

# تعیین ژرفای دیرینه سازند سروک در چاه AZ 354، میدان نفتی اهواز بر مبنای روزن‌داران پلانکتونیک و بنتیک

محمد حسن کاظم زاده<sup>۱\*</sup>، ابراهیم قاسمی نژاد<sup>۲</sup> و حسین وزیری مقدم<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکترا، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران،

<sup>۲</sup> استاد، دانشکده زمین‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

<sup>۳</sup> استاد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۸/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۲۳

## چکیده

سازند سروک در چاه AZ 354 در میدان نفتی اهواز با لیتولوژی سنگ آهک کرم تا سفید و گاهی خاکستری، ۱۷۱۲ متر ضخامت دارد. بر اساس مطالعات روزن‌داران، سن آلین بالایی تا تورونین زیرین برای سازند سروک در چاه یادشده در نظر گرفته شد. به منظور تعیین ژرفای دیرینه و تغییرات سطح آب دریا در زمان انباشت طبقات سازند سروک از سه روش متداول استفاده شد. در روش اول، تعداد روزن‌داران بنتیک و درصد پوسته‌های هیالین، آگلوتینه و پورسلانوز آنها مشخص شد و نسبت آنها تعیین شد. در روش دوم، نسبت روزن‌داران پلانکتونیک به بنتیک سطح‌زی (Epifaunal) تعیین شد و با استفاده از معادله وان در زوان  $Depth = e^{(3.58718 + (0.03534 \times \%P))}$  عمق متوسط (۱۳۰ متر برای اکثر بخش‌های سازند) به دست آمد. در روش سوم، با استفاده از مورفوتایپ‌های روزن‌داران پلانکتونیک عمق سازند مشخص شد، بر این اساس برای قسمت‌های قاعده‌ای تا میانی که در آن مورفوتایپ‌های نوع اول و دوم (شاخص مناطق کم عمق) فراوان هستند، منطقه کم عمق، و برای قسمت‌های رأسی که مورفوتایپ‌های نوع سوم (شاخص مناطق ژرف‌تر) در آن فراوان هستند، منطقه عمیق مشخص شد. نتایج به دست آمده نشان داد به طور کلی قسمت عمده سازند سروک در محیط نرتیک ته نشست شده است و تنها در قسمت‌های بالایی محیط رسوب‌گذاری کمی عمیق‌تر شده و به باتیال بالایی می‌رسد.

**کلیدواژه‌ها:** تعیین عمق دیرینه، روزن‌داران، سازند سروک، میدان نفتی اهواز

\*نویسنده مسئول: محمد حسن کاظم‌زاده

E-mail:kazemzade.hasan@yahoo.com

## ۱- پیش‌گفتار

سازند سروک به عنوان یکی از سازندهای گروه بنگستان به علت داشتن پتانسیل مخزنی هیدروکربوری، یکی از واحدهای سنگ‌چینه‌ای مهم در کمربند چین‌خورده-رانده زاگرس محسوب می‌شود. بنابراین با بررسی تغییرات عمق دیرینه طبقات سازند سروک می‌توان اطلاعات مفیدی را در مورد ژرفای دیرینه طبقات در زمان ته‌نشست آنها و تغییرات سطح آب دریا به دست آورد. به این منظور اغلب از روزن‌داران استفاده می‌شود. Cushman (1930) برای اولین بار از روزن‌داران به منظور تعیین عمق دیرینه استفاده کرد. روزن‌داران به علت فراوانی و تنوع زیاد و محدوده وسیع زندگی آنها از آب‌های لب شور کم عمق تا عمیق‌ترین بخش‌های اقیانوس وجود دارند، به علاوه داشتن پوسته آهکی و ماسه‌ای به آنها توانایی بالایی برای حفظ شدگی می‌دهد و آنها را به ابزار مناسبی برای تعیین عمق دیرینه تبدیل کرده است (Van der Zwaan et al., 1999). به طور کلی تعداد روزن‌داران پلانکتون با افزایش عمق افزایش می‌یابد اما روزن‌داران بنتیک یک روند کاهشی مبهمی را نشان می‌دهند. روند کاهش روزن‌داران بنتیک و افزایش روزن‌داران پلانکتون به وضوح در مطالعات مربوط به سازند سروک دیده شد. تلاش‌های عمق‌سنجی در ابتدا با استفاده از روزن‌داران متمرکز بر شناسایی گونه‌های هم‌عمق یعنی آنهایی بود که توزیع شان در تمام حوضه‌ها در عمق یکسانی بود. همچنین در بیشتر مناطق ساحلی از نسبت بین روزن‌داران با پوسته هیالین، پورسلانوز و آگلوتینه به عنوان شاخص‌های عمق آب و شوری استفاده شد. سال‌ها بعد، نسبت بین روزن‌داران پلانکتونیک به بنتیک به عنوان روش مناسب برای عمق‌سنجی مورد استفاده قرار گرفت (Jorissen et al., 2007). در این مطالعه سعی شده است با استفاده از روزن‌داران پلانکتونیک و بنتیک روند تغییرات نسبی سطح آب دریا در منطقه مورد مطالعه ترسیم گردد.

رانده زاگرس محسوب می‌شود (Stocklin, 1968). طول میدان حدود ۸۰ کیلومتر و عرض آن ۶/۵ کیلومتر است (شکل ۱). این میدان یک تاقدیس سینوسی کم‌شیب و متقارن با روند شمال باختری - جنوب خاوری است که به سمت جنوب باختر باریک‌تر و مرتفع‌تر می‌شود. سازند سروک در چاه AZ 354، ۱۷۱۲ متر ستبرای دارد و سنگ‌شناسی آن عمدتاً سنگ آهک کرم تا سفید و گاهی خاکستری است. بر اساس زیست‌زون‌های ارائه شده توسط کاظم زاده و همکاران (۱۳۹۰) سن آلین بالایی تا تورونین زیرین برای سازند سروک در چاه مذکور در نظر گرفته شد. به منظور تعیین ژرفای دیرینه سازند سروک ۲۰۹ مقطع نازک در ستبرای ۱۷۱۲ متری مطالعه شد و در هر یک تعداد روزن‌داران بنتیک و روزن‌داران پلانکتونیک آنها تعیین شد. همچنین درصد پوسته‌های هیالین، آگلوتینه و پورسلانوز مجموعه بنتیک مشخص شد و انواع درون‌زی (Infaunal) و سطحی‌زی (Epifaunal) آنها مشخص شد. همچنین علاوه بر تعیین نسبت روزن‌داران پلانکتونیک به بنتیک انواع مورفوتایپ‌های روزن‌داران پلانکتونیک و درصد آنها محاسبه شد.

## ۲- روزن‌داران بنتیک شاخص عمق

در این روش با استفاده از مطالعه عمق زندگی، نحوه تغییرات و فراوانی گونه‌های بنتیک و همچنین تعیین درصد پوسته‌های هیالین، آگلوتینه و پورسلانوز و با استفاده از مدل‌های ارائه شده برای کرتاسه توسط Alegret & Thomas (2001) و مدل Alegret et al. (2003) (جدول ۱) و مدل Sliter & Baker (1972) (جدول ۲)، حدود عمق منطقه مورد مطالعه تعیین شد. تقسیم‌بندی حوضه بر اساس عمق در این مطالعه براساس مدل ارائه شده توسط Alegret & Thomas (2001) است که طبق آن از صفر تا ۲۰۰ متر محیط نرتیک، ۲۰۰ تا ۶۰۰ متر محیط باتیال بالایی، ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ متر باتیال میانی، ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر باتیال پایینی و ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ متر محیط آبیسال است. به منظور بررسی تغییرات عمق از تغییرات فراوانی در پوسته روزن‌داران نیز استفاده

## ۲- روش‌های مطالعه و راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه

چاه AZ 354 در میدان نفتی اهواز قرار دارد که بخشی از کمربند چین‌خورده-

رابطه (۲)  $Depth=e^{(0.061 \times \%P)+1.25}$

(%P) در روابط (۱) و (۲) درصد روزن‌داران پلانکتونیک است و از رابطه زیر به دست می‌آید:

