

# پالینوستراتیگرافی ژوراسیک زیرین - میانی برش کریم آباد، شمال بهاباد، استان یزد: تحلیل فراوانی نسبی و گروه‌های بوم‌شناختی

فاطمه واعظ جوادی<sup>۱\*</sup> و محمدعلی قنبریان<sup>۲</sup>

استادیار، دانشکده زمین‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

استادیار، بخش علوم زمین، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۹

## چکیده

رسوبات ژوراسیک در شمال روستای کریم آباد، شمال بهاباد گسترش خوبی دارند. این رسوبات دربردارنده ۴۱ گونه پالینومورف در قالب ۱۵ گونه اسپور (۱۲ جنس)، ۱۵ گونه پولن (۱۰ جنس) و ۱۰ گونه سیست داینوفلاژله (۳ جنس) می‌باشند. بر اساس انتشار چینه‌شناسی و بر پایه اولین و آخرین حضور مشاهده شده گونه‌های شاخص میوسپورها و سیست داینوفلاژله‌ها، دو زیست‌زون: *Nannoceratopsis triceratops-Nannoceratopsis gracilis Assemblage zone* و *Klukisporites variegatus-Chasmatosporites apertus Interval zone* فراوانی نسبی سیست داینوفلاژله‌ها با ۸۶/۲۱٪، اسپور با ۷/۲٪ و پولن با ۶/۶٪. در این برش تعیین شد. بر اساس بررسی آماری گیاهان والد میوسپورها، سرخس‌ها، سیکادها و کونیفرا (مخروطیان) با ۳۷٪، ۳۱/۵٪ و ۱۱/۸۲٪ به ترتیب دارای بیشترین فراوانی بوده‌اند و گروه‌های بوم‌شناختی مرتبط نشان دهنده وجود محیط‌های متنوعی از مناطق بالادست، پایین دست خشک/مرطوب، رودخانه‌ای و ساحلی با یک آب و هوای مرطوب معتدل تا نیمه گرمسیری می‌باشد. بعلاوه، با توجه به فقدان زغال سنگ در سازند هجدک این منطقه و فراوانی نسبی بالای سیست داینوفلاژله‌ها می‌توان چنین نتیجه گرفت که شرایط دریایی کم عمق در منطقه غلبه داشته است و اسپور و پولن گیاهان خشکی مجاور ساحل به آن انتقال یافته و در آن نهشته شده‌اند.

**کلیدواژه‌ها:** ژوراسیک، پالینوستراتیگرافی، تحلیل گروه‌های بوم‌شناختی، بهاباد، ایران مرکزی

\*نویسنده مسئول: فاطمه واعظ جوادی

E-mail: vaezjavadi@ut.ac.ir

## ۱- پیش‌نوشتار

مطالعه دیرینه جغرافیای کفه ایران در دوره ژوراسیک از اهمیت به‌سزایی برخوردار می‌باشد. توجه به جدایش کفه ایران از لبه شمالی گندوانا در پرمین-تریاس، پیوستن آن در تریاس پسین به حاشیه جنوبی اوراسیا (Berberian, 1983)، باز شدن حوضه خزر جنوبی در ژوراسیک میانی (Brunet et al., 2003; Barrier et al., 2008) و چرخش‌های قابل توجه بخش‌هایی از کفه ایران در پیش از ژوراسیک تا کنون (Soffel et al., 1996; Mattei et al., 2015) اهمیت این مطالعه را نمایان تر می‌سازد. از این رو مطالعات بسیاری برای برداشتن گام‌هایی رو به جلو در زمینه شناخت تاریخچه زمین‌ساختی و تحولات دیرینه جغرافیای کفه ایران در این دوره و قبل و بعد از آن صورت گرفته است (Soffel and Förster, 1980; Seyed-Emami et al., 2004; Wilmsen et al., 2010; Sarkarinejad and Ghanbarian, 2014; Brunet et al., 2014 and 2015; Mattei et al., 2009). بررسی ویژگی‌های حوضه رسوبی از مهم‌ترین راه‌های شناخت ویژگی‌های زمین‌ساختی دیرینه و از پرکاربردترین راه‌های مطالعه ویژگی‌های حوضه رسوبی، مطالعه مجموعه فسیل‌های موجود به‌جا مانده از بازه زمانی مورد نظر است. خوشبختانه، رسوبات ژوراسیک زیرین تا میانی با ضخامت قابل توجهی در گستره وسیعی از ایران از شمال (زیراب، طزره، ایوا، بلده، رودبارک، خاتوم بارگاه، امام مانک، زیاران، جم، قشلاق، شمشک، فریزی، گلکان، بینالود، شانديز، جاجرم و بازه حوض) تا ایران مرکزی (دشت خاک، اشکلی، معدن هشونی، باب نیزو، پابدانا و هجدک در استان کرمان) و ایران مرکزی- شرقی (جعفرآباد، کالاشانه، مزینو، کوچکعلی شمالی و جنوبی، کالشور و چاه رخنه در کفه طبس) نهشته شده‌اند. با وجود مطالعات متعدد انجام شده بر روی رسوبات ژوراسیک کفه ایران و علی‌رغم اهمیت خاص مطالعه بلوک طبس به‌عنوان بخشی از خردقاره ایران مرکزی تاکنون مطالعه پالینومورف‌های منطقه بهاباد انجام نشده است. بنابراین، در یک عملیات صحرائی فشرده به برداشت یک ستون چینه‌شناسی به منظور شناسایی پالینومورف‌های ژوراسیک منطقه اقدام گردید. نتیجه این مطالعه، شناسایی و ترسیم زیست‌زون بندی میوسپورها و سیست داینوفلاژله‌ها و ارائه نظریاتی در مورد دیرینه جغرافیای منطقه در زمان ژوراسیک زیرین- میانی است. محققین بسیاری به مطالعه

رسوبات ژوراسیک از دیدگاه‌های مختلف فسیلی پرداخته‌اند. از آن جایی که این مطالعه به معرفی پالینومورف‌های این منطقه می‌پردازد تنها به برخی پیشینه مطالعات پالینولوژیکی ژوراسیک بسنده می‌نماییم. این مجموعه‌ها توسط (Arjang (1975), Ashraf (1977), Kimyai (1968 and 1974), Achilles et al. (1984), Dehbozorgi et al. (2013), Bharadwaj and Kumar (1986), و واعظ جوادی و قویدل سیوکی (۱۳۸۳)، واعظ جوادی و همکاران (۱۳۸۲)، جعفرآبادی و همکاران (۱۳۹۲)، نویدی ایزد و همکاران (۱۳۹۳)، هاشمی یزدی و همکاران (۱۳۹۷، ۱۳۹۳)، واعظ جوادی (۱۳۹۷)، (Vaez-Javadi 2017a, b and c, 2018 and 2019) و Vaez-Javadi and Abbasi (2018) و Vaez-Javadi and Mirzaie-Ataabadi (2019) مورد مطالعه قرار گرفتند.

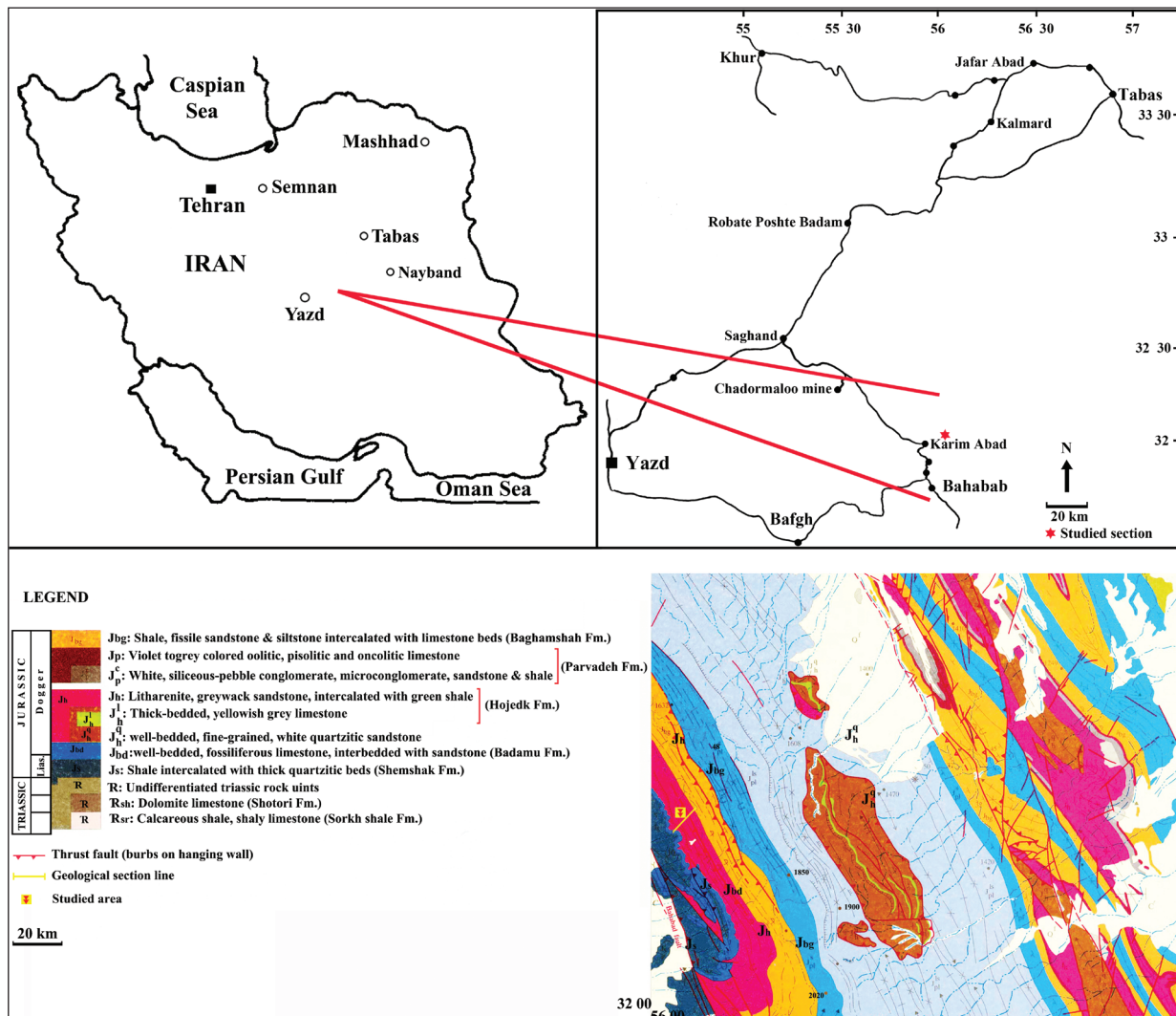
## ۲- جایگاه زمین‌ساختی و موقعیت جغرافیایی برش مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در شمال شهر بهاباد و در بخش جنوب غربی بلوک طبس قرار گرفته است. بلوک طبس در میان بلوک‌های لوت و یزد، یکی از سه بلوک اصلی تشکیل دهنده خرد قاره ایران مرکزی یا خردقاره ایران مرکزی شرقی (CEIM; Takin 1972) و بخشی از قاره سیمین (Sengör, 1979) است. یافته‌های مغناطیس دیرینه (Soffel and Förster 1980) نشان می‌دهند که تا پرمین، خردقاره ایران مرکزی بخشی از حاشیه شمالی گندوانا بوده اما در اواخر پرمین یا اوایل تریاس با باز شدن تیتیس جوان، از گندوانا جدا شده و با رانه‌ی به نسبت سریع به سمت شمال و با بسته شدن اقیانوس تیتیس کهن در تریاس پسین به حاشیه جنوبی ورق توران برخورد کرده و موجب کوه‌زایی ائوسیمین (Zanchi et al., 2009) گردیده است. بر اساس دستاوردهای اخیر پالینولوژی، این جدایش از اواخر دونین بالایی (فراسنین-فامنین) رخ داده است (Taherian et al., 2020). از شواهد ثبت شده از این رویداد می‌توان به تبدیل کربنات‌های سکویی تریاس میانی شتری به

(Wilmsen et al., 2010)

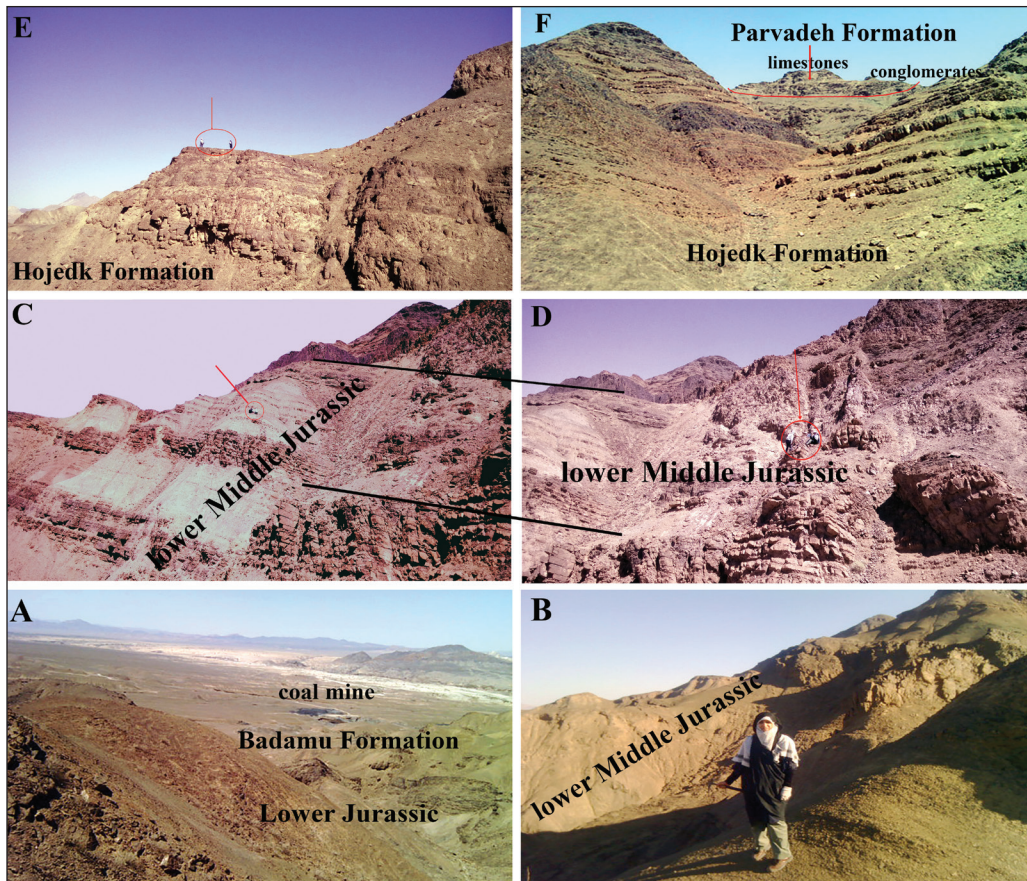
برش کریم آباد در فاصله ۲۸۰ کیلومتری جنوب غرب طیس، ۲۶۰ کیلومتری شرق یزد و ۶۲ کیلومتری شمال شرق بهاباد با مختصات ۱° ۵۶' طول خاوری و ۲' ۳۲° عرض شمالی و در مسیر جاده طیس- یزد (از مسیر چادرملو)، قرار دارد. سازند هجدک در این منطقه عمدتاً از طبقات ماسه سنگی سبتر لایه تا متوسط لایه به رنگ شیری تا سبز تیره به همراه درون لایه های متعددی از سیلتستون و اندک لایه هایی از شیل نازک لایه به رنگ سبز است که در رشته کوه های شمال بهاباد به طور هم شیب و با گذار تدریجی بر روی سازند بادامو قرار دارد (شکل های ۱ و ۲). همچنین، سازند پروده به طور هم شیب با حضور یک لایه نازک از کنگلومرا بر روی سازند هجدک قرار گرفته است. هیچ اثری از ماکروفسیل های گیاهی و یا لایه های زغال سنگی بر سطح زمین و میان لایه ها در طی پیمایش سطحی و مترکشی، مشاهده نشد. صرفاً، برخی لایه های ماسه ای-آهکی یا مارنی حاوی ماکروفسیل های دریایی از قبیل دوکفه ای ها و براکیوپودها در چینه های فوقانی برش در نمونه هایی از شماره (FJHBd-25) مشاهده گردید که نمونه برداری گردید (Plate 1, Figs. 39-41).

سنگ های سیلیسی کلاستیک نورین- باژوسین گروه شمشک (به عنوان یک رسوبات ضخیم قاره ای بعد از کوه زایی) با یک ناپیوستگی زاویه دار و تبدیل رسوبات دریایی نورین- رتین سازند نایبند به سنگ های سیلیسی کلاستیک غیردریایی هتائزین- توارسین سازند آب حاجی اشاره کرد (Seyed-Emami 2003; Fürsich et al. 2005; Wilmsen et al., 2009). تغییر رخساره سازند آب حاجی از شرق به غرب نشان می دهد در ژوراسیک پیشین بلوک طیس یک بلوک کچ شده در یک حوضه کششی بوده است (Salehi et al., 2014). نهشته شدن آهک های سازند بادامو (توارسین- آلنن) پس از سازند آب حاجی ناشی از یک پیشروی گسترده بوده و پس از آن، با یک تغییر رخساره ی مشخص سازند هجدک تشکیل شده است (Wilmsen et al., 2009). محیط رسوبی یکنواخت و رسوبات تکراری سازند کمرمهدی نشان می دهند که بلوک طیس پس از اوج ناپایداری زمین ساختی در باژوسین میانی (ناشی از سیمین میانی)، در کالوین تا کیمریجین پیشین در حال نشست ناشی از چرخش آرام و ثابت حول یک محور افقی بوده است



شکل ۱- نقشه راه های دسترسی به برش مورد مطالعه در شمال روستای کریم آباد و نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه شمال بهاباد (برگرفته از فریدی و همکاران، ۱۳۸۱).





شکل ۲- نمای کلی برش: (A, B) سازند بادامو، (C-E) سازند هجدک (F) رسوبات پایانی سازند هجدک به همراه لایه کنگلومرایی و آغاز سازند پروده در بالای برش.

### ۳- روش تحقیق

سنگی را «سازند هجدک» نامگذاری کرد. سازند هجدک در ناحیه طیس به طور عموم رخساره‌ای پسروده دارد که معرف محیط‌های کم ژرفای اکسیدان است (آقنابتی، ۱۳۹۳). سازند هجدک شامل تناوبی از ماسه سنگ آرکوزی-کوارتزی و شیل‌های سبز-خاکستری شامل رگه‌ها و عدسی‌های زغال می‌باشد. این سازند قابل مقایسه با عضو یا ممبر D (ماسه سنگ بالایی) از تقسیمات سازند شمشک معرفی شده توسط Assereto (1966) و سازند دانسیریت از گروه شمشک (Fürsich et al., 2009) و سازندهای بازه حوض و آفونج در منطقه بینالود (Wilmsen et al., 2009) می‌باشد. بنابر نظر سیدامامی و همکاران (۱۳۸۴) بلوک طیس 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 نوسان‌های جهانی سطح آب دریا و جنبش‌های متعدد زمین ساختی در مقیاس جهانی، منطقه ای و محلی، بویژه در زمان‌های ژوراسیک میانی و پسین، حوضه‌های رسوب گذاری متعدد و متنوع با رخساره‌های سنگی متفاوت در شمال بلوک طیس شکل گرفته است. برش مورد مطالعه در شمال روستای کریم آباد عمدتاً شامل تناوبی از ماسه سنگ ضخیم لایه و سیلتستون می‌باشد به طوری که میزان و تعداد لایه‌های شیل در این برش بسیار اندک است. لازم به توضیح می‌باشد که بهترین شرایط حفظ شدگی پالینومورف‌ها در رسوبات شیلی است. بدین ترتیب، نمونه‌برداری‌ها صرفاً به لایه‌های سیلتستون-شیلی محدود گردید. ابتدای برش چینه‌شناسی با سازند بادامو آغاز گردید که با یک گذر تدریجی سازند هجدک بر روی آن قرار گرفت. فقدان «لایه‌های زغال» در سازند هجدک این برش قابل توجه و تامل است در حالی که این سازند در حوضه کرمان و بلوک طیس

