

زیست‌چینه‌نگاری داینوفلاژله‌های ژوراسیک میانی سازند هجدک در کوچکلی جنوبی، طبرستان و تطابق آن با دیگر زیست‌زون‌های پالینومورفی هم‌ارز فاطمه واعظ جوادی*

استادیار، دانشکده زمین‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۰۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۲۱

چکیده

سازند هجدک گسترش خوبی در محدوده کفه طبرستان دارد. پالینوفلورای گوناگون و به نسبت حفظ شده‌ای در سازند هجدک چاه شماره ۲۱۰ اکتشافی زغال‌سنگ منطقه کوچکلی جنوبی در جنوب باختر طبرستان وجود دارد. این پژوهش بر پایه سیستم‌داینوفلاژله‌ها صورت گرفت به طوری که ۱۲ گونه داینوسیست متعلق به ۵ جنس و ۲ گونه اکریتارک شناسایی شد. بر پایه اولین و آخرین حضور دیده شده (LOO, FOO) گونه‌های شاخص داینوفلاژله، یک زیست‌زون تجمعی به نام *Nannoceratopsis tricerata*-*Pareodinia ceratophora* Assemblage Zone شناسایی شد. همچنین، یک زیرزیست‌زون *Nannoceratopsis gracilis* Total Range Subzone در بخش بالایی سازند هجدک تشخیص داده شد. این زیست‌زون‌ها قابل تطابق با مناطق مختلف ایران و جهان به ویژه در نیمکره شمالی هستند. حضور گونه‌های متعدد *Nannoceratopsis* در این منطقه از کوچکلی جنوبی نشان‌دهنده مرز ساحل جنوبی دیرینه کفه طبرستان در خلال آلنین-بازوسین بوده است.

کلیدواژه‌ها: سیستم‌داینوفلاژله، ژوراسیک میانی، زیست‌چینه‌نگاری، سازند هجدک، طبرستان.

***نویسنده مسئول:** فاطمه واعظ جوادی

E-mail: vaezjavadi@ut.ac.ir

۱- پیش‌نوشتار

ایران مرکزی دربردارنده چندین کفه (Block) است که توسط گسل‌ها محدود شده‌اند. کفه طبرستان توسط گسل‌های نایبندان و کلمرد به ترتیب در خاور و باختر محدود شده است (Aghanabati, 1977). ایران مرکزی - خاوری یک خردقاره و بخشی از قطعه قاره‌ای سیمیرین در تریاس پایانی است (Şengör, 1990). بیشتر سنگ‌های ژوراسیک که در کفه طبرستان یافت می‌شوند در میانه سه کفه دیگر جای دارند که اصطلاحاً به خردقاره ایران مرکزی - خاوری (Central-East Iranian Microcontinent/ CEIM) معروف است (Takin, 1972). بدین ترتیب، پس از کوهزایی سیمیرین، گسل خوردگی‌های ایران مرکزی منتج به ایجاد یک حوضه جدید میان گسلی شد. میزان بالای فرونشست همراه با این رویدادها به رسوب‌گذاری مقادیر قابل توجهی از توالی‌های قاره‌ای انجامید که تا سیمیرین میانی تداوم داشت (Berberian and King, 1981). Tipper (1921) نهشته‌های ماسه‌سنگی - شیلی زغال‌دار حوضه کرمان را تحت عنوان «سری‌های دارای گیاهان ژوراسیک» نام‌گذاری کرد. Beckett (1956) این رسوبات را «سری‌های زغال‌دار» نامید. کمیته چینه‌شناسی ایران (۱۹۶۴ در آقنابتی، ۱۳۷۷) این واحد سنگی را «سازند هجدک» نام‌گذاری کرد. سازند هجدک شامل تناوبی از ماسه‌سنگ آراکوزی - کوارتزی و شیل‌های سبز - خاکستری شامل رگه‌ها و عدسی‌های زغال‌دار است. سازند هجدک قابل مقایسه با عضو زغال‌دار بالایی از تقسیمات سازند شمشک معرفی شده توسط Assereto (1966) و سازند دانسیریت از گروه شمشک (Fürsich et al., 2009) و سازندهای بازه حوض و آقونج در منطقه بینالود (Wilmsen et al., 2009) است. بنا بر نظر Seyed-Emami et al. (2004) بلوک طبرستان یکی از اجزای ساختاری خردقاره مرکز و خاور ایران است که در فاصله تریاس پسین و ژوراسیک در خاور صفحه ایران شکل گرفته است. کفه طبرستان توالی‌های به‌طور چشمگیری سبز از رسوبات تریاس بالایی - ژوراسیک دارد. سازند هجدک در ناحیه طبرستان به‌طور عموم رخساره‌ای پسروده دارد که معرف محیط‌های کم‌ژرفای اکسیدان است (آقنابتی، ۱۳۹۳). سازند هجدک در چاه اکتشافی شماره ۲۱۰ در منطقه کوچکلی جنوبی دربردارنده تناوبی از سیلتستون، شیل و میان‌لایه‌های زغال‌دار است. همچنین یک لایه ماسه‌سنگی در بخش پایینی این توالی گسترش دارد (شکل ۲- A). مرز پایینی سازند هجدک در محدوده کوچکلی را آهک آلئیتی و فسیل‌دار بادامو با سن توآرسین با سبترای میانگین ۳۰ متر تشکیل می‌دهد و مرز بالایی آن را سنگ‌آهک طبرستان با سن باتونین و با سبترای ۲۰ متر با همبری همیشب تشکیل می‌دهد (خدام‌الحسینی، ۱۳۷۷).

۲- مواد و روش‌ها

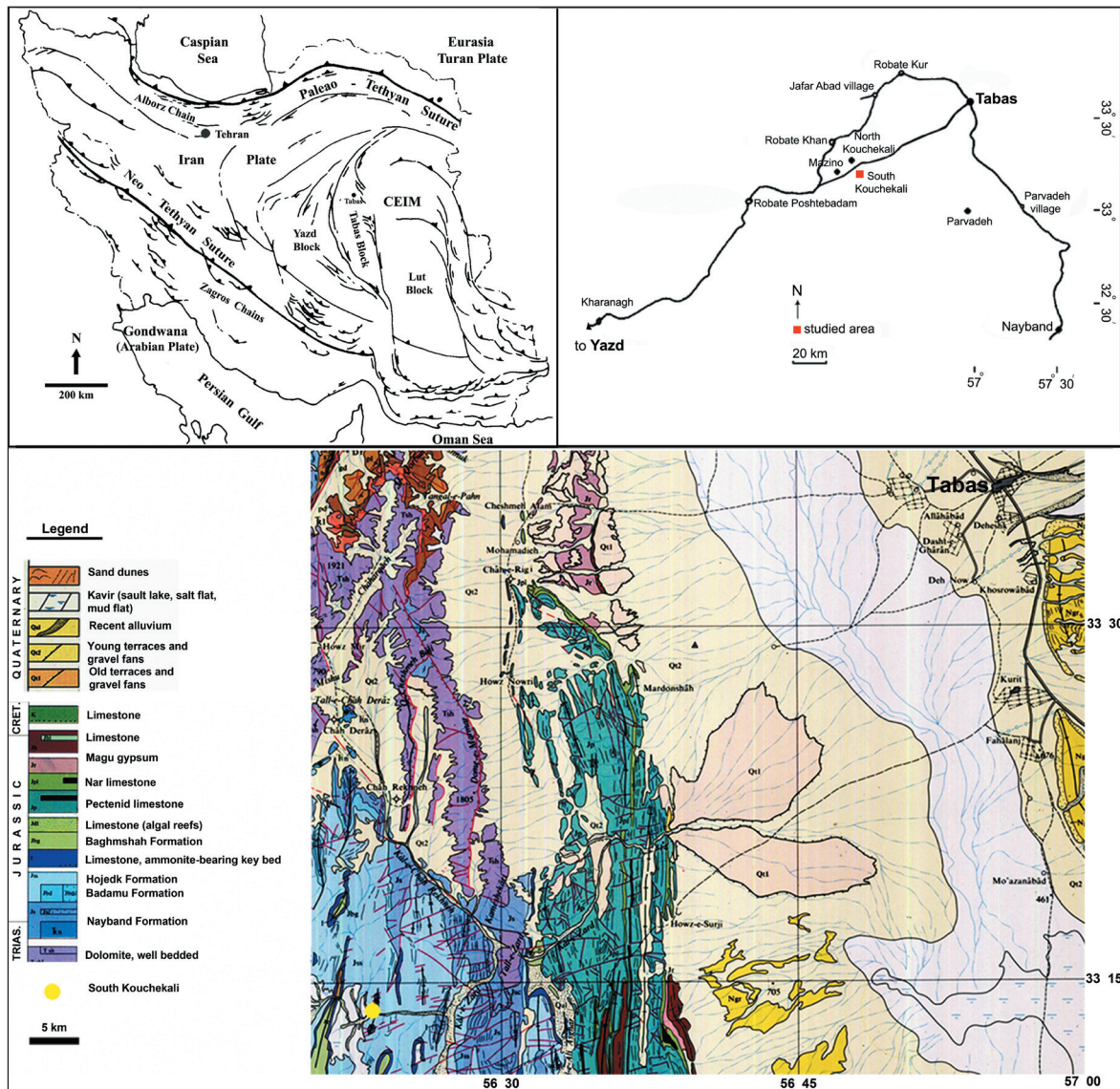
نظر به این که مطالعات روی پالینومورف‌های سازند هجدک بسیار محدود بوده است؛ ۴۰ نمونه از چاه اکتشافی زغال‌سنگ به شماره ۲۱۰ به سبترای ۴۶۲ متر در منطقه کوچکلی جنوبی برداشت شد. این نمونه‌ها به منظور مطالعه پالینومورف‌ها انتخاب شد به طوری که تقریباً هر ده متر از ستون چینه‌شناسی را پوشش می‌دهد. لازم به توضیح است که مغزه مورد مطالعه دربردارنده لایه‌های زغال و ماکروفسیل‌های گیاهی بسیاری نیز بوده است. در این مطالعه از روش استاندارد فرایند آماده‌سازی نمونه‌ها (Phipps and Playford, 1984) استفاده شد. ابتدا حدود ۵۰ گرم نمونه پس از یک شستشوی آرام خرد شد به طوری که ابعاد تکه‌ها به کمتر از یک سانتی‌متر برسد. سپس نمونه‌ها به بشر منتقل و با اسید کلریدریک سرد به مدت یک شبانه روز و اسید فلوریدریک به مدت دو شبانه روز اسیدشویی شدند. در پایان نمونه‌ها از یک غربال (sieve) پارچه‌ای با قطر منافذ ۲۰ میکرون الک شدند. یک بار دیگر نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در اسید کلریدریک گرم قرار گرفتند و دوباره الک شدند. در پایان چهار اسلاید از هر نمونه تهیه شد و با FJHK که مخفف فاطمه، جوادی، هجدک و کوچکلی است شماره‌گذاری شد. سپس شناسایی گونه‌های پالینومورف با کمک میکروسکوپ نوری انجام و در مجموع ۵۵ عکس با عدسی ۱۰۰ و ۱۱ عکس SEM با میکروسکوپ الکترونی از نمونه‌ها گرفته شد. در پایان تعداد پالینومورف‌های دریایی و خشکی مورد شمارش قرار گرفت و نسبت درصد آنها تعیین شد.