رابطه (۳)  $\%P=(P/P+B) \times 100$

در رابطه بالا، P تعداد روزن‌داران پلانکتون و B تعداد روزن‌داران بنتیک است. آنها همچنین عنوان کردند که این نسبت در اعماق زیاد به علت حل شدن بخشی از پوسته‌های پلانکتونیک کارایی نخواهد داشت. بنابراین در این مدل، اعداد برای اعماق بیش از ۱۶۰۰ متر (نسبت روزن‌داران پلانکتونیک ۹۳٪) و نیز اعداد کمتر از ۵٪ در نسبت روزن‌داران پلانکتونیک به جهت خطای آزمایش، قابل اعتماد نیستند. Van der Zwaan et al. (1990) فرمول‌های پیشنهادی توسط مطالعات رایت و وان مارل و همکاران را بدین صورت تصحیح کردند:

رابطه (۴)  $Depth=e^{(3.58718+(0.03534 \times \%P)}$

رابطه (۵)  $\%P=(P/P+B-Infauanal) \times 100$

از جمله مطالعات انجام شده با استفاده از روزن‌داران پلانکتونیک به بنتیک در ایران می‌توان به مطالعات همتی نسب و همکاران (۱۳۸۷) بر روی سازند گورپی، شفییعی و همکاران (۱۳۸۷) بر روی سازند آبدراز و اصغریان و همکاران (۱۳۸۹) در برش زیارت کلا (ماستریشتین پسین) اشاره کرد. آنها پس از تعیین درصد روزن‌داران پلانکتون و روزن‌داران بنتیک، فونای اینفونال و همچنین نمونه‌های دارای آثار انحلال و حل‌شدگی را حذف کردند. سپس درصد روزن‌داران پلانکتون به بنتیک را محاسبه و با استفاده از رابطه (۴) عمق دیرینه را محاسبه کردند.

در انجام مطالعات سازند سروک پس از تعیین درصد هر یک از روزن‌داران پلانکتونیک و بنتیک و جدا کردن فونای اینفونال و نمونه‌های دارای آثار انحلال، مقدار %P از رابطه (۵) به دست آمد و سپس با استفاده از رابطه (۴) عمق دیرینه طبقات سازند سروک محاسبه شد (جدول پیوست ۱). بر این اساس در قسمت‌های قاعده‌ای تا قسمت‌های میانی عمق متوسط ۱۳۰ متر محاسبه شد. در قسمت‌های بالایی مقدار %P روند روبه رشدی را نشان داد و عمق متوسط ۳۴۰ متر محاسبه شد (شکل ۳). در تفسیر تغییرات عمق به دست آمده باید گفت که در بخش‌های قاعده‌ای تا اوایل بخش‌های میانی عمق حوضه رسوبی کم و در عین حال نوساناتی را نیز داشته است. در قسمت میانی که معادل با بخش شیل احمدی در سایر مناطق است عمق حوضه تا حدودی افزایش یافته اما در انتهای سنومانین تأثیر فاز کوهزایی اتریشتین به صورت کم شدن عمق عمل کرده است. با گذر از مرز سنومانین-تورونین پیشروی دریا در تورونین زیرین رخ داده است که احتمالاً حوضه کم ژرفا بوده است در عین حال با تأثیر گسل‌های پی‌سنگی که به مرور در طول دوره کرتاسه رخ داده‌اند این بخش فرونشست یافته است و در نتیجه عمق به دست آمده تا ۳۴۰ متری نیز می‌رسد که بیشتر از بخش‌های قاعده‌ای و میانی است. لازم به ذکر است در بالاترین قسمت از چاه یک روند کم عمق‌شدگی مشاهده شده که از تأثیرات زودرس فاز کوهزایی ساب هرسنین است. با توجه به موارد ذکر شده، محیط رسوبی سازند سروک در منطقه مورد مطالعه (neritic-upper bathyal) است.

#### ۵- مورفوتایپ‌های روزن‌داران پلانکتونیک

روش سوم در تعیین ژرفای دیرینه، تشخیص مورفوتایپ‌های روزن‌داران پلانکتونیک است. با استفاده از روزن‌داران پلانکتون و مورفوتایپ‌های آن نیز می‌توان تغییرات ژرفای دیرینه را مورد بررسی قرار داد. مطالعات گذشته نشان می‌دهد هر یک از این روزن‌داران به اعماق خاصی از ستون آب تطابق و سازگاری پیدا کرده‌اند. شکل هندسی روزن‌داران پلانکتونیک تابع موقعیت جاندار در ستون آب و در مقابل غوطه‌وری، مقابله با دشمن و جلوگیری از شکار شدن، اختلاف دانسیته پوسته روزن‌داران با آب دریا است. محققان اساس تقسیم‌بندی مورفوتایپ‌های روزن‌داران

می‌شود. به طور کلی با افزایش عمق، نسبت روزن‌داران بنتیک با پوسته آگلوتینه به انواع پوسته‌های هیالین زیادتر می‌شود. همچنین انواع دارای پوسته آگلوتینی غیرآهکی نشان‌دهنده عمق بیشتری از انواع دارای پوسته آگلوتینی آهکی هستند (Holbourn et al., 2001; Nagy et al., 2001). پوسته‌های نوع پورسلانوز مشخصه مناطق کم عمق هستند. بر مبنای تلاش‌هایی که برای مقایسه عمق توزیع گونه‌های روزن‌داران بنتیک مناطق عمیق صورت گرفته، مشخص شده است که برای خیلی از آنها تفاوت‌های مهمی در توزیع عمقی گونه‌ها وجود دارد. با این حال در آب‌های کمتر از عمق ۲۰۰۰ متر، حداقل برخی گونه‌ها با پراکندگی جهانی، توزیع عمقی یکسانی دارند (Jorissen et al., 2007). با این حال معمولاً در تحلیل‌های عمق‌سنجی دیرینه این طور فرض می‌شود که گونه‌ها و یا حتی هم‌شکل‌های (Homomorphic) آنها در طول زمان در اعماق ثابتی زندگی می‌کرده‌اند. از این‌روست که در تعیین عمق دیرینه، نباید تنها بر گونه‌های شاخص عمق تکیه کرد. بلکه بهتر است از خصوصیات کمی اجتماعات مانند نسبت روزن‌داران پلانکتونیک به بنتیک (P/B) نیز استفاده شود.

از جمله جنس و گونه‌های روزن‌داران بنتیک مربوط به بخش‌های ابتدایی و میانی چاه مورد مطالعه می‌توان به *Praealveolina cretacea*, *Ovalveolina cretacea*, *Ovalveolina ovum*, *Edomia riechli*, *Cyclamina* sp., *Trochospira avnimelechi*, *Nummoloculina regularis*, *Nummoloculina heimi*, *Pseudolithuonella riechli*, *Pyrgo* sp., *Nezzazata simplex*, *Nezzazata gyra*, *Orbitolina* sp., *Multispirina iranensis*, *Dictyoconus pachymarginalis*, *Nezzazata concava*, *Nezzazata conica*, *Nezzazatinella picardi*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Hemicyclamina sigali*, *Cuneolina pavonia*, *Chrysalidina gradata*, *textulariids*, *miliolids*, *Montcharmontia* sp., *Spiroloculina elongata* اشاره کرد. جنس و گونه‌های ارائه شده عمدتاً دارای پوسته‌های پورسلانوز و هیالین و تعدادی آگلوتینه هستند. لازم به ذکر است در بخش‌های میانی از تعداد فرم‌های پورسلانوز کاسته شده و بر تعداد فرم‌های آگلوتینه همچون جنس و گونه‌های مختلف اربیتولیناها مانند *Orbitolina* sp., *Orbitolina conica*, *Dictyoconus pachymarginalis*, *Iraqia simplex*, *Neoiraqia convexa* افزوده شده است و از تعداد روزن‌داران با پوسته پورسلانوز کاسته شده است. از جنس و گونه‌های شاخص بخش پایانی چاه مورد مطالعه می‌توان به *Rotalipora cushmani*, *Rotalipora brotzeni*, *Muricohedbergella delrioensis*, *Rotalia* sp., *Preaglobotruncana* sp., *Pithonella ovalis*, *Calcisphaerulla innominata* اشاره کرد. جنس و گونه‌های اشاره شده دارای پوسته‌های هیالین بوده و مربوط به محیطی با ژرفای بیشتر نسبت به بخش‌های ابتدایی و میانی هستند.

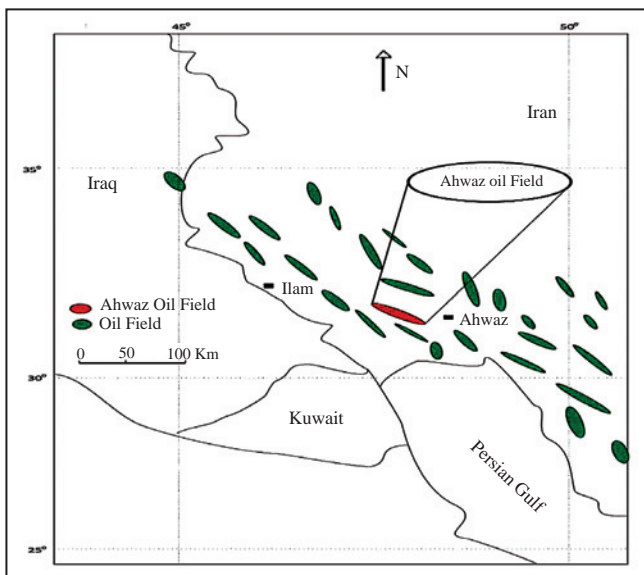
#### ۴- نسبت روزن‌داران پلانکتونیک به بنتیک

مطالعات مربوط به تعیین عمق دیرینه با استفاده از نسبت روزن‌داران پلانکتونیک به بنتیک، توسط Grimsdale & Van Moorkhoven (1955) آغاز شد. آنها مطالعات جامع خود را در مورد کاربرد نسبت بین روزن‌داران پلانکتونیک به روزن‌داران بنتیک برای بازسازی عمق دیرینه منتشر کردند. Wright (1977) با مطالعه دریاهای امروزی، رابطه‌ای را برای تعیین عمق دیرینه پیشنهاد کردند که عبارت است از:

رابطه (۱)  $Depth=e^{(0.042 \times \%P)+3.48}$

در این رابطه e عدد نپر نام دارد و برابر با (e = 2.7) است. چند سال بعد Van Marle et al. (1987) نمونه‌های مربوط به اعماق ۴۰ تا ۲۱۱۹ متری را در حاشیه خاوری اندونزی مورد مطالعه قرار دادند و رابطه زیر را برای تعیین عمق با استفاده از درصد روزن‌داران پلانکتونیک (P/B) پیشنهاد دادند:

۱۷۱۲ متر ضخامت چاه AZ 354 تعداد روزنداران پلانکتونیک و بنتیک و درصد آنها تعیین شد و پس از محاسبه مقدار  $P^*$ ، با استفاده از معادله وان در زوان  $Depth=e^{(3.58718+(0.03534 \times \%P)}$  عمق طبقات سازند محاسبه شد که بر این اساس عمق متوسط ۱۳۰ متر برای قسمت‌های قاعده‌ای و میانی سازند که نشان دهنده محیط نرتیک است و عمق متوسط ۳۴۰ متر برای قسمت‌های بالایی که نشان دهنده محیط باتیال بالایی است، تعیین شد. لازم به ذکر است افزایش عمق در قسمت‌های انتهایی در اثر عملکرد گسل‌های پی سنگی بوده است که باعث فرونشست قسمتی از بخش انتهایی چاه مورد مطالعه شده است. بررسی گروه‌های مورفوتایپی روزنداران پلانکتونیک منجر به شناسایی سه گروه متفاوت از مورفوتایپ‌ها شد که مورفوتایپ‌های گروه اول و دوم در قسمت‌های قاعده‌ای و میانی و مورفوتایپ گروه سوم در قسمت‌های بالایی گسترش بیشتری داشتند. نتایج حاصله از سه روش تعیین عمق دیرینه نشان داد از قاعده تا بخش‌های میانی چاه یادشده (در محدوده سنی آلین بالایی تا سنومانین بالایی)، به‌طور کلی حوضه رسوبی یک محیط کم عمق نرتیک بوده ولی در قسمت‌های بالایی (با گذر از مرز سنومانین - تورونین) حوضه رسوبی پیشروی کرده و به دلیل تأثیر گسل‌ها در منطقه، حوضه فرونشست کرده و عمیق‌تر شده و به باتیال بالایی می‌رسد و در بالاترین قسمت از چاه یک روند کم عمق‌شدگی مشاهده شد که از تأثیرات زودرس فاز کوهزایی ساب هرسنین است. در مجموع حوضه رسوبی سازند سروک در منطقه مطالعه شده (neritic-upper bathyal) بوده است.



شکل ۱- موقعیت قرارگیری میدان نفتی اهواز در کمربند چین‌خورده زاگرس، (گزارش نهایی چاه شماره AZ 354، ۱۳۸۷).

پلانکتون را توزیع و پراکندگی فرم‌های امروزی می‌دانند. مورفولوژی روزنداران پلانکتون هم تابع دانسیته آن موجود در آب و هم باعث تغییر نسبت دانسیته در ارتباط با رشد روزنداران پلانکتون می‌شود (Bergeren, 1969).

(Leckie (1987) با مطالعه رسوبات کرتاسه میانی بر اساس شکل ظاهری و از روی نمونه‌های ایزوله سه گروه مورفوتایپی را برای روزنداران پلانکتون متعلق به این زمان معرفی کرد که عبارتند از:

۱- (ESF) Epicontinental sea fauna: که شامل روزندارانی با اشکال دو ردیفی و سه ردیفی است.

۲- (SWF) Shallow water fauna: که شامل روزندارانی با اشکال تروکواسپیرال با تریئات ساده مانند جنس *Muricohedbergella* و اشکال Planispiral مانند جنس *Globigerinelloides* است.

۳- (DWF) Deep water fauna: این گروه شامل روزندارانی با اشکال کیل‌دار اولیه و پیشرفته مانند *Globotruncanids* است.

بر این اساس اگر نسبت گروه یک به گروه دو افزایش پیدا کند و همین طور نسبت گروه ۲ به گروه ۳ افزایش پیدا کند، نمایانگر کاهش عمق در منطقه است. با توجه به روزنداران پلانکتونیک شناسایی شده در برش مورد مطالعه و مقایسه آنها با گروه‌های مورفوتایپی ارائه شده برای کرتاسه میانی توسط (Leckie (1987)، سه گروه مورفوتایپی برای برش مورد نظر تشخیص داده شده است که عبارتند از:

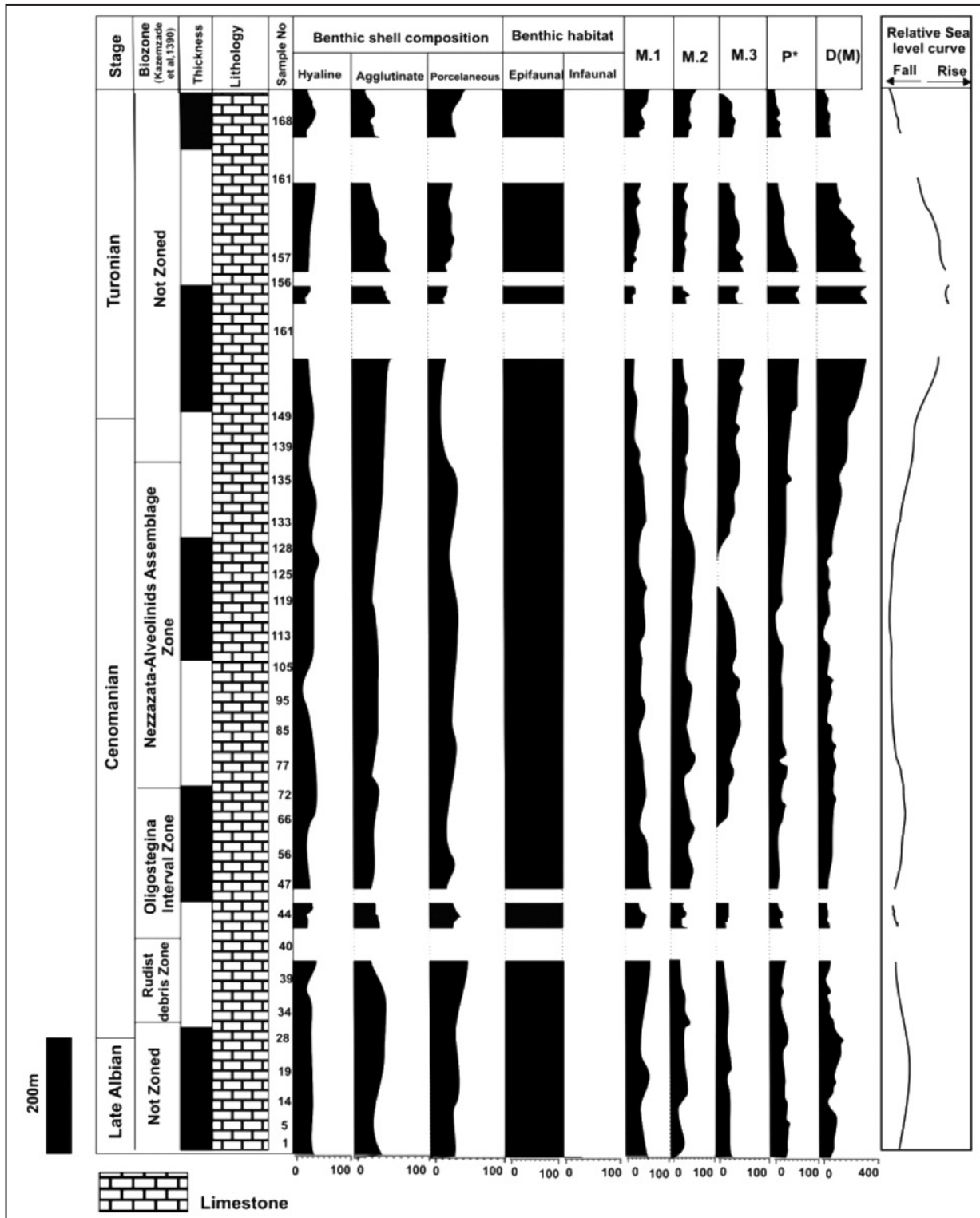
**MF.1** (Heterhelix)، و با اشکال سه ردیفی هستند. این گروه مورفوتایپی با مورفوتایپ گروه اول ارائه شده توسط (Leckie (1987) یعنی (ESF) Epicontinental sea shelf) مطابقت دارد (شکل ۳-ا).

**MF.2** نمونه‌های این مورفوتایپ شامل جنس‌های تروکواسپیرال با حجرات کروی، بدون کارن و سبک و دارای تریئات کم مانند جنس (*Muricohedbergella*) هستند. این گروه مورفوتایپی با مورفوتایپ گروه دوم ارائه شده توسط (Leckie (1987) یعنی (SWF) Shallow water fauna) مطابقت دارد. مورفوتایپ‌های گروه اول و دوم مربوط به قسمت‌های کم عمق و محیط نرتیک هستند. این مورفوتایپ‌ها در قسمت‌های قاعده‌ای تا میانی چاه مورد مطالعه غالب بوده‌اند (شکل ۳-ب-ج).

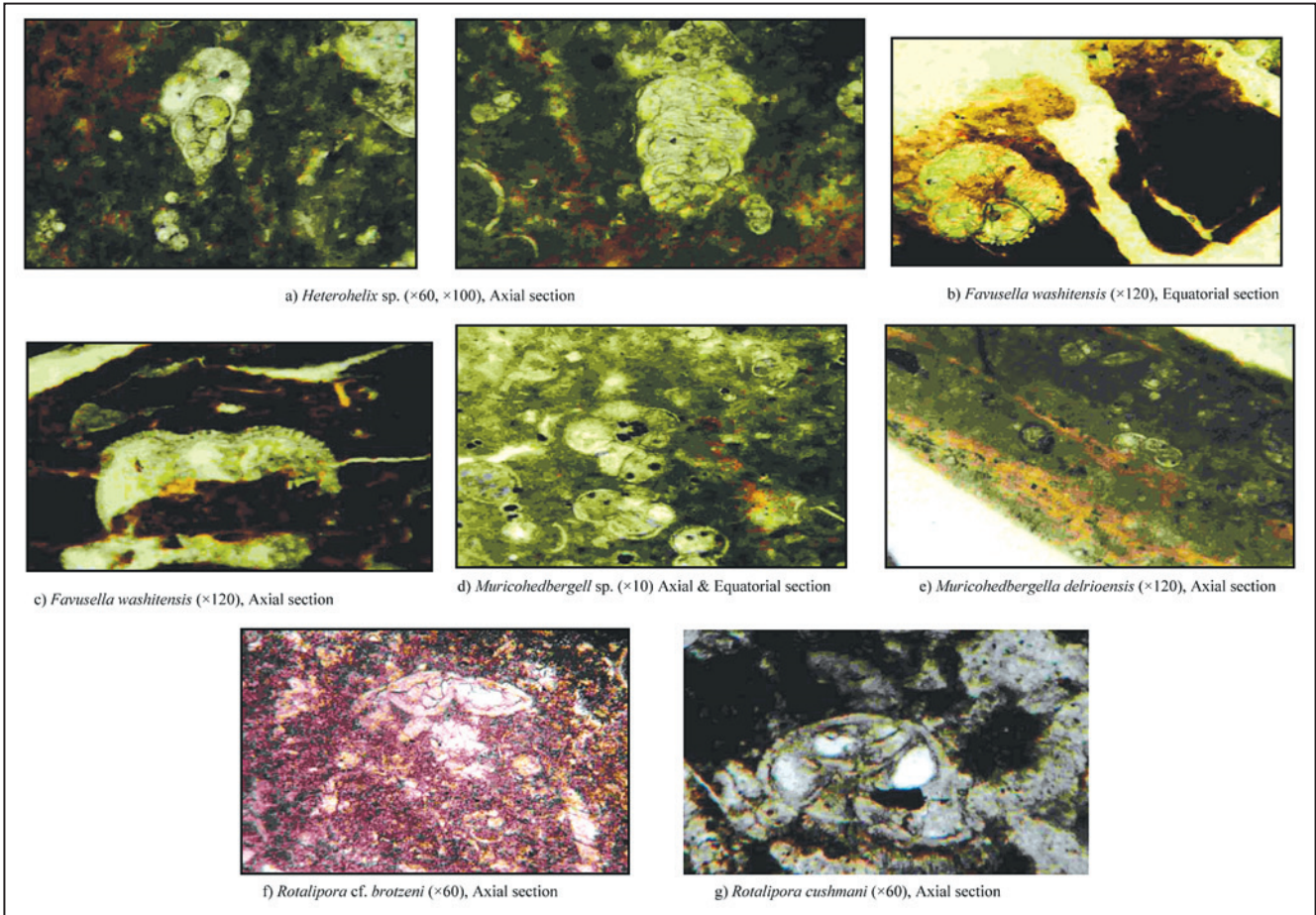
**MF.3** مورفوتایپ‌های مربوط به این گروه مربوط به دریا‌های عمیق‌تر هستند. از جمله روزن‌بران متعلق به این مورفوتایپ می‌توان به گونه‌های *Rotaliapora reichli*، *Rotaliapora brotzeni*، *Rotaliapora appenninica*، *Rotaliapora cushmani* جنس *Praeglobotruncana* اشاره کرد. مورفوتایپ‌های گروه سوم دارای کیل‌های ساده و ابتدایی بوده و در بخش‌های انتهایی در مقاطع مورد مطالعه غالب می‌شوند (شکل ۳-ف-گ).

