

پالینواستراتیگرافی، پالینوفاسیس و ارزیابی پتانسیل هیدروکربورزایی سازند سرچشمه در چاه-A، شرق کپه‌داغ، ایران

محمد شریفی*، ابراهیم قاسمی‌نژاد^۱، دانشگاه تهران • مریم اختری^۲، مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت

چکیده

سازند سرچشمه از سازندهای شیلی کرتاسه‌ی پیشین در حوضه‌ی رسوبی کپه‌داغ است که در چاه-A این سازند روی سازند تیرگان نهشته شده و توسط سازند سنگانه پوشیده می‌شود. سنگ‌شناسی این سازند عمدتاً از مارن، شیل و آهک با ضخامتی حدود ۱۷۷ متر تشکیل شده است. با بررسی‌های پالینولوژیکی، تعداد ۱۸ جنس و ۳۱ گونه از داینوفلاژله‌ها شناسایی شد که متعلق به ناحیه‌ی *Odontochitinaoperculata* با سن آپتین هستند. مطالعات پالینوفاسیس نشان از سه نوع پالینوفاسیس مختلف دارند که همراه با عوامل مختلف پالئو اکولوژیکی به‌طور کلی گویای عمیق‌تر شدن حوضه در طول رسوب‌گذاری سازند هستند. آنالیزهای ژئوشیمیایی (پیرولیز راک-اول) کروژن سازنده را کروژن نوع سوم نشان می‌دهد. مقدار ماده‌ی آلی در این سازند کم است که از نظر درجه‌ی بلوغ به مرز پختگی نرسیده و نمی‌توان آنرا سنگ منشائی مناسب دانست.

اطلاعات مقاله

تاریخ ارسال نویسنده: ۹۵/۱۱/۰۹

تاریخ ارسال به داور: ۹۵/۱۱/۱۳

تاریخ پذیرش داور: ۹۵/۱۱/۱۳

واژگان کلیدی:

سازند سرچشمه، پالینولوژی، داینوفلاژله، پالینوفاسیس، پتانسیل هیدروکربورزایی

مقدمه

حوضه نشانگر آنست که در نواحی شرق و جنوب کپه‌داغ، در اواخر ژوراسیک و کرتاسه‌ی آغازین می‌توان شواهدی از یک خشکی‌زایی گسترده را دید [۱]. مطالعات بسیاری روی سازند سرچشمه در این حوضه انجام شده؛ مثلاً سید امامی [۲] آمونیت‌های سازند سرچشمه را در غرب حوضه‌ی کپه‌داغ بررسی نموده و سن سازند را آپتین پیشین تعیین کرده است. ایمل و همکاران [۳] ضمن بیان اینکه سازند سرچشمه به سمت شرق جوان‌تر می‌شود، سن آنرا آپتین معرفی کردند. رئیس السادات [۴] بر مبنای آمونیت‌های موجود در این سازند سن آنرا آپتین پیشین تعیین کرده است. داوطلب و همکاران [۵] با بررسی پالینومورف‌های دریایی در برش انجیر بلاغ سن سازند را آپتین معرفی نمودند. محمودی [۶] نیز با بررسی‌های پالینولوژیکی برش الگو، سن سازند سرچشمه را بارمین پسین-آپتین پیشین تعیین کرده است. در این مطالعه جهت مطالعات پالینولوژیکی، ۵۲ نمونه از خرده‌های حفاری سازند سرچشمه با فواصل مناسب انتخاب شد و در مجموع ۱۱۰ اسلاید پالینولوژیکی طبق روش استاندارد تراورس [۷] تهیه گردید.

