

## بایواستراتیگرافی و پالئوژئوگرافی سازند های پادها (بخش فوقانی)، خوش ییلاق و مبارک (قاعده) در ناحیه میقان، شمال غرب شاهرود واقع در رشته کوه البرز شرقی

محمد قویدل سیوکی، استاد انستیتوی نفت، دانشگاه تهران\*

فاطمه طاهریان، کارشناس ارشد دانشگاه تهران

### چکیده

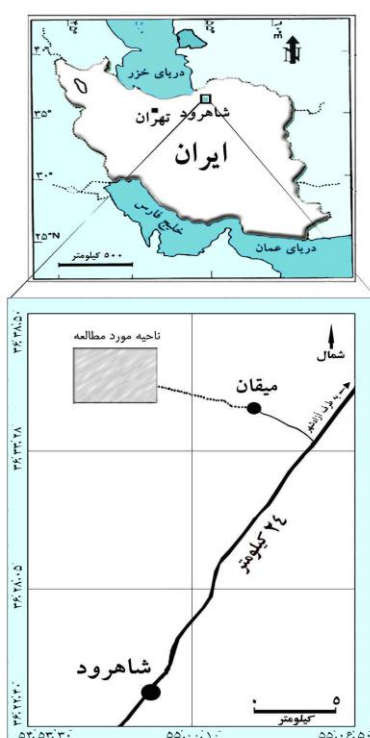
تعداد ۱۰۴ نمونه از سازندهای پادها (بخش فوقانی)، خوش ییلاق و مبارک (بخش قاعده‌ای) در ناحیه میقان انتخاب شد. علاوه بر پالینومورف‌ها، براکیوپودها و فرامینیفرهای این نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه ۱۰۳ گونه میکرو و ماکروفسیل جانوری و گیاهی مشخص گردید. از این تعداد ۷۲ گونه پالینومورف (۳۲ گونه میوسپور، ۳۸ گونه آکریتارش، یک کیتینوزوآو یک اسکلوکودونت) می‌باشد و بقیه را ماکرو و میکروفسیل‌های جانوری (۱۰ گونه فرامینیفرمتعلق به ۵ جنس و ۲۱ گونه براکیوپود متعلق به ۱۵ جنس) تشکیل می‌دهد. بر مبنای انتشار چینه شناسی پالینومورف‌ها، فرامینیفرها و براکیوپودها هشت زون تجمعی شناسایی گردید. زون I در قسمت بالای سازند پادها ظاهر می‌شود که معرف زمان فراسنین پیشین است. زون‌های II تا VII در سازند خوش ییلاق وجود دارند که زمان فراسنین میانی تا فامنین پسین را برای این سازند پیشنهاد می‌کنند. زون VIII در قاعده‌ی سازند مبارک وجود دارد که بیانگر سن کربونیفر پیشین (تورنزین) می‌باشد. وجود گونه‌ی میوسپور *Archaeoperisaccus opiparus* در بخش فوقانی سازند پادها و گونه‌های مختلف میوسپور از جمله *Retispora lepidophyta*، *Vallatisporites pusillites*، *Hymenozonotriletes perplexa* و *Retusotriletes phillipsii* در سازند خوش ییلاق، معرف آب و هوای گرم و استوایی در زمان تهنشین شدن این دو سازند می‌باشد. از سویی دیگر نسبت عددی پالینومورف‌های خشکی به دریایی (K= C.E./M.E.) در رسوبات دونین برابر ۱/۵۸۷ می‌باشد که این عدد بیانگر تهنشست رسوبات دونین در دریای کم عمق بوده و با نتایج حاصل از مطالعه رسوب‌شناسی مقاطع نازک ناحیه میقان همخوانی دارد. از طرفی حضور گونه‌های فیتوپلانکتون (آکریتارش‌ها) از قبیل: *Deltosoma intonsum*، *Papulogabata annulata* و *Gorgonisphaeridium dicissum* در این ناحیه و مقایسه‌ی آن‌ها با همین گونه‌ها در زاگرس، ایران مرکزی و نیز کشورهای الجزایر، لیبی، مراکش و غرب استرالیا معرف آن است که این ناحیه بخشی از ابرقاره گندوانا بوده است.

واژه‌های کلیدی: بایواستراتیگرافی؛ رسوبات دونین؛ سازند خوش ییلاق؛ سازند پادها؛ ناحیه میقان؛ شاهرود.

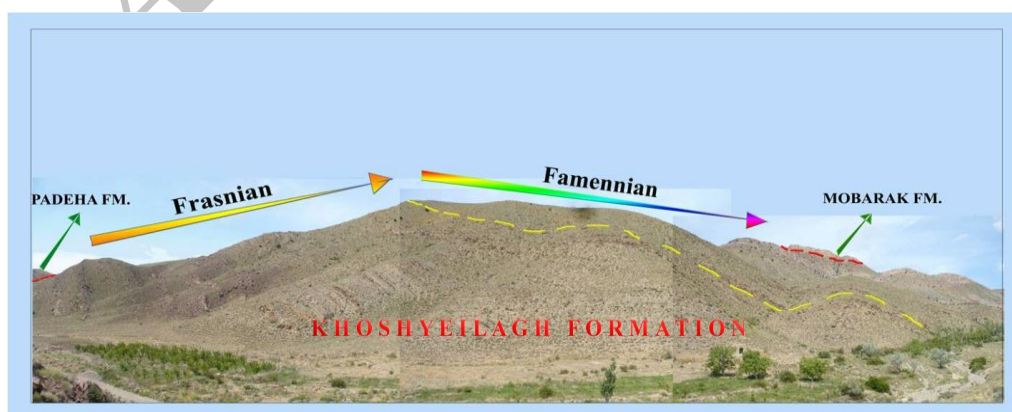
## مقدمه

برش چینه شناسی ناحیه‌ی مورد مطالعه در نزدیکی روستای میقان، ۲۴ کیلومتری شمال غرب شاهرود با مختصات جغرافیایی طول  $54^{\circ}, 56', 12'' E$  و عرض  $36^{\circ}, 37', 17'' N$  قرار دارد. محور جاده‌ای آزادشهر- شاهرود مسیر اصلی دسترسی به ناحیه‌ی مورد مطالعه می‌باشد (شکل ۱).

سکانس رسوبی مورد مطالعه در ناحیه‌ی میقان ۶۰۸ متر ضخامت دارد که از این ضخامت ۳۳/۹۳ متر مربوط به سازندپادها، ۵۲۵/۹۵ متر مربوط به سازند خوش بیلاق و ۴۸/۰۸ متر در ارتباط با سازند مبارک می‌باشد. لایه‌های رسوبی فراسنین به صورت همشیب بر روی سازند پادها می‌باشد و چینه‌های فامنین به صورت تدریجی به سازند مبارک ختم می‌شود (شکل ۲).



شکل ۱: نقشه راههای دسترسی ناحیه میقان



شکل ۲- نمایش همبری سازند خوش بیلاق با سازندهای پادها و مبارک در ناحیه میقان.

### روش کار روی زمین و آزمایشگاه:

در راستای تعیین اقلیم گیاهی ناحیه میقان رخنمون مناسبی از این سازند در ناحیه مورد مطالعه شناسایی گردید. فاصله نمونه برداری به طور متوسط نیم متر به نیم متر انتخاب گردید و جهت دستیابی به نمونه‌های سالم، برای مطالعه‌ی پالینولوژیکی، نمونه‌ها از عمق ۵۰-۳۰ سانتیمتری عمق زمین جمع‌آوری شد. رویهم رفته از ۱۲۰ نمونه طبقه‌بندی شده، ۸۰ نمونه برای پالینومورف‌ها، ۳۰ نمونه برای تهیه مقاطع نازک پتروگرافی و مطالعه میکروفسیل‌ها و ۱۰ نمونه برای مطالعه براکیوپودها انتخاب گردید. نمونه‌های پالینومورف به روش تجزیه شیمیایی جداسازی شد. جهت جداسازی پالینومورف‌ها از کانی‌ها، از محلول‌های شیمیایی از جمله اسید کلریدریک برای انحلال ترکیبات کربناته، اسید فلئوریدریک برای انحلال ترکیبات سیلیکاته و از برمات روی (با وزن مخصوص ۲) برای جدا کردن کانی‌های سنگین از پالینومورف‌ها استفاده شد و پس از اتمام مراحل آزمایشگاهی فوق برای جداسازی، مواد آلی باقی مانده از غربال‌های پلاستیکی به قطر ۱۵ میکرون عبور داده شد و از پالینومورف‌هایی که در برابر اسید مقاومت کرده بودند، اسلاید تهیه گردید. در گام بعد جهت مطالعه و شناسایی پالینومورف‌ها و ماکرو و میکروفسیل‌های جانوری از آنها تصاویر میکروسکوپی تهیه شد و با استفاده از آنها سن لایه‌ها تعیین گردید و رسوبات دربرگیرنده‌ی آنها بررسی و مورد تحلیل قرار گرفت. به علاوه اکولوژی ناحیه بازسازی و امکان مقایسه با رسوبات سایر نقاط ایران و جهان فراهم شد. همچنین تعیین موقعیت جغرافیایی دیرینه صورت گرفت و ارزیابی آماری میزان فسیل‌ها و ویژگی‌های جغرافیایی، از جمله موقعیت جغرافیایی، تطابق این لایه‌ها را با سایر نقاط جهان امکان پذیر ساخت.

### بایواستراتیگرافی

به منظور پالینواستراتیگرافی و شناخت اقلیم‌های گیاهی سازند خوش‌سیلاق، میکروفیتوپلانکتون‌های دریایی (آکریتارش‌ها) و پالینوفلورای خشکی (میوسپورها)، به همراه ماکروفونا (بازوپایان) و میکروفونا (روزنبران) ناحیه میقان انتخاب شد. در این مطالعه ۱۰۳ گونه میکرو و ماکروفسیل جانوری و گیاهی در آزمایشگاه مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفت که از میان آنها ۷۲ گونه (۴۶ جنس) پالینومورف (۳۲ گونه میوسپور، ۳۸ گونه آکریتارش، یک کیتینوزوآ و یک اسکلوکودونت) و ۱۰ گونه میکروفسیل (روزنبران با ۵ جنس) و ۲۱ گونه ماکروفسیل (بازوپایان با ۱۵ جنس) مورد شناسایی قرار گرفت. بر مبنای انتشار چینه شناسی فسیل‌ها، هشت زون مشخص گردید که از پایین به بالا به شرح زیر است:

**زون I:** این زون در ضخامت ۳۳/۹۳ متری بخش بالایی سازند پادها گسترش دارد که تناوبی از لایه‌های شیل، دولومیت و آهک فسیل دار و ماسه سنگ (-FT-MG 1) است. این ضخامت با ظهور گونه‌های میوسپوری از قبیل

*Archaeoperissacus opiparus*, *Rhabdosporites micropaxillus*, *Calyptosporites velatus*, *Geminospora punctata*, *Ancyrospora* sp., *Geminospora lemurata*, *Ancyrospora ampulla*, *Grandispora mammillata*, *Hymenozonotriletes perplexa*, *Retusotriletes distinctus*, *Geminospora verrucosa*, *Emphanisporites rotatus*, *Densosporites rotatus*, *Vallatisporites* sp., *Hystricosporites furcatus*, *Hystricosporites reflexus*, *Ancyrospora pluchra*, *Apiculiretusispora* sp., *Camarozonotriletes parva*

همراه است. میوسپورهای مشترک این زون با گزارشات بدست آمده از کشورهای قاره اروپا از جمله ایرلند (Clayton et al. 1977; Higgs 1975; Higgs et al.; Van der Zwan 1980 1988)، پرتغال (Pereira 2006)، لهستان (Turneu 2010)، ژبوسین - فراسنین مرکز و جنوب لهستان سازند Holy Cross Mountain (Marynowski et al. 2008; Turneu et al. 1999)، انگلستان (Dolby & Neves 1970; Dolby 1970)؛ Richardson & McGregor 1965؛ Richardson & McGregor 1970؛

*punctata* در گروه چاپادا Chapada به سن دونین پسین می باشد (Grahn, 2010).

