



زیست چینه نگاری و بوم شناسی دیرینه نهشته‌های کرتاسه بالایی در برش هنوج (غرب کرمان)

احمد لطف آباد عرب^{۱*}، محمدرضا وزیری^۲

۲- استادیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۴- دانشیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

*پست الکترونیک: arab5753@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۱۵

تاریخ دریافت: ۹۰/۲/۱۹

چکیده

توالی نسبتاً ضخیمی از نهشته‌های کرتاسه بالایی در کوه باداموئیه در منطقه هنوج، اشکوبهای سنومانین پسین - سانتونین را به نمایش می‌گذارد. همچنین، این نهشته‌ها در جنوب غرب بی‌بی حیات و جنوب چشمه گز نیز بیرون زدگی دارند. برش مورد مطالعه، در قاعده از مارنهای سبز رنگ هنوج زیرین (غیررسمی)، میان لایه سنگ آهک شیلی اگزوزیرادار و مارنهای هنوج بالایی (غیررسمی) تشکیل شده و به سمت بالا به سنگ آهکهای متوسط تا ضخیم لایه ختم می‌شود. این توالی با ناپیوستگی هم شیب بر روی شیله‌ها و ماسه‌سنگهای ژوراسیک (احتمالاً سازند هجدک) قرار گرفته است. حضور همزمان آسترکدهای پلاتی کوپید و پودوکوپید، تنوع بالای روزنداران و ماکروفسیله‌ها در مارنهای هنوج و نیز تنوع بالای روزنداران بنتونیک در سنگ آهکهای بالایی بیانگر محیطی مناسب و فاقد تنشهای اکولوژیکی در زمان نهشته‌شدن این توالیها است.

واژه‌های کلیدی: کوه باداموئیه، هنوج، سنومانین پسین - سانتونین، آهک شیلی اگزوزیرادار، پلاتی کوپید، پودوکوپید.

مقدمه

ختم می‌شوند. توالی رسوبی کوه باداموئیه توسط محققین متعددی مورد بررسی قرار گرفته و سنهای مختلفی برای آنها پیشنهاد شده است. در مورد سن مارنهای برش هنوج برخی از محققین نظرات متفاوتی را عنوان نموده‌اند. به عنوان مثال هوکریده و همکاران (۱۹۶۲) سن این مارنها را سنومانین، دیمتریژویچ (۱۹۷۳) سنومانین پسین، ماهانی پور (۱۳۸۳) آلبن پسین - سنومانین پیشین، عرب (۱۳۸۳) و عرب و همکاران (۱۳۸۴) آلبن پسین - سنومانین پیشین و وزیری و

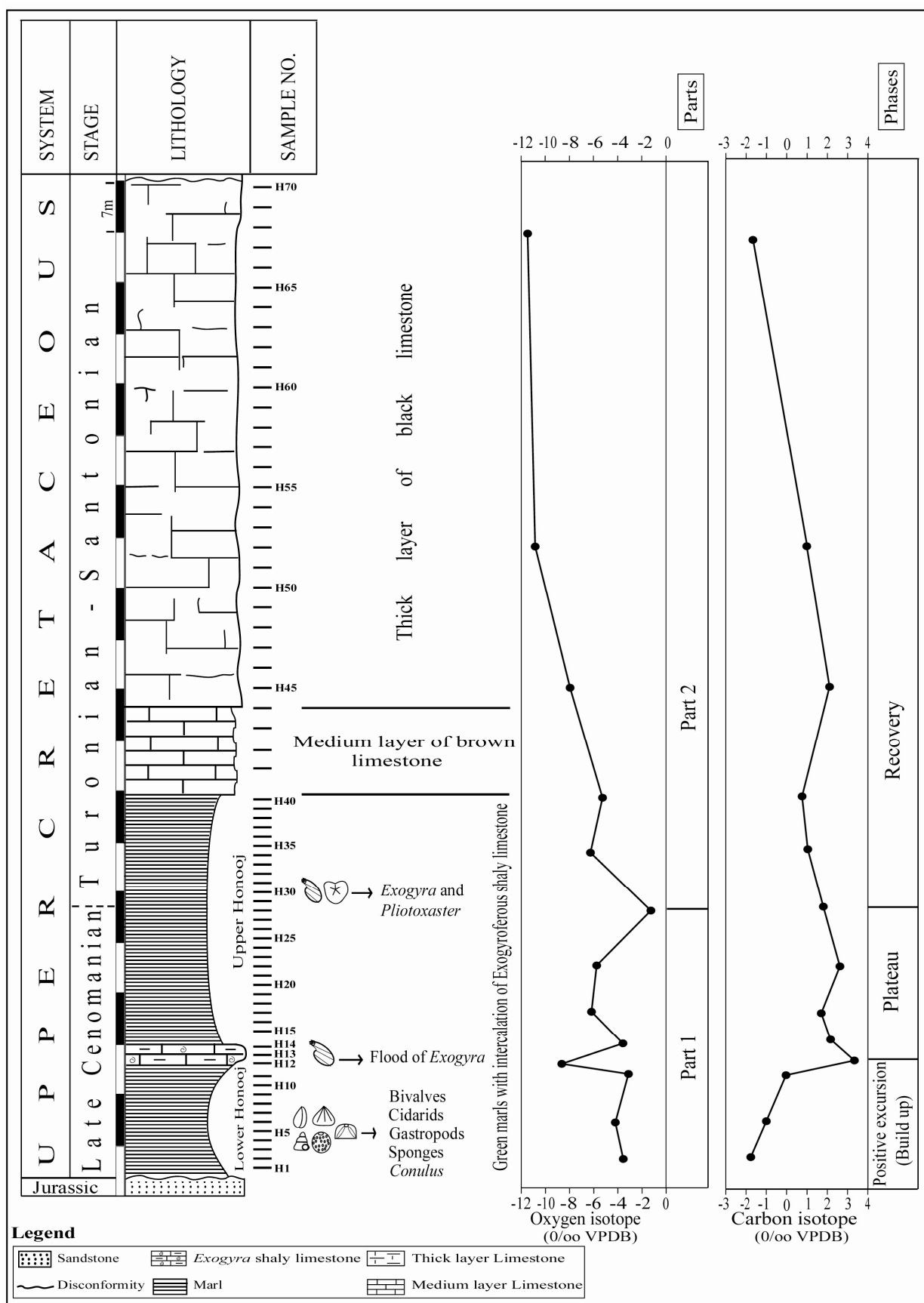
در کوه باداموئیه (غرب کرمان) توالیهای عظیم و گسترده‌ای از نهشته‌های سنومانین پسین - سانتونین مشاهده می‌گردد که از منطقه هنوج تا چشمه گز رخنمون دارند. در این ناحیه، شیله‌ها و ماسه سنگهای ژوراسیک در زیر نهشته‌های ضخیمی از مارنهای سبز رنگ (که به طور غیر رسمی مارنهای سبز رنگ هنوج زیرین و بالایی نامیده شده‌اند) که توسط لایه سنگ آهک شیلی اگزوزیرادار از یکدیگر جدا شده‌اند، قرار گرفته و در بالا به سنگ آهکهای متوسط لایه تا توده‌ای

