

# بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و تشریحی سیکاس (*Cycas revoluta* Thunb.) برای شناسایی پایه نر و ماده قبل از بلوغ

بهزاد کاویانی<sup>۱\*</sup>، حبیب مهتابی<sup>۱</sup> و شهریار سعیدی مهرورز<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، دانشکده کشاورزی، گروه باغبانی

<sup>۲</sup> رشت، دانشگاه گیلان، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۳/۲/۷

## چکیده

در این مقاله و برای اولین بار، تعیین جنسیت سیکاس رولوتا (*Cycas revoluta* Thunb.)، قبل از بلوغ و مخروط‌دهی، گزارش می‌شود. تعیین جنسیت سیکاس رولوتا تنها پس از بلوغ و مخروط‌دهی امکان‌پذیر است. در شرایط مطلوب، حداقل ۱۰ تا ۱۲ سال زمان لازم است تا سیکاس به سن بلوغ برسد. برای انجام تحقیق حاضر، تنه‌جوش‌های دوساله نر و ماده سیکاس رولوتا از پایه‌های نر و ماده بالغ جدا شده و در فضای آزاد، تحت شرایط یکسان، مورد مراقبت قرار گرفتند. خصوصیات مورفولوژیکی پایه‌های نر و ماده، دوبره‌دو به‌صورت مشاهده چشمی با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند. خصوصیات آناتومیکی با برش‌های تهیه شده از محور اصلی برگ، برگچه و ریشه، توسط میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرار گرفتند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از روش آنالیز تشخیصی داده‌های حاصل، تفاوت خصوصیات مورفولوژیکی از قبیل قطر محور اصلی برگ، عرض برگچه‌ها، فاصله برگچه‌ها روی محور اصلی برگ، زاویه برگچه‌ها، قطر ریشه‌ها و طول ریشه‌ها، در پایه‌های نر و ماده معنی‌دار بود. برگ پایه نر در یک‌سوم بخش میانی، آرایش مرکب شانه‌ای و دوطرفه متقابل دارد، درحالی‌که برگ پایه ماده به‌صورت مرکب شانه‌ای و دوطرفه متناوب است. شروع و تشکیل برگچه جدید در پایه نر، پس از تشکیل کامل برگچه قبلی صورت می‌گیرد، در صورتی‌که، در پایه ماده، قبل از تشکیل و بازشدن کامل برگچه قبلی، برگچه جدید شروع به رشد می‌کند. بررسی‌های آناتومیکی نشان داد که فقط تفاوت طول روزنه‌های تحتانی برگچه‌ها در پایه نر و ماده، معنی‌دار بود. روزنه‌های برگ سیکاس از نوع آکتینوسایتیک است.

**واژه‌های کلیدی:** سیکاس، تنه‌جوش، آنالیز تشخیصی، مورفولوژی، آناتومی، برگ مرکب شانه‌ای، رده‌بندی گیاهی

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۱۷۷۷۴۸۲، پست الکترونیکی: b.kaviani@yahoo.com

## مقدمه

ای زیبا و همیشه سبز، از گیاهان پرطرفدار است. گونه سیکاس رولوتا در باغبانی به‌عنوان گیاه زینتی گل‌دانی، برگ بریدنی، ایجاد فضای سبز و طراحی محیط، کاربرد دارد. زیستگاه و موطن اصلی سیکاس رولوتا، جنوب ژاپن در ۳۱ درجه شمالی؛ شامل جزایر ریوکو، میتسوهاما و ساتسوما در جنوب جزیره کیوشو می‌باشد (۱۴). پراکندگی این گونه به‌صورت پرورشی از ژاپن فراتر رفته و یکی از گسترده‌ترین سیکاس‌های پرورشی است که در فضای باز و در هوای گرم و مناطق نیمه‌استوایی و یا در گلخانه‌ها در

سیکاس، تنها جنس خانواده سیکاداسه است و حدود صد گونه دارد که شناخته‌شده‌ترین آن، سیکاس رولوتا می‌باشد. سیکاس رولوتا، دومین گونه قرارگرفته‌شده در جنس سیکاس نیز به‌شمار می‌رود و تنها سیکادی است که در آسیا پراکنده است (۴، ۷، ۱۰). سیکاس از نظر گیاه‌شناسی موقعیت ویژه‌ای دارد، به‌طوری‌که، حدواسط گیاهان گلدار و بی‌گل است (۲). در رده‌بندی‌های جدید، سیکاس در گروه مستقلی به‌نام پیدازادان اولیه (پروفانروگام) قرار می‌گیرد (۳). این گیاه قدمت طولانی دارد و با داشتن برگ‌های شانه

تنه‌جوش‌ها پس از جداسازی از پایه مادری و پدری با قارچ‌کش ضدعفونی شدند. برگ‌های موجود بر روی تنه‌جوش‌ها، برای کاهش سطح تخیر و تعرق، از نزدیکی ابتدای محور اصلی برگ، قطع گردیده و در گلدان‌های مجزا با ترکیب خاک یکنواخت کشت شدند. خاک مورد نظر ترکیبی از خاک‌برگ، ماسه و خاک باغچه بود. برای پیاده‌سازی طرح، تعداد ۶ گلدان از هر کدام از پایه‌های نر و ماده، و در مجموع ۱۲ عدد گلدان انتخاب و به‌صورت تصادفی نامگذاری گردید. سپس گلدان‌ها به‌صورت تصادفی در ۳ ستون و ۴ ردیف، توزیع و در فضای آزاد تحت پرورش و مراقبت قرار گرفتند. گیاهان در تابستان، هفته‌ای دوبار و در پاییز و زمستان هفته‌ای یکبار آبیاری شدند. تنه‌جوش‌ها در طی بهار، ریشه داده و در طی مرداد، برگ‌های جدید تولید نمودند. در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۱، بررسی‌های مورفولوژیکی آغاز شد.

صفات مورفولوژیکی مورد مطالعه پایه‌های نر و ماده سیکاس رولوتا عبارت بودند از: قطر محور اصلی برگ، طول برگچه‌ها، ضخامت برگچه‌ها، عرض برگچه‌ها، قطر دم‌برگچه‌ها، فاصله بین برگچه‌ها روی محور اصلی برگ، زاویه قرارگرفتن برگچه‌ها نسبت به محور اصلی برگ، قطر تنه‌جوش‌ها، قطر ریشه‌ها، طول ریشه‌ها، میزان کلروفیل و رنگ برگچه‌ها، شکل برگچه‌ها، آرایش برگچه‌ها بر روی محور اصلی برگ، نحوه شروع و تشکیل برگچه‌ها در انتهای محور اصلی برگ، نحوه قرارگرفتن پهنک برگچه‌ها نسبت به محور اصلی برگ و شکل و رنگ ریشه‌ها. برای اندازه‌گیری صفات کمی، از کولیس دیجیتالی، خط‌کش، گونیا و برای اندازه‌گیری کلروفیل از کلروفیل‌متر دستی مدل SPAD-502 استفاده گردید. مطالعه کیفی، به‌صورت مشاهده چشمی توسط ذره‌بین دستی و میکروسکوپ نوری انجام شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار EXCEL و SPSS نسخه ۱۶ به روش آنالیز تشخیصی مورد تجزیه قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با ویلکس لامبدا انجام گردید.

نواحی سردتر، پرورش می‌یابد (۴). در ایران، کشت‌وکار این گونه، در استان‌های گیلان و مازندران در فضای آزاد امکان‌پذیر است (۱). ازدیاد سیکاس با بذر، تنه‌جوش، قلمه ساقه و در شرایط کشت بافت انجام می‌شود (۶، ۱۳).

سیکاس گیاهی دوپایه است و شناسایی ظاهری و مورفولوژیکی پایه نر و ماده سیکاس رولوتا تا قبل از بلوغ امکان‌پذیر نمی‌باشد. بنابراین، تعیین جنسیت فقط پس از بلوغ و ایجاد گل و مخروط‌دهی صورت می‌گیرد. از طرف دیگر، در شرایط مطلوب، حداقل ۱۰ تا ۱۲ سال زمان لازم است تا سیکاس به سن بلوغ برسد (۱۱). برای داشتن پایه‌های نر و ماده مشخص برای پرورش و مراقبت مطمئن و برنامه‌ریزی برای تولید، شناسایی پایه‌های نر و ماده این گیاه با ارزش، قبل از بلوغ ضروریست. این تحقیق برای دستیابی به یک روش تشخیصی معتبر و مطمئن و شناسایی پایه‌های نر و ماده سیکاس رولوتا قبل از بلوغ جنسی انجام گردید. برای دستیابی به این هدف، ویژگی‌های آناتومیکی و مورفولوژیکی سیکاس در دوره رشد رویشی، مورد ارزیابی قرار گرفت.

## مواد و روشها

برای انجام مطالعات مورفولوژیکی، تنه‌جوش‌های سیکاس رولوتای بالغ که از نظر جنسی مشخص بودند و در شرایط فضای آزاد تحت پرورش قرار داشتند، از مراکز پرورش سیکاس، اطراف شهرستان رشت و در اوایل فروردین ماه سال ۱۳۹۰ تهیه شدند. مختصات جغرافیایی محل انجام آزمایش عبارت است از: ۳۷ درجه و ۱ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۳ دقیقه طول جغرافیایی از نصف النهار مبدأ در بین ارتفاعات البرز و تالش و دریای خزر، میانگین سالانه دمای هوا؛ ۱۵/۹ درجه سانتی‌گراد، میانگین سالانه رطوبت نسبی هوا؛ ۸۱/۹ درصد و میانگین سالانه بارندگی؛ ۱۳۵۹ میلی‌متر. تنه‌جوش‌های دوساله، از نظر سن فیزیولوژیکی یکنواخت و دارای برگ و فاقد ریشه بودند.

چشم غیرمسلح انجام شد. برای بررسی نحوه شروع و تشکیل برگچه‌ها در انتهای محور اصلی برگ، مریستم انتهایی محور اصلی برگ، طی چندین روز به‌طور مداوم تحت مشاهده قرار گرفت و نحوه شروع و تشکیل برگچه‌ها، به‌صورت مشاهده‌ای مورد مقایسه قرار گرفت. برای بررسی شکل و رنگ ریشه‌ها، پایه‌های سیکاس رولوتا از گلدان خارج شده و ریشه‌ها با آب شسته شدند. شکل و رنگ ریشه‌های انتخاب‌شده به‌روش تصادفی در پایه‌های نر و ماده سیکاس با مشاهده مستقیم، توسط چشم غیرمسلح بررسی شد.

مطالعات آناتومیکی بر روی محور اصلی برگ، برگچه و ریشه انجام شد. صفات آناتومیکی محور اصلی برگ پایه‌های نر و ماده سیکاس رولوتا عبارت بودند از: تعداد لایه‌های پارانشیم پوست محور اصلی، قطر استوانه مرکزی، تعداد لایه‌های پروکامبیوم، تعداد دسته‌های آوندی، قطر لایه ریشه‌زا، تراکم کرک و نوع کرک. صفات آناتومیکی محور اصلی برگچه‌های پایه‌های نر و ماده عبارت بودند از: تعداد لایه‌های پارانشیم فوقانی و تحتانی، تیپ و نوع روزنه‌ها، تراکم روزنه‌های فوقانی و تحتانی، طول روزنه‌های فوقانی و تحتانی، نوع کرک، تراکم کرک در سطح فوقانی و تحتانی. صفات آناتومیکی ریشه پایه‌های نر و ماده سیکاس رولوتا عبارت بودند از: تعداد لایه‌های پارانشیم پوست، تعداد لایه‌های کامبیوم، قطر استوانه مرکزی، قطر لایه‌های ریشه‌زا و تعداد دسته‌های آوندی.

برای بررسی صفات آناتومیکی سیکاس رولوتا، ابتدا از اندام‌های مختلف نمونه‌گیری شد. سپس نمونه‌های گیاهی در محلول حاوی ۱۰٪ فرمالین، ۸۵٪ الکل و ۵٪ اسید استیک تثبیت شدند. برش‌های عرضی محور اصلی برگ، برگچه و ریشه به‌صورت دستی و با استفاده از تیغ تیز انجام شد. نمونه‌ها توسط هیپوکلریت سدیم و اسید استیک شفاف شدند. نمونه‌ها با قرمز کنگو و آبی متیل رنگ‌آمیزی شدند. برای مطالعه کرک‌ها در محور اصلی برگ و مطالعه روزنه‌ها و کرک‌ها در برگچه‌ها، از نمونه‌های زنده، بدون

برای اندازه‌گیری قطر محور اصلی برگ، ابتدا به‌صورت تصادفی یک محور اصلی برگ بر روی تنه‌جوش‌ها در تمام گلدان‌های تحت آزمایش انتخاب گردید. سپس در حدفاصل برگچه شماره ۲۹ و ۳۰، قطر محور اصلی برگ با استفاده از کولیس دیجیتالی بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری طول برگچه‌ها، ابتدا به‌صورت تصادفی برگچه شماره ۳۰ روی محورهای اصلی برگ انتخاب گردید، سپس با استفاده از کولیس دیجیتالی از ابتدا تا انتهای برگچه‌ها بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری به‌عمل آمد. ضخامت و عرض برگچه‌ها در محل نقطه وسط طول برگچه شماره ۳۰ با استفاده از کولیس دیجیتالی بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری قطر دمبرگچه‌ها، محل اتصال برگچه‌ها به محور اصلی در برگچه شماره ۳۰ با استفاده از کولیس دیجیتالی بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری گردید. فاصله بین برگچه‌ها در حدفاصل برگچه ۲۹ و ۳۰ در محور اصلی برگ و با استفاده از کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری زاویه قرارگرفتن برگچه‌ها نسبت به محور اصلی برگ، ابتدا برای سهولت در اندازه‌گیری زاویه برگچه‌ها، سایر برگچه‌ها از روی محور اصلی حذف گردیدند، و با استفاده از نقاله به‌صورت دستی، زاویه قرارگرفتن برگچه شماره ۳۰ نسبت به محور اصلی بر حسب درجه اندازه‌گیری گردید. قطر تنه‌جوش‌ها در محل بزرگترین قطر، به‌وسیله کولیس دیجیتالی بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری قطر ریشه‌های سیکاس، از ریشه‌های فرعی استفاده گردید. بدین ترتیب که به‌صورت تصادفی، ریشه‌های فرعی، در گلدان‌های مورد آزمایش انتخاب شد. سپس با استفاده از کولیس دیجیتالی، قطر ریشه‌ها در محل ۳ سانتی‌متری از انتهای ریشه بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. برای تعیین میزان کلروفیل برگچه‌های سیکاس، از برگچه شماره ۳۰ در پایه‌ها استفاده شد. برای این منظور، از دستگاه کلروفیل‌متر دستی مدل SPAD-502 استفاده گردید. شکل، نحوه قرارگرفتن پهنک برگچه نسبت به محور اصلی برگ و آرایش برگچه‌ها بر اساس مشاهده مستقیم به‌وسیله

دست‌آمده در تحقیق حاضر، شناسایی پایه نر و ماده سیکاس، قبل از بلوغ امکان‌پذیر است. استفاده از صفات و مشخصه‌های مورفولوژیکی، در گیاه‌شناسی و رده‌بندی گیاهان و نیز در تشخیص گونه‌ها و جمعیت‌های گیاهی، اهمیت فراوانی دارد. بر اساس بررسی‌های به‌عمل‌آمده و مرور منابع مختلف، در خصوص شناسایی پایه‌های نر و ماده سیکاس رولوتا قبل از بلوغ، مطالعه‌ای انجام نشده است. در منابع مختلف اعلام شده است که شناسایی پایه‌های نر و ماده سیکاس، قبل از بلوغ و مخروط‌دهی امکان‌پذیر نمی‌باشد (۱۱).

بر اساس جدولهای ۱ و ۲، تفاوت قطر محور اصلی برگ در دو گروه پایه نر و ماده سیکاس رولوتا قبل از بلوغ معنی‌دار است و نشان می‌دهد که قطر محور اصلی برگ در پایه نر و ماده تفاوت دارد. استیونسون (۱۵) گزارش کرده است که محور اصلی برگ در سیکاس به‌شکل محدب بوده و تفاوتی بین پایه‌های نر و ماده وجود ندارد. به استناد نتایج جدولهای ۱ و ۲، تفاوت طول برگچه‌ها در پایه نر و ماده سیکاس رولوتا معنی‌دار نیست. جونز (۶) گزارش کرده است که بین طول برگچه‌ها در پایه‌های نر و ماده تفاوتی وجود ندارد و طول آنها به ۱۰ سانتی‌متر می‌رسد. بر اساس جدولهای ۱ و ۲ تفاوت ضخامت برگچه‌ها در پایه نر و ماده سیکاس رولوتا، معنی‌دار نیست. بر اساس گزارش هیل (۷) ضخامت برگچه‌ها در پایه‌های نر و ماده سیکاس یکسان بوده و از ۰/۳ میلی‌متر در برگ‌های جوان تا ۰/۸ میلی‌متر در برگ‌های مسن متغیر است (۷). تفاوت اندازه عرض برگچه‌ها در محل نقطه وسط برگچه شماره ۳۰ پایه‌های سیکاس رولوتا معنی‌دار است. هیل (۷) نشان داد که عرض برگچه‌ها در پایه نر و ماده سیکاس یکسان بوده و از ۰/۶ تا ۱/۵ سانتی‌متر می‌رسد (۷). جونز (۶) گزارش کرده است که قطر محل اتصال برگچه به محور برگ در پایه‌های سیکاس از ۲ تا ۴ میلی‌متر متغیر است (۶). نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که در این بررسی تفاوت معنی‌داری بین قطر دمبرگچه پایه نر و ماده دیده نمی‌شود. تفاوت

تثبیت‌کردن استفاده شد. با جداکردن اپیدرم، مطالعه کرک‌ها در محور اصلی و مطالعه روزنه‌ها و کرک‌ها در برگچه‌ها انجام گردید. از نمونه‌های آماده‌شده، توسط دوربین الیمپوس مدل دی پی ۷۱ متصل‌شده به میکروسکوپ نوری، عکس‌برداری شد. شناسایی سلول‌ها و بافت‌های مختلف بر روی تصاویر گرفته‌شده، انجام شد.

برای بررسی خصوصیات آناتومیکی محور اصلی برگ سیکاس رولوتا، یکی از محورهای اصلی برگ تازه تولیدشده که دارای بافت جوان و نرم‌تری بود، به‌صورت تصادفی انتخاب گردید و از حدفواصل برگچه شماره ۱۵ و ۱۶ پایه‌ها، برش تهیه شد. برای تعیین وجود یا عدم وجود کرک در محور اصلی، تعیین نوع و تراکم کرک، اپیدرم جداشده از محور اصلی برگ، حدفواصل برگ ۱۵ و ۱۶ انتخاب و در زیر میکروسکوپ نوری مشاهده شد. تعداد کرک‌ها در یک میلی‌متر مربع از محور اصلی شمارش گردید. برای بررسی برگچه‌ها، از برگچه شماره ۳۰ به‌طور تصادفی استفاده شد. برای تعیین تیپ، نوع و تراکم روزنه در برگچه‌ها، اپیدرم سطوح فوقانی و تحتانی جداشده از برگچه شماره ۳۰ انتخابی، با میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرار گرفت. تیپ، نوع و تراکم روزنه‌ها در سطح یک میلی‌متر مربع از برگچه، و طول روزنه‌ها بر حسب میکرون تعیین، و از روزنه‌ها عکس تهیه شد. شمارش کرک‌ها و روزنه‌ها با میکروسکوپ و معدل‌گیری تعداد روزنه‌ها در ۱۰ میدان دید و نیز محاسبه قطر میدان دید و نهایتاً محاسبه مساحت میدان دید انجام گردید. برای بررسی آناتومی ریشه، از ریشه‌های جوان که به‌صورت تصادفی انتخاب شده بودند، استفاده شد.

## نتایج و بحث

**ویژگی‌های مورفولوژیکی:** در این بررسی، تعدادی از صفات مورفولوژیکی پایه‌های نر و ماده سیکاس رولوتا مورد بررسی قرار گرفته است، که نتایج حاصل در جدولهای ۱، ۲ و ۳ درج شده است. با استفاده از نتایج به-

گزارش هیل (۸)، اندازه، قطر و حجم ریشه در سیکاس بسیار متغیر بوده و از انشعابات بسیار کم و گوستی تا انشعابات زیاد و فرعی متفاوت است. نتایج این تحقیق با گزارش هیل (۸) مطابقت دارد. تفاوت در طول ریشه‌ها معنی‌دار است. همانطور که در جدولهای ۱ و ۲ مشخص شده است، طول ریشه در پایه‌های ماده از طول ریشه در پایه‌های نر، بیشتر است. جونز (۶) گزارش کرده است که ریشه‌ها در سیکاس، اغلب کوتاه و گوستی بوده و تمایل به اعماق ندارند.

میزان کلروفیل در رنگ ظاهری برگچه‌ها تأثیر دارد. امروزه در شناسایی و تعیین صفات ارقام مختلف گیاهی از میزان کلروفیل و رنگ ظاهری برگ‌ها کمک می‌گیرند. در این تحقیق، هدف از اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگچه‌ها، تعیین معیاری برای مقایسه برگچه‌های پایه نر و ماده سیکاس از نظر رنگ ظاهری می‌باشد. رنگ برگ در سیکاس متغیر است، به‌طوری‌که، برگ‌های جوان در سیکاس به رنگ سبز روشن بوده و پس از یک تا دو هفته سفت‌تر می‌شوند. برگ‌های مسن سبز پررنگ، براق و چرمی به‌نظر می‌رسند (۱۵). مقایسه میانگین عدد داده‌های کلروفیل در جدولهای ۱ و ۲ نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری در میزان کلروفیل برگچه‌های پایه‌های ماده و نر سیکاس رولوتا وجود ندارد.

فاصله بین برگچه‌ها روی محور اصلی برگ در حدفاصل برگچه شماره ۲۹ و ۳۰ در پایه‌های سیکاس رولوتا در این بررسی معنی‌دار شده است. استیونسون (۱۵) اظهار می‌دارد که طول برگ سیکاس در پایه نر و ماده یکسان بوده و تا ۲۰۰ سانتی‌متر می‌رسد. همچنین، تعداد برگچه‌ها به ۲۵۰ عدد در هر طرف برگ می‌رسد. نتیجه مطالعه ما نشان می‌دهد که زاویه قرارگرفتن برگچه‌ها نسبت به محور اصلی برگ در پایه ماده، حداکثر تا ۵۳ درجه بوده و در پایه نر، حداکثر ۴۸ درجه می‌باشد. زاویه قرارگرفتن برگچه‌ها در پایه ماده نسبت به پایه نر بازرتر بوده و برگچه‌های پایه ماده با زاویه بیشتری نسبت به محور اصلی برگ قرار گرفته‌اند. تفاوت موجود بین زاویه قرارگرفتن برگچه‌ها نسبت به محور اصلی معنی‌دار می‌باشد. مطالعه استیونسون (۱۴) نشان داد که برگچه‌های سیکاس روی محور اصلی، با زاویه حدود ۴۵ درجه واقع شده‌اند. البته نتایج و یافته‌های تحقیق حاضر با گزارش فوق مغایرت دارد.

به استناد جدولهای ۱ و ۲، تفاوت در قطر تنه‌جوش‌ها معنی‌دار نمی‌باشد. بر اساس گزارش تانگ (۱۶)، تنه‌جوش‌ها از قسمت‌های پایینی و قاعده ساقه سیکاس خارج می‌شود و در پایه‌های نر و ماده سیکاس تفاوتی در محل تشکیل، تعداد و اندازه آن به‌چشم نمی‌خورد.

داده‌های حاصل از بررسی طرح نشان می‌دهد که تفاوت موجود در اندازه قطر ریشه‌ها معنی‌دار است. بر اساس

جدول ۱- آزمون معنی‌دار بودن میانگین گروه‌ها برای صفات مورفولوژیکی

منبع تغییرات	ویلکس لامبدا	F	df <sub>۱</sub>	df <sub>۲</sub>	سطح معنی‌داری
قطر محور اصلی برگ (X <sub>۱</sub> )	۰/۴۵۹	۱۱/۷۶۵	۱	۱۰	۰/۰۰۶**
طول برگچه‌ها (X <sub>۲</sub> )	۰/۸۳۲	۲/۰۱۷	۱	۱۰	۰/۱۸۶ <sup>NS</sup>
ضخامت برگچه‌ها (X <sub>۳</sub> )	۰/۹۵۳	۰/۴۹۴	۱	۱۰	۰/۴۹۸ <sup>NS</sup>
عرض برگچه‌ها (X <sub>۴</sub> )	۰/۱۱۱	۸۰/۱۱۲	۱	۱۰	۰/۰۰۰**
قطر دمبرگچه‌ها (X <sub>۵</sub> )	۰/۸۹۸	۱/۱۳۷	۱	۱۰	۰/۳۱۱ <sup>NS</sup>
فاصله برگچه‌ها (X <sub>۶</sub> )	۰/۱۴۷	۵۸/۲۰۹	۱	۱۰	۰/۰۰۰**
زاویه برگچه‌ها (X <sub>۷</sub> )	۰/۳۱۴	۲۱/۷۹۷	۱	۱۰	۰/۰۰۱**
قطر تنه‌جوش‌ها (X <sub>۸</sub> )	۰/۹۰۳	۱/۰۷۹	۱	۱۰	۰/۳۲۳ <sup>NS</sup>
قطر ریشه‌ها (X <sub>۹</sub> )	۰/۱۷۷	۴۶/۵۹۳	۱	۱۰	۰/۰۰۰**
طول ریشه‌ها (X <sub>۱۰</sub> )	۰/۲۴۰	۳۱/۷۴۳	۱	۱۰	۰/۰۰۰**
عدد کلروفیل برگچه‌ها (X <sub>۱۱</sub> )	۰/۹۹۵	۰/۰۵۴	۱	۱۰	۰/۸۲۲ <sup>NS</sup>

جدول ۲- مشخصات مورفولوژیکی کمی (میانگین + انحراف معیار) مورد بررسی سیکاس رولوتا

نر	ماده	پایه صفات مورفولوژیکی
$3/02 - 3/41 \pm 0/39$ (۳/۸)	$3/21 - 3/51 \pm 0/3$ (۳/۸۱)	قطر محور اصلی برگ (میلی‌متر)
$81/8 - 85/2 \pm 3/4$ (۸۳/۵)	$73/98 - 85/05 \pm 11/07$ (۷۹/۵۱۵)	طول برگچه‌ها (میلی‌متر)
$0/35 - 0/47 \pm 0/12$ (۰/۴۱)	$0/32 - 0/58 \pm 0/26$ (۰/۴۵)	ضخامت برگچه‌ها (میلی‌متر)
$3/77 - 4/04 \pm 0/27$ (۳/۹۰۵)	$4/51 - 4/98 \pm 0/47$ (۴/۷۴۵)	عرض برگچه‌ها (میلی‌متر)
$2/25 - 2/63 \pm 0/38$ (۲/۴۴)	$2/42 - 2/63 \pm 0/21$ (۲/۵۲۵)	قطر دم‌برگچه‌ها (میلی‌متر)
$3/13 - 4/39 \pm 1/26$ (۳/۷۶)	$5/33 - 6/41 \pm 1/08$ (۵/۸۷)	فاصله برگچه‌ها روی محور اصلی (میلی‌متر)
$42 - 48 \pm 6$ (۴۵)	$47 - 53 \pm 6$ (۵۰)	زاویه برگچه‌ها نسبت به محور اصلی (درجه)
$5/09 - 5/85 \pm 0/76$ (۵/۴۷)	$5/05 - 6/15 \pm 1/1$ (۵/۶)	قطر تنه‌جوش‌ها (سانتی‌متر)
$3/08 - 3/92 \pm 0/84$ (۳/۵)	$2/07 - 2/63 \pm 0/56$ (۲/۳۵)	قطر ریشه‌ها (میلی‌متر)
$15/5 - 20/4 \pm 2/45$ (۱۷/۹۵)	$21/2 - 24/2 \pm 0/3$ (۲۲/۷)	طول ریشه‌ها (سانتی‌متر)
$43/9 - 54/6 \pm 10/7$ (۴۹/۲۵)	$47/7 - 52/1 \pm 4/4$ (۴۹/۹)	عدد کلروفیل برگچه‌ها

در پایه ماده، برگچه‌ها به‌صورت متناوب در روی محور اصلی برگ قرار دارند (شکل ۱). در بخش یک‌سوم انتهایی محور اصلی برگ، برگچه‌ها به‌صورت فشرده و نزدیک به هم قرار دارند، که آرایش برگچه‌ها نامنظم است.

برگ سیکاس رولوتا به‌طور مداوم در حال رشد بوده و برگچه‌های جدید تولید می‌کند. بررسی‌های به‌عمل‌آمده در این مطالعه حکایت از آن دارد که تشکیل برگچه جدید در پایه نر سیکاس رولوتا، پس از تمایز کامل برگچه قبلی شروع می‌شود، به‌طوری‌که، انتهای برگ دارای یک برگچه تمایز یافته بوده و فرد می‌باشد (شکل ۲). در پایه ماده، شروع و تشکیل برگچه جدید، قبل از تمایز کامل برگچه قبلی صورت می‌گیرد و برگچه جدید در حالی که برگچه قبلی به رشد کامل نرسیده از آن جدا می‌گردد. در نتیجه، انتهای محور اصلی برگ در پایه ماده سیکاس رولوتا دارای دو برگچه بوده و زوج است و یکی تمایز یافته‌تر از دیگری است (شکل ۲). بررسی‌های این تحقیق نشان می‌دهد که تفاوت در نحوه شروع و تشکیل برگچه‌ها، یکی دیگر از

شکل برگچه‌ها در پایه‌های نر و ماده سیکاس به‌صورت مشاهده‌ای مورد بررسی قرار گرفت. برگچه‌ها در هر دو پایه به‌شکل نيزه‌ای می‌باشد. جونز (۶) گزارش کرده است که برگچه‌ها متعدد، نوک تیز و نيزه‌ای هستند. برگچه‌ها دارای یک رگبرگ طولی بوده و فاقد رگبرگ‌های فرعی و ثانویه هستند. برگ در سیکاس دارای تقسیمات شانه‌ای دوطرفه با قطعات و کناره‌های کامل است (۲). بر اساس نتایج مطالعه حاضر، آرایش برگچه‌ها روی محور اصلی به سه بخش قابل تقسیم است: بخش اول؛ حدود یک‌سوم ابتدایی برگ از طرف محل اتصال محور اصلی برگ به تنه می‌باشد، که در پایه‌های نر و ماده سیکاس رولوتا دارای آرایش برگچه‌ای یکسان بوده و برگچه‌ها به‌صورت متناوب و متقابل و بدون نظم خاص در دو طرف محور اصلی قرار دارند. در بخش یک‌سوم میانی برگ آرایش برگچه‌ها نقش مهمی در شناسایی پایه نر و ماده سیکاس رولوتا دارد، و یکی از تفاوت‌های مورفولوژیک پایه‌های نر و ماده سیکاس رولوتا در این بررسی به‌شمار می‌رود، به‌طوری‌که، برگچه‌ها در پایه نر متقابل بوده و در دو طرف محور اصلی برگ، روبروی هم قرار گرفته‌اند (شکل ۱). در صورتی‌که،

علائم شناسایی مورفولوژیکی پایه‌های نر و ماده سیکاس

رولوتا محسوب می‌شود.



شکل ۱- آرایش متقابل برگچه‌ها در پایه نر (راست) و آرایش متناوب در پایه ماده (چپ) سیکاس رولوتا



شکل ۲- نحوه شروع و تشکیل برگچه جدید در پایه نر (راست) و ماده (چپ) سیکاس رولوتا

محور اصلی در یک راستا بوده و هم سطح می‌باشند (شکل ۳).

ریشه‌ها در سیکاس رولوتا به رنگ سفید، سفید کرمی، گوشتی و دوشاخه، دارای ریشه‌های اولیه و ثانویه‌اند، که تمایل به اعماق ندارند (۱۴). اندازه، قطر و حجم ریشه در سیکاس بسیار متغیر بوده و از انشعابات بسیار کم و گوشتی، تا انشعابات زیاد و فرعی متفاوت است (۸). بررسی خصوصیات مورفولوژیکی ریشه پایه‌های نر و ماده سیکاس رولوتا در تحقیق حاضر، تفاوت‌هایی را نشان داد. در پایه‌های ماده، حجم ریشه زیاد بوده و ریشه دارای انشعابات فرعی زیاد می‌باشد و رنگ ریشه‌ها قهوه‌ای روشن است (شکل ۴). در پایه‌های نر، حجم ریشه نسبت به پایه‌های ماده کم، دارای انشعابات کمتری نسبت به ریشه پایه‌های ماده بوده و گوشتی است، و تمایل به دوشاخه شدن

بررسی‌های مشاهده‌ای انجام شده بر روی پایه‌های سیکاس رولوتا نشان می‌دهد که نحوه قرارگرفتن پهنک برگچه‌ها نسبت به محور اصلی در پایه‌های نر و ماده، تفاوت مورفولوژیکی خاصی دیده نمی‌شود. نحوه قرارگرفتن پهنک برگچه‌ها نسبت به محور اصلی، به سه فرم دیده می‌شود: ۱- در ابتدای محور اصلی و نزدیک به محل اتصال به تنه‌جوش‌ها، پهنک برگچه‌ها عمود بر محور اصلی برگ و به صورت تقریباً افقی نسبت به سطح زمین قرار دارند (شکل ۳). ۲- در بخش میانی برگ، پهنک برگچه‌ها مانند حالت اول عمود بر محور اصلی نبوده و نسبت به محور اصلی برگ با زاویه‌ای حدود ۳۰ درجه واقع شده، و نسبت به سطح زمین افقی نمی‌باشد (شکل ۳) و ۳- در بخش انتهایی محور اصلی برگ، سطح پهنک برگچه‌ها با سطح

حاصل از مطالعه بر روی پایه‌های نر و ماده سیکاس رولوتا در جدولهای ۴ و ۵ نشان داده شده است. داده‌های کیفی به‌صورت مشاهده‌ای مورد مقایسه قرار گرفته‌اند.

دارد. رنگ ریشه در پایه‌های نر کرم بوده و نسبت به پایه ماده رنگ روشن‌تری دارد (شکل ۴).

**ویژگی‌های آناتومیکی:** داده‌های کمی و آزمون معنی-دار بودن میانگین گروه‌ها برای ویژگی‌های آناتومیکی



شکل ۳- نحوه قرارگرفتن برگچه‌ها در ابتدای محور اصلی (راست)، در بخش میانی (وسط) و در انتهای محور اصلی (چپ) برگ سیکاس رولوتا



شکل ۴- ریشه پایه ماده سیکاس (راست)، دارای انشعاب زیاد و به‌رنگ قهوه‌ای روشن و پایه نر (چپ)، دارای انشعاب کم و کرم‌رنگ

جدول ۳- مشخصات مورفولوژیکی کیفی مورد بررسی سیکاس رولوتا

نر	ماده	پایه صفات مورفولوژیکی
نیزه‌ای	نیزه‌ای	شکل برگچه‌ها
متقابل	متناوب	آرایش برگچه‌ها در یک سوم میانی برگ
پس از رشد کامل برگچه‌ی قبلی	قبل از رشد کامل برگچه قبلی	شروع و تشکیل برگچه‌ها
عمود بر محور و افقی به سطح زمین در قسمت ابتدایی، زاویه ۳۰ درجه با محور در قسمت میانی، هم سطح با محور در قسمت انتهایی	عمود بر محور و افقی به سطح زمین در قسمت ابتدایی، زاویه ۳۰ درجه با محور در قسمت میانی، هم سطح با محور در قسمت انتهایی	قرارگرفتن برگچه‌ها نسبت به محور اصلی (در هر دو پایه مشابه است)
انشعاب کم، گوشتی و کرم‌رنگ	انشعاب زیاد و قهوه‌ای روشن	شکل و رنگ ریشه‌ها



جدول ۴- داده‌های کمی ویژگی‌های آناتومیکی پایه‌های نر و ماده سیکاس رولوتا

صفات پایه‌ها	X <sub>۱</sub>	X <sub>۲</sub>	X <sub>۳</sub>	X <sub>۴</sub>	X <sub>۵</sub>	X <sub>۶</sub>	X <sub>۷</sub>	X <sub>۸</sub>	X <sub>۹</sub>	X <sub>۱۰</sub>	X <sub>۱۱</sub>	X <sub>۱۲</sub>	X <sub>۱۳</sub>	X <sub>۱۴</sub>	X <sub>۱۵</sub>	X <sub>۱۶</sub>	X <sub>۱۷</sub>	X <sub>۱۸</sub>	X <sub>۱۹</sub>
ماده	۸	۱۹	۲	۳	۴	۱۱	۹	۷	۲۶	۳۱	۷/۵	۹	۴	۱۰	۹	۲	۲۵/۵	۰/۵۳	۱
	۹	۲۵/۵	۲	۳	۴/۵	۱۳	۹	۷	۲۶	۳۴	۶	۸	۳	۶	۸	۲	۳۰	۰/۵۵	۱
	۹	۲۳	۱	۳	۳	۹	۹	۷	۲۷	۳۵	۸	۹/۵	۵	۵	۷	۲	۲۷	۰/۵۳	۱
	۸	۲۶	۲	۳	۳/۵	۱۱	۸	۸	۲۶	۲۹	۶	۹	۵	۶	۹	۳	۲۵	۰/۵۲	۱
	۹	۱۵	۲	۳	۳	۱۰	۹	۷	۲۵	۳۲	۵/۵	۷	۴	۹	۷	۳	۲۸/۵	۰/۵۴	۱
	۷	۲۶	۱	۳	۳/۸	۱۳	۹	۸	۲۶	۳۳	۶/۵	۸/۵	۴	۱۰	۷	۲	۲۶/۵	۰/۵۰	۱
نر	۷	۲۱	۱	۳	۳	۱۰	۹	۷	۲۹	۳۲	۶	۷	۳	۹	۶	۲	۲۶	۰/۵۶	۱
	۱۰	۲۱/۵	۲	۳	۴/۶	۱۵	۹	۷	۲۴	۳۷	۹/۵	۷/۵	۴	۹	۱۰	۳	۲۸	۰/۵۸	۱
	۷	۱۷	۲	۳	۳/۵	۱۱	۷	۸	۲۷	۳۴	۷	۸/۵	۶	۹	۸	۳	۲۷/۵	۰/۵۲	۱
	۹	۱۹	۲	۳	۵	۱۳	۹	۷	۲۷	۳۲	۵	۶/۵	۷	۷	۹	۲	۲۵	۰/۴۵	۱
	۶	۲۰	۱	۳	۴/۷	۸	۷	۷	۳۰	۲۸	۷/۵	۸	۸	۸	۱۰	۳	۲۷	۰/۵۲	۱
	۹	۱۷/۵	۲	۳	۴/۲	۱۳	۹	۷	۲۷	۲۶	۹	۶/۸	۸	۸	۹	۲	۲۵/۵	۰/۴۸	۱

به‌طوری که محور اصلی برگ سیکاس شبیه ساقه نیمه-خشب‌سایر گیاهان است. مزوفیل، حاوی سلول‌های پارانشیمی است که آرایش نرده‌ای و حفره‌ای داشته و دارای فضاهای بین‌سلولی هستند، که با گزارش لدر (۹) مطابقت دارد. دسته‌های آوندی در پایه‌های نر و ماده، مساوی و به تعداد ۳ دسته بوده که به‌صورت دسته‌های آوندی مرکزی دیده می‌شوند. قطر لایه ریشه‌زا در پایه‌های نر ۳ تا ۵ میکرون، و در پایه‌های ماده ۳ تا ۴/۵ میکرون است. لایه ریشه‌زا، دسته‌های آوندی را احاطه کرده است.

سطح خارجی اپیدرم محور اصلی برگ، در پایه‌های نر و ماده سیکاس رولوتا پوشیده از کرک است. کرک در سیکاس رولوتا از نوع پوششی (حفاظتی) و چند سلولی می‌باشد. شکل کرک در پایه‌های نر و ماده یکسان بوده و به‌شکل سوزنی است. تعداد کرک‌ها در محور اصلی پایه‌های نر ۸-۱۵ و در پایه‌های ماده، ۱۰-۱۳ عدد در هر

مقایسه آناتومیکی محور اصلی برگ‌های پایه‌های مورد بررسی سیکاس رولوتا نشان می‌دهد که تعداد لایه‌های پارانشیم پوست در پایه‌های نر، ۶ تا ۱۰ و در پایه‌های ماده، ۷ تا ۹ است (جدول ۶). کمترین و بیشترین لایه در پایه نر مشاهده شده است. قطر استوانه مرکزی در پایه‌های نر از ۱۷ تا ۲۱/۵ میکرون و در پایه‌های ماده از ۱۵ تا ۲۶ میکرون متغیر است. کمترین و بیشترین قطر مربوط به پایه ماده است. استوانه مرکزی یکپارچه نبوده و هر نوار، یک دسته آوندی نامیده می‌شود. محور اصلی برگ پایه‌های نر و ماده سیکاس رولوتا دارای ۱ تا ۲ لایه پروکامبیوم می‌باشد، که بین دسته‌های آوندی مرکزی قرار دارند. پروکامبیوم در سیکاس، ابتدا بافت‌های چوبی اولیه و آبکش اولیه را به وجود می‌آورد و بعد کامبیوم آوندی را تولید می‌کند (۹). محور اصلی دارای دسته‌های کلانشیمی در زیر اپیدرم است که به محور اصلی برگ سیکاس استحکام لازم را می‌دهد،

میلی‌متر مربع شمارش گردید (شکل ۵). وجود کرک پوششی و حفاظتی در محور اصلی برگ نشان‌دهنده سازگاری سیکاس با شرایط اقلیمی موجود در آن می‌باشد (۵).

جدول ۵- آزمون معنی‌دار بودن میانگین گروه‌ها برای ویژگی‌های آناتومیکی

منبع تغییرات	ویلیکس لامبدا	F	df <sub>۱</sub>	df <sub>۲</sub>	سطح معنی‌داری
لایه‌های پارانشیم محور اصلی برگ (X <sub>۱</sub> )	۰/۹۷۹	۰/۲۱۷	۱	۱۰	۰/۶۵۱ <sup>NS</sup>
قطر استوانه مرکزی محور اصلی برگ (X <sub>۲</sub> )	۰/۸۰۷	۲/۳۹۶	۱	۱۰	۰/۱۵۲ <sup>NS</sup>
تعداد لایه‌های پروکامبیوم محور اصلی برگ (X <sub>۳</sub> )	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱	۱۰	۰/۱۰۰ <sup>NS</sup>
تعداد دسته‌های آوندی محور اصلی برگ (X <sub>۴</sub> )	A	-	۱	۱۰	-
قطر لایه ریشه‌زای محور اصلی برگ (X <sub>۵</sub> )	۰/۸۷۴	۱/۸۱۳	۱	۱۰	۰/۲۰۸ <sup>NS</sup>
تراکم کرک در محور اصلی برگ (X <sub>۶</sub> )	۰/۹۸۳	۰/۱۷۰	۱	۱۰	۰/۶۸۹ <sup>NS</sup>
تعداد لایه‌های پارانشیم فوقانی برگچه‌ها (X <sub>۷</sub> )	۰/۸۹۲	۱/۲۱۶	۱	۱۰	۰/۲۹۶ <sup>NS</sup>
تعداد لایه‌های پارانشیم تحتانی برگچه‌ها (X <sub>۸</sub> )	۰/۹۶۳	۰/۳۸۵	۱	۱۰	۰/۵۴۹ <sup>NS</sup>
تراکم روزنه‌ها در سطح فوقانی برگچه‌ها (X <sub>۹</sub> )	۰/۸۱۴	۲/۲۸۶	۱	۱۰	۰/۱۶۲ <sup>NS</sup>
تراکم روزنه‌ها در سطح تحتانی برگچه‌ها (X <sub>۱۰</sub> )	۰/۹۲۷	۰/۷۸۳	۱	۱۰	۰/۳۹۷ <sup>NS</sup>
طول روزنه‌های فوقانی برگچه‌ها (X <sub>۱۱</sub> )	۰/۹۲۱	۰/۸۶۴	۱	۱۰	۰/۳۷۵ <sup>NS</sup>
طول روزنه‌های تحتانی برگچه‌ها (X <sub>۱۲</sub> )	۰/۶۴۹	۵/۴۱۵	۱	۱۰	۰/۰۴۲ <sup>*</sup>
تراکم کرک در سطح فوقانی برگچه‌ها (X <sub>۱۳</sub> )	۰/۷۱۱	۴/۰۶۰	۱	۱۰	۰/۰۷۳ <sup>NS</sup>
تراکم کرک در سطح تحتانی برگچه‌ها (X <sub>۱۴</sub> )	۰/۹۵۶	۰/۴۶۵	۱	۱۰	۰/۵۱۱ <sup>NS</sup>
لایه‌های پارانشیم پوست ریشه (X <sub>۱۵</sub> )	۰/۸۸۶	۱/۲۸۹	۱	۱۰	۰/۲۸۳ <sup>NS</sup>
تعداد لایه‌های کامبیوم ریشه (X <sub>۱۶</sub> )	۰/۹۷۱	۰/۲۹۴	۱	۱۰	۰/۵۹۹ <sup>NS</sup>
قطر استوانه مرکزی ریشه (X <sub>۱۷</sub> )	۰/۹۶۰	۰/۴۱۳	۱	۱۰	۰/۵۳۵ <sup>NS</sup>
قطر لایه ریشه‌زای ریشه (X <sub>۱۸</sub> )	۰/۹۷۸	۰/۲۲۸	۱	۱۰	۰/۶۴۳ <sup>NS</sup>
تعداد دسته‌های آوندی (X <sub>۱۹</sub> )	a	-	۱	۱۰	-

a: منابع تغییراتی که در آزمون شرکت داده نشده است، \* : معنی‌داری در سطح ۰/۵، <sup>NS</sup>: تفاوت غیرمعنی‌دار

جدول ۶- مشخصات آناتومیکی (میانگین + انحراف معیار) مورد بررسی محور اصلی برگ سیکاس رولوتا

نر	ماده	پایه	خصوصیات آناتومیکی
۶ - ۱۰ ± ۴ (۸)	۷ - ۹ ± ۲ (۸)		تعداد لایه‌های پارانشیم پوست
۱۷ - ۲۱/۵ ± ۵/۴ (۱۹/۲۵)	۱۵ - ۲۶ ± ۱۱ (۲۰/۵)		قطر استوانه مرکزی (میکرون)
۱ - ۲ ± ۱ (۱/۵)	۱ - ۲ ± ۱ (۱/۵)		تعداد لایه‌های پروکامبیوم
۳	۳		تعداد دسته‌های آوندی
۳ - ۵ ± ۲ (۴)	۳ - ۴/۵ ± ۱/۵ (۳/۷۵)		قطر دایره محیطی (میکرون)
۸ - ۱۵ ± ۷ (۱۱/۵)	۱۰ - ۱۳ ± ۳ (۱۱/۵)		تراکم کرک (میلی‌متر مربع)
پوششی (حفاظتی)	پوششی (حفاظتی)		نوع کرک

در پایه‌های نر از ۵ تا ۹/۵ میکرون در نوسان است. طول روزنه‌های تحتانی در پایه‌های ماده، ۷ تا ۹/۵ میکرون و در پایه‌های نر، ۶/۵ تا ۸/۵ میکرون است. تراکم روزنه‌ها در هر گونه گیاهی تقریباً ثابت بوده و تغییرات آن محدود است. توزیع روزنه‌ها در دو سطح برگ، تحت تأثیر شرایط محیطی، به‌ویژه نور قرار دارد.

کرک در پایه‌های ماده و نر سیکاس رولوتا در سطوح فوقانی و تحتانی برگچه‌ها از نوع پوششی و ساده است. شکل آن در پایه‌های نر و ماده و در سطوح فوقانی و تحتانی یکسان بوده و به‌شکل سوزنی است. تراکم کرک در سطح فوقانی در پایه‌های ماده، ۳ تا ۵ عدد و در پایه‌های نر، ۳ تا ۸ عدد در هر میلی‌متر مربع است. تراکم کرک در سطح تحتانی برگچه‌ها از سطح فوقانی بیشتر بوده، به طوری که در پایه‌های ماده به‌تعداد ۵ تا ۱۰ عدد و در پایه‌های نر به ۷ تا ۹ عدد در هر میلی‌متر مربع می‌رسد (شکل ۸).

بررسی خصوصیات آناتومیکی ریشه پایه‌های سیکاس رولوتا تشابهات و اختلافاتی را نشان می‌دهد (جدول ۸).

تعداد لایه‌های پارانشیم پوست ریشه در پایه‌های نر و ماده مساوی بوده و ۸ تا ۹ لایه می‌باشد. در برش عرضی ریشه، تعداد لایه‌های کامبیوم، ۲ تا ۳ لایه بوده و در پایه‌های نر و ماده مساوی است. قطر استوانه مرکزی در پایه‌های ماده از ۲۵ تا ۳۰ میکرون، و در پایه‌های نر از ۲۵ تا ۲۸ میکرون متغیر است. قطر لایه ریشه‌زا در پایه‌های ماده از ۰/۵ تا ۰/۵۵ میکرون، و در پایه‌های نر از ۰/۴۵ تا ۰/۵۸ میکرون متغیر است. حداقل قطر لایه ریشه‌زا در پایه‌های نر، ۰/۴۵ میکرون و حداکثر آن نیز ۰/۵۸ میکرون در پایه‌های نر است. در این بررسی، دسته‌های آوندی در پایه‌های نر و ماده یکسان می‌باشد (شکل‌های ۹ و ۱۰). مطالعه ریشه سیکاس سیرسینالیس نشان می‌دهد که چهار نوع ریشه در سیکاس وجود دارد که عبارتند از: ریشه‌های اصلی، ریشه‌های ثانویه یا جانبی، ریشه‌های متورم و ریشه‌های

مقایسه آناتومیکی برگچه‌های پایه‌های مورد بررسی سیکاس رولوتا، تشابهات و اختلافاتی را نشان می‌دهد (جدول ۷). پارانشیم فوقانی برگچه‌ها در پایه‌های نر ۷ تا ۹ لایه بوده و در پایه‌های ماده از ۸ تا ۹ لایه متغیر است. سلول‌های پارانشیمی به‌صورت حفره‌ای و چندضلعی دیده می‌شوند. تعداد لایه‌های پارانشیم تحتانی پایه‌های نر و ماده یکسان بوده و از ۷ تا ۹ لایه متغیر است. مزوفیل برگچه سیکاس مانند نهادانگان، شامل پارانشیم نرده‌ای و حفره‌ای است. چوب رگبرگ میانی از نوع چوب اولیه می‌باشد. چوب ثانوی نزدیک آبکش، از کامبیومی که بین دو نوع بافت آوندی قرار گرفته، ایجاد می‌شود. رگبرگ میانی با آندودرم احاطه شده است. در زیر آبکش، سلول‌های پارانشیم انتقال‌دهنده مشاهده می‌شوند. در خارج آندودرم در هر دو طرف رگبرگ میانی، صفحاتی از بافت انتقال‌دهنده فرعی با تراکئید و پارانشیم وجود دارد. تیپ روزنه‌ها در پایه‌های نر و ماده، یکسان بوده و برجسته می‌باشد. نوع روزنه‌ها در پایه‌های نر و ماده از نوع آکتینوسایطیک است، به طوری که، با یک چرخه از سلول‌های همراه، از سلول‌های اپیدرمی جدا شده است. سلول‌های همراه، به‌صورت دایره‌ای روزنه را دربرگرفته است (شکل ۶). برگچه سیکاس، چرمی و سخت است و سلول‌های اپیدرمی، دیواره و کوتیکول ضخیم دارند و روزنه‌ها در سطح تحتانی برگ عمقی هستند (لدر، ۱۹۹۵). در سیکاس سیرسینالیس، تیپ روزنه‌ها نهفته و نوع روزنه‌ها هاپلوکیل گزارش گردیده است (۱۲). این یافته با نتایج مطالعه حاضر، متفاوت است (شکل ۷). تراکم روزنه‌های فوقانی در پایه‌های ماده، از ۲۵ تا ۲۸ عدد و در پایه‌های نر، از ۲۴ تا ۳۰ عدد در هر میلی‌متر مربع متغیر است. حداقل تراکم روزنه‌های فوقانی در پایه‌های نر، ۲۴ عدد و حداکثر آن ۳۰ عدد است. تراکم روزنه‌های تحتانی در پایه‌های ماده، از ۲۹ تا ۳۵ عدد و در پایه‌های نر، از ۲۶ تا ۳۷ عدد در هر میلی‌متر مربع متغیر است. حداکثر تراکم روزنه‌های تحتانی در پایه‌های نر، و به ترتیب ۲۶ و ۳۷ عدد است (شکل ۶). طول روزنه‌های فوقانی در پایه‌های ماده از ۵/۵ تا ۸ میکرون و

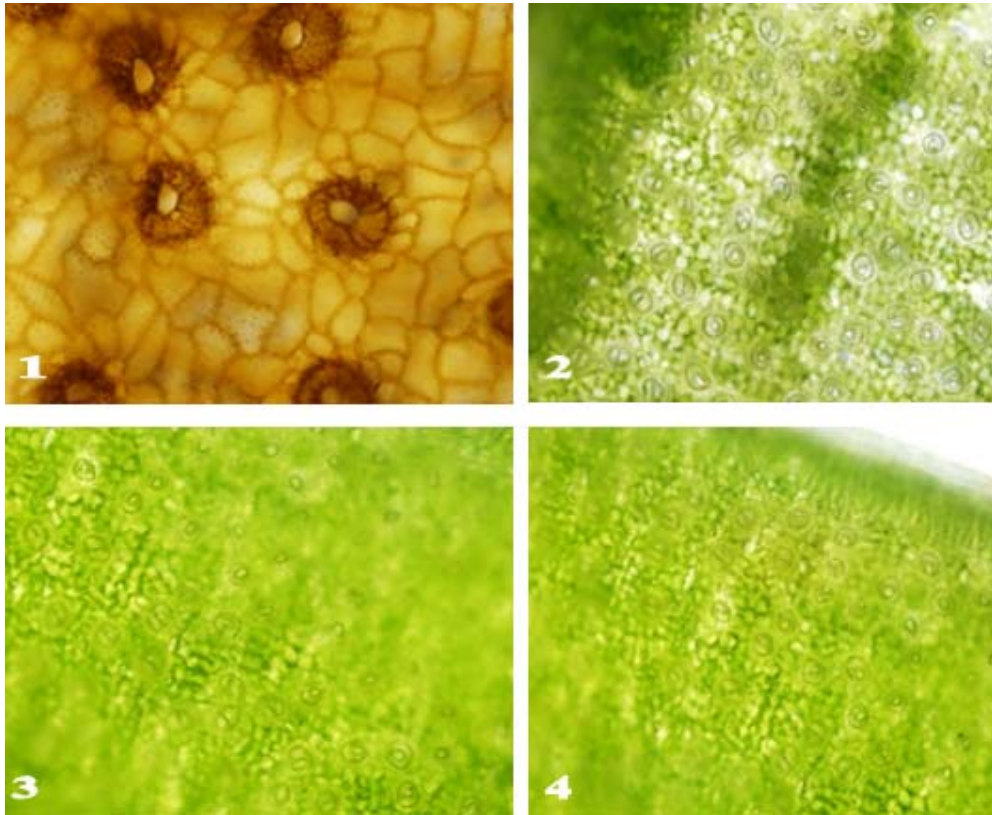
کورالوئید (مرجانی) (۱). نتایج مطالعه حاضر، با این یافته‌ها مطابقت دارد.

جدول ۷- مشخصات آناتومیکی (میانگین + انحراف معیار) مورد بررسی برگچه سیکاس رولونا

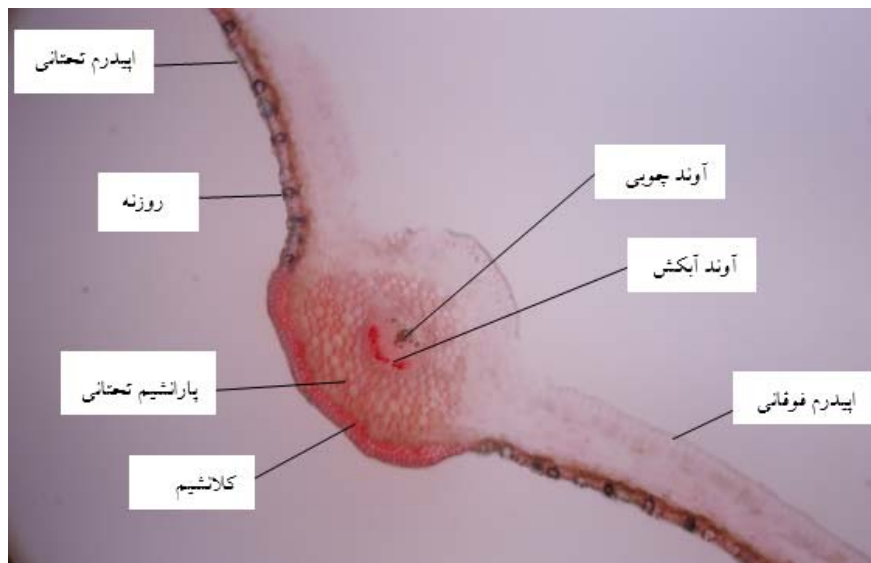
پایه	ماده	نر
مشخصات آناتومیکی		
تعداد لایه‌های پارانشیم فوقانی	$8 - 9 \pm 1$ (۸/۵)	$8 - 9 \pm 1$ (۸/۵)
تعداد لایه‌های پارانشیم تحتانی	$7 - 8 \pm 1$ (۷/۵)	$7 - 8 \pm 1$ (۷/۵)
تیپ روزنه‌ها	برجسته	برجسته
نوع روزنه‌ها	آکتینوسایتیک	آکتینوسایتیک
تراکم روزنه‌های فوقانی (میلی مترمربع)	$25 - 27 \pm 2$ (۲۶)	$24 - 30 \pm 6$ (۲۷)
تراکم روزنه‌های تحتانی (میلی مترمربع)	$29 - 35 \pm 6$ (۳۲)	$26 - 37 \pm 11$ (۳۱/۵)
طول روزنه‌های فوقانی (میکرون)	$5/5 - 8 \pm 2/5$ (۶/۷۵)	$5 - 9/5 \pm 4/5$ (۷/۲۵)
طول روزنه‌های تحتانی (میکرون)	$7 - 9/5 \pm 2/5$ (۸)	$6/5 - 8/5 \pm 2$ (۷/۵)
نوع کرک	پوششی و ساده	پوششی و ساده
تراکم کرک در سطح فوقانی (میلی مترمربع)	$3 - 5 \pm 2$ (۴)	$3 - 8 \pm 5$ (۵/۵)
تراکم کرک در سطح تحتانی (میلی مترمربع)	$5 - 10 \pm 5$ (۷/۵)	$7 - 9 \pm 2$ (۸)



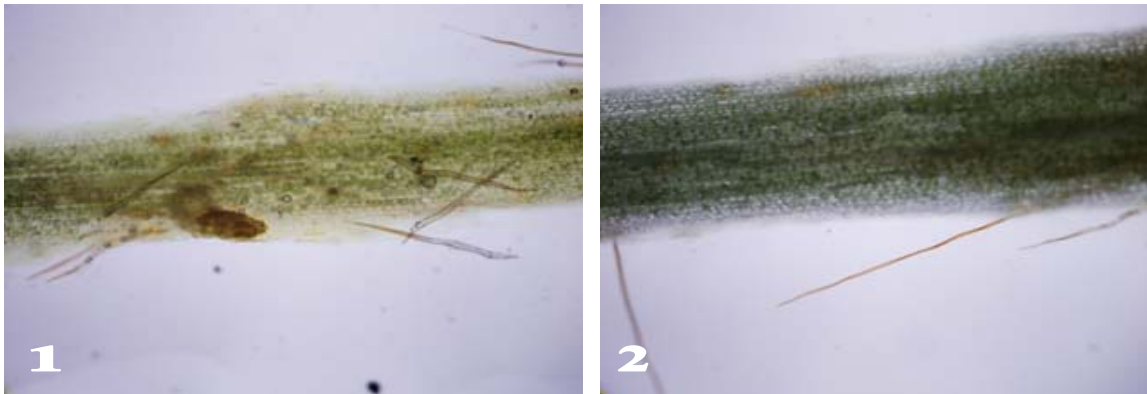
شکل ۵- پوشش کرک محور اصلی برگ پایه نر (راست) و ماده (چپ) سیکاس رولوتا



شکل ۶- تیپ و نوع روزنه‌ها در اپیدرم برگچه سیکاس رولوتا، ۱- اپیدرم تختانی پایه ماده، ۲- اپیدرم تختانی پایه نر، ۳- اپیدرم فوقانی پایه ماده و ۴- اپیدرم فوقانی پایه نر



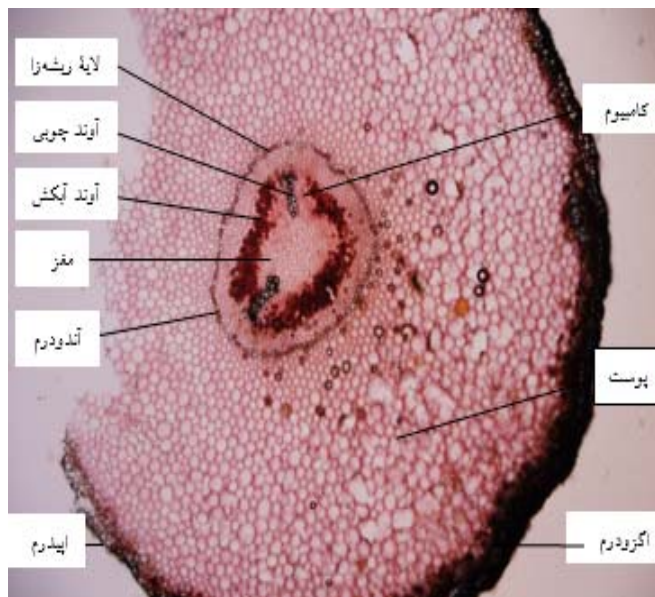
شکل ۷- برش عرضی بخشی از برگچه سیکاس رولوتا



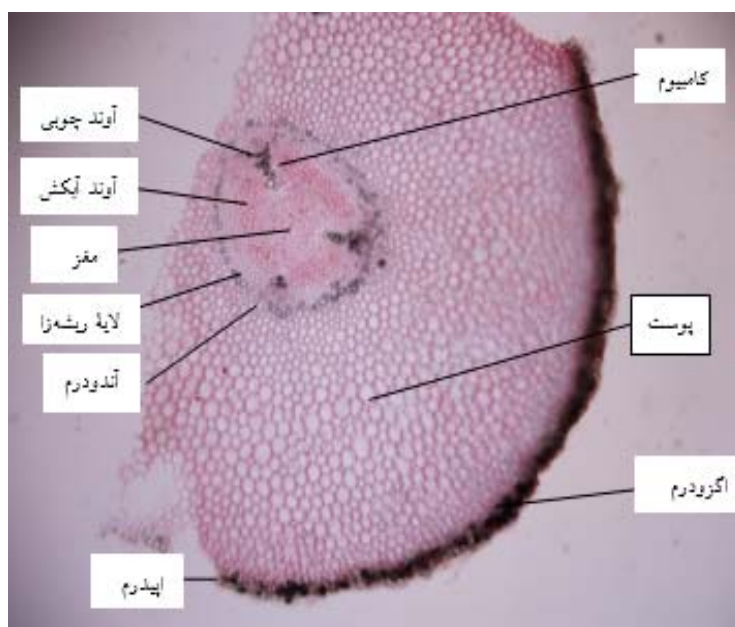
شکل ۸- کرک در اپیدرم برگچه پایه ماده (۱) و نر (۲) سیکاس رولوتا

جدول ۸- مشخصات آناتومیکی (میانگین + انحراف معیار) ریشه سیکاس رولوتا

پایه	تعداد لایه‌های پارانشیم پوست	تعداد لایه‌های کامبیوم	قطر استوانه مرکزی (میکرون)	قطر لایه ریشه‌زا (میکرون)	تعداد دسته‌های آوندی
ماده	۸ - ۹ ± ۱ (۸/۵)	۲ - ۳ ± ۱ (۱/۵)	۲۵ - ۳۰ ± ۵ (۲۷/۵)	۰/۵۰ - ۰/۵۵ ± ۰/۰۵ (۰/۵۲۵)	۱
نر	۸ - ۹ ± ۱ (۸/۵)	۲ - ۳ ± ۱ (۱/۵)	۲۵ - ۲۸ ± ۳ (۲۶/۵)	۰/۴۵ - ۰/۵۸ ± ۰/۱۳ (۰/۵۱۵)	۱



شکل ۹- برش عرضی بخشی از ریشه پایه ماده سیکاس رولوتا



شکل ۱۰- برش عرضی بخشی از ریشه پایه نر سیکاس رولوتا

### سپاسگزاری

سپاسگزاری می‌گردد. از جناب آقای مهندس امیرحسین دارابی و سرکار خانم پورخلیلی که در انجام این تحقیق و تهیه عکس‌های میکروسکوپی زحمات زیادی را متقبل شدند، بسیار تشکر می‌کنیم.

بدین وسیله از جناب آقای دکتر شهرام صداقت‌حور؛ مدیر محترم گروه علوم باغبانی و آقای دکتر علی محمدی ترکشوند؛ معاون محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت که در انجام این تحقیق ما را یاری کردند،

### منابع

۳- قهرمان، ا. (۱۳۸۳). کوروموفیت‌های ایران (سیستماتیک گیاهی). جلد اول، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، ۷۳۶ ص.

۱- قاسمی قهساره، م. و کافی، م. (۱۳۸۹). گلکاری علمی و عملی (جلد دوم). ناشر مولف، ۳۹۶ ص.

۲- قهرمان، ا. (۱۳۸۲). گیاه‌شناسی پایه. جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۳۹ ص.

4. Donaldson J.S. (2003). Introduction. In: Donaldson J.S. (ed.). Cycads, status survey and conservation action plan. IUCN, Gland, Switzerland, Cambridge, UK.
5. Fahn A. (1990). Plant Anatomy. Forth edn. Pergamon Press, Oxford.
6. Jones D. (1993). Cycads of the world. ISBN 07301033382, the New York Botanical Gardens.
7. Hill K. (2004). The cycad pages, royal botanic gardens. Sydney, <http://plantnet.rbgsyd.nsw.gov.au/PlantNet/cycad/index.html>
8. Hill K. (2012). The cycad pages, royal botanic gardens. Sydney, <http://plantnet.rbgsyd.nsw.gov.au/plantnet/cycad/index.html>

9. Leder B. (1995). Vergleichende untersuchungen uber das transfusionsgewebe einiger rezente gymnospermen. Botany Studies, 4: 1-42.
10. Liu Y.S., Z.Y. Zhou and H.M. Li (1991). First discovery of *Cycas* fossil leaf in northeast China. Science Bulliten, 22: 1758-1759.
11. Raju A.J.S. and K.H. Jonathan (2010). Anemophily, accidental cantharophily, seed dispersal and seedling ecology of *Cycas sphaerica* Roxb. (Cycadaceae), a data-deficient red-listed species of northern eastern Ghats. Current Science, 99 (8): 1105-1110.
12. Rao L.N. (1971). Life history of *Cycas circinalis* L. Seedling Anatomy, India.

13. Rinald L.M.R. (1998). Factors affecting shoot regeneration from zygotic embryo and seedling explants of *Cycas revoluta* Tunb. <http://www.jstor.org/pss/4293155>.
14. Stevenson D.W. (1990). Morphology and systematics of the cycadales. Mem. N.Y. Bototany Garden, 57: 8-55.
15. Stevenson D.W. (1993). A formal classification of the extant cycads. Brittonia, 44: 220-223.
16. Tang W. (1991). Growth rates of cycad trunks. The Cycad Newsletter, 14 (3): 13-17.

## **Investigation of morphological and anatomical features of cycad (*Cycas revoluta* Thunb.) for identification of male and female plants before maturity**

**Kaviani B.<sup>1</sup>, Mahtabi H.<sup>1</sup> and Saeidi Mehrvarz Sh.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Horticultural Science Dept., Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, I.R. of Iran

<sup>2</sup> Biology Dept., Faculty of Science, Guilan University, I.R. of Iran

### **Abstract**

Here and for the first time, this paper reports sex determination in cycad (*Cycas revoluta* Thunb.) before maturity and cone formation. Sex determination in cycad is possible only after maturity and cone formation. At least 10 to 12 years is needed for cycad to reach maturity in optimal conditions. In this research, two-year old male and female off-shoots of cycad were separated from the adult male and female plants and were treated in natural conditions, uniformly. Morphological characteristics of the male and female plants were visually compared in a pairwise manner. Anatomical features were studied on the sections prepared from primary leaf rachis, leaflet and root by light microscope. According to the Discriminant Analysis (DA) method, differences between morphological characteristics of male and female plants such as leaf rachis diameter, leaflets width, distance between leaflets on the rachis, rachis-to-leaflet angle, roots diameter and length were significant. The arrangement of leaflets in the one third part of the middle of the leaf was bipinnate with opposite leaflets while it was bipinnate with alternate leaflets in male and female plants, respectively. New leaflet initiates to form before and after completely formation of the previous leaflet in female and male plants, respectively. Anatomical studies showed that the differences between the lengths of lower side stomata in male and female leaflets were significant. Type of stoma in cycad leaf is actinocytic.

**Key words:** *Cycas revoluta*, Off-shoots, Discriminate Analysis, Morphology, Anatomy, Bipinnate Leaf, Plant Taxonomy