

زیست چینه نگاری و دیرینه بوم شناسی سازند چهل کمان در برش الگو (شرق حوضه رسوبی کپه داغ) و معرفی اثر فسیلهای آن

بتول ربوندی^{۱*}، محمد وحیدی نیا^۲، مهدی نجفی^۳، اسدالله محبوبی^۴، سید محمدعلی موسوی زاده^۴

۱- عضو هیأت علمی حق التدریس گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه یزد، یزد، ایران

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

۳- استادیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه یزد، یزد، ایران

*پست الکترونیک: ba_rivandi@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۴/۶/۱

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۲

چکیده

سازند چهل کمان از سازندهای دوره پالئوژن در حوضه رسوبی کپه داغ واقع در شمال شرق ایران، در ادامه رسوبات سیلیسی - آواری سازند پسته لیک نهشته شده است. مرز زیرین آن با سازند قرمز رنگ پسته لیک تدریجی و مرز بالایی آن با شیل‌های زیتونی رنگ سازند خانگیران هم شیب است. سنگ شناسی این سازند را عمدتاً سنگ آهک، دولومیت و بین لایه‌های شیلی، ماری و ماسه سنگ تشکیل می‌دهد. در سازند چهل کمان دو افق قرمز رنگ خاک قدیمه در واحدهای ۲ و ۴ شناسایی و مطالعه گردیده است. مطالعات زیست چینه نگاری بر مبنای روزن داران کف زی بزرگ، به شناسایی ۲۸ جنس و ۲۲ گونه منجر شده است که بر این اساس سن سلانندین - اپیرزین برای این سازند پیشنهاد می‌گردد. سه بایوزون *Ranikothaita sindensis* Partial Zone، *Coskinon rajkae* Zone و *Idalina sinjarica* Zone در سازند چهل کمان شناسایی و معرفی شده است. مرز پالئوسن - اتوسن به احتمال زیاد به صورت ناپیوستگی فرسایشی است که با افق خاک قدیمه‌ای به ضخامت ۱۰ سانتی متر مشخص می‌شود. مطالعه اثر فسیلهای موجود در سنگ آهک‌های ماسه‌ای و سیلتی این سازند، دو اثر رخساره کروزیانا و اسکولایتوس را معرفی می‌کند. بر مبنای مطالعات دیرینه بوم شناختی شرایط الیگوتروفیک، گرم و کم عمق را می‌توان در زمان نهشته شدن سازند چهل کمان در نظر گرفت.

واژه‌های کلیدی: کپه داغ؛ چهل کمان؛ زیست چینه نگاری؛ روزن داران کف‌زی بزرگ؛ سلانندین؛ اپیرزین؛ خاک قدیمه؛ اثر فسیل.

مقدمه

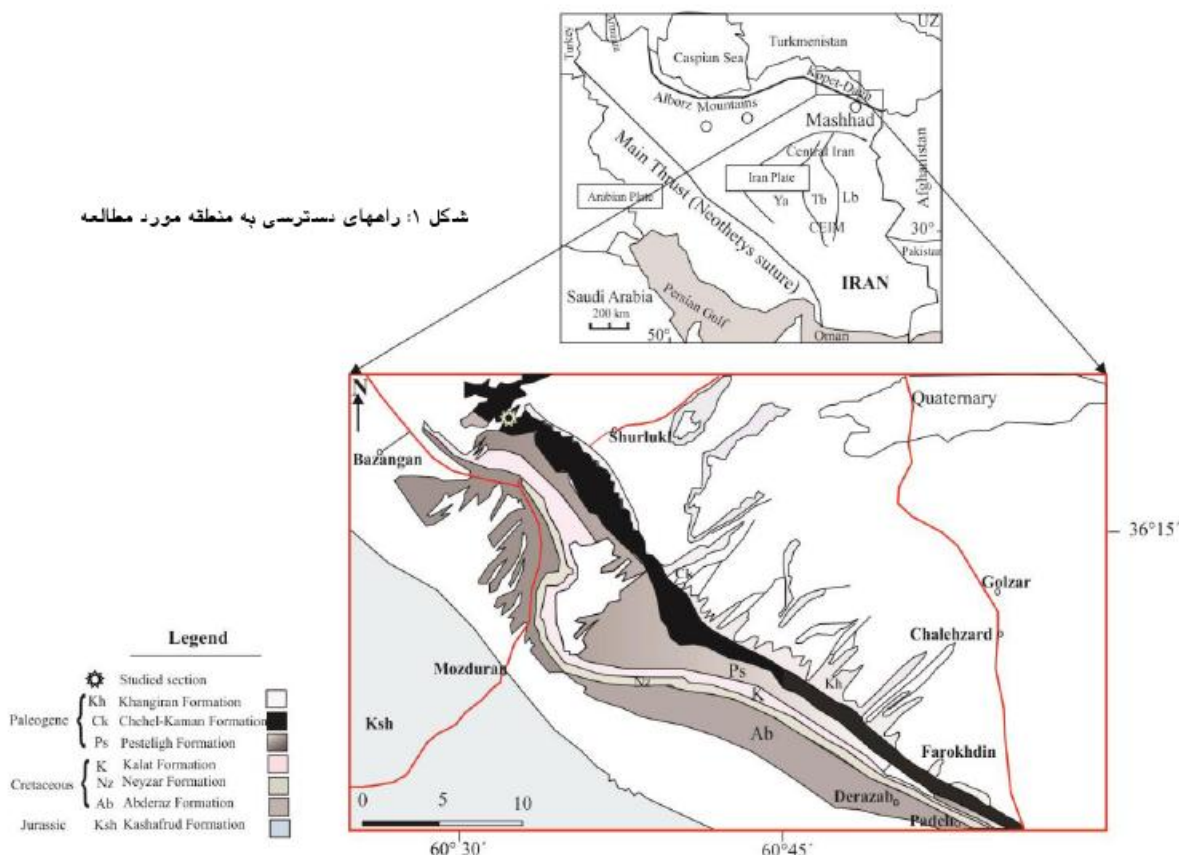
(افشارحرب، ۱۳۷۳). مرز زیرین سازند چهل کمان با سازند قرمز رنگ سیلیسی آواری پسته لیک تدریجی و مرز بالایی آن با شیل‌های زیتونی رنگ سازند خانگیران هم شیب است. به علت فرسایش عمیق واحدهای سنگی حوضه کپه داغ در ایران، سازندهای چهل کمان و خانگیران در نواحی بسیار محدود و معدودی باقی مانده است که از جمله رختمونهای کامل آن می‌توان به جنوب و جنوب غرب دشت سرخس

حوضه رسوبی کپه داغ در شمال خاور ایران پس از برخورد صفحه ایران با صفحه توران در مزوزویک پسین و بسته شدن دریای هرسیتین در شمال خاور ایران تشکیل شده است (Berberian and King, 1981). سنگهای رسوبی دوران سوم در این حوضه شامل رسوبات قاره‌ای و دریایی است که رسوبات دریایی منحصر به زمان پالئوژن بوده و شامل سازندهای چهل کمان و خانگیران می‌باشد

طی حدود ۳۵ کیلومتر در جهت شمال غرب و رسیدن به ناودیس چهل کمان، می‌توان برش مورد مطالعه را در داخل ناودیس و در نقطه‌ای به مختصات طول جغرافیایی $28^{\circ} 54'$ 60° شرقی و عرض جغرافیایی $36^{\circ} 28' 45''$ شمالی ملاحظه کرد (شکل ۱).

اشاره کرد (افشارحرب، ۱۳۷۳). برش الگوی سازند چهل کمان در متاهی الیه بخش غربی دشت سرخس، در دره ناودیس چهل کمان و تنگ شورلق، منطقه کوه شربو، در جنوب روستای متروکه چهل کمان قرار دارد. برای رسیدن به برش مورد مطالعه باید در جاده اصلی مشهد به سمت سرخس حرکت کرد تا به روستای شورلق رسید. پس از