## ۶- نتیجه‌گیری

پس از بررسی روزنداران بنتیک شاخص عمق و همچنین تعیین درصد انواع پوسته‌های آگلوتینه، هیالین و پورسلانوز مشخص شد که در بخش‌های قاعده‌ای بیشتر روزنداران بنتیک با دیواره پورسلانوز و هیالین وجود دارند، در بخش‌های میانی از تعداد روزنداران با پوسته پورسلانوز کاسته و بر تعداد روزنداران با پوسته آگلوتینه افزوده شده است. در انتهای بخش میانی، روزنداران با پوسته پورسلانوز غالب شده و در بخش‌های پایانی، تنها روزنداران پلانکتون با پوسته هیالین به وفور یافت شدند. همچنین با استفاده از مدل‌های ارائه شده مربوط به روزنداران بنتیک شاخص عمق دوره کرتاسه و مقایسه آنها با روزنداران شناسایی شده در سازند سروک، عمق محیط رسوبی سازند در زمان انباشت طبقات آن تعیین شد. به این منظور به روش کمی پس از تعیین ۱۶۹ نمونه به صورت پیوسته در ضخامت



شکل ۲- نمودار درصد انواع پوسته‌های هیالین، آگلوتینه و پورسلانوز، درصد روزنداران بنتیک درون‌زی و سطح‌زی، انواع و درصد مورفوتایپ‌های روزنداران پلانکتون، نسبت روزنداران پلانکتون به بنتیک و منحنی تغییرات ژرفا در طول ستون چینه‌شناسی سازند سروک در چاه AZ 354.



شکل ۳- انواع مورفوتایپ‌های روزن‌داران پلانکتون شناسایی شده، (a) مورفوتایپ نوع اول (M.1)، (b-c) مورفوتایپ نوع دوم (M.2) و (f-g) مورفوتایپ نوع سوم (M.3).

جدول ۱- پراکندگی برخی گونه‌های شاخص ژرفای مربوط به کرتاسه، برگرفته از دو مدل (Alegre & Thomas (2001) و مدل (Alegret et al. (2003)

Environment		Foraminifers		
Shelf	Inner	Miliolids Placopilina Globulina Palmula Epithemella	Planorbulina Coryphostoma Bolivina Pararotalia Pseudopatulina	Nomonella Vitriwebbina Gutlulina Ceratabulimia
	Outer	Nodosariids Heoglundina Gyroidina Bolivina Gavelinella Fissurina	Seabrookia Pseudonodosaria Pseudourigera Coryphostoma Pyramidina Globulina	Colomia Pyrulina Alabamina Gaudryina Pleurostomella Dorothia
Bathyal	Upper	Osangularia Gyroidinoides Silicosigmoilma Gaudryina Cribrostomoides Praebulimina	Dorothia Ammodiscus Colomin Tappanina Pyramidina Globulina	Gavelinella Spiroplectammina Heoglundina Trochammina Bathysiphon Nodosariids
	Middle	Praebulimina Osangularia Gaudryia Allomorphina Pullenia Plamulina	Bathysiphon Hyperammina Spiroplociammina Gavelinella Ammodiscus Stilostomella	Dorothia Silicosigmolima Heoglundina Cribrostomoides Chilostomella Ammodiscus
	Lower	Glomospira Heperammina Gaudryina Silicosigmoilma Osangularia Pullenia	Praebulimina Pelosina Allomorphina Gaudryina Spiroplociammina Haplophragmoides	Bathysiphon Saccammina Ammodiscus Homosina Cribrostomoides

جدول ۲- الگوی پراکندگی ژرفایی برخی از روزنداران بنتیک کرتاسه (Sliter&amp;Baker, 1972).

Depth-related species	Upper depth limit	Common distribution
<i>Bolivinooides draco</i> (Marsson)		Outer neritic and bathyal, Most common upper-middle bathyal, less common lower bathyal
<i>Clavulinooides irrlatera</i> (Cushman)		Bathyal and abyssal, middle bathyal, lower bathyal-abyssal
<i>Coryphostomina crassata</i> (Reuss)		Outer neritic and bathyal
<i>Eouvirgerina subsculptura</i> (MacNeil and Caldwell)		Upper and middle bathyal, Most common upper-middle bathyal, less common lower bathyal
<i>Gaudryinopyramidata</i> (Cushman)	200-300 m	Bathyal-abyssal, lower bathyal and abyssal, upper-middle bathyal, less common lower bathyal
<i>Gyroidinoides globosus</i> (Hagenow)	200-300 m	Middle bathyal-abyssal, bathyal-abyssal
<i>Marssonella oxycona</i> (Reuss)		Middle bathyal (500-1000 m)
<i>Pullenia coryelli</i> (White)		Bathyal
<i>Praebulimina reussi</i> (Morrow)		Bathyal to abyssal, middle bathyal (500-1000 m)
<i>Pseudoviggrina plumnerae</i> (Cushman)		Most common upper-middle bathyal, less common lower bathyal
<i>Sitella cushmani</i> (Sandidye)		Most common upper-middle bathyal, less common lower bathyal
<i>Spiroplectummina specabilis</i> (Grzybowski)	500-700 m	Bathyal
<i>Stensioma excolata</i> (Cushman)		Outer neritic and bathyal

جدول پیوست ۱- داده‌ها و محاسبات مربوط به تعیین ژرفای دیرینه چاه مورد مطالعه

Samole No	Distance from base(M)	Benthic foraminifera	Planktonic foraminifera	Total foraminifera	%Hyaline	%Agglutinate	%Porcelaneous	%M.1	%M.2	%M.3	%FP	D(M)
1	4225-4215	19	7	26	36.8	31.5	31.7	42.8	28.5	28.7	26.92	93.5
2	4215-4200	12	7	19	41.7	25	33.3	71.4	28.7	28.7	36.84	132.75
3	4200-4180	11	6	17	36.3	27.2	36.5	50	33.3	16.7	35.29	125.64
4	4180-4175	13	8	21	40	30	30	50	37.5	12.5	38.09	138.72
5	4175-4170	17	9	26	35.2	29.6	35.2	44.5	33.3	22.2	34.61	122.67
6	4170-4165	19	12	31	37	31.5	31.5	41.7	41.7	16.6	38.7	141.66
7	4165-4160	15	11	26	33.3	33.3	33.3	45.6	36.3	18.1	42.3	160.67
8	4160-4155	21	10	31	37.5	28.5	38	40	40	20	32.25	111.27
9	4155-4145	23	13	36	35.5	35.4	39.1	36.3	38.4	15.3	36.11	127.12
10	4145-4140	20	12	32	35	30	35	33.4	50	16.6	37.5	135.84
11	4140-4135	27	14	41	33.3	33.3	33.4	35.8	42.8	21.4	34.14	118.55
12	4135-4130	23	14	37	30	35	30	53.1	25.5	21.4	37.83	137.75
13	4130-4125	18	11	29	33.5	27.7	38.8	45.6	36.3	18.1	37.93	137.89
14	4125-4115	11	7	18	27.4	36.3	36.3	53	28.5	28.5	38.88	140.87
15	4115-4100	16	9	25	37.6	31.2	31.2	33.3	33.3	33.4	36	127.25
16	4100-4095	23	12	35	34.7	30.6	34.7	41.7	33.3	25	34.28	119.5
17	4095-4090	17	10	27	35.3	35.3	29.4	40	40	20	37.0	133.61
18	4090-4075	12	7	19	33.3	33.4	33.3	53	28.5	28.5	36.84	132.75
19	4075-4065	9	5	14	22.3	33.3	44.4	40	40	20	35.71	125.73
20	4065-4060	19	9	28	37	31.5	31.5	33.3	44.5	22.2	32.14	114.27
21	4060-4055	24	13	37	33.3	33.4	33.3	38.5	38.5	23	35.13	124.89
22	4055-4050	23	15	38	30.6	34.7	34.7	26.7	40	33.3	39.47	145.98
23	4050-4045	19	10	29	31.5	31.5	37	40	40	20	34.48	122.05
24	4045-4040	13	8	21	30.7	30.7	38.4	37.5	37.5	25	38.09	136.72
25	4040-4035	24	13	37	29.2	33.3	37.5	30.9	46.1	23	35.13	124.89

