

نانواستراتیگرافی و پالئواکولوژی گذر سازندهای تیرگان و سرچشمه در دو برش مزدوران و طاهرآباد (شرق حوضه کپه داغ)

لیدا خدادادی^{1*}، فاطمه هادوی²

1- دانشجوی دکتری چینه شناسی و فسیل شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

2- استادگروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

*پست الکترونیک: lid_kh5@yahoo.com

تاریخ پذیرش: 91/4/5

تاریخ دریافت: 90/9/13

چکیده

در این پژوهش، نانوفسیلهای آهکی گذر سازندهای تیرگان و سرچشمه در دو برش طاهرآباد و مزدوران مورد بررسی قرار گرفت. برشهای مطالعه شده در شرق حوضه کپه داغ قرار دارند. 14 جنس و 22 گونه در برش طاهرآباد و 14 جنس و 20 گونه در برش مزدوران شناسایی گردید. با توجه به اولین حضور گونه‌های شاخص و تجمع فسیلی همراه، بایوزون CC7 از زون بندی Sissingh (1977) با محدوده زمانی آپسین پیشین برای این مرز در دو برش مزدوران و طاهرآباد پیشنهاد می‌گردد. بر مبنای شمارش گونه‌های شناسایی شده و اطلاعات پالئواکولوژی، مرز تیرگان - سرچشمه در عرض جغرافیایی پایین تا متوسط نهشته شده و حوضه رسوبی مذکور کم عمق و گرم بوده است.

واژه‌های کلیدی: داغ، سازند سرچشمه، سازند تیرگان، برش طاهرآباد، برش مزدوران.

مقدمه

بالا ظاهر شده و در طول دورانه‌های مزوزوئیک و سنوزوئیک متنوع شده و در دریا‌های امروزی در ژرفای مختلفی از فلات قاره تا اعماق اقیانوس وجود دارند. به دلیل ویژگی‌هایی مانند فراوانی نسبی و تنوع زیاد در محیط‌های رسوبی استوایی و نیمه استوایی، محدوده سنی کوتاه و گسترش جغرافیایی وسیع، برای چینه شناسان زیستی اهمیتی ویژه دارند. این گروه با توجه به پراکندگی جغرافیایی وسیع، دوره تکاملی کوتاه و محدوده زمانی زمین شناختی کوتاهی که دارند در مطالعات زیست چینه نگاری، پالئواکولوژی و تطابق جهانی چینه‌ها بسیار مورد توجه هستند.

حوضه رسوبی کپه داغ در شمال شرق ایران، بخش وسیعی از ترکمنستان و شمال افغانستان واقع است. بخش ایرانی حوضه بین $35^{\circ} 30'$ تا $38^{\circ} 15'$ عرض شمالی و $54^{\circ} 00'$ تا $61^{\circ} 13'$ طول شرقی قرار دارد (افشار حرب، 1373).

در این تحقیق مرز سازندهای تیرگان - سرچشمه بر مبنای نانوفسیلهای آهکی مورد مطالعه قرار گرفته است. این گروه فسیلی با اشکال متنوع خود از بقایای جلبک‌های هابتوفیت بوده که اندازه‌ای کمتر از 30 میکرون دارند و شامل صفحات دیسکی شکل به نام کوکولیت هستند که به وسیله سلول زنده ایجاد می‌شوند. نانوپلانکتونهای آهکی در تریاس

تاقدیس خور، کنار راه مشهد به کلات مطالعه شده است. سازند سرچشمه در محل برش الگو 310 متر ستبرا دارد (آقانباتی، 1383). سازند سرچشمه از دو بخش تشکیل می شود. بخش زیرین که از مارن خاکستری و خاکستری تیره تشکیل شده است. بخش بالایی شامل تناوب لایه های شیل تیره و لایه های نازک سنگ آهک است (افشار حرب، 1373). تغییرات ضخامت سازند سرچشمه در خور توجه است. در یک نگاه کلی، ستبرا از خاور به باختر افزایش می یابد. در برش نار (خاوری ترین برش)، سازند سرچشمه 150 متر ضخامت دارد و در 100 کیلومتری شمال خاوری گنبد کاووس ضخامت سازند سرچشمه 1090 متر است (آقانباتی، 1383). کمترین ضخامت این سازند با 17 متر در برش شمال و شمال شرق شترپا در بخش مرکزی حوضه رسوبی کپه داغ (منطقه چناران) قرار دارد (نوروزی و همکاران، 1388).

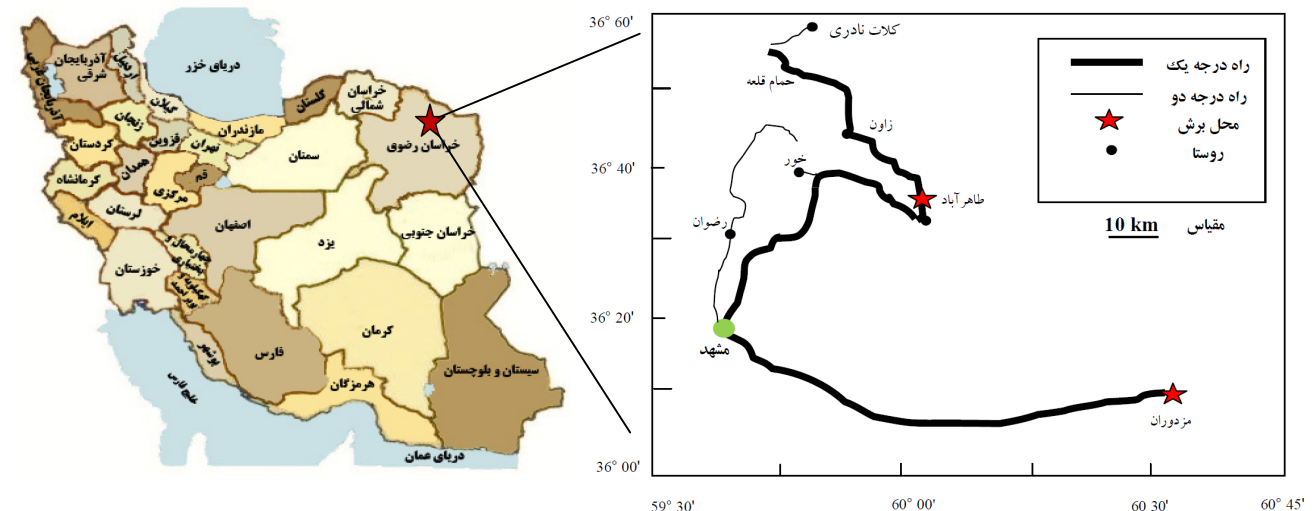
برشهای مورد مطالعه (برش طاهرآباد) در نزدیکی روستای طاهرآباد واقع در شمال شرقی مشهد با مختصات $36^{\circ} 33' 43''$ عرض شمالی و $60^{\circ} 4' 20''$ طول شرقی و (برش مزدوران) در شرق مشهد با مختصات جغرافیایی $36^{\circ} 9' 31''$ عرض شمالی و $36^{\circ} 9' 31''$ طول شرقی قرار دارد (شکل 1). در برش مزدوران 10 نمونه از 45 متر مربوط به مرز این دو سازند و در برش طاهرآباد 9 نمونه از 40 متر بخش مذکور برداشت و مورد مطالعه قرار گرفت (شکلهای 2 و 3).

اهداف این مطالعه ابتدا شناسایی نانوفسیلها، تشخیص زونهای زیستی جهانی بر مبنای آنها و در نهایت تفاسیر پالئو کولوژیکی این بخش از حوضه مورد مطالعه می باشد.

چینه شناسی سازند شوربجه و تیرگان

نام سازند تیرگان از روستای تیرگان واقع در 39 کیلومتری جنوب شرق شهرستان دره گز گرفته شده است (افشار حرب، 1373). برش الگوی سازند تیرگان، در کوه تیرگان، واقع در 39 کیلومتری جنوب خاوری در گز مطالعه شده است. در ضمن این سازند دارای برش مرجعی است که در جنوب خاوری روستای جوزک (باختر کپه داغ) قرار دارد (آقانباتی، 1383). سازند تیرگان از سنگ آهکهای الیتی و زیست آواری و لایه های جزئی سنگ آهکهای مارنی، مارن و شیل آهکی تشکیل شده است. در تمام رخنمونهای سازند، لایه هایی از سنگ آهکهای اریتولین دار وجود دارد (افشار حرب، 1373).

