

بیواستراتیگرافی و تعیین سن سازند آب تلخ، بر اساس نانوپلانکتون‌های آهکی در مرکز حوضه کپه‌داغ شرقی، برش چینه‌شناسی روستای آب- تلخ (شرق مشهد)

فریبا فروغی^{1*}، انوشیروان لطفعلی کنی²، محمد وحیدی نیا³

1- دکتری چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

2- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

3- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

پذیرش مقاله: 1391/8/19

تأیید نهایی مقاله: 1392/2/24

چکیده:

سازند آب تلخ یکی از واحدهای سنگی حوضه رسوبی کپه‌داغ در شرق و شمال شرق ایران است که بیشترین ضخامت را در شرق این حوضه به خود اختصاص داده است. لیتولوژی این سازند، شامل مارن‌های خاکستری تا سبز، آبی و مارن‌های سیلته‌ای بوده که به صورت هم‌شیب و پیوسته بر روی آخرین واحد آهک گل‌سفیدی به رنگ سفید تا نخودی سازند آبدراز، قرار گرفته و خود توسط ماسه‌سنگ‌ها، مارن‌ها و آهک‌های زرد تا خاکستری سازند نیزار، به صورت هم‌شیب پوشیده می‌شود. سازند آب تلخ از لحاظ نانوفسیل‌های آهکی دارای فراوانی و غنای بسیار زیاد و دارای حفظ‌شدگی خوب تا متوسط بوده و حاوی جامعه فسیلی قلمرو تیس می‌باشد. برای مطالعه نانوفسیل‌های آهکی این سازند، تعداد 468 نمونه از توالی‌های رسوبی این برش، برداشت و مورد مطالعه قرار گرفته است. ضخامت سازند آب تلخ در این برش 1759/5 متر اندازه‌گیری شده است. در این مطالعات، 108 گونه نانوفسیلی از 51 جنس و 14 خانواده شناسایی شده است. بیوزون‌های نانوفسیلی سازند آب تلخ، به ترتیب از قاعده تا رأس شامل CC20, CC21, CC22, و CC23a از الگوی سیسینگ (1977) تصحیح شده توسط پرک نیلسن (1985) و زیرزون‌های UC15b^{TP}, UC15c^{TP}, UC15d^{TP} و بیوزون UC16 از الگوی بورت (1998) در آن تشخیص داده شده است. بدین ترتیب برای سازند آب تلخ در برش چینه‌شناسی روستای آب تلخ، سن انتهای کامپانین پیشین تا انتهای کامپانین پسین پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بیواستراتیگرافی، سازند آب تلخ، حوضه رسوبی کپه‌داغ، کامپانین، کرتاسه، نانو فسیل‌های آهکی.

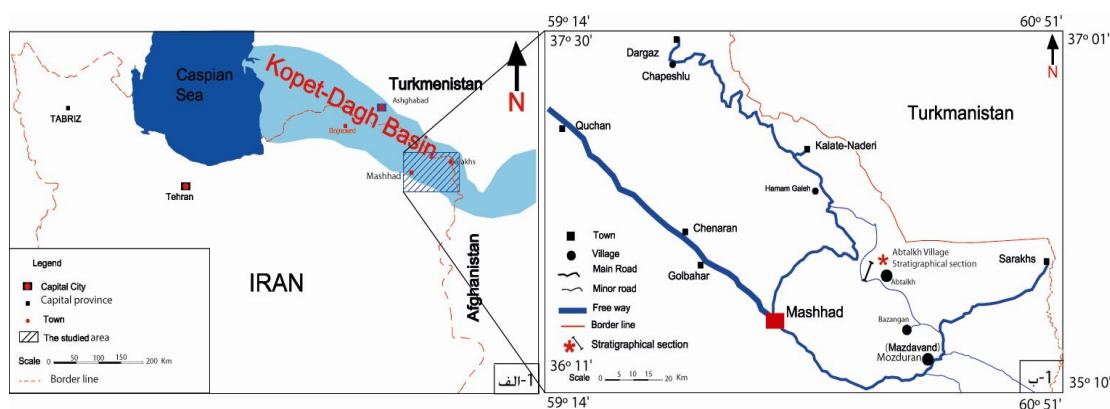
مقدمه

حوضه رسوبی کپه‌داغ، به‌صورت نواری باریک در ناحیه‌ای بین ترکمنستان، افغانستان و ایران واقع شده است (شکل 1-الف). قاعده رسوبات کامل کرتاسه این حوضه، در بخش شرقی آن و شمال‌شرق ایران قرار دارد (داودزاده و اشمیت، 1982). این حوضه در بخش شمالی حوضه تتیس (بربریان و کینگ، 1981) قرار داشته و شامل توالی‌های رسوبات دریایی از ژوراسیک تا نئوژن می‌باشد. سازند آب تلخ یکی از واحدهای کرتاسه بالایی کپه داغ است که در بخش شرقی این حوضه از وسعت و گسترش زیادی برخوردار می‌باشد. نام آن از روستای آب تلخ 77 کیلومتری شمال شرق مشهد گرفته شده است (افشار حرب، 1373).

ناحیه مورد مطالعه، برش چینه شناسی روستای آب تلخ در 145 کیلومتری مسیر جاده مشهد- سرخس، جاده روستای بزنگان و 5 کیلومتر بعد از روستای کاریزک، در نزدیکی روستای متروکه آب- تلخ قرار دارد (شکل 1-ب).

حوضه رسوبی کپه‌داغ در شمال و شمال‌شرق ایران واقع شده است. در این حوضه توالی‌های نسبتاً کاملی از رسوبات مزوزوئیک و سنوزوئیک وجود دارند. کامل‌ترین نهشته‌های کرتاسه ایران در این حوضه با ضخامتی بالغ بر 6500 متر وجود دارد (افشارحرب، 1373)، طوری که کرتاسه پایینی شامل سازندهای شورجه، تیرگان، سرچشمه، سنگانه و آیتامیر بوده و کرتاسه بالایی با سازندهای آبدراز، آب تلخ، نیزار و کلات ادامه می‌یابد. تاکنون مطالعات زیست‌چینه‌ای اندکی بر اساس نانوفسیل‌های آهکی بر روی سازند آب تلخ انجام شده است. نوشتار حاضر به مطالعه نانوفسیل‌های آهکی این سازند، تبیین بیوزون‌های نانوفسیلی و تعیین سن سازند آب تلخ، در برش چینه‌شناسی روستای آب تلخ طی زمان تشکیل آن می‌پردازد.

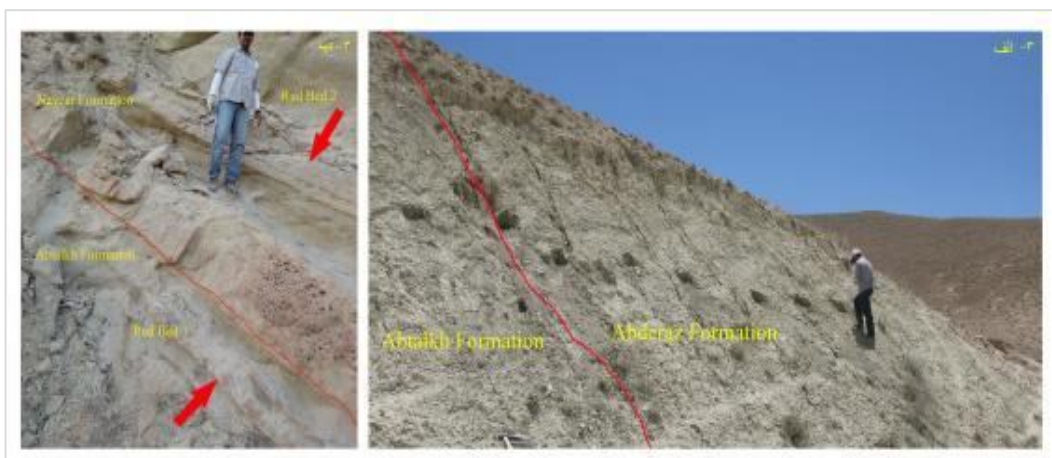
موقعیت زمین‌شناسی ناحیه مورد مطالعه



شکل 1: موقعیت جغرافیایی حوضه رسوبی کپه داغ (الف) و راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه (ب) (اقتباس از بربریان و کینگ، 1981؛ افشار حرب، 1983 و نقشه گوگل، 2012).