همکاران (۲۰۰۶ و ۲۰۰۷) نیز سن آلبین پسین - سنومانین پیشین در نظر گرفته‌اند، اما بررسیهای جامع صورت گرفته به ویژه مطالعات ژئوشیمیایی و به خصوص منحنی $\delta^{13}\text{C}$ سن مارنهای این برش را مرز سنومانین - تورونین نشان می‌دهد که در شکل ۱ آمده است. در این برش سه مرحله اصلی قبل از جهش، تسطیح و بازیافت مشاهده شده و دقیقاً مشابه با منحنیهای است که از مرز سنومانین - تورونین سایر نقاط دنیا توسط وزیری (۱۹۹۷)، پل و همکاران (۱۹۹۹) و فیشر و همکاران (۲۰۰۵) گزارش شده است. در مورد سن برش هنوج همان گونه که قبلاً ذکر گردید، نظرات متفاوتی ارائه شده، اما مشاهده منحنی تغییرات کربن ۱۳ آشکارا نشان می‌دهد این برش مرز سنومانین - تورونین را به نمایش می‌گذارد. شواهد دقیق فسیلی نیز این امر را اثبات می‌کند. لذا می‌توان نتیجه گرفت فاز کوهزایی ساب هرسنین در این نقطه از ایران مرکزی احتمالاً بی‌تأثیر باشد زیرا تعیین سن دقیق سنگ آهکهای ستیغ ساز برش هنوج، تا حدودی با تردید همراه بوده و ممکن است بخشی یا تمامی نهشته‌های کنیاسین در آن وجود نداشته باشد. همچنین، با توجه به مطالعات انجام شده توسط بگی (۱۳۷۵) و جعفریان و همکاران (۱۳۷۹) که تأثیر فاز کوهزایی ساب هرسی نین را عامل نبود نهشته‌های تورونین - کنیاسین در نواحی مورد مطالعه خود می‌دانند، در منطقه مورد مطالعه، این فاز احتمالاً بی‌تأثیر بوده و رسوبات متعلق به این اشکوبها دیده می‌شوند. به علاوه، مطالعه دقیق استراکدهای برش مذکور مشابه با آن چیزی است که توسط لامولدا (۱۹۸۲)، جارویس و همکاران (۱۹۸۸)، وزیری (۱۹۹۷) و دیگر محققین از مرز سنومانین - تورونین گزارش شده است. به عقیده وزیری و همکاران (۲۰۰۶)، پیدایش برخی از آمونیت‌های خانواده Tissotidae (جنسهای Tissotia و Heterotissotia) متعلق به تورونین (که البته به طور نابرجا از بخشهای بالایی مارنهای هنوج بالایی به دست آمده‌اند) حکایت از وجود نهشته‌های

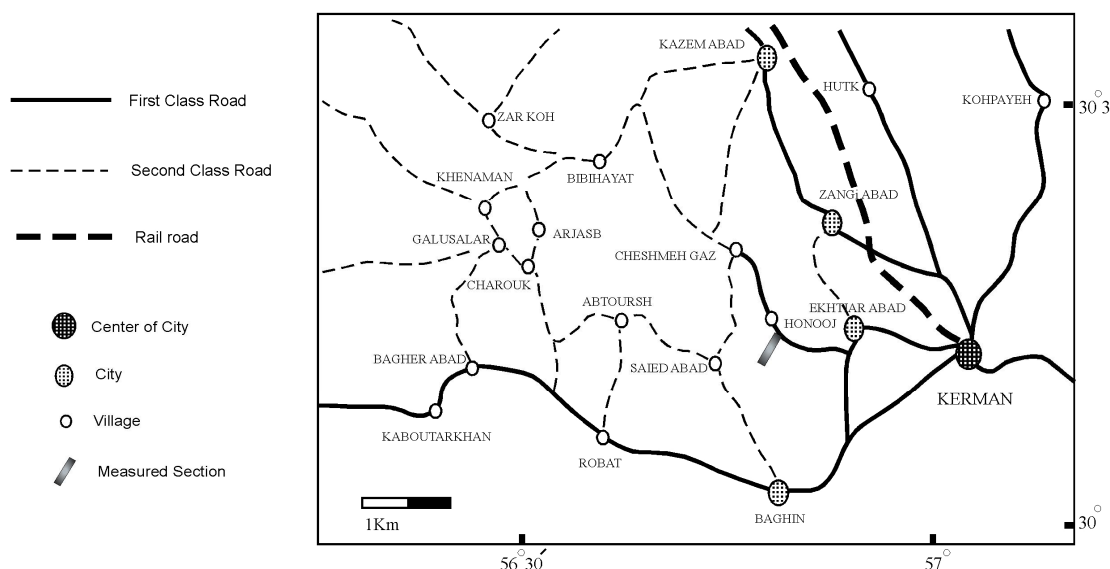
متعلق به تورونین در این برش داشته و با ظهور دو نمونه از دوکفه‌ای *Exogyra olisiponensis* در قسمت انتهایی مارنهای هنوج بالایی، سن سنومانین پسین تا تورونین تأیید می‌گردد. روزن‌داران موجود در سنگ آهکهای ستیغ ساز بخش بالایی، نشان دهنده سنی معادل کنیاسین - سانتونین برای این بخش از بیرون زدگیهای برش هنوج می‌باشند که توسط عرب (۱۳۸۹) مشخص گردیده است. بنابراین، سن سنومانین پسین - سانتونین را برای این نهشته‌ها می‌توان در نظر گرفت. در این مقاله چینه نگاری زیستی و بوم شناسی دیرینه نهشته‌های مذکور مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته و مرز بین اشکوبها نیز مشخص گردیده است.

موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به برش مورد مطالعه

این برش، بخشی از کوه باداموئیه با امتداد شمال غرب - جنوب شرق می‌باشد که در ۱/۵ کیلومتری جنوب روستای هنوج، ۱۲ کیلومتری جنوب غرب اختیارآباد و در ۲۵ کیلومتری غرب کرمان واقع شده و از لحاظ تقسیمات زمین شناسی ایران متعلق به زون ایران مرکزی می‌باشد. نام این برش، از دهکده هنوج واقع در شمال منطقه مورد مطالعه گرفته شده است. این برش، بین عرض جغرافیایی $26^{\circ}15'30''$ شمالی و طول جغرافیایی $56^{\circ}50'46''$ شرقی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریای آزاد ۱۸۵۵ متر می‌باشد. دسترسی به این برش از طریق جاده آسفالت کرمان - اختیارآباد - باداموئیه و راه شوسه روستای هنوج، امکان پذیر می‌باشد. موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به این برش، در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل ۱: ستون چینه نگاری و منحنی ایزوتوپ کربن و اکسیژن در برش هنوج.



شکل ۲: نقشه راههای ارتباطی در منطقه مورد مطالعه (برگرفته از بختیاری، ۱۳۸۸؛ با اندکی تغییرات).

روش مطالعه

با توجه به این که، انجام هر مطالعه و تحقیق نیازمند مطالعات مقدماتی، شناسایی مناطق مطالعاتی، نمونه برداری و کارهای تکمیلی می باشد، لذا جمع آوری اطلاعات و منابع از منطقه مورد نظر، بررسیهای صحرایی و تعیین برش مناسب جهت برداشت نمونه ها، آماده سازی نمونه ها جهت مطالعه و شناسایی روزن داران و اُستراکدها در آزمایشگاه، بررسیهای آزمایشگاهی و عملیات عکس برداری معمولی و SEM از جنس و گونه ها، مطالعات رایانه ای شامل ترسیم نقشه زمین شناسی، ستون چینه نگاری و نقشه راههای دسترسی به منطقه مورد بررسی و در نهایت تدوین و تنظیم اطلاعات از نتایج به دست آمده، انجام گردیده است.

از آن جایی که منطقه مورد بررسی شامل توالیهای مارن و سنگ آهک می باشد، لذا برای نمونه برداری از مارنها باید نمونه برداری به طور سیستماتیک و از پایین به بالا صورت گیرد و نمونه ها از عمق مناسبی (۲۰ cm) برداشت شوند تا امکان آلودگی و هوازدگی آنها به حداقل برسد. لازم است فواصل نمونه برداری متناسب با ضخامت لایه باشد که در اینجا در فواصل ۳ متری از هم بوده است. در مجموع ۴۶

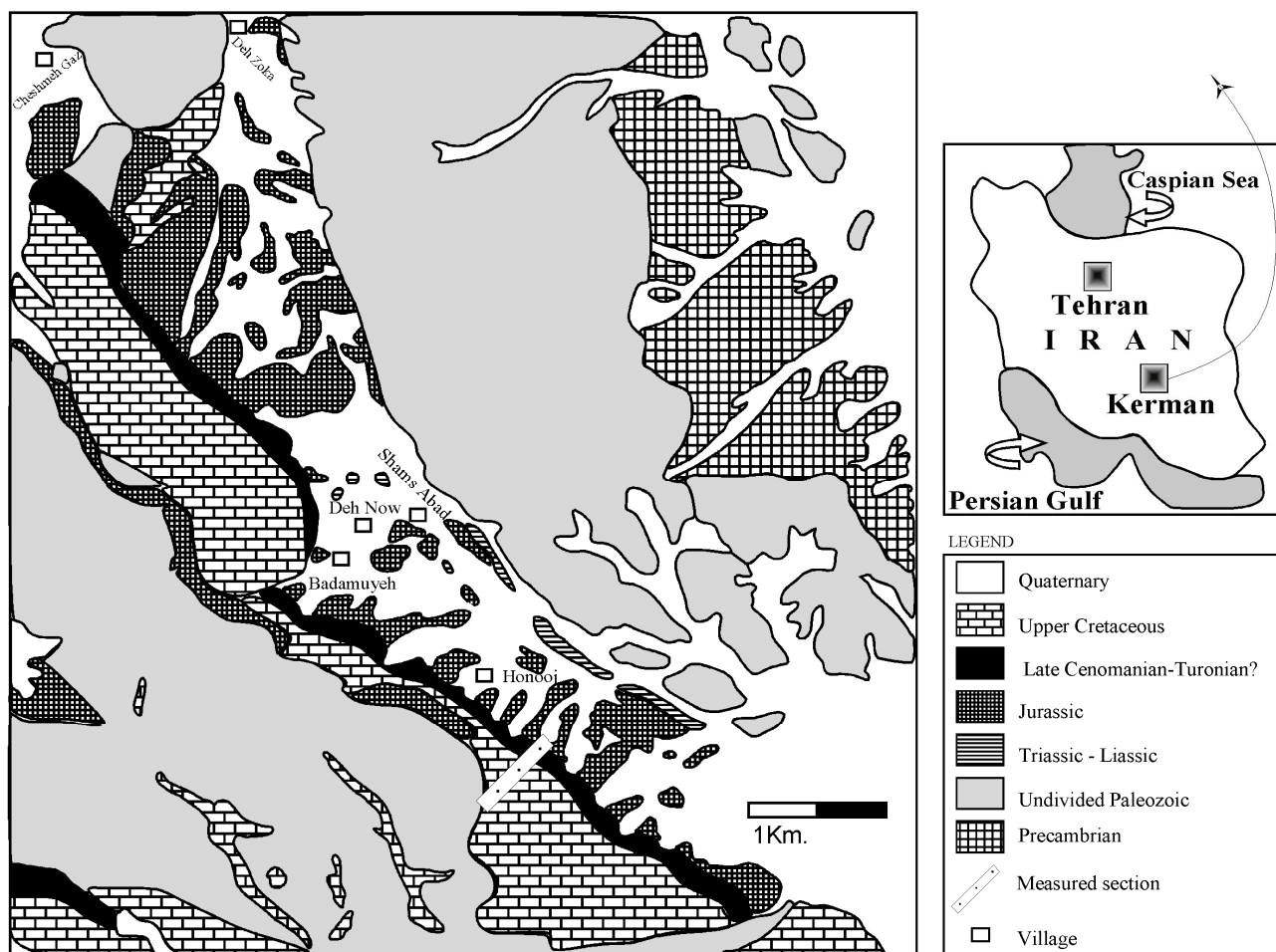
نمونه مارنی از برش مورد مطالعه برداشت گردیده است. در آزمایشگاه ۲۰۰ گرم از نمونه به عنوان شاهد شماره گذاری و بایگانی و سپس از هر نمونه ۷۰۰ گرم برای مطالعه توزین گردید. برای مطالعه مارنها، از روش شست و شو با آب (به دلیل نرمی رسوبات) استفاده شده و الکهایی که مشای آنها ۵۰۰، ۳۵۵، ۲۵۰ و ۶۰ میکرون بوده است، به کار رفته اند. از میان این الکها، نمونه های الک ۲۵۰ میکرون که به صورت یک استاندارد جهانی است، مورد مطالعه قرار گرفته است. نمونه برداری از واحدهای سنگ آهکی نیز به صورت سیستماتیک و عمود بر امتداد لایه ها انجام شده است. در مجموع ۴۳ نمونه سنگ آهکی سخت از برش برداشت و از آنها مقاطع نازک تهیه شده است.

برای طیف سنجی و تحلیل داده های ایزوتوپی، ۱۳ نمونه (۵ نمونه از سنگ آهکها و ۸ نمونه از مارنها)، تحت شرایط خلأ در ۱۰۰% H_3PO_4 (ارتو- فسفریک اسید) به مدت ۲۴ ساعت و در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد حل گردیده است. CO_2 آزاد شده (CO_2 پس از انجماد از محلول خارج می شود) به وسیله Finnigan Mat delta plus gas mass spectrometer در آزمایشگاه ایزوتوپیهای سبک پایدار در

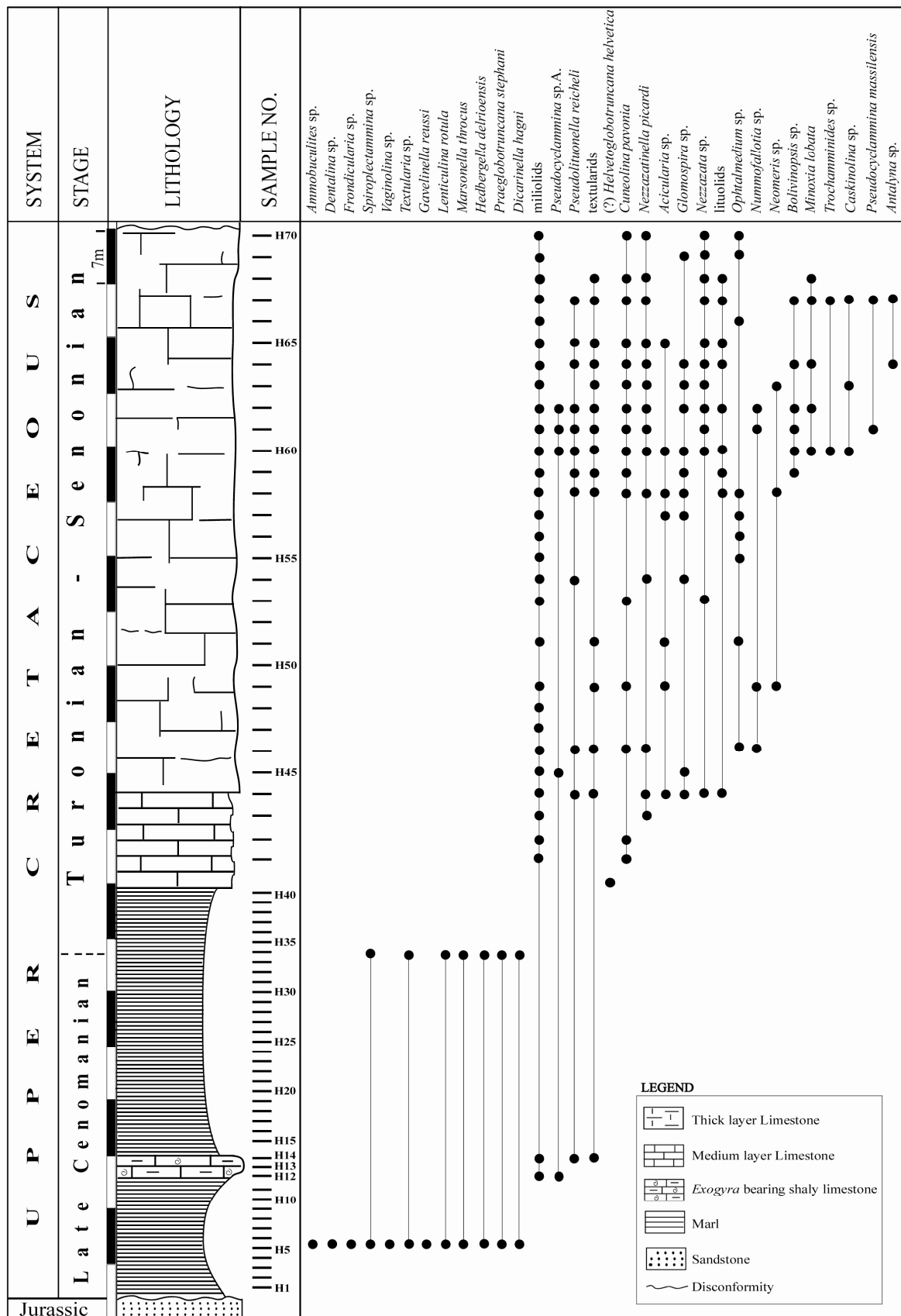
ویژگی‌های چینه‌ای برش مورد مطالعه

همان گونه که در نقشه زمین شناسی این منطقه در شکل ۳ مشخص است، نهشته‌های کرتاسه بالایی از گسترش و ضخامت خوبی در منطقه مورد مطالعه برخوردارند. قدیمی‌ترین نهشته‌ها در این منطقه متعلق به پرکامبرین بوده، هر چند رسوبات متعلق به پالئوزوئیک، ژوراسیک، نئوژن و کواترنری نیز از گسترش خوبی برخوردارند. به منظور بررسی رسوبات کرتاسه بالایی، یک برش در جنوب شرق دهکده هنج انتخاب و مورد مطالعه قرار گرفته است. این برش را می‌توان به دو واحد سنگ چینه‌ای اصلی تقسیم نمود که ستون چینه نگاری و پراکندگی روزن‌داران در این ستون در شکل ۴ نشان داده شده است.

مؤسسه پالئوبیولوژی آکادمی علوم لهستان در شهر ورشو آنالیز شده است. نمونه گازی وارد طیف سنجی که دارای دو لوله ورودی است، می‌شود و اندازه‌گیریها تا ۸ بار تکرار شده تا مقدار اصلی محاسبه شود. خطای استاندارد اندازه‌گیریهای طیف سنج 0.2% می‌باشد. نتایج در هر هزار از استاندارد Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB) ثبت و با نماد دلتا (δ) نشان داده شده‌اند. دقت آنالیز ایزوتوپی کربن و اکسیژن معمولاً $1\% \pm$ است. داده‌ها با مقیاس VPDB که در National Bureau Standards (NBS - 19) به کار می‌رود، بهنجار شده است ($\delta^{18}\text{O} = -2.20\%$ and $\delta^{13}\text{C} = 1.95\%$).



شکل ۳: نقشه زمین شناسی منطقه هنج (برگرفته از دژوکویچ و همکاران، ۱۹۷۲؛ با اندکی تغییرات).



شکل ۴: ستون زیست چینه نگاری برش هنوج.

sp., *Macrocypris* sp., *Paracypris* sp., *Schuleridea* sp. و *Pontocyprilla harrisiana* دیگر عناصر این مجموعه را تشکیل می‌دهند. این مجموعه استراکدی توسط وزیری و همکاران (۲۰۰۷) مطالعه و منتشر شده‌اند.

ج) ماکروفسیلیا: بخش مارنهای هنوج و به ویژه هنوج زیرین تنوع جالبی از ماکروفسیلیا را نشان می‌دهد. خارپوستان، دوکف‌ایها، اسفنجها، شکم پایان و آمونیتها از آن جمله‌اند. این نمونه‌ها از حفظ شدگی نسبتاً خوبی برخوردارند. مارنهای هنوج بالایی سرشار از اگروژیرا و آمونیت می‌باشند و مرز سنوماین پسین - تورونین نیز در این واحد واقع است. این مجموعه ماکروفسیلی توسط وزیری و همکاران (۲۰۰۶) منتشر گردیده‌اند.

واحد ۲: این بخش از سنگ آهکهای متوسط لایه تا توده‌ای تشکیل یافته که تا قسمت بالای برش گسترش می‌یابند. این لایه‌ها سرشار از روزن‌داران بتونیک نظیر *Antalya* sp., *Glomospira*, *Cuneolina pavonia*, *Bolivinopsis* sp., *Nezzazatinella*, *Nezzazata* sp., *Minouxia lobata* sp., *Pseudocyclammina*, *Nummofallotia* sp., *picardi*, *Pseudolituonella*, *Pseudocyclammina* sp.A., *massiliensis* و *miliolids*, *lituolids*, *Trochamminides* sp., *reicheli* textularids هستند. انواع پلانکتونیک در این واحد غایب بوده و تنها تعداد بسیار کمی از شکلهای بدون کارن (*Hedbergella* sp.) حضور دارند. با توجه به پایین بودن نسبت روزن‌داران پلانکتونیک به بتونیک و نیز فراوانی جلبکها در این منطقه، می‌توان چنین استنباط نمود که محیط کم عمق و شرایط برای زیست موجودات مطلوب بوده است. لازم به ذکر است که سنگ آهکهای بالایی از لحاظ سنی اشکوبهای کنیاسین - سانتونین را دربرمی‌گیرند.

بحث

واحد ۱: بر روی نهشته‌های مربوط به ژوراسیک، مارنهای سبزرنگی قرار دارند که در این مقاله به طور غیررسمی مارنهای هنوج زیرین و بالایی نامگذاری شده‌اند. مارنهای هنوج زیرین ضخامتی در حدود ۱۴ متر و مارنهای هنوج بالایی ۳۳ متر ضخامت داشته و توسط یک میان لایه سنگ آهک شیلی اگروژیرادار از یکدیگر تفکیک می‌گردند. سنگ آهک متوسط لایه نهشته شده بر روی مارنهای هنوج بالایی در بخش زیرین خود دارای دو رگه آهکی نازک و سیاه رنگ می‌باشد که حاوی تعداد کمی روزن‌داران پلانکتونیک از قبیل *Helvetoglobotruncana helvetica* (?) و *Hedbergella* sp. است (رگه‌های آهکی سیاه رنگ در جنوب دهکده هنوج به خوبی قابل مطالعه هستند). مارنهای هنوج (به خصوص بخش پایینی) سرشار از روزن‌داران بتتیک و پلانکتونیک، اُستراکدها و ماکروفسیلیایی به شرح ذیل می‌باشند:

الف) روزن‌داران: در حدود ۱۳ جنس و گونه از روزن‌داران بتونیک به دست آمده که در میان آنها textularids و *Spiroplectammina* sp. عناصر غالب مجموعه را تشکیل می‌دهند. دیگر روزن‌داران موجود در این واحد شامل *Lenticulina*, *Fronicularia* sp., *Ammobaculites* sp., *Trochaminides* sp., *Osangularia* sp., *rotula* sp., *Vaginolina* sp. و miliolids می‌باشند. تنوع و فراوانی روزن‌داران پلانکتونیک کم و شامل *Dicarinella hagni*, *Hedbergella* و *Praeglobotruncana stephani delrioensis* می‌باشند.

ب) اُستراکدها: در حدود ۱۷ جنس و گونه از استراکدها در مارنهای هنوج دیده می‌شود. در مجموعه استراکدهای این برش *Pterygocythereis* sp. و *Cytherella concava* کاملاً غالب هستند. گونه‌های *Cornicythereis* sp., *Cytherelloidea*, *Cytherelloidea kayei*, *Cytherella* sp.

مجموعه روزن‌داران بنتونیک و پلانکتونیک، استراکدها و ماکروفسیلها در بخشی پایینی (واحد ۱) بسیار شبیه به مجموعه‌های گزارش شده از حوضه Anglo-Paris اروپا است که توسط لامولدا (۱۹۸۲)، جارویس و همکاران (۱۹۸۸)، لری و پرتی (۱۹۹۱)، وزیری (۱۹۹۷)، پل و همکاران (۱۹۹۹) و دیگر محققین از مرز سنومانین - تورونین گزارش شده و سنی معادل سنومانین بالایی - تورونین را برای این واحد مشخص می‌نماید. این سن پیش‌تر توسط دیمتر یژویچ (۱۹۷۳) برای این منطقه، تنها سنومانین پسین تعیین شده بود. مطالعات جامع این مارنها به ویژه از جنبه‌های ژئوشیمیایی نشان دهنده سن دقیق برای مارنهای مذکور بوده و منحنی $\delta^{13}\text{C}$ این برش شاخص مرز سنومانین - تورونین می‌باشد. برخی از آمونیت‌های خانواده Tissotidae (جنسهای *Tissotia* و *Heterotissotia*) متعلق به تورونین و همچنین وجود دوکفه‌ای *Exogyra olisiponensis* در این مارنها سن سنومانین پسین تا تورونین را برای این نهشته‌ها تأیید می‌نماید.