۳- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در ۶۷ کیلومتری جنوب باختر شهر طبرستان با مختصات: ۲۲° ۱۳' ۳۳" عرض شمالی و ۶° ۲۳' ۵۶" طول خاوری جای گرفته است (شکل ۱).

۴- داینوسیست‌های سازند هجدک کوچکلی جنوبی

سازند هجدک چاه اکتشافی زغال‌سنگ به شماره ۲۱۰ واقع در کوچکلی جنوبی برای اولین بار از منظر داینوسیست‌ها مطالعه شد. سازند هجدک در این چاه ۱۴ گونه پالینومورف دارد به طوری که ۱۲ گونه داینوسیست متعلق به ۵ جنس از رده‌های مختلف و دو گونه اکریتارک متعلق به دو جنس شناسایی شد (Plates 1 and 2). رده‌بندی این گونه‌ها در زیر به‌طور مختصر ارائه می‌شود.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه و وضعیت زمین‌شناسی آن در بلوک طبس (نقشه زمین‌شناسی برگرفته از آقائباتی و حقی‌پور، ۱۳۵۳).

به نام *Nannoceratopsis triceratops-Pareodinia ceratophora* Assemblage Zone در سازند هجدک در چاه شماره ۲۱۰، کوچکلی جنوبی شناسایی شد. این زون به اختصار Ntr-Pc AZ نام‌گذاری می‌شود. در بخش بالایی ستون چینه‌شناسی می‌توان زیرزیت‌زون *Nannoceratopsis gracilis* Total Rane Subzone را بر پایه اولین و آخرین حضور مشاهده شده این گونه بنا کرد که به اختصار Ngr TRSz نامیده می‌شود. گفتنی است که گونه *Nannoceratopsis gracilis* گونه‌ای با گسترش جهانی است (Van Helden, 1977; Davies, 1983) که در این ستون دیده می‌شود (شکل ۲- A).

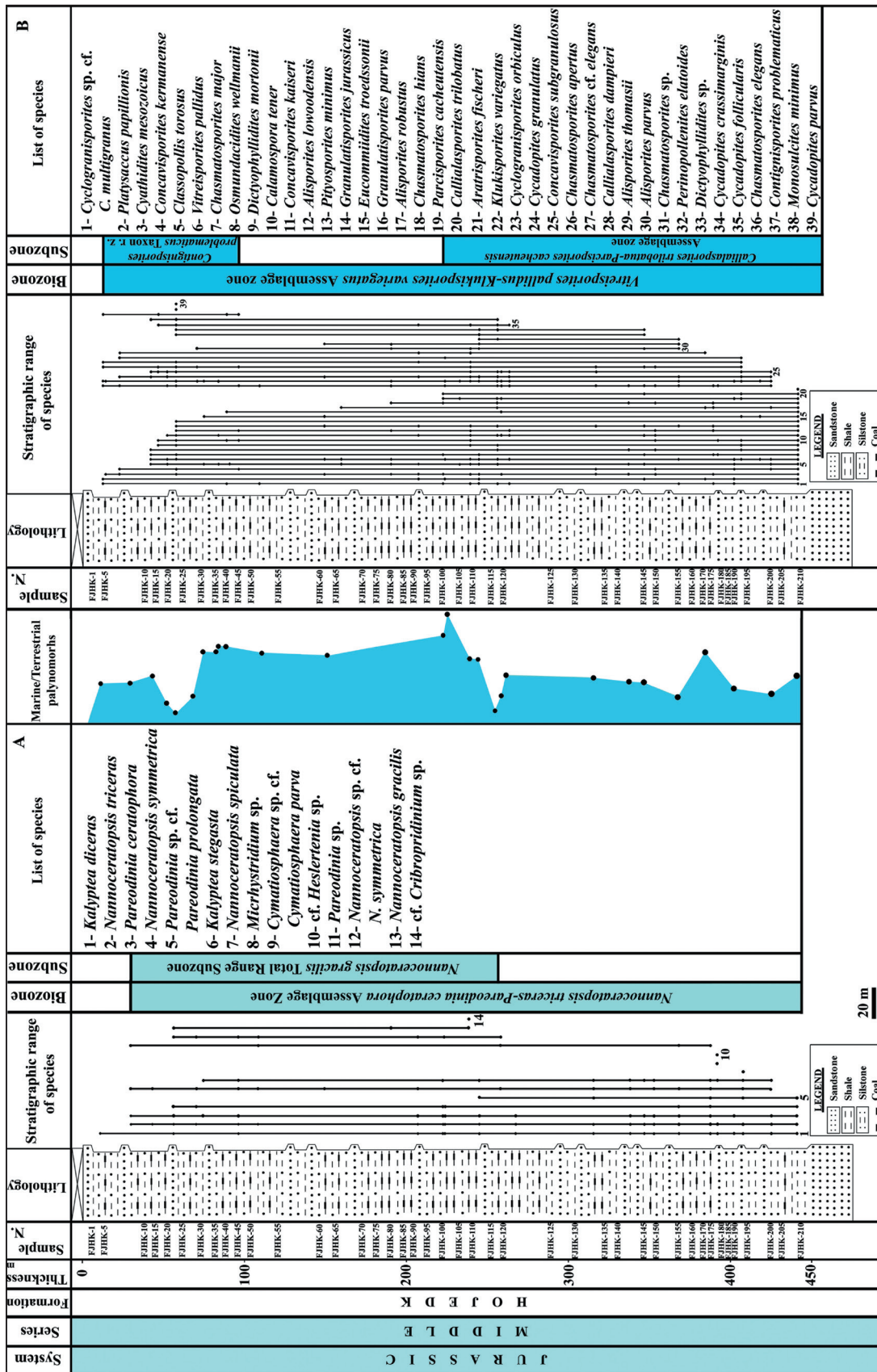
۶- تطابق و هم‌ارزی زیست‌زون‌بندی داینوسیت‌ها

رسوبات دریایی مزوزویک به‌ویژه ژوراسیک بالایی - کرتاسه سالیان بسیاری مورد توجه پژوهشگران بوده است. موضوع مهم این است که برای اولین بار در سازند هجدک کفه طبس پالمومورف‌های دریایی داینوسیت و آکریتارک یافت شده‌اند. زیست‌زون شناسایی شده *Nannoceratopsis spiculata-Nannoceratopsis triceratops* Assemblage zone قابل تطابق با دیگر زیست‌زون‌های جهانی به‌ویژه در نیمکره شمالی است (شکل ۳).

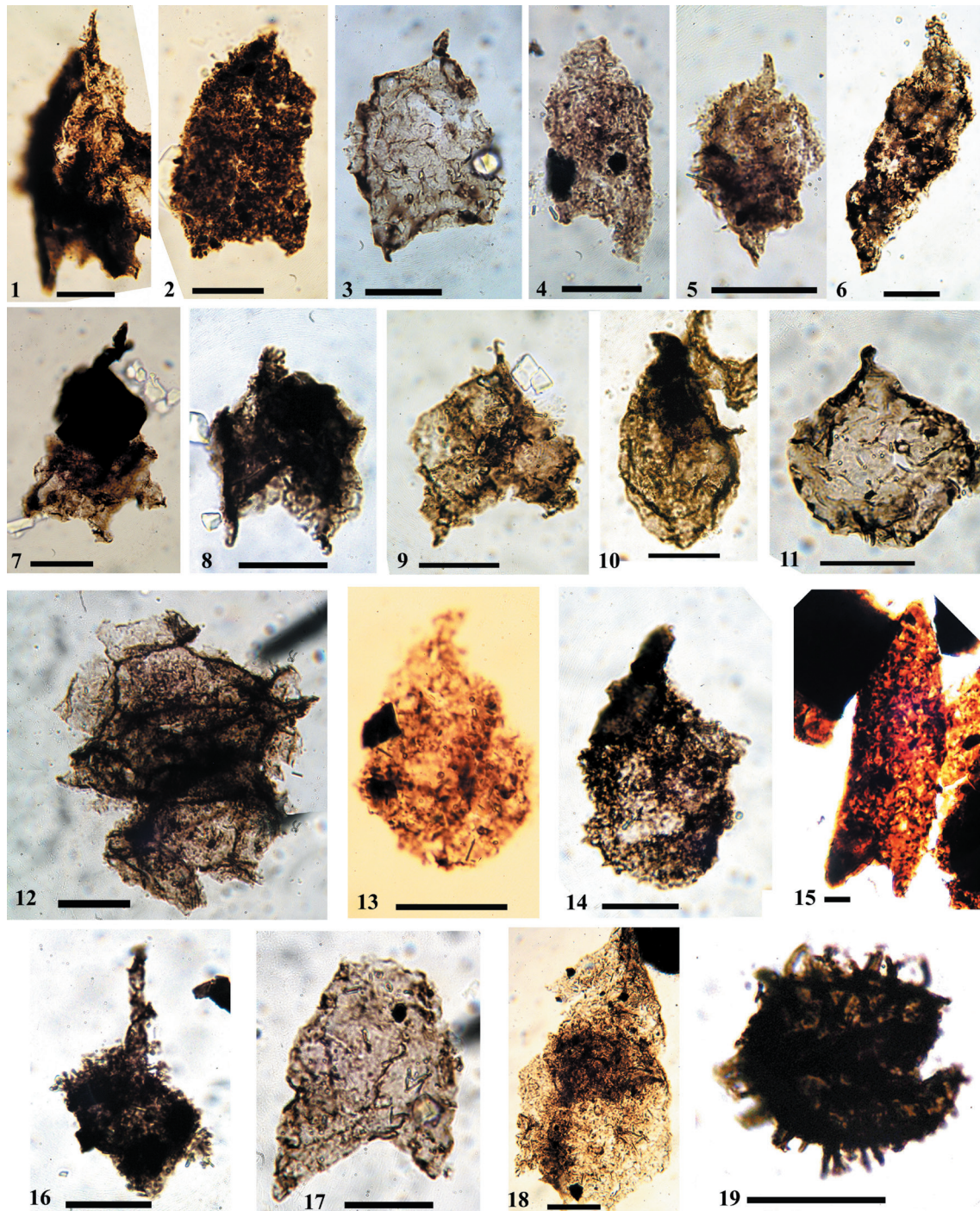
نظر به اینکه رگه‌های زغالی به تناوب در این ستون گسترش دارند؛ نمونه‌ها بدون حفظ‌شدگی خوب هستند. با این وجود گونه‌های شاخص برای زیست‌زون‌بندی حضور خوبی از خود نشان می‌دهند. گونه‌های داینوسیت و آکریتارک شناسایی شده شامل *Nannoceratopsis gracilis* Alberti 1961, *Nannoceratopsis spiculata* Stover 1966, *Nannoceratopsis symmetrica* Bucefalo Palliani and Riding 2000, *Nannoceratopsis* sp., cf. *N. symmetrica* Bucefalo Palliani and Riding 2000, *Nannoceratopsis triceratops* Drugg 1978, cf. *Cribroperidinium* sp., *Kalyptea diceras* Cookson and Eisenack 1960, *Kalyptea stegasta* (Sarjeant, 1961) Wiggins 1975, *Pareodinia ceratophora* Deflandre 1947, *Pareodinia* sp., cf. *P. prolongata* (Sarjeant 1962) Downie and Sarjeant 1965, *Pareodinia* sp., و *Heslertonia* sp., *Cymatiosphaera* sp., cf. *C. parva* Sarjeant 1959 هستند. *Micrhystridium* sp.

۵- زیست‌چینه‌نگاری داینوسیت‌های کوچکلی جنوبی

بر پایه اولین و آخرین حضور مشاهده شده (LOO, FOO) گونه‌های *Nannoceratopsis triceratops* و *Pareodinia ceratophora* یک زیست‌زون تجمعی



شکل ۲- دیرینه‌نگاری داینوسیت‌های سازند هجدک (A) و هم‌ارزی آن با میسپورها (B) (Vaez-Javadi, 2017) در چاه اکتشافی ۲۱۰ کوچکلی جنوبی و نمودار نوسان‌های سطح آب دریا بر پایه نسبت درصد عناصر دریایی به خشکی.

PLATE 1


Figs. 1, 7- *Nannoceratopsis triceras* Drugg 1978, FJHK-22, FJHK-149; **Fig. 2-** *Nannoceratopsis symmetrica* Bucefalo Palliani and Riding 2000, FJHK-101; **Figs. 3, 4, 17-** *Nannoceratopsis gracilis* Alberti 1961 emend. Evitt 1962, FJHK-209, FJHK-7, FJHK-189; **Fig. 5-** *Kalyptea stegasta* (Sarjeant 1961) Wiggins 1975, FJHK-7; **Fig. 6-** *Kalyptea dicerus* Cookson and Eisenack 1960, FJHK-178; **Figs. 8, 9-** *Nannoceratopsis spiculata* Stover 1966, FJHK-178; **Figs. 10, 13, 14-** *Pareodinia* sp. cf. *P. ceratophora* Deflandre 1947, FJHK-7, FJHK-155; **Fig. 11-** cf. *Cribrorpidinium* sp., FJHK-109; **Fig. 12-** cf. *Heslertenia* sp., FJHK-178; **Fig. 15-** *Nannoceratopsis* sp. cf. *N. symmetrica* Bucefalo Palliani and Riding 2000, FJHK-22; **Fig. 16-** *Pareodinia prolongata* (Sarjeant 1962) Downie and Sarjeant 1965, FJHK-174; FJHK-22; **Fig. 18-** *Pareodinia* sp., FJHK-178; **Fig. 19-** *Micrhystridium* sp., FJHK-193. Scale bars= 20 μ .

PLATE 2

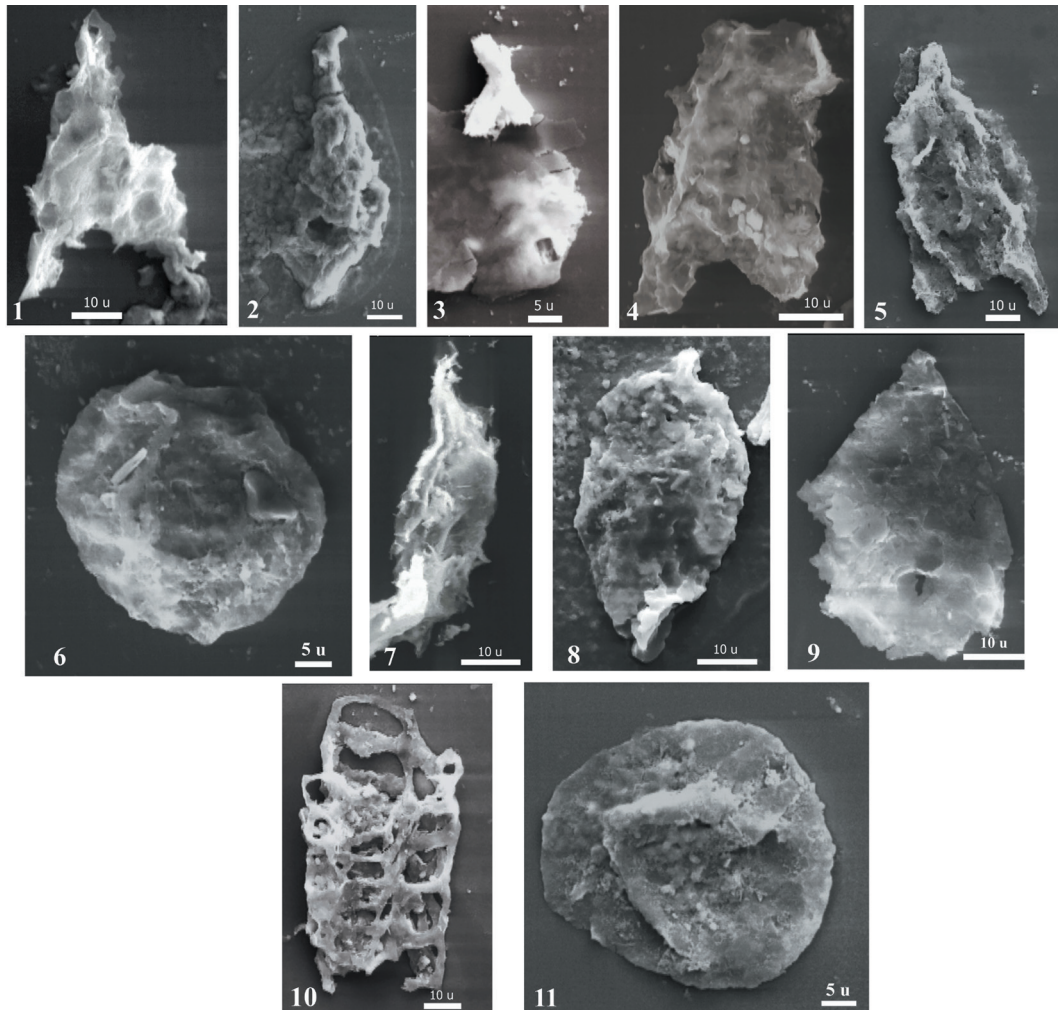


Fig. 1- *Nannoceratopsis spiculata* Stover 1966, FJHK-178; **Fig. 2-** *Pareodinia* sp. cf. *P. prolongata* (Sarjeant 1962) Downie and Sarjeant 1965, FJHK-178; **Figs. 3, 9-** *Pareodinia ceratophora* Deflandre 1947, FJHK-178; **Figs. 4, 5-** *Nannoceratopsis gracilis* Alberti 1961 emend. Evitt 1962, FJHK-178; **Fig. 6-** *Cymatiosphaera* sp. cf. *C. parva* Sarjeant 1959, FJHK-178; **Fig. 7-** *Kalyptea diceras* Deflandre 1947, **Fig. 8-** *Kalyptea stegasta* (Sarjeant 1961) Wiggins 1975, FJHK-178; **Fig. 10-** Tracheid, **Fig. 11-** *Concavisporites* sp., FJHK-178.

واعظ جوادی و همکاران (۱۳۸۲) دو زیست‌زون به نام‌های *Nannoceratopsis spiculata* Total Range Zone و *Valensiella ovulum* Total Range zone متعلق به بازوسین سازند شمشک منطقه جاجرم، البرز خاوری معرفی کردند. (1992) Poulsen زون *Liasidium variable* (Lv) Zone را از انتهای سینمورین، سوپرزون *Nannoceratopsis gracilis* (Ng) Superzone را با دو زون *Mancodinium* از رسوبات انتهای پلنزیباخین و *Luehndea spinosa* (Ls) Zone از *Parvocysta nasuta* (Pn) Subzone و یک زیرزون *semitabulatum* (Ms) Zone را با سن هتاژین- سینمورین آغازی زیرحوضه دانمارک معرفی کرد.

Riding et al. (1992) در Powell به رسوبات شمال باختر اروپا از زیست‌زون‌بندی کردند. آنها اینتروال زون *Dapcodinium priscum* (Dpr) Interval Biozone را با سن هتاژین- سینمورین آغازی، اینتروال زون *Liasidium variable* (Lva) Interval Biozone را با سن سینمورین پایانی تا پلنزیباخین آغازی، تاکسون رنج‌زون

Luehndea spinosa (Lsp) Total Range Biozone با سن پلنزیباخین پایانی تا توآرسین آغازی و اینتروال‌زون *Nannoceratopsis gracilis* (Ngr) Interval Biozone را با سن توآرسین آغازی تا بازوسین آغازی و تاکسون رنج‌زون *Acanthaulax crispa* (Acr) Total Range Biozone را با سن بازوسین آغازی تا پایانی و اینتروال‌زون *Ctenidodinium sellwoodii* (Cse) Interval Biozone را با سن باتونین تا کالوین آغازی از شمال باختر اروپا معرفی کردند.

Koppellhus and Nielsen (1994) دو زیست‌زون داینوفلاژله به نام‌های *Luehndea spinosa* Total Range Biozone به سن پلنزیباخین پسین- توآرسین پیشین و زیست‌زون *Nannoceratopsis gracilis* zone به سن توآرسین پسین- آلتین آغازی را از سازند Bagå در منطقه Bornholm دانمارک معرفی کردند. در زیست‌زون اول گونه *Nannoceratopsis tricerias* نیز حضور دارد. آنها همچنین سه زون میوسپوری را به نام‌های *Chasmatosporites* Zone

Nannoceratopsis و برای توآرسین تا آلنین زون *Liassidium variabile* همچنین اظهار داشتند که گونه‌های *Nannoceratopsis triceratops* و *Nannoceratopsis deflandrei-Nannoceratopsis gracilis* Assemblage Zone را معرفی کردند. *symmetrica* در چینه‌های توآرسین و گونه *Nannoceratopsis ambonis* در رسوبات آلنین حضور دارند.

سن پلنزباخین، *Spheripollenites-Leptolepidites* Zone به سن توآرسین و *Callialasporites-Perinopollenites* Zone به سن آلنین- باژوسین معرفی کردند. (Bucefalo Palliani and Riding (2000) چینه‌های ژوراسیک میانی (سینمورین تا آلنین) را از دید داینوسیست‌ها مطالعه کردند. آنها برای چینه‌های سینمورین

EARLY-MIDDLE JURASSIC DINOCYST BIOZONATION

PERIOD	SERIES	AGE	Australia Helby, Morgan & Partridge 2004	Denmark Poulsen 1992	NW Europe Powell 1992	Poland Gedl 2007	Paris Basin Huault 1999	North Siberia Riding et al. 1999	Jajarm Vaez-Javadi et al. 2003	North Semnan Ghasemi-Nejad et al. 2012	S Kouchekali, Tabas Vaez-Javadi this study
JURASSIC	MIDDLE	CALLOVIAN	<i>Voodooia tabulata</i>		<i>Wanaea thsanota</i> Interval Biozone			<i>Wanaea acollaris- Lithodinia planoseptata</i> Assemblage zone		<i>Ctenidodinium continuum</i> Interval zone	
			<i>Ternia balmei</i>		<i>Ctenidodinium continuum</i> Interval Biozone				<i>Dichadogonyaulax selwoodii</i> Interval Bioz.		
		BATHONIAN	<i>Wanaea indotata</i>		<i>Ctenidodinium selwoodii</i> Interval Biozone		<i>Nannoceratopsis spiculata-Aldorfia aldorfensis</i> Zone	<i>Nannocerat. pellicida</i> - <i>Ctenidod. selwoodii</i> Zone		<i>Acantholax crispata</i> Total Range Zone	
			<i>Wanaea verrucosa</i>								
	BAJOCIAN	<i>Nannoceratopsis deflandrei</i>		<i>Acantholax crispata</i> Total Range Zone				<i>Valensiella ovulum</i> Total Range Zone		<i>Nannoceratop. triceratops- Pareodinia ceratophora</i> Assemblage Zone <i>Nannoceratop. gracilis</i> Total Range Subzone	
		<i>Dissiliodinium caddaense</i>									
	EARLY	TOARCIAN	Dinocysts not generally reported	<i>Nannoceratopsis gracilis</i> Superzone	<i>Nannoceratopsis gracilis</i> Interval Biozone				Dinocysts not reported		
			<i>Luehndea</i> Assemblage		<i>Luehndea spinosa</i> Total Range Zone			<i>Nannocerat. gracilis- Nannocerat. triceratops</i> Zone	<i>Nannoceratopsis spiculata</i> Total Range Zone		
		PLEINSBACHIAN		<i>Luehndea spinosa</i> Zone	<i>Liassidium variabile</i> Interval Zone			<i>Nannoceratopsis deflandrei</i> Zone			
		SINEMURIAN	<i>Dapcodinium priscum</i>	<i>Liassidium variabile</i> Zone	<i>Dapcodinium priscum</i> Interval Biozone	<i>Nannoceratopsis tausgaardii</i> Zone					
HETTANGIAN											

شکل ۳- هم‌ارزی زیست‌زون‌بندی داینوسیست‌های ژوراسیک زیرین و میانی در ایران و دیگر نقاط جهان.

زیست‌زون سازند هجدک در چاه شماره ۲۱۰ کوچکعلی جنوبی قابل تطابق با زیست‌زون‌های (های) میوسپوری هم‌ارز خود در کرمان و البرز و دیگر مناطق جهان است (شکل ۴). و اعظ جوادی و قویدل سیوکی (۱۳۸۴) زیست‌زون از سازند شمشک منطقه جاجرم در البرز خاوری به ترتیب از پایین به بالا به نام‌های *Concavisporites* Concurrent Zone *kermanense-Lycopodiumsporites reticulumsporites* به سن رتین- پلنزباخین، *Lycopodiumsporites clavatoides* Taxon Range Zone به سن توآرسین و *Vitreisporites pallidus-Cycadopites follicularis* Assemblage Zone معرفی کردند.

همچنین، زیست‌زون میوسپوری چاه شماره ۲۱۰ کوچکعلی جنوبی با زون *Kukisporites variegatus-Concavisporites subgranulosus* Zone یورک‌شایر در انگلستان (De Jersey, 1970)، *Ischyosporites variegatus-Duplexisporites* Zone در باختر آلمان *dampieri* Assemblage zone در کوئینزلند خاوری استرالیا، (Reiser and Williams، 1969) *Contignisporites cooksoniae* Assemblage zone در بنگال باختری هند (Vijaya and Sen, 2005) و *Ischyosporites variegatus-Duplexisporites* Zone قابل تطابق و هم‌ارزی است. (Ashraf, 1977) *problematicus* Zone در کارکار و داهنی‌تور افغانستان (Filatoff (1975) نیز توالی میکروفسیل‌های گیاهی حوضه Perth در باختر استرالیا را مطالعه کرد. وی ۲ زیست‌زون تجمعی به نام‌های *Early-early Middle Jurassic* به سن *Exesipollenites tumulus* Assemblage Zone و *Callialasporites dampieri* Assemblage Zone به سن late Middle-Late Jurassic معرفی کرد.

(2003) Poulsen and Riding زون‌های DSJ11 و DSJ12 را که با گونه *Nannoceratopsis gracilis* شناسایی می‌شوند و به زمان آلنین- باژوسین آغازی تعلق دارند از ناحیه ساب‌پورال (Subboreal region) گزارش کردند. این رسوبات در خلال ۱۷۳ تا ۱۶۹ میلیون سال پیش گسترش داشته‌اند (شکل ۴؛ Riding and Thomas, 1992).

(2003) Ibrahim et al. ۳ زیست‌زون از محیط ساحلی کم‌رُفا در قطر به نام‌های *Mancodinium semitabulatum-Pareodinia ceratophora* Assemblage Zone به سن *Gonyaulacysta pectinigeres-Escharisphaeridia* ، early Bajocian ، *Ctenidodinium continuum*- late Bajocian به سن *Dichadogonyaulax selwoodii* Assemblage Zone به سن باتونین معرفی کردند. (2004) Helby et al. ۳ زیست‌زون به نام‌های *Luehndea* Assemblage Zone به سن توآرسین آغازی، *Dissiliodinium caddaense* Zone به سن آلنین و *Nannoceratopsis deflandrei* Zone به سن باژوسین از استرالیا معرفی کردند. همچنین، سازند هجدک در چاه اکتشافی شماره ۲۱۰ منطقه کوچکعلی دربردارنده ۳۹ گونه میوسپور است به طوری که ۱۴ گونه اسپور متعلق به ۹ جنس و ۲۵ پولن متعلق به ۱۳ جنس شناسایی شد. یک زیست‌زون تجمعی به نام *Klukisporites variegatus* Assemblage Zone و ۲ زیرزیست‌زون به نام‌های *Callialasporites trilobatus-Parcisporites cacheutensis* Assemblage Zone در پایین سازند و *Contignisporites problematicus* Taxon Range Zone به سن بالایی سازند مورد شناسایی قرار گرفت (Vaez-Javadi, 2017). به این ترتیب، برقراری تطابق میان زیست‌زون‌های داینوسیستی و میوسپوری امکان‌پذیر است (شکل ۲- B).

PERIOD	IRAN											AFGHANISTAN	AUSTRALIA		ENGLAND	DENMARK	GERMANY	CANADA	EGYPT	INDIA															
	E ALBORZ	SEM NAN	KERMAN	KERMAN	TABAS						WESTERN	EASTERN	Yorkshire	Bornholm	Swabian Alb	Western	Eastern	West Bengal																	
	Jajarm ¹	Dictash ²	Eshkefti 3, 4 Pabdana...	Hojedk ⁵	S Kouchekali						Perth Basin ⁷	Queensland & Surat Basin ⁸	Deltaic series ⁹	Baga Fm. ¹⁰	SW Germany ¹¹	Canada ¹²	Desert ¹³	West Bengal ¹⁴																	
JURASSIC		MIDDLE		BAJOCIAN		BATHONIAN		CALLOVIAN																											
Aalenian		Vitreisporites pallidus-Cycadopsis foliularis Assemblage zone		Contignisporites-Striatella Assemblage zone		Klukisporites zone		Klukisporites variegatus subzone		Klukisporites variegatus-Monosulcites minimus Assemblage zone		Vitreisporites pallidus-Klukisporites variegatus Assemblage zone		Callialasporites trilobatus-Poreisporites caucasensis Assemblage subzone		Contignisporites problematicus-Raxon Range zone		Ischyosporites variegatus-Duplexisporites problematicus zone																	
												Evesipollites tumulus Assemblage zone		Dicyophyllites harrisi Assemblage subzone		Callialasporites dampieri Assemblage zone		Dicyosporites complex		Klukisporites scaberis Opperl zone															
																						Tsugapollenites (Callialasporites) segmentus-Callialasporites dampieri Assemblage zone													
																						Klukisporites variegatus-Concavisporites subgranulosus zone													
																						Callialasporites-Perinipollenites zone													
																						Ischyosporites variegatus-Duplexisporites problematicus-Tsugapollenites dampieri zone													
																						Altiporites thomasi-Vitreisporites pallidus-Pflugpollenites (Callialasporites) dampieri zone													
																						Classopolis/Circulina-Deltidospora spp.-Assemblage zone		Verrocosisporites spp.-Converrocosisporites spp.-Triboliosporites spp.-Assemblage zone											
																						Contignisporites coossoniae Assemblage zone													

شکل ۴- زیست‌زون‌بندی رسوبات ژوراسیک میانی ایران و جهان بر پایه میوسپورهای شاخص

(1- Vaez-Javadi et al., 2003; 2- Navidi-Izad et al., 2014; 3- Hashemi-Yazdi et al., 2014; 4- Bhadraraj and Kumar, 1986; 5- Kimyai, 1968; 6- Arjang, 1975; 7- Filatoff, 1975; 8- Reiser and Williams, 1969; 9- de Jersey, 1970; 10- Koppelhus and Nielsen, 1994; 11- Weiss, 1989; 12- Pocock, 1970; 13- Ibrahim et al., 2001; 14- Vijaya and Sen, 2005).

۸- آب‌وهوا و اقلیم دیرینه ژوراسیک

آب‌وهوای دیرینه ژوراسیک با تغییرات دمایی ضعیف‌تر و یکنواختی دمایی بیشتر آب دریا مشخص می‌شود (Berggren and Hollister, 1974; Gordon, 1975). همچنین، نواحی قطبی به‌طور آشکاری گرم‌تر از امروز بوده‌اند (Arkell, 1956; Stahl and Jordan (1969), Donn, 1982; Valdes and Sellwood, 1992). مطالعات ایزوتوپی آمونیت‌های آلمان در خلال آلنین دمایی کمینه و بیشینه میان ۱۸ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد را خاطر نشان کردند. Burchardt (1988) منحنی تغییرات دمایی دیرینه ژوراسیک را به همراه وضعیت اقلیم‌های آمونیتی و سیست داینوفلاژله تهیه و ارائه کرد (شکل ۵).

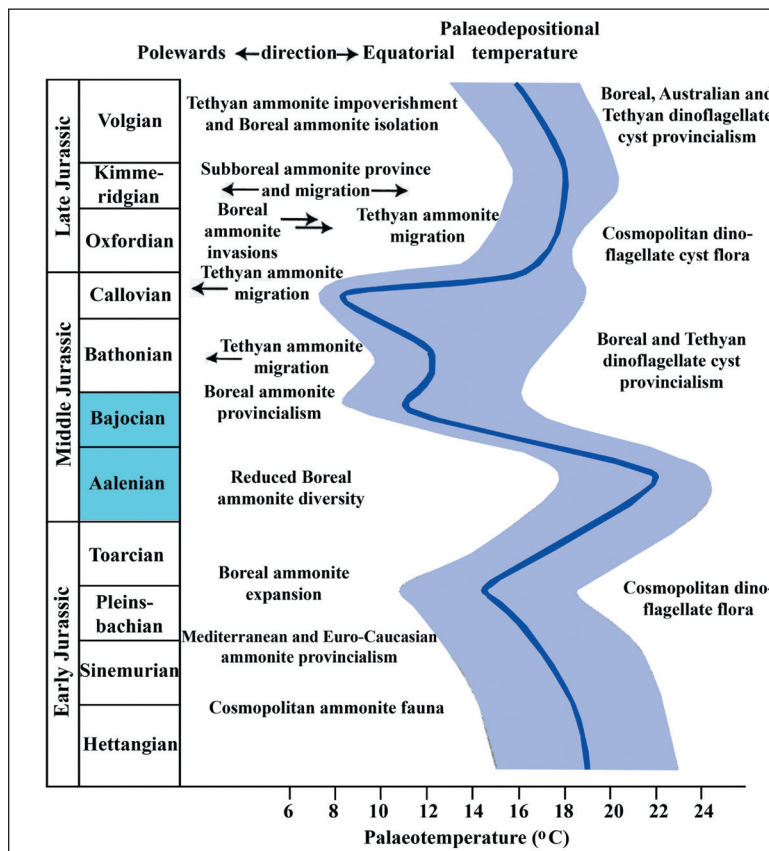
همچنین Craig (1965) مطالعات ایزوتوپ اکسیژن صورت گرفته برای ژوراسیک شمال‌باختر اروپا را جمع‌بندی کرد. نتیجه این مطالعات بیانگر محدوده دمایی ۱۷ تا ۲۴ و میانگین ۲۲ درجه سانتی‌گراد برای آلنین (Bowen, 1961a and b; Spaeth et al., 1971) و محدوده دمایی ۱۰ تا ۱۸ با میانگین ۱۵ درجه سانتی‌گراد برای بازوسین است (Fritz, 1964; Jordan and Stahl, 1971; Kunz, 1973; Stahl and Jordan, 1969; Veizer, 1974; Veizer and Fritz, 1976). همچنین، سیست‌های داینوفلاژله‌ای مانند *Pareodinia ceratophora* نشان‌دهنده گرم بودن آب‌های محیط‌زیستان هستند (Riding and Hubbard, 1999; Wheeler and Sarjeant, 1990). به تازگی Dera et al. (2011) به منظور بازسازی دمایی دیرینه آب‌های دریایی، تغییرات ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ ($\delta^{18}O$) بخش‌های سخت فسیلی را مطالعه کردند. آنها دو بی‌هنجاری طولانی‌مدت را در خلال توآرسین و ژوراسیک پایانی تشخیص و این تغییرات را به فعالیت‌های آتشفشانی گسترده آن زمان نسبت دادند. آنها دریافتند

۷- انتشار جغرافیایی و چینه‌شناسی داینوسیت‌های کوچک‌کلی جنوبی

به‌منظور انجام تطابق و هم‌ارزی مجموعه فسیلی داینوسیت‌های سازنده هجداک در چاه اکتشافی شماره ۲۱۰ کوچک‌کلی جنوبی، انتشار جغرافیایی و چینه‌شناسی گونه‌های شناسایی شده بررسی شد که از این میان به سه گونه *Nannoceratopsis gracilis*، *Nannoceratopsis triceris* و *Pareodinia ceratophora* اشاره می‌شود که اهمیت چینه‌شناسی یا جغرافیایی خوبی دارند. *Nannoceratopsis gracilis* از رسوباتی در شمال سمنان، دانمارک، سبیری، باختر فرانسه، نرماندی، شمال یورک‌شایر در انگلستان، کلاویدوس، گرینلند و لهستان و به سن Toarcian-early to late Bajocian-Callovian گزارش شده است (Ghasemi-Nejad et al., 2012; Poulsen, 1992 and 1998; Riding et al., 1999; Stover, 1966; Gowland and Riding, 1991; Feist-Burkhadt and Monteil, 1997; Helby et al., 2004; Patridge, 2006; Koppelhus and Hansen, 2003). *Nannoceratopsis triceris* از رسوبات توآرسین بالایی سبیری و لهستان گزارش شده است (Riding et al., 1999; Gedl, 2007). *Pareodinia ceratophora* از جاجرم و سمنان در ایران، یورک‌شایر در انگلستان، سبیری، کانادا، گرینلند، نروژ، لهستان، حوضه ولگا در باختر روسیه و قطر گزارش شده است (واعظ جوادی و همکاران، ۱۳۸۲؛ Muir and Sarjeant, 1978; Håkansson et al., 1981; Levell-Williamson et al., 1982; Poulsen, 1998; Riding et al., 1999; Koppelhus and Hansen, 2003; Ibrahim et al., 2003; Brideaux, 1977; Ghasemi-Nejad et al., 2012; Dehbozorgi et al., 2013; Harding et al., 2011). این گونه انتشار چینه‌شناسی گسترده‌ای از توآرسین تا هوتریوبین دارد.

هر دو مشخصه‌های زیستی از اقلیم‌های بئورال و تیتس گسترش یافت. این کمربند بینابینی شامل فرانسه جنوبی، مجارستان و پرتغال بود که بر پایه حضور آمونیت‌ها، نانوفسیل‌های آهکی و سیست‌داینوفلاژله‌ها تعیین شد (Zeigler, 1980; Geczy, 1984; Cariou et al., 1985; Gardin and Manivit, 1994; Baldanza et al., 1995). بر پایه حضور درشت‌زیا، تشخیص دو زیرایالت مدیترانه‌ای و زیرمدیترانه‌ای (sub-Mediterranean) در میان اقلیم تیتس امکان‌پذیر شد. ایالت زیستی مدیترانه‌ای شامل حاشیه شمالی اقیانوس تیتس است. در نتیجه دارای نزدیکی با ایالت اروپایی است در حالی که ایالت زیستی زیرمدیترانه‌ای که در حاشیه زیرین تیتس قرار دارد؛ دارای نزدیکی با آفریقا است (Pavia and Sarti, 1987).

که در پی این امر، گرم‌شدگی آب دریاها و تغییراتی در مؤلفه‌های چرخه‌های آب رخ داده است. در خلال ژوراسیک دو ایالت جانوری بر پایه مجموعه‌های آمونیتی، براکیوپودی و نانوفسیل‌های آهکی به نام‌های اقلیم بئورال (Boreal Province) و تیتس شناسایی شد (Arkell, 1956; Gordon, 1970; Bown, 1987). اقلیم بئورال محدوده شمالی نیمکره شمالی دربرگیرنده خاور گرینلند، دریای گرینلند (شمالی‌ترین منطقه اطلس)، دریای بئورال، سیبری شمالی، جزایر اطلس و شمال کانادا (Enay, 1980) و اقلیم تیتس محدوده جنوبی آن را اشغال می‌کرده است (Hallam, 1969). حوضه نروژ-دانمارک، جزایر بریتانیا و گراین مرکزی به عنوان ایالت ساب بئورال در نظر گرفته می‌شوند (Poulsen and Riding, 2003). طی ژوراسیک آغازی یک منطقه گذار گسترده با



شکل ۵- منحنی تغییرات دمای دیرینه ژوراسیک (بر گرفته از Buchardt, 1988).

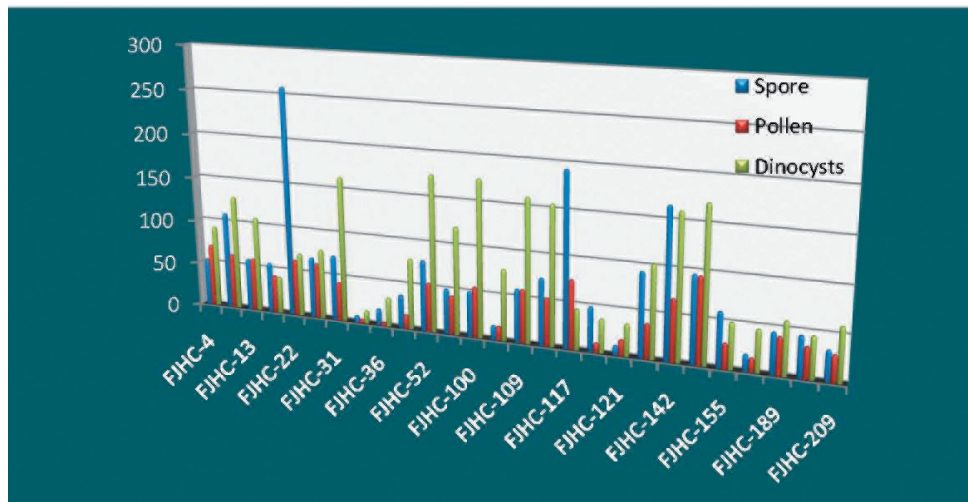
لایه‌های بینابینی زغال را در فاصله زمانی آالنین تا باژوسین طبس روشن می‌کند. حضور گوناگون و فراوان گونه‌های نانوسراتوپسیس، تأییدکننده جایگیری این نقطه در حاشیه دریای تیتس است.

۹- فراوانی نسبی پالینومورف‌ها

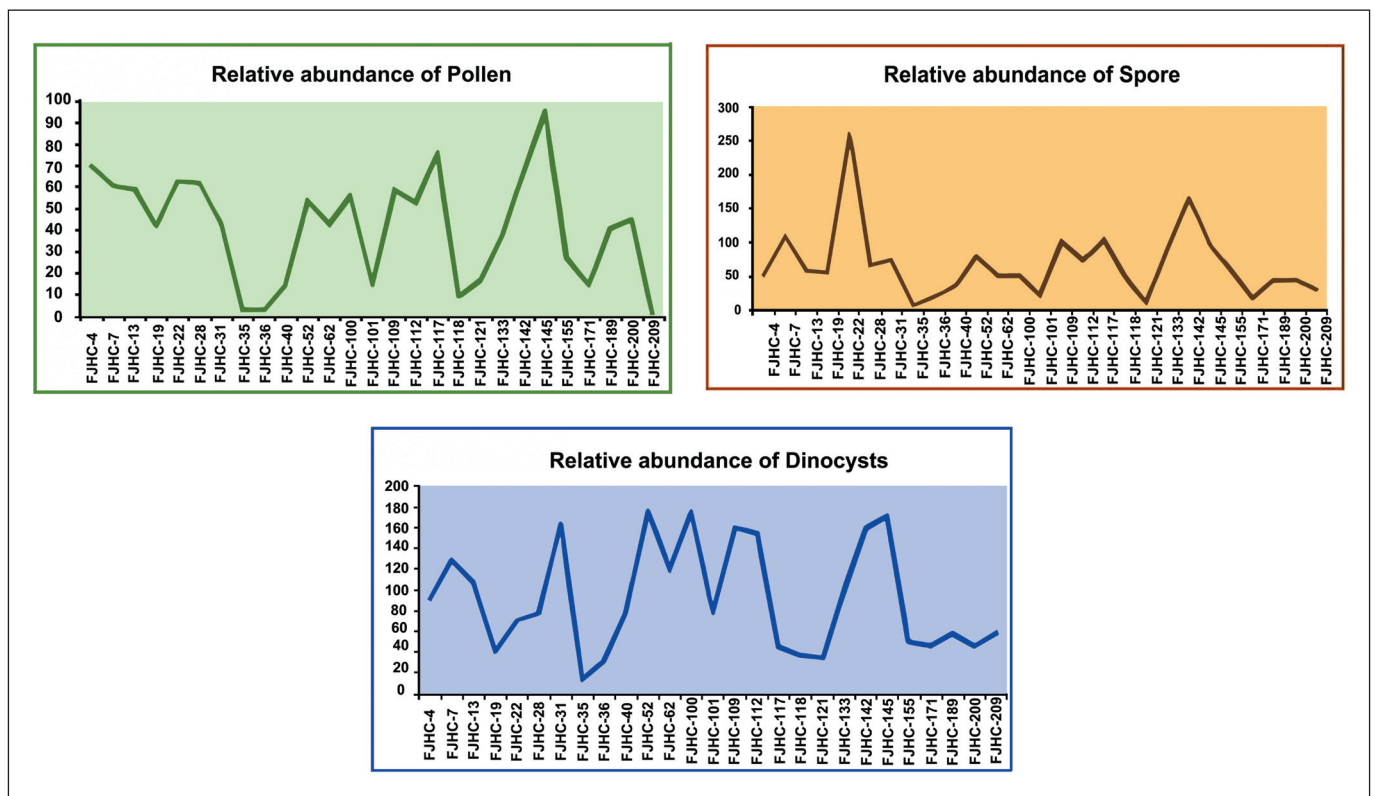
پالینومورف‌های سازند هجدک چاه شماره ۲۱۰، کوچک‌لی جنوبی مشتمل بر گروه‌های مختلف خشکی (اسپور، پولن) و دریایی (داینوسیست و آکریتارک) است. حضور پالینومورف‌های دریایی برای اولین بار در این سازند و در این منطقه گزارش می‌شود. به منظور بررسی نسبت پالینومورف‌های دریایی به خشکی ۲۷ اسلاید با کیفیت، گوناگونی و فراوانی بیشتر شمارش شد. داده‌های به دست آمده از این بررسی آماری در نمودارهای شکل‌های ۶ و ۷ تنظیم و ارائه شده است.

به این ترتیب، می‌توان نتیجه گرفت که سازند هجدک منطقه کوچک‌لی جنوبی که از یک سو دربردارنده لایه‌های زغالی و ماکروفسیل‌های گیاهی و از سوی دیگر

مجموعه‌های سیست‌داینوفلاژله از رسوبات پلنزباخین و توآرسین اقلیم تیتس با تاکسون‌های مشابهی شناخته می‌شوند که در اقلیم بئورال نیز گسترش داشته‌اند. این تاکسون‌ها شامل گونه‌های مختلفی از *Luehndea* و *Nannoceratopsis* است (Woollam and Riding, 1983; Feist-Burkhardt and Wille, 1992). مبدأ و منشأ اولیه جنس *Nannoceratopsis* اقلیم تیتس بوده و این جنس سپس به سوی شمال و قلمرو بئورال مهاجرت کرده است (Bucefalo Palliani and Riding, 1999). این جنس، تاکسونی جهانی و فراگیر است؛ به گونه‌ای که هم در عرض‌های پایین جغرافیایی و هم در عرض‌های بالاتر سرتاسر پلنزباخین تا باژوسین نیمکره شمالی دیده می‌شود (Van Helden, 1977; Ilyina et al., 1994; Riding, 1983). همچنین (Hancock and Fisher, 1981) بر این باورند که جنس نانوسراتوپسیس، یوری هالین بوده و توانایی تحمل شرایط محیطی متفاوتی را داشته است. یافته‌های این پژوهش نقطه مبهم تاریخ دیرینه رسوبات قاره‌ای دارای ماکروفسیل‌های گیاهی با



شکل ۶- نمودار فراوانی نسبی گروه‌های مختلف داینوسیست‌ها، اسپور و پولن در سازند هجدک چاه شماره ۲۱۰ کوچکلی جنوبی، طبس.



شکل ۷- نمودارهای تفکیکی و تجمعی از فراوانی نسبی اسپور، پولن و داینوسیست‌ها و اکریتارک‌ها در سازند هجدک چاه شماره ۲۱۰ کوچکلی جنوبی، طبس.

و یک زیرزیست‌زون به نام *Nannoceratopsis gracilis* Total Range Subzone تشخیص داده شد. این زیست‌زون‌ها با نقاط مختلفی از ایران (حاجرم و ایشکلی) و نیمکره شمالی (سیبری، کانادا، گرینلند، نروژ، لهستان، اسکاتلند، باختر فرانسه، دانمارک، نورماندی، شمال یورک‌شایر در انگلستان) قابل تطابق هستند. بررسی فراوانی نسبی پالیئومورف‌های دریایی و خشکی و تعیین نسبت آنها به هم مشخص کرد که اولاً، در این منطقه از کوچکلی جنوبی مرز جنوبی ساحل دیرینه کفه طبس با اقیانوس تیس جای گرفته و دوم، دست کم ۳ نوسان در میزان نسبت درصد عناصر دریایی به خشکی وجود داشته است که بیانگر پیشروی آب دریا به سوی خشکی در آن بازه زمانی بوده است. همچنین، حضور جنس‌های *Pareodinia* و *Nannoceratopsis* نشان‌دهنده آب‌های گرم در خلال تشکیل سازند هجدک در این منطقه است.

دارای ۳۹ گونه میوسپور و ۱۴ گونه داینوسیست و اکریتارک است؛ در یک وضعیت ساحلی (coastal) انباشت شده و دست کم ۳ پیشروی آب دریا به سوی ساحل در بازه زمانی تشکیل سازند هجدک این منطقه رخ داده است. از سوی دیگر، حضور سیست‌های پروکسیمیت (proximate) نشان‌دهنده محیط نزدیک به ساحل است.

۱۰- نتیجه‌گیری

مطالعه پالیئومورف‌های دریایی سازند هجدک منطقه کوچکلی جنوبی به شناسایی ۱۲ گونه داینوسیست و دو گونه اکریتارک انجامید. بر پایه اولین و آخرین حضور مشاهده شده (LOO, FOO) گونه‌های شاخص داینوفلاژله، یک زیست‌زون تجمعی به نام *Nannoceratopsis triceratops-Pareodinia ceratophora* Assemblage Zone

سپاسگزاری

بزرگوار جناب آقای دکتر قاسمی‌نژاد برای راهنمایی هایشان، از جناب آقای یزدانی برای زحماتشان و از آقایان جلالی‌فرد و کمیلی برای یاری‌هایشان در عملیات صحرائی سپاسگزاری کند.

نگارنده از حمایت مالی دانشگاه تهران در قالب طرح مطالعاتی با عنوان «مطالعه ماکرو و میکروفسیل‌های منطقه طیس و تطابق آن با البرز» به شماره ۳۰۱۶۸۳۴ صمیمانه سپاسگزاری می‌کند. همچنین بر خود فرض می‌داند که از لطف استاد

کتابنگاری

- آقابات‌ی، س.ع. و حقی‌پور، ع.، ۱۳۵۳- نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی طیس، شماره ۱۷، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور ایران، تهران.
- آقابات‌ی، س.ع.، ۱۳۷۷- چینه‌شناسی ژوراسیک ایران، جلد اول: انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور ایران، تهران، ۳۵۵ ص.
- آقابات‌ی، س.ع.، ۱۳۹۳- فرهنگ چینه‌شناسی ایران، جلد چهارم، ژوراسیک، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور ایران، تهران، ۵۴۴ ص.
- خداام‌الحسینی، س.ر.، ۱۳۷۷- گزارش عملیات پی جویی مقدماتی منطقه کوچکلی شمالی. طرح اکتشاف زغالسنگ حرارتی ناحیه مزینو، طیس. صص. ۳۳ تا ۳۴ (گزارش داخلی).
- واعظ‌جوادی، ف. و قوبدل سیوکی، م.، ۱۳۸۴- مطالعه سیستماتیک کرده و هاگ (spore and pollen) سازند شمشک در منطقه جاجرم. فصلنامه علوم زمین، شماره ۶۵، صص. ۹۴ تا ۱۲۳.
- واعظ‌جوادی، ف.، قوبدل سیوکی، م. و قاسمی‌نژاد، ا.، ۱۳۸۲- بیوستراتیگرافی سازند شمشک کوه ازون، جاجرم بر مبنای داینوفلاژله‌ها، مجله علوم دانشگاه تهران، جلد ۲۹، شماره ۱، صص. ۱۴۱ تا ۱۶۰.

References

- Aghanabati, S. A., 1977- Étude géologique de la région de Kalmard (W. Tabas): Geological Survey of Iran, Tehran, Report No. 35, 1-230.
- Arjang, B., 1975- Mikroflora der reto-jurassischen Ablagerungen des Kermaner Beckens (Zentral-Iran): Palaeontographica B, V. 152, 85-148.
- Arkell, W. J., 1956- Jurassic geology of the world. Edinburgh, London: Oliver and Boyd., 806p.
- Ashraf, A. R., 1977- Die rätö-jurassischen Floren des Iran und Afghanistans. 3. Die Mikrofloren der ratischen bis unterkretazischen Ablagerungen Nordafghanistans: Palaeontographica B, V. 161 (1-4), 1-97.
- Assereto, R., 1966- The Jurassic Shemshak Formation in Central Elburz (Iran): Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, V. 72 (4), 1133-1182.
- Baldanza, A., Buchefalo Palliani, R. and Mattioli, E., 1995- Calcareous nannofossils and dinoflagellate cysts from the Late Liassic of Hungary and comparison with Central Italy assemblages: Paleopelagos, V. 5, 161-174.
- Beckett, P. H. T., 1956- Coal deposits near Keman, South Persia: Economic Geology, V. 51, 197-198.
- Berberian, M. and King, G., 1981- Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran: Canadian Journal of Earth Sciences, V. 18 (2), 210-165.
- Berggren, W. A. and Hollister, C. D., 1974- Plate tectonics: a revolution in geology and geophysics: Tectonophysics, V. 38, 1-48.
- Bhadradwaj, D. C., and Kumar, P., 1986- Palynology of Jurassic sediments from Iran: 1, Kerman area: Biological Memoirs, V. 12 (2), 146-172.
- Bowen, R., 1961a- Oxygen isotope paleotemperature measurements on Cretaceous Belemnoidea from Europe, India and Japan: Journal of Paleontology, V. 35, 1077-1084.
- Bowen, R., 1961b- Paleotemperature analyses of Mesozoic Belemnoidea from Germany and Poland: Journal of Geology, V. 69, 75-83.
- Bown, P. R., 1987- Taxonomy, evolution, and biostratigraphy of Late Triassic-Early Jurassic Calcareous Nannofossils: Special Papers in Palaeontology, n. 38, 118p.
- Brideaux, W. W., 1977- Taxonomy of Upper Jurassic- Lower Cretaceous microplankton from the Richardson Mountains, District of Mackenzie, Canada: Geological Survey Bullten, V. 281, 99p.
- Bucefalo Palliani, R. and Riding, J. B., 1999- Early Jurassic (Pleinsbachian-Toarcian) dinoflagellate migrations and cyst paleoecology in the Boreal and Tethyan realms: Micropaleontology, V. 45 (2), 201-214.
- Bucefalo Palliani, R. and Riding, J. B., 2000- A Palynological investigation of the Lower and Lowermost Middle Jurassic strata (Sinemurian to Aalenian) from Yorkshire, UK: Proceedings of Yorkshire Geological Society, V. 53 (1): 1-16.
- Buchardt, B., 1988- in Yücker, M.A. and Speers, G.C.: Quantitative basin modeling in the Danish Central Trough. Section I, model description, concepts, input, and output parameters, 77 p. Unpublished confidential report (in archives of Geological Survey of Denmark and Greenland, Copenhagen, Denmark).
- Cariou, E., Contini, D., Dommergues, J. L., Enay, R., Geysant, J. R. Mangold, C. and Thierry, J., 1985- Biogéographie des Ammonites et evolution structurale de la Téthys au cours du Jurassique: Bulletin de la Société Géologique de France, série 8, V. 1 (5), 679-697.
- Craig, H., 1965- The measurement of oxygen isotope paleotemperatures: Proceedings of The Spoleto Conference on stable isotopes, 161-182
- Davies, E. H., 1983- The dinoflagellate Opperl-zonation of the Jurassic- Lower Cretaceous sequence in the Sverdrup Basin, arctic Canada: Geological Survey of Canada Bulletin, V. 359, 59p.
- De Jersey, N. J., 1970- Triassic miospores from the Blackstone Formation, Aberdare Conglomerate and Raceview Formation: Geological Survey of Queensland publication, number 348, 41p.
- Dehbozorgi, A., Sajjadi, F. and Hashemi, H., 2013- Middle Jurassic palynomorphs of the Dalichai Formation, Central Alborz Ranges, northeastern Iran- Paleoecological inferences: Science China, Earth Sciences, V. 56 (12), 2107-2115.
- Dera, G., Brigaud, B., Monna, F., Laffont, R., Pucéat, E., Deconinck, J. F., Pellenard, P., Joachimski, M. M. and Durlet, C., 2011- Climatic ups and downs in a disturbed Jurassic world. Geology, V. 39 (3), 215-218.
- Donn, W. L., 1982- The enigma of high-latitude paleoclimate. In Barron, E.J. (ed.): Paleogeography and climate: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, V. 40, 199-212.
- Enay, R., 1980- Paléobiogéographie et ammonites Jurassiques: 'rythmes fauniques' et variations du niveau marin; voirs d'échanges, migrations et domaines biogéographiques: Extrait du Livre jubilaire de la Société géologique de France Memoir, V. 10, 261-281.

- Feist-Burkhardt, S. and Monteil, E., 1997- Dinoflagellate cysts from the Bajocian stratotype (Calvados, Normandy, western France): *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine*, V. 21, 31-105.
- Feist-Burkhardt, S. and Wille, W., 1992- Jurassic palynology in southwest Germany- state of the art: *Cahiers de Micropaléontologie*, V. 7, 141-156.
- Filatoff, J., 1975- Jurassic palynology of the Perth Basin, western Australia: *Palaeontographica B*, V. 154 (1-4), 1-113.
- Fritz, P., 1964- 18O/16O- Isotopenanalysen und Paläotemperatur-bestimmungen an Belemniten aus dem Schwäbischen Jura: *Geologische Rundschau*, V. 54, 261-269.
- Fürsich, F. T., Wilmsen, M. and Seyed-Emami, K., 2009- Lithostratigraphy of the Upper Triassic-Middle Jurassic Shemshak Group of northern Iran: *Geological Society London, Special Publications*, V. 312, 120-160.
- Gardin, S. and Manivit, H., 1994- Biostratigraphie des Nannofossiles calcaires du Toarcien du Quercy (Sud-Ouest de la France): *Geobios*, V. 17, 229-244.
- Geczy, B., 1984- Provincialism of Jurassic ammonites, an example from Hungarian faunas: *Acta Geologica Hungarica*, V. 27, 379-389.
- Gedl, P., 2007- Early Jurassic dinoflagellate cysts from the Kraków-Silesia Monocline, southern Poland: A record from the Blanowice Formation at Mrzyglód: *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, V. 77, 147-159.
- Ghasemi-Nejad, E., Sabbaghiyan, H. and Mosaddegh, H., 2012- Palaeobiogeographic implications of Late Bajocian-Late Callovian (Middle Jurassic) dinoflagellate cysts from the Central Alborz Mountains, northern Iran: *Journal of Asian Earth Sciences*, V. 43, 1-10.
- Gordon, W. A., 1970- Biogeography of the Jurassic foraminifera: *Geological Society of America Bulletin*, V. 81, 1689-1704.
- Gordon, W. A., 1975- Physical controls in marine biotic distribution in the Jurassic Period. In: Ross, C.A. (ed.): *Palaeogeographic provinces and provinciality: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication*, V. 21, 136-147.
- Gowland, S. and Riding, J. B., 1991- Stratigraphy, sedimentology and palaeontology of the Scarborough Formation (Middle Jurassic) at Hundale Point, North Yorkshire: *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, V. 48, 375-392.
- Håkansson, E., Birkelund, T., Piasecki, S. and Zakharov, V., 1981- Jurassic- Cretaceous boundary strata of the extreme Arctic (Peary Land, North Greenland): *Bulletin of Geological Society of Denmark*, V. 30, 11-42.
- Hallam, A., 1969- Faunal realms and facies in the Jurassic: *Palaeontology*, V. 12, 1-18.
- Hancock, N. J. and Fisher, M. J., 1981- Middle Jurassic North Sea Deltas with particular reference to Yorkshire: *Petroleum Geology of the Continental Shelf of North-West Europe*, 186-195.
- Harding, I. C., Smith, G. A., Riding, J. B. and Wimbledon, W. A. P., 2011- Regional correlation of Jurassic/Cretaceous boundary strata based on the Tithonian to Valanginian dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Volga Basin, western Russia: *Review of Palaeobotany and Palynology*, V. 167, 82-116.
- Hashemi-Yazdi, F., Sajjadi, F. and Hashemi, S. H., 2014- Palynostratigraphy of Hojedk Formation at the Eshkelli stratigraphic section, North Kerman based on miospores: *Paleontology*, V. 2 (1), 111-127 (In Persian).
- Helby, R., Morgan, R., and Partridge, A. D., 2004- Updated Jurassic-Early Cretaceous Dinocyst Zonation NWS Australia: *Geoscience Australia Publication*, ISBN: 1920871012. Chart2.
- Ibrahim, M. I. A., Aboul Ela, N. M., and Kholeif, S. E., 2001- Palynostratigraphy of Jurassic to lower Cretaceous sequences from the Eastern Desert of Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, V. 32 (2), 269-297.
- Ibrahim, M. I. A., Kholeif, S. E. and Al-Saad, H., 2003- Dinoflagellate cyst Biostratigraphy and Palaeoenvironment of the Lower-Middle Jurassic succession of Qatar: *Revue Española de Micropaleontología*, V. 35, 171-194.
- Ilyina, A. V. I., Kulkova, I. A. and Lebedeva, N. K., 1994- Microphytofossils and detail (sic.) stratigraphy of marine Mesozoic and Cenozoic of Siberia: *United Institute of Geology, Geophysics and Mineralogy Transaction*, V. 818, 192p (In Russian).
- Jordan, R. and Stahl, W., 1971- Isotopische Paläotemperatur-bestimmungen an jurassische Ammoniten und grundsätzliche Voraussetzungen für diese Methode: *Geologisches Jahrbuch*, V. 33-61.
- Kimyai, A., 1968- Jurassic plant microfossil from the Kerman region: *Bulletin of the Iranian Petroleum Institute*, V. 33, 91-111.
- Koppelhus, E. B. and Hansen, C. F., 2003- Palynostratigraphy and palaeoenvironment of the Middle Jurassic Sortehat Formation (Neill Klint Group), Jameson Land, East Greenland: *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin*, V. 1, 777-811.
- Koppelhus, E. B., and Nielsen, L. H., 1994- Palynostratigraphy and palaeoenvironments of the Lower to Middle Jurassic Bagå Formation of Bornholm, Denmark: *Palynology*, V.18, 139-194.
- Kunz, I., 1973- Sauerstoffisotopen- Temperaturmessungen an Jura-Sedimenten im Nordteil der DDR: *Zeitschrift für Angewandte Geologie*, V. 19, 21-27.
- Levell-Williamson, S., Weerd, J. Th. D, Whitaker, M. F. and Larsen, M., 1982- Geological Investigations of Cores from well 31/2-4, Norway, V. 1, 129p.
- Muir, M. D. and Sarjeant, W. A. S., 1978- The palynology of the Langdale beds (Middle Jurassic) of Yorkshire and its stratigraphical implications. *Review of Palaeobotany and Palynology*, V. 25, 193-239.
- Navidi-Izad, N., Sajjadi, F., Dehbozorgi, A. and Hashemi-Yazdi, 2014- Palynostratigraphy and sedimentary palaeoenvironment of Dalichi Formation at the Dictash section, North East Semnan: *Researches of Stratigraphy and Sedimentary*, V. 75 (4), 21-46. (In Persian)
- Partridge, A. D., 2006- Jurassic - Early Cretaceous dinocyst zonation NWS Australia: 1st update of HMP 2004. In: Monteil, E. (coordinator), *Australian Mesozoic and Cenozoic Palynology Zonations – updated to the 2004 Geologic Time Scale: Geoscience Australia Record*, 2006/23 (chart 1 of 4).
- Pavia, G., and Sarti, C., 1987- Biostratigrafia ad ammonite del Giurassico italiano: *Bollettino della Società Paleontologica d'Italia*, V. 26 (3), 289-293.

- Phipps, D. and Playford, G., 1984- Laboratory techniques for extraction of palynomorphs from sediments: Department of Geology, University of Queensland, V. 11, 1-29.
- Pocock, S. A. J., 1970- Palynology of the Jurassic sediments of western Canada, Terrestrial species: *Palaeontographica B*, V. 130 (1-2), 12-72, continued in (3-6), 73-136.
- Poulsen, N. E. and Riding, J. B., 2003- The Jurassic dinoflagellate cyst zonation of Subboreal Northwest Europe: Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin, V. 1, 115-144.
- Poulsen, N. E., 1992- Jurassic dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Danish Subbasin in relation to sequences in England and Poland; a preliminary review: *Review of Palaeobotany and Palynology*, V. 75, 33-52.
- Poulsen, N. E., 1996- Dinoflagellate cysts from marine Jurassic deposits of Denmark and Poland: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Contribution Series, no. 31, 227p.
- Poulsen, N. E., 1998- Upper Bajocian to Callovian (Jurassic) dinoflagellate cysts from central Poland: *Acta Geologica Polonica*, -V. 48 (3), 237-245.
- Powell, A. J., 1992- A Stratigraphic Index of Dinoflagellate cysts: British Micropalaeontological Society Publication Series, Chapman and Hall.
- Reiser, R. F. and Williams, A. J., 1969- Palynology of the Lower Jurassic sediments of the northern Surat Basin, Queensland Publications: Geological Survey of Queensland, Palaeontology Papers V. 339 (15), 24p.
- Riding, J. B. and Hubbard, R. N. L. B., 1999- Jurassic (Toarcian to Kimmeridgian) Dinoflagellate cysts and paleoclimates: *Palynology*, V. 23, 15-30.
- Riding, J. B. and Thomas, J. E., 1992- Dinoflagellate cysts of the Jurassic System. In: Powel, A.J. (ed.), A Stratigraphic Index of Dinoflagellate cysts. British Micropalaeontological Society Publication Series, Chapman and Hall, 7-98.
- Riding, J. B., 1983- The palynology of the Aalenian (Middle Jurassic) sediments of Jackdaw Quarry, Gloucestershire, England: *Mercian Geologists*, V. 9, 111-120.
- Riding, J. B., 1984- A palynological investigation of Toarcian to early Aalenian strata from the Blea Wyke area, Ravenscar, North Yorkshire: *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, V. 45, 109-122.
- Riding, J. B., Fedorova, V. A. and Ilyina, V. I., 1999- Jurassic and Lowermost Cretaceous dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Russian Platform and Northern Siberia, Russia: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation.
- Şengör, A., 1990- A new model for late Paleozoic-Mesozoic tectonic evolution of Iran and implications for Oman: Geological Society, London, Special Publications, V. 49 (1), 797-831.
- Seyed-Emami, K., Fürsich, F. T. and Wilmsen, M., 2004- Documentation and significance of tectonic events in the northern Tabas Block (East-Central Iran) during the Middle and Late Jurassic: *Rivista di Italiana Paleontologia e Stratigrafia*, V. 110 (1), 163-171.
- Spaeth, C., Hoefs, J. and Vetter, U., 1971- Some aspects of isotopic composition of belemnites and related paleotemperatures: *Geological Society of America Bulletin*, V. 82, 3139-3150.
- Stahl, W. and Jordan, R., 1969- General considerations on isotopic paleotemperature determinations and analyses on Jurassic ammonites: *Earth and Planetary Sciences Letters*, V. 6, 173-178.
- Stover, L. E., 1966- *Nannoceratopsis spiculata*, a new dinoflagellate species from the middle Jurassic of France: *Journal of Paleontology*, V. 40 (1), 41-45.
- Takin, M., 1972- Iranian geology and continental drift in the Middle East: *Nature*, v. 235, 147-150.
- Tipper, G. H., 1921- The geology and mineral resources of eastern Persia: *Record of Geological Survey of India*, V. 53 (1), 51-80.
- Vaez-Javadi, F., 2017- Palynostratigraphy of the Middle Jurassic sediments in Hojedk Formation, Tabas Block, East-Central Iran: *The Palaeobotanist*, V. 66, 47-60.
- Vaez-Javadi, F., Ghavidel-Syooki, M. and Ghasemi-Nejad, E., 2003- Biostratigraphy of Shemshak Formation in Ozon Mountain, Jajarm, based on Dinoflagellata. *Journal of Science*, University of Tehran, V. 29 (1), 141-160 (In Persian).
- Valdes, P. J. and Sellwood, B. W., 1992- A Palaeoclimate model for the Kimmeridgian: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, V. 95, 47-72.
- Van Helden, B. G. T., 1977- Correlation of microplankton assemblages with ammonite faunas from the Jurassic Wilkie Point Formation, Prince Patrie Island, District of Franklin: Geological Survey of Canada, V. 77-LB, 163-171.
- Veizer, J. and Fritz, P., 1976- Possible control of post-depositional alteration in oxygen paleotemperature determinations: *Earth and Planetary Science Letters*, V. 33, 255-260.
- Veizer, J., 1974- Chemical diagenesis of belemnite shells and possible consequences for paleotemperature determinations: *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, V. 145, 279-305.
- Vijaya and Sen, K. K., 2005- Palynological study of the Dubrajpur formation in the Mesozoic succession, Pachambi Area, Birbhum Coalfield, West Bengal: *Journal of Palaeontological Society of India*, V. 50 (1), 121-133.
- Weiss, M., 1989- Die Sporenfloren aus Rät und Jura südwest-Deutschlands und ihre beziehung zur Ammoniten-Stratigraphie: *Palaeontographica B*, V. 15 (1-6), 1-168.
- Wheeler, J. W. and Sarjeant, W. A. S., 1990- Jurassic and Cretaceous palynomorphs from the central Alborz Mountains, Iran: their significance in biostratigraphy and palaeogeography: *Modern Geology*, v.14 (4), 267-374.
- Wilmsen, M., Fürsich, F. T. and Taheri, J., 2009- The Shemshak Group (Lower-Middle Jurassic) of the Binalud Mountains, NE Iran: stratigraphy, depositional environments and geodynamic implications: Geological Society of London, Special Publications, V. 312, 175-188.
- Woollam, R. and Riding, J. B., 1983- Dinoflagellate cyst zonation of the English Jurassic: Institute of Geological Sciences Report, no. 83 92), 42p.
- Zeigler, B., 1980- Ammonoid biostratigraphy and provincialism: Jurassic- old world: Systematics Association Special Volume, "The Ammonoidea", V. 18, 433-457.

Dinoflagellate palynostratigraphy of middle Jurassic of the Hojedk Formation, Tabas, Central-East Iran and its correlation to other Palynomorph zones in Iran and elsewhere

F. Vaez-Javadi^{1*}

¹Assistant Professor, School of Geology, College of Science, University of Tehran, Tehran, I.R. Iran

Received: 2016 December 11

Accepted: 2017 May 23

Abstract

Hojedk Formation spreads well through the Tabas Block. Diverse and moderately preserved palynofloras occur in the Middle Jurassic sediments of the formation in south Kouchekali, southwest of Tabas, central-east Iran. The present investigation of the Hojedk Formation has revealed a diverse assemblage of dinoflagellate cysts in which 12 species allocated to 5 genera. Two acritachs were also recognized, permitting establishment of *Nannoceratopsis triceratops-Pareodinia ceratophora* Assemblage zone, and *Nannoceratopsis gracilis* Total Rane Subzone in the upper part, lower and upper boundaries have been identified by the first and last observed occurrence (LOO) of these index species. These biozones are comparable to the other palynozones in Iran and elsewhere especially in the northern hemisphere (Greenland, Norway, Scotland, England, and Poland). Occurrence of various species of *Nannoceratopsis* is concluded that this locality was located at the south palaeocoastal line of the Tabas Block during the Aalenian-Bajocian.

Key words: Dinoflagellate cysts, Middle Jurassic, Biostratigraphy, Hojedk Formation, Tabas.

For Persian Version see pages 265 to 276

*Corresponding author: F. Vaez-Javadi; E-mail: vaezjavadi@ut.ac.ir