در خاور کپه داغ (برش شوراب)، سازند تیرگان کمترین ستبرا (20 متر) را دارد ولی به سمت باختر، ضخامت سازند افزایش می یابد، به گونه ای که در محل برش مرجع، 310 متر و در برش الگو 780 متر ستبرا دارد و حتی در چاه قزل تپه شماره 2 ضخامت تیرگان 1005 متر است (آقانباتی، 1383). نام سازند سرچشمه از روستای سرچشمه واقع در 14 کیلومتری شمال شرق شهر بجنورد گرفته شده است (افشار حرب، 1373). برش الگوی آن در دماغه خاوری



شکل 1: موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به برشهای مطالعه شده (برش طاهرآباد و مزدوران)

| THICKNESS (M) | SYSTEM | SERIES | STAGES | FORMATIONS | SAMPLES. NO. | LITHOLOGY | DESCRIPTION |
|---------------|------------|------------------|--------------|-------------|--------------|-----------|---------------------|
| 40 | CRETACEOUS | EARLY CRETACEOUS | EARLY APTIAN | SARCHESHMEH | 9 | | Gry Marly Limestone |
| 35 | | | | | 8 | | |
| 30 | | | | | 7 | | |
| 25 | | | | | 6 | | |
| 20 | | | | | 5 | | |
| 15 | | | | | 4 | | |
| 10 | | | | | 3 | | |
| 5 | | | | | 2 | | |
| | | | | | | | |

شکل 3: ستون چینه شناسی مرز سازندهای تیرگان - سرچشمه در برش طاهرآباد

| THICKNESS (M) | SYSTEM | SERIES | STAGES | FORMATIONS | SAMPLES. NO. | LITHOLOGY | DESCRIPTION |
|---------------|------------|------------------|--------------|-------------|--------------|-----------|-----------------------------|
| 45 | CRETACEOUS | EARLY CRETACEOUS | EARLY APTIAN | SARCHESHMEH | 10 | | Gry Marly Limestone |
| 40 | | | | | 9 | | Gry Shale |
| 35 | | | | | 8 | | Gry Marly Limestone |
| 30 | | | | | 7 | | |
| 25 | | | | | 6 | | |
| 20 | | | | | 5 | | |
| 15 | | | | | 4 | | Gry sandy oolitic Limestone |
| 10 | | | | | 3 | | |
| 5 | | | | | 2 | | |
| | | | | | | | TIRGAN |

شکل 2: ستون چینه شناسی مرز سازندهای تیرگان - سرچشمه در برش مزدوران

روش مطالعه و آماده سازی

متعددی استفاده نمی شود و از همه رسوبات معلق استفاده می گردد نسبت به روشهای دیگر برای مطالعات

در این مطالعه از روش اسمیر اسلاید استفاده گردید، زیرا سریع و مؤثر بوده و همچنین چون از ظروف آزمایشگاهی

6- در نهایت آن را روی اجاق برقی خشک نموده و با چسب اپوکسی که شفافتر از کانادابالزام است، لام و لامل را به یکدیگر می چسبانیم.

در این بررسی، نانوپلانکتونهای آهکی با میکروسکپ نوری پلاریزان BX51 و عدسی شیئی 100 شناسایی و عکس برداری شدند؛ سپس برای بررسیهای پالئو کولوژیکی، تعداد گونه های شناسایی شده در هر نمونه شمارش شدند، به این صورت که هر گاه شماره نمونه ها به 300 رسید شمارش را متوقف می کنیم. سپس درصد هر گونه را حساب می کنیم (جدولهای 1 و 2).

در این گزارش نمودار برخی از گونه ها که شاخصهای پالئو کولوژیکی هستند ترسیم شده است (شکل های 4 و 5). به منظور شناسایی نانوفسیلها و نیز مطالعات زیست چینه ای از گزارشهای متعددی مانند Perch-Nielsen (1985)، Bown *et al.* (1998)، هادوی (1386) و هادوی و پوراسماعیل (1386) استفاده شده است.

تاریخچه مطالعات قبلی

مطالعات فسیل شناسی انجام شده بر روی سازند تیرگان عمدتاً بر مبنای روزن داران می باشند که به شرح زیرند: در برش الگو، سن سازند تیرگان بر اساس روزن داران شناسایی شده زیر نئو کومین - آپتین گزارش شده است (Kalantari, 1969):

Cuneolina cf. hensoni, *Gavalinella baremina*, *Nautiloculina oolitica*, *Pesudocyclamina cf. hedbergi*, *Pesudocyclamina litus*, *Textularia foeda*, *Trocholina alpine*.

در برش مرجع (جنوب شرق روستا جوزک) رهقی با اشاره به گونه های زیر سن این سازند را نئو کومین - آپتین گزارش نموده است (افشار حرب، 1373):

Acicularia sp., *Chofattella decipiens*, *Nautiloculina sp.*, *Orbitolina aff. Lenticularis*, *Orbitolina sp.*, *Orbitopsella sp.*, *Pesudo cyclamina sp.*

پالئو کولوژیکی مناسبتر است، به روش کار در زیر اشاره می گردد:

1- ابتدا در حدود یک سانتی متر مکعب از نمونه را انتخاب می کنیم که این نمونه در این روش نباید خیلی سخت باشد و همچنین نه چندان مرطوب و سست که امکان استفاده از آن وجود نداشته باشد. پس از انتخاب نمونه باید توسط کاردک مخصوص که قبلاً شسته و خشک شده سطحی از نمونه را تراشید تا سطح هوازده آن برداشته شود.

2- در این مرحله حدود ده گرم از نمونه را با خراش دادن و تراشیدن به صورت پودر در می آوریم و اگر نمونه سخت باشد باید آن را در هاون کوبید. در این قسمت مقدار پودر حاصله را مستقیماً بر روی یک لام تمیز می ریزیم و برای این که مطمئن شویم که لام آلوده نشده است آن را قبلاً با آب مقطر می شویم و سپس روی اجاق برقی می گذاریم تا خشک شود.

3- حال یک قطره آب مقطر را توسط قطره چکان روی لام می ریزیم و به وسیله یک خلال دندان رسوب معلق ضخیم را در تمام سطح لام پخش می کنیم. با این کار هم رسوب را مقداری نرمتر می کنیم و هم آن را یکنواخت تر می نماییم.

4- حال این رسوب را در تمام سطح لام پراکنده شده روی اجاق برقی با حرارت ملایم خشک می کنیم.

5- پس از خشک شدن رسوب معلق، دوباره توسط سر دیگر خلال دندان که برای این لام استفاده کردیم و تمیز می باشد رسوب را به آرامی از سطح لام جدا کرده و آن را در مرکز لام جمع می کنیم و عمل ریختن قطره آب مقطر را روی آن تکرار می نماییم و این بار پس از پراکنده نمودن رسوب معلق با حرکت دورانی خلال دندان تجمعات رسوب معلق را کنترل می کنیم به طوری که پس از خشک کردن لام توسط حرارت قسمتهایی از نمونه آماده شده دارای نانوفسیلهای فراوان تری می باشد و مطالعه و شمارش را برای ما آسان می کند.