سیلتهی خاکستری تا سبز افق‌های انتهایی سازند آب‌تلخ، توسط ماسه سنگ‌های خاکستری تا زرد حاوی ساخت‌های جریان‌ی و آثار فسیلی سازند نیزار پوشیده می‌شوند. در محل مرز این سازند و سازند نیزار تناوبی از سیلت‌های قرمز رنگ، ماسه سنگ و مارن‌های سیلتهی وجود دارد (شکل 2-ب). هدف از این بررسی، مطالعه نانوفسیل‌های آهکی، انتشار و تبیین بیوزون‌های موجود و تعیین سن نسبی سازند آب‌تلخ بر اساس نانوفسیل‌های آهکی موجود در این سازند و این برش می‌باشد. نمونه برداری در این سازند با دقت بالا، به طور سیستماتیک و برای اولین بار در برش روستای آب‌تلخ صورت می‌گیرد.

سازند آب‌تلخ با لیتولوژی مارن‌های آهکی و گاه سیلتهی خاکستری، سبز تا آبی بر روی آخرین واحد آهک‌گل‌سفیدی به رنگ سفید تا نخودی سازند آبدراز قرار گرفته و خود توسط سازند نیزار با لیتولوژی ماسه‌سنگ و مارن‌های سیلتهی و آهک‌های خاکستری تا زرد پوشیده می‌شود. مرز این سازند با سازند آبدراز به صورت هم‌شیب و پیوسته و مرز بالایی آن با سازند نیزار به صورت تدریجی و هم‌شیب است (افشارحرب، 1373). در برش مورد مطالعه، اولین لایه‌های قاعده سازند آب‌تلخ با لیتولوژی شیل و مارن‌های سبز تا خاکستری، بر روی آهک‌های گل‌سفیدی سازند آبدراز قرار گرفته است (شکل 2-الف). مارن‌های



شکل 2: مرز بین سازندهای آبدراز و آب‌تلخ (الف) و سازندهای آب‌تلخ و نیزار (ب) در برش چینه‌شناسی روستای آب‌تلخ.

مطالعات پیشین سازند آب‌تلخ

بیشتر مطالعات قبلی که بر روی سازند آب‌تلخ، انجام شده بر مبنای فرامینفرهای پلانکتونیک بوده و تحقیقات کمی بر روی نانوفسیل‌های آهکی آن صورت گرفته است. به‌عنوان مثال، افشارحرب (1373) گزارش می‌نماید، کلانتری، رهقی و بزرگ نیا سن سازند آب‌تلخ را بر اساس فرامینفرهای پلانکتونیک، سانتونین تا مایستریشتین ارائه نموده‌اند. مطالعات وحیدی‌نیا

(1386) بر پایه فرامینفرهای پلانکتونیک سن این سازند را از شرق به غرب کپه‌داغ شرقی، کامپانین تا مایستریشتین پیشین معرفی کرده و ذکر می‌نماید که سن این سازند از شرق به غرب کپه‌داغ جوان‌تر می‌شود. احمدی (1389) ضخامت سازند آب‌تلخ را در برش پادها 980 متر گزارش و سن آن را بر پایه مطالعات فرامینفرهای پلانکتونیک، سانتونین تا مایستریشتین پیشین ارائه نموده‌است. نیازی (1390) ضخامت سازند آب‌تلخ را در غرب کپه‌داغ شرقی در برش قره سو

2 لایه قرمز رنگ را در محل مرز بین سازندهای آب تلخ و نیزار گزارش نموده و معتقد است آنها حاصل خروج از آب و خاک قدیمه هستند.

روش های آماده سازی و مطالعات بیواستراتیگرافی نانوفسیل های آهکی

جهت انجام مطالعات بیواستراتیگرافی، تعداد 467 نمونه سنگی از سازند آبدراز (11 نمونه)، سازند آب تلخ (446 نمونه) و سازند نیزار (11 نمونه) از رسوبات این برش برداشت شده است. جهت برداشت نمونه‌های تازه و غیرهوازده، نمونه برداری از عمق 30-70 سانتی‌متری و با رعایت اصول عدم آلودگی انجام گرفته است. نمونه‌های جمع‌آوری شده به روش ته‌نشست ثقلی¹ که شرح آن در بون (1998) آورده شده، آماده سازی و سپس توسط میکروسکوپ نوری Axioplan Imaging II Zeiss با بزرگنمایی X1570 در دانشگاه پاریس 6 فرانسه Curie (UPMC) مطالعه و عکسبرداری گردیده است. برای مطالعات بیواستراتیگرافی از هر اسلایدی که به روش ته‌نشست ثقلی تهیه گردیده، 3 تا 5 ردیف به صورت تصادفی بررسی شده است. همچنین برای تعیین بیوزون‌های مربوطه، از اولین حضور یا FO، و آخرین حضور² یا LO گونه‌های شاخص و برای گونه‌های همراه به روش نیمه کمی استفاده شده است. برای این منظور بر اساس تعداد میدان دید و تعداد هر یک از نانوفسیل‌های آهکی در آن، میزان فراوانی آنها، به حضور یک نمونه P(Present)، نادر R(Rare)، کم F(Few)، معمول C(Common)، فراوان A(Abundant) تفکیک و ارزیابی می‌شوند (جدول 1). برای طبقه‌بندی بیواستراتیگرافی برش

نزدیکی شهرستان کلات، 1420 متر و سن آن را بر اساس مطالعات فرامینیفرهای پلانکتونیک، کامپانین عنوان کرده است. این مطالعات اغلب بر روی کپه‌داغ شرقی متمرکز بوده است. در مطالعاتی که تاکنون توسط محققین مختلف بر روی سازند آب تلخ بر اساس گروه‌های متفاوت فسیلی صورت گرفته حتی در یک برش، ضخامت و سن‌های متفاوتی ارائه شده است.

اولین مطالعات نانوفسیل‌های آهکی بر روی سازند آب تلخ در برش گردنه مزدوران، توسط جنتی (1379) انجام گرفته است و بیوزون‌های CC17 تا CC22 از آن گزارش شده و سن سانتونین پسین-کامپانین، برای سازند آب تلخ پیشنهاد شده است. هادوی (1381) سازند آب تلخ را بر اساس نانوپلانکتون‌های آهکی در برش چهچهه مطالعه نموده، ضخامت آن را 860 متر و سن آن را کامپانین- مایستریشتین پسین پیشنهاد نموده است. بخش بالایی سازند آب تلخ را خدادادی (1382)، هادوی و خدادادی (2002) در برش حمام قلعه با سن کامپانین- مایستریشتین پیشین گزارش کرده است. هادوی (1386) نانوفسیل‌های آهکی سازند آب تلخ را در حوضه کپه‌داغ مورد مطالعه قرار داده است و سن سازند آب تلخ را سانتونین تا مایستریشتین عنوان کرده است. نطقی مقدم (1382) و هادوی و نطقی مقدم (2010) بخش‌های بالایی سازند آبدراز و قاعده سازند آب تلخ را بر اساس نانوپلانکتون‌های آهکی، در برش حمام قلعه مورد مطالعه قرار دادند و سن سانتونین پسین- کامپانین پیشین را برای آن پیشنهاد کردند.

در بخش بالایی سازند آب تلخ در مرز آن با سازند نیزار، در برش مورد مطالعه توالی‌های قرمز رنگی از ماسه‌های منفصل مشاهده می‌شود. وحیدی نیا (1386) در دو برش گردنه مزدوران و حمام قلعه

1- Gravity settling

2 -Last Occurrence

شدگی نانوفسیل‌ها از خوب (G)، متوسط (M) تا ضعیف (P) متغیر می‌باشد. شواهد میزان خوردگی و رشد ثانویه که ارتباط مستقیم با قابلیت حفظ‌شدگی دارند نیز با درجات مختلف در آنها قابل مشاهده بوده و در تعیین میزان حفظ‌شدگی لحاظ شده است.

روستای آب‌تلخ، از الگوهای مندرج در سیسینگ (1977) تصحیح شده توسط پرک نیلسن (1985) و الگوی بورت (1998) بهره گرفته شده است.

برای تعیین میزان حفظ‌شدگی نانوفسیل‌های آهکی از الگوی معرفی شده توسط واتکینز (2007) بهره گرفته شده است. قابلیت حفظ

جدول 1: تعیین میزان فراوانی گونه‌های نانوفسیلی بر اساس تعداد میدان دید (FOV).

