پالئواکولوژی رسوبات ژوراسیک میانی در البرز مرکزی و شرقی

فیروزه هاشمی یزدی[۱]، فرشته سجادی[۲و*] و حسین هاشمی[۳]

۱. دانشجوی دکتری، دانشکده زمین‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران

۲. دانشیار دانشکده زمین‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران

۳. دانشیار دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه خوارزمی

تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۱۷

تاریخ پذیرش: ۹۳/٤/۱

چکیده

مطالعه بوم‌شناسی دیرینه سازند دلیچای (باژوسین – کالووین) در دو برش چینه‌شناسی بلو در البرز مرکزی و تپال در البرز شرقی، بر مبنای پالینولوژی انجام گرفت. پالینومورف های متنوعی، با حفظ شدگی خوب، شامل میوسپورها، دینوفلاژله‌ها، اسپور قارچ‌ها، آکریتارک‌ها و آستر داخلی فرامینیفرها در رسوبات مذکور وجود دارند. برای بازسازی بوم‌شناسی دیرینه سازند دلیچای در برش‌های چینه‌شناسی مورد مطالعه از میوسپورها (اسپورها و پولن‌ها) استفاده گردید. فراوانی میوسپورهای موجود در نهشته‌های سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی بلو در البرز مرکزی، به ترتیب فراوانی، به سرخس‌ها ٤۹%، مخروطیان ۲۳%، ژینکوفیت‌ها ۱۵%، لیکوفیتا ۸%، اسفنوفیتا ٤%، و بریوفیتا ۱% منتسب می‌باشند. در برش چینه‌شناسی تپال در البرز شرقی نیز با توجه به گیاهان والد میوسپورهای موجود، سرخس‌ها با ٤۸%، حداکثر تنوع و فراوانی را دارند و پس از آنها به ترتیب فراوانی، مخروطیان ۲٦%، ژینکوفیت‌ها ۱۹%، لیکوفیتا ٤%، بریوفیتا ۲% و اسفنوفیتا ۱ % حضور دارند که نشان‌دهنده شباهت پوشش گیاهی دیرینه سازند دلیچای در البرز مرکزی و البرز شرقی می‌باشند. با در نظر گرفتن شرایط محیط زندگی نمونه‌های امروزی گیاهان والد میوسپورهای می توان نتیجه گرفت نهشته‌های سازند دلیچای در برش‌های چینه‌شناسی بلو و تپال در شرایط آب و هوای گرم تا نیمه گرم و مرطوب تشکیل شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: البرز شرقی، البرز مرکزی، پالئواکولوژی، پالینومورف ها، ژوراسیک میانی، سازند دلیچای.

مقدمه

اشتوکلین (۱۹۷۲) ایران را به چندین حوضه زمین ساختی تقسیم نموده است که یکی از این تقسیمات، رشته کوه های البرز به ارتفاع ٥٦۰۰ متر با روند تقریباً شرقی- غربی را در برمی‌گیرد. این حوضه رسوبی در برگیرنده رسوبات پرکامبرین تا کواترنری به ضخامت چندین هزار متر می‌باشد. رسوبات ژوراسیک میانی که به نام سازند دلیچای خوانده می شوند (Steiger, 1966) قدیمی‌ترین واحد سنگی گروه مگو در شمال ایران در حوضه زمین ساختی البرز به شمار می رود. این سازند مارنی – آهکی با ریخت شناسی پست و رنگ سبز – خاکستری، در تمام دامنه جنوبی رشته کوه البرز بین سازند آواری شمشک در پایین و سازند آهکی صخره ساز لار در بالا قرار گرفته است.

تعداد کمی مطالعات پالینولوژی بر روی رسوبات ژوراسیک میانی شمال ایران صورت پذیرفته است (Wheeler and Sarjeant, 1990, Ghasemi-Nejad et al., 2012, Mafi et al., 2013, Dehbozorgi et al., 2013، خاکی ، ۱۳۸۰، شاهسونی، ۱۳۸۲، نیک نهاد، ۱۳۸٦، هاشمی، ۱۳۸۷، صباغیان، ۱۳۸۸، ده بزرگی، ۱۳۹۲، رفیعی ۱۳۹۲، نویدی، ۱۳۹۲). یکی از دلایل عمده این مطلب،

* نویسنده مرتبط Sajjadi@khayam.ut.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

آن است که سازند مذکور بر اساس میکرو – و ماکروفسیل‌های جانوری متنوعی شامل آمونیت‌ها، بلمنیت‌ها، دوکفه‌ای‌ها، براکیوپودها، خارپوستان، اسفنج‌ها، بریوزوآها، و فرامینیفرها در برش‌های متعدد تعیین سن شده است (Stöcklin, 1972, Nabavi and Seyed-Emami, 1977, Schairer et al., 1991, Seyed-Emami et al., 1985, 1989, 1995, 1996, 2001).

هدف از این مطالعه بازسازی پالئواکولوژی نهشته‌های سازند دلیچای در البرز مرکزی و البرز شرقی می‌باشد.

موقعیت جغرافیایی و راههای ارتباطی برش‌های چینه‌شناسی مورد مطالعه

۱– برش چینه‌شناسی بلو، در ۱٤ کیلومتری شمال سمنان، در منطقه پیغمبران (کوه گاوک) و تقریبا در یک کیلومتری شمال شرق روستای بلو قرار دارد (شکل ۱). مختصات جغرافیایی قاعده سازند دلیچای در این برش چینه‌شناسی '۳٦°٤۳ عرض شمالی و '۵۳°۲٦ طول شرقی می‌باشد. برای دسترسی به برش چینه‌شناسی بلو می توان از جاده سمنان به دامغان استفاده کرد. تقریبا در کیلومتر ۵ این جاده و کمی بعد از پلیس راه سمنان – دامغان، جاده ای خاکی به طرف شمال وجود دارد که با استفاده از آن و بعد از عبور از روستاهای شریعت آباد و بلو دسترسی به برش چینه‌شناسی مورد نظر امکان پذیر است. برش چینه‌شناسی بلو در البرز مرکزی واقع شده است.

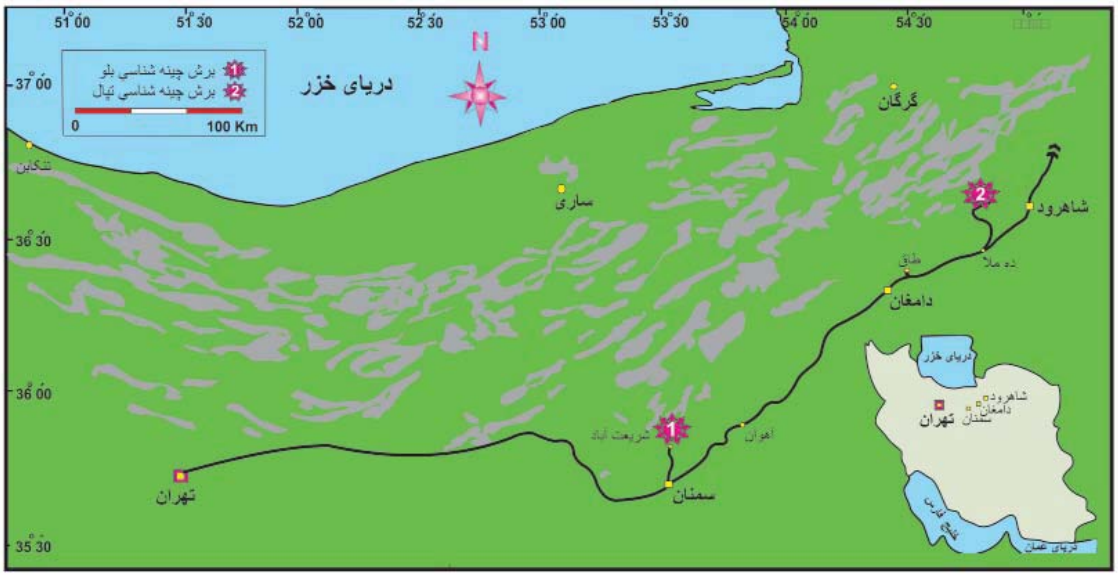
۲– برش چینه‌شناسی تپال در۲۰ کیلومتری غرب شاهرود، دردامنه کوه تپال قرار دارد (شکل ۱). برش چینه‌شناسی مذکور در مختصات جغرافیایی '۳٦°۲۲ عرض شمالی و '٥٤°٤٤ طول شرقی می‌باشد. برای دسترسی به برش چینه‌شناسی تپال می توان از جاده معدن آموزشی ده ملا استفاده نمود. برش چینه‌شناسی مذکور، پس از طی مسافت ۱۱ کیلومتر در بخش شمالی جاده اصلی، در مجاورت یک معدن متروکه زغال سنگ، قرار دارد. برش چینه‌شناسی تپال در البرز شرقی واقع شده است.

روش کار

برای استفاده از پالینومورف ها در بازسازی محیط دیرینه سازند دلیچای در برش‌های چینه‌شناسی مورد مطالعه، ۸۰ نمونه (۵۵ نمونه از برش چینه‌شناسی بلو و ۲۵ نمونه از برش چینه‌شناسی تپال) از افق‌های مناسب جهت انجام مطالعات پالینولوژی برداشت گردید (شکل ۲) و سپس مراحل مختلف جداسازی پالینومورف‌ها از رسوبات دربرگیرنده با استفاده از روش های معمول در پالینولوژی (e.g., Wood et al., 1996) انجام شد. اسلایدهای پالنولوژیکی تهیه شده حاوی مجموعه متنوعی از میکروفسیل‌های گیاهی بودند. پس از شناسایی گیاهان والد، فراوانی میوسپورهای موجود محاسبه گردید و نمودار درصد فراوانی گروه‌های مختلف گیاهی رسم گردید (شکل‌های ۳ و ٤) سپس مقایسه فراوانی میوسپورهای موجود انجام پذیرفت.

بحث

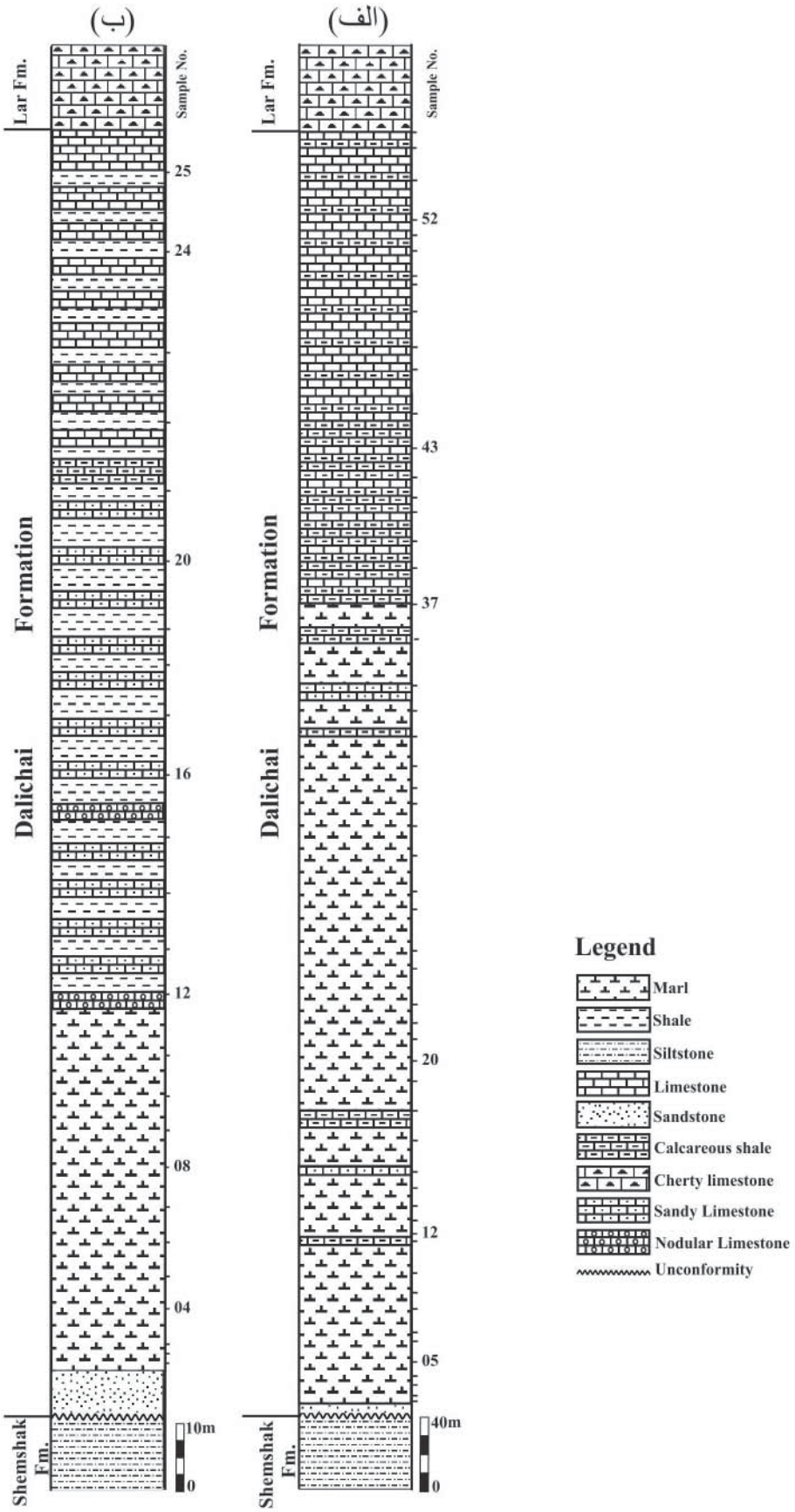
از زمان ظهور گیاهان بر روی زمین تاکنون نوع و پراکندگی جغرافیایی آنها تحت کنترل فاکتورهای مختلفی از جمله عرض جغرافیایی، شرایط آب و هوایی، ارتفاع، و میزان بارش بوده است (Dodd and Stanton, 1990). بنابراین، در زمین‌شناسی می‌توان از ماکروفسیل‌های گیاهی جهت تعیین جغرافیای قدیمی[1]، اکولوژی دیرینه[2]، و آب و هوای گذشته[3] استفاده کرد. اسپورها و پولن‌ها که در حقیقت عامل تولید مثل گیاهان می‌باشند نیز در



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی و راه‌های ارتباطی برش‌های چینه‌شناسی مورد مطالعه

1. Palaeogeography
2. Palaeoecology
3. Palaeoclimatology

www.SID.ir



شکل ۲. ستون چینه‌شناسی سازند دلیچای (الف. برش چینه‌شناسی بلو، ب. برش چینه‌شناسی تپال)

www.SID.ir

بازسازی شرایط محیط تشکیل رسوبات دربرگیرنده دارای اهمیت می‌باشند. بدین ترتیب که تعیین قرابت آنها و همچنین تشخیص ویژگی‌های مورفولوژیک این گروه از پالینومورف‌ها می‌تواند در بازسازی شرایط آب و هوایی و سایر فاکتورهای محیطی کمک شایانی نماید.

میکروفسیل‌های گیاهی (اسپورها و پولن‌ها) معمولا بدون ارتباط فیزیکی با گیاه (گیاهان) والد و به صورت پراکنده[1] در رسوبات یافت می‌شوند (Playford and Dettmann, 1996) و به همین دلیل تعیین قرابت آنها به ویژه در پالئوزوئیک بسیار دشوار یا کاملا غیرممکن است. اما در سنوزوئیک و مزوزوئیک پسین، میوسپورها در داخل اسپورانژیوم[2] و همراه با ماکروفسیل‌های گیاهی تولید کننده آنها به صورت برجا[3] در بین رسوبات حفظ شده‌اند. در این گونه موارد، با توجه به اینکه گیاه والد اسپورها و پولن‌ها قابل شناسایی است، می‌توان با جداسازی میوسپورها و مقایسه ویژگی‌های مورفولوژیک آنها با فرم‌های پراکنده شده (میوسپورهای فاقد ارتباط فیزیکی با گیاه والد) قرابت احتمالی نمونه‌های اخیر را تشخیص داد.

Couper, 1953, 1958, 1960; Bolkhovitina, 1961, 1968;) Dettmann, 1963, Mädler, 1964; Batten, 1968; Reiser and Williams, 1969; Pocock, 1970; Filatoff, 1975; Van Konijnenburg-Van Cittert, 1971, 1987; Filatoff and Price, 1988; Balme, 1995; Abbink, 1998; McKellar, 1998).

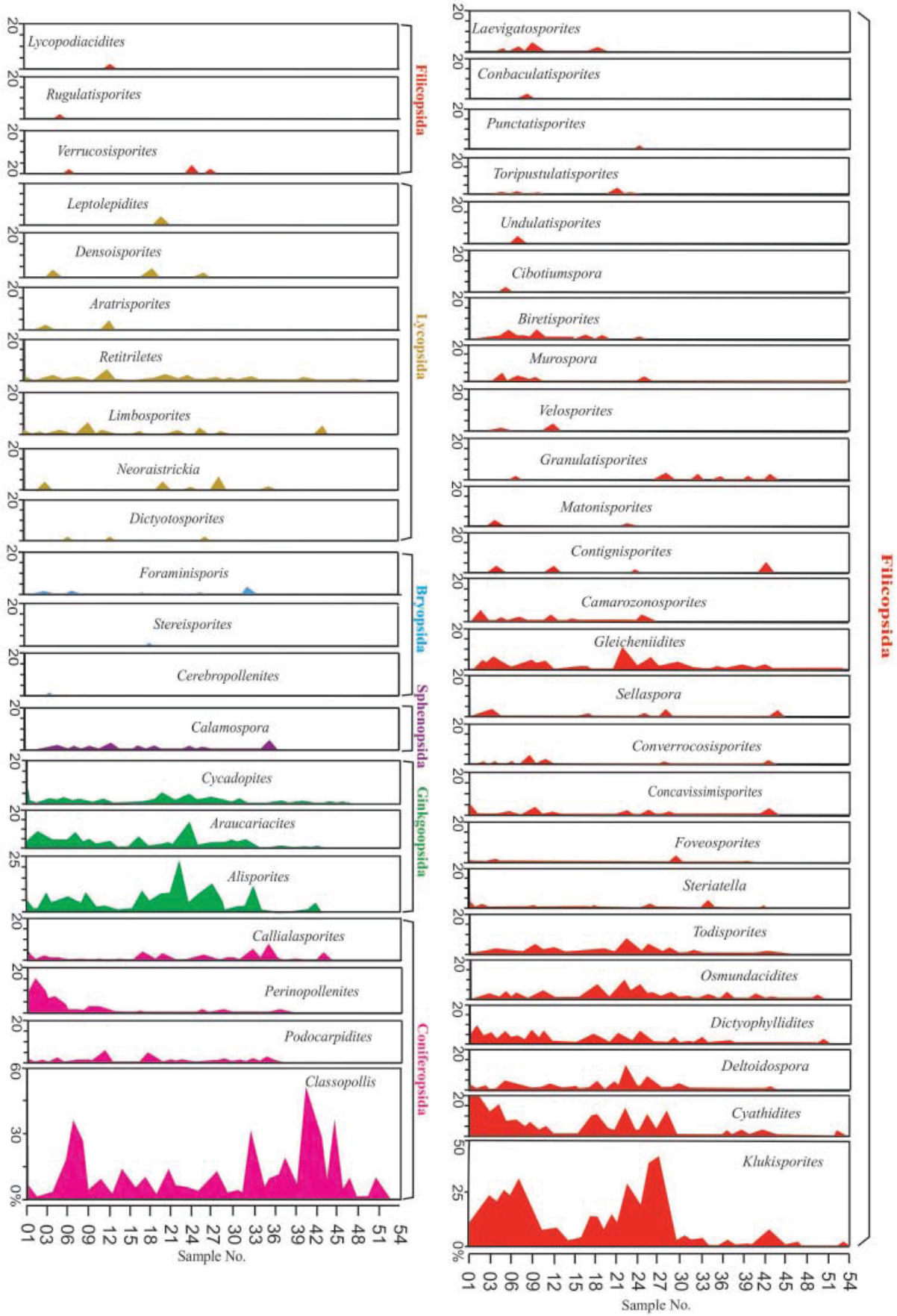
پالینوفلورای متنوعی از جمله میوسپورهای فراوان با حفظ شدگی خوب همراه با نمونه‌هایی از دینوفلاژله‌ها، اسپور قارچ‌ها، و آستر داخلی فرامینیفرها (البته با فراوانی و تنوع کمتر) در رسوبات سازند دلیچای در برش‌های چینه‌شناسی بلو و تپال، دیده شده است. میوسپورهای مذکور در برش چینه‌شناسی بلو شامل ۸۱ گونه اسپور (متعلق به ۳۰ جنس) و ۲۱ گونه پولن (متعلق به ۸ جنس) است و در برش چینه‌شناسی تپال شامل ۲۲ گونه اسپور (متعلق به ۱۸ جنس) و ۱۵ گونه پولن (متعلق به ۹ جنس) می‌باشد. فراوانی (برحسب درصد) میوسپورهای شناسایی شده (در سطح جنس) در شکل‌های ۳ و ٤ نشان داده شده است. همچنین تصاویر برخی از پالینومورف‌های مذکور در پلیت های ۱ و ۲ آورده شده است. در پالینوفلورای مورد مطالعه میوسپورهایی که قرابت آنها به گیاهانی مانند انواع سرخس‌های واقعی[4]، لیکوفیتا[5]، دم اسبیان[6] و بریوفیتا[7] و نمونه‌هایی از بازدانگان[8] مانند مخروطیان[9] ژینکوفیتا[10] نسبت داده شده است (جدول ۱) حضور دارند که نشان‌دهنده وجود گیاهان مذکور در ترکیب پوشش گیاهی مناطق اطراف محیط تشکیل رسوبات نهشته‌های مورد مطالعه و یا در جزایر موجود در محیط تشکیل سازند دلیچای (دریای دلیچای) می‌باشد. بررسی داده‌های موجود در مورد شرایط محیط زندگی نمونه‌های امروزی گیاهان مذکور و همچنین فراوانی و پراکندگی آنها می تواند در بازسازی ویژگی‌های محیط تشکیل نهشته‌های سازند دلیچای مورد استفاده قرار گیرد.

