

تغییرات پوشش گیاهی کفه طبس از تریاس پسین تا ژوراسیک میانی

چکیده

نهشته‌های تریاس بالایی و ژوراسیک میانی در کفه طبس، شرق ایران مرکزی دربردارنده ماکروفسیل‌های گیاهی متنوع و به خوبی حفظ شده‌ای است. بررسی ترکیب مجموعه‌های گیاهی پاره سازند قدیر از سازند نایبند و سازند هجدک حاکی از تغییرات جدی در ترکیب فلورای این کفه در این بازه زمانی است. بر اساس شواهد فسیلی و داده‌های آماری، به‌طور واضحی مشاهده می‌شود که جنس‌های *Thaumatopteris* و *Clathropteris* از خانواده دیپتریاداسه، راسته فیلیکال در ژوراسیک میانی مفقود شده‌اند. علاوه بر این، تنوع و فراوانی نمایندگان راسته بنتیتال به وضوح کاهش یافته است به‌طوری‌که در ژوراسیک میانی، جنس‌های *Nilssoniopteris* و *Dictyozamites* حضور ندارند در حالی که *Nilssonia* از راسته سیکادال جایگزین گردیده و با گونه‌های متعددی در این مناطق گسترش یافت. در میان سرخس‌های دانه‌دار، راسته پلتاسپرما با جنس *Scythophyllum* در ژوراسیک میانی ناپدید شد و در عوض راسته‌های کی‌تونیا و کوریستوسپرما با جنس‌های *Sagenopteris* و *Pachypteris* جایگزین گردید. به علاوه، مخروطیان ریزبرگی نظیر جنس *Elatides* در ایران مرکزی-شرقی پدیدار شده، فراوان گردیده و گسترش یافتند. با توجه به ترکیب پوشش گیاهی، تغییرات محسوسی در آب و هوای این مناطق رخ نداد و کماکان آب و هوای مرطوب و نیمه گرمسیری تا گرمسیری بر این کفه طبس استیلا داشت.

کلیدواژه‌ها: تریاس پسین، ژوراسیک میانی، تغییرات پوشش گیاهی، کفه طبس.

Tabas Block floral changes from Late Triassic to Middle Jurassic

Abstract

Upper Triassic and Middle Jurassic deposits in the Tabas Block, central east of Iran contain diverse and well-preserved plant macrofossils. Investigating the composition of plant communities in the Qadir Member of the Nayband Formation and the Hojedk Formation indicates serious changes in the composition of their flora in this interval. Based on the fossil evidence and statistical data analysis, it was clearly observed that the genera *Clathropteris* and *Thaumatopteris* of Family Dipteridaceae, Order Filicales disappeared in the Middle Jurassic deposits. In addition, the diversity and abundance of the representatives of the Order Bennettitales has been clearly reduced, so that at the Middle Jurassic *Nilssoniopteris* and *Dictyozamites* are not present. While, *Nilssonia* of Order Cycadales is replaced and expanded with several species in these areas. Among the seed ferns, the Peltaspermales with the genus *Scythophyllum* disappeared in the Middle Jurassic, and instead, the Caytoniales and Corystospermales with the genera *Sagenopteris* and *Pachypteris* appeared. Moreover, in the Middle Jurassic, small-leaved conifers such as the *Elatides* appeared and became abundant and spread in the central eastern Iran. Based on floral combination, there is not occur a considerable climate change, and a humid subtropical to tropical climate prevailed in the Tabas Block.

Keywords: Late Triassic, Middle Jurassic, Floral changes, Tabas Block.