این مطالعه بر پایه ۳۲ نمونه جمع‌آوری شده از رسوبات ژوراسیک زیرین و میانی برش روستای کریم‌آباد، شمال غرب بهاباد با ۷۳۵ متر ضخامت می‌باشد. نمونه‌ها بعد از انتقال به آزمایشگاه تحت روش مرسوم Phipps and Playford (1984) اسیدشویی گردیدند و سپس تعداد ۸۱ اسلاید میکروسکوپی از ۲۷ نمونه تهیه شد. متعاقباً، پالینومورف‌های موجود، عکسبرداری و شناسایی شدند. سپس، زیست‌زون بندی پالینومورف‌ها انجام شد. بعلاوه، بررسی آماری گونه‌ها نیز صورت گرفت و اطلاعات آماری آنها به صورت نمودارهای مقایسه‌ای تنظیم شد. در نهایت، بر اساس روش ارائه شده توسط Abbink et al. (2004) گروه‌های بوم‌شناختی آن تعیین شد و محیط زیست‌دیرینه که ناشی از وضعیت زمین‌ساختی منطقه است، تبیین گردید. در این روش ابتدا قرابت میوسپورها (هاگ‌ها و دانه‌گرده گیاهان) با گیاهان والد احتمالی آنها مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس، میوسپورها با توجه به زیستگاه رویشی گیاهان والدشان به گروه‌های بوم‌شناختی یا اکوگروه‌های میوسپوری (Sporomorph Ecogroups) تقسیم بندی می‌شوند. زیستگاه گیاهان به مناطق مرتفع بالادست (Upland)، مناطق کم ارتفاع و پست پایین دست (Lowland)، حاشیه رودخانه‌ای، دلتایی و ساحلی قابل تقسیم بندی می‌باشد.

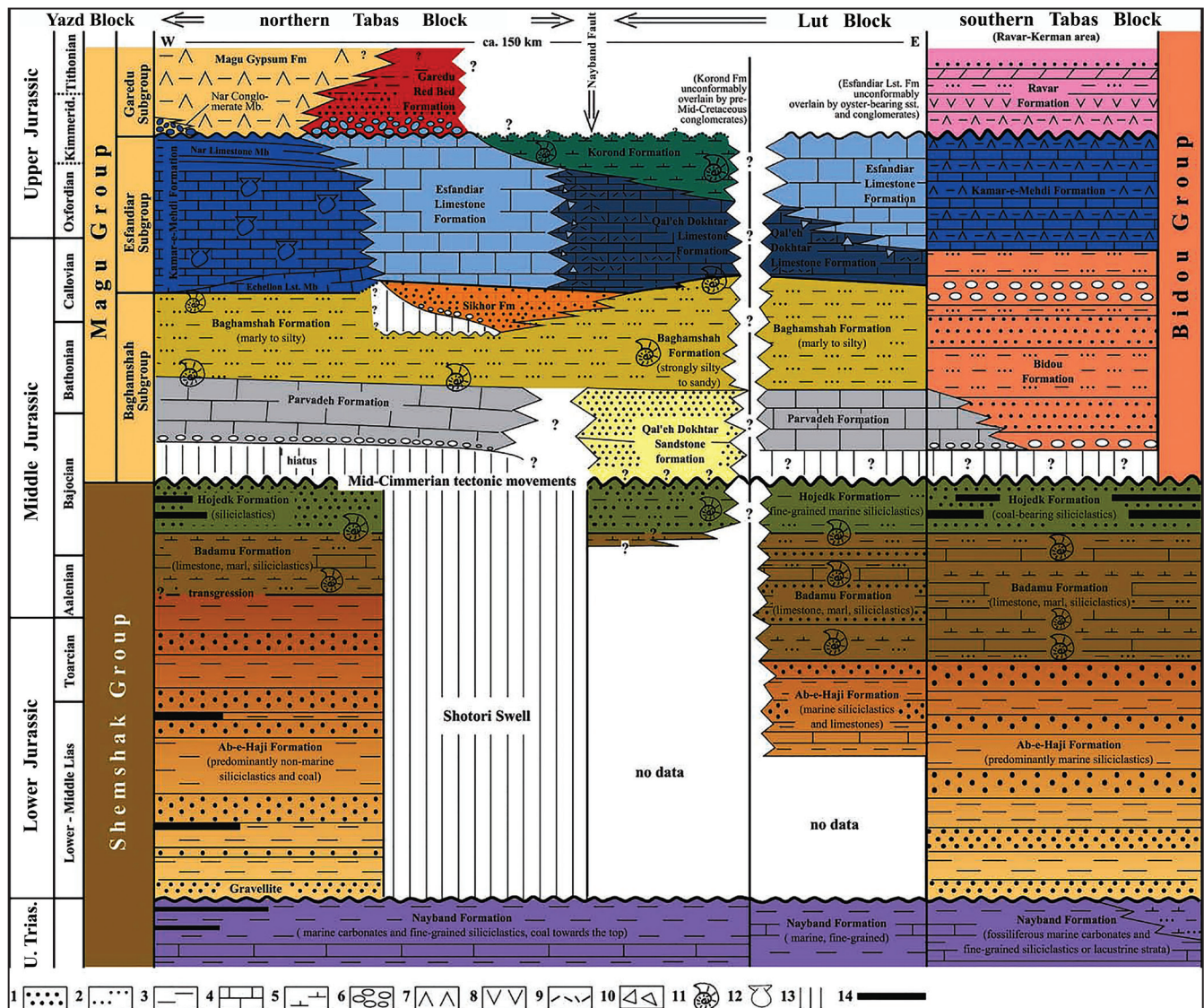
### ۴- چینه‌شناسی، رخساره و محیط رسوبی

Tipper (1921) نهشته‌های ماسه سنگی-شیلی زغال‌دار حوضه کرمان را تحت عنوان «سری‌های دارای گیاهان ژوراسیک» نامگذاری نمود. Beckett (1956) این رسوبات را «سری‌های زغال‌دار» نامید. کمیته چینه‌شناسی ایران (آقنابتی، ۱۳۷۷) این واحد



و جلبک‌ها، سازند دریایی پروده را با یک ناپوستگی خاطر نشان می‌سازد (شکل ۳، Plate 1, Figs. 39-41).

دارای منابع زغال سنگی قابل استخراج و بهره برداری می‌باشد. انتهای برش، حضور دو لایه کنگلومرایی و سپس لایه‌های آهک ماسه‌ای حاوی دو کفه‌ای‌ها، براکیوپودها



شکل ۳- سنگ چینه شناسی سیستم ژوراسیک در بلوک یزد، بخش شمالی و جنوبی بلوک طبس و بخش غربی بلوک لوت. کلید راهنما سنگ شناسی غالب و عناصر فونای سازندها را نشان می‌دهد و به شرح زیر است: ۱- ماسه سنگ، ۲- سیلتستون، ۳- رس، ۴- سنگ آهک، ۵- مارن، ۶- کنگلومرا، ۷- ژئیس، ۸- ولکانیک‌ها، ۹- بیوکلاست، ۱۰- خرده‌های پلانفرمی، ۱۱- داده‌های آمونیتی، ۱۲- دوکفه‌ای‌ها، ۱۳- هیاتوس، ۱۴- زغال (برگرفته از Fürsich et al., 2009; Wilmsen et al., 2009).

### ۵- پالینومورف‌های ژوراسیک بهاباد

رسوبات سازند هجدک در برش روستای کریم آباد، شمال شهر بهاباد، استان یزد در برارنده ۴۱ گونه پالینومورف می‌باشد به طوری که تعداد ۱۵ گونه اسپور متعلق به ۱۲ جنس و ۱۵ گونه پولن متعلق به ۱۰ جنس و ۱۰ گونه سیست داینوفلاژله متعلق به ۳ جنس است. میوسپوره‌های رسوبات ژوراسیک برش کریم آباد شامل گونه‌های زیر می‌باشد: *Cyathidites mesozoicus* (Thiergart 1949) Potonié 1955, *Cyathidites australis* Couper 1958, *Cyathidites minor* Couper 1953, *Dictyophyllidites* sp. cf. *D. harrisii* Couper 1958, *Calamospora mesozoica* Couper 1958, *Concavisporites kaiseri* Arjang 1975, *Cyclogranisporites multigranus* Smith and Butterworth 1967, *Concavisporites* sp. cf. *C. juriensis* Balme

1957, *Concavissimsporites punctatus* (Delcourt and Sprumont 1955) Singh 1964, *Granulatisporites asper* Playford and Dettmann 1965, *Klukisporites variegatus* Couper 1958, *Striatella patenii* Filatoff and Price 1988, *Lycopodiumsporites* sp., *Cingulatisporites* sp., *Contignisporites cooksonii* Dettmann 1963, *Classopollis torosus* (Reissinger 1950) Couper 1958, *Eucommiidites troedssonii* (Erdtman 1948) Hughes 1961, *Cycadopites crassimarginis* (de Jersey 1959) de Jersey 1964, *Cycadopites granulatus* (de Jersey) de Jersey 1964, *Cycadopites follicularis* Wilson and Webster 1946, Jersey 1964, *Cycadopites parvus* (Bolkhovitina

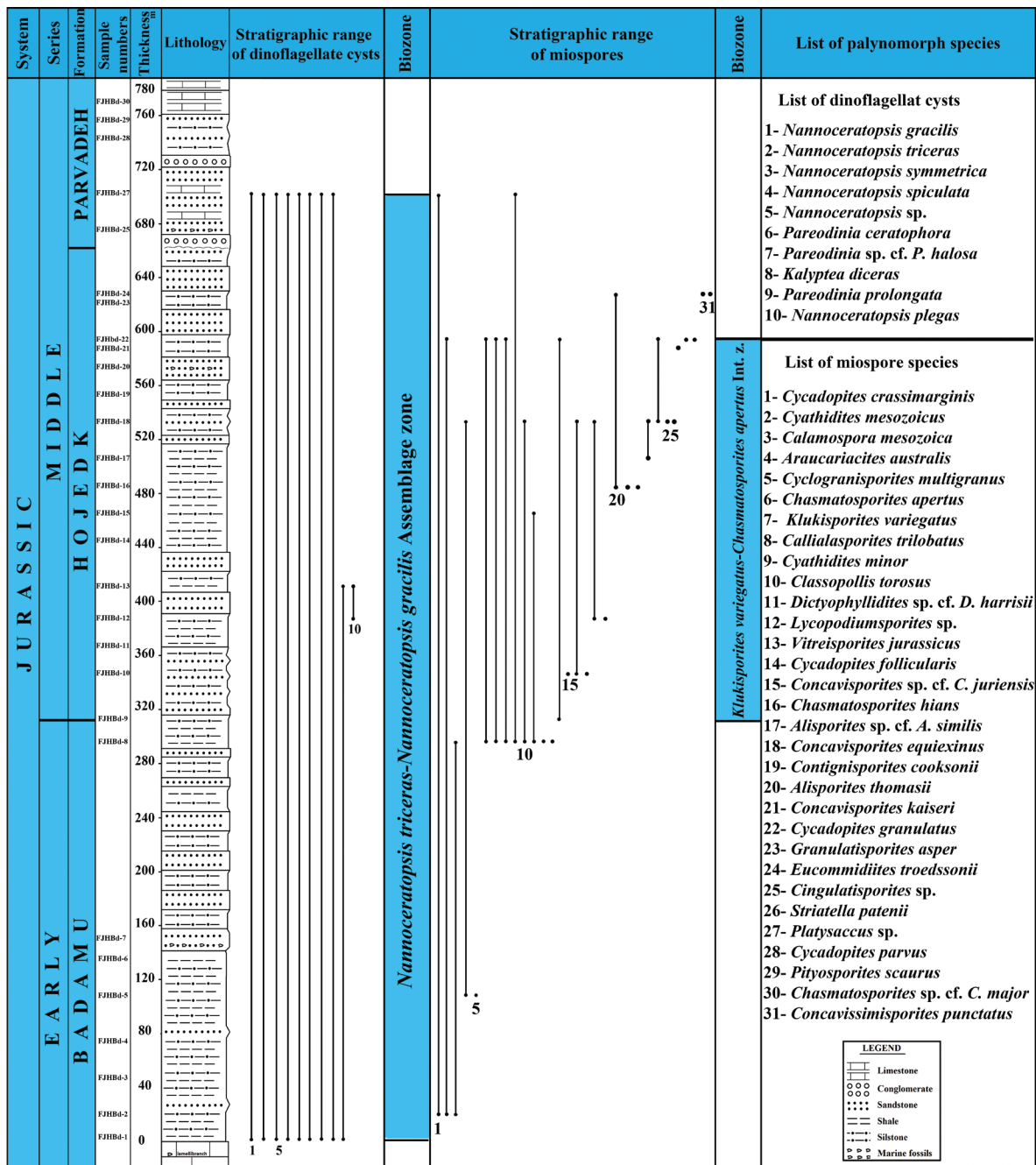


*Kalyptea diceras* Cookson و (Filatoff 1975) Praus 1989, *Pareodinia* sp. and Eisenack 1960 لازم به ذکر است در نمونه FJHBd-22 یک آستر فرامینفرا نیز مشاهده شد که نشان دهنده شرایط دریایی در این محل از برش می باشد (Plate 1).

#### ۶- زیست چینه نگاری رسوبات ژوراسیک برش روستای کریم آباد

زیست‌زون بندی رسوبات مورد مطالعه بر مبنای محدوده گسترش اولین حضور مشاهده شده (First Observed Occurrence/FOO) گونه یا گونه های شاخص و آخرین حضور مشاهده شده (Last Observed Occurrence/LOO) آن گونه یا سایر گونه / گونه ها انجام شده است. دو زیست‌زون محلی بر مبنای انتشار چینه شناسی میوسپورها و سیست داینوفلاژله ها در این رسوبات مورد شناسایی قرار گرفتند (شکل ۴) که عبارت هستند از: *Klukisporites variegatus-Chasmatosporites apertus* Interval zone و *Nannoceratopsis tricerus-Nannoceratopsis gracilis* Assemblage zone و

1953) Pocock 1970, *Callialasporites trilobatus* (Balme 1957) Sukh Dev 1961, *Vitreisporites jurassicus* Pocock 1970, *Araucariacites australis* Cookson 1947, *Pityosporites scaurus* (Nilsson 1958) Schultz 1967, *Chasmatosporites hians* Nilsson 1958, *Chasmatosporites* sp. cf. *C. major* Nilsson 1958, *Chasmatosporites apertus* (Rogalska 1954) Nilsson 1958, *Alisporites thomasi* (Couper 1958) Nilsson 1958, *Alisporites* sp. و *Platysaccus* sp و cf. *A. similis* عبارت هستند از: *Nannoceratopsis tricerus* Drugg 1978, *Nannoceratopsis spiculata* Stover 1966, *Nannoceratopsis gracilis* Alberti 1961 emend. van Helden 1977, *Nannoceratopsis symmetrica* Bucefalo Palliani and Riding 2000, *Nannoceratopsis plegas* Drugg 1978, *Nannoceratopsis* sp., *Pareodinia ceratophora* Deflandre 1947 emend Gocht 1970, *Pareodinia prolongata* (Sarjeant 1962) Downie and Sarjeant 1965, cf. *P. halosa*



شکل ۴- زیست چینه نگاری رسوبات ژوراسیک برش روستای کریم آباد، شمال بهاباد، استان یزد.

کوچکعلی جنوبی (جنوب غرب طبس) به سن آلتین- باژوسین، زیست زون *Nannoceratopsis gracilis-Nannoceratopsis deflandrei* Assemblage zone در منطقه کالشور (جنوب غرب طبس) به سن آلتین- باژوسین، زیست زون *Nannoceratopsis sp. cf. N. gracilis* Interval zone در منطقه چاه رخنه (جنوب غرب طبس) به سن آلتین- باژوسین، زیست زون *Nannoceratopsis tricerias-Pareodinia* Assemblage zone در منطقه شهرضا به سن آلتین- باژوسین، زیست زون *Nannoceratopsis tricerias-Pareodinia* Assemblage zone در منطقه شهرضا به سن آلتین- باژوسین، زیست زون *Nannoceratopsis gracilis* Interval zone در منطقه کالشانه (شمال طبس) به سن آلتین- باژوسین، زیست زون *Nannoceratopsis tricerias-Pareodinia ceratophora* Assemblage zone و *Nannoceratopsis tricerias-Pareodinia ceratophora* Assemblage zone در منطقه زیرزیست زون *Nannoceratopsis gracilis* Total Range Subzone می توان نتیجه گرفت شرایط پیشروی دریا و ساحل در گستره جانبی سازند هجدک در منطقه بهاباد غلبه داشته است.

نظر به این که سیست داینوفلاژله ها از فراوانی نسبی بیشتری (حدود ۸۶٪ از کل پالینومورف ها) در این برش در منطقه شمال بهاباد برخوردار می باشد به مقایسه و تطابق این زیست زون با مناطق متعددی از بلوک طبس (کالشانه، کالشور، کوچکعلی جنوبی و چاه رخنه)، شهرضا و زنجان و همین طور با شمال غرب اروپا اشاره می شود (جدول ۱). تطابق زیست زون های میوسپوری در (Vaez-Javadi 2019) قابل دسترس بوده و از تکرار آن صرف نظر می گردد. این زیست زون قابل مطابقت با زیست زون *Nannoceratopsis gracilis* Interval zone اروپای شمالی با سن آلتین، زیست زون *Pareodinia ceratophora-Nannoceratopsis gracilis* Interval zone در منطقه کالشانه (شمال طبس) به سن آلتین- باژوسین، زیست زون *Nannoceratopsis tricerias-Pareodinia ceratophora* Assemblage zone و *Nannoceratopsis tricerias-Pareodinia ceratophora* Assemblage zone در منطقه زیرزیست زون *Nannoceratopsis gracilis* Total Range Subzone می باشد.

جدول ۱- جدول تطابقی- مقایسه ای زیست زون بندی رسوبات ژوراسیک آغازی- میانی مناطق مختلف ایران و شمال غرب اروپا.

EARLY-MIDDLE JURASSIC DINOCYST BIOZONATION											
PERIOD	SERIES	AGE	NW Europe Powell 1992	Jajarm Vaez-Javadi et al. 2003	Calshaneh	South Kouchekali	Calshour	Chahrekhneh	Shahreza Vaez-Javadi & Mirzaie-Ataabadi 2019	Zanjan Vaez-Javadi & Abbasi 2018	Bahabad Vaez-Javadi & Ghanbarian this study
					Tabas Block (Vaez-Javadi 2017b, c, 2018 & 2019)						
JURASSIC	MIDDLE	CALLOVIAN	<i>Wanauca thsanota</i> Interval Biozone								
			<i>Ctenidodinium continuum</i> Interval Biozone								
		BATHONIAN	<i>Ctenidodinium selwoodii</i> Interval Biozone								
	BAJOCIAN	<i>Acanthaulax crispa</i> Total Range Zone	<i>Valensiella ovulum</i> Total Range Zone	<i>Pareodinia ceratophora-Nannoceratopsis gracilis</i> Assem. Zone	<i>Nannoceratopsis tricerias-Pareodinia ceratophora</i> Assemblage Zone	<i>Nannoceratopsis gracilis-Nannoceratopsis deflandrei</i> Interval Zone	<i>Nannoceratopsis tricerias-Nannoceratopsis gracilis-Pareodinia ceratophora</i> Assemblage Zone	<i>Nannoceratopsis tricerias-Pareodinia ceratophora</i> Assemblage Zone	<i>Nannoceratopsis tricerias-Pareodinia ceratophora</i> Assemblage Zone	<i>Nannoceratopsis tricerias-Nannoceratopsis gracilis</i> Assemblage Zone	
		<i>Nannoceratopsis gracilis</i> Interval Biozone	Dinocysts not reported		<i>N. gracilis</i> Total Range Subzone				<i>Nannoceratopsis gracilis</i> Total Range Subzone		
	EARLY	TOARCIAN									
			<i>Luchndea spinosa</i> Total Range Zone	<i>Nannoceratopsis spiculata</i> Total Range Zone							
		PLEINSBACHIAN	<i>Liassidium variabile</i> Interval Zone								
		SINEMURIAN	<i>Dapcodinium priscum</i> Interval Biozone								
	HETTANGIAN										

۶۸/۷۹٪ بیشترین فراوانی و به ترتیب جنس *Pareodinia* با ۲۱/۳۶٪ و جنس *Kalyptea* با ۹/۸۵٪ در مرتبه های بعدی فراوانی نسبی سیست داینوفلاژله ها از کل آنها قرار می گیرند (شکل ۶). بررسی فراوانی نسبی جنس های مختلف میوسپورها اعم از اسپور و پولن نیز انجام شد به طوری که جنس های *Concavisporites*، *Cycadopites*، *Klukisporites* و *Classopollis* به ترتیب با فراوانی ۱۸/۲۳٪، ۹/۳۶٪، ۲۵/۱۲٪ و ۷/۸۸٪ بیشترین فراوانی نسبی را در میان کل میوسپورهای شمارش شده به خود اختصاص داده اند (شکل ۷).

#### ۸- تحلیل اکو گروه های میوسپوری (SEGs)

Abbink et al. (2004) گروه های بوم شناختی میوسپوری (Sporomorph Ecogroups/ SEGs) رسوبات ژوراسیک را معرفی نمودند. آنها ابتدا با توجه به قرابت میوسپورها، گیاهان والد احتمالی میوسپورها (اسپور و پولن) را تعیین کردند (شکل ۸ و جدول ۲)، سپس زیست بوم مجموعه های میوسپوری را پیشنهاد نمودند. بدین ترتیب، گونه *Alisporites thomasi* به سرخس های دانه دار (پترویدوسپرم ها) تعلق دارد (Van Konijnenburg-van Cittert, 1971; Balme, 1995). گونه *Araucariacites australis* و گونه های مختلف از جنس *Callialasporites* spp. و جنس *Classopollis* به مخروطیان تعلق دارند (Van Konijnenburg-van Cittert, 1971).

لازم به یادآوری است که Wilmsen et al. (2009) به سنگ چینه شناسی رسوبات ژوراسیک پرداخته و سازند هجدک را با مرزهای مشخص و گسترش جانبی متنوع نمایش داده اند (شکل ۳) به طوری که اولاً، سازند هجدک در بخش جنوبی و غربی بلوک طبس گسترش خوبی داشته و محدوده بهاباد را نیز شامل می گردد. ثانیاً، این سازند به طور پیوسته بر روی سازند بادامو می نشیند. ثالثاً، سازند پروده با یک ناپیوستگی بر روی سازند هجدک قرار می گیرد و دیگر آن که رسوبات آواری سازند هجدک در برخی مناطق دربردارنده لایه های زغالی بوده ولی در گسترش جانبی در برخی مناطق به طور محلی فاقد زغال می باشد و مشتمل بر لایه های ضخیم ماسه سنگی می گردد.

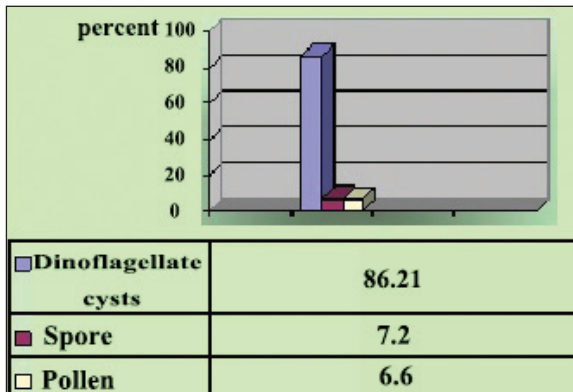
#### ۹- فراوانی نسبی پالینومورف های بهاباد

به منظور تحلیل دقیق تر از شرایط زیستی و بوم شناختی، مطالعه آماری پالینومورف ها (اسپور، پولن و سیست داینوفلاژله ها) نیز صورت گرفت. بدین منظور، پالینومورف های ۲۷ اسلاید شمارش شد و عدد کل ۱۴۷۲ پالینومورف از تمامی جنس ها و گونه ها به دست آمد. در این شمارش، اسلایدها به طور کامل از بالا به پایین جاروب شد. نتیجه مطالعات آماری عبارت است از: فراوانی نسبی اسپورها ۷/۲٪، پولن ۶/۶٪ و داینوسیست ها ۸۶/۲۱٪ (شکل ۵). جنس *Nannoceratopsis* با فراوانی نسبی

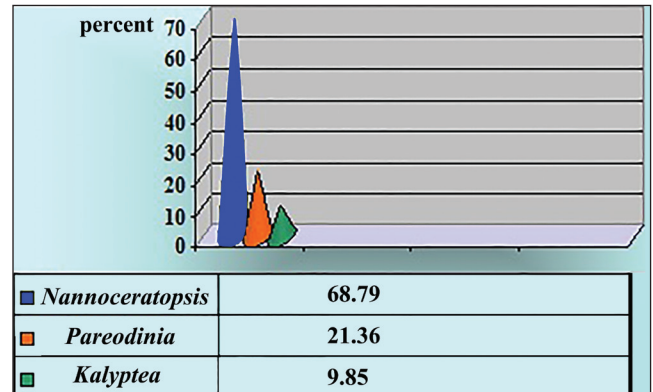


و بخشی در پایین دست (Lowland) یا مناطق کم ارتفاع دشت یا جلگه‌ای گسترش داشته است. با توجه به حضور فراوان سیست داینوفلاژله‌ها و فقدان حضور نهشته‌های زغالی در سازند هجدک این منطقه می‌توان چنین نتیجه گرفت که خشکی در این منطقه از طریق رودخانه‌های دلتایی به ساحل منتهی می‌شده است و میوسپورها یا از طریق باد و یا از طریق رودخانه وارد حوضه رسوبی می‌شده‌اند.

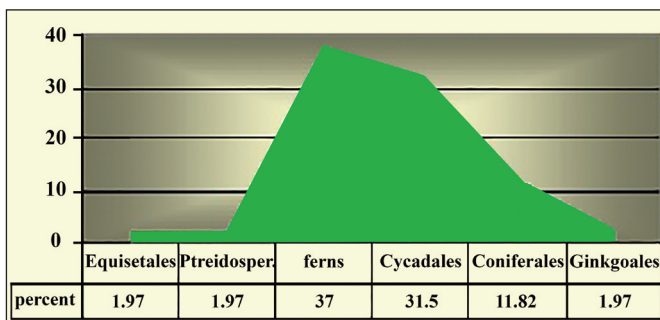
(Boulter and Windle, 1993). جنس *Calamospora* به راسته اکویی ستال‌ها و جنس‌های *Cyathidites*, *Dictyophyllidites*, *Concavisporites*, *Klukisporites* به سرخس‌ها تعلق دارند. گونه *Eucommiidites troedssonii* به راسته سیکادال‌ها یا بنتیتال‌ها تعلق دارد (Balme 1995; Götz et al. 2011). با توجه به فراوانی نسبی و حضور گیاهان والد می‌توان پیش‌بینی نمود که زیست بوم گیاهی مذکور بخشی در مناطق مرتفع بالادست (Upland)، بخشی کنار رودخانه‌ای (river side)



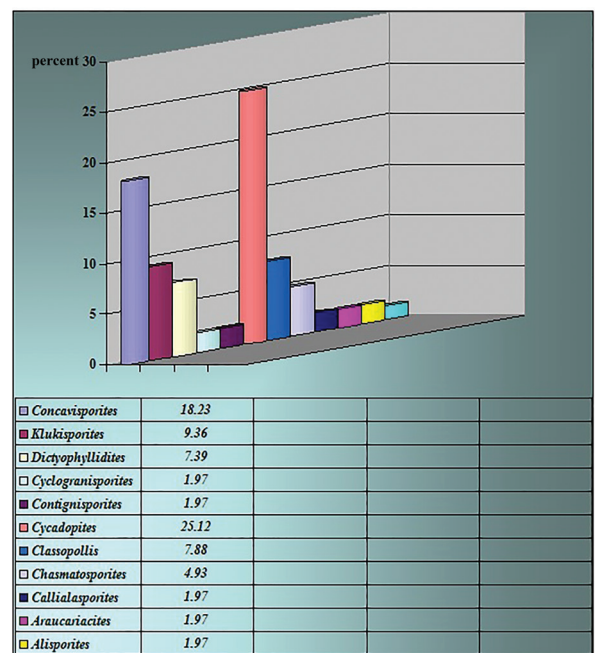
شکل ۶- نمودار فراوانی نسبی گروه‌های اصلی پالینومورفی (به درصد): سیست داینوفلاژله، اسپور و پولن در برش روستای کریم آباد، بهاباد.



شکل ۵- نمودار فراوانی نسبی جنس‌های مختلف سیست داینوفلاژله‌های ژوراسیک (به درصد) در برش روستای کریم آباد، بهاباد.



شکل ۸- نمودار فراوانی نسبی گیاهان والد میوسپورهای ژوراسیک (به درصد) روستای کریم آباد، بهاباد.



شکل ۷- نمودار فراوانی نسبی اسپور و پولن (به درصد) از کل میوسپورهای شمارش شده رسوبات ژوراسیک روستای کریم آباد، بهاباد.

جدول ۲- قرابت گیاهان والد میوسپورها بر اساس گروه های بوم شناختی مجموعه میوسپورها یا اکو گروه های سپورومورفی، SEGs (Abbink et al., 2004; Götz et al., 2011).

Upland	Warmer lowland	Drier lowland	Wetter lowland	River	Plant macroremains	Author(s)
<i>Bisaccates spp./ Alisporites thomasii</i>	<i>Bisaccates spp./ Alisporites thomasii</i>	<i>Bisaccates spp./ Alisporites thomasii</i>	<i>Bisaccates spp./ Alisporites thomasii</i>	<i>Bisaccates spp./ Alisporites thomasii</i>	Pteridospermales Coniferales	van Konijnenburg-van Cittert, 1971, Balme, 1995
	<i>Calamospora tener/ C. mesozoica</i>		<i>Calamospora tener/ C. mesozoica</i>		<i>Equisetites, Neocalamites</i>	Balme, 1995
		<i>Chasmatospor. apertus</i>	<i>Chasmatospor. apertus</i>		<i>Cycadales (Nilssonia, Ctenis), Ginkgoites</i>	Tralau, 1968, Götz et al., 2011
	<i>Cyathidites minor</i>	<i>Cyathidites minor</i>			Dicksoniaceae ( <i>Coniopteris</i> ), Cyathaceae	van Konijnenburg-van Cittert, 1989 and 1993, Balme, 1995
	<i>Dictyophyll. harrisii</i>	<i>Dictyophyll. harrisii</i>	<i>Dictyophyll. Harrisii</i>		Dicksoniaceae/ Matoniaceae ( <i>Dictyophyllum</i> )	van Konijnenburg-van Cittert, 1989 and 1993, Balme, 1995
	<i>Todisporites major</i>		<i>Todisporites major</i>		<i>Todites, Cladophlebis</i>	
<i>Corollina spp.</i>		<i>Corollina/ Classopollis spp.</i>			Cheirolepidaceae <i>Brachyphyllum, Pagiophyllum, Hirmeriella</i>	Van Konijnenburg-van Cittert, 1987, Balme, 1995, Götz et al., 2011
	<i>Eucommiidites troedssonii</i>	<i>Eucommiidites troedssonii</i>	<i>Eucommiidites troedssonii</i>		Cycadales/Bennettitales ( <i>Anomozamites, Pterophyllum</i> )	Van Konijnenburg-van Cittert, 1971, Balme, 1995, Götz et al., 2011
Ginkgo-cycadophytes spp.					<i>Ginkgoites, Baiera, Sphenobaiera</i>	Götz et al., 2011
<i>Vitreisporites pallidus</i>				<i>Vitreisporites pallidus</i>	Caytoniales (Pteridosperms) <i>Sagenopteris</i>	Van Konijnenburg-van Cittert, 1971

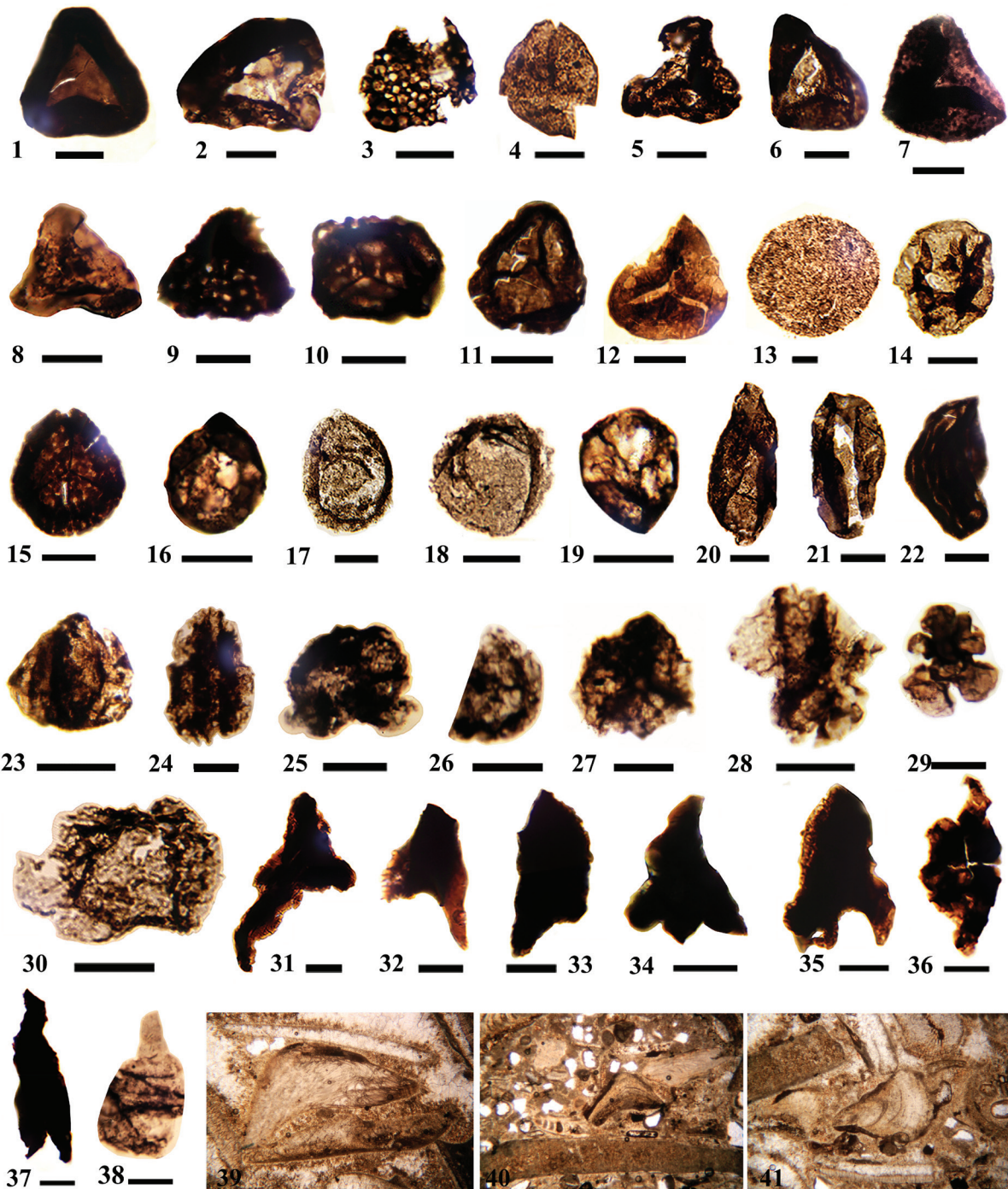
## ۹- نتیجه گیری

است که دریا در این منطقه پیشروی نموده و شرایط دریایی بر این منطقه غلبه داشته است. تطابق زیست‌زون سیست‌های داینوفلاژله‌های این منطقه با مناطقی از بلوک طیس نظیر کالشانه، کالشور، کوچکعلی جنوبی، چاه رخنه و منطقه شهرضا و زنجان حاکی از یکنواختی این زیست‌زون‌ها می‌باشد. بعلاوه، گیاهان والد میوسپورها مورد بررسی قرار گرفتند و گروه‌های بوم شناختی پالئومورف‌ها یا SEGs تعیین گردید. نتیجه حاصله نشان دهنده وجود محیط‌های متنوعی از مناطق مرتفع بالادست، مناطق کم ارتفاع پایین دست خشک/مرطوب، رودخانه‌ای و ساحلی با یک آب و هوای مرطوب معتدل- نیمه گرمسیری می‌باشد. بعلاوه، می‌توان چنین نتیجه گرفت که منطقه روستای کریم‌آباد، شمال بهاباد مشرف بر یک محیط ساحلی بوده و دریای کم عمقی در خلال ژوراسیک آغازی و میانی در امتداد خط ساحلی این منطقه گسترش داشته است به طوری که امکان انتقال اسپور و پولن گیاهان به محیط دریایی را فراهم می‌نموده است.

این تحقیق بر پایه مطالعه اسپور، پولن و سیست داینوفلاژله‌های ژوراسیک زیرین تا میانی (توآرسین-باژوسین) برش روستای کریم‌آباد، شمال بهاباد به منظور تکمیل داده‌های فسیلی رسوبات ژوراسیک ایران مرکزی صورت گرفت. این رسوبات حاوی ۴۱ گونه پالئومورف با ترکیب ۱۵ گونه اسپور متعلق به ۱۲ جنس، ۱۵ گونه پولن متعلق به ۱۰ جنس و ۱۰ گونه سیست داینوفلاژله متعلق به ۳ جنس می‌باشد. بر اساس انتشار چینه‌شناسی میوسپورها و سیست داینوفلاژله‌ها و بر پایه اولین و آخرین حضور مشاهده شده گونه‌های شاخص دو زیست‌زون به نام‌های *Klukisporites Nannoceratopsis* و *variegatus-Chasmatosporites apertus* Interval zone *triceratops-Nannoceratopsis gracilis* Assemblage zone مورد شناسایی قرار گرفتند. فراوانی نسبی سیست داینوفلاژله‌ها، اسپور و پولن به ترتیب عبارت هستند از ۸۶/۲۱٪، ۷/۲٪ و ۶/۶٪. فقدان زغال‌سنگ در سازند هجدک این منطقه از یک طرف و حضور فراوان سیست داینوفلاژله‌ها از سوی دیگر حاکی از آن



## Plate 1



**Figs. 1, 2- *Cyathidites mesozoicus***, FJHBd-22, FJHBd-2; **Figs. 3, 9- *Klukisporites variegatus***, FJHBd-10, FJHBd-18; **Fig. 4- *Concavissimisporites punctatus***, FJHBd-24; **Fig. 5- *Concavissporites* sp. cf. *C. juriensis***, FJHBd-10; **Fig. 6- *Cyathidites australis***, FJHBd-22; **Fig. 7- *Granulatisporites asper***, FJHBd-17; **Fig. 8- *Dictyophyllidites* sp. cf. *D. harrisi***, FJHBd-22; **Fig. 10- *Classopollis torosus***, FJHBd-17; **Fig. 11- *Cocnavisporites equixinus***, FJHBd-18; **Fig. 12- *Cyathidites minor***, FJHBd-17; **Fig. 13- *Cyclogranisporites multigranus***, FJHBd-8; **Fig. 14- *Calamospora mesozoica***, FJHBd-2; **Figs. 15- *Striatella patenii***, FJHBd-18; **Fig. 16- *Chasmatosporites apertus***, FJHBd-22; **Figs. 17, 18- *Chasmatosporites* sp. cf. *C. major***, FJHBd-22; **Fig. 19- *Cycadopites parvus***, FJHBd-22; **Figs. 20- *Cycadopites granulatus***, FJHBd-22; **Fig. 21- *Cycadopites follicularis***, FJHBd-22; **Fig. 22- *Contignisporites cooksonii***, FJHBd-18; **Fig. 23- *Vitreisporites jurassicus***, FJHBd-8; **Fig. 24- *Cycadopites crassimarginis***, FJHBd-8; **Fig. 25- *Pityosporites scaurus***, FJHBd-23; **Fig. 26- *Callialasporites trilobatus***, FJHBd-8; **Fig. 27- *Lycopodiumsporites* sp.**, FJHBd-8; **Fig. 28- *Alisporites* sp. cf. *A. similis***, FJHBd-10; **Fig. 29- Foraminiferal lining**, FJHBd-22; **Fig. 30- *Alisporites thomasi***, FJHBd-24; **Fig. 31- *Nannoceratopsis plegas***, FJHBd-13; **Figs. 32, 33- *Nannoceratopsis gracilis***, FJHBd-5, FJHBd-13; **Figs. 34, 35- *Nannoceratopsis tricerias***, FJHBd-16, FJHBd-13; **Fig. 36- *Kalyptheadiceras***, FJHBd-2; **Fig. 37- *Nannoceratopsis spiculata***, FJHBd-2; **Fig. 38- *Pareodiniaceratophora***, FJHBd-8; **Figs. 39-41- slides of bivalves and algae**, FJHBd-25. Scale bars= 20  $\mu$ .

**کتابنگاری**

- آقاباتی، س.ع.، ۱۳۷۷- چینه شناسی ژوراسیک ایران، جلد اول، انتشارات سازمان زمین شناسی ایران، تهران، ۳۵۵ ص.
- آقاباتی، س.ع.، ۱۳۹۳- فرهنگ چینه شناسی ایران، جلد چهارم، ژوراسیک، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور ایران، تهران، ۵۴۴ ص.
- جعفرآبادی، ش.، علامه، م.، پورسلطانی، م. ر. و سجادی، ف.، ۱۳۹۲- پالئوکولوژی و پالینوستراتیگرافی سازند دلیچای بر اساس میوسپورها در برش روستای بار، بخش خاوری حوضه بینالود، نشریه دیرینه شناسی، شماره ۱-۱، صص. ۶۷-۸۰. <https://doi.org/10.22067/paleos.v1i1.22384>
- سیدامامی، ک.، فورزیش، ف. و ویلمسن، م.، ۱۳۸۴- یافته های تازه پیرامون سیستم ژوراسیک در شمال بلوک طبس (خاور ایران مرکزی)، فصلنامه علوم زمین، انتشارات سازمان زمین شناسی، شماره ۵۷، صص. ۹۷-۷۸.
- فریدی، م.، سیفوری پور، س.، نوازی، م. و سعیدی، ا.، ۱۳۸۱- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ شمال بهاباد. انتشارات سازمان زمین شناسی کشور.
- نویدی ایزد، ن.، سجادی، ف.، ده بزرگی، ا. و هاشمی یزدی، ف.، ۱۳۹۳- پالینوستراتیگرافی و محیط رسوبی دیرینه سازند دلیچای در برش چینه شناسی دیکناش، شمال شرق سمنان، مجله پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی، اصفهان، شماره ۴-۵۷، صص. ۴۶-۲۱.
- واعظ جوادی، ف. و قویدل سیوکی، م.، ۱۳۸۳- مطالعه سیستماتیک کرده و هاگ (Spore & Pollen) سازند شمشک در منطقه جاجرم، فصلنامه علوم زمین، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور، شماره ۵۶، صص. ۱۲۳-۹۴.
- واعظ جوادی، ف.، ۱۳۹۷- زیست چینه نگاری داینو فلاژله های ژوراسیک میانی سازند هجدک در کوچکعلی جنوبی، طبس و تطابق آن با دیگر زیست زون های پالینومورفی هم ارز، فصلنامه علوم زمین، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور، شماره ۱۰۷، صص. ۲۷۶-۲۶۵. DOI: 10.22071/GSJ.2018.63837
- واعظ جوادی، ف.، قویدل سیوکی، م. و قاسمی نژاد، ا.، ۱۳۸۲- بیوستراتیگرافی سازند شمشک کوه ازون، جاجرم بر مبنای داینو فلاژله ها، مجله علوم دانشگاه تهران، شماره ۱-۲۹، صص. ۱۴۱-۱۶۰.
- هاشمی یزدی، ف. و سجادی، ف. و هاشمی، س. ح.، ۱۳۹۳- پالینوستراتیگرافی سازند هجدک در برش اشکلی، شمال کرمان بر مبنای میوسپورها، مجله دیرینه شناسی، شماره ۱-۲، صص. ۱۲۷-۱۱۱. DOI: <https://doi.org/10.22067>
- هاشمی یزدی، ف. و سجادی، ف. و هاشمی، س. ح.، ۱۳۹۷- پالینوستراتیگرافی رسوبات ژوراسیک میانی (دوگر) البرز مرکزی و شرقی، مجله پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی، اصفهان، شماره ۳-۷۲، صص. ۳۶-۲۱. DOI: 10.22108/JSSR.2018.109218.1039.۲۱-۳۶

**References**

- Abbink, O. A., Van Konijnenburg-van Cittert, J. H. A. and Visscher, H., 2004- A sporomorph ecogroup model of the Northwest European Jurassic – Lower Cretaceous: concepts and framework: *Netherlands Journal of Geosciences*, V. 83, pp.17–38. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0016774600020436>.
- Achilles, H., Kaiser, H. and Schweitzer, H. J., 1984- Die rato-jurassischen Floren des Iran und Afghanistans. 7. Die Microflora der obertriadischjurassischen Ablagerungen des Alborz-Gebirges (Nord-Iran): *Palaeontographica B*, V. 194 (1–4), pp. 14–95.
- Arjang, B., 1975- Die rato-jurassischen Floren des Iran und Afghanistans. 1. Die Microflora der rato-jurassischen Ablagerungen des Kermaner Beckens (Zentral Iran): *Palaeontographica B*, V. 152 (4–6), pp. 85–148. ISSN: 2194-900X, e-ISSN 2509-839X.
- Ashraf, A. R., 1977- Die rätö-jurassischen Floren des Iran und Afghanistans. 3. Die Mikrofloren der ratischen bis unterkretazischen Ablagerungen Nordafghanistans: *Palaeontographica B*, V. 161 (1–4), pp. 1–97. ISSN: 2194-900X, e-ISSN 2509-839X.
- Assereto, R., 1966- The Jurassic Shemshak Formation in Central Elburz (Iran): *Rivista di Italiana Paleontologia e Stratigrafia*, V. 72 (4): pp. 1133-1182. <https://riviste.unimi.it/index.php/RIPS/index>.
- Balme, B. E., 1995- Fossil in situ spores and pollen grains: An annotated catalogue: *Review of Palaeobotany and Palynology*, V. 87, pp. 1-323. DOI: 10.1016/0034-6667(95)93235-x.
- Barrier, E., Vrielynck, B., Bergerat, F., Brunet, M. F., Mosar, J., Poisson, A. and Sosson, M., 2008- Palaeotectonic maps of the Middle East: Tectono-sedimentary-palinspastic maps from Late Norian to Pliocene.
- Beckett, P. H., 1956- Coal deposits near Kerman, South Persia: *Economic Geology*, V. 51, pp. 197-198.
- Berberian, M., 1983- The southern Caspian: a compressional depression floored by a trapped, modified oceanic crust: *Canadian Journal of Earth Sciences*, V. 20(2), pp. 163-183. DOI: 10.1139/e83-015
- Bharadwaj, D. C. and Kumar, P., 1986- Palynology of Jurassic sediments from Iran: 1, Kerman area: *Biological Memoire*, V. 12 (2), pp. 146-172.
- Boulter, M. and Windle, T., 1993- A reconstruction of some Middle Jurassic vegetation in northern Europe: *Special Papers in Palaeontology*, V. 49, pp. 125–154.
- Brunet, M. F., Korotaev, M. V., Ershov, A. V. and Nikishin, A. M., 2003- The South Caspian Basin: a review of its evolution from subsidence modelling: *Sedimentary Geology*, V. 156(1-4), pp. 119-148.
- Brunet, M. F., Wilmsen, M. and Granath, J. W. (Eds.) 2009- South Caspian to Central Iran Basins: Geological Society of London.
- Dehbozorgi, A., Sajjadi, F. and Hashemi, H., 2013- Middle Jurassic palynomorphs of the Dalichai Formation, central Alborz Ranges, northeastern Iran, Paleoecological inferences: *Science China Earth Sciences*, V. 56 (12), pp. 2107-2115. <https://doi.org/10.1007/s11430-013-4697-z>.



- Fürsich, F.T., Wilmsen, M., Seyed-Emami, K. and Majidifard, M.R., 2009- Lithostratigraphy of the Upper Triassic–Middle Jurassic Shemshak Group of Northern Iran. In: Brunet M.-F., Wilmsen, M. and Granath J.W. (eds.) South Caspian to Central Iran Basins: Geological Society, London, Special Publications, V. 312, pp. 129–160.
- Fürsich, F.T., Wilmsen, M., Seyed-Emami, K., Cecca, F. and Majidifard, M.R., 2005- The upper Shemshak Formation (Toarcian–Aalenian) of the Eastern Alborz (Iran): Biota and palaeoenvironments during a transgressive–regressive cycle: *Facies*, V. 51, pp. 365–384. DOI: 10.1007/s10347-005-0051-z
- Götz, A.E., Ruckwied, K. and Barbacka, M., 2011- Palaeoenvironment of the Late Triassic (Rhaetian) and Early Jurassic (Hettangian) Mecsek Coal Formation (south Hungary): implications from macro-and microfloral assemblages: *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, V. 91(2), pp. 75-88. <https://doi.org/10.1007/s12549-010-0048-7>
- Kimyai, A., 1968- Jurassic plant microfossils from the Kerman region: *Bulletin of Iranian Petroleum Institute*, V. 33, pp. 91-111.
- Kimyai, A., 1974- Jurassic plant microfossils from Iran: *Birbal Sahni Institute of Palaeobotany, Special Publication*, V. 3, 1-8.
- Mattei, M., Cifelli, F., Muttoni, G. and Rashid, H., 2015- Post-Cimmerian (Jurassic–Cenozoic) paleogeography and vertical axis tectonic rotations of Central Iran and the Alborz Mountains: *Journal of Asian Earth Sciences*, V. 102, pp. 92-101. DOI: 10.1016/j.jseas.2014.09.038
- Mattei, M., Muttoni, G. and Cifelli, F., 2014- A record of the Jurassic massive plate shift from the Garedu Formation of central Iran: *Geology*, V. 42(6), pp. 555-558. DOI: 10.1130/G35467.1
- Phipps, D. and Playford, G., 1984- Laboratory techniques for extraction of palynomorphs from sediments: *Department of Geology, University of Queensland*, V. 11, pp. 1–29.
- Salehi, M.A., Moussavi-Harami, R., Mahboubi, A. and Rahimi, B., 2014- Palaeoenvironment and basin architecture of the Lower Jurassic Ab-Haji Formation, east-central Iran: *Boletín del Instituto de Fisiografía y Geología*, V. 84, pp. 29-44. Rosario, 18-11-2014. ISSN 1666-115X.
- Sarkarinejad, K. and Ghanbarian, M.A. 2014- The Zagros hinterland fold-and-thrust belt in-sequence thrusting, Iran: *Journal of Asian Earth Sciences*, V. 85, pp. 66-79. DOI: 10.1016/j.jseas.2014.01.017
- Sengör, A. M. C., 1979- Mid-Mesozoic closure of Permo-Triassic Tethys and its implications: *Nature*, V. 279, pp. 590-593. <https://doi.org/10.1038/279590a0>.
- Seyed-Emami, K., 2003- Triassic in Iran: *Facies*, V. 48, pp. 95–106.
- Seyed-Emami, K., Fürsich, F.T. and Wilmsen, M., 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), pp. 163-171. DOI: <https://doi.org/10.13130/2039-4942/6282>.
- Soffel, H.C. and Förster, H.G., 1980- Apparent polar wander path of Central Iran and its geotectonic interpretation: *Journal of geomagnetism and geoelectricity*, V. 32 (Supplement3), 117-135. DOI: 10.5636/jgg.32.Supplement3\_SIII117.
- Soffel, H.C., Schmidt, S., Davoudzadeh, M. and Rolf, C., 1996- New palaeomagnetic data from Central Iran and a Triassic palaeoreconstruction: *Geologische Rundschau*, V. 85(2), pp. 293-302. DOI: 10.1007/BF02422235.
- Stöcklin, J., 1974- Possible ancient continental margins in Iran. In: Burk, C.A. and Drake, C.L. (eds.) *The geology of continental margins* (pp. 873-887). Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: 0.1007\_978-3-662-01141-6\_64.
- Taherian, F., Vaez-Javadi, F., Ashouri, A. and Ghaderi, A., 2020- The biostratigraphy of the Upper Devonian and lowermost Carboniferous of the Khoshyeilagh area, northeastern Alborz, Iran. *Palynology*, V. 145. DOI: 10.1080/01916122.2020.1821255.
- Takin, M., 1972- Iranian geology and continental drift in the Middle East: *Nature*, V. 235, pp. 147-150.
- Tipper, G.H., 1921- The geology and mineral resources of eastern Persia: *Record of Geological Survey of India*, V. 53 (1), pp. 51-80.
- Tralau, H., 1968- Some Middle Jurassic miospores of southern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar*, 89: 469-472.
- Vaez-Javadi, F. and Abbasi, N., 2018- Middle Jurassic biostratigraphy of plant macro and microfossils in the South Zanzan, Soltanieh Mountains, NW Iran: *Geosciences*, V. 106, pp. 91-102. DOI: 10.22071/gsj.2018.58367.
- Vaez-Javadi, F. and Mirzaie-Ataabadi, M., 2019- Middle Jurassic plant macro and microfossils from Shahreza, South West Isfahan, Central Iran: Palaeoclimate influences: *Geopersia*, V. 9 (1), pp. 169-193. DOI: 10.22059/geope.2018.261588.648402.
- Vaez-Javadi, F., 2017a- Palynostratigraphy of the Middle Jurassic sediments in Hojedk Formation, Tabas Block, East-Central Iran: *The Palaeobotanist*, V. 66, pp. 47- 60. <http://14.139.63.228:8080/pbrep/handle/123456789/2141>.
- Vaez-Javadi, F., 2017b- Palynomorphs and Plant macrofossils biostratigraphy of the Calshaneh area, NW Tabas: Palaeoclimate and paleogeography analysis. 1st International Congress on Jurassic and Neighboring Countries, Mashhad.
- Vaez-Javadi, F., 2017c- Proposed Palaeocoastal boundary between Iran Plate and Tethys during Aalenian-Bajocian. 36th National and the 3rd International Geosciences Congress GSI, Tehran.

- Vaez-Javadi, F., 2018- Dinoflagellate palynostratigraphy of middle Jurassic of the Hojedk Formation, Tabas, Central-East Iran and its correlation to other Palynomorph zones in Iran and elsewhere: *Geosciences*, V. 107, pp. 265-276. DOI: 10.22071/gsj.2018.63837.
- Vaez-Javadi, F., 2019- Middle Jurassic palynology of the southwest Tabas Block, Central-East Iran: *Palynology* (In Press) <https://doi.org/10.1080/01916122.2019.1637954>.
- Van Konijnenburg-van Cittert, J. H. A., 1971- In situ gymnosperm pollen from the Middle Jurassic of Yorkshire: *Acta Botanica Neerlandica*, V. 20, pp. 1-97. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1971.tb00688.x>.
- Van Konijnenburg-van Cittert, J. H. A., 1987- New data on *Pagiophyllum masculosum* Kemdall and its male cone from the Jurassic of North Yorkshire. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 51: 95-105.
- Van Konijnenburg-van Cittert, J. H. A., 1989- Dicksoniaceae spores in situ from the Jurassic of Yorkshire, England: *Review of Palaeobotany and Palynology*, V. 61, pp. 273-301. DOI: 10.1016/0034-6667(89)90035-3.
- Van Konijnenburg-van Cittert, J. H. A., 1993- A review of the Matoniaceae based on in situ spores: *Review of Palaeobotany and Palynology*, V. 78, pp. 235-267. [https://doi.org/10.1016/0034-6667\(93\)90066-4](https://doi.org/10.1016/0034-6667(93)90066-4).
- Wilmsen, M., Fürsich, F. T., Seyed-Emami, K. and Majidifard, M.R., 2009- An overview of the stratigraphy and facies development of the Jurassic System on the Tabas Block, east-central Iran: *Geological Society, London, Special Publications*, V. 312(1), pp. 323-343. DOI: 10.1144/SP312.15.
- Wilmsen, M., Fürsich, F. T., Seyed-Emami, K., Majidifard, M. R. and Zamani-Pedram, M., 2010- Facies analysis of a large-scale Jurassic shelf-lagoon: The Kamar-e-Mehdi Formation of east-central Iran: *Facies*, V. 56(1), p. 59. DOI: 10.1007/s10347-009-0190-8.
- Zanchi, A., Zanchetta, S., Berra, F., Mattei, M., Garzanti, E., Molyneux, S. and Sabouri, J., 2009- The Eo-Cimmerian (Late? Triassic) orogeny in North Iran: *Geological Society, London, Special Publications*, V. 312(1), pp. 31-55. DOI: 10.1144/SP312.3.

# Jurassic palynostratigraphy of the Karim-Abad section, North of Bahabad, Yazd Province: relative abundance and SEGs analysis

F. Vaez-Javadi<sup>1\*</sup> and M. A. Ghanbarian<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Assistant Professor, School of Geology, College of Science, University of Tehran, Tehran, I.R. Iran

<sup>2</sup>Assistant Professor, Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Shiraz University, Shiraz, I.R. Iran

Received: 2019 July 30

Accepted: 2019 December 10

## Abstract

Jurassic deposits are well spread in the north of Karim Abad village, north of Bahabad, central Iran. These deposits contain 41 species of palynomorphs in which there are 15 spore species (12 genera), 15 pollen species (10 genera), and 10 species of cyst of dinoflagellate (three genera). Vertical distribution of miospores and cyst of dinoflagellate, and the first observed occurrence (FOO) and the last observed occurrence (LOO) of selected taxa allow erection of two biozone: *Klukisporites variegatus*- *Chasmatosporites apertus* Interval zone and *Nannoceratopsis triceratops*-*Nannoceratopsis gracilis* Assemblage zone. The relative abundance of dinoflagellate cyst, spore, and pollen is 86.21%, 7.2%, and 6.6%, respectively. Based on relative abundance of miospores' parent plant fossils, ferns, cycads, and conifers are 37%, 31.5% and 11.82%, respectively, and related sporomorph ecogroups (SEGs) indicate that they occurred in different environments such as upland, wetter / drier lowland, river and coastal with temperate-sub-tropical and humid climate. Furthermore, based on the absence of coals in the Hojedk Formation and the high relative abundance of dinoflagellate cysts, it can be concluded that the shallow sea water was prominent here and spores and pollen were transported and sedimented there.

**Keywords:** Jurassic, Palynostratigraphy, Sporomorph Ecogroups Analysis, Bahabad, Central Iran.

For Persian Version see pages 3 to 14

\*Corresponding author: F. Vaez-Javadi; E-mail: vaezjavadi@ut.ac.ir