

پالینولوژی و پالئواکولوژی سازند زکین، میدان گازی کیش، شمال خلیج فارس

حسین هاشمی، دانشیار گروه زمین‌شناسی دانشکده علوم زمین دانشگاه خوارزمی

نیما نظام‌وفا، کارشناس ارشد دانشکده علوم زمین دانشگاه خوارزمی*

چکیده

پالینوفلور نسبتاً متنوعی با حفظ شدگی ضعیف تا نسبتاً خوب شامل میکروفیتوپلانکتون‌ها، اسپوره‌های تراپلست و مونولت، کریپتوسپورها، کیتینوزوآها و اسکلوکودونت‌ها در رسوبات سازند زکین در برش چینه‌شناسی چاه کیش ۲، میدان گازی کیش، شمال خلیج فارس وجود دارند. الگوی پراکندگی چینه‌شناسی میکروفیتوپلانکتون‌ها و اسپوره‌های یافت شده منجر به شناسایی یک بیوزون تجمع‌ی شده که به صورت غیررسمی تحت عنوان *assemblage zone A* نام‌گذاری شده است. نهشته‌های مورد مطالعه با توجه به حضور پالینومورف‌های دارای ارزش چینه‌شناسی نظیر *Chomotriletes vedugensis*, *Cristatisporites triangulatus*, *Retusotriletes rugulatus*, *R. distinctus*, *R. triangulatus*, *Geminospora lemurata*, *Ancyrospora ancyrea*, *A. langii*, *Grandispora cornuta*, *G. inculta*, *Verrucosisporites polygonalis*, *Emphanisporites rotatus* و همچنین عدم وجود گونه‌های شاخص فامنین مانند *Retispora lepidophyta* به اوایل دونین پسین (فرازنین) نسبت داده شده‌اند. مقایسه پالینوفلور مورد مطالعه با پالینوفلورای تقریباً هم‌زمان از سایر نقاط ایران و جهان حاکی از آن است که مجموعه مورد بررسی با مجموعه‌های گزارش شده از زاگرس، البرز، عربستان سعودی و استرالیا شباهت بیشتری دارد. بررسی نسبت میکروفیتوپلانکتون‌ها به اسپورها و همچنین نسبت میکروفیتوپلانکتون‌های دارای زوائد بلند به اشکال ساده (فاقد زائده) نشان می‌دهد که رسوبات سازند زکین در محیط دریایی کم عمق و حاشیه قاره‌ای تشکیل شده‌اند. قرابت اسپوره‌های شناسایی شده نشان می‌دهد در پوشش گیاهی اطراف حوضه‌رسوبی مذکور، *Lycopsida* و *Filicopsida* فراوانی نسبی بیشتری داشتند. **واژه‌های کلیدی:** پالینولوژی، پالئواکولوژی، دونین پسین، سازند زکین.

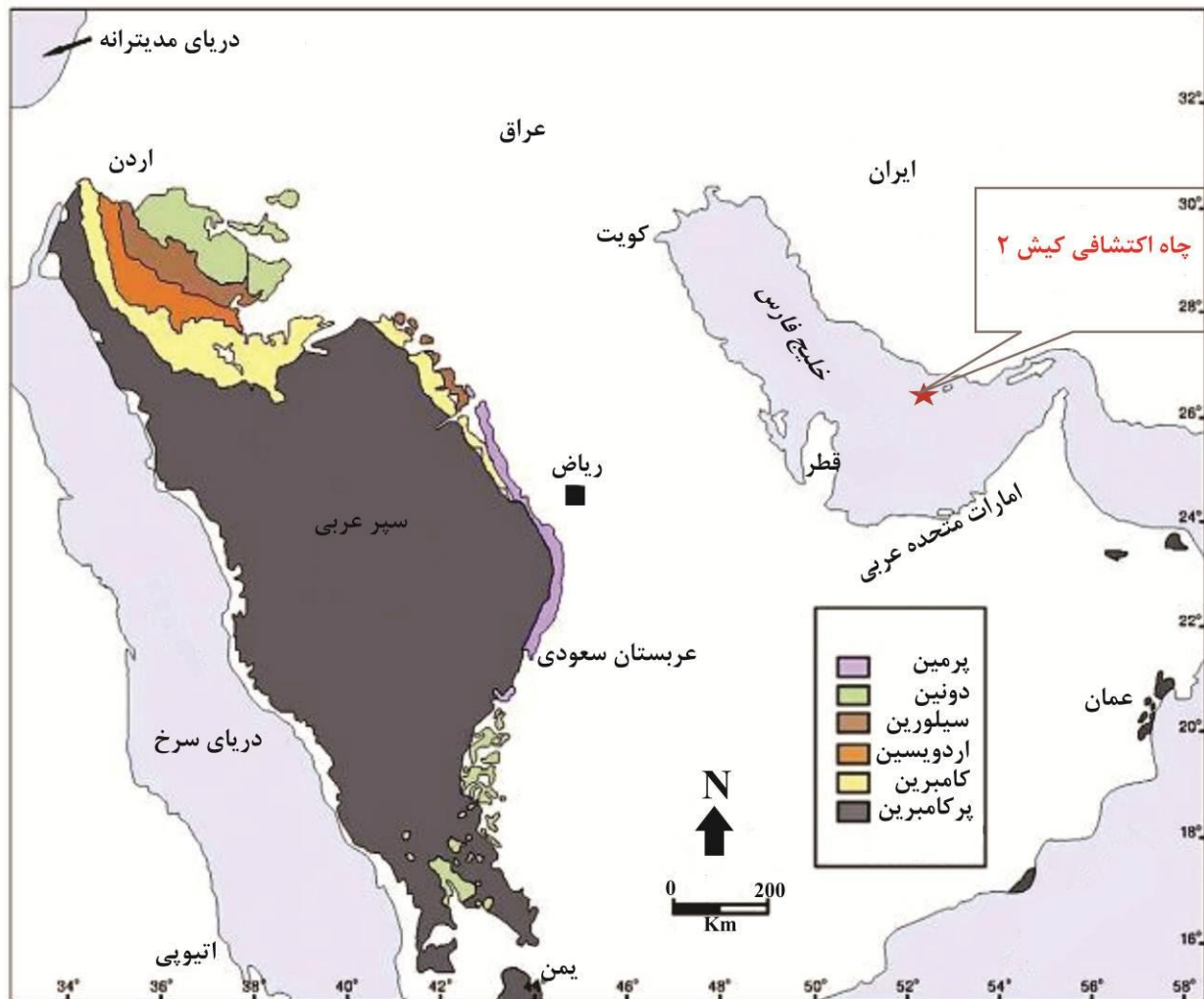
مقدمه

با توجه به رخداد خشکی‌زایی کالدونین و عقب‌نشینی دریا از سکوی ایران، اطلاعات دیرینه‌شناسی و دیرینه جغرافیای دونین پیشین و میانی ایران کامل نیست (علوی نایینی ۱۳۷۲)، اما از اواخر دونین میانی و هم‌زمان با بالا آمدن سطح آب دریا در مقیاس جهانی، پیشروی دریا از شمال و شمال شرقی ایران آغاز شد و در اوایل دونین پسین (فرازنین) به اوج خود رسید. این گسترش دریا در امسین-فرازنین، سبب تشکیل رسوبات جدید روی سطح ناپیوستگی فرسایشی سنگ‌های قدیمی‌تر گردید (Stocklin 1972, McGhee 2005). بالا آمدن جهانی سطح آب دریاها در امسین-فرازنین، احتمالاً به علت رخداد ریفت قاره‌ای اروپا (McGhee 2005)، به تدریج سبب کاهش موانع ارتباطی محیط‌های دریایی، فراهم شدن امکان مهاجرت بیشتر گونه‌ها و پراکندگی جهانی شدن بایوتا شد. شباهت قابل توجه آکریتارک‌ها در رسوبات دونین بالایی مناطق مختلف ایران و همچنین در مقیاس جهانی (Hashemi & Playford 1998) احتمالاً مؤید این مطلب است. نهشته‌های دونین منطقه زاگرس (سازند زکین) شامل ماسه سنگ‌های سفید رنگ با میان لایه‌هایی از دولوستون‌های دانه ریز قهوه‌ای رنگ، شیل‌های تیره زغالی و گاهی کنگلومرای ماسه‌ای خاکستری رنگ است (قویدل سیوکی ۱۳۷۷، آقاناتی ۱۳۸۳، Ghavidel-Syooki 1993). قویدل سیوکی (1988) Ghavidel-Syooki براساس پراکندگی چینه‌شناسی آکریتارک‌ها و اسپورها چهار بیوزون تجمع‌ی در رسوبات مذکور (در آن زمان با عنوان سازند فراقان) معرفی و سپس براساس گسترش چینه‌شناسی انواع آکریتارک‌ها و اسپورها شش بیوزون تجمع‌ی غیررسمی به سن دونین (ژدینین-فرازنین) برای سازند زکین پیشنهاد کرد.

لیتواستراتیگرافی سازند زکین در برش چینه‌شناسی چاه

کیش ۲

برش چینه‌شناسی زیر سطحی چاه کیش ۲ با مختصات جغرافیایی $56^{\circ} 53'$ طول شرقی و $30^{\circ} 26'$ عرض شمالی تقریباً در ۳ کیلومتری جنوب غربی جزیره کیش، شمال خلیج فارس و در میدان گازی کیش واقع شده است (شکل ۱). در برش چینه‌شناسی مذکور، سازند زکین به ضخامت ۹۸ متر (حفاری شده) با ناپیوستگی فرسایشی زیر نهشته‌های سازند فراقان (پرمین) قرار دارد. این واحد سنگی در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه شامل ماسه سنگ‌های رسی، ماسه سنگ‌های لیتیک‌دار، همچنین ماسه سنگ‌های سفید تا خاکستری رنگ ریز تا درشت دانه است که گاهی نیز به ماسه سنگ رسی تبدیل می‌شود. حفاری چاه کیش ۲ در عمق ۴۴۰۸ متر متوقف شده و بنابراین وضعیت مرز زیرین سازند زکین در برش چینه‌شناسی مذکور نامشخص است، اما مرز فوقانی سازند زکین با نهشته‌های سازند فراقان با توجه به شواهد پالینولوژی اولین ظهور پولن‌های تک باله و پولن‌های دوباله در نهشته‌های سازند فراقان تفکیک شده است. قابل ذکر است که در مطالعه پالینوفلور نهشته‌های سازند زکین در برش چینه‌شناسی تنگ زکین واقع در کوه فراقان، ۱۰۳ کیلومتری شمال بندرعباس (Ghavidel-Syooki 2003)، سازند زکین شامل ۲۸۵ متر ماسه سنگ با میان لایه‌هایی از شیل و گاهی آهک دولومیتی در نظر گرفته شده است. همچنین زمان‌زاده (۱۳۸۷) و Zamanzadeh et al. (2009)؛ Zoleikhaei et al. (2015) این واحد سنگی در برش چینه‌شناسی کوه گهکم را شامل ۱۱۶ متر تناوب ماسه سنگ با میان لایه‌هایی از شیل در نظر گرفته‌اند. آماده (۱۳۹۱) نیز لیتولوژی مشابه برش چینه‌شناسی چاه کیش ۲ را با ضخامت تقریبی ۴۱۱ متر از برش چینه‌شناسی میدان نفتی سلمان، واقع در جنوب غرب خلیج فارس گزارش نموده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی چاه کیش ۲، جنوب غربی جزیره کیش، شمال خلیج فارس.

نمونه‌های مورد مطالعه و روش کار

برای انجام این مطالعه، با توجه به وجود پالینومورف‌ها در سنگ‌های آواری دانه ریز تیره رنگ (Traverse 2007)، از افق‌های مناسب سازند زکین ۱۰ نمونه برداشت شده است. برای جدایش پالینومورف‌ها از رسوبات دربرگیرنده از روش‌های معمول در پالینولوژی استفاده شده است (Barss & Williams 1973; Phipps & Playford 1984; Wood et al. 1996). برای انحلال کربنات‌ها و اکسیدهای آهن از اسیدکلریدریک ۱۰٪ و سپس برای انحلال سیلیکات‌ها از اسیدفلوئوریدریک ۴۰٪ استفاده شده است. در مرحله بعد برای از بین بردن ژل

سیلیکاته ایجاد شده، از اسیدکلریدریک ۵۰٪ استفاده و در نهایت از اسید نیتریک و یا محلول شولتز ($\text{KClO}_3 + \text{HNO}_3$) استفاده شده است (Batten & Morrison 1983). برای افزایش فراوانی نسبی و تمرکز پالینومورف‌ها از محلول کلرور روی (ZnCl_2) با وزن مخصوص 2gr/cm^3 استفاده شده است. مطالعه اسلایدهای تهیه شده حاکی از این است که در نهشته‌های سازند زکین (عمق ۴۴۰۸-۴۳۱۲ متر) در برش چینه‌شناسی زیر سطحی چاه کیش ۲، پالینوفلور نسبتاً متنوعی با حفظ شدگی ضعیف تا نسبتاً خوب شامل میکروفیتوپلانکتون‌ها (سیست پرازینوفیت‌ها و آکریتارک‌ها)، اسپورهای ترایلت و

مونولت، کریتوسپورها، کیتینوزوآها، اسکلوکودونت‌ها و همچنین دیواره داخلی فرامینیفرها (به صورت نابرجا و ریزش از افق‌های فوقانی چاه مورد مطالعه) وجود دارند.

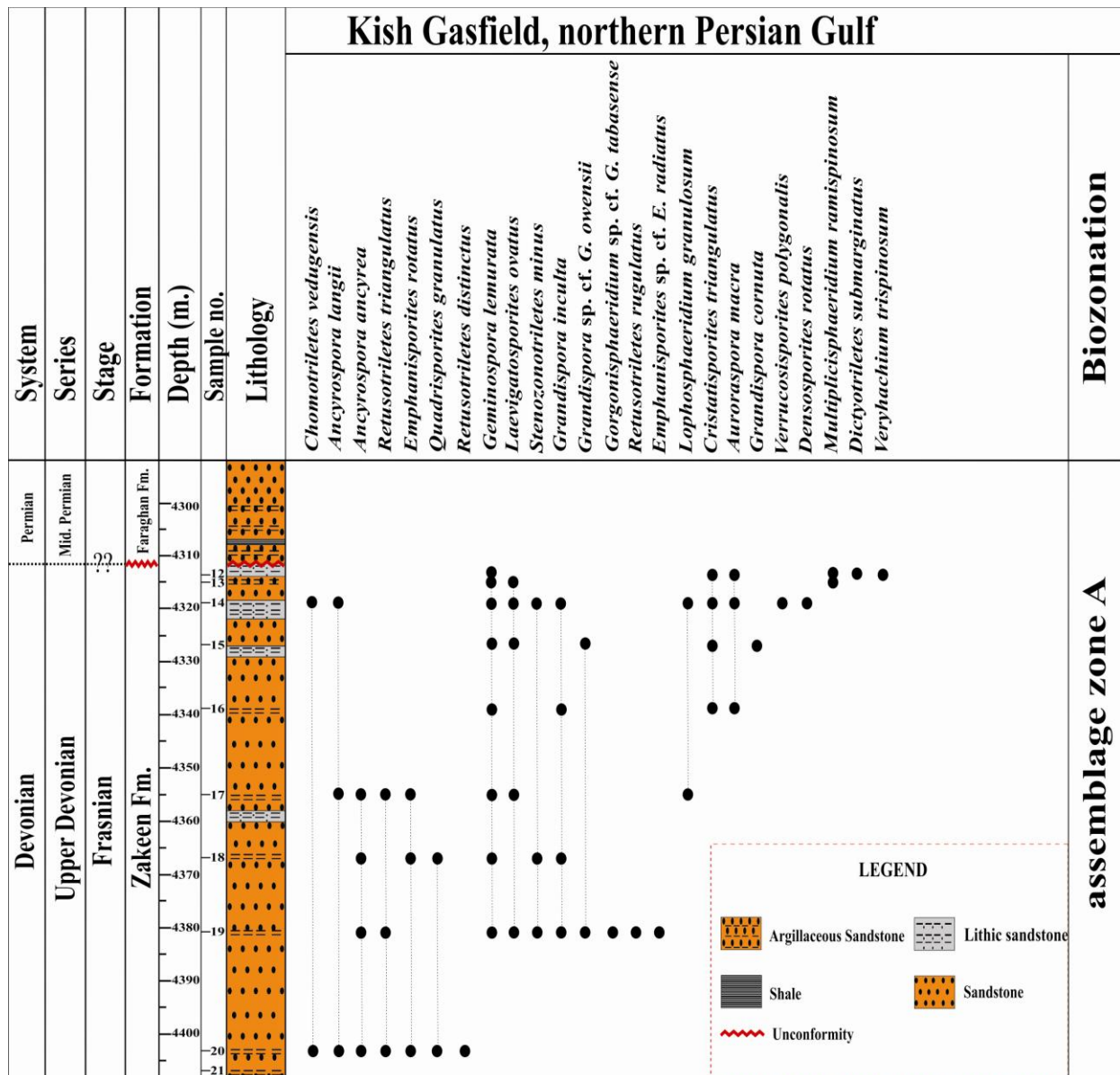
لازم به ذکر است که با توجه به نمونه‌برداری از توالی زیر سطحی، احتمال اختلاط پالینومورف‌های موجود در نهشته‌های سازند زکین با نمونه‌های عهد حاضر و همچنین نمونه‌های نابرجا (مربوط به افق‌های بالایی سست و ناپایدار در چاه مذکور) در نظر گرفته شده اما شناسایی و تفکیک پالینومورف‌های یادشده در پالینوفلور مورد مطالعه مد نظر نبوده است.

پالینوستراتیگرافی

در نمونه‌های سازند زکین در برش چینه‌شناسی چاه کیش ۲، تنوع و فراوانی نسبی پالینومورف‌های دریایی نسبت به اسپورها بسیار کمتر است. به عبارت دیگر، ۴۰ گونه (متعلق به ۲۶ جنس) از اسپورها و ۱۱ گونه (مربوط به ۷ جنس) از میکروفیتوپلانکتون‌ها شناسایی شده‌اند (پلیت‌های ۱ تا ۴). از میکروفیتوپلانکتون‌های دریایی سازند زکین *Chomotriletes* Naumova, 1953 و *Multiplicisphaeridium vedugensis* Staplin, 1961 و *ramispinosum* Eisenack 1938 Stockmans و *Veryhachium trispinosum* Hashemi & Playford, 1998 و *Gorgonisphaeridium* sp. cf. *G.* و *tabasense* Hashemi & Playford, 1998 کمی دارند، به طوری که از هر گونه فقط یک نمونه یافت شده است. اسپورها عموماً دارای تقارن شعاعی و علامت تراپلت می‌باشند و اشکال مونولت نظیر *Laevigatosporites* و کریتوسپورهایی نظیر *Quadrissporites* فراوانی نسبی بسیار کمی دارند. در مجموعه پالینومورف‌های شناسایی شده، اشکالی با دیواره تک لایه نظیر *Leiotriletes*, *Punctatisporites*, *Verrucosisporites*, *Emphanisporites*, *Retusotriletes*, *Raistrickia* و اشکالی با دیواره دولایه نظیر *Geminospora*, *Grandispora*, *Cristatisporites* فراوانی نسبی بسیار بیشتری دارند.

همچنین، اشکال سینگولیت نظیر *Densosporites*, *Stenozonotriletes* و اشکالی نظیر *Ancyrospora* با فراوانی نسبی قابل توجهی وجود دارند. در نهشته‌های مذکور اسکلوکودونت‌ها فراوانی نسبی قابل توجهی دارند، اما کیتینوزوآها کمابند. علاوه بر این، در نهشته‌های برش چینه‌شناسی مورد مطالعه دیواره داخلی فرامینیفرها نیز در اثر ریزش از افق‌های سست و ناپایدار قسمت‌های بالایی چاه مورد مطالعه یافت شده‌اند.

به عبارت دیگر، پالینوفلور مورد مطالعه حاوی اشکال شاخصی از میکروفیتوپلانکتون‌ها و اسپورهای دونین پسین است که با توجه به استفاده از اسپورها در بیوستراتیگرافی نهشته‌های دونین نقاط مختلف جهان (Turnau 1986; Richardson & McGregor 1986; Streel et al. 1987) شناسایی شده از سازند زکین با اشکال مربوط به بیوزون‌های مذکور مقایسه شده‌اند. براساس الگوی پراکندگی چینه‌شناسی اسپورهای مورد مطالعه یک بیوزون در این نهشته‌ها شناسایی و به طور غیررسمی با عنوان *assemblage zone A* معرفی شده است (شکل ۲). این بیوزون با حضور نمونه‌هایی مانند *Retusotriletes distinctus*, *R. rugulatus*, *R. triangulatus*, *Verrucosisporites polygonalis*, *Dictyotriletes submarginatus*, *Emphanisporites rotatus*, *Emphanizonosporites* sp. cf. *E. radiatus*, *Stenozonotriletes minus*, *Cristatisporites triangulatus*, *Densosporites rotatus*, *Ancyrospora ancyrea*, *A. langii*, *Auroraspora macra*, *Geminospora lemurata*, *Grandispora* sp. cf. *G. owensii*, *G. cornuta*, *G. inculta*, *Laevigatosporites ovatus*, *Quadrissporites granulatus* مشخص شده و میکروفیتوپلانکتون‌های همراه آن شامل *Chomotriletes vedugensis*, *Gorgonisphaeridium* sp. cf. *G. tabasense*, *Lophosphaeridium granulosum*, *Multiplicisphaeridium ramispinosum*, *Veryhachium trispinosum* می‌باشد. قابل ذکر است که در مقایسه این بیوزون با پالینوفلورای هم‌زمان مربوط به سایر نقاط جهان، تعدادی از گونه‌های شاخص برخی بیوزون‌های معرفی شده برای نهشته‌های دونین نیمکره شمالی شامل *polygonalis-emsensis*, *velatus-langii*, *lemurata-magnificus*, *flexus-cornuta* Assemblage Zones (Richardson & McGregor 1986) شناسایی شده است.



پالینولوژی بیشتر در این مناطق باشد. از مقایسه پالینوفلور مورد مطالعه با پالینوفلورای تقریباً همزمان سایر نقاط جهان می‌توان دریافت که پالینوفلور سازند زکین در چاه کیش ۲، شباهت بیشتری را با پالینوفلورای عربستان سعودی و استرالیا، به ترتیب با ۱۲ و ۱۱ گونه مشترک، دارد. این امر حاکی از آن است که در دونین پسین ایران، استرالیا، و عربستان سعودی تقریباً در عرض‌های جغرافیایی مشابهی قرار داشتند (شکل ۴).

فراوانی نسبی قابل توجه و تنوع اسپورها همراه با میکروفیتوپلانکتون‌ها و اسکلوکودونت‌ها در بازسازی ویژگی‌های محیط تشکیل سازند زکین در برش چینه‌شناسی چاه کیش ۲ اهمیت فراوانی دارد. از پالینومورف‌ها، میکروفیتوپلانکتون‌ها با توجه به اندازه کوچک، قابلیت حفظ‌شدگی مناسب، مقاومت در برابر عوامل تخریب، فراوانی و تنوع و همچنین دارا بودن الگوی گسترش مکانی غیریکنواخت و متأثر از متغیرهای محیطی می‌توانند در بازسازی محیط دیرینه نقش اساسی داشته باشند (Molyneux et al. 1996). براساس مدل ارائه شده در مورد پراکندگی جغرافیایی میکروفیتوپلانکتون‌ها با توجه به ویژگی‌های مورفولوژیک آنها (Staplin 1961)، میکروفیتوپلانکتون‌های با مورفولوژی ساده نزدیک خط ساحلی وجود دارند و با افزایش فاصله از خط ساحلی اندازه زوائد بزرگ‌تر شده و در قسمت دیستال منشعب می‌شوند. در پالینوفلور سازند زکین تعداد زیادی اسپور همراه با تعداد بسیار کمی از میکروفیتوپلانکتون‌های کروی ساده، دارای زوائد نازک و فاقد ارتباط با فضای درونی وزیکل، انواع دارای زوائد بلند و همچنین تعداد اندکی اسکلوکودونت وجود دارد. بر این اساس می‌توان در نظر گرفت نهشته‌های سازند زکین احتمالاً در محیط دریایی کم عمق نزدیک به ساحل تشکیل شده‌اند. از دیگر روش‌های تعیین محیط تشکیل رسوبات، مقایسه نسبت

زکین در ابتدا توسط Szabo & Kheradpir (1978) به پرمین پیشین (آسلین - کانگورین) نسبت داده شدند، اما مطالعه پالینولوژی آماده (۱۳۹۱) بیانگر سن دونین پسین (فرازنین) و همچنین مطالعات قویدل سیوکی (۱۳۷۷) و Ghavidel (1988; 2003) سن دونین پیشین تا ابتدای دونین پسین (فرازنین) را برای نهشته‌های این سازند مشخص نموده است. در نهشته‌های سازند زکین در چاه کیش ۲، میکروفیتوپلانکتون‌های دارای ارزش چینه‌شناسی نظیر *Chomotriletes vedugensis* و *Cristatisporites triangulatus*, *Retusotriletes rugulatus*, *R. distinctus*, *R. triangulatus*, *Geminospora lemurata*, *Ancyrospora ancyrea*, *A. langii*, *Grandispora cornuta*, *G. inculta*, *Verrucosisporites polygonalis*, *Emphanisporites rotatus* وجود دارند که با توجه به گسترش چینه‌شناسی گونه‌های مذکور در مقیاس جهانی و عدم حضور گونه‌های شاخص فامنین مانند *Retispora* (Kedo) Playford, 1976 *lepidophyta* که به عنوان شاخص مرز دونین - کربونیفر در نظر گرفته می‌شود (Traverse 2007)، نهشته‌های سازند زکین در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه، به اوایل دونین پسین (فرازنین) نسبت داده می‌شوند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

به منظور بررسی گسترش جغرافیایی قدیمی پالینومورف‌های شناسایی شده از سازند زکین و با توجه به اهمیت این امر در تطابق چینه‌های نهشته‌های تقریباً همزمان مناطق مختلف ایران و جهان، مقایسه لازم بین پالینوفلورای مذکور انجام شده است (Kimyai 1972; Richardson & McGregor 1986; Ghavidel-Syooki 1988; 1994, 1995, 2003; Hashemi & Playford 1998, 2005; Turnau & Racki 1999; Ghavidel-Syooki & Owens 2007; Breuer et al. 2007; Al-Ghazi 2007).

بررسی نتایج مقایسه مذکور (شکل ۳) حاکی از آن است است که پالینوفلور مورد مطالعه در داخل ایران بیشترین شباهت را در حد گونه با مجموعه‌های گزارش شده زاگرس و البرز دارد. این امر ممکن است ناشی از وجود داده‌های

Filicopsida و Lycopside فراوانی نسبی بیشتری داشتند. همچنین *Geminospora lemurata* که در پالینوفلور سازند زکین فراوانی نسبی قابل توجهی دارد، توسط گیاهان archaeopterid که با زندگی در زیستگاه‌های ساحلی سازش یافته بودند (Marshall & Allen 1982)، تولید می‌شدند (Balme 1995).

پالینومورف‌های دریایی به انواع خشکی می‌باشد (Sarmiento 1957; Upshaw 1964; Grey & Boucot 1972). در پالینوفلور سازند زکین اسپورها تنوع و فراوانی نسبی بسیار بیشتری نسبت به میکروفیتوپلانکتونها و اسکلوکودنت‌ها دارند. این امر نیز نشان‌دهنده این است که نهشته‌های سازند زکین در برش چینه‌شناسی چاه کیش ۲، در محیط دریایی کم عمق و حاشیه قاره‌ای تشکیل شده‌اند. مطالعات پیشین نظیر Szabo & Kheradpir (1978) و Ghavidel-Syooki (1986; 2003) نیز براساس حضور همزمان پالینومورف‌های دریایی (آکریتارک‌ها و اسکلوکودنت‌ها) و پالینومورف‌های خشکی (اسپورها) و همچنین حضور شواهدی نظیر فسیل اثری اسکولیتوس، محیط دریایی کم عمقی را برای نهشته‌های سازند زکین در نظر گرفته‌اند. (Zoleikhaei et al. 2015) نیز با توجه به شواهد رسوبی سازند زکین، محیط دریایی کم عمقی را برای نهشته‌های مذکور پیشنهاد نموده‌اند. همچنین Zamanzadeh et al. (2009) پنج مجموعه رخساره مربوط به محیط‌های کم عمق، شامل مجموعه رخساره‌های خلیج دهانه‌ای^۱، خلیجی^۲، پیشانی ساحل^۳، نزدیک ساحل^۴ و دور از ساحل^۵ را برای نهشته‌های سازند زکین معرفی نموده‌اند.

بررسی قرابت اسپورهای شناسایی شده نشان می‌دهد در زمان تشکیل نهشته‌های سازند زکین، در خشکی‌های اطراف حوضه رسوبی مورد مطالعه، گیاهان متعلق به Rhyniopsida, Lycopside, Equisetopsida, Progymnospermopsida, Filicopsida, Zosterophyllopsida, Barinophytopsida, Cycadopsida, Ginkgoopsida, Sphenopsida تنوع داشتند. با توجه به ارتباط تنوع و تعداد اسپورها با تنوع و فراوانی گیاهان مولد آنها، می‌توان در نظر گرفت که در پوشش گیاهی مذکور در فرازین گیاهان متناسب به رده‌های

¹ Estuarine facies association

² Bay facies association

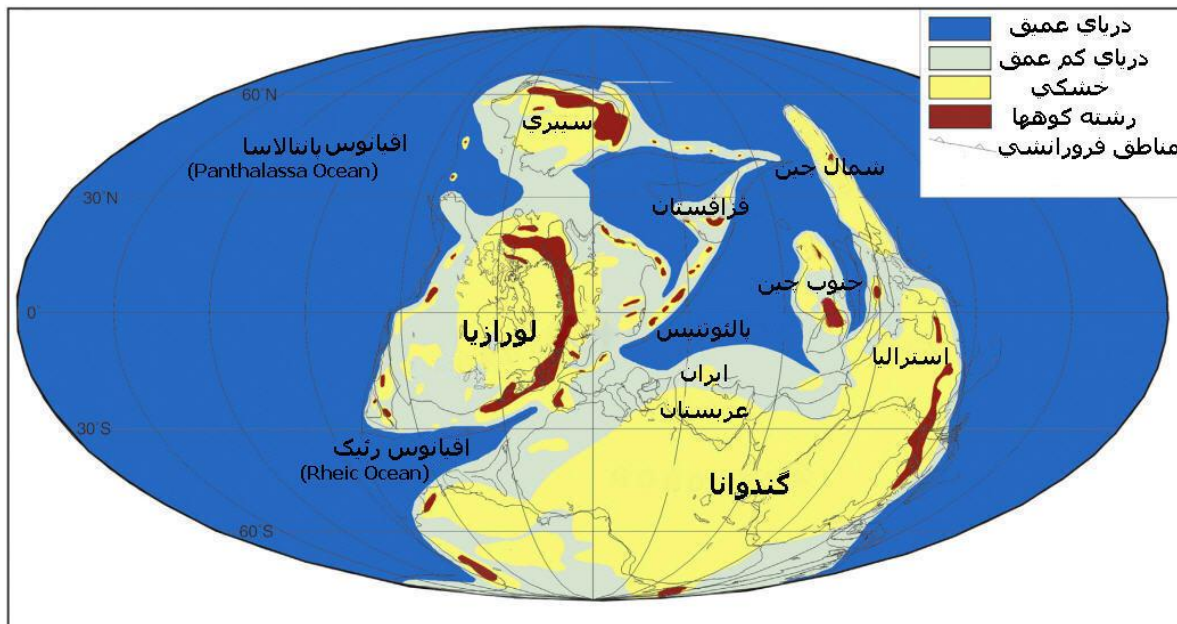
³ Foreshore facies association

⁴ Shoreface facies association

⁵ Offshore facies association

پالینومورف	مناطق جغرافیایی	<i>Chomotriletes vedugensis</i>	<i>Gorgonisphaeridium</i> sp. cf. <i>G. tabasense</i>	<i>Lophosphaeridium granulosum</i>	<i>Veryhachium trispinosum</i>	<i>Retusotriletes distinctus</i>	<i>Retusotriletes rugulatus</i>	<i>Retusotriletes triangulatus</i>	<i>Verrucosporites polygonalis</i>	<i>Dicthyotriletes submarginatus</i>	<i>Emphanisporites rotatus</i>	<i>Stenozonotriletes minus</i>	<i>Cristatisporites triangulatus</i>	<i>Ancyrospora ancyrea</i>	<i>Ancyrospora langii</i>	<i>Auroraspora macra</i>	<i>Geminospora lemurata</i>	<i>Grandispora cornuta</i>	<i>Grandispora inculta</i>	<i>Quadrisporites granulatus</i>
آرژانتین											•				•					
آفریقا									•											
آلمان							•	•	•		•	•			•					
آمریکا											•		•				•			
اسپانیا	•						•				•	•				•	•	•		
استرالیا	•		•		•	•			•	•	•		•		•	•	•		•	
اسکاتلند														•	•		•			
انگلیس						•		•			•								•	
ایرلند									•			•					•			
برزیل									•		•		•			•	•	•	•	
بلاروس													•							
بلژیک								•	•		•	•			•		•			
بولیوی								•			•						•		•	
پرتغال											•	•				•	•			
ترکیه	•	•														•				•
تونس								•	•		•				•					
لیبی								•			•		•		•		•		•	
الجزایر									•		•				•		•		•	•
چین				•				•							•					
روسیه	•												•				•			
رومانی											•									
عربستان							•	•	•		•	•	•	•	•	•	•		•	
فرانسه									•		•	•	•		•		•		•	•
قطب جنوب											•									
کانادا			•		•	•					•	•	•	•	•		•		•	
گرینلند													•							
لوکزامبورگ									•		•									
لهستان	•					•	•	•			•	•	•	•		•	•		•	
نروژ											•						•		•	
ایران مرکزی	•	•				•					•						•	•		
البرز	•	•	•		•	•			•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•
زاگرس	•			•	•	•			•		•	•	•	•			•			

شکل ۳- مقایسه پالینوفلور سازند زکین در چاه کیش ۲، با پالینوفلورای تقریباً همزمان گزارش شده از سایر نقاط ایران و جهان.



شکل ۴- پالئوژئوگرافی دونین پسین. به موقعیت جغرافیایی ایران، عربستان سعودی و استرالیا در حاشیه شمالی ابرقاره گندوانا توجه کنید (نقل از Golonka et al. 1994 با تغییرات).

نتیجه گیری

- در برش چینه‌شناسی چاه کیش ۲، واقع در بخش شمالی خلیج فارس، سازند زکین شامل ۹۸ متر ماسه سنگ سفید تا خاکستری رنگ ریز تا دانه درشت، ماسه سنگ‌های رسی و ماسه سنگ لیتیک‌دار می‌باشد که با ناپیوستگی فرسایشی زیر نهشته‌های سازند فراقان (پرمین) قرار گرفته است.

- در نهشته‌های سازند زکین در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه، پالینوفلور نسبتاً متنوعی با حفظ شدگی ضعیف تا نسبتاً خوب شامل میکروفیتوپلانکتون‌ها (سیست پرازیئوفیت‌ها و آکریتارک‌ها)، اسپورهای ترایت و مونولت، کریپتوسپورها، کیتینوزوآها و اسکلوکودونت‌ها وجود دارد.

- در پالینوفلور مورد مطالعه اسپورها تنوع و فراوانی نسبی بیشتری نسبت به میکروفیتوپلانکتون‌های دریایی دارند.

- براساس حضور گونه‌های دارای ارزش چینه‌شناسی

شناخته شده نظیر *Chomotriletes vedugensis*, *Cristatisporites triangulatus*, *Retusotriletes rugulatus*, *R. distinctus*, *R. triangulatus*, *Geminospora lemurata*, *Ancyrospora ancyrea*, *A. langii*, *Grandispora cornuta*, *G. inculta*, *Verrucosisporites polygonalis*,

Emphanisporites rotatus و همچنین نبود گونه‌های شاخص فامنین مانند *Retispora lepidophyta* (Kedo) Playford, 1976 نهشته‌های سازند زکین در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه به اوایل دونین پسین (فرازین) نسبت داده می‌شوند.

- مقایسه پالینوفلور سازند زکین با پالینوفلورای گزارش شده از سایر نقاط ایران نشان می‌دهد پالینوفلور مورد مطالعه شباهت بیشتری (در حد گونه) با نمونه‌های مربوط به زاگرس و البرز دارد.

- پالینوفلور سازند زکین با پالینوفلورای هم‌زمان متعلق به عربستان سعودی و استرالیا شباهت قابل توجهی دارد. این امر بیانگر عرض جغرافیایی تقریباً مشابه مناطق مذکور در فرازین است.

- بررسی نسبت پالینومورف‌های دریایی به خشکی و همچنین نسبت میکروفیتوپلانکتون‌های دارای زوائد بلند به اشکال ساده (فاقد زائده) نشان می‌دهد نهشته‌های سازند زکین در محیط دریایی کم عمق و حاشیه قاره‌ای تشکیل شده‌اند.

- در زمان تشکیل نهشته‌های سازند زکین، پوشش گیاهی

- northern Saudi Arabia: *Revue de micropaleontologie*, v. 50, p. 59-72.
- Balme, B.E., 1995, Fossils in situ spores and pollen grains: an annotated catalogue: Review of Palaeobotany and Palynology, v. 87 (2-4), p. 85-323.
- Barss, M.S., and G.L. Williams, 1973, Palynology and nanofossil processing techniques: Geological Survey of Canada, v. 73-26, 25 p.
- Batten, D.J. and L. Morrison, 1983, Methods of palynological preparation for palaeoenvironmental source potential and organic maturation studies: Norwegian Petroleum Directorate Bulletin, v. 2, p. 35-53.
- Breuer, P., A. Al-Ghazi, M. Al-Ruwaili, K. Higgs, P. Steemans, and C. Wellman, 2007, Early to Middle Devonian miospores from northern Saudi Arabia: *Revue de micropaleontologie*, v. 50, p. 27-57.
- Ghavidel-Syooki, M., 1986, Palynological study and age determination of Faraghan Formation in Kuh-e- Gahkum Region at south-east of Iran: *Journal of Sciences (University of Tehran)*, v. 15 (1-2), p. 11-28.
- Ghavidel-Syooki, M., 1988, Palynostratigraphy and Palaeoecology of the Faraghan Formation of Southern Iran: Ph.D. thesis, Michigan State University, 279 p., Unpublished.
- Ghavidel-Syooki, M., 1993, Palynological Study of Paleozoic Sediments of the Chal-I-Sheh Area, Southwestern Iran: *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran*, v. 4 (1), p. 32-45.
- Ghavidel-Syooki, M., 1994, Upper Devonian Acritarchs and Miospores from the Geirud Formation in Central Alborz range, Northern Iran: *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran*, v. 5 (3), p. 103-122.
- Ghavidel-Syooki, M., 1995, Palynostratigraphy and Palaeogeography of a Palaeozoic sequence in the Hassanakdar area, Central Alborz Range, northern Iran: Review of Paleobotany and Palynology, v. 86 (1-2), p. 91-109.
- Ghavidel-Syooki, M., 2003, Palynostratigraphy of Devonian sediments in the Zagros Basin, southern Iran: Review of Palaeobotany and Palynology, v. 127, p. 241-267.
- Ghavidel-Syooki, M. and B. Owens, 2007, Palynostratigraphy and Palaeogeography of the Padeha, Khoshyeilagh, and Mobarak formations in the eastern Alborz Range (Kope-Dagh region), northeastern Iran: *Micropaleontologie*, v. 50, p. 129-144.
- Golonka, J., M.I. Ross, and C.R. Scotese, 1994, Phanerozoic paleogeographic and

نسبتاً متنوعی در اطراف حوضه‌رسوبی مذکور وجود داشت. گیاهان متعلق به Filicopsida و Lycopsida در پوشش گیاهی مذکور فراوان‌تر بودند.

تشکر و قدردانی

از رئیس محترم اداره پژوهش و فناوری و همچنین رئیس محترم اداره مطالعات و تحقیقات زمین‌شناسی مدیریت اکتشاف و تولید شرکت ملی نفت ایران به علت در اختیار گذاشتن نمونه‌های مورد مطالعه و همچنین اجازه انتشار نتایج این مطالعه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

منابع

- آقاباتی، ع.، ۱۳۸۳، زمین‌شناسی ایران: انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۶۹۷ ص.
- آماده، ف.، ۱۳۹۱، پالینومورف‌های پالئوزوئیک پسین چاه سلمان-۱، میدان نفتی سلمان، جنوب غرب خلیج فارس: پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه خوارزمی، ۱۷۰ ص.
- زمان‌زاده، س.م.، ۱۳۸۷، سنگ‌شناسی، محیط‌رسوبی و چینه‌نگاری سکansı سازندهای زکین و فراقان در برش الگو (منطقه بندرعباس): پایان‌نامه دکتری تخصصی، دانشگاه تهران.
- علوی نائینی، م.، ۱۳۷۲، چینه‌شناسی پالئوزوئیک ایران: انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، طرح تدوین کتاب، شماره ۵، ۴۹۲ ص.
- قویدل سیوکی، م.، ۱۳۷۷، بررسی رسوب‌های پالئوزوئیک بالایی در حوضه زاگرس و معرفی سازند زاکین در کوه فراقون: فصلنامه علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شماره های ۲۹-۳۰، ص ۵۴-۷۳.
- Al-Ghazi, A., 2007, New evidence for the Early Devonian age of the Jauf Formation in

- v. 364, 79 p.
- Sarmiento, R., 1957, Microfossil zonation of Mancos Group: Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, v. 41 (8), p. 1683-1693.
- Staplin, F.L., 1961, Reef controlled distribution of Devonian microplankton in Alberta: Palaeontology, v. 4, p. 392-424.
- Stocklin, J., 1972, Iran central, sepentrional et oriental: Lexique stratigraphique international, III (9B/1), 283 p.
- Streel, M., K.T. Higgs, S. Loboziak, W. Riegel, and P. Steemans, 1987, Spore stratigraphy and correlation with faunas and floras in the type marine Devonian of the Ardenne-Rhenish region: Review of Palaeobotany and Palynology, v. 50, p. 211-229.
- Strother, P.K., 1996, Acritarchs. In: Jansonius, J. and D.C. McGreogr (Eds.), Palynology: principles and applications: American Association of Stratigraphic palynologists Foundation, v. 1 (5), p. 81-106.
- Szabo, F. and A. Kheradpir, 1978, Permian and Triassic stratigraphy, Zagros basin, southwest Iran: Journal Petroleum Geology, v. 1, p. 57-82.
- Tappan, H., 1980, The paleobiology of plant protists: Freeman, San Francisco, 1028 p.
- Traverse, A., 2007, Paleopalynology: 2nd edition. Springer, the Netherlands, 813 p.
- Turnau, E., 1986, Lower to Middle Devonian spores from the vicinity of Pionki (central Poland): Review of Palaeobotany and Palynology, v. 46 (3-4), p. 311-354.
- Turnau, E. and G. Racki, 1999, Givetian palynostratigraphy and palynofacies: new data from the Bodzentyn Syncline (Holy Cross Mountains, central Poland): Review of Palaeobotany and Palynology, v. 106, p. 237-271.
- Upshaw, C.F., 1964, Palynological zonation of the Upper Cretaceous Frontier Formation near Dubios, Wyoming. In: A.T. Cross (Eds.), Palynology in Oil exploration: Society of Economic paleontologists and Mineralogists, Special Publication, v. 11, p. 153-168.
- Wicander, R. and G. Playford, 1985, Acritarchs and spores from the Upper Devonian Lime Creek Formation, Iowa, U.S.A.: Micropaleontology, v. 31 (2), p. 97-138.
- Wood, G.D., A.M. Gabriel, and J.C. Lawson, 1996, Palynological techniques processing and microscopy. In: J. Jansonius and D.C. McGreogr (Eds.), Palynology: principles and paleoclimatic modeling maps. In: A.F. Embry, B. Beauchamp, and D.J. Glass (Eds.), Pangea: Global Environment and Resources, Canadian Society of Petroleum Geologist, Memoir, v. 17, 47 p.
- Grey, J. and A.J. Boucot, 1972, Palynological evidence bearing on the Ordovician- Silurian Paraconformity in Ohio: Bulletin of Geological Society of America, v. 83 (5), p. 1299-1314.
- Hashemi, H. and G. Playford, 1998, Upper Devonian palynomorphs of the Shistu Formation, central Iran Basin, east-central Iran: Palaeontographica, Abt. B, v. 246, p. 115-212.
- Hashemi, H. and G. Playford, 2005, Devonian spore assemblage of the Adavale Basin, Queensland (Australia): descriptive systematics and stratigraphic significance: Revista Espanola de Micropaleontologia, v. 37 (3), p. 317-417.
- Kimyai, A., 1972, Devonian plant microfossils from the central Elburz, Iran: Pollen et Spores, v. 14 (2), p. 187-201.
- Lu Li-Chang and E.R. Wicander, 1988, Upper Devonian acritarchs and spores from the Hongguleleng Formation, Hefeng District in Xinjiang, China: Revista Espanola de Micropalaeontologia, v. 20 (1), p. 109-148.
- Marshall, J.E.A. and K.C. Allen, 1982, Devonian miospore assemblages from Fair Isle, Shetland: Palaeontology, v. 25 (2), p. 277-312.
- McGhee, G.R., 2005, Devonian. In: R.C. Selly, L.R. Cocks, and I.R. Plimer (Eds.), Encyclopedia of Geology: Elsevier Academic Press, 3345 p.
- Molynex, S.G., A. Le Herisse, and R. Wicander, 1996, Paleozoic plankton. In: J. Jansonius and D.C. McGreogr (Eds.), Palynology: principles and applications: American Association of Stratigraphic Palynologist Foundation, v. 2, p. 493-529.
- Phipps, D. and G. Playford, 1984, Laboratory techniques for extraction of palynomorphs from sediments: Department of Geology, University of Queensland, v. 11 (1), 23 p.
- Playford, G. and R.S. Dring, 1981, Late Devonian acritarchs from the Carnarvon Basin, Western Australia: Special Paper in Palaeontology, v. 27, 78 p.
- Richardson, J.B. and D.C. McGregor, 1986, Silurian and Devonian spore zones of the Old Red Sandstone Continent and adjacent regions: Bulletin of the Geological Survey of Canada,

- Zagros, Iran): Geosciences Journal, v. 13 (1), p. 31-57.
- Zoleikhaei, Y., A. Amini and S.M. Zaman Zadeh, 2015, Integrated provenance analysis of Zakeen (Devonain) and Faraghan (early Permian) sandstone in the Zagros belt, SW Iran: Journal of African Earth Sciences, v. 101, p. 148-161.
- applications: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, v. 1 (5), p. 29-50.
- Zamanzadeh, S.M., A. Amini and M. Ghavidel-Syooki, 2009, Sequence stratigraphic controls on early-diagenetic carbonate cementation of shallow marine clastic sediments (the Devonian Zakeen Formation, southern

Plate 1



Figs. 1, 2. *Leiosphaeridia* sp. A. 1, $\times 660$. 2, $\times 690$.

Figs. 3-6. *Leiosphaeridia* sp. B. 3, $\times 700$. 4, $\times 630$. 5, $\times 770$. 6, $\times 680$.

Fig. 7. *Dictyotidium* sp. B. $\times 770$.

Fig. 8. *Dictyotidium* sp. C. $\times 640$.

Figs. 9, 10. *Chomotriletes vedugensis* Naumova, 1953. 9, $\times 470$. 10, $\times 970$.

Fig. 11. *Gorgonisphaeridium* sp. cf. *G. tabasense* Hashemi & Playford, 1998. $\times 630$.

Figs. 12, 13. *Gorgonisphaeridium* spp. 12, $\times 720$. 13, $\times 670$.

Figs. 14, 15. *Lophosphaeridium granulosum* (Staplin) Playford, 1976. 14, $\times 1100$. 15, $\times 675$.

Figs. 16- 18. *Multiplicisphaeridium ramispinosum* Staplin, 1961. 16, $\times 800$. 17, $\times 1200$. 18, $\times 870$.

Fig. 19. *Veryhachium trispinosum* (Eisenack, 1938) Stockmans & Williere, 1962 "complex". $\times 750$.

Fig. 20. *Veryhachium* sp. A. $\times 430$.

Plate 2

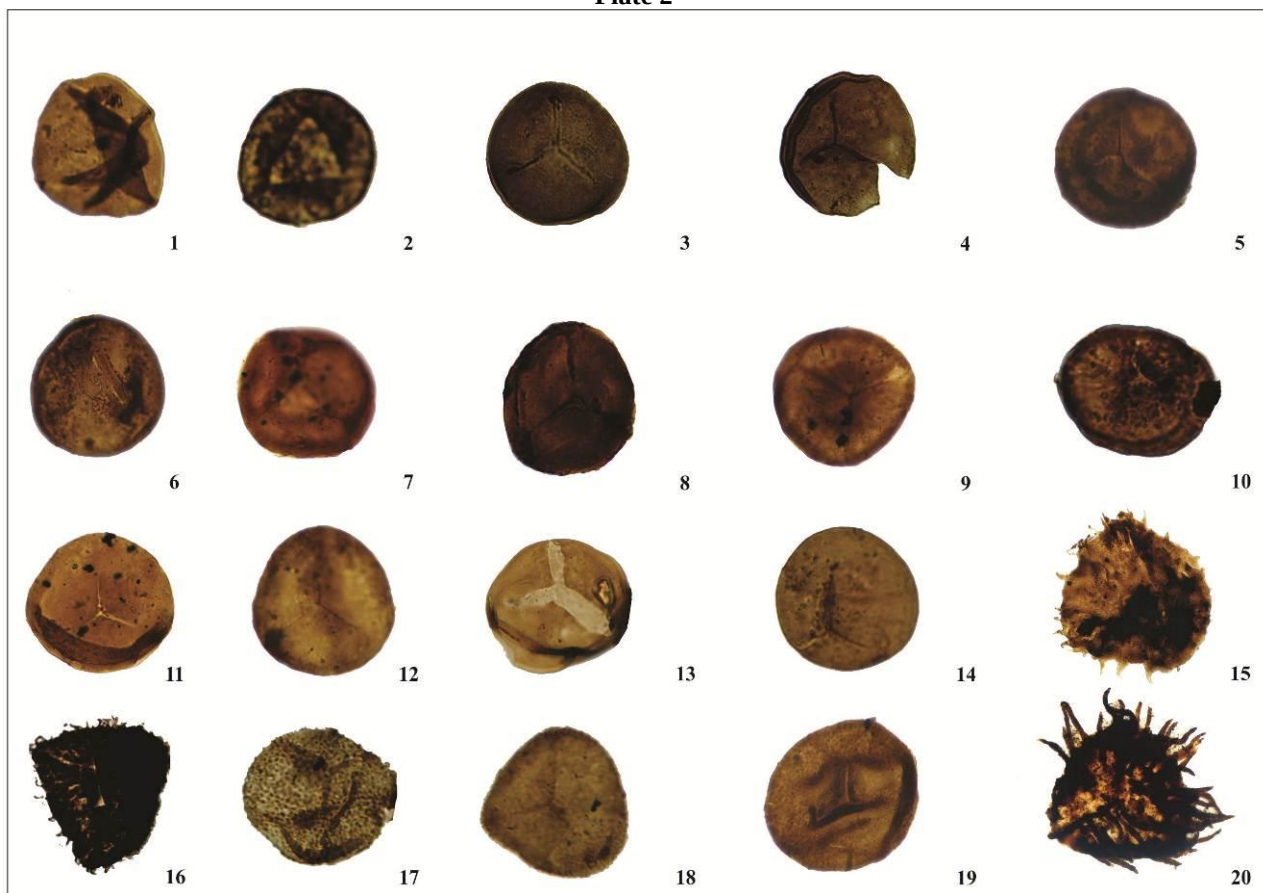


Fig. 1. *Calamospora* sp. A. $\times 650$.

Fig. 2. *Leiotriletes* sp. A. $\times 780$.

Figs. 3, 4. *Punctatisporites* sp. A. 3, $\times 560$. 4, $\times 540$.

Fig. 5. *Punctatisporites* sp. B. $\times 530$.

Fig. 5. *Punctatisporites* sp. C. $\times 600$.

Figs. 7, 8. *Retusotriletes distinctus* Richardson, 1965. 7, $\times 690$. 8, $\times 660$.

Figs. 9, 10. *Retusotriletes rugulatus* Riegel, 1973. 9, $\times 600$. 10, $\times 700$.

Figs. 11, 12. *Retusotriletes triangulatus* (Streel) Streel, 1967. 11, $\times 580$. 12, $\times 700$.

Fig. 13. *Retusotriletes* sp. A. $\times 470$.

Fig. 14. *Retusotriletes* sp. B. $\times 700$.

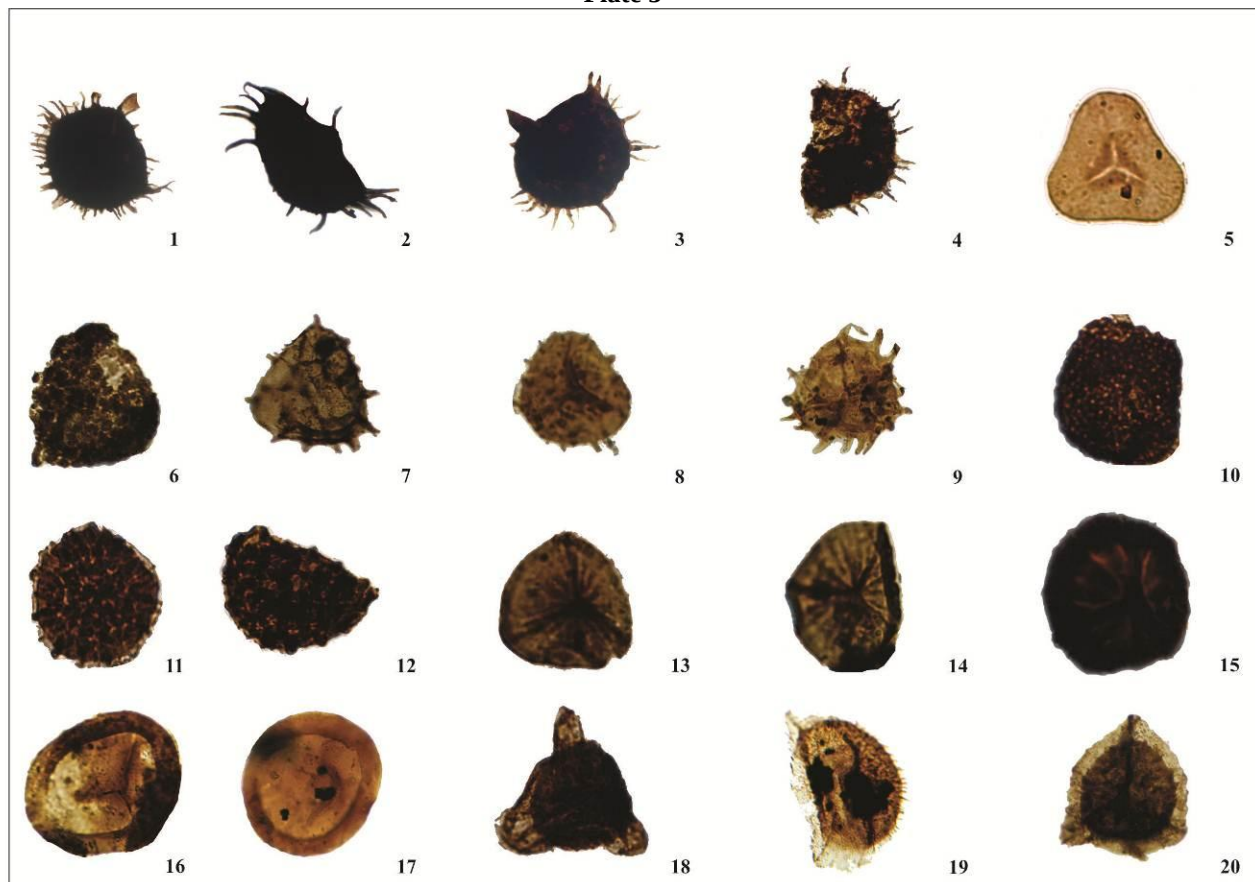
Figs. 15, 16. *Anapiculatisporites* spp. 15, $\times 300$. 16, $\times 300$.

Figs. 17, 18. *Apiculatasporites* sp. B. 17, $\times 690$. 18, $\times 850$.

Fig. 19. *Cyclogranisporites* sp. A. $\times 500$.

Fig. 20. *Apiculatisporis?* sp. A. $\times 130$.

Plate 3



Figs. 1-4. *Apiculatisporis* spp. 1, $\times 200$. 2, $\times 240$. 3, $\times 270$. 4, $\times 220$.

Fig. 5. *Pilosisorites* sp. A. $\times 700$.

Fig. 6. *Verrucosisorites polygonalis* Lanninger, 1968. $\times 500$.

Figs. 7, 8. *Raistrickia* sp. A. 7, $\times 500$. 8, $\times 660$.

Fig. 9. *Raistrickia* sp. B. $\times 380$.

Fig. 10. *Convolutispora* sp. A. $\times 600$.

Figs. 11, 12. *Dictyotriteles submarginatus* Playford, 1964. 11, $\times 660$. 12, $\times 610$.

Figs. 13, 14. *Emphanisorites rotatus* McGregor emend. McGregor, 1973. 13, $\times 700$. 14, $\times 760$.

Fig. 15. *Emphanizonosporites* sp. cf. *E. radiatus* Schultz, 1968. $\times 650$.

Figs. 16, 17. *Stenozonotriteles minus* McGregor & Camfield, 1976. 16, $\times 640$. 17, $\times 600$.

Figs. 18-20. *Cristatisporites triangulatus* (Allen) McGregor & Camfield, 1982. 18, $\times 960$. 19, $\times 640$. 20, $\times 520$.

Plate4

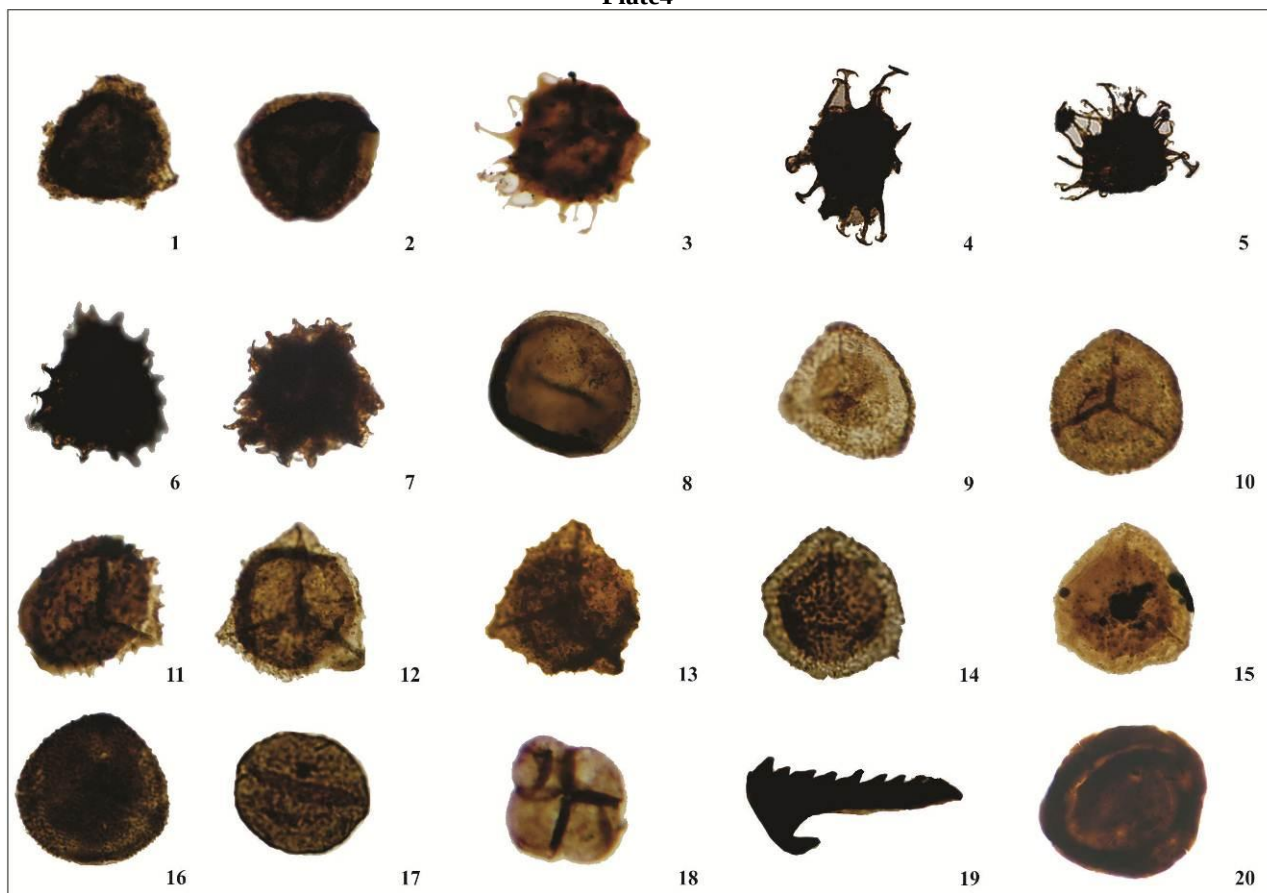


Fig. 1. *Densosporites rotatus* Staplin, 1961. $\times 580$.

Fig. 2. *Kraeuselisporites* sp. A. $\times 500$.

Figs. 3-5. *Ancyrospora ancyrea* (Eisenack) Richardson var. *ancyrea* Richardson, 1962. 3, $\times 350$. 4, $\times 330$. 5, $\times 260$.

Figs. 6, 7. *Ancyrospora langii* (Taugourdeau-Lantz) Allen, 1965. 6, $\times 470$. 7, $\times 400$.

Fig. 8. *Auroraspora macra* Sullivan, 1968. $\times 560$.

Figs. 9, 10. *Geminospora lemurata* Balme emend. Playford, 1983. 9, $\times 600$. 10, $\times 840$.

Fig. 11. *Grandispora cornuta* Higgs, 1975. $\times 770$.

Figs. 12, 13. *Grandispora inculta* Allen, 1965. 12, $\times 460$. 13, $\times 380$.

Fig. 14. *Grandispora* sp. cf. *G. owensii* Ghavidel-Syooki, 2003. $\times 600$.

Fig. 15. *Grandispora* sp. A. $\times 620$.

Fig. 16. *Grandispora* sp. B. $\times 660$.

Fig. 17. *Laevigatosporites ovatus* Wilson & Webster, 1946. $\times 620$.

Fig. 18. *Quadrisporites granulatus* (Cramer) Cramer, 1972. $\times 970$.

Fig. 19. Scolecodont. $\times 1200$.

Fig. 20. Chitinozoan. $\times 460$.