فصلنامه (علمی – پژوهشی)
زیست شناسی تکوینی
سال دهم، شماره ۴، پاییز ۱۳۹۷

بررسی ساختار تشریحی اندام‌های رویشی و مراحل تکوین اندام‌های زایشی در گیاه مارچوبه (*Asparagus officinalis* L.)

فرشته عباسی[۱]، احمد مجد[*۲]، فرهاد فرح وش[۳]، طاهر نژادستاری[۱]، علیرضا تاری‌نژاد[۴]

[۱] گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[۲] گروه زیست‌شناسی،دانشکده علوم زیستی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[۳] گروه کشاورزی، دانشکده کشاورزی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
[4] گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

[*] Email: majda.iautnb@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۵/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۰۲

چکیده

گیاه مارچوبه با نام علمی *Asparagus officinalis* L. از تیره Asparagaceae گیاهی تک لپه است. گونه‌های مختلف این گیاه، دارای خاصیت ضد سرطانی، ضد قارچی و ضد التهابی بوده و برای مصارف دارویی، تزئینی و خوراکی کشت می‌شوند. هدف از این پژوهش مطالعه ساختار تشریحی اندام‌های رویشی و بررسی بعضی از مراحل تکوین گل در گیاهان مارچوبه جمع آوری شده از شهرستان دزفول است. به منظور بررسی اندامهای رویشی شامل ریشه، ساقه و برگ و اندامهای زایشی، نمونه اندام‌های رویشی و زایشی در مراحل متفاوتی از تکوین انتخاب و با استفاده از روش‌های متداول سلول- بافت شناسی و با به کار گیری میکروسکوپ نوری در آزمایشگاه زیست گیاهی دانشگاه علوم تحقیقات، در سال ۱۳۹۵ بررسی شدند. مشاهده ساختار اندام‌های رویشی نشان داد که استوانه مرکزی ریشه شامل دایره محیطیه، دسته‌های آوندی (چوب، آبکش) و مغز است، استوانه مرکزی ساقه یک نوع اتکتواستل است که در آن دسته‌های آوندی به طور نامرتب پراکنده شده‌اند و از نوع یک سویه می‌باشند. تخمک‌ها در این گیاه از نوع، واژگون بوده و کیسه رویانی آنها از نوع پلی‌گونوم است. دانه‌ی گرده در این گیاه تک شیاری است و تزئینات اگزین آن از نوع مشبک منفذدار می‌باشد. بر اساس این یافته ها ساختار تشریحی اندام‌های رویشی و مراحل تکوین دانه‌ی گرده و مادگی این گیاه با ساختار عمومی تشریحی و تکوینی گیاهان تک لپه مشابه است.

کلیدواژه‌ها: استوانه مرکزی، تخمک، تک لپه، دانه گرده.

مقدمه

گیاه مارچوبه با نام علمی *Asparagus officinalis* L. گیاهی است تک لپه، که متعلق به سرده Asparagusاز تیره Asparagaceae و راسته‌ی Asparagales می‌باشد [۳]. مارچوبه بومی اروپا، آفریقای شمالی و آسیای غربی می‌باشد و در نواحی

Archive of SID
www.SID.ir

معتدل و نیمه گرمسیری کشت می‌شود. سرده Asparagus تقریبا شامل ۲۰۰ گونه است [۱٤-٥]. گونه‌های مختلف این گیاه برای مصارف دارویی وتزئینی وخوراکی کشت می‌شوند. این گونه مهمترین گونه مارچوبه از نظر تجاری، اقتصادی، دارویی و خوراکی است و یک گیاه گران‌قیمت و بسیار ارزشمند می‌باشد [۲۱-۱٤]. از نظر طب قدیم ایران، مارچوبه دارای طبع گرم و خشک است و به عنوان یک سبزی خوراکی به صورت خام یا پخته استفاده می‌شود. محققان در یک پژوهش جدید دریافته‌اند که عصاره‌ی مارچوبه حاوی اسیدهای آمینه و مواد معدنی است که می تواند حالت خواب آلودگی و کسالت را برطرف کند و از سلول‌های کبدی در برابر مواد سمّی محافظت نماید [۱۳]. از دیگر خواص این گیاه دارویی این است که به عنوان آنتی‌اکسیدان برای درمان سرطان، آب مروارید و ناراحتی چشمی موثر است و دارای ماده‌ای به نام شاتاوارین است که در از بین بردن سلول‌های سرطانی تاثیر دارد [۲۲].

مارچوبه گیاهی علفی و پایا است که تا ارتفاع ۱۵۰-۱۰۰ سانتی‌متر رشد می‌کند. ساقه‌های جوان این گیاه همیشه بدون انشعاب و دارای جوانه‌های جانبی هستند درحالی‌که ساقه‌های مسن‌تر منشعب شده می‌توانند تا ارتفاع یک و دو متری رشد نمایند. برگ‌ها در این گیاه سوزنی شکل هستند که در گروه‌های ٤ تا ۱٥ تایی قرار می‌گیرند [۹-٦]. مارچوبه دارای گل‌های بسیار کوچک زنگوله‌ای شکل است، گل‌ها دارای ٦ کاسبرگ، ٦ گلبرگ، ٦ پرچم و یک مادگی هستند. این گیاه عموما دو پایه است و گل‌های نر و ماده‌ی آن روی پایه‌های جداگانه قرار دارند، اما گاهی گل‌های هرمافرودیت نیز در آنها دیده می‌شود [۱٥-٦].

زیست‌شناسی تکوینی گل که بررسی مراحل مختلف تکوین اندام‌های رویشی و زایشی گل‌ها را شامل می‌شود، در سال‌های اخیر بیشتر مورد توجه قرارگرفته است. توسعه دانش زیست‌شناسی تکوینی و بررسی چگونگی انجام مراحل تکوین اندام‌های تولید مثلی، برای حفظ گیاهان، به ویژه گیاهان نادر و در حال انقراض و گیاهان مهم در بخش دارویی و کشاورزی ضروری است [٤]. توجه به دانش زیست‌شناسی تکوینی و مطالعه مر احل نموی اندام‌های تولید مثلی برای حفظ گیاهان، به ویژه گیاهانی که از نظر اقتصادی از ارزش بالایی بر خوردارند، اهمیت به سزایی دارد [۱].

مطالعه تکوین دانه های گرده و گرده شناسی انسان را قادر ساخته تا با توجه به ویژگی‌های تکوینی و ریخت‌شناسی آن بتواند نوع گیاه مولد و حتی جایگاه و اهمیت گیاهان را در رده‌بندی و تقسیمات گیاه شناسی را مشخص نماید و خویشاوندی جنس‌ها و حتی گونه‌ها را مورد بررسی دقیق قرار دهد. علاوه بر این، گرده شناسی در مواردی چون دیرین‌شناسی، شناخت نوع و علل آلرژی‌زایی دانه‌های گرده در انسان و حیوان؛ تشکیل بانک حفظ گرده‌های گونه‌های کمیاب و ... کاربرد دارند [۱۲]. به‌عنوان مثال مارچوبه گیاهی تک لپه است که سابقا مانند سیر و پیاز در تیره Liliaceae رده‌بندی شده بود، اما خانواده Liliaceae از هم جدا شدند و در حال حاضر گیاهان پیاز مانند در تیره Amaryllidaceae و مارچوبه در تیره‌ی Asparagaceae قرار دارند [۸].

در پژوهش حاضر ساختارهای تشریحی اندام‌های رویشی از جمله: ریشه، ساقه و برگ با هدف دستیابی به اطلاعات تکمیلی جهت شناسایی دقیق‌تر این گیاه مورد بررسی قرار گرفته‌اند. هدف از این پژوهش، کسب آگاهی‌های علمی در زمینه ویژگی‌های

Archive of SID

www.SID.ir

تشریحی- تکوینی، میکروسپورزایی و مگاسپورزایی گیاه مارچوبه‌ی کشت شده در منطقه دزفول در مقایسه با اطلاعاتی که در این زمینه‌ها برای گیاهان تک لپه به وسیله‌ی محققان گزارش شده است، می‌باشد. گیاه مارچوبه، گیاه بسیار مفیدی بوده و دارای خواص دارویی بسیار زیادی است، اما متاسفانه به دلیل عدم اطلاعات کافی در مورد این گیاه، کشت و استفاده از این گیاه در ایران نادیده گرفته شده و گیاهان خودرو نیز به دلیل عدم توجه و چرای بی‌رویه دام‌ها یا تخریب محیط‌زیست در حال انقراض و نابودی هستند، هدف از این پژوهش شناخت، بررسی و مقایسه ویژگی‌های تشریحی - تکوینی مارچوبه رشد کرده در مناطق جنوبی کشور با ویژگی‌های گیاه مارچوبه رشد کرده در مناطق دیگر جهان بود.

مواد و روش‌ها

گل‌ها، ریشه، ساقه، برگ و گرده گیاه در اوایل فروردین ماه سال ۱۳۹۵ از منطقه صفی آباد شهرستان دزفول جمع‌آوری شدند. به منظور بررسی ساختار بافتی ابتدا از بخش‌های ریشه، ساقه و برگ این گیاهان پس از شستشوی اولیه قطعاتی در اندازه ۲-۱ سانتی‌متری جدا شده و به مدت حداقل دو هفته در مخلوط اتانول - گلیسیرین (به نسبت ۱:۱) قرار گرفتند، سپس در آزمایشگاه زیست گیاهی دانشگاه علوم تحقیقات، با استفاده از تیغ تیز برش‌های عرضی نیمه نازک از نمونه‌ها تهیه شد. برش‌های تهیه شده پس از شست و شو با آب مقطر به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه در محلول آب ژاول ۵ درصد و پس از دوبار شست و شو با آب مقطر، به مدت ۱۰-۵ دقیقه در اسیداستیک ۵ درصد قرار داده شدند تا محتویات سیتوپلاسمی تخلیه شده و شفاف سازی نمونه‌ها صورت گیرد. در انتها شستشو با آب مقطر تکرار شد. سپس برش‌های دستی تهیه شده، در معرف رنگی (کارمن زاجی ۹ قطره و سبز متیل ۱ قطره) به مدت ۱۰-۷ دقیقه قرار گرفته و رنگ آمیزی شدند، سپس نمونه‌ها با مقطر شسته شدند. بافت‌های نرم و سلولزی با کارمن زاجی صورتی تا قرمز و بافت‌های سخت و چوبی با سبز متیل به رنگ سبز در آمدند. نمونه‌های تهیه شده در زیر میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرار گرفتند و عکسبرداری از آن‌ها با استفاده از میکروسکوپ نوری مدل Nikon YS100 انجام شد.

برای بررسی مراحل تکوینی گل، غنچه‌های گل در مراحل مختلف نمو جمع‌آوری شده و در محلول تثبیت کننده F.A.A (۵ میلی لیتر فرمالدئید ۳۷ درصد، ۵ میلی لیتر اسید استیک خالص، ۹۰ میلی لیتر اتانول ۹۶ درصد) به مدت بیست و چهار ساعت قرار داده شدند. هدف از تثبیت نمونه حفظ و نگهداری سلول و اجزای بافت پس از مرگ به صورتی است که کمترین آسیب به آنها وارد شود و شبیه زمان حیات آنها باشد. به همین جهت با استفاده از F.A.A از فساد و اتولیز سلول‌ها جلوگیری شد. پس از تثبیت باید تثبیت کننده‌های اضافی از نمونه‌ها خارج گردد، بنابراین نمونه‌ها تقریبا برابر با مدت زمان تثبیت، در آب جاری شستشو داده شدند. پس از شستشوی نمونه‌ها با آب جاری، آبگیری نمونه‌ها با درصدهای افزایشی اتانول ۳۰، ۵۰، ۷۰ انجام گرفت و نمونه‌ها حدود دو هفته، تا زمان انجام بقیه مراحل در اتانول ۷۰ درصد نگهداری شدند. زمان انجام آزمایش نمونه‌ها برای ادامه مراحل آبگیری در اتانول ۸۰، ۹۶ هر کدام به مدت ۱۵دقیقه قرار داده شدند و بعد از آن به اتانول مطلق (دو بار) و هرکدام ۱۵دقیقه منتقل گردید. سپس شفاف سازی نمونه‌ها با استفاده از قرار دادن نمونه‌ها

Archive of SID

www.SID.ir

در مخلوط تولوئن و الکل مطلق طی ٤ مرحله و با نسبت‌های۱:۳، ۱:۱، ۳:۱ و در انتها با تولوئن خالص، هر مرحله ۲۰ دقیقه، اجرا شد. سپس نمونه‌ها برای انجام مرحله پارافین دهی طی ٤ مرحله به مخلوط تولوئن-پارافین (مذاب) به ترتیب با نسبت‌های ۳:۱، ۱:۱، ۱:۳ هرمرحله ۲۰ دقیقه و در انتها به پارافین خالص ذوب شده به مدت ٤٥ دقیقه انتقال داده شدند. سپس برای قالب‌گیری، در داخل قالب تا نصف پارافین مذاب ریخته و توسط پنس نمونه را در جهت مناسب داخل پارافین قرار داده و سپس بقیه قالب را از پارافین مذاب پر شده و در دمای آزمایشگاه قرار گرفت تا پارافین دارای نمونه سفت شد. سپس از نمونه‌های تهیه شده، در آزمایشگاه زیست جانوری دانشگاه علوم تحقیقات، با دستگاه میکروتوم ROTO-CUT400 برش‌هایی به ضخامت ۸ میکرون تهیه شد. برش‌های تهیه شده داخل آب ٦۰ درجه قرار گرفت تا چین خوردگی‌های آن‌ها از بین برود و سپس لام را در داخل آب قرار داده و نمونه‌های مناسب روی لام جمع آوری شد، سپس لام‌ها به مدت ٢٤ ساعت در محیط آزمایشگاه قرار داده شد تا نمونه‌ها کاملا به لام بچسبند. لام‌های تهیه شده درون ظروف مخصوص چیده شد و درون دستگاه مخصوص رنگ آمیزی قرار گرفت. تمام مراحل پارافین‌زدایی، آبدهی و رنگ آمیزی توسط دستگاه و در زمان مشخص انجام شد. لام‌ها درون دستگاه به ترتیب در محلول‌های زیر جهت رنگ آمیزی قرار داده شدند: هماتوکسیلین ۱۰-۸ دقیقه، آب جاری ۱۰ دقیقه، آب مقطر ۵ دقیقه، اتانول (۵۰٪) ۵ دقیقه، اتانول (۷۰٪) ۵ دقیقه، ائوزین ۱۰-۵ دقیقه. پس از آن نمونه‌ها به مدت ۳۰ ثانیه در اتانول ۹۰ درصد و ۳۰ ثانیه در اتانول خالص قرار داده شدند و بعد از آن جهت شفاف‌سازی به مدت ۵ دقیقه به تولوئن خالص انتقال یافتند. در انتها به کمک چسب انتالن مونتاژ نمونه‌ها انجام گرفت و لام‌ها توسط میکروسکوپ نوری مدل Nikon YS100 مورد مطالعه قرار گرفتند.

برای بررسی دانه‌های گرده توسط میکروسکوپ نگاره (SEM)، گل‌های نر رسیده قبل از گرده افشانی جمع‌آوری شده و بساک آنها جدا گردید و به مدت یک هفته در مکانی خشک و تاریک قرار گرفت تا خشک شوند، پس از خشک شدن کاملا پودر شده و از مش ٤۰ عبور داده شدند و پس از چسبانیدن بر روی پایه‌های آلومینیومی به وسیله واحد پوشش دهنده طلا پوشش دهی شدند تا پوششی به ضخامت ۲۵ میکرون طلا روی دانه‌های گرده قرار گیرد، سپس با میکروسکوپ الکترونی نگاره مدل KYKY-EM3200 متصل به کامپیوتر مورد مطالعه و عکس‌برداری قرار گرفتند.

نتایج

بررسی ساختار تشریحی ریشه

مقطع برش عرضی، ریشه‌ی گیاه *Asparagus officinalis* L. مدوّر است. بیرونی‌ترین لایه اپیدرم است، بعضی از این سلول‌ها طویل شده و تارهای کشنده را تولید می‌کنند. لایه‌ی بعدی کورتکس یا پوست می‌باشد که از سه بخش، اگزودرم، پارانشیم پوستی و اندودرم تشکیل شده است. استوانه مرکزی شامل دایره محیطیه، دسته‌های آوندی (چوب، آبکش) و مغز است (شکل a,b,c,d ۱).

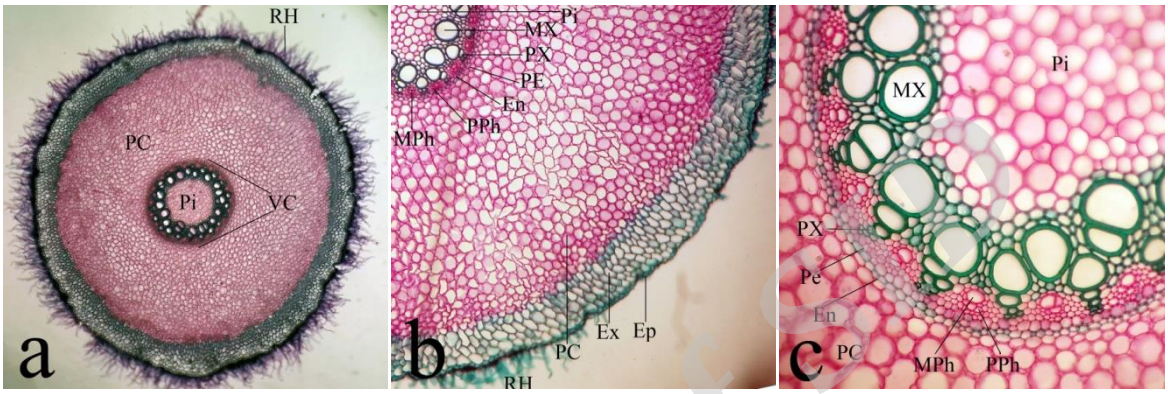
بررسی ساختار تشریحی ساقه

در برش عرضی، ساقه‌ی *Asparagus officinalis* L. مقطعی مدوّر تا بیضی شکل دارد. اپیدرم از لایه‌ی

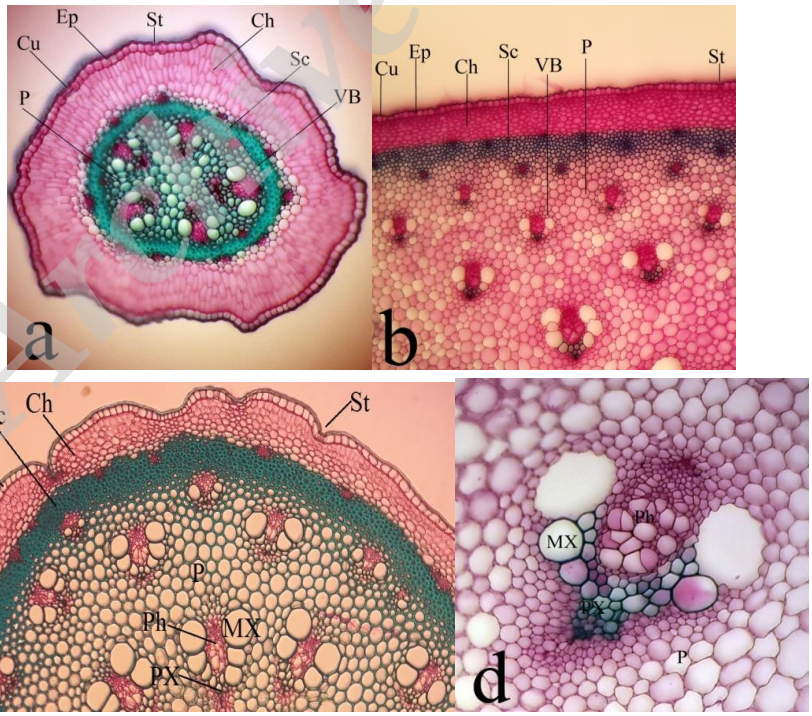
Archive of SID

www.SID.ir

سلولی تشکیل شده است که هیچ فضای بین سلولی ندارد و دارای روزنه می‌باشد و سطح اپیدرم با یک لایه‌ی کوتیکولی پوشانده است. لایه بعدی کلرانشیم است که حاوی کلروپلاست می‌باشد و سپس اسکلرانشیم قرار دارد. استوانه مرکزی یک نوع اتکتواستل (atactostel) است که در آن دسته‌های آوندی به طور نامرتب پراکنده شده‌اند و از نوع یک سویه می‌باشند، دسته‌های پیرامونی نسبتا کوچک‌تر بوده و مجموعه‌ی متراکم‌تری را تشکیل می‌دهند، اما دسته‌های آوندی ناحیه مرکزی، اندازه بزرگتری دارند و ساختار آنها نسبتاً مشابه است (شکل a,b,c,d ۲).



شکل ۱: a– برش عرضی ریشه (بزرگنمایی ٤٠×)، b – برش عرضی ریشه (بزرگنمایی ١٠٠×)، c– برش عرضی ریشه (بزرگنمایی ٤٠٠×) (VC: استوانه مرکزی، Pi: مغز، PX: پروتوگزیلم، MX: متاگزیلم، PPh: پروتوفلوئم، MPh: متافلوئم، Pe: دایره محیطیه، En: آندودرم، PC: پارانشیم پوست، Ex: اگزودرم، Ep: اپیدرم، RH: تار کشنده، X: آوند چوب (گزیلم)، Ph: آوند آبکش (فلوئم))



شکل ۲: a– برش عرضی ساقه (بزرگنمایی ٤٠×)، b,c – برش عرضی ساقه (بزرگنمایی ١٠٠×)، e– برش عرضی از دسته‌ی آوندی (بزرگنمایی ٤٠٠×). (Cu: کوتیکول، Ep: اپیدرم، Ch: کلرانشیم، Sc: اسکلرانشیم، St: روزنه، P: پارانشیم، VB: دسته‌ی آوندی، PX: پروتوگزیلم، MX: متاگزیلم، Ph: آوند آبکش).

Archive of SID

www.SID.ir

بررسی ساختار تشریحی برگ

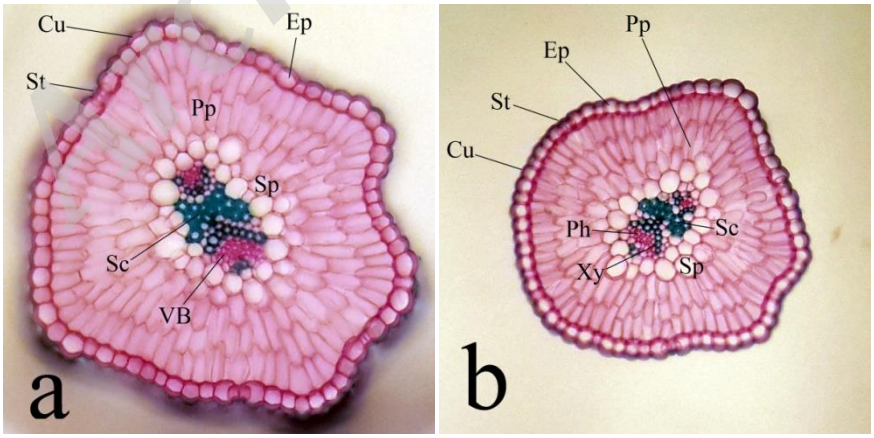
در برش عرضی تهیه شده از برگ، دیواره‌ی سلول‌های اپیدرم ضخیم بوده و کوتیکول نازک می‌باشد. پارانشیم نردبانی و پارانشیم اسفنجی، ۳-۲ لایه می‌باشند و اغلب دارای ۲ یا ٤ دسته‌ی آوندی می‌باشند و بافت مغز از نوع اسکلرانشیمی است (شکل ۳ a, b).

بررسی ساختارهای تشریحی و تکوینی تخمک

شکل ٤ a,b- نشان دهنده‌ی برش طولی و عرضی تخمدان، از گل‌های ماده گیاه *Asparagus officinalis* L می‌باشد. بر اساس نتایج حاصل از برش عرضی، تخمدان‌های این گیاه سه خانه‌ای بوده و تمکن محوری دارد. در بعضی از خانه‌های تخمدان در سطح برش دو تخمک وجود دارد که به جفت متصل می‌باشند. براساس برش طولی تخمدان، تخمک‌ها بر روی دو ردیف قرار گرفته‌اند و میان آنها محوری وجود دارد که تخمک‌ها به آن متصل می‌باشند. تخمک، ساختار کوچک و بیضی شکل دارد که بوسیله‌ی بند به جفت پیوسته است. تخمک، شامل توده مرکزی از بافت خورش (نوسل) است که به وسیله‌ی یک لایه از سلول‌های محافظ به نام پوسته (integument) احاطه شده است. تخمک ها در این گیاه از نوع تخمک واژگون می‌باشند (شکل ٤ c).

سلول مادر مگاسپور تقسیم میوز انجام داده و چهار سلول هاپلوئید مگاسپور را تشکیل می‌دهد. ۳ تا از سلول‌های مگاسپور تجزیه می‌شوند و یک سلول مگاسپور باقی می‌ماند. سلول مگاسپور، ۳ تا تقسیم میتوز انجام می‌دهد و هشت سلول تشکیل می‌دهد و کیسه رویانی در این گیاه از نوع Polygonum می‌باشد (شکل ٤ d-i).

بافت خورش در تخمک این گیاه از نوع crassinucellate می‌باشد. در اینگونه تخمک‌ها، سلول آرکوسپوری به صورت پری‌کلینال تقسیم می‌شود و سلول حاشیه‌ای، اولیه‌ی بیرونی و سلول اسپورزای اولیه درونی را تشکیل می‌دهد و سلول هاگزا ماهیت زیر اپیدرمی دارد

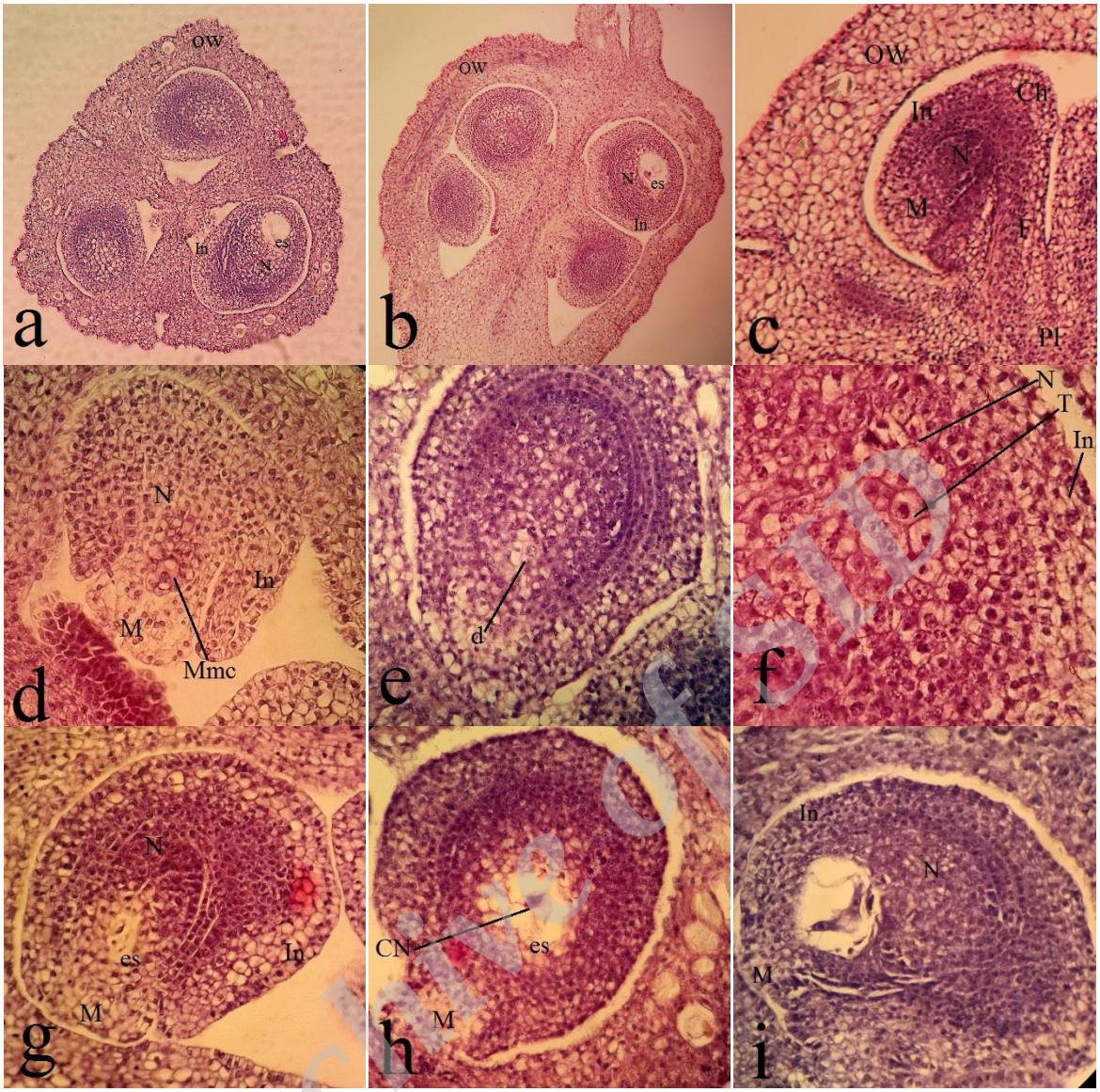


شکل ۳ : a,b برش عرضی برگ (بزرگنمایی ٤۰۰×).

(Cu: کوتیکول، Ep: اپیدرم، St: روزنه، Pp: پارانشیم نردبانی، Sp: پارانشیم اسفنجی، VB: دسته‌ی آوندی، Xy: آوند چوب ، Ph: آوند آبکش، Sc: اسکلرانشیم)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٤: a– برش عرضی تخمدان، از گل‌های ماده گیاه *Asparagus officinalis* L. (بزرگنمایی ۱۰۰×). b– برش طولی تخمدان، از گل‌های ماده گیاه *Asparagus officinalis* L. (بزرگنمایی ۱۰۰×). c– برش عرضی از تخمک‌ها (بزرگنمایی ٤۰۰×). d– تخمک حاوی سلول مادر مگاسپور، e– اثری از دیاد در تخمک، f– تخمک حاوی سلول‌های تترادی، g– اوایل تشکیل کیسه رویانی در تخمک، h– تخمک حاوی کیسه‌ی رویانی در حال تکوین و هسته‌ی مرکزی، (i)– قرار گیری هسته‌ها در دو قطب کیسه‌ی رویانی (f)– با بزرگنمایی ۱۰۰۰×، بقیه با بزرگنمایی ٤۰۰×)، (M: سفت، N: بافت خورش، Ch: بن یا شالاز، In: پوسته، Mmc: سلول مادر مگاسپور، es: کیسه رویانی، d: دیاد، T: تتراد، CN: هسته مرکزی، F: بند، OW: دیواره تخمدان، Pl: جفت)

بررسی ساختارهای تشریحی و تکوینی گرده‌ها

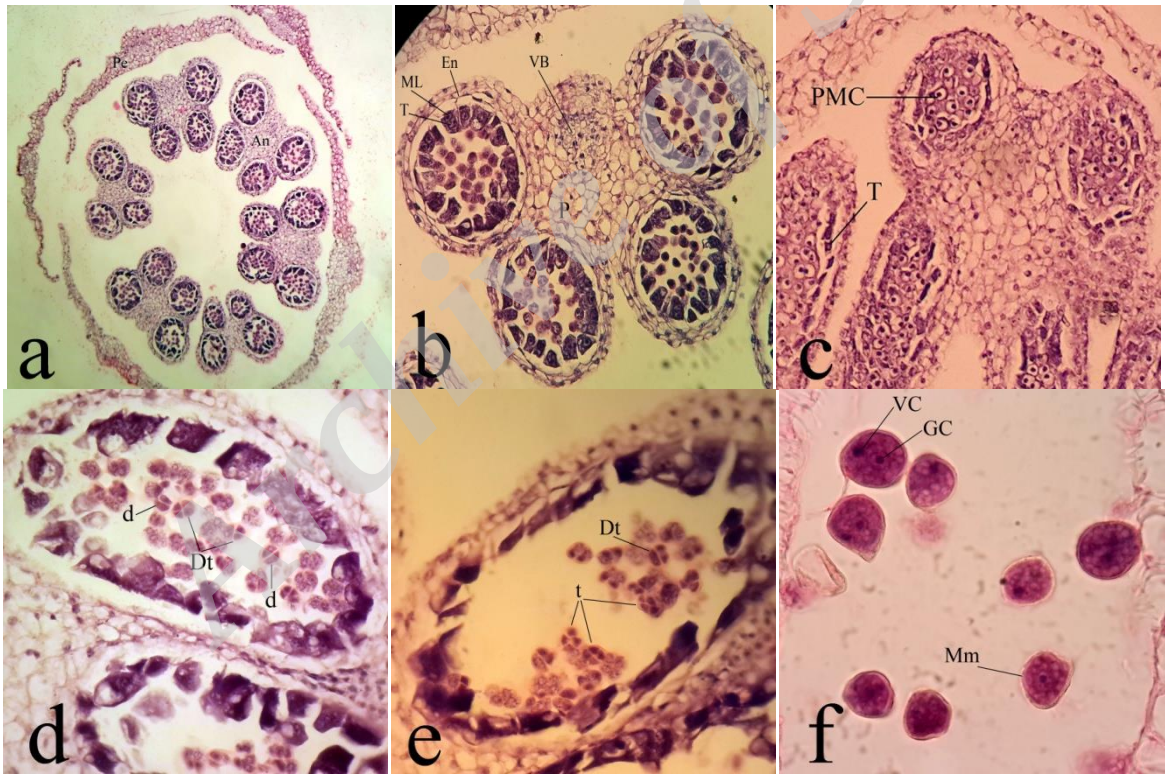
گل‌های گیاه مارچوبه تک جنسی می‌باشند، هر یک از گل‌های نر این گیاه دارای شش بساک می‌باشند، در شکل ٥a برش عرضی گل نر و برش عرضی بساک نشان داده شده است. در برش عرضی، بساک به صورت چهارلبی است که در بساک‌های نیمه‌رس دارای چهار کیسه گرده است. دیواره بساک از لایه‌های مختلف مانند، لایه مکانیکی، لایه میانی و لایه مغذی

Archive of SID

www.SID.ir

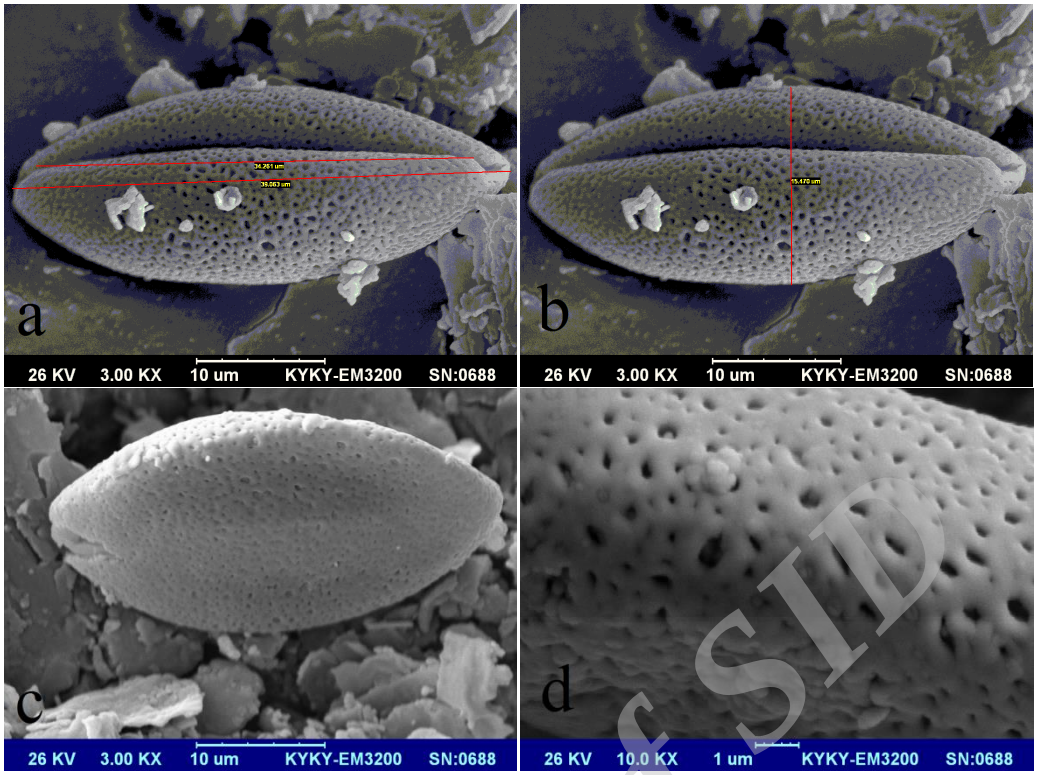
تشکیل شده است (شکل b ۵). در ابتدا سلول‌های مادر میکروسپور (PMC) به شکل چند گوشه‌ای و نزدیک به هم قرار گرفته‌اند (شکل c ۵). این سلول‌ها با افزایش اندازه‌ی بساک مدور می‌شوند. هر PMC (2n) برای تشکیل یک گروه از چهارمیکروسپور (n)، متحمل تقسیم میوز شده و تتراد را ایجاد می‌کند (شکل d,e ۵). پس از تقسیم میوزی، میکروسپورها به صورت دانه‌ی گرده مستقل از یکدیگر جدا می‌شوند. هسته‌ی دانه‌ی گرده یک تقسیم میتوزی نامتقارن انجام داده و دو سلول نابرابر، سلول رویشی بزرگتر و سلول زایشی کوچکتر، را تشکیل می‌دهند، که باعث ایجاد دانه‌ی گرده بالغ می‌شود (شکل f ۵).

به کمک میکروسکوپ الکترونی نگاره، فراساختار دانه گرده گیاه *Asparagus officinalis* L. مورد بررسی قرار گرفت. دانه‌ی گرده گیاه مارچوبه تک شیاری است و شیار در قسمت‌های میانی دانه گرده عریض‌تر می‌باشد و در قسمت‌های قطبی نازکتر می‌شود. طول دانه‌ی گرده این گیاه، ۳۹/۰۶ میکرومتر و عرض آن ۱۵/۴۷ میکرومتر می‌باشد بنابراین دانه‌ی گرده‌ی این گیاه از نظر اندازه، جز دانه‌های گرده با اندازه متوسط است (شکل a,b ٦). تزئینات اگزین دانه‌ی گرده در آن مشبک می‌باشد، که می‌توان آن را مشبک منفذدار هم در نظر گرفت (شکل c,d ٦).



شکل۵: a- برش عرضی گل نر (بزرگنمایی ٤٠×). b- ساختار بساک (بزرگنمایی ١٠٠×). c- بساک حاوی سلول‌های مادر گرده (بزرگنمایی ١٠٠×). d,e- بساک حاوی سلول‌ها در مراحل دیاد و تتراد(بزرگنمایی ٤٠٠×)، f - بساک حاوی میکروسپورها و دانه‌های گرده بالغ (بزرگنمایی ١٠٠٠×). (Pe: گلبرگ، An: بساک، T: لایه مغذی یا تاپی(Tapetum)، ML: لایه میانی، En: لایه مکانیکی(Endothecium)، VB: دسته آوندی، P: پارانشیم زمینه، PMC: سلول مادر گرده ، d: دیاد، t: تتراد (Isobilateral tetrad)، Dt: Decussate tetrad، Mm: میکروسپور بالغ، VG: سلول رویشی، GC: سلول زایشی، MPG: دانه گرده بالغ (Mature pollen grain))

www.SID.ir



شکل ٦: تصاویر میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) از دانه گرده گیاه .Asparagus officinalis L، (a, b) – تصاویر دانه گرده از نمای جانبی. c – تصویر دانه گرده از نمای پروکسیمال. d – تصاویر میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) از تزئینات دانه‌ی گرده گیاه مارچوبه.

بحث و نتیجه‌گیری

ریشه در گیاهان تک لپه‌ای دارای سه منطقه‌ی مشخص می‌باشد، که عبارتند از: اپیدرم، پوست (شامل پارانشیم پوست و آندودرم) و استوانه مرکزی (شامل: دایره محیطیه، دسته‌های آوندی و مغز). دایره محیطیه معمولا دو یا سه لایه می‌باشد و تعداد دسته‌های آبکش و چوب معمولا بیشتر از هشت دسته است. آوندهای چوبی چند گوشه هستند. مغز، مشخص، بزرگ و توسعه یافته باقی می‌ماند [۱۸–۷]. براساس برش‌های تهیه شده از ریشه مارچوبه، ساختار تشریحی ریشه این گیاه، مشابه گیاهان تک لپه‌ی دیگر می‌باشد. براساس نتایج حاصل از تحقیقات Nawaz و همکاران (۲۰۱۲) و Hurgoiu و Sipos (۲۰۰۵) اگزودرم ریشه، در این گیاه از چندین لایه سلول‌های کوچک و متراکم تشکیل شده، پارانشیم پوستی نیز از حدود ۱۵–۲۰ ردیف سلول بیضی شکل دارای فضای بین سلولی تشکیل شده و اندودرم آخرین لایه‌ی پوست، از سلول‌هایی با دیواره جانبی که Casper's gangs نامیده می‌شوند، تشکیل شده است. که این نتایج با نتایج حاصل از این پژوهش همخوانی دارد.

طرح کلی سازمان‌یابی ساختاری ساقه‌های تک لپه‌ای‌ها، اساسا با طرح ساقه دولپه مشابه است، اما، بر خلاف دولپه‌ای‌ها در ساقه‌های تک لپه‌ای‌ها، زوائد اپیدرمی یافت نمی‌شود، هیپودرم اسکلرانشیمی می‌باشد، آندودرم و دایره محیطیه وجود ندارد، دسته‌های آوندی در سراسر بافت زمینه قرار گرفته‌اند، پارانشیم آبکشی وجود ندارد، مغز و اشعه‌ی مغزی وجود ندارد و رشد پسین هم وجود ندارد [۱٦–۷].

Archive of SID

www.SID.ir

استوانه مرکزی، ساقه‌های گیاهان تک لپه‌ای از نوع اتکتواستل با دسته‌های آوندی نامنظم و پراکنده است و دسته‌های آوندی یک جانبه هستند و کامبیوم وجود ندارد و غلاف اسکلرانشیمی آن را احاطه کرده است. دسته‌های آوندی در اغلب گیاهان تک لپه دارای آرایش پراکنده می‌باشد. براساس برش‌های تهیه شده از ساقه مارچوبه، ساختار تشریحی ریشه این گیاه، مشابه گیاهان تک لپه‌ی دیگر می‌باشد. در گونه مورد مطالعه اپیدرم یک لایه و دارای لایه ضخیم کوتیکولی است. زیر اپیدرم ۳-٤ لایه کلرانشیمی و سپس ۲-۳ ردیف سلولی اسکلرانشیمی قرار دارد، این نتایج با نتایج تحقیقات Raycheva و Stojanov (۲۰۱۳) مطابقت دارد. در این گیاه استوانه مرکزی از نوع اتکتواستل است، چوب V شکل بوده و از متاگزیلم و پروتوگزیلم تشکیل شده، آوند آبکش در قسمت بالای V مشاهده می‌شود که متافلوئم در داخل و پروتوفلوئم در خارج قرار گرفته‌اند. این نتایج مشابه نتایج بدست آمده توسط Nawaz و همکاران (۲۰۱۲) و Hurgoiu و Sipos (۲۰۰۵) می‌باشد.

مطالعات زیادی در زمینه تنوع ریخت‌شناسی برگ‌ها از نظر اندازه، شکل و فرم، انجام گرفته است. علاوه بر برگ‌ها ساقه‌ها نیز به طور چشمگیری با تولید پیچک، خار، ساقه‌های پهن و مسطح و ساقه‌های برگ- مانند، دارای تنوع ریخت شناسی زیادی هستند. در جنس Asparagus اندازه‌ی برگ‌های حقیقی کاهش می‌یابد به طوری که دیگر نمی‌توانند نقش عمده‌ی فتوسنتز را انجام دهند. در عوض همه‌ی گونه‌های Asparagus دارای کلادود، که اندام‌های فتوسنتز کننده برگ-مانند هستند، می‌باشند. کلادودها به عنوان ساقه‌ی تغییر شکل یافته، برگ نابجا و یا اندام de novo، در نظر گرفته می‌شود [۱۷].

در برگ این گیاه سلول‌های اپیدرمی توسط کوتیکول پوشیده شده‌اند، زیر اپیدرم ۲-۳ لایه سلول‌های پارانشیم نردبانی و زیر آن چند لایه سلول کروی شکل پارانشیم اسفنجی قرار دارد، این گونه دارای دو دسته آوندی با موقعیت مرکزی است و مغز در برگ این گیاه از سلول‌های اسکلرانشیمی ساخته شده است. بر اساس تحقیقات Nakayama و همکاران (۲۰۱۲) وGuvenc و Koyuncu (۲۰۰۲) بر روی برگ گیاه *A.officinalis*، اپیدرم برگ دارای سلول‌های ٥-٦ گوشه‌ی هم اندازه بوده و دیواره‌های داخلی و خارجی در آن‌ها ضخیم می‌باشد، پارانشیم نردبانی دارای ۲-۳ لایه سلول‌های بزرگ و طویل است. همچنین پارانشیم پوستی دارای ۲-۳ لایه سلول‌های کروی می‌باشد. برگ‌ها دارای دو دسته آوندی بزرگ و دو دسته آوندی کوچک هستند که مغز اسکلرانشیمی را احاطه کرده‌اند. بر این اساس نتایج حاصل از پژوهش حاضر، با نتایج حاصل از تحقیقات Nakayama و همکاران (۲۰۱۲) وGuvenc و Koyuncu (۲۰۰۲) همسو می‌باشد،

بر اساس نتایج تحقیقات Lazarte و همکاران (۱۹۷۹) سلول آرکسپوریوم در گیاه . *Asparagus officinalis* L از یک سلول تنهای هیپودرمی در نوک بافت خورش، تشکیل شده است. سلول مادر مگاسپور در مارجوبه به طور نرمال میوز انجام داده و بعد از هر تقسیم سیتوکینز انجام می‌گیرد. تتراد معمولا T شکل می‌باشد، اما گاهی تتراد خطی نیز دیده می‌شود. مگاسپوروژنز و مگاگامتوژنز در این گیاه مطابق با نوع پلی‌گونوم می‌باشد. نتایج حاصل از پژوهش حاضر، با این نتایج همسو می‌باشد.

گل‌های مارچوبه تک جنسی بوده و گل‌های نر آن دارای شش بساک هستند. بساک جوان در حال نمو از

Archive of SID

www.SID.ir

سلول‌های مریستمی یکنواخت تشکیل شده که لایه اپیدرم آنها را احاطه کرده است. هم‌زمان با نمو بساک، این ساختار چهار لب به نظر می‌رسد و هر لب یک میکروسپورانژیوم را بوجود می‌آورد. دانه‌ی گرده رسیده با دیواره پکتوسلولزی نازک به نام انتین (Intine) احاطه می‌شود، بیرون انتین لایه دیگری به نام اگزین (Exine) وجود دارد، جدار بساک در موقع رسیدن دانه گرده معمولا از یک لایه اپیدرمی و یک لایه مکانیکی در زیر آن تشکیل شده است [۱۹-۷]. براساس نتایج به دست آمده، میکروسپورزایی در مارچوبه مشابه گیاهان تک لپه‌ی دیگر می‌باشد.

براساس مطالعات Camadro (۱۹۹۲) بر روی تشکیل میکروسپور در گیاه مارچوبه، سیتوکینز به طور موفقیت‌آمیز در مراحل تلوفاز یک و دو ، مانند گیاهان تک لپه‌ی دیگر انجام می‌گیرد و باعث تولید تتراد میکروسپورهای هاپلوئید می‌شود. بر اساس مشاهدات حاصل از پژوهش حاضر نیز تریاد، در گیاهان مورد بررسی مشاهده شده است.

نشان ویژگی سطح خارجی اگزین انواع مختلفی از تزئینات می‌باشد که در بیشتر موارد معرف خوبی برای شناسایی گونه‌ها است. هرگونه نازک شدگی اگزین یا از بین رفتن بخشی از آن که مستقل از الگوی تکوین اگزین باشد یک روزن یا شیار را تشکیل می‌دهد. شیارها و روزن‌ها نقش‌های گوناگونی دارند، از جمله اینکه هنگام رویش لوله گرده جایگاه مناسبی برای خروج لوله گرده می‌باشند، همچنین در شرایط تغییر رطوبت باعث تغییر حجم دانه می‌گردند. بر اساس مطالعات انجام گرفته توسط Ozler و Pehlivan (۲۰۰۷)، تزئینات گرده در *Asparagus officinalis* مشبک و از نوع Rugulate بوده و تزئینات غشاء شیار از نوع Rugulate می‌باشد، بنابراین نتایج حاصل از تحقیقات حاضر با تحقیقات Ozler و Pehlivan (۲۰۰۷) همسو می‌باشد. بر اساس این پژوهش ویژگی‌های تشریحی ریشه، ساقه و برگ و میکروسپورزایی و مگاسپورزایی گیاه مارچوبه‌ی جمع‌آوری شده از منطقه دزفول، مشابه اطلاعاتی است که در این زمینه‌ها برای گیاهان تک‌لپه و گیاه مارچوبه موجود در سایر نقاط جهان به وسیله‌ی محققان گزارش شده است. همچنین اطلاعات حاصل به شناسایی ویژگی‌هایی منجر می‌گردد که می‌توان از آن‌ها در مطالعات پایه‌ای دیگر همچون رده‌بندی دقیق‌تر گیاه و پی بردن به روابط تکاملی در تیره Asparagaceae دست یافت.

منابع

[۱] مجد، ا.، ۱۳۹۱. زیست‌شناسی تکوینی در گیاهان. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

[2] Camadro E. 1992, Cytological Mechanism of 2n Microspore Formation in Garden Asparagus. Hort Science, 27(7): 831-832.

[3] Chase M., Reveal J., Fay M. 2009. A subfamilial classification for the expanded asparagalean families Amaryllidaceae, Asparagaceae and Xanthorrhoeaceae. Botanical Journal of the Linnean Society, 161: 132–136.

[4] Chehregani rad A., Hajisadeghian S., Mohsenzadeh f. 2010. Study on the developmental stages of ovule and pollen grains of Inula aucheriana DC. Journal of Plant Biology, 2nd Year, 33(6): 859-873. Persian.

[5] Dahlgren RMT C.H. 1985. The families of the monocotyledons. Springer, Heidelberg.

[6] Diderot D. 2015. The Encyclopedia of Diderot & d'Alembert Collaborative Translation Project. USA: Michigan Publishing.

[7] Fahn A. 1990. Plant anatomy. Pergamon Press.

Archive of SID

www.SID.ir

[8] Flora Europaea. Royal Botanic Garden Edinburgh. (Retrieved 19 May 2010). *Asparagus officinalis*.

[9] Grubben G., Denton O. 2004. Plant Resources of Tropical Africa. Nordic Journal of Botany, 23: 298.

[10] Guvenc A., Koyuncu M. 2002. Studies on the anatomical structure of cladodes of Asparagus L. species (Liliaceae) in Turkey. Israel Journal of Plant Sciences, 50: 51-65.

[11] Hurgoiu F., Sipos M. 2005. A comparative study on the root and stem anatomy of Asparagus (*Asparagus officinalis* L.) exvitro plantlets and vitro plantlets. Analele Univ. Oradea, Fasc. Biologie, Tom, 181-184.

[12] Jafari E., Karimi A.H. 1996. Polynological study of visited medicinal plants by hony bee in fars province. Research Center for Agricultural & Natural Resources of Fars p.o.Box 71555-617.

[13] Kim By C.Z. 2009. Effects of *Asparagus officinalis* extracts on liver cell toxicity and ethanol metabolism. Food Science.

[14] Kubota S,K.I. 2012. Molecular phylogeny of the genus Asparagus (Asparagaceae) explains interspecific crossability between the garden asparagus (*Asparagus officinalis*) and other Asparagus species. Theor Appl Genet, 124: 345-354.

[15] Lazarte J., Palser B. 1979. Morphology, vascular anatomy and embryology of pistillate and staminate flowers of *Asparagus officinalis* L. Am J Bot, 753-764.

[16] Mohamad S.F. 2016. Botanical Investigation On *Asparagus officinalis* L. (Asparagaceae). Egypt: Department of Agricultural Botany Faculty of Agriculture Cairo University Egypt.

[17] Nakayama H., Yamaguchi T., Tsukaya H. 2012. Acquisition and Diversification of Cladodes: Leaf-Like Organs in the Genus Asparagus. The Plant Cel, 24: 929–940.

[18] Nawaz T., Hameed M., Waqar-u-nisa Ahmad, M.A., Younis A., Kanwal H. 2012. Comparative anatomy of root and stem of some native and exotic Asparagus L. Species. Pak. J. Bot, 44: 153-158.

[19] Ozler H., Pehlivan S. 2007. Comparison of pollen morphological structures of some taxa belonging to Asparagus L. and Fritillaria L. (Liliaceae) from Turkey. Bangladesh J. Bot, 36(2): 111-120.

[20] Raycheva T., Stojanov K. 2013. Comparative anatomical study of five species of genus Asparagus in Bulgaria. Trakia Journal of Sciences, 2: 104-109.

[21] Štajner N., Bohanec B., Jakše M. 2002. In vitro propagation of *Asparagus maritimus*-A rare Mediterranean salt-resistant species. Plant Cell Tissue Org. Cult, 70: 269 - 274.

[22] Zell H. 2010. *Asparagus officinalis*, Asparagaceae, Asparagus, sprouts; Karlsruhe, Germany. The fresh young subterranean sprouts are used in homeopathy as remedy. GNU Free Documentation License.

Archive of SID

www.SID.ir