در پالینوفلورای مورد مطالعه میوسپورهای منتسب به سرخسها با ٤۹% در برش چینه‌شناسی بلو و ٤۸% در برش چینه‌شناسی تپال حداکثر فراوانی را دارند. سرخس‌ها از فراوانترین شاخه نهانزادان آوندی می‌باشند و خود شامل گروه‌های مختلفی مانند شیزاسه‌آ[11]، اسموندا‌سه‌آ[12]، دیپتریداسه‌آ[13]، ماراسیاسه‌آ[14]، دیکسونیاسه‌آ[15]، سیاتسه‌آ[16]، گلیکنیاسه‌آ[17]، و ماتونیاسه‌آ[18] است. نمونه‌های امروزی برخی از این خانواده‌ها مانند سیاتسه‌آ از نظر مورفولوژی و آناتومی در مقایسه با نمونه‌های فسیل آنها تغییر قابل ملاحظه ای نشان نمی دهند (Villar de Seoane, 1999) بنابراین می‌توان شرایط فعلی محیط زندگی نمونه‌های امروزی آنها را به انواع فسیل نیز تعمیم داد (Van Konijnenburg-Van Cittert, 2002). سرخس‌های امروزی در مناطق باز یا بوته‌زارهای تقریبا مرطوب و مناطقی مانند باتلاق‌ها، جلگه‌های مرطوب، حاشیه دریاچه‌ها، جنگل‌های کوهستانی مرطوب، محیط‌های ساحلی با رطوبت بالا و نواحی معتدل جنگل‌های بارانی دیده می‌شوند این گیاهان ممکن است در مناطق کم نور، در حاشیه رودخانه‌ها و روی پشته‌های مرطوب (levees) نیز وجود داشته باشند (Fakhr, 1975; Vakhrameev, 1991; Tidwell and Nishida, 1993; Tidwell and Ash, 1994; Cantrill, 1995; Collinson, 1996; Deng, 2002، جعفریان و بگی، ۱۳۸۰؛ واسیلیف، ۱۳٦٤). با توجه به این که فرم‌های مختلف این خانواده‌ها امروزه، عموماً آب و هوای گرم و مرطوب و مناطق استوایی تا نیمه‌استوایی را ترجیح

1. Sporae dispersae
2. Sporangium
3. In situ
4. Pterophyta
5. Lycophyta
6. Sphenophyta یا Arthrophyta
7. Bryophyta
8. Gymnosperms
9. Coniferophyta
10. Ginkgophyta
11. Schizaeceae
12. Osmundaceae
13. Dipteridaceae
14. Marattiaceae
15. Dicksoniaceae
16. Cyatheceae
17. Gleicheniaceae
18. Matoniaceae

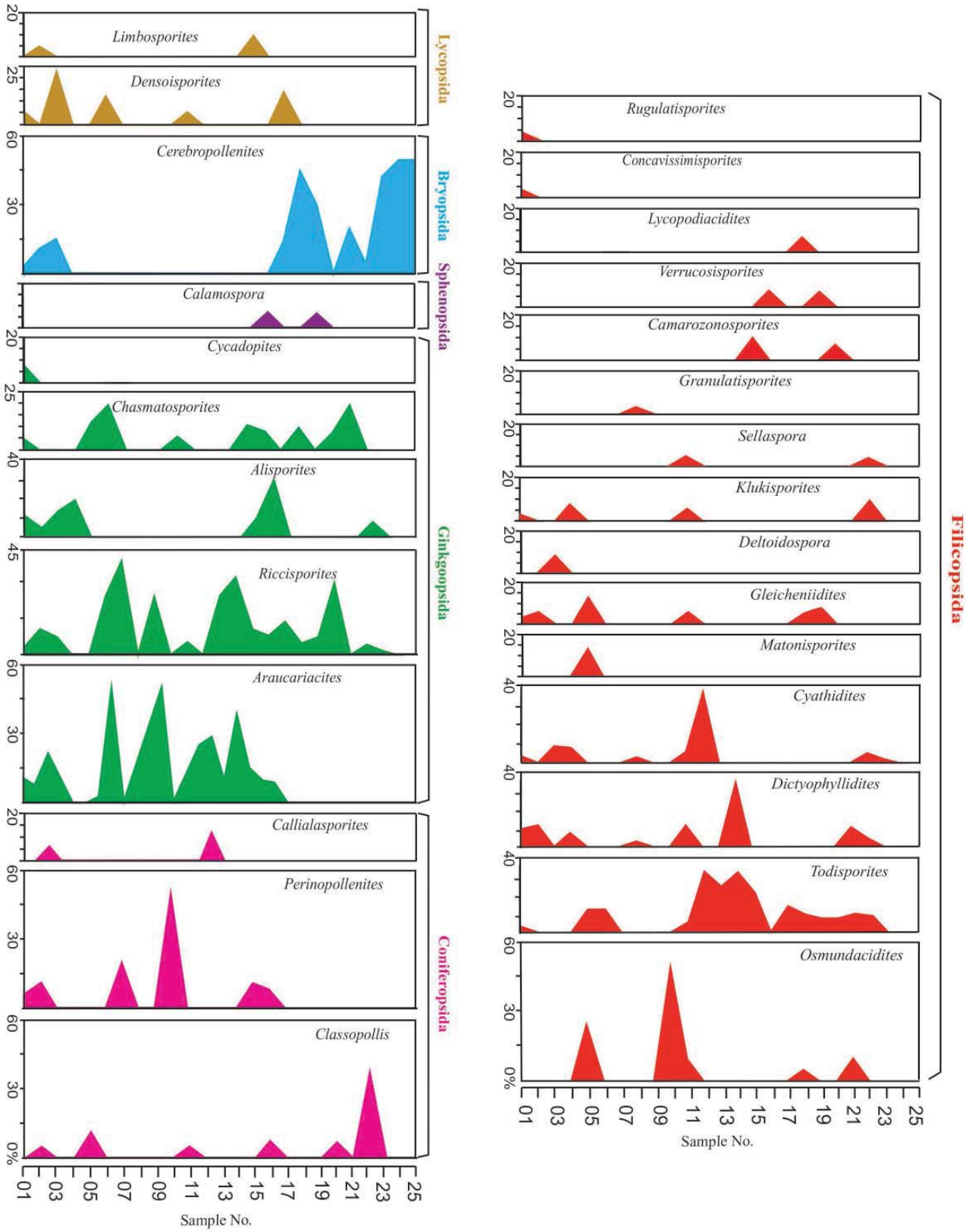
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳. نمایش تنوع و فراوانی (بر حسب درصد) انواع میوسپورهای سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی بلو

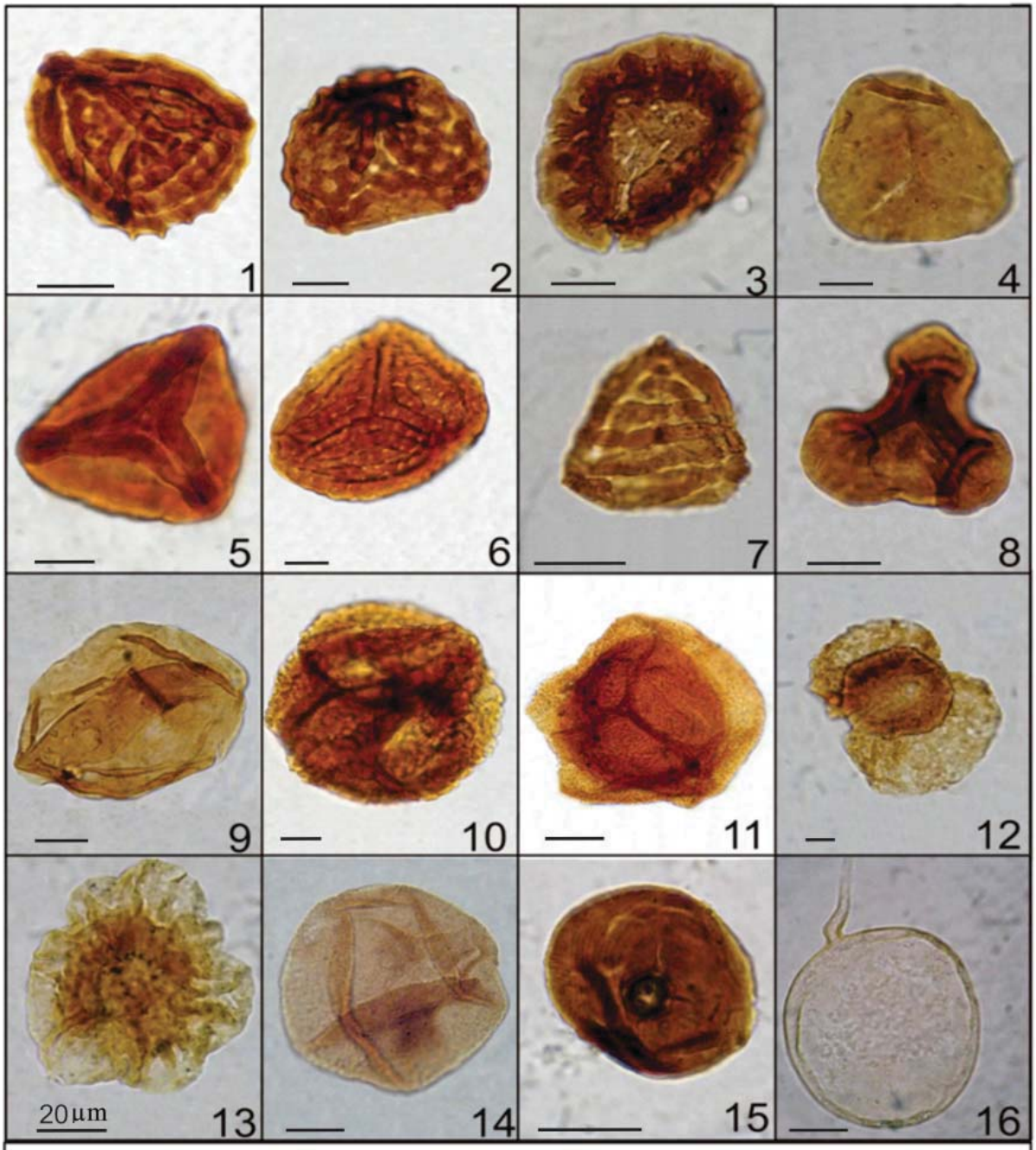
www.SID.ir



شکل ٤. نمایش تنوع و فراوانی (بر حسب درصد) انواع میوسپورهای سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی تپال

www.SID.ir

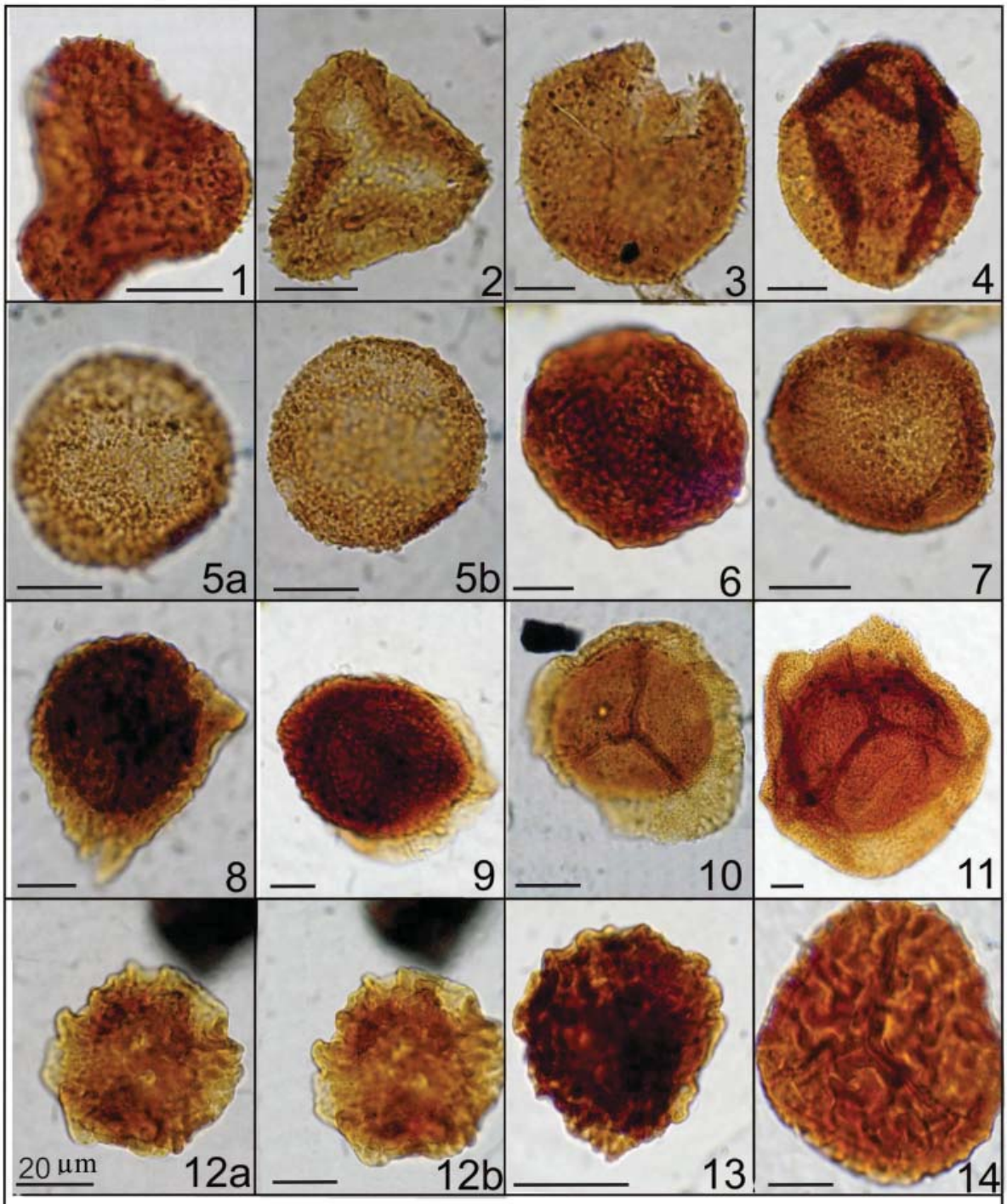
PLATE 1



1- Striatella patenii Filatoff and Price, 1988. Proximal focus. 2- Klukisporites variegatus Couper, 1985. Proximal focus. 3- Limbosporites antiquus (de Jersey) de Jersey and Raine, 1990. Distal focus. 4- Deltoidospora sp. Proximal focus. 5- Gleicheniidites senonicus Ross emend. Skarby, 1964. Proximal focus. 6- Foveosporites canalis Balme, 1957. Proximal focus. 7- Contignisporites burgeri Filatoff, McKellar and Price, 1988. Distal focus. 8- Cibotiumspora juncta (Kara-Murza) Zhang, 1978. Proximal focus. 9- Calamospora tener (Leschik) de Jersey, 1962. Proximal focus. 10- Riccisporites tuberculatus Lundblad, 1954. Median focus. 11- Dictyotosporites complex Cookson and Dettmann, 1958. Proximal focus. 12- Podocarpidites biformis Rouse, 1957. Median focus. 13- Callialasporites dampieri (Balme) Sukh Dev, 1961. Polar view. 14- Araucariacites australis Cookson ex Couper, 1953. Median focus. 15- Classopollis torosa (Reissinger) Klaus emend. Cornet and Traverse, 1975. median focus. 16- Fungal spore.

www.SID.ir

PLATE 2



1, 2- Neoristrickia taylorii Playford and Dettmann, 1965. Distal focus. 3, 4- Osmundacidites injunensis McKellar, 1998. 3. Median focus, 4. Distal focus. 5- Verrucosisporites varians Volkheimer, 1972. 5a. Proximal focus, 5b. Distal focus. 6, 7- Sellaspora passa McKellar, 1998. Median foci. 8, 9- Velosporites rugulatus Sajjadi and Playford, 2002. Median foci. 10, 11- Dictyotosporites complex Cookson and Dettmann, 1958. Proximal focus. 12- Callialasporites minus, (Tralau) Guy, 1971. 12a Proximal focus, 12b Distal focus. 13- Callialasporites segmentatus (Balme) Srivastava, 1963. Proximal focus. 14- Camarozonosporites ramosus (de Jersey) McKellar, 1974. Proximal focus.

www.SID.ir

جدول ۱. قرابت برخی از میوسپورهای موجود در نمونه‌های سازند دلیچای در برش‌های چینه‌شناسی مورد مطالعه

Miospores	Division Bryopsida
Riccisporites	Bryophyta
Foraminisporis	Bryophyta
Stereisporites	Bryophyta
Miospores	**Division Ginkgopsida**
Araucariacites	Ginkgoales?
Alisporites	Pelatspermales
Cycadopites	Ginkgoales, Gnetales, Pelatspermales, Pentoxylales
Miospores	**Division Sphenopsida**
Calamospora	Order uncertain
Miospores	**Division Lycopsida**
Retitriletes	Lycopodiaceae (*Lycopodium*)
Leptolepidites	Order uncertain
Densoisporites	Lycophyta
Aratrisporites	Lycophyta
Limbosporites	Lycophyta
Neoraistrickia	Lycopodiaceae, Selaginellaceae.
Verrucosisporites	Pterophyta (Osmundaceae)
Dictyotosporites	Pterophyta (cf. Pteridaceae)
Miospores	**Division Coniferopsida**
Araucariacites	Araucariaceae
Alisporites	Podocarpaceae
Callialasporites	Araucariaceae, *Brachyphyllum mamillare*
Classopollis	Bennettitales, Taxodiaceae
Perinopollenites	Taxodiaceae, Equiseaceae
Podocarpidites	Podocarpaceae (*Podocarpus*?, or *Lagarostrobus*)
Miospores	**Division Pterophyta**
Biretisporites	Pterophyta (Hymenophyllaceae?), incertae sedis
Concavissimisporites	Dicksoniaceae, Cyatheaceae, Schizaeaceae
Converrucosisporites	Dipteridaceae
Cyathidites ***Deltoidospora***	Cyatheaceae(*Cyathea*?), Schizaeaceae(*Lygodium*?), Marattiaceae, Gleicheniaceae, Dipteridaceae, Dicksoniaceae, Polypodiaceae, *Sphenopteris travisi*
Dictyophyllidites	Gleicheniaceae, possibly *Dicranopteris,* Matoniaceae
Verrucosisporites	Botryopteridales, Zygopteridales, Marattiales
Klukisporites	Schizaeaceae
Osmundacidites	Marattiaceae, Osmundaceae, Order uncertain, Anomopteris, *Osmunda/Leptopteris*
Rugulatisporites	Thyrsopteridaceae (cf. *Culcita*)
Sellaspora	Pterophyta/Pteridophyta, incertae sedis
Steriatella	Pterophyta (Pteridaceae)
Todisporites	Osmundaceae?
Verrucosisporites	Schizaeaceae
Rugulatisporites	Order uncertain
Lycopodiacidites	Lycopodiaceae (*Lycopodium*).
Punctatisporites	Marattiaceae?.
Laevigatosporites	Aspleniaceae, Blechnaceae, Polypodiaceae, Schizaeaceae, etc.
Cibotiumspora	Order uncertain
Foveosporites	Lycopodiaceae (*Lycopodium*).
Gleicheniidites	Gleicheniaceae
Contignisporites	Order uncertain
Matonisporites	Dipteridaceae
Granulatisporites	Order uncertain
Velosporites	Filicopsida?
Murospora	Dipteridaceae

www.SID.ir

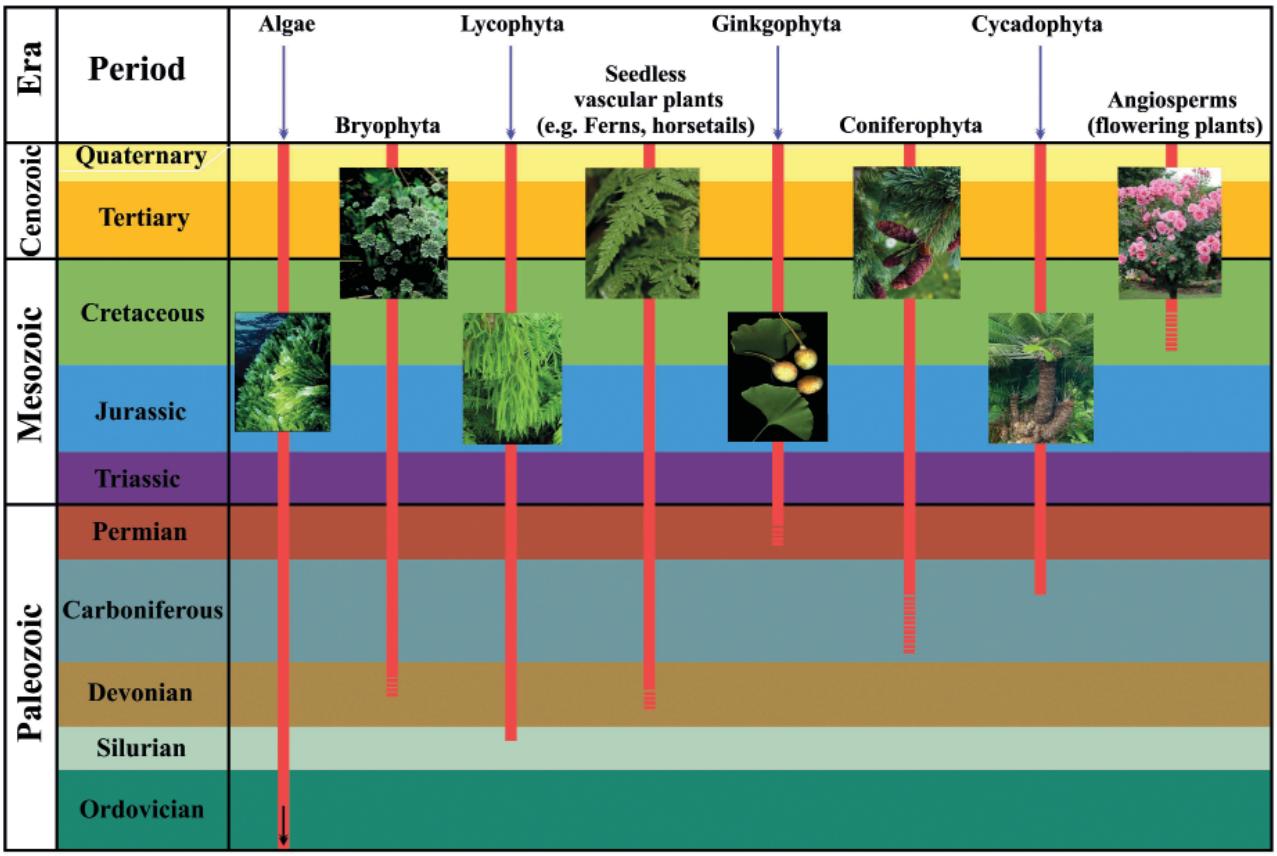
می‌دهند. (Vakhrameev, 1991) و اکثراً در مجاورت جریان‌های آبی گسترش دارند به نظر می‌رسد افراد این خانواده‌ها در گذشته نیز در چنین شرایطی زندگی می‌کردند.

در پالینوفلورای مورد مطالعه، میوسپورهایی مانند *Cyathidites*, *Converrucosisporites*, *Deltoidospora*, *Matonisporites* *Murospora*, *Osmundacidites*, *Todisporites*, *Rugulatispo-* *rites*, *Verrucosisporites*, *Concavissimisporites* و *Klukispo-* *rites* به این خانواده‌ها نسبت داده شده‌اند (Balme, 1995). از میان میوسپورهای منتسب به سرخس‌ها، *Klukisporites varieg-* *atus* Couper, 1958 که به شیزاسه‌آ نسبت داده شده است (e.g., Van Konijnenburg-Van Cittert, 1971; Filatoff, 1975; Balme, 1995) در پالینوفلورای مورد مطالعه در برش چینه‌شناسی بلو بیشترین فراوانی نسبی را دارد (شکل ۳). با توجه به تعیین قرابت این گونه از اسپورها با گیاه *Klukia exilis* (Mc- Kellar, 1998; Balme, 1995)، به نظر می‌رسد گیاه *Klukia exilis* در پوشش گیاهی اطراف محیط تشکیل رسوبات سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی بلو فراوان بوده است. البته این روند در برش چینه‌شناسی تپال در البرز شرقی دیده نمی‌شود (شکل ٤).

Klukia exilis (Philips) Raciborski emend. Harris, 1961 از جمله ماکروفسیل‌های گیاهی شاخص ژوراسیک می‌باشد. این گونه گیاهی، از رسوبات ژوراسیک البرز و ایران مرکزی (خصوصا دوگر) ایران (Fakhr, 1977; Vaez-Javadi and Mirzaei-Ataab-adi, 2006; Saadat-Nejad et al., 2010; Vaez-Javadi and Ab-basi, 2012)، گزارش شده است.

بعد از سرخس‌ها، میوسپورهای منتسب به مخروطیان (Coniferophyta) با ۲۳% در برش چینه‌شناسی بلو و ۲٦% در برش چینه‌شناسی تپال حداکثر فراوانی را دارند. و پس از مخروطیان، ژینکوفیتا با ۱۵% در برش چینه‌شناسی بلو و ۱۹% در برش چینه‌شناسی تپال بیشترین فراوانی را دارند. وجود میوسپورهای منسوب به مخروطیان در نمونه‌های مورد مطالعه، احتمالا معرف آب و هوای معتدل و وجود ارتفاعات در نزدیکی ساحل دریای دلیچای می‌باشد. فرم‌هایی که در پالینوفلورای مورد مطالعه به این رده نسبت داده شده‌اند شامل میوسپورهایی مانند *Alisporites*, *Araucariacites*, *Classopollis*, *Perinopol-* *lenites*, *Callialasporites*, *Platysaccus* و *Podocarpidites* می‌باشند (شکل ۵).

ژینکوفیت‌ها در پرمین پیشین ظاهر (شکل ۵) و در ژوراسیک میانی به اوج شکوفایی خود رسیدند (سعیدی، ۱۳۸۲) به‌طوری که در این دوره، به صورت درختانی با ساقه‌های افراشته با ارتفاع چندین متر، سهم مهمی در پوشش گیاهی زمین به ویژه در نیمکره شمالی داشتند. در انتهای کرتاسه تعداد افراد این خانواده در مقیاس جهانی به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت (Seward, 1919; Harris, 1974) و امروزه تنها نمونه این گروه *Ginkgo bi-* *loba* می‌باشد که به صورت خودرو در برخی نواحی دارای آب و



شکل ۵. نمایش حدود و گسترش زمانی گروه‌های مختلف گیاهی (Encyclopaedia Britannica Inc., 1996, modified)

www.SID.ir

هوای معتدل و گرم آسیای جنوب شرقی (ژاپن و به ویژه مناطق جنوبی چین) زندگی می‌کند.

پولن‌هایی نظیر *Alisporites* و *Araucariacites* و *Cycadopites* به رده ژینکوپسیدا نسبت داده شده‌اند (Balme, 1995) که در نمونه‌های مورد مطالعه وجود دارند.

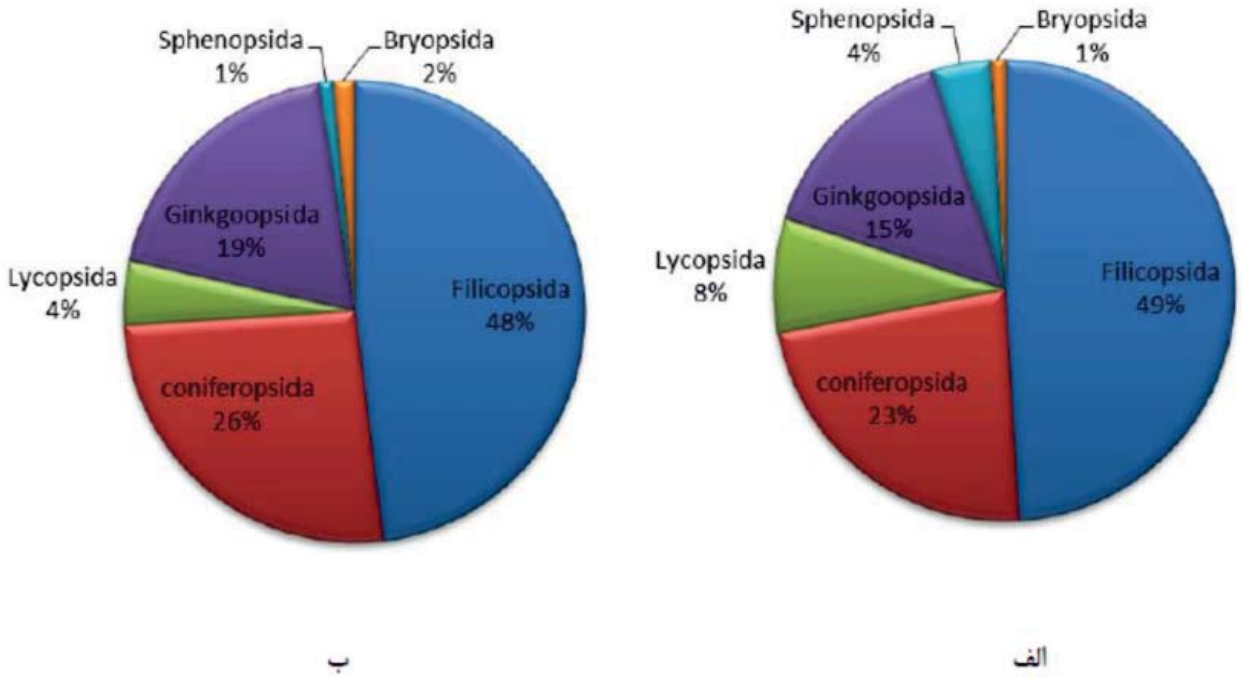
مخروطیان و ژینکوفیتا از گروه‌های مهم بازدانگان می‌باشند. بازدانگان یکی از گروه‌های مهم گیاهان دارای دانه[1] را تشکیل می‌دهند که از اواخر پالئوزوییک ظاهر شدند و امروزه نیز نمونه‌هایی از آنها در بیشتر مناطق مختلف دنیا بین عرض‌های ۷۲ درجه شمالی تا ۵۵ درجه جنوبی می‌رویند (سعیدی، ۱۳۸۲). مخروطیان و ژینکوفیت‌ها در مقایسه با سایر بازدانگان و همچنین سرخس‌ها در مناطق مرتفع تر و با رطوبت کمتری رشد می‌کنند (Fakhr, 1975).

همان گونه که در شکل ٦ مشاهده می شود میوسپورهای منتسب به لیکوفیتا (۸% در برش چینه‌شناسی بلو و ٤% در برش چینه‌شناسی تپال)، اسفنوفیتا (٤% در برش چینه‌شناسی بلو و ۱% در برش چینه‌شناسی تپال) و بریوفیتا (۱% در برش چینه‌شناسی بلو و ۲% در برش چینه‌شناسی تپال)، کمترین فراوانی را در پالینوفلورای مورد مطالعه به خود اختصاص داده‌اند.

لیکوفیتا گیاهان علفی و اپیفیت[2] هستند که گرچه زیستگاه‌های متنوعی را اشغال می‌کنند (سعیدی، ۱۳۸۲). اما برای تولید مثل به وجود آب در محیط نیاز دارند. گونه‌های مختلف *Lycopodium* و *Selaginella* که تنها نمونه‌های امروزی لیکوفیتا می‌باشند اغلب در زیستگاه‌هایی شبیه سرخس‌ها یعنی نواحی گرم و مرطوب استوایی و نیمه استوایی گسترش وسیعی دارند (جعفریان و بگی، ۱۳۸۰). از میوسپورهای منتسب به این گروه که در نمونه‌های مورد مطالعه دیده شده است می‌توان *Neoraistrickia* و *Retitri-letes* را نام برد (جدول ۱).

اسفنوفیت‌ها یا دم اسبیان در دونین ظاهر و در کربونیفر فراوان شدند (شکل ۷). افراد این گروه اغلب در محیط‌های مرطوب یا باتلاقی نظیر برکه‌های کم عمق یا ساحل رودخانه‌ها و گاهی در خاک نسبتا خشک چمن‌زارها نیز دیده می‌شوند. مشخصه افراد این گروه، که امروزه تنها جنس *Equisetum* از آنها باقی مانده است، وجود ساقه بندبند است. جنس *Calamospora* تنها میوسپور منتسب به این گروه از گیاهان در نمونه‌های مورد مطالعه است. فراوانی کم این جنس (شکل های ۳، ٤ و ٦) در پالینوفلورای سازند دلیچای گویای آن است که دم‌اسبیان در پوشش گیاهانی اطراف محیط رسوبی سازند دلیچای در برش‌های چینه‌شناسی بلو و تپال نقش مهمی نداشتند.

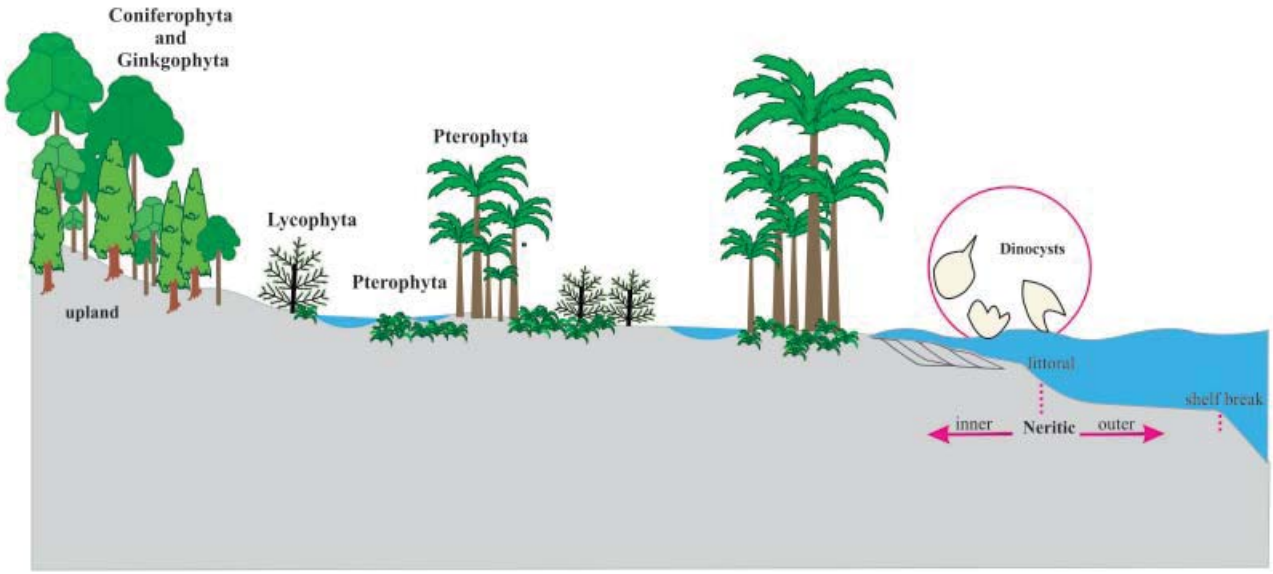
بریوفیتا نیز مانند دم‌اسبیان با فراوانی و تنوع بسیار کم (۱% در برش چینه‌شناسی بلو و ۲% در برش چینه‌شناسی تپال)، نقش چندانی در پوشش گیاهی اطراف محیط رسوبی سازند دلیچای نداشتند. اکثریت این گیاهان کوچک بوده و ارتفاعی کمتر از دو سانتی متر دارند .(Taylor et al., 2009) بریوفیتا از نظر ساختمانی حدواسط جلبک‌های سبز و گیاهان آوندی سبز بشمار می روند و برای تولید مثل به وجود آب (رطوبت) در محیط زندگی خود نیاز دارند (Playford and Dettmann, 1996). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که پراکندگی جغرافیایی این گروه در زمان حیات آنها



شکل ٦. نمودارهای درصد فراوانی رده های مختلف گیاهان والد میوسپورهای سازند دلیچای (الف. برش چینه‌شناسی بلو، ب. برش چینه‌شناسی تپال)

1. Seed plants
2. Epiphytic

www.SID.ir



شکل ۷. نمایش شماتیک پوشش گیاهی محیط اطراف دریای دلیچای در برش‌های چینه‌شناسی مورد مطالعه

محدود به اطراف (نزدیک) محیط‌های آبی باشد. در پالینوفلورای مورد مطالعه *Stereisporites, Riccisporites, Foraminisporis* میکروفلوراهایی می‌باشند که قرابت آنها به بریوفیتا نسبت داده شده است (Balme, 1995).

مقایسه فراوانی میوسپورهای موجود در نهشته‌های سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی بلو در البرز مرکزی (شکل‌های ۳ و ٦) نشان می‌دهد سرخس‌ها با (۲۸ جنس) و دم‌اسبیان با (۱ جنس) به ترتیب بیشترین و کمترین تنوع را در پالینوفلورای مورد مطالعه دارند. از میوسپورهای منتسب به سرخس‌ها، بیشترین فراوانی مربوط به *Klukisporites* است (شکل ۳) و با توجه به قرابت میوسپور مذکور با گیاه *Klukia exilis* می‌توان نتیجه گرفت گیاه مذکور، در محیط دیرینه سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی بلو گسترش جغرافیایی وسیع‌تری داشته است. پس از سرخس‌ها، میوسپورهای متعلق به گروه‌های مختلف بازدانگان (مخروطیان و ژینکوفیتا)، لیکوفیتا، بریوفیتا، و دم‌اسبیان به ترتیب بیشترین تنوع و فراوانی را در پالینوفلورای مورد مطالعه دارند (شکل ۳).

مقایسه فراوانی میوسپورهای موجود در نهشته‌های سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی تپال در البرز شرقی (شکل‌های ٤ و ٦) نشان می‌دهد سرخس‌ها با (۱۵ جنس) و دم‌اسبیان و بریوفیتا (هر کدام با یک جنس) به ترتیب بیشترین و کمترین تنوع را در پالینوفلورای مورد مطالعه دارند. پس از سرخس‌ها، میوسپورهای متعلق به گروه‌های مختلف بازدانگان (مخروطیان و ژینکوفیتا)، لیکوفیتا، بریوفیتا و دم‌اسبیان به ترتیب بیشترین تنوع و فراوانی را در پالینوفلورای مورد مطالعه دارند (شکل‌های ٤ و ٦).

مقایسه فراوانی میوسپورهای موجود در نهشته‌های سازند دلیچای در برش‌های چینه‌شناسی بلو و تپال (شکل ٦) نشان‌دهنده تشابه پوشش گیاهی دیرینه در البرز مرکزی و البرز شرقی می‌باشد. با در نظر گرفتن داده‌های موجود در مورد شرایط محیط زندگی گیاهان والد میوسپورهای مورد مطالعه که در بالا اشاره شد، در اطراف محیط رسوبی مذکور یا در جزایر موجود در دریای ژوراسیک میانی (دریای دلیچای) پوشش گیاهی متنوعی وجود داشته است که در ترکیب آن به ترتیب سرخس‌ها، بازدانگان (شامل مخروطیان و ژینکوفیت‌ها)، لیکوفیتا، بریوفیتا، و اسفنوفیتا (دم‌اسبیان) فروانی و تنوع قابل ملاحظه‌ای داشتند (شکل ۷).

علاوه بر پوشش گیاهی دیرینه، برخی دینوفلاژله‌های شاخص آب‌های گرم مانند *Systematophora penicillata, Cribropri-dinium spp* و *Endoscrinium luridum* همراه با اسپور قارچ‌ها، وجود آب و هوای گرم و مرطوب را در زمان تشکیل نهشته‌های مورد مطالعه تأیید می کند.

نتیجه‌گیری

مجموعه متنوعی از میکروفسیل‌های گیاهی با حفظ شدگی خوب همراه با نمونه‌هایی از دینوفلاژله‌ها، اسپور قارچ‌ها، و آستر داخلی فرامینیفرها (البته با فراوانی و تنوع کمتر) در نهشته‌های سازند دلیچای در برش‌های چینه‌شناسی بلو و تپال وجود دارد. قرابت میوسپورهای موجود در رسوبات مورد مطالعه به سرخس‌ها، بازدانگان (شامل مخروطیان و ژینکوفیت ها)، لیکوفیتا، بریوفیتا، و اسفنوفیتا (دم‌اسبیان) نسبت داده شده است. در پالینوفلورای مورد مطالعه میوسپورهای منتسب به سرخس‌ها با ٤۹% در برش چینه‌شناسی بلو و ٤۸% در برش چینه‌شناسی تپال حداکثر فراوانی را در هر دو برش مورد نظر به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به فراوانی میوسپورهای متعلق به سرخس‌ها می‌توان نتیجه گرفت این گروه از گیاهان در ترکیب پوشش گیاهی اطراف محیط رسوبی نهشته‌های مورد مطالعه بیشترین فراوانی را داشتند. پس از سرخس‌ها، میوسپورهای منتسب به مخروطیان با ۲۳% در برش چینه‌شناسی بلو و ۲٦% در برش چینه‌شناسی تپال حداکثر فراوانی را دارند. و پس از مخروطیان، ژینکوفیتا با ۱۵% در برش چینه‌شناسی بلو و ۱۹% در سازند تپال بیشترین فراوانی را دارند.

Archive of SID
www.SID.ir

بریوفیتا و اسفنوفیتا (دم‌اسبیان) با فراوانی و تنوع بسیار کم (کمتر از ۵%)، در سازندهای بلو و تپال نقش چندانی در پوشش گیاهی اطراف محیط رسوبی سازند دلیچای در برش‌های مورد مطالعه نداشتند. از میان میوسپورهای منتسب به سرخس‌ها، Klukispo-rites variegatus Couper, 1958 در پالینوفلورای مورد مطالعه در برش چینه‌شناسی بلو بیشترین فراوانی نسبی را دارد که با توجه به تعیین قرابت این گونه از اسپورها با گیاه *Klukia exilis* به نظر می‌رسد این گیاه در پوشش گیاهی اطراف محیط تشکیل رسوبات سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی بلو فراوان بوده است ولی این فراوانی در برش چینه‌شناسی تپال در البرز شرقی دیده نمی شود.

در مجموع اطلاعات موجود در مورد شرایط زندگی نمونه‌های امروزی گیاهان مذکور معرف آن است که نهشته‌های سازند دلیچای در برش‌های چینه‌شناسی بلو و تپال در شرایط مشابه امروز و در آب و هوای گرم تا نیمه گرم و دارای رطوبت بالا تشکیل شده‌اند.

علاوه بر شواهد فوق ، وجود اسپور قارچ‌ها همراه با نمونه‌هایی از دینوفلاژله‌های شاخص آب‌های گرم مانند *Systematophora penicillata*, *Cribropridinium spp* و *Endoscrinium luridum* نیز مؤید حاکمیت آب و هوای گرم و مرطوب در زمان تشکیل رسوبات مورد مطالعه است.

منابع

– جعفریان، م. و بگی، ح.، ۱۳۸۰. دیرین‌شناسی گیاهی (پالئوبوتانی)، انتشارات دانشگاه اصفهان، ۳۰۹.

– خاکی، و.، ۱۳۸۰. پالینواستراتیگرافی رسوبات ژوراسیک بالایی منطقه کوه سفید کوه‌های سلطانیه در جنوب شرق زنجان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، ١٤٤.

– ده بزرگی، ا.، ۱۳۹۲. پالینولوژی و پالئواکولوژی رسوبات ژوراسیک میانی (سازندهای دلیچای و بغمشاه) شرق سمنان (منطقه جام). پایان‌نامه دکتری، دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه تهران، ۳۲۰.

– رفیعی، ا.، ۱۳۹۲. میوسپورهای رسوبات ژوراسیک شمال غرب سمنان، البرز مرکزی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه تهران، ۹۶.

– سعادت‌نژاد، ج.، ۱۳۸۱. مطالعه پالئوبوتانی رسوبات معادل گروه شمشک در مناطق رامسر، جواهرده و اشکورات علیا، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم، دانشگاه تهران،۵۰۰.

– سعیدی، ح.، ۱۳۸۲. سیستماتیک گیاهی (دیدگاهی تبار شناختی) ، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، ۵۰۰.

– شاهسونی، د.، ۱۳۸۲. پالینواستراتیگرافی، پالینوفاسیس و محیط دیرینه سازند چمن بید در برش جاجرم، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، ۱۰۶.

– صباغیان، ح.، ۱۳۸۸. پالینواستراتیگرافی سازند دلیچای در کوه راهبند مهدی شهر، البرز مرکزی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه تهران. ۱۰۸.

– علوی نائینی، م.، ۱۳۸۸. چکیده‌ای از چینه‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۵۰۷.

– نویدی، ن.، ۱۳۹۲. پالینواستراتیگرافی سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی دیکتاش، شمال شرق سمنان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه تهران، ۲۲۰.

– نیک نهاد، ن.، ١٣٨٦. مطالعه چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی سازند دلیچای در جنوب خاوری مراغه (البرز باختری) با توجه ویژه به فون آمونیتی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۵۱.

– واسیلیف، ا. و.، ١٣٦٤. فسیلهای گیاهی مزوزوئیک مناطق زغالدار ایران (جلد اول)، شرکت ملی فولاد ایران، ترجمه ج. مهدیان ٣٢٤.

– هاشمی، ف.، ۱۳۸۷. پالینواستراتیگرافی سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی بلو، شمال سمنان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه تهران، ۱۲۹.

- Abbink, O.A., 1998. Palynological investigations in the Jurassic of the North Sea region. Thesis, Utrecht University (Utrecht), Contribution Series, 8, 192.

- Aghanabati, S.A., 1975. Etude geologique de la region de Kalmard (W. Tabas). These Doctoral dEtat, No. A.D. 11, 623.

- Balme, B.E., 1995. Fossil in situ spores and Pollen grains: an annotated catalogue. Review of Palaeobotany and Palynology, 87 (2-4), 85-323; Amsterdam.

- Batten, D.J., 1968. Probable dispersed spores of Cretaceous Equisetites. Palaeontology 11, 633-642.

- Bolkhovitina, N.A., 1961. Fossil and Recent spores of the family Schizaeaceae. Trudy Instituta Geologicheskikh Nauk, Akademiya Nauk S.S.S.R. (Moscow), 40, 176. (in Russian).

