جغرافیا و روابط انسانی، زمستان ۱٤۰٤، دوره۸، شماره٤، صص۷٦۳-۷۳۵

تحلیل مطالعات پالینولوژی در ایران

مریم اسکندری یاور[۱]* مهری اکبری[۲]

۱-دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، گروه آب و هواشناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

skyrainbow19@yahoo.com

۲-دانشیار، گروه آب و هواشناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

تاریخ دریافت:۱٤۰۳/۰٤/۲۳ تاریخ بازنگری: ۱٤۰۳/۰۵/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۰٦/۱۱

چکیده

دانش پالینولوژی پتانسیل قابل توجهی برای کمک به سایر علوم دیگر در روشن شدن ابعاد شرایط گذشته و حال حوزه مورد مطالعه دارد. بررسی ها نشان می دهد که پالینولوژی در زمینه ی دیرینه آب وهواشناسی، دیرینه گیاه شناسی ، باستان شناسی، چینه نگاری و تعیین سن رسوبات طی دوره های زمین زشناسی، تعیین و جنس سازندهای رسوبی از نظر ارزیابی توان تولید سازندها برای استخراج ذخایر فسیلی و سوختی، گرده شناسی عسل (Melissopalynology)، هوازی شناسی (Entomopalynology)، پزشکی قانونی کاربرد چشمگیری دارد. مطالعاتی که در ایران انجام شده عمده آن ها در حوزه زمین شناسی با محوریت شناسایی نوع رسوبات، تعیین سن و پتانسیل هیدروکربورزایی سازند، دیرینه اقلیم_ پوشش گیاهی و گیاه شناسی برای بررسی شرایط اقلیمی طی نوسانات و تغییرات اقلیمی گذشته، گیاه شناسی با بازشناسی گونه و تیره های گیاهی، طراحی و اجرا شده اند. که در این پژوهش به مطالعه این تحقیقات پرداخته شده است. بنابراین، موضوعات شامل؛ زمین شناسی، دیرینه اقلیم _پوشش گیاهی، گیاه شناسی، زمین شناسی با منابع فسیلی، باستان شناسی، دیرینه اکولوژی، گرده شناسی عسل می باشد. روش به کارگرفته شده در تحقیق حاضر مطالعه کتابخانه ای و جست وجو در پایگاه های استنادی علمی مگیران، SID ، ScienceDirect و...بود. بر اساس نتایج این پژوهش، مرور تحقیقات انجام شده در زمینه پالینولوژی نشان داد که محققان زمین شناسی بیشترین ، بعد از آن گیاه شناسی و در آخر اقلیم شناسان پژوهش پالینولوژیکی انجام داده اند.

کلیدواژه ها: پالینولوژی، دیرینه اقلیم شناسی، دیرینه گیاه شناسی، زمین شناسی

doi: 10.22034/gahr.2024.467622.2206 شاپا الکترونیکی:2645-3851

مقدمه

پالینولوژی مطالعه گرده و هاگ ها است. این ذرات میکروسکوپی گیاهی در سراسر دوران زمین شناسی در رسوبات تجمع یافته اند. استخراج آن ها از رسوبات، پالینولوژیست را قادر می سازد تا بر اساس برابری زمانی همبستگی و ارتباط برقرار کند (گرایسون، ۱۹۶۰). گرده ها و هاگ ها و سایر ریزفسیل ها از زمان ظهور طبیعت گرایی در اواسط قرن هفدهم موضوع مطالعه قرار گرفته اند. نهمیا گرو اولین فردی بود که این نوع شواهد را مطالعه و این نظریه را مطرح کرد که گرده برای تولید مثل جنسی در گیاهان حیاتی است. در واقع، گرو عملا مخترع علم فیزیولوژی گیاهی و از مشهورترین دانشمندان قرن هفدهم بود. صنعت نفت برای اولین بار با درک اهمیت مطالعه گسترده تر اجزا آلی در لایه های چینه شناسی زمین شناسی شناخته می شود – چیزی که کاربردهای تجاری برای صنعت آنها و همچنین پتانسیل علمی گسترده ای برای محققان داشته است. این به واقع به عنوان یک علم در اوایل دهه ۱۹۰۰ مطرح شد، زمانی که یک دانشمند سوئدی به نام لنارت فون پست درصدی از بقایای برخی از گرده ها را در باتلاق های ذغال سنگ نارس محاسبه کرد (میسون،ساینس انوایرونمنت). این علاقه زمین شناسی به گرده های فسیلی بود که بیشترین گروه دانش آموزان گرده را به خانواده پالینولوژیست های مدرن آورد و تاثیر کاتالیزوری بر فعالیت های گروه های دیگر به ویژه مورفولوژیست های گرده نیز داشت. بنابراین حداقل سال ۱۹۱۶ سال بسیار مهم در توسعه پالینولوژی بود. از قرار معلوم اولین مطالعات روی گرده توسط گیاه شناسان انجام شد. اینها اواسط قرن هفدهم ، اندکی بعد در نتیجه پیشرفت در ساخت میکروسکوپ شروع شد. نهمیا گرو انگلیسی کشف قابل توجهی کرد که دانه های گرده در گونه های مختلف گیاهی در اندازه و شکل متفاوت است. اما دانه های گرده گل های متعلق به همان گونه همه شبیه هم هستند (منتن، ۱۹۶۶).

در سال ۱۹۱۶، ارنست یاکوب لنارت فون پست، زمین شناس سوئدی طی یک سخنرانی در اسلو نروژ، حمایتش را برای استفاده از دانه های گرده در رسوبات باتلاقی به عنوان شاخصه های پوشش گیاهی و آب و هوای گذشته اعلام کرد (ادوارد و همکاران، ۲۰۱۷) . پالینولوژی زیرشاخه ای از علوم گیاهی و زمین شناسی است که با گرده و هاگ ها سروکار دارد. گرده ها سلول هایی هستند که حامل اسپرم بوده و در تولید مثل غیرجنسی قارچ و گیاهان نقش دارند. زمین شناسان از دیرباز از گرده های فسیلی و الگوهای هاگ در تحقیقات خود برای ذخایر سوخت فسیلی استفاده کرده اند (باک و نوریس(۲۰۰۵). تجزیه و تحلیل گرده ها بایگانی اطلاعاتی غنی از دیرینه

اکولوژیکی منطقه فراهم می کند، که برای درک تاریخ زیست محیطی هولوسن و تاریخ آب و هوا در مقیاس منطقه ای تا جهانی حیاتی است (فلچر و همکاران، ۲۰۰۷).

اصطلاح پالینولوژی توسط هاید و ویلیامز ابداع شد، ترکیبی از فعل یونانی paluno (ریختم یا پاشیدم)، palunein پالونئین (ریختن یا پاشیدن)، اسم یونانی رنگ پریده (به معنای "غبار، غذای نرم، و بسیار نزدیک به کلمه لاتین گرده، به معنی آرد ریز، گرد و غبار) و اسم یونانی لوگوها (کلمه، گفتار) است. گوپرت و ارنبرگ اولین کسانی بودند که دانه های گرده فسیلی و هاگ ها را توصیف و تعریف کردند. در سال ۱۸۳٤ فون موهل اثر بنیادینش با عنوان «Über den Bau und die Formen von Pollenkörner» در مورد ساختار و تنوع دانه های گرده، که سهم عمده ای در دانش ساختار گرده و طبقه بندی توصیفی داشت را به رشته تحریر درآورد. فون موهل و فریتزشه لایه های اصلی دیواره گرده را شناسایی و بررسی های جدیدی را در مورد مورفولوژی گرده منتشر کردند (هالبریتر و همکاران، ۲۰۱۸).

تمرکز قابل توجه پالینولوژی شامل بازسازی تاریخچه گیاهی زمین از آخرین رویداد بزرگ یخبندان، در ۱۰۰۰۰ سال گذشته، یا در طی دوران هولوسن است. این حوزه از پالینولوژی پسایخبندان به عنوان تجزیه و تحلیل گرده شناخته می شود و در درجه اول شامل مطالعه پالینومورف ها از رسوبات دریاچه و ذخایر ذغال سنگ نارس است. رسوبات بدست آمده با چندین روش (عمدتا نمونه برداری هسته) تنوع پالینومورف، توزیع و فراوانی آن ها روی پروفیل های گرده رسم می شود (سیمپسون، ۲۰۱۰).گیاه شناسان برای ایجاد روابط تکاملی ثابت در بین گیاهان از هاگ یا دانه گرده برای رده بندی آنها استفاده می کنند. هاگ ها به دلیل داشتن هاگوپولنین در لایه خارجی دیواره خود(اگزین) در محیط برای مدت ها بدون تغییر باقی می مانند. همچنین ساختمان و تزئینات سطح دیواره هاگ دارای ارزش تشخیصی است؛ بنابراین، امکان بررسی ارتباط تکاملی موجود در بین جمعیت های گیاهی را فراهم می سازد(روتن وسانتاریوس ، ۱۹۹۳،۱۹۹۲).

میکروفسیل ها بقایای موجودات تک سلولی یا اجزای تک سلولی آنها هستند که دارای پوسته بسیار سخت و غیر قابل حل در اسید هستند . این میکروفسیل ها به دوگروه دریایی و غیر دریایی تقسیم می شوند؛ میکرو فسیل های دریایی شامل کریپ تارشها، آکریتارشها، کیتینوزوآها، اسکلوکودونت ها، داینوفلاژله ها و میکروفسیل های غیر دریایی شامل هاگ ها و گرده ها هستند. پیدایش و انقراض گونه های مختلف این میکروفسیل ها ، پاسخگوی سن نسبی رسوبات از سه میلیارد و چهارصد میلیون سال پیش تا کنون بوده است. با تعیین میزان

نسبت عناصر خشکی به عناصر دریایی نیز، می توان انواع محیط های رسوبی را مشخص کرد . اندازه میکروفسیل های مذکور بین ۵ تا ۵۰۰ میکرون است که به تعداد یکصدهزار تا یک میلیون در هر گرم رسوب وجود دارند .عناصر تشکیل دهنده پوسته این میکروفسیل ها؛ هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و کربن است که این پوسته، حفاظت از هسته سلولی موجودات زنده را در برابر پرتو فرابنفش به عهده دارد. بر اثر فرایندهای دیاژنزی، نسبت اتمی عناصر سازنده پوسته این میکروفسیل ها تغییر می کند که این تغییر به رنگهای زرد، قهوه ای، خاکستری و تیره آشکار می شود. با استفاده از تغییررنگ پوسته این گروه از میکروفسیل ها، می توان به درجه بلوغ مواد آلی پی برد که در اکتشاف نفت و گاز از اهمیت بسزایی برخوردار است . این میکروفسیل ها دارای انتشار جغرافیایی وسیع و تکامل سریع بوده اند، از این رو به عنوان میکروفسیل های شاخص برای تعیین سن نسبی رسوبات کاربرد گسترده ایی دارند و با استفاده از آن ها می توان سن رخساره های بدون فسیل جانوری را تعیین کرد (قویدل سیوکی، ۱۳۸۹).

هاگ و دانه های گرده دارای چندین ویژگی مورفولوژیکی و فراساختاری هستند. این ویژگی‌های پالینولوژیکی خصیصه های زیادی دارد که در استنباط روابط فیلوژنتیکی(تکامل نژادی) گیاهان مهم هستند. علاوه بر این، از ویژگی های هاگ و دانه های گرده اغلب می توان برای شناسایی یک تاکسون و خانواده گیاهی خاص استفاده کرد. به همین دلیل، مطالعات پالینولوژیک به طور گسترده ای برای بررسی پیشینه فسیلی، رشته ای به نام دیرینه شناسی استفاده می شود. هویت، تراکم و فراوانی دانه های گرده در یک سطح چینه شناسی خاص می تواند اطلاعاتی در مورد گونه های گیاهی موجود در آن زمان و مکان بدهد. بنابراین، مطالعات دیرینه شناسی برای تعیین ساختار جامعه گیاهی و اندازه گیری، با برون یابی طی زمان، تغییرات آب و هوا مورد استفاده قرار می گیرد. رشته های اصلی مطالعه در دیرینه پالینولوژی موارد زیر را در بر می گیرد که شامل دیرینه گیاه شناسی[1]؛ گیاهان گذشته، بازسازی آب و هوا؛ زمین شناسی، چینه شناسی زیستی؛ نفت و اکتشاف گاز طبیعی است. تجزیه و تحلیل پالینولوژیک نقش مهمی در تعیین سن سنگ ها یا گاهشماری زمین شناسی ایفا می کند. تعیین سن یا سال های زمین شناسی وضعیت سنگ های پالینومورف به دانش چینه شناسی گروه های گیاهی منقرض شده بستگی دارد. بیوچینه شناسی پالینولوژیک، اکتشاف نفت و گاز طبیعی از نظر اقتصادی نیز حائز اهمیت است (سیمپسون، ۲۰۱۰).

[1] - paleobotany

جامعه گرده یا پالینومورف سابقا شکل گرفته است، این امر می تواند به همان اندازه تنوع محیط های باستانی، تکامل و مطالعات آلرژن ها، و حتی برای بررسی خاک کمک کند. به عنوان نمونه گرده اغلب شامل سایر هاگ های گیاهی و قطعات میکروسکوپی است، پالینولوژیست متخصص معمولا قادر به توصیف وشناسایی طیف وسیعی از موجودات میکروسکوپی است. گرده ها و هاگ ها ممکن است برای مدت زیاد و طولانی باقی بمانند به دلیل اینکه از نظر شیمیایی قوی هستند (کویل و روبرتسون، ۲۰۲۳). مطالعات چند رشته‌ای به درک بهتر توسعه اکوسیستم‌ها در مقیاس خرد منطقه‌ای، از طریق ادغام چندین ابزار مطالعاتی دیرینه محیطی اجازه می دهد که همراه با یک گاه‌شماری منسجم پایگاه داده‌ای برای تفاسیر دیرینه گیاه شناسی و اقلیمی دیرینه را تشکیل می‌دهند(هادلر، ۲۰۱۳).

در گذشته (از زمان ظهور گیاهان روی زمین تاکنون) تنوع و پراکندگی جغرافیایی گیاهان تحت کنترل فاکتورهای مختلفی از جمله عرض جغرافیایی، شرایط آ ب وهوایی، ارتفاع و میزان بارش بوده است. با توجه به حساسیت گیاهان نسبت به تغییرات شرایط محیطی و عدم حفظ شدگی ماکروفسیل های گیاهی در شرایط نامساعد، میکروفسیل های گیاهی (میوسپورها) شاخص های بسیار خوبی برای بازسازی آ ب وهوای دیرینه قاره ها هستند (هاشمی یزدی، ۱۳۹۹). پالینولوژی ابزاری مفید با بسیاری از کاربردها، از جمله بررسی گرده های جوی، تولید و پخش اسپور (هوازی شناسی)، در مطالعه آلرژی های انسانی، کاوش های باستان شناسی کشتی های غرق شده و تجزیه و تحلیل دقیق رژیم غذایی حیوانات است، از جمله آن مطالعه گرده های موجود در بدن یا در روده حشرات[۲] است، که برای تعیین تغذیه حشرات و عادات مهاجرتی مفید است (جارزن، ۲۰۲۲). گرده شناسی عسل، گرده زنبور عسل و اجزء گرده در عسل را تجزیه و تحلیل می کند (سیمپسون، ۲۰۱۰).

مطالعه مواد آلی موجود در اسلایدهای پالینولوژی، یکی دیگر از روش های تفسیر محیط دیرینه است در این روش از الگوی پراکندگی پالینومورف ها و دیگر خرده های ارگانیکی برای تبیین رخساره و بازسازی پالئوژئوگرافی حوضهٔ رسوبی استفاده می شود (تایسون،۱۹۹۳) . تغییر در ترکیب تجمعات پالینومورفی و انواع پالینوفاسیس، اطلاعات مفیدی دربارهٔ تفسیر محیط رسوبیی با توجه به عمق آب، نوسانات سطح آب، تغییرات درجه حرارت و عوامل انتقال به دست می دهد(تایسون، ۱۹۹۳،۱۹۹۵) . از دیگر عامل های مؤثر بر تجمعات مواد آلی موجود در اسلایدهای پالینولوژیکی می توان به فاصله با خشکی، میزان رسوب وارد شده، نرخ رسوب گذاری، حضور گیاهان در نواحی نزدیک ساحل، ترکیب شیمیایی آب، ژرفای آب و تغییرات نسبی سطح آب

[2] - Entomopalynology

دریا، اقلیم، فرونشست حوضه و زمین ساخت منطقه، اندازه ذرات و میزان اکسیژن موجود اشاره کرد (نوری و همکاران، ۱۳۹۶).

نقطه عطف شناسایی تغیرات اقلیمی بر مبنای روش گرده شناسی، شناسایی بیشتر و بهتر موجود در رسوبات است (داوودی و همکاران، ۲۰۱۵). تحلیل و تفسیر پالئواکولوژی، بررسی اقلیم دیرینه و تغییرات سطح دریا با استفاده از نسبت فراوانی شکل های مختلف سیست دایونوفلاژله ها به شکل گسترده انجام می شود (آرمسترانگ و برسییر ،۲۰۰۵). در تبت یوان و همکاران(۲۰۲۰) بیان کردند آب و هوا به طور چشمگیری برای مدت کوتاهی گرم تر شد که محرکی برای رشد جنگل های منطقه ای و تکثیر نیای گرمادوست نوع افدرا شد. اما پس از آن به سرعت خشک تر شده که در درجه اول به دلیل پسرفت دریای پروتو-پاراتیتیس بود. برتین و همکاران (۲۰۲۲) اظهارداشتند ویژگی گیاهی، رشته داده های آب و هوایی و توسعه آن اساساً نشان دهنده پاسخی به رویدادهای جهانی است، از جمله پیوند از دور فعال بین گردش مدیترانه و اقیانوس اطلس با کمک جزئی از عوامل محلی است. بررسی اطلاعات دیرینه اقلیم شامل رکوردهای طولانی و پیوسته گرده اعماق دریا از حاشیه اروپا، به ویژه در رابطه با تعامل بین دمای سطح دریای اقیانوس اطلس شمالی، حجم یخ قاره ای، تغییرپذیری در مقیاس هزاره و نیروی مداری شامل می شود (رول و همکاران، ۲۰۱۸). پژوهش هانتلی و همکاران (۲۰۱۳) در بریتیش کلمبیای کانادا پیشنهاد داد که افزایش تولید گرده به احتمال زیاد بازتابی از گرم شدن آب و هوا و افزایش حاصل خیزی پوشش گیاهی به دنبال LIA (دوره یخبندان کوچک) است. محققان با بررسی پالینولوژیکی از جغرافیای زیستی حرا در ایالات متحده با مجموعه داده ها نشان دادند که گرم شدن عصرصنعتی ممکن است گسترش حرا به سمت قطب را تشدید کند، اگرچه این روند پیشتردر طول ناهنجاری آب و هوای قرون وسطایی شروع شده بود(یائو و همکاران، ۲۰۲۳).

تجزیه و تحلیل پالینولوژیکی عمدتا برای همبستگی های کرونوستراتیوگرافیک، مطالعات دیرینه محیطی، و ارزیابی پتانسیل سنگ های منشااستفاده می شود (رول، ۲۰۰۲). مزایای پالینولوژی در استخراج نفت بر اساس رنجی مشخص از وقوع گرده هایی قابل ملاحظه و پروفایل های مجموعه است. بسیاری از پالونولوژیست ها در ژاپن گرده ها و هاگ های قابل توجهی در رابطه با رگه هایی از زغال سنگ گرد آوری کردند (توکاناگا، ۱۹۶۳). مطالعات پالینولوژیک جنوب برزیل درمناطقی نزدیک سایت‌های باستان‌شناسی افزایش رطوبت و گونه‌های درختکاری را با آغاز ۵۴۰۰ کربن پیش ازامروز نشان و شواهدی از علفزارها و جنگل های موزاییکی ارائه می دهد. این یافته ها با

تجزیه و تحلیل پستانداران کوچک غیر شکاری مرتبط با این سایت های باستان شناسی تایید می کند که در حال حاضر گونه های معاصر معمولی از جنگل ها و مناطق باز را نشان می دهد. همچنین روشن شد که در طول هولوسن تغییرات محیط زیست آهسته و تدریجی بود(هادلر و همکاران، ۲۰۱۳).

پالینولوژی، به طور خاص تجزیه و تحلیل اسپور/ گرده، زیرشاخه ای از بوم گیاه شناسی است و مشخص شده که مزیت زیادی برای بازپرس جنایی دارد. سودمندی آن ها به دلیل فراوانی، مکانیسم های پراکندگی، مقاومت آن ها در برابر تخریب شیمیایی و مکانیکی، اندازه میکروسکوپی، واغلب مورفولوژی متمایز آنها است (داوسون و مایز، ۲۰۱۵). زیست شناسی قانونی شامل پالینولوژی (مطالعه گرده)، حشره شناسی (مطالعه حشرات)، گیاه شناسی (مطالعه گیاهان)، و باستان شناسی که گاهی اوقات به آنها به عنوان "شناسی" اشاره می شود در تحقیقات جنایی استفاده می شود و می تواند ابزاری کمک کننده باشد (دویلی، ۲۰۱۹). گیاه‌شناسی و بسیاری از زیرشاخه‌های آن، به ویژه پالینولوژی، شواهد اساسی در بسیاری از پرونده های جنایی فراهم می کند و در دادگاه ها بارها مورد آزمایش قرار گرفته است (ویلتشیر، ۲۰۱٦). محققان کاربرد بالقوه پالینولوژی در مطالعات پزشکی قانونی را تأیید کرده و از این رهگذر منبع نمونه تعیین می شود در ادامه قادرند افراد یا اشیاء را به صحنه جرم مرتبط کنند (اوکاندو و همکاران، ۲۰۱۸). تا دهه ۱۹۸۰، تنها سوابق استفاده از پالینولوژی در ایالات متحده برای اهداف پزشکی قانونی شامل بررسی گرده در عسل طی دهه ۱۹۷۰، برای تعیین منبع عسل بود (برایانت و جونز، ۲۰۰٦). یافته های پالینولوژیکی منبعی ارزشمند برای تجزیه و تحلیل فعل و انفعالات بین گیاهان و زنبورها ارائه می دهد (لالام و همکاران، ۲۰۲٤). مطالعات تجربی نشان داده که گرده حداقل از هفت تا حداقل ۲۱ روز در مجرای روده ایی ساکن است. به دلیل همین زمان طولانی اقامت، تجزیه و تحلیل گرده یک راه مهم برای تحقیقات پزشکی قانونی است. گرده ها شواهدی از محیط زیست متوفی و همچنین غذاها و داروها ارائه می دهد. محققان با تجزیه و تحلیل کود فسیلی بازیابی شده از یک مومیایی کره ای نشان دادند متوفی یک ژنرال عالی رتبه بود که در طول قرون ۱٦ یا ۱۷زندگی می کرد (آرگوئلیس و همکاران، ۲۰۱۵). گرده ها و هاگ های موجود در مدفوع به دست آمده از مومیایی های انسانی که هفت هزار سال پیش زندگی می کردند، به دانشمندان اجازه داد تا تغییرات رژیم غذایی طی چندین نسل از مردم بومی در شمال شیلی را توصیف کنند (جارزن ، ۲۰۲۲). اصطلاح پالینومورف شامل گرده اسپرماتوفیت ها، هاگ قارچ ها، سرخس ها و بریوفیت ها و همچنین سایر میکروفسیل‌های دیواره آلی ، مانند داینوفلاژلات‌ها و آکریتارش‌ها است. در عین حال استفاده از پروفایل DNA گرده در تحقیقات پزشکی قانونی هنوز به کار برده می

شود. پالینولوژی قانونی اشاره به استفاده از گرده و سایر هاگ ها زمانی که به عنوان دلیل در پرونده های حقوقی برای حل مسائل جنایی با اثبات یا رد کردن روابط بین مردم و صحنه های جرم دارد به کار می رود (الطیبی و همکاران، ۲۰۲۰). پالینومورف ها به طور بالقوه می توانند شواهد ردیابی بسیار خوبی ارائه و الزامات مربوط به انتقال، تداوم و کشف چنین شواهدی را تکمیل کنند. شواهد پالینولوژیکی می تواند ادله تحقیقاتی مرتبط بسیار قوی ارائه کند (والش و هوروکس، ۲۰۰۸).

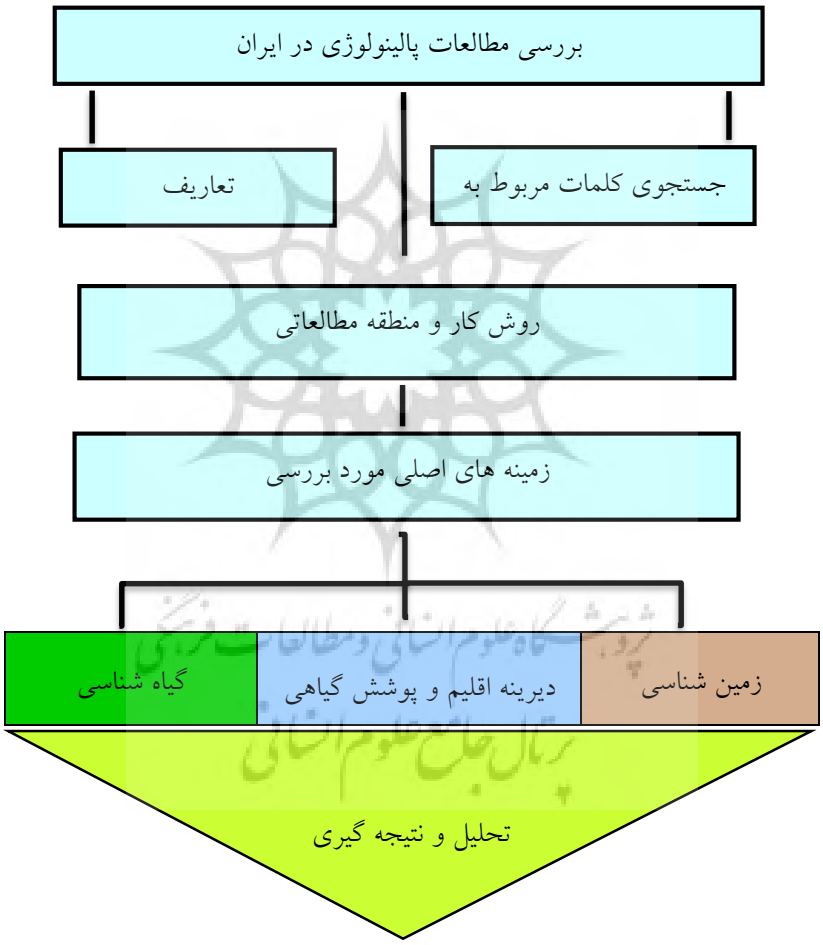
مطالعات پالینولوژیکی در ایران محدود به برخی نقاط ودر چند حوزه مشخص انجام یافته است و نتیجه آن دانشی محدود از شرایط گذشته زیست محیطی کشور است. توجه به شرایط اقلیمی و زیست محیطی دیرینه و حال کشور برای برنامه ریزی، مدیریت و شناخت اصولی از توان و محدودیت سامانه های محیطی انسانی در گرو بررسی های همدید و کارآمد ضروری به نظر می رسد. پژوهش حاضر به بررسی مطالعات پالینولوژیکی در ایران به منظور شناسایی وضعیت دیرینه و شرایط سازندگان سامانه های محیطی، انسانی پرداخته است.

مواد و روش ها

این پژوهش بر اساس تحقیقات کتابخانه ای، مطالعات مرتبط با پالینولوژی با جستجو در منابع معتبر علمی به بررسی پژوهش های علمی داخلی و خارجی صورت گرفته است. منابع علمی شامل مقاله، کتاب، پایان نامه و گزارش از منابع اطلاعاتی معتبر دریافت شد. برای انجام پژوهش حاضر مدل سازی و داده کاوی صورت نگرفته است. پس از بررسی این پژوهش ها، اطلاعات مربوط به حوزه علمی تحقیقاتی، مکان و روش های داده کاوی تحلیل شد. پژوهش ها با نگاه پالینولوژیکی در حوزه های متفاوت علمی شامل؛ زمین شناسی، آبوهواشناسی، زیست شناسی، گیاه شناسی، حشره شناسی، باستان شناسی، علوم قضایی حقوقی ، پزشکی و پزشکی قانونی مورد بررسی قرار گرفته و تقسیم شدند. منابع مورد استفاده نتیجه جستجو در پایگاه های علمی اینترنتی، مگیران، ScienceDirect، SIDو... است.

جستجو در پایگاه علمی مگیران و درج عبارت پالینولوژی در عنوان و کلید واژه ۵۱ پژوهش بین سال های ۱۳۸۱ تا ۱۴۰۲ (کمترین تعداد پژوهش در سال ۱ مقاله در سال های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۶ و بیشترین تعداد پژوهش در سال ۸۹ با ۷ مقاله) نمایش داده شد. درج عبارات Palynology Iran در پایگاه ScienceDirect،۹۹۷ مورد پژوهش طی سال های ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۳ (کمترین تعداد در سال ۳،۲۰۰۱ مورد و بیشترین تعداد در سال ۲۰۲۲ با ۵۵ مقاله)

یافت شد. پس از بررسی پژوهش های داخلی و خارجی روشن شد که پژوهشگران حوزه های مختلف علمی به منظور آشکارسازی وضعیت دیرینه و کنونی علمی مورد نظر از دانش پالینولوژی به مثابه پلی برای رسیدن به دانش جامع تر در زمینه مطالعاتی کمک گرفته اند. نقش پالینولوژی در علوم طبیعی، زیستی، پزشکی و انسانی دامنه وسیعی دارد. تحلیل منابع پژوهشی پتانسیل و اثر گذاری علم پالینولوژی را در حوزه های مختلف علمی برای پژوهشگران را آشکارا نشان می دهد. در بررسی منابع داخلی روشن شد که عمده مطالعات پالینولوژیکی از سوی پژوهشگران زمین شناسی اجرایی شده است. در ادامه منابع منتخب به بخش های جداگانه دسته بندی شد و در گام آخر جمع بندی و تحلیل نهایی صورت گرفت. نمودار ۱، مراحل پژوهش را به نمایش گذاشته است.



نمودار ۱. مراحل پژوهش

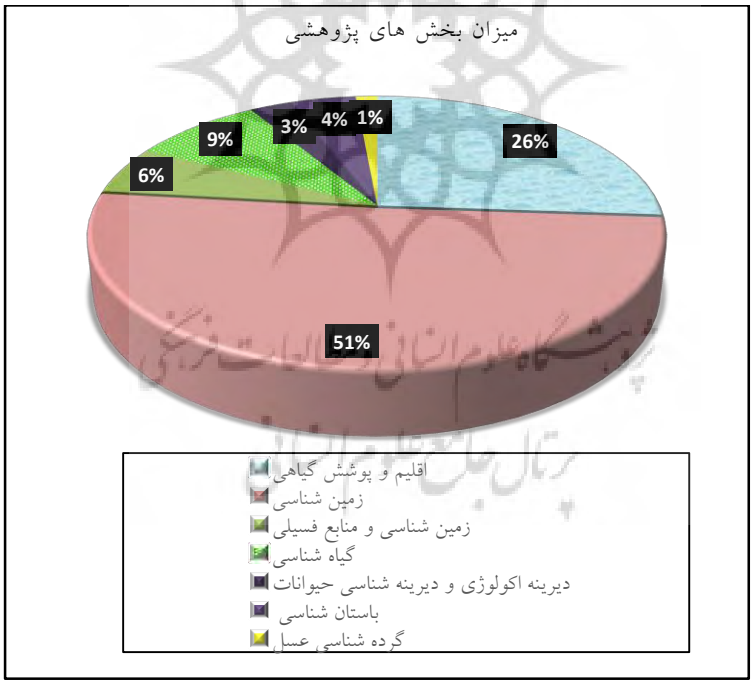
یافته ها

بررسی مطالعات محققان خارجی و داخلی نشان می دهد که دانش پالینولوژی پتانسیل قابل توجهی برای کمک به سایر علوم دیگر در روشن شدن ابعاد شرایط گذشته و حال حوزه مورد مطالعه دارد. اقلیم شناسان برای ارزیابی و ترسیم رویدادهای اقلیمی گذشته وضعیت خشکسالی، ترسالی، پیش روی و پس روی دریا ها و دریاچه ها از شواهد پالینولوژیکی استفاده می کنند. پالینولوژی به گیاه شناسان به منظور ترسیم وضعیت گذشته ،حال، توسعه و توقف گونه ها و تراکم جامعه گیاهی کمک می کند. زیست شناسان با ارزیابی شواهد پالینولوژیکی مطالعات اکولوژیکی و محیط زیستی انجام می دهند. زمین شناسان از پالینولوژی با چینه نگاری تعیین سن، وضعیت سازندهای رسوبی از نظر برآورد توان کیفی و کمی ذخایر فسیلی مثل؛ نفت ، گاز، زغال سنگ کمک می گیرند. باستان شناسی برای ترسیم رویدادهای گذشته تمدنی به استفاده از شواهد پالینولوژی روی می آورد. علم پزشکی در زمینه آلرژی شناسی با شناسایی گرده ها، علوم قضایی، حقوقی با تحلیل ردپای منشا و نوع گرده ها تحقیقات پزشکی و پزشکی قانونی را توسعه و اثبات می کنند. با نگاه به تحقیقات پالینولوژیکی که در سایر نقاط جهان صورت گرفته روشن شد که پژوهش ها در زمینه های متفاوتی مثل؛ گیاه شناسی، وضعیت پوشش گیاهی گذشته، دیرینه اقلیم شناسی، زمین شناسی، باستان شناسی، اکولوژی، هوازیست شناسی، حشره شناسی، آلرژی شناسی و پزشکی قانونی می باشند. مطالعاتی که در ایران انجام شده عمده آن ها در حوزه ۱-زمین شناسی با محوریت شناسایی نوع رسوبات، تعیین سن و پتانسیل هیدروکربورزایی سازندها ۲- دیرینه اقلیم _پوشش گیاهی برای بررسی شرایط اقلیمی طی نوسانات و تغییرات اقلیمی گذشته ۳- گیاه شناسی و شناسای گونه گیاهی، طراحی و اجرا شده اند. شایان ذکر است که با توجه به قابلیت بالای دانش پالینولوژی در حل مسایل و چالش های دیگر رشته ها، محققان سایر کشورها برای پیشبرد تحقیقات خود به این شاخه توجه و علاقه زیادی نشان داده اند به طوریکه ردپای حل مساله پالینولوژیکی به شکل فزاینده ایی رو به رشد و چشمگیر است.

پالینولوژیست ها در حوزه های مختلف تحقیقاتی با روش های متفاوت انجام داده اند. مرور مطالعات نشان می دهد که پالینولوژی در زمینه های دیرینه آب وهواشناسی، دیرینه گیاه شناسی، باستان شناسی، چینه نگاری طی دوره های زمین زشناسی، تعیین جنس سازندهای رسوبی از نظر توان تولید ذخایر فسیلی و سوختی، گرده شناسی عسل[۳]

[۱]- Melissopalynology

هوازی شناسی[4] پزشکی قانونی کاربرد دارد. در این پژوهش بررسی مطالعات داخلی نشان داد سه گروه محققان زمین شناسی، اقلیم شناسی و گیاه شناسی به اهمیت روز افزون استفاده از دانش پالینولوژی پی برده اند. مرور پژوهش های داخلی حاکی است که زمین شناسی بیشترین مطالعات پالینولوژیکی را داشته است. شاید به این دلیل که با اهداف اقتصادی قابل توجه و کشف منابع طبیعی، معدنی این مقدار پژوهش انجام یافته است. بعد از آن تحلیل تغییرات اقلیمی و پوشش گیاهی، در آخرین مورد مطالعه پالینولوژیکی گرده شناسی عسل با هدف شناسایی منشاگرده گیاهی وکیفیت عسل اجرایی شده است. در نمودار زیر درصد زمینه و بخش های مطالعات پالینولوژیکی ارایه شده است. طبق نمودار۲ ، بیشترین پژوهش ها در حوزه زمین شناسی به منظور تعیین سن سازند ۵۱٪، تحلیل نوسانات دیرینه اقلیم _پوشش گیاهی ٪۲٦ ، گیاه شناسی برای شناسایی تاکسون های گیاهی ۹٪ ، زمین شناسی و ارزیابی مناطق از نظر توان تولید منابع فسیلی ٦٪، باستان شناسی ٤٪، دیرینه اکولوژی ٪۳ ، گرده شناسی عسل ۱٪ از مطالعات را شامل می شوند.



نمودار۲. میزان بخش های پژوهشی از مطالعات پالینولوژیکی

[4] -Entomopalynology

پالینولوژی و زمین شناسی در ایران

مهم ترین اجزای موجود در اسلایدهای پالینولوژیکی که برای تعیین محیط رسوبی مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از سه گروه اصلی خرده های آلی؛ یعنی پالینومورف ها، فیتوکلست ها(پالینومسرال ها) و مواد آلی بی شکل(AOM) کشمیری و همکاران (۱۳۹۳). قویدل سیوکی و خندابی (۱۳۹۱) در ناحیه ابرسج شباهت زیاد پالینومورف های ناحیه مورد مطالعه را با اقلیم دیرینه پری گندوانا یا مدیترانه ارزیابی کردند. قویدل سیوکی و حسین زاده مقدم (۱۳۸۹) ناحیه فاضل آباد (خولین دره) در جنوب شرق گرگان را مطالعه کرده و ارتباط قطعی دو سازند مورد مطالعه با ابرقاره ی گندوانا در دوره اردویسین را نشان دادند. زیست‌زون‌ها نشان می دهد که منطقه مورد مطالعه بخشی از دیرین–قاره(حوزه گندوانان) در اواخر اردوویسین بوده است (قویدل سیوکی،۲۰۱۷). سازند زاکین با هر رسوبات دونین دیگری در رشته کوه البرز و حوضه مرکزی ایران متفاوت است اما شبیه سکانس دونین (سازندهای طویل، جاف و جوبه)عربستان سعودی است. که امکان همبستگی احتمالی لایه دونین بین مناطق جنوبی و شمالی خلیج فارس را فراهم می کند(قویدل سیوکی، ۲۰۰۳).

سجادی و همکاران(۱۳۹۷) به مطالعه نهشته های سازند دلیچای در حوضه ی رسوبی البرز غربی و نهشته های معادل آن در سایر نواحی ایران مانند حوضه رسوبی البرز شرقی، مرکزی و بینالود و سایر نقاط جهان پرداختند که وجود ارتباط دریایی بین نقاط یاد شده در بازه ی زمانی باژوسین پسین کالووین را روشن کردند. مطالعه پالینولوژکی مافی و همکاران(۲۰۱٤) در کوهای بینالود از فرضیه وجود ارتباطات دریایی بین شمال و شمال شرق ایران با اروپای شمال غربی طی ژوراسیک فوقانی میانی حمایت می کند. قویدل سیوکی و مهدویان(۱۳۸۹) نتیجه گرفتند که بر مبنای ارزش چینه شناسی (عناصر دریایی) و (عناصر خشکی) زمان دونین پسین (فراسنین–فامنین) برای رسوبات دونین در ناحیه هوتک پیشنهاد می شود. هاشمی و نظام وفا (۱۳۹۳) با بررسی نسبت میکروفیتوپلانکتون ها به اسپورها و همچنین نسبت میکروفیتوپلانکتون های دارای زوائد بلند به اشکال ساده (فاقد زائده) نشان دادند که رسوبات سازند زکین در محیط دریایی کم عمق و حاشیه قاره ای تشکیل شده اند. کشمیری و همکاران (۱۳۹۳) سن دو سازند سرچشمه سنگانه را تعیین کردند. نتایج بررسی قویدل سیوکی و همکاران (۲۰۱۱)در سازند گلی و سلطان میدان ،یک محیط رسوبی دریایی نسبتا کم عمق برای سازند منطقه پیشنهاد می کند.گونه های پالینومورف، Velatachitina، و گونه miospore، تایید می کنند که منطقه (کوهای بلند زاگرس) به حوزه Paleo-Peri-Gandwana تعلق دارد (قویدل سیوکی، ۲۰۲۱).

بررسی داده های پالینولوژی سازند دلیچای حکایت از غلبه یک محیط دریایی نسبتا کم عمق و کم اکسیژن دارد، به علاوه بر اساس داده های موجود، آب و هوایی معتدل تا گرم برای در برش چینه شناسی بشم پیشنهاد شد (ده بزرگی و سنماری، ۱۳۹۹). مطالعه منطقه کوه خرباش روشن کرد که سلسله جبال البرز بخشی از خشکی گندوانا در زمان اردویسین بوده است (قویدل سیوکی، ۱۳۸۵). ده بزرگی و همکاران(۱۳۹۷) سازند دلیچای ، علامه و قاسمی نژاد(۱۳۸۷) سازند نیزار، شریفی و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی های پالینولوژیکی بر روی سازند سرچشمه در چاه توس، داوطلب و همکاران(۱۳۹٤) با مطالعه شرق حوضه کپه داغ، عاشوری و همکاران (۱۳۸۹) سازند سرچشمه ، اسپینا و همکاران (۲۰۲۰) درعجبشیر آذربایجان سن مناطق مطالعاتی را مشخص کردند. آقانباتی و همکاران (۱۳۸۱) مطالعات آماری در ناحیه گلندرود انجام دادند. همچنین پژوهش علامه و سردار(۱۳۹٤) درزاوین خراسان رضوی، شریفی و همکاران(۲۰۱۸) نیز سن مناطق مطالعاتی را شناسایی کردند. سجادی و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی خود نتیجه گرفتند که نهشته های سازند دلیچای در شرایط آب و هوای گرم تا نیمه گرم و مرطوب تشکیل شدند. سجادی و همکاران (۲۰۱۰) طی مطالعه ایی نتیجه گرفتند که نهشته های سازند شمشک در برش چینه شناسی شهمیرزاد در شرایط آب و هوای گرم -نیمه گرم و مرطوب شکل گرفتند و امیری و زارعی (۲۰۲۰) سازند پابده را بر مبنای شواهد لیتولوژیکی و پالینولوژیکی بررسی کردند. اولین کشف مطالعه در قفقاز کوچک نشان از محدود کردن بهتر تشکیل دریاچه آن هم به دلیل زمین لغزشی عظیم بود و سن رسوبات نزدیک به ۳۸۰۰سال قبل ارزیابی گردید (جوانین و همکاران،۲۰۲۲).

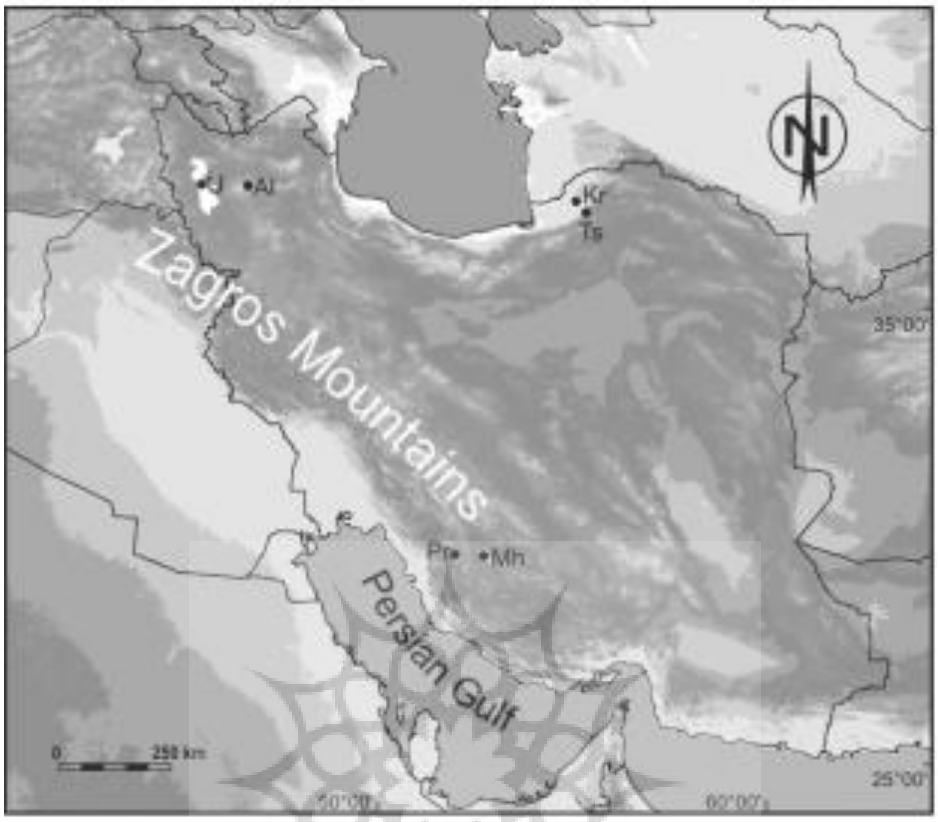
حاکم بودن شرایط احیایی و کمبود اکسیژن در طی رسوبگذاری، بالا بودن محتوای مواد ارگانیکی دریایی و جلبکی به عنوان ماده اولیه شکل گیری هیدروکربن و لیتولوژی شیلی نازک لایه نشان داد سازند (کژدمی) دارای پتانسیل مناسب برای تولید هیدروکربور است (قاسمی نژاد و میرزالو، ۱۳۸۷). نتایج حاصل از بررسی رضایی و همکاران (۲۰۱۵) در میدان سروش نشان داد که سازند از نظر پتانسیل تولید مناسب است و قادر به تولید هیدروکربن با کیفیت تجاری است .کروژن سازند کژدمی در میدان مذکور عمدتا نوع III که توانایی تولید گاز را دارد . توجه به مقایسه نتایج پیرولیز سازند آب تلخ از نظر توان هیدروکربن زایی دارای پتانسیل تولید ضعیف بوده و کروژن غالبا از نوع III است (قاسمی نژاد و رضایی، ۲۰۰۹). مقدار ماده ی آلی در سازند(سرچشمه در چاه A شرق کپه داغ) کم، که از نظر درجه ی بلوغ به مرز پختگی نرسیده و نمی توان آنرا سنگ منشائی مناسب دانست (شریفی و همکاران، ۱۳۹۵).

پالینولوژی، دیرینه اقلیم شناسی و گیاه شناسی در ایران

فلات ایران با واقع شدن بین منطقه آب و هوایی مدیترانه و منطقه متاثر ازباران های موسمی تابستان هند ، دارای پتانسیل عالی برای تحقیقات دیرینه اقلیم شناسایی است (شارما و همکاران، ۲۰۱٤). کهن ترین یافته های گرده ایی ایران از بررسی رسوبات دریاچه ارومیه به دست آمده که تغییرات پوشش گیاهی شمال غربی ایران را در ۲۰۰۰۰۰ سال گذشته نشان می دهد. بر پایه ی این پژوهش در دوره های بین یخبندان پوشش های درختچه ای و درختی و در دوره های یخبندان پوشش های استپی در بلندی های پیرامون دریاچه ارومیه گسترش داشته اند (دجملی و همکاران ۲۰۰۸). نتایج بررسی ملکی و همکاران(۲۰۲۳) در جنوب شرق دریای خزر حاکی از آب و هوای سرد و خشک قبل از آخرین حداکثر یخبندان و به دنبال آن افزایش بارش و تشکیل خاک در طول آخرین حداکثر یخبندان است. در مطالعه دجملی و همکاران (۲۰۰۸) بیان شده که هاگ ریلا می تواند به عنوان یک شاخص دیرینه اکولوژی تغییرات سطح دریاچه در محیط های دریاچه شور واقع در مناطق نیمه خشک استفاده گردد. پژوهش های پالئواکولوژیکی کواترنری در ایران بیشتر در منطقهٔ زاگرس و روی رسوبات دریاچه های زریبار در کردستان، ارومیه ، و میرآباد در جنوب غربی خرم آباد متمرکز بوده است. به طور کلی، بیشتر مطالعات درباره آبوهوای دیرینهٔ ایران شامل دریاچه ها بوده است. بازسازی آبوهوای گذشته در خاورمیانه عمدتاً بر مبنای گرده شناسی بوده است (ملکی و همکاران، ۲۰۱۳).

شکل شماره ۱، نقشه پراکنش رکوردهای گرده ایی شناسایی شده در ایران را نشان میدهد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



تالاب هایی که رکوردهای گرده ایی با وضوح بالا در دسترس دارند (برگرفته از قوی اندام، ۲۰۱۹)

Pr: پریشان　　Mh : مهارلو　　U:ارومیه

Al : آلمالو　　Kr : کنگر　　Ts:توسکاچال

شکل۱.نقشه پراکندگی رکوردهای گرده ایی

ارتباط یخبندان کامل اروپا همزمان با بارش گرده فلات استپ شمال غرب ایران است. این نشان داد که در آن زمان آب و هوا در منطقه زریبار خشک تر و همچنین خنک تر از امروز بود (ون زایست، ۱۹٦۷). بارش گرده های گیاهی در بازسازی تاریخچه پوشش گیاهی و آب و هوای گذشته منطقه خاورمیانه می تواند مفید باشد (دجملی و همکاران،۲۰۰۹). مقایسه رکورد گرده ایی زریبار با مکان‌هایی در یونان، جنوب غربی ترکیه و غرب سوریه نشان می‌دهد که آب و هوای یخبندان قاره‌ای غربی ایران باید نسبت به نواحی نزدیک سواحل مدیترانه برای رشد درختان نامطلوب تر بوده باشد(ون زایست، ۱۹۷۷). پژوهش لروی و همکاران(۲۰۱۱) دو تالاب مهم بین المللی رامسر

در سواحل جنوبی دریای خزر را با استفاده از پالینولوژی بر روی هسته های رسوبی کوتاه به منظور بررسی های دیرین محیطی و دیرین اقلیم مورد مطالعه قرار دادند.

مطالعه ی اصغریان رستمی(۲۰۰۹) بررسی واکنش فرامینیفرهای پلانکتون به گرمایش جهانی را در منطقه زیارت کلاه البرز مرکزی انجام داد واشاره شد مطالعات پالینولوژیک افزایش هاگ قارچ و گونه های گرمادوست را نشان می دهد که تجزیه و تحلیل فرامینیفرال آن را تا ید می کند. سجادی و شخص آبادی (۱۳۸٤) آب و هوای دیرینه منطقه را گرم شناسایی کردند. طبایی و همکاران(۲۰۱۹) در شمال تالاب گاوخونی اصفهان مطالعه ی پالینولوژی و دیرینه زیست محیطی انجام دادند. متاآنالیز آماری بدیع حق و همکاران (۲۰۲۳) نشان داده که توزیع جهانی رکورد Elatocladus (برگ مخروطی) این جنس تا حد زیادی محدود به مناطق گرم در طی مزوزوئیک بوده است.

بررسی و آنالیز گرده های گیاهی مغزه نئور در طی دوره دیریخبندان و هولوسن پیشین حاکی از این است که پوشش گیاهان درختی در حوضه آبریز دریاچه نئور رویش نداشته و توسط عوامل حمل از مناطق دوردست به حوضه آبریز دریاچه نئور وارد شده اند (سلمانی و عزیزی،۱۳۹۵). شاخص های گرده ایی (نسبت فراوانی گرده های خانواده ی گندمیان به درمنه، نسبت فراوانی گرده های درختی به علفی، و نسبت فراوانی گرده های خانواده درمنه به اسفناجیان) دریاچه نئور نشان می دهد که به احتمال دو فاز مرطوب در حدود ۹٦۰۰ و ۸۲۰۰ سال پیش و همچنین یک فاز خشکی در هولوسن پیشین رخ داده است (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۲). اکبری و همکاران (۱۳۹۳) نتایج حاصل از تفسیر نمودارهای گرده در مناطق مختلف ایران را حاکی از وجود دوره دیریخبندان همراه با دوره گرم و سرد متوالی و همچنین دوره سرد یانگر دریاس با شرایط خشک و نامساعد برای رشد درختان دانستند. مقصودی و همکاران(۲۰۱٤) با بررسی نمونه های گرده ایی منطقه، تغییرات آبو هوایی دوران هولوسن پیشین، میانی و پسین را بازسازی کردند. بررسی نتایج نشان داد که منطقه(دریاچه گهر) به طور متناوب شرایط آب و هوایی سرد و مرطوب و خشک و گرم را در گذشته تجربه کرده است (اکبری و همکاران،۲۰۱٦). میلر و همکاران(۲۰۱۳) در مطالعه روی دریاچه چابهار سیل ناگهانی مربوط به سال ۱۸٤۲ پس از میلاد در منطقه را شناسایی کردند.

قوی اندام (۲۰۱۹) ایران را نقطه ملاقات انواع مختلف آب و هوا و همچنین منطقه گل و گیاه نامیده است. بر اساس ترکیب فلوریستیکی و ویژگی های اقلیمی و اکولوژیکی، پوشش گیاهی جنگلی ایران می تواند به مناطق مختلف طبقه بندی شود جنگل های مرطوب و پهن برگ هیرکانی که در امتداد سواحل خزر قرار دارند؛جنگل های نیمه مرطوب ارسباران در استان آذربایجان شرقی (شمال غربی ایران)(تعیین شده به عنوان ذخیره گاه زیست کره یونسکو)؛ استپ جنگلی نیمه خشک رشته کوه های زاگرس در شمال غربی تا جنوب شرقی؛ پوشش گیاهی مرکزی

ایران و تورانی که شامل جنگل های خشک کوهستانی و بیابانی است. سرانجام پوشش گیاهی جنگل های خشک استوایی در امتداد خلیج فارس و دریای عمان (گزارش فائو، ۲۰۱۲–۲۰۱۵). پژوهش رمضانی و همکاران (۲۰۲۳) تغییر اقلیم را عامل اصلی اثرگذار بر ساختار و ترکیب جنگل (هیرکانی) در منطقه ذکر کرده است. سید موسوی و همکاران(۱٤۰۰) گونه های خزه ایی شمال ایران را مورد بررسی پالینولوژیکی قرار دادند. هومانی و همکاران (۲۰۲۱)، (هومانی ،۲۰۲۲) و آخانی و همکاران(۲۰۱۰) پوشش گیاهی جنگل های هیرکانی را مورد بررسی و تحلیل پالینولوژیک قرار دادند. نتایج بررسی رفس و همکاران (۲۰۲٤) نشان داد که بوته‌زارها و مرتع‌ها بر توزیع زیستگاه‌ها در منطقه(جنوب شرق زاگرس) در طول دوره پارینه سنگی میانی به دنبال آن صخره‌ای، بیابانی و استپی میانه و تکه های پراکنده جنگل‌ها غالب بودند. قوی اندام (۲۰۱۹) در پژوهش برهمکنش انسان–اقلیم–اکوسیستم دوران هولوسن در حوضه تخت جمشید نشان داد درختکاری در مقیاس بزرگ که در نمودارهای گرده آشکار شده، شاهدی محکم برای کم تحرکی (سکنه) و حتی شکل گیری مراکز شهری است. بازسازی دیرینه محیطی نشان می دهد که دوره های مرطوب و کشاورزی فشرده مصادف با دوران اوج امپراتوری ایران، نفوذ سیاسی ورفاه اقتصادی بود. بنابراین، رکوردهای دیرینه محیطی زمینه‌ای برای بررسی تأثیر متقابل عوامل سیاسی و اقلیمی در توسعه و تکه تکه شدن سکونتگاه های باستانی و قدرت های امپراتوری در تاریخ اوراسیا مطلوب است (واعظی و همکاران،۲۰۲۲).

تحقیقات پالینولوژیکی شومیلوسکیخ و همکاران(۲۰۲۳) به خاستگاه طبیعی پوشش گیاهی استپی باز در دشت گرگان اشاره دارد. پوشش گیاهی استپ باز در دشت گرگان بر خلاف مطالعات کارپولوژی (میوه و دانه شناسی) و آناتومی چوب که نشان دهنده استفاده گسترده از درختان و درختچه ها در دوره ساسانیان است. نتایج بررسی خوانساری تره و همکاران (۲۰۲۱) در مورد منشا عسل ایرانی نشان داد در حالی که انواع مختلف اصل عسل تک گل در ایران قابل برداشت است، ۸۵ درصد نمونه های جمع آوری شده تقلبی بودند. مطالعه دجملی و همکاران(۲۰۲۰) اذعان می کند طیف گرده اطلاعات جالبی در مورد پوشش گیاهی منطقه ای و محلی، همچنین رفتار جستجوی غذا و رژیم غذایی حیوان (کفتار) نشان داد.آنها مجموعه ای از مناظر مختلف از استپ های بیابانی خشکی طبیعی/نیمه طبیعی، مزارع کشاورزی و مراتع چرا را منعکس کردند. مطالعه تحلیلی دجملی و همکاران(۲۰۱۱) نشان داد که تجزیه و تحلیل گرده کوپرولیت(مدفوع حیوان) می تواند منبع ارزشمندی از اطلاعات را برای درک ترکیب گل و گیاه چشم انداز دیرینه منطقه ایران و تورانی فراهم کند.

نتیجه گیری

دانش پالینولوژی پتانسیل چشمگیری در روشن شدن ابعاد شرایط گذشته و فعلی حوزه مورد مطالعه دارد. اقلیم شناسان برای ارزیابی تحولات و رویدادهای اقلیمی از گذشته تاکنون؛ وضعیت خشکسالی، ترسالی، پیش روی،

پس روی دریا ها و دریاچه ها از دانش پالینولوژیکی استفاده می کنند. گیاه شناسان به منظور ترسیم وضعیت گذشته پوشش گیاهی، فرآیند رشد، توقف جامعه گیاهی از شواهد پالینولوژیکی کمک می گیرند. شواهد پالینولوژیکی زیست شناسان را قادر می سازد مطالعات اکولوژیکی انجام می دهند. زمین شناسان به منظور چینه نگاری تعیین سن، وضعیت سازندهای رسوبی، شناسایی کیفیت و کمیت ذخایر فسیلی نفت، گاز، زغال سنگ، باستان شناسی با بررسی گذشته تمدنی از علم پالینولوژی استفاده میکند .دانش پزشکی ، علوم قضایی، حقوقی به تحلیل منشا و نوع گرده ها مطالعات مربوطه را توسعه می دهند.

پژوهش های بر پایه پالینولوژیکی در ایران عمدتا در بخش های شمالی، شمال غربی، شمال شرقی و منطقه زاگرس صورت گرفته ولی در مناطق جنوب شرقی، شرق پژوهش کمتری طراحی شده است. مطالعاتی که در ایران انجام شده زمینه عمده آن ها در حوزه ۱-زمین شناسی ۲- دیرینه اقلیم _پوشش گیاهی ۳- گیاه شناسی اجرا شده اند. همچنین بررسی منابع نشان داد که در حوزه پزشکی، قضایی، حشره شناسی پژوهش داخلی انجام نشده است. در ایران به دلیل تنوع اقلیمی، زیستی، پوشش های گیاهی، زمین شناسی و مهم تر از همه وجود سایت های باستان شناسی چشمگیر پژوهشگران این امکان را دارند که مطالعات مهم و تاثیرگذار اجرا کنند. محوطه های باستانی از مولفه های مهم تاریخ فرهنگی مناطق و جز ء منابع تجدید ناپذیر هستند که در طول زمان در معرض تهدید عوامل محیطی و انسانی قرار دارند (حیدری دستنائی، ۱۴۰۳). با توجه به شرایط حساس زیست بوم، بهره برداری روز افزون از منابع طبیعی به دنبال رشد جمعیت و فن آوری، پالینولوژی می تواند به **محققان داخلی در شناسایی ابعاد و ظرفیت دیرینه منابع محیطی، اکولوژی و ترسیم وضعیت فعلی نقش مهمی در برنامه ریزی و مدیریت منابع در رسیدن به توسعه پایدار داشته باشد.**

منابع

1. آقانباتی ، سیدعلی، قاسمی نژاد، ابراهیم ، سعیدی، عبدالله ، احمدزاده هروی، محمود ، دبیری، امید.(۱۳۸۱) . پالینواستراتیگرافی نهشته های تریاس بالا در البرز شمالی (مناطق گلندرود و پالند). فصلنامه علوم زمین سال دوازدهم شماره ٤٥ (پیاپی ٤٦، پاییز و زمستان ۱۳۸۱).

2. اکبری، طیبه، قدیمی، اشرف اسدی ،مهرنوش (۱۳۹۳). مطالعه تغییرات آب و هوای دیرینه ایران با استفاده از گرده شناسی . چهارمین کنفرانس بین المللی چالش های زیست محیطی و گاهشناسی درختی.

۳. اکبری, لک, شهبازی, قدیمی, اسدی, اشرف, ... و هرمان. (۲۰۱٦). تحلیل ژئوشیمی و پالینولوژیکی رسوبات دریاچه گهر و شناسایی آب و هوای دیرین زاگرس مرتفع. فصلنامه کواترنری ایران, ۲(۱), ۲۷-٤۰.

٤. امیری, مهسا, زارعی, الهه. (۲۰۲۰). بررسی نوسانات سطح نسبی آب دریا طی نهشته‌شدن سازند گورپی برمبنای داده‌های پالینولوژیکی در غرب دهلران. پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی, ۳٦(۳), ۷۷-۹٦.

۵.حیدری دستنائی، محسن. (۱٤۰۳). بررسی و ارزیابی عوامل مؤثر بر تخریب محوطه‌های باستانی در ارتفاعات جنوب غربی ایران: محوطه‌های پیش از تاریخ در شهرستان لاران استان چهارمحال و بختیاری .***جغرافیا و روابط انسانی*** **, *6*(4), 817-839. doi: 10.22034/gahr.2024.435571.2034**

٦. خندابی و قویدل سیوکی. (۲۰۱۳). پالینواستراتیگرفی و پالئوژئوگرافی سازندهای لشکرک و قلی واقع در ناحیه ابرسج، شمال غرب شاهرود. پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی, ۲۸(٤), ۳۵-۵۸.

۷. ده بزرگی و سنماری. (۲۰۲۰). پالینوستراتیگرافی، آب و هوا و محیط دیرینه سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی بشم (البرز شرقی). *رخساره‌های رسوبی*, ۱۳(۱), ۱-۲۱.

۸. ده بزرگی ، افسانه، هاشمی یزدی، فیروزه و سجادی هزاوه فرشته .(1397) پالینوستراتیگرافی و محیط رسوبی دیرینه سازند دلیچای در برش چینه شناسی پل دختر، البرز مرکزی. دوفصلنامه رسوب شناسی کاربردی، دوره: ٦، شماره :۱۱

۹. داوطلب، قاسمی نژاد، ابراهیم، وحیدی نیا وعاشوری. (۲۰۱٦). زیست چینه نگاری، ریزرخساره‌ها و محیط رسوبی سازند تیرگان در شرق حوضه کپه‌داغ براساس پالینومورفها و روزن‌داران کف‌زی. رخساره‌های رسوبی, ۸(۲), ۱۵۸-۱۷۵.

۱۰. داوودی، محمود، عزیزی، قاسم، مظفریان، ولی اله، ... & داود. (۲۰۱۵). گرده‌های فسیل دریاچه پریشان از دیدگاه آب‌وهواشناسی دیرینه. فصلنامه کواترنری ایران, ۱(۳), ۲٦۵-۲۸۰.

۱۱. رضایی، ز. ، قاسمی نژاد،ا. ، ابراهیم،حاجی کاظمی، شیخ ذکریایی و سید جمال. (۲۰۱۵). بررسی شرایط محیط و خصوصیات ژئوشیمیایی سازند کژدمی در میدان نفتی سروش بر اساس شواهد پالینولوژیکی و پیرولیز راک-اول. پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی, ۳۱(۲), ۳۵-۵۰.

۱۲. سیدموسوی ، سیده سپیده ، محمودی اطاقوری، آرمان ، زارع ، حبیب ، آقاجانزاده، طاهره السادات. بررسی فیتوشیمیایی و پالینولوژی خزه های Homalia besseri، Forsstroemia remotifolia و Pseudoleskeella catenulata در شمال ایران. فصلنامه علمی پژوهش و توسعه جنگل. جلد ،7شماره 3،صفحه ۴۰۳-۴. (۱۴۰۰).

۱۳. سجادی, درمنکی فراهانی, و هاشمی یزدی. (۲۰۱۸). پالینولوژی سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی گویداغ، جنوب‌شرقی مراغه بر مبنای داینوفلاژله‌ها. پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی, ۳۴(۱), ۹۱-۱۰۸.

۱۴. قویدل سیوکی م., و حسین زاده مقدم م. س. پالینو استراتیگرافی رسوبات پالئوزوئیک پیشین در جنوب ناحیه فاضل آباد (خولین دره) جنوب شرق گرگان. پژوهشهای چینه نگاری و رسوب شناسی. سال بیست و ششم – شماره پیاپی ۳۸، شماره اول، بهار .۱۳۸۹.

۱۵. سجادی فرشته, هاشمی سیدحسن وهاشمی فیروزه. (۱۳۸۸). پالینواستراتیگرافی سازند دلیچای در برش چینه شناسی بلو، شمال سمنان بر اساس میوسپورها.. فصلنامه زمین شناسی ایران، پیاپی ۱۰ (تابستان ۱۳۸۸)، صص ۵۹ -۶۷.

۱۶. سجادی, هاشمی, رضازاده وهاشمی. (۲۰۱۰). استفاده از شواهد پالینولوژی در بازسازی محیط تشکیل رسوبات سازند شمشک، شمال سمنان. پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی, ۲۶ (۲), ۱۲۹-۱۴۸.

۱۷. سجادی ، فرشته، سخص آبادی، الهام .(۱۳۸۴). پالینولوژ ی سازند آب حاجی در برش باب نیزو ، شمال غرب کرمان . نهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران – ۱۳۸۴.

۱۸. شریفی، محمد, قاسمی نژاد, ابراهیم, اختری, صرفی ویزدی مقدم. (۲۰۱۸). پالینولوژی سازند بازیاب در برش بازیاب، ایران مرکزی. فصلنامه علمی علوم زمین, ۲۸ (۱۰۹), ۳۱۹-۳۲۶.

۱۹. شریفی، محمد ، قاسمی نژاد، ابراهیم، اختری، مریم. (۱۳۹۶) . پالینواستراتیگرافی، پالینوفاسیس و ارزیابی پتانسیل هیدروکربورزایی سازند سرچشمه در چاهA-، شرق کپه داغ، ایران. ماهنامه اکتشاف و تولید نفت و گاز، پیاپی ۱۴۲ (فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۶)، صص ۴۸-۵۳

۲۰. شریفی، محمد، قاسمی نژاد، ابراهیم، اختری، مریم. (۱۳۹۲). پالینواستراتیگرافی، پالینوفاسیس و پالیواکولوژی سازند سرچشمه در چاه توس ۱، شرق کپه داغ. دوفصلنامه دیرینه شناسی، دوره: ۱، شماره: ۲.

۲۱. سلمانی، داوود، عزیزی ،قاسم . (۱۳۹۲).شواهد گرده شناسی تغییرات اقلیمی هولوسن در شمال غرب ایران (مطالعه موردی دریاچه نئور).https://ut.ac.ir/fa/thesis.

۲۲. عاشوری، قاسمی نژاد, ابراهیم, داوطلب وحیدی نیا. (۲۰۱۱). پالینواستراتیگرافی و محیط دیرینه سازند سرچشمه در برش چینه شناسی انجیربلاغ، شرق حوضه رسوبی کپه داغ. پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی, ۲۶(٤), ۱-۲۰.

۲۳. علامه محسن وقاسمی نژاد ابراهیم. پالینولوژی و محیط دیرینه سازند نیزار در شرق حوضه رسوبی کپه داغ (۱۳۸۷). جلد سیو چهارم) (۱۳۸۷شماره (۱۷۳-۱۸۵) ۲.

۲٤. علامه، محسن و سردار ،زهرا. (۱۳۹٤). پالینولوژی‌وپالینوفاسیس‌سازندآیتامیردربرش‌زاوین(خراسان‌رضوی). بهار ،۹٤سال بیست و چهارم، شماره ،۹۵صفحه ۱۳۵تا ۱٤٤.

۲۵. عزیزی، قاسم, اکبری ازیرانی, هاشمی, یمانی, مقصودی, ... وعباسی جغناب. (۲۰۱۳). تحلیل پالینولوژیکی رسوبات دریاچه ی نئور به منظور بازسازی فازهای رطوبتی دیرینه دریاچه ی نئوردر اواخر پلئیستوسن و اوایل هولوسن. پژوهش های جغرافیای طبیعی, ٤۵(۱), ۱-۲۰.

۲٦. قاسمی نژاد، ابراهیم ورضایی. (۲۰۰۹). پالینولوژی و پتانسیل نفتی سازند آب تلخ (کرتاسه: کامپانین زیرین–ماستریختین زیرین) در حوضه رسوبی کپه داغ، شمال شرق ایران. پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی, ۲۵(۱), ٦٦-۵۳.

۲۷. قاسمی نژاد، ابراهیم ، میرزالو، مریم .(۱۳۸۷). تطابق رخساره های پالینولوژیکی و پتانسیل هیدروکربورزایی سازند کژدمی در برش تنگ ماغر. مجله علوم دانشگاه تهران، سال سی و چهارم شماره ۲ (تابستان ۱۳۸۷)، ص ۱۵۵.

۲۸. قویدل سیوکی، مهدویان, و مونا. (۲۰۱۰). پالینو استراتیگرافی رسوبات دونین درناحیه هوتک واقع در شمال کرمان. پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی, ۲٦(۲), ۱۹-۳۲.

۲۹. ملکی, عزیزی, قاسم, کریمی, شهبازی, و رستمی. (۲۰۱۷). تغییرات اقلیم و پوشش گیاهی هولوسن در ایران. فصلنامه کواترنری ایران, ۳(۳), ۲۰۵-۲۲۹.

۳۰. مقصودی, مهران, عزیزی و داودی. (۲۰۱٤). بازسازی تغییرات آب‌وهوایی هولوسن در زاگرس جنوبی: شواهد گرده‌شناسی و زغال در رسوبات دریاچه پریشان. پژوهش های ژئومورفولوژی کمی, ۹(۳), ٦٥-۷۹.

۳۱. محمد قویدل سیوکی ، (۲۰۰٦). پالینواستراتیگرافی و پالئوژئوگرافی رسوبات کامبرین-جنوب غرب شهرستان شاهرود (کوه خرباش، نزدیک ده ملا) البرز مرکزی، شمال ایران. مجله علوم دانشگاه تهران ۳۲(۱).
۳۲. محمد قویدل سیوکی (۱۳۸۹) .پالینولوژی و کاربرد آن در زمین شناسی پره کامبرین (پروتروزوئیک)،پالئوزوئیک و مزوزوئیک با تاکید بر نمونه های فسیل از ایران. تهران، تابستان ۱۳۸۹.
۳۳. نوری, شیوا, قاسمی نژاد, ابراهیم, و مجیدی فرد. (۲۰۱۷). پالینواستراتیگرافی و پالینوفاسیس سازند سنگانه در برش دهانه غلامان در کپه داغ مرکزی. فصلنامه علمی علوم زمین, ۲٦(۱۰٤), ۱۰۳-۱۱۲.

۳٤. هاشمی, و نظام وفا. (۲۰۱٤). پالینولوژی و پالئواکولوژی سازند زکین، میدان گازی کیش، شمال خلیج فارس. پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی, ۳۰(۳), ۱-۱٦.

۳۵. هاشمی یزدی، فیروزه. (۱۳۹۹). علم دیرینه گیاهی و گیا ه شناسی روز. جلد ۵، شماره ۲، پیاپی ۲۱، خرداد-تیر ۱۳۹۹.

۳٦. یزدی مقدم, عاشوری, جمالی, امیرمحمد, کشمیری, محجوبه, ... و ابراهیم. (۲۰۱٤). پالینولوژی و پالئواکولوژی سازندهای سرچشمه و سنگانه در برش چینه شناسی باغک واقع در شرق کپه داغ. پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی, ۳۰(۳), ۱۷-۳۳.

References

37. Akhani, H., Djamali, M., Ghorbanalizadeh, A., & Ramezani, E. (2010). Plant biodiversity of Hyrcanian relict forests, N Iran: an overview of the flora, vegetation, palaeoecology and conservation. *Pakistan Journal of Botany*, *42*(1), 231-258.

38. Alotaibi, S. S., Sayed, S. M., Alosaimi, M., Alharthi, R., Banjar, A., Abdulqader, N., and Alhamed, R. (2020). Pollen molecular biology: Applications in the forensic

palynology and future prospects: A review. *Saudi journal of biological sciences*, *27*(5), 1185-1190.

39. Andam, S. S. G. (2019). A Pedoanthracological and Palynological Approach to Study Man-climate-ecosystem Interactions During the Holocene in Persepolis Basin (SW-Iran) (Doctoral dissertation, Universität Regensburg).

40. Armstrong H.A. and Brasier M.D. 2005. Microfossil in: Hart M. (Ed.). Geological Magazine. 2nd (ed.) Blackwell Publishing, Malden, Oxford, Carlton.

41. Arguelles, P., Reinhard, K., & Shin, D. H. (2015). Forensic palynological analysis of intestinal contents of a Korean mummy. *The Anatomical Record*, *298*(6), 1182-1190.

42. Asgharian Rostami, M. (2009). Planktonic foraminifera response to sudden global warming in Late Maastrichtian, a case study from Ziyarat-Kola, Central Alborz, Iran. *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran*, *20*(3).

43. Badihagh, M. T., Uhl, D., Xu, Y., & Wang, Y. (2023). New record of Elatocladus from the Middle Jurassic of Iran, with global diversity and palaeogeography overview. *Review of Palaeobotany and Palynology*, *311*, 104840.

44. Bertini, A., Piccini, L., Ricci, M., & Massini, M. (2022). Palynological evidence of Middle Pleistocene palaeoenvironmental changes from the 'Buca dell'Onice'flowstone (Alpi Apuane, Central Italy). *The Depositional Record*, *8*(1), 340-354.

45. Bock, J. H., & Norris, D. O. (2005). Forensic botany. AccessScience@ McGraw-Hill, http://www. accessscience. com, DOI, 10, 1097-8542.

46.Boyd, W. E., & Hall, V. A. (1998). Landmarks on the frontiers of palynology: an introduction to the IX International Palynological Congress Special Issue on New Frontiers and Applications in Palynology. Review of Palaeobotany and Palynology, 103(1-2), 1-10.

47. Bryant, V. M., & Jones, G. D. (2006). Forensic palynology: Current status of a rarely used technique in the United States of America. Forensic Science International, 163(3), 183-197.

48. Dawson, L. A., & Mayes, R. W. (2015). Criminal and environmental soil forensics: soil as physical evidence in forensic investigations. In *Introduction to environmental forensics* (pp. 457-486). Academic Press.

49. Djamali, M., de Beaulieu, J.-L., Shah-Hosseini, M., Andrieu-Ponel, V., Amini, A., Akhani, H. Leroy, S.A.G., Stevens, L., Alizadeh, H., Ponel, P. & Brewer, S. (2008). A late Pleistocene long pollen record from Lake Urmia, NW Iran. Quaternary Research 69: 413–420.

50. Djamali, M., de Beaulieu, J. L., Campagne, P., Andrieu-Ponel, V., Ponel, P., Leroy, S. A. G., & Akhani, H. (2009). Modern pollen rain–vegetation relationships along a forest–steppe transect in the Golestan National Park, NE Iran. *Review of Palaeobotany and Palynology*, *153*(3-4), 272-281.

51. Djamali, M., Kürschner, H., Akhani, H., de Beaulieu, J. L., Amini, A., Andrieu-Ponel, V., ... & Stevens, L. (2008). Palaeoecological significance of the spores of the liverwort Riella (Riellaceae) in a late Pleistocene long pollen record from the hypersaline Lake Urmia, NW Iran. *Review of palaeobotany and palynology*, *152*(1-2), 66-73.

52. Djamali, M., F. Biglari, K. Abdi, V. Andrieu-Ponel, J-L. de Beaulieu, M. Mashkour and Ph. Ponel (2011) Pollen analysis of coprolites from a late Pleistocene-Holocene cave deposit (Wezmeh Cave, west Iran): insights into the late Pleistocene and late Holocene vegetation and flora of the central Zagros Mountains, Journal of Archaeological Sceince, doi:10.1016/j.jas.2011.08.001.

53. Djamali, M., Mashkour, M., Akhani, H., Belkacem, D., Gambin, B., Leydet, M., ... & Gandouin, E. (2020). Pollen analysis of present-day striped hyena (Hyaena hyaena) scats from central Iran: Implications for dryland paleoecology and animal paleoethology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, *281*, 104277.

54. Doyle, S. (2020). A review of the current quality standards framework supporting forensic science: Risks and opportunities. Wiley Interdisciplinary Reviews: Forensic Science, 2(3), e1365.

55. Edwards, K. J., Fyfe, R. M., & Jackson, S. T. (2017). The first 100 years of pollen analysis. Nature Plants, 3(2), 1-4.

56. Fletcher, W. J., Boski, T., & Moura, D. (2007). Palynological evidence for environmental and climatic change in the lower Guadiana valley, Portugal, during the last 13 000 years. The Holocene, 17(4), 481-494.

57. Ghavidel-Syooki, M. (2003). Palynostratigraphy of Devonian sediments in the Zagros Basin, southern Iran. Review of Palaeobotany and Palynology, 127(3-4), 241-268.

58. Ghavidel-Syooki, M. (2021). Peri-Gondwanan acritarchs, chitinozoans, and miospores from Paleozoic succession in the High Zagros Mountains, southern Iran: Regional stratigraphic significance and paleogeographic implications. Review of Palaeobotany and Palynology, 292, 104457.

59. Ghavidel-Syooki, M., Hassanzadeh, J., & Vecoli, M. (2011). Palynology and isotope geochronology of the Upper Ordovician–Silurian successions (Ghelli and Soltan Maidan Formations) in the Khoshyeilagh area, eastern Alborz Range, northern Iran; stratigraphic and palaeogeographic implications. Review of Palaeobotany and Palynology, 164(3-4), 251-271.

60. Ghavidel-Syooki, M. (2017). Cryptospore and trilete spore assemblages from the Late Ordovician (Katian–Hirnantian) Ghelli Formation, Alborz Mountain Range, Northeastern Iran: Palaeophytogeographic and palaeoclimatic implications. Review of Palaeobotany and Palynology, 244, 217-240.

61. Grayson, J. F. (1960). Application of palynology to geology. AAPG Bulletin, 44(1), 127-127.

62. Halbritter, H., Ulrich, S., Grímsson, F., Weber, M., Zetter, R., Hesse, M., ... & Frosch-Radivo, A. (2018). Palynology: history and systematic aspects. Illustrated pollen terminology, 3-21.

63. Hadler, P., Dias, A. S., & Bauermann, S. G. (2013). Multidisciplinary studies of Southern Brazil Holocene: archaeological, palynological and paleontological data. Quaternary International, 305, 119-126.

64. Huntley, M. J., Mathewes, R. W., & Shotyk, W. (2013). High-resolution palynology, climate change and human impact on a late Holocene peat bog on Haida Gwaii, British Columbia, Canada. The Holocene, 23(11), 1572-1583.

65. Homami Totmaj, L., Ramezani, E., Alizadeh, K., & Behling, H. (2021). Four millennia of vegetation and environmental history above the Hyrcanian forest, northern Iran. Vegetation History and Archaeobotany, 30, 611-621.

66. https://www.environmentalscience.org/palynology

67. https://www.floridamuseum.ufl.edu/paleobotany/palynology

68. Joannin, S., Capit, A., Ollivier, V., Bellier, O., Brossier, B., Mourier, B., ... & Perello, B. (2022). First pollen record from the Late Holocene forest environment in the Lesser Caucasus. *Review of Palaeobotany and Palynology*, *304*, 104713.

69. Khansaritoreh, E., Salmaki, Y., Azirani, T. A., Henareh, F., Alizadeh, K., Ramezani, E., ... & Behling, H. (2021). The sources and quality of Iranian honey. *Heliyon*, *7*(4).

70. Laallam, H., Rouidja, S., Bergoug, S., Tlili, R., & Chenchouni, H. (2024). Every pollen grain tells a story: A palynological analysis of selected melliferous plant species native to the Sahara Desert with implications for honey origin determination. *Current Plant Biology*, *38*, 100348.

71. Leroy, S. A. G., Lahijani, H. A. K., Djamali, M., Naqinezhad, A., Moghadam, M. V., Arpe, K., ... & Beni, M. N. (2011). Late Little Ice Age palaeoenvironmental records from the Anzali and Amirkola Lagoons (south Caspian Sea): Vegetation and sea level changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *302*(3-4), 415-434.

72. Manten, A. A. (1966). Half a century of modern palynology. *Earth-Science Reviews*, *2*, 277-316.

73. Mahmoodi, K., Pakravan, M., & Mozaffarian, V. (2018). Morphological, anatomical and palynological studies of the genus Zoegea L.(Asteraceae) in Iran.

74. Mafi, A., Ghasemi-Nejad, E., Ashouri, A., & Vahidi-Nia, M. (2014). A note on the discovery of the suturocavate dinoflagellate cyst (Limbodinium absidatum) in the Middle East (Binalud Mountains, NE Iran). *Journal of African Earth Sciences*, *92*, 21-24.

75. Maleki, S., Khormali, F., Kehl, M., Azizi, G., Shahpouri, F., Shahbazi, R., & Frechen, M. (2023). A loess-paleosol record of climate and vegetation change during

the past 27,000 years from South-East of the Caspian Sea, Iran. *Quaternary International*, *652*, 1-16.

76. Miller, C. S., Leroy, S. A. G., Izon, G., Lahijani, H. A. K., Marret, F., Cundy, A. B., & Teasdale, P. A. (2013). Palynology: a tool to identify abrupt events? An example from Chabahar Bay, southern Iran. *Marine Geology*, *337*, 195-201.

77. M. Coyle H, Robertson J, (2023). Forensic Botany: Encyclopedia of Forensic Sciences, Third Edition (Third Edition) Volume 2, 2023, Pages 503-510.

78. Maleki Porazmiani, S., Ghasemi-Nejad, E., & Farmani, T. (2020). Palynology and sequence stratigraphy of the Albian-Cenomanian strata from the Koppeh-Dagh Basin, northeastern Iran. *Geopersia*, *10*(2), 351-365.

79.Ochando, J., Munuera, M., Carrión, J. S., Fernández, S., Amorós, G., & Recalde, J. (2018). Forensic palynology revisited: Case studies from semi-arid Spain. *Review of palaeobotany and palynology*, *259*, 29-38.

80. Ramezani, E., de Klerk, P., Naqinezhad, A., Theuerkauf, M., & Joosten, H. (2023). Long-term dynamics of Oriental beech (Fagus orientalis Lipsky) stands in the Hyrcanian forests of northern Iran. *Review of Palaeobotany and Palynology*, *312*, 104871.

81. Rofes, J., Stoetzel, E., Darvish, J., Khazaeli, R., Djamali, M., Ordiales, A., ... & Mashkour, M. (2024). Evolving landscape and cultural change during the Middle Palaeolithic in Southeast Zagros (Iran): Insights from a micromammal assemblage. *Quaternary Science Reviews*, *333*, 108657.

82. Rütten, D.; Santarius, K. A., Age-related differences in frost sensitivity of the photosynthetic apparatus of two Plagiomnium species. *Planta* **1992,** *187* (2), 224-229.

83. Rütten, D.; Santarius, K. A., Seasonal variation in frost tolerance and sugar content of two Plagiomnium species. *Bryologist* 1993, 564-568.

84. Rull, V. (2002). High-impact palynology in petroleum geology: Applications from Venezuela (northern South America). *AAPG bulletin*, *86*(2), 279-300.

85. Rull, V., Montoya, E., Giesecke, T., & Morris, J. L. (2018). Palynology and vegetation history. *Frontiers in Earth Science*, *6*, 186.

86. Simpson, M. G. (2010). *Palynology. Plant Systematics, 561–571.* doi:10.1016/b978-0-12-374380-0.50012-9.

87. Shumilovskikh, L., Djamali, M., de Beaulieu, J. L., Ponel, P., Nokandeh, J., Rekavandi, H. O., & Sauer, E. (2023). Woodland use in treeless landscapes? A compilation of botanical data from NE Iran during the Sasanian Empire. *Quaternary International*, *659*, 34-44.

88. Spina, A., Cirilli, S., Sorci, A., Clayton, G., Gennari, V., Ghorbani, M., ... & Rettori, R. (2020). Palynology of the Permian succession from the Ajabshir area (Azerbaijan, Central Iran): a preliminary report. *Geopersia*, *10*(1), 211-225.

89. Sharma, J., Alimohammadian, H., Bhattacharyya, A., Ranhotra, P., Djamali, M., Scharrer, S., and Bruch, A. (2014). Exploratory palynological analysis of Quaternary lacustrine deposits around Damavand volcano, Northern Iran. *Geopersia*, *4*(1), 1-10.

90. Tokunaga, S. (1963). The Role of Palynology in the Exploration of Fuel Resources. *Mining Geology*, *13*(57), 1-7.

91. Totmaj, L. H. (2022). *Long-term Vegetation Dynamics Along Altitudinal and Longitudinal Gradients in the Hyrcanian Forest Region (northern Iran)* (Doctoral dissertation, Georg-August-Universität Göttingen).

92. Tyson R.V. 1993. Palynofacies analysis. In: Applied Micropaleontology, Jenkins D.G. (Eds.). Kluwer Academic Publishers. The Netherlands, Amsterdam. 153-191.

93. Tyson R.V. 1995. Sedimentary organic matter; organicfacies and palynofacies. Chapman and Hall, London: 615p.

94. Tabaei, M., Ayoubi, S., & Aghaei, A. (2019). Early Holocene Paleoenvironmental changes in North of Gavkhouni Swamp-East of Isfahan-Iran: a review of evidence from palynology. *Geopersia*, *9*(1), 81-87.

95. Van Zeist, W., & Bottema, S. (1977). Palynological investigations in western Iran. *Palaeohistoria*, 19-85.

96. Vaezi, A., Routh, J., Djamali, M., Gurjazkaite, K., Tavakoli, V., Beni, A. N., & Roberts, P. (2022). New multi-proxy record shows potential impacts of precipitation

on the rise and ebb of Bronze Age and imperial Persian societies in southeastern Iran. *Quaternary Science Reviews*, *298*, 107855.

97. Van Zeist, W. (1967). Late Quaternary vegetation history of western Iran. *Review of palaeobotany and palynology*, *2*(1-4), 301-311.

98. Wiltshire, P. E. J. (2016). Forensic Botany. 2016, Pages 520-527.

99. Walsh, K. A., & Horrocks, M. (2008). Palynology: its position in the field of forensic science. *Journal of forensic sciences*, *53*(5), 1053-1060.

100. Yuan, Q., Barbolini, N., Rydin, C., Gao, D. L., Wei, H. C., Fan, Q. S., ... & Vajda, V. (2020). Aridification signatures from fossil pollen indicate a drying climate in east-central Tibet during the late Eocene. *Climate of the Past*, *16*(6), 2255-2273.

101.Yao, Q., Liu, K. B., Rodrigues, E., Fan, D., & Cohen, M. (2023). A palynological record of mangrove biogeography, coastal geomorphological change, and prehistoric human activities from Cedar Keys, Florida, USA. *Science of the Total Environment*, *859*, 160189.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی