زیست چینه‌نگاری سازند هجدک در منطقهٔ کالشور، جنوب غرب طبس بر مبنای ماکروفسیل‌های گیاهی و تحلیل آب و هوای دیرینه

اکرم مهدی‌زاده؛ دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکدهٔ علوم، گروه زمین‌شناسی
فاطمه واعظ جوادی؛ دانشگاه تهران، پردیس علوم، دانشکدهٔ زمین‌شناسی
علیرضا عاشوری*، عباس قادری؛ دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکدهٔ علوم، گروه زمین‌شناسی

دریافت ۹۶/۱۱/۱۴ پذیرش ۹۷/۰۴/۲۵

چکیده

سازند هجدک در منطقهٔ کالشور شامل تناوبی از ماسه‌سنگ‌های کوارتزآرنایتیـ آرکوزی با شیل‌های خاکستری تیره تا سبز، سیلتستون و میان‌لایه‌های زغال‌سنگ است. این سازند دربردارندهٔ ماکروفسیل‌های گیاهی به نسبت خوب حفظ شده‌ای است که در این پژوهش بررسی شده‌اند. تعداد ۱۵ گونه ماکروفسیل گیاهی متعلق به ۹ جنس از راسته‌های مختلف اکوئی-ستال‌ها، فیلیکال‌ها، سیکادال‌ها و پینال‌ها شناسایی شدند. بر این اساس، یک زیست زون تجمعی به‌نام *Nilssonia bozorga- Coniopteris hymenophylloides* assemblage zone و سه زیر زیست زون به نام‌های زیرزیست زون *Klukia exilis* taxon range zone (I)، زیرزیست زون *Klukia exilis- Ferizianopteris undulata* interval zone (II) و زیرزیست‌زون *Ferizianopteris undulata- Equisetites* sp. cf. *E. columnaris* interval zone (III) به‌ترتیب از پایین به بالا تعیین شد. زیست زون‌های سازند هجدک در منطقهٔ بررسی شده با سایر زیست‌زون‌های هم‌ارز بازهٔ زمانی ژوراسیک میانی در منطقه طبس قابل مقایسه و تطابق هستند. از این‌رو، پراکنش زیست زون فراگیری به‌نام *Coniopteris hymenophylloides- Klukia exilis* assemblage zone در زمان ژوراسیک در تمام پهنهٔ طبس خاطر نشان می‌شودد. با توجه به حضور گونه‌های شاخص *Coniopteris hymenophylloides* و *Klukia exilis*، سن آالنین- باژوسین برای این مجموعه فسیلی در نظر گرفته می‌شود. پژوهش‌های آماری انجام شده نشان می‌دهد راسته‌های فیلیکال‌ها، سیکادال‌ها، پینال‌ها و اکوئی‌ستال‌ها به ترتیب با فراوانی نسبی ۴۸/۰۸ ٪، ۳۲/۶۹ ٪، ۱۵/۳۸ ٪ و ۳/۸۵ ٪ بیش‌ترین حضور را در مجموعه گیاهی بازهٔ زمانی ژوراسیک میانی در منطقه کالشور داشته‌اند. هم‌چنین جنس‌های *Nilssonia*، *Podozamites*، *Ferizianopteris* و *Lobifolia* به‌ترتیب با فراوانی نسبی ۳۲/۶۹ ٪، ۱۵/۳۸ ٪، ۱۱/۵۴ ٪ و ۱۱/۵۴ ٪ بیش‌ترین حضور را در این منطقه داشته‌اند. فراوانی نسبی فیلیکال‌ها و سیکادال‌ها و نیز میانگین عددی تراز گیاهی[1] فلورای کالشور که نمره ۴۶/۳۳ را به‌دست می‌دهد، حاکی از آب و هوای مرطوب و نیمه گرمسیری در این منطقه جغرافیایی در محدوده زمانی آالنین- باژوسین بوده است.

واژه‌های کلیدی: ماکروفسیل‌های گیاهی، زیست چینه‌نگاری، آب و هوای دیرینه، سازند هجدک، ژوراسیک میانی، طبس

مقدمه

تایپر[2] نهشته‌های ماسه‌سنگی-شیلی زغال‌دار حوضهٔ کرمان را با عنوان "سری‌های حاوی گیاهان ژوراسیک" نام‌گذاری

*نویسنده مسئول ashouri@um.ac.ir

1. Floral-gradient score
2. Tipper

کرد. بکت[1] این رسوبات را "سری‌های زغال‌دار" نامید [۱]، [۲]. کمیتهٔ ملی چینه‌شناسی ایران (در آقانباتی،۱۳۷۷) این واحد سنگی را "سازند هجدک" نام‌گذاری کرد [۳]. سازند هجدک شامل تناوبی از ماسه سنگ آرکوزی-کوارتزی و شیل‌های سبز- خاکستری شامل رگه‌ها و عدسی‌های زغال است. سازند هجدک قابل مقایسه با عضو D از تقسیمات سازند شمشک معرفی شده به‌وسیلهٔ آسرتو[2] و سازند دانسریت از گروه شمشک و سازندهای بازه حوض و آقونج در منطقهٔ بینالود است [۴]، [۵]، [۶]. در این پژوهش رسوبات مربوط به سازند هجدک در چاه شمارهٔ ۱ منطقهٔ کالشور واقع در جنوب‌غرب طبس با هدف شناسایی و بررسی فسیل‌های گیاهی، مقایسه وضعیت انتشار جغرافیایی گونه‌های موجود با گونه‌های مشابه در سایر نقاط ایران و تکمیل پژوهش‌های دیرینه‌شناسی گیاهی پیشین، انجام زیست چینه‌نگاری سازند هجدک، مقایسه زیست زون‌های به‌دست آمده با زیست زون‌های ژوراسیک سایر نقاط طبس، بررسی فراوانی نسبی[3] فلور موجود و تحلیل آب و هوای دیرینه انجام شده است [۷]، [۸]، [۹]، [۱۰].

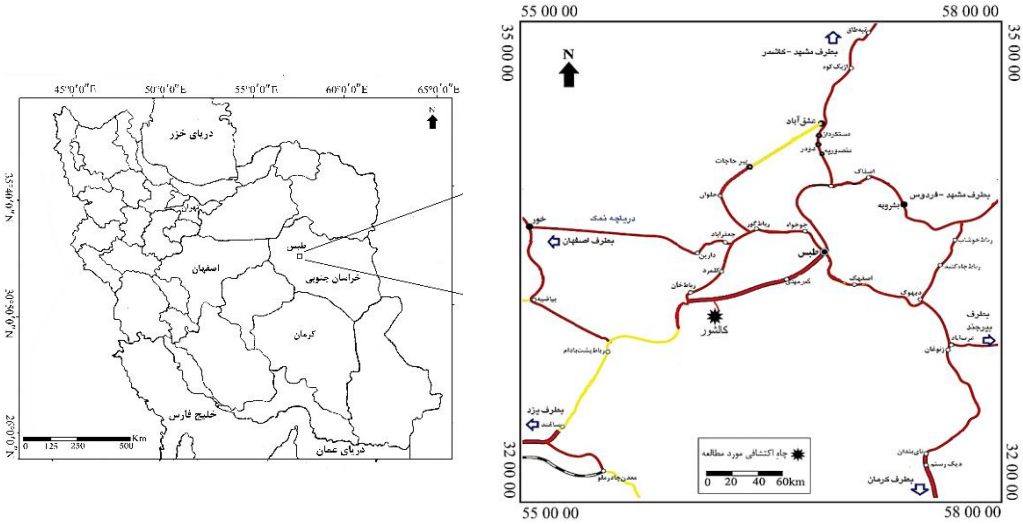
روش پژوهش

به‌منظور تکمیل پژوهش‌های پیشین منطقهٔ طبس از منظر دیرینه‌شناسی گیاهی، چاهی به عمق ۱۰۰ متر در منطقهٔ کالشور بررسی شد. بدین‌صورت که ستونی از مغزه‌های استخراج شده، از پایین‌ترین عمق تا بالاترین عمق به‌طور کامل بررسی و همهٔ ماکروفسیل‌های گیاهی موجود برداشت شد. این نمونه‌ها مشتمل بر ۱۵ گونه فسیل گیاهی و مربوط به راسته‌های مختلف اکوئی ستال‌ها، فیلیکال‌ها، سیکادال‌ها و پینال‌ها بود. برای نام‌گذاری نمونه‌ها از علامت اختصاری «MJHCr» استفاده شد. مراحل عکس برداری، ترسیم دستی نمونه‌ها، توصیف نمونه‌ها، شناسایی جنس و گونه نمونه‌های برداشت شده و رده‌بندی و رسم ستون چینه‌نگاری انجام و سپس با توجه به اولین ظهور و آخرین حضور گونه‌های شاخص و به‌منظور بیان جزئیات ظریف‌تر زیست چینه‌شناسی تعیین بیوزون‌ها و زیرزون‌ها انجام شد. در ادامه، به‌منظور مقایسه فلورای موجود با فلورای سازند هم ارز در سایر مناطق ایران بر مبنای گونه‌های موجود، مقایسهٔ انتشار چینه‌شناسی و جغرافیایی ماکروفسیل‌های گیاهی شناسایی شده با فلورای مشابه از دیگر نقاط ایران انجام شد (جدول ۱). سپس بررسی فراوانی نسبی فلورای موجود انجام شد. بدین‌صورت که همهٔ ماکروفسیل‌هایی که روی مغزه‌های جمع‌آوری شده حداقل در حد جنس قابل شناسایی بودند شمارش (در مجموع ۵۲ نمونه) و به تفکیک جنس و راسته، تعداد و درصد آن‌ها محاسبه شد (جدول ۲). بدین‌ترتیب نمودارهای فراوانی با توجه به درصدهای به‌دست آمده ترسیم شد و در انتها تعیین آب و هوا و جغرافیای دیرینه منطقهٔ بررسی شده با استناد به وضعیت فراوانی نسبی به‌دست آمده و نیز جدول تراز گیاهی زیگلر[4] (جدول ۳) صورت گرفت [۱۱].

موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

منطقهٔ کالشور در فاصلهٔ ۱۰۴ کیلومتری جنوب‌غرب طبس، در مسیر جادهٔ طبس به یزد قرار دارد. مختصات جغرافیایی چاه اکتشافی بررسی شده ″۳۰ ′۰۵ °۳۳ عرض جغرافیای شمالی و ″۱۵/۵ ′۰۴ °۵۶ طول جغرافیایی خاوری است (شکل ۱).

1. Beckett
2. Assereto
3. Relative abundance
4. Ziegler



شکل۱. موقعیت جغرافیایی چاه اکتشافی کالشور و راه‌های دسترسی به آن

رده‌بندی و توصیف ماکروفسیل‌های گیاهی

ماکروفسیل‌های سازند هجدک در منطقهٔ کالشور که عمدتاً در لایه‌های شیل و سیلت سنگ و به‌ندرت در لایه‌های ماسه‌ای حفظ شده‌اند جمع‌آوری و بررسی شدند. تعداد ۱۵ گونه متعلق به ۹ جنس شناسایی شدند که این گونه‌ها متعلق به راسته‌های مختلف اکوئی‌ستال‌ها، فیلیکال‌ها، سیکادال‌ها و پینال‌ها بودند که در شکل ۵ برخی از آن‌ها ترسیم و تصاویر تعدادی از نمونه‌های فلور این چاه نیز در شکل‌های ۶ و ۷ مرتب شده‌اند. گونه‌های شناسایی شده عبارتند از:

Equisetites sp. cf. *E. columnaris*, *Coniopteris hymenophylloides*, *Ferizianopteris undulata*, *Lobifolia iranica*, *Lobifolia rotundifolia*, *Dictyophyllum nilssonii*, *Klukia exilis*, *Cladophlebis aktashensis*, *Cladophlebis denticulata*, *Cladophlebis* sp. A, *Cladophlebis* sp. B, *Nilssonia bozorga*, *Nilssonia macrophylla*, *Nilssonia tazarensis*, *Podozamites distans*.

رده‌بندی و توصیف فلورای سازند هجدک در چاه اکتشافی منطقهٔ کالشور به‌صورت اجمالی در زیر بیان می‌شود. به‌منظور کسب اطلاعات تکمیلی مربوط به فهرست هم‌معنایی[1] گونه‌ها و رده‌بندی آن‌ها، به‌ترتیب به واعظ جوادی (۲۰۱۴) و تخت جان (۲۰۱۳) مراجعه شود [۷]، [۱۲].

Division Equisetophyta Scott 1900 [13]

Class Equisetopsida Takhtajan & Nemejc 1963 [14]

Order Equisetales Candolle ex Berchtold and Presl 1820 [15]

Genus *Equisetites* Sternberg 1833 [16]

Type species: *Equisetites munsteri* Strenberg 1833 [16]

Equisetites* sp. cf. *E. columnaris (Brongniart 1828) Phillips 1875 [17], [18]

(Fig. 5: 1; Fig. 6: 1- 2)

1828 *Equisetites columnare* Brongniart, p. 115, pl. 3, figs. 4-6. [17]

1. Synonymy

1875 *Equisetites columnaris* (Brongniart) Phillips, p. 197, lign. 4. [18]

1997 *Equisetites columnaris* (Brongniart); Schweitzer, van Konijnenburg- van Cittert & van Der Burgh, pp. 135-137, pl. 15, figs. 1-7; pl. 6, figs. 1-3, text-fig. 15. [19]

2006 *Equisetites* cf. *columnaris* (Brongniart); Vaez-Javadi & Mirzaei-Ataabadi, pp. 66, 69, figs. 3A-B, 8C, 12A. [20]

2011 *Equisetites columnaris* (Brongniart); Vaez-Javadi, p. 79, figs. 3A, B, D, 4A, E. [21]

2012 *Equisetites columnaris* (Brongniart); Vaez-Javadi & Abbasi, p. 41, pl. I, figs. 1, 2, text-fig. 4:1. [22]

2016 *Equisetites columnaris* (Brongniart); Vaez-Javadi & Namjoo, p. 233, text-fig. 7: 2, 3. [23]

توصیف: ساقه دارای دو بند و دو گره[1]، طول ۶۰ میلی‌متر و عرض ۱۶ میلی‌متر و فاصلهٔ بین دو گره[2] ۲۰ تا ۲۵ میلی‌متر است. شیارها و برجستگی‌ها در سطح ساقه به‌خوبی دیده می‌شود. ساقه دارای تراکم ۸ عدد شیار در هر سانتی‌متر و فاصلهٔ هر دو شیار با یک‌دیگر ۱/۵ میلی‌متر است. برگ‌های مثلثی مربوط به انتهای ساقه *Equisetites*، به‌طول ۳ تا ۶ میلی‌متر و پهنای ۱ میلی‌متر، نوک تیز (acute) با آرایش حلقوی در محل گره به‌طوری‌که انتهای برگ‌ها از یک‌دیگر جدا هستند. از آن‌جاکه بخشی از پهنای ساقه به‌وسیلهٔ رسوبات پوشیده شده و عرض کامل آن مشخص نیست، از واژه .cf استفاده شده است. این گونه پاره‌ای از مشخصات *E. sarrani* را نیز نشان می‌دهد ولی به‌نظر می رسد که پهنای آن نسبت به گونه مذکور کم‌تر است.