سازند سرچشمه در حوضه‌ی رسوبی کپه‌داغ از دره‌ی خور تا مرز شرقی کشور، در امتدادی شمال‌غربی-جنوب‌شرقی در طول ۱۱۰ کیلومتر گسترش دارد [۱]. نام این سازند از روستای سرچشمه واقع در ۱۴ کیلومتری شمال‌شرق بجنورد گرفته شده است. هرچند برش الگوی آن در ناحیه‌ی غرب تاق‌دیس خور، در کنار جاده‌ی مشهد به کلات نادری مطالعه گردیده است. به‌طور کلی این سازند از دو بخش پائین (با سنگ‌شناسی مارن خاکستری) و بالا (معمولاً تناوبی از لایه‌های تیره‌رنگ شیلی و لایه‌های نازک آهکی) و یک لایه‌ی کلیدی (با منشاء زیستی) که در رأس سازند قرار می‌گیرد تشکیل شده است. در این مطالعه‌ی پالینواستراتیگرافی، محیط رسوبی و توان تولید سازند سرچشمه در چاه-A که در مسیر مشهد به سرخس حفاری شده بررسی می‌گردد. به‌دلیل محرمانه بودن داده‌های شرکت ملی نفت، چاه مورد مطالعه به‌عنوان چاه-A معرفی می‌شود. از نظر چینه‌شناسی، سازند سرچشمه در چاه مورد مطالعه با ضخامتی حدود ۱۷۷ متر با تناوبی از مارن، شیل و آهک شیلی، بین دو سازند تیرگان در پائین و سنگانه در بالا قرار دارد.

۱- بحث

۱-۱- پالینولوژی و پالینواستراتیگرافی
در کرتاسه‌ی آغازین، داینوفلاژله‌ها تنوع کمی دارند که کمترین تنوع آنها در طول کرتاسه به ثبت رسیده است [۸]. در والائترین تنوع و فراوانی جنس *Oligosphaeridium* به تدریج افزایش می‌یابد و اولین حضور گونه‌هایی از جنس‌های *ocysta* *Muderongia* و *Phober Pseudoceratium* در رکورد فسیلی ثبت

توالی رسوبی در حوضه‌ی کپه‌داغ را می‌توان از ژوراسیک میانی دنبال کرد. از ژوراسیک میانی تا اوایل الیگوسن، دریایی در این قسمت وجود داشته که هر چند گاه از عمق آن کاسته شده و دو مرتبه عمیق‌تر شده که گاه ضخامت رسوبات برجای مانده به بیش از ۸۰۰۰ متر می‌رسد. بررسی دیرینه‌ی جغرافیای کرتاسه‌ی

* نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (Mohammadsharify98@yahoo.com)

آنهاست. این پالینوفاسیس در یک محیط دریایی باز و کم عمق ته نشست کرده که در واقع یک ناحیه‌ی گذر از نواحی نزدیک منشاء حوضه به سوی نواحی عمیق حوضه است. روند رو به کاهش AOM حاکی از شرایط کم اکسیژنه است.

در شکل ۴- چگونگی تغییرات پالینوفاسیس‌ها در طی انباش سازند سرچشمه در طول ستون چینه‌شناسی نشان داده شده است.

۳-۱- پالئواکولوژی

عوامل مختلفی در تفاسیر پالئواکولوژیکی نقش دارند که استفاده از آنها در کنار سایر شواهد علمی حاصل، کمک شایانی برای ایجاد درک صحیحی از شرایط قدیمه است. یکی از این عوامل،

