

دیرینه بوم‌شناسی پالینومورف‌های دونین پسین، جنوب باختر دامغان

سیدحسین هاشمی^{۱*} و مهتاب فهیمی^۱

^۱ گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۰۶/۲۵

چکیده

توالی‌های دونین بالایی در اطراف دروار، جنوب باختر دامغان، از تناوب کنگلومرا، کوارتیت، ماسه‌سنگ، سیلستون و شیل همراه با میان‌لایه‌هایی از نهشته‌های کربناتی تشکیل شده‌اند که با ناپوستگی فرسایشی بر روی رسوبات اردوویسین و به‌صورت تدریجی زیر سنگ‌های کربنیفر زیرین (سازند مبارک) قرار دارند. انواع براکیوپودها، تریلوبیت‌ها، گاستروپودها، مرجان‌ها، خارپوستان، و کونودونت‌ها همراه با مجموعه متنوعی از پالینومورف‌ها، به‌ترتیب فراوانی، شامل اسپوره‌های بیشتر ترایلت و میکروفیتوپلانکتون‌های دریایی (سیست جلبک‌های سبز و آکریتارک‌ها) با حفظ‌شدگی خوب در رسوبات سازند جبرود در برش چینه‌شناسی دروار وجود دارند. افزون بر این، اسکولو کودونت‌ها با تنوع و فراوانی نسبی بسیار کمتر در برخی از نمونه‌های برش مورد مطالعه دیده می‌شوند، اما نمونه‌ای از کیتینوزوآها در این رسوبات مشاهده نشده است. بر اساس وجود انواع پالینومورف‌های با گسترش چینه‌شناسی شناخته شده در مقیاس جهانی مانند: *Cymatiosphaera perimembrana*, *Chomotriletes vedugensis*, *Deltotosoma intonsum*, *Papulogabata annulata*, *Tornacia sarjeantii*, *Unellium lunatum*, *Unellium piriforme*, *Retispora lepidophyta*, *Geminospora lemurata*, *Retusotriletes rugulatus*, *Grandispora cornuta*, *Grandispora sp. cf. G. gracilis*. نسبت داده می‌شوند. وجود میکروفیتوپلانکتون‌های با وزیکل تقریباً دایره‌ای شکل، دیواره نسبتاً نازک و بدون عناصر تزئینی یا با زوائد به‌نسبت کوتاه در رسوبات مورد مطالعه نشان‌دهنده تشکیل نهشته‌های یادشده در محیط دریایی کم‌ژرفا و نزدیک به ساحل است. فراوانی نسبی *Geminospora lemurata* در بیشتر نمونه‌ها، معرف وجود ژیموسپرم‌های ابتدایی (*Progymnosperms*)، و یافت شدن نمونه‌هایی از ماکروفسیل‌های گیاهی با فراوانی کم و حفظ‌شدگی ضعیف و قابل انتساب به *Lepidodendrales* نشان‌دهنده وجود فرم‌هایی از پنجه‌گرگیان (*Lycopodophyta*) در پوشش گیاهی اطراف محیط تشکیل نهشته‌های مورد مطالعه است. قرابت اسپوره‌های موجود در نهشته‌های مورد بررسی نیز نشان می‌دهد که نمونه‌هایی از وابستگان سرخس‌ها (fern allies) از جمله گیاهان متعلق به *Equisetopsida*, *Lycopodopsida*, *Rhyniopsida* همراه با *Progymnospermopsida* در پوشش گیاهی یادشده وجود داشتند. فراوانی نسبی *Geminospora lemurata* که به ژیموسپرم‌های اولیه نسبت داده شده است، و اسپوره‌های منتسب به پنجه‌گرگیان در پالینوفلورای سازند جبرود احتمالاً نشان‌دهنده فراوانی نسبی بیشتر این گیاهان در ترکیب پوشش گیاهی اطراف محیط تشکیل رسوبات دونین بالایی جنوب باختر دامغان است.

کلیدواژه‌ها: دیرینه‌بوم‌شناسی، پالینومورف‌ها، ماکروفسیل‌های گیاهی، دونین پسین، خاور البرز مرکزی.

E-mail: hashemi@saba.tmu.ac.ir

*نویسنده مسئول: سیدحسین هاشمی

۱- مقدمه

پس از گذشت بیش از یک و نیم قرن از انتشار نخستین گزارش در مورد نهشته‌های دونین ایران (Vermeil در 1850 در Viquesnal) و به‌رغم پراکندگی جغرافیایی گسترده نهشته‌های یادشده بویژه در البرز و ایران مرکزی، اطلاعات قابل قبولی درباره چینه‌شناسی سنگی، تطابق ناحیه‌ای، محیط تشکیل، محتوای فسیلی و گاه حتی در خصوص سن نسبی این نهشته‌ها وجود ندارد (به‌عنوان مثال نگاه کنید به علوی نائینی، ۱۳۷۷). اشاره کاملاً مختصر به ویژگی‌های چینه‌شناسی نهشته‌های دونین ایران در مجموعه داده‌های منتشر شده در مورد نهشته‌های این دوره در مقیاس جهانی (Oswald, 1968; House et al., 1979; McMillan et al., 1988) نیز به‌احتمال، این مطلب را تأیید می‌کند.

نهشته‌های دونین (بویژه دونین بالایی) در شمال ایران تغییرات رخساره‌ای جانبی قابل توجهی نشان می‌دهند و به همین دلیل برای جدایش رخساره‌های مختلف مربوط به این دوره در مناطق مختلف رشته‌کوه‌های البرز چند واحد سنگی معرفی شده‌اند (Assereto, 1963; Bozorgnia, 1973; Alavi & Bolourchi, 1973). این نهشته‌ها در بخش‌های مرکزی و خاوری رشته‌کوه‌های البرز، به‌ترتیب، با عنوان سازندهای جبرود (Assereto, 1963) و خوش بیلاق (Bozorgnia, 1973) نامگذاری و مطالعه شده‌اند. سازند جبرود که در بخش مرکزی رشته‌کوه‌های البرز با ناپوستگی فرسایشی بر روی سنگ‌های اردوویسین (یا کهن‌تر) قرار دارد، بیشتر از تناوب کنگلومرا، ماسه‌سنگ، سیلستون و شیل، همراه با میان‌لایه‌هایی از سنگ‌های کربناتی فسیل‌دار تشکیل شده است. مجموعه متنوعی از براکیوپودها، هولوتورین‌ها، گاستروپودها، کربنیویدها، تریلوبیت‌ها، و ماهی‌های باله شعاعی همراه با انواع پالینومورف‌های شاخص محیط‌های خشکی و دریایی و ماکروفسیل‌های گیاهی با حفظ‌شدگی

بسیار ضعیف از نهشته‌های این سازند در مقاطع مختلف چینه‌شناسی البرز مرکزی گزارش شده است (Sartenaer, 1964; Ghavidel-Syooki, 1994, 1995; Dashtban & Racheboeuf, 2001؛ شوشتری زاده و همکاران، ۱۳۸۴؛ هاشمی و فهیمی، ۱۳۸۴؛ هاشمی و تابع، ۱۳۸۴؛ هاشمی و قربانی نژاد، ۱۳۸۶).

۲- نهشته‌های دونین بالایی در برش چینه‌شناسی دروار

مختصات جغرافیایی بخش زیرین برش چینه‌شناسی مورد مطالعه سازند جبرود که در خاور بخش مرکزی کوه‌های البرز و در ۳۵ کیلومتری جنوب باختر دامغان قرار دارد، "۲۶' ۵۴" ۵۳° طول خاوری و "۵۷' ۰۱" ۳۶° عرض شمالی است (شکل ۱). مناسب‌ترین راه دسترسی به برش چینه‌شناسی یادشده، جاده آسفالت‌های به طول تقریبی ۱۴ کیلومتر است که در ۳۵ کیلومتری جاده دامغان-سمنان (سه‌راهی قوشه) از جاده اصلی جدا شده و به طرف شمال باختر ادامه می‌یابد. در این محل، سازند جبرود که با ناپوستگی فرسایشی بر روی تناوب شیل و ماسه‌سنگ‌های سبز رنگ اردوویسین قرار گرفته است، تقریباً ۱۳۰ متر ستبراً دارد. توالی سازند جبرود در این برش چینه‌شناسی با تناوب ماسه‌سنگ و کوارتیت خاکستری-قهوه‌ای همراه با میان‌لایه‌هایی از شیل‌های زرد و سرخ رنگ آغاز می‌شود و به‌طرف بالا با تناوب ماسه‌سنگ و کنگلومرای سرخ رنگ ادامه می‌یابد و در بالاترین بخش با ردیفی از ماسه‌سنگ‌های نازک‌لایه خاکستری رنگ دارای چینه‌بندی مورب و سنگ‌آهک‌های فسیل‌دار با میان‌لایه‌هایی از شیل‌های سیاه رنگ پایان می‌یابد (شکل ۱). بر خلاف آنچه تاکنون در مورد مرز بالایی این واحد سنگی، از دیگر مقاطع چینه‌شناسی در البرز مرکزی گزارش شده است (به‌عنوان مثال نگاه کنید به

فاصله میان ۵۸ تا ۱۲۶ متری (در نمونه‌های شماره ۱۱ تا ۲۷) از بخش زیرین سازند جیروود دیده می‌شوند (شکل ۱).

در پالینوفلورای مورد مطالعه، در سطح جنس، میکروفیتوپلانکتون‌هایی همچون *Leiosphaeridia Dictyotidium*, *Gorgonisphaeridium*, *Lophosphaeridium*, *Geminospora*, و *Veryhachium* و از اسپورها نیز *Apiculatasporites*, *Retispora Gorgonisphaeridium tabasense* و *Geminospora lemurata* فراوانی نسبی بیشتری نشان می‌دهند. همچنین میکروفیتوپلانکتون‌هایی مانند *Cymatiosphaera*, *Papulogabata*, *Unellium*, *Saharidia*, *Chomotriletes*, *Tornacia* و اسپورهایی مانند *Apiculatisporis*, *Deltoidospora*, *Concentricosporites* در پالینوفلورای سازند جیروود در برش چینه‌شناسی شمال دروار، فراوانی نسبی کمتری دارند. در پالینوفلورای مورد مطالعه، نمونه‌هایی از میکروفیتوپلانکتون‌ها و اسپورهایی شاخص دونین پسین شامل *Cymatiosphaera perimembrana*, *Chomotriletes vedugensis*, *Papulogabata annulata*, *Unellium lunatum*, *Unellium piriforme*, *Tornacia sarjeantii*, *Retispora lepidophyta*, *Retusotriletes rugulatus*, *Grandispora cornuta*, *Geminospora lemurata* (شکل ۴، ۲، ۱، Plates). بر این اساس و با توجه به گسترش چینه‌شناسی شناخته شده فرم‌های یاد شده، نهشته‌های سازند جیروود در این برش چینه‌شناسی به دونین پسین (فرازین-فامنین) نسبت داده می‌شوند. لازم به یادآوری است که شوشتری زاده و همکاران (۱۳۸۴) با مطالعه کونودنت‌های سازند جیروود در برش چینه‌شناسی دروار، این نهشته‌ها را به دونین پسین (فامنین) نسبت داده‌اند. این تفاوت در تعیین سن نهشته‌های یاد شده احتمالاً به نبود کونودنت‌ها در نهشته‌های بخش زیرین سازند جیروود در برش چینه‌شناسی دروار (شوشتری زاده و همکاران، ۱۳۸۴، شکل ۲) مربوط است. فراوانی و تنوع اسپورها و میکروفیتوپلانکتون‌ها در نهشته‌های مورد مطالعه، در بازسازی ویژگی‌های محیط تشکیل سازند جیروود در جنوب باختر دامغان اهمیت بسیار زیادی دارد.

نتایج حاصل از مطالعه پراکندگی جغرافیایی میکروفیتوپلانکتون‌ها نشان می‌دهد که الگوی گسترش مکانی این گروه از پالینومورف‌ها، غیر یکنواخت و احتمالاً تحت تأثیر برآیند متغیرهای محیطی مختلف بوده است. پراکندگی جغرافیایی گسترده وجود میکروفیتوپلانکتون‌ها در ترکیب‌های سنگی و رخساره‌های مختلف نشان از پلانکتونیک بودن آنها دارد. افزون بر این، ریخت، ترکیب شیمیایی، و وجود ساختمان‌های بازشدگی (exstymt) در وزیکل بسیاری از آنها نشان می‌دهد که این گروه به احتمال، سیست فیتوپلانکتون‌ها هستند (Molyneux et al., 1996). هم‌اکنون، اطلاعات اندکی درباره چگونگی استفاده از میکروفیتوپلانکتون‌های دریایی در تعیین فاصله از خط ساحلی، شوری، درجه حرارت، عرض جغرافیایی دیرین (اما نگاه کنید به Le Hérissé, 1989; Le Hérissé & Gourvenne, 1992) و دیگر متغیرهای فیزیکی شیمیایی محیط‌های دیرین وجود دارد. آکریتارک‌ها با توجه به ویژگی‌ها و نیازهای فیزیولوژیک خود، برای انجام فرایند فتوسنتز، به زندگی در منطقه نفوذ نور محدود بوده‌اند. بنابراین، این گروه از پالینومورف‌ها معمولاً شاخص مناسبی برای تعیین ژرفای تشکیل نهشته‌ها نیستند (Williams & Sarjeant, 1967). اما حضور همزمان آکریتارک‌ها و پالینومورف‌های تولید شده توسط گیاهان خشکی (اسپورها) بیشتر معرف نهشت در محیط‌های نزدیک خط ساحلی در نظر گرفته می‌شود. Staplin (1961) با مطالعه نحوه پراکندگی میکروفیتوپلانکتون‌های موجود در طبقات فرازین کانادا، تغییر در تنوع و مورفوتیپ آکریتارک‌ها را به فاصله محیط تشکیل نهشته‌های در برگیرنده از خط ساحلی دیرین نسبت داد و نتیجه گرفت فرم‌های با ریخت پیچیده‌تر در محیط‌های

هاشمی و مسعودی، ۱۳۸۳؛ هاشمی و قربانی نژاد، ۱۳۸۶) در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه نهشته‌های سازند جیروود با مرز تدریجی و ظاهراً به صورت پیوسته در زیر سنگ‌های کربناتی کربنیفر زیرین (سازند مبارک) قرار دارند. مرز تدریجی بین نهشته‌های دونین بالایی و کربنیفر (سازندهای جیروود و مبارک) پیش‌تر نیز از مناطق خاوری البرز مرکزی گزارش شده است (حسینی نژاد و همکاران، ۱۳۸۶).

