

پالینوستراتیگرافی نهشته های دونین جنوب غرب شاهرود

سید حسین هاشمی، استادیار، گروه زمین شناسی دانشگاه تربیت معلم*

مهناز فرهادیانی، کارشناس ارشد، دانشگاه تربیت معلم

چکیده

در سازند جیروود در برش چینه شناسی دهملا، جنوب غرب شاهرود، پالینوفلورای متنوعی با حفظ شدگی نسبتاً خوب عمدتاً شامل میکروفتوپلانکتون ها (سیست پرازینوفیت و آکریتارک)، اسپورها، و با تنوع و فراوانی کمتر کیتینوزوآها و اسکلوکودونت ها وجود دارد. وجود پالینوفلورای مذکور نشان دهنده تشکیل رسوبات مورد مطالعه در محیط دریایی کم عمق حاشیه قاره ای است. الگوی پراکندگی چینه شناسی پالینومورف ها منجر به شناسایی دو بیوزون اجتماعی شده است که به صورت غیر رسمی تحت عنوان assemblage zone I و assemblage zone II نامگذاری شده اند. حضور اسپورهایی مانند *Grandispora inculta*, *Cymbosporites catillus*, *Geminospora lemurata*, *Teichertospora iberica*, *Laevigatosporites ovatus*, *Densosporites spitsbergensis*, *Punctatisporites labiatus*, *Retusotriletes rugulatus*, *R. pynchovii*, *R. dubiosus*, *Dictyotriletes australis*, و در assemblage zone I در *Diducites mucronatus*, *Archaeoperisaccus* sp., *Stenozonotriletes conformis*, *Ancyrospora ancyrea torquata-gracilis* از *ovalis-bulliferus* Assemblage Zone شمالی مانند *optivus-triangularis* Assemblage Zones and سن اوایل دونین پسین (فرازین) را پیشنهاد می کند. در الگوی بیوزوناسیون پیشنهاد شده در این مطالعه، assemblage zone II نیز که با وجود و همراهی فرم هایی نظیر *Retispora lepidophyta*, *Vallatisporites hystricosus*, *V. vallatus*, *Verruciretusispora loboziakii*, *Punctatisporites planus*, *Densosporites rarispinosus*, *Grandispora pusillites-lepidophyta* Assemblage Zone و نیز با مجموعه *torquata-gracilis* Assemblage Zone قابل شناسایی است با قسمتی از *flexuosa-cornuta and Zones* قابل مقایسه بوده و به اواخر دونین پسین (فامنین) نسبت داده می شود. قسمت قاعده ای سازند جیروود (به ضخامت تقریباً ۲۰ متر) که فاقد پالینومورف می باشد نیز تحت عنوان *barren interval* در نظر گرفته شده است. این تعیین سن با داده های حاصل از مطالعه سایر گروههای فسیلی موجود در این طبقات قابل مقایسه است. با توجه به ارتباط اسپورها با گیاهان والد و بر اساس تنوع و فراوانی اسپورهای موجود در پالینوفلورای مورد مطالعه، در زمان تشکیل نهشته های سازند جیروود در برش چینه شناسی دهملا فرم های منتسب به لیکوپسیدا و فلیکوپسیدا در ترکیب پوشش گیاهی موجود در اطراف محیط رسوبی مذکور فراوانی نسبی بیشتری داشتند.

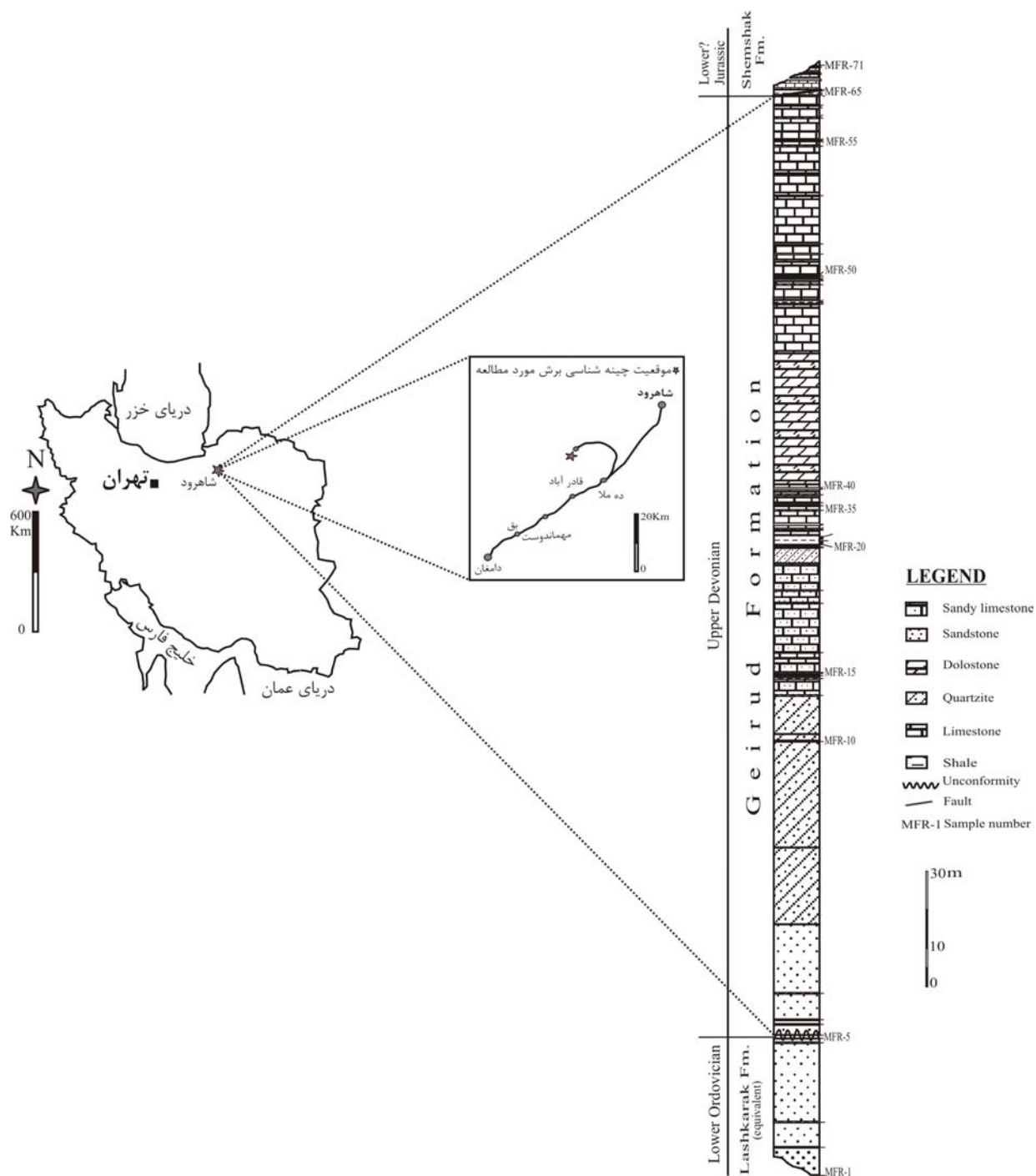
واژه های کلیدی: پالینوستراتیگرافی، اسپورها، میکروفتوپلانکتون ها، دونین پسین، سازند جیروود، رشته کوههای البرز

