

# نشانگرهای آب و هوایی و جغرافیای دیرینه در توالی تریاس بالایی گروه شمشک البرز مرکزی

محمدرضا نائیجی<sup>۱</sup>، ایرج مغفوری مقدم<sup>۲\*</sup>، محبوبه حسینی برزی<sup>۳</sup> و بهمن سلیمانی<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۲. دانشیار چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۳. دانشیار زمین‌شناسی-رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی،

تهران، ایران

۴. دکتری زمین‌شناسی ساختمانی، پژوهشگاه صنعت نفت، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۷/۱۵

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۷/۰۱

## چکیده

نهبشته‌های تریاس پسین گروه شمشک البرز مرکزی در نواحی عمارت در ۳۰ کیلومتری جنوب‌آمل و در امامزاده هاشم در ۵۰ کیلومتری شمال شرق تهران برای برخی از شاخص‌های آب و هوایی و جغرافیای دیرینه مورد بررسی قرار گرفتند. داده‌ها شامل ۱۰ نقطه‌شماری ماسه‌سنگ‌ها، ۱۳ تجزیه اکسیدهای اصلی، ۸ گونه و جنس فسیل‌های گیاهی و ۴ گونه پالینومورف بودند. داده‌های سنگ‌شناسی و شیمیایی منحصر به نهبشته‌های تریاس پسین بودند. حوادث مهم تریاس پسین مانند خشکسالی‌های نورین بالایی و رتین میانی از طریق وجود ژپس‌ها ردیابی شدند. این پژوهش بیان می‌دارد که آشکارا نشانه‌های سنگ‌شناسی در تطابق با حوادث جهانی یاد شده هستند و می‌توانند مبنای خوبی برای کنترل کردن سایر داده‌های سنی از نظر فسیل‌شناسی باشند. همچنین کاوش در جنس و گونه‌های فسیل‌های گیاهی دلالت به این دارد که منطقه مورد مطالعه، تفاوت چندانی از نظر آب و هوایی با مناطق خیلی شمالی‌تر مانند سیبری ندارد. شناسایی پالینومورف‌ها نشان داده که بیشتر آنها از انواع هیگروفیتیک و مزوفیتیک هستند و منشا برخی از آنها شناخته‌تر و متعلق به برخی از سرخس‌ها هستند. داده‌های حاصل از نقطه‌شماری حکایت دارد که منشا رسوبات از خشک تا نیمه‌مرطوب بوده است. بررسی‌های این مطالعه نیز بیانگر ارتباط زمینی منطقه البرز با اورازیا به دلیل حادثه کوهزایی کیمیرین و جوش خوردن خرده‌قاره کیمیریا با اورازیا با استفاده از شواهد فسیل گیاهی است.

واژه‌های کلیدی: آنالیز مدال، البرز، تریاس پسین، گیاهان اورازیا، هیگروفیتیک.

## مقدمه

در زمان پرمین آغازی صفحه ایران به سوی شمال حرکت کرد و برخورد ایران و اوراسیا در زمان تریاس انتهایی سبب بسته شدن پالتوتتیس شد و کوهزایی ائوکیمرین اتفاق افتاد (Stampfli and Borel, 2002; Fursich et al., 2009). این حرکت به معنی اتصال اوراسیا و بخشی از گندوانا است (شکل ۱). فسیل‌های گیاهی گروه شمشک به راستی‌آزمایی این اتصال کمک می‌کنند. اشتامپفلی

در زمان پرمین آغازی صفحه ایران به سوی شمال حرکت کرد و برخورد ایران و اوراسیا در زمان تریاس انتهایی سبب بسته شدن پالتوتتیس شد و کوهزایی ائوکیمرین اتفاق افتاد

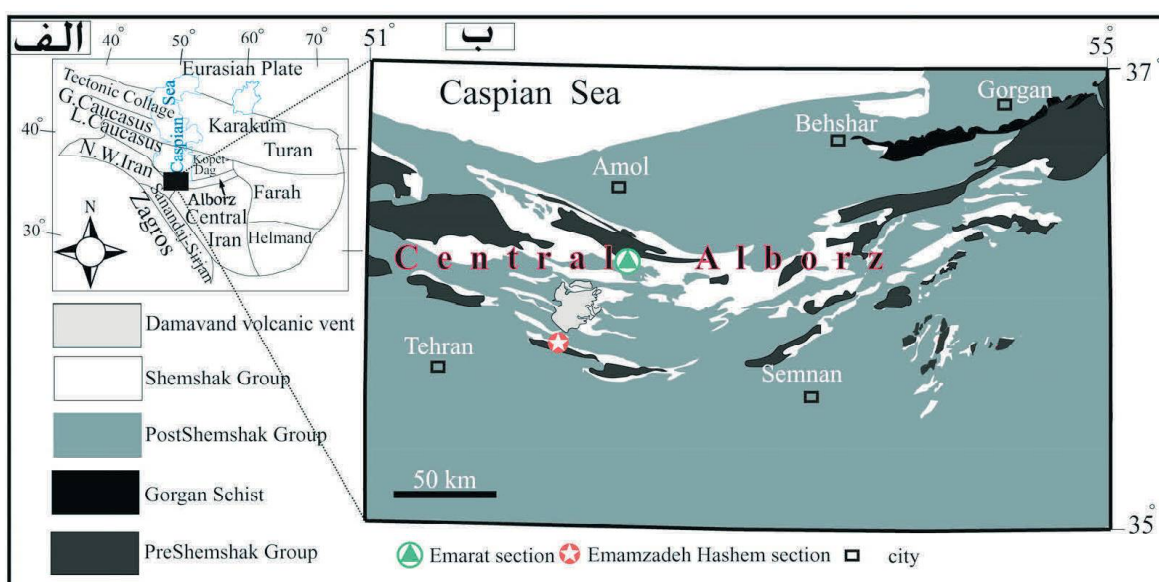
\* نویسنده مرتبط: maghfouri.i@lu.ac.ir

## جایگاه زمین‌شناسی

امروزه البرز میراث‌دار صفحات و سرزمین‌هایی هستند که به هم نزدیک و متصل هستند (شکل ۱). البرز بعد از اینکه با چند سرزمین دیگر که مجموعاً آنها را کیمیریا می‌گویند، از سرزمین‌های شمالی گندوانا در زمان پرمین جدا شد، به سمت نیمکره شمالی حرکت کرد. بین کیمیریا (البرز-ایران مرکزی و سرزمین‌هایی از ایتالیا تا مالزی) و گندوانا (زاگرس و سایر سرزمین‌های جنوبی) نئوتتیس به وجود آمد (Stampfli, 2000; Stampfli and Borel, 2002). البرز قبل از برخورد با اوراسیا در نیمکره شمالی، بین دو قاره گندوانا و اوراسیا در اطراف استوا و در میانه اقیانوس پالئوتتیس سرگردان بوده است (Stampfli, 2000). این کوهستان در زمان پرمین و تریاس سرنوشت مشابهی با خرده-سرزمین‌های آپولیا (ایتالیا)، هلنید-توریدز غربی خارجی، مندرس-تاروس، سنندج-سیرجان، البرز، لوت-ایران مرکزی، افغانستان مرکزی، جنوب تبت و سیوماسو (مالزی) دارد (Stampfli, 2000). به این چند تکه سرزمین که از ایتالیا تا مالزی گسترش داشتند، کیمیریا گفتند. البرز در زمان پرمین از گندوانا جدا شده بود و در زمان تریاس پایانی به جنوب اورازیا برخورد کرد. از آن پس رسوبات تخریبی گروه شمشک نهشته شدند (Stampfli, 2000; Allen et al., 2009; Zanchi et al., 2009; Fürsich et al., 2003). رسوبات از فرسایش رسوبات قبلی به وجود آمدند ولی مقداری رسوبات هم‌زمان رسوب‌گذاری با منشا ولکانیک در دامنه جنوبی البرز، گروه شمشک را تغذیه نموده است که همین نهشته‌ها باعث شدند، برخی از اندیس‌های آب و هوایی بهتر بتوانند شرایط آب و هوایی تریاس را منعکس کنند. بر اساس مشاهدات نویسنندگان، وجود تنه‌ها و یا حتی شاخ و برگ‌های بزرگ سیکادها در منطقه عمارت و البته در سراسر البرز شمالی از تیل‌آباد تا عمارت و سپس در غرب نشان‌دهنده نزدیکی فوق‌العاده آنها به رویشگاه گیاهان است و به همین ترتیب نبود چنین پیکربندی فسیل‌های گیاهی در البرز جنوبی، بیانگر دوری آنها از رویشگاه‌های سرخس‌ها و سیکادها می‌باشد.

(Stampfli and Borel, 2002) به وابستگی گیاهان بلوک افغان و ایران به گندوانا در کربونیفر و خویشاوندی گیاهان این دو بلوک به اوراسیا در تریاس پایانی اشاره کرده است. در تریاس پایانی هوا گرم و گرادیان حرارتی بین استوا و قطب پایین بود و اختلاف حرارتی چندان نبود و البته کلاهک یخی هم نبود (Kustatscher et al., 2018) و طبیعتاً نمی‌بایستی اختلاف پراکندگی جنس‌های گیاهی زیاد باشد. این مطلب در اصل مقاله مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در کنار موجودات زنده، عناصر شیمیایی و فراوانی نسبت کانی‌ها نیز به‌نوبه خود نشانگرهای مهم آب و هوایی هستند (Nesbitt and Young, 1982; Suttner and Dutta, 1986). با وجود فسیل‌های گیاهی فراوان در گروه شمشک و همچنین ماسه‌سنگ‌های دربردارنده اطلاعات آب و هوایی، درک آب‌وهوای دیرینه این نهشته‌ها آسان‌تر می‌شود. محتوی و تنوع سنگ‌شناسی گروه شمشک نیز خود می‌تواند به‌عنوان نشانگرهای آب و هوایی عمل کند. تا به حال مولفین در مورد تطابق لایه‌های سنگی گروه شمشک به مانند تبخیری‌ها با تغییرات مهم سطح آب دریای جهانی در تریاس پایانی بحث نکرده‌اند. مولفین، همچنین آهک‌های عمیق‌تر بالای دولومیت‌های سازند الیکا به سن کارنین را گزارش کردند (آقابات، ۱۳۸۸) اما در مورد دلایل احتمالی تشکیل آن بحث نشده است.

در این مطالعه سعی می‌شود تا به این پرسش پاسخ داده شود که عناصر گیاهی نیز دلالت بر اتصال دو قاره اوراسیا و خرده قاره کیمیریا دارند. همچنین در کنار اینها، شواهد سنگ‌شناسی نیز برای آزمودن شرایط آب و هوایی به کمک می‌آیند و سعی می‌شود نشانه‌های خشکسالی در شواهد ثبت شده سنگی پیدا شوند. تعدادی از پالینومورف‌ها نیز از جهت قرابت با گیاهان بحث شده‌اند تا شرایط آب و هوایی آنها نیز استخراج شود. از نظر دیرینه‌شناسان در میان سنگواره‌های ریز، تنها داینوفلاژل‌ها در زمان تریاس ارزش سن‌یابی دارند اما به لحاظ اقلیمی پالینومورف‌ها بسیار ارزشمندترند که در مطالعه پیش رو اندکی بحث شدند. گیاهان گروه شمشک ممکن است اطلاعات آب و هوایی مانند گرم و مرطوب را بدهند ولی به‌طور کامل منعکس‌کننده همه لحظات رسوب‌گذاری این گروه نیستند و لذا از شواهد سنگ‌شناسی در این مطالعه کمک گرفته می‌شود.



شکل ۱. الف) موقعیت صفحات و سرزمین‌های اطراف البرز در حال حاضر (Ruban et al., 2007)، ب) نقشه ساده شده البرز مرکزی با تغییراتی توسط نویسندگان (Huber and Eftekhari-Nezhad, 1978)

## گروه شمشک

همچنین تعداد ۱۰ نمونه از ماسه‌سنگ‌های توالی تریاس پسین گروه شمشک در برش چینه‌شناسی عمارت بر اساس روش گازی-دیکینسون شمارش شدند و در نمودارهای آب و هوایی بکار برده شدند. به‌طور کل نمونه‌های متوسط دانه برای شمارش کم بودند و لذا با رعایت استانداردهای گزی-دیکینسون (Ingersoll et al., 1984) نمونه‌ها به ۱۰ عدد برای توالی تریاس رسیدند. سیزده نمونه از اکسیدهای اصلی توالی تریاس برش‌های چینه‌شناسی امامزاده هاشم و عمارت برای استفاده در نمودارهای آب و هوایی مورد استفاده قرار گرفتند.

## مطالعات پیشین

سازند (گروه) شمشک به تفصیل توسط آقائباتی (۱۳۸۸) و (Fursich et al., 2009) بحث شده است. در این مقاله تنها نمونه‌هایی از کارهای انجام‌شده در زمینه پالینولوژی و پالئوبوتانی و آب و هوای دیرینه از طریق رسوب‌شناسی ارائه می‌شود. مؤلفین زیادی بر روی فسیل‌های گیاهی کار کردند (Göppert, 1862; Zeiller, 1905; Lorenz, 1964; Assereto et al., 1968; Alavi and Barale, 1970; Kimyai, 1975; Fakhr, 1977; Schweitzer and

نام این سازند در سال ۱۹۶۶ توسط آسرتو معرفی شد (Assereto, 1966). سن تریاس پایانی به دو سنگ رخساره پایینی و لیاس و دوگر به دو سنگ رخساره بالایی در مقطع نمونه نسبت داده شده است (Fantini Sestini, 1966; Assereto et al., 1968).

## روش تحقیق

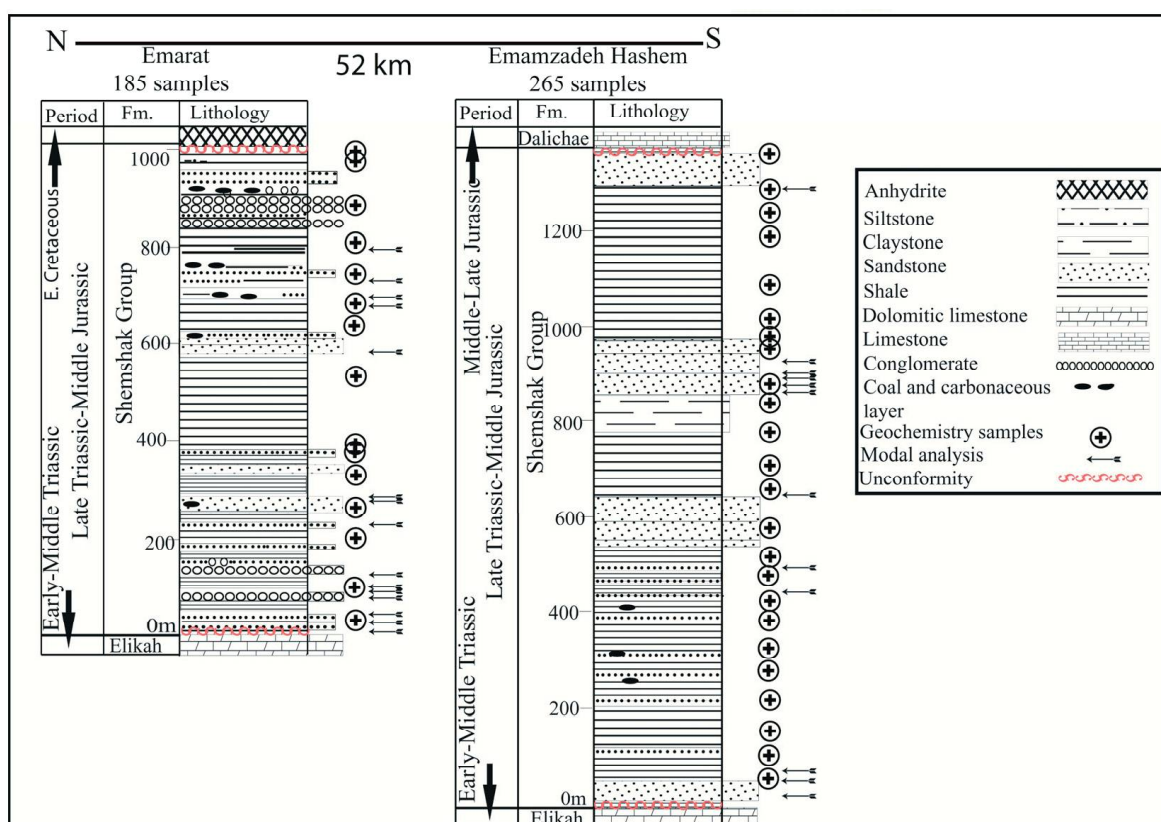
در کنار برداشت چینه‌شناسی برش‌های عمارت (۳۶°۱۰′۶″ شمالی و ۵۲°۲۱′۲۱/۵۹″ طول شرقی) در فاصله ۳۰ کیلومتری جنوب آمل و برش امامزاده هاشم آمل (۳۵°۴۷′۱۴/۸۴″ شمالی و ۵۲°۲۱′۷/۳۴″ طول شرقی) در ۵۰ کیلومتری شمال شرق تهران جهت مطالعات خاستگاهی، صدها نمونه از فسیل‌های گیاهی جمع‌آوری یا عکس‌برداری شده است. البته فسیل گیاهی کمی در برش امامزاده هاشم آمل وجود دارد (شکل ۲).

تعداد ۱۰ نمونه شیلی-مادستونی پس از آماده‌سازی و تهیه مقطع پالینومورف مطالعه شدند و از آنها تعدادی گونه‌های شاخص پالینومورف و یک نمونه سیست داینوفلاژله نیز رصد شد. خرده‌های چوب به‌وفور در مقاطع دیده می‌شدند و سپس پالینومورف‌ها فراوانی داشتند.

Ghasemi-Nejad et al., 2004; Cirilli et al., 2005; Sabbaghyan et al., 2015). مطالعات رسوب‌شناسی نیز گریزی به نوع آب و هوا دارند. علی‌خاصی و همکاران (۱۳۹۰) اطلاعاتی را در مورد خاستگاه تکتونیکی سازند آب حاجی و عزیزاده صوری (۱۳۹۱) هم داده‌هایی را در مورد تعیین روند حوضه رسوب‌گذاری گروه شمشک در زمان رسوب‌گذاری به دست آوردند. مولفین دیگر نیز مطالعاتی را در مورد ژئوشیمی و پتروگرافی گروه شمشک انجام دادند (Moosavirad et al., 2011; Shadan and Hosseini-Barzi, 2013; Hashemi Azizi et al., 2018; Salehi et al., 2018).

Kirchner, 2003; Mirzaei-Ataabadi et al., 2005; Vaez-Javadi and Mirzaei-Ataabadi, 2006; Popa et al., 2012; Vaez-Javadi, 2014; Vaez-Javadi and Allameh, 2015; Vaez-Javadi, 2018; Vaez-Javadi and Abbassi, 2018; Badihagh and Uhl, 2019; (Vaez-Javadi and Mirzaei-Ataabadi, 2019).

در مجلات داخلی نیز مطالبی در این راستا چاپ شده است (سعادت‌نژاد، ۱۳۸۸، ۱۳۸۶، ۱۳۸۱؛ واعظ‌جوادی و پرواسیده، ۱۳۹۳؛ مهدی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷). کار مطالعه اسپور و پولن و داینوفلاژله برای گروه شمشک نیز انجام شده است (دبیری، ۱۳۸۰،



شکل ۲. ستون چینه‌شناسی گروه شمشک در برش‌های عمارت و امامزاده هاشم در جنوب آمل

## نشانه‌های آب و هوایی

### ۱- نشانه‌گر سنگ‌شناسی

نورین پایانی (Berra et al., 2010; Haas et al., 2012) و کارنین پایانی (Mazza et al., 2010; Tanner and Lucas, 2007) است. این رخدادها به دنبال دوره‌های مرطوب بودند. بالاترین میزان سطح آب دریا در تریاس مربوط به زمان کارنین است و به بالای ۵۰ متر بالاتر از عهد

یکی از شاخص‌های مهم آب و هوایی در گروه شمشک و ابتدای رسوب‌گذاری آن دیده می‌شود. این شاخصه ژئوپیس و لایه‌های قرمز می‌باشد. چند رخداد گرم و خشک در پایان تریاس وجود دارد که شامل رتین‌آغازی-میانی (Hallam, 1985)،

با این حقیقت که رتین دارای دوره‌های خشکسالی و ترسالی هم بوده است و این کنگلومراها در محدوده سنی رتین قرار دارند، لذا ژیبس‌های همخوان با دوره‌های خشکسالی رتین می‌توانند معادل کنگلومرای با محدوده سنی رتین باشند و در بالای آن فسیل‌های رتین پیدا نشده است. قبل از کنگلومراها، دوره‌های مرطوب با وجود بازمانده‌های گیاهی در شیل‌ها و ماسه‌سنگ‌های عمارت وجود دارند. در بخش بالایی سازند شهمیرزاد در ناحیه طزره، افق‌های مکرر دارای ریشه گیاهان ذکر شده است که ممکن است قابل تطابق با لایه‌های انیدریتی بایجان باشد (جدول ۱ مثال‌های بیشتری را ارائه می‌کند). سازند شهمیرزاد به سن نورین-رتین نسبت داده شده است (Fursich et al., 2009). رتین میانی زمانی است که به نظر حق (Haq, 2018) سطح آب ۵۰ متر پایین‌تر از سطح کنونی دریا بوده است. علاوه بر این سازند شهمیرزاد هنگامی که در زیر سازند آلاشت قرار می‌گیرد، کم‌عمق‌شدگی را تجربه می‌کند و از سیلت ریز و ماسه‌سنگ متوسط دانه به ماسه‌سنگ‌های درشت‌دانه تغییر می‌یابد.

حاضر می‌رسد و پایین‌ترین سطح آب هم مربوط به زمان رتین میانی است که هر دو در تریاس پسین قرار دارند. سطح آب رتین میانی بیش از ۱۰۰ متر اختلاف سطح با کارنین دارد. یعنی سطح آب رتین میانی منفی ۵۰ متر و بیشتر بوده است (Haq, 2018).

## خشکسالی رتین میانی

در کمی بالاتر از قاعده گروه شمشک در بایجان آمل، لایه‌های ژیبس وجود دارد (آقناباتی، ۱۳۸۸؛ Vahdati Daneshmand, 1982). نبوی (۱۳۵۵) لایه‌های ژیبسی که البته چند ده متر بالاتر از قاعده گروه شمشک در بایجان قرار دارد را در سازند طزره جای داده (Repin, 1987) و معتقد است در جایی که این ژیبس‌ها وجود ندارند، کنگلومرا جایگزین می‌شود و سن سازند طزره را بعدها در ستون‌های چینه‌شناسی نورین-ژوراسیک پیشین می‌دانند (Fursich et al., 2009). فسیل‌های گیاهی رتین (در برش عمارت، شکل ۴-ث) در زیر کنگلومرای ابتدای برش عمارت نیز وجود دارند.

جدول ۱. نشانه‌های خشکسالی گروه شمشک در البرز با سن رتین میانی

مرجع	مکان داخل گروه/سازند	نام گروه/سازند	محل	نوع لیتولوژی
(آقناباتی، ۱۳۸۸)	۵۰ متر بالای قاعده گروه	شمشک	بایجان	ژیبس
این مطالعه	از ۱۳۹ متری قاعده	شمشک	عمارت	کنگلومرا
(آقناباتی، ۱۳۸۸)	بخش بالایی	سازند شهمیرزاد	طزره	افق‌های مکرر حاوی ریشه گیاهان

## خشکسالی نورین پایانی

(Haq, 2018). در رسوبات بالای سازند الیکا که به نورین پایانی توسط دبیری (۱۳۸۰) در گلندرود نسبت داده شده، و برحسب ستونی که در گلندرود توصیف کرده است، هیچ دوره خشکسالی مشهود نیست. سنگ‌شناسی این ستون نشان‌دهنده رسوبات مربوط به نواحی عمیق دریا و حاوی آثار جانوران عمیق دریایی است. اما در ستون چینه‌شناسی که دبیری (۱۳۸۰) به نورین میانی نسبت داده شده است، آثاری از شیل قهوه‌ای تیره وجود دارد که ممکن است به خشکسالی نورین میانی یا الونین (Alaunian) مربوط باشد. در گزناسرای نور و حدود ۲۱ کیلومتری غرب برش عمارت، لایه‌های خاک قدیمه و رس قرمز و برش‌های انحلالی در

در دوآب ساری و در بالای سازند الیکا تبخیری‌هایی وجود دارد که لایه‌های داینوفلاژله دار منتسب به نورین پایانی در بالای این تبخیری‌ها وجود دارند (Vahdati Daneshmand, 1982 و دبیری، ۱۳۸۰) که این موضوع می‌تواند نمایانگر یک سن قبل از نورین پایانی برای این تبخیری‌ها باشد. فورسیج و همکاران (Fursich et al., 2009) این ژیبس‌ها را در ذیل و موازات سازند اکراسر با سن کارنین پایانی-نورین بحث کرده‌اند و به نظرشان شباهت به یک واحد جداگانه داشت. احتمالاً این ژیبس‌ها در ارتباط با دوره‌های حداقل کاهش سطح آب دریا در زمان تریاس باشد که آن را در نورین پایانی ذکر کرده‌اند

میان دولومیت‌های پایانی راس سازند الیکا وجود دارد که احتمالاً در ارتباط با خشکسالی‌های یاد شده است.

## احتمالی کارنین البرز

لایه‌های آهکی بالای سازند الیکا که در بعضی نواحی البرز گزارش شده و منسوب به کارنین هستند (جدول ۲). در این جدول با توجه به سنگ‌شناسی و محتوای فسیلی، رسوبات یاد شده عمیق‌تر از دولومیت‌های سازند الیکا فرض شده است. گاهی آمونیت‌های قاعده گروه شمشک به کارنین نسبت داده شده است. در جدول ۲، برخی برش‌های حاوی آهک‌های رأسی سازند الیکا آورده شده که البته در همه جا وجود ندارد و سن آنها هم به کارنین نسبت داده شده تا برحسب سن مورد تحلیل قرار گیرند.

از داده‌های جدول ۲ با وجود آمونیت‌ها، هالوبیا و همچنین نودول‌های چرت در برخی از برش‌های یاد شده بر می‌آید که عمیق‌ترین رسوبات دریایی تریاس در چند نقطه گزارش شده است. از آنجایی که مرز بین گروه شمشک و سازند الیکا در گلندرود و پالند و بخش شمالی برگه بلده دارای گذر تدریجی است (دبیری، ۱۳۸۰ و آقانباتی، ۱۳۸۸)، می‌توان به قطع بیان کرد که کل توالی تریاس در گلندرود وجود دارد و از جمله این رسوبات، نهشته‌های آشکوب کارنین است. از آنجایی که رسوبات الیکای کلاسیک توسط مولفین به محیط دریایی کم‌عمق نسبت داده شده است (آقانباتی، ۱۳۸۸)، عمیق‌ترین نهشته‌های تریاس باید مربوط به برش‌هایی باشد که مولفین نامبرده شده در جدول ۲، لایه‌های آهک متفاوت را بالای سازند الیکای کلاسیک (دولومیت بخش ۲) گزارش کردند. این لایه‌ها حاوی آمونیت‌هایی با سن کارنین-نورین می‌باشد و همچنین نهشته‌های عمیق می‌توانند در برش‌های باشند که چرت‌ها در راس الیکا گزارش شده‌اند (آقانباتی، ۱۳۸۸).

عمیق‌ترین فاصله زمانی تریاس با سطح آب بالای ۵۰ متر نسبت به سطح امروزی آب، مربوط به کارنین پسین است و در نورین پایانی حتی این رقم به حدود صفر متر می‌رسد (Haq, 2018). لایه‌های چرتی در آهک‌های بالای سازند الیکا در برش گلندرود هم گزارش شده است. از آنجایی که

سید امامی (Seyed-Emami et al., 2009) و قاسمی‌نژاد و همکاران (Ghasemi-Nejad et al., 2004) لایه‌های آمونیت‌دار را با مطالعه پالینومورف‌ها و آمونیت‌ها به نورین پیشین نسبت دادند، لذا تصور اینکه لایه‌های چرتی قبل از توالی نورین آغازی در راس سازند الیکا متعلق به کارنین پایانی باشد که مولف اخیر نیز با علامت سوال چنین سنی را به محدوده لایه‌های چرتی داده است، کاملاً بجاست. این امر با بالاترین سطح آب دریای تریاس در کارنین پایانی نیز تطابق دارد. مولفین این مطالعه با حرکت در امتداد برش عمارت به سوی غرب در گزناسرای نور در پای صخره "دوره کر بن"، نودول‌ها و دولومیت‌های چرتی را به صورت واریزه پیدا کردند.

## پدیده پرباران کارنین

رخداد پرباران کارنین، شدیدترین رخداد ترسالی تریاس است (Foulger, 2010; Ruffell et al., 2016). این پدیده در قاعده سازند کوراچینه نزدیک مرز حلبچه در داخل خاک ایران و دریک لایه شیلی بین کربنات‌ها قرار دارد (Mazzoli et al., 2018) و با سطح طغیان بیشینه شماره ۶۰ تریاس شارلند (Sharland et al., 2001) همخوانی دارد. بخش آهکی ورسک نیز دارای سن کارنین است (آقانباتی، ۱۳۸۸). همچنین در طاق‌دیس آیینه ورزان، شه‌میرزاد نیز بخش سومی علاوه بر دو بخش آهک ورمیکوله و دولومیت به آن اضافه می‌شود که هم‌ارز آهک ورسک است (آقانباتی، ۱۳۸۸) که نیاز به بررسی و پیمایش برای شناخت آثار دوره‌های پرباران کارنین دارد (جدول ۲).

## ۲- نشانه‌گر عناصر اصلی و کانی‌ها

به‌طور کلی، در تریاس هوا گرم و در داخل قاره‌ها خشک بوده و دارای کلاک قطبی نبوده است و به خاطر همگرایی قاره‌ها و تشکیل ابرقاره پانگه‌آ در تریاس، باد و باران موسمی حکمفرما بوده است (e.g., Robinson, 1973; Mutti and Weissert, 1995; Loope et al., 2004; Wang, 2009). نمونه‌هایی که در شکل ۳-الف دیده می‌شود، اغلب متعلق به آب‌وهوای خشک و نیمه‌خشک هستند. این نمونه‌ها متعلق به توالی با سن تریاس پسین گروه شمشک

جدول ۲. لایه‌های کارنین گزارش شده البرز

نام سازند	لیتولوژی	مکان	مرجع	سن منصوب
الیکا	آهک و رسک		(آقانیاتی، ۱۳۸۸)	لادینین پسین-کارنین
الیکا	لایه دولومیت آهکی دارای رگچه و نودول چرت	پل سفید	(آقانیاتی، ۱۳۸۸)	
	دولومیت‌های بالایی کوه بی‌بی شهریانو دارای چرت		(آقانیاتی، ۱۳۸۸)	
الیکای با سن نورین	سنگ‌آهک ستبر تا توده‌ای خاکستری روشن تا سفید	دماوند	(آقانیاتی، ۱۳۸۸)	
الیکا	سنگ‌آهک بالایی متوسط لایه	جاجرم	(آقانیاتی، ۱۳۸۸)	سن محتمل شاید کارنین پایانی
الیکا	آهک و دولومیت صخره ساز دارای چرت و میان‌لایه شیلی	شاهرود	(آقانیاتی، ۱۳۸۸)	تریاس پسین
الیکا	آهک و رسک یا واحد ۴	فیروزکوه	(آقانیاتی، ۱۳۸۸)	لادینین پسین-کارنین
الیکا	سنگ‌آهک خاکستری چرت دار متوسط لایه بخش بالایی الیکا	قائم‌شهر	(آقانیاتی، ۱۳۸۸)	معادل ورسک و اسپهک
الیکا	بخش بالایی الیکا	قائم‌شهر روستای چری دی کلا	(آقانیاتی، ۱۳۸۸)	تریاس پسین
نامشخص	آهک‌های زرد و قرمز دارای میان‌لایه شیلی قرمز سیلتی و آرژیلی قرمز دارای آمونیت کوچک، نوتیلوئید، دوکفه‌ای و براکیوپود	تپه غرب کلاردشت	(Cartier, 1971)	تریاس میانی-بالایی
سازند اکراسر	سیلت و آرژیلیت دارای آمونوئید و هالوبیا	جنوب رامسر	(Bragin et al., 1976)	کارنین و نورین
سازند اکراسر	سیلت و آرژیلیت دارای آمونوئید و هالوبیا	جنوب رامسر	(Repin, 1987)	ترجیحا نورین نه کارنین
بخش زیرین گروه شمشک	آهک تیره و کلی استون آمونیت دار	گلندرود	(Vollmer, 1987)	کارنین و نورین. در حدود همین توالی توسط (Ghasemi-Nejad et al., 2004) به نورین-رتین نسبت داده شده

برش عمارت هستند و نمونه‌های ژوراسیک وجود ندارد. از آنجایی که در توالی تریاس هنوز خرده‌سنگ‌های دگرگونی با درجه بالا ظاهر نشده‌اند، تصور می‌شود که مربوط به بخش‌های بالایی توالی‌های ائوکیمیرین باشند که در زمان تریاس تحت تاثیر آب‌وهوای آن بوده‌اند. در توالی ژوراسیک، نمونه‌های با خرده‌سنگ‌های دگرگونی بالا دیده می‌شوند که می‌تواند متأثر از آب‌وهوای ژوراسیک در طی فرسایش و حمل و نقل باشد که در اینجا ذکر نشده است. جدول ۳ داده‌های مورد استفاده در رسم نمودارها را نشان می‌دهد. نمونه‌های تریاس نیز منحصراً حامل آثار و نشانگرهای آب و هوایی تریاس نیستند، بلکه واجد آثار آب و هوایی قبل از تریاس نیز می‌باشند. اما قطعا آب و هوایی خشک تریاس با باد و باران موسمی در طول فرسایش آنها را تحت تاثیر قرار داده است.

شکل ۳-ب دارای دو محدوده مرطوب و خشک است. که نمونه‌ها همگی تقریباً در محدوده خشک افتادند. این امر کمابیش با انگاره دوران خشک تریاس هماهنگی دارد. به نتایج شکل ۳-ب باید با کمی احتیاط برخورد کرد زیرا این نمودار بیشتر با سنگ منشاهای بازیک همخوان است و سازند شمشک این مطالعه دارای منشا اسیدی است. دوره تریاس واجد دوره‌های ترسالی نیز بوده است که در آن گیاهان تشکیل زغال را داده‌اند و از طرفی بستگی به عرض جغرافیایی داشته است (Kustatscher et al., 2018). برای مثال سه محدوده مرطوب (در یک باریکه اطراف استوا) و خشک تا عرض ۳۰ درجه و مرطوب را به سمت شمال و جنوب پیشنهاد داده‌اند (Kent and Olsen, 2000).

با توجه به شکل ۳-ب و پ و مطالب بالا، تناقض آشکاری در این زمینه وجود دارد زیرا به نظر (Stampfli and Borel, 2002) محدوده البرز در زمان نورین انتهایی بالایی محدوده ۳۰ درجه شمالی قرار می‌گیرد. این محدوده بالا هم

شکل ۳-ب دارای دو محدوده مرطوب و خشک است

جدول ۳. داده‌های خام مورد استفاده در رسم نمودارها از توالی تریاس

	Qp	Qt	F	RF
Sample ID	Emamzadeh Hashem section			
MRN 1977	۸۲	۱۴۴	۳	۱۳۴
MRN 1981	۸۳	۱۴۸	۴	۱۳۷
MRN 1984	۸۱	۱۴۰	۱	۱۳۳
MRN 1987	۵۸	۱۲۵	۰	۱۴۶
MRN 1991a	۶۷	۲۱۴	۷	۵۸
MRN 1993	۶۶	۲۱۹	۵	۶۲
mm1998	۵۳	۱۰۲	۱۰	۱۳۹
MRN 2017	۵۳	۱۰۳	۸	۱۴۱
MRN 2030	۴۱	۶۳	۶	۱۹۱
MRN 2034	۳۹	۶۵	۷	۱۹۹
نتایج آنالیز اکسید اصلی				
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub>
Sample ID	%	%	%	%
Emamzadeh Hashem section				
MRN1334	۲۶٫۹	۰٫۹	۰٫۱	۴۱٫۷
MRN1345	۱۷٫۰	۲٫۵	۰٫۵	۶۹٫۹
MRN1349	۱۷٫۴	۳٫۰	۰٫۸	۶۲٫۷
MRN1355	۱۷٫۳	۳٫۴	۱٫۳	۶۱٫۸
MRN1361	۱۲٫۶	۲٫۲	۰٫۹	۵۸٫۸
MRN1363	۱۸٫۱	۳٫۳	۱٫۲	۶۰٫۳
MRN1368G	۱۲٫۲	۱٫۸	۱٫۶	۷۲٫۵
MRN1374	۷٫۸	۱٫۰	۱٫۵	۸۳٫۲
MRN1380	۱۳٫۴	۲٫۳	۱٫۰	۶۸٫۶
Emarat section				
1G1	۱۸٫۴	۲٫۸	۰٫۳	۶۳٫۱
1G4	۱۰٫۷	۱٫۲	۰٫۰	۸۰٫۳
1G6	۱۶٫۷	۲٫۵	۰٫۴	۶۶٫۲
1G7	۱۵٫۸	۲٫۴	۰٫۹	۶۴٫۵

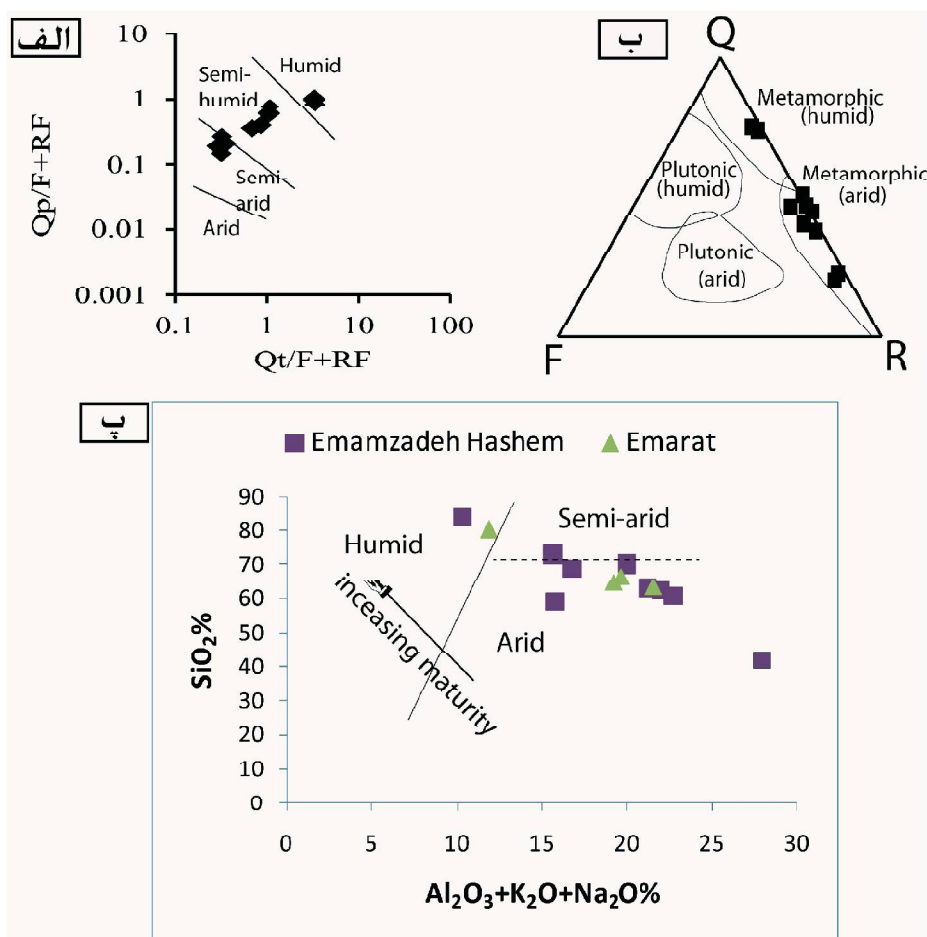
### ۳- نشانه‌گر گیاهان

چندین ایالت فسیلی در اورازیا یا ایالت شمالی برای تریاس پایانی معرفی شده است. این ایالت‌ها شامل ایالت لورازیا و گندوانا است و یک کمربندی در شمال گندوانا و در اطراف استوا شامل عربستان و شمال امریکای شمالی که اصلا به مقدار ناچیزی فسیل گیاهی دارد. دو ایالت شمالی و جنوبی عمدتاً به وسیله تئیس و کمربند خشک جدا شده بودند. (Vakhrameev et al., 1970; Dobruskina, 1994; Kustatscher et al., 2018)

به نظر مولفین بالا در قلمرو مکان‌های مرطوب است. شکل ۳-الف نشان دهنده هوای نیمه مرطوب است که مولفه‌های خشک نیز وجود دارند.

نمودار ۳-الف ممکن است بیانی بهتر از آب و هوای تریاس باشد که دارای نوسانات فراوان است. چنانچه مقدار اندیس شیمیایی دگرسانی (Nesbitt and Young, 1982) را برای داده‌های محدوده تریاس در دو برش امامزاده هاشم و عمارت محاسبه کنیم، در محدوده هوازدگی متوسط می‌افتد (میانگین ۸۱ برای عمارت و ۷۳ برای امامزاده هاشم). هوازدگی متوسط نیز با آب و هوای خشک همخوانی ندارد. میانگین کمتر اندیس شیمیایی دگرسانی در توالی تریاس پسین امامزاده هاشم، احتمالاً به خاطر ورود مواد ولکانیک هم‌زمان با رسوب گذاری در برش البرز جنوبی (برش امامزاده هاشم) است که فرصت هوازدگی قبل از رسوب گذاری را نداشته‌اند. در واقع چنین نمونه‌هایی بیانگر نزدیکی بیشتری با آب و هوای تریاس هستند و نمونه‌های دوباره حمل شده به نوعی دارای نشانه‌گر آب و هوایی پیش از تریاس نیز هستند. تفسیر آب و هوای تریاس تنها با استفاده از داده‌های ژئوشیمیایی و یا نقطه شماری دارای عوامل تهدیدکننده زیادی است. زیرا این رسوبات دوباره حمل شده، در یک یا چند مرحله قبلاً هوازدگی را در حوضه منشأ پشت سر گذاشته‌اند. هر دو شکل ۳-الف و پ در ابتدا (Suttner and Dutta, 1986) برای رسوبات چرخه اول به کار برده شده‌اند. این در حالی است که برای رسوبات چرخه دوم می‌بایستی به مچوریتی بالاتر می‌رفتند. به نظر می‌رسد همه این نمونه‌ها در صورتی که چرخه اول بودند یک مقدار به سمت کاهش مچوریتی یا آب و هوای خشک می‌رفتند و بنابراین با آب و هوای تریاس نزدیک‌تر بودند. بهترین گزینه برای بررسی آب و هوای تریاس از نظر سنگ‌شناسی همانا جستجو برای پیدا کردن ماسه‌سنگ‌های چرخه اول در نقطه‌ای در ایران است. از طرفی نمونه برداری لایه به لایه و پیدا کردن نمونه‌های دانه متوسط و دارای جورشدگی متوسط ماسه‌سنگی کمک زیادی به درک نوسانات آب و هوایی می‌کند که در این مطالعه با توجه به کمبود لایه‌های ماسه‌سنگی دانه متوسط و همچنین چرخه مجدد بودن به اندازه کافی میسر نشده است.





شکل ۳. الف) وضعیت آب و هوایی با استفاده از شمارش کانی‌ها (Suttner and Dutta, 1986)، ب) نمودار QFR جهت شناسایی مستقیم وضعیت آب و هوای رسوبات چرخه اول (Suttner et al., 1981)، پ) استفاده از اکسیدهای اصلی جهت ردیابی آب و هوا (Suttner and Dutta, 1986)

نورین امریکای شمالی (Ash, 1969)، رتین اروپا و گرینلند، نورین-رتین آسیا (به جز چین و شرق آسیا)، کارنین و رتین چین و شرق آسیا یافت شده است (Kustatscher et al., 2018). این جنس در نیمکره جنوبی و تریاس پسین استرالیا یافت نشده است. در کارنین (تریاس بالایی) البرز در شمال خط معتدله بوده است (Stampfli, 2000). البرز در تریاس پایانی مطابق نقشه‌های گولونکا و همکاران (Golonka et al., 2018) در حدود ۳۳ درجه شمالی قرار داشته است. کلا سطح آب دریا، در تریاس نسبت به پالئوزوئیک پایین بوده است (Kustatscher et al., 2018). در این زمان، تبخیری‌ها در نیمکره شمالی، به صورت لایه‌ای کمتر دیده شده است ولی لایه‌های قرمز ممکن است پیدا شوند. به چند ستون چینه‌شناسی تریاس پایانی گولونکا و همکاران مراجعه

در سطور بعدی به وابستگی تعدادی از فسیل‌های گیاهی گروه شمشک برش عمارت به ایالت‌های فسیلی و جغرافیایی دنیا می‌پردازیم. در این جستجو اصل بر جنس است و پیدایش گونه بررسی نشده است.

Class: Pteridopsida Ritgen, 1828 (Syn. Filicopsida, Pfefferkorn 1976)

Order: Polypodiales Tryon and Tryon, 1982 (Syn. Filicales)

Family Osmundaceae Berchtold and Presl, 1820

Genus: Todites Seward, 1900

Todites williamsonii Brongniart, 1828

Age: Raetian-Lowermost Middle Jurassic

این‌گونه (شکل ۴-الف) منحصرًا مربوط به ایالت‌های شمالی یا اورازیک (Eurasic) است و در نیمکره شمالی یافت می‌شود. در حال حاضر این‌گونه از مجموعه‌های گیاهی

این گونه (شکل ۴-ت) در ژوراسیک جنوب شرق سبیری  
 ۹ گونه دارد (Lebedev, 1965). جنس *Coniopteris* sp.  
 تنها با یک گونه در نیوزلند دیده شده که قبلاً هیچ گونه‌ای از  
 آن در تریاس نیوزلند نبوده است و در آن زمان نیوزلند جزو  
 گندوانا بوده است

Class: Cycadopsida  
 Order: Cycadales Coulter & Chamberlain, 1910  
 Family: Dicksoniaceae Bower, 1908  
 Genus: Anthrophyopsis Nathorst, 1878  
 Anthrophyopsis crassinervis Nathorst, 1878  
 Age: Rhaetian

شباهت‌های فلوریستیک و اتصال البرز با کرمان و  
 ایران مرکزی از طریق این فسیل (۴-ث) نیز محرز می‌شود.  
 مجموعه‌های فسیل‌های گیاهی دیگری نیز بیانگر این امر  
 هستند (واعظ جوادى و پرواسیده، ۱۳۹۳).

Order: Cycadales Coulter & Chamberlain, 1910  
 Family: Cycadeoidaceae  
 Genus: Nilssonia Brongniart, 1825  
 Nilssonia feriziensis Fakhr, 1977  
 Age: Middle Jurassic (uppermost Early-Middle  
 Jurassic)

این جنس (شکل ۵-الف) در کارنین و نورین امریکای  
 شمالی، کارنین اروپا، رتین اروپا و گرینلند، نورین و رتین  
 آسیا (به جز چین و شرق آسیا) و کارنین، نورین، ریسین چین  
 و شرق آسیا وجود دارد. نیلسونیا در زیرایالت جنوب شرق  
 آسیا از مجموعه گیاهی (*Dictyophyllum-Clathropteris*)  
 مربوط به شرایط آب و هوایی حاره و نیم‌حاره جای دارد  
 (Kustatscher et al., 2018). این جنس در تریاس،  
 ژوراسیک، کرتاسه شرق آسیا، استرالیا، امریکای شمالی و  
 جنوبی و اروپا پیدا شده است (Pott, 2007). در ایران  
 نیز بارها گزارش شده است (Vaez-Javadi, 2014; Vaez-  
 Javadi and Abbasi, 2018). سن این فسیل به بالاترین  
 بخش‌های ژوراسیک آغازی تا ژوراسیک میانی نسبت داده  
 شده است (Vaez-Javadi and Allahmeh, 2015).

Class: Ginkgoopsida Engler, 1892  
 Order: Czekanowskiales Pant 1957  
 Family: Czekanowskiaceae Samylin, 1970  
 Genus: Czekanowskia (Heer, 1876) Harris and  
 Miller 1974  
 Czekanowskia sp.  
 Age: Early-Middle Jurassic

شود (Golonka et al., 2018).  
 با توجه به اینکه از زمان پیدایش این فسیل (*Todites* sp.)  
 در پرمین، قبلاً پانگه یا قاره یکپارچه از کازیموین  
 (Kasimovian) کربونیفر وجود داشته است و تا پایان تریاس  
 که موضوع بحث است، نیز پانگه وجود داشته و ارتباطات  
 زمینی بین قاره‌ها و از جمله نیمکره جنوبی (استرالیا) از آن  
 زمان تا تریاس پایانی برقرار بوده (Golonka et al., 2018)،  
 بایستی عدم پیدایش این جنس را در استرالیا به مسائل دیگر  
 اکولوژیکی نسبت داد.

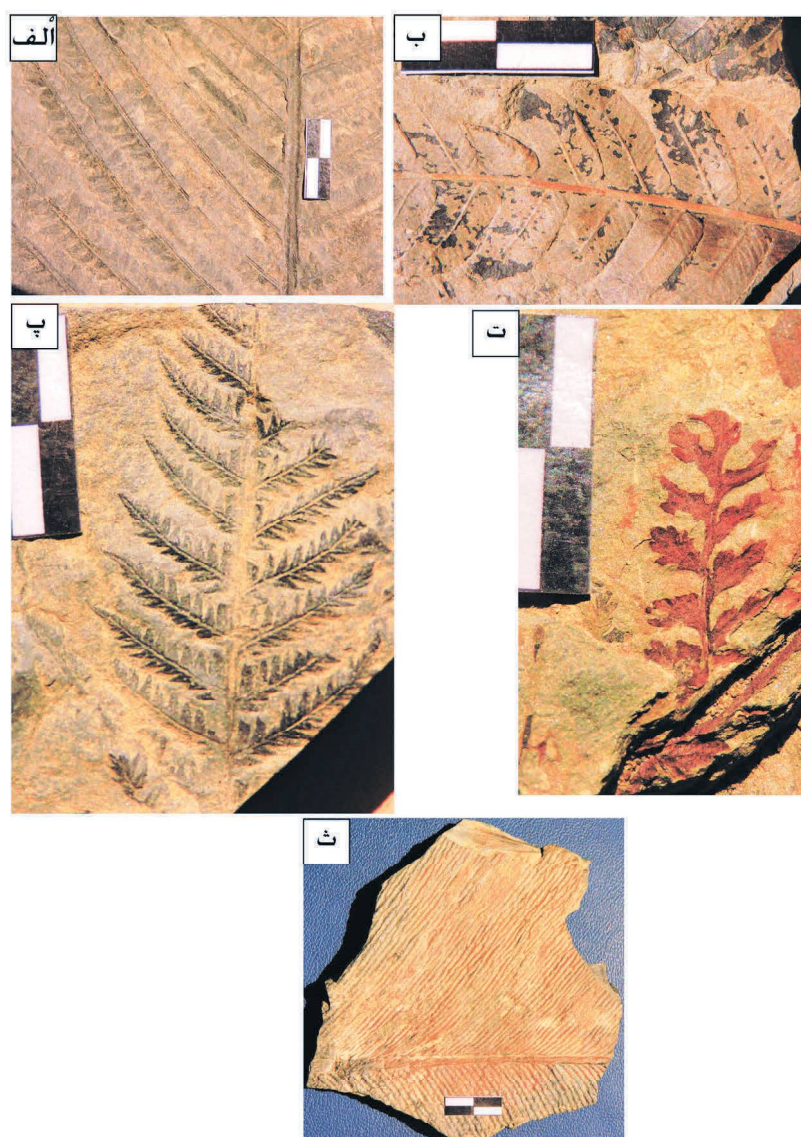
Genus: Cladophlebis Brongniart, 1849  
 Cladophlebis nebbensis (Brongniart, 1828)  
 Nathorst, 1876  
 Age: Norian-Rhaetian

این گونه (شکل ۴-ب) هم در مجموعه‌های گیاهی  
 نورین امریکای شمالی، کارنین و نورین اروپا، رتین اروپا و  
 گرینلند، کارنین شرقی‌ترین نقاط اروپا و آسیا (به جز چین و  
 شرق آسیا)، نورین و رتین آسیا (به جز چین و شرق آسیا)  
 و کارنین، نورین و رتین چین و شرق آسیا یافت می‌شوند  
 (Kustatscher et al., 2018). جنس *Cladophlebis* sp.  
 در ژوراسیک استرالیا هم گزارش شده است (McLoughlin  
 et al., 2015). گونه هولوتایپ آن در موزه تاریخ طبیعی  
 لندن نگهداری می‌شود.

Family: Schizaeaceae Berchtold and Presl, 1820  
 Genus: Klukia Raciborski, 1890  
 Klukia exilis (Phillips 1829) Raciborski, 1890  
 emend. Harris, 1961  
 Age: Middle Jurassic

راسته Filicales در نیمکره جنوبی در کویزلند هم وجود  
 دارد (Walkom, 1917, Klukia exilis). یک نوع سرخس  
 (شکل ۴-پ) با اندام‌های زایشی زیبا و خوب حفظ شده در  
 البرز شمالی (در آهن سر و عمارت) است (Popa et al.,  
 2012). سن دوگر به این گونه نسبت داده است.

Class: Leptosporangiopsida  
 Order: Gleicheniales Jud, 2011  
 Family: Dicksoniaceae Bower, 1908  
 Genus: Coniopteris Brongniart. in d'Orbigny, 1849  
 Coniopteris hymenophylloides (Brongniart, 1829)  
 Seward 1900  
 Age: Aalenian-Bajocian



شکل ۴. الف) *Todites williamsonii*، ب) *Cladophlebis nebbensis*، پ) *Klukia exilis*، ت) *Coniopteris hymenophylloides*، ث) *Anthrophyopsis crassinervis*

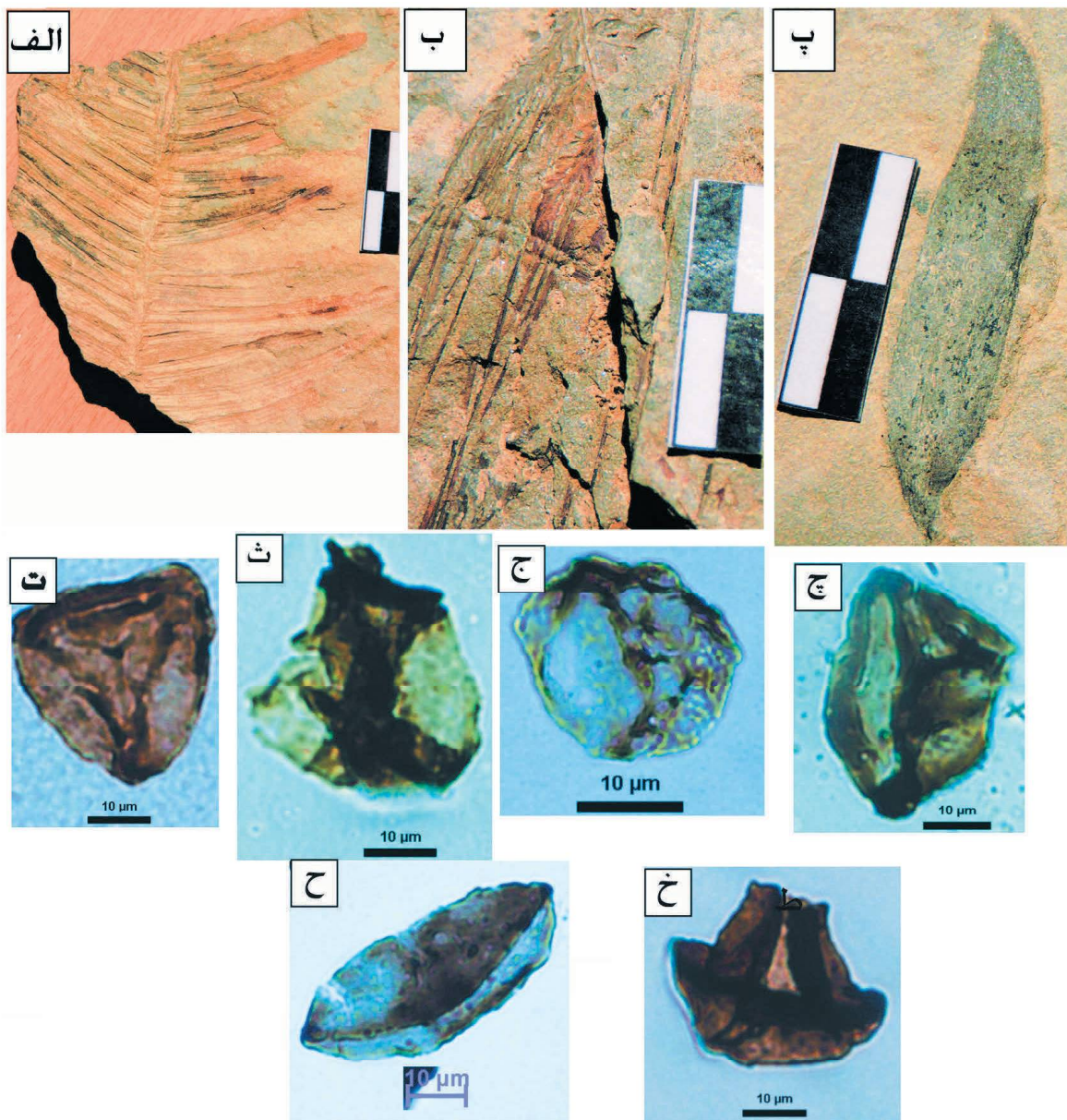
بودوزامیت (شکل ۵ پ) نیز در مجموع‌های گیاهی اورازیا و مناطق شمالی و ایران یافت شده است (Kustatscher et al., 2018, Vaez-Javadi and Mirzaie-Ataabadi, 2019).

نمونه اسپور *Concavisporites sp.* (شکل ۵ ت، چ):

مربوط به سرخس‌ها هستند. از زیرمجموعه Pterophyta *Incertae Sedis* و مربوط به آب‌وهوای گرم می‌باشند (El-Noamni, 2018). جد این فسیل با تردیدهایی همراه است، همان‌گونه که دیده می‌شود. این اسپورها از شاخه پتروفیتا و همه از سرخس‌ها می‌باشند. سن

جنس یاد شده (شکل ۵-ب) در مجموعه‌های گیاهی ایالت‌های یاد شده گونه قبلی یافت می‌شود. این جنس در عرض‌های جغرافیایی بالاتر فراوان‌تر است. اما نکته اینجاست که عرض‌های بالای تریاس نیز گرم بوده است و زمین فاقد کلاهک یخی قطبی بوده است (Kustatscher et al., 2018).

Class: Pinopsida Burnett 1833 (Syn. Coniferopsida)  
Order: Pinales Dumortier, 1829 (Syn. Coniferales)  
Family: Podocarpaceae Endlicher 1847  
Genus: Podozamites Braun 1843  
*Podozamites lanceolatus* (Lindley & Hutton, 1836) Braun, 1843  
Age: Rhaetian-Middle Jurassic



شکل ۵. الف) *Nilssonia ferziensis*, ب) *Czekanowskia* sp., پ) *Podozamites lanceolatus*, ت) *Concavisporites* sp., ث) *Dictyophyllidites* sp., ج) *Calamospora* sp., چ) *Concavisporites* sp., ح) *Cycadopites* sp., خ) *Dictyophyllidites* sp.

آسیا)، نورین-رتین آسیا (به جز چین و شرق آسیا) و تریاس پایانی چین و شرق آسیا یافت می‌شود (Kustatscher et al., 2018). تیپ اکولوژیکی آن هیگروفیتیک است (EL-Noamni, 2018). هم از امامزاده هاشم و هم از عمارت گزارش شده است. تاکسون *Dictyophyllidites* به گیاهان از طریق *Dicksoniaceae*, *Cyatheaceae*, *Dipteridaceae*, *Matoniaceae* ارتباط پیدا می‌کند (Abbnik et al., 2004; Schrank, 2011).

Concavisporites kiseri از نورین تا لیاس است (Arjang, 1975). تیپ اکولوژیکی آن Hygrophytic است. یعنی نیاز به رطوبت فراوان دارد. هم از امامزاده هاشم (شکل ۵-ت) و هم از عمارت (۵-چ) گزارش شده است.

نمونه اسپور *Dictyophyllidites* sp. (۵-ث، خ):

فراوانی آن در ارتباط با پدیده پرباران کارنین (کارنین میانی) است. در نورین امریکای شمالی و کارنین اروپا، کارنین شرق اروپای شرقی و آسیا (به جز چین و شرق

آب و هوای فواصل نزدیک و دور از رویشگاه را هم نشان می‌دهند. شاید در این مطالعه، پیدایش یک فسیل گیاهی در سراسر نیمکره شمالی گیج‌کننده به نظر بیاید. اما در حقیقت این تناقض ظاهری با آب و هوای گرم و بدون گرادیان حرارتی تریاس همخوان است. هنوز جای آن دارد که پالینومورف‌ها از طریق والد خود برای مصارف آب و هوایی استفاده شوند. اما اکنون بیشتر برای تعیین سن مورد توجه واقع بوده‌اند و نوشته کمی در این زمینه وجود دارد. گیاهان دوره تریاس پسین و همچنین پالینومورف‌ها نشان‌دهنده آب و هوای مرطوب هستند. اما علائم سنگ‌شناسی بیانگر هم‌دوره‌های خشکسالی و هم‌دوره‌های ترسالی هستند. این نکته می‌رساند که محتوی لیتولوژیکی برخلاف پالینومورف‌ها و گیاهان نشان‌دهنده تمام لحظات تریاس بالایی گروه شمشک هستند. چنانچه هدف درک کل توالی تریاس پسین باشد، باید به نشانگرهای ژئوشیمی اهمیت داد. همچنین روش آنالیز پتروگرافی نیز، تنها استفاده از ماسه متوسط دانه بوده است. دانه‌ریزها که اغلب از طریق ژئوشیمی مطالعه می‌شوند، بیشتر بیانگر میانگین شرایط آب و هوایی در دور دست زمانی-مکانی هستند و الزاماً بیانگر آب و هوای تریاس نیستند.

همان طوری که دیده شده، جنس‌های بررسی شده فسیل گیاهی، در سراسر اورازیا یافت می‌شوند و بیانگر این امر هستند که تمام این نقاط می‌توانستند ارتباطات زمینی داشته باشند. عدم وجود این گیاهان در ایالت‌های جنوبی مانند استرالیا، بیانگر فاصله فراوان سرزمین‌ها از یکدیگر است. از طرفی برخی نقاط مانند عربستان در تریاس پایانی از نظر فلور فقیر هستند که نمی‌توان تنها از این شاهد به جدایش عربستان از کیمیریا یا اوراسیا استناد کرد، ولی شواهد دیگر زمین‌شناسی موید جدایش است. این گیاهان متعلق به آب و هوای نیمه گرمسیری بودند.

### نتیجه‌گیری

وجود لایه‌های ژئوپس دار در چندین ده متر بالاتر از قاعده گروه شمشک همخوانی زیادی با دوره‌های خشکسالی منتشر شده تریاس در جهان در رتین میانی دارد و به وضوح

### نمونه اسپور *Calamospora* sp. (شکل ۵-ج):

بیشترین تنوع را به خاطر رخداد پرباران کارنین دارد. در کارنین اروپا وجود دارد (Kustatscher et al., 2018). هم از امامزاده هاشم و هم از عمارت گزارش شده است. این اسپور متعلق به جنس *Equisetites* sp. است (Gotz et al., 2011).

### نمونه اسپور *Cycadopites* sp. (شکل ۵-ح)

این میوسپور مزوفیتیک است یعنی نه به خشک و نه به مرطوب عادت دارد (Abbnik et al., 2004; Ruckwied, 2008; El-Noamni, 2018). نمونه فقط از برش امامزاده هاشم به دست آمده است. نمونه به احتمال زیاد به پولن‌های *Ginkgoales* مرتبط است و در مناطق با شرایط رطوبتی خیلی خوب سازگار است و در پایین دست و جلگه دیده می‌شود (Gotz et al., 2011).

بررسی انواع میکروفسیل‌های گیاهی در برش خوش بیلاق مشخص کرده است که آب و هوای زمان تشکیل گروه شمشک گرم و مرطوب بوده است (سجادی و حکیمی تهرانی، ۱۳۸۸). اما به نظر می‌رسد تنها زمان رویش گیاهان گروه شمشک آب و هوا، گرم و مرطوب بوده است. وجود ژئوپس‌های گروه شمشک موید وجود زمان‌های گرم و خشک نیز بوده است.

### بحث

استفاده از نمودارهای پتروگرافی برای فهم تغییرات آب و هوایی می‌تواند به خوبی کاربردی باشد، مشروط به آنکه رسوبات چرخه اول باشند و همچنین نمونه برداری نزدیک به هم و لایه به لایه باشد. چنانچه نمودار از داده‌های چرخه دوم استفاده کرده باشد، داده‌ها به سمت آب و هوای مرطوب کوچ می‌کنند. برای مثال در همین پژوهش مشخص شده است که برش امامزاده هاشم به آب و هوای تریاس نزدیکتر بوده است، زیرا دارای تغذیه رسوبی هم‌زمان با رسوب گذاری از نوع آتشفشانی بوده است. هر نمونه تنها آب و هوا منشأ یک لایه بخصوص را نشان می‌دهد.

فسیل‌های گیاهی به خوبی تعیین‌کننده آب و هوای رویشگاه خود هستند، اما ماسه‌سنگ‌ها و یا شیل‌ها،

رتین میانی و نورین پایانی) تا نیمه مرطوب-مرطوب بوده است. از آنجایی که رسوبات گروه شمشک بیشتر از منشا چرخه مجدد بوده است، بخشی از این نوسانات نمودارها به خاطر سرنوشت رسوبات مادر است اما برش امامزاده هاشم نماینده بهتری از آب‌وهوای تریاس پایانی است. در پایان می‌توان ادعان کرد در جایی که سایر شواهد مانند گیاهان و جانوران فسیل نباشند، شواهد لیتواستراتیگرافی یا سنگ‌شناسی ماسه‌سنگ‌ها می‌توانند حامل پیام‌های مهم آب و هوایی باشند.

### سپاسگزاری

انجام این مطالعه مدیون کمک‌ها و مشاوره ارزشمند علمی آقایان دکتر محمدحسین آدابی، جواد سعادت نژاد و حسین صباغیان است. همچنین از آقای امیرغلامی در آماده‌سازی نمونه‌های پالینومورف سپاسگزاری می‌شود. از سازمان امور دانشجویان جهت حمایت از این پایان‌نامه سپاسگزاری می‌شود. از داوران گرامی و بخش فنی مجله نیز که با صبر تمام مقاله را مطالعه کرده و نظرات ارزشمندی را ارائه کرده‌اند، سپاسگزاری می‌شود.

### منابع

- آقانباتی، ع.، ۱۳۸۸. فرهنگ چینه‌شناسی تریاس، جلد سوم، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۷۲۷.
- دبیری، ا.، ۱۳۸۰. پالینواستراتیگرافی نهشته‌های تریاس پسین (قاعده گروه شمشک) در البرز شمالی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۶۱.
- سجادی، ف. و حکیمی تهرانی، ز.، ۱۳۸۸. پالئوآکولوژی سازند شمشک بر اساس پالینومورف‌ها در برش چینه‌شناسی خوش بیلاق، شمال شرق شاهرود، دوره ۲، ۶۵-۸۶.
- سعادت نژاد، ج.، ۱۳۸۱. مطالعه پالئوبوتانی رسوبات معادل گروه شمشک در مناطق رامسر-جواهرده و اشکورات علیا، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، ۵۵۵.
- سعادت نژاد، ج.، ۱۳۸۶. معرفی دو گونه از ماکرو فسیل‌های گیاهی گروه بازدانگان (راسته بنتیتالها) برای

در گروه شمشک قابل بررسی است. این لایه‌ها می‌توانند معادل توالی کنگلومرایی در برش عمارت باشند. همچنین خشکسالی نورین پایانی در دوآب شهرستان ساری قابل ردیابی است. در آنجا نیز تعیین سن با پالینومورف‌ها تا اندازه زیادی به کمک ردیابی این لایه‌ها آمده است. توالی که شباهت‌هایی با (Mazzoli et al., 2018) پدیده پرباران کارنین غرب ایران در مرز ایران-عراق داشته باشد، در برش‌های عمارت و امامزاده هاشم مشاهده نشده است

بررسی گیاهان و پراکندگی جنس‌ها و گونه‌های نمونه‌های مورد مطالعه گیاهی نشان می‌دهد که همه این گیاهان دارای پراکندگی در شمال یا نیمکره شمالی هستند. گیاهان مورد مطالعه در جنوبگان و نیمکره جنوبی پیدا نشده‌اند. برخی جنس‌ها متعلق به زمان پیوستگی قاره در پالئوزوئیک هستند که در استرالیا هم پیدا شده‌اند اما گونه‌ها منحصر به شمال هستند. این مطالعه به خوبی نشان می‌دهد که از کرمان تا البرز و سپس تا سیبری هوا در محدوده گرم است اما در البرز نیمه‌گرمسیری و مرطوب بوده است (واعظ جوادی و پرواسیده، ۱۳۹۳ و Kustatscher et al., 2018) و نشانه آن هم وجود جنس‌ها و یا گونه‌های نسبتاً یکسان علیرغم آن همه اختلاف عرض جغرافیایی از البرز در ۳۳ درجه شمالی تا نزدیک قطب است. همین موضوع هم بیانگر این است که قطب شمال فاقد کلاهک برفی بوده است. این حقایق در واقع نشان دهنده این است که در زمان تریاس پسین اختلاف دما بین قطب شمال و مناطق معتدله کم بوده است. گیاهان به همراه پالینومورف‌ها نشان دهنده آب‌وهوای گرم و رطوبت‌دوست بوده است (Ash and Basinger, 1991; Kent and Olsen, 2000; Kidder and Worsley, 2004; El-Noamni, 2018; Kustatscher et al., 2018). به‌ویژه این موضوع در مورد پالینومورف‌های بررسی شده و تطابق آن با یادداشت‌های منتشر شده درباره انتساب آن به برخی از سرخس‌ها بیشتر مشخص است. علاوه بر این سرخس‌های مورد بررسی این مطالعه نیز بیانگر همین آب‌وهوای مرطوب هستند (Barbacka et al., 2019).

این مطالعه نشان می‌دهد ناحیه نهشته شدن منطقه منشا گروه شمشک دارای آب‌وهوای خشک (ژئوپس‌های

- Arjang, B., 1975. The Rhaetian-Jurassic flora of Iran and Afghanistan. 1. The microflora of the Rhaetian-Jurassic deposits of the Kerman Basin (Central Iran).
- Ash, S.R., 1969. Ferns from the Chinle Formation (Upper Triassic) in the Fort Wingate area, New Mexico. U.S. Geological Survey Professional Paper 613D, 1-40.
- Ash, S.R. and Basinger, J.F., 1991. A high latitude Upper Triassic flora from the Heiberg Formation, Sverdrup Basin, Arctic Archipelago. Contribution to Candian Paleontology, Geological Survey of Canada Bulletin, 412, 101-131.
- Assereto, R., 1966. The Jurassic shemshak Formation in central Elburz (Iran). Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 72, 1133-1182.
- Assereto, R., Barnard P.D.W. and Fantini Sestini, N., 1968. Jurassic stratigraphy of the Central Elburz (Iran). Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 74, 1, 3-21.
- Alavi, M. and Barale, G., 1970. Étude préliminaire de la flore de la Formation de Shemshak dans la région de Djam (Iran). Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon 39, 8, 241-252.
- Barbacka, M., Kustatscher, E. and Boddor, E.R., 2019. Ferns of the Lower Jurassic from the Mecsek Mountains (Hungary): taxonomy and palaeoecology, PalZ (Paläontologische Zeitschrift), 93, 151-158.
- Badihagh, M.T. and Uhl, D., 2019. The first occurrence of *Phlebopteris dunkeri* and *P. woodwardii* (Matoniaceae) from the middle Jurassic of Iran, Journal of Palaeogeography, 8(1), 1-10.
- Berchtold, F.W., Von, H. and Presl, J.S., 1820. O přirozenosti Rostlin. Krause, Prague.
- Berra, F., Jadoul, F. and Anelli, A., 2010. Environmental control on the end of the Dolomia Principale/Hauptdolomit depositional system in the central Alps: coupling sea level and climate
- نخستین بار از ایران، علوم زمین، سال شانزدهم، ۶۴، ۱۵۸-۱۶۵.
- سعادت نژاد، ج.، قادری، ع. و نعیمی قصابیان، ن.، ۱۳۸۸. مطالعه و معرفی ماکرو فسیل های گیاهی توآرسین-باژوسین منطقه گراخک-شاندیز، شمال خاور ایران، رخساره های رسوبی، دوره دوم، ۲، ۱۷۳-۲۰۳.
- علی خاصی، ع.م.، حسینی برزی، م. و شادان، م.، ۱۳۹۰. محیط رسوبی و برخاستگاه ماسه سنگ های سازند آب حاجی در برش های چشمه بخشی و سرتخت شتران، بلوک کلمرد، ایران مرکزی، علوم زمین، دوره ۲۱، ۲۳۱-۲۴۲، ۸۲.
- علیزاده صوری، ف.، ۱۳۹۱. تعیین فرگشت ساختاری گروه شمشک از تریاس پایانی تا ژوراسیک میانی دره بلده (سلسله جبال البرز، شمال ایران) بر پایه مطالعات تنش دیرینه، دانشگاه صنعتی شاهرود. پایان نامه کارشناسی ارشد، ۳۱۵.
- مهدی زاده، ا.، واعظ جوادی، ف.، عاشوری، ع. و قادری، ع.، ۱۳۹۷. زیست چینه نگاری سازند هجدک در منطقه کالشور، جنوب غرب طبس بر مبنای ماکرو فسیل های گیاهی و تحلیل آب و هوای دیرینه، علوم زمین خوارزمی، جلد ۴، ۲، ۲۴۰-۲۱۳.
- نبوی، م. ح.، ۱۳۵۵. دیپاچهای بر زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی کشور، مصور، نقشه، ۱۰۹.
- واعظ جوادی، ف. و پرواسیده، ا.، ۱۳۹۳. ماکرو فسیل های گیاهی معدن زغال سنگ تخت مینودشت، تعیین سن و بررسی فراوانی نسبی و اندکس سورنسون فلور آن و مقایسه با سایر فلوریزون های ایران و اوراسیا، پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی، سال ۳۰، ۴، ۵۹-۸۶.
- Abbink, O.A., Van Konijnenburg-Van Cittert J.H.A. and Visscher H., 2004. A spore-morph ecogroup model for the Northwest European Jurassic-Lower Cretaceous: concepts and framework. Netherlands Journal of Geosciences/Geologie en Mijnbouw, 83, 17-38.
- Allen, M.B., Ghassemi, M.R., Shahrabi, M. and Qorashi, M., 2003. Accommodation of Late Cenozoic oblique shortening in the Alborz range, northern Iran. Journal of Structural Geology 25, 5, 659-672.

- changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 290, 138-150.
- Bower, F.O., 1908. The origin of a land flora. Macmillan, London, xi+727.
  - Braun, C.F.W., 1843. Beiträge zur Urgeschichte der Pflanzen. Beiträge zur Petrefactenkunde, 6(7), 1-46.
  - Bragin, N., Jahanbakhsh, F., Golubev, S.A. and Badovnikov, G., 1976. Stratigraphy of the Triassic-Jurassic coal-bearing deposits of Alborz. Unpublished technical report, National Iranian Steel Corporation, 1-51.
  - Brongniart, A., 1828-1838. Histoire des végétaux fossiles, ou recherches botaniques et géologiques sur les végétaux renfermés dans les diverses couches du globe. 1-(1828-1837): XII + 488; 2-(1837-1838), 72.
  - Brongniart, A., 1849. Tableau des genres de végétaux fossiles considérés sous le point de vue de leur classification botanique et de leur distribution géologique. Paris, 127.
  - Cartier, E. T., 1971. Die Geologie des unteren Chalus-Tals, Zentral Alborz/Iran. Mitteilungen aus dem Geologischen Institut der ETH und Universität Zürich, Neue Folge, 164.
  - Cirilli, S., Buratti, N., Senowbari-Daryan, B. and Fürsich, F., 2005. Stratigraphy and palynology of the Upper Triassic Nayband Formation of East-Central Iran. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 111, 259-270.
  - Coulter, J.M. and Chamberlain, C.J., 1910. Morphology of the gymnosperms. University of Chicago Press, Chicago.
  - Dobruskina, I.A., 1994. Triassic Floras of Eurasia. *Österr Akad Wissensch, Schriftenreihe Erdwiss Kommiss*, 10, 1-422.
  - Dumortier, B.C.J., 1829. Analyse des familles des plantes, avec l'indication des principaux genres qui s'y rattachent Tournay: J. Casterman aîné. P. 11. Available at the Biodiversity Heritage Library.
  - El Noamani, Z.M., 2018. Reconstruction of Paleovegetation and Paleoeecology from the Early Cretaceous Sporomorphs of Bougaz-1 well, northeast Sinai, Egypt, *Egyptian Journal of Botany*, 58, 3, 397-409.
  - Engler, A., 1892. Syllabus der Vorlesungen über specielle und medicinisch-pharmaceutische Botanik, -XXIII + 184. Berlin (Borntraeger).
  - Fakhar, M.S., 1977. Contribution à l'étude de la flore rhétoliasique de la formation de Shemshak de l'Elbourz, Iran. Comité des travaux historiques et scientifiques, Mémoires de la Section des Sciences, 5, 9-284.
  - Fantini Sestini, N., 1966. The geology of the upper Džadjerud and Lar valleys (North Iran); II, Palaeontology: Upper Liassic molluscs from Shemshak Formation. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 72, 795-842.
  - Foulger, G.R., 2010. Plates vs. Plumes: A geological controversy. Wiley-Blackwell, paperback: 364 pages, ISBN 978-1-4051-6148-0.
  - 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. *Geological Society of London, Special Publications*, 312(1), 129-160.
  - Ghasemi-Nejad, E., Agha-Nabati, A. and Dabiri, O., 2004. Late Triassic dinoflagellate cysts from the base of the Shemshak Group in north of Alborz Mountains, Iran. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 132, 207-217.
  - Goepfert, H. R., 1862. On the occurrence of Liassic plants in the Albours (Elbourz) Range, Persia. *Quarterly Journal of the Geological Society*, London, 18, 17.
  - Golonka, J., Embry, A. and Krobicki, M., 2018. Late Triassic Global Plate Tectonics,



- in: L.H. Tanner (ed.), *The Late Triassic World*, Topics in Geobiology 46, Springer International Publishing AG.
- 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 macroand microfloral assemblages, *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 91, 75-88.
  - Hallam, A., 1985. A review of Mesozoic climates. *Journal of Geological Society*, 142, 433-445.
  - Haas, J., Budai, T. and Raucsik, B., 2012. Climatic controls on sedimentary environments in the Triassic of the Transdanubian Range (Western Hungary). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 353-355, 31-44.
  - Harris, T.M., 1961. *The Yorkshire Jurassic Flora, I. Thallophyta-Pteridophyta*. British Museum (Natural History), London, 212.
  - Harris, T.M., Millington W. and Miller J., 1974. *The Yorkshire Jurassic Flora IV-1. Ginkgoales, 2. Czekanowskiales*. British Museum (Natural History), London, 150.
  - Hashemi Azizi, S.H., Rezaee, P., Jafarzadeh, M., Meinhold, G., Moussavi Harami, S.R. and Masoodi, M., 2018. Early Mesozoic sedimentary-tectonic evolution of the Central-East Iranian Microcontinent: Evidence from a provenance study of the Nakhlak Group. *Chemie der Erde*, 78(3), 340-355.
  - Haq, B., 2018. Triassic Eustatic Variations Reexamined, *Geological Society of America Today*, 28, December, 4-9.
  - Heer, O., 1876. *Beiträge zur Jura-Flora Ostsibiriens und des Amurlandes* Memoir of Academy of Imperial Science of St. Petersburg, 7, 22, 1-22.
  - Huber, H., Eftekhari-Nezhad, J., 1978. *Geological Map of Iran*, six sheets, 1:1 000 000, Tehran: NIOC/GSI.
  - Ingersoll, R.V., Bullard, T.F., Ford, R.L., Grimm, J.P., Pickle J.D. and Sares, S.W., 1984. The effect of grain size on detrital modes: a test of the Gazzi-Dickinson point-counting method. *Journal of Sedimentary Research*, 54(1), 103-116.
  - Kent, D.V. and Olsen, P.E., 2000. Magnetic polarity stratigraphy and paleolatitude of the Triassic Jurassic Blomidon Formation in the Fundy basin (Canada): implications for early Mesozoic tropical climate gradients. *Earth Planetary Science Letters*, 179, 311-324.
  - Kidder, D.L. and Worsley, T.R., 2004. Causes and consequences of extreme Permo-Triassic warming to globally equable climate and relation to Permo-Triassic extinction and recovery. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 203, 207-237.
  - Kimyai, A., 1975. Jurassic Palynological Assemblages from the Shahrud Region, Iran. *Proceedings of the Annual Meeting. American Association of Stratigraphic Palynologists*, 6, 117.
  - Kustatscher, E., Ash, S.R., Karasev, E., Pott, C., Vajda, V., Yu, J. and McLoughlin, S., 2018. *Flora of the Late Triassic*. In: Tanner L. (eds) *The Late Triassic World*. Topics in Geobiology, vol 46. Springer International Publishing AG.
  - Lorenz, C., 1964. *Die Geologie der Oberen Karadj Thales (Zentral Elburz), Iran*. *Mitt Geologisches Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Univ*, 22, 1-133.
  - Lindley, J. and Hutton, W., 1836. *The Fossil Flora of Great Britain*, III, P. 121, PL 194.
  - Lebedev, E.L., 1965. Late Jurassic flora of the Zeya River and the Jurassic/Cretaceous boundary (in Russian), *Trans GIN*, 125.
  - Loope, D.B., Steiner M.B., Rowe C.M

- and Lancaster, N., 2004. Tropical westerlies over Pangaeen sand seas. *Sedimentology*, 51, 315-322.
- Mazza, M., Furin S., Spötl, C. and Rigo, M., 2010. Generic turnovers of Carnian/No-rarian conodonts: climatic control or competition? *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 290, 120-137.
  - Mazzoli, S., Tavai, S., Parente, M., Brivio, L., Dall'igna, M., Biase, D.D. and Minola, M., 2018. An integrated study of petroleum systems in the Zagros Mountains of the Lurestan Province, NW Iran, NIOC-Universita degli Studi di Napoli Federico II joint study, GR 2444, unpublished.
  - McLoughlin, S., Martin, S.K. and Bettie, R., 2015. The record of Australian Jurassic plant-arthropod interactions. *Gondwana Research*, 27, 940-959.
  - Mirzaei-Ataabadi, M., Djafarian, M. and Mohammadalizadeh, J., 2005. Occurrence of Aninopteris (Matoniaceae) from the middle Jurassic of east Central Iran. *Paleobotanist*, 54, 99-106.
  - Moosavirad, S.M., Janardhana, M.R., Sethumadhav, M.S., Moghadam, M.R. and Shankara, M., 2011. Geochemistry of lower Jurassic shales of the Shemshak Formation, Kerman Province, Central Iran: Provenance, source weathering and tectonic setting, *Chemie der Erde*, 71, 279-288.
  - Mutti, M. and Weissert, H., 1995. Triassic Monsoonal Climate and its signature in Ladinian-Carnian carbonate platforms (Southern Alps, Italy). *Journal of Sedimentary Research*, 65, 357-367.
  - Nathorst, A.G., 1878. Beiträge zur fossilen Flora Schwedens. Über winige fossile Pflanzen von Palsjö in Schonen East Schweiz Verlag, 1-34.
  - Nathorst, A.G., 1876. Bidrag till Sveriges fossila flora. Vaxter fran ratiska Formationen vid palsjo I skane, K.Svenska Vet. Akad. Handl, Bd, 14, No.3 (German edition: Stuttgart 1878)
  - Nesbitt, H.W. and Young, G. M., 1982. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major elemental chemistry of lutites. *Nature*, 199, 715-717.
  - Pant, D.D., 1957. The classification of gymnospermous plants, *Paleobotany*, 6, 65-70.
  - Phillips, J., 1829. Illustrations of the geology of Yorkshire, or a description of the strata and organic remains of the Yorkshire Coast: Thomas Wilson and Sons, New York, xvi + 192 .
  - Popa, M.E., Javidan, M. and Falahatgar, M., 2012. Klukia Exilis (Philips 1829) Raciborski 1890 Emend. Harris 1961 From Ahan Sar, Shemshak Group, Iran, *Acta Palaeontologica Romaniae*, 8(1-2), 33-41.
  - Pott, C., 2007. Cuticular analysis of gymnosperm foliage from the Carnian (Upper Triassic) of Lunz, Lower Austria. PhD thesis, University Münster, 274 .
  - Raciborski, M., 1890. Über die Osmundaeeen und Schizeaceen der Juraformation. *Botanik Jahrbuch*, 13, 1-9.
  - Repin, Y.S., 1987. Stratigraphie and palaeogeography of coal-bearing sediments of Iran. Unpublished Report, National Iranian Steel Company, Tehran, V.1, P.1-326; V. 2, P. 1-198; V.3, 37 plates, (in Persian).
  - Robinson, P.L., 1973. Paleoclimatology and continental drift. In: Tarling DH, Runcorn SK (eds) Implications of continental drift to the earth sciences. Academic Press, London, 449-476.
  - Ruban, D.A., Al-Husseini, M.I. and Iwasaki, Y., 2007. Review of Middle East Paleozoic plate tectonics. *Geoarabia-Manama*, 12(3), 35-56.
  - Ruckwied, K., Götz, A.E., Pálffy, J. and Török, Á., 2008. Palynology of a terrestrial

- coal-bearing series across the Triassic/Jurassic boundary (Mecsek Mts., Hungary). *Central European Geology*, 51, 1-15.
- Ruffell, A., Simms, M.J. and Wignall, P.B., 2016. The Carnian Humid Episode of the late Triassic: a review, *Geological Magazine*, 153(2), 271-284.
  - Samylina, V.A., 1970. Ginkgo and Czekanowskiales, *Paleontology Journal*, 4(3), 397-405.
  - Sabbaghiyan, H., Ghasemi-Nejad, E., and Aria-Nasab, R., 2015. Dinoflagellate cysts from the Upper Triassic (Rhaetian) strata of the Tabas Block, East Central Iran. *Geopersia*, 5(1), 9-26.
  - Salehi, M.A., Mazroei Sebdani, Z., Pakzad, H.R., Bahrami, A., Fürsich, F.T. and Heubeck, C., 2018. Provenance and palaeogeography of uppermost Triassic and Lower Cretaceous terrigenous rocks of central Iran: Reflection of the Cimmerian events, *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie abhandlungen*, 288(1), 49-77.
  - Schrank, E. 2011. Pollen and spores from the Tendaguru Beds, Upper Jurassic and Lower Cretaceous of southeast Tanzania: palynostratigraphical and paleoecological implications, *Palynology*, 34(1), 3-42.
  - Schweitzer, H.J. and Kirchner, M., 2003. Die rhäto-jurassischen Floren des Iran und Afghanistans: 13. Cycadophyta III. Bennettiales. *Palaeontographica Abteilung B*, 264, 1-166.
  - Seward, A.C., 1900. The Yorkshire Coast, in: *The Jurassic Flora*. I. London, 341.
  - Seyed-Emami, K., Rsieh, F. T., Willmsen, M., Majidifard, M. R. and Shekarifard, A., 2009. Upper Triassic Cephalopods from the Ekrasar Formation (Shemshak Group) of North Alborz, Iran. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 115(2), 189-198.
  - Shadan, M. and Hosseini-Barzi, M., 2013. Petrography and geochemistry of the Ab-e-Haji Formation in central Iran: implications for provenance and tectonic setting in the southern part of the Tabas block, *Revista Mexicana de Ciencias Geologicas*, 30(1), 80-95.
  - Sharland, P.R., Archer, R., Casey, D.M., Davies, R.B., Hall, S.H., Heward, A.P., Horury, A.D. and Simmons, M.D., 2001. Arabian Plate Sequence Stratigraphy, "GeoArabia Specific Publications 2, Gulf Petrolink, Bahrain, 371.
  - Stampfli, G.M., 2000. Tethyan Oceans. Geological Society, London, Special Publications, 173(1), 1-23.
  - Stampfli, G.M. and Borel, G.D., 2002. A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrons. *Earth and Planetary Science Letters*, 196(1), 17-33.
  - Suttner, L.J. and Dutta, P.K., 1986. Alluvial sandstone composition and paleoclimate, I. Framework mineralogy, *Journal of Sedimentary Petrology*, 56, 329-345.
  - Suttner, L.J., Basu, A. and Mack, G.H., 1981. Climate and the origin of quartzarenites, *Journal of Sedimentary Petrology*, 51, 1235-1246.
  - Tanner, L.H. and Lucas, S.G., 2007. The Moenave Formation: sedimentologic and stratigraphic context of the Triassic-Jurassic boundary in the Four Corners area, southwestern U.S.A. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 244, 111-125.
  - Tryon, R.M. and Tryon, A.F., 1982. Ferns and Allied Plants with special reference to Tropical America. Harvard University., 857.
  - Vaez-Javadi, F., and Mirzaei-Ataabadi, M., 2006. Jurassic plant macrofossils from the Hojedk formation, Kerman area, East-Central Iran. *Alcheringa*, 30(1), 63-96.
  - Vaez Javadi, F., 2014. Triassic and Juras-

- sic floras and climate of Central-East Iran." Tehran: Geological Survey of Iran, Rahi Publication.
- Vaez-Javadi, F. and Allameh, M., 2015. Biostratigraphy of the Bazehowz Formation at its Type section, South West Mashhad based on plant macrofossils, *Geopersia*, 5(1), 27-44.
  - 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*, 124(2), 299-316.
  - Vaez-Javadi, F. and Abbassi, N., 2018. Middle Jurassic biostratigraphy of plant macro and microfossils in Soltanieh Mountains, south of Zanjan, NW Iran, *Geosciences*, 106, 91-102.
  - Vaez-Javadi, F. and Mirzaie-Ataabadi, M., 2019. Middle Jurassic plant macro and microfossils from Shahreza, South West Isfahan, Central Iran: Palaeoclimate influences, *Geopersia*, 9(1), 169-193.
  - Vahdati Daneshmand, F., 1982. Geological report of western half of Sari Quadreangle, Geological Survey of Iran (internal report in Persian).
  - Vakhrameev, V.A., Dobruskina, I.A. and Zaklinskaya, E.L., 1970. Paleozoic and Mesozoic floras of Eurasia and phytogeography of that time. Transactions of Geology Institute of Academy of Science of USSR Nauka, Moscow. (in Russian).
  - Vollmer, T., 1987. Zur Geologie des no'rdlichen Zentral-Elburz zwischen Chalus-und Haraz-Tal, Iran. Mitteilungen aus dem Geologisch Pala'ontologischen Institut der Universita't Hamburg, 63.
  - Walkom, A.B., 1917. Mesozoic floras of Queensland. Part 1 continued. The flora of the Ipswich and Walloon Series (c.) Filicales, etc. Geological Survey of Queensland Publication, 257, 1-65.
  - Wang, P.X. 2009. Global monsoon in a geological perspective. *Chinese Science Bulletin*, 54, 1113-1136.
  - Zeiller, R., 1905. Sur les plantes rhétiennes de la Perse recueillies par MJ de Morgan. *Société géologique de France*, 5, 190-198.
  - Zanchi, A., Zanchetta, S., Berra, F., Mattei, M., Garzanti, E., Molyneux, S., Nawab, A. and Sabouri, J., 2009. The Eo-Cimmerian (Late? Triassic) orogeny in north Iran. *Geological Society of London, Special Publications*, 312, 1, 31-55.