میوسپورهای مذکور با گونه آکریتارش هایی از جمله *Toranica stela*, *Dictyotidium araiomegronium*, *Stellinium comptum*, *Papulogabata annulata*, *Maranhites perplexus*, *Gorgonisphaeridium discissum*, *Dictyotidium litum*, *Deltotosoma intonsum*, *Veryhachium trispinosum*, *Stellinium octoaster*, *Unellium piriforme*, *Veryhachium pannuceum*, *Striatostellula sparsa*, *Crassiangulina tessellita*, *Tunisphaeridium flaccidum*, *Unellium winslowae*, *Gorgonisphaeridium condensum*, *Lophosphaeridium passillatum*, *Cymatiosphaera perimembrana*, *Dailyidium pentaster*, *Multiplicisphaeridium varioramosum*, *Polyedryxium pharaonis* و *Dictyotidium craticulum*

همراه می باشد. آکریتارش های این زون با گزارشات بدست آمده از کشورهای اروپایی از جمله Toca da Moura پرتغال (Pereira 2006)، سازند Holy Cross Muntain لهستان (Filipiak 2005)، کشورهای آمریکای شمالی از جمله ایالات متحده آمریکا، کانادا، اوهایو (Wicander & Playford 1985؛ Wicander 1983؛ Wicander & Loeblich 1977؛ Wicander 1974؛ Playford 1977)، شمال آفریقا (Jardine et al. 1974)، غنا (Anan Yorke 1974)، الجزایر (Deunff 1974)، استرالیای غربی (Playford 1981؛ Playford & Dring 1981)، کشورهای آسیایی از جمله ایالت Hakkari ترکیه (Higgs et al. 2002) و ایران (Ghavidel- Ghavidel-Syooki & Owens 2007؛ Hashemi & Playford 1996؛ Syooki 1994؛ 1995؛ 1988) قابل مقایسه می باشد. علاوه بر گونه های میوسپور و آکریتارشی فوق، میکروفسیل های جانوری از قبیل *Umbella baschkirica*، *Umbella baschkirica* (FT-MG5) در این ضخامت از سازند پادها وجود دارد. با توجه به ارزش چینه شناسی هم میوسپورها و نیز گونه های فرامینیفر *Umbella baschkirica* و *Umbella hemisphaerica* برای این زون سن فراسنین پیشین پیشنهاد می شود (جدول ۱).

1986؛ Turner et al. 1989)، سازند Old Red Sandstones شمال شرق اسکاتلند، ایسلند (Richardson Avkhimovitch et 1965؛ Owens, 1971)، شرق اروپا (Powel؛ Turnau 1999؛ Rackaa et al. 2010؛ al. 1993)، آمریکای شمالی از جمله کانادا به سن فراسنین پیشین-میانی (Mcgregor 1961؛ Staplin 1960)، شمال آفریقا از جمله کشورهای لیبی و تونس (Richardson 1985؛ Loboziak & Streel 1989؛ Moreau-Benoitet؛ Paris et al. 1985؛ al. 1993؛ Gray 1991؛ Playford؛ Balme 1988؛ Balme & Hassel 1962؛ Owens & McGregor & Playford 1992؛ 1991؛ 1967؛ Playford 1976؛ Balme 1962)، همچنین با کشورهای آسیایی از جمله عربستان به سن فراسنین (Hemer and Nygreen 1967؛ Al-Ghazi 2007؛ Marshall et al. 2007؛ Clayton et al. 2000)، ایران (Ghavidel- Ghavidel-Syooki & Owens 2007) و Syooki 1994 & 1995) قابل مقایسه می باشد.

در نگاه کلی میوسپور *Calyptosporites velatus* از زون I به همراه *Verrucosisporites scrrus* از زون III ناحیه مورد مطالعه قابل مقایسه با ساب زون پیشین IM از OK به سن فراسنین پیشین شرق اروپا می باشد (Rackaa et al. 2010؛ Avkhimovitch et al. 1993) قابل مقایسه با بخش بالایی ساب زون AD به سن ژوسین- دونین میانی و به همراه *Retusotriteles distinctus* در U. S. A. اوهایو به سن دونین پسین می باشد (Wicander 1974). فسیل *Emphanisporites rotatus* در زون Ossa Morena کمپلکس Toca da Moura، دونین پسین پرتغال در غرب اروپا (Pereira, 2006) و غرب آمریکای شمالی حوضه ی Ohio در U.S.A (Wicander 1974)، ایالت Hakkari جنوب شرقی ترکیه به سن دونین پسین (Higgs et al. 2002) مشاهده شده است. این فسیل به همراه میوسپور *Camazonotriteles parva* در سازند جوف شمال عربستان سعودی به سن امسین (Al-Ghazi 2007) و به همراه فسیل *Geminospira lemurata* و *Geminospira*

جدول ۱- انتشار روزنبران در سازندهای پادها(بخش فوقانی)، خوش ییلاق و مبارک (قاعده).

Genera	Author	Age	Sample
<i>Earlandia</i> sp.	Rauzer 1948	Sil-Tournaisian	FT-MG 96, 89,90
<i>Radiosphaera</i> sp.	-	Tournaisian	FT-MG 96a
<i>Paleospiroplactamina</i> sp.	Lipina 1965	Tournaisian	FT-MG 96a
<i>Bradyna</i> sp.	Moeller 1878	Tournaisian	FT-MG 80
<i>Umbella ovata</i>	Bozorgnia 1973	Upper Frasnian- Lower Famennian	FT-MG 33
<i>Umbella nana</i>	Reitlinger 1954	Frasnian (Reitlinger 1954)- Upper Frasnian (Bozorgnia 1973)	FT-MG 33
<i>Umbella reitlingerae</i>	Bozorgnia 1973	Upper Frasnian- Lower Famennian	FT-MG 33
<i>Umbella rotunda</i>	Bykova 1955	Famennian(Bykova 1955)- Upper Frasnian-Lower Famennian(Bozorgnia 1973)	FT-MG 31
<i>Umbella cf. shahrudensis</i>	Bozorgnia 1973	Upper Frasnian Lower Famennian	FT-MG 30
<i>Umbella hemisphaerica</i>	Pojarkov 1960	Frasnian	FT-MG5
<i>Umbella baschkirika</i>	Bykova 1955	Upper Givetian (Bykova 1955) -Upper Frasnian(Bozorgnia 1973)	FT-MG 5

Mountain لهستان مرکزی ( Avkhimovitch et al. 1993؛ Rackaa et al. 2010؛ Turnau 1999) و میوسپوره‌های این زون با گزارشات بدست آمده از کشورهای اروپایی بلژیک، پرتغال، انگلیس شمال شرق اسکاتلند، ایسلند، ایرلند، شرق اروپا ( McGregor & Richardson & McGregor 1986؛ Playford 1992؛ Richardson & McGregor 1986؛ Avkhimovitch et al. 1993؛ Richardson 1965؛ Owens 1971؛ Higgs 1975)، آمریکای شمالی از جمله کشورهای نیویورک، کانادا ( Strel & Loboziak 1996؛ Wicander & Loeblich 1977)، آمریکای جنوبی - جنوب برزیل (Grahn 2010)، شمال آفریقا شامل میوسپورهایی از فراسنین بولیوی و فامنین پسین الجزایر (Ottone 1996)، غرب استرالیا (Balme 1988) و ایران (Kimiya 1979؛ Ghavidel-Syooki & Owens,

زون II: در بخش زیرین سازند خوش ییلاق (ما بین زون I (در سازند پادها) و زون III (سازند خوش ییلاق)) قرار دارد و از کنگلومرا و ماسه سنگ تشکیل شده است. این زون فاقد هرگونه ماکرو و میکروفسیل گیاهی و جانوری است و ضخامت ۹۸/۹۷ متری از قاعده‌ی سازند خوش ییلاق را شامل می‌شود (شکل ۵۴).

زون III: این زون ضخامت ۱۱۰/۲۸ متر از رسوبات سازند خوش ییلاق را شامل می‌شود که عمدتاً از لایه‌های ماسه سنگی همراه شیل تشکیل شده است. این زون شامل میوسپوره‌های *Auroraspora turquata*، *Verrucosisporites confertus*، *Lagenicula minutus*، *Verrucosisporites Grandispora megista*، *Verrucosisporites scurrus*، *premnus* می‌باشد. میوسپور *Verrucosisporites scurrus* با ساب زون پیشین IM از OK فراسنین پیشین سازند Holy Cross

و آهک می‌باشد. علاوه بر این گونه‌های میوسپور، آکریتارش و میکرو و ماکروفسیل‌های جانوری از زون‌های I و III وارد این زون می‌شوند، این زون با ظهور گونه میوسپور *Leiotriletes liebegensis* همراه می‌باشد که تاکنون از دونین پسین غرب و شمال استرالیا ( Balme 1988؛ Hodgson 1968) و ایران ( Ghavidel-Syooki 1994) گزارش شده است. به علاوه این زون با گونه آکریتارش‌هایی از قبیل *Solisphaeridium inaffectum*، *Exochoderma*، *Solisphaeridium spinoglobosum*، *Stellinium*، *Ammonidium loriferum irregulare*، *Polyedryxium embudum micropolygonale*، *Horologinella horologia*، *Navifusa excilis*، *Melikeriopalla venulosa* مشخص می‌باشد که طی گزارشات، تاکنون از کشورهای اروپایی از جمله لهستان، بلژیک، انگلیس، شمال غرب اسپانیا ( Gorka 1974؛ Filipiak 2005؛ Stockmans & Williere 1960)؛ آمریکا (Cramer 1964)؛ ایالات متحده و اونتاریو کانادا، دونین پسین کانادا (Staplin 1977؛ Wicander 1974 & 1975)؛ 1961؛ Nautiyal 1975؛ Wicander & Playford 1985)؛ شامل الجزایر (Moreau-Coquel & Latrech 1989)؛ و (Jardine et al. 1972؛ Benoit et al. 1993)؛ غرب استرالیا (Moreau-Benoit et al. 1993)؛ و نیز آسیا (Playford & Dring 1981؛ Playford 1981) از جمله کشورهای چین (Lianda 1986؛ Gao 1986)؛ ترکیه (Higgs et al. 2002) و ایران (Ghavidel-Syooki 2007 & Owens)؛ (Ghavidel-Syooki 1994 & 1995)؛ گزارش شده است. گونه‌های پالینومورف مذکور با ظهور و ناپدید شدن براکیوپودهایی از جمله *Cyrtospirifer rhukensis*، *Spinatripa chitralensis*

