

بررسی بیوزون‌های نانوفسیلی سازندهای سرچشمه و سنگانه در برش یزدان آباد در مقایسه با برش قلعه‌زو (حوضه کپه‌داغ)

اعظم غلامی فرد*، انوشیروان لطفعلی کنی، دانشگاه شهیدبهشتی • اعظم ماهانی پور، دانشگاه شهید باهنر کرمان • فریا فروغی، امیرمحمد جمالی، مدیریت اکتشاف

اطلاعات مقاله

تاریخ ارسال نویسنده: ۹۶/۰۲/۱۴

تاریخ ارسال به داور: ۹۶/۰۳/۰۸

تاریخ پذیرش داور: ۹۶/۰۶/۱۲

واژگان کلیدی:

بیواستراتیگرافی، سازندهای سرچشمه و سنگانه، نانوفسیل‌های آهکی، یزدان آباد

در این مطالعه بیوزون‌های سازندهای سرچشمه و سنگانه در برش یزدان آباد (غرب حوضه کپه‌داغ) براساس نانوپلانکتون‌های آهکی مورد بررسی قرار گرفته و با بیوزون‌های نانوفسیلی برش قلعه‌زو از همین حوضه، مقایسه شدند. ضخامت مجموع این دو سازند در برش یزدان آباد ۱۱۴۰ متر (ضخامت سازند سرچشمه ۶۵۵ متر و ضخامت سازند سنگانه ۴۸۵ متر) است. رخدادهای نانوفسیلی بررسی شده در این مطالعه، در قالب بیوزون‌های NC ارائه شده است. براساس الگوی پراکندگی نانوفسیل‌های آهکی شاخص، حضور قسمت فوقانی بیوزون نانوفسیلی NC5؟، زون NC6، NC7A و قسمت‌های تحتانی بیوزون NC7B در برش یزدان آباد محرز شده است. بنابراین نانوفسیل‌های آهکی شاخص، سن باریمن پسین (؟) تا ابتدای آپسین پیشین برای سازند سرچشمه و آپسین پیشین تا ابتدای آپسین پسین برای سازند سنگانه، در برش یزدان آباد پیشنهاد می‌شود. در مقایسه برش مورد مطالعه و بیوزون‌های نانوفسیلی ثبت شده در آن با برش قلعه‌زو، مشخص شده که رسوب‌گذاری سازند سرچشمه در محل برش یزدان آباد با توجه به ثبت بیوزون NC5 در آن، زودتر از برش قلعه‌زو آغاز شده است و همچنین رسوب‌گذاری سازند سنگانه در محل برش قلعه‌زو نیز، با توجه به ثبت بیوزون NC8(A&B) در انتهای این برش، دیرتر از برش یزدان آباد پایان یافته است. با مقایسه ضخامت بیوزون‌های نانوفسیلی موجود، چنین استنباط می‌شود که در مدت زمان معرفی شده توسط بیوزون NC6 (آپسین پیشین)، نرخ رسوب‌گذاری در محل برش قلعه‌زو از میزان بالاتری نسبت به محل برش یزدان آباد برخوردار بوده است.

مقدمه

در دهه‌های اخیر، در ایران نیز مورد توجه قرار گرفته است. تاکنون تعداد محدودی مطالعه بیواستراتیگرافی براساس نانوفسیل‌ها بر روی سازندهای سرچشمه و سنگانه انجام شده است [۱۵-۷]. در این مطالعه سازندهای سرچشمه و سنگانه، در غرب حوضه کپه‌داغ و به منظور تعیین سن برش‌های مذکور، به لحاظ بیوزون‌های نانوفسیلی بررسی شده است.

۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش‌های مورد مطالعه
قاعده برش یزدان آباد در بالای روستای یزدان آباد و با مختصات طول جغرافیایی شرقی "۱۰' ۳۵' ۵۷° و عرض جغرافیایی شمالی "۳۴' ۵۵' ۳۷° قرار دارد و دسترسی به این برش از طریق جاده آسفالتی شیروان - بجنورد امکان‌پذیر است (شکل-۱).

۲- لیواستراتیگرافی برش مورد مطالعه

ضخامت برونزد سازندهای سرچشمه و سنگانه در برش یزدان آباد در مجموع ۱۱۴۰ متر (ضخامت سازند سرچشمه ۶۵۵ متر و ضخامت سازند سنگانه ۴۸۵ متر) است. سازند سرچشمه در برش یزدان آباد به صورت هم‌شیب بر روی سنگ آهک‌های سازند تیرگان قرار دارد.

حوضه رسوبی کپه‌داغ در شمال شرقی ایران واقع شده که از شرق دریای خزر آغاز می‌شود و پس از عبور از ترکمنستان و ایران، در یک راستای غربی-شمال غربی تا شرقی-جنوب شرقی، وارد شمال افغانستان می‌شود. بخش ایرانی این حوضه با وسعتی معادل ۵۵ هزار کیلومتر مربع (معادل ۳/۳ درصد مساحت کل کشور)، بین عرض‌های جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۵۴ درجه و ۰ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی قرار گرفته است. در این حوضه، سنگ‌های رسوبی کرتاسه از گسترش و ضخامت بالایی برخوردار هستند و جز کامل‌ترین و ضخیم‌ترین نهشته‌های ایران است [۱]. مطالعه زمین‌شناسی توالی کرتاسه در حوضه کپه‌داغ با مطالعات زمین‌شناسان شرکت نفت در دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ آغاز شده است. رسوبات کرتاسه این حوضه شامل سازندهای شورپیچه، تیرگان، سرچشمه، سنگانه، آیتامیر، آب‌دراز، آب‌تلخ، نیزار و کلات است که در این مطالعه، سازندهای سرچشمه و سنگانه از دیدگاه نانوفسیلی مورد بررسی قرار گرفته است. تا کنون براساس سایر گونه‌های فسیلی، مطالعاتی بر روی این دو سازند انجام شده است [۵-۲]. از آنجایی که نانوفسیل‌های آهکی یکی از دقیق‌ترین ابزارهای بیواستراتیگرافی جهت تعیین سن و تطابق لایه‌های رسوبی است [۶]، بررسی سازندها به لحاظ محتوای نانوفسیلی

در شکل ۲- و تصویر تعدادی از این گونه‌ها در Plate-1 نشان داده شده است). شناسایی‌ها براساس Perch-Nielsen, 1985 و Bown et al, 1998 انجام شده است. تعدادی از بیوزوناسیون نانوفسیل‌های آهکی، برای زمان آپسین - آلبین در حوضه تیس پیشنهاد شده است [۲۴-۱۷].



شکل ۲ | موقعیت جغرافیایی برش‌های یزدان‌آباد و قلعه‌زو، در منطقه کپه داغ (برگرفته از افشارحرب ۱۳۷۳، با اندکی تغییرات).

در این برش، بخش ابتدایی سازند سرچشمه از تناوبی از سنگ آهک و شیل آهکی تشکیل شده است که به سمت بالا از ضخامت سنگ آهک کاسته می‌شود. در ادامه تا انتهای سازند، مارن‌های آهکی، مارن و آهک‌رسی قرار دارند. سازند سنگانه با ضخامت ۴۸۵ متر و به صورت هم‌شیب بر روی سازند سرچشمه قرار گرفته است که از سیلستون با میان‌لایه‌های محدودی از ماسه‌سنگ، مارن، آهک‌رسی و سنگ آهک تشکیل شده است. این سازند به صورت هم‌شیب توسط ماسه‌سنگ‌های ضخیم لایه سازند آیتامیر پوشیده شده است.

۳- روش آماده‌سازی و مطالعه

در این مطالعه به منظور تعیین بیوزون‌های نانوفسیلی رسوبات، تعداد ۲۸۰ نمونه در برش یزدان‌آباد با فاصله تقریبی ۴ متر و از نمونه‌های تازه و فاقد هوازدگی برداشت شد. در این مطالعه از روش ته‌نشست ثقلی (Gravity Settling) - یکی از روش‌های استاندارد تهیه مقاطع نانوفسیلی [۶]- استفاده شد. جهت مطالعات میکروسکوپی، تعداد ۲۸۰ اسلاید از نمونه‌های برداشت شده آماده و مطالعه شد. اسلایدهای تهیه شده با میکروسکوپ نوری پلاریزان Leica مدل DMLP با عدسی شیئی ۶۳× و عدسی چشمی ۱۶× مجهز به دوربین Nikon دیجیتال DS-Fi2 (مستقر در شرکت ملی نفت، مدیریت اکتشاف) و میکروسکوپ نوری پلاریزان Nikon مدل OptiPhot II با عدسی شیئی ۱۰۰× و عدسی چشمی ۱۰× مجهز به دوربین Nikon دیجیتال D-۳۲۰۰ (مستقر در آزمایشگاه نانوفسیل دانشگاه شهیدبهشتی) مطالعه و عکس‌برداری از گونه‌های نانوفسیلی انجام شد. اسلایدها براساس میزان فراوانی جنس و گونه‌ها، از رویت ۳ تا ۵ ردیف (در حدود ۱۵۰ تا ۲۵۰ میدان دید) در اسلایدهای پرفسیل تا تقریباً کل اسلاید، در اسلایدهای کم‌فسیل مورد بررسی قرار گرفت.

۴- حفظ‌شدگی و تنوع نانوفسیل‌های آهکی

فراوانی و اجتماع نانوفسیل‌های آهکی ممکن است تحت تاثیر انحلال و دیاژنز قرار گیرد و سبب افزایش انواع مقاوم در برابر انحلال شود. دیاژنز باعث انحلال و یا رشد ثانویه کلسیت در نانوفسیل‌های آهکی می‌شود و تشخیص آنها را با مشکل مواجه می‌کند. با توجه به ظرافت نانوفسیل‌ها، توجه به این نکته در مطالعات مورد اهمیت است. در این مطالعه، لیتولوژی‌های آهک و ماسه‌سنگ تقریباً فاقد نانوفسیل است و در دیگر لیتولوژی‌های سازندهای سرچشمه و سنگانه نیز، میزان حفظ‌شدگی نانوفسیل‌ها عموماً از ضعیف تا متوسط (poor to moderate) در نوسان بوده و در اقل‌هایی از این دو سازند، حفظ‌شدگی مطلوب (good) مشاهده شده است [۱۶]. در بسیاری از نمونه‌های این مطالعه، تنها گونه‌های بسیار مقاوم در برابر دیاژنز (& Watznaueria barnesiae) در اسلایدها دیده می‌شود.