۳- نمونه‌ها و روش انجام کار

برای مطالعه پالینوفلورای موجود در نهشته‌های سازند جیروود در برش چینه‌شناسی دروار، از ترکیب‌های سنگی مناسب (Traverse, 2007) ۲۷ نمونه برای جداسازی پالینومورف‌ها از نهشته‌های دربرگیرنده برداشت شده است. برای جلوگیری از آمیختگی و آلودگی (contamination) احتمالی پالینومورف‌های موجود در نمونه‌های مورد مطالعه با فرم‌های مربوط به عهد حاضر و همچنین با هدف کاهش تأثیر اکسایش بر پالینومورف‌ها (Wood et al., 1996) نمونه‌برداری از ژرفای ۵۰-۲۰ سانتیمتری زیر سطح زمین انجام شد. برای جداسازی پالینومورف‌ها از نهشته‌های در برگیرنده و افزایش فراوانی (concentration) آنها روش‌های متداول در پالینولوژی به کار گرفته شده است. (Barss & Williams, 1973; Phipps & Playford, 1984) برای انحلال مواد معدنی و جداسازی پالینومورف‌ها از نهشته‌های در برگیرنده، از روش HCL-HF-HCL و سپس از اسید نیتریک برای انحلال بلورهای پیریت و نیز اکسایش کنترل شده پالینومورف‌ها استفاده شده است. برای جدا کردن باقیمانده مواد معدنی حل نشده (به‌عنوان مثال کانی‌های سنگین) و مواد آلی غیرفسیل و در نتیجه افزایش فراوانی نسبی پالینومورف‌ها از محلول کلرور روی (ZnCl₂) با وزن مخصوص ۲ gr/cm³ (و در صورت نیاز با وزن مخصوص کمتر) استفاده شده است. برای جدا کردن ذرات بسیار دانه‌ریز موجود در برخی از نمونه‌ها، از روش سانتریفیوژ کردن سریع (fast centrifuge) استفاده شد. از باقیمانده هر نمونه (residue) دست‌کم سه اسلاید دائمی (strew slide) تهیه و باقیمانده نمونه‌های تهیه شده نیز برای انجام مطالعات بعدی نگهداری شده است. مطالعه اسلاید‌های یاد شده نشان می‌دهد انواع پالینومورف‌های شاخص متعلق به محیط‌های دریایی و خشکی با تنوع، فراوانی، و حفظ‌شدگی خوب در بیشتر نمونه‌های مورد مطالعه وجود دارند.

۴- ترکیب و اهمیت پالینوفلورای مورد مطالعه

در نهشته‌های سازند جیروود در برش چینه‌شناسی دروار، بایوتای بسیار متنوعی شامل نمونه‌هایی از براکیوپودها، مرجان‌ها، قطعات ساقه کرینوبیدها، تریلوبیت‌ها، گاستروپودها، ماهی‌ها، و کونودنت‌ها (شوشتری زاده و همکاران، ۱۳۸۴) همراه با نمونه‌هایی از ماکروفسیل‌های گیاهی با حفظ‌شدگی ضعیف و قابل انتساب به *Lepidodendrales* (شکل ۲) وجود دارد. افزون بر این، بر اساس نتایج حاصل از مطالعه ۲۷ نمونه سنگی سطحی برداشت شده از سازند جیروود در برش چینه‌شناسی دروار (شکل ۱)، پالینوفلورای متنوعی شامل اسپورها، کریتوسپورها، سیست پرازیئوفیت‌ها، آکریتارک‌ها، و اسکولوکودونت‌ها از این نهشته‌ها گزارش شده (Hashemi & Fahimi, 2006؛ هاشمی و فهیمی، ۱۳۸۴؛ فهیمی، ۱۳۸۵) اما نمونه‌ای از کیتینوزوآها در این مجموعه فسیلی مشاهده نشده است. در پالینوفلورای یاد شده، سیست میکروفیتوپلانکتون‌ها و پالینومورف‌های تولید شده توسط گیاهان خشکی (اسپورها) حفظ‌شدگی بسیار خوبی دارند (Plates 1,2). اسپورها بیشتر شامل نمونه‌های با علامت تریابت (trilete mark) و تقارن شعاعی (radially symmetrical) و با فراوانی بسیار کمتر فرم‌های با تقارن دو طرفی (bilateral) و علامت مونولت (monolete) هستند و نسبت به میکروفیتوپلانکتون‌های دریایی تنوع و فراوانی نسبی بیشتری دارند (شکل ۳). در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه، بیشتر پالینومورف‌های شناسایی شده در

تربلت و همراهی آنها با انواع میکروفیتوپلانکتون‌های با وزیکل تقریباً دایره‌ای شکل و بدون عناصر تزئیناتی یا با زوائد به‌نسبت کوتاه (شکل ۵) و کریپتوسپورهای با تنوع و پراکندگی اندک است که می‌توان آن را نشان‌دهنده تشکیل نهشته‌های مورد مطالعه در محیط دریایی کم‌ژرفا و نزدیک به ساحل در نظر گرفت. شوشتری زاده و همکاران (۱۳۸۴) نیز با شناسایی رخساره کونودونتی *Polygnathus-Bispathodus* در نهشته‌های سازند جیروود در مقطع چینه‌شناسی دروار، نهشته‌های یادشده را حاصل نهشت در محیط کم‌ژرفای فلات قاره تا بخش میانی شیب قاره و در شرایط آب‌وهوای گرم در نظر گرفتند. مقایسه نسبت پالینومورف‌های دریایی (مجموعه آکریتارک‌ها و پرازینوفیت‌ها) به میکروفسیل‌های شاخص محیط خشکی (اسپورها) نیز از روش‌هایی است که بررسی فاصله محیط تشکیل نهشته‌ها را نسبت به خط ساحلی گذشته امکان‌پذیر می‌سازد (Sarmiento, 1957; Upshaw, 1964; Gray & Boucot, 1972).