بخش بالایی (واحد ۲) از نظر سنگ شناسی کاملاً یکنواخت بوده و حضور *Minouxia lobata* و میکروفسیل‌های همراه با آن را می‌توان به عنوان شروع رسوب‌گذاری نهشته‌های کنیاسین - سانتونین در نظر گرفت.

در این برش تغییر مقادیر $\delta^{13}\text{C}$ منجر به تمایز ۳ مرحله مختلف در آن شده است. منحنی با میزان ۲٪ - از پایین ترین بخش هنجار پایین شروع شده و با روندی افزایشی ادامه می‌یابد. اوج مقدار آن به میزان ۳/۲٪ در میان لایه اگزوزیرادار مشاهده می‌شود. این روند منحنی مطابق با مرحله جهش مثبت یا Build up می‌باشد. پس از میان لایه، مقدار $\delta^{13}\text{C}$ نسبتاً ثابت بوده و بین ۲ تا ۲/۸٪ در نوسان است. این بخش از منحنی را می‌توان مطابق با مرحله تسطیح در نظر گرفت. پس از آن مقدار $\delta^{13}\text{C}$ کاهش یافته و به

حدود ۱٪ در بالاترین بخش خود می‌رسد. این بخش از منحنی نیز مطابق با مرحله بازیافت می‌باشد. به طور کلی روند تغییرات منحنی $\delta^{13}\text{C}$ مطابق با تنوع فسیلها در این برش می‌باشد. در پایین ترین بخش مارنهای هنجار شرایط برای زیست موجودات مناسب بوده و تنوعی از گروه‌های مختلف فسیلی مؤید این ادعاست. فراوانی اسفنجها، شکم پایان، خارپوستان (به ویژه انواع منظم مانند *Conulus* و *Cidarids*)، دوکفه‌ایها و ... در بخش پایین هنجار پایینی چشمگیر می‌باشد. به تدریج و با افزایش مقادیر $\delta^{13}\text{C}$ از تنوع ماکروفسیلها کاسته می‌شود. فراوانی اگزوزیراها در میان لایه سنگ آهک شیلی نشان می‌دهد شرایط برای زیست موجودات نامناسب بوده است، زیرا تجمع میزان فراوانی از مواد آلی در کف حوضه رسوبی باعث کاهش اکسیژن محیط گردیده است. یکی از راهکارهای بقا در اویسترها در شرایط ناگوار تولید مثل بالا و ازدیاد سریع آنها می‌باشد. چنین مدلی از بقا در اویسترهای مرز سنومانین - تورونین و کرتاسه - ترشیری در اغلب نقاط جهان گزارش شده است (هریس و کافمن، ۱۹۹۰؛ هریس، ۱۹۹۳).

در مرحله تسطیح، تنوع فسیلها همچنان پایین بوده و تنها یک جنس از اسپاتانگوئیدهای درون زی (*Platystrophia* sp.) و نیز اگزوزیراهای فرصت طلب به میزان فراوان در مارنها مشاهده می‌شوند. به طور کلی روند منحنی $\delta^{13}\text{C}$ در برش هنجار بسیار شبیه به آن چیزی است که از مرز سنومانین - تورونین سایر نقاط جهان گزارش گردیده است. علت اصلی مرحله Build up می‌تواند مربوط به بالا بودن آب دریاها در سنومانین بالایی و اوایل تورونین باشد که این مرحله مطابق با منحنی تغییرات سطح آب دریاها در زمان سنومانین - تورونین در شمال غرب اروپاست که در شکل ۵ نشان داده شده است. این بالا بودن و پیش‌روی آب باعث ورود مقادیر زیادی مواد غذایی به حوضه رسوبی گردیده و در نتیجه

بررسیهای پالئوآکولوژیکی نیز نشان می‌دهند سه گروه از روزن‌داران بتونیک در رسوبات وجود دارند که این گروهها عبارتند از:

۱- سطح زیها که شامل جنسهای *Lenticulina*، *Trochamminoids* و *miliolids* می‌باشند.

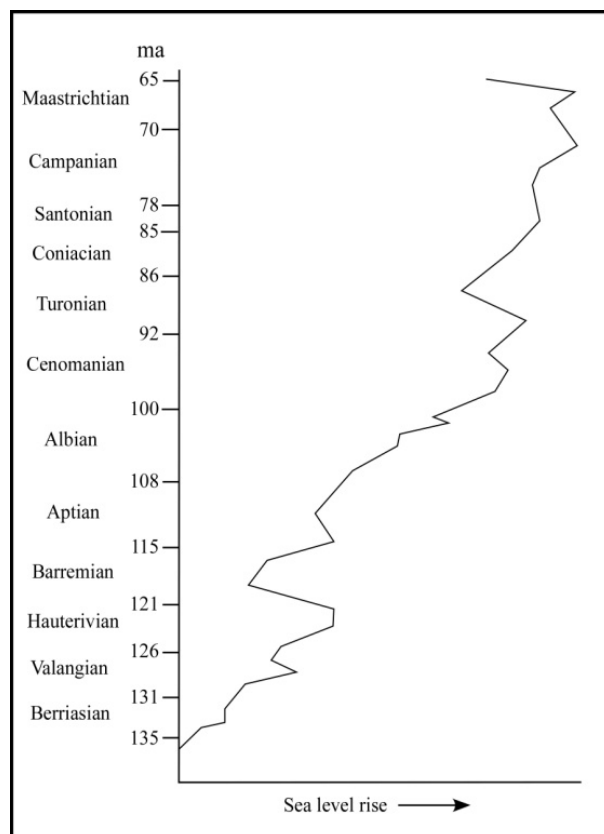
۲- نیمه درون زیها که شامل جنسهای *Nezzazatinella* و *Nezzazata* می‌باشند.

۳- درون زیها که جنسهای *Cuneolina*، *Ammobaculites*، *Fronidularia*، *Minouxia*، *Nodosaria* و *Pseudolituonella* را دربرمی‌گیرند.

فراوانی و تنوع زیاد فسیلها در مارنهای سنومانین و نیز سنگ آهکهای متعلق به سنونین نشان دهنده محیط مطلوب و فاقد تنش در زمان تشکیل این نهشته‌ها می‌باشد.

بر اساس مطالعات و بررسیهای صورت گرفته توسط جونز و چارنوک (۱۹۸۵) و کاتساکوس و هارت (۱۹۹۰)، روزن‌داران در گروههای شکلی مختلفی قرار می‌گیرند. روزن‌داران بتونیک را براساس تعداد حجرات، نحوه پیچش صدف، نحوه زیست، نحوه تغذیه و جنس دیواره به گروههای شکلی متفاوتی تقسیم می‌نمایند. از گروههای شکلی روزن‌داران برای تشخیص زیستگاه آنها (سطح زی، نیمه درون زی و درون زی) و نحوه تغذیه آنها (رسوب خوار، گیاه خوار، ذره خوار یا همه چیز خوار) و در نهایت اکولوژی دیرینه استفاده می‌شود. به عنوان مثال از روی گروههای شکلی مختلف و نحوه زیست آنها می‌توان میزان مواد آلی و اکسیژن محلول در رسوبات را مشخص نمود (کایهو، ۱۹۹۹). گونه‌های درون زی نسبت به انواع سطح زی در برابر کمبود اکسیژن مقاومت بیشتری دارند. درون زیها صدفی کشیده، تک ردیفی یا چند ردیفی (دو ردیفی و سه ردیفی) داشته، در حالی که سطح زیها پلاتنی‌اسپیرال، تروکواسپیرال، مسطح محدب یا محدب الطرفین می‌باشند (کاتساکوس و هارت، ۱۹۹۰). در منطقه مورد مطالعه،

شکوفایی فیتوپلانکتونها در سطح آب گردیده است. ریزش فیتوپلانکتونها به کف حوضه باعث اتمام اکسیژن کف شده، زیرا میزان اکسیژن موجود در کف حوضه جهت شکستگی و اکسیداسیون مواد آلی، قابل رقابت با میزان فیتوپلانکتونها نبوده است. در نتیجه کف حوضه رسوبی با کمبود اکسیژن مواجه شده است که به آن حادثه بی‌اکسیژنی کف اقیانوسها یا OAE2 می‌گویند. در برش هنوج، منحنی $\delta^{18}\text{O}$ دارای دو بخش متفاوت است به طوری که در مارنهای هنوج پایین، میان لایه اگزوزیرادار و تا اواسط مارنهای هنوج بالا مقادیر منحنی بین ۱- تا ۶% - در نوسان است (بخش ۱). پس از آن مقادیر منحنی روندی نزولی را طی نموده و به حدود ۱۰% - در بالاترین بخش خود می‌رسد (بخش ۲). لازم به تذکر است که بخش دوم منحنی $\delta^{18}\text{O}$ مطابق با مرحله بازیافت می‌باشد.



شکل ۵: تغییرات سطح آب دریا در زمان کرتاسه در شمال غرب اروپا (برگرفته از هانکوک و کافمن، ۱۹۷۹).

گروههای شکلی مختلف تشخیص و خصوصیات کلی آنها صورت گرفته توسط جونز و چارنوک (۱۹۸۵) و در جدول (۱) نشان داده شده است که براساس کارهای کاتساکوس و هارت (۱۹۹۰) می باشند.

جدول ۱: گروههای شکلی و خصوصیات کلی آنها در برش هنج (برگرفته از کاتساکوس و هارت، ۱۹۹۰؛ جونز و چارنوک، ۱۹۸۵).

گروه شکلی	تعداد حجرات	نحوه پیچش صدف	نحوه زیست	نحوه تغذیه	مثال
AG-A	چند حجره ای	کشیده و چند ردیفی (دو ردیفی یا سه ردیفی)	درون زی	رسوب خوار (باکتری خوار و ذره خوار)	textularids Minouxia Spiroplectammina
AG-B	B1	چند حجره ای	سطح زی تا نیمه درون زی	رسوب خوار و گیاه خوار (متصل و نیمه متصل)	Nezzazata Nezzazatinella Trochamminides Antalya
	B2	چند حجره ای	سطح زی	گیاه خوار و رسوب خوار فعال	Pseudocyclammina
AG-C	چند حجره ای	کشیده و مخروطی ، مرحله اول تروکواسپیرال کوتاه و مرحله دوم تک ردیفی کوتاه و کشیده	درون زی	رسوب خوار	Pseudolituonella
AG-D	چند حجره ای	باد بزی شکل ، مرحله اول تروکواسپیرال با پنج حجره ، که توسط حجرات دو ردیفی کوتاه و کشیده دنبال می شود.	درون زی	رسوب خوار	Cuneolina
CP-A	چند حجره ای	صدف کشیده دوکی تا بیضوی شکل	سطح زی	رسوب خوار تا گیاه خوار	miliolids

گروههای شکلی مشاهده شده در منطقه مورد مطالعه عبارتند از:

گروه شکلی AG:

روزن داران با پوسته آگلوتینه را دربر گرفته که صدف آنها از مواد و ذرات مختلف تخریبی و خارجی تشکیل یافته و به وسیله سیمانی که توسط خود موجود ترشح می گردد به هم متصل شده اند. سطح خارجی صدف این روزن داران معمولاً ناهموار و خشن می باشد. براساس نحوه پیچش صدف و نحوه زیست به چند زیر گروه شکلی تقسیم می شوند:

زیرگروه شکلی AG-A:

روزن داران آگلوتینای تک ردیفی و چند ردیفی (دو یا سه ردیفی) را شامل می شود که به صورت درون زی زیست نموده و اکثراً رسوب خوارند. به عنوان مثال *Minouxia*، *Spiroplectammina* و *textularids* در این زیرگروه قرار دارند.

زیرگروه شکلی AG-B₁:

شامل روزن داران آگلوتینه با پیچش تروکواسپیرال می باشد که به صورت سطح زی، رسوب خوار و گیاه خوار متصل یا نیمه متصل یافت می شوند. این روزن داران چند حجره ای بوده و جنسهای *Nezzazata*، *Antalya*، *Nezzazatinella* و *Trochamminides* را دربر می گیرند.

زیرگروه شکلی AG-B₂:

روزن داران آگلوتینه با پیچش پلانی اسپیرال می باشند. این روزن داران، رسوب خوار فعال بوده و به صورت سطح زی زیست می کنند. از این زیر گروه شکلی *Pseudocyclammina* را می توان نام برد.

زیرگروه شکلی AG-C:

روزن داران آگلوتینای کشیده و مخروطی شکل را دربر گرفته که در مرحله اول، پیچش تروکواسپیرال کوتاه

بوده و مرحله دوم تک ردیفی کوتاه و کشیده می‌شود. این روزن‌داران درون زی و رسوب خوار بوده و تک حجره ای می‌باشند. این زیر گروه تنها جنس *Pseudolituonella* را دربرمی‌گیرد.

زیرگروه شکلی AG-D:

روزن‌داران آگلوتینه‌ای را شامل می‌شود که صدفی بادبزنی شکل داشته و به صورت چند حجره‌ای، درون زی و رسوب خوار می‌باشند. مرحله اول پیچش، تروکواسپیرال بوده، اما بعداً توسط حجرات دو ردیفی کوتاه و کشیده دنبال می‌شوند. جنس *Cuneolina* در این زیر گروه قرار دارد.

گروه شکلی CP:

این گروه، روزن‌داران با پوسته آهکی پورسلانوز را دربر گرفته و تنها شامل زیر گروه زیر می‌باشد:

زیرگروه شکلی CP-A:

روزن‌داران این زیر گروه، صدفی کشیده، دوکی تا بیضوی شکل داشته و به صورت چند حجره‌ای یافت می‌شوند. این روزن‌داران به صورت سطح زی و حفار در عمق کم یافت شده و رسوب خوارند. به عنوان مثال *Quinqueloculina*، *Spiroloculina* و *miliolids* را می‌توان نام برد.

نتیجه‌گیری

نهشته‌های متعلق به کرتاسه پسین در غرب کرمان از توسعه، گسترش و ضخامت بسیار خوبی برخوردارند. این نهشته‌ها عمدتاً شامل مارنهای سبز رنگ هنوج زیرین و بالایی بوده و حاوی میان لایه‌ای از سنگ آهک شیلی اگزوزیرادار

می‌باشند. این نهشته‌ها به سمت بالا به سنگ آهکهای ستیغ ساز ختم می‌شوند. نهشته‌های موجود در منطقه هنوج محدوده سنی از سنومانین پسین - تورونین و نیز تا سانتونین را نشان می‌دهند. در این برش مرز سنومانین پسین - تورونین به طور بارز مشخص می‌باشد. وجود نهشته‌های متعلق به تورونین و نیز احتمالاً کنیاسین در برش هنوج نشان می‌دهد فاز کوه‌زایی ساب هرسنین در این ناحیه چندان مؤثر نبوده است.

مجموعه فسیلهای شناسایی شده در برش هنوج نشان دهنده محیطی گرم و کم عمق می‌باشد. فراوانی و تنوع زیاد فسیلها در مارنهای سنومانین پسین - تورونین و نیز سنگ آهکهای متعلق به کنیاسین - سانتونین نشان دهنده محیطی مطلوب و فاقد تنش در زمان تشکیل این نهشته‌ها می‌باشد. از لحاظ اکولوژیکی، حضور استراکدهای پلاتی کوپید و پودوکوپید در نهشته‌های مناطق مورد مطالعه، بیانگر محیطی مناسب و فاقد تنش بوده که این مطلب با تنوع روزن‌داران و ماکروفسیلها نیز تأیید می‌گردد. استراکدهای برش مذکور مشابه با آن چیزی است که توسط محققین مختلف از مرز سنومانین - تورونین گزارش شده است. حضور *Minouxia lobata* و میکروفسیلهای همراه با آن را می‌توان به عنوان شروع رسوب گذاری نهشته‌های کنیاسین - سانتونین در نظر گرفت. از لحاظ بوم شناسی دیرینه سه گروه از روزن‌داران سطح زی، نیمه درون زی و درون زی در منطقه مورد بررسی شناسایی شده‌اند.

Plate 1

Foraminiferal assemblage recovered from the Late Cenomanian – Santonian sediments of the Honooj area.