(Ghavidel-Syooki 1994 & 2003؛ 2007) قابل مقایسه می‌باشد. علاوه بر میوسپورهای فوق آکریتارش‌هایی از جمله *Veryhachium inflatum*، *Veryhachium downiei*، *Michrystridium* و *Cymatiosphaera turbinata* در این زون مشاهده می‌گردد که تاکنون از بلژیک و سایر کشورهای اروپایی ( Stockmans & Beju 1962 & Williere 1960؛ Deflandre 1946؛ Gorka 1974؛ Turner et al. 1995)، آمریکای شمالی از جمله کشور کانادا و اوهایوی ایالات متحده و ایندیانا (Wicander 1975؛ Playford 1977)؛ آفریقا از جمله کشوری و دره ی سدار لاوا (Lianda 1986؛ Parris et al. 1985)، غرب استرالیا (Playford & Dring 1981)، آسیا از جمله حوضه یانگ چین (Lianda 1986)، جنوب شرقی ترکیه (Higgs et al. 2002) و ایران (Ghavidel-Syooki 1998؛ Hashemi & Playford 1998) مشاهده شده است. در این زون گونه‌های براکیوپود *Spinatripa chitralensis* و *Cyrtospirifer rhukensis* و *Cyrtospirifer verneuili echinosus* و نیز میکروفسیل‌های جانوری از جمله *Umbella rotunda*، *Umbella nana*، *Umbella ovata* و *Umbella reitlingerae* وجود دارد (جدول ۱ و شکل ۴). مشابه این تجمع فسیلی فرامینیفرها از مقطع تیپ این سازند در ناحیه خوش ییلاق ایران نیز گزارش شده است (Bozorgnia 1973). بر مبنای ارزش چینه شناسی هم گونه‌های پالینومورف و هم ماکرو و میکروفسیل‌های مذکور زمان فراسنین میانی برای این ضخامت از سازند خوش ییلاق پیشنهاد می‌شود (جدول ۱ و شکل ۵).

**زون IV:** این زون در ضخامت ۹۶/۱۴ متر از سازند خوش ییلاق توسعه دارد و عمدتاً تناوبی از آهک شیلی

شرق کانادا (Playford 1964)، استرالیا ( Playford Higgs et al. 1976)، کشورهای آسیایی از جمله ترکیه ( Ghavidel-Syooki & Owens 2007) و ایران (2002) می‌افند که به عنوان مشخص کننده مرز فراسنین پسین و فامنین پیشین (انتهای زون حاضر) در نظر گرفته می‌شود. در این زون میکروفیتوپلانکتون‌های دریا از جمله *Ammonidium loriferum* و *Polyedryxium Melikeriopalla Navifusa exilis embudum venulosa* که در زون های پیشین ظاهر شده اند؛ انقراض می‌یابند. به علاوه گونه برაკیوپودهایی از قبیل *Cyrtiopsisgraciosa chakhaensis Ptychomaletoechia Ptychomaletoechia turanica Unispirifer ergomediocris charakensis Pampoecilorhynchus arianus sartenauer Dichospirifer piriformis و Platyspirifer minus* نیز وجود دارد که معرف زمان فامنین می‌باشد (شکل ۳).

قابل ذکر است زون V با افزایش میکروفیتوپلانکتون های دریایی مشخص می‌شود. ظهور گونه آکریتارش *Gorgonisphaeridium ohioense* در نمونه شماره ۵۴ و در ضخامت ۳۴۳/۶۰۸ متر از ضخامت مورد مطالعه اتفاق می‌افتد که به عنوان مشخص کننده مرز فراسنین پسین و فامنین پیشین (انتهای زون حاضر) در نظر گرفته می‌شود. در این زون میکروفیتوپلانکتون‌های دریایی از جمله *Ammonidium loriferum* و *Polyedryxium Melikeriopalla Navifusa exilis embudum venulosa* که در زون های پیشین ظاهر شده اند؛ انقراض می‌یابند. به علاوه گونه براکیوپودهایی از قبیل *Cyrtiopsisgraciosa chakhaensis Ptychomaletoechia Ptychomaletoechia turanica Unispirifer ergomediocris charakensis Pampoecilorhynchus arianus sartenauer Dichospirifer piriformis و Platyspirifer minus* نیز وجود دارد که معرف زمان فامنین می‌باشد (شکل ۳). بر مبنای ارزش چینه شناسی هم گونه‌های پالینومورف و هم براکیوپودها، سن فامنین پیشین برای این بخش از سازند خوش بیلاق پیشنهاد می‌شود.

**زون VI:** این زون از لایه‌های آهک و شیل تشکیل شده و در ضخامت ۶۲/۷۷ متر گسترش دارد. این زون با ظهور گونه‌های میوسپوری از قبیل *Retosutriteles phillipsii Grandispora famenensis و Diducites mucronatus*

*Ripidiorynchus و Cyrtospiriferverneuli echinosus kotalensis* همراه است (شکل های ۳ و ۵) که در مطالعات بایواستراتیگرافی کشورهای شمال قاره گندوانا (ایران- افغانستان- پاکستان) به علت ظهور براکیوپودهای *Ripidiorynchus kotalensis* (Brice 1971) با زون استاندارد شماره ۸ برایش (۱۹۷۷) قابل مقایسه می باشد. این زون با انقراض گونه های فرامینفر *Umbella Umbella nana و Umbella reitlingerae rotunda* همراه است. بر مبنای ارزش چینه شناسی هم پالینومورف‌ها و نیز ماکرو و میکروفونا زمان فراسنین پسین برای این ضخامت از سازند خوش بیلاق پیشنهاد می‌شود (شکل ۵).

**زون V:** از نظر لیتولوژی این زون شامل تناوبی از لایه‌های آهک و شیل است و دارای ضخامت ۷۸/۶۱ متر می‌باشد. این زون علاوه بر ورود گونه‌های زون‌های پیشین، شامل گونه آکریتارش‌های *Gorgonisphaeridium ohioense Neoverhachium sp.* می باشد که تاکنون از کشورهای اروپایی از جمله پرتغال، لهستان (Pereira 2006) و کشورهای آمریکای شمالی از جمله اوهایو، ایالات متحده، ایندیانا (Wicander & Wicander 1974) چین (Loeblich 1977) و کشورهای آسیایی از جمله ترکیه و (Higgs et al. 2002؛ Gao 1986) و ایران (Ghavidel-Syooki & Owens 2007) گزارش شده است. میوسپور این زون *Verrucosisorites nitidus* می‌باشد که تاکنون از کشورهای اروپایی از جمله ایرلند (VanVeen 1981)؛ Higgs 1975؛ Van der Zwan & VanVeen 1978؛ Van der Zwan 1980؛ Keegan 1977؛ Turner et al. 1970؛ Dolby & Neves 1970؛ Dolby 1970؛ Toca da moura، 1989)، لهستان (Rackaa et al. 2010)، پرتغال (Pereira 2006)، گروه Horton می سی سیپین

با زون شماره ۹ برایش (۱۹۷۷) و دونین پسین شرق اروپا و سازند Holy Cross Mountain لهستان مرکزی و جنوبی (Turnau 1999; Rackaa et al. 2010) قابل مقایسه است (شکل ۳). بر مبنای ارزش چینه شناسی هم پالینومورفها و هم براکیوپودها، زمان فامنین میانی-پسین برای این ضخامت از سازند خوش‌یلاق پیشنهاد می‌شود.

**زون VII:** این زون در ضخامت ۷۹/۱۸ متری انتهایی سازند خوش یلاق وجود دارد که از لایه‌های شیل و ماسه سنگ تشکیل شده است. در این زون گونه مشخص *Retispora lepidophyta* به همراه میوسپور *Vallatisporites pusillites* وجود دارد. میوسپورهای این زون تاکنون از کشورهای اروپایی از جمله انگلستان، ایرلند- جنوب ایرلند ناحیه بانتری بای، بلژیک، سازند هولی کراس مونتین لهستان مرکزی، Toca da moura پرتغال، جنوب والز (Van Veen 1981; Maziane et al. 2002; Van der Zwan 1980; Filipiak 2005; Pereira, 2006; Dolby & Neves; Avkhimovitch et al. 1993; Rackaa et al. 2010; McNestry 1988; 1970) آمریکای جنوبی از جمله حوضه‌ی آمازون (Loboziak et al. 1991; Grahn 2010) غرب استرالیا (Playford 1976) و کشورهای آسیایی شامل سازند جوف کشور عربستان و ایالت Hakkan ترکیه و یانگ چین (Al-Ghazi 2007; Lianda 1986; Higgs et al. 2002) و ایران (Ghavidel-Syooki & Owens 2007; Ghavidel-Syooki 1994 & Owens 1996) گزارش شده است.

ظهور میوسپور *Retispora lepidophyta* قابل مقایسه با ساب زون LL فامنین پسین بلژیک (Streel et al. 1987)؛ Richardson & McGregor 1986 و ساب زون پیشین DG از VF از سازند Holy Cross Mountain لهستان مرکزی (Avkhimovitch et al. 1993) می باشد.

و *Indotriradiates explanatus* مشخص می‌شود. این میوسپورها تاکنون از کشورهای اروپایی از جمله ایرلند- ناحیه بانتری بای، سازند Holy Cross Mountain شرق لهستان، رشته کوه آردن بلژیک (Avkhimovitch et al. 1993; Van der Zwan 1980; Streel 1986; Rackaa et al. 2010; Filipiak 2004; Obukhovskaya 2000; Clayton et al. 1987; Becker et al. 1974; Streel et al. 1977; Higgs; Richardson & McGregor 1986; Clendening et al. 1996; Van Veen 1981) آمریکا (Grahn & 1980)، کشور برزیل از آمریکای جنوبی (Henrique 2003) و کشورهای آسیایی از جمله فرانسین غرب روسیه (Naumova 1953)، ایالت Hakkan ترکیه (Higgs et al. 2002) و ایران (Ghavidel-Syooki & Owens 2007; Ghavidel-Syooki 1994 & 1996) گزارش شده است. در این زون میوسپور *Indotriradiates explanatus* قابل مقایسه با ساب زون LE بلژیک با سن فامنین پسین از سازند Holy Cross Mountain لهستان (Avkhimovitch et al. 1993; Rackaa et al. 2010; Turnau 1999) می‌باشد. همچنین میوسپور *Grandispora famenensis* قابل مقایسه با ساب زون پیشین DG از VF با سن فامنین پسین از سازند Holy Cross Mountain لهستان (Avkhimovitch et al. 1993; Rackaa et al. 2010; Turnau 1999) می‌باشد. علاوه بر پالینومورف‌های مذکور در این زون گونه‌های براکیوپودی از جمله *Unispirifer ergomediocris*، *Dichospirifer piriformis*، *Platyspirifer minusus*، *Cyrtospirifer quadrates*، *Cyrtospirifer asiaticus* وجود دارد. قابل ذکر است؛ بیوزون‌های دوازده گانه برایش، مناطق ایران، افغانستان و پاکستان را در بر می‌گیرد و به علت ظهور براکیوپودهای *Cyrtospirifer asiaticus* و *Cyrtospirifer quadrates* این زون زیستی