Abbreviation	Abundance	FOV
VA	Very Abundant بسیار فراوان	بین 10-50 گونه در هر FOV
A	Abundant فراوان	بین 1-10 گونه در هر FOV
C	Common معمولی	یک گونه در 2-10 FOV
F	Few کم	یک گونه در 11-50 FOV
R	Rare نادر	یک گونه در 50-100 FOV
S	Single یک گونه	یک گونه بیش از 100 FOV

چینه شناسی روستای آب‌تلخ از قاعده تا رأس آورده شده است:

1- بیوزون *Ceratolithoides aculeus* UC15b^{TP} Zone, CC20
 بیوزون (*CC20*) *Ceratolithoides aculeus* توسط چپک و هی (1969) و مارتینی (1976) معرفی شده است. محدوده این بیوزون با اولین حضور (*FO*) گونه *Ceratolithoides aculeus* تا اولین حضور (*FO*) گونه *Uniplanarius sissinghii* مشخص می‌شود. زیروزون UC15b^{TP} نیز که توسط بورت (1998) معرفی شده، معادل با زون *CC20* در نظر گرفته شده است. ضخامت 1 متر انتهایی سازند آبدراز و 65 متر از توالی‌های سازند آب‌تلخ شامل این بیوزون می‌گردد. اولین حضور (*FOs*) گونه‌های *Rucinolithus magnus* و *Ceratolithoides cf. C. arcuatus*.

بحث

الگوهای بیوستراتیگرافی نانوفسیل‌های آهکی زمان کامپانین در قلمرو تیس توسط مانیویت (1971)، تیرستین (1971، 1973) و سیسینگ (1977) تصحیح شده توسط پرک نیلسن (1985) و بورت (1998) ارائه شده است. برای تعیین بیوزون‌ها از اولین حضور یا *FO* و آخرین حضور یا *LO* گونه‌های شاخص نانوفسیلی استفاده شده است. بر اساس این رخدادهای بیوزون‌های نانوفسیلی در برش روستای آب‌تلخ، به ترتیب از قاعده تا رأس شامل بیوزون‌های *CC20*، *CC21*، *CC22* و *CC23a* از بیوزون‌های سیسینگ (1977) تصحیح شده توسط پرک نیلسن (1985) و زیروزون‌های UC15d^{TP}، UC15c^{TP}، UC15b^{TP}، UC15e^{TP} و UC16 از بیوزون‌های بورت (1998) می‌باشند. در ذیل، شرح هر یک از بیوزون‌های شناخته شده در برش

نانوفسیل‌های آهکی در این سری از رسوبات، از فراوانی بسیار خوبی برخوردار بوده و حفظ‌شدگی خوب (G) تا متوسطی (M) را از خود نشان می‌دهند. برای این بیوزون، سن بخش پیشین کامپانین پسین پیشنهاد می‌گردد.

3- بیوزون *Uniplanarius trifidus*

Zone, CC22 (معادل با زیرزون های UC15e^{TP} و UC15d^{TP})

بیوزون *Uniplanarius trifidus* (CC22) توسط بکری و برملت (1970) و سیسینگ (1977) معرفی شده است. محدوده این بیوزون از اولین حضور (FO) گونه *Uniplanarius trifidus* تا آخرین حضور (LO) گونه *Reinhardtites anthophorus* می‌باشد. در توصیف پرک نیلسن (1985) این بیوزون آمده است که آخرین حضور (LO) گونه‌های *Reinhardtites anthophorus* و *Eiffellithus eximius* تقریباً معادل هم هستند. این بیوزون بعد از بیوزون *Uniplanarius sissinghii* Zone (CC21) معادل با زیرزون UC15c^{TP} قرار داشته و بیشترین ضخامت را در ستون چینه شناسی به خود اختصاص داده است. بر اساس بیوزوناسیون سیسینگ (1977) تصحیح شده توسط پرک نیلسن (1985) این بیوزون دارای ضخامت 1169 متری می‌باشد.

فراوانی نانوفسیل‌های آهکی در بخش‌های پائینی این سری از رسوبات زیاد بوده و حفظ‌شدگی متوسط (M) تا خوب (G) را از خود نشان می‌دهند، اما در بخش‌های بالایی آن حفظ‌شدگی ضعیف (P) تا متوسط (M) و از فراوانی نانوفسیل‌ها کاسته می‌شود.

Uniplanarius gothicus و Curve spine

در این بیوزون و در این سری از رسوبات، این برش مشاهده شده است. این بیوزون از غنای خوب نانوفسیلی و حفظ‌شدگی متوسط (M) تا خوب (G) برخوردار است. سن این بیوزون بخش پسین کامپانین پیشین می‌باشد.

2- بیوزون *Uniplanarius sissinghii*

Zone, CC21 (معادل با زیرزون های UC15c^{TP})

بیوزون *Uniplanarius sissinghii* (CC21) توسط سیسینگ (1977) معرفی شده است. محدوده آن شامل بر اولین حضور (FO) گونه *Uniplanarius sissinghii* تا اولین حضور (FO) گونه *Uniplanarius trifidus* می‌باشد. زیرزون UC15c^{TP} نیز که توسط بورنت (1998) معرفی شده، معادل با زون CC21 در نظر گرفته شده است. این بیوزون بعد از بیوزون *Ceratolithoides aculeus* Zone, CC20 معادل با زیرزون UC15b^{TP} قرار گرفته و ضخامت 373 متر از ستون چینه شناسی را به خود اختصاص داده است. اولین حضور (FO) گونه *Ceratolithoides arcuatus* در این زون گزارش شده است (بون، 1998). در این بیوزون از سازند آب تلخ، گونه‌های حدواسط بین *Ceratolithoides aculeus* و *Ceratolithoides arcuatus* وجود دارد. جامعه فسیلی این سری از رسوبات، مشابه بیوزون قبلی است که با کمیت‌های متفاوتی در این سری از رسوبات یافت می‌شوند. در این بیوزون، اولین حضور (FO) گونه *Reinhardtites levis* مشاهده شده است. گونه‌های حدواسط بین *Reinhardtites anthophorus* و *Reinhardtites levis* نیز در این بیوزون و بیوزون‌های قبلی این برش حضور داشته‌اند.

(P) تا متوسط (M) و فراوانی نانوفسیل‌ها در آن کم می‌باشد.

4- بیوزون *Tranolithus orionatus* Zone, CC23a (معادل با بیوزون UC16)

بیوزون (*Tranolithus orionatus* Zone) (CC23a) توسط سیسینگ (1977) معرفی گردیده است. محدوده این بیوزون از بیوزوناسیون سیسینگ (1977) تصحیح شده توسط پرک نیلسن (1985)، انقراض (LO) گونه *Eiffellithus eximius* در قاعده و انقراض (LO) گونه *Tranolithus orionatus* در رأس است.

محدوده زون UC16 که توسط بورت (1998) معرفی شده، با آخرین حضور (LO) گونه *E. eximius* شروع و تا آخرین حضور (LO) گونه *A. parvus constrictus* ادامه می‌یابد. این بیوزون بعد از بیوزون *Uniplanarius trifidus* Zone, CC22 معادل با زیرزون-های UC15d^{TP} و UC15e^{TP} قرار گرفته و ضخامت 158 متر از رسوبات رأسی سازند آبتلخ را شامل می‌شود. این رسوبات بخشی از بیوزون UC16 را شامل می‌شود. قابلیت حفظ‌شدگی در بیوزون UC16، ضعیف (P) و فراوانی نانوفسیل‌ها در آن کم است. از آنجائی که گونه‌های *Aspidolithus parvus constrictus*، *Tranolithus orionatus*، *Reinhardtites levis* و *trifidus* در آخرین لایه‌های سازند آبتلخ نیز حضور دارند و در قاعده سازند نیزار، نانوفسیل‌های آهکی مشاهده نگردیده است، لذا برای این بخش از رسوبات سازند آبتلخ، بالاترین بخش کامپانین پسین پیشنهاد می‌گردد. در این مطالعات، 108 گونه نانوفسیلی از 51 جنس و 14 خانواده تشخیص داده شده است. در

محدوده زیرزون UC15d^{TP} که توسط بورت (1998) معرفی شده، با اولین حضور (FO) گونه *Uniplanarius trifidus* شروع و تا اولین حضور (FO) گونه *Eiffellithus parallelus* ادامه می‌یابد. ضخامت این زیرزون 57 متر اندازه-گیری شده است. فراوانی نانوفسیل‌های آهکی در این سری از رسوبات نیز زیاد بوده و حفظ‌شدگی متوسط (M) تا خوب (G) دارند. سن این زیرزون تقریباً بخش پیشین کامپانین پسین می‌باشد.