۵- بیوزوناسیون

در این مطالعه، تعداد ۴۵ گونه از ۲۶ جنس متعلق به ۱۳ خانواده در برش یزدان‌آباد، شناسایی شد (جدول پراکندگی گونه‌های مذکور

| Cretaceous | | Period | Time Unit |
|------------------|--|---------------------|-------------------------------------|
| Early Cretaceous | | Epoch | |
| Barremian? | | Age | Formation |
| Aptian | | Sub age | |
| Late Barremian? | | Formation | Sample No. (Ya) |
| SARCHESHMEH | | Thickness (m) | Lithology |
| SANGANEH | | Nannofossil events | |
| MAMR | | Nannofossil Biozone | |
| CC 6? - CC 7a | | CC 7b | Sissingh, 1977 (CC) |
| NC 5? | | NC 6 | |
| | | NC 7A | NC 7B |
| | | | <i>Watznaueria barnesiae</i> |
| | | | <i>Watznaueria fossacincta</i> |
| | | | <i>Lithraphidites carnioloensis</i> |
| | | | <i>Nannoconus kamptneri</i> |
| | | | <i>Nannoconus steinmannii</i> |
| | | | <i>Watznaueria cythae</i> |
| | | | <i>Cyclagelosphaera margerelii</i> |
| | | | <i>Brauriosphaera hockwoldensis</i> |
| | | | <i>Nannoconus elongates</i> |
| | | | <i>Nannoconus truttii</i> |
| | | | <i>Nannoconus wassalli</i> |
| | | | <i>Nannoconus vocontiensis</i> |
| | | | <i>Rhagodiscus asper</i> |
| | | | <i>Watznaueria manivitiae</i> |
| | | | <i>Micrantholithus obtusus</i> |
| | | | <i>Micrantholithus hoschulzii</i> |
| | | | <i>Micrantholithus stellatus</i> |
| | | | <i>Diazomatolithus lehmannii</i> |
| | | | <i>Nannoconus minutus</i> |
| | | | <i>Nannoconus circularis</i> |
| | | | <i>Flabellites oblongus</i> |
| | | | <i>Nannoconus quadriangulus</i> |
| | | | <i>Biscutum constans</i> |
| | | | <i>Staurolithites crux</i> |
| | | | <i>Nannoconus bucheri</i> |
| | | | <i>Rucinolithus irregularis</i> |
| | | | <i>Watznaueria ovate</i> |
| | | | <i>Rhagodiscus angustus</i> |
| | | | <i>Tubodiscus burnettiae</i> |
| | | | <i>Rhagodiscus amplus</i> |
| | | | <i>Reticapsa surirella</i> |
| | | | <i>Helenea chiasia</i> |
| | | | <i>Tegumentum stradneri</i> |
| | | | <i>Hagius circumradiatus</i> |
| | | | <i>Cretarhabdus conicus</i> |
| | | | <i>Zeugrhabdotus embergeri</i> |
| | | | <i>Calcutites percernis</i> |
| | | | <i>Staurolithites siesseri</i> |
| | | | <i>Rotellapillus crenulatus</i> |
| | | | <i>Zeugrhabdotus diplogrammus</i> |
| | | | <i>Brolinsonia galloisii</i> |
| | | | <i>Eprolithus floralis</i> |
| | | | <i>Radiolithus planus</i> |
| | | | <i>Manivitella pemmatoides</i> |
| | | | <i>Chiastozygus litterarius</i> |

شکل ۴ | جدول پراکندگی نانوفسیل‌های آهکی و بیوزوناسیون بر مبنای گونه‌های شاخص نانوفسیلی در برش یزدان‌آباد

حضور گونه *Ragodiscus achlyostaurion* را شامل می‌شود. بیوزون فرعی NC7C نیز محدوده اولین حضور *Prediscosphaera* تا اولین حضور *Ragodiscus achlyostaurion* columnata را شامل می‌شود. مرز پایینی بیوزون فرعی NC7A در برش یزدان آباد، در ضخامت ۱۶۹ متری سازند سنگانه با اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* تعیین شده است. مرز بالایی این زون فرعی در برش یزدان آباد، در ضخامت ۳۲۴ متری سازند سنگانه و با آخرین حضور گونه‌های جنس *Micrantholithus* تعیین شده است. بنابراین محدوده این بیوزون فرعی در مجموع با ضخامت

| Age | Roth (1978) | | Sissingh (1977) | | Yazdan Abad Section | | Formation |
|----------------|-------------|----------------------------------|-----------------|-------------------|---------------------|-------|------------------------|
| | h | Nannofossil event | h | Nannofossil event | CC | NC | |
| Albian early | NC8i | <i>Hayesites albiensis</i> | CC 8a | | | | Not Zoned |
| | NC8s | <i>Priscosphaera columnata</i> | | | | | |
| Aptian late | NC7c | <i>Ragodiscus achlyostaurion</i> | CC 7c | | CC 7c | NC 7c | Sanganeh Fm. (45-51 m) |
| | NC7b | <i>Micrantholithus</i> spp. | | | CC 7b | NC 7b | |
| | NC7a | <i>Eprolithus floralis</i> | | | CC 7a | NC 7a | |
| | NC 6R | <i>Conosphaera rotuli</i> | CC 7a | | | | |
| Aptian early | NC 6A | <i>Rucinolithus irregularis</i> | | | CC 6A | NC 6A | Sanganeh Fm. (6-55 m) |
| | NC 6 | <i>Calcevoluthus oblongatus</i> | CC 6 | | CC 6 | NC 6 | |
| | NC 5b | <i>Calcevoluthus oblongatus</i> | | | CC 5b | NC 5b | |
| | NC 4 | <i>Calcevoluthus cuvieri</i> | CC 5 | | CC 5 | NC 5 | |
| Barremian late | NC 4 | | | | | | Not Zoned |
| | | | | | | | |

شکل ۳ | بیوزون‌های نانوفسیلی سازندهای سرچشمه و سنگانه و مقایسه با بیوزون‌های استاندارد جهانی نانوفسیلی‌های آهکی (CC) در عرض‌های جغرافیایی پایین تا متوسط ۱

برش‌های مورد مطالعه، بیوزوناسیون روث [۲۱] که توسط برالوئر [۲۳] در آن تغییراتی داده شده، مورد استفاده قرار گرفته است و با بیوزوناسیون جهانی سیسینگ [۲۰] مقایسه شده است. بیوزون‌های ارائه شده براساس اولین حضور (FO) و آخرین حضور (LO) تکاملی گونه‌ها و از نوع Interval Zone است (شکل-۳).

