



فصلنامه زمین ساخت

تابستان ۱۴۰۵، سال هشتم، شماره ۳۰

doi 10.22077/jt.2026.10996.1221

مقاله پژوهشی

اهمیت پالئواستراتیگرافی و پالئواکولوژی *Galeanella tollmanni* در رسوبات نورین پسین - ابتدای رتین تیس مرکزی (ایران مرکزی - سازند نای بند)

حسینعلی بگی^{۱*}، اصغر اعتصامپور^۲، کورش رشیدی^۳

۱- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران

۲- استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه اصفهان،

۳- استاد گروه زمین شناسی، دانشگاه یزد

چکیده:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۲/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۱۷

حول حوضه نای بند در ایران مرکزی طی تریاس پسین تحت تأثیر تغییرات اقلیمی و رویدادهای تکتونیکی ناشی از بسته شدن پالئوتیس و آغاز کوهزایی سیمین پیشین قرار گرفته است. این فرایندها منجر به نهشته شدن رسوبات سیلیسی کلاستیک-کربناته در محیط های متنوع از رمپ بیرونی تا دریای کم عمق شدند. در این میان، مجموعه ای غنی از فسیل های کفزی شامل دو کفه ای، مرجان ها، اسفنج ها و روزن داران گزارش شده است. بررسی عضو حوض خان در شمال یزد نشان می دهد که گونه شاخص *Galeanella tollmanni* در رسوبات انتهای نورین - ابتدای رتین به عنوان یک ابزار مهم در بازسازی شرایط پالئواکولوژیکی و پالئوکلیماتیکی عمل می کند. تحلیل آماری ابعاد این گونه بیانگر تنوع متوسط و سازگاری با محیط های پلتفرمی کم عمق است. ترکیب فرامینفرهای گرم دوست مانند *Miliolipora cuvieri* همراه با حضور *sp.* *Decapodina* نشان دهنده شرایط آب های گرم و کم عمق در بعضی فواصل زمانی، در حالی که گونه های سرد پسند مانند *Agathammina austroalpina* و *Trochammina alpina* بیانگر دوره های سردتر و نیمه عمیق هستند. روند افزایشی دما، شوری و تنش های محیطی از نورین به رتین، بازتابی از ناپایداری تدریجی زیست محیطی در آستانه مرز تریاس-ژوراسیک است که احتمالاً با فعالیت های ماگمایی در محدوده تیس و ویژگی های پالئوجغرافیایی ایران مرکزی تشدید شده است. مجموعه فرامینفرهای بنتیک سازند نای بند شواهد ارزشمندی از شرایط گلخانه ای، نوسانات سطح دریا و بحران های زیستی پیش از انقراض انتهای تریاس فراهم می آورد.

لغات کلیدی: نورین - رتین، ایران مرکزی، پالئواکولوژی، *Galeanella tollmanni*



Research Paper

The importance of paleostratigraphy and paleoecology of *Galeanella tollmanni* in the Late Norian–Early Rhaetian deposits of the Central Tethys (Central Iran – Nayband Formation)

Hoseinali Bagi^{*}, Asghar Atesampour^{*}, Koroosh Rashidi^{*}

1. Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Technical and vocational University, Tehran, Iran

2. Assistant Professor, Department of Geology, Isfahan University, Isfahan, Iran

3. Professor, Department of Geology, Yazd University, Yazd, Iran

Abstract

The evolution of the Nayband Basin in Central Iran during the Late Triassic was governed by a combination of climatic fluctuations and tectonic episodes associated with the closure of the Paleotethys Ocean and the incipient stage of the Early Cimmerian orogeny. These processes culminated in the deposition of siliciclastic–carbonate successions across a spectrum of depositional settings, ranging from an outer ramp to shallow-marine environments. A diverse benthic fauna, including bivalves, corals, sponges, and foraminifera, has been documented from these strata. Investigation of the Howz-e-Khan Member, located north of Yazd, demonstrates that the index taxon *Galeanella tollmanni*, occurring in late Norian–early Rhaetian sediments, serves as a critical proxy for reconstructing paleoecological and paleoclimatic conditions. Morphometric analysis of this species reveals moderate phenotypic variability and a pronounced affinity for shallow-platform habitats. The co-occurrence of thermophilic foraminifera, notably *Miliolipora cuvillieri*, along with Decapodina sp., points to intervals characterized by warm, oligotrophic shallow waters. Conversely, the presence of psychrotolerant (cold-preferring) taxa such as *Agathammina austroalpina* and *Trochammina alpina* attests to episodic cooler, relatively deeper settings. A progressive increase in temperature, salinity, and overall environmental stress from the Norian through the Rhaetian reflects a trend of escalating paleoecological instability in the run-up to the Triassic–Jurassic boundary. This deterioration was likely amplified by contemporaneous magmatic activity within the Tethyan realm and the unique paleogeographic configuration of Central Iran. Collectively, the benthic foraminiferal assemblages of the Nayband Formation offer compelling evidence of greenhouse climatic conditions, eustatic sea-level oscillations, and biotic perturbations preceding the end-Triassic mass extinction event.

Keywords: Norian–Rhaetian, Central Iran; Paleoecology, *Galeanella tollmanni*

^{*}Email: hbagi@tvu.ac.ir

۱-مقدمه:

بوکسیت و آثار پالئوکارست شکل گرفتند (Xu et al., 2025).

در محدوده زمانی نورین-رتین فشار بر صفحه ایران کاهش یافت و چندین حوضه گسترش‌یافته تشکیل شد (Teknik et al., 2024) که عمدتاً باعث تکوین رسوبات سیلیسی کلاستیک گردید. این نوع رسوب‌گذاری در بخش‌های وسیعی از ایران مرکزی ادامه یافته و منجر به پرشدن حوضه‌های رسوبی گردید. با پیشروی دریا، رسوب‌گذاری کربناتی دوباره آغاز شد. این وقایع باعث ایجاد رسوبات سیلیسی کلاستیک-کربناته در ایران مرکزی، (سازند نایبند) گردید. سازند نایبند

از اواخر پالئوزوئیک تا اوایل مزوزوئیک، صفحات تکتونیکی زمین دچار تغییرات ساختاری بزرگی شدند و با تکوین نتوتیس در شمال گندوانا، سطح دریا و رسوبات تحت تأثیر این تغییرات قرار گرفتند. صفحه ایران با منشأ گندوانایی، از اواخر پالئوزوئیک به سمت شمال حرکت کرد و در اواخر تریاس با صفحه توران برخورد کرد، که باعث بسته شدن اقیانوس پالئوتیس و شکل‌گیری کوهزایی سیمین‌پیشین شد (شکل ۱). این برخورد باعث ظهور سکوه‌های کربناتی شد و رسوبات



شکل ۱. گسترش تیس مرکزی و تکوین حوضه سیلیسی کلاستیک-کربناته (Teknik et al., 2024)

از تشکیلات نایبند دارای فسیل‌های ماکرو و میکرو فراوانی هستند.

درحالی‌که فسیل‌های ماکرو این تشکیلات مانند مرجان‌ها، اسفنج‌ها، خارپوستان نسبتاً شناخته‌شده‌اند، مطالعات نسبتاً کمی بر روی فرامینفرها یا جلبک‌ها انجام شده است (Etesampour et al., 2020). فرامینفرهای کفزی دوره تریاس‌بالا شاخص‌های مهمی برای بازسازی محیط‌های گذشته هستند. پراکندگی جغرافیایی وسیع، فراوانی و سرعت نسبتاً بالای تکاملی آن‌ها ارزش سنگ‌چینه‌شناسی قابل توجهی به آن‌ها می‌دهد (Barros et al., 2025).

در ایران مرکزی به چهار بخش گلکان، بیدستان، حوض شیخ و حوض خان نامگذاری شده است (Kryštyn et al., 2019)

اولین بار در سال ۱۹۲۹ فسیل‌های بنتیک فرامینفر از سازند نایبند گزارش شدند، اما پیشرفت‌های اصلی در مطالعه سنگ‌چینه‌شناسی و پالئوژئوگرافی رسوبات تریاس‌بالایی در سال‌های اخیر حاصل شده است (Cirilli et al., 2005). در این راستا پژوهشگران مختلف، گروه‌های مختلف فسیلی به خصوص ماکروفسیل‌ها (اسفنج‌ها، مرجان‌ها، گاستروپودها و دوکفه‌ای) را مطالعه کرده‌اند عضو حوض خان



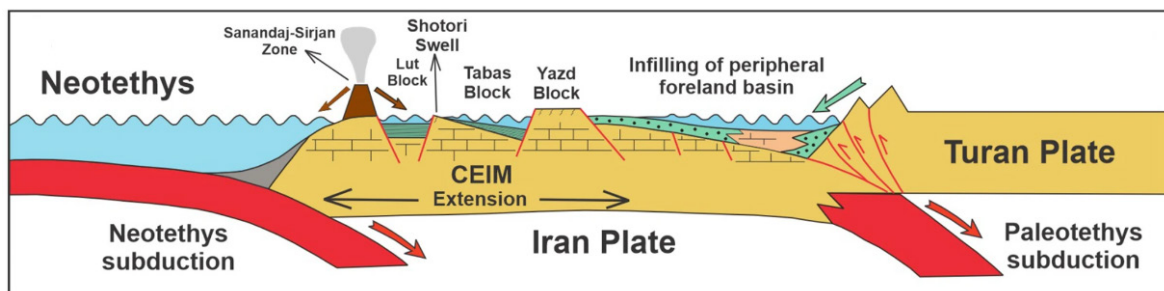
فراوانی از دیدگاه تکاملی در رسوبات نورین بالایی-رتین پیشین دارند (Gale et al., 2022). هدف این پژوهش بررسی تغییرات پالئوکولژیکی و پالئوآقلیمی نورین بالایی-رتین اولیه است. با مطالعه فرامینفرهای بنتیک سازند نایبند در برش یزد و ارزیابی نقش این تغییرات در ناپایداری‌های زیست محیطی پیش از انقراض انتهای تریاس، می‌توان تغییرات روند گرمایش را ارزیابی کرد. در این راستا وضعیت نقش شوری و محدودشدگی حوضه تحلیل می‌گردد.