ادامه جدول پیوست ۱- داده‌ها و محاسبات مربوط به تعیین ژرفای دیرینه چاه مورد مطالعه

Samole No	Distance from base(M)	Benthic foraminifera	Planktonic foraminifera	Total foraminifera	% Hyaline	% Agglutinate	% Porcelaneous	% M.1	% M.2	% M.3	%*P	D(M)
26	4035-4030	14	10	24	28.6	35.7	35.7	33.3	33.4	33.3	41.66	155.02
27	4030-4025	17	11	28	35.3	27	35.3	36.4	36.4	27.2	39.28	144.74
28	4025-4020	21	13	34	33.3	33.3	33.3	30	40	30	38.23	137.4
29	4020-4015	11	7	18	27.4	36.3	36.3	28.5	43	28.5	38.88	140.59
30	4015-4010	18	12	30	33.4	38.8	27.7	33.4	33.3	33.3	40	148.33
31	4010-4000	13	7	20	30.8	30.8	38.4	43	28.5	28.5	35	122.64
32	4000-3995	27	14	41	33.3	33.3	33.4	35.8	42.8	21.4	34.14	118.91
33	3995-3980	36	16	52	30.7	27.7	41.6	37.5	37.5	25	30.76	105.6
34	3980-3975	32	13	45	23.1	23.2	43.7	38.5	38.5	23	28.88	100.33
35	3975-3965	29	12	41	21.9	36.8	41.3	37.4	41.6	25	29.26	101.64
36	3965-3950	38	13	51	35	25.6	39.4	38.5	38.5	23	25.49	88.81
37	3950-3930	43	15	58	28	34.8	37.2	40	40	20	25.86	90.15
38	3930-3925	24	10	34	33.4	33.3	33.3	30	40	30	29.41	102.26
39	3925-3915	15	6	21	40	20	40	50.2	33.2	16.6	28.57	99.03
40	3915-3850	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
41	3850-3845	89	34	123	32.6	33.7	33.7	38.3	38.3	23.4	27.64	93.14
42	3845-3840	97	32	129	30	30	40	38.2	40	21.8	24.8	85.74
43	3840-3830	105	36	141	33.3	33.4	33.3	44.4	33.4	22.2	25.53	87.9
44	3830-3820	109	38	147	36.6	26.8	36.6	36.9	36.9	26.2	25.85	88.78
45	3820-3780	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x
46	3780-3775	112	12	124	35.7	28.6	35.7	58.2	41.8	0	9.67	50.78
47	3775-3765	107	11	118	27.2	35.5	37.3	54.5	45.5	0	9.32	49.6
48	3765-3760	101	13	114	35.7	29.7	34.6	53.9	46.1	0	11.4	53.4
49	3760-3755	103	14	117	36.7	27.5	37.8	50	50	0	11.96	53.93
50	3755-3750	108	15	123	37	26	37	53.4	46.6	0	12.19	57.83
51	3750-3745	99	12	111	31.4	28.2	40.4	50	50	0	10.81	52.29
52	3745-3740	113	19	132	36.7	27	36.3	57.9	42.1	0	14.39	59.35
53	3745-3740	95	9	104	31.7	31.7	36.2	56	44	0	8.65	48.33
54	3740-3735	98	12	110	31.6	33.3	35.1	58.4	41.6	0	10.9	52.45
55	3735-3730	89	8	97	33.7	32.6	33.7	50	50	0	8.24	47.37
56	3730-3725	86	11	97	32.3	32.5	34.8	54.6	45.4	0	11.34	53.24
57	3725-3720	80	11	91	37.5	25	37.5	54.6	45.4	0	12.08	54.69
58	3720-3715	98	13	111	27.5	35.7	40.8	53.9	46.1	0	8.57	48.33
59	3715-3710	96	9	105	16.8	36.4	46.8	44.5	55.5	0	8.52	48.23
60	3710-3705	101	11	112	23.8	37.6	38.6	57.5	42.5	0	9.82	50.5
61	3705-3700	89	7	96	28.6	32.5	44.9	57.2	42.8	0	7.29	46.21
62	3700-3695	86	8	94	21.5	33.7	34.8	50	50	0	8.51	48.18
63	3695-3690	95	10	105	27.9	30	42.1	60	40	0	9.52	49.95
64	3690-3685	104	9	113	37.5	25	37.5	55.5	44.5	0	7.96	47.85
65	3685-3680	95	14	109	37	31.5	31.5	50.1	42.8	7.1	12.84	56.13
66	3680-3675	92	19	111	31.6	35.8	32.6	37.4	42.1	10.5	17.11	65.24
67	3675-3660	88	16	114	32	34	34	37.5	50	12.5	14.03	58.58
68	3660-3555	87	23	120	22.3	33.3	34.4	43.5	43.5	13	19.16	70.24
69	3655-3650	76	29	105	29.8	38.1	42.1	45	41.3	13.7	27.61	94.45
70	3650-3640	85	31	116	28.4	36.4	35.2	35.6	45.1	19.3	26.72	91.57
71	3640-3630	65	43	108	29.4	35.3	35.3	35	34.8	30.2	39.81	144.71
72	3630-3620	73	39	112	29	42.3	28.7	33.3	33.4	33.3	34.82	121.79
73	3620-3610	34	25	59	30.2	37.5	32.3	36	32	32	42.37	158.3

ادامه جدول پیوست ۱- داده‌ها و محاسبات مربوط به تعیین ژرفای دیرینه چاه مورد مطالعه

Samole No	Distance from base(M)	Benthic foraminifera	Planktonic foraminifera	Total foraminifera	% Hyaline	% Agglutinate	% Porcellaneous	% M.1	% M.2	% M.3	% *P	D(M)
74	3610-3595	43	31	74	35	39.5	25.5	38.8	32.2	29	41.89	156.73
75	3595-3585	37	27	64	35.2	32.4	32.4	33.4	33.3	33.3	42.18	157.82
76	3585-3575	42	29	71	33.3	33.3	33.4	41.5	27.5	31	40.84	150.6
77	3575-3570	75	29	104	38.8	26.6	34.6	36.4	44.8	20.6	27.88	95.39
78	3570-3565	74	32	106	38	31	31	34.4	37.5	28.1	30.18	103.62
79	3565-3560	87	41	128	28.9	34.4	36.7	39.1	34.1	26.8	32.03	110.56
80	3560-3555	69	36	105	32.9	33.8	33.3	39	33.3	27.7	34.28	119.38
81	3555-3550	76	39	115	21.1	44.7	34.2	36	33.3	30.7	33.91	117.96
82	3550-3545	98	48	146	37.7	35.7	30.6	31.4	39.5	29.1	32.87	113.92
83	3545-3540	87	49	136	25.4	35.6	39	34.8	38.7	26.5	36.02	126.99
84	3540-3530	86	38	124	29.1	33.7	37.2	31.7	39.4	28.9	30.64	105.08
85	3530-3520	76	37	111	21.2	38.1	40.7	24.4	45.9	29.7	33.33	117.33
86	3520-3515	98	48	146	36.8	32.6	30.6	37.4	41.6	25	32.87	113.92
87	3515-3510	85	45	130	29.5	34.1	36.4	37.9	35.5	26.6	34.61	121.18
88	3510-3505	76	34	110	21.1	36.8	42.1	38.4	35.2	26.4	30.9	106.13
89	3505-3500	89	38	127	33.3	39.3	27.4	39.5	34.2	26.3	29.92	102.7
90	3500-3495	81	37	118	26	35.8	38.2	35.2	35.1	29.7	31.35	107.84
91	3495-3490	78	27	107	23.2	37.1	39.7	37.1	40.7	22.2	25.23	86.86
92	3490-3485	86	32	118	22.2	40.6	37.2	37.5	37.5	25	27.11	92.86
93	3485-3480	75	29	104	30.3	33.7	36	39.1	41.3	20.6	27.88	95.39
94	3480-3475	71	28	99	17.8	38.6	43.6	26.6	46.4	27	28.28	96.73
95	3475-3470	69	31	100	33.3	33.3	33.4	45.3	35.4	19.3	31	106.45
96	3470-3465	76	30	106	31.7	27.6	40.7	40	40	20	28.3	96.83
97	3465-3460	61	17	78	29.6	37.7	32.7	35.4	41.1	23.5	21.79	76.99
98	3460-3455	86	32	118	30.3	33.7	36	37.5	37.5	25	27.11	92.86
99	3455-3450	73	28	101	44.9	26.4	28.7	39.4	39.2	21.4	27.72	94.82
100	3450-3445	59	23	82	35.6	35.5	38.9	34.9	39.1	26	28.04	96.83
101	3445-3440	64	28	92	32.6	45.3	32.1	32.2	42.8	25	30.43	104.35
102	3440-3435	71	31	102	29.3	26.7	43.6	45.3	35.4	19.3	30.39	104.24
103	3435-3430	62	26	88	32.4	33.8	33.8	47.3	34.6	19.2	29.54	100
104	3430-3425	67	22	89	28.4	38.8	32.8	36.3	40.9	22.7	24.71	85.4
105	3425-3420	57	19	76	33.4	33.3	33.3	24.4	47.3	26.3	25	86.17
106	3420-3415	53	11	64	24.9	33.9	39.2	36.5	45.4	18.1	17.18	64.56
107	3415-3410	58	17	75	31.1	29.3	39.6	35.4	47	17.6	22.66	79.32
108	3410-3405	65	19	84	30.9	30.7	38.4	42.2	42.1	15.7	22.61	79.25
109	3405-3400	59	21	80	35.7	25.4	38.9	33.4	42.8	23.8	26.25	90.03
110	3400-3390	54	14	68	33.3	33.4	33.3	35.8	50	14.2	20.58	73.8
111	3390-3385	49	15	64	30.7	38.7	30.6	40	40	20	23.43	81.65
112	3385-3380	57	11	68	29.9	33.3	36.8	36.5	45.4	18.1	16.17	63.13
113	3380-3370	45	9	54	31.1	31.1	37.7	33.4	44.4	22.2	16.66	64.21
114	3370-3360	47	13	60	32.2	36.1	31.9	38.6	46.1	15.3	21.66	76.6
115	3360-3350	36	8	44	27.8	25	47.2	37.5	50	12.5	18.18	67.83
116	3350-3340	39	11	50	33.3	33.3	33.4	45.6	36.3	18.1	22	77.6
117	3340-3335	27	7	34	37	26	37	42.9	42.9	14.2	20.58	73.76
118	3335-3325	34	9	43	35.4	32.3	32.3	34.4	44.4	22.2	20.93	75.75
119	3325-3320	45	13	58	44.5	22.2	33.3	38.6	46.1	15.3	22.41	78.69
120	3320-3310	54	11	65	37	37.4	29.6	37.5	45.4	18.1	16.92	64.85
121	3310-3300	32	7	39	30.7	28.1	31.2	42.9	42.9	14.2	17.94	67.29



ادامه جدول پیوست ۱- داده‌ها و محاسبات مربوط به تعیین ژرفای دیرینه چاه مورد مطالعه

Samote No	Distance from base(M)	Benthic foraminifera	Planktonic foraminifera	Total foraminifera	% Hyaline	% Agglutinate	% Porcellaneous	% M1	% M2	% M3	%*P	D(M)
122	3300-3295	56	9	65	34	33.9	32.1	22.3	55.5	22.2	13.84	58.18
123	3295-3285	34	9	43	38.3	29.4	32.3	22.3	55.5	22.2	20.93	74.64
124	3285-3280	23	6	29	39.3	26	34.7	50	50	0	20.68	74.13
125	3280-3260	18	4	22	33.3	33.4	33.3	25	75	0	19.12	70.03
126	3260-3255	27	8	35	37.4	29.6	37	37.5	62.5	0	22.85	79.88
127	3255-3240	37	9	46	37.9	32.4	29.7	44.5	55.5	0	19.56	71.16
128	3240-3220	23	5	28	47.6	26	30.4	40	60	0	17.85	67.02
129	3220-3205	27	7	34	33.3	33.4	33.3	42.9	57.1	0	20.58	73.76
130	3205-3200	43	13	56	29.7	34.8	25.5	53.9	46.1	0	23.21	80.92
131	3200-3195	38	12	50	36.9	34.2	28.9	50.1	41.6	8.3	24	83.21
132	3195-3180	32	15	47	35.6	28.1	34.3	40	40	20	31.91	109.9
133	3180-3160	26	13	39	27	38.4	34.6	32.6	30.7	30.7	33.33	115.63
134	3160-3140	28	14	42	42.9	25	32.1	28.7	42.8	28.5	33.33	115.63
135	3140-3120	16	9	25	31.3	37.5	31.2	33.3	33.4	33.3	36	126.99
136	3120-3105	15	9	24	33.4	33.3	33.3	28.3	44.4	33.3	37.5	134.15
137	3105-3100	13	10	23	30.7	38.6	30.7	35	35	40	43.47	165.23
138	3100-3085	24	21	45	33.4	45.8	20.8	28.7	33.3	38	46.66	184.93
139	3085-3070	21	23	44	28.6	47.6	23.8	24.2	34.7	39.1	52.27	225.29
140	3070-3060	19	26	45	31.5	47.5	21	26.9	26.9	46.2	57.77	273.37
141	3060-3055	17	26	43	35.2	47.2	17.6	30.7	34.7	34.6	60.46	301.72
142	3055-3050	11	17	28	18.4	54.4	27.2	23.6	29.4	47	60.71	303.23
143	3050-3030	9	17	26	22.3	44.4	33.3	17.8	35.2	47	65.38	357.4
144	3030-3010	14	23	37	28.6	50	21.4	21.8	39.1	39.1	62.16	319.05
145	3010-2995	21	39	61	11.2	55.5	33.3	10.6	17.9	61.5	63.93	340.07
146	2995-2990	17	32	49	17.8	47	35.2	25.1	31.2	43.7	65.3	356.38
147	2990-2985	19	35	54	24.4	42.1	31.5	25.8	25.7	48.5	64.81	353.9
148	2985-2980	24	43	67	32.4	45.8	20.8	23.3	23.3	53.4	64.17	342.45
149	2980-2960	28	51	79	25	50	25	13.8	29.4	56.8	64.55	347.26
150	2960-2955	22	42	64	22.8	45.4	31.8	25	25	50	65.63	360.67
151	2955-2950	31	59	90	25.9	45.1	29	23.8	23.7	52.5	65.55	359.59
152	2950-2825	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
153	2825-2820	28	53	81	21.5	53.5	25	17.3	32	54.7	65.43	358.16
154	2820-2805	26	47	73	30.8	42.3	26.9	15	36.1	48.9	64.38	345.19
155	2805-2800	31	54	85	25.9	41.9	32.2	22.6	23.7	53.7	63.52	334.69
156	2800-2740	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
157	2740-2725	19	35	54	21.2	47.3	31.5	14.3	25.7	60	64.81	353.9
158	2725-2720	26	43	69	30.7	38.6	30.7	30.3	23.2	46.5	62.31	320.96
159	2720-2705	29	31	60	36.6	37.9	27.5	25.9	29	45.1	51.66	220.4
160	2705-2700	31	18	49	38.8	29	32.2	33.3	33.3	33.4	36.73	130.33
161	2700-2570	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
162	2570-2565	11	6	17	27.4	36.3	36.3	33.3	33.4	33.3	35.29	123.8
163	2565-2560	12	6	18	33.4	33.3	33.3	50.1	33.3	16.6	33.3	115
164	2560-2550	16	8	24	36.3	31.2	37.5	37.5	37.5	25	33.3	115
165	2550-2545	13	6	19	30	23.9	46.1	33.3	50.1	16.6	31.5	108.3
166	2545-2540	11	5	16	36.5	36.3	27.2	40	40	20	31.25	107.3
167	2540-2525	9	4	13	44.4	22.3	33.3	50	25	25	30.7	105.4
168	2525-2515	11	5	16	36.4	36.4	27.2	50	50	20	31.5	108.3
169	2515-2510	6	2	8	30	20	50	50	50	0	25	86.17