بیوزون‌های نانوفسیلی، از قاعده تا راس برش به ترتیب عبارت است از:

۱-۵- بیوزون نانوفسیلی NC5: *Watznaueria oblonga*

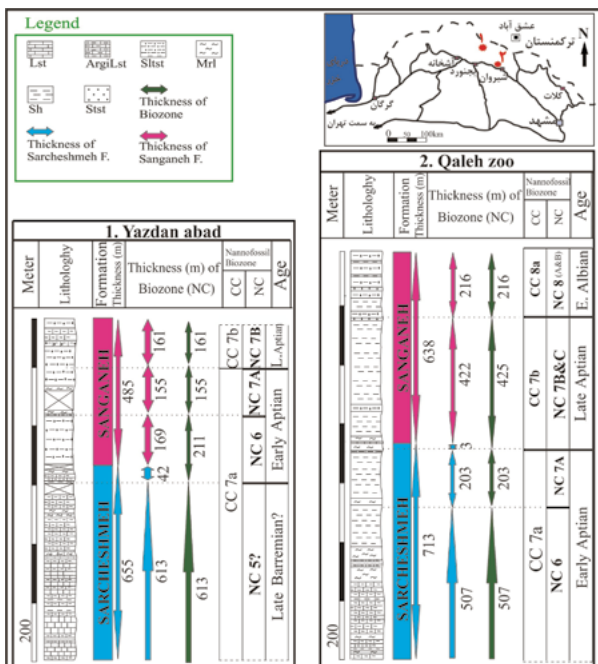
این بیوزون از آخرین حضور *Cruciellipsis cuvillieri* تا اولین حضور *Rucinolithus irregularis* را شامل و محدوده زمانی آن بارمین پسین است. گونه *Cruciellipsis cuvillieri* (شاخص مرز زیرین) در برش یزدان آباد رویت نشده و موقعیت مرز پایینی این زون در این برش، احتمالاً پایین‌تر از سازند سرچشمه است. مرز بالایی این زون با اولین حضور *Rucinolithus irregularis* در برش یزدان آباد و در ضخامت ۶۱۳ متری سازند سرچشمه تعیین شده است. بنابراین قسمت‌های فوقانی بیوزون NC5 در ۶۱۳ متر ابتدایی سازند سرچشمه واقع است (به دلیل رویت بسیار محدود گونه *Rucinolithus irregularis*، محدوده این بیوزون محتمل و با علامت سوال مشخص شده است).

۲-۵- بیوزون نانوفسیلی NC6: *Chiastozygus litterarius*

این بیوزون از اولین حضور *Rucinolithus irregularis* تا اولین حضور *Eprolithus floralis* را شامل و محدوده زمانی آن آپسین پیشین است. در برش یزدان آباد، مرز پایینی این زون با اولین حضور *Rucinolithus irregularis* و در ضخامت ۶۱۳ متری سازند سرچشمه تعیین شده است. مرز بالایی این زون در این برش، در ضخامت ۱۶۹ متری سازند سنگانه و با اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* تعیین شده است. بنابراین این زون نانوفسیلی، ۴۲ متر انتهایی سازند سرچشمه به همراه ۱۶۹ متر ابتدایی سازند سنگانه در برش یزدان آباد (مجموعاً ۲۱۱ متر) را شامل می‌شود.

۳-۵- بیوزون نانوفسیلی NC7: *Ragodiscus angustus*

این بیوزون از اولین حضور *Eprolithus floralis* تا اولین حضور *Prediscosphaera columnata* را شامل و محدوده زمانی آن آپسین پسین است. مرز پایینی این زون در برش یزدان آباد، در ضخامت ۱۶۹ متری سازند سنگانه و با اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* تعیین شده است. مرز بالایی این زون در برش یزدان آباد به دلیل نبود گونه *Prediscosphaera columnata* محرز نشده و احتمالاً در بالاتر از سازند سنگانه است. بنابراین ثبت قسمت‌های ابتدایی بیوزون NC7، در ۳۱۶ متر انتهایی سازند سنگانه در برش یزدان آباد محرز شده است. در این بیوزون سه زیرزون قرار دارد که اولین زیرزون، NC7A است. این بیوزون فرعی، اولین حضور *Eprolithus floralis* تا آخرین حضور *Micrantholithus* spp. را در بر می‌گیرد و محدوده زمانی آن ابتدای آپسین پسین است. بیوزون فرعی NC7B معرف میانه آپسین پسین است و آخرین حضور *Micrantholithus* spp. تا اولین



شکل ۴ | مقایسه ضخامت بیوزون‌های نانوفسیلی و ضخامت سازندهای سرچشمه و سنگانه برش یزدان آباد و قلعه‌زو (ضخامت بیوزونها سازند سرچشمه با فلش آبی و در سازند سنگانه با فلش صورتی است) ۲

با ناپوستگی فرسایشی در زیر سازند کلات واقع شده، آپتین پیشین تا ابتدای آپسین پسین تعیین شده است. در برش شیخ، سن سازند سرچشمه بارمین پسین تا ابتدای آپسین پسین و سن سازند سنگانه آپسین پسین تا آپسین پسین؟ تعیین شده است. سن سازند سرچشمه در برش قلعه زو آپسین پیشین تا اوائل آپسین پسین و سن سازند سنگانه آپسین پسین تا آلین پیشین پیشنهاد شده است.