در تشکیلات نایبند، فرامینفرها معمولاً نادر هستند، اما در برخی بخش‌های کربنات‌های مرجانی می‌توانند نسبتاً فراوان باشند. در برش مطالعه شده در شمال یزد تشکیلات نایبند تنها شامل عضو حوض‌خان است (Etesampour et al., 2020). در بخش‌های کربناته این عضو به صورت پراکنده فرامینفرهای بسیار مهمی از تتیس مرکزی شناخته شدند. یکی از مهمترین گونه فرامینفرها شناخته شده در این عضو از سازند نایبند، *Galeanella tollmanni* می‌باشد که اهمیت بسیار

۲- زمین‌شناسی منطقه مطالعه شده و تکامل محیط رسوبی سازند نایبند

است (شکل ۱). بالا آمدگی منجر به تشکیل دگرشیبی فرسایشی در قسمت جلویی برآمدگی شده است. در زمان نورین-رتین به دلیل عملکرد فاز سیمین پیشین، ایران مرکزی تحت تاثیر کشش به هورست و گرابن تبدیل شده است (Fürsich et al., 2009). در این زمان حوضه دریایی نایبند با عمق کم در حال تشکیل بوده است، توالی‌های تریاس بالایی این نهشته‌ها در مقطع تیپ (سازند نایبند) معرف یک چرخه کامل است که بیش از ۳۰۰۰ ضخامت دارد و معرف بازده زمانی نورین-رتین بوده است (Fürsich et al., 2009). در زمان ژوراسیک (لیاس) بلوک لوت و طبس به صورت گرابن بوده و رسوبگذاری در این دو حوضه صورت گرفته، در حالی که بلوک یزد یک هورست است (شکل ۲) و همین دلیل در زمان لیاس رسوب گذاری در این بلوک ثبت نشده است (Wilmsen et al., 2009). این موضوع عدم حضور نهشته‌های ژوراسیک در منطقه مورد مطالعه که در مجاورت بلوک یزد (شکل ۳) قرار دارد را تایید می‌کند.

پس از رویداد سیمین پیشین، با پیشروی دریا بر روی نهشته‌های تریاس میانی، لایه‌های ضخیمی از رسوبات آواری و گاهی کربناته بر جای گذاشته شده است که تغییرات سن آن‌ها از تریاس پسین تا ژوراسیک میانی (گروه شمشک) است. بخش تریاس فوقانی (نورین-رتین) این نهشته‌ها «سازند نایبند» نامیده می‌شود (Fürsich et al., 2005). در تریاس میانی (لادنین)، صفحه اقیانوسی پالئوتتیس بین دو صفحه ایران و توران به دلیل باز شدن نئوتتیس در حال فرو رانش بوده است (شکل های ۱ و ۲). همچنین بر روی سکوی کربناته صفحه ایران سازند الیکا در شمال ایران و سازند شتری در ایران مرکزی در محیطی کم عمق تشکیل شده است. با عملکرد فاز سیمین پیشین در زمان کارنین-نورین پیشین پالئوتتیس بسته شده و اتصال اولیه صفحه ایران و توران صورت گرفته است. برخورد اولیه صفحه ایران و توران در زمان کارنین رخ داده و بخش‌های شمالی صفحه ایران به حوضه فورلندی تبدیل شده است (Wilmsen et al., 2009). از طرفی با فرو رانش پالئوتتیس و تشکیل برآمدگی‌هایی آب از اکثر نواحی ایران پسروی کرده



شکل ۲- طرحی ژئودینامیکی در زمان نورین-رتین و اثرات کوهزایی سیمین پیشین (Cifelli et al., 2013)

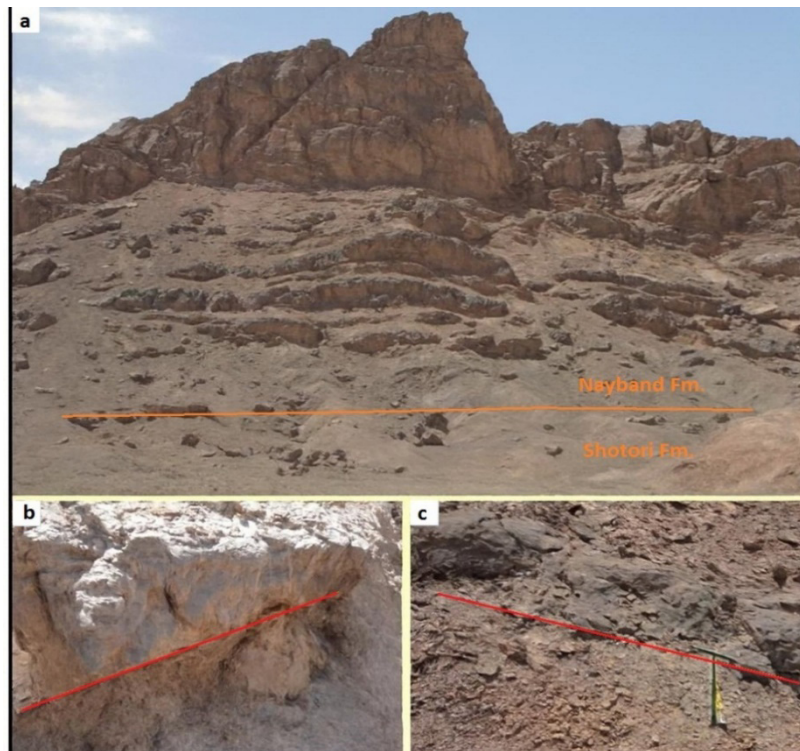


شکل ۳- زمین‌شناسی ساختمانی ایران و منطقه مورد مطالعه (علامت مستطیل) (modified from Willemsen et al., 2009)

جانبی آن محدود می‌شده است (Fürsich et al., 2005; Bagi et al., 2021).

رسوبات سازند نای‌بند بر روی رخنمون‌های کربنات‌های پلتفرمی زیرین سازند شتری و در یک حوضه پشت‌قوسی نهشته شده‌اند؛ حوضه‌ای که در جریان کوهزایی کیمریایی آغازین شکل گرفته است (Fürsich et al., 2005). در ایران مرکزی، ناپیوستگی سیمیرین اولیه همچنین به‌صورت یک پالئوکاست (کارست دیرینه) شاخص، در رأس کربنات‌های سازند شتری مشاهده می‌شود (Rahimi et al., 2017). وجود پالئوکاست و سایر ویژگی‌های پدورژنتیکی نشان می‌دهد که رخنمون سطحی و شرایط آب و هوایی خشک برای مدت زمان قابل توجهی تداوم داشته است. در جریان برخورد قاره‌ای، صفحه ایران دچار خمش‌های گسترده شد که منجر به شکل‌گیری ارتفاعات و فرونشست‌های ساختاری گردید. این فرایندهای تکتونیکی با فعالیت‌های آتشفشانی و فرسایش ارتفاعات ساختاری همراه بوده و در نتیجه، رسوب‌گذاری در حوضه‌های مجاور در حال فرونشست انجام شده است. با این حال، این دو سازند با یکدیگر ناپیوسته‌اند (Cifelli et al., 2013) و بر همین اساس این فرضیه مطرح شده است که صفحه ایران در ناحیه ایران مرکزی عمدتاً دچار بالاآمدگی شده و چین‌خوردگی گسترده‌ای را تجربه نکرده است (Buchs et al., 2013).

