

مطالعه محیط دیرینه و چینه‌نگاری سکانسی سازند سنگانه در برش قلعه‌جوق (شمال بجنورد) بر

اساس محتوای مواد ارگانیکی واحد سنگی

حسین کاظمی، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، ایران*

ابراهیم قاسمی‌نژاد، استاد دانشکده علوم زمین دانشگاه تهران، ایران

چکیده

سازند سنگانه یکی از واحدهای سنگی کرتاسه تحتانی حوضه رسوب‌گذاری کپه داغ در شمال شرقی ایران می‌باشد. این سازند در برش قلعه‌جوق به‌طور عمده از شیل‌های آهکی و شیل همراه با سیلتستون و میان‌لایه‌هایی از آهک و آهک‌های شیلی تشکیل شده است. سازند سنگانه به‌طور هم‌شیب در زیر سازند آتامیر و بر روی سازند سرچشمه قرار گرفته است. سن سازند سنگانه در برش مربوطه بر اساس مجموعه پالینومورف‌های شناسایی شده، آپتین بالایی-آلبین زیرین تعیین شده است. با مطالعه خرده مواد ارگانیکی موجود در اسلایدهای پالینولوژیکی، این مواد به سه گروه اصلی فیتوکلاست‌ها (Phytoclasts) یا پالینوماسرال (Palynomacerals)، پالینومورف‌های دریایی (Marine Palynomorphs) و مواد ارگانیکی بی‌شکل (Amorphous Organic Matters) تقسیم گردید و چهار رخساره پالینولوژیکی: V: Distal shelf, IV: Shelf to basin transition, III: Proximal shelf, II: Marginal basin برای سازند شناسایی شد. با استفاده از نتایج پالینوفاسیس یک جایگاه رسوب‌گذاری کم‌عمق تا نسبتاً عمیق و تحت شرایط نیمه‌احیایی تا احیایی ضعیف (suboxic - dysoxic) برای انباش سازند در این برش پیشنهاد گردید. در تفسیر محیط دیرینه با استفاده از نمودار مثلثی پالینومورف، محیط‌رسوبی سازند سنگانه از دریایی کم عمق تا محیط نسبتاً عمیق پیشنهاد می‌شود. همین‌طور با بررسی نسبت‌های مواد ارگانیکی با هم‌دیگر برای هر نمونه و با تلفیق داده‌های به‌دست آمده به منظور تحلیل نوسانات سطح آب و تفکیک واحدهای سکانسی، سه سکانس رسوبی با مرزهای آن برای سازند سنگانه تفکیک گردید.

کلید واژه‌ها: برش قلعه‌جوق، چینه‌نگاری سکانسی، پالینوفاسیس، سازند سنگانه، کپه‌داغ، مواد ارگانیکی، محیط دیرینه.

مقدمه

حوضه رسوبی کپه‌داغ در شمال خاوری ایران، بخش وسیعی از ترکمنستان و شمال افغانستان را در بر می‌گیرد. توالی رسوبی در حوضه کپه‌داغ را می‌توان از ژوراسیک میانی دنبال کرد. از ژوراسیک میانی تا اوایل الیگوسن دریایی در این قسمت وجود داشته که هر از چند گاه از عمق آن کاسته شده و دو مرتبه عمیق‌تر شده است. گاهی کنگلومرا و سنگ‌های تبخیری نیز نهشته شده‌اند. ضخامت این سنگ‌ها چندین هزار متر است و گاه به بیش از ۸۰۰۰ متر می‌رسد (افشار حرب ۱۳۷۳). سازند سنگانه یکی از واحدهای سنگی کرتاسه تحتانی حوضه رسوب‌گذاری کپه‌داغ در شمال شرقی ایران می‌باشد. سازند سنگانه در نقاط مختلف بر اساس گروه‌های مختلف فسیلی (فرامینیفرها، آمونیت‌ها، نانوفسیل‌های آهکی و پالینومورف‌ها) مطالعه شده است. یکی از مهم‌ترین گروه‌های فسیلی، پالینومورف‌ها هستند که به‌صورت فراوان در این سازند گسترده شده‌اند. تنوع سیست داینوفلاژله‌ها نسبت به سایر گروه‌های پالینومورفی برتری دارد. مطالعات پالینولوژیکی صورت گرفته بر روی سازند سنگانه می‌توان به کشمیری و همکاران (۱۳۹۳)، خسروی (۱۳۸۶) و غیره می‌توان اشاره کرد. هدف از این پژوهش، مطالعه محیط دیرینه سازند براساس تفاسیر پالینوفاسیس و نمودار مثلثی پالینومورف و تفکیک سکانس‌های رسوبی بر اساس تغییر در محتوای مواد ارگانیکی واحد سنگی می‌باشد.

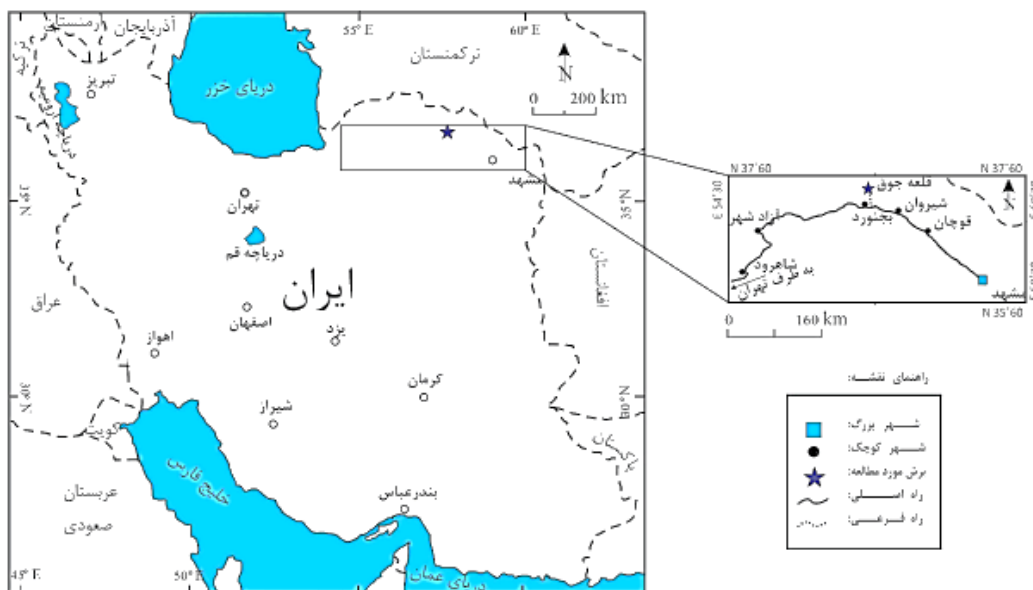
موقعیت و زمین‌شناسی عمومی منطقه

سازند سنگانه در بخش قلعه‌جوق در شمال شهر بجنورد با مختصات $17^{\circ} 43' 37''$ عرض شمالی و $57^{\circ} 23' 03''$ طول خاوری قرار گرفته است (شکل ۱). ضخامت این سازند در بخش قلعه‌جوق تقریباً ۱۶۵۰ متر است که عمدتاً از شیل‌های آهکی و شیل همراه با سیلتستون و میان لایه‌های از آهک و آهک‌های شیلی تشکیل شده است که به‌طور هم‌شیب در زیر سازند آتامیر و در روی سازند سنگانه قرار گرفته است.

براساس فسیل‌های آمونیت، سن این سازند در برش الگو، آپتین فوقانی - آلبین تحتانی پیشنهاد شده است (سید امامی ۱۳۵۰) و براساس میکروفسیل‌ها سن آن آلبین تعیین شده است (Kalantary 1969). همین‌طور سن این سازند در برش باغک براساس پالینومورف‌ها آپتین میانی - آلبین میانی پیشنهاد شده است (کشمیری و همکاران ۱۳۹۳). سازند سنگانه در برش مربوطه براساس مجموعه داینوسیست‌ها مورد مطالعه قرار گرفته و سن آپتین بالایی تا آلبین زیرین پیشنهاد شده است.

روش آماده‌سازی و مطالعه

تعداد ۱۲۷ نمونه برداشت شده از سازند سنگانه از برش قلعه‌جوق در آزمایشگاه پالینولوژی آماده‌سازی گردید. نمونه‌های برداشت شده از این برش، با استفاده از روش تراورس (Traverse 2007) آماده‌سازی شده‌اند. روش کار بدین گونه است که پس از شست‌و‌شو و خردکردن نمونه‌ها به منظور از بین بردن ترکیبات کربناته، ابتدا آنها را به مدت ۲۴ ساعت در اسید HCl ۳۰٪ و سپس برای حذف ترکیبات سیلیکاته به مدت ۲۴ ساعت در اسید HF ۳۰٪ قرار داده شده‌اند. برای جلوگیری از تشکیل ژل سیلیکاته، نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در اسید HCl ۱۰٪ جوشانیده شده‌اند. برای جدا کردن پالینومورف‌ها از کانی‌های سنگین و سایر مواد زائد (بر اساس وزن مخصوص آنها) از کلرور روی استفاده شده است. پس از عبور دادن نمونه‌ها از الک ۲۰ میکرون، از مواد باقی‌مانده بر روی الک اسلایدهای پالینولوژیکی تهیه گردیده است. برای مطالعه و شناسایی عناصر موجود در اسلایدهای پالینولوژیکی توسط میکروسکوپ نوری با لنزهای ۱۰، ۲۵ و ۴۰ استفاده و با استفاده از دوربین دیجیتالی از نمونه‌ها عکس گرفته شده است. به منظور مطالعه آماری عناصر موجود در اسلایدهای پالینولوژیکی، ۳۰۰ ذره از هر نمونه شمارش شده و اطلاعات مربوطه در جدول و نمودارهای مربوطه رسم گردید.



شکل ۱- موقعیت و راه‌های دسترسی به منطقه

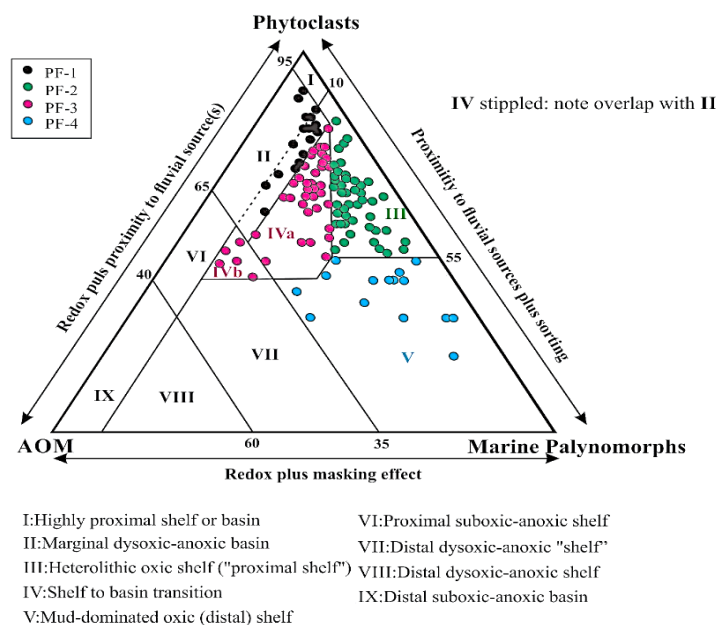
محیط دیرینه سازند سنگانه

الف) پالینوفاسیس

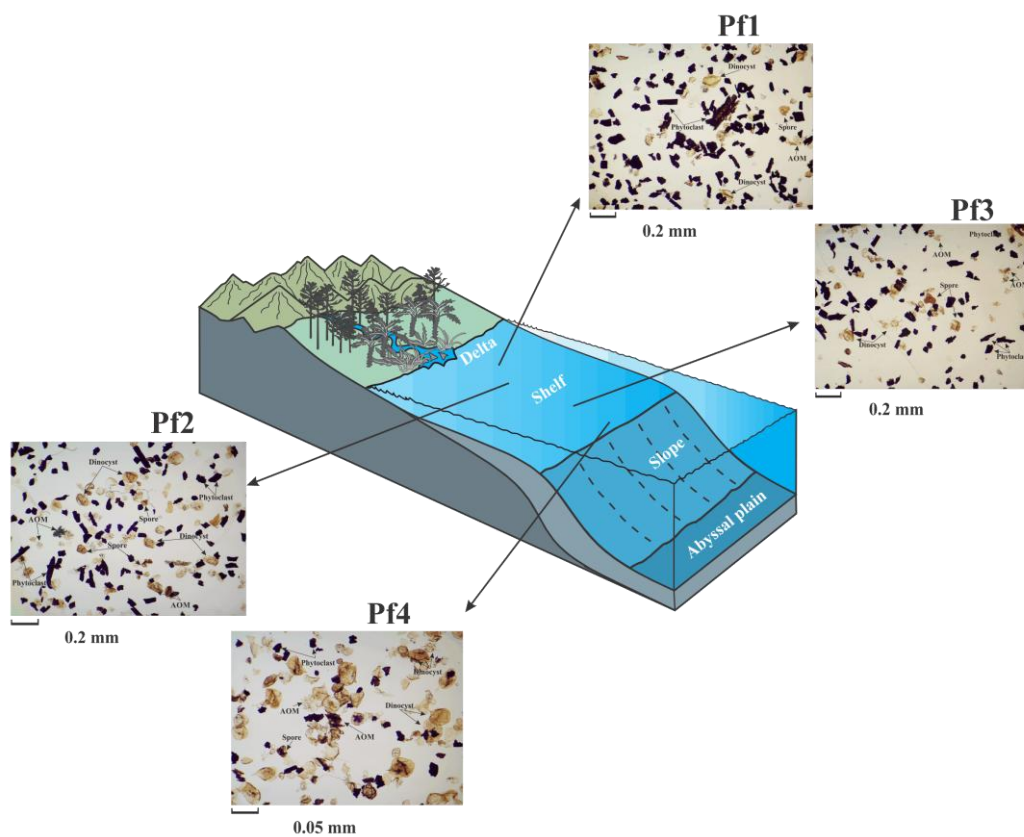
پالینوفاسیس شامل مجموعه رسوبات حاوی اجتماع مشخص از ماده ارگانیکی پالینولوژیکی که منعکس کننده یک مجموعه خاص از شرایط محیطی و یا با طیف مشخص تولید هیدروکربن بالقوه در ارتباط است (Tyson 1993). تغییر در ساختار و ترکیب پالینوفاسیس‌ها کمک مؤثری در تفسیر محیط دیرینه دارد. مهم‌ترین کاربردهای پالینوفاسیس می‌توان به تعیین حجم و ورودی مواد آواری، تعیین جایگاه رسوب‌گذاری (به‌طور مثال جهت روبه ساحل یا روبه دریا)، شناسایی روندهای پیشروی و پسروی خط ساحلی، تفکیک محیط رسوبی از نظر شوری، شرایط اکسیداسیون و احیا، تعیین تولید مواد دیرینه^۱ و پایداری ستون آب اشاره کرد (Tyson 1993). مواد یا خرده‌های ارگانیکی موجود در اسلایدهای پالینولوژیکی به‌طور عمده به سه گروه اصلی فیتوکلاست‌ها (Phytoclasts) یا پالینوماسرال (Palynomacerals)،

پالینومورف‌های دریایی (Marine Palynomorphs) و مواد ارگانیکی بی‌شکل (Amorphous Organic Matters) تقسیم‌بندی می‌شوند (Tyson 1995; Batten 1996). مواد آلی همانند رسوبات حمل و نقل و ته‌نشین می‌شوند از این رو نتایج حاصل از مطالعه مواد ارگانیکی باید با نتایج مطالعات رسوب‌شناسی تطابق داده شود (Del Papa et al. 2002). با مطالعه ۲۲۱ اسلاید پالینولوژیکی از ۱۲۷ نمونه سازند سنگانه، چهار رخساره پالینولوژیکی: II: Marginal basin, IV: Shelf to basin transition, III: Proximal shelf, V: Distal shelf شناسایی گردید (شکل ۲) و (شکل ۳). مشخصات پالینوفاسیس‌های مربوطه به شرح زیر است:

¹ Palaeoproductivity



شکل ۲- نمایش توزیع عناصر پالینولوژیکی سه گانه سازند سنگانه در برش قلعه جوق در نمودار مثلثی تاپسون (۱۹۹۳)



شکل ۳- نمایش رخساره‌های پالینولوژیکی تفکیک شده برای سازند سنگانه در برش قلعه جوق (بدون در نظر گرفتن مقیاس)

PF-1

خرده‌های غالب در این رخساره پالینولوژیکی، پالینوماسرال‌ها (PM) با مقدار ۶۵ تا ۹۰ درصد نسبت به کل ذرات هستند. میزان پالینومورف‌های دریایی (MP) و مواد ارگانیکی بی‌شکل (AOM) به ترتیب ۵ تا ۱۵ درصد و ۵ تا ۲۵ درصد هستند. AOM با ورود فیتوکلاست‌ها کاهش یافته ولی درعین حال دارای حفظ‌شدگی به‌طور متوسط تا خوب است. به‌طور کلی AOM با حفظ‌شدگی پایین است. فراوانی پالینومورف‌های خشکی (اسپور و پولن) بالاست ولی فراوانی پالینومورف‌های دریایی خیلی کم است. این رخساره مولد کروژن نوع III و منشأ تشکیل گاز است (Tyson 1993). این پالینوفاسیس منطبق بر پالینوفاسیس نوع II در تقسیم‌بندی تایسون (۱۹۹۳) است که نشان‌دهنده محیط نهشت در حاشیه حوضه با شرایط نیمه‌احیایی _ احیایی (Marginal dysoxic - anoxic basin) و در برگرنده شماره نمونه‌های ۱۰۵۸، ۱۰۵۳، ۱۰۴۰، ۹۷۰، ۹۶۳، ۹۱۸، ۹۰۷، ۸۲۰، ۸۰۸، ۷۷۲، ۷۶۲، ۷۵۹، ۷۵۰، ۷۴۴، ۴۹۴۶، ۴۹۴۴، ۴۹۰۷، ۴۸۹۴، ۴۸۹۲ می‌باشد.

PF-2

در پالینوفاسیس دوم میزان پالینوماسرال حدود ۵۰ تا ۸۰ درصد، پالینومورف‌های دریایی ۱۵ تا ۴۵ درصد و مقدار مواد ارگانیکی بی‌شکل ۵ تا ۱۵ درصد می‌باشد. در این رخساره بر مقدار پالینومورف‌های دریایی افزوده می‌شود که بیان‌کننده فاصله گرفتن محیط نهشت از محیط قبلی (خط ساحلی) است. فراوانی فیتوکلاست‌ها وابسته به منشأ نزدیک خشکی تا دلتایی _ رودخانه‌ای دارد و اکسیداسیون و فرسایش در آن متداول است (Tyson 1993). فراوانی پالینومورف‌های خشکی همچنان بالا است و پالینومورف‌های دریایی (داینوسیست‌ها) به‌طور رایج زیاد می‌شوند. این رخساره مولد کروژن نوع III یا IV است و شرایط تشکیل گاز را دارد (Tyson 1993). این پالینوفاسیس منطبق بر پالینوفاسیس نوع III تایسون است که نمایانگر یک محیط شلف نزدیک به خشکی با شرایط اکسیدان (Heterolithic oxic shelf) که در برگرنده شماره

نمونه‌های ۱۰۳۶، ۱۰۱۲، ۹۹۱، ۹۸۷، ۹۸۳، ۹۷۸، ۹۷۴، ۹۵۲، ۹۴۲، ۹۳۱، ۹۲۲، ۹۱۰، ۹۰۴، ۸۹۹، ۸۹۷، ۸۸۵، ۸۵۹، ۸۴۱، ۸۳۳، ۸۳۰، ۸۲۷، ۸۱۶، ۸۱۰، ۷۹۱، ۷۸۱، ۷۶۶، ۷۵۶، ۵۰۱۲، ۵۰۰۷، ۵۰۰۵، ۵۰۰۳، ۵۰۰۰، ۴۹۹۸، ۴۹۹۱، ۴۹۸۰، ۴۹۴۲، ۴۹۲۸، ۴۹۲۶، ۴۹۲۲، ۴۹۲۰، ۴۹۱۶، ۴۹۱۴، ۴۹۰۹، ۴۸۸۸، ۴۸۸۴، ۴۸۸۲، ۴۸۷۸، ۴۸۷۲، ۴۸۷۰ می‌باشد.