Sample no.	Palynological Elements percent			Palynofacies		
	Pal%	Ph%	AOM%	II	IV	VI
28,32-34	8.5	20.3	71.2			
28,34-36	31.5	52.8	15.7			
28,36-38	2.1	70.2	27.7			
28,38-40	20	56.4	23.6			
28,40-42	5	65	30			
28,42-44	7.1	50	42.9			
28,44-46	2.9	55.9	41.2			
28,46-48	16.1	42.8	41.1			
28,48-50	11.6	67.5	20.9			
28,50-52	7.4	37.1	55.5			
28,54-56	3.8	65.1	31.1			
28,58-60	16.2	62.2	21.6			
28,62-64	4	44	52			
28,66-68	6.7	60	33.3			
28,70-72	3	27.3	69.7			
28,74-76	8.5	70.7	20.8			
28,78-80	6	82	12			
28,84-86	8.3	66.7	25			
28,86-88	20.3	55.9	23.8			
28,92-94	11.8	64.7	23.5			
28,96-98	31.2	36	32.8			
29,00-02	4.7	51.1	44.1			
29,04-06	17.9	43.3	38.8			
29,08-10	1.2	66.3	32.5			
29,12-14	27.3	35.4	37.3			
29,20-22	32.3	49.2	18.5			
29,24-26	10.4	72.4	17.2			
29,28-30	1.4	90.3	8.3			
29,32-34	10.9	74.6	14.5			
29,36-38	2.3	83.3	14.4			
29,40-42	9.9	65.7	24.4			
29,44-46	2.3	75	22.4			
29,48-50	7.2	72.4	20.4			
29,52-54	6.1	73.9	20			
29,56-58	6.5	79.3	14.2			
29,60-62	9.6	63.5	26.9			
29,64-66	5.9	82.3	11.8			
29,68-69	10.2	56.4	33.4			
29,69-70	9.1	57.6	33.3			
29,70-72	13.6	59.1	27.3			
29,74-76	2	69.4	28.6			
29,78-80	6.2	75	18.8			
29,80-82	4	66	30			
29,84-86	9.7	54.8	35.5			
29,88-90	12.5	56.3	31.2			
29,92-94	14.3	73.5	11.7			
29,96-98	14.3	75	10.7			
30,00-02	2.5	65	32.5			
30,04-06	7.3	70.9	21.8			
30,16-18	4.2	70.8	25			
30,08-10	27.8	48.6	23.6			
30,12-14	6	58	36			

شکل ۴ | پالینوفاسیس‌های مختلف در نمونه‌های چاه-A



استرالیا سن آپتین را برای آن پیشنهاد کرده‌اند (شکل‌های ۲-۱).

۲-۱- مطالعات پالینوفاسیس

از کاربردهایی که به جز تعیین سن و بیواستراتیگرافی می‌توان از اسلایدهای پالینولوژیکی متصور بود، بازسازی محیط دیرینه با استفاده از شواهد موجود است که در اصطلاح آنرا پالینوفاسیس می‌گویند و با تمامی باقیمانده‌های ارگانیکی مقاوم در برابر اسید در اسلایدها مرتبط است. به عبارت دیگر تفسیر محیط رسوبی بر اساس رخساره‌های پالینولوژیکی را پالینوفاسیس می‌گویند. عناصر باقیمانده در اسلایدهای پالینولوژیکی توسط محققان مختلف مطالعه شده و در تمامی تقسیم‌بندی‌هایی که برای این عناصر پیشنهاد شده، سه گروه اصلی خرده‌های آلی یعنی پالینومورف‌ها، فیتو کلاست‌ها (پالینوماسرال‌ها) و مواد آلی بی‌شکل (AOM) مورد توجه قرار گرفته‌اند [۱۸]. پس از مطالعه‌ی اسلایدهای پالینولوژیکی، برای تشخیص پالینوفاسیس، عناصر پالینولوژیکی شمارش شد و بر مبنای دیاگرام تاسون [۱۹] سه نوع پالینوفاسیس در این سازند شناسائی گردید (شکل-۳).

۱-۲-۱- پالینوفاسیس II

در این رخساره درصد فیتو کلاست نمونه‌ها ۹۵-۶۵ درصد بوده، تعداد داینوفلاژله‌ها کم یا بسیار نادر و مقدار AOM کمتر از ۳۵ درصد است. این پالینوفاسیس که بخش غالب نمونه‌های سازند سرچشمه در چاه-A را دربر می‌گیرد بیانگر محیط حاشیه‌ی حوضه با اکسیژن کم یا فاقد اکسیژن است. به طور کلی زیاد بودن نسبت اجزاء قاره‌ای به اجزاء دریایی نشان‌دهنده‌ی محیط رسوب‌گذاری نزدیک به منشاء می‌باشد. در برخی اسلایدهای پالینولوژیکی این رخساره به صورت اندک آستر داخلی فرامینفرا مشاهده گردید که نشان می‌دهد شرایط کاملاً هم بدون اکسیژن نبوده است [۲۰].