جدول 1: فراوانی نانوفسیلهای آهکی مرز سازندهای تیرگان - سرچشمه در برش مزدوران

| EARLY APTIAN | | | | | | | | | | PERIOD |
|-------------------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| TIRGAN | | | | SARCHESHMEH | | | | | | FORMATION |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | SAMPLE No. |
| | | | | | | | | | | TAXA |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.33 | 0.00 | 0.66 | 0.00 | 0.00 | 0.33 | <i>Braarudosphaera africana</i> |
| 2.00 | 1.33 | 2.66 | 2.30 | 2.66 | 1.50 | 3.56 | 2.55 | 3.66 | 5.00 | <i>Calcicalathina alta</i> |
| 6.66 | 6.00 | 5.33 | 6.66 | 10.00 | 9.35 | 10.00 | 10.66 | 7.00 | 8.33 | <i>Cycloglosphaera margerelii</i> |
| 0.00 | 0.33 | 0.00 | 0.23 | 0.00 | 0.00 | 0.33 | 0.00 | 0.33 | 0.00 | <i>Diazmatolithus lehmanii</i> |
| 0.00 | 0.00 | 0.33 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <i>Discorhabdus striatus</i> |
| 0.33 | 0.66 | 0.33 | 0.66 | 0.23 | 0.59 | 0.69 | 0.33 | 0.33 | 0.66 | <i>Eprolithus floralis</i> |
| 0.66 | 0.00 | 0.00 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.33 | 0.66 | 0.00 | <i>Hayesites irregularis</i> |
| 3.37 | 2.00 | 1.66 | 1.33 | 1.33 | 2.33 | 4.00 | 3.00 | 4.69 | 3.00 | <i>Lithraphidites bollii</i> |
| 4.66 | 3.33 | 2.66 | 2.10 | 1.33 | 1.00 | 1.66 | 1.66 | 2.00 | 1.00 | <i>Nannoconus abundans</i> |
| 10.00 | 10.66 | 11.66 | 11.33 | 11.00 | 5.00 | 4.30 | 6.00 | 7.00 | 5.00 | <i>Nannoconus circularis</i> |
| 2.66 | 1.33 | 1.00 | 0.66 | 0.56 | 0.00 | 0.66 | 0.00 | 0.00 | 0.75 | <i>Nannoconus sp.</i> |
| 0.00 | 0.66 | 0.33 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.33 | 0.00 | <i>Nannoconus vocontiensis</i> |
| 0.00 | 2.54 | 2.00 | 2.66 | 1.45 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.66 | 0.66 | <i>Rhagodiscus angustus</i> |
| 2.00 | 2.00 | 1.34 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.33 | <i>Rhagodiscus pseudoangustus</i> |
| 0.00 | 0.66 | 0.00 | 1.33 | 1.78 | 1.66 | 1.66 | 0.66 | 0.00 | 0.00 | <i>Rucinolithus terebrodentarius</i> |
| 0.00 | 0.24 | 0.00 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <i>Rucinolithus wisei</i> |
| 8.00 | 9.00 | 9.48 | 12.66 | 13.99 | 12.33 | 12.00 | 12.00 | 11.35 | 13.00 | <i>Tetralithus cassianus</i> |
| 5.00 | 4.00 | 7.46 | 5.00 | 5.67 | 7.00 | 6.00 | 5.00 | 6.00 | 5.66 | <i>Tetralithus pseudotrifidus</i> |
| 0.00 | 0.26 | 0.66 | 0.00 | 0.00 | 0.66 | 0.00 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | <i>Zeughrabdatus embergeri</i> |
| 21.00 | 22.00 | 20.66 | 19.33 | 18.00 | 20.50 | 19.15 | 19.00 | 18.66 | 18.00 | <i>Watznaueria barnesae</i> |
| 33.66 | 33.00 | 32.44 | 29.66 | 33.00 | 37.00 | 35.00 | 37.48 | 36.33 | 37.28 | <i>Watznaueria biporta</i> |
| <i>E.floralis</i> | | | | | | | | | | NANNOFOSSIL EVENT |
| CC7 | | | | | | | | | | NANNOFOSSIL ZONE after Sissingh (1977) - CC & Burnrtt (1998) - UC |

در برش ارخان در 10 کیلومتری جنوب غرب بجنورد بر مبنای جلبکهای آهکی با توجه به وجود گونه‌های *Clypeina gigantean*, *Actinoporella podolica* و *Praturlonella dalmatica* در بخش زیرین سازند تیرگان، سن معادل بارمین و وجود گونه *Praturlonella Praturlonella* در بخش بالایی، سن معادل آپتین پیشنهاد شده است (Taherpour Khalil abad et al., 2010). در مورد نانوفسیلهای آهکی تنها چند گونه گزارش شده است (هادوی، 1386) که بر این مبنا سن بخش زیرین این سازند در امتداد دره خور، آلین گزارش شده است.

در همین برش بر مبنای روزن داران بتتیک و جلبک سبز سن بارمین - آپتین پیشین گزارش شده است (ریوندی و همکاران، 1386). بر مبنای مجموعه فونا و میکروفاسیسه‌های تعیین شده، سن سازند تیرگان در شمال خاوری کپه‌داغ اشکوب آپتین پیشنهاد شد (آق‌آداداشی ابهری و همکاران، 1380).

در برش شترپا (در 78 کیلومتری مشهد) سن سازند تیرگان بر مبنای شناسایی 4 گونه از خانواده توگزاستریده‌ها اواخر کرتاسه آغازین (نتوکومین) ذکر شده است (هاشمیان و همکاران، 1386).

جدول 2: فراوانی نانوفسیلهای آهکی مرز سازندهای تیرگان - سرچشمه در برش طاهرآباد

| EARLY APTIAN | | | | | | | | | PERIOD |
|-------------------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|---|
| TIRGAN | | | | SARCHESHMEH | | | | | FORMATION |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | SAMPLE No. |
| | | | | | | | | | TAXA |
| 0.00 | 0.00 | 0.66 | 0.00 | 0.33 | 0.00 | 0.69 | 0.99 | 0.00 | <i>Braarudosphaera africana</i> |
| 9.00 | 7.33 | 9.66 | 11.00 | 9.66 | 11.33 | 13.00 | 11.33 | 9.33 | <i>Calcicalathina alta</i> |
| 7.66 | 7.01 | 6.33 | 7.68 | 9.35 | 8.00 | 9.25 | 9.00 | 8.33 | <i>Cycloglosphaera margerelii</i> |
| 0.00 | 1.66 | 0.33 | 0.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.29 | <i>Diazmatolithus lehmanii</i> |
| 0.00 | 0.00 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <i>Hayesites albiensis</i> |
| 0.33 | 0.66 | 0.33 | 0.00 | 0.33 | 1.00 | 0.66 | 0.33 | 0.69 | <i>Eprolithus floralis</i> |
| 0.00 | 0.00 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <i>Hayesites sp.</i> |
| 0.00 | 0.33 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.35 | 0.00 | 0.00 | <i>Hayesites irregularis</i> |
| 3.36 | 2.70 | 1.66 | 3.33 | 1.33 | 3.00 | 4.33 | 5.00 | 7.00 | <i>Lithraphidites bollii</i> |
| 4.00 | 3.33 | 2.66 | 3.00 | 1.33 | 1.33 | 2.00 | 1.50 | 1.33 | <i>Nannoconus abundans</i> |
| 10.00 | 10.66 | 11.66 | 11.33 | 11.00 | 9.00 | 7.37 | 8.50 | 8.33 | <i>Nannoconus circularis</i> |
| 2.66 | 1.33 | 0.00 | 0.66 | 0.56 | 0.33 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | <i>Nannoconus elongatus</i> |
| 0.00 | 0.00 | 0.66 | 0.00 | 0.33 | 0.00 | 0.15 | 0.33 | 0.00 | <i>Nannoconus vocontiensis</i> |
| 0.33 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.25 | 0.00 | <i>Nannoconus wassallii</i> |
| 0.00 | 2.66 | 2.00 | 2.66 | 1.45 | 1.00 | 0.66 | 0.00 | 0.66 | <i>Rhagodiscus angustus</i> |
| 0.00 | 0.00 | 0.33 | 0.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | <i>Rhagodiscus pseudoangustus</i> |
| 0.00 | 0.66 | 0.00 | 1.33 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <i>Rucinolithus terebrentarius</i> |
| 0.00 | 0.66 | 1.33 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1.33 | 0.00 | 1.00 | <i>Haqius circumradiatus</i> |
| 9.66 | 8.00 | 6.00 | 4.66 | 6.33 | 7.00 | 5.65 | 5.00 | 6.00 | <i>Tetralithus cassianus</i> |
| 4.00 | 3.35 | 4.00 | 4.00 | 4.67 | 3.33 | 2.00 | 2.36 | 3.33 | <i>Tetralithus pseudotrifidus</i> |
| 0.00 | 0.00 | 0.64 | 0.49 | 0.33 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <i>Radiolithus hollandicus</i> |
| 26.00 | 24.33 | 22.00 | 21.31 | 20.33 | 21.33 | 19.37 | 19.00 | 18.33 | <i>Watznaueria barnesae</i> |
| 23.00 | 25.00 | 28.78 | 27.66 | 30.67 | 29.69 | 32.86 | 36.41 | 34.38 | <i>Watznaueria biporta</i> |
| <i>E.floralis</i> | | | | | | | | | NANNOFOSSIL EVENT |
| CC7 | | | | | | | | | NANNOFOSSIL ZONE after Sissingh (1977) - CC & Burnrtt (1998) - UC |

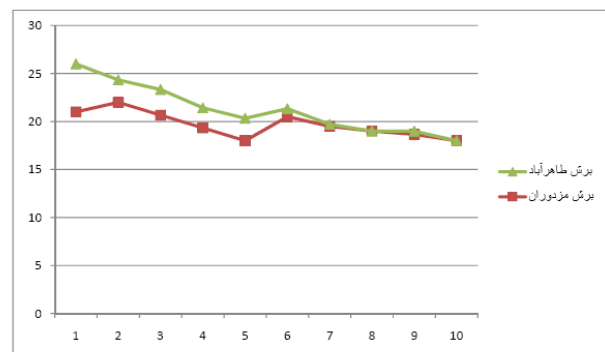
Aconeceras (Aconeceras) haugi, *Ancyloceras* cf. *Mantelli*, *Argvethites* sp., *Australiceras* sp., *Barremites* cf. *Difficilis*, *Chelonicer* (*Chelonicer*) spp., *Deshayesites* cf. *Consobrinoides*, *D.* cf. *dechy*, *D.* cf. *Euglyphus*, *D.* cf. *Involutus*, *D.* *luppovi*, *D.* cf. *Multicostatus*, *D. oglanlensis*, *D.* cf. *planus*, *D.* cf. *Tuarkyricus*, *D. weissii*, *D.* cf. *Weissiformis*, *D.* sp. 1, *D.* sp. 2, *D.* spp., *Dufrenoyia* sp., *Eogaudryceras (Eogaudryceras)* sp., *Eogaudryceras (Eotetragonites)* sp., *Heteroceras* cf. *Colchicus*, *H.* spp., *Imerites sparcicostatus*, *Martelites* cf. *Tenuicostatus*, *M.* cf. *Tinae*, *M. securiformis*, *M.* sp. 1, *M.* sp. 2, *Paraimerites* sp., *Pedioceras* cf. *anthulai*, *Pedioceras* sp., *Phylloceras* sp., *Phyllopachyceras* sp., *Toxoceratoides* sp., *Turkmeniceras* cf. *Tumidum*, *Turkmeniceras multicostatum*.

از مطالعات رسوب شناسی انجام شده بر روی سازند تیرگان می توان به مطالعات آریایی و همکاران (1385)، موسوی زاده و همکاران (1387)، کباری و همکاران (1388)، یاورمنش و همکاران (1389) اشاره کرد. در برش الگوبر اساس وجود سنگواره روزن داران *Orbitolina conica*, *Orbitolina discoidea* و *Orbitolina kurdica* سن سازند سرچشمه آپتین گزارش شده است (Kalantari, 1969). در همین برش بر مبنای وجود آمونیت های زیر سن بارمین پسین - آپتین پیشین به سازند سرچشمه نسبت داده شده است (رئیس السادات، 1381):

| AGE | THIERSTEIN | | | SISSINGH (1977) | | | PERCH-NIELSEN(1979a, 1983) |
|-------------|---|-------|------|---|---------|----|---|
| | COSMOP. | TROP. | BOR. | Europe. | Tunisia | CC | cosmopolitan |
| ALBIAN | ↑ <i>E.turriseiffelii</i> | | | ↑ <i>E.turriseiffelii</i> | | | ↑ <i>E.turriseiffelii</i> |
| | ↑ <i>P.albianus</i> | | | ↑ <i>P.columnata</i> | | | ↑ <i>T.phacelosus</i> |
| | ↑ <i>P.cretacea</i> | | | | | | ↑ <i>P.columnata</i> |
| APTIAN | | | | ↑ <i>C.litterarius</i> | | | ↑ <i>B.africana</i> ↑ <i>C.mexicana, M.obtusus</i> ↑ <i>E.antiquus</i> |
| | ↑ <i>R.angustus, E.floralis</i> ↑ <i>C.litter.</i> | | | ↑ <i>R.irregularis</i> | | | ↑ <i>E.floralis, R.angustus</i> ↑ <i>C.platyrhe., R.fregufaris</i> |
| BARREMIAN | ↓ <i>N.colonii</i> ↓ <i>C.oblongata</i> | | | ↑ <i>M.hoschulzii</i> ↓ <i>C.oblongata</i> | | | ↓ <i>C.oblongata</i> |
| | | | | ↓ <i>L.bollii</i> | | | ↓ <i>L.bollii</i> |
| HAUTERVIAN | ↓ <i>C.cuvillieri</i> ↑ <i>L.bollii</i> | | | ↓ <i>S.colligata</i> | | | ↓ <i>C.cuvillieri, Scolligata</i> ↑ <i>L.bollii</i> ↑ <i>E.antiquus</i> ↑ <i>C.loriei, C.striatus</i> |
| | | | | ↑ <i>C.loriei</i> | | | |
| VALANGINIAN | ↓ <i>D.rectus</i> ↑ <i>D.rectus</i> | | | ↑ <i>C.oblongata</i> | | | ↓ <i>M.speetonensis</i> ↓ <i>D.rectus</i> ↑ <i>M.speetonensis, T.verenae</i> ↑ <i>D.rectus</i> ↑ <i>C.oblongata</i> |
| | ↑ <i>C.oblongata</i> | | | | | | |
| BERRIASIAN | ↑ <i>C.angustiforatus</i> | | | ↑ <i>C.crenulatus</i> | | | ↑ <i>S.colligata</i> ↑ <i>S.crenulata</i> ↓ <i>P.beckmannii</i> ↑ <i>C.cuvillieri, M.obtusus, P.senaria</i> |
| | ↑ <i>N.colonii</i> | | | ↑ <i>N.steinmannii</i> | | | ↑ <i>L.carniolensis, R.laffitiei, N.steinmannii</i> |
| TITHONIAN | ↑ <i>L.carniolensis</i> | | | | | | |

شکل 4: جداول زون بندی زیستی کرتاسه پیشین بر مبنای نانوفسیلهای آهکی (Sissingh, 1977; Thierstein, 1976; Perch-Nielsen, 1979 و 1983)

بر اساس مجموعه سنگواره‌ها سن سازند سرچشمه بارمین پسین تا آپتین میانی گزارش شده است (آقنابتی، 1383). سید امامی آمونیت‌های زیر را در سازند سرچشمه در غرب کپه داغ شناسایی کرده و سن آن را آپتین پیشین تعیین نموده است (افشارحرب، 1373):
Hypacanthoplites sp., *Deshayesites deshayesi* (ORB), *Deshayesites* sp.



شکل 5: نمودار تغییرات فراوانی گونه *W.barnesae* در دو برش

مزدوران و طاهرآباد

ضخامت سازندهای مذکور نمونه برداری می شد، لذا دقت در این مرز کمتر بوده است.

نانوفسیلهای آهکی مرز سازندهای تیرگان و سرچشمه

سنگ شناسی بخش زیرین سازند سرچشمه ابتدا سنگ آهک مارنی و در برخی قسمتها شیلی است، از این رو به سبب تأثیر کمتر دیاژنز حفظ شدگی نانوفسیلهای موجود بهتر، فراوانی و تنوع آنها نیز زیادتر از بخش بالایی تیرگان که عمدتاً سنگ آهک ماسه‌ای است، می‌باشد. تعداد 22 گونه و 14 جنس از نانوفسیلهای آهکی در برش طاهرآباد و 20 گونه و 14 جنس در برش مزدوران برای این مرز گزارش می‌شود (پلیتهای 1-3). با توجه به این که فراوانی و تنوع اغلب گونه‌ها از نمونه‌های ابتدایی (سازند تیرگان) به سمت انتهای برش (سازند سرچشمه) افزایش می‌یابد می‌توان گفت که شرایط محیطی بهتری هنگام نهشته شدن سازند سرچشمه برای نانوفسیلهای آهکی نسبت به سازند تیرگان برقرار بوده است. گونه‌های شناسایی شده در این گذر به شرح زیر است:

Braarudosphaera africana, *Calcicalathina alta*,
Cyclogelosphaera margerelii, *Diazmatolithus lehmanii*,
Discorhabdus striatus, *Eprolithus floralis*,
Haqius circumradiatus, *Hayesites albiensis*,
Hayesites irregularis, *Lithraphidites bollii*,
Micrantolithus sp., *Nannoconus abundans*,
Nannoconus circularis, *Nannoconus elongates*,
Nannoconus quadriangulus, *Nannoconus* sp.,
Nannoconus vocontiensis, *Nannoconus wassallii*,
Radiolithus hollandicus, *Rhagodiscus pseudoangustus*,
Rhagodiscus angustus, *Rucinolithus wisei*,
Tetralithus cassianus, *Tetralithus pseudotrifidus*,
Watznaueria barnesia, *Watznaueria biporta*,
Zeugrhabdotus embergeri.

رئیس السادات و موسوی حرمی (1372) بر مبنای روزن داران موجود، سن آپتین را برای سازند سرچشمه پیشنهاد کرده‌اند.

در برش انجیربلاغ (شمال شرق مشهد) مطالعات ماکروفسیل بر روی آمونیت، خارپوست، براکیوپود و دوکفه‌ای انجام شده است. از آمونیتها می‌توان به گونه *Chelonicerias cornuelianum* از خارپوستها به گونه *Epiaster toxasteroides* و از براکیوپودها به گونه *Sellithyris coxvellensis* اشاره کرد که بر مبنای آنها سن سازند سرچشمه در برش انجیربلاغ آپتین (پیشین - پسین) تعیین شده است (داوطلب و همکاران، 1388). در همین برش و بر مبنای داینوفلاژله‌ها سن آپتین برای سازند سرچشمه پیشنهاد شده است (داوطلب و همکاران، 1388).

این سازند برای نخستین بار بر مبنای نانوفسیلهای آهکی در برش الگو توسط هادوی و شگری (1379) مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت که بایوزونهای CC7-CC8-CC9 از زون بندی Sissingh (1977) پیشنهاد گردید. با توجه به ارزش چینه شناسی بایوزونهای مذکور سن سازند سرچشمه در برش الگو آپتین پیشین - آلبین پسین می‌باشد.

هادوی و شگری (1385) نانوفسیلهای آهکی سازند سرچشمه را در دو برش روستای آتشگان و امیرآباد مورد بررسی قرار دادند که بر اساس گونه‌های شناسایی شده بازه زمانی سازند سرچشمه در برش آتشگان با بایوزونهای CC8-CC9 از زون بندی Sissingh (1977) همخوانی دارد و سن این برش آلبین - آلبین پسین است. برای برش امیرآباد بایوزون CC8 از زون بندی Sissingh (1977) پیشنهاد گردید که بر این اساس سن سازند سرچشمه در برش امیرآباد آلبین است.

لازم به یادآوری است که در مطالعه کنونی برای اولین بار منحصراً مرز سازندهای تیرگان و سرچشمه در شرق حوضه مورد بررسی قرار گرفته در حالی که در مطالعات قبلی تمام

زون بندی زیستی

مورد مطالعه در اکثر نمونه‌ها حضور داشته‌اند، ولی برخی گونه‌ها مثل *Braarudosphaera africana*، *Hayesites zeugrhab-* و *Rhagodiscus angustus irregularis* *dotus embergeri* به صورت پراکنده با درصد پایین تری در هر دو برش مشاهده شده‌اند. از طرف دیگر می‌توان به حضور فراوانتر برخی از گونه‌ها در سازند سرچشمه نسبت به سازند تیرگان اشاره کرد، برای مثال بر مبنای داده‌های آماری گونه‌های *Calcicalathina alta*، *Cycloglossphaera margerelii* و *Lithraphidites bollii* به ترتیب با میانگین فراوانی 5/17، 6/66 و 2/42 درصد در بخش بالایی سازند تیرگان و با میانگین فراوانی 8/40، 9 و 3/59 درصد در بخش زیرین سازند سرچشمه در برشهای مطالعه شده ظاهر شدند.

مطالعات پالئوکولوژی

میزان حفظ شدگی به دو عامل انحلال و دیاژنز بستگی دارد. در برشهای مطالعه شده اکثر گونه‌های متعلق به سازند سرچشمه از حفظ شدگی نسبتاً مناسبی برخوردار بودند به طوری که قطر کانال مرکزی و ضخامت دیواره‌ها در *Nannoconus* قابل شناسایی بود. تعداد کمتر گونه‌های موجود در قسمت بالایی تیرگان می‌تواند بیشتر حاکی از اثر دیاژنز بر روی این فسیلها باشد. از این رو می‌توان گفت که انحلال تأثیر نسبتاً کمتری بر روی نانوفسیلهای آهکی داشته است.

بر اساس چگونگی پراکندگی و گسترش گونه‌های شاخص عرضهای جغرافیایی مختلف می‌توان عرضهای جغرافیایی منطقه مورد نظر را بررسی کرد. در بررسیهای صورت گرفته نانوفسیلهای شاخص عرضهای جغرافیایی بالا مشاهده نشده است و اغلب گونه‌های نانوفسیلی شناسایی شده بیانگر عرضهای جغرافیایی پایین تا متوسط می‌باشند و در آبهای گرم حضور دارند. طبق مطالعات انجام شده توسط Bukry

CHIASTOZYGUS LITTERARIUS ZONE (CC 7)
Chiastozygus این بایوزون از اولین حضور گونه *prediscosphaera litterarius* تا اولین حضور گونه *columnnata* تعریف می‌شود که نشانگر بازه زمانی آپتین و ابتدای آلیین آغازی می‌باشد. Sissingh (1977) براساس آخرین حضور گونه *Micrantholithus hoschulzii* بایوزون CC7 را به CC7a و CC7b تقسیم می‌کند.

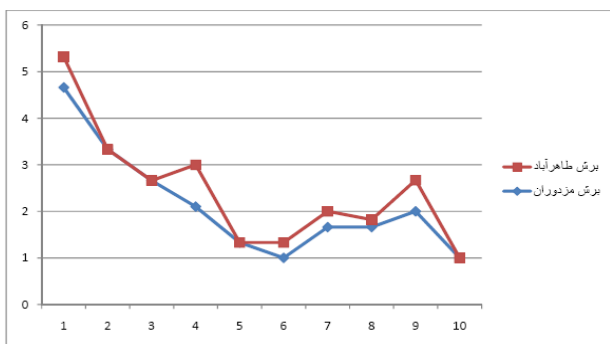
Perch-Nielsen (1979) مجدداً بر پایه آخرین حضور گونه‌های *Nannoconus steinmanii* و *Conusphaera mexicana* زیرزون CC7b را معرفی نمود. وی آخرین حضور گونه *Nannoconus kamptneri* و ظهور دو گونه *Eprolithus floralis* و *Braarudosphaera africana* را متعلق به این زون می‌داند.

آخرین حضور گونه‌های *Nannoconus wassallii* و *Rhagodiscus antiquus* و اولین حضور گونه *angustus* را در آپتین پسین برای معرفی زیرزون CC7a استفاده کرده است. Thierstein (1976) اولین حضور گونه‌های *Eprolithus floralis* و *Rhagodiscos angustus* را در بایوزون CC7 (آپتین پیشین) پیشنهاد می‌کند. در مطالعات کنونی هر چند در برشهای نام برده گونه *Chiastozygus litterarius* دیده نشده است، ولی گونه‌های *Eprolithus floralis*، *Rhagodiscos angustus* و *Braarudosphaera africana* شناسایی گردید که توسط Thierstein و Perch-Nielsen به عنوان فسیلهای شاخص این بایوزون و محدوده زمانی معرفی گردیدند (شکل 4).

با توجه به جداول 1 و 2 می‌توان گفت که برخی از گونه‌ها مانند *Watznaueria barnesae*، *Calcicalathina alta*، *Tetralithus cassianus* و *Lithraphidites bollii* گونه‌های مختلف جنس *Nannoconus* در کل ضخامت

این جنسها با عمق رابطه‌ای معکوس دارند (Thierstein, 1976).

با توجه به شکلهای 5 و 6، فراوانی گونه‌های *N.abundans* و *W.barnesae* از نمونه ابتدایی به سمت انتهایی در هر دو برش کاسته شده است که این موضوع نشانگر عمیق‌تر شدن حوضه از تیرگان به سرچشمه در هر دو برش مطالعه شده است.



شکل 6: نمودار تغییرات فراوانی گونه *N.abundans* در دو برش مزدوران و طاهرآباد

نتیجه‌گیری

تعداد 22 گونه و 14 جنس از نانوفسیلهای آهکی در برش طاهرآباد و 20 گونه و 14 جنس در برش مزدوران برای گذر سازندهای تیرگان و سرچشمه معرفی شده است. بر اساس تنوع تجمعات نانوفسیلی شناسایی شده، بایوزون CC7 از زون بندی Sissingh (1977) را برای برشهای طاهرآباد و مزدوران پیشنهاد می‌نمایم.

با توجه به شواهد نانوفسیل شناسی محیط رسوب‌گذاری سازندهای تیرگان و سرچشمه یک دریای کم عمق و حاشیه‌ای بوده که در عرضهای جغرافیایی پایین تا متوسط با شرایط دمایی گرم قرار گرفته است. از طرف دیگر منحنی نزولی فراوانی گونه‌های *N.abundans* و *W.barnesae* نشانگر عمیق‌تر شدن حوضه به سمت سازند سرچشمه است.

(1973) گونه *Watznaueria barnesa* در عرضهای بالا وجود ندارد و در عرضهای پایین فراوان است. بر این مطلب در گزارشهای Thierstein (1981)، Wind & Wise (1983) و Watkins (1992) نیز تأکید شده است. گونه *Hayesites irregularis* و نانوکوسها از مجموعه‌هایی هستند که در این مطالعه شاخص عرضهای جغرافیایی پایین هستند (Street & Bown, 2000).

ساختار کولیتها از کربنات کلسیم تشکیل شده است و نیز زمانی عمل کلسیتی شدن انجام می‌گیرد که شرایط دمایی 2-3 برابر میزان حداقل و حداکثر دمایی که در آن حضور دارند، باشد.

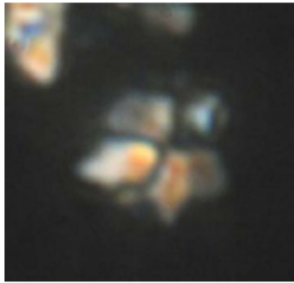
با توجه به حضور ساختارهای ریز مثل منافذ، صلیبها و پلها و ... در گونه‌های مختلف و همچنین دیواره ضخیم و کامل نانوکوسها، علاوه بر این که نشانه حفظ شدگی نسبتاً خوب نمونه‌هاست، مؤید شرایط دمایی مناسب برای رسوب کربنات کلسیم به منظور تشکیل ساختارهای نانوپلانکتونهای آهکی می‌باشد.

Nannoconus از جمله جنسهایی است که شاخص محیطی نسبتاً گرم بوده و از نظر میزان مواد غذایی، شرایط الیگوتروفیک را نشان می‌دهد (Rutledge, 1993). گونه‌های مختلف *Nannoconus* مانند *Nannoconus circularis abundans*، *Nannoconus quadriangulus aelongates*، *Nannoco-*، *Nannoconus nus vocontiensis* و گونه *W. barnesae* از مجموعه‌های بسیار شاخص آبهای گرم است که در اغلب نمونه‌های مطالعه شده حضور دارند (Watkins, 1992).

آب و هوای گرم و نیمه استوایی را همچنین می‌توان بر اساس حضور گونه *L. bollii* مشخص کرد (Thierstein, 1971). جنسهای *Watznaueria* و *Nannoconus* از شاخصهای بسیار سودمند برای شناسایی محیطهای آبی کنتینتال و کم عمق‌اند (Bown & Concheyro, 2004).

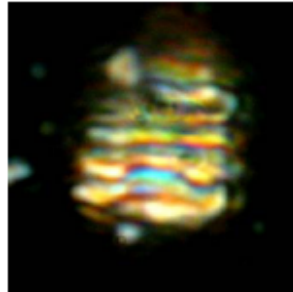
Plate 1

All figures light micrographs magnified X 2500



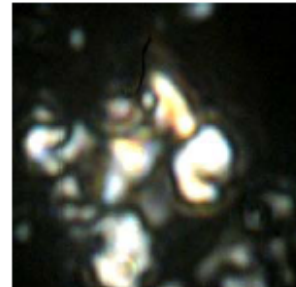
Braarudosphaera africana

Image #7Mozduran sec.



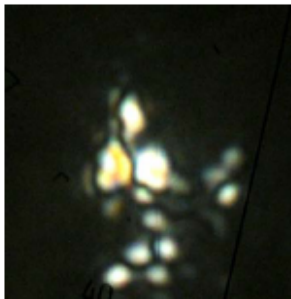
Calcicalathina alta

Image #4Taherabad sec.



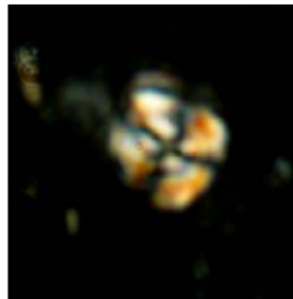
Rucinolithus wisei

Image #2 Mozduran sec.



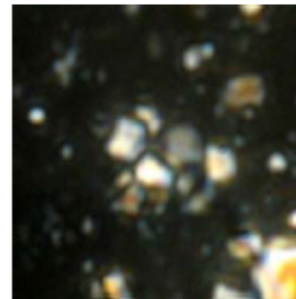
Tetralithus pseudotrifidus

Image #9 Taherabad sec.



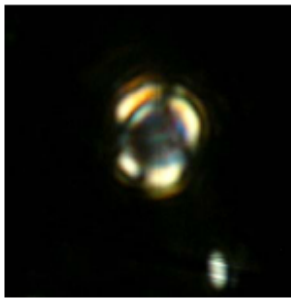
Cycloglosphaera margerelii

Image #5 Mozduran sec.



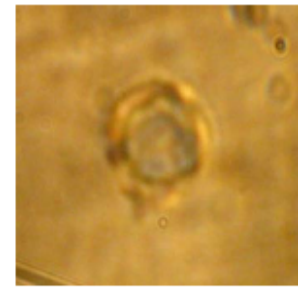
Hayesites irregularis

Image #3 Taherabad sec.



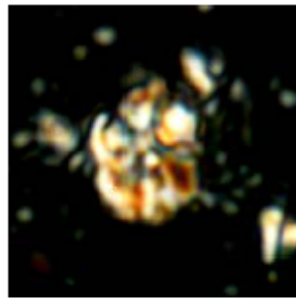
Diazmatolithus lehmanii

Image #9 Mozduran sec.



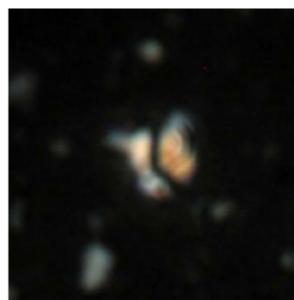
Corolithion sp

Image #7Mozduran sec.



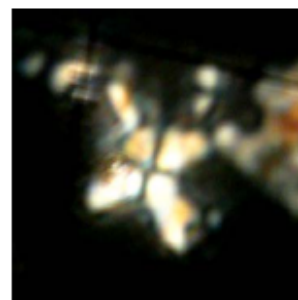
Rucinolithus terebrodentarius

Image #6 Taherabad sec.



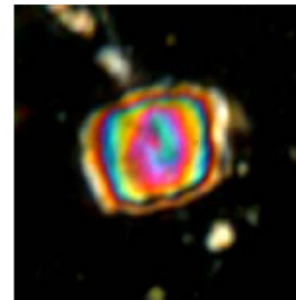
Nannoconus abundans

Image #2 Taherabad sec.



Hayesites irregularis

Image #6 Taherabad sec.



Nannoconus circularis

Image #1 Mozduran sec.

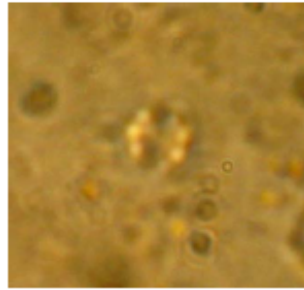
Plate 2

All figures light micrographs magnified X 2500



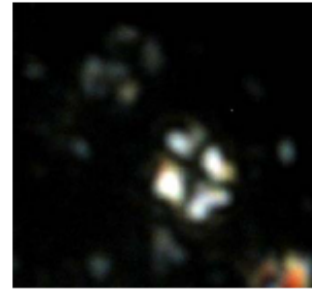
Eprolithus floralis

Image #4 Mozduran sec.



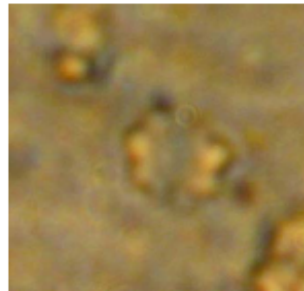
Eprolithus floralis

Image #4 Mozduran sec.



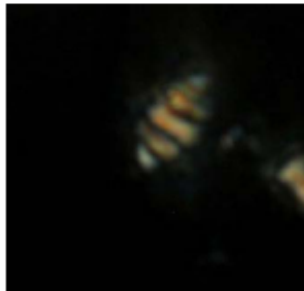
Eprolithus floralis

Image #3 Taherabad sec.



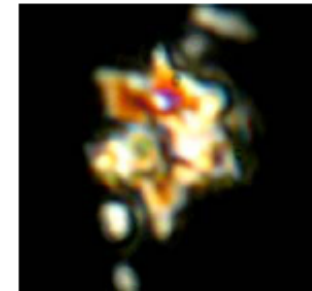
Eprolithus floralis

Image #8 Mozduran sec.



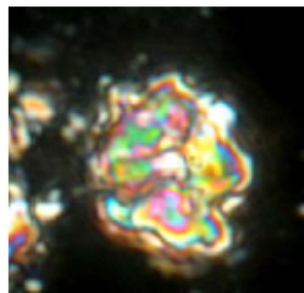
Calcicalathina alta

Image #7 Mozduran sec.



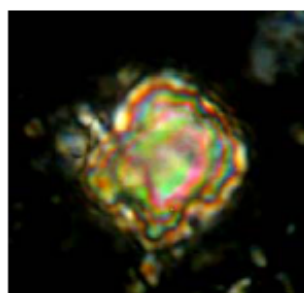
Braarudosphaera sp

Image #6 Taherabad sec.



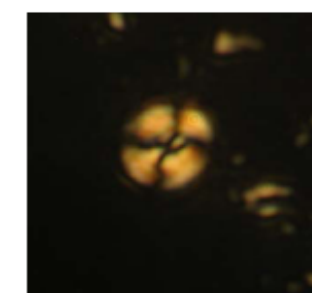
Nannoconus sp

Image #2 Mozduran sec.



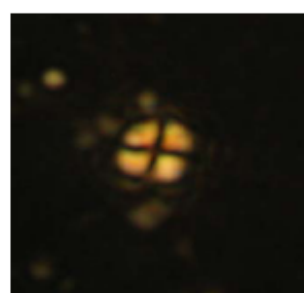
Nannoconus circularis

Image #5 Taherabad sec.



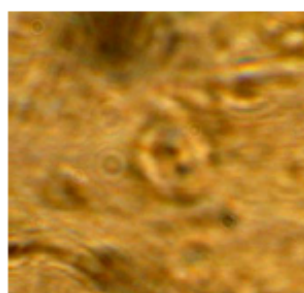
Cycloglosphaera margerelii

Image #9 Taherabad sec.



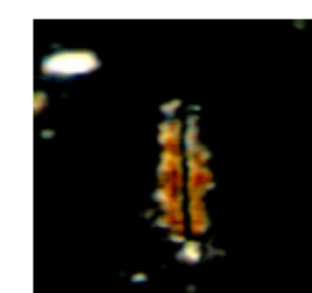
Watznaueria biporta

Image #10 Mozduran sec.



Watznaueria biporta

Image #10 Mozduran sec.

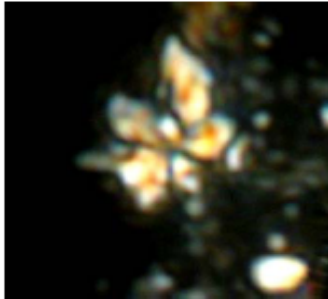


Lithraphidites bollii

Image #3 Taherabad sec.

Plate 3

All figures light micrographs magnified X 2500



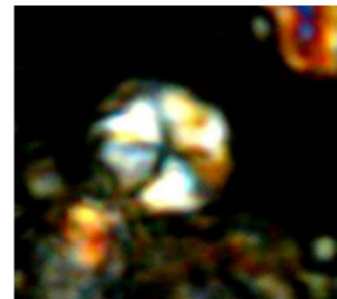
Hayesites albiensis

Image #6 Taherabad sec.



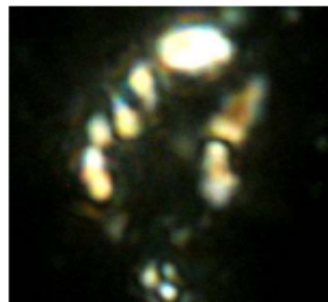
Watznaueria biporta

Image #3 Mozduran sec.



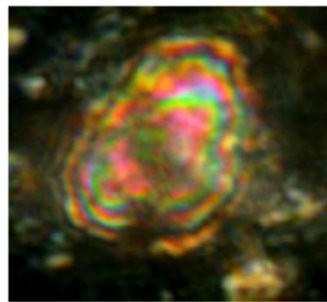
Radiolithus hollandicus

Image #5 Taherabad sec.



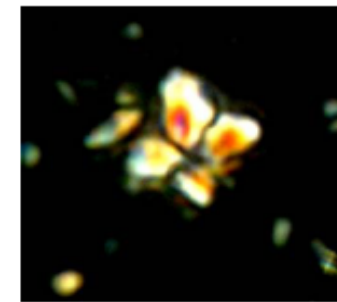
Nannoconus wassallii

Image #8 Taherabad sec.



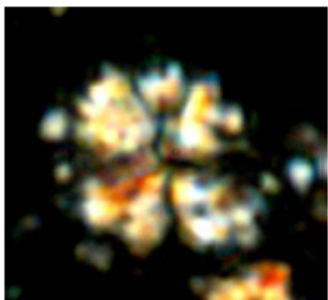
Nannoconus vocontiensis

Image #4 Mozduran sec.



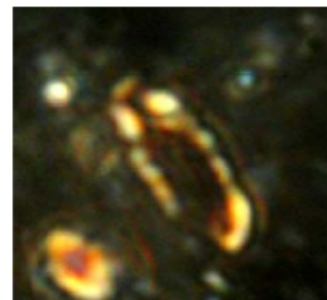
Tetralithus cassianus

Image #2 Taherabad sec.



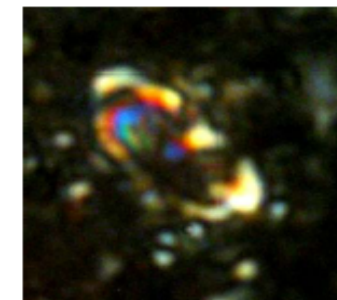
Discorhabdus striatus

Image #4 Mozduran sec.



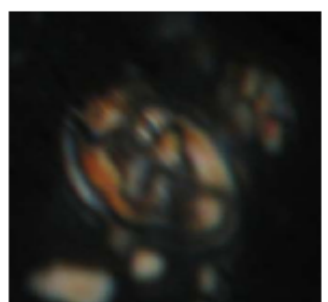
Rhagodiscus pseudoangustus

Image #9 Taherabad sec.



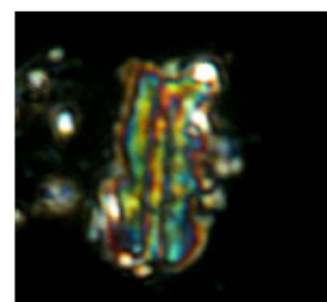
Rhagodiscus angustus

Image #6 Mozduran sec.



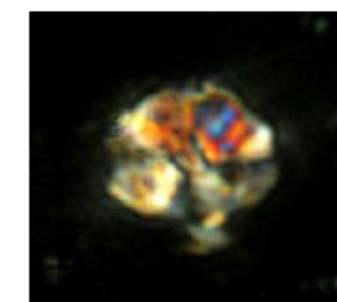
Zeugrhabdatus embergeri

Image #3 Mozduran sec.



Lithraphidites bollii

Image #2 Mozduran sec.



Haqius circumradiatus

Image #2 Taherabad sec.

