

تغییرات سطح آب و چینه‌شناسی توالی‌ها در سازند آب تلخ (کامپانین - ماستریشتین) در برش الگو

ابراهیم قاسمی نژاد^{۱*} و زینب رضایی^۱

^۱ دانشکده زمین‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۲/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۰۵/۱۹

چکیده

سازند آب تلخ با سن کامپانین - ماستریشتین یکی از واحدهای سنگ‌چینه‌ای حوضه رسوبی کپه داغ به شمار می‌رود. تاکنون مطالعه چینه‌نگاری سکانشی به طور دقیق بر روی این سازند صورت نگرفته است به همین دلیل در طی این مطالعه سعی شده است تا با بررسی شواهد فسیلی، واحدهای سکانشی موجود در این سازند تفکیک شود. برای این منظور پس از انجام بررسی‌های صحرایی ۳۹ نمونه سنگی برداشت و برای بررسی‌های پالینولوژی و پالینوفاسیس آماده سازی و مطالعه شد. براین اساس سه رخساره پالینولوژیکی شاخص محیط‌های V: Distal shelf, III: Proximal shelf, II: Marginal basin تفکیک شد. همچنین بر اساس تغییرات سه گروه عمده مواد آلی، پالینوفاسیس و با تلفیق داده‌های به دست آمده، سه سکانش رسوبی رده سه با مرزهای سکانشی نوع دوم تعیین شد. فراوانی داینوسیت‌های آب گرم، حضور ریف‌های قارچی و افزایش نسبت داینوسیت‌های پریدینوئید به گونیاکوکوئید (P/G) نشانگر شرایط آب و هوایی گرم حاکم بر زمان رسوبگذاری سازند آب تلخ هستند.

کلیدواژه‌ها: نوسانات سطح آب، توالی‌های چینه‌شناسی، سازند آب تلخ، شواهد فسیلی

* نویسنده مسئول: ابراهیم قاسمی نژاد

E-mail: eghasemi@Khayam.ut.ac.ir

۱- مقدمه

سازند آب تلخ یکی از سازندهای کرتاسه بالایی حوضه رسوبی کپه داغ در شمال خاور ایران است. چینه‌نگاری سکانشی در ارتباط دادن زمان و تغییرات نسبی سطح آب دریا، مهاجرت رخساره‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد (Carvalho et al., 2006). امروزه چینه‌نگاری سکانشی به عنوان روشی جدید در بررسی‌های چینه‌شناسی به کار گرفته می‌شود که درک چگونگی رسوبگذاری و حفظ‌شدگی رسوبات در حوضه رسوبی را بهبود می‌بخشد (Catuneanu, 2002). پارامترهای فسیل‌شناسی و سنگ‌شناسی متفاوتی برای تعیین تغییرات سطح نسبی آب دریا به کار گرفته می‌شوند. یکی از جدیدترین روش‌ها استفاده از عناصر پالینولوژیکی از جمله پارامترهای درجه تخریب زیستی خردده‌های پالینومورف، گردش‌دگی فیتوکلاست‌های هم‌بعد (Gorin & Steffen, 1990)، مقدار نسبی فیتوکلاست‌ها، مقدار خردده‌های تازه و شفاف در بین فیتوکلاست‌ها (نسبت فیتوکلاست‌های کدر (اپک) و نیمه کدر به روشن)، نسبت پالینومورف‌های دریایی به خشکی، مقدار نسبی و تنوع گونه‌ای سیست‌های داینوفلاژله، نسبت مورفوتایپ‌ها (کوریت/پروکسیمیت، پروکسیموکوریت، کاویت) (Ghasemi-Nejad et al., 1999) به منظور تفکیک واحدهای سکانشی است که در این مطالعه مورد توجه قرار گرفته است.

۳- موقعیت جغرافیایی

برش الگوی سازند آب تلخ پس از گردنه مزدوران در کناره راه اصلی مشهد به سرخس قرار دارد. مختصات قاعده سازند در محل برش الگو ۱۰°، ۳۳'، ۶۰° طول خاوری و ۵۶'، ۱۰'، ۳۶° عرض شمالی است (شکل ۱). طبقات اصلی تشکیل‌دهنده این سازند شیل‌های خاکستری روشن تا سبز-آبی با میان لایه‌های آهک است. این سازند با ستبرای ۹۵۰ متر با ناپیوستگی هم‌شیب بر روی سازند شیلی آب دراز قرار می‌گیرد و حد بالایی آن با ماسه‌سنگ ستبر و صخره‌ساز سازند نزار بر اساس شواهد سنگ‌شناسی و فسیلی به صورت گذاری تدریجی، پیوسته و هم‌شیب است.

۴- روش آماده‌سازی نمونه‌ها

۳۹ نمونه به صورت سیستماتیک از این سازند برداشت و در آزمایشگاه پالینولوژی آماده‌سازی شد. برای مطالعه و شناسایی عناصر پالینولوژیکی، اسلایدهای تهیه شده توسط میکروسکوپ نوری با لنزهای ۱۰، ۴۰، ۲۵ و ۱۰۰ مطالعه شده است و از نمونه‌های مورد نظر با دوربین دیجیتال عکس گرفته شده است، همچنین تمامی اسلایدهای پالینولوژیکی تهیه شده از برش مورد مطالعه،

سازند آب تلخ یکی از سازندهای کرتاسه بالایی حوضه رسوبی کپه داغ در شمال خاور ایران است. چینه‌نگاری سکانشی در ارتباط دادن زمان و تغییرات نسبی سطح آب دریا، مهاجرت رخساره‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد (Carvalho et al., 2006). امروزه چینه‌نگاری سکانشی به عنوان روشی جدید در بررسی‌های چینه‌شناسی به کار گرفته می‌شود که درک چگونگی رسوبگذاری و حفظ‌شدگی رسوبات در حوضه رسوبی را بهبود می‌بخشد (Catuneanu, 2002). پارامترهای فسیل‌شناسی و سنگ‌شناسی متفاوتی برای تعیین تغییرات سطح نسبی آب دریا به کار گرفته می‌شوند. یکی از جدیدترین روش‌ها استفاده از عناصر پالینولوژیکی از جمله پارامترهای درجه تخریب زیستی خردده‌های پالینومورف، گردش‌دگی فیتوکلاست‌های هم‌بعد (Gorin & Steffen, 1990)، مقدار نسبی فیتوکلاست‌ها، مقدار خردده‌های تازه و شفاف در بین فیتوکلاست‌ها (نسبت فیتوکلاست‌های کدر (اپک) و نیمه کدر به روشن)، نسبت پالینومورف‌های دریایی به خشکی، مقدار نسبی و تنوع گونه‌ای سیست‌های داینوفلاژله، نسبت مورفوتایپ‌ها (کوریت/پروکسیمیت، پروکسیموکوریت، کاویت) (Ghasemi-Nejad et al., 1999) به منظور تفکیک واحدهای سکانشی است که در این مطالعه مورد توجه قرار گرفته است.

۲- اهداف و روش‌ها

برای شناسایی و تفکیک سکانش‌های موجود و محیط انباش سازند آب تلخ و تعیین شرایط دیرینه‌بوم‌شناختی (پالتواکولوژیکی) این سازند، برش الگوی این سازند مورد مطالعه قرار گرفت. به منظور انجام سکانش استراتیگرافی و تفکیک سکانش‌های رسوبی از مجموع عامل‌های پالینولوژیکی و پالینوفاسیس استفاده شد. افزون بر آن، از آن جایی که داینوفلاژله‌ها نسبت به تغییرات دمایی حساس هستند و این تغییرات بر فراوانی و تنوع آنها مؤثر است و از طرفی عده‌ای از داینوفلاژله‌ها شاخص دماهای خاص هستند، از چگونگی حضور و فراوانی آنها در داخل رسوبات به منظور تعیین دمای گذشته استفاده شد. همچنین چگونگی نسبت داینوفلاژله‌های پریدینوئید

دریایی (Marine Palynomorph - MP)، مواد آلی بی‌شکل (Amorphous Organic Matter - AOM) و فیتوکلاست‌ها (P - Phytoclasts) هستند. به طور کلی با توجه به درصد سه گروه مواد آلی و نسبت بین آنها، با رسم داده‌های حاصل بر روی نمودار مثلثی (Tyson, 1993)، سه رخساره پالینولوژیکی شاخص محیط‌های Marginal basin, II: Proximal shelf, III: Distal shelf, V: تفتیک شد (شکل‌های ۲ و ۳) و از شواهد فسیلی آنها برای تشخیص و تفتیک سکانس‌ها استفاده شده است. بر پایه بررسی‌های آزمایشگاهی و توجه به پارامترهای یادشده در شناسایی سطوح اصلی سکانسی و سیستم تراکت‌ها سه سکانس رسوبی رده سه (با توجه به طول دوره انباشش) با مرزهای سکانسی نوع دوم در سازند آب تلخ در برش الگو شناسایی شد (جدول ۱ و شکل ۴). ویژگی‌های هر یک از سکانس‌ها و سیستم تراکت‌های مختلف آنها به شرح زیر است.

۶-۱. سکانس رسوبی اول

دوم مرز سکانسی (Sequence Boundary) این سکانس از نوع دوم و همراه با پیوستگی رسوبی هستند، مرز زیرین با توجه به شواهد سنگ‌شناسی قابل تفتیک بوده و منطبق با مرز سازند آب دراز و سازند آب تلخ است و مرز بالایی که در ۲۸۰ متری از قاعده برش قرار می‌گیرد با توجه به فراوانی فیتوکلاست‌ها، کاهش ناگهانی در فراوانی و تنوع پالینومورف‌های دریایی بویژه داینوسیست‌ها و همچنین کاهش نسبت مورفوتایپ‌های (کوریت/ پروکسیمیت، پروکسیموکوریت، کاویت) و نبود سطح فرسایشی در بررسی‌های صحرایی مشخص شد (شکل ۴). سه سیستم تراکت LST, TST, HST در این واحد سازند آب تلخ قابل تفتیک بوده و محیط رسوبی از Marginal basin به Distal shelf تبدیل می‌شود. سیستم تراکت‌ها با توجه به شواهد زیر قابل شناسایی هستند.

Lowstand system tract: محیط رسوبی آن Marginal basin بوده، میزان pH، AOM, MP روند ثابتی را نشان می‌دهند. در پایین‌ترین حد آن، بیشترین فراوانی فیتوکلاست‌ها وجود دارد که به سمت بالا کاهش می‌یابد. تنوع گونه‌ای و فراوانی داینوفلاژله‌ها پایین است. میزان نسبت مورفوتایپ‌های (کوریت/ پروکسیمیت، پروکسیموکوریت، کاویت) نیز پایین است که همگی شرایط LST را نمایان می‌سازند.

Transgressive surface: محیط رسوبی آن Distal shelf است، میزان پالینومورف‌های دریایی به سمت بالا رو به افزایش است و از نظر موقعیت چینه‌شناسی بین LST و TST قرار می‌گیرد.

Transgressive system tract: محیط رسوبگذاری این واحد Distal shelf است، ماسرال‌های کدر با کناره‌های گرد شده افزایش می‌یابد که نشانه‌ای از شرایط آشفته در محیط است. با بالا آمدن تدریجی آب فراوانی فیتوکلاست‌ها کاهش، فراوانی و تنوع پالینومورف‌های دریایی افزایش، نسبت پالینومورف‌های دریایی به خرده‌های خشکی به طور ناگهانی افزایش و نسبت C/PPC نیز افزایش می‌یابد.

Maximum flooding surface: محیط رسوبگذاری این مرز Distal shelf است. در این حالت بالاترین فراوانی و تنوع پالینومورف‌ها بویژه داینوفلاژله‌ها دیده می‌شود. افزون‌بر آن فراوانی فیتوکلاست‌ها به کمترین میزان خود می‌رسد و قطعات دریایی نسبت به خرده‌های خشکی مقادیر بالایی دارند.

Highstand system tract: محیط رسوبگذاری آن Distal shelf است، درصد پالینومورف‌های دریایی و AOM به سمت بالا روندی کاهشی داشته و میزان

در موزه دانشکده زمین‌شناسی دانشگاه تهران نگهداری می‌شوند، نمونه‌ها به روش (Traverse 2007) آماده‌سازی شدند. روش کار به این صورت است که پس از شستشو و خرد کردن نمونه‌ها به منظور از بین بردن ترکیبات کربناتی، ابتدا آنها را به مدت ۲۴ ساعت در ۳۰٪ HCl و سپس برای حذف ترکیبات سیلیکاتی به مدت ۲۴ ساعت در ۳۰٪ HF قرار داده شدند. برای جلوگیری از تشکیل ژل سیلیکاتی، نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه با ۱۰٪ HCl جوشانده شدند. برای جدا کردن پالینومورف‌ها از کانی‌های سنگین و سایر مواد زائد (براساس وزن مخصوص آنها) از محلول کلرور روی استفاده شد. پس از عبور نمونه‌ها از الک ۲۰ میکرون، از مواد باقیمانده بر روی الک‌ها اسلایدهای پالینولوژیکی تهیه گردید. به منظور مطالعه آماری عناصر موجود در اسلایدهای پالینولوژیکی، ۳۰۰ ذره در هر نمونه شمارش شد در نمونه‌هایی که از نظر محتوای آلی بسیار فقیر بودند چندین اسلاید شمارش شد تا تعداد ذرات به ۳۰۰ ذره برسد و جدول و نمودارهای مربوطه رسم شد.

۵- عوامل پالینولوژیکی برای تعیین واحدهای سکانسی

در پایین‌ترین بخش نهشته‌های تراز پایین (LST)، بیشترین فراوانی فیتوکلاست‌ها وجود دارد (Tyson, 1993). به دلیل ورود رسوبات از محیط خشکی، فراوانی نسبی پالینومورف‌های دریایی بویژه داینوسیست‌ها در نهشته‌های تراز پایین (LST) کاهش می‌یابد (Carvalho et al., 2006). همچنین نسبت مورفوتایپ‌های (کوریت/ پروکسیمیت، پروکسیموکوریت، کاویت) کاهش می‌یابد. (Ghasemi-Nejad et al., 1999) دسته رخساره‌های تراز پایین (LST) معمولاً با رخساره‌های نزدیک منشأ همراه است. در زمان پیشروی رخساره‌ها (Transgressive system tract)، بالا آمدن سریع نسبی سطح آب دریا صورت می‌گیرد که به وسیله کاهش رو به بالای میزان فیتوکلاست‌ها تعیین می‌شود. همچنین تنوع گونه‌ای و فراوانی داینوفلاژله‌ها افزایش می‌یابد، میزان داینوفلاژله‌ها فراوانی متوسطی را از خود نشان می‌دهد و میزان مواد آلی بی‌شکل (AOM) افزوده می‌شود (Carvalho et al., 2006). افزون‌بر آن نسبت مورفوتایپ‌های (کوریت/ پروکسیمیت، پروکسیموکوریت، کاویت) افزایش می‌یابد. در زمان دسته رخساره‌های تراز بالا (Highstand system tract) ابتدا تنوع و فراوانی پالینومورف‌های دریایی مقادیر بالایی دارند سپس روند کاهشی را طی می‌کنند (روند عکس LST) در واقع فراوانی پالینومورف‌های دریایی در رخساره‌های تراز بالا در حد متوسط بوده، فراوانی فیتوکلاست‌ها افزایش یافته به گونه‌ای که در پایین‌ترین سطح آن کمترین میزان فیتوکلاست ثبت می‌شود و کاهش در میزان مواد آلی بی‌شکل (AOM) دیده می‌شود. در بیشترین سطح غرقابی (Maximum flooding surface) میزان سیست داینوفلاژله‌ها، مواد آلی بی‌شکل و مجموع مواد آلی (Total Organic Carbon) به بیشترین مقدار خود رسیده و میزان فیتوکلاست‌ها به کمترین مقدار کاهش می‌یابد و ژرف‌ترین رخساره آبی درون سکانس به شمار می‌رود (Carvalho et al., 2006).

۶- بحث

الگوی پراکندگی پالینومورف‌ها و دیگر خرده‌های آلی، در تعیین رخساره و بازسازی سکانس‌های رسوبی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Tyson, 1993). سه گروه عمده مواد آلی موجود در اسلایدهای پالینولوژیکی شامل پالینومورف‌های

افزایش می‌یابد این شرایط بیانگر رسوبگذاری در محیط دور از ساحل است، همچنین کاهش شدید فیتو کلاست‌ها نیز دیده می‌شود.

Highstand system tract: درصد پالینومورف‌های دریایی و AOM به سمت بالا روند کاهشی داشته و میزان فیتو کلاست‌ها به سمت بالا افزایش می‌یابد.

۷- آب و هوای دیرینه

فراوانی داینوسیت‌های آب گرم مانند *Hystrichosphaeridium*, *Andalusiella*, *Paleocystodinium*, *Areoligera*, *Impagidinium* و.. همچنین حضور ریف‌های قارچی و افزایش نسبت پریدینیوید به گونیا لاکوئید (P/G) که معمولاً در آب‌های گرم زیاد می‌شود، شرایط آب و هوایی گرم حاکم بر زمان رسوبگذاری سازند آب تلخ را نشان می‌دهند (شکل ۵).

بررسی‌های پیشین انجام شده بر روی این سازند در همین برش توسط (1379) Narimani با استفاده از استراکودها همچنین (1381) Notghi-Moghaddam براساس نانوفسیل‌های آهکی، آب و هوای گرم را تأیید کرده است. (1382) Khodadadi نیز براساس نانوفسیل‌های آهکی برای بخش بالایی سازند، دمایی به نسبت بالا را پیشنهاد می‌کند.

۸- نتیجه‌گیری

به منظور تحلیل نوسانات سطح آب و تفکیک واحدهای سکانسی موجود در سازند آب تلخ اسلایدهای پالینولوژیکی تهیه و با تعیین نسبت عناصر اصلی مواد آلی سه رخساره پالینولوژیکی شاخص محیط‌های V: Distal shelf, III: Proximal shelf, II: Marginal basin تفکیک شد. با تعیین عوامل مختلف پالینولوژیکی مانند، نسبت‌های عناصر اصلی مواد آلی و پالینوفاسیس مربوط به هر نمونه و با تلفیق داده‌های به دست آمده سه سکانس رسوبی رده سوم با مرزهای سکانسی نوع دوم تعیین شد همچنین فراوانی داینوسیت‌های آب گرم، حضور ریف‌های قارچی و افزایش نسبت پریدینیوید به گونیا لاکوئید (P/G) نشانگر شرایط آب و هوایی گرم حاکم در زمان رسوبگذاری سازند آب تلخ است.

فیتو کلاست‌ها به سمت بالا افزایش می‌یابد به طوری که در نهایت به بیشترین مرز سکانسی می‌رسد.

۶-۲. سکانس رسوبی دوم

این سکانس بین دو سطح سکانسی محدود شده است که مرز پایینی منطبق بر مرز بالایی سکانس زیرین است. مرز بالایی آن در ۵۷۰ متری از قاعده سازند واقع است. مرز بالایی این سکانس نیز از نوع دوم است که با توجه به بیشترین فراوانی فیتو کلاست‌ها، کاهش ناگهانی در فراوانی و تنوع پالینومورف‌های دریایی بویژه داینوسیت‌ها، کاهش ناگهانی نسبت مورفوتایپ‌های کوریت/ پروکسیمیت، پروکسیمو کوریت، کاویت مشخص می‌شود. محیط رسوبی از Distal shelf به Proximal shelf تبدیل می‌شود. این سکانس از دو سیستم تراکت TST و HST تشکیل شده است که با توجه به شواهد زیر قابل شناسایی است.

Transgressive system tract: محیط رسوبگذاری این واحد Distal shelf است، میزان AOM /MP پایین و ماسرال‌های کدر با کناره‌های گرد شده افزایش می‌یابد که نشانه‌ای از شرایط آشفته در محیط است. با بالا آمدن تدریجی آب، فراوانی فیتو کلاست‌ها کاهش و فراوانی و تنوع پالینومورف‌های دریایی افزایش می‌یابد و نسبت پالینومورف‌های دریایی به خرده‌های خشکی به طور ناگهانی افزایش می‌یابد. نسبت مورفوتایپ‌های کوریت/ پروکسیمیت، پروکسیمو کوریت، کاویت نیز افزایش می‌یابد.

Maximum flooding surface: سطح بیشینه غرقابی با افزایش ناگهانی تنوع و فراوانی پالینومورف‌های دریایی و کاهش شدید فیتو کلاست‌ها و فراوانی نسبی بالای AOM بیانگر رسوبگذاری در محیط دور از ساحل است (Schioler, 2002) در این مرز ژرف‌ترین رخساره آبی درون سکانس دیده می‌شود.

Highstand system tract: محیط رسوبی به سمت بالا از Distal shelf به Proximal shelf تبدیل می‌شود، سپس منحنی فراوانی و تنوع پالینومورف‌ها به تدریج کاهش می‌یابد و AOM به سمت بالا روند کاهشی داشته و میزان فیتو کلاست‌ها روندی افزایشی را نشان می‌دهد، به طوری که در پایین‌ترین سطح کمترین فیتو کلاست‌ها ثبت می‌شود (روند عکس LST).

۶-۳. سکانس رسوبی سوم

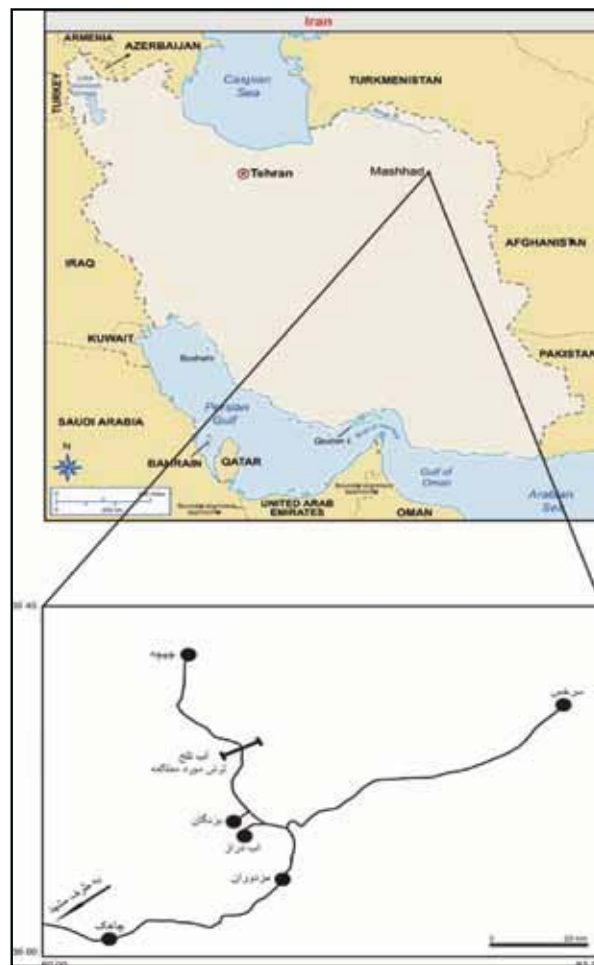
مرز سکانسی پایینی این واحد منطبق بر مرز بالایی سکانس زیرین و مرز بالایی آن در محدوده این مطالعه قرار ندارد. این سکانس از سه سیستم تراکت LST, TST و HST تشکیل شده است که با توجه به شواهد زیر قابل شناسایی هستند.

Lowstand system tract: محیط رسوبی آن Proximal shelf بوده، Lability پایین و AOM/MP بالا نشان دهنده محیط کم اکسیژن با انرژی متوسط، میزان AOM, pH, MP تقریباً روند ثابتی را نشان می‌دهند در مرز TS میزان پالینومورف‌های دریایی به سمت بالا رو به افزایش است.

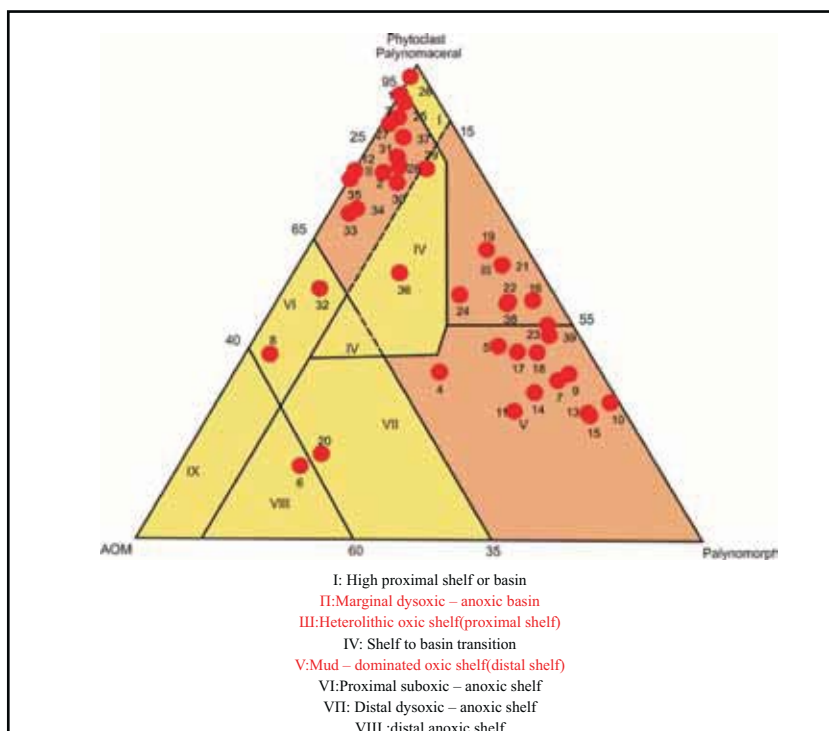
Transgressive surface: محیط رسوبی آن Marginal basin بوده، میزان پالینومورف‌های دریایی به سمت بالا رو به افزایش است. از نظر موقعیت چینه‌شناسی بین LST و TST قرار می‌گیرد.

Transgressive system tract: میزان پالینومورف‌های دریایی به سمت Mfs افزایش می‌یابد.

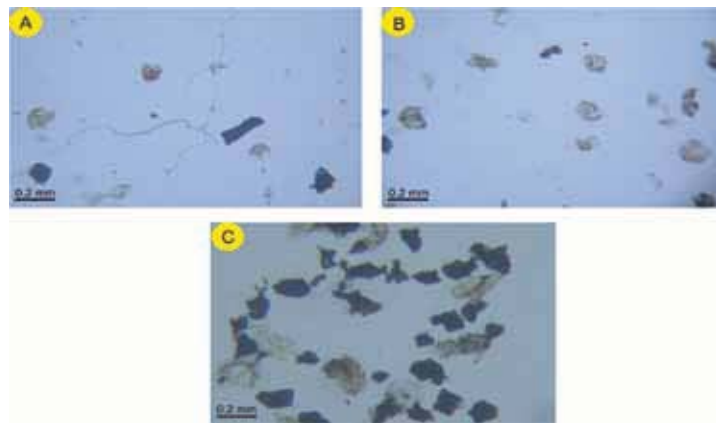
Maximum flooding surface: محیط رسوبگذاری آن Distal shelf است، این مرز در محل بیشترین فراوانی پالینومورف‌های دریایی قرار دارد و میزان AOM نیز



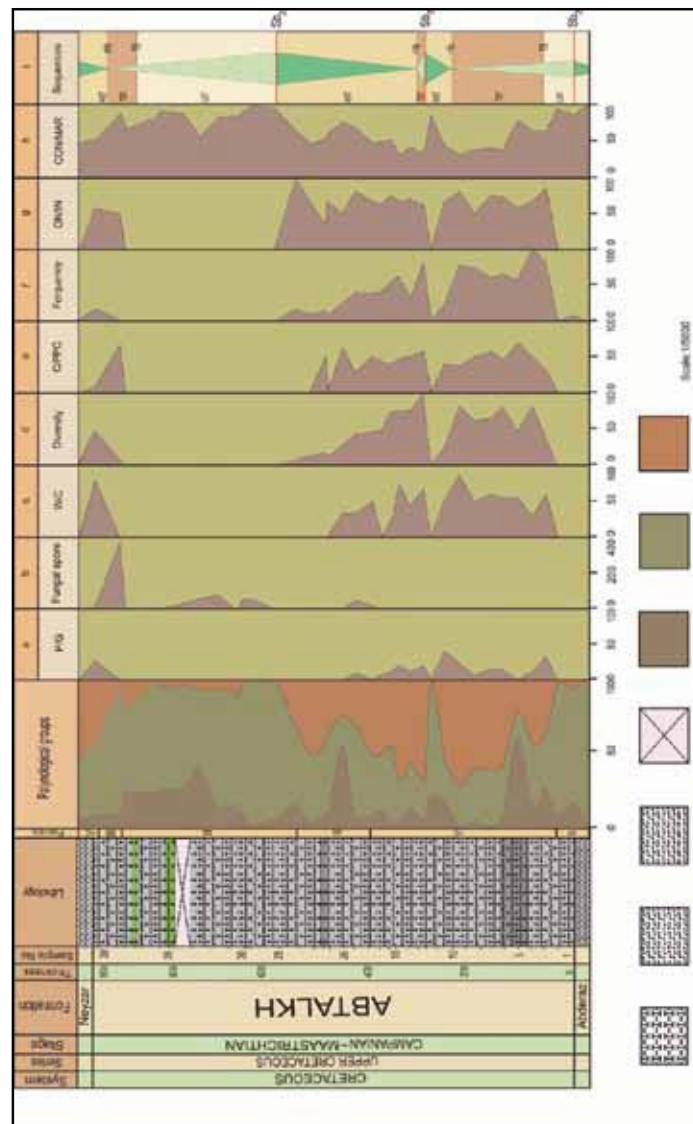
شکل ۱- راه دستیابی به برش مورد بررسی



شکل ۲- نمایش نمونه‌های مورد بررسی بر روی نمودار مثلثی (Tyson (1993)



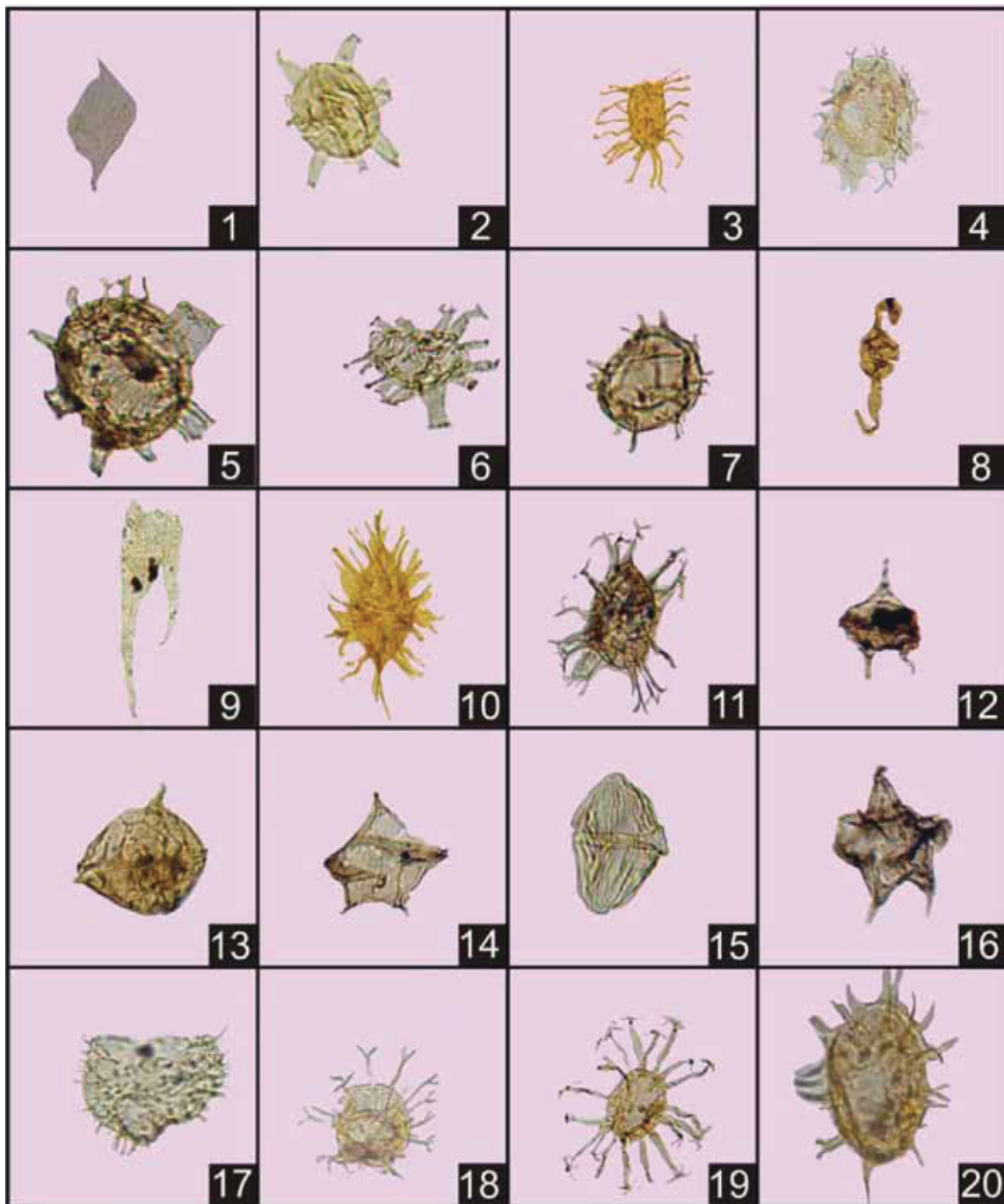
شکل ۳- نمایش انواع پالینوفاسیس های موجود در سازند آب تلخ. (A) پالینوفاسیس نوع III، اسلاید Ab21b (B) پالینوفاسیس نوع V، اسلاید Ab15c (C) پالینوفاسیس نوع II، اسلاید Ab2c



شکل ۴- تفکیک سکنس های سازند آب تلخ بر اساس اطلاعات پالینولوژی: P/G: نسبت داینوسیست های پرینویید به گونیا لاکوئید، Fungal spore: تغییرات فراوانی در اسپورهای قارچ، W/C: نسبت داینوسیست های آب گرم به داینوسیست های آب سرد، Diversity: تغییرات تنوع در داینوسیست ها، C/PPC: نسبت مورفوتایپ های chorate/Proximate, cavate, Proximochorate, Ferquency: تغییرات فراوانی در پالینومورف های دریایی، ON/IN: نسبت داینوسیست های نزدیک خارجی به نزدیک داخلی، CON/MAR: نسبت قطعات قاره ای به دریایی.

جدول ۱- اطلاعات مربوط به منحنی‌های شکل ۴ که برای بررسی نوسانات سطح آب و محتوای فسیلی و میزان ماده آلی مورد استفاده قرار گرفته است. مواد آلی بی‌شکل =AOM، فیتو کلاست‌ها =P، پالینومورف دریایی =MP، نسبت داینوسیست‌های پریدینیوید به گونیاکویید =P/G، تغییرات فراوانی در اسپورهای قارچ =Fungal spore، نسبت داینوسیست‌های آب گرم به داینوسیست‌های آب سرد =W/C، تغییرات تنوع در داینوسیست‌ها =Diversity، نسبت مورفوتایپ‌های (C/PPC=(chorate/ proximate,cavate, Proximochorate) تغییرات فراوانی در پالینومورف‌های دریایی =Abundance، نسبت داینوسیست‌های نریک خارجی به نریک داخلی =ON/IN، نسبت قطعات قاره‌ای به دریایی =CON/MAR.

S.No	AOM%	P%	MP%	P/G	Fungal spore	W/P	Diversity	C/PPC	Abundance	ON/N	CON/MAR
1	6.43	93.57	0	0	0	0	0	0	0	0	97.19
2	17.63	77.17	5.20	0	0	0	0	0	27	0	85.55
3	9.14	88.71	2.15	0	0	0	0	0	0	0	94.48
4	28.63	35.24	36.12	33.33	0	60	12	30	271	85.71	62.33
5	15.44	40.68	43.88	11.76	0	28.57	25	50	337	66.67	64.06
6	63.16	15.58	21.26	0	0	55.56	14	70	190	57.14	78.11
7	8.50	33.43	58.07	14.29	0	54.55	25	45.45	219	72.73	37.11
8	1.01	39.04	59.95	15.38	0	60	20	57.14	199	75	39.80
9	5.85	34.77	59.38	6.25	1	50	19	50	247	50	38.15
10	1.54	28.79	69.67	22.22	0	87.5	25	36.84	259	80	30.33
11	18.93	26.70	54.37	40	8	50	7	40	76	66.67	43.69
12	22.47	77.53	0	0	9	0	0	0	0	0	84.27
13	6.59	26.59	66.82	20	0	66.67	31	57.69	269	61.54	31.59
14	13.88	30.91	55.21	11.76	0	44.44	23	50	104	69.23	41.32
15	6.52	26.06	67.42	21.05	0	75	23	47.37	208	66.67	29.75
16	4.55	50.24	45.22	11.76	0	30	23	38.89	181	75	50.72
17	12.68	39.44	47.89	7.14	0	0	15	42.86	138	62.5	48.83
18	9.25	39.31	51.45	0	14	50	14	50	129	66.67	47.40
19	7.41	60.91	31.69	10	49	33.33	13	27.27	135	80	67.21
20	58.12	18.00	23.87	0	0	33.33	8	62.5	80	50	75.93
21	7.08	57.71	35.21	0	0	0	3	0	24	66.67	60.21
22	9.44	49.56	41.00	0	0	0	5	50	49	33.33	53.10
23	4.50	45.05	50.45	0	0	0	4	0	32	66.67	45.50
24	16.89	51.47	31.64	0	3	0	2	0	53	100	63.54
25	6.50	91.87	1.63	0	0	0	0	0	0	0	94.31
26	2.78	97.22	0	0	53	0	0	0	0	0	98.61
27	11.49	87.36	1.15	0	50	0	0	0	0	0	89.66
28	14.19	78.38	7.43	0	6	0	0	0	0	0	86.49
29	9.56	77.94	12.5	0	0	0	0	0	0	0	81.62
30	16.25	75	8.75	0	1	0	0	0	0	0	84.81
31	13.53	80.45	6.02	0	76	0	0	0	1	0	82.71
32	41.10	52.76	6.13	0	55	0	0	0	0	0	55.83
33	27.97	68.53	3.50	0	27	0	0	0	0	0	87.41
34	26.09	69.57	4.35	0	0	0	0	0	0	0	91.30
35	24.24	75.76	0	0	0	0	0	0	0	0	81.82
36	25.27	56.04	18.68	0	5	0	0	0	0	0	65.93
37	10.35	84.57	5.08	0	376	0	3	66.67	10	50	87.30
38	9.01	50	40.99	27.27	11	80	15	8.33	57	57.14	52.70
39	5.36	42.86	51.79	0	0	0	0	0	2	0	46.43



شکل ۵- نمایش تعدادی از داینوسیست‌های شاخص دمایی در منطقه مورد مطالعه:

1-*Paleocostodinium bulliforme* Loannids, 1986. 2- *Hystrichosphaeridium tubiferum* (Ehrenberg, 1838) Deflandre, 1937, emend. Davy & Williams, 1966. 3- *Tanyosphaeridium* sp. 4- *Palynodinium grillator* Gocht 1970a. 5- *Corodsphaeridium fibrospinosum* Davey and Williams 1966. 6- *Florentina mantelli* (Davy & Williams in Davey et al. 1966) Davey & Verdier 1973. 7- *Impagidinium* sp. 8- *Andalusiella* sp. 9- *Odontochitina operculata* (O. Wetzel 1993a). 10- *Fibrocysta* sp. 11- *Spiniferites ramosus*, (Ehrenberg, 1838) Mantell, 1850. 12- *Cerodinium diebelii* (Alberti, 1959 b) Lentin & Eisenack, 1958) Davey, 1969. 13- *Cribroperidinium orthoceras*, (Eisenack, 1985) Davey, 1969. 14- *Phelodinium magnificum*, Cookson 1956. 15- *Dinogymnium acuminatum*, Evitt et al. 1967. 16- *Lejeunecysta tricuspis* (Wetzel 1933a) Gorkal 1963. 17- *Areoligera senonensis* (O. Wetzel, 1933) Lejeune-Carpentier, 1938a. 18- *Achomosphaera ramulifera*, (Deflandre 1937) Evitt, 1963. 19- *Hystrichosphaeridium bowerbankii*, Davey & Williams 1966. 20- *Operculonidinium* sp.