مقدمه

رسوبات دونین بالایی، که در گستره وسیعی از ایران رخنمون دارند، از نظر سن نسبی، لیتو- و بیوفاسیس و ضخامت تغییرات قابل ملاحظه ای نشان می دهند (به عنوان مثال مراجعه کنید به علوی نائینی ۱۳۷۲). معرفی سازند جیروود (Assereto 1963) سازند خوش ییلاق (Bozorgnia 1973)، سازند مولی و قسمت زیرین سازند ایلان قره (Alavi & Bolourchi 1973)، سازند شیشو (Ruttner et al. 1968) و سازند زکین (قویدل سیوکی ۱۳۷۷، اما نگاه کنید به زاهدی و رحمتی ۱۳۷۴) در مناطق مختلف ایران موید این مطلب است. علیرغم گسترش جغرافیایی نسبتاً وسیع رسوبات دونین بالایی در بخش های مختلف ایران، درباره ویژگی های لیتولوژی، محیط تشکیل، پراکندگی جغرافیایی، تطابق، و محتوای فسیلی، و سن این رسوبات اطلاعات اندکی وجود دارد. اشاره مختصر به طبقات دونین ایران در منابع مربوط به سیستم دونین در دنیا (Oswald 1968, House et al. 1979, McMillian et al. 1988) به وضوح نشان دهنده کمبود قابل توجه اطلاعات چینه شناسی مربوط به نهشته های دونین ایران است. اسپورهای تولید شده توسط گیاهان خشکی پتانسیل قابل توجهی در تعیین سن رسوبات پالئوزوئیک میانی به بعد و همچنین تطابق طبقات مذکور در مقیاس قاره ای و منطقه ای دارند و بنابراین الگوهای مختلف پالینوزوناسیون با استفاده از اسپورها در مقیاس جهانی برای تقسیم بندی نهشته های دونین پیشنهاد شده است (Richardson & McGregor 1986; McGregor & Playford 1993, Turnau 1986; Streel et al. 1987). اما کاهش تنوع و فراوانی میکروفیتوپلانکتون ها از سیلورین به بعد (Tappan 1980; Strother 1996) و نیز عدم وجود توالی های دونین بالایی با کنترل چینه شناسی قابل اطمینان، سبب کمبود اطلاعات کافی در باره گسترش چینه شناسی و پراکندگی جغرافیایی میکروفیتوپلانکتون های دونین پسین شده است. علیرغم وجود محدودیت های مذکور، در برخی از مناطق دنیا برای طبقات دونین بالایی الگوهای بایوزوناسیون با استفاده از میکروفیتوپلانکتون ها انجام شده است که غالباً

ارزش محلی دارند (خلاصه در هاشمی و تابع ۱۳۸۸). مطالعه پالینوفلورای رسوبات دونین بالایی ایران نشان دهنده وجود پالینومورف های متنوع و با حفظ شدگی نسبتاً خوب در نهشته های مذکور است (e.g., Hashemi & Playford 1998). براین اساس، فرم ها/مورفوتیپ های مشترک اسپورها مبنای مناسبی برای مقایسه و تطابق این رسوبات به شمار می آیند.

لیتوستراتیگرافی سازند جیروود در برش چینه شناسی دهملای
برش چینه شناسی مورد مطالعه در جنوب غرب شاهرود و نزدیک معدن متروکه ذغال سنگ دهملای قرار دارد. برای دسترسی به رسوبات سازند جیروود این مقطع چینه شناسی می توان از جاده شنی به طول تقریبی ۹ کیلومتر که در ۲۵ کیلومتری جنوب غرب شاهرود از جاده شاهرود-دامغان منشعب و به طرف شمال به معدن مذکور منتهی می شود، استفاده کرد (شکل ۱). برش چینه شناسی دهملای با مختصات جغرافیایی $36^{\circ} 16' 44''$ عرض شمالی و طول شرقی $45^{\circ} 21' 54''$ شرقی ترین رخنمون سازند جیروود در رشته کوههای البرز است. در این محل، سازند جیروود به ضخامت ۲۴۲ متر، با ناپیوستگی فرسایشی روی رسوبات هم ارز سازند لشکرک و با کنتاکت گسله زیر نهشته های سازند شمشک قرار دارد. در این برش چینه شناسی، سازند جیروود در قسمت قاعده از تناوب شیل قرمز و ماسه سنگهای قهوه ای و در ادامه از کوارتزیت سفید رنگ و صخره ساز تشکیل شده است که به طرف بالا با تناوب آهکهای زرد رنگ و ضخیم لایه دارای براکیوپودا و میان لایه های شیل خاکستری ادامه می یابد (شکل ۱). در جنوب غرب شاهرود، مانند سایر برش های چینه شناسی در شمال ایران، کنتاکت فرسایشی سازند جیروود با نهشته های هم ارز سازند لشکرک و رنگ قرمز طبقات قاعده ای آن نشان دهنده تشکیل رسوبات اوایل دونین پسین در محیط قاره ای است. مطالعات متعددی در باره محتوای فسیلی نسبتاً متنوع و محیط تشکیل رسوبات مذکور انجام شده است (برای خلاصه نتایج بررسی ها نگاه کنید به فرهادیانی ۱۳۸۸).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و ستون لیتوسٽراتیگرافی سازند جیروود در برش چینه شناسی ده‌ملا، جنوب غرب شاهرود

نمونه برداری و روش کار

برای انجام این مطالعه، ۷۱ نمونه از لیتولوژی های مناسب برای جداسازی پالینومورف ها، از رسوبات سازند جیرود در برش چینه شناسی دهملا، جنوب غرب شاهرود، جمع آوری شده است. با توجه به وجود پالینومورف ها در سنگهای آواری دانه ریز تیره رنگ (Traverse 2007) نمونه ها عمدتاً از میان لایه های آواری دانه ریز انتخاب و به منظور جلوگیری از احتمال اختلاط پالینومورف ها با نمونه های متعلق به گیاهان عهد حاضر و همچنین کاهش احتمال اکسیداسیون و هوازدگی پالینومورف ها نمونه برداری از عمق ۵۰-۲۰ سانتی متری زیر سطح زمین انجام شده است (Wood et al. 1996). برای جدا سازی پالینومورف ها، افزایش فراوانی نسبی آنها، و حذف مواد آلی غیرپالینومورف، از روش های متداول در پالینولوژی (Phipps & Playford 1984; Wood et al. 1996) استفاده شده است.

پالینوستراتیگرافی رسوبات مورد مطالعه

در اغلب نمونه های سازند جیرود در برش چینه شناسی دهملا اسپورها به عنوان پالینومورف های شاخص محیط خشکی همراه با فرم های مربوط به محیط دریایی نظیر میکروفیتوپلانکتون ها (آکریتارک ها و پرازینوفیت ها)، کیتینوزوآها، و اسکولوکودونت ها وجود دارند. در پالینوفلورای مورد مطالعه ۵۳ گونه از میکروفیتوپلانکتون های دریایی (متعلق به ۲۶ جنس) و ۹۵ گونه از اسپورها (منتسب به ۳۲ جنس) شناسایی شده اند. نمونه های مربوط به قسمت قاعده ای (به ضخامت تقریباً ۲۰ متر) سازند جیرود در مقطع چینه شناسی مورد مطالعه، شامل ماسه سنگ و شیل غالباً قرمز رنگ و کوارتزیت سفید رنگ، معرف رسوبگذاری در محیط اکسیدان بوده و فاقد پالینومورف می باشند (شکل ۲) در حالی که در رسوبات قسمت های بالاتر این واحد سنگی، پالینوفلورای متنوعی با حفظ شدگی نسبتاً

خوب وجود دارد. در پالینوفلورای سازند جیرود در برش چینه شناسی دهملا، اسپورهای با تقارن شعاعی (radiosymmetric) و دارای علامت تراپل، نسبت به فرم های مونولت مانند *Laevigatosporites*، انواع هایل (hilate) مانند *Coptospora* و *Gneudnaspora*، و کریپتوسپورهایی نظیر *Quadriflorites* تنوع و فراوانی نسبی بیشتری دارند.

با توجه به استفاده فزاینده از گسترش چینه شناسی پالینومورف ها به ویژه اسپورها در بیوستراتیگرافی رسوبات دونین در مقیاس محلی، منطقه ای، و جهانی (Turnau 1986; Streel et al. 1987; Richardson & McGregor 1986; Al-Hajri & Owens 2000)

پراکندگی چینه شناسی اسپورهای موجود در نهشته های برش چینه شناسی مورد مطالعه با بیوزون های ارائه شده در الگوهای بیوزوناسیون مذکور مقایسه شده اند. بر اساس گسترش چینه شناسی اسپورها، دو بیوزون تجمعی (assemblage zone) در نهشته های سازند جیرود در برش چینه شناسی دهملا شناسایی شده است (شکل ۲). بنابراین، assemblage zone I که در ۲۰۰ متر از آهک های کرم رنگ با میان لایه های شیل خاکستری تا سیاه رسوبات مورد مطالعه گسترش دارد با تجمع اسپورهای مانند:

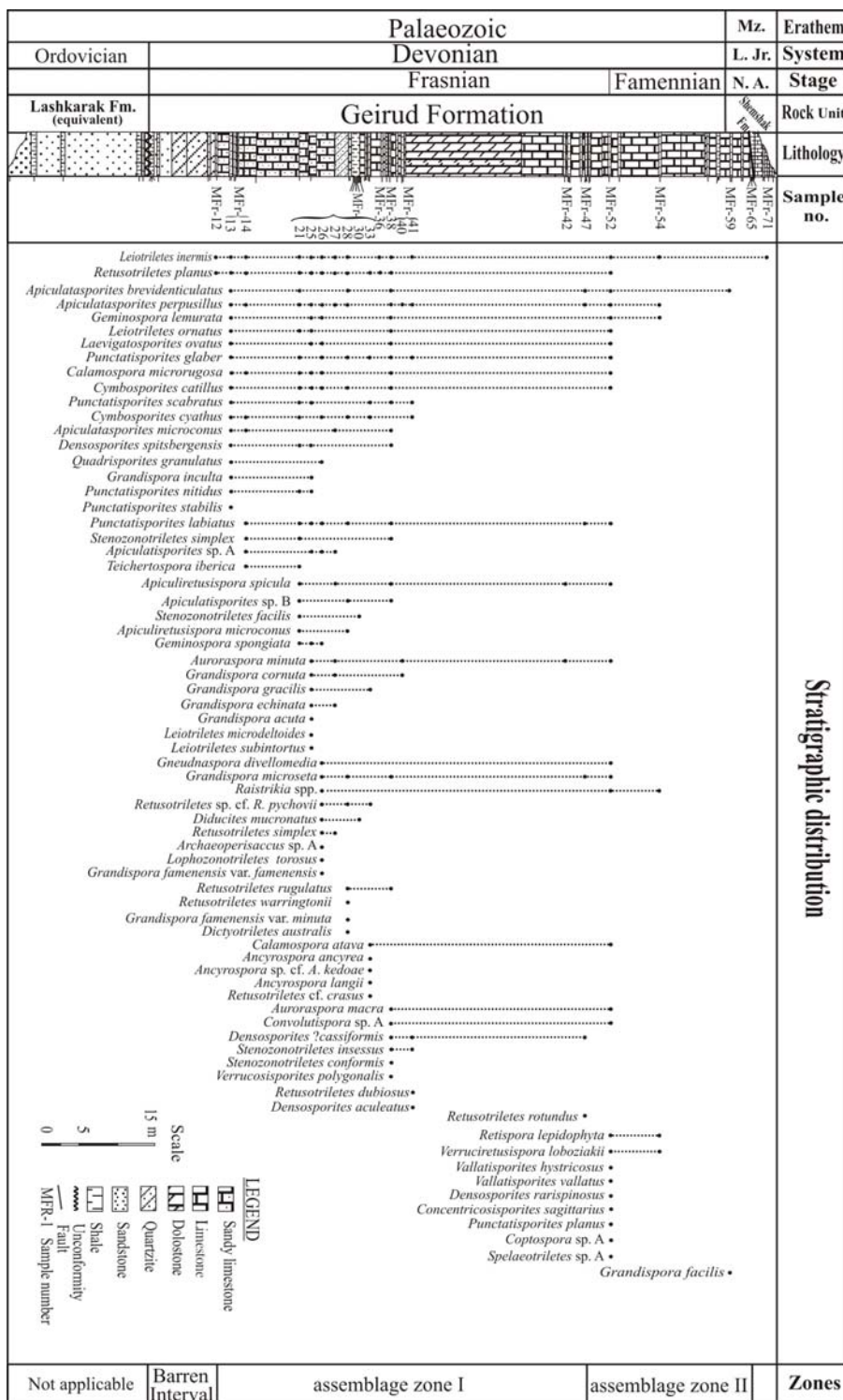
Grandispora inculta, *Cymbosporites catillus*, *Geminispora lemurata*, *Teichertospora iberica*, *Laevigatosporites ovatus*, *Densosporites spitsbergensis*, *Punctatisporites labiatus*, *Retusotriletes rugulatus*, *Retusotriletes* sp. cf. *R. pychovii*, *R. dubiosus*, *Dictyotriletes australis*, *Diducites mucronatus*, *Archaeoperisaccus* sp., *Stenozonotriletes conformis*, *Ancyrospora ancyrea*, *Ancyrospora* sp. cf. *A. keddae*, *A. langii*

مشخص شده و با توجه به وجود گونه هایی از اسپورهای شاخص در این مجموعه به اوایل دونین پسین (فرازنین) نسبت

Maranhites britoi, *Gorgonisphaeridium ohioense*, *G. plerispinosum* و *Stellinium comptum* نیز تعیین سن انجام شده بر اساس اسپورها را تایید می نماید (شکل ۴). با در نظر گرفتن تنوع و فراوانی نسبی اسپورهای موجود در رسوبات مورد مطالعه و با توجه به داده های موجود در باره قرابت فرم های شناسایی شده (Balme 1995) می توان نتیجه گرفت که در دونین پسین در اطراف محیط تشکیل رسوبات سازند جیروود در مقطع چینه شناسی مورد مطالعه پوشش گیاهی نسبتاً متنوعی که در آن احتمالاً فرم های منتسب به لیکوپسیدا و فلیکوپسیدا فراوانی نسبی بیشتری داشتند، وجود داشت. در پالینوفلورای مورد مطالعه *Geminospora lemurata* فراوانی نسبی قابل توجهی دارد، این فرم توسط گیاهان Archaeopterid که در زیستگاههای متنوع ساحلی وجود داشتند (Marshall & Allen 1982) تولید می شد. علاوه بر اسپورها، در پالینوفلورای مورد مطالعه انواعی از میکروفتیوپلانکتون های شاخص دونین پسین نیز دیده می شوند (شکل ۵، پلِت های ۳-۱). همراهی انواع پالینومورف های شاخص محیط های دریایی و خشکی در رسوبات مورد مطالعه نشان دهنده تشکیل نهشته های سازند جیروود در برش چینه شناسی دهملا، در محیط دریایی حاشیه قاره ای می باشد.

داده شده است. بیوزون مذکور به خوبی با بیوزون تجمعی *ovalis-bulliferus* و همچنین با قسمتی از بیوزن های تجمعی *optivus-triangularatus* و *torquata-gracilis* از الگوی بیوزوناسیون ارائه شده برای رسوبات دونین بالایی نیمکره شمالی (Richardson & McGregor 1986) قابل مقایسه است (شکل ۳). در این مطالعه، Assemblage zone II که در ۲۲ متر از تناوب آهک براکیوپوددار با شیل های خاکستری تا تیره رنگ قسمت بالایی سازند جیروود در جنوب غرب شاهرود شناسایی شده است با اجتماع اسپورهای دارای اگزاین تک لایه (acavate) و دو لایه (cavate) مانند *Retispora lepidophyta*, *Vallatisporites hystricosus*, *V. vallatus*, *Verruciretusispora loboziakii*, *Punctatisporites planus*, *Raistrickia* spp., *Densosporites rarispinosus*, *Coptospora* sp., *Spelaeotriletes* sp., *Grandispora facilis* مشخص می شود. با توجه به اسپورهای شاخص شناسایی شده در آن، assemblage zone II نیز به خوبی با مجموعه *pusillites-lepidophyta* and *flexuosa-cornuta*, Assemblage Zones و همچنین با قسمتی از بیوزون *torquata-gracilis* قابل قیاس بوده و سن نسبی اواخر دونین پسین (فامنین) برای آن پیشنهاد می شود (شکل ۳). علاوه بر این، وجود انواع میکروفتیوپلانکتون های با گسترش چینه شناسی محدود و پراکندگی جغرافیایی وسیع در مقیاس جهانی مانند:

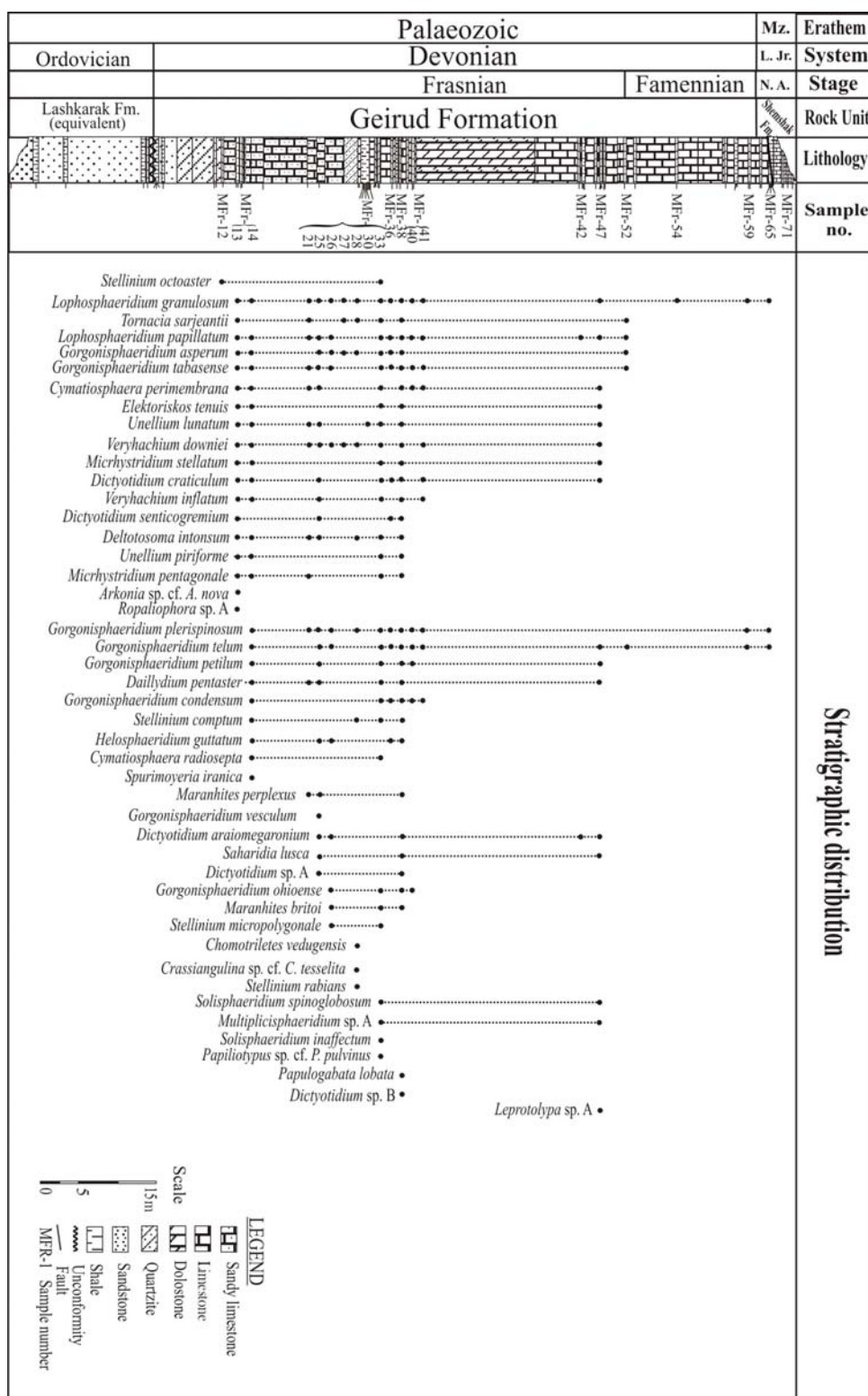
Cymatiosphaera perimembrana, *Dailydium pentaster*, *Unellium lunatum*, *Unellium piriforme*, *Chomotriletes vedugensis*, *Crassiangulina tessellata*, *Deltosoma intonsom*, *Dictyotidium craticulum*, *Tornacia sarjeantii*, *Solisphaeridium inaeffectum*, *Solisphaeridium spinoglobosum*, *Elektoriskos tenuis*,



شکل ۲- گسترش چینه شناسی اسپورها و کریتوسپورها در نمونه های سازند جیروود در برش چینه شناسی مورد مطالعه

شکل ۳- مقایسه بیوزون های تجمعی شناسایی شده در برش چینه شناسی دهملا با الگوی بیوزوناسیون پیشنهاد شده برای رسوبات دونین نیمکره شمالی (Richardson & McGregor 1986)

شکل ۴- گسترش زمانی میکروفتیو پلانکتون ها و اسپورهای سازند جیروود در برش چینه شناسی دهملا



شکل ۵- پراکندگی چینه شناسی میکروفتیوپلانکتونهای سازند جیرود در برش چینه شناسی مورد مطالعه

نتیجه گیری

پالینوفلورای متنوعی شامل سیست پرازینوفیت ها، آکریتارک ها، اسکلوکودونت ها، و کیتینوزوآها همراه با پالینومورف های شاخص محیط خشکی (اسپورها) در نهشته های سازند جیرود در برش چینه شناسی دهملا وجود دارد. بر اساس گسترش چینه شناسی اسپورها، در نهشته های مذکور دو بیوزون تجمعی غیر رسمی تحت عنوان assemblage zone I و assemblage zone II معرفی شده است. در مقایسه با الگوهای بیوزوناسیون پیشنهاد شده بر اساس اسپورها در مقیاس بین قاره ای، assemblage zone I با *ovalis-bulliferus* و قسمتی از بیوزون های *torquata-gracilis* و *optivus-triangulatus*

assemblage zone II نیز با بالاترین قسمت بیوزون *torquata-gracilis* و با مجموعه *pusillites-lepidophyta and flexuosa-cornuta* قابل قیاس می باشد. همچنین رسوبات قرمز رنگ قاعده سازند جیرود در برش چینه شناسی مورد مطالعه (به ضخامت ۲۰ متر) فاقد پالینومورف بوده و به عنوان زون فاقد فسیل (barren interval) شناسایی شده اند. با توجه به گسترش چینه شناسی شناخته شده اسپورهای موجود در نهشته های سازند جیرود در برش چینه شناسی دهملا در جنوب غرب شاهرود، رسوبات مذکور به دونین پسین (فرازین-فامنین) نسبت داده شده اند. علاوه بر اسپورها، مجموعه متنوعی از سیست پرازینوفیت ها و آکریتارک ها نیز در رسوبات مورد مطالعه دیده می شوند که وجود انواع فرم های شاخص دونین پسین در بین این گروه از پالینومورف ها نیز سن نسبی تعیین شده بر مبنای اسپورها را کاملاً تأیید می کند. با توجه به نسبت پالینومورف های دریایی به فرم های خشکی

و نیز بر اساس حضور هم زمان پالینومورف های تولید شده توسط گیاهان خشکی (اسپورها) همراه با عناصر دریایی (سیست پرازینوفیت ها، آکریتارک ها، اسکلوکودونت ها و کیتینوزوآها) در رسوبات مورد مطالعه می توان نتیجه گرفت رسوبات سازند جیرود در برش چینه شناسی دهملا در دونین پسین در محیط دریایی کم عمق و حاشیه قاره ای تشکیل شدند. علاوه بر این، با در نظر گرفتن قرابت و فراوانی اسپورهای مورد مطالعه در اطراف محیط رسوبی مورد اشاره پوشش گیاهی نسبتاً متنوعی که در آن لیکوپسیدا و فلیکوپسیدا نسبتاً فراوان تر بودند، وجود داشت.

منابع

- ۱- زاهدی، م.، و م. رحمتی ایلخچی، ۱۳۷۴، بررسی چینه شناسی و پالئوتولوژی پرمین در منطقه باند زاگرس: فصلنامه علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ش. ۱۶-۱۵، ص. ۱۳-۲.
- ۲- علوی نائینی، م.، ۱۳۷۲، چینه شناسی پالئوزوئیک ایران: سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، طرح تدوین کتاب، شماره ۵، ۴۹۲ ص.
- ۳- فرهادیانی، م.، ۱۳۸۸، پالینولوژی سازند جیرود در برش چینه شناسی دهملا، جنوب غرب شاهرود: پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم تهران، ۲۳۲ ص.
- ۴- قویدل سیوکی، م.، ۱۳۷۷، بررسی رسوب های پالئوزوئیک بالایی در حوضه زاگرس و معرفی سازند زکین در کوه فراقون: فصلنامه علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ش. ۳۰-۲۹، ص. ۷۳-۵۴.

- Symposium: Special Papers in Palaeontology, v. 23; 353 p.
- 14- Marshall, J.E.A., and K.C. Allen, 1982, Devonian miospore assemblages from Fair Isle, Shetland. *Palaeontology*, v. 25 (2), p. 277-312.
- 15- McGregor, D.C., and G. Playford, 1993, Canadian and Australian Devonian spores: zonation and correlation. *Bulletin of the Geological Survey of Canada*, v. 438; 125 p. (imprinted 1992)
- 16- McMillan, N.J., A.F. Embry, and D.J. Glass, 1988, Devonian of the World. *Memoirs of the Canadian Society of Petroleum Geologists*, no. 14, 2 volumes.
- 17- Oswald, D.H., 1968, International Symposium on the Devonian System. Calgary (1967). *Alberta Society of Petroleum Geologists*, 2 volumes.
- 18- Phipps, D., and G. Playford, 1984, Laboratory techniques for extraction of palynomorphs from sediments. *Papers, Department of Geology, University of Queensland*, v. 11 (1); 23 p.
- 19- 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*, v. 364; 79 p.
- 20- Ruttner, A., M.H. Nabavi, and J. Hajian, 1968 Geology of the Shirgesht area (Tabas, east Iran). *Geological Survey of Iran, Report*, 4, 133 p.
- 21- 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
- ۵- هاشمی، س.ح.، و ف.، تابع، ۱۳۸۸، پالتواکولوژی سازند جیرود در برش چینه شناسی گرمابدر، شمال شرق تهران: فصلنامه زمین شناسی ایران، سال سوم، شماره نهم، ص. ۱۴-۳.
- 6- Alavi, M., and M.H. Bolourchi, 1973, Explanatory text of the Maku Quadrangle Map, 1: 250,000: Geological Survey of Iran, Tehran.
- 7- Al-Hajri, S., and B. Owens, 2000, Stratigraphic Palynology of the Palaeozoic of Saudi Arabia: Special GeoArabia Publication 1, Gulf PetroLink, Manama, 231 p.
- 8- Assereto, R., 1963, The Paleozoic formations in central Elburz, Iran (preliminary note: *Rivista Italiana Paleontologia e Stratigraphia*, v. 60(4), p. 503-543.
- 9- 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.
- 10- Barss, M.S., and G.L. Williams, 1973, Palynology and nannofossil processing techniques: Geological Survey of Canada, Paper, v. 73-26, 25 p.
- 11- Bozorgnia, F., 1973, Paleozoic foraminiferal biostratigraphy of central and east Alborz Mountains, Iran: N. I. O. C., Geol. Labs., Publ. no. 4, 185 p.
- 12- Hashemi, H. and G. Playford, 1998, Upper Devonian palynomorphs of the Shishtu Formation, central Iran Basin, east-central Iran: *Palaeontographica, Abt. B*, v. 246, p. 115-212.
- 13- House, M.R., C.T. Scrutton, and M.G. Bassett, 1979, The Devonian System. A Palaeontological Association International

- Ardenne-Rhenish region. Review of Palaeobotany and Palynology, v. 50; p. 211-229.
- 22- Strother, P.K., 1996, Acritarchs. In: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (Eds.) Palynology: principles and applications, American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, v. 1 (5), p. 81-106..
- 23- Tappan, H., 1980, The paleobiology of plant protists. Freeman, San Francisco, 1028 p.
- 24- Traverse, A., 2007, Paleopalynology. 2nd edition. Springer, the Netherlands, 813 p.
- 25- 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.
- 26- Wood, G.D., A.M. Gabriel, and J.C. Lawson, 1996, Chapter 3. Palynological techniques processing and microscopy. In: J. Jansonius & D.C. McGregor (Eds.): Palynology: principles and applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, v.1; p. 29-50.

Plate 1

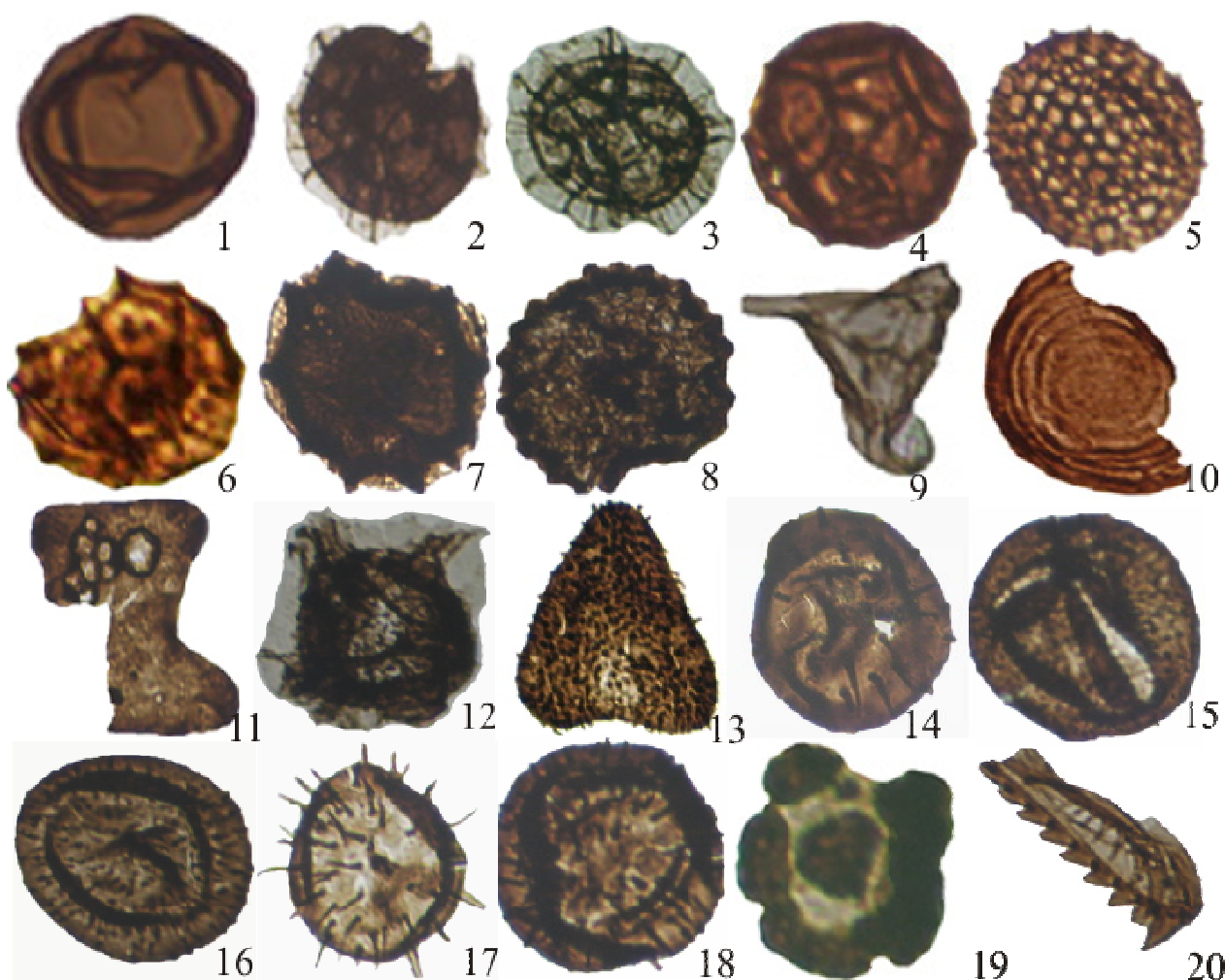


Fig. 1. *Leiosphaeridia* sp. $\times 2000$. Fig. 2. *Cymatisphaera perimembrana* Staplin, 1961. $\times 1200$. Fig. 3. *Cymatisphaera radiosepta* Hashemi & Playford, 1998. $\times 1200$. Fig. 4. *Dictyotidium araiomegaronium* Hashemi & Playford, 1998. $\times 1900$. Fig. 5. *Dictyotidium craticulum* (Wicander & Loeblich) Wicander & Playford, 1985. $\times 1500$. Fig. 6. *Dictyotidium senticogremium* Hashemi & Fahimi, 2006. $\times 1600$. Fig. 7. *Maranhites perplexus* Wicander & Playford, 1985. $\times 600$. Fig. 8. *Maranhites britoi* Stöckmans & Willièrre, 1969. $\times 700$. Fig. 9. *Arkonia* sp. cf. *A. nova* Le Hérisse, 2002. $\times 1100$. Fig. 10. *Chomotriletes vedugensis* Naumova, 1953. $\times 1300$. Fig. 11. *Crassiangulina* sp. cf. *C. tessellata* Jardiné et al., 1972. $\times 650$. Fig. 12. *Daillydium pentaster* (Staplin) emend. Playford in Playford & Dring, 1981. $\times 1400$. Fig. 13. *Deltotosoma intonsum* Playford in Playford & Dring, 1981. $\times 1100$. Fig. 14. *Gorgonisphaeridium asperum* Hashemi & Playford, 1998. $\times 900$. Fig. 15. *Gorgonisphaeridium plerispinosum* Wicander, 1974. $\times 1100$. Fig. 16. *Gorgonisphaeridium tabasense* Hashemi & Playford, 1998. $\times 780$. Fig. 17. *Gorgonisphaeridium ohioense* (Winslow) Wicander, 1974. $\times 950$. Fig. 18. *Gorgonisphaeridium telum* Wicander & Playford, 1985. $\times 1300$. Fig. 19. *Papulogabata lobata* Hashemi & Playford, 1998. $\times 1320$. Fig. 20. Scolecodont. $\times 820$.

Plate 2



Fig. 1. *Elektoriskos tenuis* Playford in Playford & Dring, 1981. $\times 1500$. Fig. 2. *Lophosphaeridium papillatum* (Staplin) Martin, 1969. $\times 1250$. Fig. 3. *Lophosphaeridium granulosum* (Staplin) Playford, 1976. $\times 1000$. Fig. 4. *Saharidia lusca* Playford in Playford & Dring, 1981. $\times 1700$. Fig. 5. *Micrhystridium pentagonale* Stöckmans & Willièrè, 1963. $\times 1700$. Fig. 6. *Micrhystridium stellatum* Deflandre, 1945. $\times 1850$. Fig. 7. *Solisphaeridium inaffectum* Playford in Playford & Dring, 1981. $\times 1300$. Fig. 8. *Solisphaeridium spinoglobosum* (Staplin) Wicander, 1974. $\times 1050$. Fig. 9. *Stellinium comptum* Wicander & Loeblich, 1977. $\times 770$. Fig. 10. *Stellinium micropolygonale* (Stöckmans & Willièrè) Playford, 1977. $\times 580$. Fig. 11. *Stellinium rabians* (Cramer) Eisenack, Cramer & Díez, 1976. $\times 1085$. Fig. 12. *Stellinium octoaster* (Staplin). Jardiné, Combaz, Magloire, Peniguel, & Vachey, 1972. $\times 900$. Fig. 13. *Tornacia sarjeantii* Stöckmans & Willièrè, 1966. $\times 1500$. Fig. 14. *Papiliotypus* sp. cf. *P. pulvinus* Hashemi & Playford, 1998. $\times 2000$. Fig. 15. *Spurimoyeria iranica* Hashemi & Playford, 1998. $\times 2500$. Fig. 16. *Unellium lunatum* (Stöckmans & Willièrè) Eisenack et al. 1979. $\times 1750$. Fig. 17. *Unellium piriforme* Rauscher, 1969. $\times 2000$. Fig. 18. *Veryhachium downiei* Stöckmans & Willièrè, 1962. $\times 1800$. Fig. 19. *Veryhachium inflatum* Hashemi & Playford, 1998. $\times 1800$. Fig. 20. Chitinozoan. $\times 600$.

Plate 3

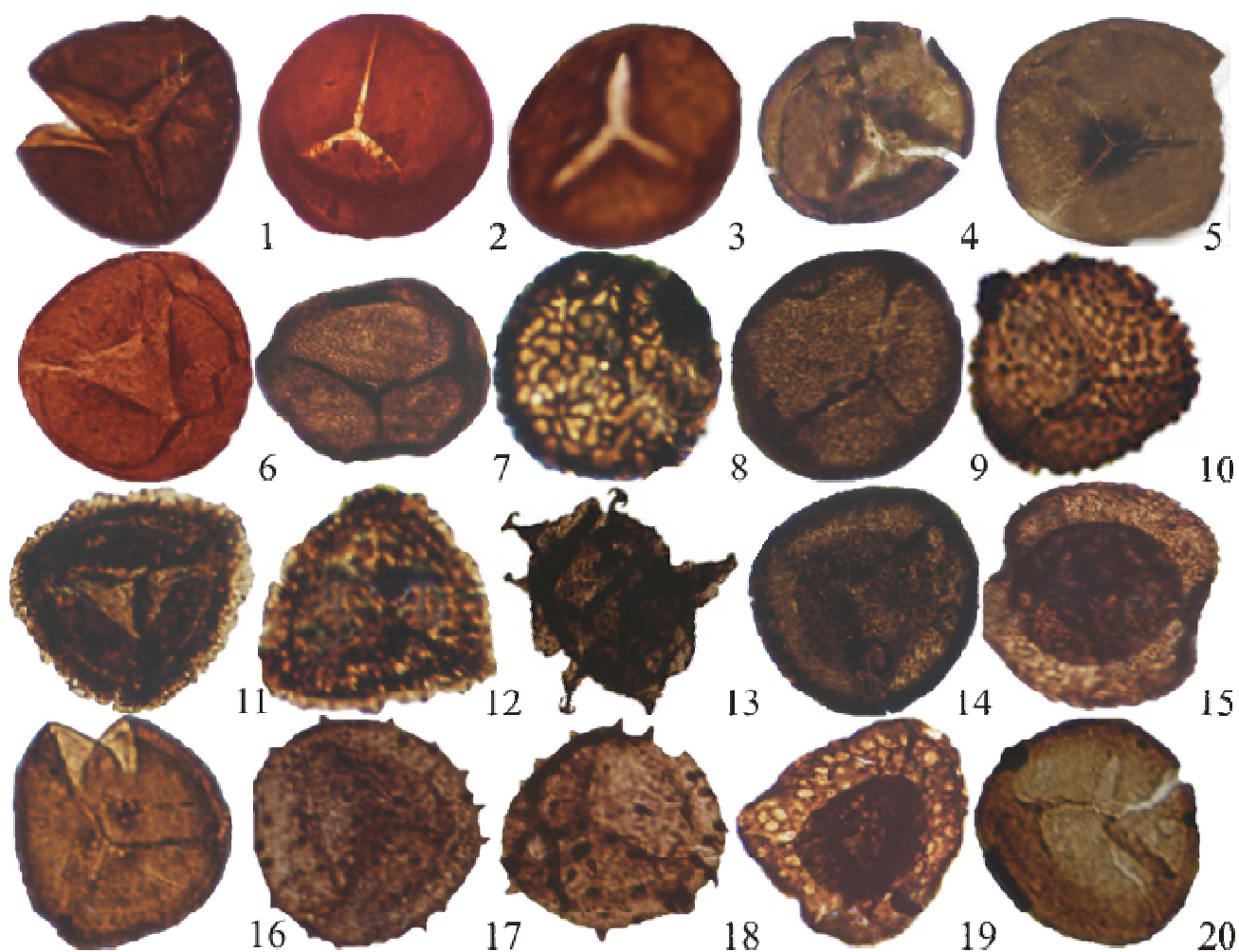


Fig. 1. *Leiotriletes inermis* (Waltz) Ishchenko, 1952. $\times 680$. Fig. 2. *Punctatisporites glaber* (Naumova) Playford, 1963. $\times 800$. Fig. 3. *Retusotriletes planus* Dolby & Neves, 1970. $\times 1100$. Fig. 4. *Retusotriletes dubiosus* McGregor, 1973. $\times 1200$. Fig. 5. *Retusotriletes rotundus* (Streel) Streel, 1967. $\times 800$. Fig. 6. *Retusotriletes rugulatus* Riegel, 1973. $\times 680$. Fig. 7. *Apiculatasporites perpusillus* (Naumova) McGregor, 1973. $\times 800$. Fig. 8. *Dictyotriletes australis* de Jersey, 1966. $\times 950$. Fig. 9. *Cymbosporites catillus* Allen, 1965. $\times 850$. Fig. 10. *Verruciretusispora loboziakii* Tunbridge et al., 2002. $\times 1150$. Fig. 11. *Densosporites spitsbergensis* Playford, 1963. $\times 560$. Fig. 12. *Vallatisporites hystricosus* (Winslow) Byvscheva, 1985. $\times 1250$. Fig. 13. *Ancyrospora ancyrea* (Eisenack) Richardson var. *ancyrea* Richardson, 1962. $\times 530$. Fig. 14. *Concentricosisporites Sagittarius* Rodriguez, 1983. $\times 700$. Fig. 15. *Diducites mucronatus* (Kedo) Van Veen, 1981. $\times 720$. Fig. 16. *Geminospora lemurata* Balme emend. Playford, 1983. $\times 950$. Fig. 17. *Grandispora cornuta* Higgs, 1975. $\times 1100$. Fig. 18. *Grandispora famenensis* (Naumova) Streel var. *minuta* Nekriata, 1974. $\times 1050$. Fig. 19. *Retispora lepidophyta* (Kedo) Playford, 1976. $\times 530$. Fig. 20. *Gneudnaspora divellomedia* (Chibrikova) Balme, 1988 var. *minor* Breuer et al., 2007. $\times 1400$.