مجله علوم دانشگاه تهران
جلد بيست و نهم (۱۳۸۲) شماره ۱ (۲۳۲-۲۱۳)

معرفي نانوفسيلهاي كامپانين حوضه اينتريور غربي(Western Interior) درداكوتاي جنوبي

فاطمه هادوي
گروه زمين‌شنا سي دانشكده علوم دانشگاه فردوسي مشهد
(دريافت: ۸۱/۴/۲۶ ؛ پذيرش:۸۱/۹/۱۷)

چكيده

به منظور مطالعات تاكسونومي و بيواستراتي‌گرافي۳۰ نمونه از مغزه‌هاي حفاري از منطقه سيستون (Sisseton) درشمال‌شرق داكوتا برداشت شده است. نانوفسيلهاي موجود از حفظ‌شدگي خوب و فراواني وتنوع زياد برخوردارند. در مطالعات اخير تعداد ۹۲ گونه نانوفسيل شناسايي وبرخي از آنها عكسبرداري شدند. برمبناي نانوفسيلهاي يافت شده سن مقطع مطالعه شده بخش پاياني كامپانين آغازين- بخش آغازين كامپانين پسين است.

واژه‌های‌کلیدی: نانوفسیل، کامپانین، اینتریور غربی، داکوتای جنوبی.

مقدمه

نانوفسیلهاي آهكي يك گروه هتروژنزو بسيار متنوع از بقاياي پلانكتونهاي آهكي هستند و شامل كوكوليتوفورها و گروههاي وابسته مي‌شوند كه از نظر اندازه و تركيب شيميايي مشابهند، اما خويشاوندي آنها با يكديگر زياد مشخص نيست. از آنجا كه اين موجودات داراي گسترش جغرافيايي وسيع و تكامل سريع هستند و نيز از ترياس تا عهد حاضر حضور دارند، اين موجودات جهت مطالعات زيست چينه‌اي بسيار مفيدند. آغاز مطالعه آنها درسالهاي ١٨٥٤ تا ١٨٥٦ توسط ارنبرگ انجام شده است. از آن پس مطالعات چندي دراين مورد انجام شده كه گزارشهای اوليه بيشتر درمورد رده‌بندي بوده و كمتر درمورد بيواستراتي‌گرافي بحث شده است. از سال١٩٦٠پس‌از پي بردن اهميت كاربردي نانوفسيلها درصنايع نفت به خاطر ويژگيهاي اين فسيلها درتعيين سن چينه‌ها و به ويژه آماده سازي سريع آنها، مطالعات انجام شده بر روي اين فسيلها رو به افزايش گذاشت كه از سال ١٩٨٠ تا كنون به همچنان رو به فزوني بوده است.

در مورد نانوفسيلهاي كرتاسه مقالات زيادي منتشر شده كه اشاره به همه آنها خارج از حوصله اين مقاله است. دراينجا به گزارشهایی كه درمطالعات كنوني بيشتر مورد استفاده بوده است اشاره مي‌گردد. خلاصه بسياري از تحقيقات انجام شده تا قبل از سال ١٩٧٠ در مقاله (Cepek & Hay, 1969b) آورده شده است. پس از آن گزارشهای گوناگون دراين مورد منتشر شده است كه جهت شناسايي نانوفسيلهاي كرتاسه برخوردارند (Bukry, 1973; Gartner, 1968; Stover, 1966; Rissati, 1973; Sissingh, 1977; Wind&Wise, 1983). گزارش (Perch-Nielsen, 1985a) درحقيقت يك جمع بندي نسبتاً جامع از كارهاي منتشر شده قبلي است. وي با بررسي نانوفسيلهاي مزوزوئيك و مرور نانو فسيلهاي معرفي شده مشكلات تاكسونومي را مورد بحث قرار مي‌دهد. از آن پس همچنان مطالعات متعددي در اين مورد انجام شده است كه در اينجا به معدودي از آنها از قبيل: (Watkins,1989, 1992, 1996, Wise, 1988 وBurnett,1999) اشاره مي‌گردد. درمطالعات كنوني نانوفسيلهاي عضو گريگوري از سازند پيرشيل معرفي و عكسبرداري شده‌اند. هدف از شناسايي فسيلهاي فوق دراين گزارش معرفي گونه‌هاي جديد نيست. زيرا اين موضوع نياز به مطالعات گسترده‌تر دارد. بلكه نمونه‌هاي مذكور با توجه به اينكه قبلا مطالعه نشده‌اند جهت اهداف زير شناسايي مي‌گردند؛ الف) معرفي نانوفسيلهاي گريگوري ب)گردآوري گونه‌هاي مربوط به يك جنس حتي‌الامكان دريك(plate) به منظور سهولت مقايسه آنها. ازآنجاكه برخي از اين گونه به تعداد زياد يافت شده و تاكنون شناسايي نشده‌اند فعلاً به صورت (SpB SpA) معرفي مي‌شوند. از طرف ديگرچون انتساب

برخي‌از آنها به گونه شناسايي شده نيز مورد بحث است قرارگيري آنها با يكديگر مقدمه‌اي براي معرفي گونه‌هاي جديد خواهد بود.

زمين‌شناسي منطقه

رسوبات كرتاسهِ حوضهِ اينتريور غربی دريک درياي داراي نوسانات پيشروي و پسروي كه از خليج مكزيک تا نواحي معتدل گسترش داشته، ته نشين شده است. برآمدگيهاي موجود در نواحي شرقي نسبت به نواحي غربي حاوي مواد آواري بيشتر بوده‌اند. دراين جا دو كمربند اقليمي باعث ايجاد دو نوع درجه حرارت شمالي كه احتمالاً سرد و جنوبي كه احتمالاً گرم بوده، شده‌است (Textler, 1967; Reeside, 1957).

عضو گريگوري (Gregory Member) از سازند پيرشيل (Pierre Shale) درحوضه اينتريور غربی درآمريكای شمالی و درخلال يک چرخه پيشروی- پسروی درکرتاسه پسين ته نشين شده است. نام گريگوري از رخنمونهاي اين سازند در طول رودخانه ميسوري در داكوتاي جنوبي گرفته شده است. پيرشيل در مقطع تيپ بر روي سازند نايبرارا (Nibrara Formation) قرار دارد و از گلهای سفيد (Chalks) خاكستري روشن تا خاكستري زيتوني، گل سفيدهاي موم مانند و گل سنگهاي غير آهكي تشكيل شده و ماكروفسيلهايي از قبيل دوكفه‌اي و آمونيت و در برخي از جاها قطعاتي از ماهيها در آنها يافت شده است (Johnson, 1959). عضو گريگوري از اين سازند در داكوتاي جنوبي اساساً از شيل‌هاي متوسط تيره تا تيره رنگ كه به طور بين انگشتي با گلهای سفيد شيلي تداخل كرده‌اند، تشكيل شده‌است. بخش بالايي اين عضو شامل مارنهاي نخودي روشن تا خاكستري روشن است. لايه‌هاي بنتونيت و نهشته‌هاي قهوه‌اي رنگ آهن دار به طور پراكنده در اين عضو ديده مي‌شود. ضخامت اين عضو مي تواند نتيجه نوسانات حوضه رسوبي باشد (Sultz, 1980).

روش آماده‌سازي نمونه و مطالعه

نمونه‌هاي مورد مطالعه درسال ۲۰۰۲ ميلادي و درخلال انجام فرصت مطالعاتي در دانشگاه نبراسكا جهت انجام مطالعات تاكسونوميكي بيواستراتي‌گرافي و پالئواكولوژي در اختيار اينجانب قرار گرفت. نتيجه مطالعات بيواستراتي‌گرافي و پالئواكولوژي قبلاً منتشر شده است (Hadavi, 2002). در اين نوشتار و نتايج حاصل از بررسيهاي تاكسونومي نانوفسيل‌هاي يافت شده ارائه مي‌گردد. اين مطالعات بر روي ۳۰ نمونه برداشت شده از مغزه‌هاي حفاري ناحيه

سیستون (شکل ۱) پس از آماده سازي انجام گرفتـه اسـت. یـاد آوری مـي‌شـود کـه دو نمونـه (شماره ۲و۱) از افق چینه‌شناسی یکسان جهت تفسیر محیط رسوبی از خلـیج مکزیـک توسـط دیوید واتکینز دراختیار اینجانب قرار گرفت.

شکل ۱ – محل های نمونه بـــرداری بـــرای مقطـــع سیســـتون (Sisseton) و خلیج مکزیک، Site 538 (Hadavi, 2002)

براي آمـاده سـازي نانوفسـیلهاي آهکـي مـي تـوان روشـهاي (smear slide) بـه کـارگیري سانتریفوژ و استفاده از (ultrasonic Basin) را نام برد. هما نطور که قبلاً ذکر شد چون یکـي از اهداف مطالعات اخیر بررسیهاي پالئواکولوژي بوده که براي انجام آن نیاز به شمارش نمونه‌هـاي فسیلي است، دراینجا از آماده سازي به روش (smear slide) استفاده شـده اسـت. زیـرا در ایـن روش هیچ نانوفسیلي از نمونه خارج نمي شود. این روش به وسیله میکروفسیل شناسان به طرق مختلف صورت مي‌گیرد (Burnett, 1989). در این بررسیها روش مذکور بدین صورت اعمال شد که پس از تراشیدن اطراف بخش کوچکي از نمونه و اطمینان کامل از عدم آلـودگي بـه وسـیله یک چاقو یا تیغ مقدار کمي از نمونه را تراشیده و پودر حاصل را روي یک لامل قرار مي‌دهیم و با افزودن یک قطره آب مقطر برروي نمونه پخش مي‌کنیم. سپس با حرکت دوراني توسط یـک خلال دندان ضخامتهاي مختلف از رسوب روي لامل ایجاد مي‌شود. لامل یـاد شـده روي اجـاق برقي و پس از مدت زمان یک دقیقه خشک مي‌گردد. پس از خشک شدن لامل را توسط چسب

مخصوص اشعه ماوراي بنفش مي‌چسبانيم و به مدت ۱۵ دقيقه جهت اطمينان از چسبيدن لام و لامل در زير اشعه ماوراي بنفش قرار مي‌دهيم.

نمونه‌هاي آماده شده توسط ميكروسكوپ پلاريزان اوليمپوس BH2 و با عدسي شيئ ۱۰۰ و بزرگنمائي ۱۲۵۰ مطالعه شدند. مشاهده نانوفسيلهاي آهكي در نور پولاريزه به ويژه به وسيله عدسيهاي متقاطع الزامي و مشخص كننده ميكروساختارهاي متمايز كننده در گروه اورتوليتيد و هليوليتيد است. وضعيت خاموشي عناصر كلسيتي و انحنا (خمش) خطوط خاموشي منتج از ترتيب قرارگيري كريستاليت ها در كوكوليت‌ها و اشكال ديگر كه داراي اشكال هليوليتيد هستند نه تنها براي تشخيص تفاوتهاي گونه‌اي بلكه نشانگر طرز قرارگيري نمونه است. بدين ترتيب مشخص مي‌شود كدام يک از دو سطح ديستال يا پروكسيمال به سمت بالا قرار گرفته است كه اين خود جهت شناسايي نانوفسيلها ضروري است. گاهي با چرخاندن (Stage) بين صفر تا ٤٥ درجه مي‌توان به شناسايي بسياري از كوكوليت‌هاي تخم مرغي شكل كمک كرد. همان طور كه درتصاوير نيز ديده مي‌شود بسياري از كوكوليتها در نور پلاريزه متقاط نمايان تراست. نمونه‌هاي شناسايي شده توسط ميكروسكپ نوري عكسبرداري شده‌اند.

بررسي نانو فسيلهاي آهكي

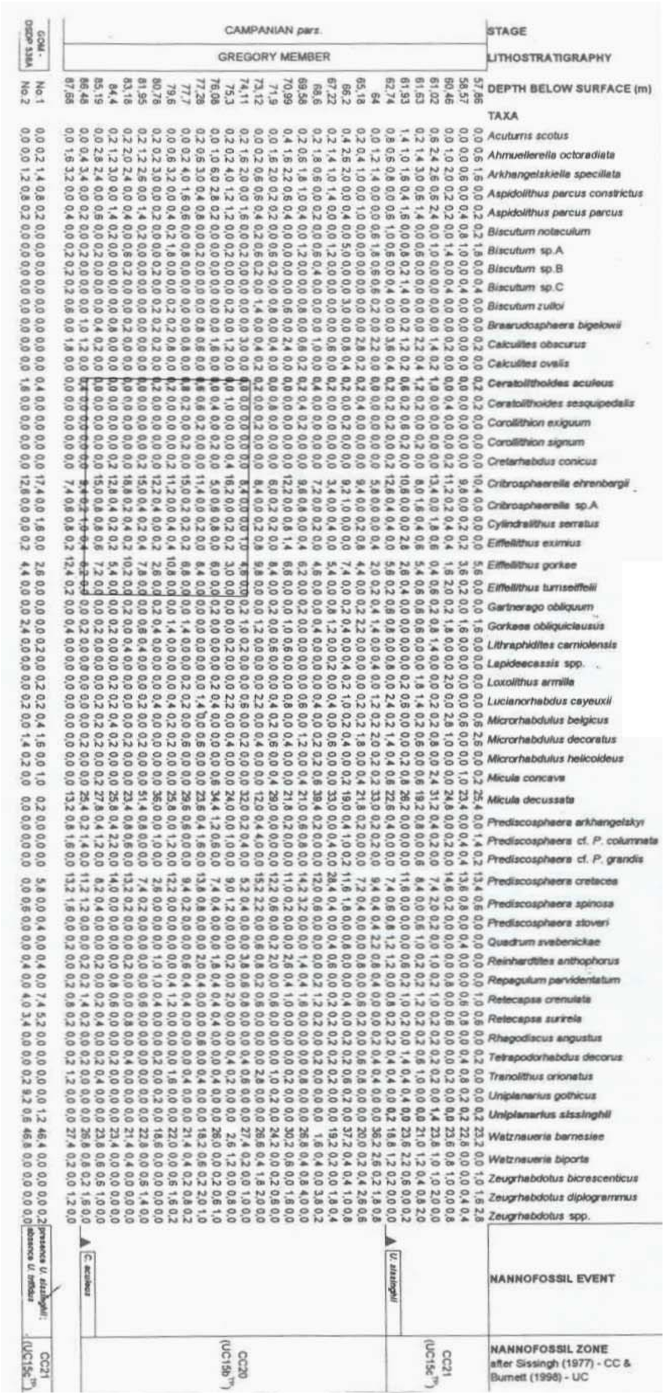
همانطور كه درمقدمه اشاره گرديد گزارشهای متعددي در ابعاد مختلف به بحث در مورد نانوفسيلهاي آهكي اختصاص داده شده است. يكي از كسانی كه به بحث در مورد اشكالات مربوط به سيستماتيك اين موجودات اشاره مي كند (Black, 1968) است. وي پس از بازنگري كوكوليتوفورهاي ژوراسيك، كرتاسه، ترشياري و نيز پس از بررسي كوكوليتوفورهاي موجود در درياهاي امروزي نتيجه گرفت كه غالب انواع امروزي در دو خانواده بزرگ Syracasphaeracea و Zygosphaeracea بوده و بقيه به صورت يك مجموعه هتروژنز مي‌باشند كه غالبا تك جنسي بوده و قرار دادن آنها در يك خانواده ويا تاكسون بدون در نظر گرفتن ارتباطات شجره‌اي است. وي براي حل اين مشكل ترسيم الگوي فيلوژني را بين گونه‌هاي فسيل شده تا عهدحاضر توصيه كرده و مبنايي براي مطالعات سيستماتيك مي‌داند. همان طور كه قبلاً ذكر شد مطالعات پرش نيلسون در سال ۱۹۸۵ علاوه بر مرور نانوفسيلهاي شناسايي شده در مزوزوئيك و سنوزوئيك توسط محققان مختلف به مشكلات رده بندي اشاره نموده و بررسي ارتباطات فيلوژني را در مطالعات سيستماتيك ضروري مي‌داند. وي جنسهايي را كه مابين آنها هيچگونه ارتباطات فيلوژني وجود ندارد در گروه Incertae sedis قرار مي‌دهد. پس ازگزارش نام برده گزارشهای

متعدد ديگري بر روي رده‌بندي اين موجودات انجام شده كه درميان آنها به(Yaung, 1992) اشاره مي‌شود. وي درسال ۱۹۹۲ در بررسي مشكلات رده‌بندي با ميكروسكوپ نوري پلاريزان و نيز استفاده از ورقه‌هاي كمكي (ژيپس) اطلاعات جالبي جهت مطالعات سيستماتيك نانوفسيلهاي آهكي ارائه مي‌دهد.

نانوفسيلهاي آهكي

عليرغم اثرات مخرب انحلال بر روي غالب نانوفسيلهاي آهكي بايدياد آور شد كه نمونه‌هاي مورد مطالعه از حفظ شدگي نسبتاً خوبي برخوردارند. راس و ديگران (Roth, 1975) اثرات انحلال را بر روی نانوپلانکتون‌های امروزی و تيرشتين(Thierstin, 1981) انحلال را بر روي انواع كرتاسه شرح داده‌اند. شايان ذكر است كه حفظ شدگي خوب درنواحي مركزي گونه‌هايي از قبيل (Arkkhangelskiella specialata) (Cribrosphaerlla ehrenbergii) خود نشانگر عدم تأثير انحلال بر روي نمونه‌هاي اخير است. از طرف ديگر نبود پديده‌هايي از قبيل رشد اضافي (Overgrowth) و خورده‌شدگي (etching) در نمونه‌ها دليل ديگري بر تأييد مسئله مذكور است. بدين جهت تعداد گونه‌هاي يافت شده در نمونه‌هاي اخير بسيار زياد است. اصولاً نانوفسيلهاي آهكي بيشترين تنوع خود را در كامپانين مياني و بالائيه دارا هستند. تاكنون ۱۳۲ گونه نانوفسيل از اين محدوده زماني در دنيا گزارش شده است. به اين دليل و ديگر دلايل ذكرشده از قبيل عدم تأثير انحلال، گونه‌هاي يافت شده درعضو گريگوري داراي فراواني (density) و گوناگونی (diversity) زيادند كه غالب آنها عكسبرداري و در پليت‌هاي ارائه گرديده است. فراواني بسيار زياد آنها در ميدان ديد گاهي باعث اشكال در مشاهده و نتيجتاً غفلت درعكس برداري است. جدول شماره۱ نيز حاوي تعدادي از نانوفسيلهاي شناسايي شده است كه جهت بررسيهاي پالئواكولوژي شمارش شده‌اند. در مطالعات كنوني علاوه بر گونه‌هاي موجود در عضو در عضو گريگوري توجه به گونه‌هاي متعلق به جنس‌هاي Cribrosphaerella, Eiffellithus, Lucianorhabdus و Prediscosphaera شده است كه به شرح زير خلاصه مي‌شود:

جنس **Cribrosphaerella**: شامل كوكوليتهاي كروي وبيضوي كه در دو سپر ديستال و پروكسيمال به ترتيب داراي يك و دو سيكل از اجزاي كلسيتي است، ناحيه مركزي آن بسيار وسيع و واجد سوراخهاي متعدد است. ژنوتيپ اين جنس گونه Cribrosphaerella ehrenbergii است كه به شكل بيضي و داراي سوراخهاي متعدد در ناحيه مركزي است، تاكنون گونه‌هاي متعددي كه گاهي داراي اختلافات بارز(شكل كوكوليت، ضخامت سيكل و تعداد سوراخها) با



جدول ۱ – گسترش نانوفسیل های آهکي در نمونه هاي عضو گريگوري (Hadavai, 2002)

ژنوتیپ مي‌باشد به این گونه نسبت داده شده است (plate 3). البته گاهي تعداد منافذ مي‌تواند نشانگر تأثیر عوامل محیطي باشد در غیر این صورت و با توجه به محدوده زماني گونه‌هاي موجود به ویژه چنانچه افق چینه‌شناسي متفاوت باشد، مي‌توان به معرفي گونه‌هاي جدید پرداخت. درگزارشهاي منتشر شده تا کنون انواع کروي این گونه که درنمونه‌هاي گریگوري یافت شده، گزارش نشده است.

جنس **Eiffellithus:** ازکوکولیتهاي بیضوي تا نسبتاً کروي تشکیل شده است که واجد یك حلقه متشکل از اجزاي کلسیتي مایل درخارج و یك ناحیه مرکزي وسیع است. یك صلیب بزرگ نامتقارن بخش اعظم ناحیه مرکزي را مي‌پوشاند. تا کنون تفکیك گونه‌هاي مختلف این جنس غالباً برمبناي طرز قرارگیري صلیب نسبت به محورهاي کوکولیت بوده است. نتیجتاً درمیان گونه‌هاي متعددي که به این گونه منسوب شده‌اند تفاوتهایي وجود دارد. به نظر این جانب جهت جدایش گونه‌هاي متعلق به این جنس باید علاوه بر ویژگي مذکور وسعت ناحیه مرکزي، اندازه صلیب، و فاصلهء صلیب از دیواره نسبت به ضخامت دیواره مورد بررسي قرار گیرد. بدین ترتیب برخي از گونه‌هایي که تحت نام E.gorkae معرفي شده‌اند احتمالاً متعلق به گونه‌هاي دیگرند و نام گذاري مجدد آنها ضروري است (palet 2).

جنس **Lucianorhabdus**: جزو گروه هولوکوکولیت‌ها (کوکولیتهاي داراي اجزاي کلسیتي همسان) است و براي تقسیم‌بندي زیست چینه‌اي کرتاسه پسین واجد اهمیت ویژه‌اي است. اصولاً این کوکولیتهاي به سهولت تحت تأثیر عوامل محیطي قرار مي‌گیرند درنتیجه اشکال مورفولوژي آنها با تغییر عوامل محیطي به سهولت تغییر مي‌کند. شاید این یکی از دلایلی باشدکه تا کنون درمورد تفکیك گونه‌اي درمورد جنس نام برده مطالعات زیادي انجام نشده است. توجه به اشکال متفاوت گونه‌هاي تحت عنوان Cayeuxi Lucianorhabdus و درعضو گریگوري یافت شده‌اند لزوم بازنگري در نام‌گذاري این گونه‌ها را ضروري باشد. یادآوري مي شود که برخي ازانواع یافت شده در نمونهاي مورد مطالعه با اشکال گزارش شده قبلي متفاوتند.

جنس **Prediscosphaera**: این جنس عبارت از یك کوکولیت کروي تا بیضوي و واجد ١٦ جزء کلسیتي در هریك از دو سپر دیستال و پروکسیمال است. در ناحیه مرکزي این فسیل یك صلیب به شکل(+ یا ×)وجود دارد. به طورکلي برمبناي جهت قرارگیري صلیب مرکزي نسبت به محورهاي کوکولیت مي‌توان دو گروه اصلي را درنمونه‌هاي مطالعه شده این جنس تفکیك کرد: گروه اول آنهایي که محور صلیب درامتداد محورهاي اصلي کوکولیت است تحت عنوان P.spinosa ودوم گونه‌هایي که صلیب مرکزي درامتداد محورهاي اصلي کوکولیت نمي‌باشند و بیشتر تحت عنوان P.cretacea شناسایي شده اند.با مروری براشکال معرفي شده مي‌توان به این

نتيجه رسيدكه گونه‌هاي زيادي كه قبلاً تحت عنوان P.cretacea شناسايي شده‌اند متعلق به اين گونه نمي‌باشند. علاوه بر اين تعدادي از گونه‌هايی كه در (plate 4) نشان داده شده كه در گزارشهاي قبلي يافت نشده‌اند.

علاوه بر جنسهاي فوق مي‌توان موارد مشابهي را درجنسهاي Biscutum (palet 3) و Certaolithoides (plate 5) مشاهده كرد كه با هيچ كدام از گونه‌هاي معرفي شده قبلي انطباق ندارند. درخاتمه يادآور مي‌شود از آنجايي‌كه گونه‌هاي مورد بحث در نمونه‌هاي گريگوري از تراكم نسبتاً زيادي برخوردارند، بررسي دقيق‌تر نمونه‌هاي مذكور جهت بازنگري سيستماتيك الزامي است.

بيواستراتيگرافي

همان طوركه قبلاً ذكر شده دراين نوشتار هدف اصلي ارائه مطالعات زيست چينه‌اي نيست، اما از آنجاكه درمعرفي نانوپلانكتونهاي آهكي آگاهي از افق زيست چينه‌اي آنها ضروري است مختصراً به گسترش چينه‌شناسي غالب گونه‌هاي يافت شده اشاره مي‌شود (جدول۱). چنانكه درجدول فوق مشخص است براساس نانوپلانكتونهاي موجود زونهاي زير شناسايي شده‌اند:

زون**Ceatolithoides aculeus (cc20)**: اين زون به وسيله (Cepek&Hay, 1969) معرفي و به حد فاصل زماني بين ظهور گونه Ceatolithoides aculeus تا ظهور گونه Uniplanarius sissingh اطلاق مي‌شود. سن زون مذكور بخش پاياني كامپانين آغازين است.

زون**Uniplanarius sissingh (cc20):** تا Uniplanarius sissingh اين زون به وسيله Sissingh, 1977 معرفي شده است و از ظهور گونه Uniplanarius sissingh تا ظهور گونه trifidum Uniplanarius تعريف مي‌شود. سن اين زون آغاز كامپانين پسين است وجود زونهاي نامبرده در نهشته‌هاي اخير محدوده زماني بخش پاياني كامپانين آغازين تا آغاز كامپانين پسين را براي زمان رسوب گذاري عضو گريگوري مشخص مي‌كند.

نتيجه گيري

بررسي نانوفسيلهاي گريگوري منجر به نتايج زير است:

۱. شناسايي تعداد ۹۲ گونه كه تصاوير برخي از آنها ارائه گرديده است.
۲. معرفي و عكس برداري از گونه هايي كه قبلاً شناسايي نشده‌اند.

قدرداني

درخاتمه لازم مي‌دانم از پروفسور ديويد و اتكيتز (David Watkinz) از دانشگاه نبراسكا كه از ديدگاهای ارزشمندشان استفاده كردم، سپاسگزاري كنم.

References

Bukry, D., (1973) *Coccolith stratigraphy*. Eastern Equatorial Pacific, Leg 16, DSDP; Init. Rep. DSDP, **16,** 653-611

Burnett, J.A., (1998) *Upper Cretaceous Calcareous Nannofossil Biostratigarphy* In: P.R.Bown(Ed.) Chapman & Hall/Kluwer Academic,London:132-199.

Cepek, P., and Hay, W.W., (1969) *Zonation of the Upper Cretaceous using calcareousnannoplankton*, Paleobotanik, **3,** 333-341.

Gartner, S., (1968) *Coccolith ands related calcareous nannofossils from Upper Cretaceous deposits of Texas and Arkansas*.The university of Kansas paleontological contributions. Article 48 (protista1) 1-56.

Hadavi, F., (2002) *Biostratigraphy and Palaeogeography of the Gregory Member (Campanian) of the Western Interior Basin.* South Dakota. J.N.R. **24(1),** 9-13.

Johnson, C.L., (1959) *Microfossils of the Gregory Shale Member of the Pierre Shale Formation*, Proc. S. D. ACAD.xxxvIII.

Perch-Nielsen, K., (1985) *Mesozoic calcareous nannofossil*, in plankton Stratigraphy (eds. H.M Bolli, J.B., Saunders and K., Perch-Nielsen), Cambridge University Press, pp.329-426.

Reeside, J.B. Jr, (1957) *Paleoecology of the Cretaceous seas of the Western Interior of the United States*. Geologist, U.S. Geol. Survey, Memoir, **67,** 505-545.

Risatti, J.B. (1973) *Nannoplankton biostratigraphy of the Upper Bluffport Marl-Lower Prairie Bluff Chalk interval (Upper Cretaceous), in Mississippi.* Proc. Symp. Calca. Nannofossils. Gulf Coast Sect. Soc. Econ. Paleontol. Mineral., pp.8-57.

Roth, (1975) *Coccolith sedimentation by fecal pellets*: laboratory experiments and field observations. Geol. Sci. Am. Bull, b.**86,** 1079-1084.

Schultz, L.G., Tourtelot, H.A., Gill, J.R., and Boemgen, J.G., (1980) *Composition and properties of the Pierre Shale and equivalent rocka*, northern great plains Region. U.S. Geological survey Professional Paper, **1064(B)**, Bl-B84.

Stover, L.E., (1966) *Cretaceous coccoliths and associated nannofossils from France and the Netherlands*. Micropaleontology, **12,** 133-167.

Sissingh, W., (1977) *Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton*, Geologic Mijnbouw, **57,** 433-440.

Texler, D.W., (1967) *Stratigraphic distribution of upper cretaceous nannoplankton (coccolith)in central and northern Colorado and the Black Hills region*: Journal of the Paleontology, **39,** 1355-1364.

Thierstein, H.R., (1981) *Late Cretaceous nannoplankton and the change at the Cretaceous-Tertiary boundary*: SEPM Special Publication, **32,** 355-394.

Watkins, D.K., (1986) *Cicareous nannofossil paleoceanography of the Cretaceous Greenhorn sea*: Geological Society of America, Bulletin, **97,** 1239-1249.

Watkins, D.K., (1989) *Nannoplankton productivity fluctuations and ritmically-bedded pelagic carbonates of Greenhorn Limestone(Upper Cretaceous)*: Paleogeography, Paleoclimetology. Paleoecology, **74,** 75-86.

Watkins, D.K., (1992) *Upper cretaceous nannofossils from Leg 120, Kerguelen plateau, southern ocean* .Proc.Ocean. drilling program, scientific results, **120**,

Watkins, D.K., (1996) *Upper Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoecology of the Southern Oceon*. In Alicia Moguilesvky and Robin Whatley (Eds). Microfossils and Oceanic Environments. University of Wales Aberystwyth-Press: 355-381.

Wind, F.H., and 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.*, init. Repts DSDP, 71: Washington (U.S.Govt. Printing Office), 551-563.

Wise, S.W., Jr. (1988) *Mesozoic-Cenozoic history of calcareous nannofossil in the region of the southern ocean*. Palaeogeog. Palaeoclimatol., Palaeoecol., **67,** 157-179.

Young, J.R., (1992) The description and analysis of coccolith structure, in Nannoplankton Reserch,Vol .1,(eds B.Hamrsmid and J.R.Young), Knihovnicka ZPZ, **14a(1),**35-71.

PLATE 1

Figs 1-2. *Ahmuerella octoradiata*
Fig 3. *Ahmuerella regularis*
Fig 4. *Heteromarginatus wallacei*
Fig 5. *Pseudomarginatus* sp.A
Fig 6 .*Glaukolithus bicricenticus*
Fig 7. .*Glaukolithus diplogramus*
Figs 8. *Tranolithus minimus*
Figs 9-10. *Tranolithus manifestus*
Figs 11-12. *Tranolithus* sp.A
Fig 13. *Gorkea obliquiclasus*
Figs 14-15. *Zeugrhabdotus* cf *Z.erectus*
Fig 16. *Zeugrhabdotus scotula*
Fig 17. *Zeugrhabdotus* sp.A
Figs 18-19. *Zeugrhabdotus* sp.B
Fig 20. *Placozygus fibuliformis*
Fig 21. *Placozygus* cf *P.sigmoides*
Figs 22-23. *Chiastozygus propagulis*
Fig 24. *Chiastozygus* sp.A
Fig 25. *Chiastozygus* sp.B
Fig 28-29. *Helicolithus* sp.A
Fig 30. *Loxolithus armila*

PLATE 1

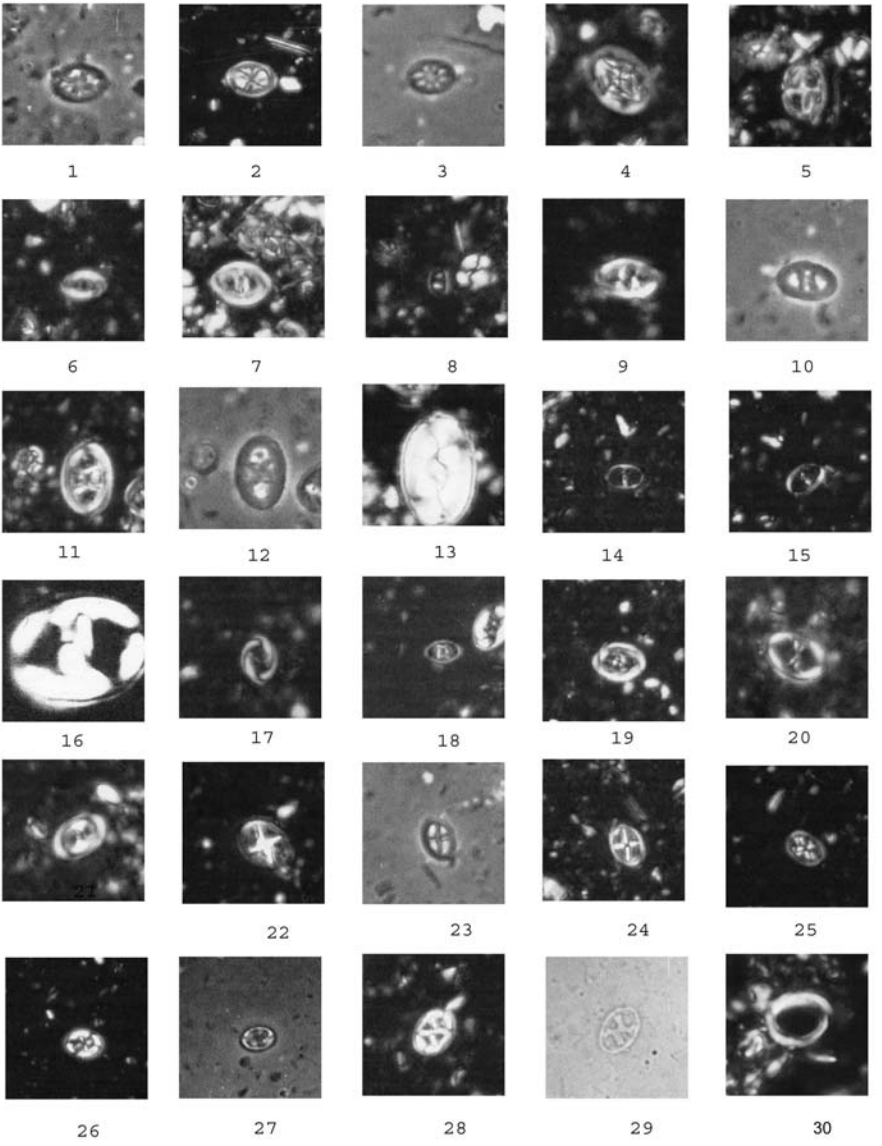


PLATE 2

Figs 1-5.*Eiffellithus eximius*
Figs 6-16. *Eiffellithus gorkae*
Figs 17-19. *Eiffellithus turriseiffelii*
Fig 20. *Eiffellithus* sp.A

PLATE 2

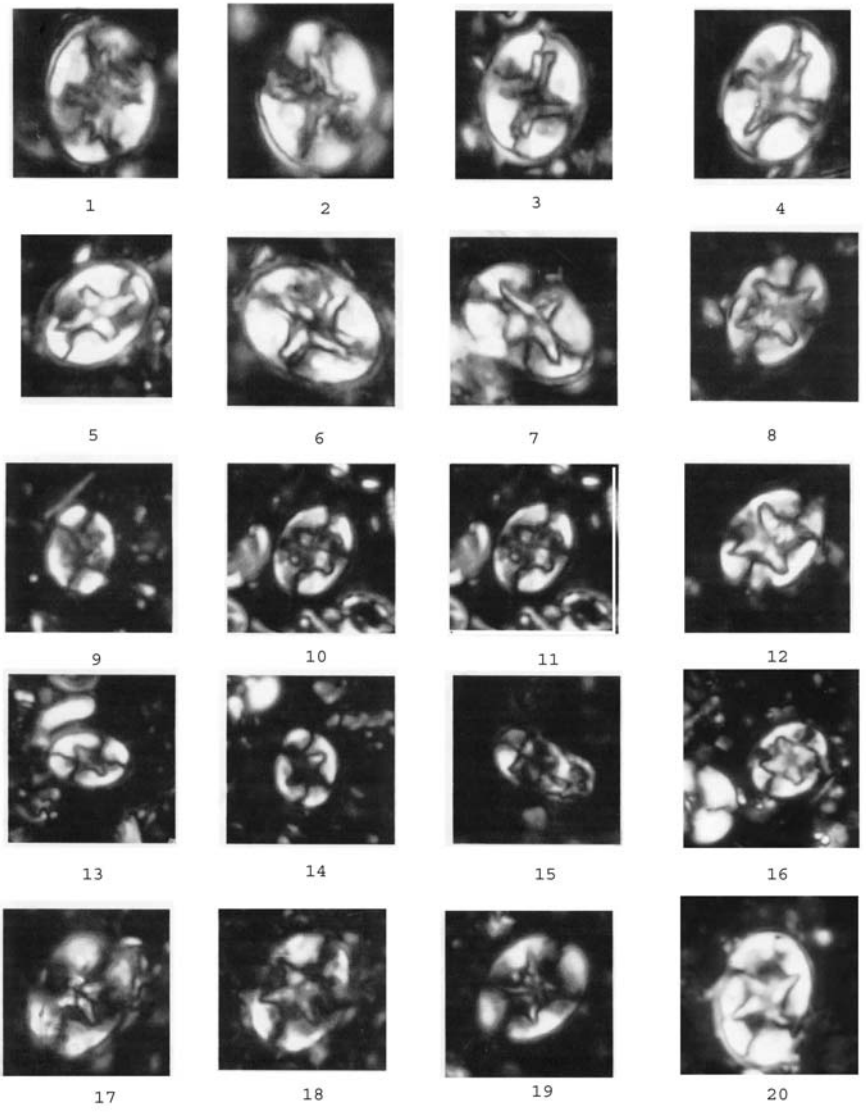


PLATE 3

Figs 1-2. *Cribrosphaerella* sp.A
Figs 3-4. *Cribrosphaerella* sp.B
Fig 5.*Cribrosphaerella sp.C*
Fig 6. *Cretarhabdus conicus*
Fig 7. *Cretarhabdus sp.A*
Figs 8-9. *Cretarhabdus sp.B*
Fig 10. *Cribrosphaerella ehrenbergii*
Fig 11.*Flabellites oblongus*
Fig 12. *Retacapsa* sp.A
Fig 13. *Retacapsa crenulata*
Fig 14. *Retacapsa* sp.B
Fig 15. *Biscutum* sp.B
Fig 16. *Biscutum magnum*
Fig 17. *Biscutum* sp.A
Fig 18. *Biscutum zolloi*
Figs 19-20. *Biscutum* sp.B
Figs 21-22. *Biscutum notaculum*
Figs 23-24.*Markalius* sp.A
Fig. 25. *Rotelapillus crenulatus*
Fig 26. *Tetrapodorhabdus decorus*
Fig 27. *Rhugodiscus angostus*
Fig 28. *Corrollithion exiguum*
Fig 29-30. *Cycloglasphaera* sp.A

PLATE 3

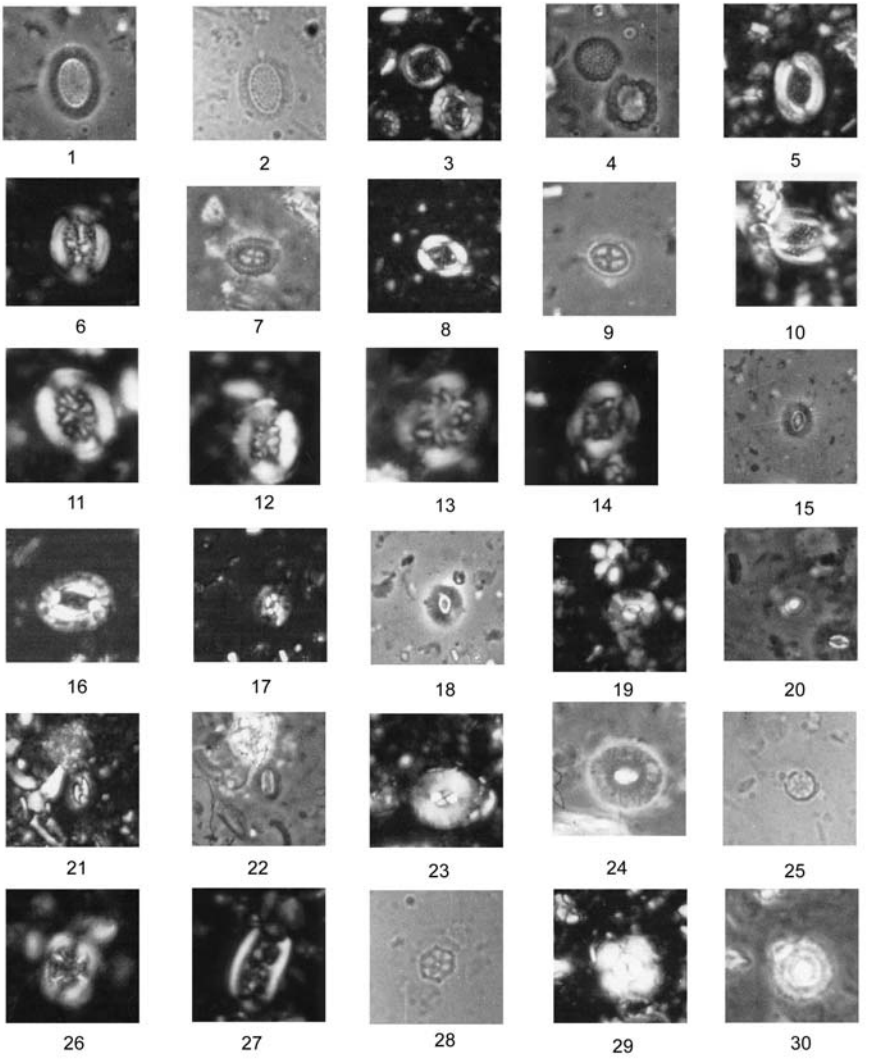

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

PLATE 4

Figs 1,6. *Prediscosphaera arkhangelskyi*
Fig 2. *Prediscosphaera* cf. *P.intercisa*
Figs 3-4. *Prediscosphaera* cf. *P. columnata*
Fig 5. *Prediscosphaera* cf. *P.grandis*
Fig 7. *Prediscosphaera* sp.A
Fig 8. *Prediscosphaera* sp.B
Fig 9. *Prediscosphaera spinosa*
Fig 10. *Prediscosphaera columnata*
Fig 11. *Prediscosphaera* sp.C
Fig 12. *Prediscosphaera*sp.D
Figs 13-15. *Prediscosphaera cretacea*
Figs 16-17. *Broinsonia constrictus*
Figs 18-19. *Broinsonia parcus*
Figs 20-23. *Arkhangelskiella specialata*
Figs 24-25. *Broinsonia furtiva*
Figs 26-27. Watznaueria barnesae
Fig 28. *Manvitella pemmatoidea*
Fig 29. *Prediscosphaera* sp.E
Fig 30. *Prediscosphaera* sp.F

PLATE 4

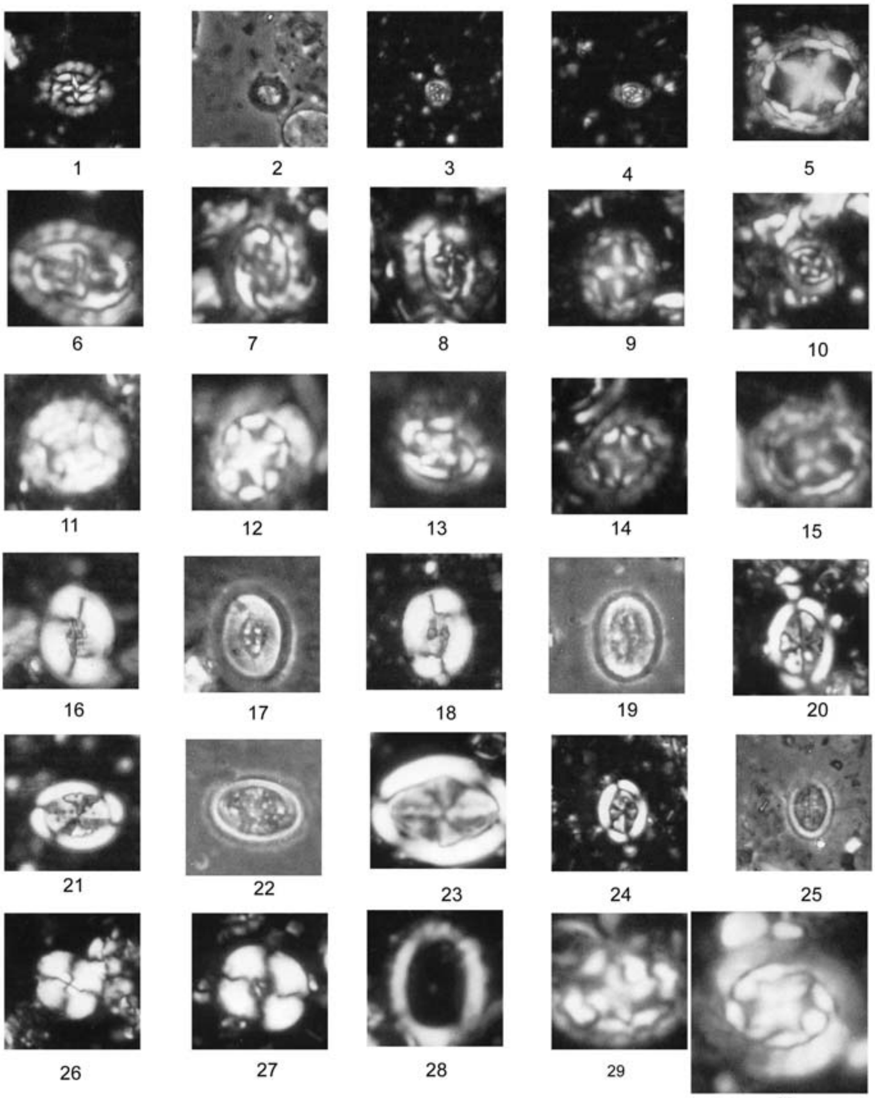

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

PLATE 5

Fig 1. *Lucianorhabdus* sp.A
Fig 2. *Lucianorhabdus sp.B*
Figs 3-5. *Lucianorhabdus cayeuxii*
Fig 6. *Acuturris scotus*
Fig 9. *Lucianorhabdus* sp.C
Fig 10. *Microrhabdulus helicoides*
Fig 11. *Microrhabdulus belgicus*
Fig 12. *Microrhabdulus decoratus*
Fig 13. *Lapideacassis* sp.A
Fig 14. *Lapideacassis* sp.B
Fig 15. *Uniplanarius sissinghii*
Fig 16.*Quadrum* cf. *Q.svabenickae*
Fig 17. *Micula concava*
Fig 18. *Lucianorhabdus* ? spD
Fig 19,23. *Ceratolithoides sesquipedalis*
Figs 20,24. *Ceratolithoides* cf. *C.arcuatus*
Fig 21. *Ceratolithoides aculeus*
Fig 22. *Ceratolithoides* sp.A
Fig 25. *Microrhabdulus belgicus*
Fig 26. *Orastrum campanensis*
Fig 27. *Calculites obscurus*
Fig 28. *Calculites* sp.A
Fig 29. *Pharus* sp.A

PLATE 5