

بررسی ساختار تشریحی اندام‌های رویشی و نمو اندام‌های زایشی گیاه انبه (*Mangifera indica L.*)

پریسا جنوبی Ph.D.*، احمد مجد Ph.D.، صدیقه مهربابان Ph.D.، فیصل رشیدی M.Sc.

- دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم زیستی، گروه علوم گیاهی، کدپستی ۱۵۶۱۴

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: jonoubi@khu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۵/۲۸

چکیده

هدف: انبه (*Mangifera indica L.*) درختی همیشه سبز و متعلق به تیره پسته ایان (Anacardiaceae) که در ایران در استان‌های هرمزگان و بلوچستان کشت می‌شود و تاکنون پژوهشی پیرامون ویژگی‌های ساختاری و تکوینی آن صورت نگرفته است. در پژوهش حاضر بررسی ساختار تشریحی اندام‌های رویشی و مراحل تکوینی اندام‌های زایشی این گیاه مد نظر قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها: از اندام‌های رویشی نمونه برداری شد و در فیکساتور گل‌سیرین و اتانل تثبیت صورت گرفت. از اندام‌های زایشی گیاه در مراحل مختلف نمو از غنچه باز نشده تا گل رسیده نمونه برداری انجام شد. نمونه‌ها در فیکساتور FAA تثبیت شدند با میکروتوم برش گیری شده و با رنگ‌های همتوکسیلین و اتوزین رنگ آمیزی صورت گرفت.

نتایج: بررسی ساختار نخستین و پسین ریشه، ساقه، دمبرگ، برگ، محور گل آذین و مریستم راس ساقه مشابهت این اندام‌ها با سایر دولپه‌ای‌ها را نشان داد. نافه این گیاه دارای ۵ پرچم است که تنها یکی از این پرچم‌ها بارور بوده مابقی عقیم هستند. بساک‌ها دارای دو خانه و چهار کیسه گرده می‌باشند. لایه تاپتوم ترش‌حی بوده و دانه‌های گرده با سه منفذ می‌باشند. مادگی دارای یک برچه، تمکن پایه‌ای، یک تخمک واژگون و تخمک تک پوسته‌ای می‌باشد. بافت‌های ترش‌حی، در اندام‌های زایشی آن دیده شدند.

نتیجه گیری: بر اساس یافته‌های تشریحی مشابهت این گیاه با دیگر دولپه‌ای‌ها مشاهده گردید. با توجه به بررسی مراحل نمو زایشی اطلاعات جدیدی برای شناسایی این گیاه به دست آمد.

واژگان کلیدی: اندام‌های رویشی، تاپتوم ترش‌حی، تخمک واژگون، میکروسپور

مقدمه

درخت انبه (*Mangifera indica* L.) متعلق به تیره پسته ایان (*Anacardiaceae*) می‌باشد. گیاهان این تیره به‌واسطه داشتن جنس‌هایی نظیر انبه و پسته که از نظر اقتصادی دارای اهمیت هستند، مورد توجه می‌باشد. انبه یکی از متداول‌ترین و مشهورترین میوه‌ها در مناطق گرمسیری مشرق زمین می‌باشد که در هندوستان به آن سلطان میوه‌ها لقب داده‌اند (۱). جنس *Mangifera* شامل ۶۲ گونه است که حدود ۱۶ گونه آن میوه خوراکی دارد. سابقه کاشت درخت انبه در ایران به بیش از سیصد سال می‌رسد. ارقام گوناگون انبه برای اولین بار از پاکستان و هندوستان وارد ایران شدند. کشت آن به استان‌های هرمزگان و سیستان و بلوچستان منحصر می‌شود (۲).

از نظر گیاه‌شناسی گل‌های انبه دوجنسی و تک لاد پرچم می‌باشند. گلپوش و نافه پنج تایی و مادگی تک خانه‌ای است. در زمان شکوفایی، کاسبرگ‌ها توسعه می‌یابند و گلبرگ‌ها در تمام طول خود آزادند. نیمه پائینی گلبرگ‌ها دارای برآمدگی‌های ترش‌حی بر روی بخش شکمی می‌باشند. بین پایه‌های باریک گلبرگ، پنج لوب نوشجای خارج پرچمی ضخیم و پهن وجود دارد (۳). هر برچه دارای یک تخمدان کروی و یک خامه طویل منتهی به کلاله‌ای کوچک، کوتاه و نعل اسبی شکل است. در زیر کلاله، مجرای انتقالی لوله‌گرفته در امتداد زاویه داخلی شکاف شکمی تمایز یافته و به‌طرف پائین امتداد می‌یابد و برآمدگی بزرگی را از پایه کانال خامه به‌درون حفره تخمدان تشکیل می‌دهد (۴). در انبه تخمک واژگون بوده و مجموعه تخمک-بند و کانال خامه در زمان شکوفایی به‌هم متصل می‌شوند این اتصال زایشی به‌واسطه فعالیت مریستمی پایه کانال خامه و جایگاه اتصال مجموعه‌بند-تخمک برقرار می‌شود که به‌وسیله‌گرفته افشانی تحریک می‌گردد (۵).

نخستین طبقه‌بندی تیره پسته بر اساس ریخت‌شناسی درخت، برگ، گل و میوه انجام شده است. علاوه بر ریخت‌شناسی، از یک قرن پیش از صفات تشریحی برگ برای تکمیل رده‌بندی استفاده شد. امروزه علاوه بر برگ به بررسی ساختار تشریحی دیگر اندام‌های رویشی توجه شده است (۶). پژوهش‌های انجام شده در مورد گیاه انبه بیشتر پیرامون ترکیبات فعال موجود در میوه، دانه، گل‌ها، پوست ساقه و برگ‌های انبه و دارا بودن خواص ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانتی آن می‌باشند (۷)، در حالی‌که از ساختار تشریحی آن و تکوین اندام‌های زایشی آن گزارشی در

دست نیست. در پژوهش حاضر ساختارهای تشریحی اندام‌های رویشی از جمله: ریشه، ساقه، برگ، دم‌برگ، محور گل آذین به‌هدف دستیابی به اطلاعات تکمیلی جهت شناسایی دقیق‌تر این گیاه مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

توجه به دانش زیست‌شناسی تکوینی و مطالعه مراحل نمو اندام‌های تولید مثلی برای حفظ گیاهان، به‌ویژه گیاهانی که از نظر اقتصادی از ارزش بالای بر خوردارند، اهمیت به‌سزایی دارد. در مطالعه کنونی ویژگی‌های تکوینی بساک، میکروسپروئوز و تشکیل دانه‌های گرده، تکوین تخمدان و تخمک گیاه انبه مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات حاصل به شناسایی ویژگی‌هایی منجر می‌گردد که می‌توان از آن‌ها در مطالعات پایه‌ای دیگر همچون رده‌بندی دقیق‌تر گیاه و پی‌بردن به روابط تکاملی در تیره *Anacardiaceae* دست یافت.