بخش مورد مطالعه جزئی از صفحه تکتونیکی ایران است که یکی از بلوک‌های قاره‌ای کیمریا به‌شمار می‌رود. این بلوک‌ها در اواخر پالئوزوئیک و هم‌زمان با گشایش اقیانوس نئوتتیس، از حاشیه شمالی گندوانا جدا شدند (Haig et al., 2021). برآوردهای جغرافیای دیرینه بر پایه بازسازی‌های پالئومغناطیسی در ایران نشان می‌دهد که بلوک ایران مرکزی در فاصله زمانی نورین تا رتین در عرض جغرافیایی حدود ۳۰ درجه شمالی قرار داشته است (Bagi and West, 2015). در طی تریاس‌پسین تا ژوراسیک‌میانی، ریزقاره ایران شرقی-مرکزی (CEIM) دچار چرخشی در حدود ۶۵ درجه بر خلاف عقربه‌های ساعت شد. این امر بدین معناست که در تریاس‌پسین، میکروقاره شرق ایران مرکزی باید آرایشی تقریباً شرق-غرب داشته باشد (اشکال ۱، ۲ و ۳)، به‌طوری‌که بلوک لوت در جنوب و بلوک یزد در شمال آن قرار گرفته باشند (Haig et al., 2021). در سال‌های اخیر، به دلیل کمبود اطلاعات زیست‌چینه‌شناسی موجود برای واحدهای سنگ‌چینه‌ای، تردیدهایی فزاینده نسبت به میزان چرخش‌های پیشنهادی مطرح شده است. با فرض آن‌که در تریاس‌پسین آرایش CEIM واقعاً مطابق با داده‌های پالئومغناطیسی بوده باشد، نهشته‌شدن سازند نای‌بند می‌توانسته در حاشیه کراتونی یک حوضه پشت‌قوسی رخ داده باشد؛ حوضه‌ای که از جنوب به وسیله کمان ماگمایی زون سندهج-سیرجان یا هم‌ارزهای



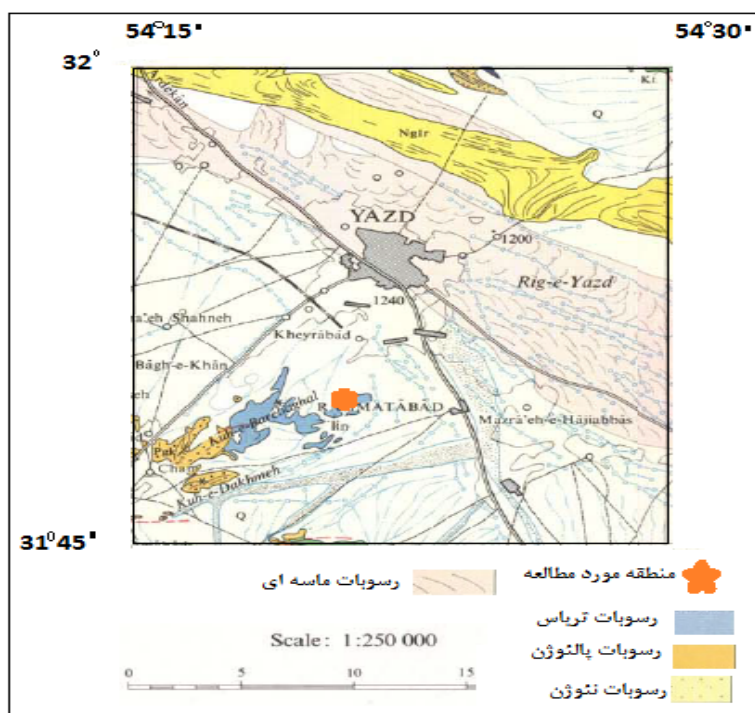
شکل ۴- سازند نای بند (a) و مرزهای سکansı رسوبی مشخص در بررسی های صحرایی (b, c) در سازند نای بند (سازند شتری در زیر سازند نای بند بالا)

سی نمونه جهت مطالعه دقیق فرامینی فر از مقاطع بزرگ اندازه های ۵ × ۵ سانتی متر و ۷.۵ × ۱۰ سانتی متر استفاده گردید. توصیف سنگ ها در صحرا با استفاده از ذره بین دستی و بر اساس بافت رسوبی انجام گرفت و سپس نمونه ها برای تهیه مقاطع نازک برداشت شدند. مقاطع نازک با میکروسکوپ پلاریزان (Olym- pus CX31 مجهز به دوربین DP-21) مورد مطالعه قرار گرفتند. ماکروفونا، میکروفونا و آثار ایکنولوژیک ثبت گردید و ساختارهای رسوبی و ویژگی های لایه بندی نیز یادداشت و در تحلیل رخساره ها به کار گرفته شد. شناسایی فرامینفرهای کفزی عمدتاً بر پایه بررسی مقاطع نازک انتخاب شده به صورت تصادفی انجام شد. با توجه به تمرکز پژوهش بر گونه *Galeanella tollmanni* از نمونه های حاوی این گونه چندین برش تهیه شد. نمونه ها به گونه ای انتخاب شدند که تمامی رخساره ها و تغییرات لیتولوژیکی سنگ های در این راستا مطالعه آماری و شمارشی بر روی فرامینفرهای مشاهده شده و کربناته عضو حوض خان را پوشش دهند. تفکیک پوسته های آنها از نظر جنس آگلوتینه و آهکی نیز انجام گردید.

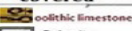
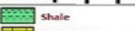
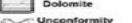
برش تیپ سازند نای بند در کوه نای بند، در منطقه طبس، قرار دارد. در محل تیپ، این سازند از شیل، سیلتستون، آهک های ریفی و ماسه سنگ تشکیل شده و به پنج عضو مشخص شامل گلکان، بیدستان، حوض شیخ، حوض خان و قادر تقسیم می گردند (Cirilli et al., 2005). برش مورد مطالعه با مختصات (E 54° 19' 12" و N 31° 49' 2") به ضخامت ۱۱۹ متر در جنوب غرب یزد قرار دارد و فقط از بخش حوض خان تشکیل شده است (شکل ۵). در این برش به طور عمده دو واحد رسوبی آواری زیرین متشکل از توالی نهشته های آواری (ماسه سنگ و شیل) و واحد فوقانی از توالی نهشته های مخلوط آواری- کربناته (ماسه سنگ، شیل و آهک) تشکیل شده است (شکل های ۵ و ۶). نهشته های سازند نای بند در این منطقه بصورت ناپیوسته بر روی دولومیت های شتری قرار دارد (شکل ۶).

۳- روش مطالعه (مواد و روش ها)

در این پژوهش که متمرکز بر سنگ های کربناته عضو حوض خان از سازند نای بند متمرکز گردید. این بخش نزدیکی شهر یزد قرار دارد. ۱۶۰ نمونه که عمدتاً متمرکز بر نمونه های کربناته بود برداشت شد. حدود



شکل ۵- نقشه زمین شناسی ساده شده منطقه مورد مطالعه (سازمان زمین شناسی کشور، ۱۹۷۰)

Late Norian - Early Rheatian			Nayband		Lithology	Lithological description	Foraminifera									
Age	Formation	Member	Thickness (m)	Samples			<i>Galvanella tollmanni</i>	<i>Ammobaculites eumorphos</i>	<i>Frondicularia rhoetica</i>	<i>Ammobaculites eumorphos</i>	<i>Agathammina austroalpina</i>	<i>Miliolipora cuvieri</i>	<i>Trochammina almdalensis</i>	<i>Trochammina alpina</i>	<i>Decapollina sp.</i>	
		Howz-e- Khan	100	SM-148		dark gray reefal limestone										
				SM-92		Oolitic limestone										
			75	SM-20		alternating layer of thinly sandstone with shale and limestone										
				SM-20		alternating layer of thinly shale and limestone										
			50	SM-10		alternating layer of sandstone with shale and limestone										
				SM-10		alternating layer of sandstone with shale										
			25	SM-4		covered										
			0	SM-4		covered										
M - Triassic						oolitic limestone		Shale		Reefal limestone						
Shotori Formation						Dolomite		Limestone		Sandstone						
						Unconformity		Sandstone (Coarse grain)								

شکل ۶- ستون چینه شناسی برش مطالعه شده

۴- رده بندی سیستماتیک و اهمیت استراتیگرافی گونه *Galeanella tollmanni*:

Suborder Miliolina Delage & Herouard, 1896

Superfamily Milioliporoidea Ehrenberg, 1839

Subfamily Galeanellinae author and year?

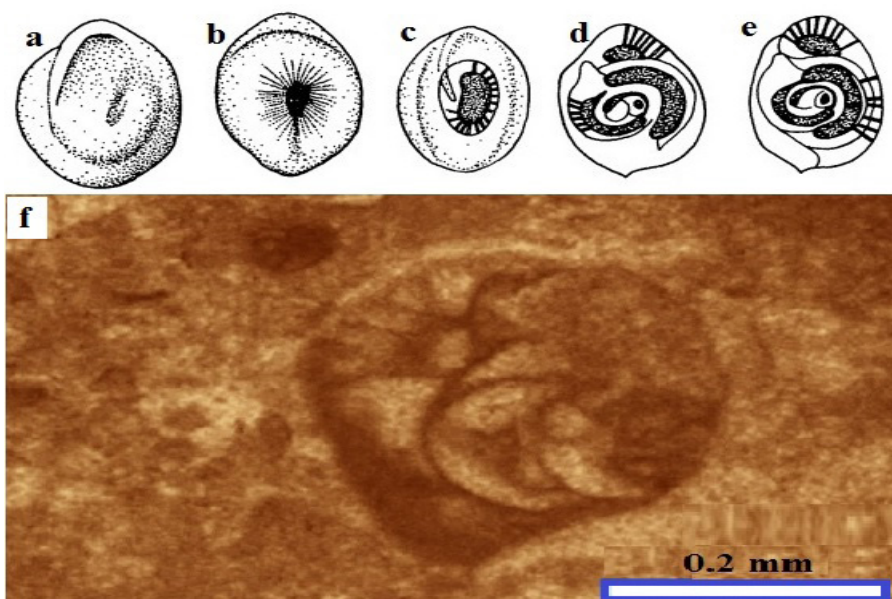
Galeanella Kristan, 1958

Galeanella tollmanni Kristan, 1957

تشخیص این گونه بر مبنای پرولوکولوم و دوره‌های بعدی تشکیل شده که معمولاً در چند صفحه جدا و به‌طور چشمگیری متفاوت به‌صورت مارپیچ پیچیده‌اند و به حجره‌ها تقسیم می‌شوند، حجره‌ها مانند Oph- thalmidium از داخل ضخیم و به سمت بیرون نازک می‌شوند. دوره‌ها در بیرون یا قابل تشخیص نیستند یا فقط به‌طور ضعیف نمایان‌اند. دهانه کوچک به‌صورت قیفی شکل به سمت بیرون گشاد می‌شود. پوسته آهکی و منفذدار است (شکل ۷). در این گونه دوره‌ها در سه صفحه پیچیده شده است و این دوره‌ها تا آخرین دور از بیرون قابل تشخیص نیست و تنها دور آخر آن قابل رویت است. دور آخر به‌صورت طولی پیش می‌رود و در زیر به یک گشادشدگی قیفی شکل ختم می‌شود که در میانه یا کمی خارج از مرکز قرار دارد و