۲-۲-۱- پالینوفاسیس VI

درصد حضور فیتو کلاست در این رخساره نسبت به رخساره‌ی قبلی کمتر است (۶۵-۴۵ درصد). اما هنوز مهم‌ترین جزء شکل‌دهنده، عناصر پالینولوژیکی هستند. در مقابل، مقدار AOM در مقاطع افزایش یافته که این تغییرات نشان از عمیق‌تر شدن حوضه دارند. محیط رسوب‌گذاری این رخساره Proximalsuboxic-anoxic shelf است.

۳-۲-۱- پالینوفاسیس IV

نکته‌ی مهم در این پالینوفاسیس، تنوع و فراوانی سیست‌های داینوفلاژله‌ها نسبت به دو رخساره‌ی قبلی است که نشان‌دهنده‌ی شرایط مناسب‌تر برای تعدد، تنوع و افزایش مقدار حفظ‌شدگی

تفکیک کرد (شکل-۵). در بخش زیرین، این نسبت صرف نظر از چندین نوسان کوچک، به طور میانگین کمتر از یک بوده و بیانگر محیط اکسیدان است. اما در بخش بالا، این نسبت بیشتر از یک شده و بازگو کننده شرایط احیایی حاکم بر محیط در طول عمیق شدگی حوضه است.

نسبت های AOM به فیتو کلاست قهوه ای و AOM به پالینومورف دریایی نشان دهنده مقدار اکسیژن موجود در محیط و ریتم رسوب گذاری است. زیاد بودن نسبت AOM شفاف به پالینوماسرال قهوه ای، نشان دهنده عدم رسوب گذاری در شرایط کم اکسیژن یا بدون اکسیژن است و اگر مقدار AOM تیره به فیتو کلاست قهوه ای زیاد باشد، هر چند دلالت بر ریتم رسوب گذاری کم دارد اما برخلاف حالت قبلی، شرایط محیطی اکسیدان را نمایان می کند [۲۳]. همچنین مقدار حفظ شدگی پالینومورف ها در شرایط بدون اکسیژن و سرعت رسوب گذاری زیاد است و افزایش نسبت AOM شفاف به پالینومورف دریایی نشان دهنده شرایط بدون اکسیژن و نرخ رسوب گذاری کم است. اما در مقابل، افزایش نسبت AOM تیره به پالینومورف دریایی بیانگر شرایط اکسیدان است. از روند تغییرات این دو نسبت می توان نتیجه گرفت که در بخش زیرین سازند، محیطی اکسیدان غالب بود که در بخش های بالاتر همزمان با عمیق شدن حوضه، به محیطی احیایی با نرخ رسوب گذاری کم تبدیل می گردد (شکل-۵).

۱-۴- بازسازی محیط رسوبی

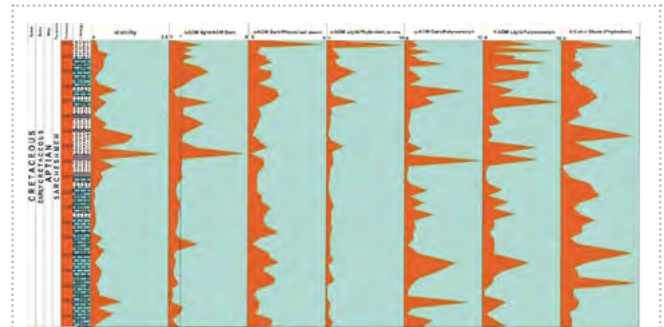
حضور غالب پالینوفاسیس IV در رأس سازند نسبت به بخش های قاعده ای و میانی سازند منعکس کننده بالا آمدن سطح آب دریاست. شواهد پالئو کولوژیکی نیز نمایانگر کاهش اکسیژن محیط و افت نرخ رسوب گذاری به سمت رأس سازند است که دلالت بر عمیق شدن حوضه دارند. به طور کلی بر اساس تلفیق نتایج حاصل از مشاهدات مختلف پالینولوژیکی در چاه-A، می توان نتیجه گرفت که در ابتدای تهنسست سازند سرچشمه،