به‌طور معمول، فراوانی و تنوع میکروفیتوپلانکتون‌های دریایی، بویژه انواع با زوائد بلند و منشعب، نسبت به پالینومورف‌های خشکی، معرف افزایش ژرفای آب و فاصله از خط ساحلی است. بنابراین، ریخت، فراوانی، و تنوع پالینومورف‌های دریایی می‌تواند در بازسازی برخی از ویژگی‌های محیط‌های رسوبی گذشته به کار گرفته شود. در پالینوفلورای مورد مطالعه، تنوع و فراوانی نسبی اسپورها نشان‌دهنده تشکیل نهشته‌های یادشده در محیط دریایی کم‌ژرفا و حاشیه قاره‌ای است که در ترکیب پوشش گیاهی موجود در خشکی‌های اطراف آن نمونه‌هایی از Lycopodopsida و Equisetopsida, Progymnospermopsida, Rhyniopsida تنوع و فراوانی قابل توجهی داشتند. به‌دلیل تنوع و فراوانی اسپورهای منتسب به پنجه‌گرگیان در پالینوفلورای سازند جیروود (شکل ۶) احتمالاً گیاهان متعلق به این گروه در ترکیب پوشش گیاهی منطقه اطراف محیط تشکیل نهشته‌های مورد مطالعه تنوع و فراوانی نسبی بیشتری داشتند. *Geminospora lemurata* نیز در بیشتر نمونه‌های مورد مطالعه، فراوانی قابل توجهی دارد. این اسپور توسط گیاهان *archaeopterid* که با زندگی در زیستگاه‌های متنوع ساحلی سازش پیدا کرده بودند (Marshall & Allen, 1982) تولید می‌شده است (Hashemi & Playford, 2005). بنابراین، احتمالاً نمونه‌هایی از ژیمنوسپرم‌های اولیه (*Progymnosperms*) نیز در پوشش گیاهی یادشده فراوان بودند.

۵- نتیجه‌گیری

- در نهشته‌های سازند جیروود در برش چینه‌شناسی شمال دروار، جنوب باختر دامغان، پالینوفلورای متنوعی شامل اسپورها، کریپتوسپورها، میکروفیتوپلانکتون‌های دریایی (پرازینوفیت‌ها و آکریتارک‌ها) و اسکولکودونت‌ها با حفظ‌شدگی خوب وجود دارد. نمونه‌ای از کیتینوزوآها در نمونه‌های مورد مطالعه دیده نشده است.

- در پالینوفلورای مورد مطالعه اسپورها، در مقایسه با دیگر پالینومورف‌ها، فراوانی و تنوع بیشتری دارند.

- بر اساس حضور پالینومورف‌های با ارزش چینه‌شناسی شناخته‌شده در مقیاس جهانی مانند *Cymatiosphaera perimembrana*, *Chomotriletes vedugensis*, *Papulogabata annulata*, *Tornacia sarjeantii*, *Unellium lunatum*, *Unellium piriforme*, *Retispora lepidophyta*, *Geminospora lemurata*, *Retusotriletes rugulatus*, *Grandispora cornuta* دروار، جنوب باختر دامغان، به دونین پسین (فرازین- فامنین) نسبت داده می‌شوند.

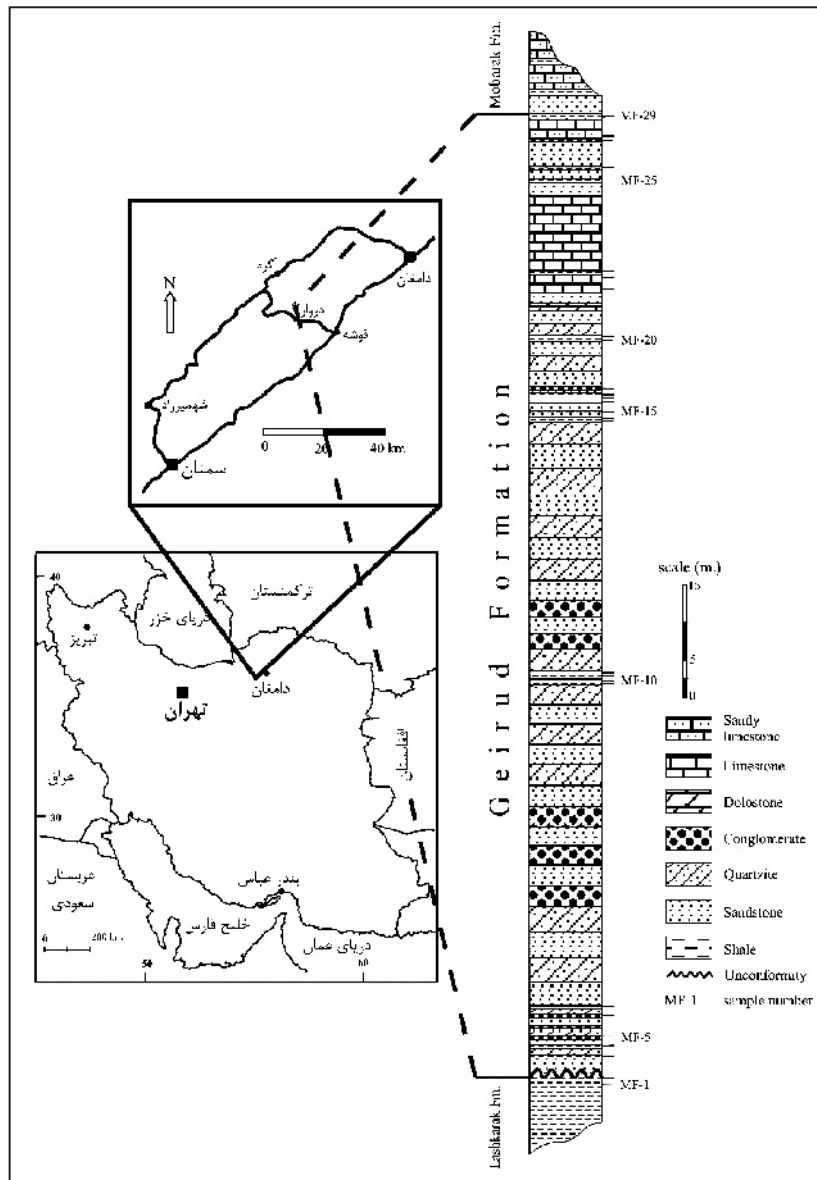
- وجود میکروفیتوپلانکتون‌های دریایی شامل فرم‌های کروی شکل و بدون عناصر تزئیناتی یا با زوائد به‌نسبت کوتاه همراه با اسپورهای متنوع و فراوان نشان می‌دهد که نهشته‌های سازند جیروود در برش مورد مطالعه در یک محیط دریایی کم‌ژرفا و نزدیک به ساحل تشکیل شده‌اند.

دورتر از خط ساحلی وجود داشتند. وی نتیجه گرفت آکریتارک‌های اسفرومورف (Downie, 1973) متناسب با افزایش فاصله از خط ساحلی دیرین فراوان‌ترند، آکانتومورف‌های gracile تا فاصله ۲ کیلومتری خط ساحلی کمیاب هستند و آکانتومورف‌های بزرگ و فرم‌های پلی‌هدرال (پرازینوفیت‌ها) در اجتماعات مربوط به فاصله بیش از ۷ کیلومتری از خط ساحلی دیده می‌شوند. بررسی‌های بعدی (به‌عنوان مثال Jacobson, 1979) نیز این نتیجه‌گیری را تأیید کرده است. Wall (1965) نیز نشان داد که اجتماعات آکریتارک‌های مربوط به محیط‌های دریایی باز بیشترین تنوع را دارند. وی همچنین اشاره کرد در اجتماعات آکریتارک‌های مربوط به مناطق نزدیک به ساحل، آکانتومورف‌های ساده مانند *Michrhystridium* و *Baltisphaeridium* فراوان هستند در حالی که در اجتماعات مناطق دور از ساحل، مورفوتیپ‌های با ریخت پیچیده (به‌عنوان مثال فرم‌های پلی‌گونومورف و ترومورف) فراوانی بیشتری دارند. نتایج مربوط به مطالعات انجام شده در مورد آکریتارک‌ها نشان از آن دارد که در محیط‌های دریایی باز حفظ‌شدگی آنها مناسب‌تر بوده و پراکندگی آنها نیز تا اندازه‌ای توسط سوی جریان چیره کنترل می‌شده است (Smith & Saunders, 1970).

