

معرفی ماکروفسیل‌های گیاهی و زیست چینه‌نگاری برش کالشانه، شمال غرب طبس و تحلیل آب و هوای دیرینه

فاطمه واعظ جوادی، استادیار، دانشکده زمین‌شناسی دانشگاه تهران، ایران*

چکیده

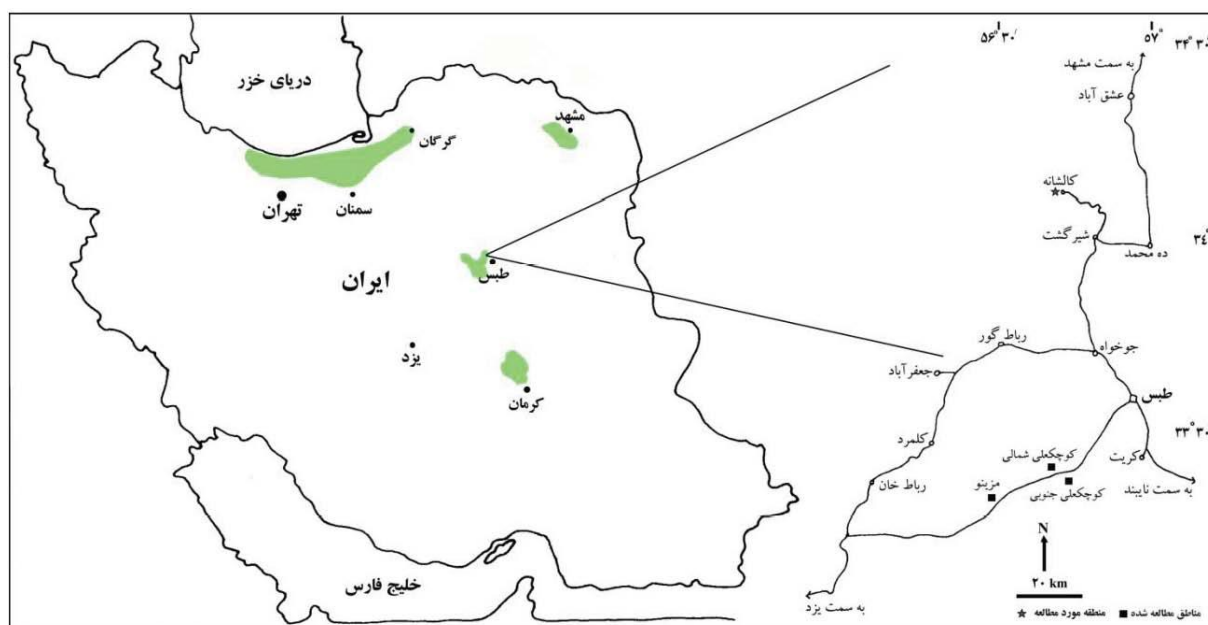
سازند هجدک در برش کالشانه، شمال باختر طبس گسترش خوبی دارد. این سازند در این منطقه دربردارنده تناوبی از لایه‌های سیلتستون-ماسه‌سنگ به همراه اندک لایه‌های شیلی و میان لایه‌های زغال سنگی می‌باشد. تعداد ۱۷ گونه ماکروفسیل گیاهی متعلق به ۱۱ جنس از راسته‌های مختلف اکوئی ستال‌ها، فیلیکال‌ها، کی‌تونیا‌ها، نیلسونیا‌ها، بتیتال‌ها، گینکگوال‌ها و پائیتال‌ها مورد شناسایی قرار گرفتند. با توجه به حضور گونه‌های شاخص *Coniopteris hymenophylloides*، *Klukia exilis* و *Elatides thomasi* سن آلتین-باژوسین برای این مجموعه فسیلی خاطرنشان می‌گردد. یک زیست‌زون تجمعی به نام *Nilssononia* sp. cf. *N. bozorga*-*Klukia exilis* Assemblage zone و سه زیر زیست‌زون به ترتیب از پایین به بالا به نام‌های ۱- زیر زیست‌زون *Ptilophyllum harrisianum* Taxon Range zone، ۲- زیر زیست‌زون *Elatides Ginkgoites* sp. cf. *G. parasingularis* - *Coniopteris thomasi*-*Sphenobaiera longifolia* Concurrent Range zone و ۳- زیر زیست‌زون *hymenophylloides* Concurrent Range zone تعیین گردید. زیست‌زون تجمعی رسوبات ژوراسیک میانی برش کالشانه قابل تطابق و مقایسه با بیوزون تجمعی معرفی شده از سازند هجدک در منطقه کوچکعلی شمالی، جنوب باختر طبس و سایر زیست‌زون‌های هم‌ارز در این بازه زمانی می‌باشد. بر اساس فراوانی نسبی به‌دست آمده راسته‌های نیلسونیا‌ها، گینکگوال‌ها، فیلیکال‌ها و اکوئی ستال‌ها به ترتیب با فراوانی نسبی ۴۴/۴۴٪، ۲۰/۶۴٪، ۱۵/۸۷٪ و ۷/۹۴٪ بیشترین حضور را در مجموعه پوشش گیاهی بازه زمانی ژوراسیک میانی در منطقه کالشانه داشته‌اند. جنس‌های نیلسونیا، سفنوبایرا، کلوکیا و اکوئی ستایتس به ترتیب با فراوانی نسبی ۴۱/۲۷٪، ۱۷/۴۶٪، ۱۱/۱۱٪ و ۷/۹۴٪ بیشترین حضور را در این منطقه داشته‌اند. بدین ترتیب، آب و هوای نیمه گرمسیری-معتدل و مرطوب برای ژوراسیک میانی این منطقه خاطرنشان می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: ماکروفسیل‌های گیاهی، زیست‌چینه‌نگاری، سازند هجدک، ژوراسیک، طبس، آب و هوای دیرینه

موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

روستای کالشانه در حدود ۷۰ کیلومتری شمال باختر طبس با مختصات $34^{\circ} 7'$ عرض شمالی و $56^{\circ} 40'$ طول خاوری در ناحیه ایران مرکزی- خاوری قرار دارد (شکل‌های ۱ و ۲). به

منظور تکمیل مطالعات پیشین بلوک طبس (Vaez-Javadi 2014؛ واعظ جوادی ۱۳۹۳) از منظر دیرینه‌شناسی گیاهی و انجام تطابق در گستره جغرافیایی ایران، یک برش به ضخامت ۵۸۴ متر مورد مطالعه قرار گرفت.



شکل ۱- راه‌های دسترسی و موقعیت جغرافیایی برش مورد مطالعه در طبس و محدوده گسترش فلورای ژوراسیک میانی ایران (به رنگ سبز).



شکل ۲- نمای میانی و بالایی سازند هجدک در برش مورد مطالعه در محدوده تقریبی ۲۵۰ متری تا انتهای ستون چینه‌شناسی برداشت شده را به نمایش می‌گذارد. (عکاس: محمدتقی بادی حق)

چینه‌شناسی، رخساره و محیط رسوبی سازند هجدک

Tipper (1921) نهشته‌های ماسه سنگی - شیلی زغال‌دار حوضه کرمان را با عنوان «سری‌های حاوی گیاهان ژوراسیک»

نام‌گذاری نمود. Beckett (1956) این رسوبات را «سری‌های زغال‌دار» نامید. کمیته چینه‌شناسی ایران (۱۹۶۴ در آقاباتی ۱۳۷۷) این واحد سنگی را «سازند هجدک» نام‌گذاری کرد. سازند

هجدک شامل تناوبی از ماسه سنگ آرکوزی-کوارتزی و شیل های سبز- خاکستری شامل رگه ها و عدسی های زغال است. سازند هجدک قابل مقایسه با عضو یا ممبر D از تقسیمات سازند شمشک معرفی شده توسط Assereto (1966) و سازند دانسیریت از گروه شمشک (Fürsich et al. 2009) و سازندهای بازه حوض و آقونج در منطقه بینالود (Wilmsen et al. 2009) می باشد.

آقاناتی (۱۳۷۷) گروه شمشک را در کوه های شتری به ردیف های جوان تر به لحاظ سنی منتسب می داند و اظهار می دارد که سازند نایبند در این منطقه حضور نداشته و فقط سازندهای آب حاجی، سازند بادامو و سازند هجدک در این منطقه گسترش دارند و از نظر رخساره ای نیز حاوی درصد فراوانی لایه های سنگ ماسه ای و کنگلومرایی هستند. لازم به تأکید است که در برش برداشت شده در این مقاله نیز گیاهان تریاس بالایی به هیچ وجه حضور نداشته و بالعکس گیاهان شاخص ژوراسیک میانی (آلنین - باژوسین) به فراوانی مشاهده شده اند. ایشان مرز بالایی سازند هجدک را با سازند آهکی پروده و مرز زیرین آن را سنگ آهک بادامو در نظر گرفتند. لازم به ذکر است که کارشناسان اکتشاف زغال سنگ نیز این منطقه را مورد مطالعه قرار دادند. محمودی (۱۳۸۱) گزارش زمین شناسی منطقه معدن زغال سنگ کالشانه را تهیه نمود. وی توالی مذکور را به ترتیب از پایین به بالا سازندهای آهک شتری، آب حاجی، آهک بادامو، سازند هجدک، آهک طبس، مارن بغمشاه و قلعه دختر خاطر نشان نمودند. لیکن در این گزارش به محیط رسوبی این منطقه در بازه زمانی رسوب گذاری سازند هجدک اشاره ای نشده است. با توجه به تناوب رسوبی و حضور گیاهان فسیل مشاهده شده در برش این سازند به نظر می رسد که این رسوبات احتمالاً در یک محیط رسوبی رودخانه ای- دلتایی نهشته شده باشند.

بنابر نظر سیدامامی و همکاران (۱۳۸۴) بلوک طبس یکی از اجزای ساختاری خرد قاره مرکز و خاور ایران است که در فاصله تریاس پسین و ژوراسیک در خاور ورقه ایران شکل

گرفته است. بر اثر نوسان های جهانی سطح آب دریا و جنبش های متعدد زمین ساختی در مقیاس جهانی، منطقه ای و محلی، به ویژه در زمان های ژوراسیک میانی و پسین، حوضه های رسوب گذاری متعدد و متنوع با رخساره های سنگی متفاوت در شمال بلوک طبس شکل گرفته است. آن ها در این تحقیق به بازنگری و تعریف جدید ردیف های سنگ چینه ای سیستم ژوراسیک در بخش شمالی بلوک طبس پرداختند و یک الگوی ساده و عملی برای تنظیم و انطباق ردیف های سنگ چینه ای موجود ارائه نمودند. سیدامامی و همکاران (۱۳۸۴) در بخش شمالی بلوک طبس، سازند هجدک را با سه رخساره متفاوت در کمر بالای سازند بادامو و کمر پایین سازند پروده خاطر نشان کردند به طوری که رخساره مربوط به محیط های رودخانه ای و دشت های سیلابی اغلب در شمال و شمال باختر کفه طبس در منطقه کالشانه تا کوه اشلون گسترده شده و بیشتر از سنگ های سیلیسی- آواری خشن و دانه درشتی مانند ماسه سنگ های کوارتزی، کنگلومرا و لایه های سیلتی آغشته به زغال به همراه ساخت های رسوبی مانند لایه های موجدار و لایه بندی مورب به ضخامت حدود ۴۰۰ متر تشکیل شده است. سازند هجدک در برش اندازه گیری شده کالشانه در این مطالعه به طور غالب از تناوبی از لایه های سیلتستون و ماسه سنگ تشکیل شده است به طوری که دربردارنده مقادیر اندکی شیل بوده و تنها دو لایه قابل توجه زغال سنگ در این برش یافت می شود. رسوبات این برش کاملاً با وضعیت چینه ها در منطقه کوچکعلی شمالی واقع در حدود ۶۵ کیلومتری جنوب باختر طبس با مختصات ۱۷' ۳۳° عرض شمالی و ۱۸' ۵۶° طول خاوری در ناحیه ایران مرکزی- خاوری که تناوب غالب رسوبی آن از شیل و سیلتستون با رگه های متعددی از زغال می باشد، متفاوت است. سازند هجدک در این برش از یک طرف بر روی سازند آهکی بادامو نهشته شده است و از سوی دیگر زیر سازند آهکی پروده (طبس) و مارن های سازند بغمشاه قرار گرفته است.

Klukia crenata Vaez-Javadi, 2006 (Plate 4, Fig. 4; Text-fig. 6: 9)

Division Pteridospermophyta Johnson, 1951

Class Pteridospermopsida Pant, 1957

Order Caytoniales Pant, 1957

Family Caytoniaceae Thomas, 1925

Genus *Sagenopteris* Presl, 1838 emend. Harris, 1964

Type species: *Sagenopteris phillipsii* (Brongniart, 1824) Presl, 1838

Sagenopteris sp. cf. *S. nilssoniana* (Brongniart, 1824) Ward, 1900 (Plate 1, Fig. 5)

Division Cycadophyta Bessey, 1907

Order Cycadales Coulter & Chamberlain, 1910

Genus *Ctenis* Lindley & Hutton, 1834

Type species: *Ctenis sulcicaulis* (Phillips, 1829) Ward, 1905

Ctenis sp. cf. *C. sulcicaulis* (Phillips, 1829) Ward, 1905 (Plate 3, Fig. 3; Text-fig. 6: 3)

Genus *Nilssonia* Brongniart, 1825

Type Species: *Nilssonia brevis* Brongniart, 1825

Nilssonia sp. cf. *N. bozorga* Barnard & Miller, 1976 (Plate 3, Fig. 5, Plate 4, Fig. 7; Text-fig. 6: 2)

Nilssonia macrophylla Jacob & Shukla, 1955 (Plate 3, Fig. 1a; Plate 4, Fig. 6b)

Nilssonia tazarensis (Sadovnikov, 1991) Schweitzer, Kirchner & van Konijnenburg-van Cittert, 2000 (Plate 3, Fig. 4; Plate 4, Fig. 7)

Nilssonia tenuicaulis (Phillips, 1829) Fox-Strangways, 1892 (Plate 4, Fig. 3; Text-fig. 6: 9)

Nilssonia undulata Harris, 1932 (Plate 1, Fig. 4)

Nilssonia sp.

Division Uncertain/ ? Cycadophyta

Order Bennettitales Engler, 1892

Genus *Ptilophyllum* Morris, 1840

Type species: *Ptilophyllum acutifolium* Morris, 1840

Ptilophyllum harrisianum Kilpper, 1968 (Plate 1, Fig. 2; Text-fig. 6: 4)

Division Ginkgophyta Bessey, 1907

Order Ginkgoales Gorozhankin, 1904

Genus *Ginkgoites* Seward, 1900

Type species: *Ginkgoites obovata* (Nathorst) Seward, 1919

Ginkgoites parasingularis Kilpper, 1971 (Plate 3, Fig. 1c; Plate 4, Fig. 2; Text-fig. 6: 1)

Genus *Sphenobaiera* Florin, 1936

Type species: *Sphenobaiera spectabilis* (Nathorst) Florin, 1936

Sphenobaiera longifolia (Pomel, 1849) Florin, 1936 emend. Harris & Millington, 1974 (Plate 3, Fig. 1d; Plate 4, Figs. 1, 6a; Text-fig. 6: 7)

Division Pinophyta Cronquist, Takhtajan and Zimmermann, 1966

Order Pinales Dumortier, 1829

Genus *Elatides* Heer, 1876

Type species: *Elatides ovalis* Heer, 1876

رده‌بندی ماکروفسیل‌های گیاهی برش کالشانه

ماکروفسیل‌های گیاهی نسبتاً خوب حفظ شده‌ای از سازند هجدک در منطقه کالشانه، شمال غرب طبرستان که عمدتاً در لایه‌های سیلتستون حفظ شده بودند جمع‌آوری و برای اولین بار در این مقاله مورد مطالعه قرار گرفتند. تعداد ۱۷ گونه متعلق به ۱۱ جنس از راسته‌های مختلف اکوئی ستال‌ها، فیلیکال‌ها، کی تونیال‌ها، نیلسونیال‌ها، بتیتیال‌ها، گینکگوال‌ها و پاینال‌ها مورد شناسایی قرار گرفتند که در شکل ۶ برخی از آن‌ها ترسیم شده‌اند. تصاویر نمونه‌های فلور این برش نیز در Plates ۱ تا ۴ مرتب شده‌اند. گونه‌های شناسایی شده عبارتند از: *Equisetites* sp., *Equisetites* sp. cf. *E. beanii*, *Klukia*, *Klukia exilis*, *Coniopteris hymenophylloides*, *Nilssonia* sp. cf. *N. Ctenis* sp. cf. *C. sulcicaulis crenata*, *Nilssonia* sp. cf. *N. Nilssonia macrophylla bozorga*, *Nilssonia undulata*, *Nilssonia tenuicaulis tazarensis*, *Ginkgoites* sp., *Ptilophyllum harrisianum*, *Nilssonia* sp., *Sphenobaiera longifolia* cf. *G. parasingularis*, *Podozamites distans* و *Elatides thomasii* فلورای سازند هجدک در برش کالشانه به صورت اجمالی در زیر بیان می‌شود. به منظور کسب اطلاعات تکمیلی مربوط به سینونیمی گونه‌ها به Vaez-Javadi (2014) مراجعه شود.

Division Equisetophyta Scott, 1900

Order Equisetales Candolle ex Berchtold and Presl, 1820

Family Equisetaceae Michaux ex Candolle, 1804

Genus *Equisetites* Sternberg, 1833

Type species: *Equisetites muensteri* Sternberg, 1833

Equisetites beanii Seward, 1894 (Plate 1, Fig. 1)

Equisetites sp. (Plate 2, Fig. 4)

Division Polypodiophyta Cronquist, Takhtajan & Zimmermann, 1966

Class Leptosporangiosida Smith, 1955

Order Gleicheniales Schimper, 1869

Family Dicksoniaceae Bower, Orig. Land, 1908

Genus *Coniopteris* Brongniart, 1849

Type species: *Coniopteris murrayana* (Brongniart 1835) Brongniart, 1849

Coniopteris hymenophylloides (Brongniart, 1828) Seward, 1900 (Plate 2, Figs. 3, 6, 7; Text-fig. 6: 6)

Family Schizaeaceae Bower, 1935

Genus *Klukia* Raciborski, 1890

Type species: *Klukia exilis* (Phillips, 1829) Raciborski, 1890

Klukia exilis (Phillips, 1829) Raciborski, 1890 (Plate 2, Figs. 1, 5; Plate 3, Fig. 2; Text-fig. 6: 5, 8)

Coniopteris hymenophylloides-*Nilssonia feriziensis* Assemblage zone می‌باشد (واعظ جوادی ۱۳۹۳).

سازند دانسیریت از گروه شمشک در منطقه رودبارک، ۶۱ کیلومتری شمال خاور سمنان نیز از گسترش خوبی برخوردار می‌باشد. تعداد ۲۰ گونه ماکروفسیل گیاهی متعلق به ۱۶ جنس از راسته‌های اکوئی ستال‌ها، ماراسیال‌ها، فلیکال‌ها، بتیتال‌ها، سیکادال‌ها، کوریتوسپرما‌ها، کی‌تونیا‌ها، چکانوسکیال‌ها، گینگگوآل‌ها و پاینال‌ها از این سازند مورد شناسایی قرار گرفت (Vaez-Javadi 2011). دو زیست‌زون در این سازند تشخیص داده شد که عبارتند از: زیست‌زون تجمع‌ی *Equisetites beanii*-*Ptilophyllum minor* و بیوزون تاکسون رنج‌زون *Nilssonia sarakhs* Taxon Range zone. در این مطالعه پیشنهاد می‌شود که یک زیست‌زون اصلی تجمع‌ی به نام *Coniopteris hymenophylloides*-*Equisetites beanii* Assemblage biozone در نظر گرفته شود و زیست‌زون‌های قبلی را تا حد زیرزیست‌زون تقسیم‌بندی نماییم. گروه شمشک در منطقه بلده نیز گسترش بسیار خوبی دارد. تعداد ۲۲ گونه ماکروفسیل گیاهی متعلق به ۱۴ جنس از راسته‌های مختلفی نظیر اکوئی ستال‌ها، فلیکال‌ها، بتیتال‌ها، سیکادال‌ها، چکانوسکیال‌ها و پاینال‌ها از سازندهای شیرین‌دشت و دانسیریت تشخیص داده شد. دو زیست‌زون تجمع‌ی (Assemblage zone) مورد شناسایی قرار گرفت. زیست‌زون تجمع‌ی I با اولین حضور گونه (مرز زیرین) *Ptilophyllum minor* و (مرز بالایی) اولین حضور *Klukia exilis* زیست‌زون تجمع‌ی II با اولین حضور گونه *Coniopteris hymenophylloides* و آخرین حضور گونه *Ptilophyllum harrisianum* تعیین می‌شود. زیست‌زون I متعلق به سازند شیرین‌دشت و زیست‌زون II متعلق به سازند دانسیریت تشخیص داده شد (واعظ جوادی و عباسی ۱۳۹۱).

Elatides thomasii Harris, 1979 (Plate 2, Fig. 2; Plate 3, 1b)

Genus *Podozamites* Braun, 1843

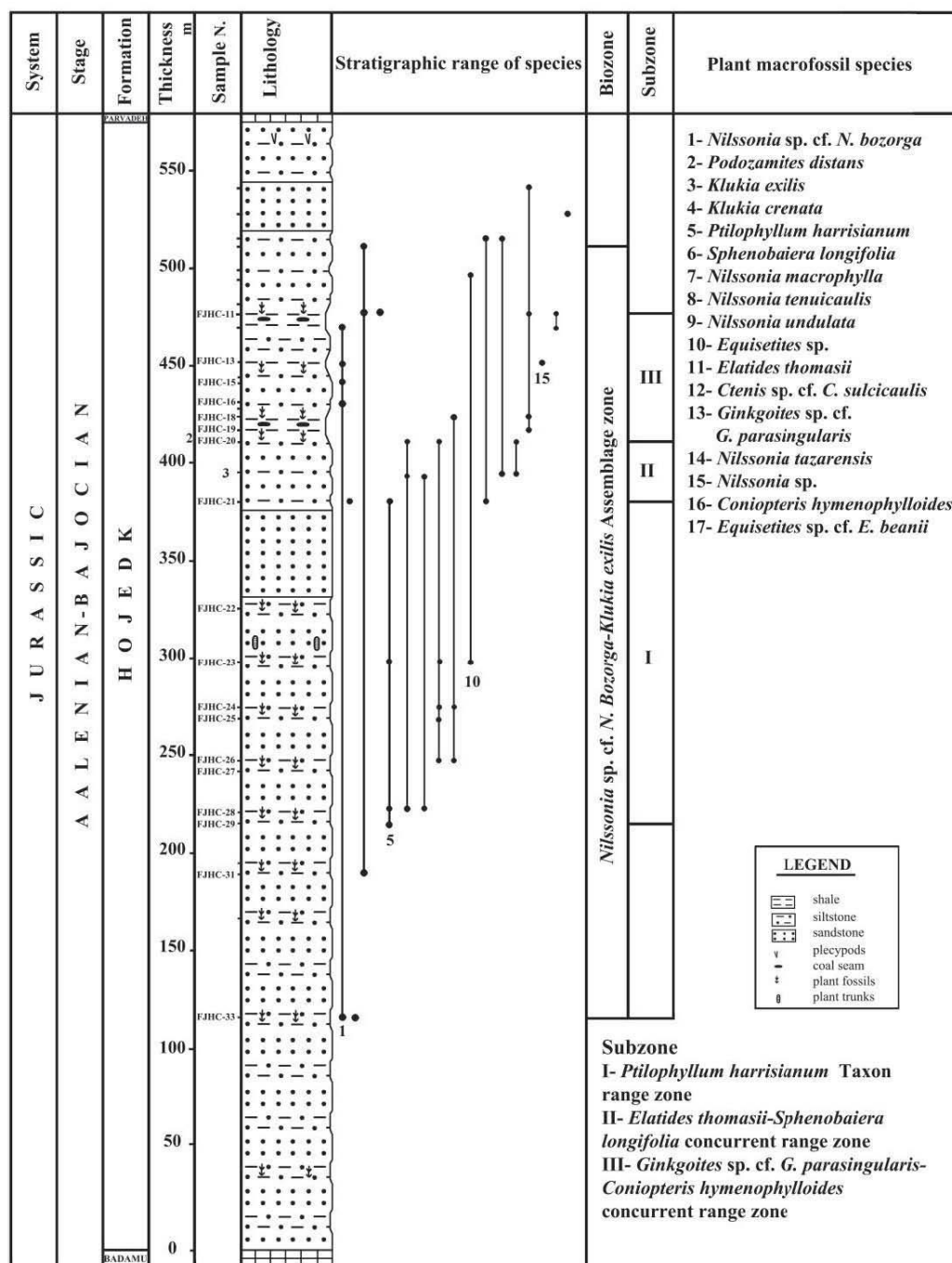
Type species: *Podozamites distans* (Presl, 1838) Braun, 1843

Podozamites distans (Presl, 1838) Braun, 1843 (Plate 4, Fig. 8)

زیست چینه‌نگاری سازند هجدک برش کالشانه و تطابق آن

با سایر برش‌های ایران

رسوبات ژوراسیک میانی سازند هجدک را می‌توان از منظر انتشار چینه‌شناسی ماکروفسیل‌های گیاهی آن به یک زیست‌زون تجمع‌ی با نام *Nilssonia* sp. cf. *N. bozorga*-*Klukia exilis* Assemblage zone تقسیم نمود (شکل ۳). به علاوه، سه زیر زیست‌زون نیز در محدوده این رسوبات قابل پیشنهاد می‌باشند که به ترتیب از پایین به بالا عبارتند از: زیر زیست‌زون I- *Ptilophyllum harrisianum* Taxon Range zone، زیر زیست‌زون II- *Elatides thomasii*-*Sphenobaiera longifolia* Concurrent Range zone و زیر زیست‌زون III- *Ginkgoites* sp. cf. *G. parasingularis*-*Coniopteris hymenophylloides* Concurrent Range zone. لازم به تأکید است که زیست چینه‌نگاری صورت گرفته با توجه به محدوده اولین حضور مشاهده شده (First Observed Occurrence /FOO) گونه یا گونه‌ها و آخرین حضور مشاهده شده (Last Observed Occurrence/LOO) آن گونه یا سایر گونه/گونه‌ها انجام شده است. انتخاب گونه‌ها سلیقه‌ای نبوده بلکه با تأکید بر انتشار، اهمیت چینه‌شناسی و بوم‌شناختی آن‌ها صورت پذیرفته است. بیوزون تجمع‌ی رسوبات ژوراسیک برش کالشانه قابل تطابق و مقایسه با بیوزون تجمع‌ی معرفی شده از سازند هجدک در منطقه کوچکعلی شمالی واقع در حدود ۷۰ کیلومتری باختر طبرستان می‌باشد. سازند هجدک در منطقه کوچکعلی شمالی دربردارنده یک زیست‌زون تجمع‌ی به نام *Klukia exilis*-*Nilssonia macrophylla* Assemblage zone و چهار زیر زیست‌زون به ترتیب از پایین به بالا به نام‌های ۱- *Sagenopteris nilssoniana*-*Equisetites columnaris* Concurrent Range zone، ۲- *Equisetites beanii*-*Ptilophyllum harrisianum* Concurrent Range zone، ۳- *Ginkgoites huttonii* Taxon Range zone و ۴-



شکل ۳- زیست چینه‌نگاری سازند هجدک در برش کالشانه.

تشخیص داده شد که عبارتند از: *Nilssonina rigida* و *Nilssonina ferziensis* زیست زون *Klukia exilis* با عنایت به این نکته که گونه‌های شاخص ژوراسیک میانی از قبیل *Coniopteris*

رسوبات سازند بازه حوض در منطقه بینالود نیز دربردارنده افق‌های فسیل گیاهی می‌باشد. تعداد ۱۸ گونه متعلق به ۱۱ جنس مورد شناسایی قرار گرفت (Vaez-Javadi & Allameh 2015). دو زیست زون تجمعی در برش بازه حوض

در *Equisetites beanii* و *Klukia exilis hymenophylloides* تمامی پهنه ایران زمین از البرز تا کرمان و طبس در خلال بازه زمانی آلئین - باژوسین گسترش داشته‌اند، یک زیست زون تجمع، با مرزهای مشخص خاطر نشان می‌گردد.

منطقه کالشانه

[illegible]

بررسی فراوانی نسبی فلور کالشانه

فراوانی نسبی جنس‌ها و راسته‌های ماکروفسیل گیاهی در این مطالعه مورد توجه قرار گرفت زیرا چگونگی پراکنش و توزیع فلور فسیلی این منطقه با به‌دست آمدن آمار حاصله از دقت

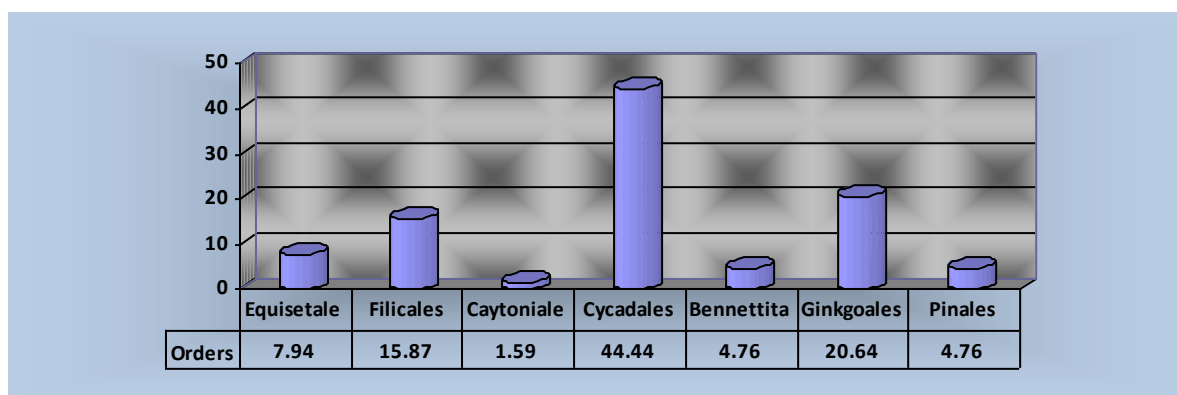
بیشتری برخوردار می‌شود. بررسی فراوانی نسبی فلور این منطقه بر پایه ۶۳ نمونه فسیل جمع‌آوری شده صورت می‌گیرد که در جدول ۲ و نمودارهای شکل‌های ۴ و ۵ مرتب شده‌اند.