در این مطالعه، بررسی پراکندگی نانوفسیل‌ها در برش یزدان‌آباد، بیانگر ثبت اولین حضور گونه *Rucinolithus irregularis* در ضخامت ۶۱۳ متری سرچشمه است. با توجه به عدم حضور گونه *Cruciellipsis cuvillieri* (حادثه نانوفسیلی که آخرین حضور این گونه معرف ابتدای زون NC5 است) در این فاصله، مرز پایین بیوزون NC5 نامشخص و احتمالاً پایین‌تر از سازند سرچشمه است. از آنجا که گونه کوچک *Rucinolithus irregularis* که معرف مرز بالای بیوزون بوده و به طور بسیار محدود در دو نمونه از نمونه‌های مورد مطالعه رویت شد. حضور این بیوزون محتمل و با علامت سوال ارائه شده است. بنابراین از ابتدای سازند سرچشمه تا ضخامت ۶۱۳ متری این برش، احتمالاً به بارمین پسین تعلق دارد. ثبت اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* در ضخامت ۱۶۹ متری سنگانه است. بنابراین از ضخامت ۶۱۳ متری سازند سرچشمه تا ۱۶۹ متری سازند سنگانه متعلق به آپسین پیشین است. به دنبال حادثه نانوفسیلی فوق، آخرین حضور *Micrantholithus spp* در ضخامت ۳۲۴ متری سازند سنگانه واقع است که این حادثه معرف انتهای بیوزون فرعی NC7A و بنابراین از ضخامت ۱۶۹ متری سازند سنگانه تا ۳۲۴ متری سازند سنگانه متعلق به زمان ابتدای آپسین پسین است. از ضخامت ۳۲۴ متری سازند سنگانه تا انتهای سازند نیز حادثه نانوفسیلی ثبت نشده است و این محدوده به بخش پایینی زون فرعی NC7B و سن آپسین پسین نسبت داده شده است.

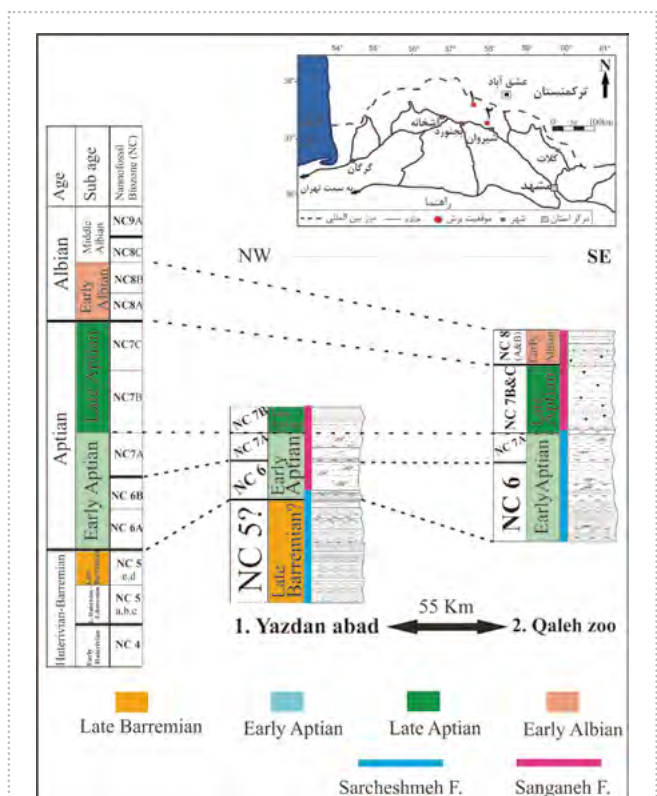
بررسی پراکندگی نانوفسیل‌ها در برش قلعه‌زو بیانگر ثبت اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* در ضخامت ۵۰۷ متری سرچشمه است که به عنوان حادثه معرف انتهای زون NC6 و ابتدای زون NC7 در نظر گرفته می‌شود. بنابراین از ابتدای برش تا ضخامت ۵۰۷ متری، به زون فرعی NC6 و آپسین پیشین تعلق دارد. به دنبال حادثه نانوفسیلی فوق، آخرین حضور *Micrantholithus spp* در ضخامت ۷۱۰ متری سازند سرچشمه واقع است که این حادثه معرف انتهای بیوزون فرعی NC7A و سن ابتدای آپسین پسین است و بنابراین از ضخامت ۵۰۷ متری سازند سرچشمه تا ۷۱۰ متری سازند سرچشمه متعلق به زمان ابتدای آپسین پسین است. حادثه نانوفسیلی بعد، اولین حضور *Prediscosphaera columnata* در ضخامت ۴۲۲ متری سازند سنگانه است. بنابراین ۳ متر انتهایی سازند سرچشمه به همراه ۴۲۲ متر ابتدایی سازند سنگانه (با ضخامت مجموع ۴۲۵ متر) به زمان آلین پیشین تعلق دارد. حادثه نانوفسیلی بعد، اولین حضور *Tranolithus orionatus* در انتهای سازند سنگانه است و بنابراین ۲۱۶ متر انتهایی سازند سنگانه معرف بیوزون NC8(A&B) و سن آلین پیشین است (شکل-۴).

براساس بیوزون‌های نانوفسیلی ثبت شده در برش‌های یزدان‌آباد و قلعه‌زو و با توجه به موقعیت برش‌ها (برش‌های یزدان‌آباد و قلعه‌زو تقریباً

۱۵۵ متر، در سازند سنگانه واقع است. مرز بالایی زون فرعی NC7B در برش یزدان‌آباد به دلیل نبود گونه *Ragodiscus achlyostaurion* محرز نشده و احتمالاً در بالاتر از سازند سنگانه است.