مقایسه: گونه مذکور با گونه *Equisetites sarrani* شباهت زیادی دارد اما در گونه *Equisetites sarrani* ساقه ضخیم‌تر است (بیش‌تر از ۸ سانتی‌متر). هم‌چنین این گونه را می‌توان با گونه *Equisetites laevis* نیز مقایسه کرد با این تفاوت که وضعیت قرارگیری شیارها در دو بند متوالی در گونهٔ *Equisetites laevis* به‌گونه‌ای است که در یک راستا قرار ندارند در حالی که در گونه *Equisetites columnaris* شیارها در یک امتداد قرار دارند. این گونه با گونهٔ *Equisetites muensteri* نیز شباهت دارد، با این تفاوت که نوک برگ‌ها در *Equisetites columnaris* تیز و کشیده ولی در *Equisetites muensteri* نوک برگ‌ها حاده کند است و برگ‌های باریک آن تک رگبرگی است که تا انتهای خود به یک‌دیگر جوش خورده‌اند و به‌صورت یک غلاف کم و بیش به‌هم پیوسته و حلقوی روی هر بند تجمع دارند و نوک برگ‌ها به‌صورت دندانه‌های آزاد است [۱۹].

Division Polypodiophyta Cronquist, Takhtajan & Zimmermann 1966 [24]

Class Filicopsida Pichi-Sermolli 1958 [25]

Order Filicales Engler & Prantl 1902 [26]

Family Dicksoniaceae Bower 1908 [27]

Genus *Coniopteris* Brongniart 1849 [17]

Type species: *Coniopteris murrayana* (Brongniart 1835) Brongniart 1849 [17]

Coniopteris hymenophylloides (Brongniart 1829) Seward 1900 [17], [28]

(Fig. 5: 2-3; Fig. 6: 3-4)

1. Node
2. Internode

1829 *Sphenopteris hymenophylloides* Brongniart, p. 189, pl. 56, fig. 4. [17]

1900 *Coniopteris hymenophylloides* (Brongniart) Seward, p. 99, pl. 16, figs. 4-6; pl. 17, figs. 3, 6-8; pl. 20, figs. 1,2; pl. 21, figs. 1-4. [28]

1977 *Coniopteris hymenophylloides* (Brongniart); Fakhr, pp. 56-57, pl. XI, figs. 1c-d, pl. XII, figs. 3-5, figs. 5A-D. [29]

1977 *Coniopteris hymenophylloides* (Brongniart); Corsin & Stampfli, pp. 525-526, pl. 10. Figs. 2-6. [30]

1984 *Coniopteris hymenophylloides* (Brongniart); Vassiliev, p. 10, pl. 5, figs. 1-3. [31]

2004 *Coniopteris hymenophylloides* (Brongniart); Vaez-Javadi & Pour-Latifi, pp. 99-100, pl. 1, fig. 4. [32]

2008 *Coniopteris hymenophylloides* (Brongniart); Vaez-Javadi, pp. 64-65, pl. 9, fig. 3, text-fig. 11: 6. [33]

2009a *Coniopteris hymenophylloides* (Brongniart); Schweitzer, Kirchner, van Konijnenburg-van Cittert, van Der Burgh & Ashraf, pp. 69-74, pl. 28, fig. 3, pl. 29, figs. 1-3, pl. 30, figs. 1,2, pl. 31, figs 1-4, pl. 32, figs. 1-3, text-figs. 28-31a, b. [34]

2012 *Coniopteris hymenophylloides* (Brongniart); Vaez-Javadi & Abbasi, p. 41, pl. I, figs. 5, pl. III, figs. 2a, 4, text-fig. 4: 2-4. [22]

2014 *Coniopteris hymenophylloides* (Brongniart); Vaez-Javadi, p. 75, pl. III, figs. 1- 3, 5; Fig. 2: 1, Fig. 8: 4. [7]

2016 *Coniopteris hymenophylloides* (Brongniart); Vaez-Javadi & Namjoo, p. 235, text-fig. 9: 3. [23]

2018 *Coniopteris hymenophylloides* (Brongniart); Vaez-Javadi, p. 304, pl. I, figs. B, D (a). [36]

توصیف: فروند پنه، پینول‌ها با آرایش متناوب[1] و بیسیتونیک[2] (حالتی که پینول‌ها از قاعده به‌سمت انتها به‌تدریج کوچک می‌شوند)، پینول‌های لوبه و کوچک اندازهٔ به ابعاد ۱۰-۸x۵-۴ میلی‌متر، با نوک گرد شده، قاعده جمع شده؛ رگبرگ میانی تا یک دوم- یک سوم پینول قابل ردیابی و رگبرگ‌های جانبی آن دیکوتومی است. پن‌های زایای آن دارای پینول‌هایی با پهنک[3] تحلیل رفته، هاگدان‌های میخی شکل که در انتهای رگبرگ‌ها قرار دارد.

مقایسه: *Coniopteris murrayana* قابل مقایسه با *Coniopteris hymenophylloides* است با این تفاوت که پینول‌ها در *C. murrayana* غالبا هم‌پوشانی دارند اما در *C. hymenophylloides* به‌ندرت دارای هم‌پوشانی هستند. از طرفی در این گونه، پهنک در پینول‌های زایا تحلیل نرفته در حالی که در گونه *C. hymenophylloides* پهنک در پینول‌های زایا کاملا تحلیل رفته است [۳۴].

Genus *Ferizianopteris* Fakhr 1977 [29]

Type species: *Ferizianopteris undulata* Fakhr 1977 [29]

1. alternate
2. Basitonic
3. lamina

Ferizianopteris undulata Fakhr 1977 [29]

(Fig. 5: 4; Fig. 6: 5, 8)

1977 *Ferizianopteris undulata* Fakhr, p. 61, pl. 10, 11, figs. 1a, b, 2, text- fig. 5H-D. [29]

2002 *Ferizianopteris undulata* Fakhr; Vaez-Javadi & Ghavidel-Syooki, pp. 58-59, pl. 1, fig. 2, text-fig. 3, fig. 12. [37]

2006 *Ferizianopteris undulata* Fakhr; Vaez-Javadi & Mirzaei-Ataabadi, p. 71, figs. 3F-G, 7C, 9C. [20]

2014 *Ferizianopteris undulata* Fakhr; Vaez-Javadi, pl. VII, Figs. 1, 2, Fig. 4: 9, 10. [7]

2016 *Ferizianopteris undulata* Fakhr; Vaez-Javadi & Namjoo, p. 235, text-fig. 9: 2. [23]

توصیف: فروند بی‌پنه، نخستین پینول قاعده‌ای زیرین یا کاتادروم (catadrome) بزرگ‌تر از سایر پینول‌ها است، راشیس اصلی آشکار، با پهنای ۱ میلی‌متر و حاوی خطوط طولی ظریف (striae)، پن‌ها خطی- سرنیزه‌ای، آرایش پن‌ها تقریباً متناوب (sub alternate)، زاویهٔ اتصال به راشیس اصلی ۶۰-۴۰ درجه، آرایش پینول‌ها متناوب و بیسیتونیک، پینول‌ها با تمام قاعده یا با قاعده کمی جمع شده و تحت زاویهٔ قائمه به راشیس متصل می‌شوند. پینول‌ها دارای ۷-۵ میلی‌متر طول و ۴-۳ میلی‌متر پهنا که یا در مجاورت هم و یا با فاصله‌ای معادل ۳-۱ میلی‌متر قرار دارند. حواشی پینول‌ها کمی موج‌دار (undulate) و نوک گرد شده (rounded)، رگبرگ میانی حدود دو سوم طول پینول را می‌پیماید. رگبرگ‌های جانبی یک تا دو بار دیکوتومی می‌شوند.

Genus *Lobifolia* Lebedev & Rasskazova 1968 [38]

Type species: *Eboracia Lobifolia* (Phillips 1829) Thomas 1911 [39], [40]

Lobifolia iranica Fakhr 1977 [29]

(Fig. 5: 6; Fig. 6: 7)

1977 *Lobifolia iranica* Fakhr, p. 61, pl. 13, figs. 1-3, fig. 4G-I.

2002 *Lobifolia iranica* Fakhr; Vaez-Javadi & Ghavidel-Syooki, p. 60, pl. 1, fig. 4; pl. 3, fig. 11. [37]

2006 *Lobifolia iranica* Fakhr; Vaez-Javadi & Mirzaei-Ataabadi, p. 71, figs. 4B, 11B. [20]

2009 *Lobifolia iranica* Fakhr; Schweitzer, Kirchner, van Konijnenburg- van Cittert, van Der Burgh & Ashraf, p. 92, text.fig. 41. [34]

2014 *Lobifolia iranica* Fakhr; Vaez-Javadi, p. 158, pl. II, fig. 1b. [7]

2018 *Lobifolia iranica* Fakhr; Vaez-Javadi, p. 305, pl. 2, fig. E. [36]

توصیف: فروند پنه، پن سرنیزه‌ای، به‌پهنای ۶ میلی‌متر، قطر راشیس حدود یک میلی‌متر، پینول‌ها مثلثی تا کمی داسی شکل با آرایش متقابل تا نیمه متقابل و با تمام قاعده به راشیس اتصال دارند به‌نحوی که قسمت زیرین پینول‌ها در بخش باسیسکوپیک[1] (قاعده سو؛ متعلق به بخش قاعده‌ای) کمی عریض شده و به‌صورت باله مانند[2] به راشیس متصل شده‌اند. پینول‌ها در مجاورت هم‌دیگر قرار گرفته‌اند[3] و طول آن‌ها ۵-۴/۵ میلی‌متر و پهنای آن‌ها ۳-۲/۵

1. Basiscopic
2. Decurrent
3. Adherent

میلی‌متر است. کناره پینول‌ها کامل و نوک آن‌ها حاده تیز[1] است. رگبرگ‌ها از تمام قاعده منشعب می‌شوند و یک تا سه بار دیکوتومی می‌شوند. رگبرگ میانی کم‌تر مشخص و تا حدی سینوسی است.

Lobifolia rotundifolia Corsin & Stampfli 1977 [30]

(Fig. 5: 5; Fig. 6: 6)

1977 *Lobifolia rotundifolia* Corsin & Stampfli, p. 526-527, pl. 2, figs. 2, 3. [30]

2006 *Lobifolia* cf. *rotundifolia* Corsin & Stampfli; Vaez-Javadi & Mirzaei-Ataabadi, p. 73, figs. 3D-8A. [20]

2012 *Lobifolia* cf. *rotundifolia* Corsin & Stampfli; Vaez-Javadi & Abbasi, p. 43, pl. I, fig. 3, pl. II, fig. 1. [22]

2014 *Lobifolia rotundifolia* Corsin & Stampfli; Vaez-Javadi, p. 79, pl. IX, fig. 2, 3. [7]

2015 *Lobifolia rotundifolia* Corsin & Stampfli; Saadatnejad, p. 174, pl. 1, fig. 1, 1a. [41]

2018 *Lobifolia rotundifolia* Corsin & Stampfli; Vaez-Javadi, p. 304, pl. 1, fig. G. [36]

توصیف: فروند بی‌پنه، آرایش پن‌ها نیمه متقابل، طول راشیس اصلی ۷/۵ سانتی‌متر، پهنای راشیس اصلی (Rachis I) ۴ میلی‌متر و پهنای راشیس فرعی (Rachis II) ۱ میلی‌متر، آرایش پینول‌ها نیمه متقابل تا متناوب، پینول‌ها با زاویهٔ قائمه از راشیس خارج شده‌اند. قاعده پینول‌ها کمی جمع شده، نوک پینول‌ها گرد شده و حاشیه آن‌ها کامل و تا حدود بسیار کمی موج‌دار است. رگبرگ میانی سینوسی و تا یک سوم ابتدایی قابل تشخیص است اما بعد از آن چندان مشخص نیست و رگبرگ‌های جانبی یک تا سه بار دیکوتومی شده است. چند رگبرگ نیز مستقیماً از راشیس خارج شده و یک تا سه بار دیکوتومی می شوند.

مقایسه: گونه *Lobifolia rotundifolia* با گونه *Lobifolia iranica* از نظر وضعیت رگبرگی کاملاً به‌هم شبیه است، به این صورت که در هر دو رگبرگ‌های اصلی از تمام قاعده منشعب می‌شوند و رگبرگ‌های فرعی یک تا سه بار دیکوتومی می‌شوند. اما بر خلاف *Lobifolia iranica* که شکل عمومی برگ در آن مثلثی- داسی است، در *Lobifolia rotundifolia* گردشدگی کلی در نوک برگ دیده می‌شود.

Family Dipteridaceae Seward & Dale 1901 [42]

Genus *Dictyophyllum* Lindley & Hutton 1834 [43]

Type species: *Dictyophyllum rugosum* Lindley & Hutton 1834 [43]

Dictyophyllum nilssonii (Brongniart 1836) Goeppert 1846 [17], [44]

(Fig. 5: 12; Fig. 7: 3)

1836 *Phlebopteris nilssonii* Brongniart, p. 376, pl. 132, fig. 2. [17]

1846 *Dictyophyllum nilssonii* (Brongniart) Goeppert, p. 119. [44]

1978 *Dictyophyllum nilssonii* (Brongniart); Schweitzer, p. 48, text-fig. 25. [45]

2009a *Dictyophyllum nilssonii* (Brongniart); Schweitzer, Kirchner, van Konijnenburg- van Cittert, van Der Burgh & Ashraf, pp. 44-47, pl. 14, figs. 1-5, pl. 15, figs. 1-5, pl. 16, figs. 1, 2, pl. 17, figs. 1, 2, pl. 18, fig. 1, pl. 19, fig. 1, text-figs. 8-12. [34]

1. Acute

2014 *Dictyophyllum nilssonii* (Brongniart); Vaez-Javadi, p. 82, pl. IV, Figs. 3, 4, 5, text-figs. 3: 1, 3, 4. [7]

توصیف: این گونه بخشی از پن به ابعاد ۴x۳ سانتی‌متر است. پینول‌های آن نیمه متقابل، مثلثی و کم و بیش داسی شکل، به‌طول ۳۲ میلی‌متر و عرض ۲۰ میلی‌متر در قاعده هستند. نوک پینول کمی ساییده شده و کنارهٔ آن کمی موج‌دار است. هر پینول با پینول مجاور خود به میزان تقریبی بیش از دو سوم طول پهنک یک‌پارچه شده و در انتها به‌واسطهٔ یک زاویهٔ حاده از یک‌دیگر جدا می‌شوند که این وضعیت در یک نقطه قابل مشاهده است. رگبرگ میانی کاملاً مشخص و دارای نیم میلی‌متر پهنا، فاصله بین دو رگبرگ میانی ۲۰ میلی‌متر، که با زاویهٔ ۶۰-۵۵ درجه از راشیس پن خارج می‌شوند و به سمت نوک پینول انحنا می‌یابند. رگبرگ‌های جانبی دارای وضعیت شبکه‌ای[1] است و یک شبکه ظریف از چند ضلعی‌های نامنظم تشکیل می‌دهند.

مقایسه: گونهٔ *Dictyophyllum nervulosum* (Sternberg 1825) Kilpper 1964 به گونهٔ مذکور شبیه است ولی پینول‌ها در *Dictyophyllum nilssonii* مثلثی شکل و کوتاه‌تر (تا ۳ الی ۴ سانتی‌متر) و در *D. nervulosum* مثلثی- خطی و طول پینول‌ها بلندتر (تا ۱۰ سانتی‌متر) است [۱۶]، [۴۶].

Family Shizaeaceae Bower 1935 [47]

Genus *Klukia* Racioborski 1890 [48]

Type species: *Klukia exilis* (Phillips 1829) Racioborski 1890 [39], [48]

Klukia exilis (Phillips 1829) Racioborski 1890 [39], [48]

(Fig. 5: 7; Fig. 6: 9)

1829 Pecopteris *exilis* Phillips, p. 148, pl. 8, fig. 16. [39]

1890 *Klukia exilis* (Phillips) Racioborski, p. 6. [48]

1976 *Klukia exilis* (Phillips); Sadovnikov, pl. 12, figs. 5-8. [49]

1977 *Klukia exilis* (Phillips); Fakhr, pp. 54-55, pl. 11, figs. 1-3. [29]

1984 *Klukia exilis* (Phillips); Vassiliev, p. 8, pl. 4, figs. 1, 2. [31]

2014 *Klukia exilis* (Phillips); Vaez- Javadi, p. 84, pl. IV, fig. 2, text-fig. 4: 8. [7]

2015 *Klukia exilis* (Phillips); Vaez-Javadi & Allameh, p. 29, pl. 1, figs. 6, 7. [35]

2016 *Klukia exilis* (Phillips); Vaez-Javadi & Namjoo, p. 222, text-fig. 8: 1, 2. [23]

2018 *Klukia exilis* (Phillips); Vaez-Javadi, p. 305, pl. 2, fig. C. [36]

توصیف: فروند بی‌پنه که ۵ سانتی‌متر از طول آن حفظ شده است، آرایش پن‌ها به‌صورت نیمه متقابل تا نیمه متناوب که با زاویهٔ ۴۵ تا ۶۵ درجه از راشیس خارج شده‌اند. پهنای راشیس اصلی (Rachis I) ۱ تا ۲ میلی‌متر و راشیس دوم (Rachis II) نیم‌میلی‌متر و هر دو حاوی خطوط طولی ظریف، پن‌ها مثلثی به ابعاد ۸x۲۰ میلی‌متر هستند. آرایش پینول‌ها به‌صورت بیسیتونیک، اولین پینول قاعده‌ای بالایی یا آنادروم[2] بزرگ‌تر از سایر پینول‌ها و دارای ابعاد ۲x۴ میلی‌متر است. ترتیب قرار گیری پینول‌ها روی راشیس از متناوب تا متقابل متغیر، پینول‌ها مثلثی با کناره‌های کامل، نوک نسبتاً تیز، رگبرگ میانی تا حدودی مشخص و رگبرگ‌های جانبی ساده هستند.

1. Reticulate
2. Anadrome

Filicales Incertae Sedis

Genus *Cladophlebis* Brongniart 1849 [17]

Type species: *Cladophlebis haiburnensis* (Lindley & Hutton 1836) Brongniart 1849 [43], [17]

Cladophlebis aktashensis Turutanova-Ketova 1930 [50]

(Fig. 5: 11; Fig. 7: 2)

1930 *Cladophlebis aktashensis* Turutanova-Ketova, p. 322, pl. 3, fig. 7, l. 4, fig. 7, pl. 5, fig. 8, text-fig. 2. [50]

1997 *Cladophlebis aktashensis* Turutanova-Ketova; Schweitzer, van Konijnenburg- van Cittert & van Der Burgh, pp. 176-179, pl. 21, figs. 1-5, text-figs. 25B, 27. [19]

2006 *Cladophlebis aktashensis* Turutanova-Ketova; Vaez-Javadi & Mirzaei- Ataabadi, p. 75, figs. 4C, G, 12D. [20]

2012b *Cladophlebis aktashensis* Turutanova-Ketova; Vaez-Javadi, p. 229, pl. 2, fig. 1. [51]

2014 *Cladophlebis aktashensis* Turutanova-Ketova; Vaez-Javadi, p. 127, pl. IV, fig. 7, text-fig. 1: 9. [7]

2016 *Cladophlebis aktashensis* Turutanova-Ketova; Vaez-Javadi & Namjoo, p. 223, figs. 8: 5, 9: 5, Text-fig. 4: 9. [23]

توصیف: فروند پنه، به‌طول ۳۵ میلی‌متر و پهنای ۳۲ میلی‌متر، راشیس دارای یک و نیم میلی‌متر پهنا و حاوی یک شیار طولی ظریف، پینول‌ها با زاویهٔ ۵۰-۴۵ درجه و با تمام قاعده به راشیس اتصال دارند به‌نحوی که قسمت بالایی پینول‌ها در بخش آکروسکوپیک[1] (سمت راسی) کمی عریض شده و به‌صورت باله مانند[2] به راشیس متصل شده‌اند. پینول‌ها داسی شکل و کشیده با نحوهٔ آرایش نیمه متقابل، به‌طول ۲۲ میلی‌متر و عرض ۷ میلی‌متر (در قاعده)، تراکم رگبرگ‌ها در حاشیهٔ پینول ۱۶ الی ۲۰ عدد در هر سانتی‌متر، نوک پینول‌ها حاده کند[3] و کمی به جلو خمیده با حواشی موج‌دار و نسبتاً موازی که در نزدیکی نوک هم‌گرا می‌شوند. رگبرگ میانی واضح، رگبرگ‌های جانبی بسیار ظریف که دو تا سه بار دیکوتومی می‌شوند.

مقایسه: این گونه با *C. denticulata* شبیه است اما *C. aktashensis* دارای پینول‌های داسی شکل و کشیده است و رگبرگ‌های جانبی در آن دو بار دیکوتومی می‌شوند در حالی‌که در *C. denticulata* رگبرگ‌های جانبی یک بار دیکوتومی شده و به دندانه‌های حاشیه‌ای می‌رسند. این گونه با *C. nebbensis* نیز شباهت دارد اما در *C. nebbensis* طرز قرارگیری برگ‌ها روی راشیس متفاوت است به‌طوری‌که در این گونه بر خلاف *C. aktashensis* برگ‌ها کاملا به‌صورت مشخص و با تمام قاعده روی راشیس قرار می‌گیرند و هم‌دیگر را می‌پوشانند. از طرفی در *C. aktashensis* رگبرگ‌های جانبی دو مرتبه دیکوتومی شده‌اند اما در *C. nebbensis* تنها یک بار دیکوتومی می‌شوند [۱۹].

Cladophlebis denticulata (Brongniart 1828) Nathorst 1876 [17], [52]

1. Acroscopic
2. Decurrent
3. Obtuse

(Fig. 5: 10; Fig. 7: 1)

1828 *Pecopteris denticulata* Brongniart, p. 57. [17]

1876 *Cladophlebis denticulata* (Brongniart) Nathorst, p. 11. [52]

1977 *Cladophlebis denticulata* (Brongniart); Fakhr, p. 4, pl. 3, figs. 2, 3, text-figs. 4A-C. [29]

1997 *Cladophlebis denticulata* (Brongniart); Schweitzer, van Konijnenburg- van Cittert & van Der Burgh, pp. 172-174, pl. 19, figs. 1-5, text-figs. 24B, 26. [19]

2014 *Cladophlebis denticulata* (Brongniart); Vaez-Javadi, p. 85, pl. VIII, figs. 3, 4; pl. IX, fig. 1, text-fig. 3: 2. [7]

توصیف: فروند پنه، دارای حداکثر طول ۲۶ میلی‌متر و حداکثر پهنای ۱۴ میلی‌متر، راشیس به عرض ۰/۵ میلی‌متر، آرایش پینول‌ها نیمه متقابل، پینول‌ها به‌طول ۹ میلی‌متر و عرض ۶ میلی‌متر (در قاعده) که با زاویهٔ ۶۰-۵۰ درجه از راشیس خارج شده‌اند. شکل پینول‌ها مثلثی کشیده با نوک نسبتاً تیز و کمی به جلو خمیده، حاشیهٔ دندانه‌دار[1] و قسمت زیرین پینول‌ها در بخش باسیسکوپیک کمی عریض شده و به‌صورت باله مانند[2] به راشیس متصل شده‌اند. رگبرگ میانی کاملاً مشخص و مستقیم و تا راس پینول ادامه دارد و رگبرگ‌های جانبی در نزدیک رگبرگ میانی یک بار دیکوتومی شده و به دندانه‌های حاشیه‌ای می‌رسند.

***Cladophlebis* sp. A**

(Fig. 5: 8; Fig. 6: 10)

توصیف: فروند پنه، به‌طول ۵ سانتی‌متر و پهنای ۱۲ میلی‌متر، پینول‌ها به‌طول ۶ میلی‌متر و عرض ۳ میلی‌متر دارای آرایش نیمه متقابل تا متناوب که با زاویهٔ ۶۰ درجه از راشیس خارج می‌شوند. حاشیهٔ پینول‌ها کامل و نوک گرد شده، پینول‌ها دارای وضعیت مجاور هم[3] و با تمام قاعده روی راشیس قرار می‌گیرند. رگبرگ میانی مشخص و تا انتهای پینول امتداد دارد. رگبرگ‌های جانبی تنها یک بار دیکوتومی شده و با تراکم ۱۲-۱۰ عدد در حاشیه پینول دیده می‌شوند.

***Cladophlebis* sp. B**

(Fig. 5: 9; Fig. 6: 11)

توصیف: فروند پنه، دارای طول ۵ سانتی‌متر و عرض ۱۲ میلی‌متر، راشیس به عرض ۱ میلی‌متر، پینول‌ها مجاور هم با آرایش متقابل تا نیمه متقابل، نوک حاده کند[4] به طول ۶ تا ۸ میلی‌متر و عرض ۳ تا ۴ میلی‌متر که با تمام قاعده و با یک زاویهٔ ۵۰ درجه به راشیس پن متصل می‌شوند. حواشی پینول‌ها کامل و نوک آن کمی به‌سمت جلو خمیده، قاعده آکروسکوپیک توسعه یافته و قاعده باسیسکوپیک کمی جمع شده، رگبرگ میانی مشخص و تا انتهای پینول امتداد می‌یابد. رگبرگ‌های جانبی یک بار دیکوتومی می‌شوند.

Division Cycadophyta Bessey 1907 [53]

Class Cycadopsida Barnard & Long 1975 [54]

1. Denticulate
2. Decurrent
3. Adherent
4. Obtuse

Order Cycadales Coulter & Chamberlain 1910 [55]

Genus *Nilssonia* Brongniart 1825 [56]

Type Species: *Nilssonia brevis* Brongniart 1825 [56]

Nilssonia bozorga Barnard & Miller 1976 [57]

(Fig. 5: 14; Fig. 7: 7)

1976 *Nilssonia bozorga* Barnard & Miller, pp. 82-83, pl. 11, figs. 1-5, text-fig. 19A-I. [57]

2000 *Nilssonia bozorga* Barnard & Miller; Schweitzer, Kirchner & Van Konijnenburg-Van Cittert, p. 26, pl. 6, figs. 1, 2, text-fig. 5a-c, 6. [58]

2014 *Nilssonia bozorga* Barnard & Miller; Vaez-Javadi, p. 131, pl. VII, Fig. 1, text-fig. 2: 5. [7]

2015 *Nilssonia* sp. cf. *N. bozorga* Barnard & Miller; Vaez-Javadi & Allameh, p. 29, pl. 3, Fig. 1. [35]

2018 *Nilssonia* sp. cf. *N. bozorga* Barnard & Miller; Vaez- Javadi & Abbasi, p. 93, Plate 1, Fig. 1. [59]

توصیف: فروند پنه، طول پن ۸ سانتی‌متر و عرض آن ۶ سانتی‌متر، راشیس پنهان، آرایش پینول‌ها متقابل تا نیمه متقابل، پینول‌ها جدا از هم با پهنای متغیر، حداکثر طول پینول‌ها ۵۵ میلی‌متر و حداکثر پهنا در محل اتصال به راشیس ۷ میلی‌متر که به‌سمت نوک پینول از پهنای آن کاسته می‌شود. شکل پینول‌ها سرنیزه‌ای با نوک گرد شده که با زاویهٔ ۸۵-۷۵ درجه از راشیس خارج و با تمام قاعده روی راشیس را می‌پوشانند. رگبرگ‌ها موازی و ساده به تعداد ۹-۶ عدد در هر پینول هستند.

Nilssonia macrophylla Jacob & Shukla 1955 [60]

(Fig. 7: 5)

1955 *Nilssonia macrophylla* Jacob & Shukla, p. 27, pl. 9, figs. 72, 73. [60]

2000 *Nilssonia macrophylla* Jacob & Shukla; Schweitzer, Kirchner & Van Konijnenburg-Van Cittert, p. 44, pl. 16, figs. 1-3, text-figs. 17, 18, 19. [58]

2006 *Nilssonia macrophylla* Jacob & Shukla; Vaez-Javadi & Mirzaei-Ataabadi, p. 79, figs. 5F, 12G. [20]

2014 *Nilssonia macrophylla* Jacob & Shukla; Vaez-Javadi, p. 93, pl. XVI, fig. 1, pl. XVII, fig. 1, text-fig. 2: 7. [7]

2015 *Nilssonia macrophylla* Jacob & Shukla; Vaez-Javadi, p. 108, Plate 3, Fig. 1a; Plate 4, Fig. 6b. [9]

2016 *Nilssonia macrophylla* Jacob & Shukla; Vaez-Javadi & Namjoo, p. 223, Figure 12, Fig. 5; Text-fig. 5: 4, 5. [23]

توصیف: فروند پنه به طول ۶ سانتی‌متر با پینول‌های بزرگ به طول ۵ سانتی‌متر و پهنای ۱۳-۱۲ میلی‌متر در قاعده، راشیس نامشخص، پینول‌ها دارای زاویهٔ ۸۰ درجه نسبت به محور راشیس با آرایش متقابل، نوک پینول‌ها غیرقابل

مشاهده، حواشی پینول‌ها نسبتاً موازی، قاعده پینول‌ها کمی پهن شده، رگبرگ‌ها ساده، ظریف و موازی که تعداد آن‌ها به حدود ۱۸-۱۷ عدد در هر سانتی‌متر می‌رسد.

مقایسه: گونهٔ *Nilssonia ingens* از نظر شکل ظاهری فروند به گونهٔ مذکور شباهت دارد، با این تفاوت که گونهٔ *N. ingens* با داشتن هر دو قاعده بالایی و پایینی پهن شده[1] پینول‌ها و پهنای بیش‌تر پینول‌ها (۲۸-۹ میلی‌متر در گونهٔ *N. macrophylla* و ۵۸-۲۸ میلی‌متر در گونهٔ *N. ingens*) از گونه فوق متمایز می‌شود [۵۸].

Nilssonia tazarensis (Sadovnikov, 1991) Schweitzer, Kirchner & van Konijnenburg-van Cittert 2000 [61], [58]

(Fig. 7: 4)

1991 *Ctenophyllum tazarense* Sadovnikov, p. 97, text-fig. 3a, 4w. [61]

2000 *Nilssonia tazarensis* (Sadovnikov) Schweitzer, Kirchner & van Konijnenburg-van Cittert, p. 23, pl. 4, figs. 1-3; text-fig. 3a-c, fold-out 1. [58]

2014 *Nilssonia tazarensis* (Sadovnikov); Vaez-Javadi, P. 133, pl. VIII, Figs. 2, 3. [7]

2016 *Nilssonia tazarensis* (Sadovnikov); Vaez-Javadi & Namjoo, Figure 11, Fig.1; Text-fig. 6: 2. [23]

2018 *Nilssonia tazarensis* (Sadovnikov); Vaez-Javadi, p. 306, pl. 3, fig. F. [36]

توصیف: فروند پنه به‌طول ۹ سانتی‌متر و پهنای ۹ سانتی‌متر (پهنای کامل آن نامعلوم)، طول پینول‌ها ۷ سانتی‌متر (طول کامل آن نامعلوم) و پهنای متغیر ۱۳-۷ میلی‌متر با آرایش نیمه متقابل تا متناوب و مجاور هم[2] که با زاویهٔ نزدیک به قائمه از راشیس خارج می‌شوند. راشیس کاملاً پنهان شده، پینول‌ها خطی، قاعده پینول‌ها فاقد هرگونه جمع‌شدگی یا گسترده‌شدگی که روی راشیس را می‌پوشانند. رگبرگ‌ها ساده، موازی و درشت به تعداد ۱۲ تا ۱۵ عدد در هر سانتی‌متر هستند.

Division Pinophyta Cronquist, Takhtajan and Zimmermann, 1966 [24]

Class Coniferopsida/ Pinopsida Meyen 1984 [62]

Order Coniferales/ Pinales Dumortier 1829 [63]

Genus *Podozamites* Braun 1843 [64]

Type species: *Podozamites distans* (Presl 1838) Braun 1843 [65], [64]

Podozamites distans (Presl 1838) Braun 1843 [65], [64]

(Fig. 5: 13; Fig. 7: 6)

1838 *Zamites distans* Presl *in* Sternberg, p. 196, pl. 4, fig. 1. [65]

1843 *Podozamites distans* (Presl) Braun, p. 33, 36. [64]

1977 *Podozamites distans* (Presl); Corsin & Stampfli, p. 536, pl. 1, fig. 2. [30]

1977 *Podozamites distans* (Presl); Fakhr, p. 141, pl. 48, figs. 1, 2. [29]

1. Expanded
2. Adherent

1996 *Podozamites distans* (Presl); Schweitzer & Kirchner, pp. 88-91, pl. 1, figs. 1-5, text-fig. 2 a-f. [66]

2014 *Podozamites distans* (Presl); Vaez-Javadi, p. 99, pl. XIII, fig 2, 5. [7]

2015 *Podozamites distans* (Presl); Vaez-Javadi & Allameh, pl. 4, fig. 3. [35]

2016 *Podozamites distans* (Presl); Vaez-Javadi & Namjoo, P.223, Figure 13, fig. 1. [23]

2018 *Podozamites distans* (Presl); Vaez-Javadi, p. 306, pl. 3, fig. D. [36]

2018 *Podozamites distans* (Presl); Vaez-Javadi & Abbasi, pl. 1, Fig. 5. [59]

توصیف: فروند پنه دارای طول ۸ سانتی‌متر، پینول‌ها دور از یک‌دیگر که با آرایش مارپیچی[1] به ساقه چسبیده‌اند. پینول‌ها سرنیزه‌ای- خطی، دارای قاعده جمع شده و کناره‌های کامل هستند. رگبرگ‌ها ساده یا یک بار دیکوتومی در نزدیکی قاعده پینول که به‌موازات کناره پینول و تا انتهای آن امتداد یافته و به‌سمت نوک برگ هم‌گرا می‌شوند. پهن‌ترین بخش پهنک در *قسمت* میانی آن قرار دارد که تراکم رگبرگ‌ها در این قسمت ۲۰-۱۹ عدد در هر سانتی‌متر است.

بحث

زیست چینه‌نگاری سازند هجدک در چاه اکتشافی کالشور و مقایسهٔ آن با سایر مناطق طبس

رسوبات ژوراسیک میانی سازند هجدک در منطقه "کالشور" را می‌توان از منظر انتشار چینه‌شناسی ماکروفسیل‌های گیاهی آن در قالب یک زیست زون تجمعی با نام *Nilssonia bozorga- Coniopteris hymenophylloides* assemblage zone مشخص کرد (شکل۲). سه زیرزیست زون نیز در محدوده این رسوبات پیشنهاد می‌شوند که شامل: زیرزیست زون *Klukia exilis* taxon range zone (I)، زیرزیست زون *Klukia exilis- Ferizianopteris undulata* interval zone (II) و زیرزیست زون *Ferizianopteris undulate- Equisetites* sp. cf. *E. columnaris* interval zone (III) هستند. زیرزیست زون I با اولین حضور تا آخرین حضور گونهٔ *Klukia exilis*، زیرزیست زون II از آخرین حضور گونهٔ *Klukia exilis* تا آخرین حضور گونهٔ *Ferizianopteris undulata* و زیرزیست زون III از آخرین حضور گونهٔ *Ferizianopteris undulata* تا آخرین حضور گونهٔ *Equisetites* sp. cf. *E. columnaris* تعیین می‌شود.

لازم به ذکر است که برقراری زیرزیست زون‌ها با توجه به گونه‌های شاخص زمانی، نظیر *Klukia exilis* و یا شاخص آب و هوایی و بوم شناختی، نظیر *Equisetites columnaris* اهمیت ویژه‌ای در انجام تطابق و بازسازی شرایط کلی محدوده‌های مختلف البرز، کرمان و طبس دارد. تعیین زیرزیست زون‌ها از سه منظر حائز اهمیت است. اولاً از منظر زمانی. به‌عنوان *مثال* حضور گونه *Klukia exilis* در زیرزیست زون I منطقه کالشور نشان‌دهندهٔ آغاز ژوراسیک میانی است، چرا که حضور این گونه در تمام نقاط ایران، ابتدای ژوراسیک میانی را نشان می‌دهد [۳۴]. دوم از منظر شناخت شرایط بوم شناختی و آب و هوایی. به‌عنوان مثال گونه *Equisetites* sp. cf. *E. columnaris* که در زیرزیست زون III منطقهٔ کالشور تعریف شده است، جزو گیاهان کنار آب‌زی و نشان‌دهندهٔ شرایط آب و هوایی مرطوب است [۶۸]. سومین دلیل اهمیت زیرزیست زون‌ها، ایجاد قابلیت تطابق هر منطقه با سایر مناطق بررسی شده

1.Spiral

است که در این پژوهش با مقایسهٔ فلورا، زون‌ها و زیر زون‌های موجود در منطقهٔ کالشور با مناطق کوچکعلی، کالشانه و جعفرآباد که همگی در بلوک طبس قرار دارند می‌توان به شرایط هم‌سان زیستی، پالئواکولوژیکی و پالئوکلیماتولوژی سازند هجدک در تمام نقاط بلوک طبس در خلال ژوراسیک میانی پی برد.

بیوزون تجمعی رسوبات ژوراسیک میانی کالشور قابل تطابق و مقایسه با بیوزون تجمعی معرفی شده از سازند هجدک در منطقهٔ "کوچکعلی شمالی" واقع در حدود ۷۰ کیلومتری باختر طبس است. سازند هجدک در منطقهٔ کوچکعلی شمالی دربردارندهٔ یک زیست‌زون *تجمعی* به‌نام *Klukia exilis-Nilssonia macrophylla* assemblage zone و چهار زیرزیست زون به‌ترتیب از پایین به بالا به نام‌های *Sagenopteris nilssoniana-Equisetites beanii-Ptilophyllum harrisianum* concurrent range zone، *Equisetites columnaris* concurrent range zone، *Ginkgoites huttonii* taxon range zone و *Coniopteris hymenophylloides-Nilssonia feriziensis* assemblage zone است [۸].

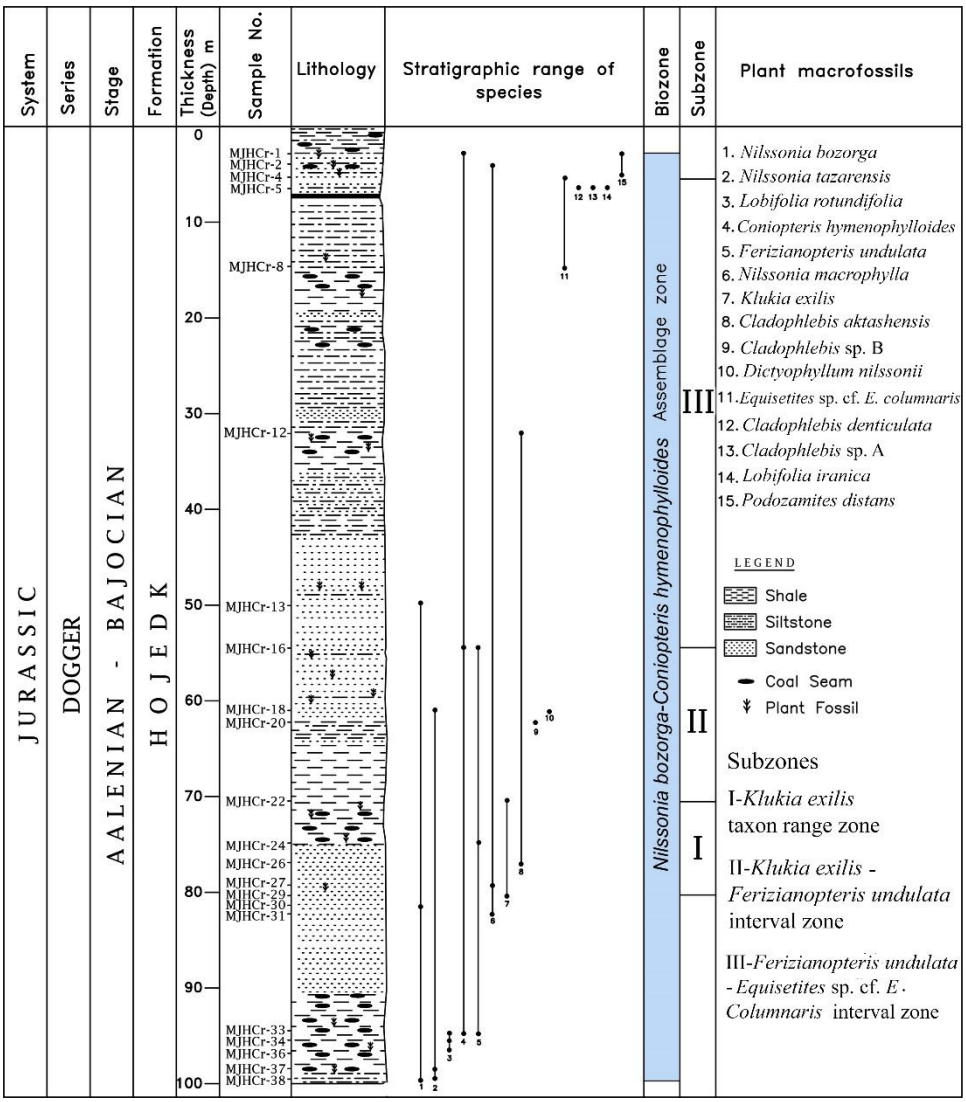
در رسوبات ژوراسیک میانی سازند هجدک در منطقهٔ "کالشانه" نیز از منظر انتشار چینه‌شناسی ماکروفسیل‌های گیاهی، یک زیست زون تجمعی با نام *Nilssonia* sp. cf. *N. bozorga- Klukia exilis* assemblage zone شناسایی شده است. به‌علاوه سه زیرزیست زون *Ptilophyllum harrisianum* taxon range zone، *Elatides thomasii-Sphenobaiera longifolia* concurrent range zone و *Ginkgoites* sp. cf. *G. parasingularis- Coniopteris hymenophylloides* concurrent range zone تشخیص داده شده است [۹]. سازند هجدک در منطقهٔ "جعفرآباد" در غرب طبس *نیز* حاوی ماکروفسیل‌های گیاهی شاخصی نظیر *Coniopteris hymenophylloides*، *Klukia exilis*، *Nilssonia sarakhs*، *Elatides thomasii* و *Equisetites* sp. cf. *E. beanii* است که نشان‌دهندهٔ سن ژراسیک میانی (آآلنین- باژوسین) برای این مجموعه است [۱۰]. لازم به ذکر است که گونه‌های *Coniopteris hymenophylloides*، *Klukia exilis*، *Equisetites beanii* و *Elatides thomasii* شاخص ژوراسیک میانی هستند [۶۹]، [۵۷]، [۱۹]، [۲۰]، [۲۱]، [۲۲]. با عنایت به این نکته که گونه‌های شاخص ژوراسیک میانی از قبیل *Coniopteris hymenophylloides*، *Klukia exilis* و *Nilssonia macrophylla* در اکثر مناطق بلوک طبس در محدودهٔ زمانی آآلنین- باژوسین گسترش داشته‌اند، یک زیست زون تجمعی با مرزهای مشخص پیشنهاد شده است.

مقایسهٔ انتشار چینه‌شناسی و جغرافیایی ماکروفسیل‌های گیاهی کالشور با فلورای مشابه در سایر نقاط ایران

رسوبات ژوراسیک میانی در قالب سازند دانسریت از گروه شمشک در سرتاسر البرز و سازند هجدک در حوضهٔ کرمان و بلوک طبس گسترش بسیار خوبی دارد. اطلاعات مرتب شده در این جدول مقایسه وضعیت انتشار چینه‌شناسی و جغرافیایی هر یک از گونه‌های شناسایی شده در رسوبات سازند هجدک در منطقهٔ کالشور را با سایر نواحی ایران (البرز، بینالود، حوضه *کرمان* و سایر نقاط طبس) نشان می‌دهد. حضور گونه‌های متعدد از راسته‌های مختلف در این مناطق مبین یک‌نواختی پوشش گیاهی در تمامی گسترهٔ ایران در محدودهٔ زمانی ژوراسیک میانی است (جدول ۱).

بررسی فراوانی نسبی فلور کالشور

در این پژوهش به فراوانی نسبی راسته‌ها و جنس‌های ماکروفسیل گیاهی توجه شده است. زیرا چگونگی پراکنش و توزیع فلور فسیلی این منطقه با به‌دست آمدن آمار حاصل دقت بیش‌تری دارد. برای بررسی فراوانی نسبی، همهٔ



شکل۲. زیست چینه‌نگاری سازند هجدک در چاه اکتشافی کالشور، جنوب غرب طبس

ماکروفسیل‌هایی که روی مغزه‌های جمع‌آوری شده حداقل در حد جنس قابل شناسایی بودند شمارش و به‌تفکیک جنس و راسته، تعداد و درصد آن‌ها محاسبه شد و در جدول ۱ قرار گرفت. سپس ترسیم نمودارهای فراوانی با توجه به درصدهای به‌دست آمده انجام شد. بررسی فراوانی نسبی فلور این منطقه بر پایهٔ ۵۲ نمونه فسیل گیاهی شناسایی شده صورت گرفت که در جدول ۲ و نمودارهای شکل‌های ۳ و ۴ مرتب شده‌اند.

بر اساس فراوانی نسبی به‌دست آمده، راسته‌های فیلیکال‌ها، سیکادال‌ها، پینال‌ها و اکوئی‌ستال‌ها به‌ترتیب با فراوانی نسبی ۴۸/۰۸ ٪، ۳۲/۶۹ ٪، ۱۵/۳۸ ٪ و ۳/۸۵ ٪ بیش‌ترین حضور را در مجموعهٔ گیاهی ژوراسیک میانی در منطقه کالشور داشته‌اند. جنس‌های Nilssonia، Podozamites، *Ferizianopteris* و *Lobifolia* نیز به‌ترتیب با

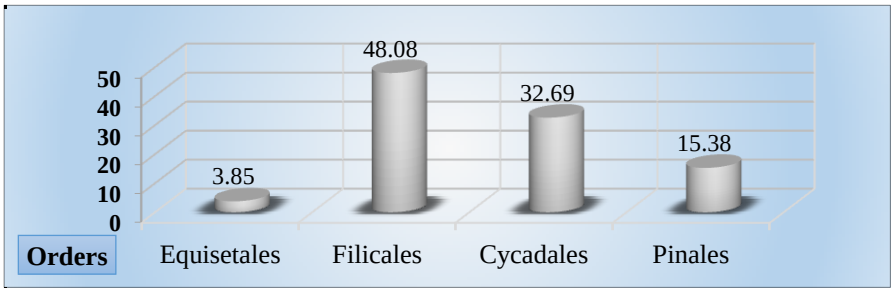
فراوانی نسبی ۳۲/۶۹ ٪، ۱۵/۳۸ ٪، ۱۱/۵۴ ٪ و ۱۱/۵۴ ٪ بیش‌ترین حضور را در این منطقه داشته‌اند. فراوانی نسبی فیلیکال‌ها و سیکادال‌ها می‌تواند حاکی از آب و هوای دیرینه مرطوب و نیمه گرمسیری در این نقطه جغرافیایی باشد.

جدول ۱. مقایسهٔ انتشار چینه‌شناسی ماکروفسیل‌های گیاهی شناسایی شده از سازند هجدک در چاه اکتشافی کالشور با فلورای مشابه از دیگر نقاط ایران

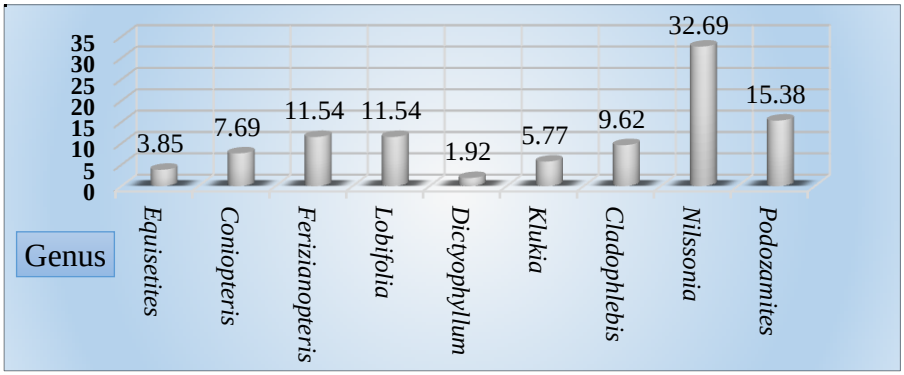
فهرست گونه‌ها	سن	محل	نویسنده
Equisetites sp. cf. *E. columnaris*	late Early Jurassic- Middle Jurassic	البرز: زیراب، طزره، بلده، نوده، شمشک کرمان: پابدانا، دشت خاک طبس: کوچکعلی	[۱۷]، [۱۸]، [۱۹]، [۲۰]، [۲۱]، [۲۲]، [۲۳]، [۷۰]
Coniopteris hymenophylloides	early Middle Jurassic	البرز: زیراب، کارمزد، رودبارک، دره آپولون، بلده/ ایوا، شمال شرق شاهرود، جم، فریزی، گلمکان؛ بینالود: شاندیز، بازه حوض؛ کرمان: پابدانا، دشت خاک طبس :کوچکعلی، مزینو، جعفرآباد	[۷]، [۹]، [۴۶]، [۲۹]، [۷۱]، [۲۰]، [۳۳]، [۲۲]، [۳۲]، [۲۱]، [۳۵]، [۳۶]، [۳۴]، [۲۳]
Ferizianopteris undulata	early Middle Jurassic	البرز: فریزی، جاجرم؛ کرمان: پابدانا طبس: کوچکعلی، مزینو	[۷]، [۲۰]، [۲۹]، [۲۳]، [۳۷]
Lobifolia iranica	Rhaetian- Middle Jurassic	البرز: زیاران، جاجرم؛ کرمان: معدن هشونی؛ طبس: جعفرآباد، کوچکعلی	[۲۹]، [۷]، [۳۶]، [۳۴]، [۳۷]
Lobifolia rotundifolia	Early- Middle Jurassic	البرز: رود بار، بلده، اشکورات علیا کرمان: معدن هشونی طبس : کوچکعلی	[۷]، [۲۰]، [۲۲]، [۲۳]، [۳۰]، [۳۶]، [۴۱]
Dictyophyllum nilssonii	Early- early Middle Jurassic	البرز: زیراب، آبیک، اسک، دره چالوس، رودبارک، ایوا؛ طبس: مزینو	[۷]، [۲۱]، [۳۳]، [۲۹]، [۴۵]، [۳۴]، [۴۶]
Klukia exilis	early Middle Jurassic	البرز: طزره، کارمزد، بلده/ ایوا، فریزی، گلمکان بینالود: شاندیز، بازه حوض کرمان: پابدانا، معدن هشونی	[۷]، [۹]، [۴۹]، [۲۹]، [۷۱]، [۳۳]، [۲۱]، [۲۲]، [۳۲]، [۲۰]، [۲۳]، [۳۵]، [۳۶]
Cladophlebis aktashensis	late Early Jurassic- Middle Jurassic	البرز: زیراب، طزره، بلده کرمان: اشکلی، پابدانا طبس: کوچکعلی	[۷۰]، [۱۹]، [۴۶]، [۲۰]، [۲۲]، [۲۹]، [۵۱]، [۲۱]، [۷]، [۲۳]
Cladophlebis denticulata	Norian- Middle Jurassic	البرز: زیراب، سنگرود، طزره، جم، کلاردشت، فریزی کرمان: اشکلی؛ طبس: مزینو	[۷]، [۲۹]، [۳۰]، [۱۹]، [۴۶]، [۷۳]
Nilssonia bozorga	late Early Jurassic- Middle Jurassic	البرز سنگرود، بلده؛ بینالود: بازه حوض کرمان: دشت خاک طبس: کوچکعلی، کلشانه	[۷]، [۲۰]، [۳۵]، [۵۹]، [۵۸]، [۲۲]
Nilssonia macrophylla	Middle Jurassic	البرز: ناج، کجور، بلده کرمان: اشکلی، هجدک، معدن هشونی طبس: کوچکعلی، مزینو	[۳۱]، [۵۸]، [۲۰]، [۲۲]، [۳۲]، [۷]، [۹]، [۲۳]
Nilssonia tazarensis	Late Rhaetian- Middle Jurassic	البرز: طزره؛ بینالود: بازه حوض کرمان: داربید خون، دشت خاک، پابدانا؛ طبس: کوچکعلی	[۷]، [۲۳]، [۳۵]، [۳۶]، [۶۱]، [۵۸]
Podozamites distans	Rhaetian- Middle Jurassic	تمام مکان‌های مطالعه شده در حوضه کرمان و البرز و طبس	[۷]، [۲۳]، [۳۵]، [۳۶]، [۳۷]، [۵۹]، [۶۷]، [۲۲]، [۳۰]، [۲۹]، [۶۶]، [۲۰]

جدول ۲. فراوانی نسبی جنس‌ها و راسته‌های ماکروفسیل‌های گیاهی جمع آوری شده از چاه اکتشافی کالشور

اسامی راسته‌ها	تعداد	درصد فراوانی نسبی %	اسامی جنس‌ها	تعداد	درصد فراوانی نسبی %
Equisetales	۲	۳/۸۵	*Equisetites*	۲	۳/۸۵
Filicales & Filicales incertae Sedis	۲۵	۴۸/۰۸	*Coniopteris*	۴	۷/۶۹
			Ferizianopteris	۶	۱۱/۵۴
			Lobifolia	۶	۱۱/۵۴
			Dictyophyllum	۱	۱/۹۲
			Klukia	۳	۵/۷۷
			Cladophlebis	۵	۹/۶۲
Cycadales	۱۷	۳۲/۶۹	*Nilssonia*	۱۷	۳۲/۶۹
Pinales	۸	۱۵/۳۸	*Podozamites*	۸	۱۵/۳۸
Total	۵۲	۱۰۰	Total	۵۲	۱۰۰



شکل۳. نمودار درصد فراوانی نسبی راسته‌های ماکروفسیل گیاهی چاه اکتشافی کالشور



شکل ۴. نمودار درصد فراوانی نسبی جنس‌های ماکروفسیل گیاهی چاه اکتشافی کالشور

تحلیل تراز گیاهی و آب و هوای دیرینه فلورای کالشور و مقایسه آن با سایر نقاط بلوک طبس

به‌منظور توضیح چگونگی تحلیل وضعیت آب و هوایی محدودهٔ زمانی مورد نظر بر مبنای فلورای به‌دست آمده، ابتدا پیشینهٔ نظرات ارائه شده در زمینهٔ آب و هوا و اقلیم‌های آن را مختصراً توضیح داده و سپس روش‌هایی را که متعاقباً پس از بیست سال بهبود یافته و با دقت بیش‌تری عمل می‌کنند ارائه می‌شود. وخرمیف[1] در ۱۹۹۱ در کتاب خود به جمع‌بندی فلورای بررسی شده از تمامی نیم‌کرهٔ شمالی پرداخت. وی صرفاً بر پایهٔ جنس برگ‌های گزارش شده، نواحی فیتوکوریای موجود در خلال دوره‌های ژوراسیک و کرتاسه را از شمال به جنوب به چهار ناحیهٔ یا منطقه اصلی تقسیم

1. Vakhrameev

نمود که عبارتند از: ۱. ناحیه سیبریایی- کانادایی[1]، ۲. ناحیه اروپایی- سینایی[2]، ۳. ناحیه استوایی[3]، ۴. ناحیه جنوبی یا استرال[4]. وی خاطر نشان می‌کند که ماکروفسیل‌های گیاهی به‌دست آمده از اوراسیا حاکی از آن هستند که دورهای ژوراسیک آغازی و میانی در مقایسه با ژوراسیک پایانی و کرتاسه آغازی، به لحاظ آب و هوا کم‌تر تفکیک شده‌اند و عموماً نشان‌دهندهٔ میزان زیاد رطوبت و شیب یا گرادیان دمایی پائین‌تری هستند. چنین یک‌نواختی و همگنی در ترکیب فلور مناطق گسترده‌ای در ژوراسیک آغازی و میانی مشاهده شد. وخرمیف هم‌چنین تأکید کرد که گونهٔ *Klukia exilis* یک گونهٔ شاخص برای ژوراسیک میانی آسیای میانه تا انگلستان در باژوسین است [۶۸]. البته داده‌های وخرمیف درباره ایران تنها بر پایهٔ مقالات منتشر شده به‌وسیلهٔ بارنارد[5] (۱۹۶۵ و ۱۹۶۷)، کیلپر[6] (۱۹۶۴)، سادوونیکوف[7] (۱۹۶۷) و پولینسکی و همکاران[8] (۱۹۷۵) بوده است. پس از پژوهش‌های وی، مقالات دیگری منتشر شد و اطلاعات ذی‌قیمتی فراهم شد و از طرف دیگر روش‌های تحلیل داده‌ها نیز بهبود یافت. به‌عنوان مثال زیگلر و همکاران در ۱۹۹۳ در مقاله‌ای با عنوان "فیتوژئوگرافی و آب و هوای ژوراسیک آغازی" به بازسازی وضعیت اوراسیا پرداختند [۷۴]. تحلیل چندین متغیره چندصد فسیل گیاهی به‌منظور کمی‌سازی مجموعه گیاهی‌ای که به‌وسیلهٔ مؤلفان روسی توصیف و تفسیر شده بود، به‌کار گرفته شد. طی این پژوهش‌های محدودهٔ عرض جغرافیایی دیرینه بین ۲۰ تا ۸۰ درجه به‌عنوان بیوم‌های خشک نیمه گرمسیری تا گرم معتدل و خنک معتدل تفسیر شد. سپس زیگلر و همکاران در ۱۹۹۶، ۵۷ جنس ماکروفسیل گیاهی مربوط به مزوزوئیک، از ۱۹۶ مکان در نیم‌کره شمالی را بررسی و بر مبنای آن‌ها نموداری با دو محور عرض جغرافیایی و جنس‌های بررسی شده ترسیم کردند [۱۱]. در این نمودار فیزیوگنومی یا سیمای ریختی برگ‌های فسیلی نیز مد نظر قرار گرفته شد. بدین‌ترتیب که سیکادوفیت‌ها و کونیفروفیت‌های ریز برگ[9] با کوتیکول ضخیم در سمت پایین جدول و گینکگوفیت‌های خزان‌پذیر و کونیفروفیت‌های بزرگ برگ[10] در سمت بالای جدول مرتب شدند (جدول ۳). سایر گروه‌های گیاهی نظیر اسفنوفیت‌ها، سرخس‌ها و سیکادوفیت‌های بزرگ برگ نیز در میانه جدول قرار گرفتند. آن‌ها برای کمی‌سازی اطلاعات جمع‌آوری شده و ارائه یک مقدار عددی برای هر منطقه جغرافیایی، به هر جنس یک نمره اختصاص دادند، به‌طوری‌که جنس *Phoenicopsis* با نمرهٔ ۱۰۰ شاخص بیش‌ترین عرض جغرافیایی و جنس *Zamites* با نمرهٔ صفر شاخص عرض جغرافیایی استوایی و گرمسیری در نظر گرفته شد و به‌همین ترتیب به هر کدام از جنس‌های مابین، با توجه به سیمای ریختی و محل جغرافیایی آن‌ها یک مقدار عددی داده شد. این الگوها حاکی از شرایط گرم و خشک عرض‌های ۳۵ درجه و شرایط معتدل خنک در عرض‌های ۸۰ درجه بود. ضمناً بالاترین تنوع گیاهی را در محدودهٔ عرض جغرافیایی میانی با فلورای معتدل گرم معرفی کردند. در پژوهش حاضر نیز، داده‌های به‌دست آمده از فلورای کالشور در جدول زیگلر (جدول ۳) قرار گرفت و میانگین عددی[11] فلورای موجود محاسبه شد (بدین‌صورت که جنس‌های بررسی شده در این پژوهش را که در جدول زیگلر موجود بودند، علامت زده و میانگین آن‌ها محاسبه شد). هم‌چنین با عرض جغرافیایی و نمرهٔ تراز

1. Siberian- Canadian region
2. Euro- Sinian region
3. Equatorial region
4. Austral region
5. Barnard
6. Kilpper
7. Sadovnikov
8. Poliansky *et al.*
9. Microphyll
10. Macrophyll
11. Average Score

محلی سایر نقاط بررسی شده در طبس نیز مقایسه شد. بر اساس برقراری تراز گیاهی مطابق این روش، میانگین عددی نمرهٔ تراز گیاهی (Floral Gradient) مجموع ماکروفسیل‌های گیاهی کالشور عدد ۴۶/۳۳را به‌دست می‌دهد که بیان‌گر "وضعیت میانه‌ای" در جدول و حاکی از تنوع زیستی زیاد و آب و هوای مرطوب و نیمه‌گرمسیری در این نقطه جغرافیایی بوده است.

جدول ۳. تعیین نمرهٔ تراز محلی کالشور و هم ترازی ماکروفسیل‌های گیاهی آن با سایر مناطق طبس بر مبنای [۱۱] Ziegler *et al.*, 1996

جنس	نمره	مناطق مطالعه شده و عرض جغرافیایی آنها				
		کالشور	مزینو [۷]	کوچکعلی [۷]	جعفرآباد [۷]	کلشانه [۹]
		33° 05′	33° 21′	33° 17′	33° 30′	34° 07′
Phoenicopsis	100					
Schizolepis	85					
Pityophyllum	81					*
Czekanowskia	72			*		
Ginkgo	67			*		*
Hausmannia	66					
Sphenobaiera	64		*			*
Baiera	62					
Desmiophyllum	60					
Podozamites	58	*	*	*		*
Neocalamites	55			*		
Cladophlebis	53	*	*	*	*	
Todites	52		*	*		
Equisetites	50	*	*	*	*	*
Coniopteris	49	*	*	*	*	*
Elatocladus	42			*		
Ctenis	41					*
Anomozamites	40					
Nilssonia	39	*	*	*	*	*
Taeniopteris	38					
Clathropteris	37					
Sphenopteris	36					
Phlebopteris	34		*	*	*	
Pseudoctenis	33		*	*		
Marattiopsis	32			*	*	
Sagenopteris	31		*	*	*	
Pterophyllum	30			*		
Dictyophyllum	29	*	*	*	*	
Elatides	28		*	*	*	*
Pagiophyllum	24			*		
Ptilophyllum	13		*	*		
Otozamites	11					
Brachyphyllum	4					
Zamites	0					
Average score		**46.33**	**41**	**41.6**	**38.33**	**53**

نمرهٔ تراز گیاهی به‌دست آمده از چاه اکتشافی در منطقهٔ کالشور (۴۶/۳۳) و مقایسهٔ آن با نمرهٔ تراز گیاهی به‌دست آمده از مناطق مزینو، کوچکعلی، جعفرآباد و کلشانه بیان‌گر وضعیت میانه‌ای تمامی این مناطق در جدول و حاکی از آب و هوای مرطوب و نیمه‌گرمسیری و در نتیجه یک‌نواختی پوشش گیاهی بلوک طبس در زمان ژوراسیک میانی بوده است. ضمناً نمرهٔ تراز گیاهی بیش‌تر در منطقهٔ کلشانه می‌تواند ناشی از ارتفاع نسبی بالاتر (با توجه به فراوانی نسبی سیکادال‌ها و گینکگوآل‌ها) در این نقطه جغرافیایی باشد.

نتیجه‌گیری

سازند هجدک در منطقه کالشور در جنوب غرب طبس گسترش نسبتاً خوبی دارد. این سازند دربر دارندهٔ ماکروفسیل‌های گیاهی نسبتاً خوب حفظ شده‌ای است که در این پژوهش شناسایی شدند. تعداد ۱۵ گونه ماکروفسیل گیاهی متعلق به ۹ جنس از راسته‌های مختلف اکوئی‌ستال‌ها، فیلیکال‌ها، سیکادال‌ها و پینال‌ها شناسایی شدند. با توجه به‌حضور گونه‌های شاخص *Coniopteris hymenophylloides* و *Klukia exilis* ، سن آالنین- باژوسین برای این مجموعه فسیلی پیشنهاد می‌شود. یک زیست‌زون تجمعی به‌نام *Nilssonia bozorga- Coniopteris hymenophylloides* assemblage zone و سه زیرزیست زون به‌ترتیب از پایین به بالا به نام‌های زیرزیست زون *Klukia exilis* taxon range zone (I)، زیرزیست زون *Klukia exilis- Ferizianopteris undulata* interval zone (II) و زیرزیست‌زون *Ferizianopteris undulata- Equisetites* sp. cf. *E. columnaris* interval zone (III) تعیین شد. فلورای بررسی شده در رسوبات ژوراسیک میانی چاه اکتشافی منطقهٔ کالشور قابل مقایسه با فلورای بررسی شده در رسوبات سازند هجدک سایر نقاط طبس (کوچکعلی، مزینو، کالشانه، جعفرآباد) و سایر فلورای هم ارز در این محدودهٔ زمانی (سازند دانسریت در البرز) است. بر اساس فراوانی نسبی راسته‌های ماکروفسیل‌های گیاهی شناسایی شده مشخص شد که راسته اکوئی‌ستال‌ها دارای فراوانی نسبی کم (۳/۸۵٪) و راسته‌های فیلیکال‌ها و سیکادال‌ها دارای فراوانی نسبی زیاد (به‌ترتیب ۴۸/۰۸ ٪ و ۳۲/۶۹ ٪) هستند. فراوانی نسبی فیلیکال‌ها و سیکادال‌ها حاکی از آب و هوای دیرینه مرطوب و نیمه‌گرمسیری در این نقطه جغرافیایی بوده است. نمرهٔ تراز گیاهی چاه اکتشافی کالشور نیز محاسبه و با نمرهٔ تراز گیاهی به‌دست آمده از مناطق مزینو، کوچکعلی، جعفرآباد و کلشانه مقایسه شد. نتایج به‌دست آمده بیان‌گر وضعیت میانه‌ای تمامی این مناطق در جدول تراز گیاهی زیگلر و حاکی از آب و هوای دیرینه مرطوب و نیمه‌گرمسیری و در نتیجه یک‌نواختی پوشش گیاهی بلوک طبس در زمان ژوراسیک میانی بوده است.

تشکر و قدردانی

از مساعدت و همراهی بی‌دریغ مشاور محترم مدیر کل سازمان صنعت، معدن و تجارت استان خراسان جنوبی جناب آقای دکتر مرتضی جلالی‌فرد که در تمامی مراحل مخصوصاً هماهنگی با معدن کالشور و انجام نمونه‌برداری‌ها ما را یاری کردند، هم‌چنین مدیران محترم شرکت پردیس صدر پاژ، آقایان مهندس ارجمندیان، دهقان و جناب یونگ دینگ که در انجام هماهنگی‌های لازم برای نمونه‌برداری از منطقه کالشور همکاری فرمودند تشکر و قدردانی می‌کنیم.

منابع

1. Tipper G. H., "The geology and mineral resources of eastern persia", Record of Geological Survey of India, 53 (1921) 51-80.
2. Beckett P. H., "Coal deposits near Kerman, South Persia", Economic Geology, 51 (1956) 197-198.
۳. آقانباتی سیدعلی، "چینه شناسی ژوراسیک ایران"، جلد اول، انتشارات سازمان زمین‌شناسی ایران، تهران، (۱۳۷۷) ۳۵۵.
4. Assereto R., "The Jurassic Shemshak Formation in Central Elburz (Iran)", Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 72 (1966) 1133-1182.

5. Fürsich F. T., Wilmsen M., Seyed- Emami K., "Lithostratigraphy of the Upper Triassic-Middle Jurassic Shemshak Group of northern Iran", Geological Society London, 312 (2009) 120-160.
6. Wilmsen M., Fürsich F. T., Taheri J., "The Shemshak Group (Lower-Middle Jurassic) of the Binalud Mountains, NE Iran" stratigraphy, depositional environments and geodynamic implications, Geological Society of London, 312 (2009) 175-188.
7. Vaez Javadi F., "Triassic and Jurassic Floras and Climate of Central-East Iran" Tehran, Geological Survey of Iran- Rahi publication (2014) 290 p.
۸. واعظ جوادی فاطمه، "بیوستراتیگرافی رسوبات ژوراسیک میانی کوچکعلی، طبس و معرفی بیوزون فراگیر *Coniopteris hymenophylloides- Klukia exilis* در گستره ایران"، سی و سومین گردهمایی ملی علوم زمین، (۱۳۹۳) ۸.
۹. واعظ جوادی فاطمه "معرفی ماکروفسیل‌های گیاهی و زیست چینه نگاری برش کالشانه، شمال غرب طبس و تحلیل آب و هوای دیرینه"، مجله پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی، ۶۱ (۱۳۹۴) ۱۲۳-۱۰۵.
۱۰. واعظ جوادی فاطمه "معرفی ماکروفسیل‌های گیاهی منطقه جعفرآباد، غرب طبس و تفسیر آب و هوای دیرینه آن"، مجله پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی، ۵۱ (۱۳۹۲) ۸۶-۶۷.
11. Ziegler A. M., Rees P. M., Rowley D. B., Bekker, A., Quing Li, Hulver, M. L., "Messozoic assembly of Asia, Constraints from fossil floras, tectonics and paleomagnetism", 371-400. In Yin, A., Harrison, M. (Eds.) "The Tectonic Evolution of Asia", Cambridge, Cambridge University Press (1996) 371-400.
12. Takhtajan A. L., "Higher Taxa of Vascular Plants except Flowering" Takhtajania. Тахтаджяния, 2 (2013) 4-8.
13. Scott D. H., "Studied in fossil botany". Edn 1. Black, London, (1900) 533.
14. Agardh C.A., "Aphorismi botanici", Berling, Lund, (1825) 246.
15. Berchtold F., Presl J. S., "O Prirozenosti Rostlin aneb Rostlina´rˇ", Krala Wiljma Endersa, Prague, (1820- 1835) 322.
16. Sternberg K. G. "Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt", Part 1 (1820) 24 pp., pls. 1-13; Pt. 2 (1821) 33 pp., pls. 14-26; Pt. 3 (1823) 39 pp., pls. 27-39; Pt. 4 (1825) 42 pp., pls. 40-49, A-E; Pts. 5, 6 (1833) 80 pp., pls. 1-26; Pt. 7 (1838) 220 pp., pls. 27-68, A, B; Pt. 8 (1838) 71 pp., Testamen, viii pp. Leipzig, Prag & Regensburg, (1820-38).
17. Brongniart A., "Histoire des végétaux fossils", ou recherches botaniques et géologiqes sur les végétaux renfermés dans les diverses couches du globe, Paris, 1(1828-1837) XII + 488 pp., 2 (1837-1838) 72 p., "Tableaux des genres de végétaux fossils considérés sous le point de vue de leur classification botanique et de leur distribution géologique", Paris (1849) 127.

18. Phillips J., "Illustrations of the geology of Yorkshire, or a description of the strata and organic remains", Part I. The Yorkshire Coast. 3rd. Edit. Edited by Etheridge. London (1875) XII + 354.
19. Schweitzer H. J., van Konijnenburg-van Cittert J.H.A., van Der Burgh J., "Die Rhaeto-Jurassic Flora of Iran and Afghanistan, 10. Bryophyta, Lycophyta, Sphenophyta, Pterophyta-Eusporangiatae and protoleptosporangiatae, Paleontographica", Stuttgart, 243 (1997) 103-192.
20. Vaez Javadi F., Mirzaei-Ataabadi M., "Jurassic plant macrofossils from the Hojedk Formation, Kerman area, east-central Iran", Alcheringa, 30 (2006) 63-96.
21. Vaez-Javadi F., "Middle Jurassic flora from the Dansirit Formation of the Shemshak Group, Alborz, north Iran", Alcheringa, 35 (2011) 77-102.
۲۲. واعظ جوادی فاطمه، عباسی نصراله، "معرفی ماکروفسیل‌های گیاهی منطقه بلده (البرز مرکزی)، تعیین سن و بیو استراتیگرافی آن‌ها"، مجله پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی، ۴۸ (۱۳۹۱) ۶۴-۳۷.
۲۳. واعظ جوادی فاطمه، نامجو شهرام، " زیست چینه نگاری سازند هجدک در کوچکعلی شمالی، باختر طبس و تحلیل آب و هوایی و تطابق با سایر فلوریزون‌های هم ارز"، دیرینه شناسی، ۲ (۱۳۹۴) ۲۴۳-۲۲۰.
24. Cronquist A., Takhtajan A., Zimmermann W., "On the higher taxa of Embryobionta", Taxon 15 (1966) 129-134.
25. Pichi-Sermolli R. E. G., "The higher taxa of the Pteridophyta and their classification", In: Hedberg O, (Ed.): Systematics of today, Uppsala Universitets Arsskrift 6. Uppsala: Lundequist (1958) 70-90.
26. Engler A., Prantl K., "Die natürlichen Pflanzenfamilien nebst ihren Gattungen und wichtigeren Arten, insbesondere, den Nutzpflanzen", Engelmann (1902) 570.
27. Bower F. O., "The origin of a land flora, a theory based on the facts of alternation", Macmillan and Co. Ltd., London (1908) 760.
28. Seward A. C. "The Jurassic flora I. The Yorkshire Coast", Catalogue of the Mesozoic plants in the Department of Geology, London, 3 (1900) 341.
29. Fakhr M. S., "Contribution a l'étude de la flore Rhéto- Liasique de la formation de Shemshak de l'Elbourz (Iran)": Mémoire de Section de Science, Paris 5 (1977) 1-178.
30. Corsin P., Stampfli G., "La formation de Shemshak dans l'Elburz oriental (Iran) flore – stratigraphie– paléogéographie", Geobios, 10 (1977) 509-571.
31. Vassiliev Y., "Mesozoic plant fossils from coal areas in Iran", 2 (1984) 97 p.
۳۲. واعظ جوادی فاطمه، پورلطیفی عباس، "معرفی چند ماکروفسیل گیاهی از گلمکان، شمال خاوری ایران"، علوم زمین، سازمان زمین شناسی کشور، ۵۲ (۱۳۸۳) ۱۰۷-۹۸.
۳۳. واعظ جوادی فاطمه، "ماکروفسیل‌های گیاهی ایران"، تهران، سازمان حفاظت محیط زیست، معاونت آموزش و پژوهش (۱۳۸۷) ۲۳۶.

34. Schweitzer H.J., Schweitzer U., Kirchner M., van Konijnenburg-van Cittert J.H.A., van Der Burgh J., Ashraf R.A., "The Rhaeto-Jurassic flora of Iran and Afghanistan. 14. Pterophyta, Leptosporangiatae", Palaeontographica 279 (2009) 1-108.

35. Vaez-Javadi F., Allameh M., "Biostratigraphy of the Bazehowz Formation at its Type section, South West Mashhad based on plant macrofossils", Geopersia, 1 (2015) 27-44.

36. Vaez-Javadi F., Middle Jurassic flora from the Hojedk Formation of Tabas, central east Iran: Biostratigraphy and Palaeoclimate implications", Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 2 (2018) 299-316.

37. Vaez-Javadi F., Ghavidel-Syooki M., "Plant megafossil remains from Shemshak Formation of Jajarm area, NE Alborz, Iran". Paleobotanist, 51 (2002) 57-72.

38. Lebedev E. L., Rasskazova E. S., "A new genus of the Mesozoic ferns, *Lobifolia* (Mesozoic Plants)", Trans. Acad. Sci. USSR, Geol. Inst. vol. 191, Moscow, Nauka, (1968) 56–70 (in Russian).

39. Phillips J. "Illustrations of the geology of Yorkshire, or a description of the strata and organic remains of the Yorkshire Coast", Thomas Wilson & sons, York, (1829) 192.

40. Thomas H. H., "The Jurassic flora of Kamenka in the Distrcit of Isium", Mémoire du Comité Géologique, nouvelles série, 71 (1911) 1-95.

۴۱. سعادت‌نژاد جواد، "مطالعه و بررسی سه گونه *Lobifolia rotundifolia*، *Ptilophyllum vasekgahense* و *Nilssonia herriesi* از ماکروفسیل‌های گیاهی رسوبات لیاس پسین-دوگر پیشین (توآرسین-باژوسین) در منطقهٔ اشکورات علیا، البرز مرکزی"، دیرینه شناسی، ۲ (۱۳۹۳) ۱۷۹-۱۷۰.

42. Seward A. C., Dale E., "On the structure and affinities of Dipteris, with notes on the geological history of the Dipteridinae". Phil. Trans. R. Soc. London ser. B 194, (1901) 487-513.

43. Lindley J., Hutton W., "The Fossil Flora of Great Britain or Figures and Descriptions of the Vegetable Remains found in a Fossil State in this country", 3 vols. Vol. 1, li 223 pp., pls. 1-79 (1831-1833) vol. 2, xxviit+ 208 pp., pls. 80-156 (1833-1835); vol. 3, 208 pp. pls. 157-230 (1835-1837), London (1831-1837).

44. Goeppert H. R., "Les genres des plantes fossiles compares avec ceux du monde moderne expliqués par des figures", Henry and Cohen, Bonn, (1841-1846) 120 pp., 46 pls.

45. Schweitzer H. J, "Die rhäto-jurassischen Floren des Iran und Afghanistans: 5. *Todites princeps*, *Thaumatopteris brauniana* und *Phlebopteris polypodioides*", Palaeontographica B, 168 (1978) 17-60.

46. Kilpper K., "Über eine Rhät/Lias-Flora aus dem nordlichen Abfall des Alburs-Gebirges in Nordiran. I. Bryophyta und Pteridophyta", Palaeontographica, Stuttgart, 114 (1964) 1-78.

47. Bower F.O., "Sixty years of botany in Britain", Impressions of an Eye-witness. Macmillan and Co. Ltd., London, (1875-1935) 112.
48. Raciborski M., "Über die Osmundaceen und Schizeaceen der Juraformation", Botanik Jahrbuch, 13 (1890) 1-9.
49. Sadovnikov G., "The Mesozoic flora of Alborz and central Iran and its stratigraphic importance", National Iran Steel Company of Iran, Tehran, (1976) 118.
50. Turutanova-Ketova A., "Jurassic flora of the Chain Kara-Tau (Tian-Shan)", Travaux du Muséum Géologique Leningrad, 6 (1930) 131-172.
۵۱. واعظ جوادی فاطمه، "ماکروفسیل‌های گیاهی منطقه تیار، جنوب آمل، تعیین سن و تطابق آن با سایر افق‌های گیاهی ایران"، علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۸۳ (۱۳۹۱) ۲۳۷-۲۲۹.
52. Nathorst A.G. "Bidrig till Sveriges fossila Flora", Kungliga Svenska Vetenskaps academiens Handligar, 14 (1876) 1-82.
53. Bessey C. E., "A synopsis of plant phyla", The University Studies of the University of Nebrasaka, 7 (1907) 275-373.
54. Barnard P. D. W., Long, A. G., "Triradioxylon-a new genus of Lower Carboniferous petrified stems and petioles together with a review of the classification of early Pterophytina", Transaction of the Royal Society of Edinburgh, 69 (1975) 231-249.
55. Coulter J. M., Chamberlain, C. J. "Morphology of gymnosperms", Chicago, Univ. Press, Botanical Gazette 50, 6 (1910) 466-468.
56. Brongniart A., "Observations sur les végétaux fossiles renfermés dans les grès de Hoer en Scanie", Annales des Sciences Naturelles, 4 (1824-25) 200-219.
57. Barnard P. D. W., Miller J. C. "Flora o the Shemshak Formation (Elburz, Iran) Part 3: Middle Jurassic (Dogger) plants from Khatumbargah, Vasekgah and Imam Manak", Palaeontographica B, 155 (1976) 31-117.
58. Schweitzer H. J., Kirchner M., Van-Konijnenburg-Van Cittert J. H. A, "The Rhaeto-Jurassic flora of Iran and Afghanistan. 12. Cycadophyta II. Nilssoniales", Paleontographica, Stuttgart, 279 (2000) 1-108.
59. Vaez-Javadi F., Abbasi N., "Middle Jurassic biostratigraphy of plant macro and microfossils in Soltanieh Mountains, south of Zanjan, NW Iran" , Geosciences, 106 (2018) 91-102.
60. Jacob K., Shukla B. N. "Jurassic plants from the Saighan series of North Afghanistan and their palaeo-climatological and palaeo-geographical significance", Mem. Geol. Surv. India, Palaeont. Indica, 33 (1955) 64.
61. Sadovnikov G. N., "On some gymnosperms from the late Triassic of North Iran", Paleontological Journal, 4 (1991) 95-106.

62. Meyen S. V., "Basic features of gymnosperm systematics and phylogeny as shown by the fossil record", Bot. Rev., 50 (1984) 1-111.

63. Dumortier B. C., "Analyse des familles des plantes, avec l'indication des principaux genres qui s'y rattachent", (1829) 1-106.

64. Braun C. F. W. "Beiträge zur Urgeschichte der Pflanzen", In Münster, Beiträge zur Petrefacten-Kunde, 6 (1843) 1-46.

65. Presl K. in Sternberg C. von, "Versuch einer geognostisch- botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt", (1838) 71.

66. Schweitzer H. J., Kirchner M. "Die rhäto-jurassischen Floren des Iran und Afghanistans", Palaeontographica, 238 (1996) 77-139.

۶۷. سعادت‌نژاد جواد، قادری عباس و نعیمی قصابیان ناصر، "مطالعه و معرفی ماکروفسیل‌های گیاهی توآرسین- باژوسین منطقهٔ گراخک شاندیز، شمال خاور ایران"، رخساره‌های رسوبی، ۲ (۱۳۸۸) ۲۰۳-۱۷۳.

68. Vakhrameev V. A., "Jurassic and Cretaceous floras and climates of the Earth", Cambridge University Press, Great Britain, (1991) 318.

69. Barnard P. D. W., "The geology of the upper Djadjerud and Lar valleys (North Iran) II. Palaeontology. Flora of the Shemshak Formation Part 1. Liassic plants from Dorud", Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 4 (1965) 1123-1168.

70. Harris T. M., "The Yorkshire Jurassic flora, I. Thallophyta- pteridophyta", London (1961) 212.

71. Schweitzer H. J., Kirchner M., "Die rhato-jurassischen Flora des Iran und Afghanistan 13. Cycadophyta. III.Bennettitales", Paleontographica, Stuttgart, 264 (2003) 1-166.

72. Vaez Javadi F., "Persicostrobus Vaez-Javadi n. gen. a new Equisetalean strobilus from the Triassic of Iran". Rivista Italina di Paleontologia e Stratigrafia, 10 (2004) 715- 718.

73. Alavi M., Barale G., "Étude prèliminaire de la flore de le formation de Shemshak dans la region de Djam", Bulletin de la Société Linnean de Lyon, 8 (1970) 241-252.

74. Ziegler A. F., Parrish J. M., Jiping Y., Gyllenhaal E. D., Rowley D. B., Parrish J. T., Shangyou N., Bekker A., Hulver M. I., "Early Mesozoic phytogeography and climate", (1993) In: Allen, J. R. L., Hoskins, B. J., Sellwood, B. W., Spicer, R. A., Valdes, P. J. (eds), "Palaeo climates and their modelling", Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 341 (1297) 297-305.

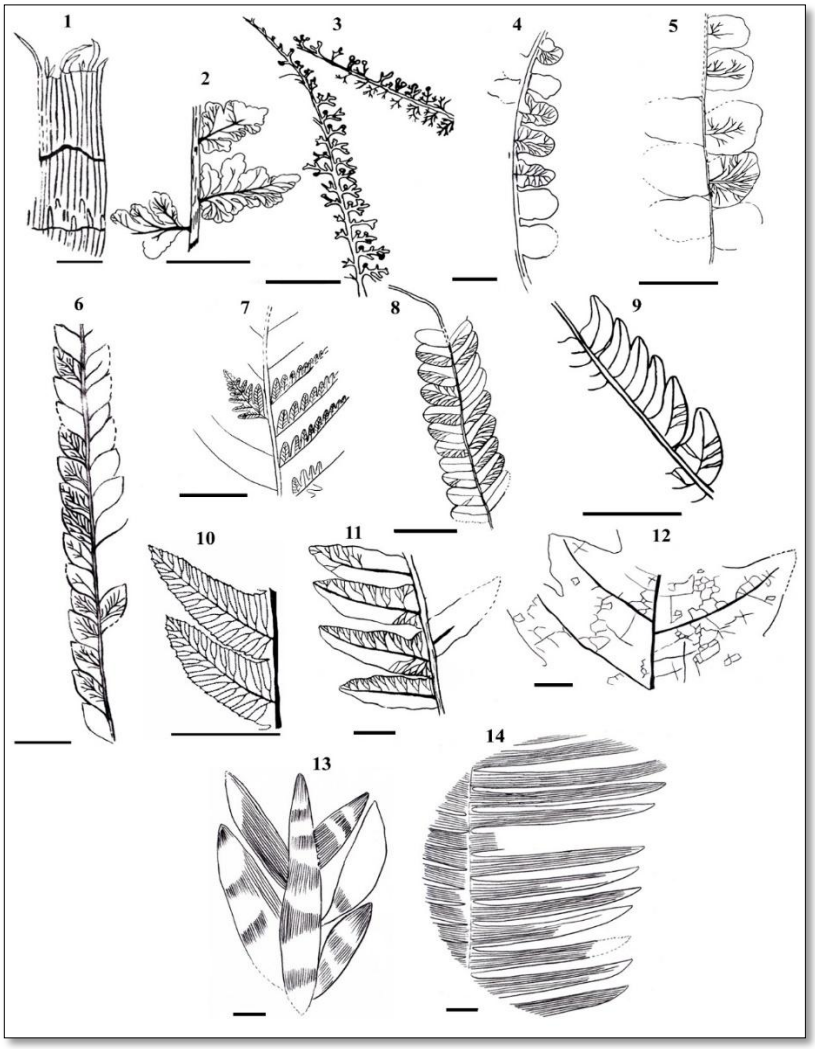


Figure 5). 1. *Equisetites* sp. cf. *E. columnaris*, 2, 3. *Coniopteris hymenophylloides*, 4. *Ferizianopteris undulata*, 5. *Lobifolia rotundifolia*, 6. *Lobifolia iranica*, 7. *Klukia exilis*, 8. *Cladophlebis* sp. A, 9. *Cladophlebis* sp. B, 10. *Cladophlebis denticulata*, 11. *Cladophlebis aktashensis*, 12. *Dictyophyllum nilssonii*, 13. *Podozamites distans*, 14. *Nilssonia bozorga*. (Scale bars=1 cm)

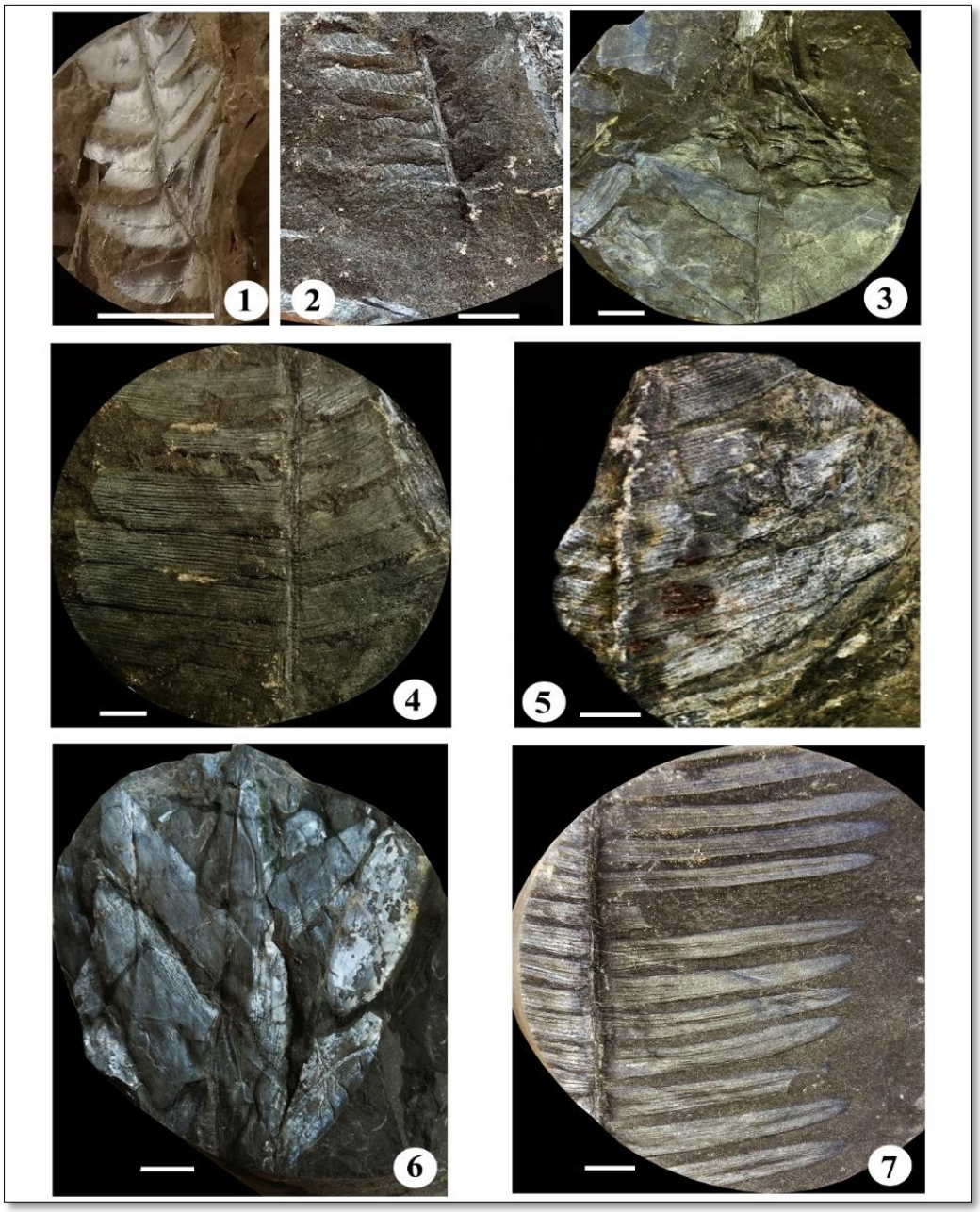


Figure7. 1. ***Cladophlebis denticulata*** **(**MJHCr-7c**), 2.** ***Cladophlebis aktashensis*** (MJHCr-26**), 3.** ***Dictyophyllum nilssonii*** (MJHCr-18**), 4.** ***Nilssonia tazarensis*** (MJHCr-19**), 5.** ***Nilssonia macrophylla*** **(**MJHCr-2**), 6.** ***Podozamites distans*** (MJHCr-5**), 7.** ***Nilssonia bozorga*** (MJHCr-13**). (Scale bars=1 cm)**

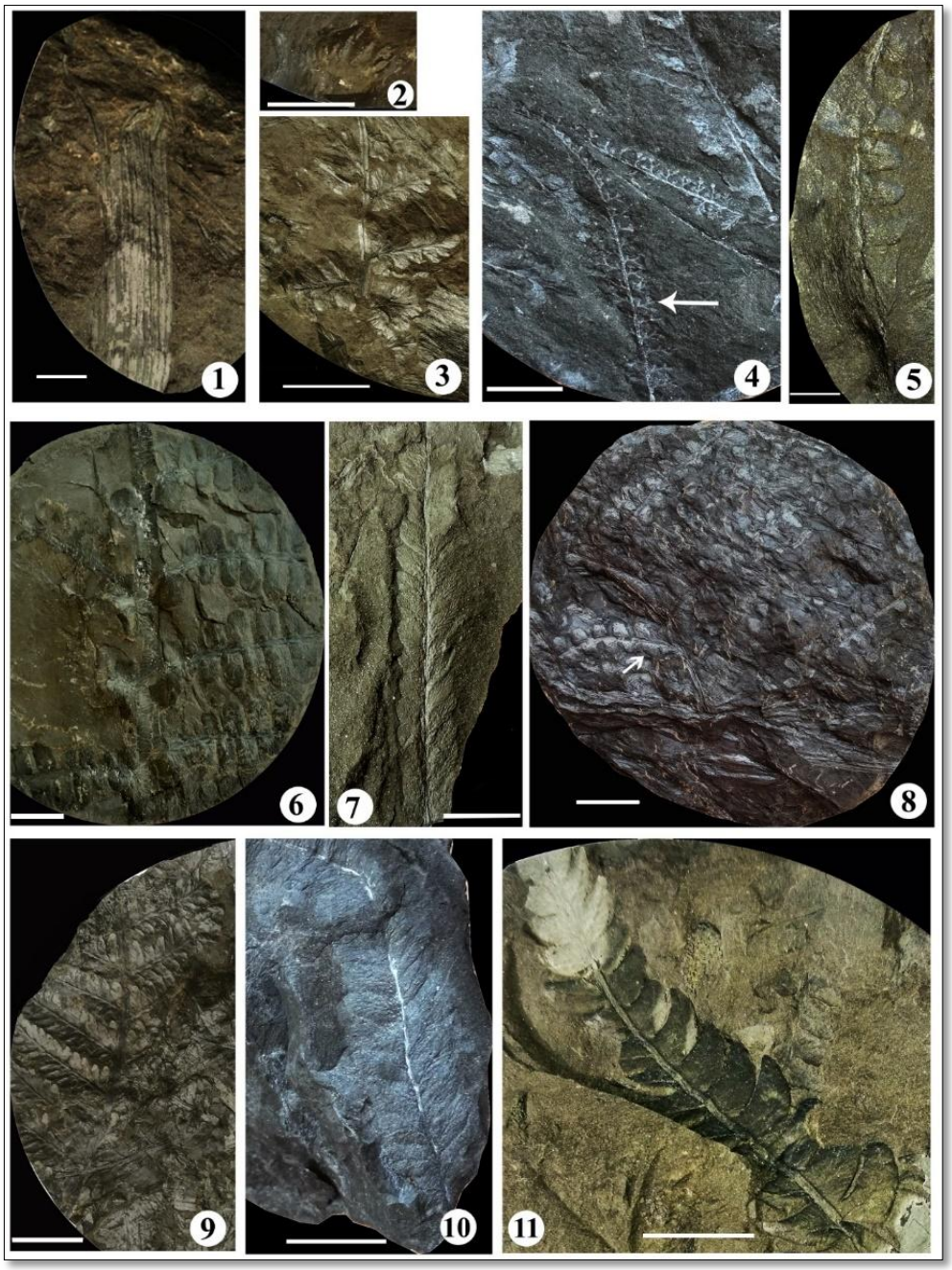


Figure 6. 1,2. *Equisetites* sp. cf. *E. columnaris* (MJHCr-6, MJHCr-8)**, 3. *Coniopteris hymenophylloides*** (sterile pinnules) (MJHCr-34)**, 4. *Coniopteris hymenophylloides*** (fertile pinnules) (MJHCr-14b)**, 5. *Ferizianopteris undulata*** (MJHCr-15)**, 6. *Lobifolia rotundifolia*** (MJHCr-35)**, 7. *Lobifolia iranica*** (MJHCr-7a)**, 8. *Ferizianopteris undulata*** (MJHCr-33)**, 9. *Klukia exilis*** (MJHCr-22)**, 10. *Cladophlebis* sp. A** (MJHCr-7b)**, 11. *Cladophlebis* sp. B** (MJHCr-21)**. (Scale bars=1cm).**