- Fig. a. *Nezzazatinella picardi*, (×64). Sub equatorial section.
 Fig. b. *Nezzazatinella picardi*, (×40). Sub axial section.
 Fig. c. *Cuneolina pavonia*, (×64). Longitudinal section.
 Fig. d. *Cuneolina pavonia*, (×64). Transverse section.
 Fig. e. *Pseudolituonella reicheli*, (×45). Longitudinal section.
 Fig. f. *Minouxia lobata*, (×64). Longitudinal section.
 Fig. g. *lituolids*, (×64). Sub equatorial section.
 Fig. h. *Nezzazata* sp., (×100). Equatorial section.
 Fig. i. *Trochamminides* sp., (×100). Equatorial section.
 Fig. j. *textularids*, (×64). Longitudinal section.
 Fig. k. *Bolivinopsis* sp., (×100). Longitudinal section.
 Fig. l. *Glomospira* sp., (×64). Transverse section.
 Fig. m. *Antalya* sp., (×55). Sub equatorial section.
 Fig. n. *Ophthalmedium* sp., (×64). Transverse section.
 Fig. o. *Nummofallotia* sp., (×64). Transverse section.
 Fig. p. *Hedbergella* sp., (×80). Axial section.
 Fig. q. *Pseudocyclammina massiliensis* (×30). Sub axial section.
 Fig. r. *Acicularia* sp., (×64). Transverse section.
 Fig. s. *Pseudocyclammina* sp.A., (×40). Sub axial section.
 Fig. t. (?)*Helvetoglobotruncana helvetica* (×116). Axial section.
 Fig. u. *Hedbergella delrioensis* (×134).
 Fig. v. *Dicarinella hagni* (×86).
 Fig. w. *Praeglobotruncana stephani* (×90).

Plate 2

Ostracods recovered from the Late Cenomanian – Turonian sediments of the Honooj area.

- Figs. 1, 2. *Cytherella* spp., (×84).
 Fig. 3. *Schuleridea* sp., (×71).
 Fig. 4. *Cytherella concava*, (×115).
 Fig. 5. *Cytherelloidea kayei*, (×116).
 Fig. 6. *Cytherelloidea ghabounensis*, (×118).
 Fig. 7. *Cytherelloidea* sp., (×118).
 Fig. 8. *Bairdoppilata* sp., (×84).
 Fig. 9. ?*Ilyocypris* sp., (×116).
 Fig. 10. *Ovocytheridea* sp., (×112).
 Fig. 11. *Pontocyprilla harrisiana*, (×113).
 Fig. 12. *Paracypris* sp., (×113).
 Fig. 13. *Macrocypris* sp., (×69).
 Fig. 14. *Isocythereis elongata*, (×115).
 Fig. 15. *Cornicythereis* sp., (×115).
 Fig. 16. *Rehacythereis* sp., (×141).
 Fig. 17. *Monoceratina* sp., (×112).
 Fig. 18. *Pterygocythereis* sp., (×69).

Plate 1

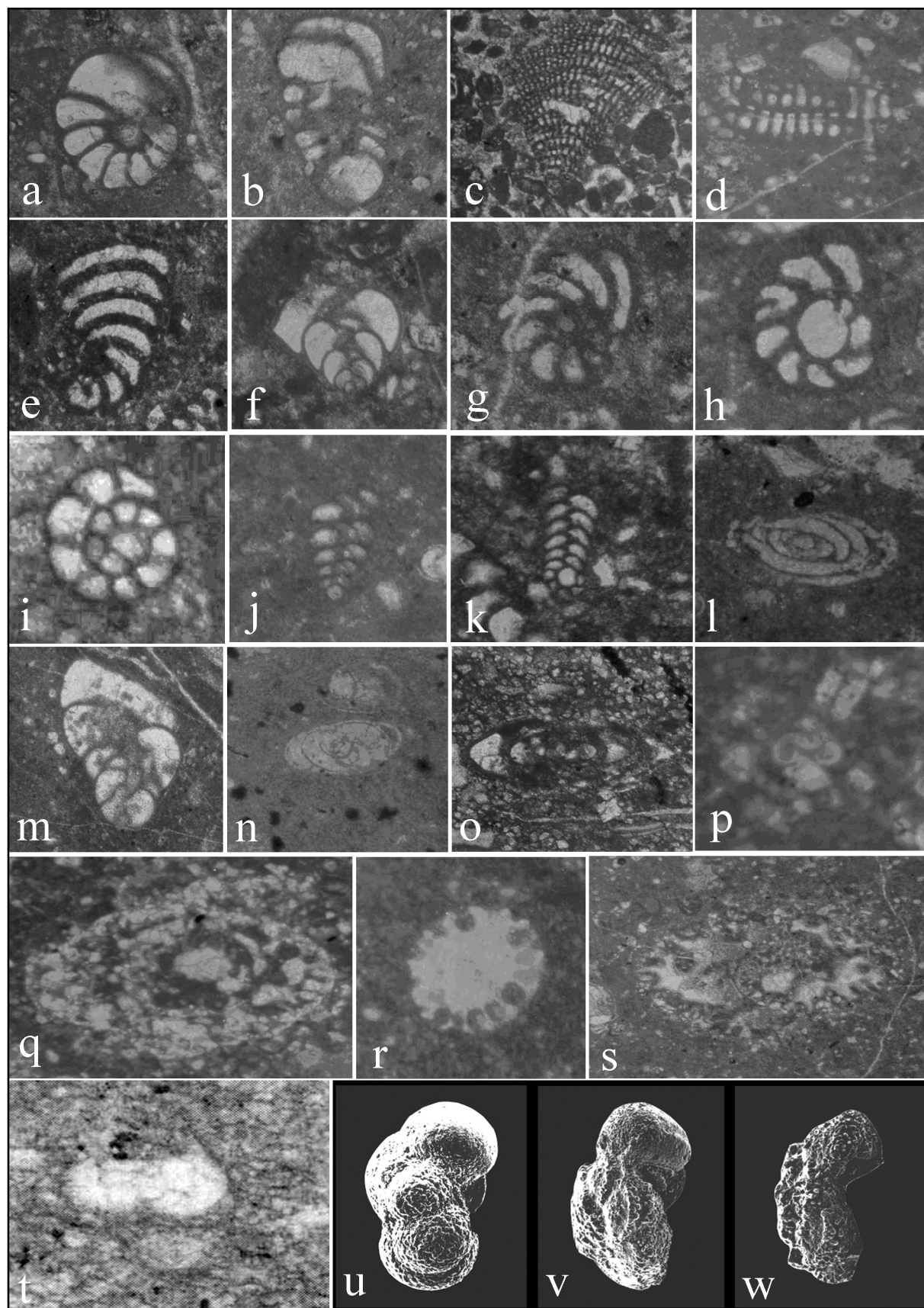
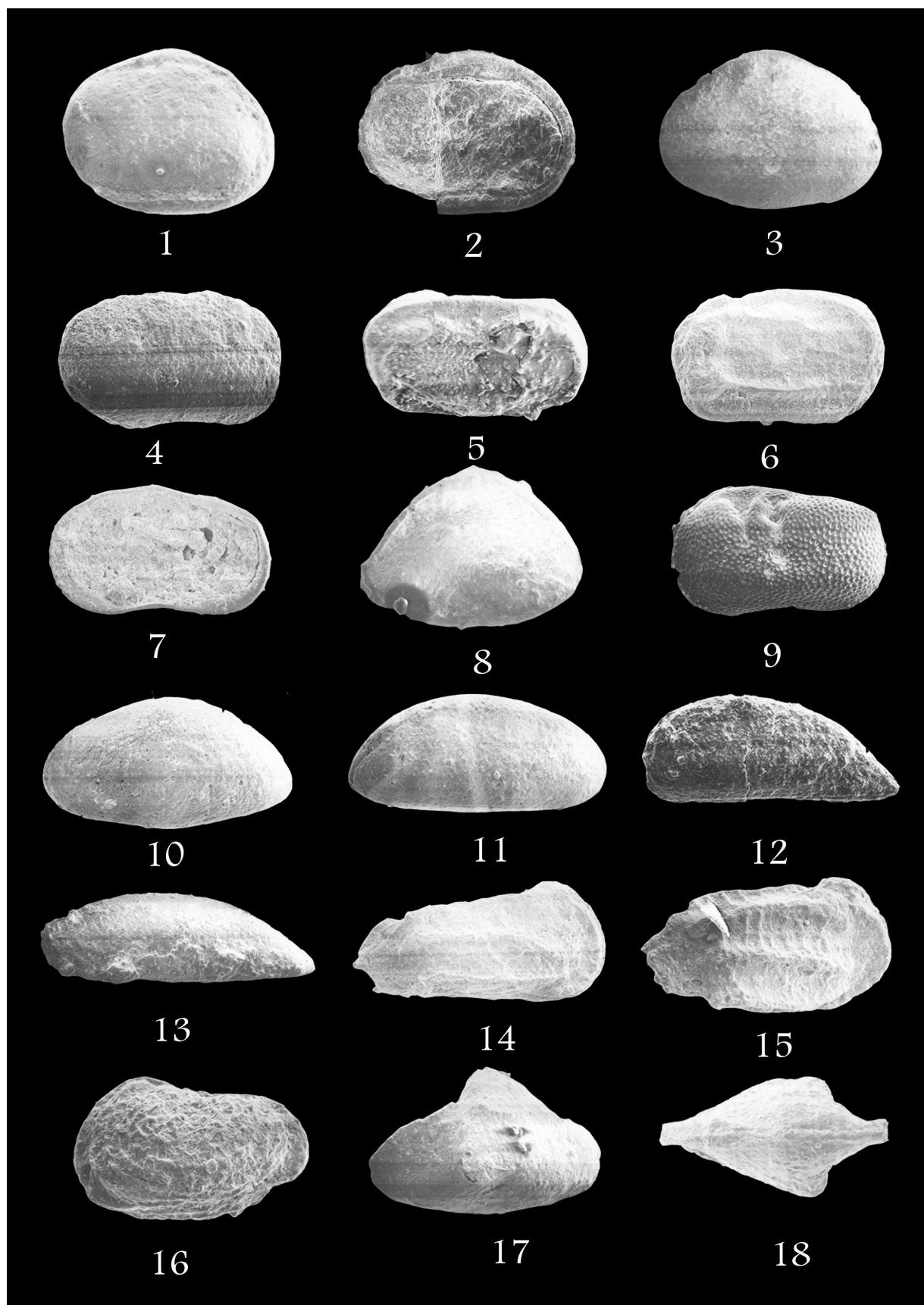