جدول ۲- فراوانی نسبی جنس‌ها و راسته‌های ماکروفسیل‌های گیاهی جمع‌آوری شده از برش کالشانه.

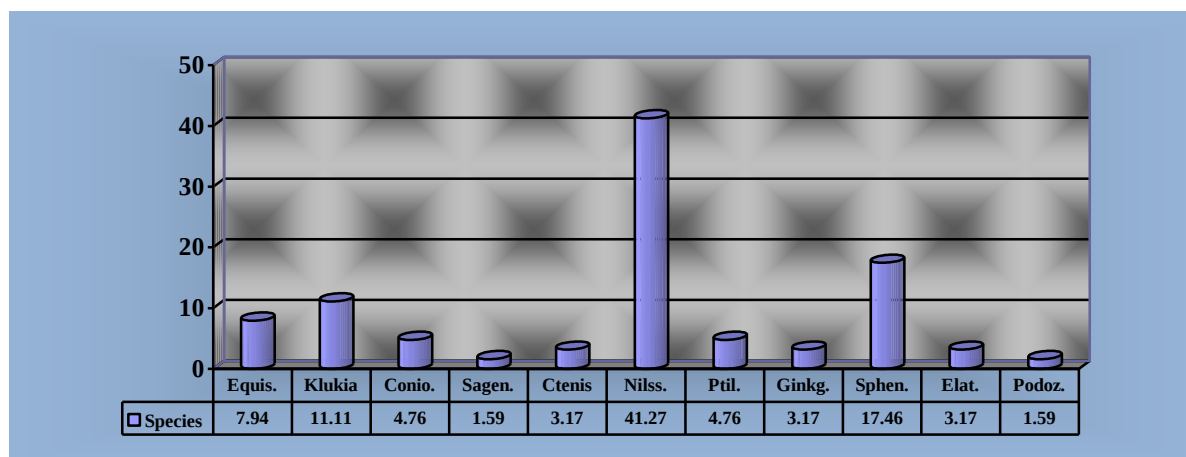
اسامی راسته‌ها	تعداد	درصد فراوانی نسبی، %	اسامی جنس‌ها	تعداد	درصد فراوانی نسبی، %
Equisetales	۵	۷/۹۴	<i>Equisetites</i>	۵	۷/۹۴
Filicales	۱۰	۱۵/۸۷	<i>Klukia</i>	۷	۱۱/۱۱
			<i>Coniopteris</i>	۳	۴/۷۶
Caytoniales	۱	۱/۵۹	<i>Sagenopteris</i>	۱	۱/۵۹
Cycadales	۲۸	۴۴/۴۴	<i>Ctenis</i>	۲	۳/۱۷
			<i>Nilssonia</i>	۲۶	۴۱/۲۷
Bennettitales	۳	۴/۷۶	<i>Ptilophyllum</i>	۳	۴/۷۶
Ginkgoales	۱۳	۲۰/۶۴	<i>Ginkgoites</i>	۲	۳/۱۷
			<i>Sphenobaiera</i>	۱۱	۱۷/۴۶
Pinales	۳	۴/۷۶	<i>Ealtides</i>	۲	۳/۱۷
			<i>Podozamites</i>	۱	۱/۵۹

بر اساس فراوانی نسبی به‌دست آمده راسته‌های نیلسونیا، گینکگوآل‌ها، فیلیکال‌ها و اکوئی‌ستال‌ها به ترتیب با فراوانی نسبی ۴۴/۴۴، ۲۰/۶۴، ۱۵/۸۷ و ۷/۹۴ بیشترین حضور را در مجموعه پوشش گیاهی بازه زمانی ژوراسیک

میانی در منطقه کالشانه داشته‌اند. جنس‌های نیلسونیا، سفنوبایرا، کلوکیا و اکوئی‌ستایتس به ترتیب با فراوانی نسبی ۴۱/۲۷، ۱۷/۴۶، ۱۱/۱۱ و ۷/۹۴ بیشترین حضور را در این منطقه داشته‌اند (شکل‌های ۴ و ۵).



شکل ۴- نمودار فراوانی نسبی راسته‌های ماکروفسیل گیاهی منطقه کالشانه.



شکل ۵- نمودار فراوانی نسبی جنس‌های ماکروفسیل گیاهی منطقه کالشانه.

تحلیل تراز گیاهی و آب و هوای دیرینه فلورای کالشانه

به منظور تحلیل وضعیت آب و هوایی این بازه زمانی بر مبنای فلورای به‌دست آمده ابتدا پیشینه نظرات ارائه شده در زمینه 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. Vakhrameev (1991) در کتاب خود به جمع‌بندی فلورای مطالعه شده از تمامی نیمکره شمالی پرداخت. وی صرفاً بر پایه جنس برگ‌های گزارش شده نواحی فیتوگوریای موجود در خلال دوره‌های ژوراسیک و کرتاسه را از شمال به جنوب به چهار ناحیه یا منطقه اصلی تقسیم نمود که عبارتند از: ۱- ناحیه سبیریایی - کانادایی؛ ۲- ناحیه اروپایی - سینیایی؛ ۳- ناحیه استوایی و ۴- ناحیه جنوبی یا اُسترآل. این نواحی با کمربندهای آب و هوایی نسبتاً گرم، نیمه گرمسیری (نیمکره شمالی) و گرمسیری و نیمه گرمسیری (نیمکره جنوبی) تعیین می‌شوند. وی خاطر نشان می‌سازد که ماکروفسیل‌های گیاهی به‌دست آمده از اوراسیا حاکی از آن هستند که در مقایسه با ژوراسیک پایانی و کرتاسه آغازی، دوره‌ها یا اپوک‌های ژوراسیک آغازی و میانی به لحاظ آب و هوا کمتر تفکیک گردیده‌اند و عموماً نشان‌دهنده میزان بالای رطوبت و شیب یا گرادیان دمایی پائین‌تری هستند. چنین یکنواختی و همگنی ترکیب فلور در مناطق گسترده‌ای در خلال این بازه‌های

زمانی، بیانگر روند تکاملی آهسته‌ای در مجموعه گیاهی می‌باشد. وخرمیف (۱۹۹۱) ناحیه اروپایی - سینیایی یا یوروسینین را که از غرب و جنوب اروپا تا سراسر نیمه جنوبی اروپایی شوروی سابق و آسیای مرکزی و جنوب چین تا ساحل اقیانوس اطلس گسترش داشته است، به سه ایالت یا اقلیم (Province) تقسیم می‌نماید. این ایالات عبارتند از: ۱- ایالت اروپایی؛ ۲- ایالت آسیای میانه و ۳- ایالت آسیای شرقی. همچنین، وی ایالت آسیای میانه به سه زیراقلیم یا زیرایالت (sub-province) قابل تقسیم می‌داند: ۱- زیراقلیم ماوراء خزری؛ ۲- زیراقلیم هیسارو ۳- زیراقلیم فرگانا. وی همچنین تأکید می‌نماید که گونه *Klukia exilis* یک گونه شاخص برای ژوراسیک میانی آسیای میانه تا انگلستان در باژوسین می‌باشد. وی امکان متناسب دانستن فلور شمال (البرز) و جنوب شرق ایران را به زیراقلیم ماوراء خزری که در بخش جنوبی آن استقرار یافته است را اظهار می‌دارد. داده‌های وخرمیف ایران تنها بر پایه مقالات منتشر شده توسط Sadochnikov و Kilpper (1964)، Barnard (1965, 1967) و Poliansky et al. (1975) و (1976) بوده است در حالی که هم اکنون از یک طرف مقالات بی‌شمار دیگری منتشر شده و اطلاعات ذی‌قیمتی فراهم گردیده و از طرف دیگر روش‌های تحلیل داده‌ها نیز بهبود یافته است.