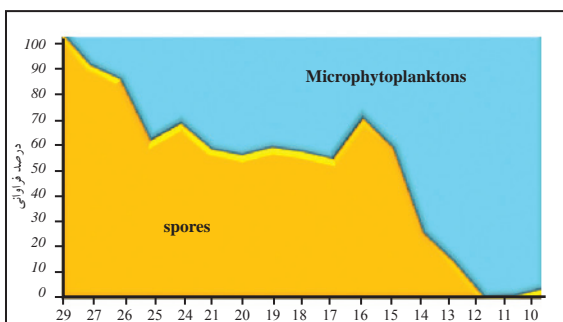
Dorning (1981) نیز برای نمایش تغییرات تنوع، فراوانی، و مورفوتیپ میکروفیتوپلانکتون‌های موجود در نهشته‌های مناطق مختلف محیط‌های دریایی و بر اساس مطالعه میکروفیتوپلانکتون‌های سیلورین ولز، مدلی را ارائه کرد (Downie, 1963; Górka, 1969; Thusu, 1972; Riegel, 1974; Al-Ameri, 1983). در مدل یادشده با توجه به مورفوتیپ و تنوع گونه‌ای، سه اجتماع از میکروفیتوپلانکتون‌های مربوط به بخش‌های مختلف محیط دریایی شناسایی شده است. در این مدل، اجتماع آکریتارک‌های مربوط به منطقه نزدیک به ساحل (nearshore) با تنوع گونه‌ای کم (۱۵-۵ گونه در هر نمونه) مشخص می‌شود. در اجتماع یادشده *Protoleiosphaeridium* فراوان است و *Veryhachium Evittia* و *Michrhystridium* نیز همراه آن دیده می‌شوند. اجتماع میکروفیتوپلانکتون‌های معرف منطقه دور از ساحل (offshore) نیز با تنوع گونه‌ای قابل توجه (۹۰-۱۰ گونه در هر نمونه) شناخته می‌شود که در آن از نظر کمی، فرم چیره وجود ندارد. اجتماع میکروفیتوپلانکتون‌های مربوط به مناطق ژرف (deep water) نیز با تنوع گونه‌ای کم (۱۵-۲ گونه در هر نمونه) و ترکیب تقریباً مشابه با اجتماع آکریتارک‌های مربوط به منطقه نزدیک به ساحل مشخص می‌شود. حضور پرازینوفیت‌هایی همچون *Leiosphaeridium* و *Pterospermella*, *Cymatiosphaera* اجتماع آکریتارک‌های مربوط به مناطق نزدیک به ساحل جدا می‌کند. در مدل یادشده تغییرات بین‌گونه‌ای (intraspecific) در اجتماعات میکروفیتوپلانکتون‌های دور و نزدیک به ساحل نیز قابل توجه است. به‌عنوان مثال، در اجتماعات مربوط به مناطق دور از ساحل، نمونه‌های *Michrhystridium* زوائد بلندتری دارند و نمونه‌های *Veryhachium* دارای زوائد متعدد هستند و وزیکل آنها کمتر به حالت صفحه‌ای دیده می‌شود. افزون بر این، در مورد تغییر در ترکیب تاکسونومیک میکروفیتوپلانکتون‌های دریایی با توجه به ژرفای محیط تشکیل نهشته‌ها نیز مطالعاتی انجام گرفته است (برای مثال Riegel, 1974; Richardson, 1984; Richardson & Rasul, 1990; Tyson, 1995). پالینوفلورای متشکل از اجتماع انواع مختلف پالینومورف‌های متعلق به محیط‌های دریایی و خشکی مانند میوسپورها، کریپتوسپورها، نامتوکلاست‌ها (nematoclasts)، و خرده‌های گیاهان (Gensel et al., 1990) نیز ممکن است برای تعیین تقریبی فاصله محیط تشکیل نهشته‌های دربرگیرنده از خط ساحلی دیرین مورد استفاده قرار گیرند (Strother, 1996). از وجود کریپتوسپورها در تشخیص محیط رسوبی نزدیک به ساحل در نهشته‌های مربوط به مرز اردوویسین- سیلورین استفاده شده است (Gray & Boucot, 1972). بر این اساس، ترکیب کلی پالینوفلورای سازند جیروود، شامل مجموعه متنوع و فراوانی از اسپورهای با تقارن شعاعی و علامت

وجود داشتند. بر اساس تنوع و فراوانی اسپوره‌های موجود در نهشته‌های مورد مطالعه، گیاهان متعلق به پنجه گرگیان و ژیمنوسپرم‌های اولیه در پوشش گیاهی یادشده فراوانی بیشتری داشتند.

در هنگام تشکیل نهشته‌های سازند جیروود در جنوب باختر دامغان، پوشش گیاهی به‌نسبت متنوعی شامل فرم‌هایی از Equisetopsida, Progymnospermopsida, از Lycopodopsida و Rhyniopsida در خشکی‌های اطراف حوضه رسوبی این منطقه



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و ستون چینه‌شناسی سازند جیروود، برش چینه‌شناسی دروار، جنوب باختر دامغان.



شکل ۳- مقایسه فراوانی نسبی اسپورها و میکروفیتوپلانکتون‌های دریایی در نمونه‌های مورد مطالعه.



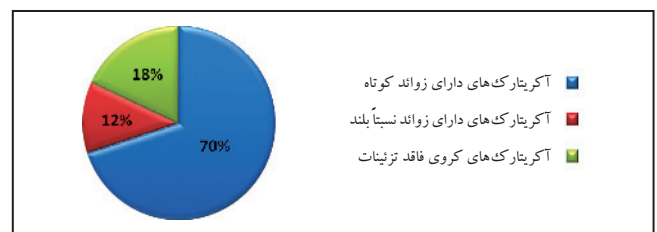
شکل ۲- ماکروفسیل گیاهی متناسب به Lepidodendrales در سطح چینه‌بندی زیرین ماسه‌سنگ‌های بخش زیرین سازند جیروود، برش چینه‌شناسی دروار، جنوب باختر دامغان.