۶- بررسی بیوزون‌ها

براساس مطالعات بیوزوناسیون براساس نانوفسیل‌های آهکی که تاکنون بر روی سازندهای سرچشمه و سنگانه صورت گرفته است، این سازندها در قسمت‌های مختلف حوضه کپه‌داغ، دارای ضخامت و سن‌های متفاوتی است. علاوه بر اختلاف عمق حوضه در نواحی مختلف، گسل‌هایی که همزمان با رسوب‌گذاری در حوضه فعال بوده‌اند (افشارحرب، ۱۳۷۳) نیز در این اختلاف ضخامت، تاثیر داشته است. در مطالعات نانوفسیلی انجام شده بر روی سازند سرچشمه در مقطع تپ (شرق کپه‌داغ)، سن سازند آپسین-آلین تعیین شد [۷]. همچنین در مطالعه سازند سرچشمه در برش‌های آتشگان و امیرآباد، سن آلین، برای برش امیرآباد و سن آلین-آلین پسین برای این سازند در برش آتشگان، تعیین شده است [۸]. در مطالعات نانوفسیلی انجام شده بر روی سازند سنگانه در برش‌های مزدوران و امیرآباد، سن آلین تا تورونین آغازی و میانی برای این سازند در این برش‌ها تعیین شده است [۹]. از جمله مطالعات نانوفسیلی بر روی هر دو سازند سرچشمه و سنگانه، مطالعه این دو سازند در محل برش تکل کوه [۱۳-۱۱]، برش شیخ [۱۴] و برش قلعه‌زو [۱۵] است. سن سازند سرچشمه در برش تکل کوه، بارمین پسین تا آپسین پیشین و سن سازند سنگانه، که در این برش

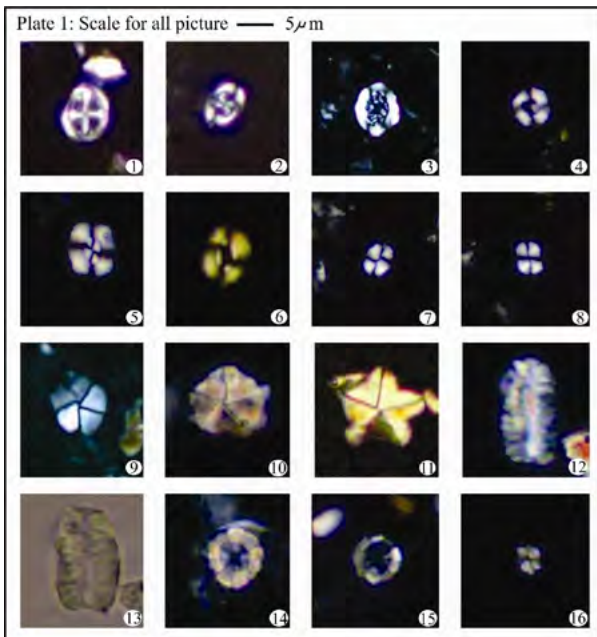


شکل ۵ | تطابق بیواستراتیگرافی برش مورد مطالعه با برش قلعه‌زو

باتوجه به ثبت بیوزون‌های تفکیک نشده NC8(A&B) در انتهای برش قلعه‌زو، دیرتر از برش یزدان‌آباد پایان یافته است.

نتیجه‌گیری

۱. بررسی نانوفسیل‌های آهکی در سازندهای سرچشمه و سنگانه در برش‌های مورد مطالعه، که بخشی از قلمرو حوضه تتیس است، بیانگر ثبت بیوزون‌های جهانی روث (NC) [۲۱] و سیسینگ (CC) [۲۰] در این رسوبات است.
۲. براساس مطالعات نانوفسیلی صورت گرفته در برش یزدان‌آباد، حضور احتمالی قسمت فوقانی بیوزون نانوفسیلی NC5، زون NC6 و قسمت‌های تحتانی بیوزون NC7B (معادل با قسمت فوقانی بیوزون CC6، زون CC7a و قسمت‌های تحتانی زون CC7b) محرز شده است و بنابراین سن بارمین پسین (؟) تا ابتدای آپسین پیشین برای سازند سرچشمه و آپسین پیشین تا ابتدای آپسین پسین برای سازند سنگانه، در برش یزدان‌آباد پیشنهاد می‌شود.
۳. در مقایسه برش مورد مطالعه و بیوزون‌های نانوفسیلی ثبت شده در آن با برش قلعه‌زو، مشخص شده است که رسوب‌گذاری سازند سرچشمه در محل برش یزدان‌آباد با توجه به ثبت بیوزون NC5 در آن، زودتر از برش قلعه‌زو آغاز شده است.
۴. رسوب‌گذاری سازند سنگانه در محل برش قلعه‌زو نیز، باتوجه به ثبت بیوزون NC8(A&B) در انتهای این برش، دیرتر از برش یزدان‌آباد پایان یافته است.
۵. با مقایسه ضخامت بیوزون‌های نانوفسیلی موجود، چنین استباط می‌شود که در مدت زمان بیوزون NC6 (آپسین پیشین)، نرخ رسوب‌گذاری در محل برش قلعه‌زو بیشتر از برش یزدان‌آباد است.



۶ | برش بیوزون‌های نانوفسیلی مورد مطالعه

در فاصله ۵۵ کیلومتری از هم و در روندی شمال‌غربی- جنوب‌شرقی قرار دارند)، این دو برش از نقطه‌نظر بیوزون‌های نانوفسیلی ثبت شده در آنها، مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. در شکل-۵، قسمت‌های فوقانی بیوزون NC5 با سن بارمین پسین (؟)، بخش ابتدایی سازند سرچشمه در برش یزدان‌آباد (۶۱۳ متر از قاعده) را شامل می‌شود. این بیوزون در برش قلعه‌زو احتمالاً قبل از رسوب‌گذاری سازند سرچشمه واقع است؛ زیرا شروع این سازند در برش مذکور با زون NC6 (بخش انتهایی زون) مقارن است و رسوب‌گذاری سازند سرچشمه در موقعیت برش قلعه‌زو دیرتر از موقعیت برش یزدان‌آباد آغاز شده است و اثری از رسوبات این سازند تا زمان آپسین پیشین (زون نانوفسیلی NC6) در برش مذکور دیده نمی‌شود.