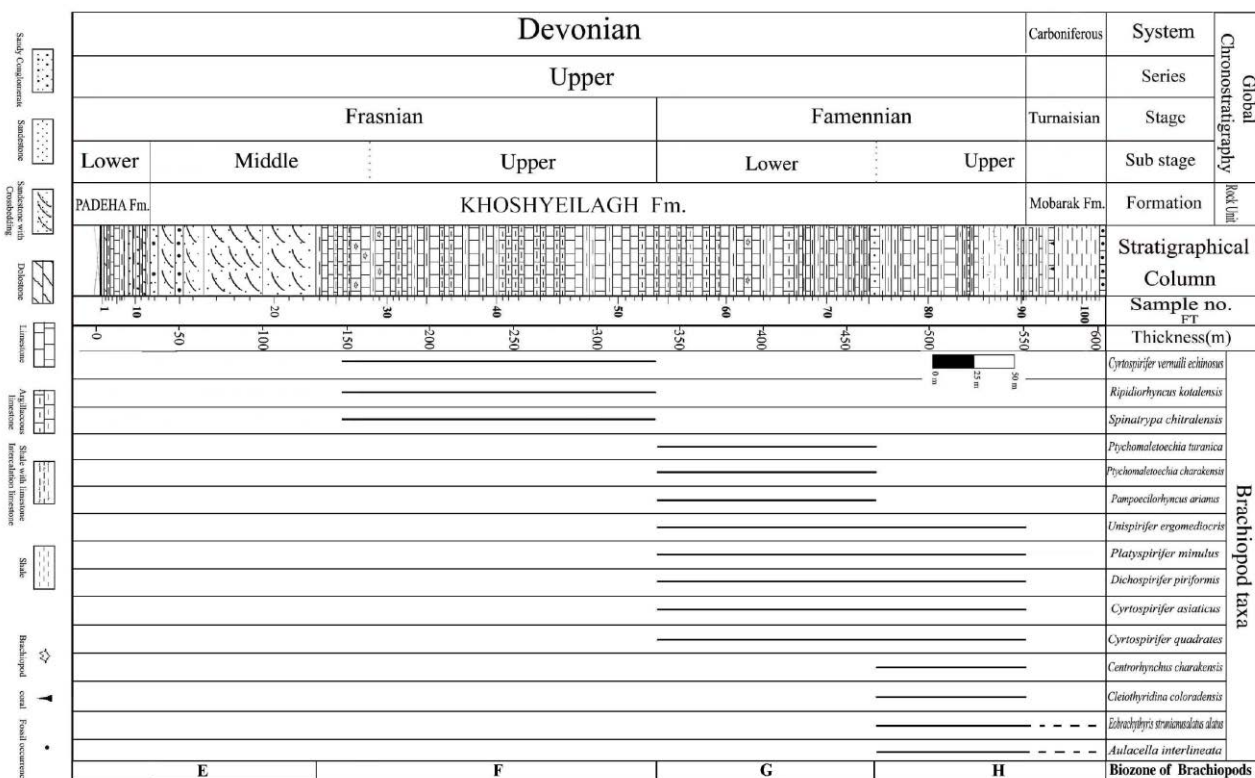


شناسایی گردید (شکل ۳). به جهت ظهور براکیوپود *Eobrachythyris strianus alatus*، این زون قابل مقایسه با زون شماره ۱۱ برایش می‌باشد. بر مبنای ارزش چینه شناسی پالینومورف‌ها از جمله ظهور و انقراض میوسپور *Retispora lepidophyta* و براکیوپودهای مذکور، سن فامنین پسین برای این ضخامت از سازند خوش بیلاق پیشنهاد می‌شود (شکل ۵).

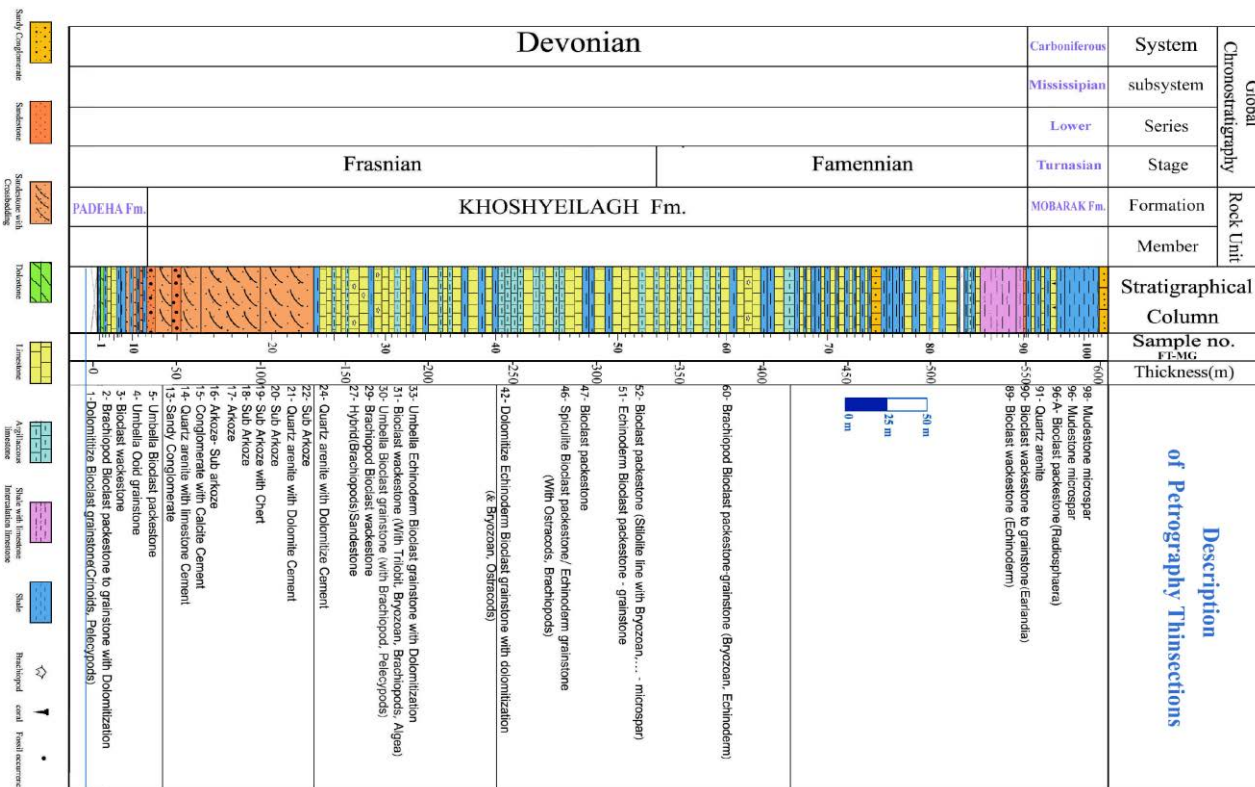
**زون VIII:** این زون عمدتاً از لایه‌های شیل و آهک تشکیل شده و ضخامت ۴۸/۰۸ متری از سازند مبارک را در بر می‌گیرد. در این زون پالینومورف‌هایی که گسترش سنی آنها تا کربونیفر پیشین ادامه دارد؛ شامل گونه آکریتارش *Gorgonisphaeridium ohioense* و میوسپورهای *Verrucosporites nitidus*، *Diducites mucronatus*، *Vallatisporites pusillites*، *Auroraspora torquata* می‌باشد. علاوه بر این میکروفسیل‌های *Earlandia* sp. و *Radiosphaera* sp. در این زون وجود دارند. بر مبنای ارزش چینه شناسی، گسترش و ناپدید شدن پالینومورف‌ها و نیز ظهور میکروفسیل‌ها، زمان کربونیفر پیشین (تورنزین) برای این ضخامت از سازند مبارک پیشنهاد می‌شود (شکل ۵).

همراهی *Indotriradiates* و *Retispora lepidophyta*، *explanatus*، ابتدای این زون قابل مقایسه با ساب زون LE غرب اروپا و ساب زون LF روسیه می‌باشد؛ انقراض *Retispora lepidophyta* در بخش انتهایی این زون مطابق با ساب زون PLE روسیه است (Filipiak 2004).

می‌توان یادآور شد اکثر پالینومورف‌هایی که از زون‌های پیشین وارد این زون و در انتهای این زون منقرض می‌شود شامل میوسپورهای *Densosporites rotatus*، *Retusotriletes*، *Hymenozonotriletes perplexa* و آکریتارش‌های *Geminospora lemurata*، *distinctus*، *Unellium piriforme*، *Papulogabata annulata*، *Solisphaeridium* و *Solisphaeridium inaeffectum*، *spinoglobosum* می‌باشند. همچنین براکیوپودهایی از قبیل *Cyrtospirifer sergunkovae*، *Athyris tau*، *Cyrtospirifer*، *Gasterodetoechia dichotomians*، *Platyspirifer*، *Dichospirifer piriformis asiaticus* و گونه‌های *Centrorhynchus charakensis aminulus* براکیوپود *Cyrtospirifer quadrates* و *Cleiothyridina* و *coloradensis* و *Aulacella interlineata* در این زون، *Eobrachythyris strianus alatus*



شکل ۳- انتشار چینه شناسی بازو پایان سازند خوش بیلاق ناحیه میقان در این تحقیق.



شکل ۴- بررسی مقاطع نازک سنگ های ناحیه میقان در این تحقیق.



## نتیجه گیری

پیشین با یک پیشروی بلند مدت و یک کاهش عمق در انتهای فامنین همراه است.

بر مبنای مقایسه‌ی بازوپایان سازند خوش ییلاق (زون‌های III، IV، V، VI و VII را ملاحظه فرمایید) با افق‌های رسوبی همزمان آن در افغانستان می‌توان نتیجه گرفت که ایران و بخش‌هایی از افغانستان در دونین پسین حوضه‌ی رسوبی واحدی را تشکیل داده‌اند و در عرض جغرافیایی مشابه قرار داشته‌اند. همچنین حضور گونه‌های *Papulogabata*، *Deltotosoma intonsum*، *Maranhites perplexus*، *annulata* و *Gorgonisphaeridium dicissum* در این ناحیه، حوضه‌های زاگرس و ایران مرکزی و نیز کشورهای الجزایر، لیبی، مراکش و غرب استرالیا معرف آن است که ناحیه مورد مطالعه جزء ابر قاره گندوانا بوده است.

## منابع

- 1- Al-Ghazi, A., 2007, New evidence for the Early Devonian age of the Jauf Formation in northern Saudi Arabia: *Revue de Micropaléontologie*, v. 50, Issue 1, p. 59-72.
- 2- Anan-Youke, R., 1974, Devonian Chitinozoa and Acritarchs from exploratory oil wells on the Shelf and coastal region of Ghana, West Africa: *Geol., Surv., Bul.* 37, p.1-216.
- 3- Avkhimovitch, V.I., E.V., Tchibrikova, T.G., Obukhovskaya, A.M., Nazarenko, V.T., Umnova, L.G., Raskatova, V.N., Mantsurova, S., Loboziak, and M., Streel, 1993, Middle and Upper Devonian Miospore Zonation of Eastern Europe: *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production elf Aquitaine*, v. 17, N.1, p. 78-147.
- 4- Balme, B.E., and C. W., Hassel, 1962, Upper Devonian spore from the Canning Basin, Western Australia: *Micropalaeontology*, No.1, p.1-28.
- 5- Balme, B.E., 1988, Miospore From Late Devonian (Early Frasnian) Strata, Carnarvon Basin, Western Australia: *Paleontographica*, Lfg. 4-6, Band 209, p. 109-166.