۱ | نتایج حاصل از آنالیز راک-اول نمونه های سازند سرچشمه در چاه-A [۲۵]

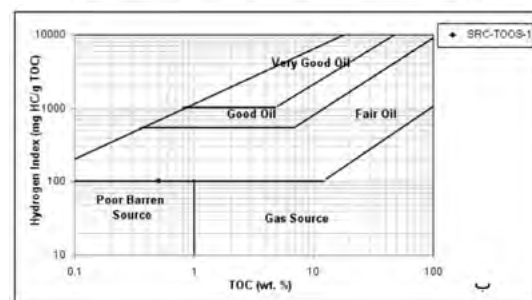
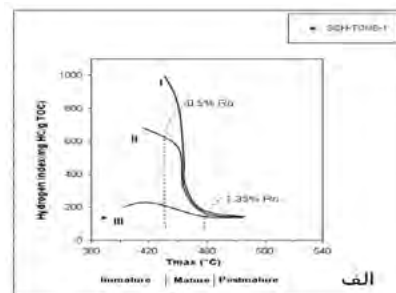
Depth (m)	Tmax (°C)	TOC (%)	HI
۲۸۳۰-۲۸۳۲	۳۸۹	۰/۴۹	۱۱۸/۰۰
۲۸۳۸-۲۸۴۰	۳۸۱	۰/۴۴	۱۰۹/۰۰
۲۸۸۰-۲۸۸۲	۳۷۹	۰/۴۸	۱۰۸/۰۰
۲۸۸۸-۲۸۹۰	۴۱۲	۰/۵۶	۹۵/۰۰
۲۸۹۸-۲۹۰۰	۴۰۶	۰/۵۳	۹۲/۰۰

لابیلیتی است که بر اساس نسبت فیتو کلاست های قهوه ای به تیره سنجیده می شود و تغییرات سطح آب را منعکس می کند؛ به طوری که فیتو کلاست های قهوه ای نشانگر محیط نزدیک به ساحل هستند و فیتو کلاست های تیره، نواحی دور از ساحل را نشان می دهند [۲۱]. تغییرات Lability در طول ستون چینه شناسی سازند سرچشمه (شکل-۵) حاکی از شرایط ناپایدار حوضه به خصوص در بخش های بالایی سازند است.

دیگر عامل مهم در این زمینه، نسبت AOM شفاف به تیره است. AOM شفاف حاصل عملکرد باکتری های بی هوازی در محیطی احیایی و AOM تیره حاصل فعالیت باکتری های هوازی (شرایط اکسیدان) است. بر این اساس اگر نسبت AOM شفاف به تیره بیش از یک باشد، شرایط احیایی و اگر کمتر از یک باشد، شرایط اکسیدان است [۲۲]. با مطالعه ی چنین نسبتی می توان سازند سرچشمه در چاه-A را در عمق ۲۹۲۰ متری به دو بخش



۵ | روند تغییرات عوامل مختلف پالئو کولوژیکی سازند سرچشمه در چاه-A شکل



۶ | الف) نمودار HI در مقابل Tmax سازند سرچشمه در چاه-A [۲۵] ب) نمودار HI در مقابل TOC سازند سرچشمه در چاه-A [۲۵] شکل

آمورف هستند و از تجزیه‌ی فیتوپلانکتون‌ها، زئوپلانکتون‌ها و برخی جانوران عالی‌تر حاصل شده‌اند. بر اساس نمودار HI در مقابل TOC (شکل ۶-ب) نیز می‌توان دریافت که نمی‌توان از سازند سرچشمه به‌عنوان منشایی با پتانسیل هیدروکربورزایی زیاد نام برد (شکل ۶-ع).

نتیجه‌گیری

■ در این مطالعه با بررسی دقیق اسلایدهای پالینولوژیکی متعلق به سازند سرچشمه در چاه-A، تعداد ۱۸ جنس و ۳۱ گونه از پالینومورف‌های دریایی شناسائی شد. بر اساس وجود گونه‌های شاخص مثل *Odontochitina operculata*، *Paleoperidinium creta*، *Odontochitina operculata*، *Oligospaheridium complex*، *Spiniferites ramosus*، *Kio-* *kansium polypes*، *Pseudoceratium polymorphum* سن سازند آشکوب، آبتین پیشنهاد می‌گردد. همچنین حضور و گسترش زمانی پالینومورف‌های دریایی در رسوبات مذکور، تعلق آنها به ناحیه‌ی *Odontochitina operculata* را نشان می‌دهد.

■ در بررسی سه گروه اصلی عناصر پالینولوژیکی، سه پالینوفاسیس برای سازند سرچشمه معرفی شد. به‌طور کلی بر اساس پالینوفاسیس‌های شناسائی شده و عوامل پالئوآکولوژیکی مختلف، محیط رسوب‌گذاری در بخش‌های قاعده‌ای سازند، شرایط پایدار کم‌عمقی را نشان می‌دهد که در بخش بالای سازند نوساناتی بین شرایط کم‌عمق و عمیق انجام می‌شود. اما به‌طور کلی می‌توان گفت که از قاعده به سمت رأس سازند، شرایط حوضه از حالت کم‌عمق به عمیق تغییر یافته و به تدریج از مقدار اکسیژن و نرخ رسوب‌گذاری آن کاسته شده است.

■ جهت تعیین توان تولید سازند و بر اساس نتایج حاصل از آنالیزهای پیرولیز راک-اول، مقدار ماده‌ی آلی در این سازند، کم و از کروژن نوع سوم تعیین شد که به دلیل درجه‌ی بلوغ کم، نمی‌توان آنرا به‌عنوان سنگ منشاء معرفی کرد.

محیطی کم‌عمق و اکسیدان به‌صورت شلفی قاره‌ای وجود داشته که در طول رسوب‌گذاری سازند شاهد پیشروی دریا بوده و محیط، به تدریج عمیق‌تر و کم‌اکسیژن‌تر می‌گردد و به محیط نریٹیک خارجی تبدیل می‌شود. این امر در برش‌های مختلف مطالعه شده‌ی سازند سرچشمه (از جمله برش الگو [۶]، برش انجیربلاغ [۵] و برش ددانلو [۲۴]) نیز گزارش شده است.

۱-۵- ارزیابی پتانسیل هیدروکربورزایی

پیرولیز مواد آلی، روشی حرارتی است که برای تشخیص کیفیت و بلوغ حرارتی سنگ‌های منشاء استفاده می‌شود. در این روش با به‌کارگیری دستگاه پیرولیز راک-اول و حرارت دادن ماده‌ی آلی در غیاب اکسیژن سعی می‌شود شرایط واقعی بلوغ کروژن در سطح زمین و با دمای بیشتر شبیه‌سازی گردد. بر اساس آنالیزهای راک-اول [۲۵] روی نمونه‌های سازند سرچشمه در چاه مورد مطالعه (جدول ۱)، مقدار ماده‌ی آلی در این سازند کم بوده و نمی‌توان آنرا سنگ منشائی مناسب دانست. مقادیر Tmax این سازند نیز نشان‌دهنده‌ی پختگی نه‌چندان زیاد این سازند است که از نظر بلوغ حرارتی به مرحله‌ی تولید نرسیده است (جدول ۱).

