordillera, Southern Spain). *Basin Research*, 16, 235–257.
- Saidi, A., Brunet, M.F., Ricou, L.E., 1997. Continental accretion of the Iran Block to Eurasia as seen from Late Palaeozoic to early Cretaceous subsidence curves. *Geodinamica Acta*, 10, 189–208.
- Santantonio, M., 1993. Facies association and evolution of pelagic carbonate platform-basin system: examples from the Italian Jurassic. *Sedimentology*, 40, 1039–1067.
- Schairer, G., Seyed-Emami, K., Zeiss, A., 1991. Ammoniten aus der oberen Dalichai-Formation (Callov) östlich von Semnan (SE-Alborz, Iran). *Mitteilungen Bayerischer Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie*, 31, 47–67.
- Schairer, G., Seyed-Emami, K., Majidifard, M.R., Monfared, M., 1999. Erster Nachweis von Untertithon in der Chaman Bid Formation an der Typus lokalität bei Bash Kalateh (Zentral-Koppeh Dagh, NE Iran). *Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie*, 39, 21–32.
- Schairer, G., Seyed-Emami, K., Fürsich, F.T., Senowbari-Daryan, B., Aghanabati, S.A., Majidifard, M.R., 2000. Stratigraphy, facies analysis and ammonite fauna of the Qal'eh Dokhtar Formation (Middle-Upper Jurassic) at the type locality west of Boshrouyeh (east-central Iran). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 216, 35–66.
- Schairer, G., Schlampp, V., 2003. Ammoniten aus dem Ober-Oxfordium von Gräfenberg/Ofr. (Bimammatum-Zone, Hypselum-Subzone, semimammatum Horizont). *Zitteliana*, (A), 43, 17–43.
- Şengör, A.M.C., 1984. The Cimmeride Orogenic System and the Tectonics of Euraisa. *Geological Society of America, Special Paper*, 195, 82p.
- 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, München.
- Seyed-Emami, K., Schairer, G., Alavi-Naini, M., 1989. Ammoniten aus der untern Dalichai-Formation (Unterbathon) ostlich von Semnan (SE-Alborz, Iran). *Munchner Geowiss. Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen Reihe A: Geologie und Paläontologie*, 79–91, 4 Abb., 1 Tab., 3 Taf., München.
- 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, München.
- Seyed-Emami, K., Schairer, G., 2010. Late Jurassic (Oxfordian, Bimammatum Zone) ammonites from the eastern Alborz Mountains, Iran. *Neues Jahrbuch Geologie Paläontologie Abhandlungen*, 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 Geologie Paläontologie Abhandlungen*, 260, 11–20.
- 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., Raoufian, A., Mönnig, E., 2015. Macrocephalitinae (Ammonoidea, Middle Jurassic) from North and Central Iran. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*. 278(3), 257–279.
- 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.
- Stämpfli, G.M., Marcoux, J., Baud, A., 1991. Tethyan margins in space and time. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 87, 373–409.

- Stevens, G. R., 1985. A revision of the Lytoceratinae (Subclass Ammonoidea) including *Lytoceras taharoense* n. sp., upper Jurassic, New Zealand, *New Zealand Journal of geology and geophysics*, 28: 153-185.
- Steiger, R., 1966. Geologic der west-Firuzkuh area (Zentral Elburz, Iran). *Mitt. Geol. Inst. Eth. Univ. Zurich*, N. s.; 1-145.
- Thierry, J., 2000. Middle Callovian (157–155 Ma). In: Dercourt J, Gaetani M, Vrielynck B, Barrier E, Biju-Duval B, Brunet MF, Cadet JP, Crasquin S, Sandulescu M (eds) Atlas Peri-Tethys, Palaeogeographical Maps. CCGM/CGMW, Paris, 97 p.
- Westermann, G., E., G., 1996. Ammonoid life and habitat. In: Landman, N., Tanabe, K., Davis, R., A., (Eds.), Ammonoid Paleobiology. *Plenum Press*, New York, pp. 607–707.
- Wilmsen, M., Fürsich, F.T., Seyed-Emami, K., Majidifard, M.R., Taheri, J., 2009. The Cimmerian Orogeny in northern Iran: tectonostratigraphic evidence from the foreland. *Terra Nova*, 21, 211–218.

Lithostratigraphy and Biostratigraphy of Dalichai Formation in South of Babol (Northern Alborz)

Asgharnia Roshan, Z.^{1*}, Majidifard, M.R.², Raufian, A.³, Kohansal Ghadimvand, N.⁴

1- Ph. D., Islamic Azad University, Tehran north Branch, Tehran, Iran

2- Associate Professor, Research Institute for Earth Sciences, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

3- Daneshvar Center, Farhangian University, Neyshabour, Iran

4- Assistant Professor. Islamic Azad University, Tehran north Branch, Tehran, Iran

*Email: u.dehestani@yahoo.com

Introduction

The Middle and Upper Jurassic strata of the Alborz are named the Dalichai and Lar formations. The Dalichai Formation is introducing primary unites of Alborz Jurassic marine deposits and lithologically consist of a sequence of greyish limestones and marls that specially exposed in the south of Alborz Mountains. Most of the studies on the Dalichai Formation mainly focus on the ammonite fauna and their biostratigraphical importance (e.g. Seyed-Emami *et al.* 1985, 1989, 1995, 2013, 2015; Seyed-Emami and Schairer 2010, 2011a, 2011b; Dietze *et al.* 2014; Seyed-Emami and Raoufian 2017, Majidifard 2003, 2015; Schairer *et al.* 1991 and Raoufian *et al.* 2014, 2019). Ammonites are the most important fossils in the Dalichai Formation, they are of fundamental importance in determining the age and conditions of its paleoenvironment. In most area of the Alborz, the Dalichai Formation has marl, marly limestone, spary and thin bedded limestone with intercalation of marl and marly shale. In the sections studied this Formation consists of marl, marly limestone, sandy limestone and limestone. The aim of this study is to give an overview of the Oppeliidae fauna of the Dalichai Formation in Northern Alborz. The family of Oppeliidae has a high frequency as one of the Bathonian and Callovian index families in Alborz (e.g. Seyed-Emami *et al.* 2013). In the studied sections, this family has a frequency of 21.5%.

Methods and Material

Lithostratigraphy and biostratigraphy of Middle Jurassic Dalichai Formation in Northern Alborz ranges have been studied for the first time. Three stratigraphical sections of Dalichai Formation in Northern Alborz ranges include Keriush in south of Babol, Kanefejar in south of Babol and Vana in Haraz road have been chosen for the paleontological studies. After field studies due to the abundance and importance of ammonite fauna in these sections, detailed sampling of ammonite fauna within the layers was done. After cleaning and preparing the ammonite samples and taking photograph of them, these samples were identified up to the species level and based on the international standard zonation (Cariou & Hantzpergue, 1997); zones of ammonites have been identified.

Results and Discussion

The studied ammonites come from three localities in northern Alborz Mountains. These are: 1. Keriush: 65 km south of Babol (N 36° 2'53.61", E 52°40'22.23"). The thickness of the Dalichai Formation at this section is 21/3 meters and can be subdivided into four members. The age of the Dalichai Formation is Upper Bajocian to Upper Callovian. 2. Kanefejar: 60 km south of Babol (N 36° 3'15.59", E 52°36'26.74"). The thickness of the Dalichai Formation is measured at this section 18/9 meters and can be subdivided, from bottom to top, into four members. The age of the Dalichai Formation is Upper Bajocian to Upper Callovian. 3. Vana: 75 km south of Amol (N 35°56'31.48", E 52°15'40.36"). The thickness of the Dalichai Formation is 70 meters and can be subdivided into four members. The age of the Dalichai Formation is Upper Bajocian to Upper Callovian. In this region, Dalichai Formation follows discontinuously on the dark, siliciclastic Shemshak Formation and is overlain gradationally by the light and cliff-forming carbonates of the Lar Formation. The biostratigraphy of the Dalichai Formation is discussed with special emphasis on the ammonite fauna (Oppeliidae family).

Conclusion

Palaeobiogeographically the middle Jurassic ammonite fauna in this area is closely related to that of the northwest-Tethyan, with relations to Subboreal / Submediterranean provinces. The study of ammonite fauna in this region led to identification of 48 genus, 18 subgenus and 26 species. Existing ammonite fauna indicates 8 ammonite biozones and Late Bajocian-Late Callovian ages for Dalichai Formation in Northern parts of Alborz ranges. The thickness of the formation in Northern parts of Alborz represents a much lower thickness of this formation than the southern parts of Alborz. The thickness changes of the Dalichai Formation in the northern and southern parts of the Alborz Mountains can be due to the tectonic conditions of the area and the existence of an extensional phase during its formation.

Key words: Ammonite, Middle Jurassic, Dalichai Formation, Biostratigraphy, Lithostratigraphy, North Alborz.

References

- Dietze, V., Seyed-Emami, K., Raoufian, A., 2014. *Morphoceras Douvillé, 1880 and Ebrayiceras Buckman, 1920 from the Dalichai Formation (Lower Bathonian) North and Northeast of Damghan (Northeast Alborz, Iran), Zitteliana, A54, 15-22.*
- Majidifard, M.R., 2003. Biostratigraphy, lithostratigraphy, ammonite taxonomy and microfacies analysis of the Middle and Upper Jurassic of Northeastern Iran. *Ph.D. thesis, Julius-Maximilians Universität Würzburg, Germany*, 201 p. (Unpublished).
- Majidifard, M.R., 2015. Late Bajocian-Bathonian Ammonites from Northeast Iran, *Acta Palaeontologica Romaniaae*, 11, 25-41.
- Raoufian, A., Joly, B., Seyed-Emami, K., Ashouri, AR., Majidifard, MR., Ameri, H., 2014. Phylloceratoidea du Jurassique moyen et supérieur du Nord-Est de l'Iran (Monts Binalud), *Annales de palaeontologie*, 100(4), 311-325.
- Raoufian, A., Zand Moghaddam, H., Seyed-Emami, K. 2019. Depositional history of Middle-Upper Jurassic succession at the Binalud Mountains, NE Iran: implications of ammonite, trace fossil and stable isotopes in palaeoenvironmental analysis. *Historical Biology*, doi.org/10.1080/08912963.2018.1563078.
- Schäirer, G., Seyed-Emami, K., Zeiss, A., 1991. Ammoniten aus der oberen Dalichai-Formation (Callov) östlich von Semnan (SE-Alborz, Iran). *Mitteilungen Bayerischer Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie*, 31, 47-67.
- Seyed-Emami, K., Schäirer, G., Bolourchi, M.H., 1985. Ammoniten aus der unteren Dalichai-Formation (oberes Bajocium bis unteres Bathonium) der Umgebung von Abe-Garm (Avaj, Nw-Zentraliran). *Zitteliana*, 12, 57-85, München.
- Seyed-Emami, K., Schäirer, G., Alavi-Naini, M., 1989. Ammoniten aus der untern Dalichai-Formation (Unterbathon) östlich von Semnan (SE-Alborz, Iran). *Munchner Geowiss. Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen Reihe A: Geologie und Paläontologie*, 79-91, 4 Abb., 1 Tab., 3 Taf., München.
- Seyed-Emami, K., Schäirer, 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, München.
- Seyed-Emami, K., Schäirer, G., 2010. Late Jurassic (Oxfordian, Bimammatum Zone) ammonites from the eastern Alborz Mountains, Iran. *Neues Jahrbuch Geologie Paläontologie Abhandlungen*, 257, 267-281.
- Seyed-Emami, K., Schäirer, G., 2011a. Late Jurassic (Oxfordian, Bifurcatus and Bimammatum zones) ammonites from the eastern Alborz Mountains, Iran. *Neues Jahrb Geol Palaontol Abh.* 260:11-20.
- Seyed-Emami, K., Schäirer, G. 2011b. New Middle and Upper Jurassic ammonites from the Binalud Mountains (Mashhad region, NE Iran). *Neues Jahrb Geol Palaontol Abh.* 261:373-380.
- Seyed-Emami, K., Schäirer, 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., Raoufian, A., Mönnig, E., 2015. Macrocephalitinae (Ammonoidea, Middle Jurassic) from North and Central Iran. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*. 278(3), 257-279.