Plate 2



منابع

- بختیاری، س.، ۱۳۸۸. اطلس راههای ایران، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰. ۱. مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی تهران، ۲۸۸ ص.
- بگی، ح.، ۱۳۷۵. بیواستراتیگرافی رسوبات کرتاسه بالایی در ناحیه سمیرم (آب تلخ). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، ۱۳۹ ص.
- جعفریان، م.، بگی، ح.، اعتصامپور، ا.، ۱۳۷۹. بررسی تأثیر فاز ساب هرسی نین و تعیین مرز کامپانین - مایستریشتین در ناحیه سمیرم در زاگرس چین خورده. چهارمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، تبریز، ص ۹۶-۹۴.
- عرب، ا.، ۱۳۸۳. چینه شناسی، فسیل شناسی و پالئواکولوژی نهشته‌های کرتاسه بالایی در غرب کرمان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۸۷ ص.
- عرب، ا.، وزیری، م.، ر.، داستانیپور، م.، خردمند، ع.، عامری، ح.، ۱۳۸۴. استراکدهای آلبین بالایی - سنومانین زیرین در برش هنوج (غرب کرمان). بیست و چهارمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ص ۷۲.
- عرب، ا.، ۱۳۸۹. سیستماتیک فسیلها، پالئواکولوژی و کمواستراتیگرافی مارنهای کرتاسه میانی در غرب و شمال غرب کرمان. پایان نامه دکتری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۳۴۶ ص.
- ماهانی پور، ا.، ۱۳۸۳. بیواستراتیگرافی و پالئواکولوژی نهشته‌های کرتاسه بالایی در شمال و شمال غرب کرمان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۲۸۶ ص.
- Dimitrijevic, M.D., 1973. Geology of Kerman Region. *Institute for Geological and Mining Exploration and Investigation of Nuclear and other mineral Raw materials*, Yu (52): 334 p.
- Djokovic, I., Dimitrijevic, M.N., Cvetic, S., & Dimitrijevic, M.D., 1972. Geological map of Baghin in 1: 100000 scale. *Geological survey of Iran*.
- Fisher, J.K., Price, M.B., & Leng, M.J., 2005. Stable isotope analysis of the Cenomanian-Turonian (Late Cretaceous) oceanic anoxic events in the Crimea. *Cretaceous Research*, 26: 853-863.
- Hancock, J.M., & Kauffman, E.G., 1979. The great transgressions of the Late Cretaceous. *Proceedings of the Geologists Association*, 100: 5565-594.
- Harries, P.J., 1993. Dynamics of survival following the Cenomanian-Turonian (Upper Cretaceous) mass extinction event. *Cretaceous Research* 14: 563-583.
- Harries, P.J., & Kauffman, E.G., 1990. Patterns of survival and recovery following the Cenomanian - Turonian (Late Cretaceous) mass extinction in the Western Interior Basin, United States. *In: Kauffman, E.G., & Walliser, O.H., (eds.), Extinction events in Earth history. Lecture Notes in Earth History*, 30: 277-298.
- Huckriede, R., Kursten, M., & Venzlaff, H., 1962. Zur Geologie des Gebietes Zwischen Kerman and Sagand (Iran). *Beiheft zum Geologischen Jahrbuch*. 51: 197 p.
- Jarvis, I., Carson, G.A., Cooper, K., Hart, M.B., Horne, D., Leary, P.N., Rosenfeld, A., & Tocher, B.A., 1988. Microfossil assemblage and the Cenomanian-Turonian (Upper Cretaceous) oceanic anoxic vent. *Cretaceous Research*, 9: 2-104.
- Jones, R.W., & Charnock, M.A., 1985. Morphogroups of agglutinating Foraminifera, their life positions and feeding habits and Potential applicability in (Paleo) ecological studies. *Revue depaleobiologie*, 4: 311-320.
- Kaiho, K., 1999. Effects of organic carbon flux and dissolved oxygen on the Benthic Foraminiferal oxygen index (BFOI). *Marine Micropaleontology*, 37: 67-76.
- Koutsoukos, E.A.M., & Hart, M.B., 1990. Cretaceous Foraminiferal morphogroup distribution patterns, Paleocommunities and trophic structures: a case study from the Sergipe Basine, Brazil. *Earth Science*, 81: 221-246.

- Leary, P.N., & Peryt, D., 1991. The late Cenomanian oceanic anoxic event in the western Anglo-Paris Basin and southeast Danish-Polish Trough: survival strategies of and recolonisation by benthonic Foraminifera. *Historical Biology*, 5: 321-338.
- Lamolda, M.A., 1982. Le Turonien Basco-Cantabrique et ses faunes caracteristiques. *Memoires du Museum National d' Histoire Naturelle*, C49: 101-112.
- Paul, C.R.C., Lamolda, M.A., Mitchell, S.F., Vaziri, M.R., Gorostidi, A., & Marshall, J.D., 1999. The Cenomanian-Turonian boundary at Eastbourne (Sussex, UK): a proposed European reference section. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 150: 83-121.
- Vaziri, M.R., 1997. Patterns of microfaunal occurrence across the Cenomanian-Turonian Boundary in England. *University of Liverpool*, 340p. (Unpublished Ph.D. thesis).
- Vaziri, M.R., Dastanpour, M., Mahanipour, A., & Arab, A., 2006. A mid-Cretaceous Macrofossil Assemblage from West of Kerman Area. *Journal of Science, University of Tehran*, 32 (2): 105-113.
- Vaziri, M.R., Mahanipour, A., & Arab, A., 2007. Mid-Cretaceous Ostracods from West of Kerman (Iran): Paleoenvironment and paleogeographic relationships. *Iranian Journal of Science and Technology, Transaction A*, 31 (A1): 131-135.