با استفاده از نمودار HI در مقابل Tmax [۲۶] می‌توان نوع کروژن را در نمونه‌های آنالیز شده تعیین کرد. بر اساس آنچه از بررسی این نمودار در مورد سازند سرچشمه در چاه-A به دست آمده (شکل ۶-الف)، در نمونه‌های مطالعه شده، کروژن نوع سوم و به مقدار کم از کروژن نوع دوم است. کروژن نوع سوم که آنرا کروژن زغالی هم می‌گویند غنی از ماسرال و تیرینایت است، ظرفیت تولید نفت بسیار کمی دارد و به‌طور عمده گاز خشک تولید می‌کند [۲۷-۲۹]. البته به دلیل مقادیر کم ماده‌ی آلی در سازند سرچشمه، نمی‌توان آنرا به‌عنوان یک شیل گازی هم مطرح کرد [۲۵]. کروژن نوع دوم منشاء دریایی دارد، ذرات تشکیل‌دهنده‌ی آن غالباً

پانویس‌ها

1. eghaseminejad@gmail.com

2. Akhtari_58@yahoo.com

منابع

- ogie und historische Geologie, Vol. 34, pp. 145-158.
 [3] Immel, H., Seyed-Emami, K., Afshar-Harb, H., 1997. Kreide-Ammonitenaus dem iranischen Teil des Koppeh-Dagh (NE Iran). Zitteliana, Vol. 21, pp. 159-190.
 [4] Raisossadat, S.N., 2004. The ammonite family Deshayesitidae

- [۱] افشار حرب، ع.، ۱۳۷۳. زمین‌شناسی ایران، زمین‌شناسی کپه‌داغ، انتشارات زمین‌شناسی کشور، تهران، شماره‌ی ۱۱، ۲۷۶ صفحه
 [2] Seyed-Emami, K., Schairer, G., Behroozi, A., 1994. Einige Ammonitenaus der Kashaf Rud Formation (Mittlerer Jura) E Mashhad (NE Iran). Mitteilungen der Bayerischen Staatsammlung für Paläontol-

- R. A., Brinkhuis H., 2006. Correlation of Barremian-Aptian (Mid-Cretaceous) dinoflagellates cyst assemblages between the Tethyan and Austral realms. *Cretaceous Research*, Vol.27, pp. 792-813.
- [18] Traverse, A., 2007, paleopalynology. Second Edition, Springer. 813 pp.
- [19] Tyson R. V., 1993. Palynofacies analysis. *Applied Micropaleontology*, pp. 153-191
- [20] Van der Zwan, C.J. 1990. Palynostratigraphy and palynofacies reconstruction of the Darugen Field Offshore Mid Norway. *Review of Paleobotany and Palynology*, Vol. 62, pp. 157-186.
- [21] Schioler, P., Crampton, J. S., and Laird, M. G., 2002. Palynofacies and sea level changes in the middle Coniacian – Late Campanian (Late Cretaceous) of the East Coast Basin, New Zealand, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, palaeoecology*, Vol. 188, pp. 101-125.
- [22] Bombardier, L., and Gorin, G. E., 2000. Stratigraphical and lateral distribution of sedimentary organic matter in Upper Jurassic carbonate of Southeast France, *Sedimentary Geology*, Vol. 132, pp. 177-203.
- [23] Waveren, I., Visscher, H., 1994. Analysis of the composition and selective preservation of organic matter in surficial deep-sea sediment from a high-productivity area (Bandasa, Indonesia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, palaeoecology*, Vol. 112, pp. 85-111.
- [24] علامه، م.، ترشیزیان، ح.، حبیب‌الهی، ن.، ۱۳۹۰. پالینولوژی و پالئواکولوژی سازند سرچشمه در برش روستای ددانلو، جنوب شرق قوچان (خراسان رضوی)، رخساره‌های رسوبی، شماره ۴-، صفحات ۶۴ تا ۷۶
- [25] کاوسی، م.ع.، دریابنده، م.، جمالی، ا.م.، تیرتاشی، عبادیان، ح.، شرکتی، ش.، ۱۳۹۰. پی‌جویی مقدماتی منابع هیدروکربوری غیرمتعارف شیل‌گازی در ایران، گزارش شرکت ملی نفت ایران، مدیریت اکتشاف، گزارش شماره ۱۹۱۴ TR
- [26] Peters, K. E., 1986. Guidelines for evaluating petroleum source rocks using programmed pyrolysis, *AAPG Bulletin*, Vol. 70, pp. 318-329.
- [27] Tyson, R. V., 1995. Sedimentary organic matter, organic facies and palynofacies. Chapman and Hal, London, 616 p.
- [28] Teichmuller, M., & Durand, M., 1983. Fluorescence in microscopic rank studies on liptinite and vitrinite in peat and coal, and comparison with the results of Rock-Eval pyrolysis. *International Jour. Of Coal Geology*. Vol. 2, pp. 197-230.
- [29] Tissot, B.P., & Welte D. H., 1984. Petroleum formation and occurrence (2nd ed). Berlin Springer-Verlag, Vol. 223, pp. 509-523.
- in the KopetDagh Basin, NE Iran. *Cretaceous Research*, Vol. 25, pp. 115-136.
- [5] داوطلب الهام، قاسمی‌نژاد ابراهیم، عاشوری علیرضا، وحیدی‌نیا محمد، ۱۳۸۹، پالینواستراتیگرافی و محیط دیرینه‌ی سازند سرچشمه در برش چینه‌شناسی انجیربلاغ، شرق حوضه‌ی رسوبی کپه‌داغ، پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، شماره ۴۱، صفحات ۱ تا ۲۰
- [6] محمودی عبدالمجید، ۱۳۸۸، پالینواستراتیگرافی و پالئواکولوژی سازند سرچشمه در برش الگو (تاق‌دیس خور)، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران
- [7] Traverse, A., 1988. *Paleopalynology*. Unwin Hyman, Boston. 600 pp.
- [8] Stover, L. E., Brinkhuis, H., Damassa, S. P., de Verteuil, L., Helby, R., Monteil, E., Partridge, A. D., Powell, A. J., Riding, I. B., Smelror, M. and Williams, G. L., 1996. Mesozoic-Tertiary Dinoflagellates, Acritarchs and Prasinophytes. *American Association of stratigraphic Palynologists Foundation*, Vol 2, pp. 641-750.
- [9] Powell, A., J., 1992. A stratigraphic index of dinoflagellate cysts. Chapman and Hall, 290p.
- [10] Haq, B.U., Hardenbol, J., Vail, P.R., 1987. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, Vol. 235, pp. 1156-1167.
- [11] Costa, L.I., Davey, R.J., 1999. Dinoflagellates cysts from the cretaceous System, In: Powell, A.J. (Ed.), *A Stratigraphic Index of Dinoflagellate Cysts*. British Micropaleontological Society Publication Series/Kluwer Academic Publishers, pp. 99-154.
- [12] Harding, I. C., 1990. A dinocyst calibration of the European Boreal Barremian; *Palaeontographica Abteilung B*, Vol. 218, pp. 1-76, Plate 1-31.
- [13] Helby, R., 1987. Muderongia and related dinoflagellates of the latest Jurassic to Early Cretaceous of Australia. In: Jell, P.A. (Ed.), *Studies in Australian Mesozoic Palynology*. Memoirs of the Association of Australian Palaeontologists, Vol. 4, pp. 297-336.
- [14] Morgan, R., 1980. Palynostratigraphy of the Australian Early and Middle Cretaceous. *Memoirs of the Geological Survey of N.W.S. Palaeontology*, Vol. 18, pp. 1-153.
- [15] Helby, R., and McMinn, A., 1992. A Preliminary report of Early Cretaceous Dinocyst Floras from site 765, Argo Abyssal Plain, Northwest Australia. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, Vol. 123.
- [16] Helby, R., Morgan, R., Partridge, A.D., 2004. Updated Jurassic and Early Cretaceous dinocyst zonation NWS Australia. Geoscience Australia Publication.
- [17] Ooisting A. M., Leereveld H., Dickens G. R., Henderson