بیوزون NC6 با ضخامت ۲۱۱ متر، از ضخامت ۶۱۳ متری سازند سرچشمه تا ۱۶۹ متر ابتدایی سازند سنگانه (۴۲ متر انتهای سازند سرچشمه و ۱۶۹ متر ابتدایی سازند سنگانه) را در برش یزدان‌آباد شامل می‌شود. در حالی که بخش‌های فوقانی این بیوزون، ۵۰۷ متر ابتدایی سازند سرچشمه را در برش قلعه‌زو شامل شده است. با در نظرگیری ضخامت بیوزون NC6 در می‌یابیم که در مدت زمان معادل این بیوزون، نرخ رسوب‌گذاری در برش یزدان‌آباد (۲۱۱ متر) از برش قلعه‌جق (۵۰۷ متر و تنها شامل بخش فوقانی این زون) کمتر است. همچنین این بیوزون در برش قلعه‌زو کاملاً در سازند سرچشمه قرار می‌گیرد. در حالی که در برش یزدان‌آباد سازندهای سرچشمه و سنگانه را شامل شده است. بیوزون فرعی NC7A با سن ابتدای آپسین پسین ضخامت ۱۶۹ متری تا ضخامت ۳۲۴ متری سازند سنگانه (در مجموع به ضخامت ۱۵۵ متر) را در برش یزدان‌آباد تشکیل می‌دهد.

در برش قلعه‌زو این بیوزون فرعی، ۵۰۷ متری تا ضخامت ۷۱۰ متری سازند سرچشمه (در مجموع به ضخامت ۲۰۳ متر) شامل می‌شود. بررسی روند تغییر ضخامت این بیوزون فرعی حاکی از آن است که نرخ رسوب‌گذاری در زمان آپسین پسین در محل دو برش تقریباً مشابه (در برش یزدان‌آباد اندکی بیشتر) بوده و این بیوزون فرعی در برش یزدان‌آباد کامل در سازند سنگانه قرار می‌گیرد. در حالی که در برش قلعه‌زو کاملاً در سازند سرچشمه واقع است. قسمت‌های ابتدایی بیوزون فرعی NC7B، در برش یزدان‌آباد (از ضخامت ۳۲۴ متری سازند سنگانه تا انتهای برش و با ضخامت ۱۶۱ متر)، ثبت شده است. بیوزون‌های NC7(B&C) به طور تفکیک نشده و با سن آپسین پسین، ضخامت ۷۱۰ متری سازند سرچشمه تا ضخامت ۴۲۲ متری سازند سنگانه (شامل ۳ متر انتهایی سازند سرچشمه و ۴۲۲ متر ابتدایی سازند سنگانه و در مجموع به ضخامت ۴۲۵ متر) را در برش قلعه‌زو شامل می‌شود. بنابراین با توجه به عدم ثبت رخداد زیستی مشخص‌کننده بخش انتهایی این بیوزون در برش یزدان‌آباد و عدم دسترسی به ضخامت واقعی این بیوزون، نمی‌توان روند خاصی را برای این بیوزون در این حوضه در نظر گرفت. بیوزون‌های NC8(A&B) به طور تفکیک نشده و با سن آلبین پیشین، ضخامت ۴۲۲ متری سازند سنگانه تا ضخامت ۶۳۸ متری سازند سنگانه (با ضخامت مجموع ۲۱۶ متر) را در برش قلعه‌زو شامل می‌شود و در برش یزدان‌آباد ثبت نشده است. بنابراین رسوب‌گذاری سازند سنگانه

۱- هم‌ارزی محدوده زمانی بیوزون‌ها در برش‌ها مدنظر بوده و مترآنها بدون رعایت مقیاس ذکر شده است.

۲- مقیاس در ضخامت سازند و بیوزونها رعایت شده است.