شکل ۱: راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه

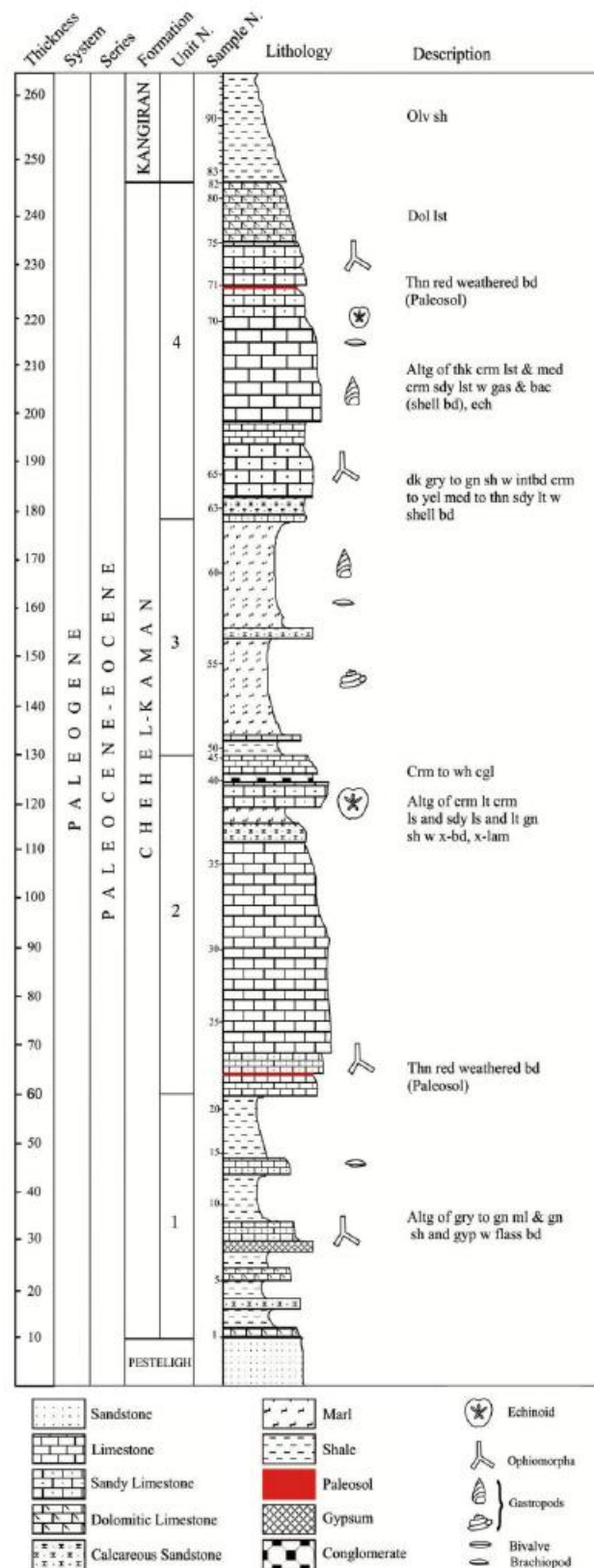


ضخامت سازند چهل کمان در این برش ۲۳۰ متر است (شکل ۲) و عمدتاً از سنگ آهک با میان لایه‌هایی از شیل و مارن و دولومیت‌های نازک لایه، ماسه سنگ و سنگ آهک‌های ماسه‌ای تشکیل شده است (شکل ۲A). مرز پایینی این سازند با سازند پسته‌لیق به صورت تدریجی و همشیب می‌باشد. مرز بالایی سازند چهل کمان با لایه شیلی زیتونی رنگ سازند خانگیران به صورت همشیب مشخص می‌شود. با توجه به مطالعات و بررسی‌های صحرائی، رسوبات سازند چهل کمان را در برش الگو می‌توان به چهار

چینه‌شناسی عمومی برش مورد مطالعه

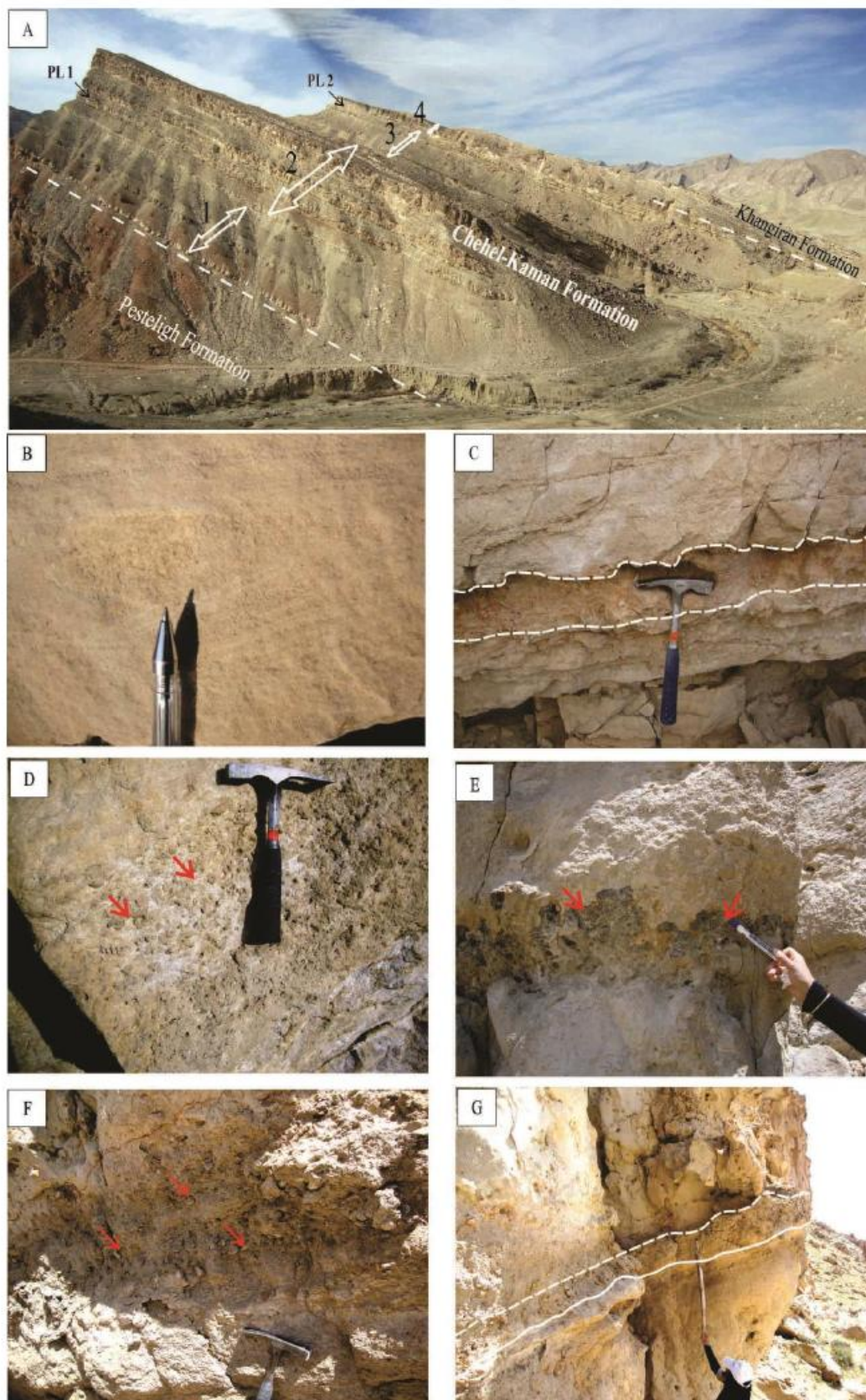
به منظور مطالعه سنگ چینه‌نگاری، زیست چینه‌نگاری و دیرینه بوم شناختی تعداد ۸۲ نمونه سنگی برداشت و به روش Grabau (1904) در صحرائ نام‌گذاری گردید. برای تفکیک دولومیت از کلسیت در مقاطع نازک، نمونه‌ها توسط محلول آلزاین قرمز و به روش Dickson (1966) رنگ آمیزی شدند. نمونه‌های شیلی نیز در آزمایشگاه به روش Zepeda (1998) شسته شد و توسط میکروسکوپ بینوکولار مورد مطالعه قرار گرفت.

قسمت تفکیک نمود. بخش اول با ۲۶ متر ضخامت، شامل تناوب دولومیت‌های نازک لایه زرد نخودی، سنگ آهک‌های ماسه‌ای، شیل و مارن‌های نازک لایه سبز رنگ و بین لایه‌هایی از ژئوپس می‌باشد. در ژئوپسها ساختمانهای رسوبی ایترولیتیکی و لنزی دیده می‌شود که نشانگر پراثرژی بودن محیط رسوب گذاری در زمان نهشته شدن این رسوبات بوده است. در سنگ آهک‌های ماسه‌ای، اترفسیلها و دوکفه‌ای وجود دارد. بخش دوم ۹۶ متر ضخامت دارد که شامل تناوب سنگ آهک، سنگ آهک‌های ماسه‌ای متوسط لایه زرد رنگ با پوسته‌های درشت دوکفه‌ای و شیل و کنگلومرا می‌باشد. از جمله ساختمانهای رسوبی موجود در این واحد، لامیتاسیون مورب (شکل ۳B) و ساختمانهای رسوبی رفت و برگشتی می‌باشد. در قسمت ابتدایی این بخش، یک لایه خاک قرمز قدیمه با آثار و شواهد هوازدگی مشاهده می‌شود که شامل کانیه‌های آهن دار گویت، هماتیت و مگنتیت می‌باشد (شکل ۳C). این خاک قدیمه پس روی و احتمالاً خروج از آب را نشان می‌دهد. بخش سوم با ۵۰ متر ضخامت، عمدتاً مارنی است که دارای لایه‌های بسیار نازک تجمعات ماکروفسیل (shell bed) همچون بازوپا، شکم‌پا (شکل ۳D) و دوکفه‌ای می‌باشد. آخرین بخش، یک واحد کرناته است که در انتهای آن سنگ آهکها تحت تأثیر فرآیند دولومیتی شدن قرار گرفته‌اند. در این بخش، سنگ آهکها حاوی تجمعات ماکروفسیل، دوکفه‌ای و اکتیوئید می‌باشند. افق قرمز رنگ خاک قدیمه دیگری نیز در این بخش دیده می‌شود که تا چندین کیلومتر می‌توان آن را دنبال کرد (شکل ۳E). در قاعده واحد آخر یک بخش حاوی تجمعات فسیلی دیده می‌شود (شکل ۳F و ۳G). بر روی این بخش، شیل و مارنهای سبز رنگ سازند خانگیران قرار می‌گیرند که توپوگرافی پستی را در منطقه ایجاد کرده‌اند.