مواد و روش‌ها

اندام‌های زایشی از درختان انبه (*Mangifera indica* L.) واقع در شهرستان میناب استان هرمزگان در اواسط بهمن و اواخر اسفند جمع‌آوری شدند. بخش‌های رویشی در فروردین ماه برداشت شدند. برای تهیه برش‌های دستی از اندام‌های رویشی، ابتدا قطعات برگ، دم‌برگ، ساقه و دمگل در محلول تثبیت کننده الکل-گلیسرین، تثبیت شده و برش‌های نازکی از مقطع اندام مورد نظر تهیه شد. سپس برش‌ها در آب ژاول ۱۰ درصد به‌مدت ۱۰ الی ۱۵ دقیقه قرار گرفته و پس از شست و شو با آب مقطر در اسید استیک ۳ تا ۵ درصد به‌مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه قرار گرفتند. پس از شست و شو با آب مقطر با رنگ کارمن زاجی به‌مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه و رنگ آبی متیل به‌مدت ۱۰ تا ۳۰ ثانیه برش‌ها رنگ‌آمیزی شده و توسط میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرار گرفتند. به‌منظور بررسی نوع و پراکنش روزنه‌ها از سطح زیرین برگ، اپی‌درم جدا شد و با یک قطره گلیسرین بر روی لام قرار گرفت و مشاهده گردید.

به‌منظور بررسی مریستم رویشی و زایشی و بخش‌های مختلف گل، از برش‌های میکروتومی استفاده شد. برای این منظور از بخش‌های مختلف از قبیل مریستم انتهایی ساقه و غنچه‌های گل در اندازه‌های مختلف، گل‌ها در مراحل نمو متفاوت از حالت نیمه‌باز تا رسیدگی کامل نمونه‌برداری صورت گرفت و پس از شستشوی سطحی به‌درون محلول تثبیت کننده FAA (فرمالدهید: اسید استیک: اتانل به نسبت‌های ۱۷:۱:۲) قرار

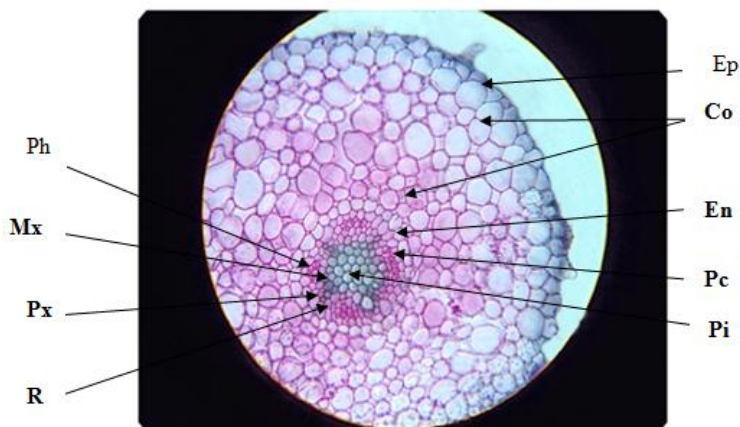
بخش، اپی‌درم (Ep) واقع شده بود که متشکل از یک لایه از سلول‌هایی با دیواره نازک که به‌طور فشرده و بدون فضای بین سلولی آرایش یافته‌اند. سلول‌های منشا تارهای کشنده نیز مشاهده شد. در زیر اپی‌درم، پارانشیم پوست (Co) قرار گرفته که به‌طور همگن نمو کرده و در بین سلول‌های آن فضاهای بین سلولی مشاهده می‌شود. آندودرم (En) از سلول‌هایی بدون فضای بین سلولی تشکیل شده است. پس از آندودرم، دایره محیطیه (Pc) مشاهده می‌شود که استوانه مرکزی را احاطه کرده است (شکل ۱). استوانه مرکزی در ساختار نخستین دارای دسته‌های آوندی چهار آغاز (tetrarch) بوده و در آن چوب (Xy) و آبکش (Ph) به‌طور متناوب قرار گرفته‌اند. در چوب، آوندهای چوبی متاگزیم (Mx) به طرف مرکز و پروتوگزیم (Px) به سوی پیرامون قرار گرفته است، بنابراین چوب ماهیت برون‌گرا (exarch) داشت و نمو چوب مرکز رو (centripetal) بود.

گرفتند. مدت زمان نگهداری نمونه‌ها درون تثبیت کننده ۱۰ ساعت بود. سپس به روش‌های معمول سلول بافت شناختی (۸) آب‌گیری توسط درجات رو به افزایش اتانول، جایگزینی اتانل با محلول‌های رو به افزایش تولوئن، پارافین دهی توسط محلول‌های رو به افزایش پارافین، قالب‌گیری در پارافین و تهیه برش‌هایی به ضخامت ۸ میکرون انجام گرفت. پس از پارافین زدایی نمونه‌ها با هماتوکسیلین - اتوزین رنگ آمیزی شده با میکروسکوپ نوری Olympus مورد مطالعه قرار گرفتند. از نمونه‌های مورد نظر عکس‌برداری صورت گرفت.

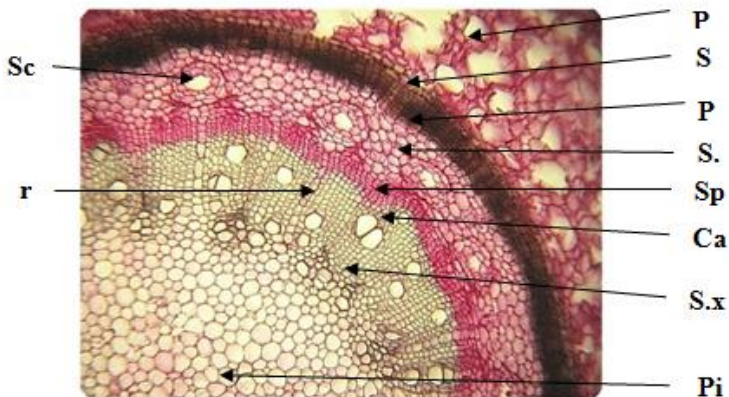
نتایج

بررسی ساختار تشریحی ریشه

شکل ریشه نخستین و پسین گیاه انبه در برش عرضی، مدور بود (شکل‌های ۱ و ۲). در ساختار نخستین ریشه در خارجی‌ترین



شکل ۱: برش عرضی ساختار نخستین ریشه انبه: اپی‌درم (Ep)؛ پوست (Co)؛ آندودرم (En)؛ دایره محیطیه (Pc)؛ آبکش (Ph)؛ پروتوگزیم (Px)؛ متاگزیم (Mx)؛ اشعه مغزی (R)؛ مغز (Pi) (بزرگنمایی $\times 100$).



شکل ۲: برش عرضی ریشه انبه (ساختار پسین). سلول‌های پارانشیمی نخستین (PP)؛ چوب پنبه (Su)؛ فلورن (Phe)؛ پارانشیم پوستی پسین (Sp)؛ مجرای ترشچی (Sc)؛ آبکش پسین (S.ph)؛ کامبیوم (Cam)؛ چوب پسین (S.x)؛ اشعه آوندی (r)؛ مغز (Pi) (بزرگنمایی $\times 100$).

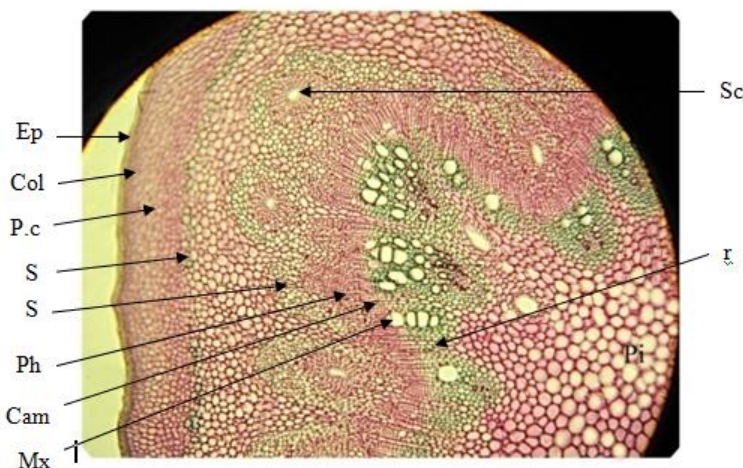
سلول‌هایی با دیواره ضخیم و چوبی هستند و عمل اصلی آن‌ها استحکام بخشیدن به گیاه است. از مشاهده آثار باقی مانده از ساختار نخستین استوانه آوندی مشخص گردید رشد چوب در ساقه این گیاه به صورت گریز از مرکز (Centrifuge) بوده و پروتوزایلم در نوک دسته آوندی و به سمت مرکز قرار دارد از این رو تشکیل چوب از نوع درون گرا (End arch) می‌باشد (شکل ۳).

با پیدایش کامبیوم در استوانه آوندی و فلورژن در ناحیه پوست، ساختار اولیه ساقه در این گیاه چوبی به تدریج دچار تحول و تغییرات عمیق شده و بر قطر آن افزوده می‌گردد. وقتی رشد قطری در میانگره‌های پائینی ساقه آغاز می‌شود، هنوز رشد طولی میانگره‌های فوقانی آن پایان نیافته است به این دلیل ساقه حالت مخروطی شکل می‌یابد.

در ساختار پسین در خارجی‌ترین بخش ریشه و در زیر سلول‌های پارانشیمی نخستین که در حال تخریب و جدا شدن هستند چند لایه از سلول‌های فشرده چوب پنبه‌ای به رنگ تیره دیده شد. در برش عرضی از ریشه‌های مسن‌تر کامبیوم به صورت حلقوی در بین دستجات چوب- آبکش دیده شد که نشان دهنده ساختار پسین ریشه بود (شکل ۲).

بررسی ساختار تشریحی ساقه

ساقه در گیاه انبه هوایی بوده و در امتداد ریشه قرار دارد و حامل برگ‌هایی مستطیل شکل و با آرایش متناوب است. یک لایه اپی‌درم در خارجی‌ترین بخش ساقه انبه وجود دارد (شکل ۳). از دیگر اختصاصات ساقه گیاه انبه وجود مجاری ترش‌حی در بین سلول‌های پارانشیم پوست است (شکل ۳). در زیر بافت پارانشیم، منطقه قابل توجهی از سلول‌های اسکلرانشیمی قرار دارد که



شکل ۳: برش عرضی ساقه گیاه انبه. اپی‌درم (Ep)، کلانشیم (Col)، پارانشیم پوست (P.c)، اسکلرنشیم (S)، بافت آبکش (Ph)، کامبیوم (Cam)، متاکزیلم (Mx)، اشعه آوندی (I)، مغز (Pi)، مجرای ترش‌حی (Sc) (بزرگنمایی $\times 400$).

بررسی ساختار تشریحی دم‌برگ و برگ

شکل ظاهری دم‌برگ جوان در گیاه انبه تقریباً بیضی شکل بوده و هرچه بالغ‌تر می‌شود شکل کلی آن مثلثی و سه گوش می‌گردد (شکل ۴). در ساختار تشریحی دم‌برگ انبه از خارج به داخل به ترتیب اپی‌درم، پارانشیم پوست، بافت‌های اسکلرانشیمی حاوی مجاری ترش‌حی رزینی، آبکش نخستین و پسین، کامبیوم، چوب پسین و نخستین و مغز مشاهده شد.

برش‌های عرضی از برگ انبه نشان‌دهنده وضعیت پشتی - شکمی (Dorsiventral) بود (شکل ۵a). سطح برگ توسط یک لایه سلول‌های اپی‌درمی پوشیده شده بود و بر روی سطح

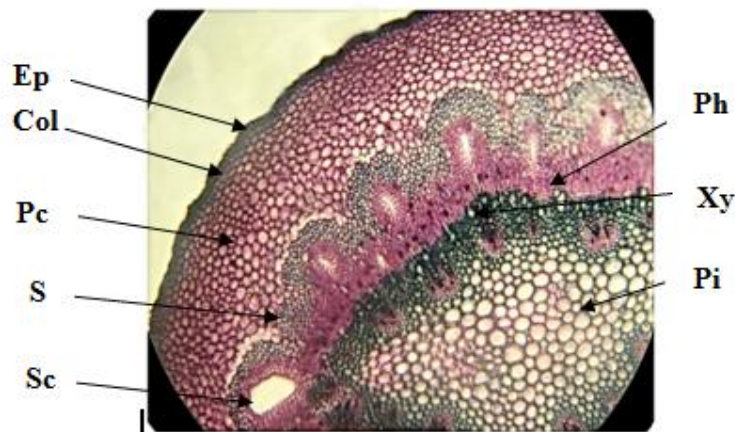
اپی‌درم زیرین (Ue) لایه نسبتاً ضخیمی از کوتیکول (Cu) مشاهده شد که سبب براقی سطح برگ انبه می‌باشد.

در سطح برگ‌ها کرک‌های T شکل به وفور دیده شد (شکل ۵b). در زیر اپی‌درم زیرین دو لایه سلول‌های پارانشیم مزوفیل نرده‌ای (Pp) مشاهده گردید که نشان‌دهنده سازگاری این گیاه با اقلیم‌های گرم می‌باشد (شکل ۵a). حجم عمده برگ توسط پارانشیم اسفنجی (Sp) پر شده بود که در بین آن‌ها فضای بین سلولی چندانی به چشم نمی‌خورد. دستجات آوندی از نوع دو جانبی بسته (Collateral Closed Vascular Bundle) بود که توسط سلول‌های پارانشیمی غلاف آوندی (Bs) احاطه شده بودند.

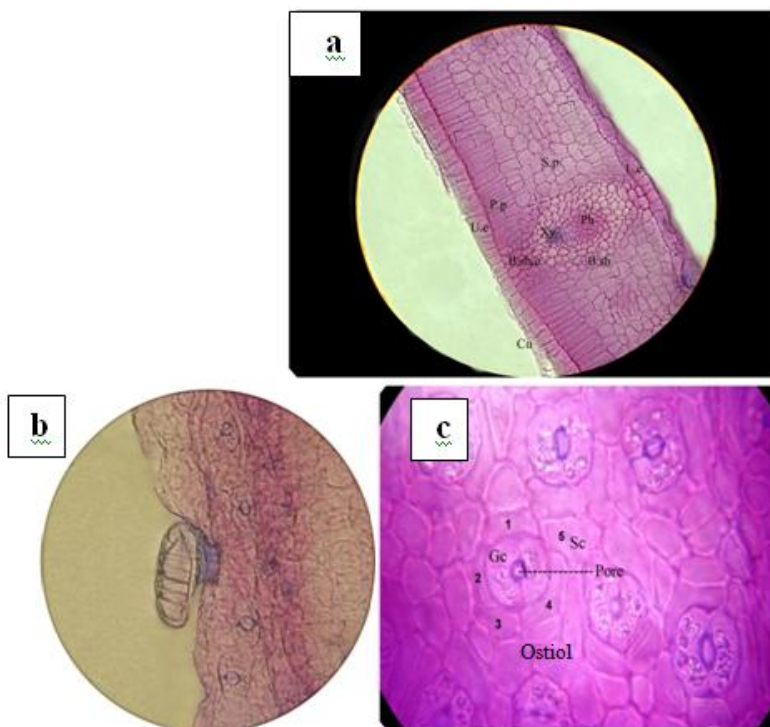
دانه‌دار می‌باشد در گیاه انبه از نوع برآمده یا گنبدی می‌باشد (شکل ۷). در برش طولی مریستم انتهایی ساقه بخش‌های تونیکا در سطح مریستم با سلول‌های مکعبی شکل و در سطح زیرین آن سلول‌های کورپوس به شکل تقریباً مدور و با فضای بین سلولی بیشتر، مشخص می‌باشد. بنیان‌های برگ از مرکز زایشی برگ‌ها در حلقه بنیادی فعالیت خود را آغاز می‌کنند.

در برگ انبه روزنه‌ها بر روی اپی‌درم زیرین وجود دارند بنابراین برگ هیپوستماتیک است. تیپ روزنه‌ای نا مشخص سلولی (Anemocytic) بوده و سلول‌های همراه از دیگر سلول‌های اپی‌درمی قابل تشخیص نمی‌باشند (شکل ۵c).

مریستم نخستین ساقه که در تشکیل برگ‌ها و ساختمان نخستین ساقه نقش دارد و مسئول رشد طولی ساقه در گیاهان



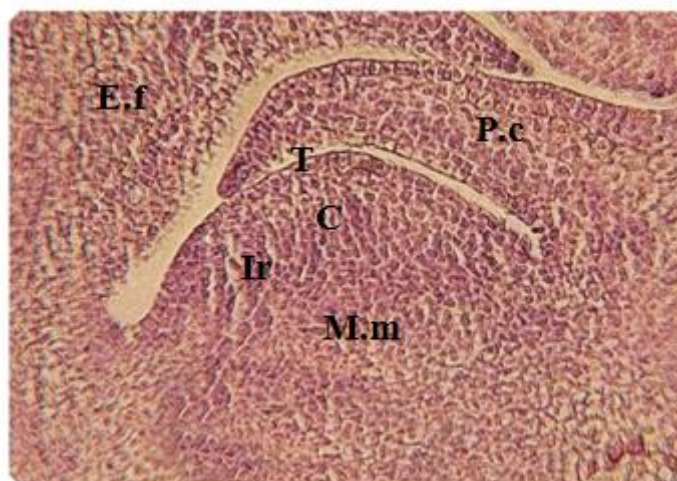
شکل ۴: برش عرضی دم‌برگ گیاه انبه. اپی‌درم (Ep)، کلانشیم (Col)، پارانثسیم پوست (P.c)، اسکرانشسیم (S)، بافت آبکش (Ph)، کامبیوم (Cam)، بافت چوب (Xy)، مجرای ترشچی (Sc)، اشعه مغزی (R)، مغز (Pi) (بزرگنمایی $\times 400$).



شکل ۵: (a) برش عرضی از پهنک برگ گیاه انبه. کوتیکول (Cu)، اپی‌درم فوقانی (U.e)، پارانثسیم نردبانی (P.p)، پارانثسیم اسفنجی (S.p)، بافت آبکش (Ph)، بافت چوب (Xy)، غلاف آوندی (B.s)، دنباله غلاف آوندی (Bs)، اپی‌درم تحتانی (L.e). (بزرگنمایی $\times 400$), (b) شکل کرک T شکل، (c) نمایش روزنه‌ها در اپی‌درم برگ گیاه انبه. تیپ روزنه‌ها آنموسیتیک می‌باشد. منفذ روزنه (Ostiol)، سلول نگهبان روزنه (Gc)، سلول همراه (Sc) (بزرگنمایی $\times 400$).



شکل ۶: برش عرضی محور گل آذین گیاه انبه. اپی‌درم (Ep)، کلانشیم (Col)، پارانشیم پوست (P.c)، اسکرانشیم (S)، بافت آبکش (Ph)، بافت چوب (Xy)، مغز (Pi) (بزرگنمایی $\times 400$).



شکل ۷: برش طولی مریستم رویشی ساقه. تونیکا (T)؛ کورپوس (C)؛ مریستم مغزی (M.m)؛ حلقه بنیادی (Ir)؛ طناب‌های پروکامبیومی (P.c)؛ اولیه برگی (E.f) (بزرگنمایی $\times 400$).

ریخت شناسی و تشریح اندام‌های زایشی

گل آذین در گیاه انبه از نوع خوشه‌گرنز انتهایی می‌باشد. ساختار تشریحی محور گل آذین نیز بسیار مشابه ساقه است با این تفاوت که وسعت منطقه اسکرانشیمی بیشتر می‌باشد (شکل ۸). به‌نظر می‌رسد این بخش، مقاومت و استحکام گل آذین برای تحمل وزن حشراتی که برای گرده افشانی بر روی گل می‌نشینند، را افزایش می‌دهد.

وجود گل‌های دوجنسی، حشره دوست و کوچکتر از یک سانتی‌متر با دیسک شهدی ضخیم و لوب‌دار از خصوصیات بارز گل‌های انبه است. کاسبرگ‌ها در گل‌های انبه پنج تایی و دو

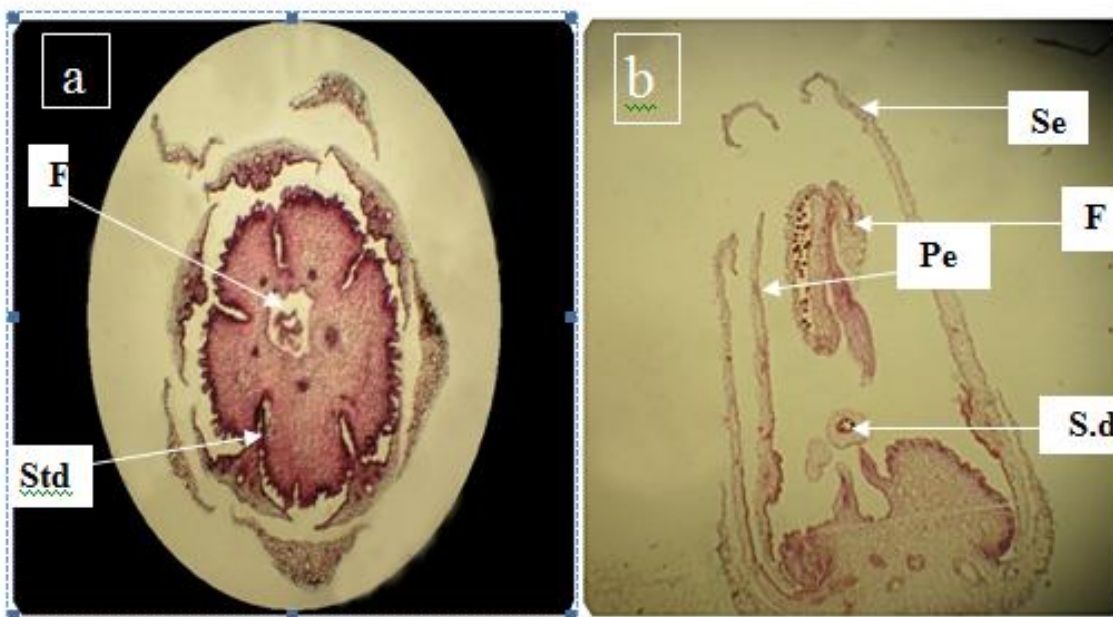
کاسبرگ بیرونی بزرگتر از کاسبرگ‌های درونی هستند (شکل ۸). گلبرگ‌ها نیز ۵ تایی بوده که بر روی بخش شکمی دارای شیارهای طولی مشخص هستند و دارای آرایش مارپیچ می‌باشند.

تکونین بساک و میکروسپور زایی

نافه در گل‌های این گیاه مونوسیمتریک (Monosymmetric) بوده و پرچم‌ها به شکل نابرابر تکونین یافته‌اند. در زمان شکوفایی، تنها یک پرچم بر روی شعاع اولین کاسبرگ بارور بوده که از دیگر پرچم‌ها که به‌صورت ناپرچمی (Staminod) درآمدند، طولی‌تر است (شکل ۸). پرچم بارور دارای میله‌ای با پایه پهن و ضخیم است که به‌سمت انتها باریک و مدور می‌شود. بساک شبیه

و بساک درون گشا (Intrors) است (شکل ۸).

به حرف X (شکل ۹b)، پشت چسب و ناحیه اتصالی آن در یک شبه حفره تشکیل شده به وسیله بخش پشتی پوشش، پنهان بوده



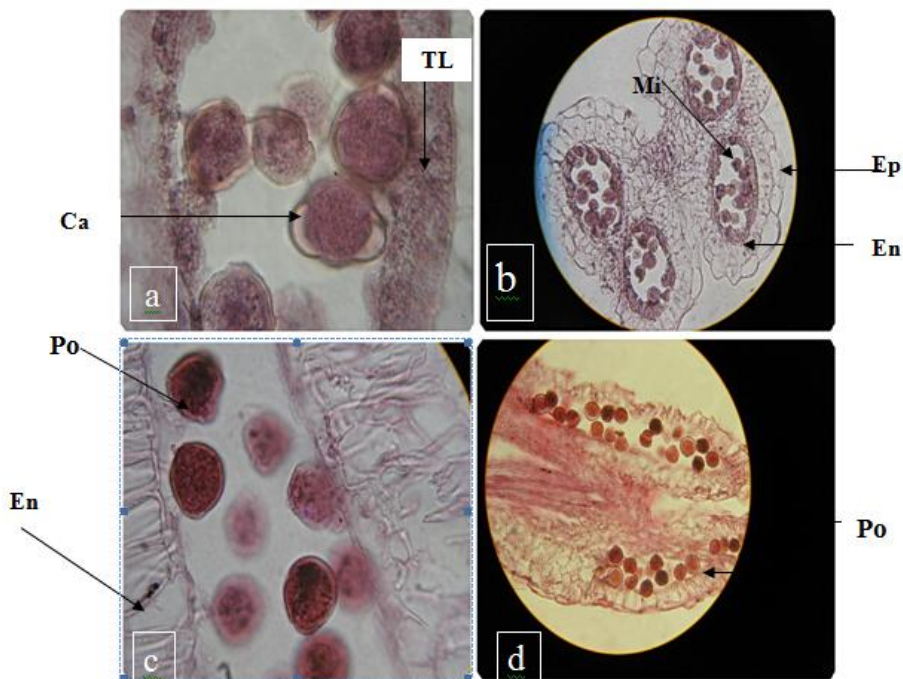
شکل ۸: (a) برش عرضی گل، (b) برش طولی گل انبه: کاسبرگ (Se)؛ گلبرگ (Pe)؛ صفحه بین پرچمی (Sd)؛ انتهای میله پرچم (F)؛ ناپرچمی (Std) (بزرگنمایی ۴۰×).

مرحله میکروسپور جوان به طور کامل دیده می‌شود، سپس شروع به تجزیه شدن می‌کند و در مرحله بلوغ بساک، اثری از آن دیده نمی‌شود. در مراحل پایانی نمو بساک لایه مکانیکی مشاهده می‌شود (شکل ۹c و ۹d). در گیاه انبه لایه اپی‌درم تا مرحله میکروسپور جوان وجود دارد ولی با توسعه یافتگی لایه مکانیکی لایه اپی‌درمی دچار تجزیه شدگی شده و تحلیل می‌رود. در مرحله بلوغ بساک دانه‌های گرده (PO) سه منفذی قابل مشاهده هستند (شکل ۹e) که با شکوفایی بساک گرده افشانی صورت خواهد گرفت.

تکوین برچه و نمو تخمک

مادگی در گل‌های این گیاه دارای یک برچه و هر برچه دارای یک تخمدان کروی و یک خامه طویل منتهی به کلاله‌ای کوچک است (شکل ۱۰). تخمدان دارای یک تخمک واژگون با پایه‌ای ستبر و خمیده می‌باشد که در زاویه داخلی حفره تخمدان قرار گرفته و دارای تمکن پایه‌ای است. در بررسی‌های ساختار تخمک در پژوهش حاضر تخمک تک پوسته‌ای با پوسته‌ای ضخیم چند لایه سلولی و سفت لبدار و ناهموار مشاهده شد (شکل ۱۱).

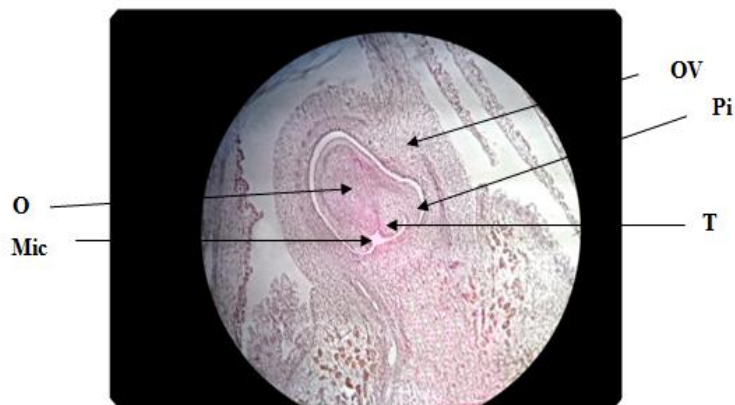
در انبه بساک‌ها (An) دارای دو خانه و چهار کیسه گرده (Ps) می‌باشند. دور تا دور بساک‌های جوان را اپی‌درم (Ep) می‌پوشاند. سلول‌های اپی‌درمی متراکم و کشیده بوده در زیر این لایه، لایه سلول‌های گذر (TI) با سلول‌های کم دوام دیده شد (شکل ۹). به طور معمول، طی بلوغ بساک، تمایز و تخصص یافتگی لایه‌های دیواره میکروسپورانژ، هم‌زمان با میوز و تشکیل گرده رخ می‌دهد. در اغلب نهران دانگان دیواره میکروسپورانژ از اپی‌درم، لایه مکانیکی، لایه میانی و لایه مغذی ساخته شده است. در گونه *L. Mangifera indica* نیز همین لایه‌ها در دیواره بساک مشاهده شد. داخلی‌ترین لایه دیواره بساک، لایه مغذی یا تاپتوم است (شکل ۹b). در انبه سلول‌های لایه‌ی مغذی حاوی سیتوپلاسم با رنگ پذیری بالا بودند که نشان‌دهنده‌ی فعالیت ترشحی زیاد آن‌ها به منظور بلوغ دانه‌های گرده است. از آنجایی که سلول‌های میکروسپور برای تغذیه به دیواره‌های بساک نزدیک شده‌اند به نظر می‌رسد که لایه تاپتوم (T) در این گیاه از نوع تاپتوم ترشحی باشد (شکل ۹b). حضور دیواره کالوزی در پیرامون میکروسپورهای جوان حاصل فعالیت لایه تاپتوم بساک، در شکل ۹a قابل مشاهده می‌باشد. لایه تاپتوم، از مرحله ظهور سلول‌های مادر میکروسپور به صورت لایه متمایزی قابل تشخیص است و تا



شکل ۹: برش عرضی بساک. اپیدرم (EP)؛ لایه مکانیکی (En)؛ لایه گذر (TL)؛ لایه تاپتوم (T)؛ میکروسپور (Mi)؛ دیواره کالوزی (Ca)؛ دانه گرده بالغ (Po). (a) و (c) (بزرگنمایی $\times 400$)؛ (b) و (d) (بزرگنمایی $\times 100$).



شکل ۱۰: برش طولی غنچه. مادگی تک برجه‌ای با یک تخمک واژگون قابل مشاهده است. کلاله (Sti)، خامه (Sty)، تخمدان (Ov)، ناپرچمی (Std)، تخمک (O) (بزرگنمایی $\times 40$).



شکل ۱۱: برش طولی مادگی. تخمدان (OV)؛ تخمک (O)؛ سفت (Mic)؛ پایه تخمک (Pi)؛ پوسته تخمک (T) (بزرگنمایی $\times 100$).

بحث

در مشاهدات ما مشخص گردید که دستجات آوندی از نوع دو جانبی بسته بود که توسط سلول‌های پارانشیمی غلاف آوندی احاطه شده بودند این وضعیت با گزارش Pandey و همکاران (۱۵) مبنی بر وجود دستجات جداگانه پارانشیمی در اطراف دستجات آوندی و همچنین حضور فیبر در این دستجات مغایرت داشت. روزنه‌ها از ساختارهای اصلی اندام برگ گیاهان هستند که از طریق تنظیم و تطبیق اندازه، تراکم و توزیع خود، امکان سازگاری گیاهان عالی با تمام شرایط محیطی را فراهم می‌سازند (۱۶). وجود روزنه‌های آنمو سایتیک در برگ انبه با گزارش‌های Mohannad و همکاران (۱۷) در این مورد هم‌سویی دارد.

هنوز مطالعه جامعی در مورد ساختار گل جنس *Mangifera* انجام نشده است. تلاش‌هایی که در جهت مطالعه گل‌های برخی از جنس‌های این تیره انجام گرفته است با شکست مواجه شده است زیرا گل‌های این تیره غنی از تانن بوده و این امر غالباً امکان تهیه برش‌های میکروتومی کاملاً متوالی با استفاده از پارافین را امکان‌پذیر نمی‌سازد (۳). ریخت‌شناسی، تعداد اجزای گل، وضعیت گلپوش‌ها با گزارش‌های Julien و همکاران (۳) هم‌سویی دارد.

وضعیت پرچم‌ها، وجود ناپریمی عقیم، شکل بساک و چگونگی شکوفایی آن با گزارش‌های مشابه برای دیگر جنس‌های این تیره نیز دیده می‌شود (۱۸). لایه‌های مختلف بساک و چگونگی رشد و تمایز آن‌ها در انبه مشاهده شد. اپی‌درم که بیرونی‌ترین لایه سلولی بساک، یک بافت چند عملکردی است که نقش مهمی را در روابط آبی گیاه، دفاع و جذب گرده افشان‌ها ایفا می‌کند (۱۹). لایه تپتوم، بافتی چند عمل‌کردی است که در مجاورت بافت هاگزای بساک قرار می‌گیرد و در انجام میوز موفق، نمو عادی میکروسپورها و بلوغ دانه‌های گرده دخالت می‌کند (۲۰). لایه مکانیکی تنها لایه است که تا مراحل پایانی نمو بساک باقی می‌ماند و با ایجاد ضخیم‌شدگی‌هایی بر روی دیواره شعاعی و مماسی موجب شکوفایی بساک در هنگام رسیدگی دانه‌های گرده می‌گردد (۱۹). در اغلب نهبان‌دانگان سلول‌های اپی‌درمی بساک در مرحله بلوغ متلاشی می‌شود (۲۱). در انبه نیز تحلیل رفتن لایه‌های مختلف بساک و از سوی دیگر توسعه لایه مکانیکی و دخالت آن در شکوفایی بساک مشاهده گردید.

بررسی‌های ریخت‌شناسی و تکوین برچه در انبه وجود یک برچه با یک تخمدان تک پوسته‌ای واژگون را نشان داد. Julien و همکاران (۳) بیان کردند که احتمالاً در انبه تخمک تک پوستکی

ساختار تشریحی ریشه انبه با داشتن چهار دسته آوندی و اگز ارش بودن آن‌ها با گزارش Samimi و همکاران (۹) که بر روی ساختار ریشه پسته کار کرده‌اند مشابهت دارد. در ساختار پسین ریشه چند لایه از سلول‌های فشرده چوب پنبه‌ای به‌رنگ تیره دیده شد. یکی از ویژگی‌های چوب پنبه فراوانی فنل پروپان‌ها می‌باشد و این ترکیبات از راه استری شدن به تار و پود لپیدی می‌پیوندند. این لایه چوب پنبه‌ای با رنگ آبی متمایل رنگ گرفت. در ساختار پسین ریشه مشاهده می‌شود که بخش عمده از ساختار ریشه از بافت‌های آوند چوب پسین تشکیل شده است و علاوه بر منطقه چوب، مغز ریشه نیز به‌شدت چوبی می‌شود که این وضعیت در عموم درختان چند ساله دو لپه مشاهده می‌شود (۱۰).

در ساختار تشریحی ساقه عوامل محیطی نظیر شدت نور و میزان رطوبت جوی بر روی شکل، اندازه و سایر اختصاصات این سلول‌ها تاثیر می‌گذارد (۱۱). وجود مجاری رزینی از ویژگی‌های ساقه انبه بود. تکوین این مجاری رزینی با تجزیه و فروپاشی یک ردیف از سلول‌های تشکیل دهنده منفذ اولیه آغاز می‌شود. پس از این مرحله، ردیف سلول‌های تشکیل دهنده منفذ به سلول‌های ترشح کننده ترکیبات چربی دوست تمایز می‌یابند. در نتیجه رشد و تمایز بافت‌های اطراف مجرا، حفره به تدریج متراکم می‌شود و مجاری رزینی لیزوسیزیوزن (*Lysoschizogenous*) شکل می‌گیرند (۱۲). وجود بافت اسکلرانشیمی فراوان در انبه می‌تواند برای پاسخ به شرایط دشوار محیطی و تغییرات دما در فصول متفاوت باشد (۱۰).

ساختار تشریحی دم‌برگ انبه با گزارش Sharma و همکاران (۱۳) که ساختار تشریحی دم‌برگ را به‌عنوان شاخصی برای شناسایی واریته‌های مختلف انبه به‌کار گرفته بودند مطابقت داشت. همچنین وجود مجاری ترشحی رزینی تخم مرغی شکل در پژوهش کنونی مشابه با یافته آن‌ها بود. حضور کوتیکول ضخیم بر روی دم‌برگ برگ‌های انبه توسط Sharma و همکاران (۱۳) نیز گزارش شده است که آن‌ها وجود کوتیکول را بر سطوح شعاعی سلول‌های اپی‌درمی مشاهده نمودند و ضخامت آن‌را در برخی واریته‌ها تا ۱۲ میکرون گزارش کردند (۱۳). در اپی‌درم برگ انبه کرک‌های متعدد مشاهده گردید که با گزارش Vishwakarma و Bajpia (۱۴) مبنی بر وجود کرک‌های حبابی شکل چند سلولی با ابعاد ۷۲/۵ میکرونی هم‌خوانی دارد.

2. Zargary, A. Medicinal plants. 1th Ed. Tehtan: Tehran University Press; 1990.

3. Julien B, Peter K. Comparative floral morphology and anatomy of Anacardiaceae and Burseraceae (Sapindales), with a special focus on gynoeceum structure and evolution. Botanical Journal of the Linnean Society. 2009; 159(4): 499–571.

4. Von Teichman I. Micromorphological structure of the fruit and the seed of *Smodingium argutum* (Anacardiaceae) as an adaptation to its natural habitat. South African Journal of Botany. 1998; 64: 121–127.

5. Joel D, Eisenstein D. A bridge between the ovule and ovary wall in *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae). Acta Botanica Neerlandica. 1980; 29: 203–206.

6. Seyedi N, Jalali S Gh, Moghadam M. Leaf anatomical investigation of *Pistacia atlantica* var *kurdica*. Journal Plant Biology. 2013; 16: 71-80.

7. Jafaripour J, Gharachorloo S. Evaluation of physico-chemical characteristic of seed oil of three cultivar of *Mangifera indica* L. in Iran. Food Technology and Nutrients. 2013; 10(3): 51-62.

8. Sanderson, J.B. Biological Microtechniques. 1th Ed. London, Oxford press; 1994.

9. Samimi S, Bernard F, Shaker H. The effect of cold stress on anatomical structure of *Pistacia atlantica* seedlings. Rostaniha. 2009; 10(1): 135-138.

10. Fahn, A. Plant anatomy. 4th Ed. Pergamon, Oxford Press; 1987.

11. Metcalfe, C, Chalk, L. Anatomy of the dicotyledons. Vol 2, 1th Ed. Osmania: Oxford At The Clarendon Press; 1988.

12. Joel D, Fahn A. Ultrastructure of the resin ducts of *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae). Hebrew University of Jerusalem. 1979; 46(2): 225-233.

13. Sharma BG, Albert S, Dhaduk HK. Petiolar anatomy as an aid to the identification of *Mangifera indica* L. Notulae Scientia Biologicae. 2012; 4(1): 44-47.

14. Vishwakarma MK, Bajpai A. Cytomorphological study of mango malformation in India. Asian Journal of Plant Science. 2012; 11(1): 58-61.

15. Pandey A, Pandey BK, Muthukumar M, Yadava LP, et al. Histopathological study of infection process of *Colletotrichum gloeosporioides* pens on *Mangifera indica* L. Plant Pathology Journal. 2012; 11(1): 18-24.

حاصل ادغام دو پوسته است و پوسته منفرد حاصل متشکل از ۱۵ لایه سلولی ضخیم بوده و یک سفت لبدار را تشکیل می‌دهد که در زمان شکوفایی به‌طور ناقص مسدود می‌شود. پوسته منفرد تخمک به‌شکل سرپوشی آویزان در آمده و دارای دو لبه است که در امتداد بند پائین افتاده‌اند و بخش درونی تخمک را احاطه می‌کنند (۳). وجود تخمک تک پوسته‌ای واژگون با گزارش محسن زاده و همکاران (۲۲) هم‌سو می‌باشد.

نتیجه‌گیری

بررسی‌های انجام شده بر روی ساختار نخستین ریشه انبه نشان داد که استوانه مرکزی دارای دسته‌های آوندی چهار آغازه می‌باشد. دستجات آوندی ساقه از نوع دو جانبی بسته می‌باشد. در سطح برگ‌ها کرک‌های *T* شکل به‌وفور دیده می‌شوند. در بررسی مراحل نمو اندام‌های زایشی انبه مشخص گردید نافه این گیاه مونوسیمتریکی بوده و پرچم‌ها به‌شکل نابرابر تکوین می‌یابند و تنها یک پرچم بارور بوده که از دیگر پرچم‌ها که به‌صورت ناپرچی درآمده‌اند، طویل‌تر می‌باشد. در انبه بساک‌ها دارای دو خانه و چهار کیسه‌گرده بودند. تاپتوم از نوع ترشچی و دانه‌های گرده سه منفذی‌اند. مادگی در گل‌های این گیاه دارای یک برچه با تخمدان کروی و خامه طویل منتهی به کلاله‌ای کوچک است. تخمدان دارای یک تخمک واژگون با تمکن پایه‌ای است. حالت یک پوسته‌ای تخمک با پوسته‌ای ضخیم چند لایه سلولی و سفت لبدار و ناهموار مشاهده شد. بررسی‌های منبع شناسی نشان‌دهنده این بود که هیچ مطالعه‌ای بر روی ساختار اندام‌های رویشی و تکوین اندام‌های زایشی گیاه انبه صورت نگرفته است و نتایج حاصل برای نخستین بار برای این گیاه به‌دست آمده است.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه خوارزمی به‌واسطه فراهم آوردن امکانات آزمایشگاهی تشکر می‌گردد.

منابع

1. Gupta C, Garg A, Gupta S. Antimicrobial and phytochemical studies of fresh ripe pulp and dried unripe pulp of *Mangifera indica*. Middle - East Journal of Scientific Research. 2010; 5(2): 75-80.

16. Zarinkamar F. Stomatal Observations in Dicotyledons. *Pakistan Journal of Biological Science*. 2007; 10(2): 199-219.
17. Mohannad G, Saghir A, Duncan M. Stomatal Distribution in *Pistacia* sp. (Anacardiaceae). *International Journal of Botany*. 2005; 1(2): 183-187.
18. Copeland F. Observations on the reproductive structures of *Nacardium occidentale*. *Journal of Phytomorphology*. 1961; 11: 315-325.
19. Sheikhabaeei N, Rezanejad F, Mirtadzadini SM. The morphological and anatomical studies of inflorescence and male flower in *Pyncocycla nodiflora*. *Iranian Journal of Plant Biology*. 2014; 19: 73-96.
20. Batygina, T.B. Embryology of flowering plants. 1th Ed. Michigan: CRC press; 2009.
21. Rezanejad F. The structure and ultrastructure of anther epidermis and pollen in *Lagerstromia indica* in response to air pollution. *Turkish Journal of Botany*. 2012; 32:35-42.
22. Mohsen zadeh F, Chehregani Rad A, Ekhtari E. Study on developmental stage of gynoecium and megagametophyte in *Ranunculus arvensis* L. *Journal of Cell and Tissue*. 2012; 3(3): 201-210.