منابع

- M.H, biostratigraphy of early Cretaceous (Aptian) calcareous nanofossils and the $\delta^{13}C$ carb isotope record from NE Iran, *Cretaceous Research*, 2011, v. 32, p. 356-331.
- [۱۴] ماهانی پور، ا.، لطفعلی کنی ا.: بررسی بیواستراتیگرافی نانوفسیل‌های آهکی سازندهای سرچشمه و سنگانه در غرب حوضه کپه داغ، برش چینه شناسی شیخ، مجله پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی، ۱۳۹۴، ش ۵۸، ص ۵۷ - ۶۶.
- [۱۵] غلامی فرد، ا.، لطفعلی کنی ا.، ماهانی پور، ا.: زیست‌چینه‌نگاری سازندهای سرچشمه و سنگانه در برش قلعه‌زو (شمال باختر شیروان) بر پایه نانوفسیل‌های آهکی، فصلنامه علمی-پژوهشی علوم زمین، ۱۳۹۵، ش ۱۰۰، ص ۱۹۹-۲۰۸.
- [16] Roth, P.H., Medd, A. W., Watkins, D. K., 1983. Jurassic calcareous nanofossil zonation, an erview with new evidence from Deep Sea Drilling Project Site 534 A, Initial Report of Deep Sea Drilling Project vol.76 , p.579-573.
- [17] Manivit, H., 1971, Nannofossiles calcaires du Crétacé francais (Aptien -Masetrichtien): Essai de Biozonation appuyée sur les stratotypes: Ph.D. Thesis, Université de Paris, France.
- [18] Thierstein, H.R., 1971, Tentative Lower Cretaceous calcareous nannoplankton zonation: *Eclogae Geologicae Helvetiae*, v. 64, p. 488-459.
- [19] Thierstein, H.R., 1973, Lower Cretaceous Calcareous Nannoplankton Biostratigraphy: *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, v. 29, p. 52-1.
- [20] Sissingh, W., 1977, Biostratigraphy of Cretaceous Calcareous Nannoplankton: *Geologie Mijnbouw*, v. 56, p.49-37.
- [21] Roth, P.H., 1978, Cretaceous nannoplankton biostratigraphy and oceanography of the northwestern Atlantic Ocean. In: Benson, W.E., Sheridan, R.E., et al. (Eds.), Initial Reports of Deep Sea Drilling Project, v. 44, p. 759-731.
- [22] Perch-Nielsen, K., 1979, Calcareous Nannofossils from the Cretaceous between the North Sea and the Mediterranean. In: Wiedmann, J. (Ed.), *Aspekte der Kreide Europas: IUGS Series A*, v. 6, p. 272-223.
- [23] Bralower, T.J., Sliter, W.V., Arthur, M.A. , Leckie, R.M., Allard, D.J. and Schlanger, S.O., 1993, Dysoxic/anoxic episodes in the Aptian -Albian (Early Cretaceous). In: Pringle, M. et al. (Eds.), *The Mesozoic Pacific: Geology, Tectonics and Volcanism: AGU Geophysical Monograph*, v. 77, p.37-5.
- [24] Bralower, T.J., Leckie, R.M., Sliter, W.V., and Thierstein, H.R., 1995, An integrated Cretaceous microfossil biostratigraphy. In: Berggren, W.A., Kent, D.V., Aubry, M.P., Hardenbol, J. (Eds.), *Geochronology, time scales and global stratigraphic correlations: SEPM Special Publication*, v. 54, p. 79-65.
- [۱] افشارحرب، ع.، زمین شناسی ایران، زمین شناسی کپه داغ. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۷۳، ۲۷۵ ص.
- [۲] داوطلب، ا.، قاسمی نژاد، ا.، عاشوری، ع.، وحیدی نیا، م.: پالینواستراتیگرافی و محیط دیرینه سازند سرچشمه در برش چینه شناسی انجیربلاغ، شرق حوضه رسوبی کپه داغ؛ مجله پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی، ۱۳۸۹، ش ۴۱، ص ۱ - ۲۰.
- [۳] موسوی زاده، س. م.، محبوبی، ا.، موسوی حرمی، س. ر.، محمودی قرائی، م. ح.، و نجفی، م.: اثر فسیلهای سازند سرچشمه (آپسین) در برش ناودیس خور (شمال مشهد) و کاربرد آنها در تفسیر شرایط رسوبی، نشریه علمی- پژوهشی رخساره‌های رسوبی، ۱۳۸۹، سال ۳، ش ۲، صفحه ۹۹-۱۰۹.
- [۴] شریفی، م.، قاسمی نژاد، ا.، اختری، م.: پالینواستراتیگرافی، پالینوفاسیس و پالئو اکولوژی سازند سرچشمه در چاه توس ۱، شرق کپه داغ؛ مجله دیرینه شناسی، ۱۳۹۲، سال اول، ش ۲، ص ۱۷۵-۱۸۶.
- [۵] کشمیری، م.، قاسمی نژاد، ا.، عاشوری، ع.، یزدی مقدم، م.، جمالی، ا.: پالینولوژی و پالئو اکولوژی سازندهای سرچشمه و سنگانه در برش چینه شناسی باغک واقع در شرق کپه داغ؛ مجله پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی، ۱۳۹۳، ش ۵۶، ص ۱۷-۳۳.
- [6] Bown, P.R. and Young, J.R., 1998, Techniques. In: Bown, P.R., (Eds.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy: Chapman and Hall*, London, p. 28-16.
- [۷] دهقان، ف.: بایواستراتیگرافی سازند سرچشمه بر اساس نانوپلانکتونهای آهکی در مقطع تیپ (کپه داغ)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۸۱، ۱۴۲ ص.
- [۸] هادوی، ف. و شکری م.: بایواستراتیگرافی سازند سرچشمه بر مبنای نانوپلانکتون‌های آهکی در برش آتشگان و امیرآباد (رشته کوه کپه داغ)، دهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۵، ص ۱۴۵۵-۱۴۶۴.
- [۹] هادوی، ف. و بداعی ف.: بایواستراتیگرافی سازند سنگانه بر مبنای نانوپلانکتون‌های آهکی در مقطع امیرآباد و مزدوران، دهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۵، ص ۱۴۹۰-۱۵۰۰.
- [۱۰] هادوی، ف. و بداعی ف.: نانواستراتیگرافی سازند سنگانه در برش مزدوران (کپه داغ)، نشریه علمی- پژوهشی رخساره‌های رسوبی، جلد ۲، ۱۳۸۸، ص ۱۱۵-۱۲۷.
- [۱۱] ماهانی پور، ا.، لطفعلی کنی ا.، آدابی م. ح. و رئیس السادات ن.: نانواستراتیگرافی سازندهای سرچشمه و سنگانه در باختر منطقه کپه داغ (برش تکل کوه)، فصلنامه علمی-پژوهشی علوم زمین، ۱۳۹۰، ش ۷۹، ص ۸۳-۹۴.
- [۱۲] ماهانی پور، ا. ن. رئیس السادات و لطفعلی کنی، ا.: بررسی رخداد غیر هواری اقیانوسی آپتین پیشین بر اساس نانوفسیل‌های آهکی و آمونیت‌ها در غرب منطقه کپه داغ، مجله پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ۱۳۹۱، ش ۴۷، ص ۸۳ - ۹۶.
- [13] Mahanipour, A., Mutterlose, J. , Kani A.L. and Adabi