فصلنامهٔ کواترنری ایران (علمی- پژوهشی)، دورهٔ ۱، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۴
ص ۲۶۵-۲۸۰

گرده‌های فسیل دریاچهٔ پریشان از دیدگاه آب‌وهواشناسی دیرینه

محمود داودی، استادیار، گروه جغرافیا، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه گیلان، گیلان، رشت
قاسم عزیزی*، دانشیار گروه جغرافیای گروه جغرافیای طبیعی، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران
ولی‌الله مظفریان، دانشیار مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (باغ ملی گیاه‌شناسی)، تهران، پیکان شهر، باغ ملی گیاه‌شناسی
رضا صفایی‌راد، دانشجوی دکتری آب‌وهواشناسی دیرینه، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران
داود سلمانی، کارشناس‌ارشد اقلیم‌شناسی، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۴/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۸/۱۸

چکیده

امروزه، مطالعات آب‌وهواشناسی دیرینه به دلیل کاربرد در مسائلی چون بررسی تغییرات آب‌وهوایی گذشتهٔ کرهٔ زمین، باستان‌شناسی، درک میزان تأثیر انسان بر تغییرات زیست‌محیطی، بازسازی داده‌های آب‌وهوایی طولانی‌مدت و شبیه‌سازی محیط‌های دیرینه یکی از محبوب‌ترین زمینه‌های مطالعاتی شده است. از جمله روش‌های متداول در مطالعات آب‌وهواشناسی دیرینه روش گرده‌شناسی و از جمله مهم‌ترین ابزار این روش، اطلس‌های گرده‌شناسی است. در ایران مطالعات آب‌وهواشناسی دیرینه و به‌تبع آن روش گرده‌شناسی سابقهٔ چندانی ندارد و کمبودهای زیادی در این رشته وجود دارد. از جملهٔ این کمبودها می‌توان به نبود اطلس گرده‌های گیاهی ایران اشاره کرد. با توجه به این مسئله، در این مقاله سعی شده است با معرفی گرده‌های گیاهی حوضهٔ آبریز دریاچهٔ پریشان، بخشی از این خلأ پرشود. بدین منظور، گردهٔ گیاهان منطقه و مغزهٔ دریاچهٔ پریشان استخراج شد. برای جداسازی گرده‌های گیاهی از نمونهٔ رسوبی از روش استاندارد استخراج گرده‌های گیاهی استفاده شد. در نهایت، با تهیهٔ اسلاید و کدگذاری آن‌ها، با استفاده از میکروسکوپ نوری گرده‌ها شناسایی و عکسبرداری شد. در مجموع، تعداد ۲۸ گرده شناسایی شد که مشخصات و تصویر هر گرده آمده است.

کلیدواژه‌ها: *آب‌وهواشناسی دیرینه، دانهٔ گرده، دریاچهٔ پریشان، گرده‌شناسی.*

مقدمه

وقوع تغییرات آب‌وهوایی حتی به‌صورت جزئی بر تمام ارکان زندگی بشر و حیات طبیعی آثار فاحش و قابل‌توجهی دارد (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۹). تغیرپذیری طبیعی، ویژگی ذاتی اقلیم است که هم در مقیاس زمانی کوتاه‌مدت و هم در مقیاس زمانی بلندمدت روی می‌دهد (هارپال و تاپر، ۱۳۸۸: ۳۱۷)، چنانکه اقلیم و شرایط اکولوژیکی زمین در طول دوران‌های مختلف زمین‌شناسی دچار دگرگونی‌ها و نوسان‌های شدیدی شده است (ایوبی و همکاران، ۱۳۸۲: ۵۱).

آگاهی از تغییرات محیطی گذشته نه‌تنها زمینه‌ای را برای مطالعهٔ تغییرات حال و آینده فراهم می‌سازد، بلکه ما را در شناسایی سازوکارهای طبیعی مهم و مؤثر در تغییرپذیری‌های آب‌وهوایی یاری می‌رساند. آنچه مسلم است، بررسی آب‌وهواشناسی دیرینه نیازمند تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی گذشته، با استفاده از تکنیک‌ها و ابزارهایی است که چندین محقق یا آزمایشگاه به کار برده‌اند (ترون، ۲۰۰۶: ۳۶۸). کاربرد مطالعات آب‌وهواشناسی دیرینه در جهان تا حدود زیادی رو به پیشرفت است و کارهای زیادی نیز انجام شده است. اما، متأسفانه این مطالعات در ایران انگشت‌شمار است که ضرورت انجام این مطالعات را دوچندان می‌کند.

شناخت رفتار آب‌وهوا و الگوهای آن طی دوره‌های طولانی‌مدت کمک زیادی به تعیین آب‌وهوای آینده خواهد

* نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۲۳۸۴۱۱۹۲ ghazizi@ut.ac.ir

کرد. از این‌رو، آب‌وهواشناسان و متخصصان علوم محیطی به بحث‌های آب‌وهوای دیرینه[1] و دیرینهٔ محیط‌شناسی توجه زیادی نشان داده‌اند. از طریق مطالعات آب‌وهوای دیرینه می‌توان عناصر آب‌وهوایی گذشته را بازسازی و الگوهای آب‌وهوایی آینده را پیش‌بینی کرد. در واقع، برای پیش‌بینی آب‌وهوای آینده به داده‌های طولانی‌مدت نیاز است، در حالی که ابزار سنجش و اندازه‌گیری مستقیم اطلاعات هواشناسی فقط قادر به ارائهٔ تصویری از آب‌وهوای چند دههٔ گذشته است. همان‌طور که استنباط می‌شود برای برطرف‌کردن فقر اندازه‌گیری مستقیم، متخصصان دیرینهٔ آب‌وهواشناسی باید با استفاده از شواهد و مدارک غیرمستقیم، داده‌ها را کشف و بازسازی کنند. چنین شواهدی در رسوبات کف اقیانوس‌ها و دریاچه‌ها، صدف‌های فسیل و مغزه‌های یخی، خاک‌های قدیمی، حلقه‌های رشد درختی، پوشش گیاهی گذشته و حتی اسناد تاریخی یافت می‌شود (عزیزی، ۱۳۸۳: ۱۰۲) که از آن‌ها برای مطالعات آب‌وهواشناسی دیرینه استفاده می‌شود.

از جمله روش‌های مهم در مطالعات آب‌وهواشناسی دیرینه، گرده‌شناسی[2] است. فرض پایه در این روش این است که تغییر آب‌وهوا در میزان و نوع پوشش گیاهی تأثیر مستقیم دارد و تغییرات پوشش گیاهی نشان‌دهندهٔ تغییرات آب‌وهوا خواهد بود. با استفاده از شناسایی گرده‌های گیاهی باقی‌مانده در رسوبات گذشته می‌توان پوشش گیاهی و سپس آب‌وهوای آن زمان را بازسازی کرد. مسئلهٔ اساسی در این روش شناسایی گرده‌های گیاهی است. به دلیل تفاوت در شکل گرده‌های گیاهی در مناطق مختلف و حتی نبود اطلس گرده در برخی مناطق، شناسایی گرده‌ها کاری بس دشوار است. در واقع، از مقدمات اولیهٔ انجام مطالعات آب‌وهواشناسی دیرینه با روش گرده‌شناسی، تهیهٔ اطلس گرده‌شناسی است. در مقالات منتشرشده در زمینهٔ شناسایی گرده‌های گیاهی با دیدگاه آب‌وهواشناسی دیرینه، به انتشار شکل گرده‌های مناطق مورد مطالعه پرداخته شده و این نوع مقالات مرجعی برای محققان در شناسایی گرده به کار می‌رود. امروزه، برای مناطق مختلف اروپا و آفریقا مقالات زیادی از شکل گرده‌ها منتشر شده اما در ایران مطالعهٔ موردی کمی انجام شده است. از این‌رو، هدف از انتشار این مقاله معرفی شکل و خصوصیات گرده‌های گیاهی منطقهٔ دریاچهٔ پریشان است تا زمینه‌ای برای سایر محققانی باشد که می‌خواهند در زمینهٔ تغییرات آب‌وهوایی گذشته فعالیت کنند.

از جمله مطالعاتی که در زمینهٔ شناسایی گرده‌های گیاهی انجام شده است می‌توان به کار روبیک (۲۰۰۳) اشاره کرد که اطلس گرده‌های جزیرهٔ بارو کلرادو را منتشر کرده است. پونت و کلارک (۱۹۷۶، ۱۹۸۰، ۱۹۸۱، ۱۹۸۴، ۱۹۹۱) و پونت و همکاران (۱۹۹۵ و ۲۰۰۳) در هشت جلد، اطلس گردهٔ شمال‌غرب اروپا را تهیه کرده‌اند. آن‌ها حدود ۲۰۰ گرده را در قالب ۱۱۷ لوحه معرفی کرده‌اند. دمسک و همکاران (۲۰۱۳) روی رسوبات دریاچهٔ سویجتسو[3] ژاپن مطالعهٔ گرده‌شناسی انجام دادند و شکل گرده‌های آن را در قالب مقاله‌ای منتشر کردند. از جمله اطلس‌های گرده‌شناسی مهم دیگری که در مطالعات آب‌وهواشناسی دیرینه بسیار مفید است، اطلس‌های مور و همکاران (۱۹۹۱)، شریپاد و آگاشت (۲۰۰۸)، کاپس و همکاران (۲۰۰۰)، ریله (۱۹۹۷)، بیوگ (۲۰۰۴) و بونفیل و ریولت (۱۹۸۰) است که برای مناطق مختلف اروپا و آفریقا تهیه شده و منابع موثقی در مطالعات گرده‌شناسی است.

در مطالعات گرده‌شناسی، برخی به بررسی ریخت‌شناختی (مورفولوژیکی) گرده‌ها پرداخته‌اند و دیدگاه آب‌وهواشناسی ندارند. از جملهٔ این مقالات می‌توان مقالهٔ پروین و محمد (۱۹۹۸) را نام برد که گونهٔ *X. Leguminosae* را شناسایی و معرفی کردند. ازلر و همکاران (۲۰۱۱) خصوصیات گرده‌شناسی گردهٔ *Salvia L.* (Lamiaceae) را در ترکیه بررسی کرده‌اند. آچیالسین و همکاران (۲۰۱۱) شش گونه از گردهٔ *Achilea* از تیرهٔ Asteraceae را در ترکیه بررسی و ویژگی‌های این گرده‌ها را در قالب مقاله‌ای منتشر کردند. نمونه‌های زیاد دیگری از این قبیل انجام شده است.

در ایران کارهای گرده‌شناسی از دیدگاه گیاه‌شناسی تا حدودی روی چند گونه انجام شده است ولی برای تهیهٔ اطلس گرده‌های ایران ناکافی است و به مطالعات وسیع‌تری نیاز است. از جملهٔ این مطالعات می‌توان به موارد زیر اشاره کرد. زرافشار و همکاران (۲۰۱۰) جنس *Celtis*، آخوندزاده و همکاران (۲۰۱۱) گردهٔ *Carpinus L.* (Corylaceae)، قهرمان و همکاران (۲۰۰۷) گردهٔ *Artemisia L.* (Asteraceae)، وفادار و همکاران (۲۰۰۹) گردهٔ *Amygdalus L.* (Rosaceae)، پناهی و همکاران (۱۳۹۰) گونهٔ بلوط، آبادی‌زاده و همکاران (۱۳۸۸) جنس اسپرس، نژادفلاتوری و همکاران (۲۰۱۱) گونهٔ *Nonea*، چاپولاق پریداری و همکاران (۲۰۱۲) گونهٔ *Parrotia persica*، بهبودی و غفاری

1. paleoclimate
2. palynology
3. Suigetsu

(۲۰۰۵) گونـهٔ پسـته، پنـاهی و همکـاران (۲۰۱۲) گونـه‌هـای *Qu. Macranthera*، *Qu. Longipes* و *petraea Quercus*، خیـری و همکـاران (۲۰۰۶) گونـهٔ *Verbasum*، سـعیدی مهـرورز و زارعـی (۲۰۰۶) گونـهٔ *Veronica* (Scrophulariaceae) و در نهایت فقیه و همکاران (۱۳۸۳) مطالعهٔ گرده‌شناسی گیاهان گلدار منطقهٔ خوانسار و فریـدن را بررسی و مجموعهٔ شکل گرده‌های آن را منتشر کردند. صفایی‌راد (۱۳۹۲) در تالاب هشیلان در منطقهٔ زاگرس میـانی، سلمانی (۱۳۹۲) و اکبری (۱۳۹۱) در دریاچهٔ نئور در شمال‌غربی ایران آب‌وهوای دیرینهٔ این منـاطق را بـر اسـاس روش گرده‌شناسی مطالعه و شکل گرده‌های فسیل این منطقه را منتشر کردند.

مطالعات آب‌وهواشناسی دیرینه در ایران یا حداقل به‌دست محققان ایرانی خیلی کم انجام شده است. مـی‌تـوان از جمله مشکلات موجود برای انجام این تحقیقات را نبود ضروریات اولیه ذکر کرد. وجود مقالات شناسایی گرده‌های گیاهی یکی از مهم‌ترین ضروریات مطالعات آب‌وهواشناسی دیرینه بر مبنـای روش گـرده‌شناسـی اسـت کـه خـلأ آن در ایـران احساس می‌شود. بر این اساس هدف این مقاله انتشار اطلاعات مربوط به گرده‌های منطقهٔ دریاچهٔ پریشان است تا بتـوان قسمت کمی از این خلأ را پرکرد. با این امید که چاپ چنین مقالاتی از مناطق مختلـف کشـور منجـر بـه تولیـد اطلـس گرده‌های ایران شود.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش دو کار میدانی در فروردین و خرداد ۱۳۹۲ انجام شد. ابتدا، با پیمایش حوضهٔ آبریز دریاچهٔ پریشان نمونه‌های پوشش گیاهی آن جمع‌آوری و خشک شد و به باغ ملی گیـاه‌شناسـی ایـران منتقـل و شناسـایی شـد. سـپس، نمونه‌ها به آزمایشگاه آب‌وهواشناسی دیرینهٔ دانشکدهٔ جغرافیای دانشگاه تهران منتقل و از گل‌های گیاهان نمونـه‌بـرداری شد. در مرحلهٔ دوم نمونه‌برداری مغزه‌ای ۸/۵ متری از کف دریاچهٔ پریشان برداشت و با فواصل ۱۰ سانتی‌متری گرده‌های موجود در مغزه بررسی شد.

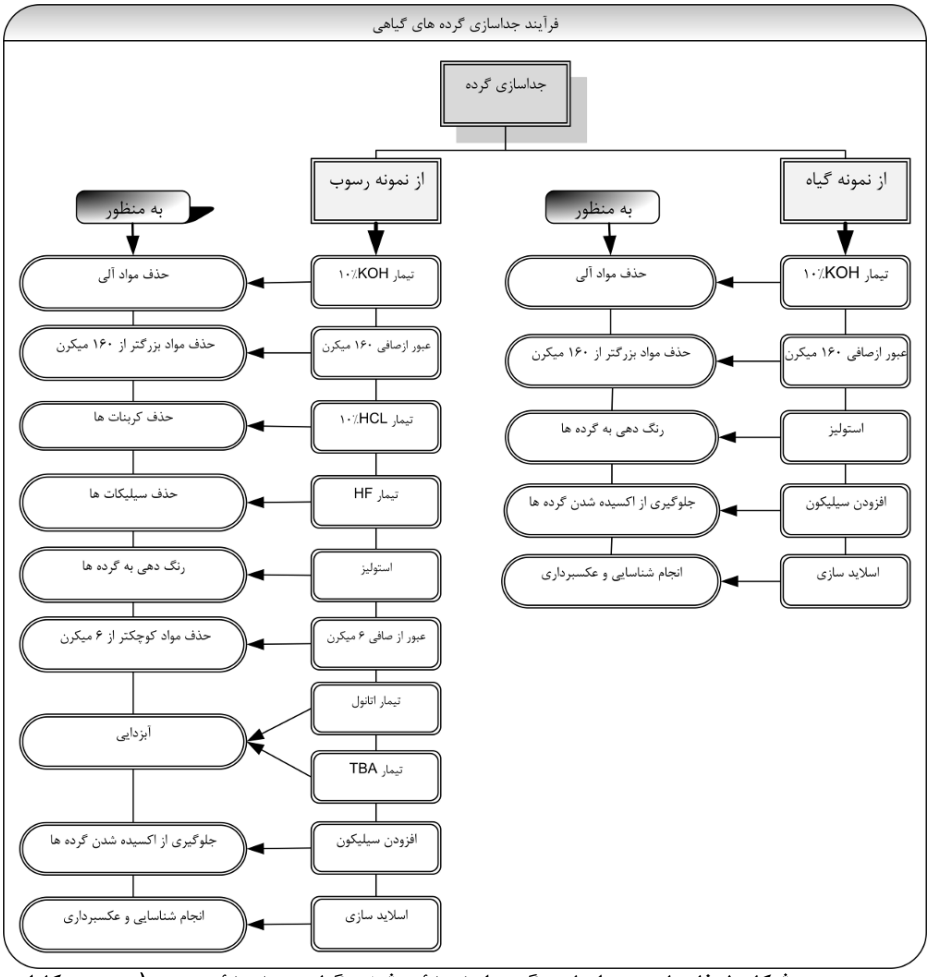
روش جداسازی گرده‌های گیاهی از نمونهٔ رسوبی و نمونهٔ گیاهی متفاوت است (شکل ۱؛ مور و همکاران، ۱۹۹۱). بعد از آماده‌سازی، جهت جلوگیری از اکسیده‌شدن گرده‌ها روغن سیلیکون با گرانروی ۲۰۰۰ به آن‌ها اضافه و به مدت ۲۴ ساعت به داخل آون با دمای ۵۰ درجه منتقل شد. در نهایت، با تهیهٔ اسلاید و کدگـذاری، بـا میکروسـکوپ نـوری مـدل SA3300 با بزرگ‌نمایی ۴۰۰ و ۱۰۰۰ با روغن ایمرسیون، گرده‌ها شناسایی و عکسبرداری شد. برای شناسایی گرده‌های مغزه از رفرنس‌های معتبر اینترنتی، مقالات و کتاب‌های موجود استفاده شـد (فـائگری و ایورسـن، ۱۹۷۵؛ کـرپ، ۱۹۶۵؛ پونت و همکاران، ۱۹۹۵؛ هسه و همکـاران، ۲۰۰۹؛ روبیـک، ۲۰۰۳؛ دمسـک، ۲۰۱۳؛ وفـادار و همکـاران، ۲۰۰۹؛ بینکـا، ۲۰۰۳؛ بهبودی و غفاری، ۲۰۰۵؛ و سایت گرده‌شناسی استرالیا، آریزونا و سان‌فرانسیسکو). برای اندازه‌گیری اندازهٔ گرده‌ها نیز از هر گرده پنج مورد اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها محاسبه شد.

یافته‌های تحقیق

نتایج بررسی‌ها روی مغزه و پوشش گیاهی برداشت‌شده از حوضهٔ آبریز دریاچهٔ پریشان منجر به شناسایی تعـداد ۲۸ تیـپ گرده‌ای شد. از این ۲۸ تیپ گرده‌ای چهار مورد گرده‌های درختی شامل بلوط، پسته، بادام و زیتون، دو مـورد گـرده‌هـای گیاهان آبزی شامل گیاهان تیرهٔ جگن (Cyperaceae) و *Sparganium*-type و بقیه گرده‌های گیاهان بوته‌ای و علفی است. مشخصات این گرده‌ها در اندازهٔ محور قطبی و در اندازهٔ قطر استوایی و شـکل آن‌هـا در جـدول ۱ و شـکل نمـای استوایی، شکل نمای قطبی، شکل دیواره و تزئینات سطح آن‌ها در شکل ۲ تا ۱۰ آمده است. اندازهٔ گرده‌ها ثابت نیسـت و کوچک‌تر یا بزرگ‌تر از نمونه‌های ذکرشده در این مقاله و اندازه‌های ذکرشده میانگین چند گرده از هر نوع است.

نتیجه‌گیری

همان‌طور که ذکر شد یکی از مهم‌ترین روش‌ها در مطالعات آب‌وهواشناسی دیرینه روش گرده‌شناسـی و از ملزومـات آن وجود اطلس‌هـای گـردهٔ گیـاهی اسـت. کمبـود اطلـس گـرده از گیاهـان و گـرده‌هـای فسـیل ایـران، انجـام مطالعـات آب‌وهواشناسی دیرینه بر مبنای گرده‌شناسی را مختل می‌کند. در واقع، نقطهٔ عطف شناسایی تغییرات اقلیمـی گذشـته بـر



شکل ۱. فلوچارت جداسازی گرده از نمونهٔ پوشش گیاهی و نمونهٔ رسوبی (مور و همکاران، ۱۹۹۱)

جدول ۱. خصوصیات ریخت‌شناسی گرده‌ها

ردیف	نام علمی گیاه	اندازهٔ محور قطبی[1] µm (P)	اندازهٔ قطر استوایی[2] µm (E)	شکل (P/E)	منبع گرده
۱	*Carthamus*-type	۴۲	۳۴	۱/۲ – کشیده[3]	مغزهٔ رسوبی
۲	*Amygdalus*-type	۲۸	۳۲	۰/۹ – پهن	مغزهٔ رسوبی
۳	Apiaceae	۳۵	۱۷	۲/۱ – کشیده	مغزهٔ رسوبی
۴	*Artemisia*	۱۹	۱۸	۰/۹ – پهن[4]	مغزهٔ رسوبی
۵	Tubuliflorae	۲۲	۱۹	۱/۲ کشیده	مغزهٔ رسوبی
۶	*Centaurea Solstitialis*-type	۳۰	۲۶	۱/۲ – کشیده	مغزهٔ رسوبی
۷	Amaranthaceae	۲۰	۲۰	۱ – گرد[5]	مغزهٔ رسوبی
۸	Cichorioideae	۲۸	۲۸	۱ – گرد	مغزهٔ رسوبی
۹	*Convolvulus*	۴۵	۴۵	۱ – گرد	مغزهٔ رسوبی
۱۰	*Cotoneaster*	۲۵	۲۲	۱/۱ – کشیده	گیاهان امروزی

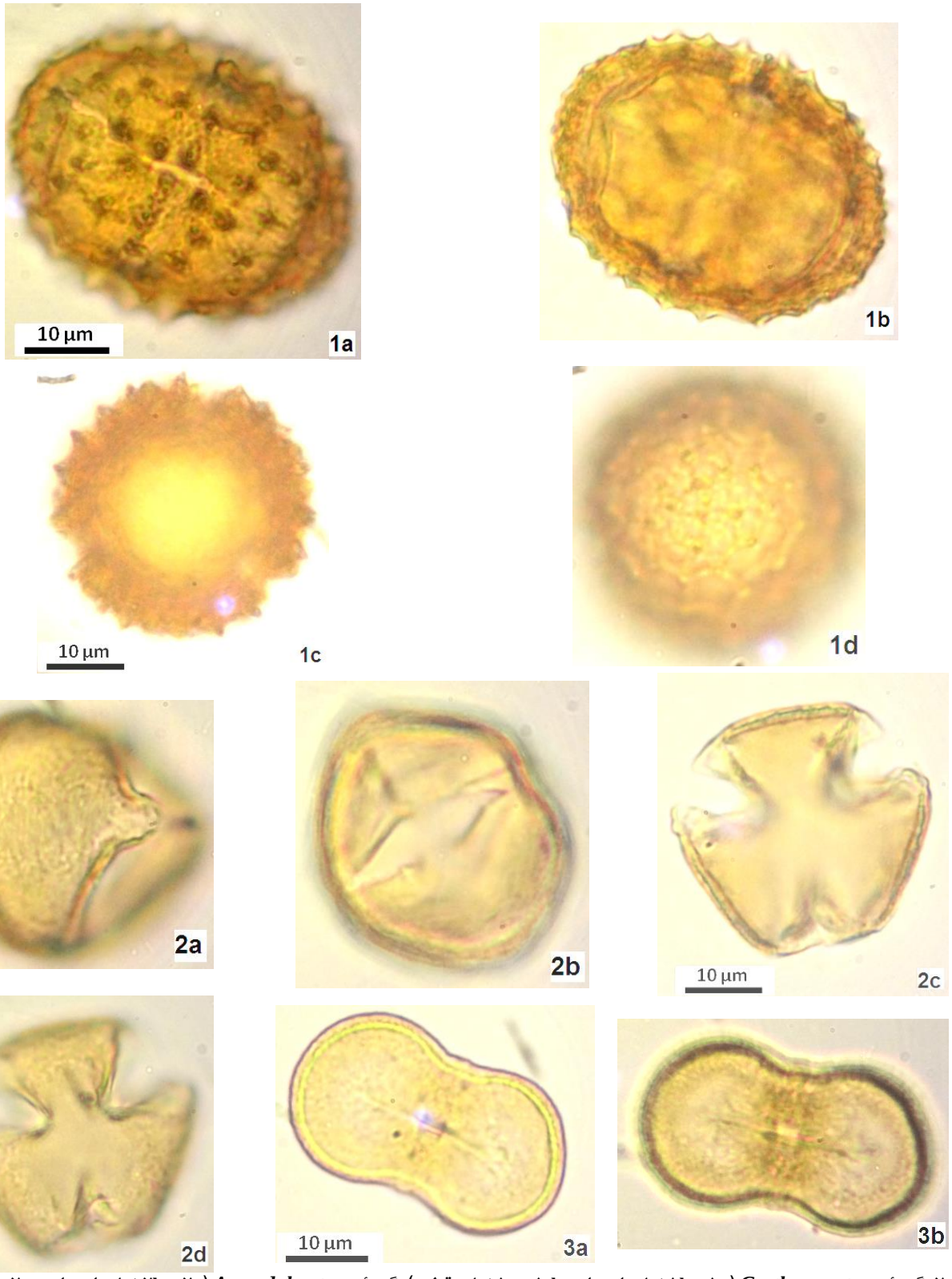
1. polar axis
2. Equatorial diameter
3. Prolate
4. Oblate
5. Spheroidal

ردیف	نام علمی گیاه	اندازهٔ محور قطبی[۱] µm (P)	اندازهٔ قطر استوایی[۲] µm (E)	شکل (P/E)	منبع گرده
۱۱	*Cousinia*	۴۰	۲۸	۱/۴ – کشیده	مغزهٔ رسوبی
۱۲	Cyperaceae	۲۵	۲۰	۱/۳ – کشیده	مغزهٔ رسوبی
۱۳	*Daphne Mucronata*	۲۰	۲۰	۱ – گرد	مغزهٔ رسوبی
۱۴	*Dodonea*	۲۳	۱۹	۱/۲ – کشیده	مغزهٔ رسوبی
۱۵	*Echinops Persepolitanus*	۷۰	۵۰	۱/۴ – کشیده	مغزهٔ رسوبی
۱۶	*Euphorbia*	۲۵	۳۰	۰/۸ – پهن	مغزهٔ رسوبی
۱۷	*Fraxinus Rotundifolia*	۱۹	۲۲	۰/۹ – پهن	گیاهان امروزی
۱۸	*Lepidium*	۱۹	۱۶	۱/۲ – کشیده	گیاهان امروزی
۱۹	Malvaceae	۴۵	۴۵	۱ – گرد	مغزهٔ رسوبی
۲۰	*Olea europaea*	۲۸	۲۸	۱ – گرد	مغزهٔ رسوبی
۲۱	*Phlomis*	۳۰	۲۴	۱/۳ – کشیده	مغزهٔ رسوبی
۲۲	*Pistacia*	۲۲	۲۲	۱ – گرد	مغزهٔ رسوبی
۲۳	Poaceae	۳۰	۳۰	۱ – گرد	مغزهٔ رسوبی
۲۴	*Quercus*	۲۰	۱۸	۱/۱ – کشیده	مغزهٔ رسوبی
۲۵	*Ranunculus*	۲۷	۲۵	۱/۱ – کشیده	گیاهان امروزی
۲۶	*Sanguisorba minor*-type	۲۸	۲۸	۱ – گرد	مغزهٔ رسوبی
۲۷	*Sparganium*-type	۲۰	۱۸	۱/۱ – کشیده	مغزهٔ رسوبی
۲۸	*Teucrium Polium*	۲۳	۲۳	۱ – گرد	گیاهان امروزی

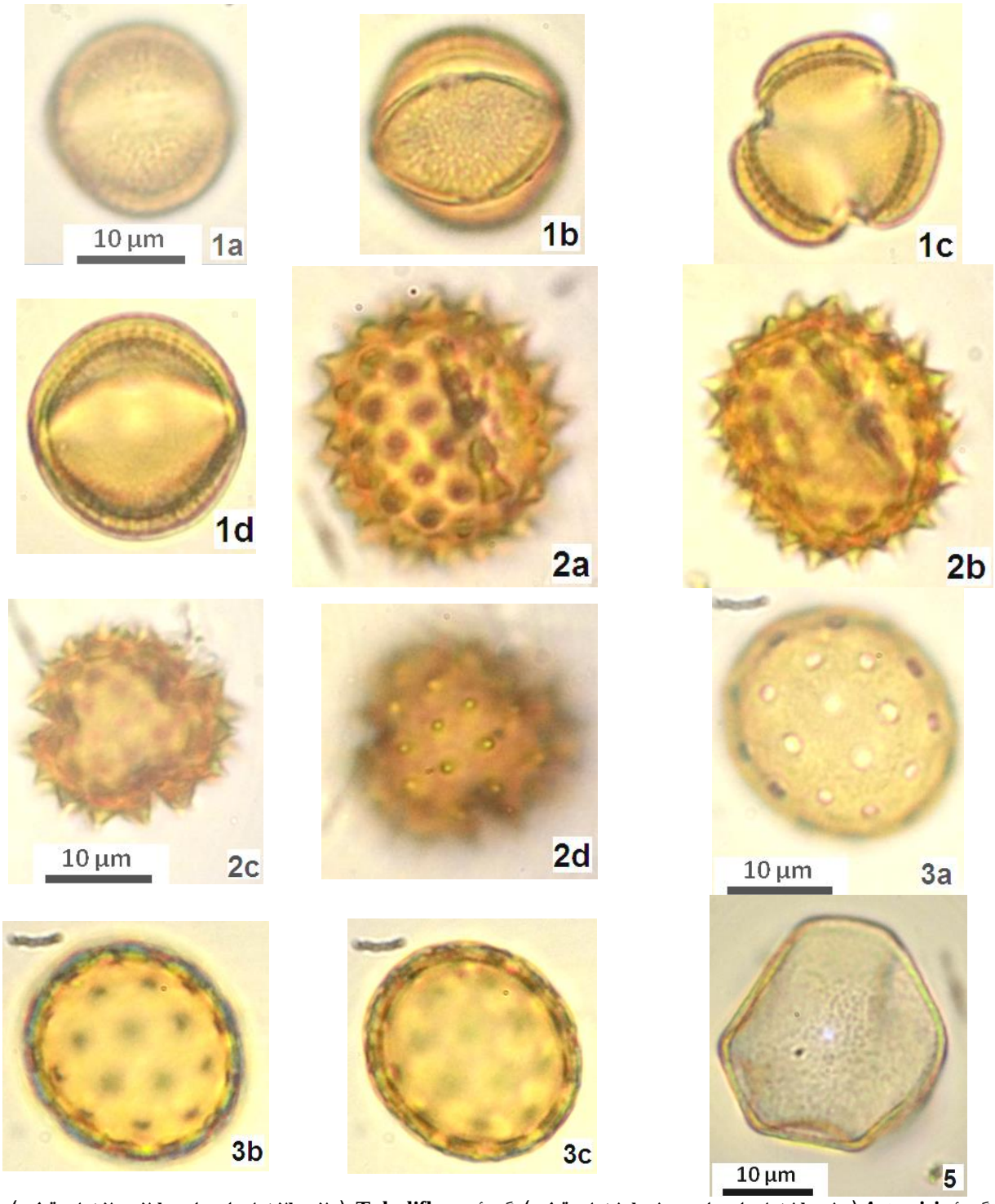
مبنای روش گرده‌شناسی، شناسایی بهتر و بیشتر گرده‌های موجود در رسوبات است. با وجود این کمبود مقالات و اطلس گرده در ایران این موضوع را تحت شعاع قرار داده است. در این راستا، هدف این مقاله بررسی گرده‌های گیاهی حوضهٔ آبریز دریاچهٔ پریشان است که با استفاده از روش‌های علمی به جمع‌آوری، آماده‌سازی، شناسایی و عکسبرداری از آن‌ها پرداخته شده است. خروجی نهایی این مقاله شناسایی ۲۸ تیپ گرده‌ای متعلق به گیاهان درختی، بوته‌ای، علفی و آبزی است. از هر گرده بر حسب نیاز چندین عکس از نمای قطبی، نمای استوایی، دیوارهٔ گرده، تزیینات سطح گرده و اندازهٔ آن‌ها تهیه شد تا محققان بتوانند با استفاده از آن گرده‌ها را شناسایی کنند.

سپاسگزاری

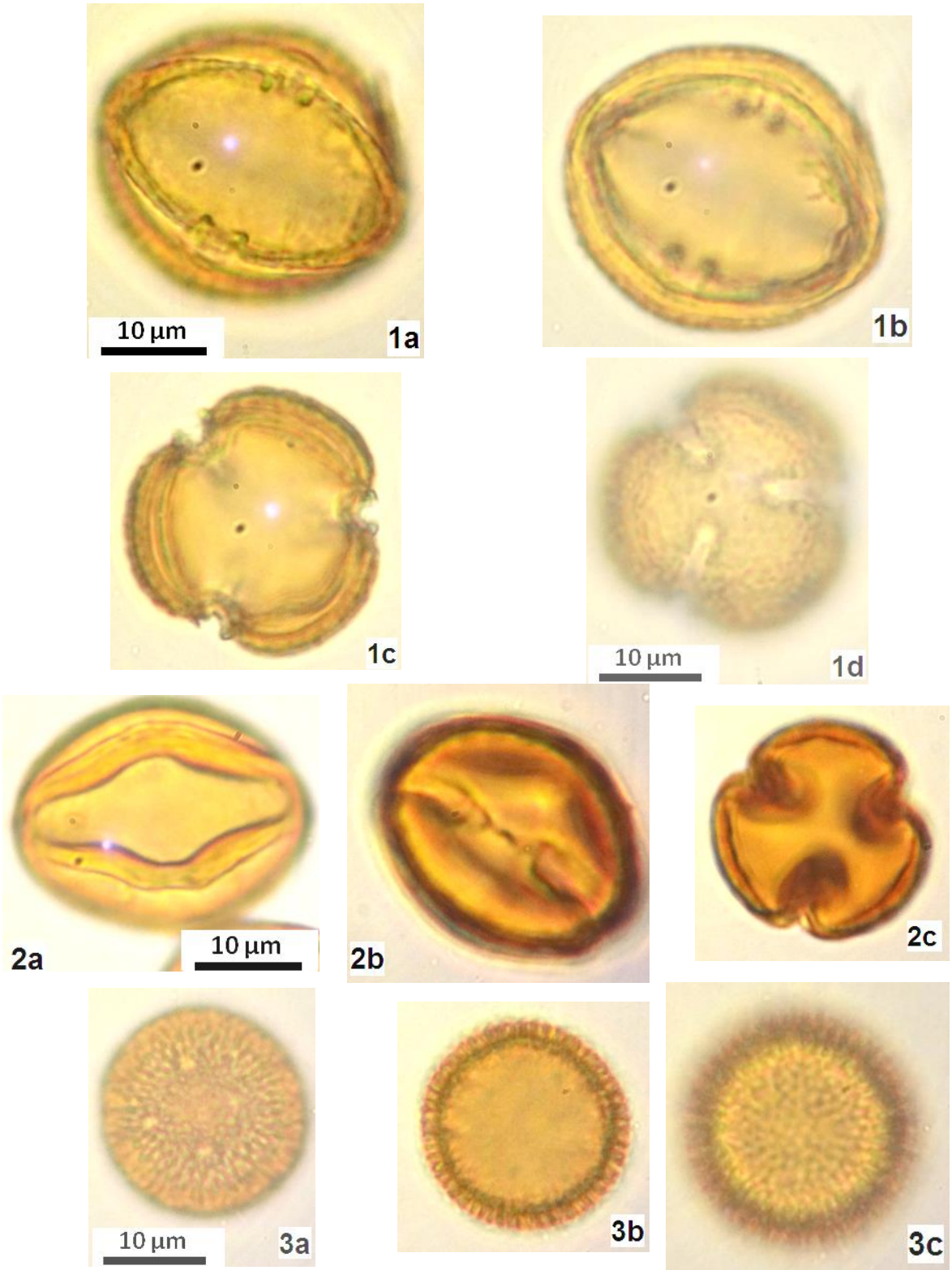
از آقای دکتر مرتضی جمالی عضو مؤسسهٔ IMEP فرانسه به پاس شناسایی برخی گرده‌ها سپاسگزاری می‌شود. از آقای مهرداد بختیاری به دلیل تهیهٔ تجهیزات آزمایشگاهی برای عکسبرداری از گرده‌ها قدردانی می‌شود.



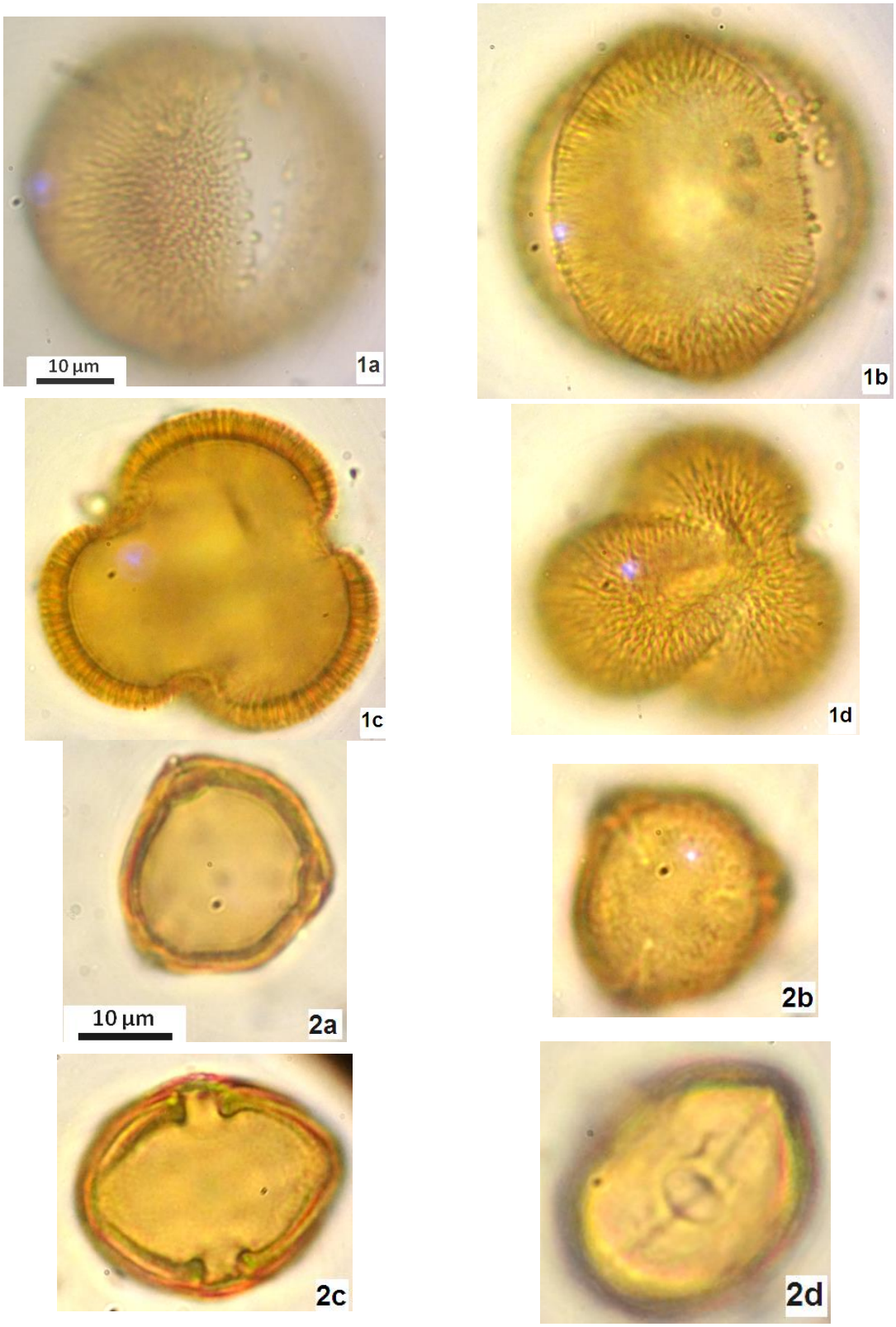
شکل ۲. گردهٔ *Carthamus*-type (۱a و ۱b نمای استوایی، ۱d و ۱c نمای قطبی)؛ گردهٔ *Amygdalus*-type (۲a و ۲b نمای استوایی، ۲c و ۲d نمای قطبی)؛ گردهٔ *Apiaceae (Umbelliferae)* (۳)



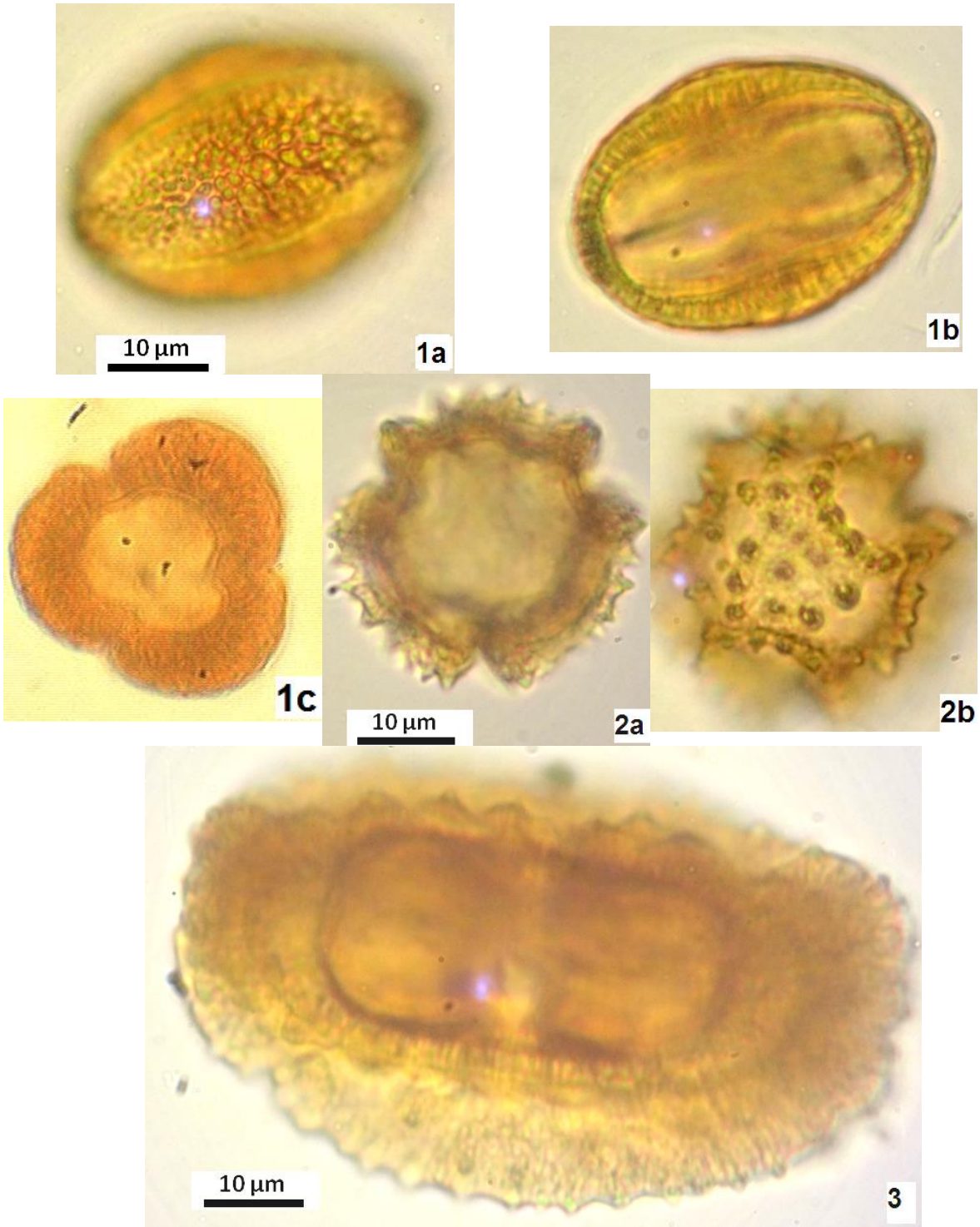
شکل ۳. گردهٔ *Artemisia* (۱a و ۱b نمای استوایی، ۱c و ۱d نمای قطبی)؛ گردهٔ Tubuliflorae (۲a و ۲b نمای استوایی، ۲d و ۲c نمای قطبی)؛ گردهٔ Amaranthaceae (۳)؛ گردهٔ Cyperaceae (۴)



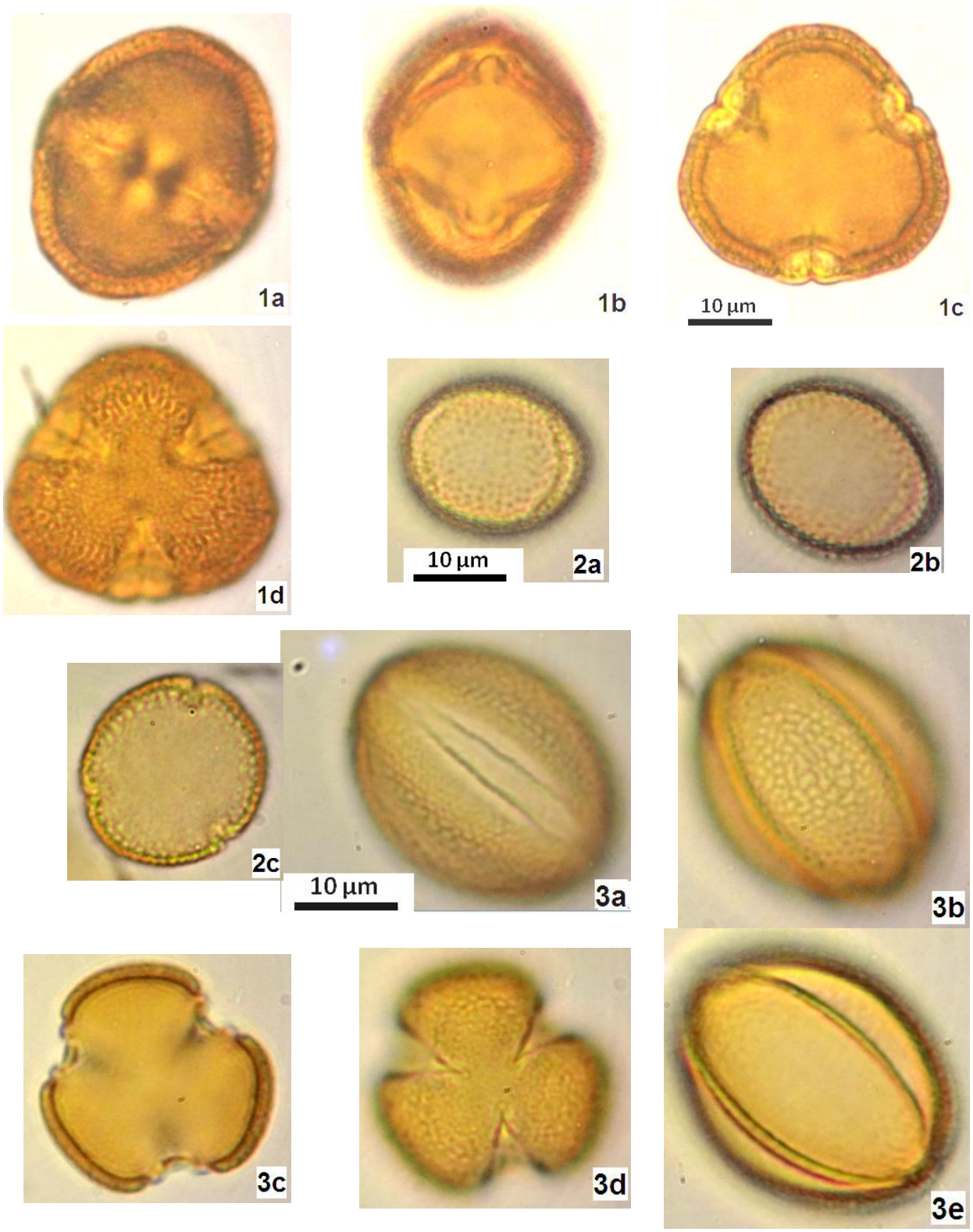
شکل ۴. گردهٔ *Centaurea Solstitialis*-type (۱a و ۱b نمای استوایی، ۱d و ۱c نمای قطبی)؛ گردهٔ *Cotoneaster* (۲a و ۲b نمای استوایی، ۲c نمای قطبی)؛ گردهٔ *Daphne Mucronata* (۳)



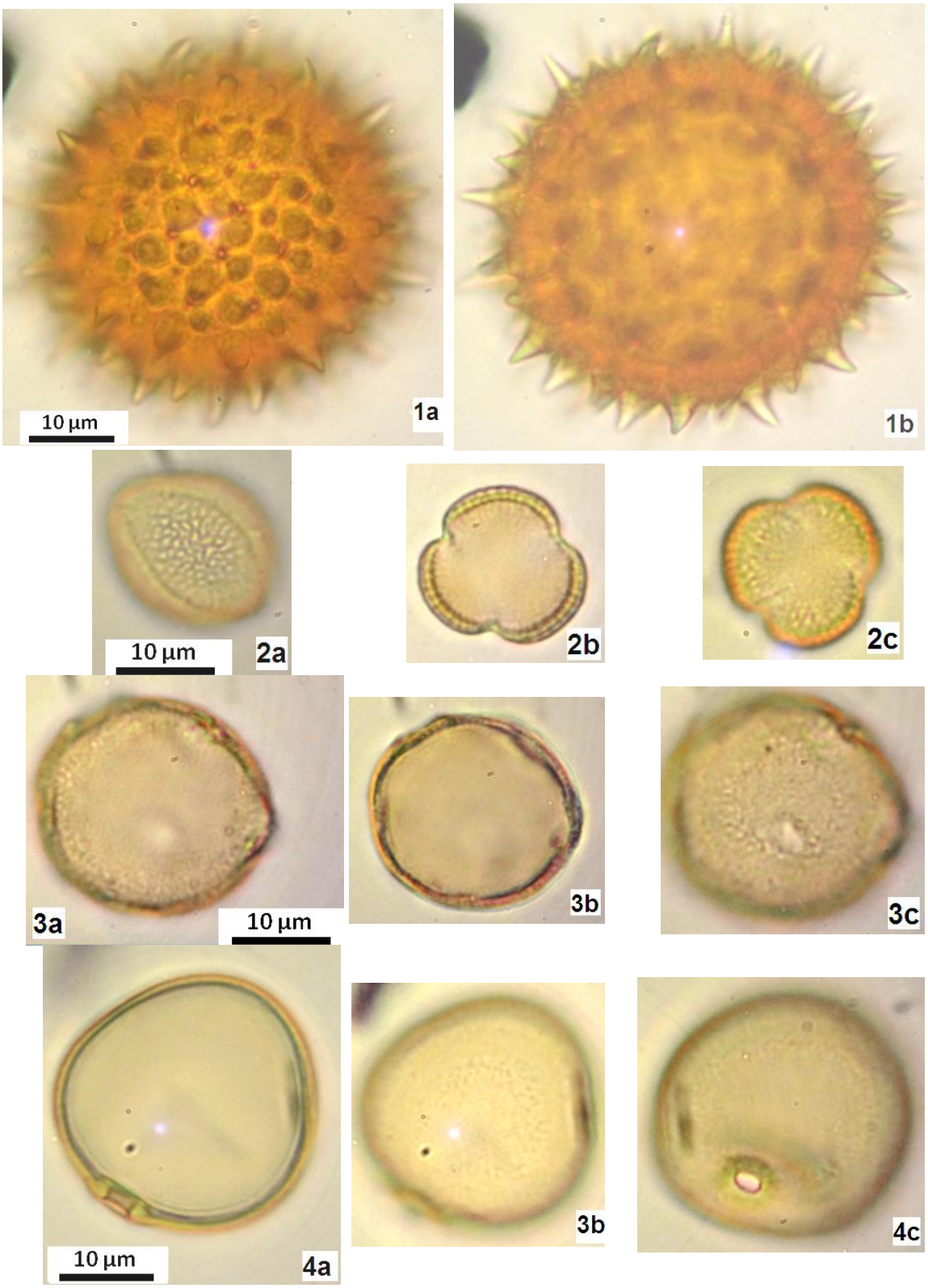
شکل ۵. گردهٔ *Convolvulus* (۱a و ۱b نمای استوایی، ۱d و ۱c نمای قطبی)؛ گردهٔ *Dodonea* (۲a و ۲b نمای قطبی، ۲d و ۲c نمای استوایی)



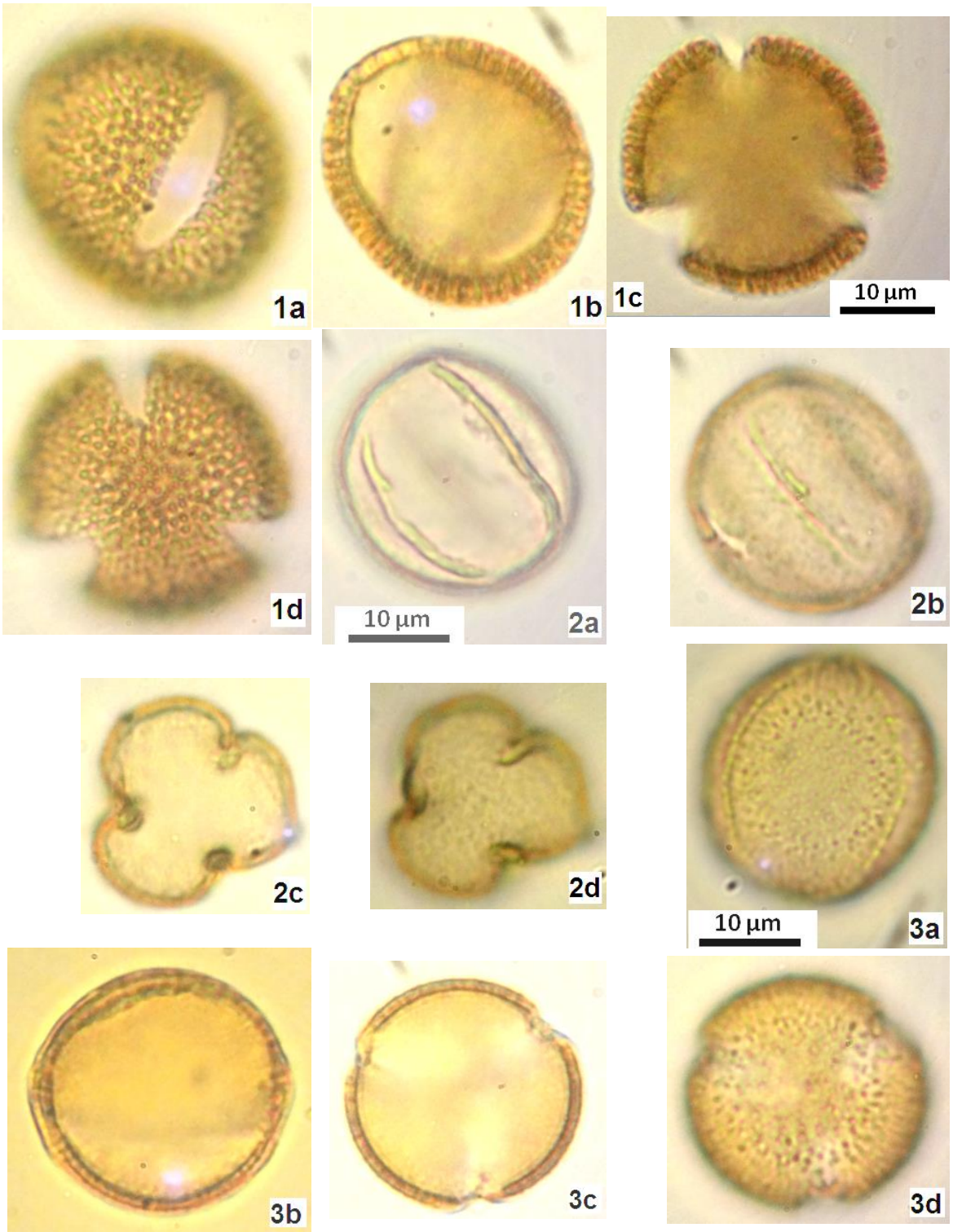
شکل ۶. گردهٔ *Cousinia* (۱a و ۱b نمای استوایی، ۱c نمای قطبی)؛ گردهٔ Cichorioideae (۲)؛ گردهٔ *Echinops* (۳) *Persepolitanus*



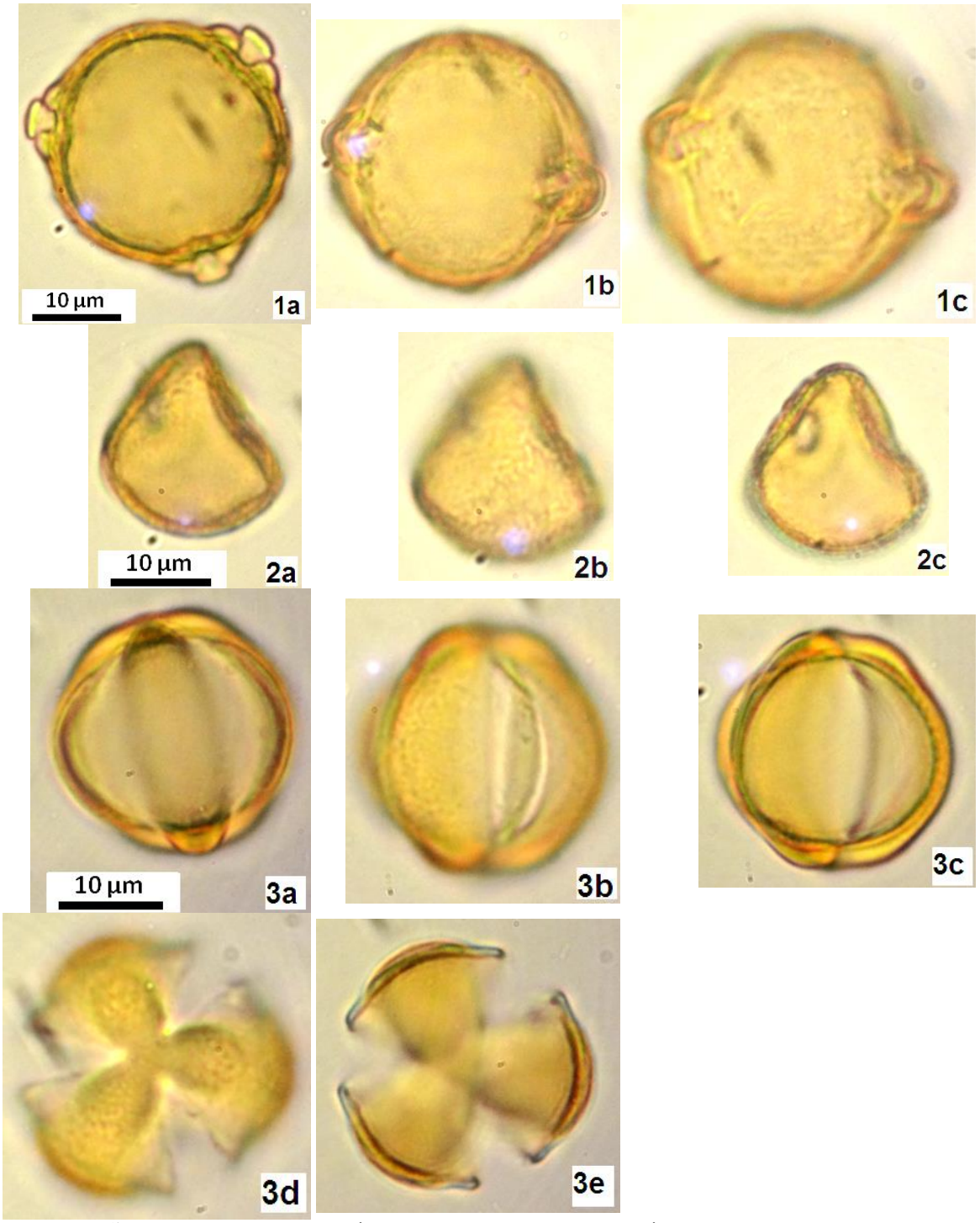
شکل ۷. گردهٔ *Euphorbia* (۱a و ۱b نمای استوایی، ۱d و ۱c نمای قطبی)؛ گردهٔ *Fraxinus Rotundifolia* (۲a و ۲b نمای استوایی، ۲c نمای قطبی)؛ گردهٔ *Phlomis* (۳a و ۳b و ۳e نمای استوایی، ۳d و ۳c نمای قطبی)



شکل ۸. گردهٔ Malvaceae (۱)؛ گردهٔ *Lepidium* (۲a نمای استوایی، ۲b و ۲c نمای قطبی)؛ گردهٔ *Pistacia atlantic* (۳)؛ گردهٔ Poaceae (۴)



شکل ۹. گردهٔ *Olea europaea* (۱a و ۱b نمای استوایی، ۱d و ۱c نمای قطبی)؛ گردهٔ *Quercus* (۲a و ۲b نمای استوایی، ۲d و ۲c نمای قطبی)؛ گردهٔ *Ranunculus* (۳a و ۳b نمای استوایی، ۳d و ۳c نمای قطبی)



شکل ۱۰. گردهٔ *Sanguisorba minor*-type (۱a نمای قطبی، ۱b و ۱c نمای استوایی)؛ گردهٔ *Sparganium*-type (۲)؛ گردهٔ *Teucrium Polium* (۳a و ۳b و ۳c نمای استوایی، ۳d و ۳e نمای قطبی)

منابع

اکبری، ط. (۱۳۹۱). بازسازی تاریخچهٔ دیرینهٔ اقلیمی و پوشش گیاهی در غرب کوه‌های تالش- شرق آذربایجان در طی پلیستوسن اولیه – هولوسن، رسالهٔ دکتری، گرایش اقلیم‌شناسی، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران، استاد راهنما قاسم عزیزی.

ایوبی، ش.، جلالیان، ا. و کریمیان اقبال، ا. (۱۳۸۲). آثاری از تغییر آب‌وهوای دیرینهٔ کواترنر موجود در برخی پارینه خاک‌های دو منطقهٔ اصفهان و امام قیس چهارمحال و بختیاری، *علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، ۷(۳):۵۱-۶۸.

آبادی‌زاده ح.ا.، جعفری، آ.، محمودزاده، آ.ه. و قنواتی، ف. (۱۳۸۸). مطالعهٔ ریخت‌شناسی دانهٔ گردهٔ گونه‌های چند سالهٔ گونهٔ اسپرس (*Onobrychis*) استان خراسان، *علوم زراعی ایران*، ۱۱ (۱): ۱-۱۴.

پناهی، پ.، پورمجیدیان، م.ر.، جمزاده، ز. و فلاح، ا. (۱۳۹۰). ارزش ریخت‌شناسی صفات برگ و دانهٔ گرده برای تفکیک گونه‌های بلوط در جنگل‌های ایران، *تحقیقات جنگل و صنوبر ایران*، جلد ۱۹، ۱: ۱۶۳-۱۷۹.

سایت اطلس گرده و هاگ استرالیا http://apsa.anu.edu.au

سایت اطلس گرده‌های آریزونا http://www.geo.arizona.edu/palynology/polondc1.html

سایت اطلس گرده‌های سان فرانسیسکو

http://oldweb.geog.berkeley.edu/ProjectsResources/PollenKey/byFamiliesAll-in-1.html#Typhaceae

سلمانی، د. (۱۳۹۲). شواهد گرده‌شناسی تغییرات اقلیمی هولوسن در شمال غرب ایران (مطالعهٔ موردی: دریاچه نئور)، پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد اقلیم‌شناسی، دانشکدهٔ جغرافیای دانشگاه تهران، استاد راهنما قاسم عزیزی.

صفایی‌راد، ر. (۱۳۹۲). شواهد گرده‌شناسی تغییرات اقلیمی هولوسن در زاگرسی میانی (مطالعهٔ موردی: تالاب هشیلان)، پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد اقلیم‌شناسی، دانشکدهٔ جغرافیای طبیعی دانشگاه تهران، استاد راهنما قاسم عزیزی.

عزیزی، ق.، شمسی‌پور، ع.ا. و یاراحمدی، د. (۱۳۸۷). بازیابی تغییر اقلیم در نیمهٔ غربی کشور با استفاده از تحلیل‌های آماری چند متغیره، *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۶۶: ۱۹-۳۵.

عزیزی، ق. (۱۳۸۳). *تغییر اقلیم*، انتشارات قومس، ص ۲۶۴.

فقیه، ا.ر.، عبادی، ر. و نظرین، ح. (۱۳۸۳). مطالعهٔ گرده‌شناسی گیاهان گلدار مورد استفادهٔ زنبور عسل در مناطق خوانسار و فریدن استان اصفهان، *علوم کشاورزی ایران*، ۳۵(۲): ۲۶۵-۲۸۳.

هارپال، اس. و تاپر، گرائم‌جی. (۱۳۸۸). *آب‌وهواشناسی کشاورزی-اصول و کاربردهای مطالعات آب‌وهوا در کشاورزی*، ترجمهٔ حسین محمدی، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۴۵۵.

Abadizadeh, H.A., Jafari, A., Mahmoudzadeh Akherat, H. and Ghanavati, F. (2009). Study of pollen grain morphology in perennial species of sainfoin (*Onobrychis*) of Khorasan province, *Iranian Journal of Crop Sciences*, 11(1): 1-14.

Ackyacin, H., Turan, A. and Bayram, Y. (2011). Pollen morphology of six *Achillea L. sect. Achillea* (Asteraceae) species in Turkey, Turk J Bot, 35, 183-201.

Akbari, T. (2011). Reconstruction of the vegetation history and paleoclimate in the western Talish Mountains - Eastern Azerbaijan (Iran) during the Late-glacial – Holocene, PhD thesis in physical geography (climatology), University of Tehran, Geography faculty, supervisor: Ghasem Azizi.

Akhondnezhad, S., Nejadsattari, T., Sattarian, A., Asri, Y. and Bagheriieh Najjar, M.B. (2011). Pollen Morphology of the genus *CARPINUS L. (*CORYLACEAE*)* in Iran, Iran. *Journal of Botany*, 17 (1): 233-237.

Ayobi, Sh., Jalalian, A. and Karimian Eghbal, A. (2003). Instance of quaternary paleoclimatology in paleosoil of Isfahan and Imamgheis of Charmahal o Bakhtiyari, *Journal of science and technology of agriculture and natural resources*, 7 (3): 51-68.

Azizi, Gh. (2004). *Climate change*, Ghoomes publication, 264.

Azizi, Gh., Shamsipour, A.A. and Yarahmadi, D. (2008). Recovery of climate change in the western half of the country using multivariate statistical analysis, *Physical Geography Research Quarterly*, 66, 19-35.

Behboodi, B.Sh. and Ghaffari, M. (2005). Pollen morphology and analysis of Iranian wild pistachio, Oliveira M. M. (ed.), Cordei ro V. (ed.). XI I I GREMPA Meeti ng on Al monds and Pi stachi os, 123-127.

Beug, H.J. (2004). Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, *München*, 10(1), 542 p.

Binka, K. (2003). Palynological evidence for plant-animal interaction in the late Holocene, *Veget Hist Archaeobot*, 12, 37–47.

Bonnefille, R. and Riollet, G. (1980). Pollens and savanes d'Afrique orientale, *CNRS ÉDITIONS*, pp 256.

Chapolagh Paridari, I., Jalali, S.Gh., Sonboli, A., Sattarian, A. and Zarafshar, M. (2012). Pollen Grain morphology of *Parrotia persica* (Hamamelidaceae) an Endemic Species from the Hyrcanian forest, *Annals of Biological Research*, 3 (2):1157-1160

Demske, D., Tarasov, P., Nakagawa, E. and Suigetsu, T. (2013). Atlas of pollen, spores and further non-pollen palynomorphs recorded in the glacial-interglacial late Quaternary sediments of Lake Suigetsu, central Japan, *Quaternary International*, 290-29: 164-238.

Faegri, K. and Iverson, J. (1975). *Textbook of Pollen Analysis*, Hafner Press, 295 pp. New York.

Faghih, A.R., Ebadi, R. and Nazarin, H. (2004). A Study of Pollen Plants Used by Honey Bees (*Apis mellifera L.*) in Khansar and Faridan Regions of Isfahan Province with Sub Stepic Climate, *Iranian of agriculture science*, 35 (2): 256-283.

Ghahreman, A., Noorbakhsh, S., Mehdigholi, N. and Attar, K. (2007). Pollen Morphology of *Artemisia L.* (Asteraceae), *Iran Journal of Botany*, 13 (1): 21-29.

Hesse, M., Heidemarie, H., Reinhard, Z., Martina, W., Ralf, B., Andrea, F.R. and Silvia, U. (2009). *Pollen Terminology An illustrated handbook*, Springer Wien NewYork, 90.

http://apsa.anu.edu.au

http://oldweb.geog.berkeley.edu/ProjectsResources/PollenKey/byFamiliesAll-in-1.html#Typhaceae

http://www.geo.arizona.edu/palynology/polondc1.html

Kapps, R.O., Davis, O.K. and King, J.E. (2000). *Pollen and Spores*, Second edition. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation. vi + 279 pp.

Kheiri, S., Masoud, Kh., Shahroukh, K.O., Ahmoodzadeh, A. (2006). Pollen morphology of some species of

Verbasum (Scrophulariaceae) in Urmia, *Pakistan Journal of biological sciences*, 9(3): 434-436.
Kremp, G.O.W. (1965). *Encyclopaedia of Pollen Morphology*. University Arizona Press, Tuscon, U.S.A. Massachusettes.
Mohammadi, H., Harpal, S., Taper, Graem J., Agrometeorology (fundamental and applied in agroclimatology), University of Tehran, 455
Moore, P.D., Webb, J.A. and Collinson, M.E. (1991). *Pollen Analysis, Second Edition. Blackwell Scientific Publications*, Osney Mead, Oxford, OX2 0EL, England, U.K.
Nejhad Falatoury, A., Manijeh, P. and Fariba, Sh. (2011). Palynological study of *Nonea* (Boraginaceae-Borageineae) in Iran, *Progress in Biological Sciences*, 1(2): 36-43.
Ozler, H., Sevil, P., Ahmet, K., Musa, D., Birol, B., Ahter, Y., Safi, B. and Ferhat, C. (2011). Pollen morphology of the genus *Salvia L. (*Lamiaceae*)* in Turkey, Flora 206, 316–327.
Panahi, P., Mohammad, R., Pourmajidian, Asghar F. and Mehdi, P. (2012). Pollen morphology of *Quercus* (subgenus *Quercus*, section *Quercus*) in Iran and its systematic implication, *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 88(1): 33-41.
Panahi, P., Pourmajidian, M.R., Jamzadeh, Z. and Fallah, A. (2011). Importance of micromorphological characteristics of foliar and pollen grains for delimitation of Oak species in Iran, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 19 (1): 163-179.
Perveen, A. and Mohammad, Q. (1998). Pollen Flora of Pakistan - *X. Leguminosae* (Subfamily: Caesalpinioideae), Tr. J. of Botany, 22: 145-150.
Punt, W. and Clarke, G. (1976). *The Northwest European Pollen Flora*, Vol 1, Elsevier.
Punt, W. and Clarke, G. (1980). *The Northwest European Pollen Flora*, Vol 2, Elsevier.
Punt, W. and Clarke, G. (1981). *The Northwest European Pollen Flora*, Vol 3, Elsevier.
Punt, W. and Clarke, G. (1984). *The Northwest European Pollen Flora*, Vol 4, Elsevier.
Punt, W. and Clarke, G. (1991). *The Northwest European Pollen Flora*, Vol 6, Elsevier.
Punt, W., Clarke, G. and Blackmore, S. (1988). *The Northwest European Pollen Flora*, Vol 5, Elsevier.
Punt, W., Blackmore, S. and Hoen, P.P. (1995). *The Northwest European Pollen Flora*, Vol 7, Elsevier.
Punt, W., Blackmore, S., Hoen, P.P. and Stafford, P.J. (2003). *The Northwest European Pollen Flora*, Vol 8, Elsevier.
Reille, M. Aurice (1997). Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord, Laboratoire de botanique historique palynologie, Boite 451, Marseille codex 20, France (3 Vol.).
Roubik, D.W. (2003). Pollen and Spores of Barro Colorado Island, La Ciudad de Panam, marzo, 101.
Saeidi-Mehrvarz, Sh. and Zareyi, M. (2006). Pollen morphology of some species of the genus *Veronica* (Scrophulariaceae) in Iran, Wulfenia 13, 1–10.
Salmani, D. (2013). The paleontological record of Holocene climatic change in N.W of Iran (case study: Neor Lake), thesis requirements for the M.Sc degree in physical geography (climatology), University of Tehran, Geography faculty, supervisor: Ghasem Azizi.
Shripad, N. and Agashe, E.C. (2008). Pollen and spores – applications with special emphasis on aerobiology and allergy, Science Pub Inc, pp 400.
Theron, R. (2006). Visual Knowledge Discovery in Paleoclimatology with Parallel Coordinate, *Lecture Notes in Computer Science*, 4265: 368-372.
Vafadar, M., Attar, F., Maroofi, H. and Moirtadzadini, M. (2009). Pollen morphology of *Amygdalus L.* (Rosaceae) in Iran, *Acta societatis botanicorum poloniae*, 79 (1): 63-71.
Zarafshar, M., Moslem, A., Ali, S., Laurentius, J. and Gerardus van der, M. (2010). Pollen Morphology of Iranian *Celtis* (Celtidaceae -Ulmaceae), *Botanica Serbica*, 34 (2), 145-149.