References

- Brinkhuis, H., Bujak, J. P., Smit, J., Versteegh, G. J. M. & Visscher, H., 1998- Dinoflagellate-based sea surface temperature reconstructions across the Cretaceous -tertiary boundary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology & Palaeoecology*, 141:67-83.
- Carvalho, M. A., Mendonca Filho, J. G. & Menezes, T. R., 2006- Palynofacies and Sequence Stratigraphy of the Aptin – Albian of the Sergipe Basin , Brazil. *Sedimentary Geology*. 192 :57–74.
- Catuneanu, O., 2002- Sequence stratigraphy of clastic Systems, *Jurnal of African Earth Science* 35: 1-43.
- Ghasemi-Nejad, E., Sarjent, W. A. S. & Gygi, R., 1999 - Palynology and palaeoenvironment of upper most Bathonian and Oxfordian (Jurassic) of the northern Switzerland sedimentary basin . *Kommission der Schweizerischen Palaontologischen Abhandlungen, Basel*, V. 119, 69 P.
- Gorin, G. E., & steffen, D., 1990- Organic Facies as a tool for recording eustatic Variation in marine Fine-grained Carbonates, example of berriasian stratotype at Berrias (Ardeche, SE France).*Palaeogeography , Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 85:303-320.
- Khodadadi, L., 1382- Biostratigraphy and Palaeoecology of the Ab-Talkh Formation based on nannofossils(Mashad-Kalat road), M.S.c. Thesis,Mashad Ferdosi University.
- Narimani, H., 1379- Biostratigraphy of the Ab-Talkh Formation based on ostracoda in type section,M.S.c. Thesis,Mashad Ferdosi University.
- Notghi-Moghaddam, M., 1381- Biostratigraphy and Palaeoecology of the Upper part of the Ab-Deraz Formation and Upper part of the Ab-Talkh Formation based on nannofossils(Mashad-Kalat road),M.S.c. Thesis,Mashad Ferdosi University.
- Schioler, P., 2002- Palynofacies and Sea- level changes in the middle Coniacian- Late Campanian (Late Cretaceous) of the East coast Basin, New Zealand. *Palaeogeography, Palaeoclimatology & Palaeoecology* 188: 101-125.
- Sluijs, A., Pross, J. & Brinkhuis, H., 2005-From greenhouse to icehouse, organic –walled dinoflagellate cysts. paleoenvironmental indicators in the pleogene. *Earth Science Reviews*, 68:281-315.
- Traverse, A., 2007- *Paleopalynology*, Second Edition, Springer. PP.816.
- Tyson, R. V., 1993- Palynofacies analysis. In: Jenkins, D.J. (Ed.), *Applied Micropalaeontology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 153-191.

Water-Level Fluctuations and Sequence Stratigraphy of the Ab-Talkh Formation at Type Section

E. Ghasemi-Nejad^{1*} & Z. Rezaei¹

¹ Faculty of Geology, College of Science, Tehran University, Tehran, Iran

Received: 2009 February 22

Accepted: 2009 August 10

Abstract

The Ab-Talkh Formation (Campanian- Maastrichtian) is one of the lithostratigraphic units of the Kopeh-Dagh sedimentary basin. So far no high resolution sequence stratigraphy has been done on this formation. In this study, we use the fossil evidences to analyse the formation in the sequence stratigraphy framework. For this purpose, after field studies 39 samples were collected and processed for palynology and palynofacies studies. Accordingly three palynofacies (V:Distal shelf, III:Proximal shelf, II:Marginal shelf) determined. Based on changes in percentages of the three major constituents of organic matter, the palynofacies and correlation of all data, three second-order sequences were differentiated. Abundance of warm water dinocysts, presence of fungal spores and the ratio of Peridinioids / Gonyaulacoids indicate dominance of warm climate during depositional course of the Ab-Talkh Formation.

Keywords: Water-Level Fluctuations, Sequence Stratigraphy, Ab-Talkh Formation, Fossil Evidences

For Persian Version see pages 91 to 98

* Corresponding author: E. Ghasemi-nejad; E-mail: eghasemi@Khayam.ut.ac.ir

Active Folding Induced by Recent Movement of Doruneh Fault System

H. R. Javadi¹, M. R. Ghassemi¹, M. Shahpasandzadeh² & M. Estrabi Ashtiani¹

¹ Geological Survey of Iran, Tehran, Iran.

² International Center for Science and High Technology Kerman, Kerman, Iran.

Received: 2009 February 23

Accepted: 2009 August 10

Abstract

Doruneh Fault System (DFS) is located along northern border of Central Iran microplate. Its mechanism is left-lateral strike-slip with reverse dip-slip component. Considering curve geometry of DFS, it is divided into three major parts: eastern, middle and western. Middle part extends from Torbat-e-Heidarieh city in the east to Anabad village in the west. It passes through Quaternary loose alluviums. DFS is composed of different segments in this part. Bend and right-lateral en echelon geometry at surface and left-lateral strike-slip movement of DFS cause local transpression that is observed as young folding. Fold core is composed of Neogene marl, sandstone and siltstone and fold limbs are composed of Pleistocene loose gravely sediments. Mentioned folds were formed by two different mechanisms: first, Anticlines that formed in right-step bends of DFS and second, pressure ridges that are limited among parallel branches and overlaps of DFS. Estimation of relative uplift rate along mentioned folds indicates that more earthquakes occur in regions with higher uplift rate.

Keywords: Doruneh Fault System, Active folding, Pressure ridge, Uplift rate

For Persian Version see pages 99 to 108

* Corresponding author: H. R. Javadi; E- mail: hr.javadi.k@gmail.com