- Bolkhovitina, N.A., 1968. The spores of the family Gleicheniaceae and their importance for stratigraphy. Trudy Instituta Geologicheskikh Nauk, Akademiya Nauk S.S.S.R. (Moscow), 186, 116.

- Cantrill, D.J., 1995. The occurrence of the fern Hausmannia Dunker (Dipteridaceae) in the Cretaceous of Alexander Island, Antarctica, Alcheringa 19, 243-254.

- Collinson, M.E., 1996. What use are fossil ferns - 20 years on: with a review of the fossil history of extant pteridophyte families and genera. In: Camus, J.M., Gibby, M. and Johns, R.J. (eds.), Pteridology in Perspective. Royal Botanic Gardens, Kew, 349-394.

- Couper, R.A., 1953. Upper Mesozoic and Cainozoic spores and pollen grains from New Zealand. New Zealand

Archive of SID

www.SID.ir

Geological Survey, Palaeontological Bulletin, 22, 77.

- Couper, R.A., 1958. British Mesozoic microspores and pollen grains. A systematic and stratigraphic study. Palaeontographica Abteilung B, 103, 75-179.

- Couper, R.A., 1960. New Zealand Mesozoic and Cainozoic plant microfossils. New Zealand Geological Survey, Palaeontological Bulletin, 32, 87.

- Dehbozorgi A., Sajjadi F. and Hashemi H., 2013. Middle Jurassic palynomorphs of the Dalichai Formation, central Alborz Ranges, northeastern Iran: Paleoecological inferences, Science China Earth Sciences, 56, 12, 2107-2115.

- Deng, Sh., 2002. Ecology of the Early Cretaceous ferns of Northeast China. Review of Palaeobotany and Palynology, 119, 93-112

- Dettmann, M.E., 1963. Upper Mesozoic microfloras from southbeastern Australia. Proceeding of the Royal Society Victoria, 77(1), 1-148.

- Dodd, J.R. and Stanton, Jr. R.S., 1990. Paleoecology: Concepts and Applications. 2nd ed., Wiley, New York 501.

- Fakhr M.S., 1975. Contribution a letude de la flora rheto-liassique de la formation Shemshake de L Elbours (Iran). These, University Pierre et Marie Curie Paris VI: Publication du laboratoire de Paleobotanique de 1' University Paris, 2: 421.

- Filatoff, J., 1975. Jurassic palynology of the Perth Basin, Western Australia. Palaeontographica, Abteilung B, 154(1-4), 1-113.

- Filatoff, J. and Price, P.L., 1988. A pteridacean spore lineage in the Australian Mesozoic. In: Jell, P.A. and Playford, G. (eds.): Palynological and palaeobotanical studies in honour of Basil E. Balme. Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists, 5, 89-124.

- Ghasemi-Nejad, E., Sabbaghiyan, H. and Mosaddegh, H., 2012. Paleobiogeographic implications of late Bajocian-late Callovian (Middle Jurassic) dinoflagellate cysts from the Central Alborz Mountain, northern Iran. Journal of Asian Earth Sciences, 43, 1-10.

- Harris, W.K. and Foster, C.B., 1974. Stratigraphy and palynology of the Polda Basin, Eyre Peninsula. Department of Mines, South Australia, Mineral Resources Review, 136, 56-78.

- Mädler, K., 1964. Bemerkenswerte Sporenformen aus dem Keuper und unteren Lias. Fortschritte Geologie von Rheinland und Westfalen, 12, 169-200.

- Mafi, A., Ghasemi-Nejad, E., Ashouri, A. and Vahidi-Nia, M., 2013. Dinoflagellate cysts from the Upper Bajocian-Lower Oxfordian of the Dalichai Formation in Binalud Mountains (NE Iran): their biostratigraphical and biogeographical significance. Arabian Journal of Geosciences, Online paper.

- McKellar, J.L., 1998. Late early to late Jurassic palynology, biostratigraphy and palaeogeography of the Roma Shelf area, northwestern Surat Basin, Queensland, Australia [Ph.D. thesis]. Brisbane (Queensland): University of Queensland; 620.

- Nabavi, M.H. and Seyed-Emami, K., 1977. Sinemurian ammonites from the Shemshak Formation of North Iran (Semnan area, Alborz). Neues Jahrbuch für und Geologie Palaeontologie, Abhandlungen 153 (1), 70-85.

- Playford, G., and Dettmann, M.E., 1996. "Spores". In: Jansonius, J. and McGregor, D.C. (eds.): Palynology: principles and applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Dallas, 1 (8), 227-260.

- Pocock, S.A., 1970. Palynology of the Jurassic sediments of western Canada. Part 1. Terrestrial species. Palaeontographica, Abteilung B, 130(1-2), 12-72.

- Reiser, R.F. and Williams, A.J., 1969. Palynology of the Lower Jurassic sediments of the northern Surat Basin, Queensland. Geological Survey of Queensland, Publication 339, Palaeontology Paper, 15, 24.

- Saadat-Nejad, J., Ghaderi, A. and Naimi-Ghassabian, N., 2010. Study and introduction of Toarcian-Bajocian plant macrofossils from Gorakhk-Shandiz area, North-East of Iran. Sedimentary Facies, 2, 174-203.

- Schairer, G., Seyed-Emami, K. and Zeiss, A., 1991. Ammoniten aus der oberen Dalichai-Formation (Callov) ostlich von Semnan (SE-Alborz, Iran). Mitteilungen der Bayerische Staatssammlung für Paläontologie Historiche und Geologie, 31, 47-67.

- Seward, A.C., 1919. Fossil Plants, Vol. 4: Ginkgoales, Coniferales and Gnetales. Cambridge University Press, 543.

- Seyed-Emami, K., Schairer, G. and Bolourchi, M. H., 1985. Ammoniten aus der unteren Dalichy - Formation (oberes Bajocium bis unteres Bathonium) der Umgebung von Abe - Garm (Avaj, NW - Zentraliran), Zitteliana, 12, 57-85.

- Seyed-Emami, K., Schairer, G. and Alavi-Naini, M.,

Archive of SID

www.SID.ir

1989. Ammoniten aus der unteren Dalichy - Formation (Unterbathon) ostlich von Semnan (SE - Alborz, Iran). Muncher Geowiss. Abhandlungen, A, 15, 79-91.

- Seyed-Emami, K., Schairer, G. and Zeiss, A., 1995. Ammoniten aus der Dalichai - Formation (Mittlerer bis Oberer Jura) und der Lar - Formation (Oberer Jura) N Emamzadeh - Hashem (Zentralalborz, Nordirn). Mitteilungen der Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und Historiche Geologie, 35, 39-52.

- Seyed-Emami, K., Schairer, G. and Alavi-Naini, M., 1996. Ammoniten aus dem oberen Bajoc (Mittlerer Jura) des SE-Koppeh dagh und SEAlborz (NE-Iran). Mitteilungen der Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und Historiche Geologie, 36, 87-106.

- Seyed-Emami, K., Fursich, F.T. and Schairer, G., 2001. Lithostratigraphy, ammonites and palaeoenvironments of Middle Jurassic strata in North and Central Iran. Newsletters on Stratigraphy, 38(2/3), 163-184.

- Steiger, R., 1966. Die Geologie der West-Firuzkuh-Area (Zentral Elburz/Iran). Geologisches Institute der Eidgenosischen Technischen Hochschule und der Universitat Zürich, 68, 1-145.

- Stöcklin, J., 1972. Lexigue Stratigraphique International Vol. III, Fascicule 9b, 1-238, Iran.

- Taylor, T.N, Taylor, E.L. and Krings, M., 2009. Paleobotany: The Biology and Evolution of Fossil Plants, 2nd ed. Elsevier, Academic Press, San Diego, USA, 1230.

- Tidwell, W.D. and Nishida, H., 1993. A new fossilized tree fern stem, Nishidacaulis burgii gen. et sp. nov., from Nebraska, South Dakota, U.S.A. Review of Palaeobotany and Palynology, 78, 55-67.

- Tidwell, W.D. and Ash, S.R., 1994. A review of selected Triassic to Early Cretaceous ferns. Journal of Plant Research, 107, 417-442.

- Vaez-Javadi F. and Mirzaei-Ataabadi M., 2006. Jurassic plant macrofossils from the Hojedk Formation, Kerman area, east-central Iran. Alcheringa, 30, 63-96.

- Vaez-Javadi, F. and Abbasi, N., 2012. Study of the plant macrofossils from Baladeh area (Central Alborz): dating and biostratigraphy. Stratigraphy and Sedimentology Researches, 3, 37-64.

- Vakhrameev, V.A., 1991. Jurassic and Cretaceous Floras And Climates Of The Earth. Cambridge University Press, Cambridge: 318.

- Van Konijnenburg-Van Cittert, J.H.A., 1971. In situ gymnosperm pollen from the Middle Jurassic of Yorkshire. Acta Botanica Neerlandica, 20, 1-97.

- Van Konijnenburg-Van Cittert, J.H.A., 1987. New data on Podophyllum maculosum Kendall and its male cone from the Jurassic of north Yorkshire. Review of Palaeobotany and Palynology, 51, 95-105.

- Van Konijnenburg-Van Cittert, J.H.A., 2002. Ecology of some Late Triassic to Early Cretaceous ferns in Eurasia. Review of Palaeobotany and Palynology, 119, 113-124.

- Villar de Seoane, L., 1999. Estudio comparado de Cyathea cyathifolia comb. nov. del Cretacico inferior de Patagonia, Argentina. Revista española de paleontología, 14(1), 157-163.

- Wheeler, J.W. and Sarjeant, W.A.S., (1990). Jurassic and Cretaceous palynomorphs from the central Alborz Mountains, Iran: Their significance in biostratigraphy and palaeogeography, Modern Geology, 14(4), 375.

- Wood, G.D., Gabriel, A.M. and Lawson, J.C., 1996. Palynological techniques processing and microscopy. In: Jansonius, J. and McGregor, D.C. (eds.): Palynology: Principles and Applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Dallas, 1, 29-50.

Archive of SID

www.SID.ir