منابع

- آقاداتاشی ابهری، ف.، هاشمی، م.، آقابناتی، ع.، 1380. بررسی و مطالعه بیوفاسیس و لیتوفاسیس سازند تیرگان در بخش خاوری کپه‌داغ. بیستمین گردهمایی علوم زمین سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ص 376.
- آریایی، ع.ا.، هاشمیان، ن.، علامه، م.، 1385. رخساره اورگونین در حوضه کپه‌داغ. مجموعه مقالات دهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
- آقابناتی، ع.، 1383. زمین شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، 586 ص.
- افشارحرب، ع.، 1373. زمین شناسی ایران: زمین شناسی کپه‌داغ. انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، 275 ص.
- داوطلب، ا.، قاسمی نژاد، ا.، عاشوری، ع. ر.، وحیدی نیا، م.، 1388. پالئواستراتیگرافی سازند سرچشمه در برش انجیر بلاغ شرق کپه‌داغ. مجموعه مقالات سومین همایش انجمن دیرینه شناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد. صص 101-104.
- داوطلب زرقی، ا.، رئوفیان، ا.، عاشوری، ع. ر.، ذبیحی زوارم، ف.، 1388. مطالعه ماکروفسیلهای سازند سرچشمه در برش انجیر بلاغ (شمال شرق مشهد). مجموعه مقالات سومین همایش انجمن دیرینه شناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، ص 353.
- رئیس السادات، س. ن.، 1381. چینه شناسی و آمونیت‌های سازند سرچشمه در حوضه کپه‌داغ. شمال شرق ایران. بیست و یکمین گردهمایی علوم زمین سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، صص 13-14.
- رئیس السادات، س. ن.، موسوی حرمی، ر.، 1372. چینه شناسی و بایوزوناسیون سازندهای سرچشمه و سنگانه در شرق حوضه کپه‌داغ، شمال شرق ایران. مجله علوم زمین، 7: 58-73.
- ریوندی، ب.، نجفی، م.، موسوی حرمی، ر.، محبوبی، ا.، 1386. لیتواستراتیگرافی و بایواستراتیگرافی سازند تیرگان در برش مرجع، غرب حوضه کپه‌داغ. بیست و ششمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- کباری، ر.، محمودی قرائی، م. ح.، محبوبی، ا.، موسوی حرمی، س. ر.، 1388. آنالیز رخساره‌ها و سکانسهای رسوبی سازند تیرگان در شمال چناران. سیزدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- موسوی زاده، س. م. ع.، محبوبی، ا.، موسوی حرمی، س. ر.، نجفی، م.، 1387. رخساره‌های رسوبی و چینه نگاری سکانسی سازند تیرگان در برشهای جوزک و چمن بید در غرب حوضه رسوبی کپه‌داغ و انطباق با نواحی شرق حوضه. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم پایه)، 32: 33-56.
- نوروزی، ز.، محبوبی، ا.، محمودی قرائی، م. ح.، موسوی حرمی، س. ر.، 1388. آنالیز رخساره‌های کربناته و چینه نگاری سکانسی سازند سرچشمه در شمال مشهد بخش مرکزی کپه‌داغ، رسوب و سنگ رسوب، 3: 20-26.
- هادوی، ف.، 1386. نانوفسیلهای آهکی کرتاسه کپه‌داغ، ایران مرکزی، مکران. انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، 493 ص.
- هادوی، ف.، شگری، م. ح.، 1379. بایواستراتیگرافی سازند سرچشمه بر مبنای نانوپلانکتونهای آهکی در مقطع تیپ. نوزدهمین گردهمایی علوم زمین، تهران.

- هادوی، ف.، شکری، م.، 1385. بایواستراتیگرافی سازند سرچشمه بر مبنای نانوپلانکتونهای آهکی در برش آتشفشان و امیرآباد (رشته کوه کپه داغ)، دهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس، صص 1445-1464.
- هادوی، ف.، پوراسماعیل، ا.، 1386. بررسی گذر سازندهای تیرگان، سرچشمه، سنگانه، ایتامیرو آبدراز بر مبنای نانوپلانکتونهای آهکی در مقطع جاده مشهد - سرخس، مجموعه مقالات یازدهمین انجمن زمین شناسی ایران، 13-15 شهریور 1386، ص. 628.
- هاشمیان، ن.، آریایی، ع.ا.، 1386. معرفی گونه‌هایی از خارپوستان سازند تیرگان، اولین انجمن دیرینه شناسی ایران، سازمان حفاظت محیط زیست کشور، تهران.
- یاورمنش، ه.، آریایی، ع.ا.، عاشوری، ع.ر.، 1389. ریز رخساره‌های سازند تیرگان در برش گلیان، جنوب شیروان، بیست و هشتمین گردهمایی علوم زمین و چهاردهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه ارومیه.
- Bown, P.R., Rutledge, D.C., Crux, J.A., & Gallagher, L.T., 1998. Lower Cretaceous. In: Bown, P.R., (Ed.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. Chapman & Hall /Kluwer Academic Publishers*, pp. 86-131.
- Bukry, D. 1973. Coccolith stratigraphy, eastern equatorial Pacific, Leg 16, Deep Sea Drilling Project. In: Van Andel, T.H., Heath, G.R., et al., (Eds.), *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. U.S. Govt. Printing Office, Washington*, 16: 653-711.
- Kalantari, A., 1969. Foraminifera from the Middle Jurassic – Cretaceous successions of Kopet-Dagh region (N.E. IRAN). *NIOC. Laboratories, Tehran, Publication No. 3*.
- Perch-Nielsen, K., 1979. Calcareous Nannofossils from the Cretaceous between the North Sea and Mediterranean. *Aspekte der Kreide Europas, IUGS series A*, 6 :223-272
- Perch-Nielsen, K., 1983. Recognition of Cretaceous stage boundaries by means of calcareous nannofossils. In: Birkelund, T., Bromley, R., Christensen, W.K., Hakansson, E., & Surlyk, F., (Eds.), *Symposium on Cretaceous Stage Boundaries, Copenhagen*, 152–156.
- Perch-Nielsen, K., 1985. Mesozoic Calcareous Nannofossils. In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., Perch-Nielsen, K., (Eds.), *Plankton Stratigraphy. Cambridge Univ. Press*, 329-426.
- Rutledge, D., 1993. Boreal-arctic nannoconids, the Barremian diversification: INA newsletter 15/2, salamanca abstracts. London University, 9P.
- Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of cretaceous calcareous nannoplankton. *Geologie en mijnbouw*, 56: 37-65.
- Street, C., & Bown, P.R., 2000. Palaeobiogeography of early Cretaceous (Berriasian– Barremian) calcareous nannoplankton: *Mar. Micropaleontol.*, v. 39, pp.265– 291.
- Taherpour Khalil-Abad, M., Conrad, M.A., Aryaei, A.A., & Ashouri, A.A., 2010. Barremian-Aptian Dasycladalean algae, new and revisited, from the Tirgan Formation in the Kopet Dag, NE Iran, *Carnets de Géologie / Notebooks on Geology - Article 2010/05 (CG2010_A05)*.
- Thierstein, H.R., 1971. Tentative Lower Cretaceous Calcareous Nannoplankton Zonation. *Eclogae Geologica Helvetica*, 64: 459-488
- Thierstein, H.R., 1976. Mesozoic Calcareous Nannoplankton. *Micropaleontology*, 1: 325-362.
- Thierstein, H.R., 1981. Late Cretaceous Nannoplankton and the change at the Cretaceous–Tertiary boundary. In: Warme, J.E., Douglas, R.G., Winterer, E.L. (Eds.), *The Deep Sea Drilling Project of progress. SEPM Spec. Pub.* 32: 355-394
- Watkins, D.K., 1992. Upper Cretaceous nannofossils from Leg 120, Kerguelen plateau, southern ocean. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 120: 343-370.
- Wind, F.H., & Wise, S.W., 1983. Corelation of Upper Campanian-Lower Maestrichtian calcareous nannofossil assemblages in drill and lower piston cores from the Falkland plateau, Southwest Atlantic Ocean. In: Ludwig, W.J., Krashineninnikov, V.A., et al., (Eds.), *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. U.S. Govt. Printing Office, Washington*, 551-563.

Nannostratigraphy and palaeoecology of Tirgan and Sarcheshmeh Formations in Taherabad and Mozduran sections (East of Kopeh-Dagh)

Khodadadi, L.^{1*}, Hadavi, F.²

1- Ph.D Student in Stratigraphy & Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

*E-mail: lid_kh5@yahoo.com

Abstract

In this study, calcareous nannofossils at the boundary between Tirgan and Sarcheshmeh Formations at Taherabad and Mozduran sections have been studied. These sections are located in the eastern Kopeh-Dagh Basin. 22 Nannoplankton species of 14 genera in Taherabad section and 20 species of 14 genera in Mozduran section were identified. According to the first occurrence of index species and fossil assemblages of calcareous nannofossil biozone (CC7) of Sissingh (1977), the age of Early Aptian for this boundary in two sections have been recognized. Based on identified calcareous nannofossil and palaeoecological data, boundary of Tirgan-Sarcheshmeh Formations were deposited in relatively shallow marine environment and low-middle latitude.

Keywords: Kopeh-Dagh, Sarcheshmeh Formation, Tirgan Formation, Taherabad section, Mozduran section.