در مرکز آن دهانه گرد قرار گرفته است. از این دهانه، رشته‌های باریک شعاعی به‌طرف بیرون می‌روند که تا لبه قیف کاملاً نمی‌رسند. پوسته آهکی و منفذدار است؛ حجره‌ها از داخل ضخیم و به سمت بیرون نازک می‌شوند.

همانطوری که در شکل‌های بالا مشخص است، پوسته بیضوی تا تخم‌مرغی شکل است و پرولوکولوس نسبتاً بزرگ می‌باشد و مارپیچ آن پیچیده اینولوت است و در مرحله نهایی تمایل به باز شدن دارد. بخش باز شده کوتاه‌تر از نمونه *Oolina gracilis* است. دیواره آن آهکی، چینی‌مانند یا پرسلانوز است ولی اغلب باز کریستالیزه شده است. سطح اتاقک نهایی به صورت عرضی چین خورده است؛ دهانه انتهایی دارد. این گونه از دوره نورین ترکیه (Altiner et al., 1992) و ایتالیا (Se- Di Ste-) (nowbari-Daryan and Rashidi, 2010) گزارش شده است. همچنین از رسوبات نورین-رتین ایتالیا (Senowbari-Daryan and fano et al., 1990) و اتریش (Flügel, 1996) یافت شده است. همچنین این فرامینفر در سنگ‌های آهکی برش شمال شرق اصفهان همراه با ماکروفسیل‌ها (از جمله اسفنج‌ها) توسط Bagi et al. (2021) گزارش شده است این گونه شاخص از بخش فوقانی منطقه مطالعه شده از عضو حوضه‌خان شناسایی شده است (شکل ۸ گسترش). این گونه هم‌زمان



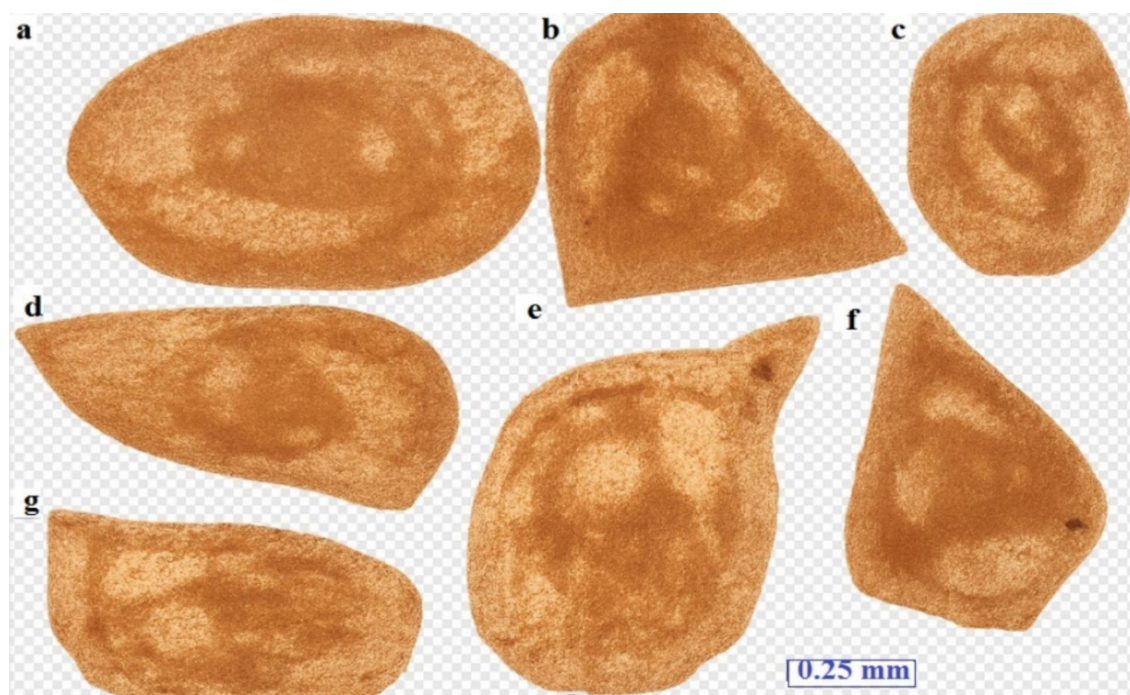
شکل ۷- مورفولوژی و و برش‌های مختلف گونه *Galeanella tollmanni* (e تا f) (Kristian, 1957) و f برش محوری این گونه (نمونه ۱۴۸)

و بطور کلی شکلی بیضی یا دایره‌ای دارند و تطبیق کاملی با معرفی این گونه توسط (Kristan 1975) شده است، دارد. اگر چه تحلیل محیط نیاز به بررسی رخساره ای و ریز رخساره ای دارد، اما پراکندگی اندازه‌ها بیانگر محیط پلاتفرمی کم‌عمق است (Zamani et al., 2025). بررسی‌ها نشان می‌دهد اغلب فرامینفرها دارای حفظ‌شدگی متوسط تا خوب بوده و شواهدی از بازبلورشدگی شدید مشاهده نشد.

با آمونیت‌ها و پالینومورف‌های انتهای نورین-ابتدای رتین می‌باشد (Cirilli et al., 2005) است.

به منظور ارزیابی و مقایسه با گزارش‌های موجود این گونه از نظر نسبت‌های بیومتریکی نیز اندازه‌گیری گردیده است (جدول ۱)

تحلیل آماری ابعاد گونه *Galeanella tolmanni* نشان می‌دهد که از نظر شکلی این گونه دارای تنوع متوسط است و ابعاد نمونه‌ها تقریباً برابر یا یکسان است،



شکل ۸- برش‌های مختلف از گونه *Galeanella tolmanni*. a و b- نمونه شماره ۱۲، c، d و e نمونه شماره ۵۰، f و g نمونه ۱۳۹ در برش مطالعه شده.

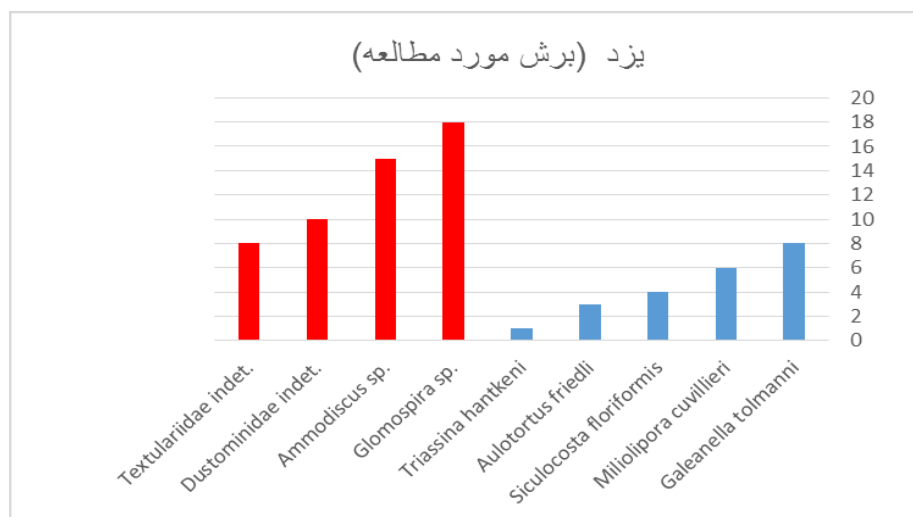
Sample	d3(mm)	d2(mm)	d1(mm)
c	0.100	0.080	0.100
e	0.090	0.070	0.090
F	0.160	0.120	0.160
g	0.120	0.090	0.120
b	0.140	0.100	0.140
a	0.180	0.120	0.180
d	0.220	0.160	0.220