## کتابنگاری

- اصغریان، م.، قاسمی‌نژاد، ا. و شفیعی، م.، ۱۳۸۹- تعیین ژرفای دیرینه طبقات ماستریشین پسین در برش زیارت کلا، البرز مرکزی با استفاده از روزن‌بران پلانکتونیک و بنتیک، مجله علوم زمین، سال ۲۷، شماره ۷۸، ۸ صفحه.
- شفیعی، م.، قاسمی‌نژاد، ا. و وزیري مقدم، ح.، ۱۳۸۷- تعیین عمق دیرینه سازند آبدراز در برش الگو با استفاده از فرامینیفراهای پلانکتونیک و بنتیک، مجله علوم دانشگاه تهران، جلد ۳۴، شماره ۴، ۱۲ صفحه.
- کاظم‌زاده، م. ح.، قاسمی‌نژاد، ا. و وزیري مقدم، ح.، ۱۳۹۰- زیست‌چینه‌نگاری و محیط رسوبی سازند سروک در میدان نفتی اهواز، چاه AZ354، پانزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم.
- گزارش نهایی چاه شماره AZ 354، ۱۳۸۷- معاونت زمین‌شناسی و گسترش شرکت ملی نفت خیز جنوب، شماره ۵.
- همتی‌نسب، م.، قاسمی‌نژاد، ا. و درویش‌زاده، ب.، ۱۳۸۷- تعیین عمق دیرینه سازند گورپی بر مبنای فرامینیفراهای پلانکتونیک به بنتیک، مجله علوم دانشگاه تهران، جلد ۳۴، شماره ۱، ۱۷ صفحه.

## References

- Alegret, L. & Thomas, E., 2001- Upper Cretaceous and lower Paleogene benthic foraminifera from northeastern Mexico; *Micropaleontology* 47: 269-316.
- Alegret, L., Molina, E. & Thomas, E., 2003- Benthic foraminiferal turnover across the Cretaceous/ Paleogene boundary at Agost (southeastern Spain): paleoenvironmental inferences; *Marine Micropaleontology* 48: 251-279.
- Bergeren, W. H., 1969- Rates of evolution in some Cenozoic planktonic foraminifera; *Micropaleontology* 15: 351-365.
- Cushman, J. A., 1930- The foraminifera of Atlantic Ocean, Part VII, Nonionidae, Peneropolidae, Alveolinellidae; *Bull. U.S. Nat. Mus.*, 104: 1-79.
- Grimsdale, T. F. & Van Morkhoven, F. P. C. M., 1955- The ratio between pelagic and benthic foraminifera as a means of estimating depth of deposition of sedimentary rocks. *Proceedings of 4th World Petroleum Congress, Section I/D4*: 473-491.
- Holbourn, A., Kuhnt, W. & Soeding, E., 2001- Atlantic paleobathymetry, paleoproductivity and paleocirculation in the late Albian: the benthic foraminiferal record; *paleogeography Palaeoclimatology, Palaeoecology* 170: 171-196.
- Jorissen, F. J., Fontanier, C. & Thomas, E., 2007- Paleooceanographical proxies based on deep sea benthic foraminiferal assemblage characteristics. In: *Proxies in late Cenozoic Pale oceanography (Pt. 2): Biological tracers and biomarkers*, edited by C. Hillaire-Marcel and A. de Vernal, Elsevier, 843 pp.
- Leckie, R. M., 1987- Paleoecology of mid - Cretaceous planktonic foraminifera: A comparison of open ocean & Epicontinental Seaassemblages; *Micropaleontology* 33: 164-176.
- Nagy, J., Finstad, E. K., Dypvik, H. & Bremer M. G. A., 2001- Response of foraminiferal facies to transgressive-regressive cycles in the Callovian of northeast Scotland; *Journal of Foraminiferal Research* 31: 324-349.
- Sliter, W. V. & Baker, R. A., 1972- Cretaceous bathymetric distribution of benthic foraminifera; *Journal of Foraminiferal Research* 2: 167-183
- Stocklin, J., 1968- Structural history and tectonic of Iran, a review: *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* V.52.no.7, pp. 1229-1258.
- Van der Zwaan, G. J., Jorissen, F. J. & De Stigter, H. C., 1990- The depth-dependency of planktonic/benthic foraminiferal ratios; constraints and applications; *Marine Geology* 95: 1-16pp
- Van der Zwaan, G. J., Duijnste I. A. P., Den Dulk M., Ernst S. R. & Kouwenhoven, N. T., 1999- Benthic foraminifera: proxies or problems? A review of paleoecological concepts; *Earth Sciences Reviews* 46: 213-236.
- Van Marle, L. J., Van Hinte, J. E. and Nederbragt, A. J., 1987- Plankton percentage of the foraminiferal fauna in seafloor samples from the Australian-Irian Jaya continental margin Eastern Indonesia; *Marine Geology* 77: 151-156.
- Wright, R. G., 1977- Planktonic-benthonic ratio in foraminifera as paleobathymetric tool. Quantitative evaluation; *Annual American Association of Petroleum Geologists and Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Convention (Washington, D.C.)*, p.65 (Abstract).

## Palaeobathymetry of the Sarvak Formation in Well AZ 354 of Ahwaz Oil Field based on Foraminifera

M. H. Kazemzadeh <sup>1\*</sup>, E. Ghasemi-Nejad <sup>2</sup> & H. Vaziri-Moghaddam <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ph.D. Student, Faculty of Earth Science, Shahid Beheshti University of Tehran, Iran

<sup>2</sup> Professor, Department of Geology, University College of Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

<sup>3</sup> Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

Received: 2011 November 21

Accepted: 2013 February 11

### Abstract

The Sarvak Formation in Well AZ 354 of Ahwaz Oil Field attains a thickness of 1712 meters and contains creamy to white and occasionally gray limestone. The recorded foraminifera indicate upper Albian to lower Turonian age for this formation. In order to study paleobathymetry and sea level changes during depositional course of the formation, three common methods were used: in the first method, the absolute number of benthic foraminifera and percentage of Hyaline, Agglutinate and Porcelaneous tests and their ratio were determined. In the second method, the ratio of Planktonic foraminifera to Epifaunal benthic foraminifera was determined via using Van der Zwaan equation,  $Depth = e^{(3.58718 + (0.03534 \times \%P))}$ , the obtained average depth was 130 meters for the most parts of the formation. In the third method, the morphotypes of planktonic foraminifera were used for determination of depth. Based on this method for the lower and middle parts, first and second morphotype groups (shallow areas indices) are abundant, showing a shallow sea. For the upper part the third morphotype groups (deeper areas indices) are abundant, indicating an open marine environment. The results showed that generally, the major parts of the Sarvak Formation has been deposited in a neritic environment and in the upper parts, depositional environment turned into a deeper one and reached the upper bathyal depths (340 m).

**Keywords:** Palaeobathymetry, Foraminifera, Sarvak Formation, Ahwaz Oil Field

For Persian Version see pages 81 to 90

\*Corresponding author: M. H. Kazemzadeh; E-mail:kazemzade.hasan@yahoo.com ;