Sample number	MF-10	MF-11	MF-12	MF-13	MF-14	MF-15	MF-16	MF-17	MF-18	MF-19	MF-20	MF-21	MF-24	MF-25	MF-26	MF-27	MF-29	
Palynomorphs																		
SPORES																		
<i>Densosporites spitsbergensis</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Retusotriletes rugulatus</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Dictyotriletes australis</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Leiotriletes inermis</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Geminospora lemurata</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Apiculatospites</i> sp. cf. <i>A. perpusillus</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Auroraspora macra</i>	[Dot]																	
<i>Grandispora cornuta</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Apiculatospites brevidenticulatus</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Retusotriletes planus</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Densosporites ?cassiformis</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Apiculatospites</i> sp. cf. <i>A. brevidenticulatus</i>	[Dot]																	
<i>Punctatisporites stabilis</i>	[Dot]																	
<i>Concentricosporites sagittarius</i>	[Dot]																	
<i>Retusotriletes rotundus</i>	[Dot]																	
<i>Deltoidospora trivialis</i>	[Dot]																	
<i>Retispora lepidophyta</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Vallatisporites hystricosus</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Grandispora</i> sp. cf. <i>G. gracilis</i>	[Dot]																	
<i>Endosporites</i> sp. cf. <i>E. micromanifestus</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Verrucosiporites</i> sp. cf. <i>V. scurrus</i>	[Dot]																	
<i>Grandispora famenensis</i>	[Dot]																	
MICROPHYTOPLANKTON CYSTS																		
<i>Gorgonisphaeridium telum</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Dictyotidium araiomegaronium</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Dictyotidium craticulum</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Gorgonisphaeridium tabasense</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Dictyotidium senticogremium</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Chomotriletes vedugensis</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Sahardia lusca</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Gorgonisphaeridium plerispinosum</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Elektoriskos tenuis</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Maranhites perplexus</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Tornacia sarjeantii</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Unellium piriforme</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Lophosphaeridium granulosum</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Veryhachium downiei</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Papulogabata annulata</i>	[Dot]																	
<i>Deltosoma intonsum</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Cymatiosphaera perimembrana</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Gorgonisphaeridium asperum</i>	[Horizontal bar]																	
<i>Cymatiosphaera spicigera</i>	[Dot]																	
<i>Lophosphaeridium</i> sp. cf. <i>L. umbonatum</i>	[Dot]																	
<i>Michrhystridium stellatum</i>	[Dot]																	
<i>Michrhystridium</i> sp. cf. <i>M. pentagonale</i>	[Dot]																	
<i>Unellium lunatum</i>	[Dot]																	

شکل ۴- پراکنندگی چینه‌شناسی میکروفتوپلانکتون‌ها و اسپورهای سازند جیرو در برش مورد مطالعه.

گیاهان والد	پالینومورف‌ها											
	<i>Calamospora</i>	<i>Punctatisporites</i>	<i>Retusotriletes</i>	<i>Cyclogranisporites</i>	<i>Verrucosiporites</i>	<i>Vallatisporites</i>	<i>Densosporites</i>	<i>Cymbosporites</i>	<i>Auroraspora</i>	<i>Endosporites</i>	<i>Geminospora</i>	<i>Laevigatospites</i>
Rhyniopsida	●	●	●									
Lycopsida	●	●	●		●	●	●	●		●	●	
Equisetopsida	●	●				●			●			●
Progymnospermopsida	●	●		●							●	●

شکل ۶- قرابت فراوان‌ترین و مهم‌ترین اسپورهای موجود در نهشته‌های سازند جیرو در برش چینه‌شناسی شمال دروار، جنوب باختر دامغان (با استفاده از اطلاعات ارائه شده توسط Balme, 1995).



شکل ۵- فراوانی آکریتارک‌های بدون عناصر تزئیناتی، با عناصر تزئیناتی کوتاه (به طول ۵-۱۰ میکرون)، و با عناصر تزئیناتی به نسبت بلند (بلندتر از ۵ میکرون) در نمونه‌های مورد مطالعه.

Plate 1



Figs. 1-3. *Leiosphaeridia* spp. 1, 2. $\times 800$. 3. $\times 1000$. Fig. 4. *Cymatiosphaera spicigera* Playford in Playford & Dring, 1981. $\times 800$. Fig. 5. *Cymatiosphaera perimembrana* Staplin, 1961. $\times 900$. Figs. 6, 7. *Dictyotidium araiomegaronium* Hashemi & Playford, 1998. $\times 1200$. Figs. 8, 9. *Dictyotidium craticulum* (Wicander & Loeblich) Wicander & Playford, 1985. $\times 900$. Figs. 10, 11. *Dictyotidium senticogremium* Hashemi & Fahimi, 2006. $\times 1100$. Figs. 12, 13. *Maranhites perplexus* Wicander & Playford, 1985. $\times 400$. Fig. 14. *Chomotriletes vedugensis* Naumova, 1953. $\times 700$. Figs. 15, 16. *Deltotosoma intonsum* Playford in Playford & Dring, 1981. $\times 900$. Fig. 17. *Elektoriskos tenuis* Playford & Dring, 1981. $\times 900$. Fig. 18. *Gorgonisphaeridium asperum* Hashemi & Playford, 1998. $\times 700$. Figs. 19, 20. *Gorgonisphaeridium plerispinosum* Wicander, 1974. $\times 700$. Figs. 21, 22. *Gorgonisphaeridium tabasense* Hashemi & Playford, 1998. $\times 600$. Figs. 23, 24. *Gorgonisphaeridium telum* Wicander & Playford, 1985. $\times 900$. Figs. 25, 26. *Lophosphaeridium granulatum* (Staplin) Playford, 1976. 25. $\times 900$. 26. $\times 600$. Fig. 27. *Lophosphaeridium* sp. cf. *L. umbonatum* Hashemi & Playford, 1998. $\times 300$. Fig. 28. *Michrhystridium stellatum* Deflandre, 1945. $\times 1100$. Fig. 29. *Michrhystridium* sp. cf. *M. pentagonale* Stockmans & Willière, 1963. $\times 700$. Fig. 30. *Unellium lunatum* (Stockmans & Willière) Eisenack et al., 1979. $\times 900$. Fig. 31. *Unellium piriforme* Rauscher, 1969. $\times 700$. Fig. 32. *Papulogabata annulata* Playford in Playford & Dring, 1981. $\times 1300$. Fig. 33. *Saharidia lusca* Playford in Playford & Dring, 1981. $\times 700$. Fig. 34. *Tornacia sarjeantii* Stockmans & Willière, 1966. $\times 900$. Fig. 35. *Veryhachium downiei* Stockmans & Willière, 1962. $\times 500$.