ریز و همکاران (۲۰۰۰) توانستند یک سیستم دو متغیره همزمان را بر مبنای دو محور جنس و مکان طراحی نمایند. نتایج دسته‌بندی و مرتب‌سازی ۵۷ جنس برگ فسیل ژوراسیک آغازی از ۱۹۶ مکان در نیمکره شمالی به این امر منتج گردید که انواع سیکادوفیت‌ها و کونی‌فرهای ریزبرگ (*microphyll*) در یک سمت و مخروطیان بزرگ برگ (*macrophyll*) و گینکگوفیت‌ها در سمت دیگر جدول مرتب شدند. آن‌ها برای بیان عددی وضعیت آب و هوایی به هر جنس نمره‌ای تخصیص دادند به طوری که جنس زامیت با نمره صفر مبین نزدیکی به استوا یا محدوده آب و هوای گرمسیری است و جنس رافلیا با نمره ۱۰۰ در انتهای دیگر محدوده آب و هوایی و مدار جغرافیایی یعنی آب و هوای سرد یا خنک و عرض جغرافیایی بالاتر از ۶۰ درجه گسترش داشته است. بدین ترتیب، گیاهان این دو گروه ندرتاً به طور همزمان و در یک محل حضور داشته‌اند. این موضوع منتج به این نتیجه گردید که ریخت‌شناسی برگ‌های فسیلی با آب و هوا مرتبط است به گونه‌ای که اشکال با برگ کوچک اندازه اعم از سیکادوفیت‌ها و کونی‌فرها غالباً دارای کوتیکول‌های ضخیم بوده و با محیط‌های خشک و گرم سازگار شده‌اند در مقابل برگ‌های خزان‌پذیر کونی‌فرها و گینکگوفیت‌ها با شرایط فصل سرد و یا تاریک سازگاری یافته‌اند. سایر گروه‌های گیاهی نظیر سفنوفیت‌ها، سرخس‌ها و سیکادوفیت‌های بزرگ برگ در میانه جدول قرار گرفته و به جرأت می‌توان گفت که تعداد اندکی از آن‌ها تحمل تنش‌های آبی را داشته‌اند. سپس با میانگین‌سازی مقیاس (از صفر تا صد) برای ۳۲ جنس متداول در هر سه فاصله (*interval*) زمانی نهایتاً یک «تراز گیاهی» به‌دست آمد. بدین‌سان، مشخص گردید که سیکادوفیت‌ها و کونی‌فرهای میکروفیل دارای نمرات پایین بوده‌اند در حالی که کونی‌فرهای بزرگ برگ و گینکگوفیت‌ها از نمرات بالاتری برخوردار گردیدند.

سرخس‌هایی نظیر *Todites*, *Cladophlebis*, *Coniopteris* و سیکادوفیت‌های بزرگ برگ در مرکز و میانه این تراز در امتداد جنس‌های سفنوفیت از قبیل *Equisetites* قرار می‌گیرند. بر اساس برقراری تراز گیاهی مطابق این روش میانگین عددی نمره تراز گیاهی (*Floral Gradient*) مجموع ماکروفیل‌های گیاهی برش کالشانه عدد ۵۸/۵ را به‌دست می‌دهد (جدول ۳) که بیانگر وضعیت میانه‌ای در جدول و حاکی از آب و هوایی معتدل و نیمه گرمسیری و یا ارتفاع بالاتر نسبی (با توجه به فراوانی نسبی سیکادال‌ها و گینکگوآل‌ها) این نقطه جغرافیایی بوده است. لازم به ذکر است که منطقه طبرستان (امروزه در عرض جغرافیایی ۳۳-۳۴ درجه قرار داشته و دارای آب و هوای خشک و کم بارش می‌باشد) بنابر نظر سیدامامی و همکاران (۲۰۰۴) در محدوده زمانی ژوراسیک میانی-پسین با حوضه کرمان یک بلوک با عنوان «ریزقاره ایران مرکزی» را تشکیل می‌داده است. این بلوک در خلال مزوزوئیک به بلوک ایران می‌پیوندد و سرزمین یکپارچه‌ای را تشکیل می‌دهد. نمره تراز گیاهی به‌دست آمده در چاه شماره ۱۶۹ کوچکعلی عدد ۵۶/۲ و نمره تراز گیاهی مزینو واقع در ۸۲ کیلومتری باختر طبرستان با مختصات ۲۱' ۳۳° عرض شمالی و ۹' ۵۶° طول خاوری با عدد ۵۵/۸ مشابهت زیاد آب و هوایی این سه منطقه را نشان می‌دهد. مناطق بلده (واعظ جوادی و عباسی ۱۳۹۱) و رودبارک (Vaez-Javadi 2011) که امروزه از یک طرف در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه شمالی قرار داشته و از طرف دیگر در ارتفاع بالاتری نسبت به طبرستان قرار دارند تراز گیاهی معتدل‌تری (به طور فصلی خنک) را به ترتیب با نمره تراز ۶۳/۴ و ۶۵/۲ نشان می‌دهند. نشانه این امر هم حضور جنس برگ‌های بسیاری از گینکگوفیت‌ها می‌باشد هر چند که در تمامی این مناطق رطوبت نسبی هوا کماکان بالا بوده است.

جنس	نمره	عرض جغرافیایی				
		۳۳ ۱۷ کوچکعلی	۳۳ ۲۱ مزینو	۳۴ ۷ کالشانه	۳۶ ۲ رودیبارک	۳۶ ۱۴ بلده
<i>Raphaelia</i>	۱۰۰					
<i>Lycopodites</i>	۹۱					
<i>Phoenicopsis</i>	۸۹					
<i>Czekanowskia</i>	۸۷				*	*
<i>Desmiophyllum</i>	۸۵				*	
<i>Pityophyllum</i>	۸۴				*	
<i>Sphenobaiera</i>	۸۱		*	*	*	*
<i>Ginkgo</i>	۷۸	*		*		
<i>Taxocladus</i>	۷۸					
<i>Baiera</i>	۷۸					
<i>Hausmannia</i>	۷۷					
<i>Pseudotorellia</i>	۷۶					
<i>Equisetites</i>	۷۶	*	*	*	*	*
<i>Podozamites</i>	۷۲	*	*	*	*	*
<i>Coniopteris</i>	۷۲	*	*	*	*	*
<i>Cladophlebis</i>	۷۰	*	*		*	*
<i>Anomozamites</i>	۶۴	*				
<i>Ctenis</i>	۶۰	*		*		
<i>Elatides</i>	۵۷	*	*	*		
<i>Nilssonina</i>	۵۵	*	*	*	*	*
<i>Elatocladus</i>	۵۲	*				
<i>Todites</i>	۵۲	*	*			
<i>Sphenopteris</i>	۵۱					
<i>Taeniopteris</i>	۵۰					
<i>Pterophyllum</i>	۴۵	*	*		*	*
<i>Pagiophyllum</i>	۲۸					
<i>Sagenopteris</i>	۲۱	*	*	*		
<i>Pachypteris</i>	۱۷					
<i>Ptilophyllum</i>	۱۳	*	*	*	*	*
<i>Brachyphyllum</i>	۹					
<i>Otozamites</i>	۹					
<i>Zamites</i>	۰					
نمره میانگین		۵۶.۲	۵۵.۸	۵۸.۵	۶۵.۲	۶۳.۴

جدول ۳- هم ترازای جنس‌های شاخص با عرض جغرافیایی و نمره تراز محل آن.

نتیجه

حضور گونه‌های شاخص *Coniopteris hymenophylloides*، *Klukia exilis* و *Elatides thomasi* سن آالنین- باژوسین برای این مجموعه فسیلی خاطرنشان می‌گردد. یک زیست زون تجمعی به نام *Nilssonina* sp. cf. *N. bozorga-Klukia* *exilis* Assemblage zone و سه زیر زیست زون به ترتیب از پایین به بالا به نام‌های ۱- زیر زیست زون *Ptilophyllum* ۲- زیر زیست زون *harrisianum* Taxon Range zone ۳- زیر زیست زون *Elatides thomasi-Sphenobaiera longifolia* Concurrent Range zone و ۴- زیر زیست زون *Ginkgoites* sp. cf. *G. parasingularis-Coniopteris hymenophylloides*

سازند هجدک در منطقه کالشانه گسترش خوبی دارد. این سازند دربردارنده ماکروفسیل‌های گیاهی نسبتاً خوب حفظ شده‌ای است که برای اولین بار در این مطالعه مورد شناسایی قرار گرفتند. یک ستون چینه‌شناسی از این سازند برداشت گردید و زیست چینه‌نگاری آن انجام شد. تعداد ۱۷ گونه ماکروفسیل گیاهی متعلق به ۱۱ جنس از راسته‌های مختلف اکوئی‌ستال‌ها، فلیکال‌ها، کی‌تونیا‌ها، نیلسونیا‌ها، بتیتال‌ها، گینکگوال‌ها و پاینال‌ها مورد شناسایی قرار گرفتند. با توجه به

واعظ جوادی، ف.، ۱۳۸۷، ماکروفسیل‌های گیاهی ایران: انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، تهران، ۲۳۶ ص.

واعظ جوادی، ف. و ع. پورلطیفی، ۱۳۸۳، معرفی چند ماکروفسیل گیاهی از گل‌مکان، شمال خاور ایران: فصلنامه علوم زمین، انتشارات سازمان زمین‌شناسی، ش ۵۱-۵۲، ص ۹۸-۱۰۷.

واعظ جوادی، ف.، ۱۳۹۱، ماکروفسیل‌های گیاهی منطقه تیار، جنوب آمل، تعیین سن و تطابق آن با سایر افق‌های گیاهی ایران: فصلنامه علوم زمین، انتشارات سازمان زمین‌شناسی، ش ۸۳، ص ۲۳۷-۲۲۹.

واعظ جوادی، ف. و ن. عباسی، ۱۳۹۱، معرفی ماکروفسیل‌های منطقه بلده (البرز مرکزی)، تعیین سن و بیوستراتیگرافی آن‌ها: نشریه پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، دوره ۲۸، ش ۴۸ (۳)، ص ۶۴-۳۷.

واعظ جوادی، ف.، ۱۳۹۳، بیوستراتیگرافی رسوبات ژوراسیک میانی کوچکعلی، طبس و معرفی بیوزون فراگیر *Coniopteris hymenophylloides-Klukia exilis* در گستره ایران: سی و سومین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران.

Alavi, M. and G. Barale, 1970, Étude préliminaire de la flore de la formation de Shemshak dans la region de Djam: Bulletin de la Société Linnean de Lyon, v. 39 (8), p. 241-252.

Assereto, R., 1966, The Jurassic Shemshak Formation in Central Elburz (Iran): Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, v. 72 (4), p. 1133-1182.

Barnard, P.D.W., 1965, The geology of the upper Djadgerud and Lar valleys (North Iran) II. Palaeontology. Flora of the Shemshak Formation Part 1. Liassic plants from Dorud: Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, v. 71 (4), p. 1123-1168.

Barnard, P.D.W., 1967, The geology of the upper Djadgerud and Lar valleys (North Iran) II. Palaeontology. Flora of the Shemshak Formation Part 2. Liassic plants from Shemshak and Ashtar: Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, v. 73 (2), p. 539-588.

Concurrent Range zone تعیین گردید. زیست زون تجمعی رسوبات ژوراسیک میانی برش کالشانه قابل تطابق و مقایسه با بیوزون تجمعی معرفی شده از سازند هجدک در منطقه کوچکعلی شمالی، جنوب باختر طبس و سایر زیست زون‌های هم ارز در این بازه زمانی می‌باشد. بر اساس برقراری تراز گیاهی، میانگین عددی نمره تراز گیاهی (Floral Gradient) مجموع ماکروفسیل‌های گیاهی برش کالشانه عدد ۵۸/۵ به‌دست آمد. این عدد قابل مقایسه با نمره تراز گیاهی به‌دست آمده از چاه شماره ۱۶۹ کوچکعلی طبس با عدد ۵۶/۲ و مزینو با عدد ۵۵/۸ مشابهت زیاد آب و هوایی این سه منطقه را نشان داده که بیانگر وضعیت میانه‌ای در جدول و حاکی از آب و هوایی مرطوب و نیمه گرمسیری تا معتدل و یا با ارتفاع نسبی بالاتر (با توجه به فراوانی نسبی سیکادال‌ها و گینکگوال‌ها) در این نقطه جغرافیایی بوده است.

منابع

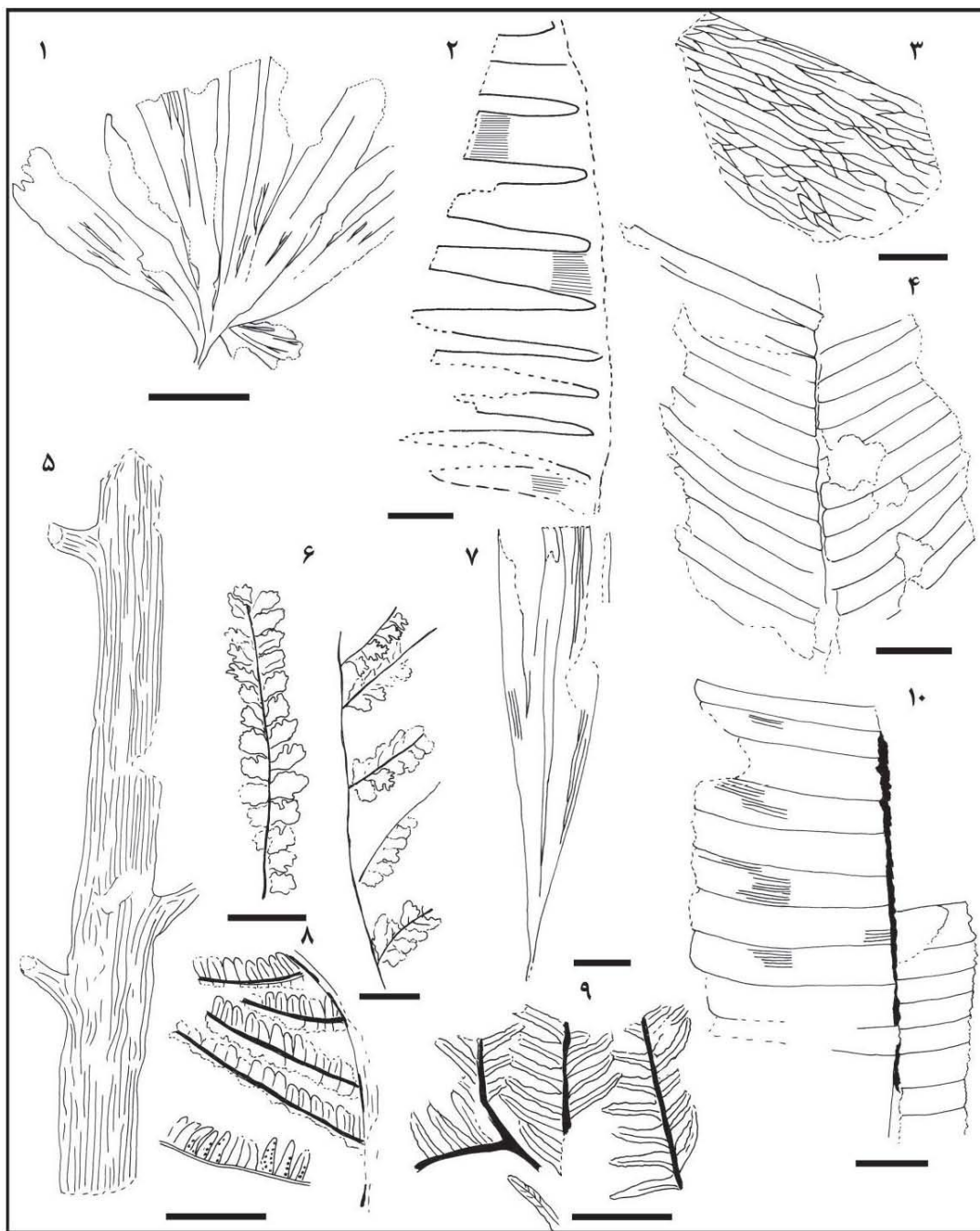
آقاباتی، س. ع.، ۱۳۷۷، چینه‌شناسی ژوراسیک ایران، جلد اول: انتشارات سازمان زمین‌شناسی ایران، تهران، ۳۵۵ ص.

سعادت نژاد، ج. ع. قادری و ن. نعیمی قصابیان، ۱۳۸۸، مطالعه و معرفی ماکروفسیل‌های گیاهی توآرسین باژوسین منطقه گراخک شاندیز، شمال خاور ایران: رخساره‌های رسوبی، جلد ۲، ش ۲، ص ۲۰۳-۱۷۳.

سیدامامی، ک. ف. فورزیش و م. ویلمسن، ۱۳۸۴، یافته‌های تازه پیرامون سیستم ژوراسیک در شمال بلوک طبس (خاور ایران مرکزی): فصلنامه علوم زمین، انتشارات سازمان زمین‌شناسی، ش ۵۷، ص ۹۷-۷۸.

محمودی، ع.، ۱۳۸۱، گزارش نهایی اکتشاف و زمین‌شناسی معدن ذغال‌سنگ کالشانه: گزارش داخلی و برای پروانه شماره ۳۱۲۷۲.

- Schweitzer, H.J. and M. Kirchner, 1998, Die rhätjurassischen Floren des Iran und Afghanistans. 11. Pteridospermophyta und Cycadophyta I. Cycadales: *Palaeontographica B*, v. 248 (1-3), p. 1-85.
- Schweitzer, H.J. and M. Kirchner, 2003, Die rhätjurassischen Floren des Iran und Afghanistans 13. Cycadophyta. III. Bennettitales: *Palaeontographica B*, v. 264 (1-6), p. 1-166.
- Schweitzer, H. J., J.H.A. van Konijnenburg-van Cittert and J. van Der Burg, 1997, The Rhaeto-Jurassic flora of Iran and Afghanistan. 10. Bryophyta, Lycophyta, Sphenophyta, Pterophyta-Eusporangiate and Protileptosporangiate: *Palaeontographica B*, v. 243, p. 103-192.
- Schweitzer, H.J., U., M. Kirchner and J.H.A. van Konijnenburg-van Cittert, 2000, The Rhaeto-Jurassic flora of Iran and Afghanistan. 12. Cycadophyta II. Nilssoniales: *Palaeontographica B*, v. 279 (1-6): 1-108.
- Schweitzer, H.J., U. Schweitzer, M. Kirchner, J.H.A. van Konijnenburg-van Cittert, J. van der Burgh and R. A. Ashraf, 2009, The Rhaeto-Jurassic flora of Iran and Afghanistan. 14. Pterophyta, Leptosporangiateae: *Palaeontographica B*, v. 279 (1-6), p. 1-108.
- Seyed-Emami, K., F.T. Fürsich and M. Wilmsen, 2004, Documentation and significance of tectonic events in the northern Tabas Block (East-Central Iran) during the Middle and Late Jurassic: *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, v. 110 (1), p. 163-171.
- Tipper, G.H., 1921, The geology and mineral resources of eastern Persia: *Record of Geological Survey of India*, v. 53 (1), p. 51-80.
- Vaez-Javadi, F., 2011, Middle Jurassic flora from the Dansirit Formation of the Shemshak Group, Alborz, north Iran: *Alcheringa*, v. 35 (1), p. 77-102.
- Vaez-Javadi, F., 2014, Triassic and Jurassic floras and climate of central-east Iran: *Geological Survey of Iran, Rahi Pub.*, 254 p.
- Vaez-Javadi, F. and M. Allameh, 2015, Biostratigraphy of the Bazehowz Formation at its Type section, SW Mashhad based on plant macrofossils: *Geopersia*, v. 5 (1), p. 27-44.
- Vakhrameev, V.A., 1991, Jurassic and Cretaceous floras and climates of the Earth: Cambridge University Press, Great Britain, 318 p.
- Wilmsen, M., F.T. Fürsich, and J. Taheri, 2009, The Shemshak Group (Lower-Middle Jurassic) of the Binalud Mountains, NE Iran: stratigraphy, depositional environments and geodynamic implications: *Geological Society of London, Special Publications*, v. 312, p. 175-188.
- Beckett, P.H., 1956, Coal deposits near Kerman, South Persia: *Economic Geology*, v. 51, p. 197-198.
- Corsin, P., and G. Stampfli, 1977, La formation de Shemshak dans l'Elburz oriental (Iran) flore - stratigraphie – paléogéographie: *Geobios*, v. 10, p. 509-571.
- Fakhr, M.S., 1977, Contribution a l'étude de la flore Rhéto – Liasique de la formation de Shemshak de l'Elbourz (Iran): *Mémoire de Section de Science*, v. 5, p. 1-178, Paris.
- Fürsich, F.T., M. Wilmsen, and K. Seyed-Emami, 2009, Lithostratigraphy of the Upper Triassic-Middle Jurassic Shemshak Group of northern Iran: *Geological Society London, Special Publications*, v. 312, p. 120-160.
- Kilpper, K., 1964, Über eine Rät/Lias-Flora aus dem nördlichen Abfall des Albus Gebirges in Nord-Iran. Teil 1: Bryophyta und Pteridophyta: *Palaeontographica B*, v. 114, p. 1-78.
- Kilpper, K., 1968, Einige Bennettiteen-Blätter aus dem Lias von Karmozd-Zirab: *Journal of the Linnean Society (Botany)*, v. 61, p. 129-135.
- Kilpper, K., 1971, Über eine Rät/Lias-Flora aus dem nördlichen Abfall des Albus-Gebirges in Nord-Iran. Teil II: Ginkgophyten-Belaubungen: *Palaeontographica B*, v. 133 (4-6), p. 89-102.
- Polyansky, B.V., D.S. Safronov, & T.A. Sykstel, 1975, Upper Triassic and Jurassic deposits of South-Eastern Iran (Kerman Area): *Bulletin of MOIP. Otd. Geology*, v. 50 (6), 5-15. (In Russian)
- Rees, P.Mc.A., A.M. Ziegler, and P.J. Valdes, 2000, Jurassic phytogeography and climates: new data and modern comparisons. In: Huber, B.T., Macleod, K.G., Wing, S.L. (Eds.), *Warm Climates in Earth History*: Cambridge University Press, Cambridge, p. 297-318.
- Sadovnikov, G., 1976, The Mesozoic flora of Alborz and central Iran and its stratigraphic importance: *National Iran Steel Company of Iran, Tehran*, 118 p., 13 pls.
- Sadovnikov, G.N., 1984, Die Flora der Kohleformation des Elburs. III. Gheslakh-Flora, Atlas: *Akademii Nauk SSSR, Institute of Geology*, N 839-84 Dep., 83 p. (In Russian)
- Sadovnikov, G.N., 1991, On some gymnosperms from the late Triassic of North Iran: *Paleontological Journal*, v. 4, p. 95-106. (In Russian)
- Schweitzer, H.J. and M. Kirchner, 1995, Die rhätjurassischen Floren des Iran und Afghanistans. 8. Ginkgophyta: *Palaeontographica B*, v. 237 (1-3), p. 1-58.
- Schweitzer, H. J. and M. Kirchner, 1996, Die rhätjurassischen Floren des Iran und Afghanistans. 9. Coniferophyta: *Palaeontographica B*, v. 238 (4-6), p. 77-139.



شکل ۱-۶ -۱ *Ginkgoites* sp. cf. *G. parasingularis* -۲ *Nilssonia* sp. cf. *N. bozorga* -۳ *Ctenis* sp. cf. *C. sulcicaulis* -۴ *Ptillophyllum harrisianum* -۵ و ۸ -*Klukia exilis* -۶ *Coniopteris hymenophylloides* -۷ *Sphenobaiera longifolia* -۸ *Klukia crenata* -۹ *Nilssonia tenuicaulis*. میله مقیاس برابر یک سانتیمتر است.

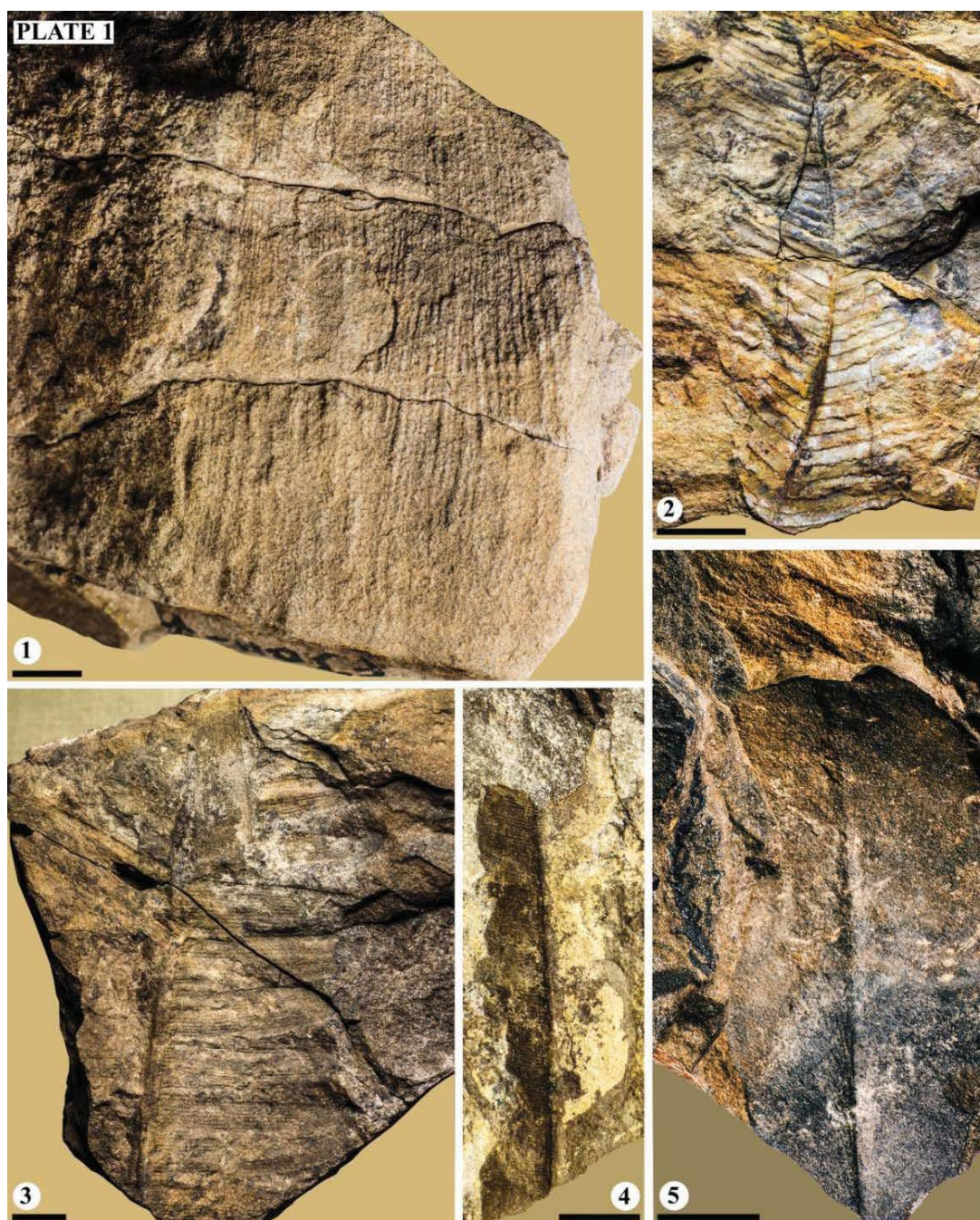


PLATE 1- Fig. 1- *Equisetites beanii*, FJHC-7; Fig. 2- *Ptilophyllum harrisianum*, FJHC-23; Fig. 3- *Nilssonsonia tazarensis*, FJHC-11a; Fig. 4- *Nilssonsonia undulata*, FJHC-18; Fig. 5- *Sagenopteris* sp. cf. *S. nilssonsoniana*, FJHC-4. Scale bars= 1 cm.

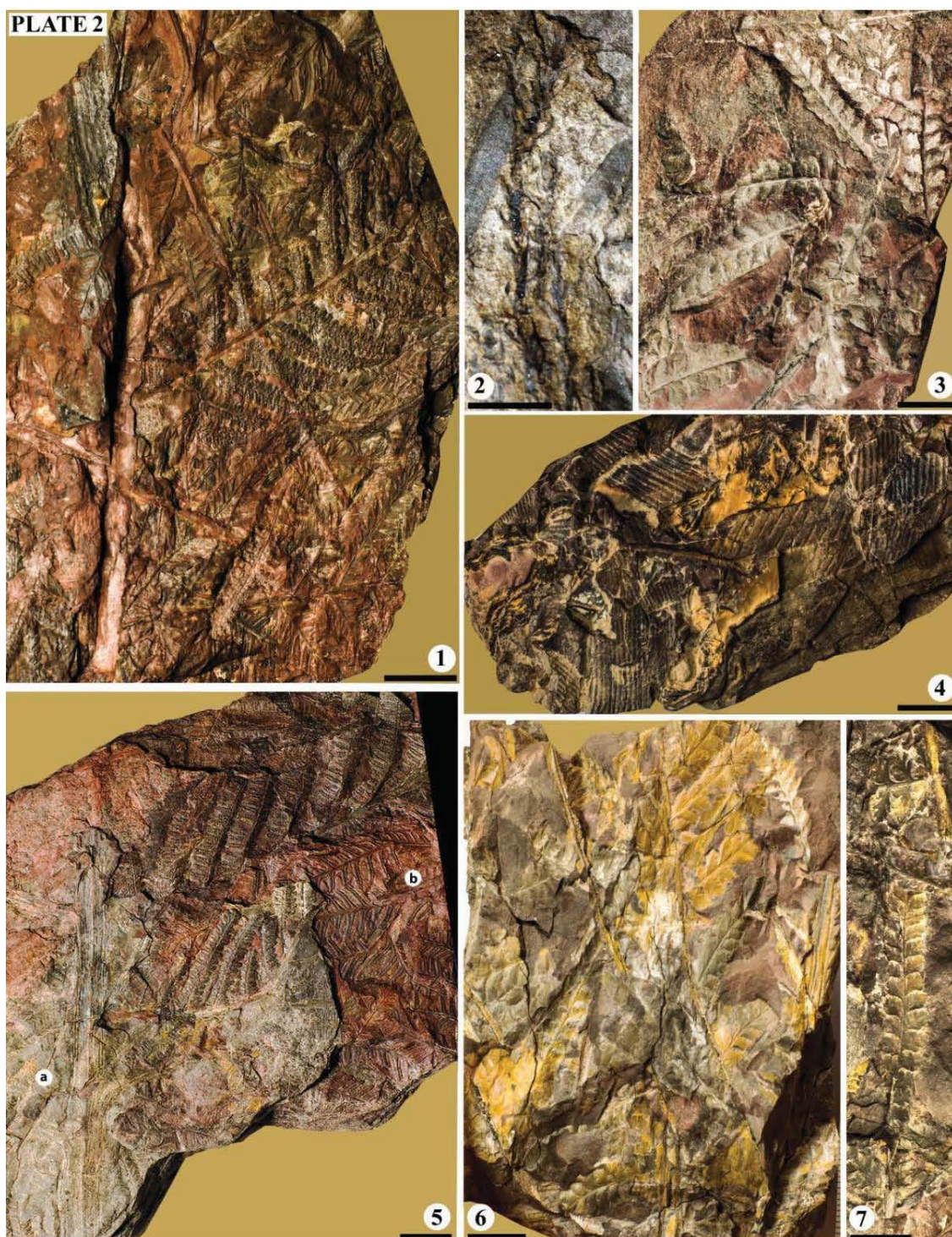


PLATE 2- Figs. 1, 5- *Klukia exilis*, FJHC-10; Fig. 2- *Elatides thomasi*, FJHC-3; Figs. 3, 6, 7- *Coniopteris hymenophylloides*, FJHC-11c, FJHC-12; Fig. 4- *Equisetites* sp., FJHC-2. Scale bars= 1 cm.

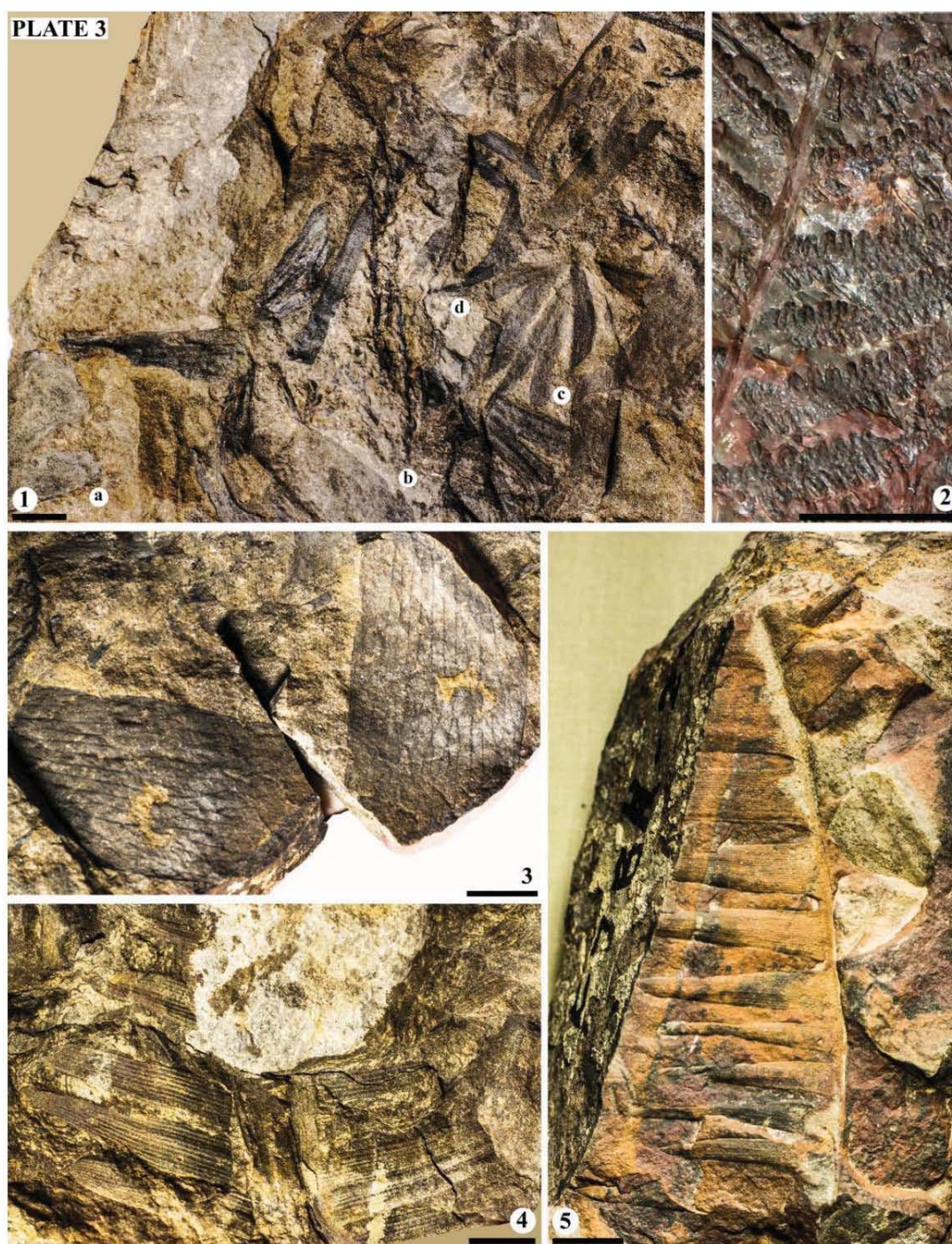


PLATE 3- Fig. 1a- *Nilssonia macrophylla*, Fig. 1b- *Elatides thomasi*, Fig. 1c- *Ginkgoites* sp. cf. *G. parasingularis*, Fig. 1d- *Sphenobaiera longifolia*, FJHC-3; Fig. 2- *Klukia exilis*, FJHC-10; Fig. 3- *Ctenis* sp. cf. *C. sulcicaulis*, FJHC-4; Fig. 4- *Nilssonia tazarensis*, FJHC-8; Fig. 5- *Nilssonia bozorga*, FJHC-15. Scale bars= 1 cm.

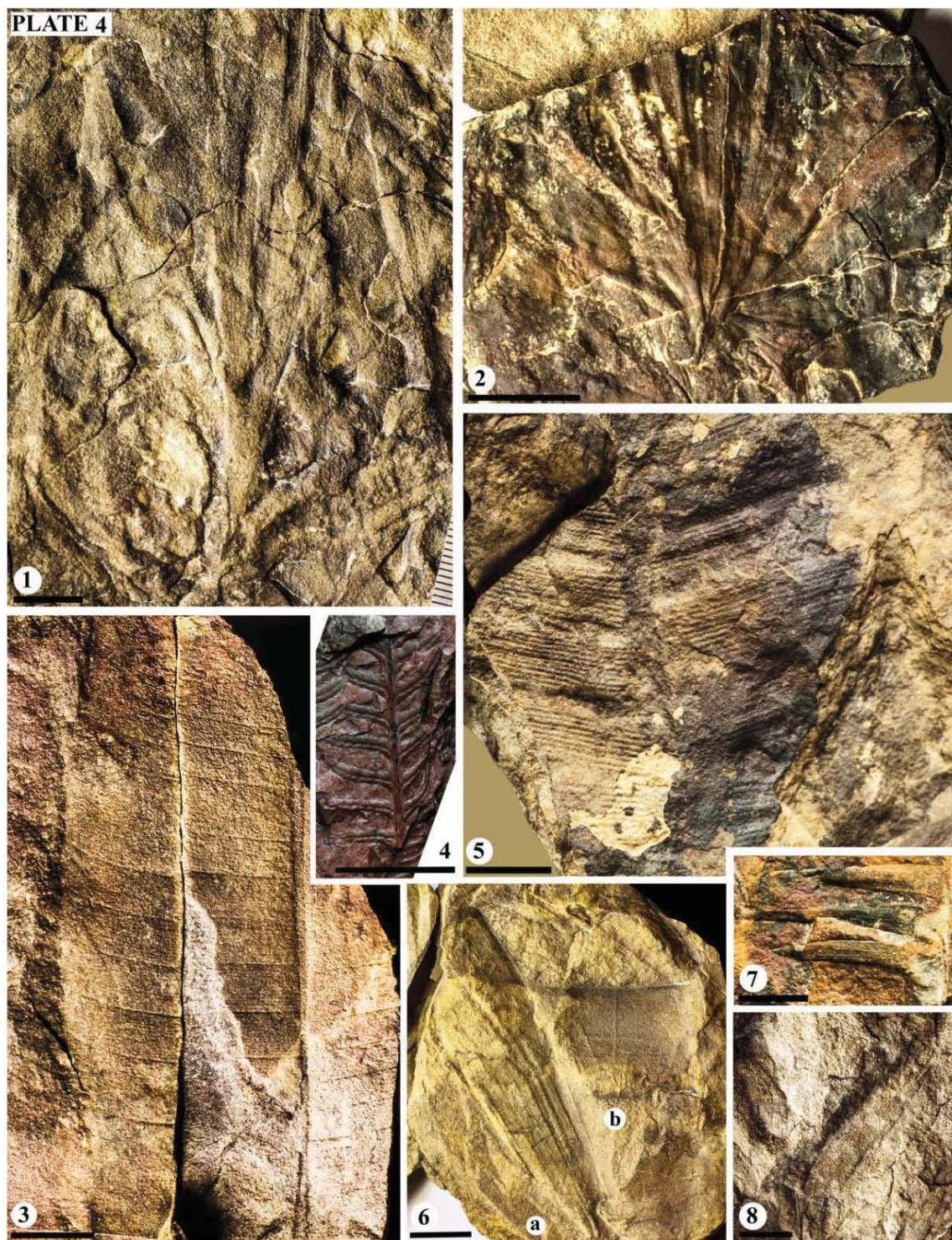


PLATE 4- Figs. 1, 6a- *Sphenobaiera longifolia*, FJHC-20c, FJHC-28; Fig. 2- *Ginkgoites* sp. cf. *G. parasingularis*, FJHC-20b; Fig. 3- *Nilssonia tenuicaulis*, FJHC-26; Fig. 4- *Klukia crenata*, FJHC-10; Fig. 5- *Nilssonia tazarensis*, FJHC-19; Fig. 6b- *Nilssonia macrophylla*, FJHC-28, Fig. 7- *Nilssonia bozorga*, FJHC-15; Fig. 8- *Podozamites distans*, FJHC-33. Scale bars= 1 cm.