جدول ۱- اندازه‌گیری بیومتریکی گونه *Galeanella tolmanni* از نمونه‌های بررسی شده



پوسته	نام جنس / گونه	یزد (برش مورد مطالعه)
آهکی	<i>Galeanella tollmanni</i>	8
آهکی	<i>Miliolipora cuvillieri</i>	6
آهکی	<i>Siculocosta floriformis</i>	4
آهکی	<i>Aulotortus friedli</i>	3
آهکی	<i>Triassina hantkeni</i>	1
آگلوتینه	<i>Glomospira</i> sp.	18
آگلوتینه	<i>Ammodiscus</i> sp.	15
آگلوتینه	Dustominidae indet.	10
آگلوتینه	Textulariidae indet.	8
	Indet. / test composition unknown	27

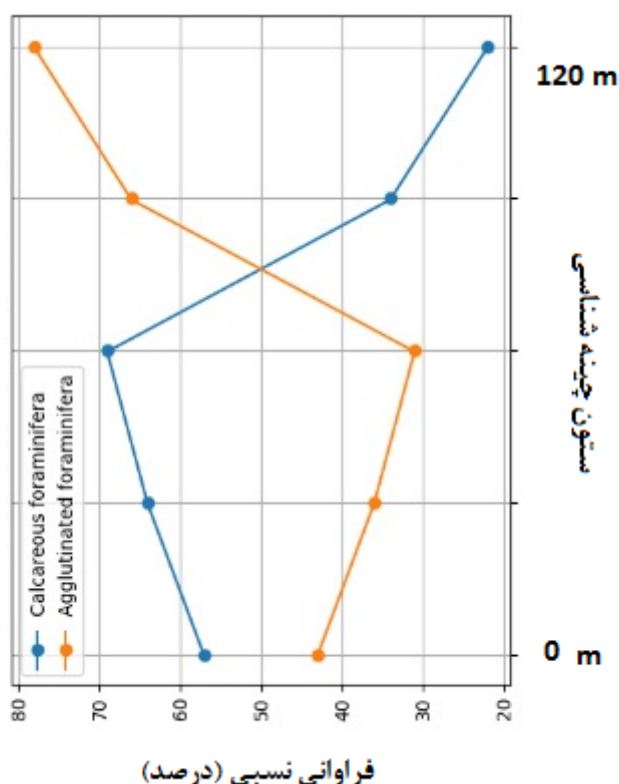
جدول ۲- جدول و نمودار ستونی همراه با شمارش فرامینفرهای مطالعه شده در عضو شیخ خان



است. در بخش‌های زیرین مقطع، فرامینفرهای با پوسته آهکی، به‌ویژه اعضای خانواده Galeanellida، جنس‌هایی نظیر *Miliolipora* و *Aulotortus*، همراه با فرم‌های میلیولیدی اولیه، فراوانی نسبتاً بالایی دارند که بیانگر شرایط پایدار پلتفرم کربناته با شوری و دمای متعادل است. با حرکت به سمت بالای مقطع، همزمان با نزدیک شدن به انتهای تریاس، فراوانی فرامینفرهای آهکی به‌طور محسوسی کاهش یافته و در مقابل، فرامینفرهای با پوسته آگلوتینه به‌ویژه جنس‌های *Ammodiscus*، *Glomospira* و *Textularia* به‌صورت چشمگیری افزایش می‌یابند و به عناصر غالب تجمعات فرامینفری تبدیل می‌شوند (شکل ۹).

۵- محیط دیرینه سازند نای بند در نورین-رتین

در این رسوبات فسیل‌های با ارزش زیست‌محیطی از دوره نورین-رتین (تریاس بالایی) در محدوده ۳۲۵-۲۰۲ میلیون سال پیش) شناسایی شدند. جنس و گونه‌های شاخص شناخته شده شامل *Galeanella tol-* *Ag- Frondicularia rhaetica*، *Ammobaculites manni* spp. *Miliolipora cuvillieri*، *athammina austroalpina* و *Trochammina almtalensis*، *Trochammina alpina* و *Decapodina* sp. هستند. بررسی تجمعات فرامینفری در مقطع مورد مطالعه تریاس بالایی منطقه یزد نشان‌دهنده تغییرات قابل توجهی در ترکیب جوامع میکروفسیلی از بخش‌های پایینی به بخش‌های بالایی توالی رسوبی



شکل ۹ - تغییر فراوانی فرامینیفرا از انتهای نورین-ابتدای رتین، افزایش فرامینیفراهای با پوسته آگلوتینه در ابتدای رتین و کاهش فرامینیفراهای با پوسته آهکی

تحلیل این مجموعه فسیلی به بازسازی تغییرات دمایی آب‌های سطحی و بستر دریا در این دوره می‌تواند کمک شایان توجهی نماید. این گروه فسیلی از روزنه داران ابزارهای مهمی برای بازسازی شرایط محیطی گذشته هستند، زیرا حساسیت آنها به پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب (دمای آب، شوری، عمق) در لایه‌های رسوبی ثبت می‌شود. این گروه از فرامینیفرا در رسوبات نورین-رتین در طیف گسترده‌ای از محیط‌های دریایی یافت می‌شوند (تغییر فرم، فراوانی و ..) و برای تعیین تغییرات اقلیمی و اکولوژیکی دوره تریاس بالایی مورد استفاده قرار گیرد (Del Piero et al., 2009, 2022; Martini et al., 2009). گونه‌های گرم‌دوست و سطحی مانند *Miliolipora cuvillieri* و حضور *De-capodina* در بخش‌های کم عمق نشان‌دهنده شرایط آب‌های نسبتاً گرم و کم عمق در برخی اقیانوس‌های رسوبی هستند. گونه‌های نیمه عمیق تا سرد مانند *Agathammina austroalpina* و *Trochammina alpina* بیانگر آب‌های خنک‌تر و بسترهای عمیق‌تر در بازه‌های زمانی خاص‌اند. *Galeanella tolmanni* به عنوان یک شاخص مهم نورین-رتین، در کل دوره حضور داشته و نشان‌دهنده ترکیب زیستی دریایی است که تحت تاثیر دما و شرایط شوری متغیر بوده است. افزایش نسبی *Miliolipora cuvillieri* همراه با حضور *Decapo-dina* نشان می‌دهد که در برخی زمان‌ها دمای سطحی آب افزایش یافته و محیط به آب‌های گرم‌تر نزدیک ساحل تبدیل شده است (Gale et al., 2020). این ترکیب معمولاً در رسوبات کم عمق و آب‌های گرم با دمای بالاتر رخ می‌دهد. وجود *Agathammina austroalpina* و *Trochammina alpina* به طور کلی ارتباط با آب‌های سردتر دارد، که نشان‌دهنده دوره‌های سردتر آب‌های عمقی تا نیمه عمیق است. گونه‌هایی مانند *Galeanella tolmanni* که در طول زمان‌های مختلف نورین پسین-رتین اولیه حضور داشته‌اند، نشان می‌دهند که دوره‌هایی از ثبات محیطی و دمایی نسبتاً معتدل نیز وجود داشته است. همچنین نوسانات دمایی واضح در محیط‌های دریایی در این مقیاس زمانی وجود داشته است (Apthorpe, 2003; Peybernes et al., 2020).

تحلیل این مجموعه فسیلی به بازسازی تغییرات دمایی آب‌های سطحی و بستر دریا در این دوره می‌تواند کمک شایان توجهی نماید. این گروه فسیلی از روزنه داران ابزارهای مهمی برای بازسازی شرایط محیطی گذشته هستند، زیرا حساسیت آنها به پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب (دمای آب، شوری، عمق) در لایه‌های رسوبی ثبت می‌شود. این گروه از فرامینیفرا در رسوبات نورین-رتین در طیف گسترده‌ای از محیط‌های دریایی یافت می‌شوند (تغییر فرم، فراوانی و ..) و برای تعیین تغییرات اقلیمی و اکولوژیکی دوره تریاس بالایی مورد استفاده قرار گیرد (Del Piero et al., 2009, 2022; Martini et al., 2009). گونه‌های گرم‌دوست و سطحی مانند *Miliolipora cuvillieri* و حضور *De-capodina* در بخش‌های کم عمق نشان‌دهنده شرایط آب‌های نسبتاً گرم و کم عمق در برخی اقیانوس‌های رسوبی هستند. گونه‌های نیمه عمیق تا سرد مانند *Agathammina austroalpina* و *Trochammina alpina* بیانگر آب‌های خنک‌تر و بسترهای عمیق‌تر در بازه‌های زمانی خاص‌اند. *Galeanella tolmanni* به عنوان یک



بررسی‌های آماری نشان می‌دهد زمان‌هایی با شرایط آب‌های گرم‌تر و کم‌عمق مشخص شده‌اند که *Miliolipora* و *De-capodina* وجود داشته است، در حالی که زمان‌هایی با شرایط سردتر و محیط‌های عمیق‌تر با حضور *Agathammina* و *Tro-*

chammina alpina مشخص می‌شوند (شکل ۱۱). این نتایج با شواهد میکروپالئوتولوژی تریاس در سراسر حوزه تیتس و مناطق مشابه مطابقت دارند، (Gale et al., 2012).

گزارش	جنس/گونه	محیط زندگی
Gale et al., 2020	<i>Miliolipora cuvillieri</i>	آب‌های گرم و کم‌عمق (نزدیک ساحل)
Vuks, 1996; Gale et al., 2020	<i>Decapodina (Sigmoidina) schaeferae</i>	آب‌های گرم و کم‌عمق (نزدیک ساحل)
Vuks, 1996 (West Caucasus, Pamirs)	<i>Agathammina austroalpina</i>	آب‌های خنک‌تر و عمیق‌تر
Vuks, 1996	<i>Trochammina alpina</i>	آب‌های خنک‌تر و عمیق‌تر

جدول ۳- محیط زندگی فرام‌های مورد مطالعه

و نیمه‌بسته که شوری را به‌ویژه در محیط‌های کربناته و لاگون‌های تیتسی افزایش داد، (Tabor and Poulsen, 2023). افزایش تنش محیطی از نورین به رتین بارزترین شاخص از ناپایداری زیست‌محیطی تفسیر می‌شود. ترکیب هم‌زمان افزایش دما و شوری فشار مضاعفی بر اکوسیستم‌های دریایی وارد کرده است. کاهش اکسیژن محلول (anoxia/dysoxia) در اثر گرم‌شدن آب و کاهش اختلاط عمودی، نوسانات سریع سطح آب دریا و تغییر فاسیس‌ها که باعث ناپایداری زیستگاه‌ها شده است. این شرایط احتمالاً زمینه‌ساز کاهش تنوع زیستی و بحران‌های زیست‌محیطی پیش از انقراض انتهای تریاس بوده است. در مجموع، نمودار نشان می‌دهد که ایران مرکزی در اواخر تریاس تحت تأثیر مستقیم تحولات جهانی تیتس مرکزی قرار داشته است، اما به دلیل موقعیت پالئوجغرافیایی، کم‌عمق بودن حوضه‌ها، و اقلیم گرم و خشک، شدت اثرات اقلیمی (به‌ویژه شوری و تنش محیطی) در این ناحیه بیشتر از نواحی عمیق‌تر تیتس بوده است (Frakes et al., 2017).

افزایش تدریجی دما، شوری و تنش‌های محیطی از نورین-رتین در ایران مرکزی نشان‌دهنده حرکت سیستم رسوبی تیتس مرکزی به سمت شرایط گرم، محدود و ناپایدار در اواخر تریاس است. این تغییرات احتمالاً نتیجه هم‌افزایی فعالیت‌های آتشفشانی CAMP، تغییرات سطح آب دریا و ویژگی‌های پالئوجغرافیایی ایران مرکزی بوده و نقش مهمی در بحران‌های زیستی پیش از مرز تریاس-ژوراسیک ایفا کرده‌اند (Simms and Ruffell, 2018).

تغییرات نسبی دما، شوری و تنش‌های محیطی را در بازه زمانی نورین تا رتین (تریاس بالایی) در حاشیه تیتس مرکزی-ایران مرکزی در شکل ۱۰ نشان داده شده است. روند کلی هر سه شاخص افزایشی است که بیانگر ناپایداری تدریجی شرایط محیطی در آستانه مرز تریاس-ژوراسیک می‌باشد. افزایش دما از نورین به رتین را می‌توان به عوامل متعددی نسبت داد، برای مثال فعالیت‌های گسترده ماگمایی (Central Atlantic Magmatic Province) در اواخر تریاس که باعث افزایش CO₂ اتمسفری و تشدید اثر گلخانه‌ای شد (Schaller et al., 2011; Belcher and McElwain, 2008). این تغییرات احتمالاً با روندهای گرمایش جهانی اواخر تریاس که در ارتباط با CAMP گزارش شده‌اند، هم‌زمان بوده است. همچنین پالئوجغرافیای عرض‌های پایین ایران مرکزی که در کمر بند نیمه‌خشک تا گرمسیری تیتس مرکزی قرار داشته و مستعد افزایش دما بوده است. در این راستا می‌توان به کاهش گردش مؤثر آب‌های اقیانوسی تیتس که موجب تجمع گرما در حوضه‌های کم‌عمق ایران مرکزی شده است نیز اشاره کرد.

روند افزایشی شوری از نورین به رتین نشان‌دهنده گرایش محیط به سمت شرایط محدود و تبخیری است که دلایل آن پسروی نسبی دریا می‌باشد که در اواخر تریاس که باعث کاهش تبادل آب با اقیانوس باز تیتس شد. افزایش نرخ تبخیر نسبت به بارش در اقلیم گرم و خشک ایران مرکزی. ایجاد حوضه‌های کم‌عمق

غالب (نظیر *Galeanella* که نماینده محیط‌های گرم، کم‌عمق و پرشور هستند)، سنگ‌شناسی همراه (دولومیت و افق‌های تبخیری)، و موقعیت پالئوگرافیایی ایران مرکزی در عرض‌های پایین کمربند گرمسیری، وجود اقلیمی گرم و خشک با دمای بالاتر از میانگین تیس مرکزی را نشان می‌دهد. این ویژگی‌های محلی در بستر روند جهانی گرمایش اواخر تریاس (ناشی از فعالیت CAMP و افزایش CO₂ اتمسفری بخصوص در کشور کنونی عمان) شکل گرفته و به همین دلیل قابل مقایسه با شرایط گلخانه‌ای پایانه تریاس است. افزون بر این، حضور گونه‌های مشترک فرامینفر بین ایران و سایر نقاط تیس (آلپ، هیمالیا، تبت) نشان‌دهنده وجود ارتباطات دریایی و مهاجرت پذیری در این حوضه‌هاست، هرچند که شرایط محیطی خاص ایران سبب تفاوت در ترکیب نهایی جوامع شده است.

کاهش تنوع زیستی فرامینفرها در افق‌های بالایی رسوبات، همراه با غلبه جنس‌های یوری‌هالین (تحمیل‌کننده دامنه وسیع شوری)، بیانگر افزایش شوری آب دریا است. این ویژگی معمولاً به شرایط تبخیر بالا و محدود بودن ارتباط حوضه رسوبی با آب آزاد نسبت داده می‌شود. شوری متوسط تا بالا، یکی از شاخص‌های اصلی اقلیم خشک تا نیمه‌خشک در نورین ایران مرکزی محسوب می‌شود. غلبه فرامینفرهای بنتیک کوچک، نبود گونه‌های شاخص آب‌های عمیق و همراهی آن‌ها با رخساره‌های آن نشان می‌دهد که رسوبات نورین در محیط‌های دریایی کم‌عمق نهشته

بررسی مجموعه فرامینفرهای بنتیک در نهشته‌های نورین ایران مرکزی اطلاعات ارزشمندی در خصوص شرایط محیط‌دیرینه و آب و هوای دیرینه حاکم بر این ناحیه در طی تریاس‌بالایی فراهم می‌آورد. غلبه مجموعه‌هایی با تنوع زیستی محدود که عمدتاً از فرامینفرهای بنتیک کم‌عمق تشکیل شده‌اند، نشان‌دهنده نهشته‌شدن رسوبات در یک پلاتفرم کربناته گرم در این بخش از تیس مرکزی است.

بر اساس مطالعه این مجموعه فرامینفرهای نورین در ایران مرکزی، می‌توان نتیجه گرفت که این رسوبات در محیط‌های دریایی کم‌عمق گرم، با شوری متوسط تا بالا و تحت تأثیر اقلیم غالباً خشک تا نیمه‌خشک نهشته شده‌اند. تغییرات در ترکیب فرامینفرها نشان‌دهنده ناپایداری اقلیمی و نوسانات سطح آب دریا در تریاس‌بالایی است که در نهایت زمینه‌ساز تحولات زیستی و اقلیمی انتهای تریاس شده‌اند. مجموعه فرامینفرهای بنتیک نورین در ایران مرکزی، با غلبه جنس‌های مقاوم به دما و شوری بالا، بیانگر نهشته‌شدن رسوبات در محیط‌های دریایی کم‌عمق گرم و تحت شرایط اقلیمی خشک تا نیمه‌خشک در طی تریاس بالایی است. (Gale 2021; Xu et al, 2025). در جدول ۴ پراکندگی گونه‌های شناسایی شده در نقاط مختلف تیس نشان دریا از شرایط کنونی مطابقت دارد. اگرچه اطلاعات موجود به تنهایی نمی‌تواند شرایط گلخانه‌ای را اثبات کند، اما ترکیب آن با شواهد بوم‌شناسی فرامینفرهای

نام گونه یا جنس	منطقه یزد	شمال شرق اصفهان	برش اصلی نای بند	ترکیه	جنوب شرقی آسیا	جنوب شرقی آلپ
<i>Galeanella tolmanni</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Ammobaculites eumorphos</i>	*		*			*
<i>Fronicularia rhaetica</i>	*		*		*	*
<i>Aghatamina austroalpina</i>	*	*	*	*		*
<i>Miliolipora cuvillieri</i>	*		*			*
<i>Trochammina almtalensis</i>	*		*			*
<i>Trochammina alpina</i>	*		*			*
<i>Decapodina sp</i>	*					*

جدول ۴- پراکندگی فرامینفرهای تریاس‌بالایی در تیس مرکزی (Gale et al., 2020, 2022; Bagi et al., 2021; Xu et al., 2025)

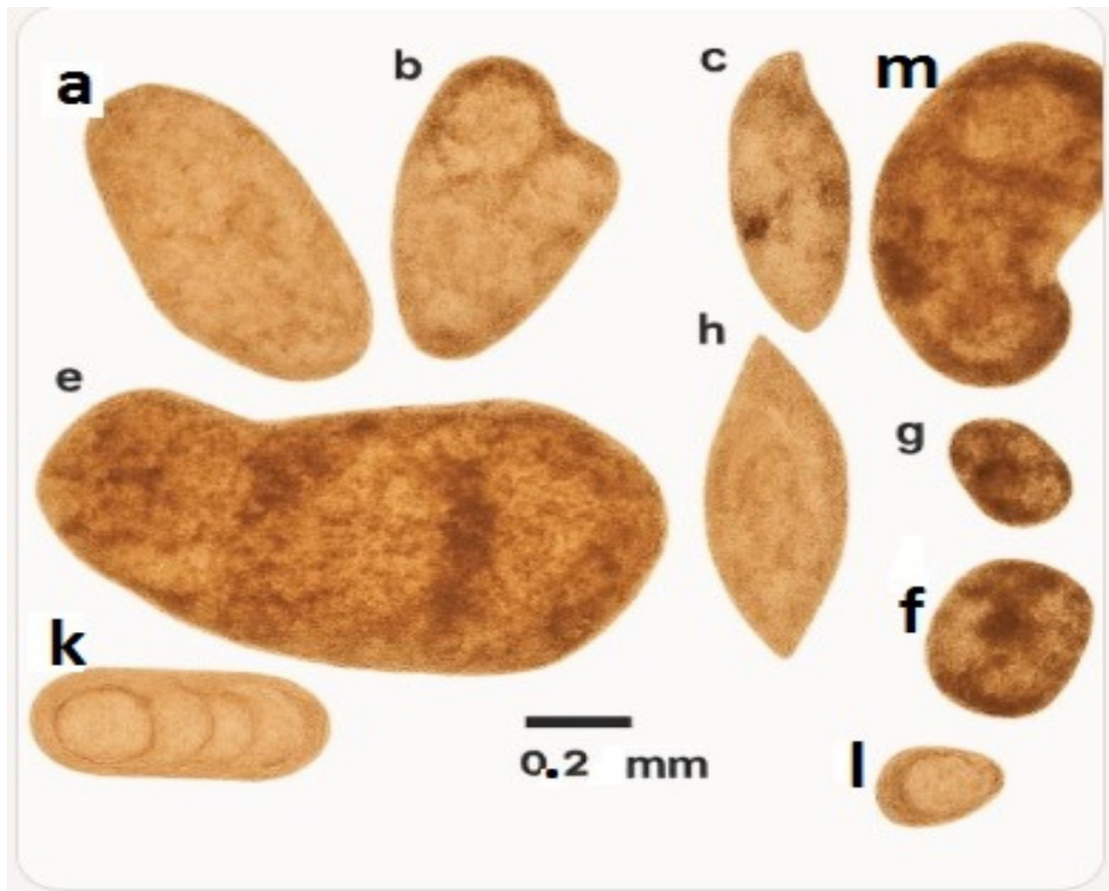
تغییر شیمی آب دریا که در سایر حاشیه‌های تیس گزارش شده‌اند، قابل تفسیر است.

۶- نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نشان می‌دهد که مجموعه فرامینفرهای بنتیک نورین-رتین سازند نای‌بند در ایران مرکزی، به‌ویژه حضور و فراوانی گونه شاخص *Galeanella tollmanni* ابزار قابل اعتمادی برای بازسازی شرایط پالئو اکولوژیکی و دمای دیرینه حاشیه تیس مرکزی در اواخر تریاس فراهم می‌آورد. ترکیب زیستی این مجموعه، همراه با داده‌های آماری ریخت‌سنجی، بیانگر نهشته‌شدن رسوبات در یک پلتفرم کربناته کم‌عمق تا نیمه‌محصور با نوسانات قابل توجه در دما، شوری و اکسیژن محلول است. تحلیل تغییرات عمودی

شده‌اند. این محیط‌ها معمولاً تحت تأثیر مستقیم نوسانات سطح آب دریا و تغییرات اقلیمی قرار دارند.

مطالعات تجمعات فرامینفرها در ستون‌های چینه‌شناسی رسوبات تریاس بالایی در تیس مرکزی بیانگر نوسانات اقلیمی کوتاه‌مدت و میان‌مدت در نورین است. افزایش تنوع فرامینفرها در برخی لایه‌ها نشان‌دهنده دوره‌هایی با ارتباط بهتر با دریای نئوتیس و شرایط مرطوب‌تر نسبی است، در حالی که کاهش تنوع و غلبه گونه‌های مقاوم، به دوره‌های خشکی، تبخیر بالا و محدودشدگی محیطی نسبت داده می‌شود. این نوسانات اقلیمی احتمالاً با پیشروی و پسروی‌های مکرر دریا و تغییرات سطح آب جهانی در تریاس بالایی مرتبط بوده‌اند (Gale et al., 2012; 2020; 2020; Xu et al., 2025). این تغییرات محلی احتمالاً در چارچوب ناپایداری‌های اقلیمی اواخر تریاس، از جمله گرمایش تدریجی، نوسانات شوری و



شکل ۱۱- نمونه‌های میکروسکوپی از فرامینفرهای عضو شیخ‌خان از سازند نای‌بند (یزد)، a-b-c-

، *Frondicularia raetica* --h، *Amobaulites* sp. - e، -*Trochammina almtalensis* d ، *Agathammina austroalpina* Lagenida l-، e-f-Undetermined

در این پژوهش داشتند قدردانی نماییم. همچنین از مسئولان دانشگاه یزد که در این راستا مساعدت نمودند سپاسگزاریم. از داوران گرامی که با نظرات ارزنده باعث بهبود این نوشتار گردیدند، صمیمانه سپاسگزاریم.

۸- منابع

- Altiner, D., Zaninetti, L., Martini, R. and Alkan, H. (1992). *Siculocosta floriformis* n. sp. (Siculocostidae, Milioliporacea), a new foraminifer from the reefal Upper Triassic (Norian-Rhaetian) of western Taurus (Lycian nappes), Turkey. *Revue de Paléobiologie*, 11(2), 313-322.
- Apthorpe, M. (2003). Early to lowermost Middle Triassic foraminifera from the Locker Shale of Hampton-1 well, Western Australia. *Journal of Micropalaeontology*, 22(1), 1-27. <https://doi.org/10.1144/jm.22.1.1>
- Bagi, H. and Rashidi, K. (2021). Hypercalcified chaetetid sponges and their paleoecological significance in the Esfandiar Formation, Deihuk area (Shotori Mountains, Tabas Block, Central Iran). *Applied Sedimentology*, 9(18), 152-163. <https://doi.org/10.22084/psj.2021.23995.1285>
- Bagi, H. and West, R.R. (2015). Microfacies and environmental significance of hypercalcified demosponges of the Upper Jurassic Esfandiar platform (Shotori Mountains, Tabas Block, east-central Iran). *Carbonates and Evaporites*, 30(4), 483-493. <https://doi.org/10.1007/s13146-015-0250-2>
- Bagi, H., Etesampour, A. and Rahimi, A. (2021). Environmental significance of benthic foraminifera and microfacies of central Tethyan Upper Triassic strata, central Iran. *Stratigraphy*, 18(2), 89-102. <https://doi.org/10.29041/strat.18.2.01>

مجموعه فرامینیفرها نشان می‌دهد که در طی نورین شرایط نسبتاً پایدارتر با آب‌های گرم و تهویه مناسب تر حاکم بوده، در حالی که با ورود به رتین، افزایش فراوانی گونه‌های مقاوم به تنش مانند *Agathammina austroalpina* و *Trochammina alpina* همراه با کاهش تنوع زیستی، حاکی از تشدید شرایط تنش‌زای محیطی، افزایش شوری و محدودشدگی تدریجی حوضه است. این روند با افزایش تدریجی دما و ناپایداری زیست محیطی در آستانه مرز تریاس-ژوراسیک همخوانی دارد.

نتایج این پژوهش با الگوهای گزارش شده از سایر نواحی تیس مرکزی هم‌راستا بوده و نشان می‌دهد که ایران مرکزی به دلیل موقعیت پالئوگرافیایی در عرض‌های پایین، کم‌عمق بودن حوضه‌ها و اقلیم غالباً خشک تا نیمه‌خشک، نسبت به تغییرات اقلیمی جهانی اواخر تریاس حساسیت بیشتری داشته است. در این چارچوب، اثرات هم‌افزای فعالیت‌های ماگمایی، نوسانات سطح آب دریا و محدودشدگی حوضه‌های رسوبی نقش مهمی در ایجاد شرایط ناپایدار زیست محیطی و کاهش تدریجی تنوع زیستی پیش از رویداد انقراض انتهای تریاس ایفا کرده‌اند.

این مطالعه اهمیت *Galeanella tollmanni* را نه تنها به‌عنوان یک شاخص زیست‌چینه‌ای نورین-رتین، بلکه به‌عنوان یک نشانگر پالئوئولوژیکی حساس به تغییرات محیطی در حاشیه تیس مرکزی برجسته می‌سازد و بر نقش کلیدی فرامینیفرها بنتیک در درک تحولات اقلیمی و زیست محیطی اواخر تریاس تأکید می‌کند.

این مطالعه یکی از معدود شواهد میکروپالئونتولوژیکی از ناپایداری‌های پالئو اقلیمی نورین-رتین در ایران مرکزی را ارائه می‌دهد. در این راستا با توجه به تغییرات فراوانی فرامینیفرها، می‌توان مدل پالئو محیطی گذار از یک سکوی کربناته باز در نورین پسین به یک محیط لاگونی محدود و تحت تنش‌های محیطی در رتین پیشین را در سازند نایبند (ایران مرکزی) پیشنهاد داد.

۷- تشکر و قدردانی

در پایان بر خود لازم می‌دانیم که از پروفیسور لوکا گاله از دانشگاه لیوبلیانا اسلوانی که کمک شایان توجهی



- Delage, Y. and Hérourard, E. (1896). *Traité de zoologie concrète: Tome I. La cellule et les protozoaires*. Paris: Schleicher Frères.
- Di Stefano, P., Gullo, M. and Senowbari-Daryan, B. (1990). The Upper Triassic reef of Monte Genuardo (southwestern Sicily). *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 109, 103–114.
- Ehrenberg, C.G. (1838). *Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen: Ein Blick in das tiefere organische Leben der Natur*. Leipzig: Leopold Voss, 547 pp.
- Etesampour, A., Mahboubi, A., Moussavi-Harami, R., Arzani, N. and Salehi, M.A. (2020). Depositional history and sequence stratigraphy of central Tethyan Upper Triassic Nayband Formation, Central Iran. *Carbonates and Evaporites*, 35, 13. <https://doi.org/10.1007/s13146-019-00540-0>
- Frakes, L.A., Francis, J.E. and Syktus, J.I. (2017). *Climate modes of the Phanerozoic*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316339265>
- Fürsich, F.T., Wilmsen, M., Seyed-Emami, K., Cecca, F. and Majidifard, M.R. (2005). The upper Shemshak Formation (Toarcian–Aalenian) of the Eastern Alborz (Iran). *Facies*, 51(3), 365–384. <https://doi.org/10.1007/s10347-005-0051-z>
- Fürsich, F.T., Wilmsen, M., Seyed-Emami, K. and Majidifard, M.R. (2009). Lithostratigraphy of the Upper Triassic–Middle Jurassic Shemshak Group of Northern Iran. In: *South Caspian to Central Iran Basins*. London: Geological Society, pp. 129–160. <https://doi.org/10.1144/SP312.6>
- Gale, L., Korat, L., Marinšek, M. and Grădinaru, E. (2022). Use of X-ray micro-computed tomography on selected Upper Triassic (Rhaetian) foraminifera from the western Black Sea shelf. *Barros, I.S., Haig, D.W. and McCartain, E. (2025). Upper Triassic (Norian–Rhaetian) variostomatids (Foraminifera), Timor-Leste: Systematics, paleoenvironmental, and biostratigraphic implications. Journal of Foraminiferal Research, 55(2), 188–217. https://doi.org/10.61551/gsj-fr.55.2.188*
- Belcher, C.M. and McElwain, J.C. (2008). Limits for combustion in low O₂ redefine paleoatmospheric predictions for the Mesozoic. *Science*, 321(5893), 1197–1200. <https://doi.org/10.1126/science.1160978>
- Buchs, D.M., Bagheri, S., Martin, L., Hermann, J. and Arculus, R. (2013). Paleozoic to Triassic ocean opening and closure preserved in Central Iran: Constraints from the geochemistry of meta-igneous rocks of the Anarak area. *Lithos*, 172–173, 267–287. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2013.02.009>
- Cifelli, F., Mattei, M., Rashid, H. and Ghalamghash, J. (2013). Right-lateral transpressional tectonics along the boundary between Lut and Tabas blocks (Central Iran). *Geophysical Journal International*, 193(3), 1153–1165. <https://doi.org/10.1093/gji/ggt070>
- Cirilli, S., Buratti, N., Senowbari-Daryan, B. and Fürsich, F.T. (2005). Stratigraphy and palynology of the Upper Triassic Nayband Formation of east-central Iran. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 111(2), 259–270. <https://doi.org/10.13130/2039-4942/6312>
- Del Piero, N., Rigaud, S., Peybernès, C., Forel, M.-B., Farley, N. and Martini, R. (2022). Upper Triassic carbonate records: Insights from the most complete Panthalassan platform (Lime Peak, Yukon, Canada). *Geosciences*, 12(8), 292. <https://doi.org/10.3390/geosciences12080292>

- iferengattungen aus dem Rhät. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 1958(1), 114.
- Kryštyn, L., Balini, M., Aghababalou, B.S. and Hairapetian, V. (2019). Norian ammonoids from the Nayband Formation (Iran). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 125(1), 231–248. <https://doi.org/10.13130/2039-4942/11412>
- Martini, R., Peybernès, B. and Moix, P. (2009). Late Triassic foraminifera in reefal limestones of SW Cyprus. *Journal of Foraminiferal Research*, 39(3), 218–230. <https://doi.org/10.2113/gsjfr.39.3.218>
- Rahimi, A., Adabi, M.H., Aghanabati, S.A., Majidifard, M.R. and Jamali, A.M. (2017). Petrography and geochemistry of dolomites in the Shotori Formation. *Geosciences Scientific Quarterly Journal*, 26(103), 61–72. <https://doi.org/10.22071/gsj.2017.46729>
- Schaller, M.F., Wright, J.D. and Kent, D.V. (2011). Atmospheric pCO₂ perturbations associated with the Central Atlantic magmatic province. *Science*, 331(6024), 1404–1409. <https://doi.org/10.1126/science.1199010>
- Senowbari-Daryan, B. and Flügel, E. (1996). Nachweis einiger Riff-Foraminiferen aus den norischen Dachsteinkalken. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 139(2), 247–271.
- Senowbari-Daryan, B. and Rashidi, K. (2010). Foraminifera and their associations of a possibly Rhaetian section of the Nayband Formation in central Iran, northeast of Esfahan. *Facies*, 56(4), 567–596. <https://doi.org/10.1007/s10347-010-0221-5>
- Simms, M.J. and Ruffell, A.H. (2018). Sediments and paleoenvironments of the Late Triassic Tethys margin. *Journal of Sedimentary Research*, 88(9), 1283–1298.
- Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 128(1), 267–282. <https://doi.org/10.54103/2039-4942/14283>
- Gale, L., Rigaud, S., Gennari, V., Blau, J., Rettori, R., Martini, R. and Gaetani, M. (2020). Recognition of upper Triassic temperate foraminiferal assemblages: Insights from the Khodz Group (NW Caucasus, Russia). *Global and Planetary Change*, 188, 103152. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2020.103152>
- Gale, L., Rettori, R., Martini, R., et al. (2012). Miliolipora species (Foraminifera, Miliolina) from the Rhaetian Dachstein Limestone of Karavanke Mts (Slovenia): Palaeoecological and palaeobiogeographical implications. *Revue de Micropaléontologie*, 55(3), 99–112. <https://doi.org/10.1016/j.revmic.2012.05.001>
- Gale, L., Kolar-Jurkovešek, T., Šmuc, A. and Rožič, B. (2012). Integrated Rhaetian foraminiferal and conodont biostratigraphy from the Slovenian Basin, eastern Southern Alps. *Swiss Journal of Geosciences*, 105, 435–462. <https://doi.org/10.1007/s00015-012-0117-1>
- Geological Survey of Iran (1970). Geological map of the Yazd quadrangle, scale 1:250,000 [Map]. <http://www.gsi.ir/maps/yazd250k.pdf>
- Haig, D.W., Rigaud, S., McCartain, E., et al. (2021). Upper Triassic carbonate-platform facies, Timor-Leste. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 575, 110362. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2021.110362>
- Krištan, E. (1957). Ophthalmitidae und Tetrataxinae (Foraminifera) aus dem Rhät der Hohen Wand in Nieder-Österreich. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 100, 269–298.
- Krištan, E. (1958). Neue Namen für zwei Foramin-



- 1045–1063. <https://doi.org/10.2110/jsr.2018.60>
- Tabor, N.J. and Poulsen, C.J. (2021). Triassic climate transitions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 562, 110133. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2021.110133>
- Teknik, V., Thybo, H. and Artemieva, I.M. (2024). Crustal structure in the Central Tethys realm. EGU General Assembly 2024, EGU24-11578. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-11578>
- Vuks, V.J. (1996). Late Triassic foraminifers of Caucasus and Pamirs. *Annali del Museo Civico di Rovereto*, 11, 199–206.
- Wilmsen, M., Fürsich, F.T., Seyed-Emami, K. and Majidifard, M.R. (2009). Stratigraphy and facies development of the Jurassic System on the Tabas Block. In: *South Caspian to Central Iran Basins*. London: Geological Society, pp. 323–343. <https://doi.org/10.1144/SP312.15>
- Xu, W., Liu, L., Kohn, M.J., Liu, P. and Cai, J. (2025). Late Triassic continental eclogite in the central Tibetan Plateau reveals 2500-km-long Paleo-Tethys continental subduction. *Geology*, 53(1), 23–28. <https://doi.org/10.1130/G52796.1>
- Zamansani, N. and Rajabzadeh, M.A. (2025). Triassic depositional environment in the Tabas Basin, Central Iran: Constraints from mineralogy and geochemistry of coals. *Iranian Journal of Science*, 50(3), 1033–1049.