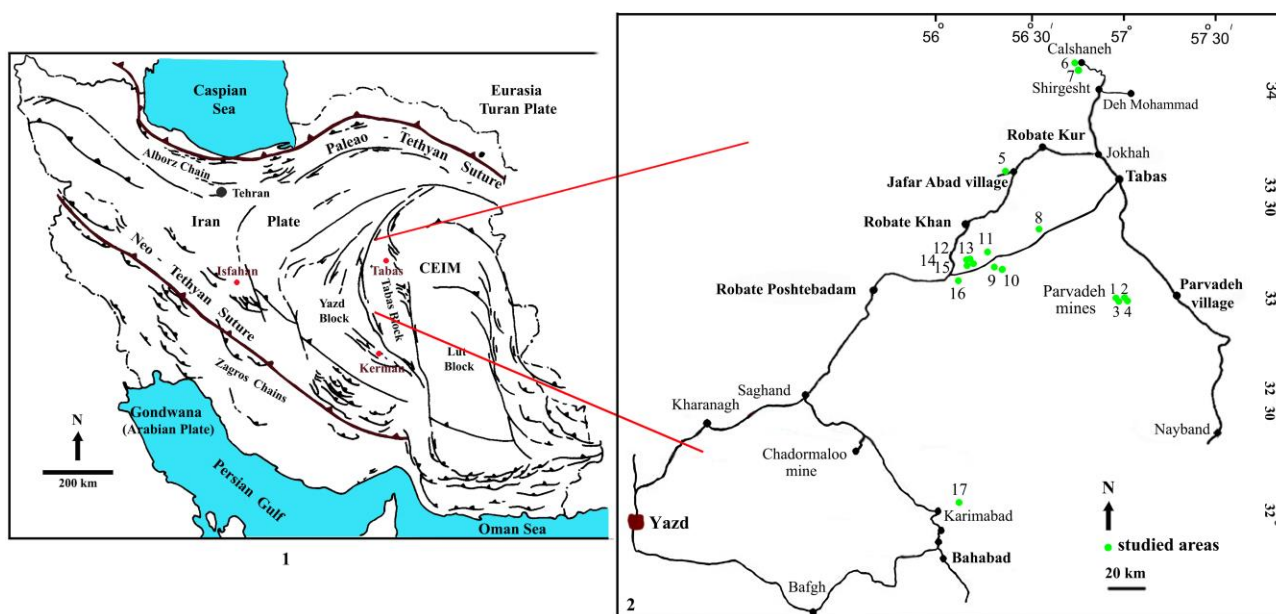
مقدمه

یکی از مهم‌ترین اجزاء یک اکوسیستم خشکی، پوشش گیاهی آن است. هر گونه تغییرات مجموعه گیاهی در اثر عوامل طبیعی، زمین ساخت یا انسانی به تغییر در وضعیت بوم‌شناختی (اکولوژی) منطقه می‌انجامد. این تحقیق دو هدف را پیگیری می‌کند: (۱) بررسی تغییرات پوشش گیاهی کفه طبس در بازه زمانی تریاس بالایی تا ژوراسیک میانی و (۲) تغییرات شرایط آب و هوایی. محققین بسیاری ماکروفسیل‌های گیاهی تریاس بالایی پاره سازند قدیر از سازند نایبند و ژوراسیک میانی سازند هجدک در محدوده کفه طبس را مورد مطالعه قرار داده و معرفی نمودند (به‌طور

مثال: Vassiliev, 1984؛ جلالی فرد، ۱۳۸۹؛ واعظ جوادی، ۱۳۹۱، ۱۳۹۲، ۱۳۹۴، ۱۴۰۳؛ منانی و همکاران، ۱۳۹۹؛ مهدیزاده، ۱۳۹۷؛ مهدیزاده و همکاران، ۱۳۹۷، ۱۳۹۹؛ واعظ جوادی و نامجو، ۱۳۹۴؛ واعظ جوادی و عباس زاده، ۱۴۰۱؛ Vaez-Javadi, 2014, 2018؛ Badihagh et al., (2019).

بحث

این پژوهش با تلفیق دو مجموعه داده صورت گرفته است. اولاً، نمونه‌هایی که در یک سفر به چهار منطقه از کفه طبس جمع‌آوری گردید و ثانیاً، داده‌های موجود در سیزده منطقه که در مطالعات قبلی در این محدوده منتشر شده‌اند (شکل ۱؛ جداول ۱ و ۲). نمونه‌های ماکروفسیل‌های گیاهی مورد مطالعه با سن تریاس بالایی در این تحقیق از دو منطقه از معادن پروده با مختصات جغرافیایی: $32^{\circ} 21' 30''$ عرض شمالی و $56^{\circ} 55' 58''$ طول شرقی جمع‌آوری گردید. همچنین، نمونه‌های ماکروفسیل گیاهی با سن ژوراسیک میانی از سازند هجدک نیز از دو منطقه معدنی چاه رخنه با مختصات جغرافیایی: $33^{\circ} 17' 56''$ عرض شمالی و $56^{\circ} 24' 56''$ طول شرقی و معدن روباز کانی کربن، جنوب غرب طبس با مختصات: $33^{\circ} 22' 30''$ عرض شمالی و $56^{\circ} 10' 30''$ طول شرقی جمع‌آوری شد (شکل ۱).



شکل ۱-۱ نقشه زمین‌ساخت ساده‌شده ایران به همراه گسل‌های اصلی و محدوده ریزقاره ایران مرکزی (CEIM) با محدوده‌های مشخص سه کفه یزد، کفه طبس و کفه لوت (برگرفته از Alavi et al., 1997)؛ ۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به مناطق مختلف حاوی ماکروفسیل‌های گیاهی در کفه طبس. ۱ تا ۴- معادن پروده؛ ۵- جعفرآباد (واعظ جوادی، ۱۳۹۲)؛ ۶-۷- کالشانه (واعظ جوادی، ۱۳۹۴؛ مهدیزاده، ۱۳۹۷)؛ ۸- چاه‌رخنه (مهدیزاده و همکاران، ۱۳۹۹؛ این تحقیق)؛ ۹-۱۰- کوچکعلی جنوبی (Badihagh et al., 2019; Vaez-Javadi, 2018)؛ ۱۱- کوچکعلی شمالی (واعظ جوادی و نامجو، ۱۳۹۴)؛ ۱۲-۱۵- مزینو، تخت صفار و کانی کربن (Vaez-Javadi, 2014)؛ واعظ جوادی، ۱۴۰۳؛ عباس زاده، ۱۴۰۱؛ این تحقیق)؛ ۱۶- کالشور (مهدیزاده، ۱۳۹۷)؛ ۱۷- کریم‌آباد (مهدیزاده، ۱۳۹۷).

چینه‌شناسی پاره سازند قدیر و سازند هجدک

سازند نایبند کهن‌ترین واحد سنگ‌چینه‌ای گروه شمشک با سن تریاس پسین است. توالی‌های شیل - سنگ‌ماسه‌ای ستر سازند نایبند، بخشی از رسوبات زغال‌دار ایران است. سازند نایبند در ناحیه‌ی طبس - شتری تنها در جنوب شهرستان طبس (ماچه کوه) و در خاور کوه‌های شتری گزارش شده و چنین دانسته شده است که در بخش وسیعی از کوه‌های شتری، در نتیجه‌ی بالآآمدگی‌های مربوط به رویداد

تکتونیکی سیمین پیشین، سازند نایبند وجود ندارد و نهشته‌های ژوراسیک با دگرشیبی مشخصی سنگ‌های قدیمی‌تر را می‌پوشاند (Stöcklin, 1968; Stöcklin *et al.*, 1965). برونیمان و همکاران (Brönnimann *et al.*) در سال ۱۹۷۰، در ۲۰ کیلومتری باختری نایبندان برش کاملی از این نهشته‌ها را مطالعه و این توالی ستر را به چهار پاره‌سازند به نام‌های گل کن (گلگان)، بیدستان، حوض شیخ و حوض خان تقسیم نموده و مجموع آنها را «سازند نایبند» نام دادند. این پیشنهاد، مورد تصویب و تایید کمیته ملی چینه‌شناسی ایران (۱۳۵۵) قرار گرفت. Kluyver *et al.* (1983) سازند نایبند را ستر و متنوع دانسته و نهشته‌های آن را به ۷ پاره‌سازند جداگانه تقسیم کردند. پاره سازند «قدیر» یکی از مناطق زغال‌خیز ایران مرکزی است که در باختر روستای نایبندان و در جنوب باختری طبس قرار دارد. در این مکان، ردیفی نسبتاً ستر از سنگ‌های تریاس بالا-ژوراسیک میانی (گروه شمشک) وجود دارد که با سازند نایبند آغاز و با نهشته‌های هم‌ارز سازند هجدک (ژوراسیک میانی) پایان می‌پذیرد.

پهنه‌ی ایران مرکزی، کفه‌ای قاره‌ای است که در طی بازه زمانی تریاس پسین تا کرتاسه و در جریان جوش خوردگی قاره‌ای سیمین به سپر اوراسیا پیوسته است (Alavi *et al.*, 1997; Zanchi *et al.*, 2009, 2015; Berra *et al.*, 2017; Sengör, 1990). بخشی از این ریزقاره به عنوان ریزقاره ایران مرکزی خاوری معرفی شد. (Central East Iranian Microcontinent/CEIM; Takin, 1972) به طوری که مشتمل بر سه کفه یزد (باختری)، طبس (مرکزی) و لوت (خاوری) می‌باشد. پیرو فعالیت‌های کوه‌زایی سیمین، گسل خوردگی‌های شمال و جنوب این منطقه به تشکیل حوضه‌ای بین‌گسلی انجامیده به طوری که محلی برای انباشت رسوبات و توالی‌های ستر ژوراسیک در آن شد. (Shahabpour, 1998; Berberian & King, 1981). تایپر (Tipper, 1921)، در حوضه شمال کرمان این توالی را که عموماً از ماسه سنگ، شیل به همراه رگه‌های زغالی تشکیل شده است «سری‌های دربردارنده گیاهان ژوراسیک» نامید. Beckett (1956) این رسوبات را «سری‌های زغالدار» نامگذاری کرد. کمیته ملی چینه‌شناسی ایران، این توالی را «سازند هجدک» نامگذاری نمود (۱۹۶۴ در آقائاتی، ۱۳۷۷).

ماکروفسیل‌های گیاهی تریاس میانی کفه طبس

ماکروفسیل‌های گیاهی جمع‌آوری شده از منطقه معادن پروده به تفکیک راسته‌ها به شرح زیر می‌باشد (Plate 1):

Equisetites arenaceus, *E. muensteri*, *Neocalamites* sp. (of *Equisetales*), *Clathropteris* sp., *Thaumatopteris* sp., *Todites crenatum*, *Phlebopteris muensteri*, *Phlebopteris polypodioides*, *Lobifolia* sp. cf. *L. iranica*, *L. rotundifolia*, *Cladophlebis nebbensis*, *Taeniopteris tenuinervis*, *Scytophyllum persicum*, *Nilssoniopteris* sp. cf. *N. musafolia*, *N. schenkiana*, *Pterophyllum bavieri*, *P. contiguum*, *P. nathorsti*, *P. schenki*, *P. tietzei*, *Nilssonia acuminata*, *Nilssonia* sp. cf. *N. polymorpha*, *N. pseudobrevis*, *Nilssonia undulata*, *Podozamites angustifolius*, *P. lanceolatus*, *P. latissimus*.

جدول ۱- ماکروفسیل‌های تریاس بالایی منطقه معادن پروده از تحقیقات موجود.

نویسنده(گان)	محل	ماکروفسیل‌های گیاهی
جلالی فرد (۱۳۸۹)	Parvadeh mines area 33° 5' - 32° 50' North latitude 56° 45' - 57° 15' East longitudes	<i>Equisetites arenaceus</i> , <i>Equisetites</i> sp. cf. <i>E. columnaris</i> , <i>Neocalamites</i> sp. cf. <i>N. hoerensis</i> , <i>Todites crenatum</i> , <i>Phlebopteris muensteri</i> , <i>Phlebopteris polypodioides</i> , <i>Lobifolia</i> sp. cf. <i>L. iranica</i> , <i>L. rotundifolia</i> , <i>Cladophlebis nebbensis</i> , <i>Taeniopteris tenuinervis</i> , <i>Scytophyllum persicum</i> , <i>Nilssoniopteris</i> sp. cf. <i>N. musafolia</i> , <i>N. schenkiana</i> , <i>Pterophyllum bavieri</i> , <i>P. contiguum</i> , <i>P. nathorsti</i> , <i>P. schenki</i> , <i>P. tietzei</i> , <i>Nilssonia acuminata</i> , <i>Nilssonia</i> sp. cf. <i>N. polymorpha</i> , <i>N. pseudobrevis</i> , <i>Nilssonia undulata</i> , <i>Podozamites angustifolius</i> , <i>P. lanceolatus</i> , <i>P. latissimus</i>
Vassiliev (1984)	Parvadeh area, south Tabas	<i>Equisetites arenaceus</i> , <i>Neocalamites</i> cf. <i>lehmannianus</i> , <i>Phlebopteris affinis</i> , <i>P. polypodioides</i> , <i>P. muensteri</i> , <i>Taeniopteris tenuinervis</i> , <i>T. reversa</i> , <i>Macrotaeniopteris virgulata</i> , <i>M. lata</i> , <i>Thaumatopteris fuchsii</i> , <i>Scytophyllum persicum</i> , <i>Thaungyenopteris parvipinnulata</i> , <i>Ptilozamites nilssonii</i> , <i>Pterophyllum angustilobum</i> , <i>P. auriculatum</i> , <i>P. bavieri</i> , <i>P. propingum</i> , <i>P. tabassicum</i> , <i>P. tietzei</i> , <i>Pterotaenium fazlii</i> , <i>Dictyozamites asseretoi</i> , <i>Otozamites ashtarensis</i> , <i>O. imparipinnatus</i> , <i>Cycadolepis harrisii</i> , <i>C. rugosa</i> , <i>Nilssonia brevis</i> , cf. <i>N. acuminata</i> , <i>N. orientalis</i> , <i>N. pseudobrevis</i> , <i>Schizolepis</i> cf. <i>folinii</i> , <i>Pagiophyllum peregrinum</i> , <i>Sciadiscia parvasensis</i>

<i>Equisetites</i> cf. <i>arenaceus</i> , <i>Todites</i> cf. <i>crenatum</i> , <i>Cladophlebis nebbensis</i> , <i>Phlebopteris muensteri</i> , <i>Scytophyllum persicum</i> , <i>Pterophyllum nathorsti</i> , <i>Pterophyllum schenki</i> , <i>Pterophyllum tietzei</i> , <i>Nilssoniopteris musafolia</i> , <i>N. schenkiana</i> , <i>Nilssonia acuminata</i> , <i>Nilssonia</i> sp.	Parvadeh area, south Tabas	Ghavidel-Syooki et al. (2014)
<i>Equisetites arenaceus</i> , <i>E. muensteri</i> , <i>Neocalamites</i> sp. cf. <i>meriani</i> , <i>Todites crenatum</i> , <i>T. princeps</i> , <i>Clathropteris meniscoides</i> , <i>Dictyophyllum exile</i> , <i>Gleichenites aphlebioides</i> , <i>Phlebopteris muensteri</i> , <i>P. polypodioides</i> , <i>Cladophlebis nebbensis</i> , <i>Schytophyllum persicum</i> , <i>Pterophyllum aequale</i> , <i>P. bavieri</i> , <i>P. tietzei</i> , <i>Dictyozamites asseretoi</i> , <i>Otozamites ashtarensis</i> , <i>O. imparipinnatus</i> , <i>Nilssonia brevis</i> , <i>N. pseudobrevis</i> , <i>Cycadolepis harrisii</i> , <i>C. rugosa</i> , <i>Sphenobaiera longifolia</i> , <i>Baiera muensteriana</i> , <i>Carpolithes cinctus</i> , <i>Podozamites angustifolius</i> , <i>Schizolepis</i> cf. <i>follinii</i> , <i>Pagiophyllum peregrinum</i> , <i>Sciadisca parvasensis</i>	Parvadeh mine area, south Tabas; 33° North latitude and 56° 58' East longitude	واعظ جوادی (۱۳۹۱) Vaez-Javadi (2014)

ماکروفسیل‌های گیاهی ژوراسیک بالایی کفه طبس

ماکروفسیل‌های گیاهی ژوراسیک میانی که در این پژوهش جمع‌آوری گردید به تفکیک راسته‌ها به شرح زیر است (Plate 1):

Equisetites beanii, *Equisetites* sp. cf. *E. columnaris* (of Equisetales), *Coniopteris hymenophylloides*, *Dictyophyllum nilssonii*, *Ferizianopteris undulata*, *Klukia crenata*, *Klukia exilis*, *Lobifolia rotundifolia*, *Todites crenatum* (of ferns), *Sagenopteris nilssoniana* (of seed ferns: Caytoniales), *Otozamites graphicus*, *Ptilophyllum harrisianum* (of Bennettitales), *Nilssonia ingens*, *N. macrophylla*, *N. orientalis*, *Nilssonia* sp. cf. *N. tazarensis*, *Nilssonia* sp. cf. *N. undulata* (of Cycadales), *Elatides thomasi*, and *Podozamites distans* (of Coniferales).

جدول ۲- ماکروفسیل‌های گیاهی ژوراسیک میانی سازند هجدک معرفی شده توسط سایر محققین.

ماکروفسیل‌های گیاهی	محل	نویسنده (گان)
<i>Klukia exilis</i> , <i>Sagenopteris phillipsii</i> , <i>Anomozamites lindleyanus</i>	باب نیزو، کرمان	Vassiliev (1984)
<i>Equisetites beanii</i> , <i>Klukia westii</i> , <i>Cladophlebis denticulata</i> , <i>Nilssonia schauburgensis</i> , <i>Pseudocatenis webwri</i> , <i>Ginkgo lepida</i> , <i>G. taeniata</i> , <i>Baiera concinna</i> , <i>Pagiophyllum curvifolium</i> , <i>Carpolithes semicostatus</i>	مزینو، طبس	
<i>Equisetites</i> sp. cf. <i>E. beanii</i> , <i>Marattiopsis</i> sp., <i>Coniopteris hymenophylloides</i> , <i>Dictyophyllum</i> sp. cf. <i>D. nervulosum</i> , <i>Phlebopteris muensteri</i> , <i>Lobifolia iranica</i> , <i>Dictyophyllum nilssonii</i> , <i>Klukia exilis</i> , <i>Cladophlebis denticulata</i> , <i>Sagenopteris nilssoniana</i> , <i>Nilssonia</i> sp. cf. <i>N. orientalis</i> , <i>Nilssonia sarakhs</i> , <i>N. undulata</i> , <i>Nilssonia</i> sp. cf. <i>N. undulata</i> , <i>Elatides thomasi</i>	منطقه جعفرآباد، شمال شرق طبس با مختصات: 56° 4' E و 33° 30' 6" N	واعظ جوادی (۱۳۹۲)
<i>Equisetites beanii</i> , <i>E. columnaris</i> , <i>Neocalamites</i> sp., <i>Coniopteris hymenophylloides</i> , <i>Lobifolia rotundifolia</i> , <i>Ferizianopteris undulata</i> , <i>Dictyophyllum</i> sp., <i>Klukia crenata</i> , <i>K. exilis</i> , <i>Rhizomopteris rezaii</i> , <i>Cladophlebis aktashensis</i> , <i>C. whitbyensis</i> , <i>Sagenopteris nilssoniana</i> , <i>Anomozamites</i> sp., <i>Pterophyllum feriziense</i> , <i>Ptilophyllum harrisianum</i> , <i>Ctenis</i> sp. cf. <i>C. sulcicaulis</i> , <i>Ginkgoites huttonii</i> , <i>Ginkgoites</i> sp., <i>Nilssonia feriziensis</i> , <i>N. ingens</i> , <i>N. macrophylla</i> , <i>Nilssonia</i> sp. cf. <i>N. orientalis</i> , <i>Nilssonia</i> sp. cf. <i>N. tazarensis</i> , <i>N. tenuicaulis</i> , <i>N. undulata</i> , <i>Podozamites distans</i> , <i>Elatides thomasi</i> , <i>Elatocladus zamioideis</i>	کوچکعلی شمالی، جنوب غرب طبس با مختصات: 33° 17' N و 56° 18' E	واعظ جوادی و نامجو (۱۳۹۴)
<i>Annulariopsis simpsonii</i> , <i>Equisetites beanii</i> , <i>E. lateralis</i> , <i>Coniopteris hymenophylloides</i> , <i>Dictyophyllum nervulosum</i> , <i>D. nilssonii</i> , <i>Ferizianopteris undulata</i> , <i>Lobifolia rotundifolia</i> , <i>Phlebopteris muensteri</i> , <i>Klukia exilis</i> , <i>K. crenata</i> , <i>Todites princeps</i> , <i>T. williamsonii</i> , <i>Cladophlebis denticulata</i> , <i>Rhizomopteris rezaii</i> , <i>Sagenopteris phillipsii</i> , <i>Ptilophyllum</i> sp. cf. <i>P. harrisianum</i> , <i>Nilssonia herriesi</i> , <i>N. ingens</i> , <i>N. macrophylla</i> , <i>N. sarakhs</i> , <i>N. undulata</i> , <i>Sphenobaiera</i> sp., <i>Cupressinocladus pseudoexpansum</i> , <i>Elatides thomasi</i> , <i>Podozamites distans</i>	Mazino, open coal mine, South west Tabas; 33° 21' North latitude, 56° 9' East longitude	Vaez-Javadi (2014)
<i>Equisetites beanii</i> , <i>Coniopteris hymenophylloides</i> , <i>Klukia exilis</i> , <i>K. crenata</i> , <i>Sagenopteris</i> sp. cf. <i>S. nilssoniana</i> , <i>Ctenis</i> sp. cf. <i>C. sulcicaulis</i> , <i>Nilssonia</i> sp. cf. <i>N. bozorga</i> , <i>N. macrophylla</i> , <i>N. tazarensis</i> , <i>N. tenuicaulis</i> , <i>N. undulata</i> , <i>Ptilophyllum harrisianum</i> , <i>Ginkgoites parasingularis</i> , <i>Sphenobaiera longifolia</i> , <i>Elatides thomasi</i> , <i>Podozamites distans</i>	کالشانه، شمال غرب طبس با مختصات: 34° 7' N, 56° 40' E	واعظ جوادی (۱۳۹۴)

<i>Annulariopsis simpsonii</i> , <i>Equisetites beanii</i> , <i>Equisetites</i> sp. cf. <i>E. columnaris</i> , <i>Dictyophyllum nilssonii</i> , <i>Coniopteris hymenophylloides</i> , <i>Klukia exilis</i> , <i>K. crenata</i> , <i>Ferizianopteris undulata</i> , <i>Lobifolia rotundifolia</i> , <i>L. iranica</i> , <i>Phlebopteris</i> sp. cf. <i>P. muensteri</i> , <i>Cladophlebis</i> sp. cf. <i>C. denticulata</i> , <i>Sagenopteris colpodes</i> , <i>S. nilssoniana</i> , <i>Anomozamites</i> sp., <i>Pterophyllum feriziense</i> , <i>Nilssonina bozorga</i> , <i>N. feriziensis</i> , <i>N. herriesi</i> , <i>N. ingens</i> , <i>N. macrophylla</i> , <i>Nilssonina</i> sp. cf. <i>N. orientalis</i> , <i>N. tazarensis</i> , <i>N. undulata</i> , <i>Ginkgoites</i> sp. cf. <i>G. parasingularis</i> , <i>Cyparissidium</i> sp., <i>Elatides thomasii</i> , <i>Elatocladus</i> sp. cf. <i>E. zamioides</i> , and <i>Podozamites distans</i>	South Kouchekali, well number 210, south west Tabas; 33° 13' 22" North latitude, 56° 23' 6" East longitude	Veaz-Javadi (2018)
<i>Equisetites beanii</i> , <i>Coniopteris hymenophylloides</i> , <i>Klukia exilis</i> , <i>K. crenata</i> , <i>Ferizianopteris undulata</i> , <i>Lobifolia rotundifolia</i> , <i>Todites</i> sp., <i>Cladophlebis australis</i> , <i>C. aktashensis</i> , <i>C. denticulata</i> , <i>Sagenopteris phillipsii</i> , <i>N. macrophylla</i> , <i>Nilssonina undulata</i> , <i>Ptilophyllum harrisianum</i> , <i>Elatides thomasii</i> , and <i>Podozamites</i> sp. cf. <i>P. distans</i>	چاه اکتشافی شمال شرق بهاباد با مختصات: 32° 6' 39" N, 56° 10' 41" E	مهدیزاده (۱۳۹۷)
<i>Equisetites</i> sp. cf. <i>E. columnaris</i> , <i>Coniopteris hymenophylloides</i> , <i>Ferizianopteris undulata</i> , <i>Lobifolia iranica</i> , <i>Lobifolia rotundifolia</i> , <i>Dictyophyllum nilssonii</i> , <i>Klukia exilis</i> , <i>Cladophlebis aktashensis</i> , <i>Cladophlebis denticulata</i> , <i>Cladophlebis</i> sp. A, <i>Cladophlebis</i> sp. B, <i>Nilssonina bozorga</i> , <i>Nilssonina macrophylla</i> , <i>Nilssonina tazarensis</i> , and <i>Podozamites distans</i> .	چاه اکتشافی منطقه کالشور، جنوب غرب طبس با مختصات: 33° 5' 30" North latitude, 56° 4' 15" East longitude	مهدیزاده و همکاران (۱۳۹۷)
<i>Annulariopsis simpsonii</i> , <i>Equisetites lateralis</i> , <i>Spiropteris</i> sp., <i>Dictyophyllum</i> sp., <i>Klukia westii</i> , <i>Klukia exilis</i> , <i>Marattiopsis munsteri</i> , <i>Cladophlebis denticulata</i> , <i>Ferizianopteris undulata</i> , <i>Coniopteris hymenophylloides</i> , <i>Sagenopteris iranica</i> , <i>Sagenopteris colpodes</i> , <i>Anomozamites</i> <i>Anomozamites thomasii</i> , <i>Ptilophyllum pectinoides</i> , <i>Pterophyllum</i> sp., <i>Nilssonina bargi-bidi</i> , <i>Nilssonina herriesi</i> , <i>Nilssonina</i> sp., <i>Elatides thomasii</i> , <i>Podozamites distans</i> and <i>Elatocladus</i> sp.	Exploration well no. 233 in South Kuchak-Ali; 33° 15' 39" North latitude and 56° 22' 44" East longitude	Badihagh et al. (2019)
<i>Annulariopsis simpsonii</i> , <i>Equisetites beanii</i> , <i>Equisetites columnaris</i> , <i>Neocalamites</i> sp. cf. <i>N. ishpushtensis</i> , <i>Marattiopsis</i> sp., <i>Todites crenatum</i> , <i>Coniopteris hymenophylloides</i> , <i>Ferizianopteris</i> sp. cf. <i>F. undulata</i> , <i>Lobifolia iranica</i> , <i>Lobifolia rotundifolia</i> , <i>Dictyophyllum nervulosum</i> , <i>Dictyophyllum nilssonii</i> , <i>Phlebopteris muensteri</i> , <i>Klukia exilis</i> , <i>Klukia crenata</i> , <i>Cladophlebis aktashensis</i> , <i>Cladophlebis denticulata</i> , <i>Rhizopteris rezaii</i> , <i>Taeniopteris</i> sp., <i>Sagenopteris colpodes</i> , <i>Sagenopteris nilssoniana</i> , <i>Sagenopteris phillipsii</i> , <i>Ctenis</i> sp., <i>Nilssonina bozorga</i> , <i>Nilssonina macrophylla</i> , <i>Nilssonina</i> sp. cf. <i>N. sarakhs</i> , <i>Nilssonina tazarensis</i> , <i>Nilssonina tenuicaulis</i> , <i>Nilssonina undulata</i> , <i>Ptilophyllum harrisianum</i> , <i>Ginkgoites</i> sp. cf. <i>G. huttonii</i> , <i>Elatides thomasii</i> , and <i>Podozamites distans</i>	چاه رخنه، جنوب غرب طبس با مختصات: 33° 17' 56" N, 56° 24' 56" E	مهدیزاده و همکاران (۱۳۹۹)
<i>Equisetites</i> sp. cf. <i>E. beanii</i> , <i>Equisetites columnaris</i> , <i>Neocalamites</i> sp., <i>Dictyophyllum nilssonii</i> , <i>Coniopteris hymenophylloides</i> , <i>Klukia exilis</i> , <i>K. crenata</i> , <i>Ferizianopteris undulata</i> , <i>Lobifolia rotundifolia</i> , <i>Rhizopteris rezaii</i> , <i>Phlebopteris</i> sp. cf. <i>P. muensteri</i> , <i>Cladophlebis feriziensis</i> , <i>Sagenopteris nilssoniana</i> , <i>Sagenopteris</i> sp. cf. <i>S. phillipsii</i> , <i>Ptilophyllum harrisianum</i> , <i>Nilssonina bozorga</i> , <i>N. feriziensis</i> , <i>N. ingens</i> , <i>N. macrophylla</i> , <i>Nilssonina</i> sp. cf. <i>N. orientalis</i> , <i>N. undulata</i> , <i>Pseudoctenis lanei</i> , <i>Baiera</i> sp., <i>Cyparissidium</i> sp. cf. <i>C. rudlandicum</i> , <i>Elatides thomasii</i>	چاه شماره ۱ اکتشافی مزینو، جنوب غرب طبس با مختصات: 33° 17' 56" N, 56° 24' 1" E	واعظ جواد و عباس‌زاده (۱۴۰۱)
<i>Equisetites</i> sp. cf. <i>E. beanii</i> , <i>Equisetites</i> sp. cf. <i>E. columnaris</i> , <i>Neocalamites</i> sp., <i>Marattiopsis intermedia</i> , <i>Marattiopsis</i> sp., <i>Todites fakhri</i> , <i>Coniopteris hymenophylloides</i> , <i>Lobifolia iranica</i> , <i>Lobifolia rotundifolia</i> , <i>Lobifolia</i> sp., <i>Cladophlebis</i> sp., <i>Taeniopteris intermedia</i> , <i>Taeniopteris</i> sp., <i>Sagenopteris nilssoniana</i> , <i>Sagenopteris phillipsii</i> , <i>Ctenis</i> sp., <i>Nilssonina</i> sp. cf. <i>N. acuminata</i> , <i>Nilssonina</i> sp. cf. <i>N. bozorga</i> , <i>Nilssonina feriziensis</i> , <i>Nilssonina</i> sp. cf. <i>N. pterophylloides</i> , <i>Nilssonina undulata</i> , <i>Nilssonina</i> sp., <i>Williamsonia</i> sp., <i>Sphenobaiera</i> sp., <i>Cyparissidium</i> sp., <i>Elatides thomasii</i> , <i>Elatides</i> sp., <i>Pagiophyllum insigne</i> , and <i>Podozamites distans</i> .	معدن تخت صفار، جنوب غرب طبس با مختصات: 56° 11' و 33° 22' N	واعظ جواد (۱۴۰۳)



Plate 1. Fig. 1- *Scythophyllum persicum*; Fig. 2- *Nilssoniopteris schenkiana*; Fig. 3- *Klukia exilis*; Fig. 4- *Pterophyllum schenki*; Fig. 5- *Coniopteris hymenophylloides*; Fig. 6- *Sagenopteris phillipsii*. Scale bars= 1cm.

نتیجه‌گیری

بر اساس بررسی و تلفیق داده‌های جمع‌آوری شده (۴ منطقه در این پژوهش و ۱۳ منطقه در مقالات منتشر شده) از کفه طبس، تغییرات پوشش گیاهی از تریاس بالایی تا ژوراسیک میانی به شرح روبرو می‌باشد: ۱- از شاخه سفنوفیت (Sphenophyta)، راسته Equisetales، گونه‌های جنس *Equisetites* دستخوش تحول گردیدند به‌طوری که گونه *Equisetites arenaceus* که در رسوبات تریاس بالایی پاره سازند قدیر در معادن پروده یافت می‌شد در ژوراسیک میانی ناپدید شده و در عوض، گونه *E. beanii* پدیدار شد و جایگزین گردید. ۲-

جنس‌های *Clathropteris* و *Thaumatopteris* از شاخه سرخس‌ها (فیلیکوفیت) و خانواده Dipteridaceae که در تریاس بالایی گسترش داشتند در ژوراسیک میانی ناپدید می‌شوند. ۳- جنس *Scythophyllum* از سرخس‌های دانه دار (پتریدوسپوفیت) و راسته Peltaspermales که در تریاس بالایی گسترش داشتند در ژوراسیک میانی ناپدید می‌شوند. علاوه بر این، جنس‌های *Sagenopteris* از شاخه پتریدوسپرموفیت، راسته Caytoniales و *Pachypteris* از راسته Corystospermales ظاهر شده و متداول گردیدند. ۴- جنس‌های *Nilssoniopteris* و *Dictyozamites* از بازدانگان، شاخه سیکادوفیت و راسته Bennettitales که در تریاس بالایی گسترش داشتند در ژوراسیک میانی ناپدید می‌شوند. علاوه بر این، گونه‌های *Pterophyllum bavieri*، *P. schenki* و *P. tietzei* در رسوبات ژوراسیک میانی ناپدید می‌شوند و جای خود را به جنس *Ptilophyllum* واگذار می‌کنند. ۵- از سرخس‌ها (شاخه فیلیکوفیت) و راسته Filicales؛ جنس‌های *Klukia* از خانواده Schizeaceae و *Coniopteris* از خانواده Diksoniaceae که در تریاس بالایی حضور نداشتند، در ژوراسیک میانی سازند هجدک پدیدار شدند. ۶- جنس *Nilssonia* از بازدانگان، شاخه سیکادوفیت و راسته Cycadales با گونه‌های متعددی به شکوفایی رسید. گونه‌های *Nilssonia ingens* و *N. macrophylla* از گونه‌های شاخص ژوراسیک میانی کفه طبس هستند. ۷- مخروطیان (شاخه کونیفروفیت)، با جنس‌های ریزبرگ (میکروفیل) فراوان شدند به طوری که جنس *Elatides* در ژوراسیک میانی پدیدار شد و در زیستگاه‌های مختلفی فراوان گردید. با توجه به مجموعه پوشش گیاهی در این دو بازه زمانی، تغییر محسوسی در آب و هوای کفه طبس به وقوع نپیوست. به عبارتی، شرایط مرطوب و گرمسیری تا نیمه گرمسیری در تمامی این فاصله زمانی بر کفه طبس حاکم بوده است.

منابع

- آقاباتی س.ع.، ۱۳۷۷. چینه‌شناسی ژوراسیک ایران، جلد اول. انتشارات سازمان زمین‌شناسی ایران، تهران، ۳۵۵ ص.
- آقاباتی، س.ع.، ۱۳۹۳. فرهنگ چینه‌شناسی ایران، جلد چهارم. انتشارات رهی، تهران، ۵۴۵ ص.
- جلالی فرد، م.، ۱۳۹۰. بیوستراتیگرافی و معرفی ماکروفسیل‌های گیاهی سازند نایند در منطقه زغالسنگ پروده طبس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد طبس، ۲۵۲ ص.
- مهدیزاده، ا.، ۱۳۹۷. زیست چینه نگاری و تحلیل تطبیقی ماکروفسیل‌های گیاهی ژوراسیک میانی منطقه طبس و یزد و تهیه نقشه پراکنش پوشش گیاهی دیرینه. پایان نامه دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد، واحد پردیس بین الملل، ۲۲۵ ص.
- مهدیزاده، ا.، واعظ جوادی، ف.، عاشوری، ع. و قادری، ع.، ۱۳۹۷. معرفی ماکروفسیل‌های گیاهی و زیست چینه نگاری منطقه‌ی کالشور در جنوب غرب طبس. نشریه علوم زمین دانشگاه خوارزمی. جلد ۴، شماره ۳: ۲۴۰-۲۱۳.
- مهدیزاده، ا.، واعظ جوادی، ف.، عاشوری، ع. و قادری، ع.، ۱۳۹۹. زیست چینه نگاری ماکروفسیل‌های گیاهی سازند هجدک منطقه چاه رخنه، جنوب غرب طبس و تحلیل آب و هوای دیرینه. مجله دانش زمین، دانشگاه شهید بهشتی، شماره ۴۳: ۸۹-۱۱۲.
- واعظ‌جوادی، ف.، ۱۳۹۱. بیوستراتیگرافی سازند نایند در منطقه معادن زغال‌سنگ پروده طبس بر مبنای ماکروفسیل‌های گیاهی. پژوهشهای چینه نگاری و رسوبشناسی، جلد ۲۶، شماره ۱: ۱۴۳-۱۱۳.
- واعظ جوادی، ف.، ۱۳۹۲. معرفی ماکروفسیل‌های گیاهی منطقه جعفرآباد، غرب طبس و تفسیر آب و هوای دیرینه آن. مجله پژوهشهای چینه نگاری و رسوبشناسی، انتشارات دانشگاه اصفهان، جلد ۵۱، شماره ۲: ۸۶-۶۷.
- واعظ جوادی، ف.، ۱۳۹۴. معرفی ماکروفسیل‌های گیاهی و زیست چینه نگاری برش کالشانه، شمال غرب طبس و تحلیل آب و هوای دیرینه. مجله پژوهشهای چینه نگاری و رسوبشناسی، انتشارات دانشگاه اصفهان، جلد ۶۱، شماره ۴: ۱۲۳-۱۰۵.

- واعظ جوادى، ف.، ۱۴۰۳. ماکروفسیل‌های گیاهی سازند هجدک در معدن روباز تخت‌صفار، جنوب‌باختر طبس؛ تحلیل بوم‌شناختی. فصلنامه علوم زمین. در دست چاپ.
- 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، جلد ۳، شماره ۲: ۲۵-۱.
- واعظ‌جوادى، ف. و عباس‌زاده، م.، ۱۴۰۱. زیست‌چینه‌نگاری ماکروفسیل‌های گیاهی مزینو، جنوب غرب طبس، خاور ایران مرکزی و تحلیل دیرینه بوم‌شناسی آن. فصلنامه علوم زمین، انتشارات سازمان زمین‌شناسی، جلد ۱۲۶، شماره ۴: ۲۲۶-۲۰۹.

References

- Alavi M., Vaziri H., Seyed-Emami K., & Lasemi Y., 1997. The Triassic and associated rocks of the Nakhlak and Aghdarband areas in central and northeastern Iran as remnants of the southern Turanian active continental margin. *Geological Society of America Bulletin*, 109 (12): 1563–1575.
- Badihagh, M. T., Sajjadi, F., Farmani, T., & Uhl, D., 2019. Middle Jurassic palaeoenvironment and palaeobiogeography of the Tabas Block, Central Iran: palynological and palaeobotanical Investigations. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 99: 379–399.
- Beckett, P.H., 1956. Coal deposits near Kerman, South Persia. *Economic Geology*, 51: 197-198.
- Brönnimann, P., Zaninetti, L., Bozorgna, F., Dashti, G.R., & Moshtaghian, A., 1971, Lithostratigraphy and Foraminifera of the Upper Triassic Naiband Formation, Iran: *Rev. Micropaleontology*, 14: 7-16.
- Ghavidel-Syooki, M., Yusefi, M., & Navidi-Izad, N., 2014. Paleoecology of Howz-e-Khan member (Nayband Formation, Late Triassic) on the base of Botanical macrofossils in the Parvadeh coal mines, Tabas. 8th Conference of the Paleontology Society of Iran, Zanjan.
- Kluyver, H.M., R., Tirrul, P.N., Chance, G.W. Johns, & H.M., Meixner, 1983. Explanatory text of the Naybandan Quadrangle Map 1: 250,000: Geological Survey of Iran, Geology Quadrangle, J8, 43 p.
- Sengör, A.M.C., 1979. Mid-Mesozoic closure of Permo-Triassic Tethys and its implications. *Nature*, 279: 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*, 49 (1): 797-831.
- Shahabpour, J., 1998. Liesegang blocks from sandstone beds of the Hojedk Formation, Kerman, Iran. *Geomorphology*, 22: 93-106.
- Stöcklin, J., Stöcklin, J., J., Eftekhar-Nejad, & A., Hushmand-Zadeh, 1965, Geology of the Shotori Range (Tabas area, East Iran): Geological Survey of Iran, Report 3: 69 p.
- Stöcklin, J., 1968. Structural history and tectonics of Iran. A review. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 52 (7).
- Takin, M., 1972. Iranian geology and continental drift in the Middle East. *Nature*, 235: 147-150.
- Tipper, G.H., 1921. The geology and mineral resources of eastern Persia. *Record of Geological Survey of India*, 53 (1): 51-80.
- Vaez-Javadi, F., 2014. Triassic and Jurassic floras and climate of Central-East Iran. Geological Survey of Iran, Rahi Publication, 254 p. (with Persian summary).
- Vaez-Javadi, F., 2018. Middle Jurassic flora from the Hojedk Formation Tabas, Central East Iran: Biostratigraphy and Palaeoclimate implications. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 124 (2): 299-316.
- Vassiliev, Y., 1984. Mesozoic plant fossils from coal areas in Iran, 2: 1-97. (Translated into Persian by Mehdiian, M.H.); Atlas of the Ministry of Mine and Metal, v. 2 (2), p. 47 pls. Tehran.)
- Zanchi, A., Berra, F., Mattei, M., Ghasemi, M.R., & Sabouri, J., 2006. Inversion tectonics in central Alborz, Iran. *Journal of Structural Geology*, 28: 2023-2037.
- Zanchi, A., Zanchetta, S., Berra, F., Mattei, M., Granzanti, E., Molyneux, S., Namab, A., & Sabouri, J., 2009. The Eo-Cimmerian (Late? Triassic) orogeny in North Iran. *Geological Society of London, Special Publications*, 312: 31-55.