شکل ۲: ستون چینه سنگی سازند چهل کمان در برش الگو و تفکیک

واحد های سنگی



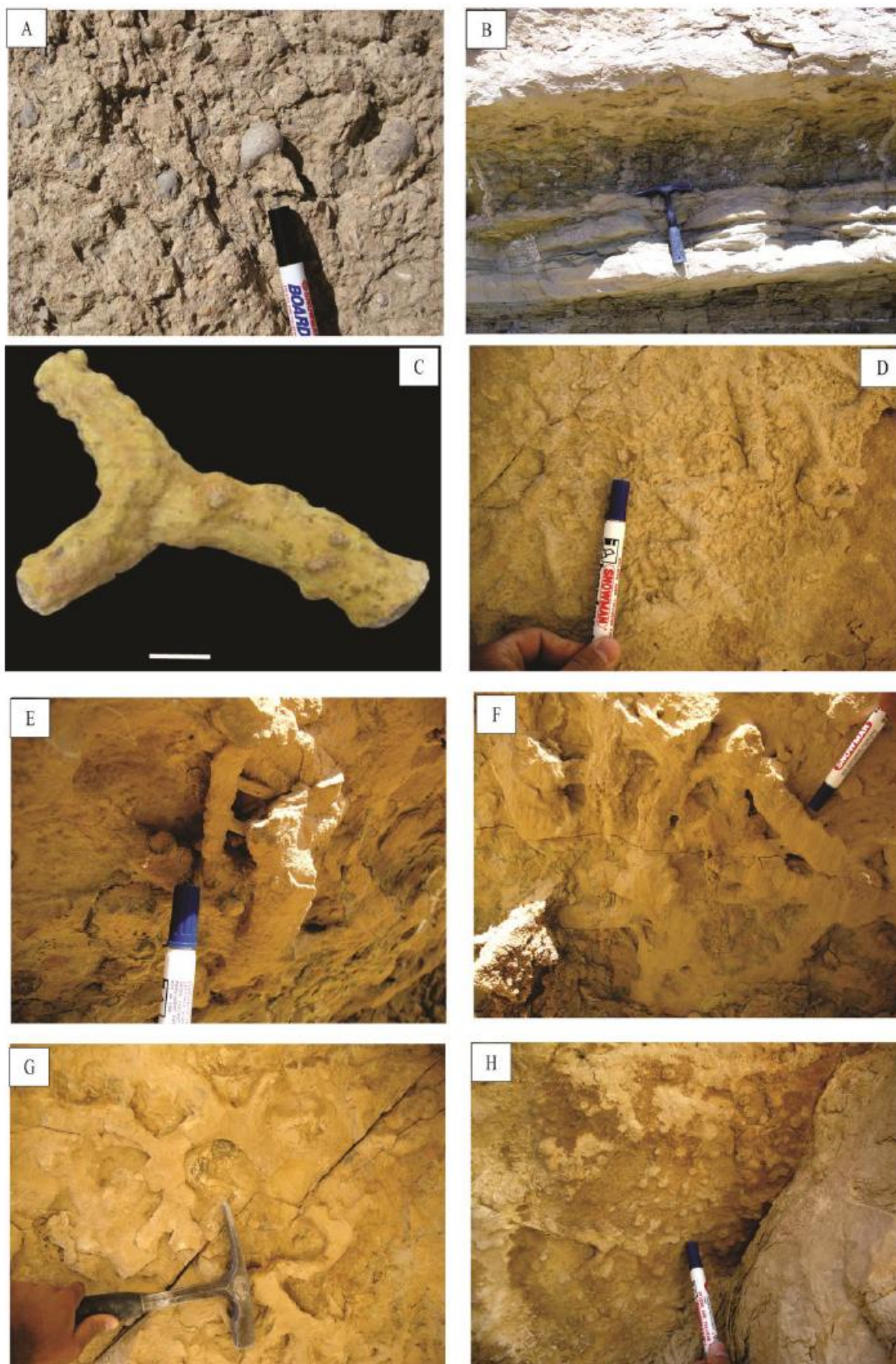
شکل ۳: (A) مرز پایینی و بالایی سازند چهل کمان با سازندهای پسته‌لیق و خانگیران و موقعیت افقهای خاک قرمز قدیمه در واحدهای ۲ و ۴ سازند چهل کمان؛ (B) لامیناسیون مورب؛ (C) افق قرمز رنگ خاک قدیمه اول سازند چهل کمان واقع در سنگ آهکهای ماسه‌ای واحد ۲؛ (D) سنگ آهکهای حاوی تجمعات شکم‌پایان؛ (E) افق قرمز رنگ خاک قدیمه دوم سازند چهل کمان در واحد ۴؛ (F) سنگ آهکهای حاوی تجمعات دوکفه‌ای؛ (G) نمای دیگری از افق صدف سنگ.

irregulaire به صورت منشعب، سینوسی شکل و پریپیچ خم دیده می‌شود که از دیگر گونه‌های *Ophiomorpha* دندریتی و چندوجهی بسیار متفاوت است (Anderson & Droser, 1998). این نام اولین بار به وسیله Monaco & Giannetti (2001) و Monaco & Grassino (2001) برای *Ophiomorpha* بزرگ منشعب در رسوبات ژوراسیک ایتالیا استفاده شد. در رژیم‌های کربناته، این اثررخساره منطبق بر بخش‌های میانی رمپ و تحت کرانه‌ای یا ساب‌تاپدال است. میزان زیست‌آشفستگی و تنوع و فراوانی اثر فسیل‌ها در این اثررخساره نسبت به اثررخساره کروزیانا کمتر است. وضعیت بستر به دلیل انتقال مجدد به وسیله امواج نامساعد است. جانداران موجود در این اثررخساره از لحاظ رفتاری با ایجاد پناهگاهی (ایجاد حفرات قائم در بستر یا سبک‌زندگی درون رسوب‌زی) در مقابل شرایط سخت محیطی و نوسانات شوری و اکسیژن، توانایی سازگاری بیشتری را با محیط رسوبی نسبت به جانداران سطح رسوب‌زی همچون کروزیانا دارند (بایت‌گل و همکاران، ۱۳۸۹).

ایکتوجنس *Bergaueria* در این پژوهش، برای اولین بار از رسوبات پالئوژن کبه داغ گزارش می‌شود. این اکتوجنس تاکنون از رسوبات کامبرین پیشین تا پلیستوسن گزارش شده است (Pickerill, 1989). عرض این اکتوجنس از عمق آن بیشتر است و به صورت لوله‌های عمودی تا مایل با دیواره‌های موازی نازک دیده می‌شود که در قسمت انتهایی به یک برآمدگی دکه‌مانند گرد ختم می‌شود. برش عرضی آن تقریباً گرد است. وجود اثرفسیل *Bergaueria* نشان‌دهنده اثررخساره کروزیانا می‌باشد. اثرفسیل‌های این اثررخساره نشان‌دهنده فعالیت جانوران شکارچی و تغذیه‌کننده از رسوبات در محیط‌های حاشیه ساحلی، به خصوص حاشیه ساحلی پایینی و دور از ساحل، در یک بستر نرم با نرخ رسوب‌گذاری بالا است (Pemberton et al., 1992, 2001).

اثرفسیل‌های مشاهده شده در سنگ آهک‌های ماسه‌ای سازند چهل‌کمان شامل *Ophiomorpha isp.*، *Bergueria*، *Ophiomorpha nodosa irregulaire* و *Ophiomorpha isp.* می‌باشند (شکل ۴). این اثرفسیل‌ها بر اساس منابعی همچون وزیری (۱۳۸۴)، خسروتهرانی (۱۳۸۱)، Seilacher (2007) شناسایی و مطالعه شده‌اند.

قدیمی‌ترین *Ophiomorpha* گزارش شده که یک اثرفسیل تغذیه‌ای با تونلهای افقی و قائم است، از لایه‌های به سن پنسلوانین میانی سازند مورگان در شمال ایالات یوتا و کلرادو گزارش شده است (Dries & Dott, 1984). *Ophiomorpha* می‌تواند به شکل تونلهای قائم و استوانه‌ای، تونلهای به هم پیوسته و داربستی و تونلهای پریپیچ و خم دیده شود (Frey et al., 1978). ساختمان *Ophiomorpha* تحت تأثیر انرژی محیط است و به میزان و ماهیت رسوب‌گذاری بستگی دارد. به نظر می‌رسد تشکیل آنها به صورت دوره‌ای بوده است، به نحوی که در دوره‌های رسوب‌گذاری پرنرژی، تونلهای قائم و مایل و در دوره‌های کم انرژی، عمدتاً تونلهای افقی گسترش یافته‌اند. این اثرفسیل متعلق به اثررخساره اسکولایتوس می‌باشد که در بسترهای ماسه‌ای جور شده محیط‌های دریایی ایجاد می‌شود. به باور MacEachern et al. (2007)، این اثررخساره در محیط‌های بالایی و میانی حاشیه ساحلی و پیش ساحل که تغییرات ناگهانی در میزان رسوب‌گذاری، فرسایش و انتقال مجدد رسوبات متداول است، تشکیل می‌گردد. موجودات زنده در این اثررخساره، باید توانایی عکس‌العمل سریع در شرایط پرتنش را داشته باشند. شناسایی گونه‌های مختلف *Ophiomorpha* بر اساس شکل و آرایش پلتهای موجود در دیواره تونل‌ها انجام می‌شود. گونه *Ophiomorpha nodosa* دارای پلتهای متراکم، دیسکی شکل، تخم‌مرغی یا چند گوشه می‌باشد که به طور نامنظم تا منظم در دیواره تونل‌ها چیده شده‌اند. گونه *Ophiomorpha*



شکل ۴: (A) تصویری از کنگلومرا و قطعات موجود در آن؛ (B) موقعیت سنگ آهکهای ماسه‌ای که در قاعده آن اثر فسیلها دیده می‌شوند. (C) *Ophiomorpha* (D) *irregularis* (E-F) *Ophiomorpha* isp. (G) *Ophiomorpha nodosa* (H) *Bergueria* isp. (Vertical trace)

Strosella haasteri, *Textularia* sp., *Triloculina* sp.,
Valvulina sp.

همچنین ۵ جنس و ۶ گونه از روزن داران کفزی کوچک

نیز به شرح زیر شناسایی شده‌اند:

Cibicides abuderbensis, *Lenticulina turbinata*,
Lagena tenuistriata, *Nonionella auris*, *Nonionella austrian*, *Clavinoides aspera*.

جدول ۱: زون بندی روزن داران کفزی بزرگ (Shallow Benthic Zone: SBZ) (بر گرفته از Serra-Keil, 1998)

AGE (Ma)	Epoch	Stage	Polarity Chron.	Foraminiferal biostratigraphy	Calcareous nanoplankton	Shallow benthic zones	Climatic events
23.03 ± 0.0	Oligocene	L Chatlian	C6C				
			C7				
			C8				
28.45 ± 0.1			C9				
			C10				
E Rupelian		C11					
		C12					
	33.90 ± 0.1		C13				
		C15					
L Priabonian		C16					
		C17					
	37.20 ± 0.1		C17				
Bartonian		C18					
	40.40 ± 0.2		C19				MECO -40.1 Ma
Eocene	M Lutetian		C20				
			C21				
		C22					
		C23					
		C24					
E Ypresian		C25					
Paleocene	L Thanetian		C26				
			C27				
	M Selandian		C28				
	E Danian		C29				
55.80 ± 0.2		C29				PETM -55.8 Ma (~55.5 Ma)	
58.70 ± 0.2		C30				MPBE -58.2 Ma	
58.70 ± 0.2		C30					
61.70 ± 0.2		C30					
65.50 ± 0.3		C30					

زیست چینه نگاری

روزن داران پالئوسن به دلیل قرار گرفتن بین رویداد انقراضی بزرگ مرز کرتاسه - پالئوژن (K/Pg) و رویداد بیشینه حرارتی مرز پالئوسن - ائوسن (PETM= Paleocene Eocene Thermal Maximum)، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. روزن داران کفزی بزرگ به دلیل تنوع سریع و انقراض ناگهانی، از نظر چینه شناسی حائز اهمیت هستند. تقریباً یک دهه از زون بندی ارائه شده توسط Serra-Kiel *et al.* (1998, 1999) برای روزن داران کفزی بزرگ (SBZ) می‌گذرد (جدولهای ۱ و ۲) و کاربرد تجمعات این روزن داران در بررسی مرز پالئوسن - ائوسن معمول شده است. این زون بندی تاکنون در بیش از ۱۲۰ مقاله منتشر شده بین سالهای ۱۹۹۹ و ۲۰۰۶ استفاده شده است. در این مطالعه نیز از این زون بندی و زون بندی Cavelier & Pomerol (1983) که در آن بایوزون *Ranikothalia sindensis* Partial Zone در مقیاس چینه شناسی پالئوژن ارائه شده، استفاده شده است (شکل ۵).

روزن داران کفزی بزرگ شناسایی شده (Plate 1-2) در این پژوهش عبارتند از:

Akbarina primitiva, *Biloculina* sp., *Coskinon rajkae*, *Cribrobulimina carniolica*, *Cuillerina* sp., *Daviesina* sp., *Daviesina iranica*, *Elphidium* sp., *Fabularia* sp., *Kathina* sp., *Haymanella elongata*, *Kathina selveri*, *Kayseriella decastroi*, *Idalina sinjarica*, *Laffitteina* sp., *Laffitteina bibensis*, *Laffitteina erki*, *Laffitteina calvezae*, *Lockhartia diversa*, *Lockhartia conditi*, *Lockhartia haimei*, **Mississippinidae indent**, *Miscellanites iranicus*, *Miscellanea* sp., *Miscellanea juliettae*, *Miscellanea miscella*, *Operculina salsa*, **Millilods**, *Operculina subgranulosa*, *Ornatorotalia granum*, *Operculina haberi*, *Pseudocuilierina sireli*, *Ranikothalia sindensis*, *Ranikothalia nuttalli*, *Rotalia trochidiformis*, *Sakesaria* sp., *Smoutina* sp.,

در برش الگو در نظر گرفته می‌شود. در این برش سه بایوزون *Idalina*, *Coskinolina rajkae* Zone (SBZ3) و *Ranikothalia sindensis* و *sinjarica* Range Zone Partial zone در سازند چهل کمان و یک بایوزون *Globanomalina chapmani* interval renege zone در قاعده سازند خانگیران شناسایی شده‌اند. همچنین رسوبات این سازند با *Miscellanea-Kathina Assemblage zone* (بایوزون شماره ۴۳ از زون بندی Wynd, 1965) قابل انطباق و مقایسه می‌باشد.

جدول ۲: بایوزونهای استاندارد جهانی در مبنای روزن‌داران کفزی بزرگ (Serra-Keil et al., 1999)

Age	Serra-Keil et al. (1999)
Priabonian	<i>Nummulites fabianii</i> Zone (SBZ 19)
Bartonian	<i>Nummulites perforatus</i> Zone (SBZ 17)
Late Lutetian	<i>Nummulites aturicus</i> Zone (SBZ 16)
Middle Lutetian	<i>Nummulites millecaput</i> Zone (SBZ 15)
Late Cuisian	<i>Asterocyclina alticostata gallica</i> Zone (SBZ 12-14)
Thanetian	<i>Idalina sinjarica</i> Zone (SBZ 3-6)
Thanetian	<i>Assilina yvettae</i> Zone (SBZ-4)
Thanetian	<i>Coskinolina rajkae</i> Zone (SBZ-3)

بر مبنای زون بندی Serra-Kiel (1998)، بایوزونهای SBZ2 تا SBZ4 برای توالیهای کربناته سازند چهل کمان

Geochronometric Scale (Ma)	Migratic animals	Chernozoms (stromatol)	Epifauna	Standard stages	Stages Stratotypes	Planktonic foraminifera Zones	Nannoplankton Zones	Radiolaria Zones	DinoFlagellate Zones	Nummulite Zones (and other larger Foraminifera)	Alveolina Zones	Mammal Levels (Western Europe)	Charophyta Zones
53-58	E1				Thanetian	P5 M. velascoensis	Np9 Discoaster multiradiatus			N. robustiformis N. fraasi	A. ellipsoidalis A. caucasiciformis	Omnium silvernina	Peckichium disceramus
	P7				Landertian	P4 Pseudomonanulid	Np8 Helicolithus riedell		Apectadinium hyperacanthum		Glonalveolina lryis Glonalveolina primassa	Creney Henat	Sphaeroceras saku
59-635	P6				Schmidlin	P3b P. pusilla	Np6 Helicolithus klempelli		Deflandrea speciosa				Macrochara vestita
	P5				Morian	P3a M. angulata	Np5 Fasciculidius rumpaliformis	Lutzonid				Hainin	Amblyochara concava
	P4				Danian	P2 M. annata	Np4 Ellipsolithus macellus		Dansa mutabilis				
	P3					P1c S. trinidadensis	Np3 Chiasmolithus danicus						
	P2					P1b S. pseudobulloides	Np2 Cruciplacotinus tenuis						
65-66.5	P1					P1a G. eugubini	Np1 Mirkolithus inversus						

شکل ۵: معرفی بایوزون *Ranikothalia sindensis* در مقیاس چینه شناسی پالئوژن (برگرفته از Cavalier & Pomerol, 1983، با ترسیم مجدد)

سنگ آهکهای بالایی سازند چهل کمان تحت تأثیر فرآیند دولومیتی شدن قرار گرفته‌اند و ثبت فسیلی بسیار ضعیفی دارند. از طرفی اولین نمونه‌های برداشت شده از سازند شیلی خانگیران نشان دهنده سن E4 و اپیرزین آغازین است. هادوی و همکاران (۱۳۸۰) و مافی (۱۳۸۰)، با توجه به وجود جنسهای شاخص *Discoaster* و *Tirbrachiatus* از نانوفسیلهای آهکی و اولین ظهور گونه‌های *Discoaster* *Tirbrachiatus* و *Discoaster kuepperi dodoensis* از نانوفسیلهای آهکی و اولین ظهور گونه‌های *Discoaster* *Tirbrachiatus* و *Discoaster kuepperi dodoensis* سن ابتدای سازند خانگیران را ائوسن زیرین (اپیرزین) تعیین کرده‌اند. همچنین صلاحی (۱۳۹۰) سن قاعده سازند خانگیران در برش ناودیس چهل کمان را بر مبنای روزن‌داران پلانکتون اپیرزین در نظر گرفته است.

حضور گونه‌هایی مانند *Elazigella*, *Coskinon rajkae*, *Miscellanea yvettae*, *Lockhartia diversa altineri* و *Criobulimina carniolica*, *Ranikothalia nuttalli* و *Idalina sinjarica* نشان دهنده سن تانتین و مطابق بایوزون SBZ3 است و بعضی فرمها مانند *Akbarina primitiva* و *Haymanella elongata*, *Pseudocuvillerina sireli* و *Miscellanea sp.* نشان دهنده آشکوب قدیمی تر پالئوسن یعنی سلاندین (SBZ2) می‌باشند. مطابق با نوشته Serra-Kiel (1998)، گسترش زمانی *Idalina sinjarica* بین SBZ3 تا SBZ6 است. در منطقه مورد مطالعه گونه‌های شاخص سلاندین و تانتین شناسایی شده‌اند که سن سلاندین تا تانتین را برای این سازند تأیید می‌کنند.

Plate 1

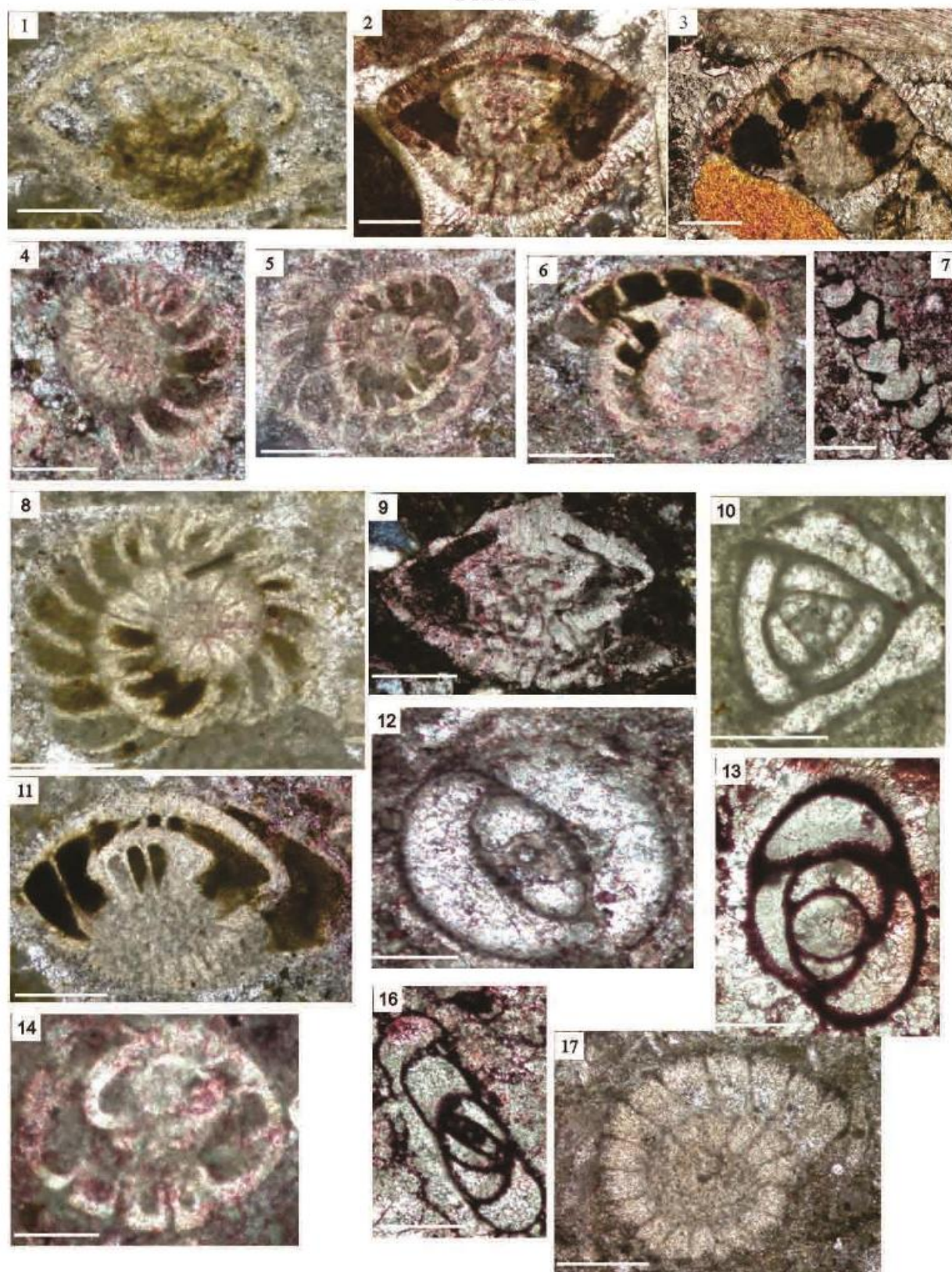


Plate 1

1-2) *Smoutina* sp.; 3) *Rotalia* aff. *Trochidiformis*; 4) *Operculina* sp.; 5) *Daviesina* sp.; 6) *Operculina subgranulosa*; 7) *Haymanella elongate*; 8) *Daviesina iranica*; 9) *Laffitteina calvezae*; 10) *Triloculina* sp.; 11) *Pseudocuvillierina sireli*; 12) *Biloculina* sp.; 13, 16) Millolids; 14) *Ornatorotalia granum*; 16) *Ornatononion moorkensii*; 17) *Akbarina primitiva* (Scale: 1mm)

Plate 2



Plate 2

1, 6, 16) *Rotalia trochidiiformis*; 2) *Kaysarella decastroi*; 3) *Coskinon rajkae*; 4) *Kathina selveri*; 5) *Miscellanea* sp.; 7) *Laffitteina* sp.; 8) *Operculina subgranulosa*; 9) *Missippindae*; 10, 12) *Ranikothalia sindensis*; 11) *Idalina sinjarica*; 13) *Sakesaria* sp.; 14) *Vaivulina* sp.; 15) *Ornatorotalia granum*; 17) *Elphidium* sp.; 18) *Miscellanea* sp.; 19) *Fabularia* sp. (Scale: 1 mm)

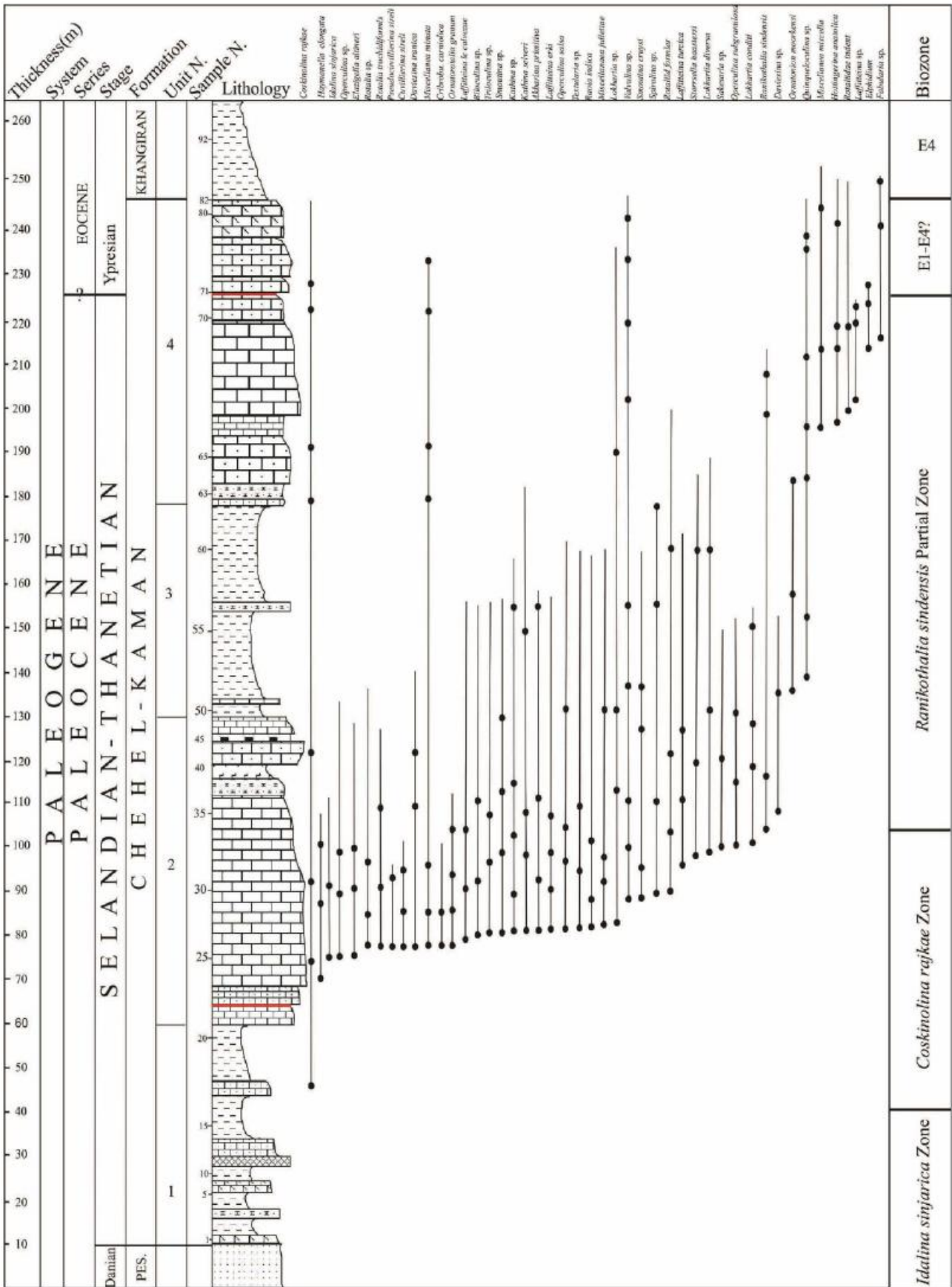
می‌باشند (Hallock et al., 1991; Scheibner et al., 2005; Scheibner & Speijer, 2008). تنوع روزن داران کفزی بزرگ، نتیجه عملکرد عوامل متعددی همچون دما، رژیم غذایی، تغییر سطح آب دریا، میزان بالای فعالیت تکاملی، مهاجرت و پراکندگی آنها در محیط دریایی کم عمق در دوره پالئوژن می‌باشد (Jones, 1999; Renema, 2007). بسیاری از دیرینه شناسان بر روی تأثیر مستقیم روزن داران کفزی بزرگ و دما بحث کرده اند (Jones, 1999; Hallock, 2000; BouDagher-Fadel, 2008). افزایش دمای جهانی از پالئوسن پایانی تا ائوسن میانی، ممکن است باعث افزایش منطقه کم عمق شلف شده باشد که در شرایط مناسب دمایی برای تولید مثل روزن داران کفزی بوده است. طی رویداد PETM، شرایط الیگوتروفیک محیط افزون می‌گردد در حالی که محیطهای شلف، بیشتر یوتروفیک می‌شوند. Scheibner & Speijer (2009) پیشنهاد داده‌اند که ناپدید شدن اولیه گونه‌ها در رویداد PETM به وسیله شرایط یوتروفیک در محیطهای شلف ایجاد شده است. شواهد روان آبهای خشکی پیشنهاد می‌دهد که مواد غذایی در محیطهای شلف به دام می‌افتند در حالی که محیطهای دریایی باز با کمبود مواد غذایی روبرو می‌شوند (Bralower et al., 2002; Gibbs et al., 2006). زمانی که شرایط الیگوتروفیک مجدداً حاکم می‌شود، گونه‌های زنده، کنامهای بوم شناختی^۱ جدیدی را اشغال می‌کنند. مقدار و میزان ورودی CO₂ به اقیانوسها عامل مهم گرم شدن آب و هواست. Scheibner & Speijer (2008) پیشنهاد داده‌اند که افزایش اسیدیته اقیانوسها به دلیل افزایش CO₂ طی PETM است. تغییرات سطح آب دریا ممکن است نقش مهمی را در تنوع

تا قبل از افق قرمز رنگ خاک قدیمه در واحد ۴ سازند چهل کمان که پیش‌تر به آن اشاره شد، وجود روزن داران کفزی بزرگ تأیید کننده سن سلان‌دین - تانتین است؛ لذا می‌توان گفت به دلیل ظهور *Coskinon rajkae* (شاخص آغاز تانتین) در رسوبات ابتدایی سازند، بیشتر ضخامت رسوبات سازند چهل کمان در آشکوب تانتین نهشته شده است. بعد از افق قرمز رنگ خاک قدیمه، گونه شاخص *Miscellina miscella* حضور دارد که بنابر نوشته Bolli & Krasheninikov (1977)، تا آشکوب ایرزین (ائوسن پیشین) در نظر گرفته شده است. نتایج مطالعات انجام گرفته حاکی از این است که افق قرمز رنگ خاک قدیمه موجود در بخش آخر سازند چهل کمان احتمالاً مرز پالئوسن - ائوسن است. بنابراین مرز پالئوسن - ائوسن در سازند چهل کمان به صورت ناپوستگی فرسایشی گزارش می‌شود. شکل ۶، نمودار گسترش عمودی روزن داران شناسایی شده در طول برش را نشان می‌دهد.

دیرینه بوم شناسی

روزن داران کفزی، معمول ترین اجزای پلاتفرم کربناته در دوره پالئوژن هستند و تغییرات شاخصی را از نظر دگرشکلی در دوره بلوغ و اندازه پسته در گذر از پالئوسن - ائوسن متحمل می‌شوند (Hottinger, 1998). روزن داران پالئوسن به دلیل قرار گرفتن بین مرز K/Pg و حادثه گرم شدن جهانی مرز پالئوسن / ائوسن اهمیت ویژه‌ای دارند. این روزن داران در شرایط دریایی گرم کم عمق و الیگوتروفیک شکوفایی پیدا می‌کنند. بنابراین اطلاعات خوبی در مورد شرایط محیطی قدیمه در اختیار ما قرار می‌دهند (Hallock & Glenn, 1986; Hallock, 2000). مطالعات نشان داده که تنوع روزن داران کفزی بزرگ به شرایط آب و هوایی قدیمه مرتبط است و بنابراین ابزار خوبی برای فهمیدن شرایط آب و هوایی قدیمه در پالئوژن

1- ecological niche



شکل ۶: نمودار گسترش عمودی روزن‌داران شناسایی شده در طول برش الگوی سازند چهل‌کمان

می دهد که احتمالاً چنین قطع شدگی پیرامون محیطهای پلاتفرمی عرضهای جغرافیایی پایین اتفاق افتاده است (Scheibner et al., 2005). بر اساس مطالعات Afzal (2010)، جنسهای *Ranikothalia* و *Miscellanea* در گذر از مرز PETM دچار تغییرات مهمی نمی شوند و خیلی سریع خود را با شرایط محیط تطابق می دهند.

در مطالعه حاضر نیز این جنسها در گذر از مرز دچار تغییر و تحول اساسی نمی شوند (شکل ۷). بنابراین با توجه به حضور فراوان روزن داران کفزی بزرگ می توان شرایط الیگوتروفیک و کم عمق تا بسیار کم عمق را برای سازند چهل کمان در نظر گرفت. بسیاری از جنسهای روزن داران کفزی بزرگ موجود در توالیهای سنگ آهکی سازند چهل کمان مانند *Akbarina primitiva*، *Coskinon sireli* در آبهای گرم اعماق کم تا بسیار کم محیطهای دریایی گزارش شده اند.

بیشتر روزن داران کفزی کوچک شناسایی شده در سازند چهل کمان شامل *Cibicidoides*، *Anomalinoidea spp.*، *Gyroidinoides spp.* و *Lenticulina spp.* می باشند که این موجودات درونزی، شرایط کم عمق اکسیژن دار را نشان می دهند.

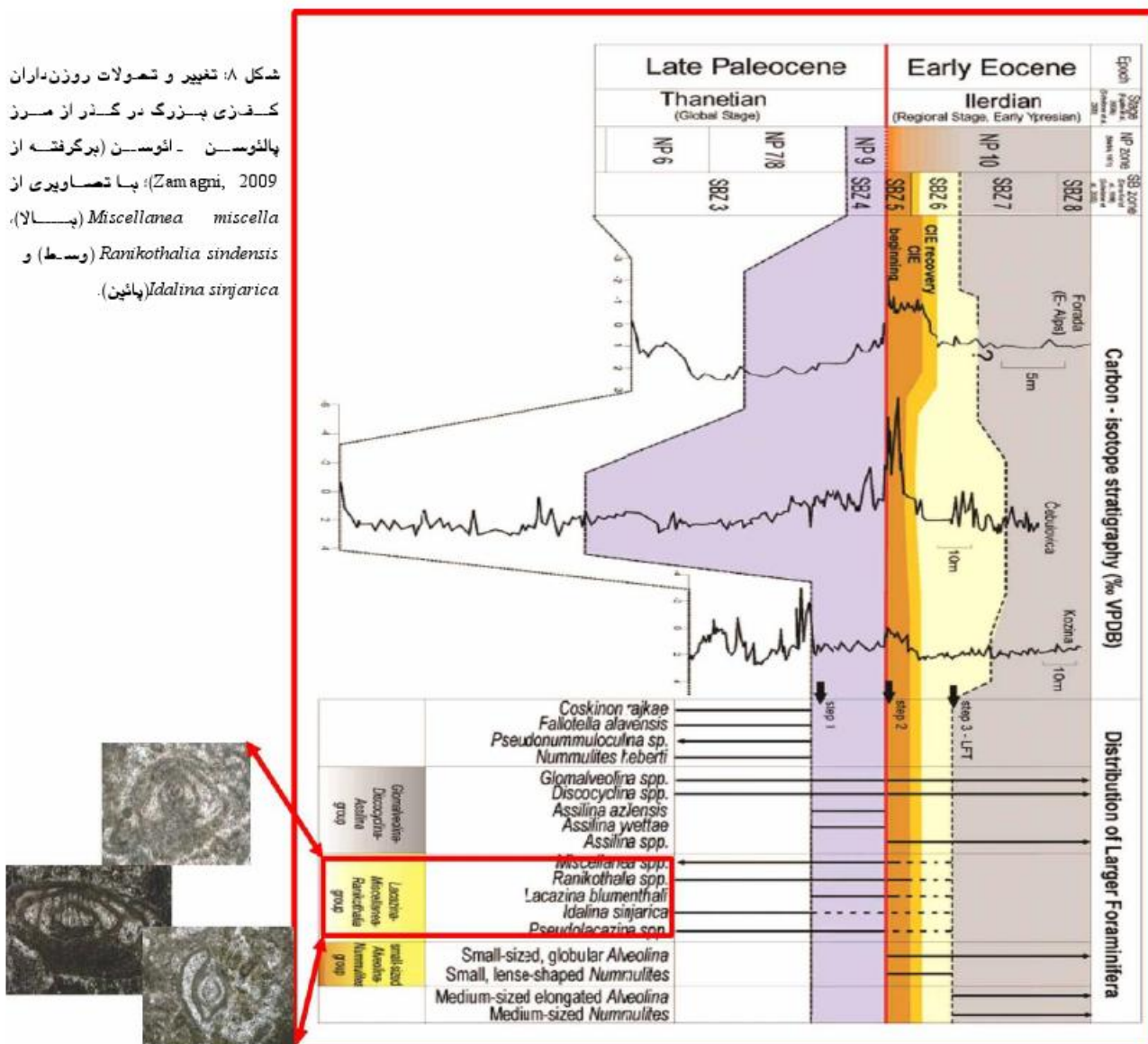
نتیجه گیری

سازند چهل کمان در برش الگو، عمدتاً از سنگ آهک، دولومیت آهک ماسه ای و میان لایه های شیلی و مارنی تشکیل شده است. بر اساس مطالعات سنگ شناسی، سازند چهل کمان از ۴ واحد سنگی تشکیل شده است. با توجه به شناسایی ۲۸ جنس و ۲۲ گونه از روزن داران کفزی بزرگ، سن سلاندین تا اپیریزین برای این رسوبات پیشنهاد می شود. بر مبنای روزن داران کفزی بزرگ در برش الگو، بیوزونهای *Idalina sinjarica range zone*

روزن داران کفزی منطقه کم عمق ایفا کنند. به عنوان مثال در هنگام بالا رفتن سطح آب دریا، فضای بیشتری برای ساکن شدن روزن داران کفزی مهیا می گردد (Renema, 2007). Sluijs et al. (2008) نتیجه گرفته اند که قبل از گرم شدگی جهانی، یک بالا آمدگی سطح آب دریا در مقیاس جهانی روی داده است و حداکثر سطح غرقابی در طول این دوره وجود داشته است.

مطالعات اخیر در پلاتفرم شمال اسپانیا (Orue-Etxebarria et al., 2003; Pujalte et al., 2001) نشان داده که تغییرات تکاملی روزن داران کفزی (LFT) منطبق با PETM در بخشهای عمیق تر حوضه است. در اسپانیا LFT با تغییرات مورفوتایپهای نومولیتها مشخص می شود. در مقایسه با روزن داران کوچک دریاها عمیق که ۴۰٪ انقراض را نشان می دهند (= Benthic Extinction Event)، روزن داران کفزی بزرگ متحمل انقراض ناگهانی نمی شوند. PETM یک شرایط ناگهانی برای آنها نیست و تنها شرایط سختی و مواد غذایی آنها تغییر کرده است. روزن داران کفزی بزرگ در پهنه نورانی و با جلبکها همزیستی دارند در حالی که روزن داران کفزی منطقه عمیق تر به نور و مواد غذایی وابسته نیستند. روزن داران کفزی بزرگ که به وسیله شیوه زندگی انفرادی طولانی مدت و تولید مثل پایین مشخص می شوند، در شرایط الیگوتروفیک شکوفایی پیدا می کنند و از دیدگاه بوم شناختی اصطلاحاً راهبرد یا استراتژی K^۲ دارند. در زمان کاهش یا قطع ناگهانی شرایط محیطی الیگوتروفیک، بیشتر این فرمها ناپدید می شوند (Hottinger, 1982). جایگزینی SBZ4 به وسیله SBZ5 با انقراض تاکسای پالتوسن مانند *Ranikothalia* و *Miscellanea* و افزایش نومولیتها و آلونولیتها نشان

شکل ۸: تغییر و تحولات روزن‌داران کفزی بزرگ در گذر از مرز پالتوسن - انوسن (برگرفته از Zamagni, 2009)؛ با تصاویری از *Miscellanea miscella* (پسالا)، *Ranikothalia sindensis* (وسط) و *Idalina sinjarica* (پائین).



اثر خساره‌های کروزیانا و اسکولایتوس قرار می‌گیرند. مطالعات دیرینه بوم شناختی نشان دهنده شرایط گرم، کم عمق و الیگوتروفیک در زمان نهشته شدن سازند چهل کمان می‌باشند.

Ranikothalia و *Coskinolina rajkae* Zone (SBZ3) *sindensis* Partial range zone در سازند چهل کمان معرفی شده‌اند. به احتمال زیاد مرز پالتوسن - انوسن به صورت ناپوستگی فرسایشی بوده است که با خاک قدیمه مشخص می‌شود. اترفسیل‌های شناسایی شده در

منابع

افشارحرب، ع. ۱۳۷۳. زمین شناسی ایران: زمین شناسی کپه داغ. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۲۷۵ ص.
 بایت گل، آ.، محبوبی، ا.، حسینی برزی، م.، موسوی حرمی، ر.، ۱۳۸۹. مدل ایکنولوژیکی نهشته‌های آواری سازند شیرگشت در زیرپهنه کلمرد ایران مرکزی. پژوهش‌های جینه نگاری و رسوب شناختی دانشگاه اصفهان، ۳۸: ۴۳-۶۸.

- خسروتهرانی، خ.، ۱۳۸۱. ایکنولوژی و کاربرد آن در زمین‌شناسی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، ۲۵۶ ص.
- وزیری، م.ر.، داستانیپور، م.، ناظری، م.، ۱۳۸۴. مبانی دیرینه‌شناسی، جلد اول. انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۳۵۹ ص.
- Anderson, B.G., & Droser, M.L., 1998. Ichnofabrics and geometric con figurations of Ophiomorpha within a sequence stratigraphic framework: an example from the Upper Cretaceous US western interior. *Sedimentology* 45: 379-396.
- Berberian, M., & King, G.C.P., 1981, Toward a paleogeography and tectonic evolution of Iran. *Canadian Journal of Earth Science*, 18: 210-265.
- Bolli, H.M., & Krasheninnikov, V.A., 1977. Problems in Paleogene and Neogene correlations based on planktonic foraminifera. *Micropaleontology*, 23 (4): 436-452.
- Boudagher-Fadel, M.K., 2008. Evolution and Geologic al Significance of Larger Benthic Foraminifera. *Developmen ts in Paleontology and Stratigraphy*, Elsevier, Amsterdam, 21: 1-540.
- Bralower, T.J., Premoli-Silva, I., Malone, M.J., et al., 2002. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Initial Report, Leg 198 College Station, Texas (Ocean Drilling Program), *SHIPBOARD SCIENTIFIC PARTY CHAPTER 1, LEG 198 SUMMARY*, p. 1-148.
- Bromly, R.G., 1990. Trace fossils: Biology and Taphonomy. *Unwin Hyman*, Boston. 280 p.
- Dickson, J.A.D., 1966. Carbonate identification and genesis as revealed by staining. *Journal of Sedimentary Petrology*, 36: 441-505.
- Driese, S.G., & Dott, R.H.Jr. 1984. Model for Sandstone-Carbonate cyclothems based on upper member of Morgan formation (middle Pennsylvanian) of northern Utah and Colorado. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 68: 574-597.
- Ellizabeth, R., Clechenko, D., Harrington, J., & Cynthia A., 2007. Terrestrial records of a regional weathering profile at the Paleocene-Eocene. *Geological Society of America Bulletin*, 119 (3-4): 428-442.
- Frey, R.W., Howard, J.D. & Pryor, W.A., 1978. Ophiomorpha: its morphologic taxonomic and environmental significant. *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 23: 199-229.
- Gibbs, S.J., Bralower, T.J., Bown, P.R., Zachos, J.C., & Bybell, L.M., 2006, Shelf and open-ocean calcareous phytoplankton assemblages across the Paleocene-Eocene Thermal Maximim: Implication s for global productivity gradients. *Geology*, 34 (4): 233 -236.
- Grabau, A.W., 1904. On the classification of sedimentary rocks. *American Geologists*, 33: 228-247.
- Hallock, P., 2000. Symbiont-bearing foraminifera: Harbingers of global change? *Micro paleontology*, 46 (1): 95-104.
- Hallock, P., & Glenn, E.C., 1986. Larger foraminifera: A tool for paleoenvironmental analysis of Cenozoic carbonate depositional facies. *Palaios*, 1: 55-64.
- Hallock, P., Premoli Silva, I., & Boersma, A., 1991. Similarities between planktonic and larger foraminiferal evolutionary trends through Paleogene paleoceanographic changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 83: 49-64.
- Hottinger, L., 1982. Larger Foraminifera, giant cells with a historical background: *Naturwissenschaften*, 69: 361-371.
- Hottinger, L., 1998. Shallow benthic foraminifera at the Paleocen-Eocene boundary. *Strata*, 9: 61-64.
- Jones, R.W., 1999. Marine Invertebrate (chiefly foraminiferal) evidence for the palaeogeography of the Oligocene-Miocene of western Eurasia and consequences for terrestrial vertebrate migration. In: Agusti, J., Rook, L., & Andrews, P., (eds.), *The Evolution of Neogene Terrestrial Systems in Europe*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 274-308.
- MacEachern, J.A., Pemberton, S.G., Gingras, M.K., & Bann, K.L. 2007. The ichnofacies paradigm: a fifty-year perspective. In: Miller, W.M., III (ed.), *Trace Fossils: Concepts, Problems, Prospects*. Elsevier, Amsterdam, pp. 52-77.
- Monaco, P., & Garassino, A., 2001. Burrows and body fossil of decapod crustaceans in the Calcarei Grigi, Lower Jurassic, Trento Platform (Italy). *Geobios*, 34: 291-301.
- Monaco, P., & Giannetti, A., 2001. Stratigraphia tafonomica nel Giurassico Inferiore dei Calcarei Grigi della Piattaforma di Trento. *Atti Ticinensi di Scenz a della Terra*, 42: 175 -209.
- Orue-Etxebarria, X., Pujalte, V., Bernaola, G., Apellaniz, E., Baceta, J.I., Payros, A., Nunez-Betelu, K., Serra-Kiel, J., & Tosquella, J., 2001. Did the late Paleocene thermal maximum affect the evolution of

- larger foraminifers? Evidence from calcareous plankton of the Campo section (Pyrenees, Spain). *Marine Micropaleontology*, 41: 45–71.
- Pemberton, S.G., MacEachern, J.A., & Frey, R.W., 1992. Trace fossil facies models: environmental and allostratigraphic significance. In: Walker, R.G., & James, N., (eds.), *Facies Models: Responses to Sea Level Change*. Geological Association of Canada, pp. 47-72.
- Pemberton, G.S., Spila, M., Pulham, A.J., Saunders, T., MacEachern, J.A., Robbins, D., & Sinclair, I.K., 2001. Ichnology, Sedimentology of shallow to marginal marine systems: Ben Nevis, Avalon Reservoirs, Jeanne D'Arc Basin. *Geological Association of Canada, Short Course Notes*, 15: 1–343.
- Pickerill, R. K., Donovan, S.K., & Mitchel, S.F., 1998. Ichnology of late Pleistocene Port Morant Formation of southeastern Jamaica. *Caribbean Journal of Science* 34 (1-2): 12-32.
- Pujalte, V., Orue-Etxebarria, X., Schmitz, B., Tosquella, J., Baceta, J.I., Payros, A., Bernaola, G., Caballero, F., & Apellaniz, E., 2003. Basal Eocene (earliest Eocene) turnover of larger foraminifera: Age constraints based on calcareous plankton and $\delta^{13}C$ isotopic profiles from new southern Pyrenean sections (Spain). In: Wing, S.L., et al., (eds.), *Causes and consequences of globally warm climates in the early Paleogene*. Geological Society of America, *Special Paper*, 369: 205–221.
- Scheibner, C., & Speijer, R.P., 2008. Late Paleocene-Early Eocene Tethyan carbonate platform evolution: A response to long and short-term paleoclimatic change. *Earth-Science Reviews*, 90: 71–102.
- Scheibner, C., & Speijer, R.P., 2009. Recalibration of the Tethyan shallow-benthic zonation across the Paleocene – Eocene boundary: The Egyptian Record. *Geologica Acta*, 7 (1-2): 195–214.
- Scheibner, C., Speijer, R.P., & Marzouk, A.M., 2005. Turnover of larger foraminifera during the Paleocene–Eocene Thermal Maximum and paleoclimatic control on the evolution of platform ecosystems. *Geology*, 33 (6): 493–649.
- Seilacher, A., 2007. *Trace Fossil Analysis*. Springer, Berlin, 226 p.
- Serra-Kiel, J., Hottinger, L., Caus, E., Drobne, K., Ferrandez, C., Jauhri, A.K., Less, G., Pavlovec, R., Pignatti, J., Samso, J.M., Schaub, H., Sirel, E., Strougo, A., Tambareau, Y., Tosquella, J., & Zakrevskaya, E., 1998. Larger foraminiferal biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene. *Bull. de la Société Géologique de France*, 169: 281–299.
- Scheibner, C., Speijer, R.P. & Marzouk, A., 2005. Larger foraminiferal turnover during the Paleocene – Eocene thermal maximum and paleoclimatic control on the evolution of platform ecosystems. *Geology*, 33: 493 – 496.
- Sluijs, A., Brinkhuis, H., Crouch, E.M., John, C.M., Handley, L., Munsterman, D., Bohaty, S.M., Zachos, J.C., Reichert, G.J., Schouten, S., Pancost, R.D., Damste, J.S.S., Welters, N.L.D., Lotter, A.F., & Dickens, G.R., 2008. Eustatic variations during the Paleocene–Eocene greenhouse world. *Paleoceanography*, 23: PA4216.
- Zepeda, M.A., 1998. Planktonic foraminiferal diversity, equitability and biostratigraphy of the uppermost Campanian-Maastrichtian; ODP Leg 122, Hole 762, Exmouth Plateau, NW Australia, eastern Indian Ocean. *Cretaceous Research*, 19: 117-152.

Biostratigraphy and trace fossils of Chehel-Kaman Formation at the type section (East of Kopet-Dagh Basin)

Rivandi, B.^{1*}, Vahidinia, M.², Nadjafi, M.², Mahboubi, A.³, Moosavizadeh, S.M.A.¹

1- Department of Geology, Faculty of Science, Yazd University, Yazd, Iran

2- Associate professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

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

*Email: ba_rivandi@yahoo.com

Introduction

Chehel-Kaman Formation is one of the carbonate successions of the Kopet-Dagh Basin which is exposed from east to west. This Formation (Paleogene) in the Kopet-Dagh basin is mainly composed of limestone, dolomite and interbeds of marl, shale and evaporite sediments. It conformably overlies the siliclastic sediments of Pestehligh and underlies the olive shale of Khangiran Formations. The type section of this formation is located at the Chehel-Kaman village in the eastern Kopet-Dagh basin. Based on lithostratigraphic study of the Chehel-Kaman Formation at type locality, it is divided into 4 units. The most important features in the second and fourth units is palaeosol horizon that shows exposures of platform at that time. During the field study, 82 samples were collected to determine associated larger benthic foraminifera in the carbonate rocks. Thin sections were stained by Alizarin red S to differentiate calcite from dolomite and studied using standard petrographic microscope techniques. Trace fossils have been identified in sandy limestone which include: *Ophiomorpha irregulaire*, *Ophiomorpha nodosa*, *Ophiomorpha isp.*, *Bergueria isp.*, and vertical trace.

Discussion

Larger benthic foraminifera were major carbonate builders in tropical and subtropical shallow seas especially in Para-Tethys realm. They were photosymbiotic biota and lived in warm, oligotrophic, shallow waters within the photic zone. During the Late Paleocene (shallow benthic zone 4), the low latitudes sea was dominated by larger foraminifera (*Miscellanea*, *Ranikothalia*, *Assilina*). Knowledge about the larger foraminifera in the Middle East has not much changed since Henson's monographs (1950), followed up by Sampò (1969). However, between 1973 and 1983, the National Iranian Oil Company published a series of monographs by Rahaghi (1976) on larger foraminifera from Iran. These monographs enlarged the census of available taxa to a considerable extent. Here, however, only Rahaghi's works of 1983 are relevant. The aim of this work is to determine lithostratigraphic units and larger benthic foraminifera in the Chehel-Kaman Formation. As a result of biostratigraphic studies, the following taxa were identified at the type locality: Rotalid forms, *Daviesina iranica*, *Valvulina sp.*, *Cuvilierina sirelii*, *Laffiteina turcica*, *Laffiteina melona*, *Hottingerina anatolica*, *Sakessaria sp.*, *Cidenia soezerii*, *Pseudocuvillierina sireli*, *Lokarthia diversa*, *Ranikothalia sp.*, *Orbitokathina saravensis*, *Haymanella paleocenica*, *Haymanella elongata*, *Miscellanea juliettae*, *Miscellanea sp.*, *Miscellanea miscella*, *Miscellanea primitiva*, *Akbarinaprimtiva*, *Lokartia sp.*, *Lokartia conditi*, *Malatyna dorbneae*, *Smauyina cruysi*, *Modocia blayensis*, *Kathina selveri*, *Kathina sp.*, *Rotalia trochidiformis*, *Idalina sinjarica*, *Austrotrillina eocaenica*, *Raoia indica*, *Quinqueloculina sp.*, *Operculina subgranulosa*, *Eorupertia sp.*, *Ornatononion moorkensi*, *Rhapydionina sp.*, *Triloculina sp.*, *Biloculina sp.*, *Textularia sp.*, *Spirolina sp.*, *Rotaliidae indent*, *Assilina granulose*, *Storrsella haastersi*, *Nonionella cf. soldensis*, *Lenticulina cultrata*, *Cibicides proprius*, *Anomalinoidea cf. capitatus*, *Lagena tenuistriata*.

Paleontological studies reveal the age of Middle Paleocene (Selandian) to Early Eocene (Ypresian) at Type locality for this succession. In addition, the Paleocene/Eocene boundary has been studied in detail using the record of planktonic and larger benthic foraminifera. This boundary is located probably within a thin red horizon (~10cm) representing a palaeosol. Close to this boundary is the basal calcareous test dissolution interval, with the dominance of agglutinated benthic foraminifera and a sudden decreases in the richness of benthic foraminiferal species.

Results

Chehel-Kaman Formation is one of the Paleogene formations of the Kopet-Dagh basin in northeast Iran that conformably overlies and underlies the siliciclastic Pesteligh and Khangiran Formations, respectively. Lithologically, it mainly consists of limestone and dolomite with interbeds of sandstone, shale and evaporates sediments. Two Palaeosol in units 2 and 4 were identified and studied. Based on biostratigraphic studies, 33 genera and 32 species of larger benthic foraminifera have been identified. Based on identified *Laffitteina*, *Miscellanea* and *Rotalid*, the age of Chehel-Kaman Formation is Selandian to Ypresian (?). The Paleocene/Eocene boundary has been probably recorded as a thin red palaeosol horizon (~10-15 cm). Identified Trace fossils are belonging to Skolithos and Cruziana ichnofacies. This indicates that these successions have been deposited in a carbonate ramp system in the semi consolidated substrate to sublittoral zone.

Keywords: Kopet-Dagh; Chehel-Kaman; Biostratigraphy; Larger benthic foraminifera; Selandian; Ypresian; Trace fossils; Paleoecology.

References

- Anderson, B.G., & Droser, M.L., 1998. Ichnofabrics and geometric con figurations of Ophiomorpha within a sequence stratigraphic framework: an example from the Upper Cretaceous US western interior. *Sedimentology* 45: 379-396.
- Boudagher-Fadel, M.K., 2008. Evolution and Geologic al Significance of Larger Benthic Foraminifera. *Developmen ts in Paleontology and Stratigraphy, Elsevier, Amsterdam*, 21: 1-540.
- Elizabeth, R., Clechenko, D., Harrington, J., & Cynthia A., 2007. Terrestrial records of a regional weathering profile at the Paleocene-Eocene. *Geological Society of America Bulletin*, 119 (3-4): 428-442.
- Hallock, P., 2000. Symbiont-bearing foraminifera: Harbingers of global change? *Micro paleontology*, 46 (1): 95-104.
- Rahaghi, A., 1976, Contribution al etude de quelques Grands Forainifers de la Iran, part pt 1-3. *N.I.O.C.*, Publication no: 6: 1-68.
- Scheibner, C., & Speijer, R.P., 2008. Late Paleocene-Early Eocene Tethyan carbonate platform evolution: A response to long and short-term paleoclimatic change. *Earth-Science Reviews*, 90: 71-102.
- Scheibner, C., & Speijer, R.P., 2009. Recalibration of the Tethyan shallow-benthic zonation across the Paleocene – Eocene boundary: The Egyptian Record. *Geologica Acta*, 7 (1-2): 195-214.
- Serra-Kiel, J., Hottinger, L., Caus, E., Drobne, K., Ferrandez, C., Jauhri, A.K., Less, G., Pavlovec, R., Pignatti, J., Samso, J.M., Schaub, H., Sirel, E., Strougo, A., Tambareau, Y., Tosquella, J., & Zakrevskaya, E., 1998. Larger foraminiferal biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene. *Bull. de la Société Géologique de France*, 169: 281-299.