PF-3

در این نوع پالینوفاسیس ذرات غالب پالینوماسرال با مقدار ۴۰ تا ۸۰ درصد هستند. مقدار پالینومورف‌های دریایی در حدود ۱۰ تا ۲۵ درصد و مواد ارگانیکی بی‌شکل به میزان ۵ تا ۴۰ درصد می‌باشد. فراوانی مطلق فیتوکلاست‌ها بستگی به نزدیکی به خشکی، منشأ و درجه نهشت مجدد دارد. Iva نیمه اکسید + ساب اکسید، IVb ساب اکسید + بدون اکسید. مقدار پالینومورف‌های خشکی متوسط تا بالاست و فراوانی پالینومورف‌های دریایی خیلی کم تا کم است. این رخساره پالینولوژیکی مولد کروژن‌های نوع II و III هست و همچنان شرایط برای تشکیل یا تولید گاز را دارد (Tyson 1993). این پالینوفاسیس متناسب با پالینوفاسیس نوع IV تایسون است که مربوط به یک محیط انتقالی از شلف به طرف حوضه است (Shelf to basin transition). شماره نمونه‌های ۱۰۶۱، ۱۰۴۲، ۱۰۳۲، ۱۰۲۸، ۱۰۲۷، ۱۰۱۷، ۱۰۰۴، ۹۶۶، ۹۵۰، ۹۴۸، ۹۴۵، ۹۳۴، ۸۸۱، ۸۷۷، ۸۷۴، ۸۶۹، ۸۵۵، ۸۵۱، ۸۴۵، ۸۳۸، ۸۱۳، ۸۰۶، ۸۰۲، ۷۹۴، ۷۷۴، ۵۰۱۶، ۵۰۱۴، ۵۰۱۰، ۴۹۹۴، ۴۹۸۹، ۴۹۷۵، ۴۹۶۶، ۴۹۴۸، ۴۹۴۰، ۴۹۳۲، ۴۹۲۴، ۴۹۱۸، ۴۹۱۲، ۴۸۹۸، ۴۸۹۶، ۴۸۹۰، ۴۸۸۶، ۴۸۸۰، ۴۸۷۴ مربوط به این پالینوفاسیس می‌شوند.

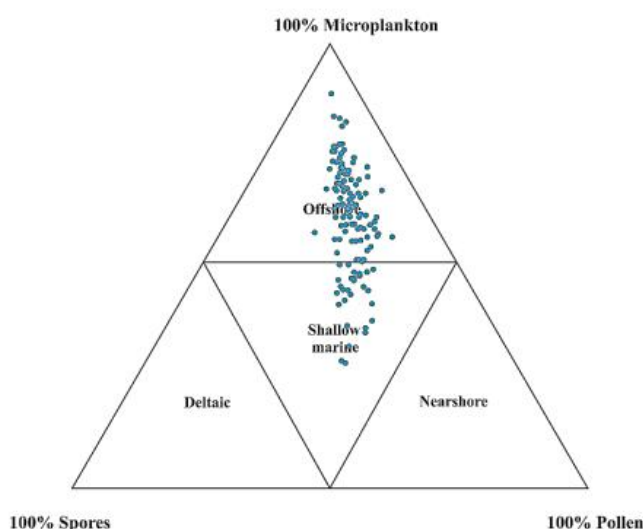
PF-4

این نوع پالینوفاسیس میزان ۲۰ تا ۴۵ درصد پالینوماسرال، ۳۰ تا ۷۰ درصد پالینومورف‌های دریایی و ۵ تا ۳۰ درصد مواد بی‌شکل را داراست (۴-۶). در این رخساره دلیل پایین بودن پالینوماسرال‌ها، قرار گرفتن محیط رسوب‌گذاری در جایگاه

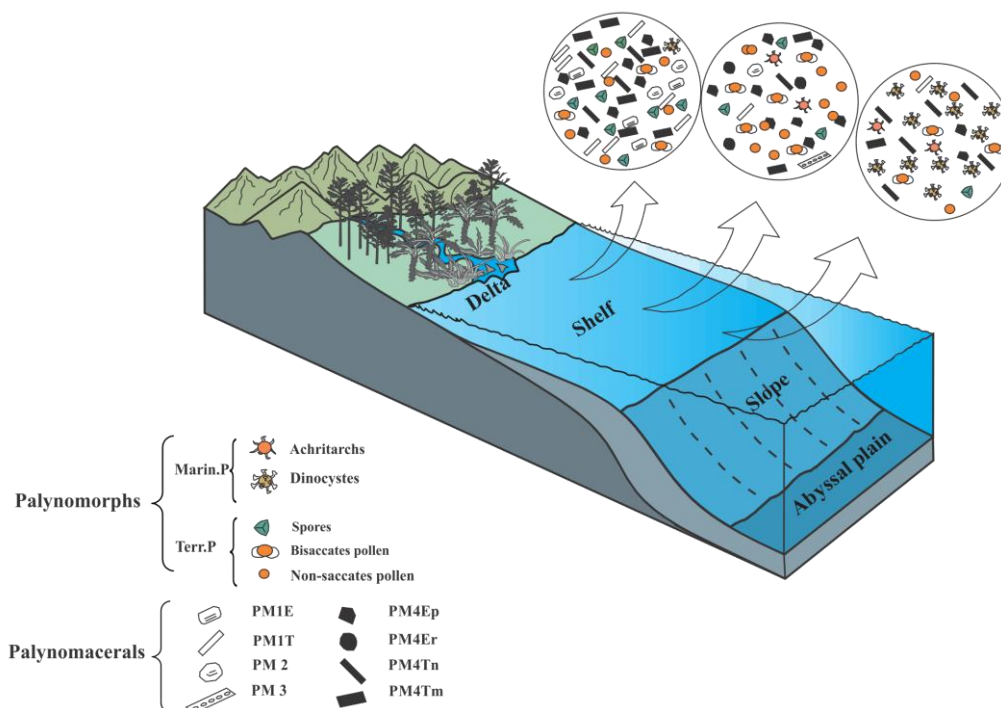
دور از ساحل (Offshore) است و کاهش ورود مواد از خشکی است. بالا بودن پالینومورف‌های دریایی به جایگاه دور از ساحل مربوط می‌شود. AOM کم تا متوسط (معمولاً کاهش یافته) و پالینومورف‌های دریایی فراوان اند. پالینومورف‌های خشکی به طور معمول کم است. این رخساره پالینولوژیکی منطبق بر رخساره پالینولوژیکی نوع V تایسون است که نشان‌دهنده شرایط محیطی دور از ساحل (Distal shelf) است. شماره نمونه‌های ۱۰۲۴، ۱۰۲۰، ۱۰۰۸، ۹۵۵، ۹۳۹، ۸۹۴، ۸۸۹، ۸۷۹، ۸۶۵، ۷۸۸، ۷۸۶، ۷۸۵، ۷۸۴، ۷۸۳، ۷۸۲، ۷۸۱، ۷۸۰، ۷۷۹، ۷۷۸، ۷۷۷، ۷۷۶، ۷۷۵، ۷۷۴، ۷۷۳، ۷۷۲، ۷۷۱، ۷۷۰، ۷۶۹، ۷۶۸، ۷۶۷، ۷۶۶، ۷۶۵، ۷۶۴، ۷۶۳، ۷۶۲، ۷۶۱، ۷۶۰، ۷۵۹، ۷۵۸، ۷۵۷، ۷۵۶، ۷۵۵، ۷۵۴، ۷۵۳، ۷۵۲، ۷۵۱، ۷۵۰، ۷۴۹، ۷۴۸، ۷۴۷، ۷۴۶، ۷۴۵، ۷۴۴، ۷۴۳، ۷۴۲، ۷۴۱، ۷۴۰، ۷۳۹، ۷۳۸، ۷۳۷، ۷۳۶، ۷۳۵، ۷۳۴، ۷۳۳، ۷۳۲، ۷۳۱، ۷۳۰، ۷۲۹، ۷۲۸، ۷۲۷، ۷۲۶، ۷۲۵، ۷۲۴، ۷۲۳، ۷۲۲، ۷۲۱، ۷۲۰، ۷۱۹، ۷۱۸، ۷۱۷، ۷۱۶، ۷۱۵، ۷۱۴، ۷۱۳، ۷۱۲، ۷۱۱، ۷۱۰، ۷۰۹، ۷۰۸، ۷۰۷، ۷۰۶، ۷۰۵، ۷۰۴، ۷۰۳، ۷۰۲، ۷۰۱، ۷۰۰، ۶۹۹، ۶۹۸، ۶۹۷، ۶۹۶، ۶۹۵، ۶۹۴، ۶۹۳، ۶۹۲، ۶۹۱، ۶۹۰، ۶۸۹، ۶۸۸، ۶۸۷، ۶۸۶، ۶۸۵، ۶۸۴، ۶۸۳، ۶۸۲، ۶۸۱، ۶۸۰، ۶۷۹، ۶۷۸، ۶۷۷، ۶۷۶، ۶۷۵، ۶۷۴، ۶۷۳، ۶۷۲، ۶۷۱، ۶۷۰، ۶۶۹، ۶۶۸، ۶۶۷، ۶۶۶، ۶۶۵، ۶۶۴، ۶۶۳، ۶۶۲، ۶۶۱، ۶۶۰، ۶۵۹، ۶۵۸، ۶۵۷، ۶۵۶، ۶۵۵، ۶۵۴، ۶۵۳، ۶۵۲، ۶۵۱، ۶۵۰، ۶۴۹، ۶۴۸، ۶۴۷، ۶۴۶، ۶۴۵، ۶۴۴، ۶۴۳، ۶۴۲، ۶۴۱، ۶۴۰، ۶۳۹، ۶۳۸، ۶۳۷، ۶۳۶، ۶۳۵، ۶۳۴، ۶۳۳، ۶۳۲، ۶۳۱، ۶۳۰، ۶۲۹، ۶۲۸، ۶۲۷، ۶۲۶، ۶۲۵، ۶۲۴، ۶۲۳، ۶۲۲، ۶۲۱، ۶۲۰، ۶۱۹، ۶۱۸، ۶۱۷، ۶۱۶، ۶۱۵، ۶۱۴، ۶۱۳، ۶۱۲، ۶۱۱، ۶۱۰، ۶۰۹، ۶۰۸، ۶۰۷، ۶۰۶، ۶۰۵، ۶۰۴، ۶۰۳، ۶۰۲، ۶۰۱، ۶۰۰، ۵۹۹، ۵۹۸، ۵۹۷، ۵۹۶، ۵۹۵، ۵۹۴، ۵۹۳، ۵۹۲، ۵۹۱، ۵۹۰، ۵۸۹، ۵۸۸، ۵۸۷، ۵۸۶، ۵۸۵، ۵۸۴، ۵۸۳، ۵۸۲، ۵۸۱، ۵۸۰، ۵۷۹، ۵۷۸، ۵۷۷، ۵۷۶، ۵۷۵، ۵۷۴، ۵۷۳، ۵۷۲، ۵۷۱، ۵۷۰، ۵۶۹، ۵۶۸، ۵۶۷، ۵۶۶، ۵۶۵، ۵۶۴، ۵۶۳، ۵۶۲، ۵۶۱، ۵۶۰، ۵۵۹، ۵۵۸، ۵۵۷، ۵۵۶، ۵۵۵، ۵۵۴، ۵۵۳، ۵۵۲، ۵۵۱، ۵۵۰، ۵۴۹، ۵۴۸، ۵۴۷، ۵۴۶، ۵۴۵، ۵۴۴، ۵۴۳، ۵۴۲، ۵۴۱، ۵۴۰، ۵۳۹، ۵۳۸، ۵۳۷، ۵۳۶، ۵۳۵، ۵۳۴، ۵۳۳، ۵۳۲، ۵۳۱، ۵۳۰، ۵۲۹، ۵۲۸، ۵۲۷، ۵۲۶، ۵۲۵، ۵۲۴، ۵۲۳، ۵۲۲، ۵۲۱، ۵۲۰، ۵۱۹، ۵۱۸، ۵۱۷، ۵۱۶، ۵۱۵، ۵۱۴، ۵۱۳، ۵۱۲، ۵۱۱، ۵۱۰، ۵۰۹، ۵۰۸، ۵۰۷، ۵۰۶، ۵۰۵، ۵۰۴، ۵۰۳، ۵۰۲، ۵۰۱، ۵۰۰، ۴۹۹، ۴۹۸، ۴۹۷، ۴۹۶، ۴۹۵، ۴۹۴، ۴۹۳، ۴۹۲، ۴۹۱، ۴۹۰، ۴۸۹، ۴۸۸، ۴۸۷، ۴۸۶، ۴۸۵، ۴۸۴، ۴۸۳، ۴۸۲، ۴۸۱، ۴۸۰، ۴۷۹، ۴۷۸، ۴۷۷، ۴۷۶، ۴۷۵، ۴۷۴، ۴۷۳، ۴۷۲، ۴۷۱، ۴۷۰، ۴۶۹، ۴۶۸، ۴۶۷، ۴۶۶، ۴۶۵، ۴۶۴، ۴۶۳، ۴۶۲، ۴۶۱، ۴۶۰، ۴۵۹، ۴۵۸، ۴۵۷، ۴۵۶، ۴۵۵، ۴۵۴، ۴۵۳، ۴۵۲، ۴۵۱، ۴۵۰، ۴۴۹، ۴۴۸، ۴۴۷، ۴۴۶، ۴۴۵، ۴۴۴، ۴۴۳، ۴۴۲، ۴۴۱، ۴۴۰، ۴۳۹، ۴۳۸، ۴۳۷، ۴۳۶، ۴۳۵، ۴۳۴، ۴۳۳، ۴۳۲، ۴۳۱، ۴۳۰، ۴۲۹، ۴۲۸، ۴۲۷، ۴۲۶، ۴۲۵، ۴۲۴، ۴۲۳، ۴۲۲، ۴۲۱، ۴۲۰، ۴۱۹، ۴۱۸، ۴۱۷، ۴۱۶، ۴۱۵، ۴۱۴، ۴۱۳، ۴۱۲، ۴۱۱، ۴۱۰، ۴۰۹، ۴۰۸، ۴۰۷، ۴۰۶، ۴۰۵، ۴۰۴، ۴۰۳، ۴۰۲، ۴۰۱، ۴۰۰، ۳۹۹، ۳۹۸، ۳۹۷، ۳۹۶، ۳۹۵، ۳۹۴، ۳۹۳، ۳۹۲، ۳۹۱، ۳۹۰، ۳۸۹، ۳۸۸، ۳۸۷، ۳۸۶، ۳۸۵، ۳۸۴، ۳۸۳، ۳۸۲، ۳۸۱، ۳۸۰، ۳۷۹، ۳۷۸، ۳۷۷، ۳۷۶، ۳۷۵، ۳۷۴، ۳۷۳، ۳۷۲، ۳۷۱، ۳۷۰، ۳۶۹، ۳۶۸، ۳۶۷، ۳۶۶، ۳۶۵، ۳۶۴، ۳۶۳، ۳۶۲، ۳۶۱، ۳۶۰، ۳۵۹، ۳۵۸، ۳۵۷، ۳۵۶، ۳۵۵، ۳۵۴، ۳۵۳، ۳۵۲، ۳۵۱، ۳۵۰، ۳۴۹، ۳۴۸، ۳۴۷، ۳۴۶، ۳۴۵، ۳۴۴، ۳۴۳، ۳۴۲، ۳۴۱، ۳۴۰، ۳۳۹، ۳۳۸، ۳۳۷، ۳۳۶، ۳۳۵، ۳۳۴، ۳۳۳، ۳۳۲، ۳۳۱، ۳۳۰، ۳۲۹، ۳۲۸، ۳۲۷، ۳۲۶، ۳۲۵، ۳۲۴، ۳۲۳، ۳۲۲، ۳۲۱، ۳۲۰، ۳۱۹، ۳۱۸، ۳۱۷، ۳۱۶، ۳۱۵، ۳۱۴، ۳۱۳، ۳۱۲، ۳۱۱، ۳۱۰، ۳۰۹، ۳۰۸، ۳۰۷، ۳۰۶، ۳۰۵، ۳۰۴، ۳۰۳، ۳۰۲، ۳۰۱، ۳۰۰، ۲۹۹، ۲۹۸، ۲۹۷، ۲۹۶، ۲۹۵، ۲۹۴، ۲۹۳، ۲۹۲، ۲۹۱، ۲۹۰، ۲۸۹، ۲۸۸، ۲۸۷، ۲۸۶، ۲۸۵، ۲۸۴، ۲۸۳، ۲۸۲، ۲۸۱، ۲۸۰، ۲۷۹، ۲۷۸، ۲۷۷، ۲۷۶، ۲۷۵، ۲۷۴، ۲۷۳، ۲۷۲، ۲۷۱، ۲۷۰، ۲۶۹، ۲۶۸، ۲۶۷، ۲۶۶، ۲۶۵، ۲۶۴، ۲۶۳، ۲۶۲، ۲۶۱، ۲۶۰، ۲۵۹، ۲۵۸، ۲۵۷، ۲۵۶، ۲۵۵، ۲۵۴، ۲۵۳، ۲۵۲، ۲۵۱، ۲۵۰، ۲۴۹، ۲۴۸، ۲۴۷، ۲۴۶، ۲۴۵، ۲۴۴، ۲۴۳، ۲۴۲، ۲۴۱، ۲۴۰، ۲۳۹، ۲۳۸، ۲۳۷، ۲۳۶، ۲۳۵، ۲۳۴، ۲۳۳، ۲۳۲، ۲۳۱، ۲۳۰، ۲۲۹، ۲۲۸، ۲۲۷، ۲۲۶، ۲۲۵، ۲۲۴، ۲۲۳، ۲۲۲، ۲۲۱، ۲۲۰، ۲۱۹، ۲۱۸، ۲۱۷، ۲۱۶، ۲۱۵، ۲۱۴، ۲۱۳، ۲۱۲، ۲۱۱، ۲۱۰، ۲۰۹، ۲۰۸، ۲۰۷، ۲۰۶، ۲۰۵، ۲۰۴، ۲۰۳، ۲۰۲، ۲۰۱، ۲۰۰، ۱۹۹، ۱۹۸، ۱۹۷، ۱۹۶، ۱۹۵، ۱۹۴، ۱۹۳، ۱۹۲، ۱۹۱، ۱۹۰، ۱۸۹، ۱۸۸، ۱۸۷، ۱۸۶، ۱۸۵، ۱۸۴، ۱۸۳، ۱۸۲، ۱۸۱، ۱۸۰، ۱۷۹، ۱۷۸، ۱۷۷، ۱۷۶، ۱۷۵، ۱۷۴، ۱۷۳، ۱۷۲، ۱۷۱، ۱۷۰، ۱۶۹، ۱۶۸، ۱۶۷، ۱۶۶، ۱۶۵، ۱۶۴، ۱۶۳، ۱۶۲، ۱۶۱، ۱۶۰، ۱۵۹، ۱۵۸، ۱۵۷، ۱۵۶، ۱۵۵، ۱۵۴، ۱۵۳، ۱۵۲، ۱۵۱، ۱۵۰، ۱۴۹، ۱۴۸، ۱۴۷، ۱۴۶، ۱۴۵، ۱۴۴، ۱۴۳، ۱۴۲، ۱۴۱، ۱۴۰، ۱۳۹، ۱۳۸، ۱۳۷، ۱۳۶، ۱۳۵، ۱۳۴، ۱۳۳، ۱۳۲، ۱۳۱، ۱۳۰، ۱۲۹، ۱۲۸، ۱۲۷، ۱۲۶، ۱۲۵، ۱۲۴، ۱۲۳، ۱۲۲، ۱۲۱، ۱۲۰، ۱۱۹، ۱۱۸، ۱۱۷، ۱۱۶، ۱۱۵، ۱۱۴، ۱۱۳، ۱۱۲، ۱۱۱، ۱۱۰، ۱۰۹، ۱۰۸، ۱۰۷، ۱۰۶، ۱۰۵، ۱۰۴، ۱۰۳، ۱۰۲، ۱۰۱، ۱۰۰، ۹۹، ۹۸، ۹۷، ۹۶، ۹۵، ۹۴، ۹۳، ۹۲، ۹۱، ۹۰، ۸۹، ۸۸، ۸۷، ۸۶، ۸۵، ۸۴، ۸۳، ۸۲، ۸۱، ۸۰، ۷۹، ۷۸، ۷۷، ۷۶، ۷۵، ۷۴، ۷۳، ۷۲، ۷۱، ۷۰، ۶۹، ۶۸، ۶۷، ۶۶، ۶۵، ۶۴، ۶۳، ۶۲، ۶۱، ۶۰، ۵۹، ۵۸، ۵۷، ۵۶، ۵۵، ۵۴، ۵۳، ۵۲، ۵۱، ۵۰، ۴۹، ۴۸، ۴۷، ۴۶، ۴۵، ۴۴، ۴۳، ۴۲، ۴۱، ۴۰، ۳۹، ۳۸، ۳۷، ۳۶، ۳۵، ۳۴، ۳۳، ۳۲، ۳۱، ۳۰، ۲۹، ۲۸، ۲۷، ۲۶، ۲۵، ۲۴، ۲۳، ۲۲، ۲۱، ۲۰، ۱۹، ۱۸، ۱۷، ۱۶، ۱۵، ۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱، ۰.

ب) نمودار مثلثی پالینومورف

فدرووا (Federova 1977) و دورینگر و دوبینگر (Düringer & Doubinger 1985) از نمودار مثلثی اسپور، پولن و میکروپلانکتون (داینوسیست‌ها و آکریتارک‌ها) برای تفسیر محیط رسوب‌گذاری و ارتباط بین روندهای پیشروی و پسروی خطوط ساحلی استفاده کردند. در این مطالعه از نمودار مثلثی پالینومورف در چگونگی تفسیر محیط



شکل ۴- نمایش نتایج آماری فراوانی پالینومورف‌های سازند سنگانه در نمودار مثلثی پالینومورف (Federova (1977) and Düringer & Doubinger (1985) و ارائه محیط رسوب‌گذاری برای این سازند.



شکل ۵- نمایش جایگاه رسوبی پیشنهادی برای سازند سنگانه در برش قلع‌جوق براساس پراکندگی عوامل پالینولوژیکی (بدون در نظر گرفتن مقیاس)

ساحل (Proximal) بوده که رسوب‌گذاری در نزدیک منشاء گیاهی صورت گرفته است (Tyson 1993). در رسوبات دیرینه فراوانی مطلق اسپورمورف‌ها (اسپور و پولن) به طرف دور از ساحل کاهش پیدا می‌کند (e.g. Habib 1982). مقدار پالینومورف‌های دریایی (داینوفلاژله‌ها) در TST رو به افزایش و در انتهای این سیستم تراکت در بیشترین حد خود دیده شده است (Leckie et al. 1992). فراوانی نسبی AOM از منطقه کم عمق به سمت عمیق افزایش می‌یابد و در شرایط محیطی کم اکسیژن تا فاقد اکسیژن تمرکز بالایی دارد (Tyson 1993). فیتوکلاست‌های قهوه‌ای از گیاهان خشکی مشتق شده و نشان‌دهنده محیط نزدیک به ساحل می‌باشند (Waveren and Visscher 1994; Schioler 2002). هر چقدر فیتوکلاست‌های قهوه‌ای مدت زمان طولانی‌تری در حضور اکسیژن محیط قرار گیرند اکسید شده و رنگ‌شان به صورت کدر در می‌آید. درصد فراوانی فیتوکلاست‌های کدر در سیستم تراز پایین در حد

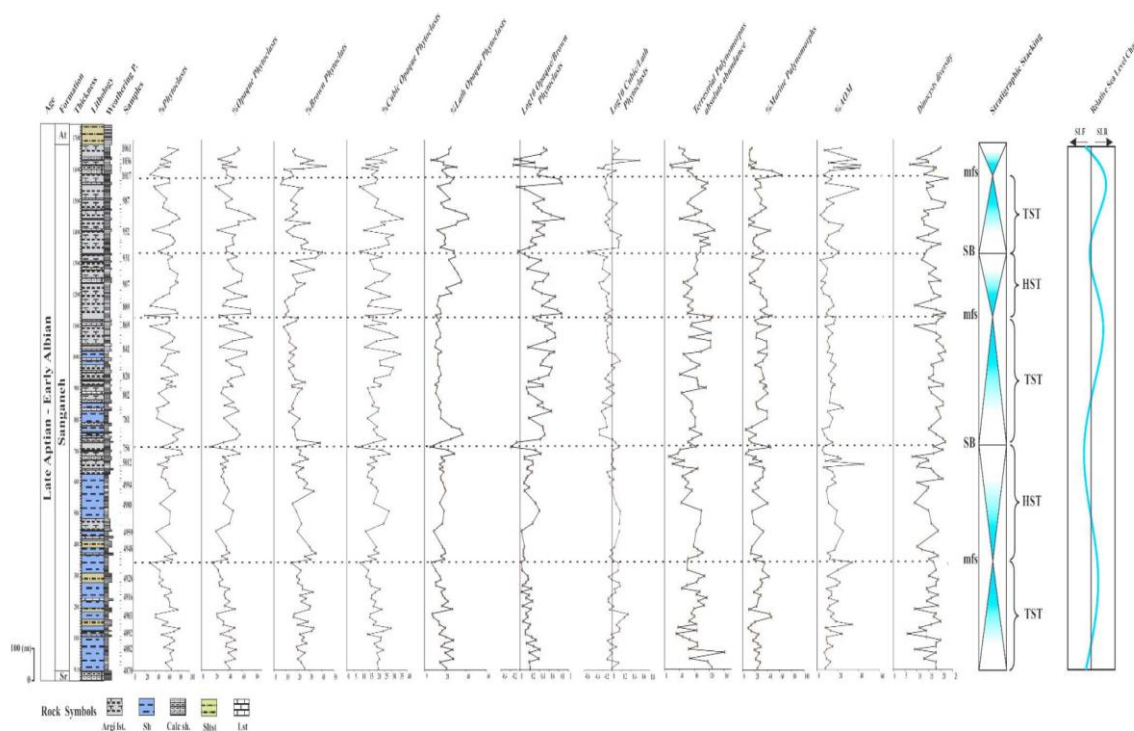
تفکیک سکانس‌های رسوبی سازند سنگانه در برش مربوطه برای تعیین تغییرات سطح آب از پارامترهای مختلفی استفاده می‌کنند از جمله: پارامترهای فسیلی و سنگ‌شناسی و ... یکی از روش‌های جدید در تعیین این شاخص، استفاده از عناصر پالینولوژیکی است. روش استفاده از عناصر پالینولوژیکی شامل پارامترهایی از قبیل: درصد فیتوکلاست‌ها، درصد فیتوکلاست‌های کدر (آپک)، درصد فیتوکلاست‌های قهوه‌ای، نسبت فیتوکلاست‌های کدر به قهوه‌ای، نسبت فیتوکلاست‌های هم‌بعد به تیغه‌ای، درصد مواد آلی بی‌شکل، پالینومورف‌های نابرجا (اسپور و پولن)، درصد پالینومورف‌های برج‌پالینومورف‌های دریایی و تنوع زیستی پالینومورف‌های دریایی می‌باشند که به منظور تفکیک واحدهای سکansı مورد استفاده قرار می‌گیرند. نفوذ بالای فیتوکلاست‌ها با کاهش سایر ترکیبات (پالینومورف‌های دریایی و مواد ارگانیکی بی‌شکل) همراه است و از ویژگی‌های جایگاه‌های نزدیک به

فراوانی پالینومورف‌های دریایی، AOM و تنوع پالینومورف‌های دریایی، افزایش سطح آب دریا از قاعده تا متر ۳۵۰ متر را تأیید می‌کنند. از ۳۵۰ متر تا ۷۲۰ متر درصد فیتوکلاست‌ها، نسبت فیتوکلاست‌های هم‌بعد به تیغه‌ای و فراوانی پالینومورف‌های نابرجا (اسپور و پولن) افزایش یافته و اما فراوانی پالینومورف‌های دریایی، نسبت فیتوکلاست‌های آپیک به قهوه‌ای رو به کاهش است. از طرف دیگر از قاعده سازند تا ۳۵۰ متر با استفاده از نتایج پالینوفاسیس پلات شده در نمودار تایسون (۱۹۹۳)، محیط رسوبی این بخش، از حاشیه حوضه به سمت دیستال شلف متغیر بوده و از ۳۵۰ متر تا ۷۲۰ متر، شرایط رسوبی دوباره از حالت دیستال شلف به پروکسیمال شلف برمی‌گردد. بنابراین بر اساس مستندات مشهود، از قاعده سازند تا ۳۵۰ متر، برای سیستم تراکت TST و از ۳۵۰ تا ۷۲۰ متر برای سیستم تراکت HST پیشنهاد می‌شود (شکل ۶).

پایین بوده، به‌طوری که با بالا آمدن سریع آب یعنی TST روبه افزایش و در انتهای این سیستم ترک‌ت به بالاترین حد خود می‌رسد و سرانجام در بازه HST باردیگر سیر نزولی خود را طی می‌کند (Gorin and Steffen 1991). با افزایش سطح آب، بر میزان مواد آلی بی‌شکل افزوده می‌شود و بنابراین از LST به TST بر مقدار مواد آلی بی‌شکل افزوده می‌شود (Pasley et al. 1991).

سکانس رسوبی اول

بر اساس فراوانی فیتوکلاست‌ها و پالینومورف‌های خشکی و پایین بودن میزان پالینومورف‌های دریایی و AOM، مرز بالایی این سکانس در ۷۲۰ متری از قاعده سازند و مرز پایینی آن در این سازند دیده نمی‌شود. فراوانی فیتوکلاست‌ها از ابتدای سازند شروع به کاهش و تا متر ۳۵۰ متری ادامه دارد که نشان‌دهنده افزایش سطح آب دریاست. میزان فیتوکلاست‌های آپیک از قاعده تا ۳۵۰ متر رو به افزایش بوده است. افزایش



شکل ۶- تفکیک سکانس‌های رسوبی سازند سنگانه در برش قلعه‌جوق براساس تغییر در محتوای مواد ارگانیکی

Transgressive System Tract: این محیط رسوبی از حاشیه حوضه به طرف دیستال شلف است. میزان فیتوکلاست‌ها و میزان فیتوکلاست‌های آپیک هم بعد، کاهش یافته و بر فراوانی نسبی پالینومورف‌های دریایی (MP) و مواد ارگانیکی بی‌شکل (AOM) افزوده شده است. از نظر سنگ‌شناسی، این ضخامت به‌طور عمده از شیل همراه با میان لایه‌های از سیلتستون و سنگ آهک می‌باشد.

Maximum Flooding Surface: در این سطح میزان تنوع، فراوانی پالینومورف‌های دریایی به‌ویژه داینوسیست‌ها و فراوانی فیتوکلاست‌های آپیک نسبت به فرم‌های قهوه‌ای افزایش یافته و معرف محیط دیستال شلف است.

Highstand System Tract: میزان پالینومورف‌های دریایی و AOM روبه کاهش و مقدار فیتوکلاست‌ها و پالینومورف‌های خشکی افزایش یافته است. لیتولوژیکی این مجموعه شامل شیل و شیل‌های آهکی همراه با میان لایه‌های از شیل آهکی می‌باشد.

Sequence boundary: این سطح به دلیل بالا بودن حجم فیتوکلاست‌ها و پالینومورف‌های خشکی و پایین بودن پالینومورف‌های دریایی و AOM بیانگر پایین بودن سطح آب دریاست و محیط رسوب‌گذاری حاشیه حوضه را بیانگر است.

سکانس رسوبی دوم

سکانس رسوبی دوم از مرز سکانسی اول (۷۲۰ متر) شروع شده و تا متر ۱۳۵۰ متر ادامه دارد. فراوانی فیتوکلاست‌های قهوه‌ای و پالینومورف‌های خشکی تا ۱۱۴۰ متر روند کاهشی را طی کرده‌اند ولی از متر ۱۱۴۰ تا ۱۳۵۰ متر این دو فاکتور روند افزایشی را نشان می‌دهند. فراوانی پالینومورف‌های دریایی، AOM و تنوع زیستی داینوسیست‌ها از مرز سکانسی اول (SB) تا ۱۱۴۰ متر افزایش یافته است اما به طرف متر ۱۳۵۰ متر، فراوانی پالینومورف‌های دریایی، میزان AOM، فراوانی فیتوکلاست‌های آپیک تیغه‌ای کاهش می‌یابد. بنابراین

از ۷۲۰ تا ۱۱۴۰ متر مربوط به سیستم تراکت TST و از ۱۱۴۰ تا ۱۳۵۰ متر، برای سیستم تراکت HST پیشنهاد شده است (شکل ۶).

Transgressive System Tract: محیط رسوب‌گذاری از حاشیه حوضه به طرف دیستال شلف تغییر می‌کند. مقدار پالینومورف‌های دریایی و AOM افزایش و نسبت فیتوکلاست‌های هم‌بعد به تیغه‌ای، حجم فیتوکلاست‌ها و پالینومورف‌های خشکی کاهش یافته است. این مجموعه شامل شیل‌های آهکی با میان لایه‌های از شیل و آهک‌های شیلی می‌باشد.

Maximum flooding surface: این سطح در محیط رسوب‌گذاری از نوع دیستال شلف واقع است که در این سطح پالینومورف‌های دریایی به‌ویژه داینوسیست‌ها و AOM در حداکثر میزان خود قرار دارند اما حجم فیتوکلاست‌ها خیلی پایین بوده است. در واقع این سطح اشاره به رسوب گذاری دیستال شلف دارد.

Highstand System Tract: محیط رسوبی از دیستال شلف به طرف پروکسیمال می‌باشد که از میزان پالینومورف‌های دریایی و AOM به مرور کاسته شده و بر مقدار فیتوکلاست‌ها و پالینومورف‌های خشکی افزوده شده است. این ضخامت از به‌طور عمده از شیل آهکی با میان لایه‌های از آهک‌های شیلی تشکیل شده است.

Sequence boundary: در این سطح حجم فیتوکلاست‌ها و پالینومورف‌های خشکی در حد بالا و فراوانی پالینومورف‌های دریایی و AOM در حداقل مقدار خود می‌باشد. این سطح بیانگر محیط رسوب‌گذاری حاشیه حوضه می‌باشد.

سکانس رسوبی سوم

سکانس رسوبی سوم از متر ۱۳۵۰ متر شروع و به احتمال زیاد تا قسمتی از سازند آتامیر را در بر می‌گیرد. تنوع داینوسیستی و پالینومورف‌های دریایی از ۱۳۵۰ تا ۱۶۰۰ متر

مثلثی پالینومورف جایگاه رسوبی سازند سنگانه مربوط به شلف بوده که از حاشیه حوضه تا نواحی دیستال شلف در نوسان بوده و شرایط محیطی نیمه احیای تا احیایی ضعیف را دارا می‌باشد. همچنین با بررسی نسبت‌های مواد ارگانیکی با هم‌دیگر برای هر نمونه و با تلفیق داده‌های به‌دست آمده به منظور تحلیل نوسانات سطح آب و تفکیک واحدهای سکansı، سه سکانس رسوبی با مرزهای آن برای سازند سنگانه در برش قلعه‌جوق تفکیک گردید.

منابع

افشار حرب، ع.، ۱۳۷۳، زمین‌شناسی ایران کپه‌داغ: سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۲۷۵ ص.
سید امامی، ک.، ۱۳۵۰، کرتاسه بالایی در ایران: نشریه دانشکده فنی، دوره دوم، ش ۲۱، ص ۶۰-۸۱.
خسروی، ر.، ۱۳۸۶، پالینواستراتیگرافی سازند سنگانه در برش قلعه‌نو، شرق کپه‌داغ: دانشگاه تهران، رساله کارشناسی ارشد
کشمیری، م.، ا. قاسمی‌نژاد، ع. عاشوری، یزدی م. مقدم و ا. جمالی، ۱۳۹۳، پالینولوژی و پالئوکولوژی سازندهای سرچشمه و سنگانه در برش چینه‌شناسی باغک واقع در شرق کپه‌داغ: مجله پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی دانشگاه اصفهان، ش ۳، ص ۱۷-۳۳.

- Batten, D.J., 1996, Chapter 26A. Palynofacies and palaeoenvironmental interpretation. In: Jansonius, J. McGregor, D.C. (Eds.), *Palynology: Principles and Applications*: American Association of Stratigraphic Palynologists' Foundation, Dallas, v. 3, p. 1011-1064.
- Duringer, P. and J. Doubinger, 1985, La palynologie: un outil de caracterisation des facies marins et continentaux a la limite Muschelkalk Superieur - Lettenkohle: *Science Geologie Bulletin, Strasbourg*, v. 38, p. 19-34.
- Federova, V.A., 1977, The significance of the combined use of microphytoplankton, spores, and pollen for differentiation of

روند افزایشی را نشان می‌دهند ولی میزان فیتوکلاست‌ها و پالینومورف‌های خشکی در این ضخامت روند کاهشی داشته‌اند. نهایتاً از ۱۶۰۰ متر تا انتهای سازند این بار میزان فیتوکلاست‌ها و پالینومورف‌های خشکی روند افزایشی داشته و پالینومورف‌های دریایی و تنوع داینوسیستی روند کاهشی را طی کرده‌اند. از این رو از ۱۳۵۰ تا ۱۶۰۰ متر برای سیستم تراکت TST و از ۱۶۰۰ متر تا انتهای سازند برای سیستم تراکت HST پیشنهاد می‌شود (شکل ۶).

Transgressive System Tract: محیط رسوب‌گذاری از حاشیه حوضه به طرف دیستال شلف می‌باشد. مقدار پالینومورف‌های دریایی و AOM افزایش و نسبت فیتوکلاست‌های هم‌بعد به تیغه‌ای، حجم فیتوکلاست‌ها و پالینومورف‌های خشکی کاهش یافته است. شیل‌های آهکی و آهک‌های شیلی عمده تشکیل‌دهنده این ضخامت می‌باشند.

Maximum flooding surface: در این سطح پالینومورف‌های دریایی به‌ویژه داینوسیست‌ها و AOM در حداکثر میزان خود قرار دارند اما حجم فیتوکلاست‌ها در این سطح خیلی پایین است. در واقع این سطح اشاره به محیط رسوبی دیستال شلف دارد.

Highstand System Tract: محیط رسوبی از دیستال شلف به طرف پروکسیمال می‌باشد که از میزان پالینومورف‌های دریایی و تنوع داینوسیستی به مرور کاسته شده و بر مقدار فیتوکلاست‌ها و پالینومورف‌های خشکی افزوده شده است. لیتولوژی این مجموعه شامل سیلتستون، آهک‌های شیلی و شیل‌های آهکی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با مطالعه مواد ارگانیکی موجود در اسلایدهای پالینولوژیکی، برای سازند سنگانه در برش قلعه‌جوق، چهار رخساره پالینولوژیکی: III: Proximal shelf, II: Marginal basin, V: Distal shelf, IV: Shelf to basin transition شناسایی شد. براساس اطلاعات به‌دست آمده از پالینوفاسیس و نمودار

- Cenomanian boundary: the Fish Scale Marker Bed, northern Alberta, Canada: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 92, p. 139-66.
- Pasley, M.A., W.A. Gregory, and G.F. Hart, 1991, Organic matter variations in transgressive and regressive shales: *Organic Geochemistry*, v. 17, p. 483-509.
- 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*, v. 188, p. 101-125.
- Traverse, A., 2007, *Paleopalynology*, Second Edition, Springer, 816 p.
- Tyson, R. V., 1993, Palynofacies analysis - In: Jenkins D. J. (Ed.) - *Applied Micropalaeontology*: Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p. 153-191.
- Tyson, R. V., 1995, Sedimentary organic matter, organic facies and palynofacies: Chapman and Hal, London, 616 p.
- Waveren, I. and H. Visscher, 1994, Analysis of the composition and selective preservation of organic matter in surficial deep-sea sediment from a high Productivity area (Bandas, Indonesia): *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 112, p. 85-111.
- multi-facies sediments, In: S.R. Samoilovich and N.A. Timoshina (Eds.), *Questions of Phytostratigraphy: Trudy Neftyanoi nauchno-issledovatel'skii geologorazvedochnyi Institut (VNIGRI) Leningrad*, v. 398, p. 70-88 (in Russian).
- Gorin, G. and D. Steffen, 1991, Organic facies as a tool for recording eustatic variations in marine fine-grained carbonates- example of the Berriasian stratotype at Berrias (Ardeche, SE France): *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 85, p. 303-20.
- Habib, D., 1982, Sedimentary supply origin of Cretaceous black shales, In: S.O. Schlanger and M.B. Cita, (Eds.) *Nature and Origin of Cretaceous Carbon-Rich Facies* Academic Press, London, p. 113-27.
- Habib, D., Y. Eshet and R. Van Pelt, 1994, Palynology of sedimentary cycles. In: Traverse, A. (Ed.), *Sedimentation of Organic Particles*: Cambridge University Press, Cambridge, p. 311-335.
- Kalantari, A., 1969, Foraminifera from the Middle Jurassic – Cretaceous successions of Kopet-Dagh region (N.E. IRAN): *NIOC. Laboratories, Tehran, Publication No. 3*, 298 p.
- Leckie, D.A., C. Singh, J. Bloch, M. Wilson, and J. Wall, 1992, An anoxic event at the Albian-

Thickness (m)	Samples No	Microplankton	Spores	Pollen	Thickness (m)	Samples No	Microplankton	Spores	Pollen	Thickness (m)	Samples No	Microplankton	Spores	Pollen
1675	1061	103	16	23	1137	879	493	43	61	612	4998	101	20	35
1668	1058	77	15	39	1132	877	194	59	70	600	4994	57	24	40
1655	1053	53	16	32	1122	874	246	55	68	585	4991	42	26	30
1638	1042	44	30	35	1111	869	196	34	40	575	4989	28	34	40
1635	1040	64	41	52	1103	865	496	30	40	535	4980	116	14	30
1628	1036	83	17	37	1080	859	303	60	65	510	4975	77	44	55
1620	1032	22	4	11	1067	855	131	33	33	470	4966	43	42	54
1612	1028	85	6	14	1055	851	243	56	68	445	4959	77	30	55
1610	1027	80	34	40	1035	845	364	54	70	395	4948	60	28	50
1602	1024	163	27	35	1020	841	163	38	60	385	4946	49	39	50
1588	1020	246	30	46	1013	838	139	15	35	375	4944	126	48	55
1575	1017	166	35	51	992	833	152	25	45	365	4942	143	36	54
1562	1012	242	51	65	978	830	169	40	55	355	4940	54	26	37
1550	1008	408	35	65	970	827	119	35	50	345	4938	57	20	41
1543	1004	258	40	70	947	820	83	13	27	320	4932	83	21	40
1510	991	87	15	55	935	816	199	32	55	300	4928	142	45	63
1497	987	150	14	47	925	813	141	35	54	290	4926	145	36	55
1483	983	154	15	65	915	810	110	40	50	280	4924	76	33	54
1472	978	171	37	63	910	808	92	34	57	270	4922	188	26	34
1460	974	108	46	37	905	806	135	42	70	260	4920	70	18	28
1447	970	36	16	24	888	802	87	20	25	250	4918	133	35	60
1437	966	114	30	62	858	794	147	28	45	240	4916	141	30	55
1428	963	156	40	75	848	791	217	30	45	230	4914	61	44	70
1410	955	179	45	90	840	788	191	30	45	220	4912	46	35	55
1395	952	234	29	50	830	786	169	28	42	205	4909	82	46	61
1385	950	44	53	65	808	781	246	37	45	195	4907	78	29	50
1375	948	80	38	57	780	774	162	32	50	180	4903	157	22	50
1365	945	97	55	67	772	772	65	30	37	170	4901	161	31	50
1355	942	99	37	60	755	766	165	45	55	155	4898	120	21	45
1343	939	116	38	59	740	762	120	34	40	145	4896	50	31	55
1325	934	175	35	50	730	759	135	25	38	135	4894	36	13	23
1315	931	165	33	55	715	756	197	35	50	125	4892	73	40	47
1287	922	183	30	50	705	750	129	17	24	115	4890	21	11	20
1270	918	9												

پیوست ۲

Thickness (m)	Samples No	% Phytoclasts	% Brown Phytoclasts	% Opaque Phytoclasts	Log10 Opaque/Brown Phytoclasts	% Cubic Op Phytoclasts	% Blade Op. Phytoclasts	Log10 Cubique/Blade Phytoclasts	Terrestrial Palynomorphs*	% Marine Palynomorphs	Dinocysts diversity	% AOM	Palynofacies type
858	794	64	16.2	47.8	0.47	18.2	29.6	-0.21	73	20	21	16	IV
848	791	55	15	34	0.36	16.8	17.2	-0.01	75	30	21	15	III
840	788	42	16.4	50.6	0.49	21.3	29.3	-0.14	75	48	18	10	V
830	786	45	12.5	55.5	0.65	20.7	34.8	-0.23	70	50	19	5	V
808	781	42	21.8	33.2	0.18	13.7	19.5	-0.15	82	48	20	10	III
780	774	73	15.6	46.4	0.47	20.4	26	-0.11	82	15	16	12	IV
772	772	90	17.3	51.8	0.48	17.7	34.1	-0.28	67	5	15	5	II
755	766	71	17.8	57.2	0.51	20.1	37.1	-0.27	100	22	18	7	III
740	762	80	19.5	51.5	0.42	26	25.5	0.01	74	10	21	10	II
730	759	71	39	33	-0.07	17.8	15.2	0.07	63	14	22	15	II
715	756	48	18.9	12.1	-0.19	7	5.1	0.14	85	46	17	6	III
705	750	85	22.5	46.5	0.32	23.6	22.9	0.01	41	10	21	5	II
693	744	88	21.4	57.6	0.43	28.5	29.1	-0.01	36	5	17	7	II
683	5016	58	26.1	31.9	0.09	15.7	16.2	-0.01	11	22	8	20	IV
677	5014	64	28.8	35.2	0.09	18.1	17.1	0.02	28	17	14	23	IV
670	5012	61	21.6	39.4	0.26	19.9	19.5	0.01	53	31	15	8	III
660	5010	44	15.4	28.6	0.27	13.9	14.7	-0.02	21	11	11	45	IV
650	5007	61	24.9	36.1	0.16	18.4	17.7	0.02	50	33	10	6	III
645	5005	54	22.6	31.4	0.14	16.8	14.6	0.06	90	36	16	10	III
635	5003	52	18.8	33.2	0.25	14.6	18.6	-0.11	73	33	17	15	III
620	5000	50	20.7	29.3	0.15	13.7	15.6	-0.06	47	33	19	17	III
612	4998	58	25.1	32.9	0.12	17.1	15.8	0.03	55	28	21	14	III
600	4994	62	28	34	0.08	16	18	-0.05	64	20	10	18	IV
585	4991	64	25.2	38.8	0.19	19.6	19.2	0.01	56	26	15	10	III
575	4989	75	33.7	41.3	0.09	20.7	20.6	0	74	16	14	9	IV
535	4980	48	15.5	32.5	0.32	17.8	14.7	0.08	44	41	9	11	III
510	4975	66	18.9	47.1	0.4	28.1	19	0.17	99	15	15	19	IV
470	4966	65	23.1	41.9	0.26	24.5	17.4	0.15	96	18	16	17	IV
445	4959	41	19.7	21.3	0.03	12.5	8.8	0.15	85	34	19	25	V
395	4948	67	30.2	36.8	0.09	19.6	17.3	0.05	78	15	10	18	IV
385	4946	69	31.6	37.4	0.07	18.1	19.3	-0.03	89	14	12	17	II
375	4944	77	35.3	41.7	0.07	21.2	20.5	0.01	103	13	17	10	II
365	4942	56	25.8	30.2	0.07	14.3	15.9	-0.05	90	31	19	13	III
355	4940	70	31.1	38.9	0.1	19.5	19.4	0	63	18	15	12	IV
345	4938	30	14.4	15.6	0.03	9	6.6	0.13	61	36	17	34	V
320	4932	48	22.8	25.2	0.04	14.5	10.7	0.13	61	32	18	20	IV
300	4928	47	19.1	27.9	0.16	12.9	15	-0.07	108	43	15	10	III
290	4926	53	21.4	31.6	0.17	15.6	16	-0.01	91	29	19	18	III
280	4924	46	19.9	26.1	0.12	15.3	10.8	0.15	87	32	18	22	IV
270	4922	51	23.9	27.1	0.05	16.1	11	0.17	60	30	18	19	III
260	4920	66	24	42	0.24	22.2	19.8	0.05	46	25	14	9	III
250	4918	68	32.9	35.1	0.03	18.9	16.2	0.07	95	18	15	14	IV
240	4916	56	21.9	34.1	0.19	16.6	17.5	-0.02	85	30	19	14	III
230	4914	63	27.1	35.9	0.12	16.3	19.6	-0.08	114	26	16	11	III
220	4912	65	22.9	42.1	0.26	19.2	22.9	-0.08	90	25	14	20	IV
205	4909	65	30.6	34.4	0.05	17.7	16.7	0.03	107	23	19	12	III
195	4907	80	29.7	50.3	0.23	23.3	27	-0.06	79	10	9	10	II
180	4903	40	17.2	22.8	0.12	15.7	7.1	0.34	72	44	18	16	V
170	4901	40	16.3	23.7	0.16	15.3	8.4	0.26	81	47	17	13	V
155	4898	62	28.9	33.1	0.06	19.4	13.7	0.15	66	20	20	18	IV
145	4896	52	19.8	32.2	0.21	17.7	14.5	0.09	86	14	16	34	IV
135	4894	83	33.4	49.6	0.17	29.4	20.2	0.16	36	9	11	8	II
125	4892	73	31.8	41.2	0.11	24.2	17	0.15	87	14	14	13	II
115	4890	50	21.8	28.2	0.11	13.8	14.4	-0.02	31	26	6	24	IV
105	4888	69	25.2	43.8	0.24	22.7	21.1	0.03	49	22	14	9	III
95	4886	74	23.5	50.5	0.33	22.4	28.1	-0.1	67	17	20	9	IV
85	4884	65	27.5	37.5	0.13	18.2	19.3	-0.03	88	25	18	10	III
75	4882	55	18.9	36.1	0.28	20	16.1	0.09	89	30	18	15	III
65	4880	72	20.2	51.8	0.41	24.4	27.4	-0.05	64	19	9	9	IV
55	4878	66	26	40	0.19	20.1	19.9	0	162	27	18	7	III
35	4874	70	20.1	49.9	0.39	21.7	28.2	-0.11	67	21	13	9	IV
25	4872	58	22.9	35.1	0.19	20.3	14.8	0.14	116	29	18	13	III
5	4870	68	25.8	42.2	0.21	20.9	21.3	-0.01	128	24	18	8	III

* Terrestrial palynomorphs absolute abundance

ادامه پیوست ۲

Thickness (m)	Samples No	% Phytoclasts	% Brown Phytoclasts	% Opaque Phytoclasts	Log10 Opaque/Brown Phytoclasts	% Cubic Op Phytoclasts	% Blade Op. Phytoclasts	Log10 Cubique/Blade Phytoclasts	Terrestrial Palynomorphs*	% Marine Palynomorphs	Dinocysts diversity	% AOM	Palynofacies type
1675	1061	62	17.6	54.4	0.49	29	25.4	0.06	39	15	20	23	IV
1668	1058	81	16	57	0.55	33.3	23.7	0.15	54	12	19	7	II
1655	1053	68	18	49	0.43	25.4	23.6	0.03	48	11	16	21	II
1638	1042	50	33	25	-0.12	12.7	12.3	0.01	65	12	10	38	IV
1635	1040	58	28.4	29.6	0.02	23.5	6.1	0.59	93	13	14	29	II
1628	1036	67	22.3	44.7	0.3	26.1	18.6	0.15	54	22	15	11	III
1620	1032	48	43.6	31.4	-0.14	13.2	18.2	-0.14	15	10	7	42	IV
1612	1028	65	24.8	52.2	0.32	20.9	31.3	-0.18	20	19	17	16	IV
1610	1027	45	8.7	31.3	0.56	10.3	21	-0.31	74	14	18	41	IV
1602	1024	40	14.5	37.5	0.41	20.5	17	0.08	62	48	17	12	V
1588	1020	30	16.4	37.6	0.36	16.7	20.9	-0.1	76	64	13	6	V
1575	1017	65	7.4	48.6	0.82	20.4	28.2	-0.14	86	21	23	14	IV
1562	1012	65	6	44	0.87	19.1	24.9	-0.12	116	29	14	8	III
1550	1008	37	24.2	20.8	-0.07	8.4	12.4	-0.17	100	30	17	33	V
1543	1004	40	20.9	26.1	0.1	11	15.1	-0.14	110	20	14	40	IV
1510	991	60	14.4	45.6	0.5	20.9	24.7	-0.07	70	31	16	9	III
1497	987	55	19.3	35.7	0.27	19.8	15.9	0.1	61	29	22	16	III
1483	983	53	15.8	37.2	0.37	18.5	18.7	0	80	38	21	9	III
1472	978	63	19.5	55.5	0.45	25.7	29.8	-0.06	100	30	13	7	III
1460	974	77	16.2	70.8	0.64	30.2	40.6	-0.13	83	20	15	3	III
1447	970	83	9.8	80.2	0.91	37.3	42.9	-0.06	40	10	12	7	II
1437	966	70	30.2	54.8	0.26	22.8	32	-0.15	92	19	13	11	IV
1428	963	65	17.2	55.8	0.51	25.1	30.7	-0.09	115	10	13	25	II
1410	955	34	10.6	23.4	0.34	11.2	12.2	-0.04	135	45	19	21	V
1395	952	66	15.8	50.2	0.5	30.9	19.3	0.2	79	23	15	11	III
1385	950	72	25.9	46.1	0.25	25.8	20.3	0.1	118	18	10	10	IV
1375	948	75	28.4	46.6	0.22	27.4	19.2	0.15	95	17	13	8	IV
1365	945	71	22.8	48.2	0.33	28	20.2	0.14	122	19	20	10	IV
1355	942	60	23.6	36.4	0.19	21.2	15.2	0.14	97	26	16	14	III
1343	939	45	40.6	37.4	-0.04	8.7	28.7	-0.52	97	34	14	21	V
1325	934	70	35	53	0.18	23.2	29.8	-0.11	85	15	13	15	IV
1315	931	62	14.1	38.9	0.44	15.4	23.5	-0.18	88	35	12	3	III
1287	922	65	33.9	47.1	0.14	18	29.1	-0.21	80	25	18	10	III
1270	918	80	15.8	61.2	0.59	28.7	32.5	-0.05	88	11	15	9	II
1247	910	76	19.5	59.5	0.48	23.5	36	-0.19	62	20	20	4	III
1243	907	80	26.2	53.8	0.31	18.6	35.2	-0.28	50	12	15	8	II
1225	904	66	18.6	33.4	0.25	12.4	21	-0.23	73	30	16	4	III
1208	899	65	17.3	48.7	0.45	22.4	26.3	-0.07	62	29	17	6	III
1198	897	53	12.5	67.5	0.73	28.8	38.8	-0.13	52	40	20	7	III
1185	894	40	9.2	37.8	0.61	16.6	21.2	-0.11	76	50	16	10	V
1168	889	30	11.2	31.8	0.45	14	17.8	-0.1	63	55	9	15	V
1155	885	75	12.4	72.6	0.77	36.1	36.5	0	76	20	18	5	III
1143	881	80	10	73	0.86	30.5	42.5	-0.14	61	15	22	5	IV
1137	879	20	9.7	26.3	0.43	12.5	13.8	-0.04	104	70	17	10	V
1132	877	63	20.6	38.4	0.27	17.6	20.8	-0.07	129	22	21	15	IV
1122	874	65	18.6	41.4	0.35	17.1	24.3	-0.15	123	19	19	16	IV
1111	869	60	11.8	54.2	0.66	26.1	28.1	-0.03	74	20	18	20	IV
1103	865	30	8.2	26.8	0.51	11.7	15.1	-0.11	70	65	9	5	V
1080	859	65	12.3	64.8	0.72	28.5	36.3	-0.11	125	25	18	10	III
1067	855	74	13.9	75.1	0.73	33.8	41.3	-0.09	66	15	20	11	IV
1055	851	70	12.8	46.2	0.56	19.7	26.5	-0.13	124	20	18	10	IV
1035	845	50	18.7	27.3	0.16	11.9	15.4	-0.11	124	25	21	25	IV
1020	841	82	13.2	67.8	0.71	31.2	36.6	-0.07	98	15	22	3	III
1013	838	62	16.8	67.2	0.6	35.8	31.4	0.06	50	21	19	17	IV
992	833	57	12.4	36.6	0.47	21.8	14.8	0.17	70	30	21	13	III
978	830	50	17	45	0.42	22.1	22.9	-0.02	95	39	16	11	III
970	827	63	12.7	58.3	0.66	30.9	27.4	0.05	85	27	17	10	III
947	820	80	16.1	63.9	0.6	28.5	35.4	-0.09	40	13	17	8	II
935	816	50	17.9	44.1	0.39	18.3	25.8	-0.15	87	45	15	5	III
925	813	70	26.1	38.9	0.17	17.9	21	-0.07	89	20	17	10	IV
915	810	60	15	44	0.47	22.8	21.2	0.03	90	29	21	11	III
910	808	76	15.4	46.6	0.48	22.2	24.4	-0.04	91	10	21	14	II
905	806	60	23.7	32.3	0.13	13.9	18.4	-0.12	112	25	15	15	IV
888	802	45	19.7	29.3	0.17	15.3	14	0.04	45	20	16	35	IV