پالینومورف‌های سازند خوش ییلاق در برش چینه شناسی میقان شامل دو گروه عمده‌ی پالینومورف‌های خشکی (میوسپورها) و دریایی (آکریتارش، کیتینوزوا و اسکلوکودنت) می‌باشد. بر مبنای گسترش پالینومورف‌ها به همراه میکروفسیل جانوری (*Umbella*)، سن بخش بالایی سازند پادها فراسنین پیشین تعیین می‌گردد. شایان ذکر است در این مطالعه گونه آکریتارش *Exochoderma irregulare* برای اولین بار در ایران مشاهده گردید (به زون IV مراجعه گردد).

سازند خوش ییلاق در ناحیه مورد مطالعه با پنج زون و در محدوده‌ی سنی ۳۵۵ تا ۳۷۵ میلیون سال پیش (*IUGS* 1989)، یعنی آشکوب‌های فراسنین میانی - فامنین پسین قرار دارد.

در راستای تعیین محیط زیست و تهنشست دیرینه همچنین جغرافیای دیرینه بایستی تاکید کرد که وجود گونه‌های مختلف میوسپور از جمله *Archaeoperisaccus*، *Vallatisporites*، *Retispora lepidophyta* و *opiparus*، *Hymenozonotriletes*، *perplexa*، *pusillites* به همراه *Geminospora lemurata*، *Retusotriletes phillipsii* در سازند خوش ییلاق، نشانگر آب و هوای گرم و استوایی در زمان تهنشست شدن این سازند می‌باشد. همچنین ضریب K معرف نسبت پالینومورف‌های خشکی به دریایی ( $K=C.E./M.E.$ ) در این مطالعه برابر ۱/۵۸۷ محاسبه گردید و نشان دهنده‌ی محیط ساحلی کم عمق برای نهشته‌های این سازند در ناحیه میقان می‌باشد. نتایج بدست آمده از محیط تهنشست دیرینه‌ی پالینومورف‌ها با نتایج بدست آمده از مقاطع نازک پتروگرافی (شکل ۴) و نیز محیط زیست دیرینه‌ی میکرو و ماکروفسیل‌ها همخوانی دارد و نشان از یک محیط نزدیک ساحل با دریایی باز و کم عمق همراه با آب و هوایی گرم و استوایی است که در طی آشکوب‌های فراسنین و فامنین

- (Devono-Carbonifere du basin d'Iizi Sahara Algerin oriental): *Paleontographica*, Abt. 212, p. 47-70.
- 15- Cramer, F. H., 1964, Microplankton from three Paleozoic formations in the province of leon (northwest Spain): *Leidse Geologische Mededelingen*, v. 30, p. 254-361.
- 16- Deflandre, G., 1945, Fichier micropaleontologique serie 8. Hystrichoshaerides III. Espèces du Primaire: Archives originales, Centre de documentation, centre national de recherché scientifique, France, no. 257, p. I-V, Piches 1096-1185.
- 17- Deunff, J., 1961, Un micropalancton a hystrichospheres dans le Tremadoc du Sahara: *Rev. Micropaleont.*, v. 1(4), p. 37-52.
- 18- Dolby, G., 1970, Spore assemblages from the Devonian-Carboniferous transition measures in south-west Britain and southern Eire: *Colloque sur la Stratigraphie du Carbonifere*, Congrès et Colloques, Université de Liège, v. 55, p. 267-274.
- 19- Dolby, G., and R., Neves, 1970, Palynological evidence concerning the Devonian Carboniferous boundary in the Mendips, England (Sheffield, 1967): *Compte Rendu du 6e Congrès International de Stratigraphie et Géologie du Carbonifere*, v. 2, p. 631-646.
- 20- Filipiak, P., 2004, Miospore stratigraphy of Upper Famennian and Lower Carboniferous deposits of the Holy Cross Mountains (central Poland): *Review of Palaeobotany and Palynology*, v. 128, Issues 3-4, p. 291-322.
- 21- Filipiak, P., 2005, Late Devonian and Early Carboniferous acritarchs and prasinophytes from the Holy Cross Mountains (central Poland): *Review of Palaeobotany and Palynology*, v. 134, Issues 1-2, p. 1-26.
- 22- Geo, L., 1986, Late Devonian and early Carboniferous acritarchs from Nyalum Country, Xizang (Tibet), China: *Rev. Palaeobot. Plynol*, v. 47, p. 17-30.
- 6- Beju. D., 1967, Quelques spores, acritarches et chitinozoaires d'âge dévonien inférieur de la plate-forme moesienne (Roumanie), *Original Research Article: Review of Palaeobotany and Palynology*, v. 5, Issues 1-4, p. 39-49.
- 7- Becker, G., M.J.M., Bless, M., Streel, and J., Thorez, 1974, Palynology and ostracod distribution in the Upper Devonian and basal Dinantian of Belgium and their dependence on sedimentary facies: *Mededelingen Rijks Geologische Dienst*, N.S. 25, p. 9-99.
- 8- Bozorgnia, F., 1973, Paleozoic Foraminifera Biostratigraphy of Central and East-Alborz Mountains, Iran': *Nation Iranian oil Company, Geological Laboratories, Publication. No. 4*, p. 185.
- 9- Brice, D., 1971, Etude paleontologique et stratigraphique du Devonian de L Afghanistan, *Contribution A La connaissance des brachiopods et des polypiers rugueux*, 364 p.
- 10- Bykova, E.V. and E.I., Polenova, 1995, Foraminifera et Radiolaires de la region Volga-Oural, et du basin Devonien central et leur importance stratigraphic: *Trav. VNIGRI, USSR*, n.s.no. 47, p. 141, pl. I-XXIV, *Trad. B.R.G.M. no. 1603*.
- 11- Clayton, G., K. Higgs, and J.B., Keegan, 1977, Late Devonian and Early Carboniferous occurrences of the miospore Genus *Emphanisporites* McGregor, 1961 in Southern Ireland, *Pollen et Spores*, v. 19(3), p. 415-425.
- 12- Clayton, G., B., Owens, S., Al-Hajri and J., Filatoff, 2000, Latest Devonian and Early Carboniferous miospore assemblages from Saudi Arabia. In: Al-Hajri, S., Owens, B. (Eds.), *Stratigraphic palynology of the Palaeozoic of Saudi Arabia: GeoArabia, Bahrain, Special Publication*, v. 1, p. 146-153.
- 13- Clendening, J.A., L.E., Eames and G., Wood, 1980, *Retusotriletes phillipsii* n. sp., a potential Upper Devonian guide palynomorph, *Palynology*, v. 4, p. 15-22.
- 14- Coquel, R., and S., Latreche, 1989, Etude palynologique du La formation D'herence

- Brazil: Review of Palaeobotany and Palynology, v. 124, Issues 3-4, p. 131-202.
- 32- Grey, K., 1991, A mid-Givetian miospore age for the onset of reef development on the Lennard Shelf, Canning Basin, Western Australia: Review of Palaeobotany and Palynology. v. 68, Issues 1-2, p. 37-4826.
- 33- Hemer, D. O., and P. W., Nygreen, 1967, Devonian palynology of Saudi Arabia, Rev. Palaeobot. Palynol, v. 5, p. 51-61.
- 34- Higgs, K. T., 1975, Upper Devonian and Lower Carboniferous miospore assemblage from Hook Head, Ireland: Micropalaeontology, v. 21(4), p. 393-419.
- 35- Higgs, K.T., G., Clayton, and J.B., Keegan, 1988, Stratigraphic and Systematic Palynology of the Tournaisian rocks of Ireland, Special Geological Survey of Ireland, p. 7, 5-93.
- 36- Higgs, K. T., 1996, Taxonomy and systematic study of some Tournaisian (Hastarian) spores from Belgium, Riew of Palaeobotany and Palynology, v. 93, Issues 1-4, p. 269-297.
- 37- Higgs, K. T., D., Finucane, and I. P., Tunbridge, 2002, Late Devonian and early Carboniferous microfloras from the Hakkari Province of southeastern Turkey: Review of Palaeobotany and Palynology, v. 118, Issues 1-4, p. 141-156.
- 38- Hashemi, H., and G., Playford, 1998, Upper Devonian Palynomorph of the Shishtu Formation, Central Iran Basin, east-central Iran: Abt., Palaeontographica, B. 246, p.115-212.
- 39- Hodgson, E. A., 1968, Devonian Spores from the Pertnjara formation, Amadeus Basin: thern Territory-Bulltine Bureau of Mineral Resurces, Geology & Geophysics, v. 80, p. 67-82.
- 40- Jardine, S., A., Combaz, L., Maglorie, Peniguel, and G., Vachey, 1972, Acritarchs du Silurian terminal, et du Devonian Sahara Algerian, Compte Rendu, Septieme Congress International de Stratigraphie ed de Geologie du Carbonifer,(Krefeld, 1971). v. 1, p. 295-311.
- 23- 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, No.3, p.103-122.
- 24- 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, v. 86, p. 91-109.
- 25- Ghavidel-Syooki, M., 1996, Palynostratigraphy and paleogeography of the Late Devonian in northeastern Esfahan city, Central Iran: Proceeding of the IX international palynological congress, Houston, Texas, U. S. A.
- 26- Ghavidel-Syooki, M., 2003, Palynostratigraphy of Devonian sediments in the Zagros Basin, southern Iran: Review of Palaeobotany and Palynology, v. 127, Issues 3-4, p. 241-268.
- 27- Ghavidel-Syooki, M., and B., Owens, 2007, Palynostratigraphy and palaeogeography of the Padeha, Khoshyeilagh and Mobarak formations in the eastern Alborz Range (Kopeh-Dagh region), northeastern Iran: Revue de Micropaleontology, v. 50(1), p. 129-144.
- 28- González, F., 2009, Reappraisal of the organic-walled microphytoplankton genus Maranhites: morphology, excystment, and speciation: Review of Palaeobotany and Palynology, v. 154, Issues 1-4, p. 6-21.
- 29- Gorka, H., 1974, Les acritarches de concretions calacries de Famennian superior de Lagow (Mounts do Sauinte croix, pdog): Actapal a contogica pololnica, v. 19, p. 225-250.
- 30- Grahn, Y., 2010, Palynostratigraphy of the Chapada Group and its significance in the Devonian stratigraphy of the Paraná Basin, south Brazil: Journal of South American Earth Sciences, v. 29, Issue 2, p. 354-370.
- 31- Grahn, Y., and J.G., Henrique, 2003, Devonian–Early Carboniferous miospore biostratigraphy of the Amazon Basin, Northern