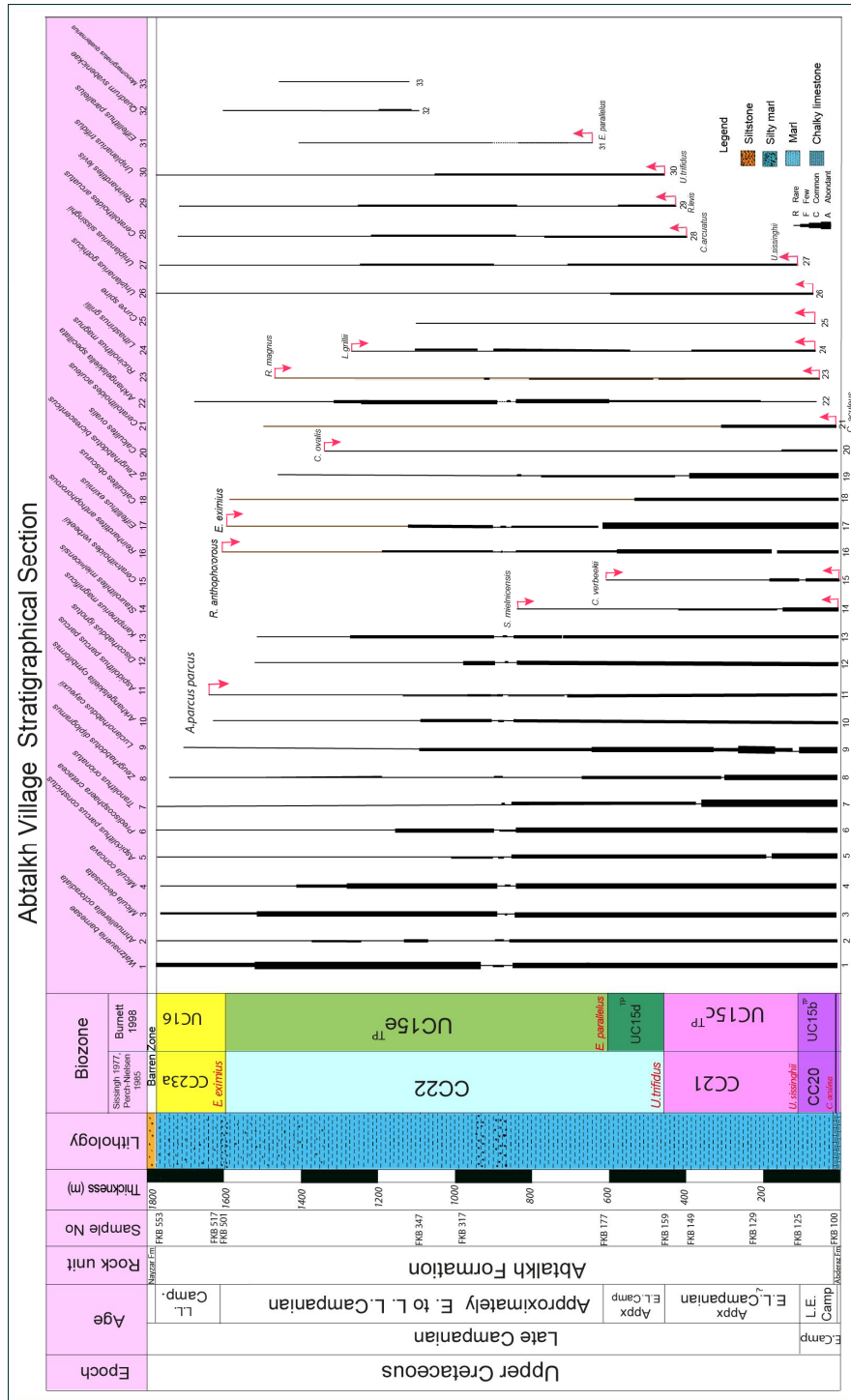
محدوده زیرزون UC15e^{TP} که توسط بورت (1998) معرفی شده، با اولین حضور (FO) گونه *Eiffellithus parallelus* شروع و تا آخرین حضور (LO) گونه *Eiffellithus eximius* ادامه می‌یابد. ضخامت 1112 متر از ستون چینه‌شناسی برش روستای آبتلخ به این زیرزون اختصاص دارد. در این زیرزون، اولین حضور (FOs) گونه‌های *Quadrum svabenickae* و *Monomarginatus quaternarius* آخرین حضور (LOs) گونه‌های *Rucinolithus magnus* و *Lithastrinus grillii* در این برش مشاهده شده است. سن این زیرزون تقریباً بخش پیشین کامپانین پسین تا بخش انتهایی کامپانین پسین می‌باشد.

هر دو این زیرزون‌ها از بیوزوناسیون بورت (1998) معادل با بیوزون CC22 از بیوزوناسیون سیسینگ (1977) تصحیح شده توسط پرک نیلسن (1985) در نظر گرفته شده‌اند. لازم به ذکر است، آخرین حضور (LO) گونه *Reinhardtites anthophorus* معادل با آخرین حضور (LO) گونه *Eiffellithus eximius* در نظر گرفته شده است.

جامعه نانوفسیلی این بیوزون، کمابیش مشابه با بیوزون‌های قبلی است، اما قابلیت حفظ‌شدگی در بخش‌های بالایی این زیرزون به شدت ضعیف

شناسی برش روستای آبتلخ، نشان داده شده است.

شکل 3 انتشار و پراکندگی گونه های شاخص و بعضی از فسیل های همراه مهم در ستون چینه



شکل 3: گسترش و پراکندگی گونه های شاخص و نانوفسیل های آهکی همراه مهم در برش روستای آبتلخ.

دارد. در شکل 4 این الگوها در مقایسه با بیوستراتیگرافی سازند آبتلخ در برش روستای آبتلخ نمایش داده شده است.

نانوفسیل‌های آهکی در حوضه کپه‌داغ که بخشی از حوضه تتیس می‌باشد، با الگوهای استاندارد جهانی سانتونین- کامپانین و مایستریشتین که توسط محققین مختلف ارائه شده است، همخوانی

Age	Roth (1978)		Sissingh (1977)		Perch-Nielsen(1979,1983,1985)		Burnett (1998)		This Work Abtalkh village stratigraphical section		
									Sissingh 1977, Perch-Nielsen 1985	Burnett 1998	
Early Maastrichtian	NC21	L.praequadratus	CC24	R.levis	CC24		UC18				
		↑ Q.trifidum									
Campanian	Upper Campanian		CC23	T.phacelosus	CC23	T.phacelosus Q.trifidum	UC17	T.orionatus U.trifidus			
				b	A.parcus constrictus						
				a	R.anthophorus						
	Lower Campanian	NC20		CC22	Q.trifidum	CC22	R.levis	UC16	B.parca constricta	PP CC23a	UC16
					b						
					a						
	NC19	Q.trifidum	CC21	Q.sissinghii	CC21	Q.sissinghii	UC15	E.eximius R.anthophorus	E.eximius R.anthophorus		
Lower Campanian	NC18		CC19	C.aculeus	CC19	C.aculeus	UC14	E.parallelus	CC22	E.parallelus	
				b	B.hayi						
			a	M.furcatus							
	NC17	B.parca parca	CC17	A.p.parcus	CC17	A.p.parcus	UC15	U.trifidus	CC21	U.sissinghii	
Santonian											

شکل 4: الگوهای استاندارد جهانی اشکوب‌های سانتونین- کامپانین و مایستریشتین نانوفسیل‌های آهکی و مقایسه آن با بیوزون‌های موجود در سازند آبتلخ در برش روستای آبتلخ.

Curve ، *Uniplanarius gothicus*، *stoveri* در زون *Rucinolithus magnus* و spine در زون CC20 مشاهده شده است. در زون CC20 گونه‌های حدواسط بین *Ceratolithoides aculeus* و *Ceratolithoides arcuatus* وجود دارد. همچنین گونه‌های حدواسط بین *Reinhardtites anthophorus* و *Reinhardtites levis* نیز حضور دارند. در این بیوزون، اولین حضور (FO) گونه *Reinhardtites levis* مشاهده گردیده است.

در قاعده رسوبات برش آبتلخ، حضور گونه‌های *Aspidolithus parvus*، *Tranolithus orionatus*، *constrictus*، *Calculites Aspidolithus parvus parvus*، *Staurolithites mielnicensis*، *ovalis*، *Calculites*، *Eiffellithus eximius*، *Arkhangleskiella cymbiformis* و *obscures* مشاهده شده است. وجود این گونه‌ها در رسوبات کرتاسه بالایی حوضه کپه‌داغ، نشانگر حضور کامپانین پیشین از قلمرو تتیس می‌باشد. اولین حضور (FOs) گونه‌های *Prediscophaera*

رویداد جهانی عامل کم بودن تنوع و فراوانی نانوفسیل‌ها در بیوزون UC16 باشد که همراه با تغییرات لیتولوژی و عوامل خشکی‌زایی در زمان انتهای کامپانین پسین و مایستریشتین پیشین بوده است.

نرخ رسوبگذاری در سازند آب تلخ زیاد بوده و احتمالاً در اثر فعالیت گسل‌های همزمان با رسوبگذاری (افشار حرب، 1373)، رسوبگذاری حاصل از پدیده ته‌نشست کف حوضه (فرستریک و استل، 1993) یا نرخ رسوبگذاری زیاد در رسوبات مارنی که بالای عمق CCD ته‌نشست می‌شوند (هو و همکاران، 2005)، حاصل شده است.

شروع سازند نیزار با لیتولوژی سیلتستون‌ها و ماسه سنگ‌های همراه با آثار فسیلی که بر روی افق‌های انتهایی سازند آب تلخ با لیتولوژی مارن-های سیلتي قرار دارد، حاکی از کم شدن عمق حوضه در زمان تشکیل رسوبات این سازند می‌باشد. کم عمق‌شدگی حوضه در این زمان، احتمالاً در اثر پائین افتادگی سطح آب اقیانوس تتیس، همتراز با پائین افتادگی سطح آب‌های اقیانوسی و ایزوستازی جهانی در طی زمان انتهای کامپانین پسین و اوایل مایستریشتین پیشین (بولیلا و همکاران، 2011) و یا بالا آمدن بستر حوضه، تحت عمل گسله‌های همزمان با رسوبگذاری (افشارحرب، 1373) و پسروری دریا بوده است. وجود سیلتستون‌ها، ماسه‌سنگ‌ها و افق‌های ریتمیک قرمز رنگ در محل مرز سازند آب تلخ به نیزار، اگرچه نظریه محلی بودن افق‌های قرمز رنگ آن را تقویت می‌نماید، ولی برای این موضوع نیاز به مطالعات بیشتری از جمله مطالعات سطح آب‌های اقیانوسی و ایزوتوپی بر روی واحدهای قرمز، مطالعه جامع و گسترده در سرتاسر کپه‌داغ و بررسی آن در محل مرز سازندهای آب تلخ و نیزار می‌باشد.

بر پایه مطالعات بیواستراتیگرافی و مطالعات نیمه کمی سازند آب تلخ در برش روستای آب تلخ و در زمان کامپانین پیشین به دلیل شرایط مطلوب محیطی، نانوفسیل‌های آهکی، فراوانی و تنوع بسیار خوبی را از خود نشان می‌دهند. این شرایط در بیوزون‌های CC20 و شروع کامپانین پسین بیوزون CC21 به طور چشمگیری قابل مشاهده است. از آنجائی که قابلیت حفظ‌شدگی و فراوانی نانوفسیل‌های آهکی ارتباط مستقیمی با لیتولوژی دارند، در بخش‌های بالایی سازند آب تلخ که شامل مارن‌های سبز رنگ سیلتي می‌باشد، فراوانی نانوفسیل‌های آهکی به شدت کاهش یافته و حفظ‌شدگی ضعیفی (P) را از خود نشان می‌دهند. در ضمن گونه‌هایی که مقاومت بیشتری در برابر شرایط انحلال و خوردگی داشته باشند، نظیر *Micula* و *Watznaueria barnesae* در جامعه فسیلی این رسوبات به طور چشمگیری وجود دارند. این شرایط که به طور ریتمیک در نمونه‌های بخش بالایی سازند آب تلخ وجود دارد، در بخش‌های بالایی بیوزون CC22 در زیرزون UC15e^{TP} و بیوزون CC23a (UC16) قابل مشاهده هستند. در زون UC16 معادل با بخشی از CC23a، از تعداد و تنوع نانوفسیل‌های آهکی کاسته شده و حفظ‌شدگی ضعیفی را از خود نشان می‌دهند. این کیفیت در تمامی عرض‌های جغرافیایی در این بیوزون مشترک می‌باشد (پرک نیلسن، 1985؛ بون، 1998؛ بورت، 1998).

در تغییرات لیتولوژی جهانی حاصل از سیکل‌های چینه‌شناسی انتهای کامپانین و اوایل مایستریشتین، یک افت مشخص در سطح آب‌های اقیانوسی که گاه همراه با ناپیوستگی رسوبی در بعضی مناطق است، در این زمان وجود دارد (بولیلا و همکاران، 2011). به نظر می‌رسد این

مارن به مارن‌های سیلتی و سیلت تغییر می‌یابد، از تنوع و فراوانی نانوفسیل‌ها به شدت کاسته می‌شود که هم‌تراز با حضور بیوزون UC16 در همه عرض‌های جغرافیایی می‌باشد. در محل مرز بین سازند آب‌تلخ به نیزار، افق‌های قرمز رنگ نازکی از ماسه های منفصل وجود دارد که حاصل از کم عمق شدن حوضه کپه‌داغ، ناشی از تغییرات سطح آب‌های اقیانوسی جهانی در این زمان می‌باشد. با استناد به بیوزون‌های شناسایی شده برای سازند آب‌تلخ در برش روستای آب‌تلخ، سن نسبی بخش انتهایی کامپانین پیشین تا انتهایی‌ترین بخش کامپانین پسین پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بر خود فرض می‌دانند از زحمات سرکار خانم دکتر Silvia Gardin دبیر انجمن بین‌المللی چینه‌شناسی کرتاسه و رئیس گروه تحقیقاتی مطالعات مایستریشتین در تأیید و شناسایی گونه‌های نانوفسیلی و بیوزون‌های مربوطه و مدیریت محترم گروه Paléobiodiversité et Paléoenvironnements برای در اختیار گذاردن پاره‌ای تسهیلات در دانشگاه Pierre et Marie Curie (UPMC)، پاریس 6 فرانسه و جناب آقای دکتر Slah Boulila جزو انجمن CNRS در دپارتمان رسوب‌شناسی و ژئوشیمی Geochemistry and Sedimentology آن دانشگاه و عضو کمیته تحقیقاتی مایستریشتین برای کمک‌های فکری و تأیید رسوب‌شناسی و مطالعات سطح آب‌های اقیانوسی در سازند آب‌تلخ، تشکر و سپاسگزاری نمایند.

از آن جایی که در سیلتستون‌ها، ماسه سنگ‌ها و حتی افق‌های مارن‌های سیلتی بین آن‌ها در قاعده سازند نیزار، هیچگونه نانوفسیلی یافت نشده و حضور لایه های سیلتی قرمز رنگ در انتهای سازند آب‌تلخ و حضور ماسه سنگ های حاوی دوکفه‌ای‌ها و براکیوپودها در قاعده نیزار احتمال خروج از آب را هرچند کوتاه مدت، مطرح نموده و به یک گسستگی مشخص لیتولوژیک همشیب در محل این مرز اشاره دارد.

نتیجه گیری

حوضه رسوبی کپه‌داغ که در بخش شمالی حوضه تتیس قرار داشته، از الگوهای بیوزوناسیون نانوفسیلی این حوضه تبعیت می‌کند. مطالعه نانوفسیل‌های آهکی سازند آب‌تلخ در برش روستای آب‌تلخ، منجر به شناسایی بیوزون‌های CC20, CC21, CC22 و بخشی از CC23a از تقسیم بندی سیسینگ (1977) تصحیح شده توسط پرک نیلسن (1985) و زیروزون های UC15e^{TP}, UC15d^{TP}, UC15c^{TP}, UC15b^{TP} و بیوزون UC16 از تقسیم بندی بورت (1998) از قاعده تا رأس آن شده است. سازند آب‌تلخ از تنوع و فراوانی نانوفسیلی بسیار خوبی برخوردار است. تعداد 108 گونه نانوفسیلی از 51 جنس و 14 خانواده در این سازند مورد شناسایی قرار گرفته و ضخامت آن در برش روستای آب‌تلخ 1759/5 متر اندازه‌گیری شده است. ازدیاد ضخامت این سازند در برش مورد مطالعه، با نرخ بسیار زیاد رسوبگذاری در طی زمان ته‌نشست آن، احتمال فعالیت گسله‌های همزمان با رسوبگذاری را در آن تقویت می‌نماید. در بخش های بالایی سازند آب‌تلخ که رخساره از

منابع

- افشار حرب، ع، 1373. زمین شناسی ایران، زمین شناسی کپه داغ. سازمان زمین شناسی کشور. طرح تدوین زمین شناسی ایران، 275 ص.
- احمدی، م، 1389. بیواستراتیگرافی سازند آب تلخ بر اساس فرامینیفیرهای پلانکتونی در جنوب شرق مشهد (برش پادها). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
- جنتی، م، 1379. بیواستراتیگرافی سازند آب تلخ، بر اساس نانوفسیل‌های آهکی در مقطع تیپ (گردنه مزدوران). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
- خدادادی، ل، 1382. بیواستراتیگرافی و پالئوآکولوژی بخش فوقانی سازند آب تلخ، بر اساس نانوفسیل‌های آهکی (جاده مشهد-کلات، برش حمام قلعه). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
- Afshar-Harb, A., 1983. Geological quadrangle map of Sarakhs. 1:250,000 scale (one sheet), Exploration and Production, NIOC, Tehran, Iran.
- Berberian, M. and King, G.C.P., 1981. Toward a palaeogeography and tectonic evolution of Iran. Canadian Journal of Earth Sciences, v.18, p. 210-265.
- Bown, P.R., 1998. Calcareous Nannofossil Biostratigraphy: British Micropaleontology Society Publication Series. Chapman and Hall, London, 328 p.
- Boulila, B., Galbrun, B., Miller, G.K., Pekar, S.F., Browning, J. V., Laskar, J. and Wright, J.D, 2011. On the origin of Cenozoic and Mesozoic "third-order" eustatic sequences.
- نظقی مقدم، م، 1382. بیواستراتیگرافی و پالئوآکولوژی بخش فوقانی سازند آبدراز و بخش تحتانی سازند آب تلخ بر اساس نانوفسیل‌های آهکی (جاده مشهد- کلات برش حمام قلعه). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
- نیازی، م، 1390. بیواستراتیگرافی سازند آب تلخ بر اساس فرامینیفیرهای پلانکتونی در شمال مشهد، کلات نادری (برش قره سو). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
- وحیدی نیا، م، 1386. بررسی میکروبیواستراتیگرافی رسوبات سنونین در محدوده شرق کپه داغ. رساله دکتری، دانشگاه شهید بهشتی.
- هادوی، ف، 1381. نانوفسیل‌های آهکی ایران، کپه داغ، ایران مرکزی، مکران. انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- Earth-Science Reviews, v.109, p. 94-112.
- Bukry, D., and Bramlette, M.N., 1970. Upper Cretaceous. In: Bown, P.R. (Ed.), Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. Chapman and Hall, Cambridge, p. 132-199.
- Burnett, J.A., 1998. Upper Cretaceous. In: Bown, P.R. (Ed.), Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. Chapman and Hall, Cambridge, p. 132-199.
- Čepek, P. and Hay, W.W., 1969. Calcareous nannoplankton and biostratigraphic subdivision of the Upper Cretaceous. Transactions of the Gulf Coast Association of Geological Societies, v.19, p. 323-336.

- (Aptien– Maestrichtien). Essai de Biozation appuyée sur les stratotypes, Thèse doctoral, Université de Paris, p.187.
- Roth, P.H., 1978. Cretaceous nannoplankton biostratigraphy and oceanography of the northwestern Atlantic ocean. In Benson, W.E., Sheridan, R.E., et al., Initial Reports. DSDP, No.44: Washington (U.S.A.Government Printing Office), p.731–759.
- Thierstein, H.R., 1971. Tentative Lower Cretaceous Calcareous Nannoplankton Zonation. *Eclogae Geologicae Helveticae*, v. 64, p. 459–488.
- Thierstein, H.R., 1973. Lower Cretaceous Calcareous Nannoplankton Biostratigraphy. *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt Wien*, v.29, p.1–52.
- Watkins, D.K., 2007. Quantitative analysis of the calcareous nannofossil assemblages from CIROS-1, Victoria Land Basin, Antarctica *Journal of Nannoplankton Research* issue, v.29/2, p.130-137.
- Young, J.R. and Bown, P.R., 1997. Proposals for a revised classification system for calcareous nannoplankton. *Journal of Nannoplankton Research*, issue No.19/1.
- Davodzadeh, M. and Schmidt, K., 1982. Zur Trias des Iran. *Geology Rundschau*, v.71, p. 21-39.
- Forstick, L., and Steel, R. J., 1993. Tectonic signatures in sedimentary basin fills: an overview. *Sediment*, v.20, p.1-9.
- Hadavi, F. and Notghi Moghadam, M., 2010. Calcareous nannofossils from chalky limestone of upper Abderaz Formation and lower part of Abtalkh -Formation in the Kopet-Dogh range NE Iran. *Arab Journal Geosciences*, 10.1007/s12517-009-0106-5.
- Hadavi, F., Khodadadi, L., 2002. Calcareous nannoplankton Campanian - Maastrichtian of Iran. 9th INA Conference. Poster.
- Hu, X., Jansa, L., Wang, C., Sarti, M., Bak, K., Wagneich, M., Michalik, J. and Sotak, J., 2005. Upper Cretaceous oceanic red beds (CORBs) in the Tethys: occurrences, lithofacies, age and environments. *Cretaceous Reserch*, v.26, p.3-20.
- Lees, J. A. and Bown, P.R., 2005. Upper Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy, ODP Leg 198 (Shatsky Rise, northwest Pacific Ocean). In Bralower, T.J., Premoli Silva, I., and Malone, M.J. (eds.), *Project ODP, Science Results*, v.198, p.1–60.
- Manivit, H., 1971. Nannofossiles calcaires du Cretace´ francais

Appendix: Taxonomic index

در ذیل لیست گونه هایی که در متن، جداول و تصاویر موجود می باشد، آورده شده است. برای توصیف گونه ها بیشتر از منابع (Perch-Nielsen (1985)، Bown (1998) و Lee and Bown (2005) استفاده شده است. تنظیم تصاویر نانوپلانکتون های آهکی نیز بر اساس تقسیم بندی Young and Bown, 1997 می باشد.

Ahmullerella octoradiata (Górka, 1957) Reinhardt, 1966

Amphizigus brooksii Bukry, 1969

- Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959
Arkhangelskiella specillata Vekshina 1959
Aspidolithus parvus constrictus (Hattner, Wind, & Wise 1980) Perch-Nielsen 1984 *Aspidolithus parvus parvus* (Stradner 1963) Noel 1969
Broinsonia parca constricta Hattner *et al.*, 1980
Broinsonia parca parca (Stradner, 1963) Bukry, 1969
Braarudosphaera bigelowii (Gran & Braarud, 1935) Deflandre, 1947
Bukryaster hayi (Bukry, 1969) Prins and Sissingh in Sissingh, 1977
Calculites obscurus (Deflandre, 1959) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977
Ceratolitoides aculeus (Stradner, 1961) Prins and Sissingh in Sissingh, 1977
Ceratolitoides arcuatus Prins and Sissingh in Sissingh, 1977
Corolithion exigum Stradner, 1961
Cribrosphaerella ehrenbergii (Arkhangelsky, 1912) Deflandre in Pivetteau, 1952
Cretarhabdus conicus Bramlette and Martini, 1964
Cyclogelosphaera rotaclypeata Bukry, 1969
Discorhabdus ignotus (Górka, 1957) Perch-Nielsen, 1968
Eiffelithus eximius (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968
Eiffelithus parallelus Perch-Nielsen, 1973
Eiffelithus gorkae Reinhardt, 1965
Eiffelithus turriseiffelii (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965 *Grantarhabdus coronadventis* (Reinhardt, 1966) Grun in Grun and Allemann, 1975
Hexalithus hexalithus Gradet, 1955 in Perch-Nielsen, 1984
Kaptneriis magnificus Deflandre, 1959
Lithastrinus grillii Stradner, 1962
Manivitella pemmatoidea (Deflandre, 1965) Thierstein, 1971, emend. Black, 1973
Micula cubiformis Forchheimer 1972
Micula decussata Vekshina, 1959
Microrhabdulus belgicus Haye and Towe, 1963
Monomarginatus quaternarius Wind and Wise in Wise and Wind, 1977
Placozygus fibuliformis (Reinhardt, 1964) Hoffmann, 1970
Prediscosphaera cretacea (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968
Prediscosphaera arkhangelskyi (Reinhardt, 1965) Perch-Nielsen, 1984
Prediscosphaera grandis Perch-Nielsen, 1979a
Prediscosphaera stoveri (Perch-Nielsen, 1968) Shafik and Stradner, 1971
Prolatipatella multicarinata Gartner, 1968
Quadrum svabenickae Burnett, 1998b
Reinhardtites anthophorus (Deflandre, 1959) Perch-Nielsen, 1958
Reinhardtites levis Prins and Sissingh in Sissingh, 1977
Retecapsa schizobrachiata (Gartner, 1968) Grun in Grun and Allemann, 1975
Rhagodiscus splendens (Deflandre, 1953) Verbeek, 1977
Rucinolithus magnus Bukry, 1975
Staurolithites mielnicensis (Gorka, 1957) Perch-Nielsen, 1968 sensu Crux in Lord, 1982
Terapodorhabdus decorus (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Wind and Wise in Wise and Wind, 1977
Tranolithus phacelosus Stover 1966; *Tranolithus orionatus* (Reinhardt, 1966a) Reinhardt, 1966b
Tranolithus gabalus Stover, 1966
Tranolithus orionatus (Reinhardt, 1966a) Reinhardt, 1966b
Uniplanarius gothicus (Deflandre, 1959) Hattner and Wise, 1980
Uniplanarius sissinghii Perch-Nielsen, 1986b
Uniplanarius trifidus (Stradner in Stradner and Papp, 1961) Hattner and Wise, 1989
Watznaueria barnesae (Black, 1959) Perch-Nielsen, 1968
Watznaueria barnesae (Black, 1959) Perch-Nielsen, 1968

Watznaueria biporta Bukry, 1969

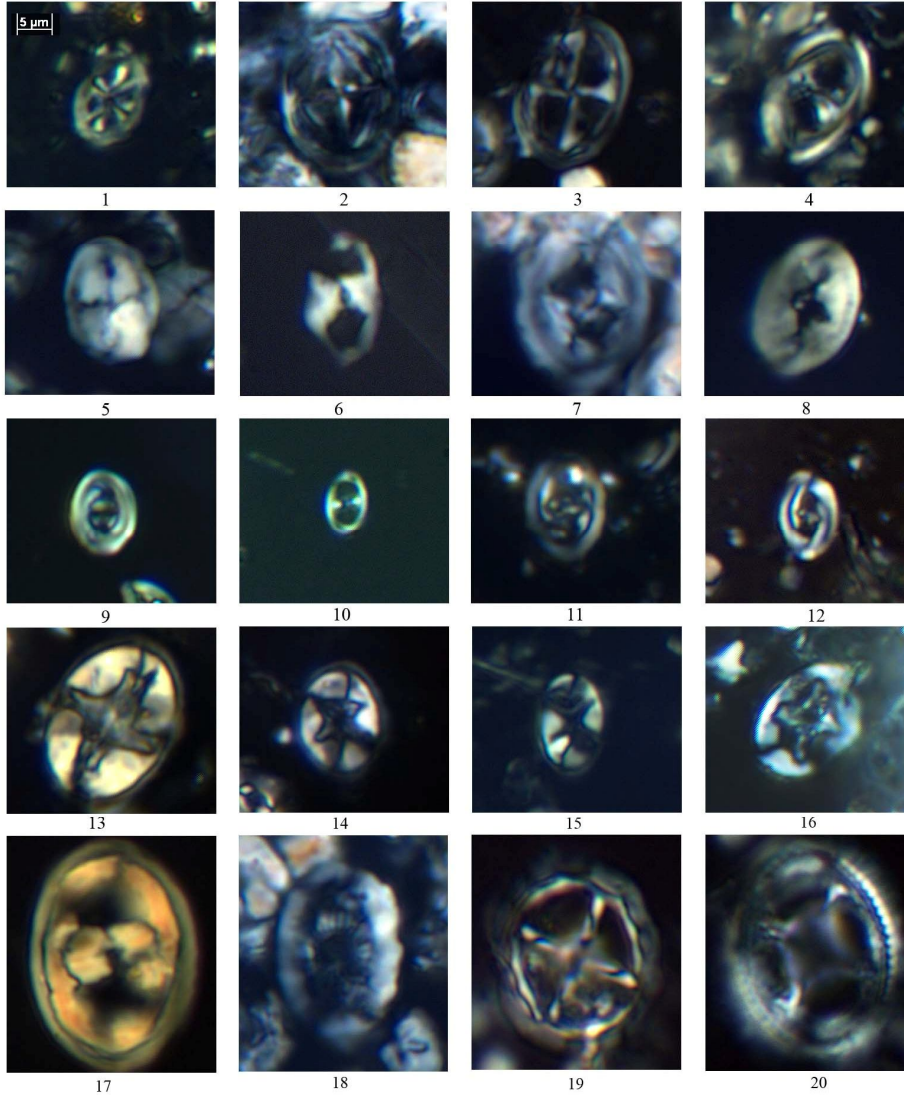
Zeugrhabdotus bicrescenticus (Stover, 1966) Burnett in Gale et al., 1996

Zeugrhabdotus embergeri (Noël, 1958) Perch-Nielsen, 1984

Zeugrhabdotus erectus (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Reinhardt, 1965

Zeugrhabdotus sigmoides (Bramlette and Sullivan, 1961) Bown and Young, 1997.

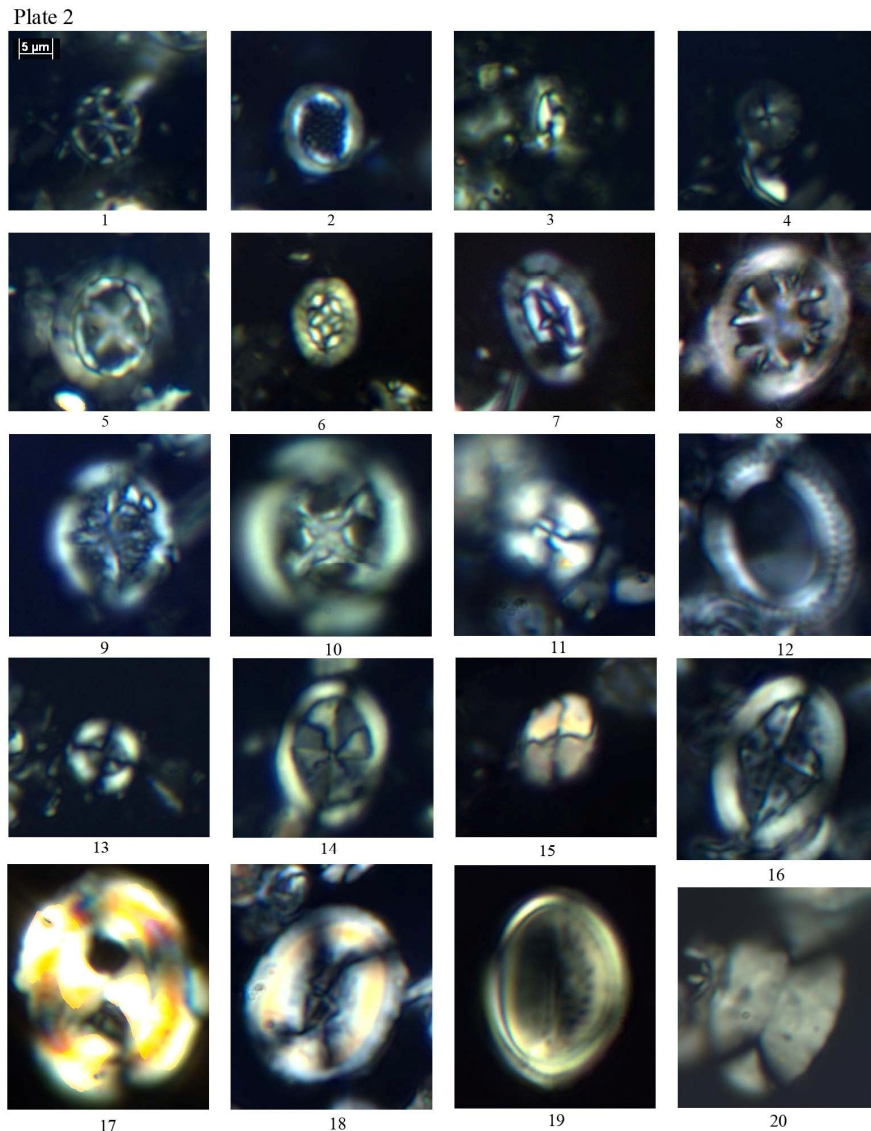
Plate 1



تابلو 1: تصاویر میکروسکوپ نوری نانوپلانکتون های آهکی در برش روستای آب تلخ.

(1) (20° rotated), *Ahmuellerella octoradiata*, Sample No. FKB 130; (2) *Monomarginatus quaternarius*, Sample No.FKB 213; (3) (10° rotated), *Staurolithites mielnicensis*, Sample No. FKB 126; (4) (30° rotated), *Amphizigus brooksii*, Sample No FKB 141;(5) *Tranolithus orionatus*, Sample No. FKB 143; (6) *Tranolithus gabalus*, Sample No.FKB 148; (7) *Reinhardtites anthophorus*, Sample No. FKB100; (8) (30° rotated) *Reinhardtites levis*, Sample No. FKB 544; (9) *Zeugrhabdotus bicrescenticus*, Sample No., FKB 345; (10) *Zeugrhabdotus erectus*, Sample No. FKB 345; (11) *Zeugrhabdotus sigmoides*, Sample No.FKB 130; (12) *Placozygus fibuliformis*, Sample No.FKB130; (13) (30° rotated), *Eiffellithus eximius*, Sample No. FKB 130; (14) (30° rotated), *Eiffellithus turriseiffelii*, Sample No. FKB 130; (15) *Eiffellithus gorkae*, Sample No. FKB148; (16) (30° rotated) *Eiffellithus parallelus*, Sample

No.FKB 300; (17) *Zeugrhabdotus embergeri*, Sample No. FKB 454; (18) *Rhagodiscus splendens*, Sample No. FKB111; (19) *Prediscosphaera grandis*, Sample No. FKB 130; (20) (10° rotated), *Terapodorhabdus decorus* Sample No. FKB186.

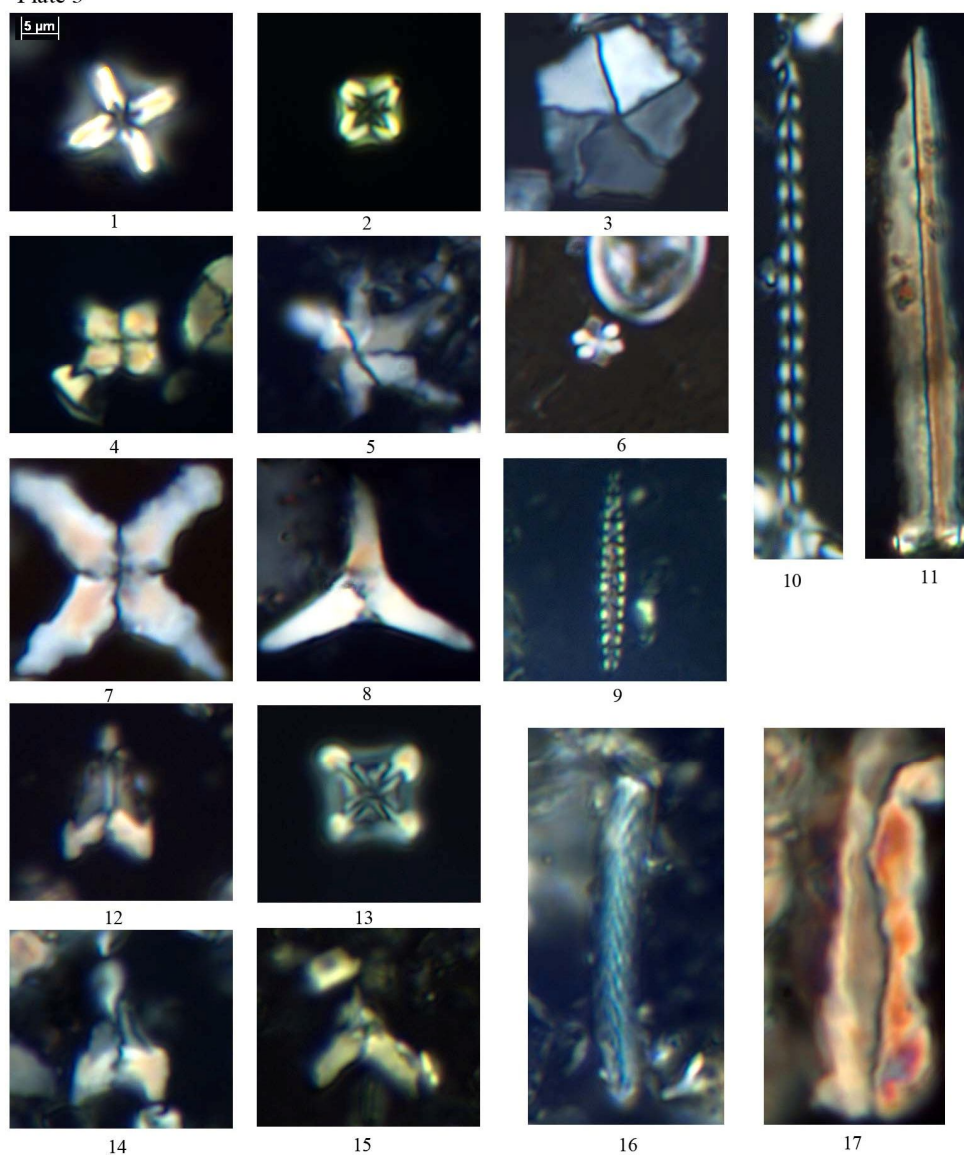


تابلو 2: تصاویر میکروسکوپ نوری نانوپلانکتون های آهکی در برش روستای آب تلخ.

(1) *Corollithion exigum*, Sample No. FKB 148; (2) *Cribrosphaerella ehrenbergii*, Sample No. FKB 130; (3) *Biscutum hattneri*, Sample No. FKB 130; (4) *Discorhabdus ignotus*, Sample No. FKB 148; (5) *Prediscosphaera cretacea*, Sample No. FKB 421; (6) *Prediscosphaera stoveri*, Sample No. FKB 453; (7) *Prediscosphaera arkhangelskyi*, Sample No. FKB 271; (8) (*Retecapsa schizobrata* (30° rotated), Sample No. FKB 186; (9) *Cretarhabdus conicus*, Sample No. FKB 143; (10) (30° rotated), *Grantarhabdus coronadventis*, Samples No.FKB 238; (11) *Watznaueria barnesae*, Samples No.FKB 130; (12) (30° rotated), *Manivitella pemmatoidea*, Sample No. FKB 213; (13) *Cyclogelosphaera rotaclypeata*, Sample No. FKB 148; (14) *Arkhangelskiella cymbiformis*, Sample No.FKB 148; (15) (30° rotated) *Calculithes obscurus*, Sample No.FKB 110; (16) (30° rotated), *Arkhangelskiella specillata*, FKB 137; (17) *Watznaueria biporta*, Sample No. FKB 299; (18) (30° rotated), *Aspidolithus parvus constrictus*,

Sample No. FKB 126; (19) *Kaptnerius magnificus*, Sample No.FKB 453; (20) (20° rotated), *Prolatipatella multicarinata*, Sample No.FKB 378.

Plate 3



تابلو 3: تصاویر میکروسکوپ نوری نانوپلانکتون های آهکی در برش روستای آب تلخ.

(1) (20° rotated), *Micula decussata*, Sample No.FKB 554; (2) *Micula cubiformis*, Sample No. FKB 529; (3) *Braarudosphaera bigelowii*, Sample No.FKB 130; (4) *Uniplanarius gothicus*, Sample No. FKB 148; (5) *Rucinolithus magnus*, Sample No.FKB 295; (6) *Hexalithus hexalithus*, Sample No.FKB186; (7) (45° rotated), *Uniplanarius sissinghii*, Sample No. FKB 133; (8) *Uniplanarius trifidus*, Sample No. FKB 554; (9) *Microrhabdulus belgicus*, Sample No.FKB 273; (10) *Microrhabdulus decoratus*, Sample No. FKB 140; (11) *Acuturris scouts*, Sample No. FKB 256; (12) *Ceratolitoides aculeus*, Sample No. FKB 130; (13) *Quadrum svabenicka*, Sample No. FKB 400; (14) *Ceratolitoides aculeus*, FKB 102; (15) *Ceratolitoides arcuatus*, FKB 271; (16) Curve spine, Sample No. FKB 533; (17) *Lucianorhandus cayeuxii*, Sample No. FKB 105.