

زیست‌چینه‌نگاری ماکروفسیل‌های گیاهی مزینو، جنوب باختر طبس، خاور ایران مرکزی و تحلیل دیرینه‌بوم‌شناسی آن

 فاطمه واعظ جوادی^{۱*} و مهدی عباس زاده^۱
^۱ دانشکده زمین‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

رسوبات ژوراسیک میانی سازند هجدک در خاور ایران مرکزی گسترش خوبی دارند. در این پژوهش، ماکروفسیل‌های گیاهی سازند هجدک در چاه اکتشافی منطقه مزینو، واقع در جنوب باختری طبس مورد مطالعه قرار گرفتند و تعداد ۲۹ گونه ماکروفسیل گیاهی با حفظ شدگی خوب متعلق به ۱۵ جنس نظیر اکویی ستال، فیلیکال، بنتیتال، سیکادال، کی تونیال و پانال شناسایی گردیدند. یک زیست‌زون فاصله‌ای محلی به نام *Ptilophyllum harrisianum*-*Klukia exilis* Interval zone تشخیص داده شد. مرز پایینی و بالایی این زیست‌زون به‌وسیله نخستین و آخرین حضور مشاهده شده گونه‌های شاخص تعیین شد. بر اساس حضور گونه‌های *Equisetites* sp. cf. *E. beanii*، *Aalenian* (-*Aalenian*)، *Elatides thomasi* و *Klukia exilis*، *Nilssonia macrophylla*، *Ptilophyllum harrisianum* (Bajocian) برای این مجموعه ماکروفسیل گیاهی در نظر گرفته می‌شود. فراوانی نسبی راسته‌های سرخس (فیلیکال)، سیکادال، پانال و اکویی ستال به ترتیب ۴۳/۱۸، ۳۱/۸۲، ۱۳/۶۳ و ۴/۶۴ درصد است. همچنین، نتایج شاخص‌های مشابهت مجموعه ماکروفسیل گیاهی چاه اکتشافی منطقه مزینو گویای مشابهت نسبتاً بالای آن با مجموعه ماکروفسیل گیاهی سایر مناطق بلوک طبس می‌باشد. افزون بر این، نمره تراز گیاهی این مجموعه ۵۴/۸۹ است. براساس شواهد سنگ‌شناسی (حضور رگه‌های متعدد زغال‌سنگ) و دیرینه‌شناسی، یک «بوم گرم مرطوب» برای این محل پیشنهاد می‌گردد. بدین ترتیب، آب و هوا و پوشش گیاهی یکنواختی در طی ژوراسیک میانی در کفه طبس و حوضه کرمان وجود داشته و ایران در میان زیرایالت ماوراءخزری و در ناحیه اروپایی-سینایی از تقسیمات وخرمیف قرار داشت.

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۰/۰۱

کلیدواژه‌ها:

ژوراسیک میانی

ماکروفسیل گیاهی

زیست‌چینه‌نگاری

آب و هوای دیرینه

مزینو

طبس

۱- پیش‌نوشتار

رسوبات قاره‌ای ژوراسیک میانی با سبترای گوناگونی در ایران مرکزی (دشت‌خاک، باب‌نیزو، معدن هشونی، پابدانا، باب‌هوتک و لنجان در حوضه کرمان) و خاور ایران مرکزی (کالشانه، جعفرآباد، چاه‌رخنه، مزینو، کالشور، کوچک‌علی شمالی و جنوبی و بهاباد در کفه طبس) گسترش زیادی دارد. سازند هجدک با سن آلتین تا بازوسین شناخته شده است که البته در پاره‌ای مناطق واقع در حوضه کرمان تا اوایل باتونین آغازین هم شناخته می‌شود (آقانباتی، ۱۳۷۷، ۱۳۹۳؛ Vaez Javadi, 2014, 2018). اخیراً، ماکروفسیل‌های این سازند مورد مطالعه قرار گرفته و معرفی شده‌اند (Vaez-Javadi and Mirzaie-Ataabadi, 2006; Ameri et al., 2013; Ameri, 2018; Vaez-Javadi, 2014, 2018; Badihagh et al., 2019). واعظ جوادی، ۱۳۹۲، ۱۳۹۴؛ واعظ جوادی و نامجو، ۱۳۹۴؛ مهدیزاده و همکاران، ۱۳۹۷، ۱۳۹۹). نظر به این که در مطالعات پیشین زیست‌چینه‌نگاری ماکروفسیل‌های گیاهی سازند هجدک منطقه مزینو ارائه نشد، در این مقاله، سعی شد تا با بهره‌گیری از انتشار چینه‌شناسی ماکروفسیل‌های گیاهی از یک چاه اکتشافی زغال سنگ این امر امکان‌پذیر گردد. هدف از این پژوهش

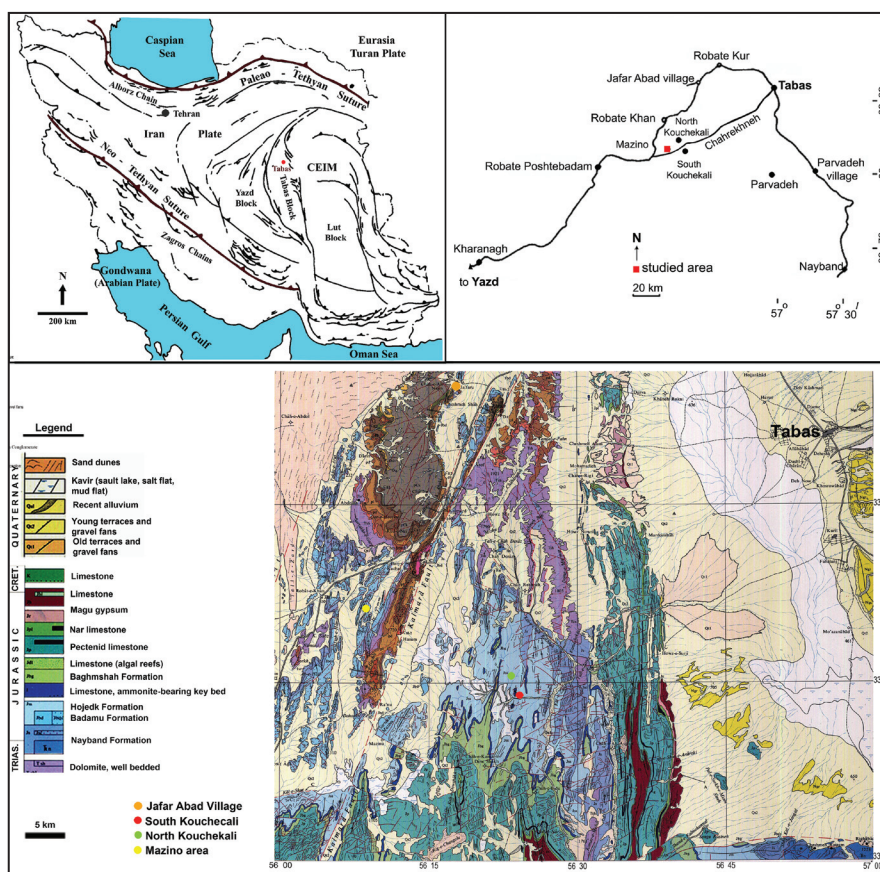
عبارت است از: ۱) معرفی ماکروفسیل‌های گیاهی جمع‌آوری شده از چاه اکتشافی مزینو، ۲) زیست‌چینه‌نگاری این مجموعه فسیلی (۳) تعیین مقادیر شاخص مشابهت بین ماکروفسیل‌های گیاهی این چاه و سایر مناطق کفه طبس، ۴) تعیین نمره میانگین «تراز گیاهی» (Floral gradient) و مقایسه آن با سایر مناطق فسیل‌دار کفه طبس و ۵) تحلیل آب و هوای دیرینه منطقه مزینو در بازه زمانی تعیین شده بر پایه سن ماکروفسیل‌های گیاهی.

۲- موقعیت جغرافیایی و چینه‌شناسی چاه اکتشافی مزینو

پهنه‌ای ایران مرکزی، کفه‌ای قاره‌ای است که در طی زمان تریاس پسین تا کرتاسه و در جریان جوش‌خوردگی قاره‌ای سیمیرین به سپر اوراسیا پیوسته است (Alavi et al., 1997; Zanchi et al., 2006, 2009, 2015; Berra et al., 2017; Sengör, 1979, 1990). بخشی از این ریزقاره به عنوان ریزقاره ایران مرکزی خاوری معرفی شد (Takin, Central East Iranian Microcontinental/CEIM; 1972) به طوری که مشتمل بر سه کفه یزد (باختری)، طبس (مرکزی) و لوت

بالایی سازند شمشک (Assereto, 1966)، سری دانسیریت از زیرتقسیمات سازند شمشک (Schweitzer and Kirchner, 2003) و سازند دانسیریت از زیرتقسیمات گروه شمشک، در شمال ایران (Fürsich et al., 2009 Wilmsen et al., 2009;) است. ماکروفسیل‌های گیاهی پژوهش حاضر، از یک چاه اکتشاف زغال‌سنگ در منطقه معدنی مزیئو واقع در ۸۲ کیلومتری جنوب باختری شهر طبس و با مختصات جغرافیایی: ۲۱° ۳۳' عرض شمالی و ۹° ۵۶' طول خاوری برداشت شدند (شکل ۱). این مغزه به سبترای تقریبی ۹۶ متر متشکل از تناوبی از سیلتستون خاکستری تیره، ماسه‌سنگ، شیل زیتونی تا سیاه به همراه رگه‌های زغال می‌باشد (شکل ۲).

(خاوری) می‌باشد. پیرو فعالیت‌های کوهزایی سیمین، گسل خوردگی‌های شمال و جنوب این منطقه به تشکیل حوضه‌ای بین گسلی انجامیده به طوری که مکانی برای انباشت رسوبات و توالی‌های سبتر ژوراسیک در آن شد (Shahabpour, 1998; Berberian and King, 1981). در حوضه شمال کرمان، تایپر (Tipper, 1921) این توالی را که عموماً از ماسه سنگ، شیل به همراه رگه‌های زغالی تشکیل شده است «سری‌های دربردارنده گیاهان ژوراسیک» نامید و بکت (Beckett, 1956) این رسوبات را «سری‌های زغال‌دار» نام‌گذاری کرد. کمیته ملی چینه‌شناسی ایران، این توالی را «سازند هُجْدک» نامگذاری نمود (۱۹۶۴ در آقاباتی، ۱۳۷۷). این سازند هم ارز عضو (Member) زغال



شکل ۱- نقشه زمین‌ساخت و گسلی ساده شده ریزقاره ایران مرکزی خاوری (CEIM) به همراه نقشه زمین‌شناسی و راه‌های دسترسی به محل چاه مورد مطالعه (اصلاح شده و برگرفته از علوی و همکاران (Alavi et al., 1997)؛ آقاباتی و حتی پور، ۱۳۵۷).

۳- روش پژوهش

در راستای پژوهش‌های پیشین دیرینه‌شناسی گیاهی در منطقه طبس، مغزه به‌دست آمده از چاه اکتشافی زغال‌سنگ به ژرفای ۹۶ متر در منطقه‌ی مزیئو بررسی شد به طوری که ستون چینه‌شناسی این مغزه، از پایین‌ترین ژرفا تا بالاترین ژرفا به طور کامل نمونه‌برداری شد و ویژگی‌های سنگ‌شناسی آن ثبت شد. تعداد ۵۲ نمونه از این مغزه برداشت شد که از این میان، ۲۲ نمونه غنی از ماکروفسیل‌های گیاهی بود. سایر نمونه‌ها فاقد ماکروفسیل‌های گیاهی با حفظ‌شدگی خوب بوده و برای انجام مطالعات پالینولوژی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای نام‌گذاری نمونه‌ها از علامت اختصاری «FJHMz» استفاده شد که مخفف فاطمه، جواد، هجْدک و مزیئو می‌باشد. سپس نمونه‌های شماره‌گذاری شده و با رعایت جوانب احتیاطی به دانشگاه تهران منتقل گردیدند. ابتدا جهت سهولت در مطالعه، از نمونه‌ها عکس‌برداری شد. متعاقباً، صفحات تصویری

Plates 1-3) تنظیم گردید و یک صفحه ترسیم (شکل ۳) جهت شناسایی آسان تر رسم شد. بعد، جنس‌ها و گونه‌ها نام‌گذاری شدند. همزمان، ستون چینه‌نگاری با درج اطلاعات مربوط به ژرفا، محل و شماره نمونه‌ها ترسیم گردید. سپس، با توجه به اولین حضور و آخرین حضور مشاهده شده (FOO, LOO)، گونه‌های شاخص، زیست‌چینه‌نگاری با تعیین زیست‌زون انجام شد. به منظور بررسی وضعیت پوشش گیاهی منطقه در مقایسه با فلورای هم‌ارز در سایر مناطق کفه طبس، ابتدا تعداد گونه‌ها در هر نمونه‌ای شمارش گردید و نمودار فراوانی نسبی آن ترسیم شد (شکل ۴) و مقادیر شاخص مشابهت مجموعه ماکروفسیل گیاهی در مقایسه با سایر مناطق فسیل دار کفه طبس محاسبه شد. همزمان، با استفاده از جدول «تراز گیاهی» نمره تراز ماکروفسیل‌های گیاهی چاه اکتشافی مزیئو و سایر محل‌های مطالعه شده در کفه طبس تعیین گردید. در نهایت، با توجه

گیاهی متعلق به ۱۵ جنس از راسته‌های مختلفی از قبیل اکویی‌ستال، فلیکال، کی‌تونال، بنتیتال، سیکادال و پاینال می‌باشد (Plates 1-3، شکل ۲). این مجموعه گیاهی شامل گونه‌های *Equisetites* sp. cf. *E. beanii* (Bunbury, 1851) Seward, 1900; *Equisetites columnaris* (Brongniart, 1828 (1894 emend. Harris, 1961; *Equisetites* sp.; *Neocalamites* sp. (راسته اکویی‌ستال)، *Coniopteris hymenophylloides* (Brongniart, 1828) Seward, 1900; *Klukia exilis* (Phillips, 1829) Raciborski, 1890; *Klukia crenata* Vaez-Javadi, 2006; *Ferizianopteris undulata* Fakhr, 1997; *Lobifolia rotundifolia* Corsin and Stampfli, 1977 و *Rhizopteris rezaii* Vaez-Javadi, 2014 (راسته فلیکال)، *Cladophlebis* sp. و *Taeniopteris* sp.; *Cladophlebis feriziensis* Fakhr, 1977 (سرخس‌های با قرابت نامعلوم)، *Sagenopteris nilssoniana* (Brongniart, 1824) Ward, 1900; *Sagenopteris* sp. cf. *S. phillipsii* (Brongniart, 1830) Presl, 1838 (راسته کی‌تونال)، *Ptilophyllum* sp. و *Ptilophyllum harrisianum* Kilpper, 1968 (راسته بنتیتال)، *Nilssonia bozorga* Barnard and Miller, 1976; *Nilssonia* sp. cf. *N. bozorga*, *Nilssonia feriziensis* Fakhr, 1977; *Nilssonia ingens* Schweitzer, Kirchner and van Konijnenburg-van Cittert, 2000; *Nilssonia macrophylla* Jacob and Shukla, 1955; *Nilssonia* sp. cf. *N. orientalis* Heer, 1878; *Nilssonia undulata* Harris, 1932; *Nilssonia* sp. (راسته گینکگوآل)، *Baiera* sp. (راسته سیکادال)، *lanei* Thomas, 1913 و *Cyparissidium* sp. cf. *C. rudlandicum* Harris, 1979 (راسته پاینال). Harris, 1979

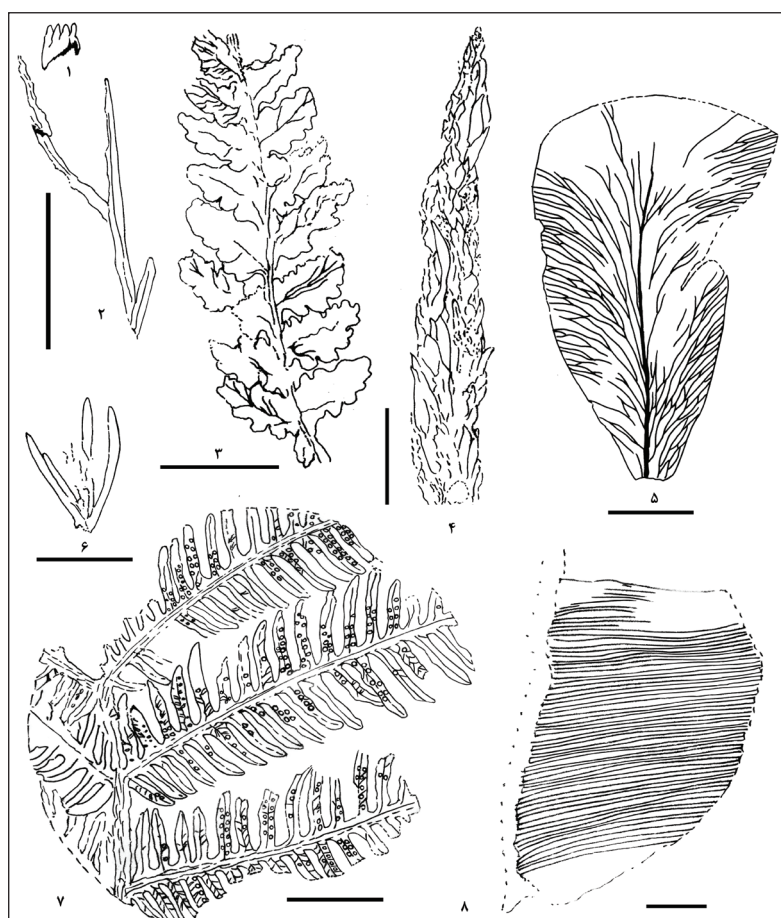
به درصد‌های به دست آمده فراوانی نسبی و تراز گیاهی و شاخص مشابهت، وضعیت بیوم و شرایط آب و هوایی دیرینه پیشنهاد گردید. در این پژوهش از روش‌های «ارتباط جنس برگ‌ها و ایالت‌های آب و هوایی» و خرمیف (Vakhrameev, 1991) روش بازسازی آب و هوا بر مبنای «گروه‌های ریختی یا مورفوکت» ارائه شده توسط زیگلر و همکاران (Ziegler et al., 1993, 1996)، مفهوم «زون آب و هوایی» یا «بیوم» (biome) ارائه شده توسط ریس و همکاران (Rees et al., 2000) و «شاخص مشابهت» دایس (Dice, 1945) و سورنسون (Sørensen, 1948) استفاده شد. شاخص مشابهت دایس - سورنسون (Dice and Sørensen's similarity index) برای مقایسه مشابهت گونه‌های دو منطقه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این شاخص ابتدا توسط گیاه‌شناسی به نام دایس (Dice, 1945) و سپس توسط سورنسون (Sørensen, 1948) معرفی شد. معادله آن به صورت زیر است:

$$Si = 2 \times C / A + B$$

که در آن، A = تعداد ماکروفسیل‌های گیاهی مکان الف، B = تعداد ماکروفسیل‌های مکان ب و C = تعداد ماکروفسیل‌های مشترک بین دو مکان است. محدوده این شاخص بین «صفر» و «یک» می‌باشد. به این معنی که «صفر» بیانگر فقدان مشابهت بوده و «یک» بیانگر مشابهت صددرصدی دو مجموعه ماکروفسیل گیاهی در مکان جغرافیایی است. با استفاده از این معادله، جدول و نمودار مقایسه‌ای این شاخص بین مجموعه ماکروفسیل‌های گیاهی چاه اکتشافی مزینو و سایر مناطق فسیل‌دار تنظیم و ترسیم شد (جدول ۲ و شکل ۵).

۴- ماکروفسیل‌های گیاهی سازند هجدک منطقه مزینو

در مطالعه حاضر مشخص شد که سازند هجدک در بردارنده ۲۹ گونه ماکروفسیل

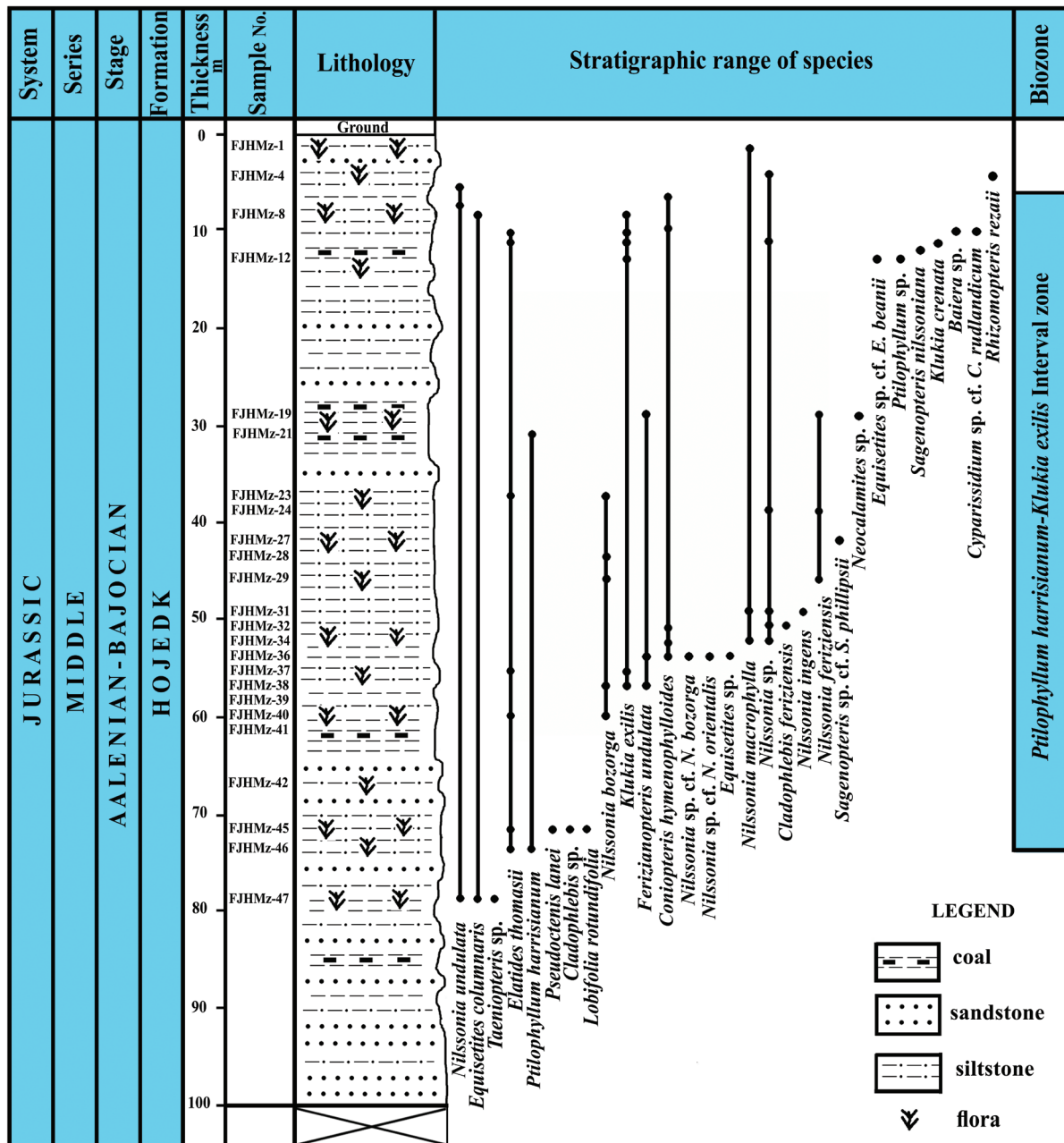


شکل ۲- ۱. *Equisetites columnaris*. ۲. *Neocalamites* sp. ۳. *Coniopteris hymenophylloides*. ۴. *Cyparissidium* sp. cf. *rudlandicum*. ۵. *Sagenopteris nilssoniana*. ۶. *Baiera* sp. ۷. *Klukia crenata*. ۸. *Nilssonia macrophylla*. میله مقیاس برابر یک سانتی‌متر است.

۵- زیست‌چینه‌نگاری سازند هجدک مزینو

یک زیست‌زون فاصله‌ای محلی به نام *Ptilophyllum harrisianum*-*Klukia exilis* Interval zone شناسایی شد (شکل ۳). مرزهای زیرین و بالایی زیست‌زون فاصله‌ای با توجه به اولین حضور مشاهده شده (FOO) گونه *Ptilophyllum harrisianum* و آخرین حضور مشاهده شده (LOO) گونه *Klukia exilis* تعیین گردید.

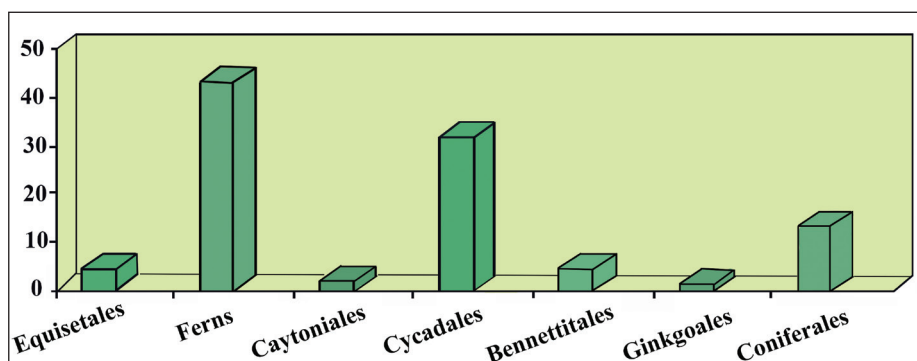
براساس حضور گونه‌های شاخص زمانی نظیر *Klukia exilis*, *Nilssonsonia macrophylla*, *Ptilophyllum harrisianum* و *Elatides thomasi*، سن آلنین-بازوسین برای این مجموعه فسیلی تعیین می‌گردد (Barnard, 1965; Schweitzer et al., 1997, 2000, 2009; Vaez-Javadi, 2018). افزون بر این،



شکل ۳- زیست‌چینه‌نگاری سازند هجدک در چاه اکتشافی منطقه معدنی مزینو.

Ferizianopteris و *Coniopteris hymenophylloides*, *Nilssonsonia bozorga* و *undulata* به ترتیب دارای فراوانی نسبی ۱۴/۷۷٪، ۱۱/۳۶٪، ۹/۱٪ و ۶/۸٪ هستند. بیش‌تر نیز فراوانی نسبی گونه‌ها، جنس‌ها و راسته‌های ماکروفسیل گیاهی مناطق جعفرآباد، معدن روباز مزینو، کالشانه، کوچک‌علی شمالی و جنوبی، چاه رخنه و کالشور مطالعه و گزارش گردید (واعظ‌جوادی، ۱۳۹۴؛ واعظ‌جوادی و نامجو، ۱۳۹۴؛ مهدیزاده و همکاران، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۹؛ Vaez-Javadi, 2014, 2018). بر اساس

به منظور تحلیل دقیق‌تر وضعیت آب و هوای دیرینه این منطقه در خلال آلنین-بازوسین، تعداد گونه‌ها در کلیه نمونه‌های جمع‌آوری شده شمارش شد و نتایج به صورت نمودار میله‌ای رسم گردید (شکل ۴). نتایج به‌دست آمده به ترتیب فراوانی راسته‌ها عبارت است از: سرخس‌ها با فراوانی ۴۳/۱۸٪، سیکادال با فراوانی ۳۱/۸۲٪، مخروطیان با پانال با فراوانی ۱۳/۶۳٪، اکویی ستال با فراوانی ۴/۶۴٪ و بنیتال با فراوانی ۴/۵۴٪. افزون بر این، گونه‌های *Klukia exilis*, *Elatides thomasi*،



شکل ۴- فراوانی نسبی راسته‌های مختلف ماکروفسیل‌های گیاهی چاه اکتشافی مزینو، جنوب باختر طیس.

در آن چیرگی داشته و نمایانگر بیوم خشک فصلی بوده و به بیان دیگر، پوشش عرض‌های پایین‌تر جغرافیایی و نزدیک به خط استوا، به پوشش‌های جنگلی پراکنده و خشکی‌پسند گرایش داشته و مخروطیان و سیکادوفیت‌هایی با برگ‌های کوچک‌اندازه (میکروفیل) در آن غلبه داشتند. ۲- مناطقی با گیاهان درشت‌برگ از مخروطیان و گینکگوفیت که نشان‌دهنده بیوم سرد معتدل و ارتفاعات بالاتر هستند. گیاهان ریزبرگ در عرض‌های جغرافیایی پایین و مخروطیان و گینکگوفیت‌های بزرگ‌برگ در عرض‌های جغرافیایی بالا حضور دارند و به ترتیب نشان‌دهنده بیوم خشک و بیوم سرد معتدل می‌باشند.

بر مبنای جدول «تراز گیاهی» ارائه شده توسط ریس و همکاران (Rees et al., 2000) و ارزیابی نمره متوسط آن تفسیر وضعیت آب و هوایی امکان‌پذیر می‌شود. آنها جهت کمی‌سازی اطلاعات جمع‌آوری شده بر اساس دو متغیر عرض جغرافیایی و جنس برگ جدولی را تنظیم نموده و با محاسبه میانگین اعداد مربوط به جنس برگ‌های موجود در هر منطقه و تلفیق آن با عرض جغرافیایی مکان مورد مطالعه توانستند وضعیت شرایط آب و هوایی آن محل جغرافیایی را تخمین بزنند. آنها یک مقدار عددی (نمره) به هر جنس برگ با توجه به عرض جغرافیایی اختصاص دادند به طوری که جنس *Phoenicopsis* با نمره ۱۰۰ نمایانگر بالاترین عرض جغرافیایی و جنس *Zamites* با نمره صفر نمایانگر عرض جغرافیایی پایین در خط استوا و گرمسیری در نظر گرفته شد. به همین ترتیب به هر کدام از جنس‌های مابین، با توجه به سیمای ریختی و محل جغرافیایی آنها یک مقدار عددی داده شد. لازم به یادآوری است که آنها بیشترین تنوع گیاهی را در محدوده عرض جغرافیایی میانی با فلورای معتدل گرم معرفی کردند. براساس این روش، «نمره تراز گیاهی» (Floral gradient) مناطق مختلف از کفه طیس در کوچک‌علی شمالی، کوچک‌علی جنوبی، معدن روباز مزینو، جعفرآباد، چاه رخنه، کالشور، کالشانه و بهاباد (کفه طیس) به ترتیب عبارت است از: ۵۶/۲، ۵۵/۲، ۵۳/۵، ۵۸/۵، ۵۶/۳، ۶۹، ۵۸/۵ و ۵۴/۲ (جدول ۱). همچنین «نمره تراز گیاهی» چاه اکتشافی مزینو ۵۴/۸۹ محاسبه شد که نشان‌دهنده قرار داشتن در میانه جدول تراز گیاهی است. بنابراین، چنین نتیجه می‌شود که در این فاصله زمانی این گیاهان در یک «بیوم گرم معتدل» رشد کرده‌اند.

۸- بررسی شاخص مشابهت مجموعه ماکروفسیل‌های گیاهی

بر اساس معادله شاخص مشابهت دایس- سورنسون، نمره میانگین عددی شاخص مشابهت برای مجموعه‌های ماکروفسیل گیاهی کفه طیس محاسبه و در جدول ۲ تنظیم شد. شاخص مشابهت مجموعه ماکروفسیل‌های گیاهی با فلورای چاه اکتشافی مزینو به ترتیب زیر است: کوچک‌علی جنوبی (چاه شماره ۲۱۰): ۰/۷، کوچک‌علی شمالی (چاه شماره ۱۶۹): ۰/۷۵، جعفرآباد: ۰/۶۷، کالشور: ۰/۶۴، بهاباد: ۰/۸، چاه رخنه: ۰/۷۶ و کالشانه: ۰/۵۴ (شکل ۵). نتایج به‌دست آمده از شاخص مشابهت نمایانگر میزان بالای مشابهت مجموعه‌های گیاهی کفه طیس است و گویای یکنواختی نسبی پوشش گیاهی در این محدوده جغرافیایی دارد.

این مطالعات، مجموعه ماکروفسیل گیاهی متعلق به سرخس‌ها، سیکادها و مخروطیان بیشترین فراوانی نسبی را در خلال ژوراسیک میانی کفه طیس داشتند.

۷- تحلیل آب و هوا و جغرافیای دیرینه منطقه مزینو

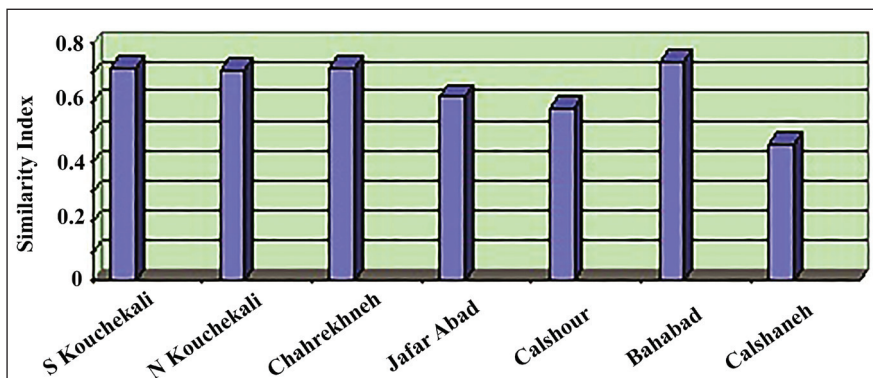
نظر به این که شرایط آب و هوایی در پایداری و بقای پوشش گیاهی از اهمیت به سزایی برخوردار می‌باشد، داده‌های تفصیلی و ترکیبی از ماکروفسیل‌های گیاهی این منطقه در مقایسه با سایر مناطق فسیل‌دار در کفه طیس مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین، به منظور تحلیل و بازسازی با وضوح بالاتر، از چند روش بهره برده شد. وخرمیف (Vakhrameev, 1991) بر اساس جنس برگ‌های شاخص محیط زیستی در خلال ژوراسیک و کرتاسه از شمال تا جنوب چهار ناحیه آب و هوایی سبیری-کانادایی، اروپایی-سینایی (Euro-Sinian Region)، استوایی و جنوبی معرفی نمود. این نواحی با کمربندهای آب و هوایی معتدل گرم، نیمه گرمسیری (نیم کره شمالی)، گرمسیری و نیمه گرمسیری (نیم کره جنوبی) مطابقت دارند. ژوراسیک آغازی و میانی دارای تفاوت آب و هوایی کمتر، رطوبت بیشتر و گرادیان حرارتی مختصری بودند. منطقه اروپایی-سینایی به سه ایالت اروپایی، آسیای میانه و آسیای شرقی تقسیم می‌شود. افزون بر این، ایالت آسیای میانه به سه زیرایالت ماوراءخرزی (Transcaspien)، هیسار (Hissar) و فرگانا (Fergana) تقسیم می‌شود. در ناحیه اروپایی-سینایی، سیکادها و مخروطیان پوشش گیاهی چوبی غالب آن دوره زمانی بود. طبقه زیرین این جنگل با انواع سرخس‌ها، سرخس‌های دانه‌دار و دم‌اسبیان چوبی مانند گونه *Equisetites beanii* که شاخص زیستگاه‌های مرطوب می‌باشد، پوشانده شده بود. ریس و همکاران (Rees et al., 2000) از «روش مورفوکت» و «روش کل فلور جهانی» استفاده کردند به طوری که نام‌گذاری گروه‌ها بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی اصلی، پراکنش گیاهان در عرض‌های جغرافیایی متفاوت و انواع وضعیت‌های اقلیمی دیرینه انجام شد. آنها ۵ زون اصلی آب و هوایی یا «بیوم» را تعیین کردند: «بیوم سرد معتدل» در عرض جغرافیایی بالا (۶۰ درجه شمالی) با تنوع گونه‌ای کم، «بیوم گرم معتدل» در عرض‌های جغرافیایی (۴۰ تا ۶۰ درجه شمالی) با تنوع بالای گونه‌ها و فراوانی سیکادوفیت‌های بزرگ برگ (ماکروفیل)، «بیوم خشک فصلی با بارش زمستانی» با گیاهان ریزبرگ، «بیوم بیابانی نیمه گرمسیری» جایی که تقریباً گیاه در آن حضور ندارد و «بیوم خشک با بارش تابستانی» که پیرامون خط استوا گسترش داشته و گیاهانی از قبیل سیکادها و گینکگوفیت در آن حضور ندارند. این «بیوم‌ها» یک «طیف آب و هوایی دیرینه» (palaeoclimate spectrum) را به همراه شاخص‌های سنگ‌شناسی مهم آب و هوایی، مانند زغال‌سنگ (بارش < تبخیر) و تبخیری‌هایی مانند گچ (تبخیر < بارش) ایجاد می‌کند. به این ترتیب، آنها تمامی جنس برگ‌های ژوراسیک را در ۱۰ گروه بزرگ ریخت‌شناسی برگ قرار دادند. آنها به این نتیجه رسیدند که دو نوع عمده از پوشش گیاهی در نمونه‌های ژوراسیک وجود دارد: ۱- مناطقی که گیاهان ریزبرگ از مخروطیان و سیکادوفیت

جدول ۱- نمره تراز گیاهی مناطق مختلف کفه طیس (واعظ جوادی و نامجو، ۱۳۹۴؛ مهدیزاده و همکاران، ۱۳۹۹، ۱۳۹۷؛ واعظ جوادی، ۱۳۹۴؛ مهدیزاده، ۱۳۹۷؛ Vaez-Javadi, 2014, 2018).

Genus	Score	Locality								
		N Kouchekali	S Kouchekali	Mazino mine	Mazino core	Jafar Abad	Chahrekhneh	Calshour	Calshaneh	Bahabad
<i>Raphaelia</i>	100									
<i>Lycopodites</i>	91									
<i>Phoenicopsis</i>	89									
<i>Czekanowskia</i>	87									
<i>Desmiophyllum</i>	85									
<i>Pityophyllum</i>	84									
<i>Sphenobaiera</i>	81			*					*	
<i>Ginkgo</i>	78	*	*				*		*	
<i>Taxocladus</i>	78									
<i>Baiera</i>	78				*					
<i>Hausmannia</i>	77									
<i>Pseudotorellia</i>	76									
<i>Equisetites</i>	76	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Podozamites</i>	72	*	*	*			*	*	*	*
<i>Coniopteris</i>	72	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Cladophlebis</i>	70	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Anomozamites</i>	64	*	*							
<i>Ctenis</i>	60	*					*		*	
<i>Elatides</i>	57	*	*	*	*	*	*		*	*
<i>Nilssonina</i>	55	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Elatocladus</i>	52	*	*							
<i>Todites</i>	52	*	*	*			*			*
<i>Sphenopteris</i>	51									
<i>Taeniopteris</i>	50		*		*		*			
<i>Pterophyllum</i>	45	*	*	*						
<i>Pagiophyllum</i>	28			*						
<i>Sagenopteris</i>	21	*	*	*	*	*	*			*
<i>Pachypteris</i>	17									
<i>Ptilophyllum</i>	13	*	*	*	*		*		*	*
<i>Brachyphyllum</i>	9									
<i>Otozamites</i>	9									
<i>Zamites</i>	0									
Average score		56.2	55.5	53.5	54.89	58.5	56.3	69	58.5	54.2

جدول ۲- شاخص مشابهت بین مجموعه ماکروفسیل گیاهی چاه اکتشافی مزینو با سایر مناطق در کفه طیس، ایران مرکزی- خاوری (۱*)- Vaez-Javadi (2018)، ۲- واعظ جوادی و نامجو (۱۳۹۴)، ۳- Vaez-Javadi (2014)، ۴- مهدیزاده و همکاران (۱۳۹۷)، ۵- مهدیزاده (۱۳۹۷)، ۶- مهدیزاده و همکاران (۱۳۹۹) و ۷- واعظ جوادی (۱۳۹۴).

بهاپاد ^۵	کالشور ^۴	جعفرآباد ^۳	کوچکعلی شمالی ^۲	کوچکعلی جنوبی ^۱	مناطق *
۰/۸	۰/۶۴	۰/۶۷	۰/۷۵	۰/۷۰	Si index: در سطح جنس
۰/۵۸	۰/۴۳	۰/۴۶	۰/۵۴	۰/۶۶	Si index: در سطح گونه
			کالشانه ^۷	چاه رخنه ^۶	مناطق *
			۰/۵	۰/۷۶	Si index: در سطح جنس
			۰/۴۷	۰/۶	Si index: در سطح گونه



شکل ۵- نمودار مقایسه‌ای شاخص مشابهت در سطح جنس بین مجموعه‌های ماکروفسیل گیاهی چاه اکتشافی مزینو با سایر مجموعه‌های هم ارز زمانی در کفه طبس.

۹- نتیجه‌گیری

میانگین «تراز گیاهی» سایر مکان‌ها در کفه طبس نیز محاسبه شد که عبارت است: کوچک‌علی شمالی (۵۶/۲)، کوچک‌علی جنوبی (۵۵/۲)، منطقه معدن روباز مزینو (۵۳/۵)، جعفرآباد (۵۸/۵)، چاه رخنه (۵۶/۳)، کالشور (۶۹) و بهاباد (۵۴/۲). به این ترتیب، بر مبنای نمره میانگین «تراز گیاهی»، فراوانی جنس نیلسونیا به عنوان یک سیکادوفیت بزرگ برگ با شش گونه، فراوانی نسبی بالای سرخس‌ها و وجود رگه‌های زغال‌سنگ به عنوان شاخص با اهمیت سنگ شناسی، بیوم «گرم معتدل» و مرطوب برای فاصله زمانی آلن-باروسین پیشنهاد می‌گردد. با توجه به شاخص‌های مشابهت دایس-سورنسون، نیز تاکید می‌گردد که پوشش گیاهی کفه طبس از پایداری و یکنواختی نسبی بالایی در خلال ژوراسیک میانی برخوردار بوده است. همچنین، ایران، در میان کمربند آب و هوایی نیمکره شمالی و در ناحیه اروپایی-سینایی و در ایالت آسیای میانه و زیرایالت ماوراءخری از تقسیمات آب و هوایی Vakhrameev قرار داشته است.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه تهران و در قالب طرح پژوهشی با عنوان «زیست‌چینه‌نگاری و جغرافیای دیرینه ماکروفسیل‌های گیاهی سازند هجدک مزینو، جنوب باختر طبس» به شماره ۷۵۷۴۳۰۰ انجام شد. نگارندگان از دانشگاه تهران سپاسگزاری می‌کنند.

دست‌آورد این پژوهش که بر پایه ماکروفسیل‌های گیاهی جمع‌آوری شده از رسوبات سازند هجدک یک چاه اکتشاف زغال‌سنگ در منطقه معدنی مزینو، جنوب باختر شهر طبس می‌باشد، به شرح زیر است: ۲۹ گونه ماکروفسیل گیاهی متعلق به ۱۵ جنس از راسته‌های مختلف شناسایی شد. بر اساس انتشار چینه‌شناسی گونه‌های شاخص زمانی و چینه‌ای و بر مبنای اولین و آخرین حضور مشاهده شده این گونه‌ها، یک زیست‌زون فاصله‌ای محلی تحت عنوان *Ptilophyllum harrisianum*-*Klukia exilis* Interval zone شناسایی گردید. همچنین، فراوانی نسبی گونه‌ها، جنس‌ها و راسته‌های مختلف ماکروفسیل‌های گیاهی مورد بررسی قرار گرفت به طوری که فراوانی نسبی گونه‌های *Klukia exilis*, *Elatides thomasi*, *Coniopteris hymenophylloides*, *Nilssonsonia bozorga* و *Ferizianopteris undulata* به ترتیب عبارت است از: ۱۴/۷۷٪، ۱۱/۳۶٪، ۹/۱٪، ۹٪ و ۶/۸٪. فراوانی نسبی جنس‌های ماکروفسیل گیاهی به ترتیب به *Ferizianopteris*, *Nilssonsonia*, *Klukia*, *Elatides*, *Coniopteris* و *Ptilophyllum* ۳۱/۴٪، ۱۶/۲۸٪، ۱۲/۸٪، ۹/۳٪ و ۶/۹۷٪ تعلق دارد. همچنین، راسته‌های فیلیکال، سیکادال، پانیا، اکویی‌ستال و بنتیتال به ترتیب دارای فراوانی نسبی ۴۳/۱۸٪، ۳۱/۸۲٪، ۱۳/۶۳٪، ۴/۶۴٪ و ۴/۵۴٪ می‌باشند.

نمره میانگین «تراز گیاهی» مجموعه ماکروفسیل‌های گیاهی نیز مورد توجه قرار گرفت به طوری که این نمره برای مجموعه ماکروفسیل گیاهی چاه اکتشافی مزینو ۵۴/۸۹ به‌دست آمد که نمایانگر وضعیت میانه جدول «تراز گیاهی» می‌باشد. نمره

Plate 1

- Fig. 1- *Equisetites* sp. cf. *E. beanii*, FJHMz-12;
 Fig. 2- *Klukia exilis* (sterile sample), FJHMz-37;
 Figs. 3a, 4- *Coniopteris hymenophylloides*,
 FJHMz-10, FJHMz-34;
 Fig. 3b- *Elatides thomasi*, FJHMz-10;
 Fig. 5- *Klukia crenata*, FJHMz-10;
 Fig. 6a- *Neocalamites* sp.;
 Fig. 6b- *Equisetites columnaris*, FJHMz-47;
 Figs. 7, 8a- *Rhizopteris rezaii*, FJHMz-4;
 Fig. 8b- *Equisetites* sp.;
 Fig. 9- *Cladophlebis feriziensis*, FJHMz-32.

میلۀ مقیاس برابر یک سانتی‌متر است

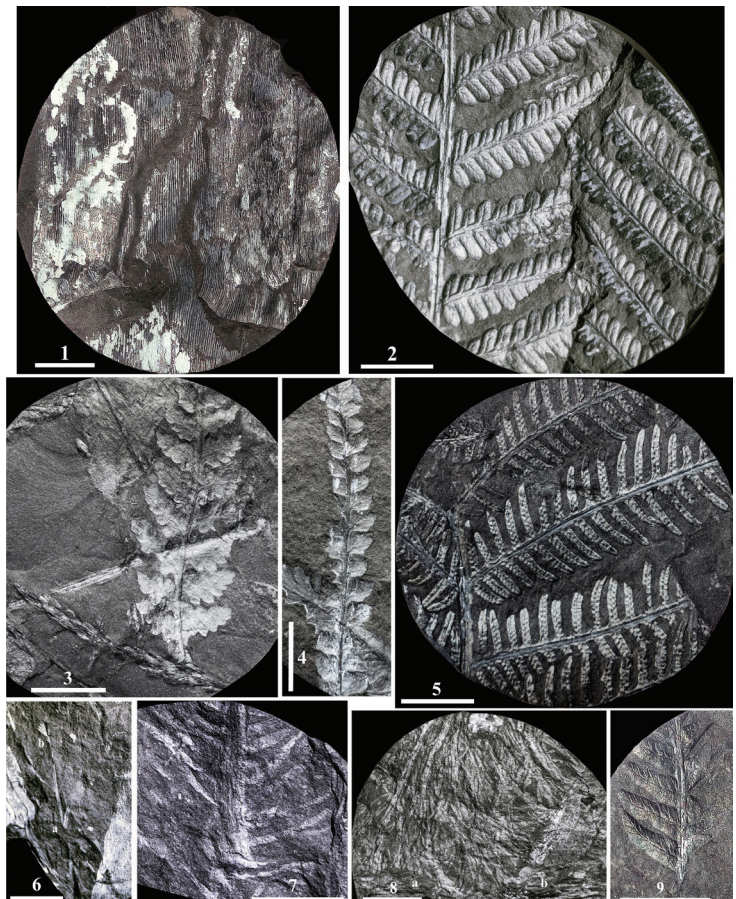


Plate 2

- Figs. 1, 2- *Klukia exilis* (fertile samples), FJHMz-37;
 Fig. 3- *Ferizianopteris undulata*, FJHMz-36;
 Fig. 4- *Lobifolia rotundifolia*, FJHMz-36;
 Fig. 5- *Elatides thomasi*, FJHMz-37;
 Fig. 6- *Sagenopteris nilssoniana*, FJHMz-11;
 Fig. 7- *Nilssonia* sp. cf. *N. orientalis*, FJHMz-36;
 Fig. 8- *Ptilophyllum harrisianum*, FJHMz-46.

میلۀ مقیاس برابر یک سانتی‌متر است.

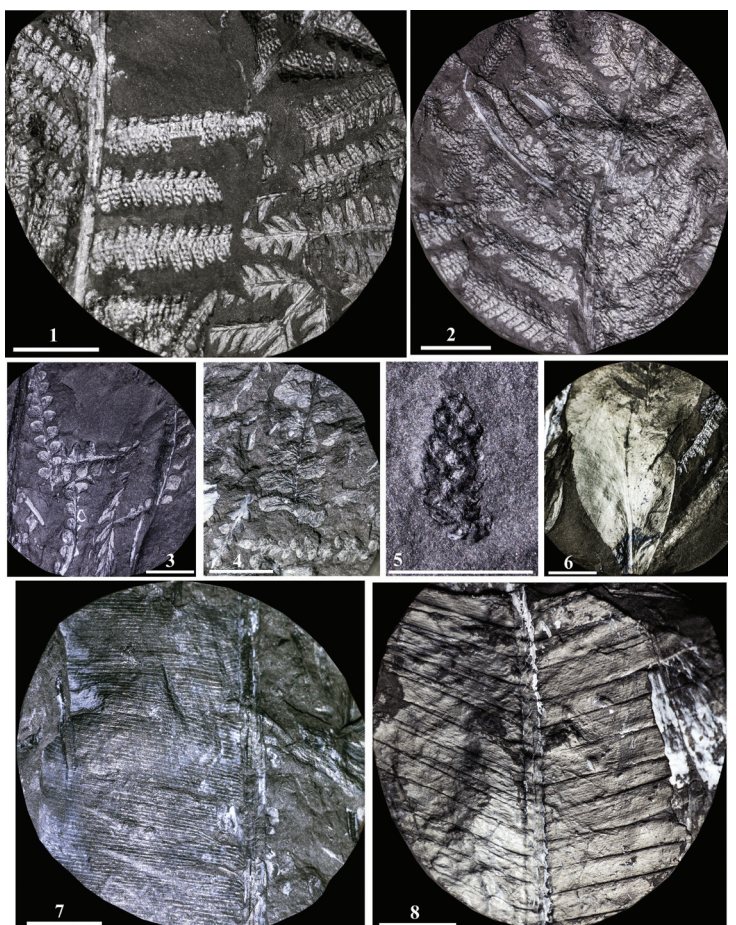


Plate 3

Fig. 1- *Nilssonia bozorga*, FJHMz-36;

Fig. 2- *Nilssonia ingens*, FJHMz-40;

Fig. 3- *Pseudoctenis lanei*, FJHMz-46;

Fig. 4a- *Cyparissidium* sp. cf. *rudlandicum*, FJHMz-9;

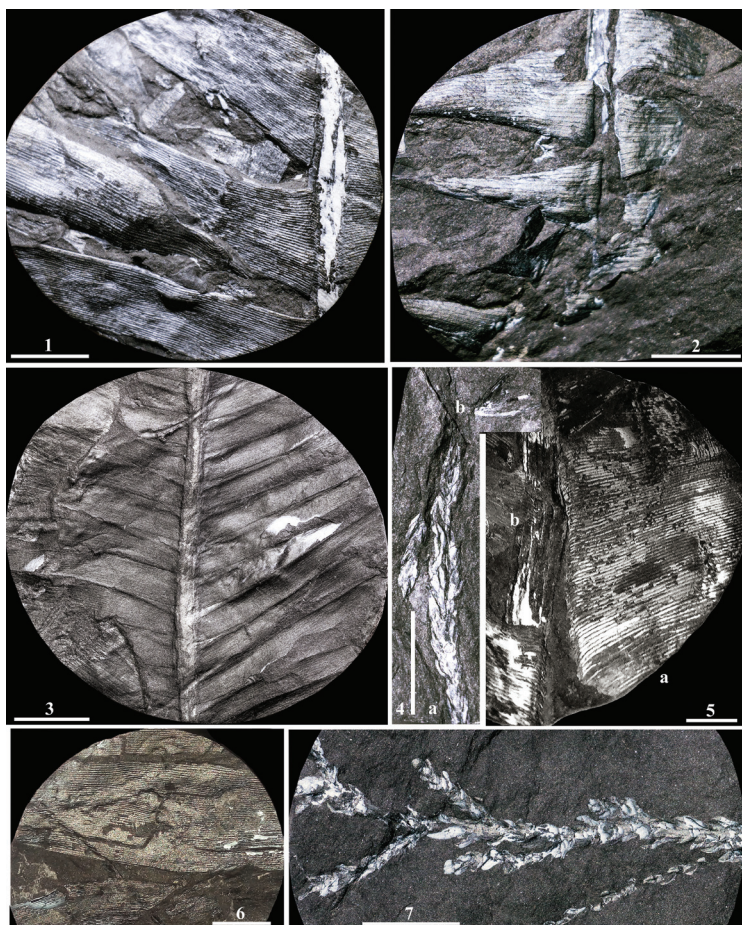
Fig. 4b- *Baiera* sp., FJHMz-9;

Figs. 5a, 6- *Nilssonia macrophylla*, FJHMz-9;

Fig. 5b- *Equisetites columnaris*, FJHMz-9;

Fig. 7- *Elatides thomasii*, FJHMz-40.

میلۀ مقیاس برابر یک سانتی‌متر است



کتابنگاری

- آقاباتی، س.ع.، ۱۳۷۷، چینه‌شناسی ژوراسیک ایران، جلد اول، انتشارات سازمان زمین‌شناسی ایران، تهران، ۳۵۵ صفحه.
- آقاباتی، س.ع.، ۱۳۹۳، فرهنگ چینه‌شناسی ایران. جلد چهارم. ژوراسیک. نشر رهی، تهران، ۵۴۴ صفحه.
- آقاباتی، س.ع. و حق‌پور، ع.، ۱۳۵۷، نقشه ۱:۲۵۰۰۰ زمین‌شناسی طبس، شماره ۱۷، گزارش ۳، شماره ۴. انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور.
- مهدیزاده، الف.، ۱۳۹۷، زیست‌چینه‌نگاری و تحلیل تطبیقی ماکروفسیل‌های گیاهی ژوراسیک میانی مناطق طبس و یزد و تهیه نقشه پراکنش فلورای آن. رساله دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد، منتشر نشده.
- مهدیزاده، الف.، واعظ جوادى، ف.، عاشوری، ع. و قادری، ع.، ۱۳۹۷، معرفی ماکروفسیل‌های گیاهی و زیست‌چینه‌نگاری منطقه کالشور در جنوب غرب طبس، نشریه علوم زمین دانشگاه خوارزمی، جلد ۴، شماره ۲، صص ۲۴۰-۲۱۳. DOI: 10.29252/gnf.4.2.213.
- مهدیزاده، الف.، واعظ جوادى، ف.، عاشوری، ع. و قادری، ع.، ۱۳۹۹، زیست‌چینه‌نگاری ماکروفسیل‌های گیاهی سازند هجدک منطقه چاه رخنه، جنوب غرب طبس و تحلیل آب و هوای دیرینه، مجله دانش زمین، دانشگاه شهید بهشتی، شماره ۴۳، صص ۸۹-۱۱۲. DOI: 10.52547/esrj.11.3.89.
- واعظ جوادى، ف.، ۱۳۹۲، معرفی ماکروفسیل‌های گیاهی منطقه جعفرآباد، غرب طبس و تفسیر آب و هوای دیرینه آن، مجله پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، انتشارات دانشگاه اصفهان، دوره ۵۱، شماره ۲، صص ۸۶-۶۷.
- واعظ جوادى، ف.، ۱۳۹۴، معرفی ماکروفسیل‌های گیاهی و زیست‌چینه‌نگاری برش کالشانه، شمال غرب طبس و تحلیل آب و هوای دیرینه، پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، شماره ۶۱، شماره ۴، صص ۱۰۵-۱۲۳. <https://civilica.com/doc/1209149>.
- واعظ جوادى، ف. و نامجو، ش.، ۱۳۹۴، زیست‌چینه‌نگاری سازند هجدک در کوچک‌علی شمالی، باختر طبس، تحلیل آب و هوایی آن و تطابق با سایر فلوریزون‌های هم‌ارز ایران، نشریه علمی-پژوهشی دیرینه‌شناسی، شماره ۳، شماره ۲، صص ۲۵-۱.

References

- Alavi, M., Vaziri, H., Seyed-Emami, K., and Lasemi, Y., 1997. The Triassic and associated rocks of the Naxhlak and Aghdarband areas in central and northeastern Iran as remnants of the southern Turanian active continental margin. Geological Society of America Bulletin, V.109 (12), pp. 1563-1575.

- Ameri, H., 2018. The Bajocian–Bathonian plant fossil from the Hojedk formation, Lenjan section, Kerman, Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, V. 11 (66), pp. 2–11. DOI:10.1007/s12517-017-3339-8.
- Ameri, H., Dastanpour, M., Khalilizade, H., and Zamani, F., 2013. Plant fossil remains from the Bajocian–Bathonian of Hojedk Formation, Babhutk area, Kerman, Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, V. 7 (6), pp. 2293–2302. DOI:10.1007/s12517-013-0878-5.
- Assereto, R., 1966. The Jurassic Shemshak Formation in Central Elburz (Iran). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, V. 72 (4), pp. 1133-1182.
- Badihagh, M. T., Sajjadi, F., Farmani, T., and Uhl, D., 2019. Middle Jurassic palaeoenvironment and palaeobiogeography of the Tabas Block, Central Iran: palynological and palaeobotanical Investigations. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, V. 99, pp. 379–399. DOI:10.1007/s12549-018-0361-0.
- Barnard, P. D. W., 1965. Flora of the Shemshak Formation Part2. Liassic Plants from Dorud. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, V. 4, p. 1123-1168.
- Beckett, P. H., 1956. Coal deposits near Kerman, South Persia. *Economic Geology*, V. 51, pp. 197-198.
- Berra, F., Angiolini, L., Zanchi, A., Vezzoli, G., Zanchetta, S., Bergomi, M., Vachard, D., Javadi, H. R., and Kouhpeyma, M., 2017. The upper Palaeozoic Godar-e-Siah Complex of Jandaq: Evidence and significance of a North Palaeotethyan succession in Central Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, V. 138, pp. 272-290.
- Berberian, N., and King, G. C. P., 1981. Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran. *Canadian Journal of Earth Sciences*, V. 18, pp. 210-265.
- Dice, L. R., 1945. Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology*, V. 26 (3), pp. 297-302.
- Fürsich, F. T., Wilmsen, M., and Seyed-Emami, K., 2009. Lithostratigraphy of the Upper Triassic-Middle Jurassic Shemshak Group of northern Iran. *Geological Society London, Special Publications*, V. 312, pp. 120-160. DOI:10.1144/SP312.6.
- Rees, P. M. A., Ziegler, A. M., and Valdes, P. J., 2000. Jurassic phytogeography and climates: new data and model comparisons. In Hubert, B. T., MacLeod K. G. and Wing S. L. (eds.), *Warm Climates in Earth History*. Cambridge University Press, London, 480 pp.
- Schweitzer, H. J., and Kirchner, M., 2003. Die rhäto-jurassischen Floren des Iran und Afghanistans 13. Cycadophyta. III. Bennettitales. *Palaeontographica B*, V. 264 (1-6), pp. 1-166.
- Schweitzer, H. J., van Konijnenburg-van Cittert, J. H. A., and van der Burg, J., 1997. The Rhaeto-Jurassic flora of Iran and Afghanistan. 10. Bryophyta, Lycophyta, Sphenophyta, Pterophyta-Eusporangiate and Protileptosporangiate. *Palaeontographica B*, V. 243, pp. 103-192.
- Schweitzer, H. J., Kirchner, M., and van Konijnenburg-van Cittert, J. H. A., 2000. The Rhaeto-Jurassic flora of Iran and Afghanistan. 12. Cycadophyta II. Nilssoniales. *Palaeontographica B*, V. 254 (1-3), pp. 1-63.
- Schweitzer, H. J., Schweitzer, U., Kirchner, M., van Konijnenburg-van Cittert, J. H. A., van der Burgh, J., and Ashraf, R. A., 2009. The Rhaeto-Jurassic flora of Iran and Afghanistan. 14. Pterophyta, Leptosporangiateae. *Palaeontographica B*, 279 (1-6), pp. 1-108. DOI: 10.1127/palb/279/2009/1.
- Sengör, A. M. C., 1979. Mid-Mesozoic closure of Permo-Triassic Tethys and its implications. *Nature*, V. 279, pp. 590-593.
- Sengör, A. M. C., 1990. A new model for late Paleozoic-Mesozoic tectonic evolution of Iran and implications for Oman. *Geological Society of London, Special Publication*, V. 49 (1), pp. 797-831.
- Shahabpour, J., 1998. Liesegang blocks from sandstone beds of the Hojedk Formation, Kerman, Iran. *Geomorphology*, V. 22, pp. 93-106.
- Sørensen, T., 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. *Biologiske Skrifter Udgivet af det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab*, V. 4, pp. 1-34.
- Tipper, G. H., 1921. The geology and mineral resources of eastern Persia. *Record of Geological Survey of India*, 53 (1), pp. 51-80.
- Takin, M., 1972. Iranian geology and continental drift in the Middle East. *Nature*, V. 235, pp. 147-150.
- Vaez Javadi, F., 2014. Triassic and Jurassic Floras and Climate of Central-East Iran. *Geological Survey of Iran- Rahi publication*, Tehran, 290 pp.
- Vaez-Javadi, F., 2018. Middle Jurassic flora from the Hojedk Formation of Tabas, central east Iran: Biostratigraphy and Palaeoclimate implications. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, V. 124 (2), pp. 299-316. doi.org/10.13130/2039-4942/10083.
- Vaez-Javadi, F., and Mirzaie-Ataabadi, M., 2006. Jurassic plant macrofossils from the Hojedk Formation, Kerman area, east-central Iran. *Alcheringa*, V. 30, 63-96. doi.org/10.1080/03115510608619345.
- Vakhrameev, V. A., 1991. Jurassic and Cretaceous floras and climates of the Earth. Cambridge University Press, London, 318 pp.
- Wilmsen, M., Fürsich, F. T., and Taheri, J., 2009. The Shemshak Group (Lower-Middle Jurassic) of the Binalud Mountains, NE Iran: stratigraphy, depositional environments and geodynamic implications. *Geological Society of London*, V. 312, pp. 175-188.
- Zanchi, A., Berra, F., Mattei, M., Ghasemi, M. R., and Sabouri, J., 2006. Inversion tectonics in central Alborz, Iran. *Journal of Structural Geology*, V. 28, pp. 2023-2037. DOI: 10.1016/j.jsg.
- Zanchi, A., Zanchetta, S., Berra, F., Mattei, M., Granzanti, E., Molyneux, S., Namab, A., and Sabouri, J., 2009. The Eo-Cimmerian (Late? Triassic) orogeny in North Iran. *Geological Society of London, Special Publications*, V. 312, pp. 31-55. doi.org/10.1111/j.1365-3121.2009.00876.x.

- Zanchi, A., Malaspina, N., Zanchetta, S., Berra, F., Benciolini, L., Bergomi, M., Cavallo, A., Javadi, H. R., and Kouhpeyma, M., 2015. The Cimmerian accretionary wedge of Anarak, Central Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, V. 102, pp. 45-72.
- Ziegler, A. M., Parrish, J. M., Jiping, Y., Gyllenhaal, E. D., Rowley, D. B., Parrish, J. T., Shangyou, N., Bekker, A., and Hulver, M. L., 1993. Early Mesozoic Phytogeography and Climate. *Philosophical Transaction of the Royal Society of London B* 28, V. 341 (1297), pp. 297-305.
- Ziegler, A. M., Rees, P. M., Rowley, D. B., Bekker, A., Qing L., and Hulver, M. L., 1996. Mesozoic assembly of Asia: Constraints from fossil floras, tectonics and paleomagnetism, in Yin, A., and Harrison, M., eds., *The tectonic evolution of Asia*. Cambridge University Press, pp. 371-400.

Original Research Paper

Biostratigraphy of plant macrofossils of the Mazino, southwest of Tabas, Central East of Iran and its palaeoecological analysis

Fatemeh Vaez Javadi ^{*1}, and Mahdi Abbaszadeh ¹¹ School of Geology, College of Science, University of Tehran, Tehran, I.R. Iran

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 2021 October 02

Accepted: 2022 April 27

Available online: 2022 December 22

Keywords:

Middle Jurassic

Plant macrofossils

Biostratigraphy

Palaeoenvironment

Mazino

Tabas

ABSTRACT

Middle Jurassic sediments of the Hojedk Formation have been well-exposed in the Central East of Iran. In this study, plant macrofossils, which are collected from a coal exploratory well in the Mazino area, southwest of the Tabas were studied, so that 29 species of well-preserved plant macrofossils belonging to 15 genera of various orders such as Equisetales, Filicales, Caytoniales, Bennettitales, Cycadales, and Pinales were identified. One local biozone- *Ptilophyllum harrisianum*-*Klukia exilis* interval zone was recognized. The lower and the upper boundaries of this biozone were identified by the first and the last occurrences of index species. Based on the occurrences of the *Equisetites* sp. cf. *E. beanii*, *Klukia exilis*, *Ptilophyllum harrisianum*, *Nilssonia macrophylla*, and *Elatides thomasii*, an early Middle Jurassic age (Aalenian-Bajocian) was suggested for this plant assemblage. The relative abundance of Filicales (ferns), Cycadales, Pinales, and Equisetales are 43.18, 31.82, 13.63, and 4.64 percent, respectively. Moreover, the results of similarity indices of plant macrofossils indicate relatively strong value of similarity between the plant macrofossil assemblage of the Mazino area and elsewhere in the Tabas Block. Besides, the floral gradient score of this assemblage is 54.89. Based on the paleontological and lithological evidence, a humid 'warm temperate biome' is considered for this locality. Moreover, it is confirmed that a uniform vegetation and palaeoclimate occurred in Tabas Block during the Middle Jurassic and that Iran was located within Vakhrameev's Euro-Sinian region, as Transcasian subprovince.

^{*} Corresponding author: Fatemeh Vaez Javadi; E-mail: vaezjavadi@ut.ac.ir

E-ISSN: 2645-4963; Copyright©2021 G.S. Journal & the authors. All rights reserved.

 doi: 10.22071/GSJ.2022.307599.1937 dor: 20.1001.1.10237429.1401.32.4.16.2