- 50- McGregor, D.C., 1961, Spores with proximal radial pattern from the Devonian of Canada: Geol. Survey Canada, Bull., v.79, p.1-11.
- 51- McGregor, D. C., and G., Playford, 1992, Canadian and Australian Devonian spores zonation and correlation: Geological Surv. Can, Bull, 438, p. 1-120.
- 52- McNestry, A., 1988, The palynostratigraphy of two uppermost Devonian-lower carboniferous borehole sections in South Wales: Review of Palaeobotany and Palynology, v. 56, Issues 1-2, p. 69-78, 81-87.
- 53- Moreau-Benoit, A., R., Coquel, and S., Latreche, 1993, Étude palynologique du dévoniendu bassin d'illizi (Sahara oriental algérien). Approche biostratigraphique: Geobios, v. 26, Issue 1, p. 3-31.
- 54- Moeller, V. V., 1880, Ueber einige Foraminiferen führende Gesteine Persiens: Jahrb. Kais. Koen. Geol. Reichsanstalt, Bd. 30, Heft. IV, pp. 573-586, Taf. IX-X.
- 55- Naumova, N. S., 1953, Upper Devonian spore-pollen assemblages of the Russian Platform and their stratigraphic significance (in Russian): Trance. Inst Geol. Sci. Acad. Sci. USSR, v. 143, p. 1-204.
- 56- Nautiyal, A. C., 1975, Occurrence of microplankton in the middle Devonian rocks of Saskatchewan and Alberta: Canada Current Sci, v. 44, p. 851-853.
- 57- Obukhovskaya, T.G., 2000, Miospores from the Frasnian–Famennian Boundary deposits in Eastern Europe (the Pripyat Depression, Belarus and the Timan–Pechora Province, Russia) and comparison with Western Europe (Northern France): Review of Palaeobotany and Palynology, v. 112, Issue 4, p. 229-246.
- 58- Ottone, E. G., 1996, Devonian palynomorphs from the Los Monos Formation, Tarija Basin Argentina: Palynology, v. 20, p. 105-155.
- 59- Owens, B., 1971, Miospore from Middle and Early Upper Devonian rocks of the Western
- 41- Keegan, J.B. ,1997, Late Devonian and Early Carboniferous miospores from the Galley Head-Leap Harbour region of southwest Ireland: Pollen et Spores, v.19, p. 545–573.
- 42- Kimyai, A., 1979, Devonian spores from the Hassanakdar area, Iran: Pollen et Spores, v. 21, p. 41-49.
- 43- Lianda, G., 1981, Devonian spore assemblages of China: Review of Palaeobotany and Palynology, v. 34, Issue 1, p. 11-23.
- 44- Lianda, G., 1986, Late Devonian and Early Carboniferous Acritarch from Nyalum, China: Rev. Palaeobot. Palynol, VA 7, p. 17-30.
- 45- Lipina, O.A., 1965, Systematics of the Tournayellidae: Acad. Sci. of USSR, Geol. Inst. Transaction v. 130, p. 1-96, pl. I-XXIV.
- 46- Loboziak, S., M., Streel, M., Caputo, J., Henrique, and J., Melo, 1991, Evidence of west Europeandefined miospore Zones in the Uppermost Devonian and Lower Carboniferous of the Amazonas Basin (Brazil): Geobios, v. 24, Issue 1, p. 5-11.
- 47- Marshall, J., A.M., Miller, J., Filatoff, and KH., Alshahab, 2007. Two new Middle Devonian megaspores from Saudi Arabia Deux nouvelles mégaspores du Dévonien moyen d'Arabie Saoudite: Revue de Micropaléontologie, v. 50, Issue 1, p. 73-79.
- 48- Marynowski, L., P., Filipiak, and A., Piszowska, 2008, Organic geochemistry and palynofacies of the Early–Middle Frasnian transition (Late Devonian) of the Holy Cross Mountains, Southern Poland: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v. 269, Issues 3-4, p. 152-165.
- 49- Maziane, N., K.T., Higgs, and M.,Streel, 2002, Biometry and paleoenvironment of Retispora lepidophyta (Kedo) Playford, 1976 and associated miospores in the latest Famennian nearshore marine facies, eastern Ardenne (Belgium): Review of Palaeobotany and Palynology, v. 118, Issues 1-4, p. 211-222.

- Bond, 2010, Anoxic Annulata Events in the Late Famennian of the Holy Cross Mountains (Southern Poland): Geochemical and palaeontological record: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, In Press, Corrected Proof.
- 70- Reitlinger, E.A., 1954, Foraminiferes du Devonian de quelques coupes de la partie orientale de la use, VINIGRI: Paleont. Sborn., SSSR., no. 1, pp. 52-81, pl. I-VI, Trad. B.R.G.M., no. 1652.
- 71- Richardson, J.B., 1965, Middle Old Red Sandstones spore assemblages from the Orcadian Basin, north-east Scotland: Palaeontology, v. 7, p. 559-605.
- 72- Richardson, J.B., and D.C., McGregor, 1986, Silurian and Devonian Spore Zones of the Old Red Sandstone Continent and Adjacent Regions: Geological Survey of Canada, Bull. 364, p. 1-37.
- 73- Rauzer, C.D.M., 1948, Foraminiferes et stratigraphie du Viseen et du Namurien des regions centrales de la Plateforme Russe, et du Pre-Ural: Trav. Inst. Geol. Acad. Sci. URSS, no. 62, ser. geol., no. 19, p.102-142.
- 74- Staplin, F.L., 1961, Reef controlled distribution of Devonian microplankton in Alberta: Palaeontology, v. 4, p. 392-424.
- 75- Stockmans, F. and Y., Williere, 1960, Hystricospheres du Devonian belge (Sondage de l'Asile d'alienes? Tournai), Senckenbergiana: Lethaea, v. 41, no. 1-6, p. 1-11, pl. 1-2.
- 76- Streel, M., 1986, Miospore distribution to the Upper Famennian-Strunian event stratigraphy: Annales de la Societe Geologique du Nord, 105, p. 85-95.
- 77- Streel, M., K., Higgs, S., Loboziak, W., Reigel, and P., Steemans, 1987, Spore stratigraphy and correlation with faunas and floras in the type marine devonian of the Ardenne-Rhenish regions: Review of Palaeobotany and Palynology, v. 50, Issue 3, p. 211-229.
- 78- Streel, M., and S., Loboziak, 1996, Paleozoic spore and pollen. Chapter 18B. Middle and Upper Devonian miospores. In Jansonius, J., McGregor, Queen Elizabeth Island, Arctic Archipelago: Geol. Surv. Can, Bull. 37-70, p. 1-157.
- 60- Paris, F., J.B., Richardson, W., Riegel, M., Streel, and M., Vanguetaine, 1985, Devonian (Emsian-Famennian) Palynomorphs from North-East Libya: J. Micropalaeontology, v. 4, p. 42-82.
- 61- Playford, G., 1964, Miospores from the Mississippian Horton Group, Eastern Canada: Geol. Surv. Can. Bull. 107, p. 47.
- 62- Playford, G., 1976, Plant microfossils from the Upper Devonian and Lower Carboniferous of the Canning Basin Western Australia: Palaeontographica Abteilung, B. 158, p.1-71.
- 63- Playford, G., 1977, Lower to Middle Devonian Acritarchs of the Moose River Basin, Ontario: Geological Survey of Canada, Bulletin 279, p. 1-86.
- 64- Playford, G., 1981, Late Devonian Acritarchs from the Gneudna formation in the Western Carnarvon basin, Western Australia: Geobios, v. 14, Issue 2, p.145-171.
- 65- Playford, G., Dring, R.S., 1981, Late Devonian Acritarchs from Carnarvon Basin Western Australia: Special Papers in Palaeontology, v. 27, p. 1-78.
- 66- Playford, G., 1991, Australian Lower Carboniferous miospores relevant to extra-Gondwana correlations: an evaluation. In: Brenckle, P.L., Manger, W.L. (Eds.), Intercontinental Division and Correlation of the Carboniferous System: Courier Forschungsinstitut Senckenberg 130, Stuttgart, p. 85-125.
- 67- Pereira, Z., 2006, Palynostratigraphy of the Toca da mouraa and Cabrela Complexes, Ossa Morena Zone, Portugal. Geodynamic implications: Review of Palaeobotany and Palynology, v. 139, Issues 1-4, p. 227-240.
- 68- Pojarkov, B.V., 1966, Devonian Charophytes in Tien-Shan, in fossil Charophyta of the USSR: Acad. Nauk. SSSR., Trad. Geol. Inst. Trans. No. 143, p.161-200, 10 text-fig.
- 69- Rackaa, M., L., Marynowskia, P., Filipiak, M., Sobstela, A., Piszczowskab, and D.P.G.,



- of Palaeobotany and Palynology, v. 30, p. 165-286.
- 86- Wicander, E.R., 1974, Upper Devonian Lower Mississippian Acritarchs and Prasinophycean Alge from Ohio, U.S.A: *Paleontographica*, Lfg. 1-3, Band 148, p. 9-43.
- 87- Wicander, E.R., 1975, Fluctuations in a late devonian-early Mississippian phytoplankton flora of Ohio, U.S.A: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 17, Issue 2, p. 89-108.
- 88- Wicander, R.E, and A.R., Loeblich, 1977, Organic-walled microphytoplankton and its stratigraphic significance from the Upper Devonian Antrim Shale, Indiana U.S.A: *Paleontographica Abteilung*, B. 160, p. 69-165.
- 89- Wicander, R.E, Playford, G., 1985, Acritarchs and spores from the Upper Devonian Lime Creek Formation Iowa U.S.A: *Micropaleontology*, v. 13, p. 97-138.
- 90- Wicander, R.E, and G.D., Wood, 1997, The use of microphytoplankton and chitinozoans for interpreting transgressive/regressive cycles in the Rapid Member of the Cedar Valley Formation (Middle Devonian), Iowa, *Review of Palaeobotany and Palynology*, v. 98, Issues 1-2, p. 125-152.
- D.C. (Eds.), *Palynology, principles and applications: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation 2*, Dallas, p. 575-587.
- 79- Turnau, E., 1999, Givetian palynostratigraphy and palynofacies: new data from the Bodzentyn Syncline (Holy Cross Mountains, central Poland): *Review of Palaeobotany and Palynology*, v. 106, Issues 3-4, p. 237-271.
- 80- Turnau, E., and K., Narkiewicz, 2011, Biostratigraphical correlation of spore and conodont zonations within Givetian and ?Frasnian of the Lublin area (SE Poland), Article in Press, Accepted Manuscript-Note to users: *Review of Palaeobotany and Palynology*.
- 81- Turner, N., E., Spinner, and C., Soanes, 1989, Further studies on the palynology of the Upper Devonian and Lower Carboniferous transition strata at Burrington Combe, Somerset, England: *Pollen et Spores*, v. 31, p. 289-315.
- 82- Turner, N., E., Spinner, and J.K., Dorning, 1995, A palynological study of the Lower Carboniferous Lydebrook Sandstone and adjacent late Wenlock and Langsettian strata, Shropshire, England: *Review of Palaeobotany and Palynology*, v. 84, Issues 3-4, p. 305-329.
- 83- Van Veen, P.M., 1981, Aspects of Late Devonian and Early Carboniferous palynology of southern Ireland. V. The Change in composition of palynological assemblages at the Devonian-Carboniferous boundary: *Review of Palaeobotany and Palynology*, v. 34, p. 67-97.
- 84- Van der Zwan, C.J., and P.M., Van Veen, 1978, The Devonian-Carboniferous transition sequence in southern Ireland: Integration of Palaeogeography and Palynology, v. 1, p. 469-479.
- 85- Van der Zwan, C.J., 1980, Aspects of late devonian and early carboniferous palynology of southern Ireland. III. Palynology of devonian-carboniferous transition sequences with special reference to the bantry bay area, co. cork: *Review*

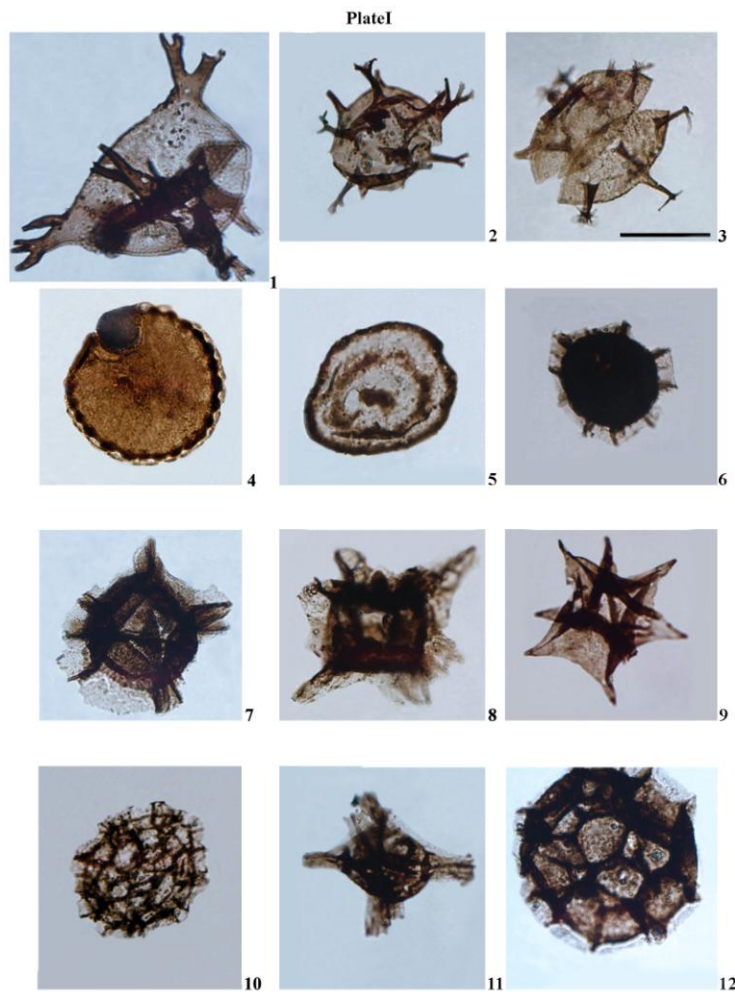


Plate I.

**Fig. 1:** *Exochoderma irregulare* Wicander, 1974.

**Fig. 2:** *Multiplicisphaeridium varioramusum*, Hashemi & Playford, 1998.

**Fig. 3:** *Ammonidium loriferum* (Deunff), Lister, 1970.

**Fig. 4:** *Maranhites perplexus* Wicander & Playford, 1985.

**Fig. 5:** *Papulogabata annulata* Playford, 1981.

**Fig. 6:** *Cymatiosphaera perimembrana* Staplin, 1962.

**Fig. 7:** *Cymatiosphaera perimembrana* Staplin, 1962.

**Fig. 8:** *Polyedryxium embudum* Cramer, 1964.

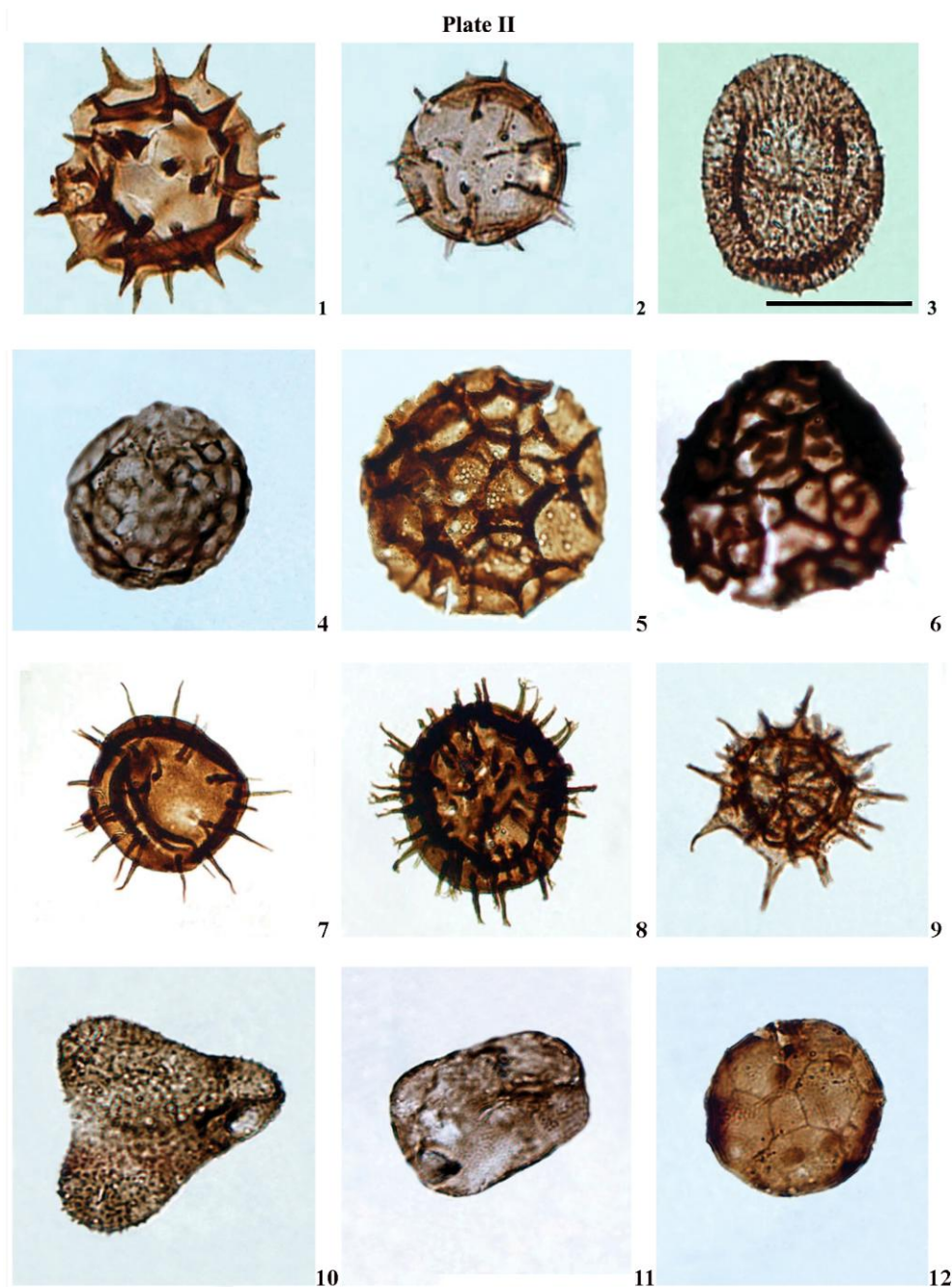
**Fig. 9:** *Stellinium micropolygonale* (Stockmans & Williere, 1960) Playford, 1977.

**Fig. 10:** *Cymatiosphaera turbinata* Wicander, 1977.

**Fig. 11:** *Polyedryxium pharaonis* Deunff, 1961.

**Fig. 12:** *Cymatiosphaera perimembrana* Staplin, 1962.

\*Scale bar = 20  $\mu$ m

**Plate II.**

**Fig. 1:** *Solisphaeridium inaffectum* Playford in Playford and Dring, 1981.

**Fig. 2:** *Solisphaeridium spinoglobosum* (Staplin) Wicander, 1974.

**Fig. 3:** *Gorgonisphaeridium condensum* Playford, 1981.

**Fig. 4:** *Dictyotidium litum* Colbath, 1990.

**Fig. 5:** *Dictyotidium craticulum* (Wicander and Loeblich) Wicander and Playford, 1985.

**Fig. 6:** *Melikeriopalla venulosa* Playford, 1981.

**Fig. 7:** *Gorgonisphaeridium ohioense* (Winslow) Wicander, 1974.

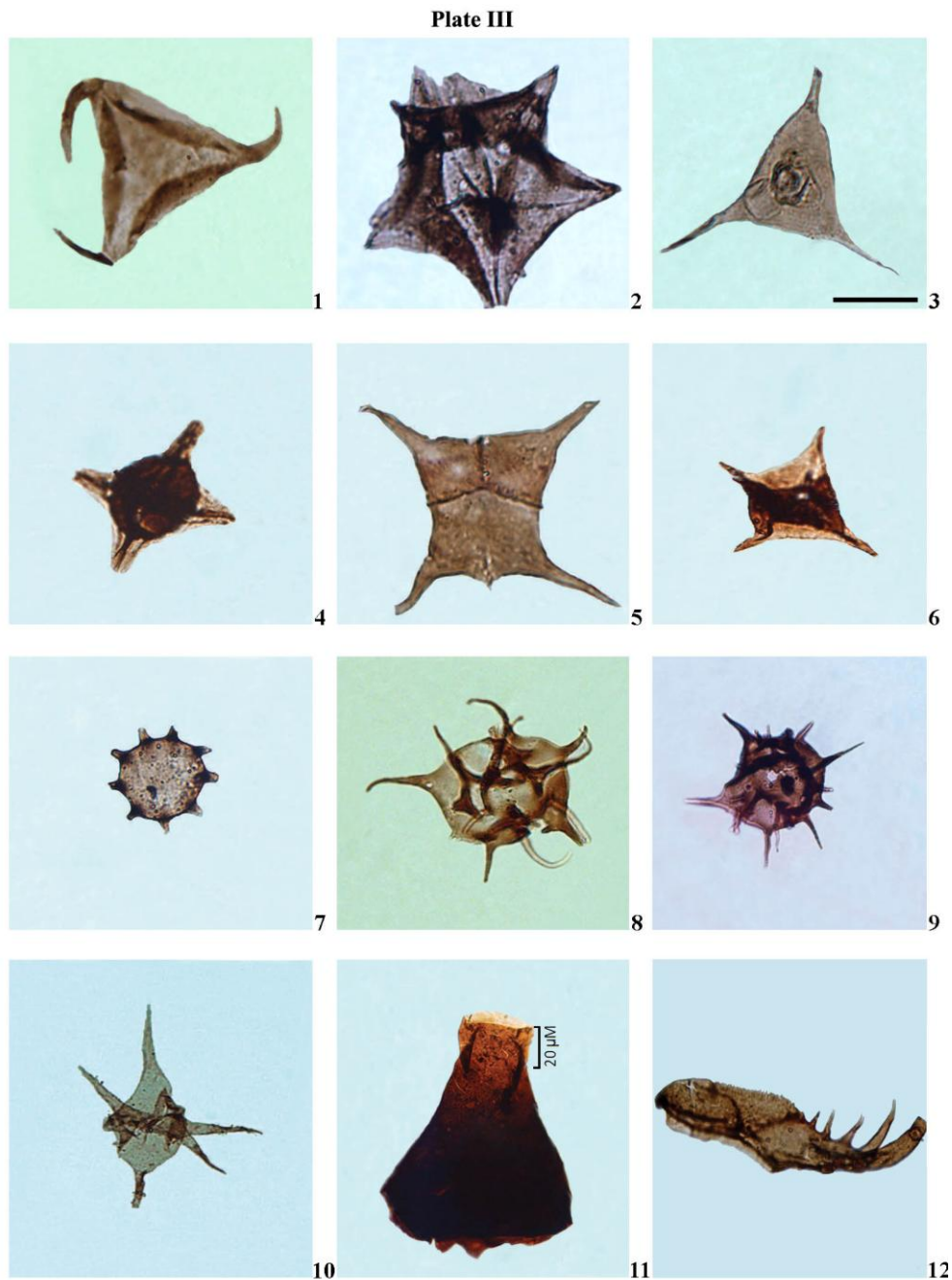
**Fig. 8:** *Gorgonisphaeridium discissum* Playford, 1981.

**Fig. 9:** *Michrystridium stellatum* Deflandre, 1945.

**Fig. 10:** *Deltotosoma intonsum* Playford, 1981.

**Fig. 11:** *Horologinella horologia* Staplin, Jardine et al., 1972.

**Fig. 12:** *Dictyotidium araiomegronium* Hashemi and Playford, 1998.



**Plate III.**

**Fig. 1:** *Veryhachium pannuceum* Wicander & Loeblich, Jr., 1977.

**Fig. 2:** *Stellinium octoaster* (Staplin) Jardine et al., 1972.

**Fig. 3:** *Veryhachium downiei* Stockmans & Williere, 1962.

**Fig. 4:** *Daillydium pentaster* Staplin, Playford, 1981.

**Fig. 5:** *Veryhachium inflatum* Hashemi & Playford, 1998.

**Fig. 6:** *Stellinium comptum* Wicander and Loeblich, 1977.

**Fig. 7:** *Tornacia stela* Wicander, 1974.

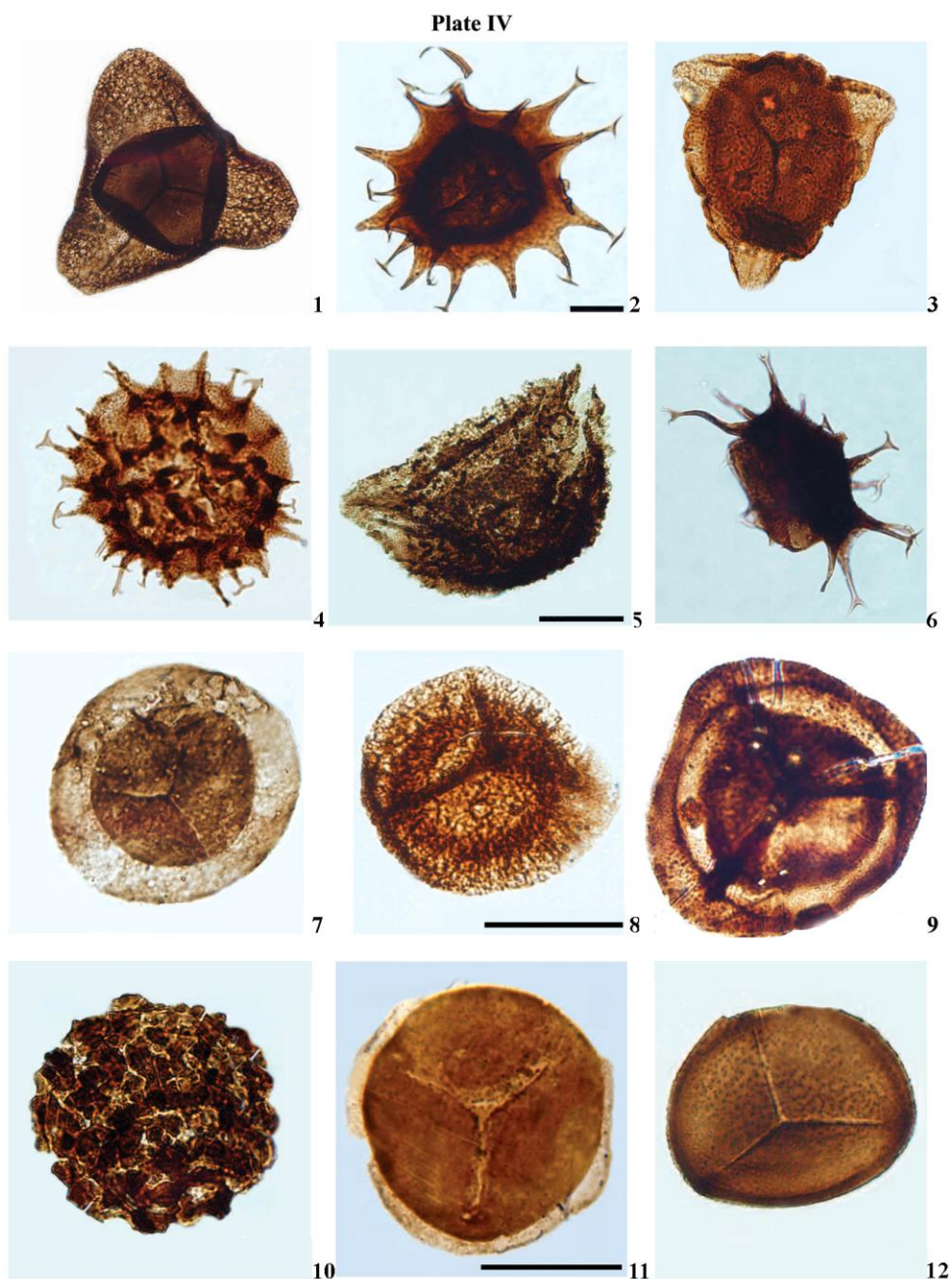
**Fig. 8:** *Unellium piriforme* Rauscher, 1969.

**Fig. 9:** *Unellium winslowae* Rauscher, 1969.

**Fig. 10:** *Straitostella sparsa* Hashemi & Playford, 1998.

**Fig. 11:** Chitinozoa.

**Fig. 12:** Scolecodont (Annelid Jaw).



**Plate IV.**

**Fig. 1:** *Auroraspora torquata* Higgs, 1975.

**Fig. 2:** *Ancyrospora pluchra* Owens, 1971.

**Fig. 3:** *Lagenicula minutus* Kimyai, 1979.

**Fig. 4:** *Ancyrospora ampulla* Owens, 1971.

**Fig. 5:** *Archaeoperisaccus opiparus* Owens, 1971.

**Fig. 6:** *Hystricosporites reflexus* Owens, 1971.

**Fig. 7:** *Diducites mucronatus* (Kedo) Van Veen, 1981.

**Fig. 8:** *Densosporites rotatus* Staplin, 1960.

**Fig. 9:** *Geminospora lemurata* Balme, 1962.

**Fig. 10:** *Verrucosporites nitidus* (Naumova) Playford, 1964.

**Fig. 11:** *Hymenozonotriletes perplexa* Balme & Hassel, 1962.

**Fig. 12:** *Geminospora punctata* Owens, 1971.

\*Scale bar = 20  $\mu$ m

Plate V

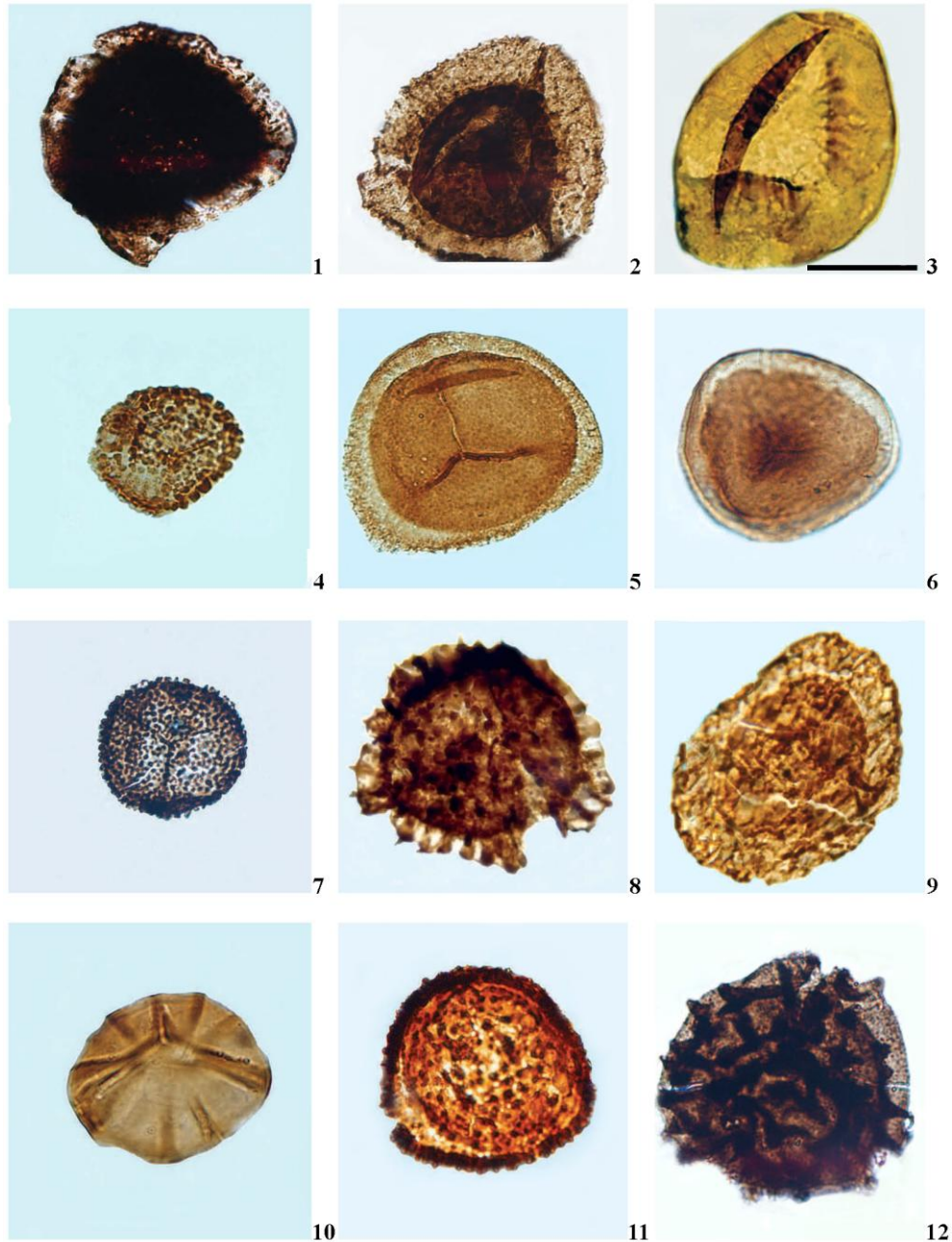


Plate V.

- Fig. 1: *Indotriradiates explanatus* (Luber) Playford, 1991.  
 Fig. 2: *Grandispora mammillata* Owens, 1971.  
 Fig. 3: *Retusotriletes phillipsii* Clendennig, Eames and Woods, 1980.  
 Fig. 4: *Verrucosisporites premnus* Richardson, 1965.  
 Fig. 5: *Rhabdosporites micropaxillus* Owens, 1971.  
 Fig. 6: *Retusotriletes distinctus* Richardson, 1965.  
 Fig. 7: *Grandispora famenensis* (Naumova, 1953) Streele, 1986.  
 Fig. 8: *Vallatisporites pussillites* (Kedo) Dolby and Neves, 1970.  
 Fig. 9: *Retispora lepidophyta* (Kedo) Playford, 1976.  
 Fig. 10: *Emphanisporites rotatus* McGregor, 1961.  
 Fig. 11: *Geminispora verrucosa* Owens, 1971.  
 Fig. 12: *Grandispora megista* Balme, 1988.