Plate 2

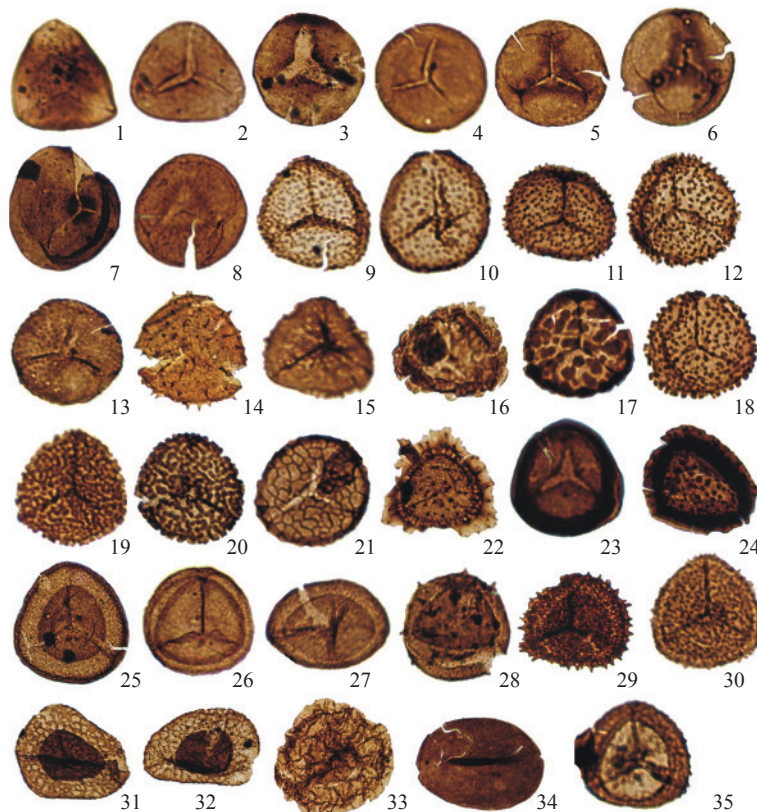


Fig. 1. *Deltoidospora trivialis* (Naumova) Braman & Hills, 1992. $\times 1000$. Fig. 2. *Leiotriletes inermis* (Waltz) Ishchenko, 1952. $\times 700$. Fig. 3. *Punctatisporites stabilis* Playford, 1962. $\times 300$. Fig. 4. *Punctatisporites* sp. A. $\times 800$. Figs. 5, 6. *Retusotriletes planus* Dolby & Neves, 1970. $\times 600$. Fig. 7. *Retusotriletes rotundus* (Streel) Streel, 1967. $\times 400$. Fig. 8. *Retusotriletes rugulatus* Riegel, 1973. $\times 500$. Figs. 9, 10. *Apiculatasporites* sp. cf. *A. perpusillus* (Naumova ex Chibrikova) McGregor, 1973. $\times 700$. Figs. 11, 12. *Apiculatasporites brevidenticulatus* (Chibrikova) McGregor & Camfield, 1982. $\times 700$. Fig. 13. *Cyclogranisporites* sp. A. $\times 700$. Fig. 14. *Apiculatisporites* sp. A. $\times 500$. Fig. 15. *Tricidarisporites* sp. A. $\times 900$. Fig. 16. *Verrucosisporites* sp. cf. *V. scurrus* (Naumova) McGregor & Camfield, 1982. $\times 700$. Fig. 17. *Verrucosisporites* sp. A. $\times 700$. Fig. 18. *Raistrickia* sp. A. $\times 700$. Fig. 19. *Convolutispora* sp. A. $\times 800$. Fig. 20. *Convolutispora* sp. B. $\times 700$. Fig. 21. *Dictyotriletes australis* de Jersey, 1966. $\times 500$. Fig. 22. *Vallatisporites hystricosus* (Winslow) Byvscheva, 1985. $\times 500$. Fig. 23. *Densosporites? cassiformis* (Chibrikova) Arkhangelskaya, 1985. $\times 700$. Fig. 24. *Densosporites spitsbergensis* Playford, 1963. $\times 500$. Fig. 25. *Concentricosisporites sagittarius* Rodriguez, 1983. $\times 300$. Figs. 26, 27. *Geminospora lemurata* Balme emend Playford, 1983. $\times 700$. Fig. 28. *Grandispora cornuta* Higgs, 1975. $\times 500$. Fig. 29. *Grandispora famenensis* (Naumova) Streel var *minuta* Nekriata, 1974. $\times 500$. Fig. 30. *Grandispora* sp. A. $\times 800$. Figs. 31, 32. *Retispora lepidophyta* (Kedo) Playford, 1976. 31. $\times 500$. 32. $\times 300$. Fig. 33. *Rugospora* sp. A. $\times 400$. Fig. 34. *Laevigatisporites* sp. A. $\times 400$. Fig. 35. *Coptospora* sp. $\times 700$.

کتابخانه

- حسینی نژاد، م.، یزدی، م.، قبادی پور، م.، و غلامعلیان، ح.، ۱۳۸۶- چینه‌نگاری سنگ‌های دونین بالایی در برش کلاریز. فصلنامه علمی - پژوهشی علوم زمین، شماره ۶۳، صفحات ۷۸-۸۵.
- علوی نائینی، م.، ۱۳۷۲- چینه‌شناسی پالئوزوئیک ایران. سازمان زمین‌شناسی کشور، طرح تدوین کتاب زمین‌شناسی ایران، شماره ۵، ۴۹۲ صفحه.
- شوشتری زاده، پ.، یزدی، م.، و ترابی دستگردویی، ح.، ۱۳۸۴- معرفی و بررسی کنودونت‌های دونین بالایی در مقطع تویه دروار. نهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم تهران، صفحات ۲۸۲-۲۷۱.
- فهیمی، م.، ۱۳۸۵- پالینولوژی سازند جیرود در مقطع چینه‌شناسی دروار، غرب دامغان. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم تهران، ۱۴۰ صفحه.
- مسعودی، م.، ع.، ۱۳۸۴- پالینولوژی سازند جیرود در مقطع چینه‌شناسی شهیرزاد، شمال سمنان. پایان نامه کارشناسی ارشد، زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم تهران، ۸۱ صفحه.
- هاشمی، س.ح. و تابع، ف.، ۱۳۸۴- پالینولوژی سازند جیرود در برش چینه‌شناسی غرب گرمابدر، شمال شرق تهران، نهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم تهران، صفحات ۴۰۹-۳۹۸.
- هاشمی، س.ح. و فهیمی، م.، ۱۳۸۴- اسپورها و میکروفیتوپلانکتون‌های سازند جیرود در برش چینه‌شناسی دروار، غرب دامغان، نهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم تهران، صفحات ۳۰۸-۲۹۵.
- هاشمی، س.ح. و قربانی نژاد، ط.، ۱۳۸۶- میکروفسیل‌های گیاهی سازند جیرود در برش چینه‌شناسی کوه پیغمبران، شمال شرق سمنان، یازدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، صفحات ۱۷۳۹-۱۷۳۲.

References

- Al-Ameri, T. K., 1983- Observations on the wall structure and the excystment mechanism of acritarchs. *Journal of Micropalaeontology*, 5(2): 27-35.
- Alavi, M. & Bolourchi, M. H., 1973- Explanatory text of the Maku Quadrangle Map, 1: 250,000. Geological Survey of Iran, Tehran.
- Assereto, R., 1963- The Paleozoic formations in central Elburz, Iran (preliminary note). *Rivista Italiana Paleontologia e Stratigrafia*, 60(4): 503-543.
- Balme, B. E., 1995- Fossils in situ spores and pollen grains: an annotated catalogue. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 87(2-4): 85-323.
- Barss, M. S. & Williams, G. L., 1973- Palynology and nanofossil processing techniques. Geological Survey Canada, Paper, 73-26: 1-25.
- Bozorgnia, F., 1973- Paleozoic foraminiferal biostratigraphy of central and east Alborz Mountains, Iran. National Iranian Oil Company, Geology Laboratories, Publication no. 4, 185 p.
- Dashtban, H. & Racheboeuf, P., 2001- First occurrence of Echinocaridid phyllocarids (Crustacean) in the Famennian of Iran. *Neues Jahrbuch für Geologie und Palaontologie, Monatshefte*, pp. 58-94.
- Dorning, K. J., 1981- Silurian acritarch distribution in the Ludlovian shelf area of South Wales and the Welsh Borderland. In: Neale, R. and Brasier, M. B. (eds.): *Microfossils from Recent and fossil shelf seas*. Ellis Horwood, Chichester, 31-36.
- Downie, C., 1963- "Hystrichospheres" (acritarchs) and spores of the Wenlock Shales (Silurian) of Wenlock, England. *Palaeontology*, 6(4): 625-652.
- Downie, C., 1973- Observations on the nature of acritarchs. *Palaeontology*, 16 (2): 239-259.
- Gensel, P. G., Johnson, N. G. & Strother, P. K., 1990- Early land plant debris (Hooker's "waifs and strays"?). *Palaios*, 5: 520-547.
- Ghavidel-Syooki, M., 1994- Upper Devonian acritarchs and miospores from the Geirud Formation in Central Alborz rang, northern Iran: *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran*. 5(3): 103-122.
- Ghavidel-Syooki, M., 1995- Palynostratigraphy and palaeogeography of a Palaeozoic sequence in the Hassanakdar area, central Alborz Range, northern Iran: *Review of Palaeobotany and Palynology*, 86: 91-109.
- Górka, H., 1969- Microorganismes de l'Ordovicien de Pologne. *Palaeontologica Polonica*, 22: 102pp.
- Gray, J. & Boucot, A. J., 1972- Palynological evidence bearing on the Ordovician-Silurian paraconformity in Ohio. *Bulletin of Geological Society of America*, 83(5): 1299-1314.
- Hashemi, H. & Fahimi, M., 2006- *Dictyotidium senticogremium* sp. nov., a new prasinophyte (Chlorophyta) phycoma from the Upper Devonian of northern Iran. *Micropaleontology*, 52(1): 87-93.
- Hashemi, H. & Playford, G., 2005- Devonian spore assemblages of the Adavale Basin, Queensland (Australia): Descriptive systematics and stratigraphic significance. *Revista Española de Micropaleontologia*, 37(3): 317-417.
- House, M. R., Scrutton, C. T. & Bassett, M. G., 1979- The Devonian System. A Palaeontological Association International Symposium. *Special Papers in Palaeontology*, 23: 353pp.
- Jacobson, S. R., 1979- Acritarchs as paleoenvironmental indicators in Middle and Upper Ordovician rocks from Kentucky, Ohio, and New York. *Journal of Paleontology*, 53(5): 1197-1212.

- Le Hérisse, A., 1989- Acritarches et kystes d'algues prasinophycées du Silurien de Gotland, Suède. *Palaeontographia Italica*, 76: 57-302.
- Le Hérisse, A. & Gourvenec, R., 1992- Paleobiology of Silurian-Early Devonian acritarchs. 8th International Palynological Congress, Aix-en-Provence, Program and Abstracts, p. 83.
- McMillan, N. J., Embry, A. F. & Glass, D. J., 1988- Devonian of the World. *Memoirs of the Canadian Society of Petroleum Geologists*, no. 14, 2 volumes.
- Marshall, J. E. A. & Allen, K. C., 1982- Devonian miospore assemblages from Fair Isle, Shetland. *Palaeontology*, 25(2): 277-312.
- Molynex, S. G., Le Hérisse, A. & Wicander, R., 1996- Paleozoic plankton. In: Jansonius, J. and McGregor, D. C. (eds.): *Palynology: principles and applications*, 2: 493-529. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation.
- Oswald, D. H., 1968- International Symposium on the Devonian System. Calgary (1967). Alberta Society of Petroleum Geologists. 2 volumes.
- Phipps, D. & Playford, G., 1984- Laboratory techniques for extraction of palynomorphs from sediments. *Papers, Department of Geology, University of Queensland.*, 11(1): 23 pp.
- Richardson, J. B., 1984- Mid-Palaeozoic palynology, facies and correlation. *Proceedings of 27th International Geology Congress, V.N.U.* Science Press, 2: 341-365.
- Richardson, J. B. & Rasul, S. M., 1990- Palynofacies in a Late Silurian regressive sequence in the Welsh Borderland and Wales. *Journal Geological Society London.* 147: 675-686.
- Riegel, W., 1974- Phytoplankton from the upper Emsian and Eifelian of the Rhineland, Germany - a preliminary report. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 18(1-2): 29-39.
- Sarmiento, R., 1957- Microfossil zonation of Mancos Group. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, 41(8): 1683-1693.
- Sartenaer, P., 1964- Découverte d'un niveau a plantes d'âge Famenñien supérieur dans l'Elburz central (Iran). *Rivista Italiana Paleontologia e Stratigraphia*, 70(4): 651-655.
- Smith, N. D. & Saunders, R. S., 1970- Paleoenvironments and their control of acritarch distribution in the Silurian of east-central Pennsylvania. *Journal of Sedimentary Petrology*, 40(1): 324-333.
- Staplin, F. L., 1961- Reef-controlled distribution of Devonian microplankton in Alberta. *Palaeontology*, 4(3): 392-424.
- Strother, P. K., 1996- Acritarchs. In: Jansonius, J. and McGregor, D.C. (eds.). *Palynology: principles and applications*, 1: 81-106. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation.
- Thusu, B., 1972- Depositional environments of the Rochester Formation (Middle Silurian) in southern Ontario. *Journal of Sedimentary Petrology*, 42(4): 930-934.
- Traverse, A., 2007- *Paleopalynology*, 2nd edition. Springer Verlag, 813 p.
- Tyson, R. V., 1995- *Sedimentary Organic Matter: Organic Facies and Palynofacies*. Chapman & Hall, London, 615 p.
- Upshaw, C. F., 1964- Palynological zonation of the Upper Cretaceous Frontier Formation near Dubios, Wyoming. In: Cross, A.T. (ed.): *Palynology in oil exploration: a symposium*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication, 11: 153-168.
- Viquesnal, A., 1850- Notice sur la collections de roches recueillie Asie par feu Hommaire de Hell en Perse (mort a Isfahan en 1848) et sur les divers travaux executes pendant la cours de son voyage. *Bulletin Société Géologique France, Series 2, Vol. 7:* 419-517.
- Wall, D., 1965- Microplankton, pollen, and spores from the Jurassic in Britain. *Micropalaeontology*, 11:151-190.
- Williams, G. L. & Sarjeant, W. A. S., 1967- Organic-walled microfossils as depth and shoreline indicators. *Marine Geology*, 5:389-412.
- Wood, G. D., Gabriel, A. M. & Lawson, J. C., 1996- Palynological techniques processing and microscopy. In: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (eds.): *Palynology: Principles and Applications*. 1: 29-50. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation.