

زیست‌شناسی گل در انار شیطان (*Bignoniaceae*)

فرخنده رضانزاد

کرمان، مرکز بین‌المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی کرمان، دانشگاه شهید باهنر کرمان، گروه زیست‌شناسی

تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۱۸

تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۱۷

چکیده

انار شیطان (*Tecomella undulate* (Roxb.) Seem.) درختی برگ‌ریز یا بطور تقریبی همیشه سبز است که بدلیل گل‌های زیبا و جذاب، مقاومت به دما و خشکی بالا، تثبیت‌شن‌های روان، درمان برخی بیماری‌ها، تهیه چوب و ... قابل توجه است. در این مطالعه، ساختار ریختی و تشریحی گل بررسی شد. گل‌آذین خوشه‌گرا، گلپوش پنج‌تایی و پیوسته، کاسه گل پایا، منظم و پیاله‌ای است. جام گل ساختار لوله‌ای- پیاله‌ای دارد که در انتها دولبی و نامنظم است. نافه دارای پنج پرچم اپی‌پتال است که یک پرچم نازا (استامینود) می‌باشد. پرچم‌ها اغلب دی‌دینام (دو بهم‌قد) و نسبت به کلاله مادگی کوتاه‌ترند. بساک‌ها پشت چسب، در هنگام بلوغ سرچسب و هر حفره (کیسه‌گرده) بساک توسط یک تیغه درونی (پلاستوتیوید) که به دیواره بساک نمی‌رسد ظاهر دو خانه پیدا کرده است. سلول‌های اپیدرم در جهت مماسی کشیده و جایگزین لایه مکانیکی می‌شوند. لایه تاپی یا مغذی از نوع ترش‌حی است. مادگی دارای تخمدان کشیده و طویل، خامه بلند و توخالی و کلاله دولبی است. تخمدان فوقانی و روی دیسک رشد یافته مرکزی قرار دارد. مادگی دو برجه‌ای، دو خانه و دارای تعداد زیادی تخمک واژگون تک پوسته‌ای و کم خورش است. گل‌ها در صبح باز و سپس بساک‌ها شکافته و آماده‌گرده‌افشانی هستند اما کلاله‌ها در بعدازظهر پذیرای‌گرده می‌باشند. دانه‌های گرده ناجور ریختی و به‌ویژه دو ریختی نشان می‌دهند. دانه‌های گرده دارای سه شکاف طویل و تزیینات شبکه‌ای هستند. البته هیچ دانه‌ای در این گیاه تشکیل نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: بساک، جام، دانه، کاسه، گل، مادگی، *Tecomella undulate*

نویسنده مسئول، تلفن: ۰۳۴۱-۳۲۲۲۰۳۲ پست الکترونیکی: frezanejad@mail.uk.ac.ir

مقدمه

undulata (Roxb.) Seem. از تیره پیچ‌اناری (انار شیطان یا جوال‌دوزی) (*Bignoniaceae*)، درختی برگ‌ریز یا بطور تقریبی همیشه سبز است که در مناطق جنوبی کشور و در استان‌های بوشهر، فارس و هرمزگان می‌روید. بعلاوه اینکه به پراکنش آن در افغانستان، غرب پاکستان و جنوب شرقی عربستان اشاره شده است (۴). بدلیل اهمیت رویش این گیاه در مناطق خشک و بیابانی، مقاومت بالای آن در این شرایط، نقش آن در احیای خاک، ایجاد گل‌های بسیار زیبا و جذاب بطوری که می‌توان در پارک‌ها و فضای سبز از آن استفاده نمود. چوب مقاوم با رنگ‌پذیری و جلاپذیری بالای آن و خواص داروی اجزای مختلف آن، مورد توجه

درختان نه فقط از لحاظ اقتصادی، محیطی و صنعتی برای بشر مهم می‌باشند بلکه از نظر زیبایی، تاریخی و معنوی نیز مفید هستند. به‌هرحال، تعریف درخت همیشه آسان نیست. درخت یک گیاه چوبی بزرگ و پایدار است که در مرحله بلوغ یک ارتفاع حداقل شش متر را بدست می‌آورد و بطور معمول (نه همیشه) دارای یک ساقه نگهدارنده اصلی بنام تنه است که انشعابات و شاخ و برگ ایجاد شده روی آن یک تاج تولید می‌کنند. چون بطور معمول قطر در بلندی (ارتفاع) سینه ۱/۳۵ متر بالای زمین تعیین می‌شود یک درخت باید بدون انشعاب باشد، یعنی دارای یک تنه منفرد حداقل تا ۱/۵ متر بالای زمین باشد (۲۵). *Tecomella*

میان‌ه لوله جام به آن متصل شده‌اند. پرچم‌ها اغلب دو بهم قد (دی دینام) هستند و در مواردی هم دی‌دینام و چهارتایی نیستند و نسبت به گلپوش کاهش نشان می‌دهد. بساک‌ها بهم متصل یا جدا از یکدیگرند. دارای دو یا چهار کیسه‌گرده و با شکوفایی طولی می‌باشند. لایه مکانیکی دارا یا فاقد ضخیم‌شدگی‌های فیبری و اپیدرم بساک پایا می‌باشد. میکروسپورزایی از نوع همزمان و تتراده‌ها بصورت چهاروجهی (تتراهدرال) می‌باشند. لایه مغذی از نوع آمیبی و دانه‌های گرده بطور معمول شیاردار و گاهی بدون شیار می‌باشند. تعداد شیار ۱۲-۲ و بصورت شکاف یا شکاف مغذی و بیشتر دو سلولی هستند. مادگی دو برچه‌ای متصل برچه، تک‌خانه یا دو خانه یا چهارخانه و تخمدان فوقانی می‌باشد. کلاله دارای دو لب، مرطوب و پاپیل‌دار است. تخمک‌ها بالا رونده، واژگون یا نیمه راست، تک پوسته‌ای، کم‌خورش، دارای اندوتلیوم تمایز یافته و کیسه رویانی تیپ علف‌هفت‌بند هستند. میوه بطور معمول کپسول و بندرت سته، غیر گوشتی، بندرت گوشتی و بطور معمول شکوفا است که شکوفایی از نوع تیغه‌گشا (سپتیسیدال) یا خانه‌گشا است. دانه‌ها اغلب بال‌دار و دارای دو لپه و بدون اندوسپرم هستند. این تیره دارای حدود ۱۱۰ سرده و ۶۵۰ گونه می‌باشد (۳۰).

مطالعات مروری نشان داد که مطالعات منتشر شده روی گل این گونه بسیار محدود و منحصر به نتایج زیر می‌باشد: در بهار گل‌های زرد، نارنجی و قرمز لوله‌ای درخشان و جلوه‌نمای زیبایی تولید می‌کند. گل‌ها بی‌بو و بصورت خوشه‌های چند گلی دیهیمی هستند که به انشعابات کناری کوتاهی ختم می‌شوند. دم‌گل‌ها بطول ۱۳-۶ میلی‌متر، کاسه گل ۱۱-۹/۵ میلی‌متر، استکانی، لوب‌ها سه میلی‌متر، تخم‌مرغی، لب‌گرد (باز) (Obtuse) و نوک‌تیز (Mucronate) می‌باشد. جام گل بطول ۳/۸-۶/۳ میلی‌متر، با رنگ زرد نارنجی، و استکانی شکل و رگه‌دار می‌باشد. بساک‌ها برآمده (Exserted) و میله‌ها صاف و بدون کرک هستند. کلاله دو تیغه‌ای که لب‌ها قاشقی-مستطیلی و گرد

قرار گرفته است (۱، ۳، ۶، ۹، ۱۴، ۲۱، ۲۳، ۲۸، ۲۹). اگرچه در کشور هند بعنوان یک گونه گیاهی تهدید شده معرفی شده است و در حفظ آن تأکید می‌شود اما مطالعات انجام شده روی آن بیشتر درباره جنبه‌های دارویی، مطالعه ژنتیکی جمعیت‌ها، تثبیت خاک و تکثیر آن بروش در شیشه و یا تکثیر از طریق دانه بوده است (۵، ۶، ۸، ۱۵، ۱۶، ۱۹، ۲۲، ۲۹-۲۶). همچنین با توجه به گستره به نسبت وسیع آن در استان کرمان (بزرگ‌ترین ذخیره‌گاه ژنتیکی آن در خاورمیانه در دشت گل‌پرکی جیرفت) و نیز استان‌های جنوبی، همه کارهای انجام شده روی آن در داخل کشور از ۳-۴ گزارش منتشر شده، تجاوز نمی‌کند که بیشتر روی خواص دارویی آن و تثبیت خاک می‌باشند (۳-۱). بنابراین، هیچ اطلاعات علمی منتشر شده‌ای روی ساختار گل آن و به‌ویژه ساختار تشریحی آن دیده نشد، اگرچه مقالاتی بطور محدود در مورد ساختار نموی گل، رفتار کلاله و عدم تشکیل دانه در دیگر گیاهان تیره پیچ‌اناری انجام شده است. مطالعات انجام شده روی گل این تیره نشان می‌دهد که گل‌ها بصورت منفرد یا مجتمع در گل‌آذین هستند که بصورت گرز یا خوشه و جانبی یا انتهایی می‌باشد. گل‌ها نامنظم و بطور معمول دارای دیسک می‌باشند که اجزای گل بصورت کم و بیش پنج‌تایی در چهار چرخه روی آن وجود دارند. گلپوش شامل کاسه و جام گل است که کاسه گل ۵ تایی، یک چرخه‌ای، پیوسته کاسبرگ، هم‌پوشان (ایمبریکیته) و زنگی شکل (استکانی) است. جام گل نیز پنج‌تایی، یک چرخه‌ای و پیوسته است که لب‌های آن بطور معمول کوتاه‌تر از لوله یا هم اندازه با لوله هستند. جام معمولاً استکانی یا قیفی و دو لبی است که اغلب لب بالایی دوتایی و لب پایینی سه‌تایی و بندرت منظم است. نافه چهار تا پنج‌تایی که به جام گل چسبیده و در یک حلقه بصورت جدا از یکدیگر و با اندازه نابرابر دیده می‌شود. همیشه دارای یک استامینود یا پرچم کاذب است که در موارد استثنایی همه پرچم‌ها زایا و استامینود وجود ندارد. تعداد پرچم‌ها ۲ (۴) ۵ می‌باشد که در نزدیک قاعده یا در

می‌باشند. کپسول‌ها بطول ۲۰ سانتی‌متر که یک سانتی‌متر آن خمیده و خطی - مستطیلی می‌باشد (۱۸).

با توجه به اهمیت گیاه‌شناختی گل و نیز نقش آن در باروی، تولید دانه و بقای نسل، در این مطالعه زیست‌شناسی گل در انار شیطان مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روشها

گیاه مورد استفاده در این پژوهش گل‌پرک یا انار شیطان (*Tecomella undulata*) از تیره پیچ‌اناری (Bignoniaceae) است. منطقه اصلی مورد مطالعه دشت گل‌پرکی جیرفت است که بعنوان ذخیره‌گاه اصلی و ژنتیکی *T. undulate* معرفی می‌شود اما از جاده سد هم نمونه‌برداری انجام شد. دشت گل‌پرکی بین شهرستان جیرفت و روستای دلفارود در حاشیه جاده جیرفت-ساردوئیه، در ۲۵ کیلومتری جیرفت و در کمتر از یک کیلومتری رودخانه کلدان دلفارود قرار دارد. محدوده زیر کشت انار شیطان در این منطقه حدود ۵۰ هکتار است. در ۲۵ کیلومتری جیرفت در مسیر جاده منتهی به سد جیرفت و نیز در شمال غربی جاده ۵-۶ درخت از این گیاه دیده می‌شود. در همه مناطق ذکر شده، گیاه در مسیر رودخانه یا اطراف آن و روی خاک‌های شنی لومی سفید رنگ ناحیه بیابانی و خشک تا نیمه خشک رشد می‌کند.

برای مطالعه ویژگی‌های ریخت‌شناسی و تشریحی، جوانه‌ها و گل‌ها در مراحل مختلف نموی در ماه‌های فروردین تا خرداد جمع‌آوری شدند. ریخت‌شناسی گل آذین و گل نر با میکروسکوپ تشریحی بررسی شد. برای مطالعات تشریحی و نموی، نمونه‌ها به وسیله محلول FAA به مدت ۲۴-۷۲ ساعت تثبیت و بعد به مدت ۲۴ ساعت زیر آب جاری قرار داده شدند. نمونه‌ها در سری‌های رو به افزایش اتانول آب‌گیری و در نهایت در الکل ۷۰ درصد نگهداری شدند. برای پارافین‌دهی، ابتدا آب‌گیری نمونه‌ها از اتانول ۷۰ انجام شد، سپس تولوئن (حلال پارافین) با درجات رو

به افزایش جایگزین اتانول موجود در بافت‌ها شد. سپس با استفاده از درجات رو به افزایش پارافین، پارافین جایگزین تولوئن شد. به منظور برش‌گیری، ابتدا قالب‌گیری نمونه و بعد برش‌گیری با میکروتوم چرخشی انجام شد. به منظور رنگ‌آمیزی، ابتدا لام‌ها با تولوئن پارافین‌زدایی شدند. سپس آب‌دهی نمونه‌ها با سری‌های اتانول روبه کاهش و آب مقطر انجام گردید، نمونه‌ها را به مدت ۱۵ دقیقه در سبز سریع (فست گرین) قرار داده، به مدت ۳۰ ثانیه با اسید استیک ۱٪ شسته و به مدت ۱۵ دقیقه با سافرانین رنگ شدند (۱۱، ۲۴). مطالعه میکروسکوپی و عکس‌برداری نمونه‌ها توسط میکروسکوپ نوری الیمپوس انجام و از نمونه‌های مناسب، توسط دوربین دیجیتال کنن مدل IXUS 120 IS عکس‌برداری شد.

برای مطالعه ریخت‌شناسی گرده با میکروسکوپ نوری، بساک‌های بالغ روی لام واجد یک قطره آب قرار گرفته و پس از ریختن دانه‌های گرده روی لام مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند. برای مطالعه میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM)، پس از جمع‌آوری گل‌های بالغ، بساک‌ها جدا و در شرایط آزمایشگاه خشک و گرده‌های ریخته شده از گل‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. ابتدا یک نوع نوار چسب مخصوص که دارای یک سطح زبر بود را روی پایه‌های آلومینیومی چسبانده و دانه‌های گرده مورد آزمایش را بر روی آن پخش کرده و پس از پوشش‌دهی توسط طلا، توسط میکروسکوپ الکترونی نگاره SEM (Cam Scan Mv 2300) متصل به کامپیوتر مطالعه و عکس‌برداری شدند.

به دلیل ساختار ویژه بساک، برش‌های دستی نیز تهیه شدند: قطعه‌ای از بساک را در میان قالب برش‌گیری قرار داده و به کمک تیغ، برش‌هایی تا حد امکان نازک، صاف و یکنواخت تهیه شد.

نتایج

را تشکیل می‌دهند. وسعت جام در انتها بیشتر شده و بصورت دولبی سازمان می‌یابد و در نتیجه ساختار نامنظم دارد. قاعده گلبرگ‌ها قرمز متمایل به ارغوانی است که طی نمو این تغییر رنگ بیشتر می‌شود (شکل F-۲A). نافه گل دارای پنج پرچم اپی‌پتال است که چهار پرچم زایا بوده و دارای میله و بساک می‌باشند و یک پرچم نازا یا عقیم هم وجود دارد که استامینود نامیده می‌شود و دارای میله نازک، کوتاه و فاقد بساک است. به‌هرحال، مواردی که تعداد پرچم‌ها چهار و همه زایا یا شش و پنج پرچم زایا باشند نیز دیده شد. بساک‌ها پشت‌چسب (دورسی‌فیکس) و هنگام بلوغ اپی‌فیکس یا سر چسب بوده، یعنی میله به انتهای بساک چسبیده است. اگرچه در مراحل اولیه بلوغ ارتباط سست میله با هر نیمه بساک در طول بساک دیده می‌شود (شکل E, ۲D)، اما این ارتباط طی بلوغ جدا شده و فقط از ناحیه سر به میله متصل باقی می‌ماند (شکل‌های G, ۲F و ۳A). پرچم‌های زایا از همان مراحل اولیه بلوغ از نظر اندازه تا حدودی با هم متفاوتند اما ضمن بلوغ بطور معمول این ناجور ریختی (هترومورفی) بیشتر آشکار شده و اغلب دی‌دینام (دو بهم قد) ظاهر می‌شوند. پرچم‌ها اغلب نسبت به کلاله مادگی کوتاه‌ترند که اشاره به گرده‌افشانی غیرمستقیم می‌نماید اما گاهی در غنچه بدلیل خمیدگی مادگی، این حالت دیده نمی‌شود (شکل G-۲B).

مطالعه ساختار تشریحی بساک با استفاده از برش‌های دستی نیز اتصال میله بدو نیمه بساک در بخش رأسی و جدایی آنها را در بخش‌های پایین‌تر نشان می‌دهد، بطوری که در برخی برش‌ها دو نیمه از هم جدا شده و فقط اثر (داغ) میله در مجاورت هر نیمه دیده می‌شود (شکل B-۳C). بطور جالب توجهی در این گونه، هر حفره (کیسه گرده) بساک توسط یک تیغه درونی یا جفت‌مانند یک ظاهر دو خانه پیدا کرده است اما این حفره به دیواره بساک نمی‌رسد و فقط هر کیسه گرده را حدودی دو بخشی کرده است (شکل C-۳B).

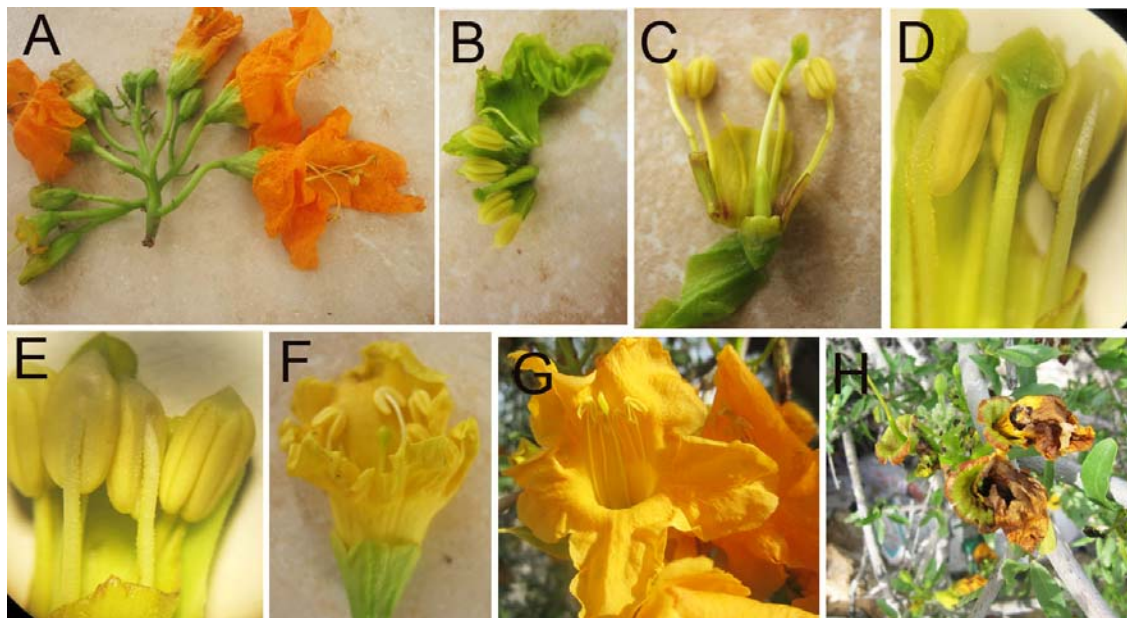
انار شیطان دارای تیپ درختی به ارتفاع معمول ۵-۸ متر و تاج‌پوشش آن وسیع و متراکم است. به‌طوری‌که در دوره گل‌دهی با زیبایی ویژه‌ای سبب منظره جذاب گیاه می‌شوند (شکل ۱).



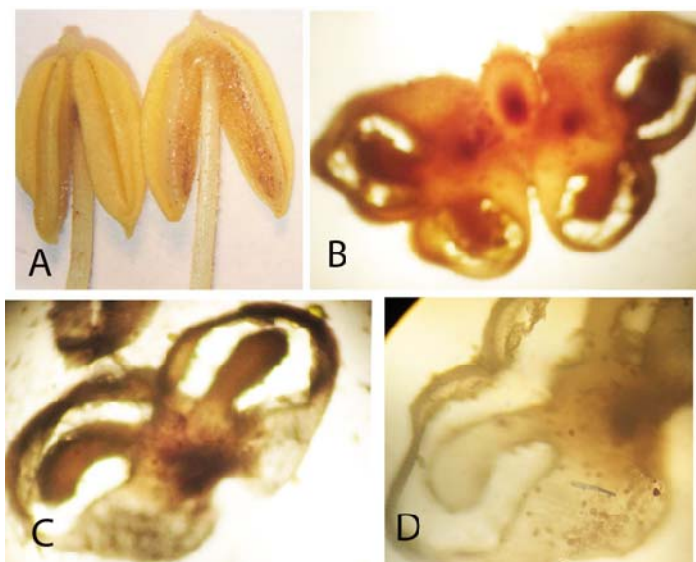
شکل ۱- گیاه انار شیطان در مرحله گل‌دهی

گل‌آذین‌ها خوشه‌گزن می‌باشند که در خوشه کلی نظم شکوفایی گل‌ها بسوی سر است اما هر یک از انشعابات خوشه دارای نظم گزن و هر یک از گزن‌ها چند گلی و بطور معمول دارای سه گل می‌باشند که دو گل زیرین تا حدودی متقابل هستند و بطور غالب بمراحل پایانی بلوغ نمی‌رسند و قبل از آن می‌ریزند اما در مواردی هم باقی می‌مانند (شکل ۲A).

هر گل دارای پنج کاسبرگ سبز رنگ و پپاله‌ای شکل است که بهم پیوسته بوده و کاسه گل منظم را ایجاد می‌کنند. طی بلوغ کاسبرگ‌ها، به‌ویژه بخش انتهایی آنها بصورت قرمز متمایل به ارغوانی می‌شوند. کاسه گل پایا بوده و پس از ریختن جام گل نیز در قاعده تخمدان در حال نمو باقی می‌ماند (شکل C, F, H-۲A). جام گل دارای پنج گلبرگ پیوسته است که در غنچه گل برنگ سبز بوده و ضمن بلوغ زرد متمایل به نارنجی می‌شوند که ساختار لوله‌ای پپاله‌ای



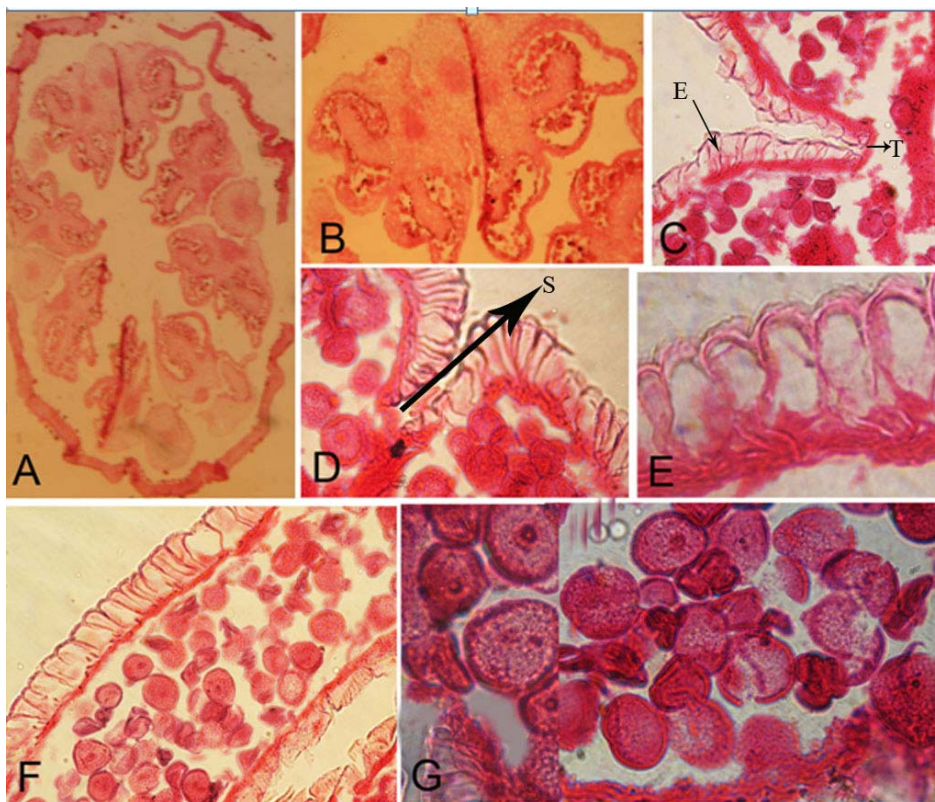
شکل ۲. A-H گل‌آذین و گل؛ A گل‌آذین خوشه‌گرازن، B-H مراحل نمو گل، B غنچه جوان گل با گلپوش سبز رنگ، نافه اپی‌پتال با چهار پرچم زایا و یک پرچم عقیم، C تغییر جام گل برنگ زرد، دو نوع پرچم زایا و نازا و اپی‌پتال بودن آنها و نیز دیسک و مادگی فوقانی را نشان می‌دهد، D و E سرچسب بودن پرچم‌ها محل شکوفایی طولی و نیز اتصال سست میله با دو نیمه بساک را نشان می‌دهد، F جدا شدن دو نیمه از هم و از میله و نیز دو لبی شکل جام گل (۲+۳) را نشان می‌دهد، G دو لبی شکل جام گل و نیز بلندتر بودن کلاله نسبت به پرچم‌ها و دی‌دینامی پرچم‌ها را نشان می‌دهد، H پایایی کاسه گل و رگه‌های قرمز انتهایی آن.



شکل ۳. A-D ساختار ظاهری و تشریحی بساک با استفاده از برش‌های دستی؛ A- بساک‌های سرچسب با شکوفایی طولی که محل شکوفایی بصورت یک رگه طولی آشکار است و محل اتصال دو نیمه بساک حالت چسبناک و ترشچی دارد، B- بساک کامل از بخش رأسی که محل اتصال میله به دو نیمه بساک دیده می‌شود اما به‌ویژه در سمت راست اتصال سست (ناکامل) آشکار است، C و D- برش از بخش‌های پایین‌تر از سر که دو نیمه از هم جدا و داغ یا اثر میله نیز دیده می‌شود، همچنین تیغه جداکننده هر خانه (کیسه‌گرده)، محل شکوفایی طولی و نیز اپیدرم رشد یافته و فقدان لایه مکانیکی در B-C آشکار است (درشت‌نمایی بترتیب ۴۰×، ۲۰۰×، ۲۵۰× و ۳۰۰×).

بساک‌ها اغلب دی‌دینام هستند اما در غنچه گل تا حدودی در اثر پیچیدگی و خمیدگی بساک‌ها کمتر آشکار است. تیغه جداکننده ناکامل هر کیسه نیز قابل مشاهده است. همچنین بطور جالب توجهی در این برش‌ها اپیدرم رشد یافته می‌شود و سلول‌های آن در جهت مماسی کشیده و طولی می‌شوند و در محل شکوفایی بساک، این لایه تشکیل نمی‌شود اما در عوض، لایه مکانیکی در بساک این گیاه تشکیل نمی‌شود. اپیدرم فاقد تزئینات فیبری است (شکل F-۴A). در زیر اپیدرم لایه تاپی یا مغذی تشکیل می‌شود که از نوع ترشچی است و در محل شکوفایی بساک نیز دیده می‌شود. آثار این لایه تا مراحل پایانی زیر بصره دیده می‌شوند. همچنین در بساک بالغ، ناجور ریختی دانه‌های گرده دیده می‌شود (شکل G, F).

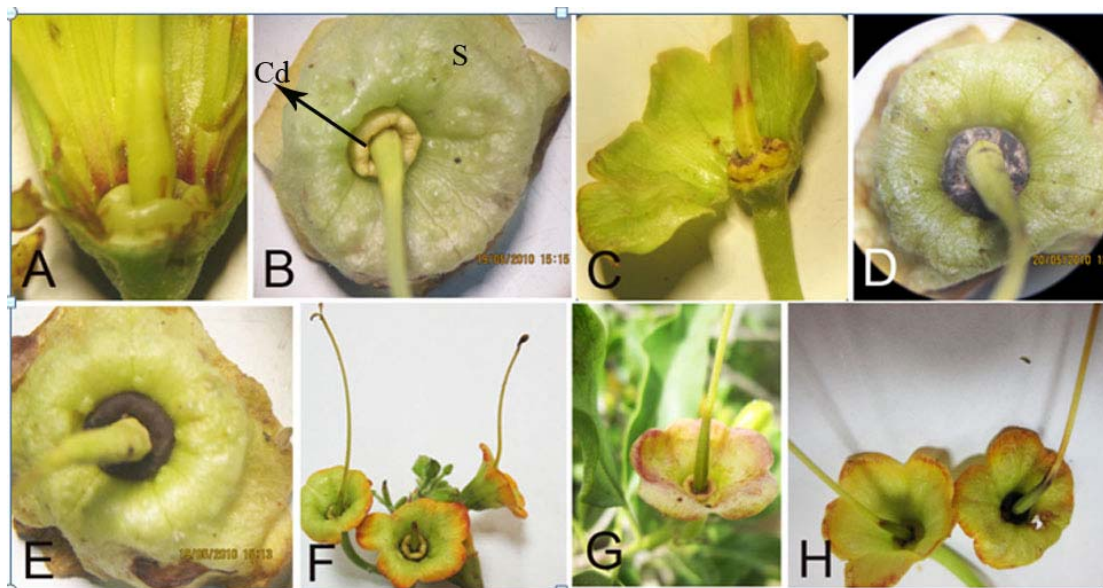
برش‌های میکروتومی نیز نافه با چهار پرچم زایا و نیز اتصال سست میله به هر نیمه بساک را نشان می‌دهند. همانطور که در شکل ۴A دیده می‌شود بدلیل اندازه کوتاه‌تر استامینود نسبت به بساک‌های زایا، این پرچم در برش دیده نمی‌شود. هترومورفی یا پیچ‌خوردگی پرچم‌ها در غنچه گل سبب شده است که در برش مورد مشاهده، فقط یکی از پرچم‌ها از محل اتصال محکم میله به بساک (انتهای بساک) گرفته شود و پرچم‌های دیگر در بخش‌های پایین‌تر از محل اتصال گرفته شده‌اند. بطوری که محل (اثر) اتصال سست میله به هر نیمه بساک دیده می‌شود. همچنین در این شکل یک ساحتار با رنگ‌پذیری بالاتر در دو طرف میله دیده می‌شود که در شکل ۲A هم به آن اشاره شد و این بخش نقش ترشچی و چسبندگی دارد. قابل ذکر است که



شکل ۴A-G. ساختار تشریحی بساک و دانه‌های گرده با استفاده از برش‌های میکروتومی؛ A نافه که بدلیل اندازه متفاوت بساک‌ها، یکی از بخش‌های انتهایی و سایرین از بخش‌های پایین‌تر گرفته شده‌اند، B بساک کامل با اتصال کامل دو نیمه به میله (بخش سر)، تیغه جداکننده ناکامل هر کیسه و محل شکوفایی طولی، C و D محل شکوفایی طولی، اپیدرم رشد یافته، لایه تغذیه‌ای (تاپی مجاور اپیدرم) و نیز فقدان لایه مکانیکی را نشان می‌دهند، E رشد، ضخیم‌شدگی و نیز کوتینی شدن بصره آشکار است، F و G، ناجور ریختی دانه‌های گرده بالغ (درشت‌نمایی بترتیب ۸۰×، ۲۵۰×، ۴۰۰×، ۵۰۰×، ۸۰۰×، ۴۰۰× و ۱۰۰۰×. E- بصره (با سلول‌های رشد یافته)، T- لایه مغذی (تاپی)، S- منفذ (استمیوم)

گل‌های جوان سبز رنگ بوده و طی بلوغ برنگ زرد ظاهر می‌شود. همچنین مانند گلیپوش در بسیاری موارد طی بلوغ بطور موضعی یا کامل رنگی شده و برنگ متمایل به بنفش می‌شود (شکل‌های ۲B-H و ۵A-H).

مادگی دارای تخمدان کشیده و طویل، خامه بلند و کلاله دو شاخه با لب‌های زبانه‌ای شکل است که در غنچه جوان سبز رنگ و طی بلوغ برنگ زرد ظاهر می‌شود. تخمدان فوقانی و روی دیسک مرکزی گل قرار دارد. دیسک در



شکل ۵A-H. ساختار مادگی و دیسک، A غنچه جوان گل با دیسک متمایل به سبز، B-E تغییر ساختار دیسک و متمایل شدن آن بطور جزئی یا کامل به رنگ بنفش که مادگی فوقانی در مرکز این دیسک فرورفته است، F-H ساختار مادگی نشان‌دهنده تخمدان کشیده که با وجود بلوغ رشد قابل توجهی ندارد، خامه طویل و ترشحات دیسک، در F با وجود اینکه که جام گل و پرچم‌ها ریخته‌اند اما هنوز کلاله باز است. Cd- دیسک مرکزی، S- کاسبرگ‌ها.

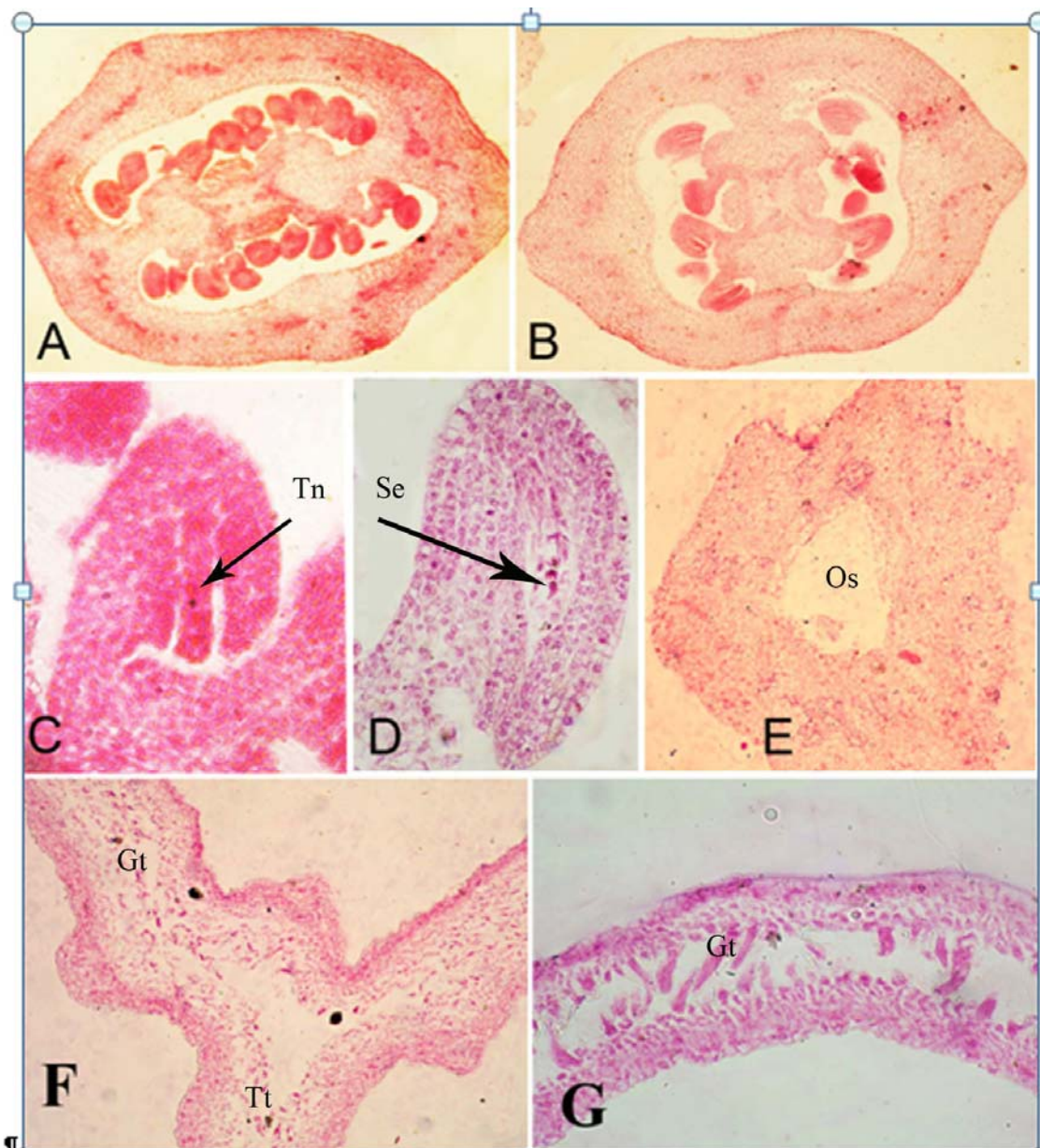
پرچم‌ها آماده شکوفایی و رهایی دانه‌های گرده هستند هنوز کلاله مادگی پذیرای بارگیری دانه‌های گرده نمی‌باشد و در زمان پذیرندگی آن پرچم‌های همان گل گرده‌افشانی نموده و در حال خشک شدن هستند. بنابراین گرده‌افشانی مستقیم انجام نمی‌گیرد و نیاز به گرده‌افشانی غیرمستقیم با دخالت گرده‌افشان‌هاست (شکل ۷A-C).

بطور قابل توجهی دانه‌های گرده ناجور ریختی و به‌ویژه دو ریختی را در ساختار نشان می‌دهند بطوری که برخی از آنها دارای اندازه بزرگ‌تر بوده و قطر آنها برابر با ۱۸ میکرومتر و طول محور قطبی برابر ۴۴/۵ و محور استوایی برابر ۲۲/۳ میکرومتر می‌باشد، همچنین محتویات آنها بیشتر بوده و پررنگ‌تر دیده می‌شوند، در صورتی که اندازه برخی دیگر کوچک‌تر بوده به قطر ۱۲ میکرومتر و محور

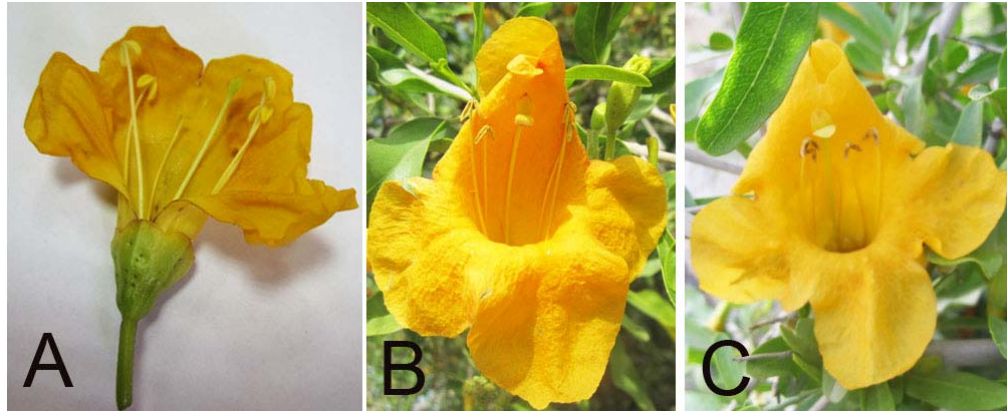
برش تشریحی تخمدان، مادگی دو پرچه‌ای را نشان داد که دارای تعداد زیادی تخمک می‌باشد. تخمک‌ها واژگون، تک پوسته‌ای با پوسته رشد یافته و کم خورش هستند. کیسه رویانی جایگزین بافت خورش می‌شود و در اطراف آن بافت مخاطی قرار دارد. بدلیل حجم کم بافت خورش، کیسه رویانی نیز کوچک می‌باشد. خامه توخالی (باز) یا دارای تعداد کمی سلول (بافت انتقال دهنده) می‌باشد اما در حالت اخیر نیز فضای باز زیادی وجود دارد. کلاله دولبی، دارای سلول‌های ترشچی کشیده با فضای بین سلولی بزرگ و ضمن تجزیه سلول‌های زیرین بصورت باز می‌باشد که در شکل ۶F هر دو حالت دیده می‌شود (شکل ۶A-G). طی بلوغ گل نمو پرچم‌ها زودتر از نمو مادگی پایان می‌یابد (پیش پرچمی یا پروتواندری) و زمانی که

آنهاست. دانه‌های گرده خشک و دارای سه شکاف طویل هستند (شکل E-AA).

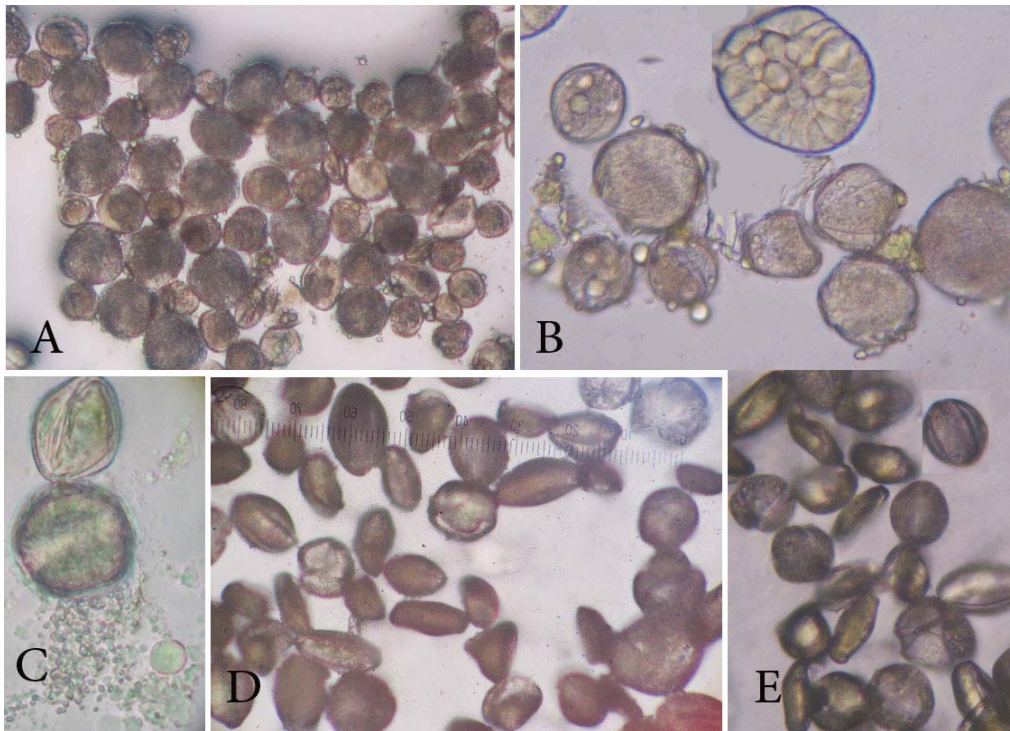
قطبی ۳۵ و محور استوایی ۱۷/۵ میکرومتر می‌باشد. مواد رها شده از گرده‌ها برنگ متمایل به زرد می‌باشند که بدلیل محتویات دیواره گرده‌ها و محتویات سیتوپلاسمی درونی



شکل ۶A-G. ساختار تشریحی تخمدان. A و B تخمدان دو خانه با تمکن محوری و تعداد زیادی تخمک واژگون اطراف محور جداکننده برچه‌ها (تخمدان)، C و D تخمک واژگون کم خورش با پوسته رشد یافته، در D کیسه رویانی جایگزین خورش شده است، E خامه که با وجود تعداد کمی سلول در آن بصورت توخالی دیده می‌شود، F کلاله دولبی که دارای سلول‌های کشیده با فضای بین سلولی بزرگ است (G)، در بخش مرکزی تا حدودی بصورت باز دیده می‌شود. درشت‌نمایی بترتیب $\times 200$ ، $\times 250$ ، $\times 400$ ، $\times 500$ ، $\times 250$ ، $\times 500$. Tn- تخمک کم خورش، Se- کیسه رویانی، Os- خامه باز (توخالی)، Gt- بافت ترش‌چی (غده‌ای)، Tt- بافت انتقال دهنده.



شکل ۱- A-C. بلوغ پیش‌رس پرچم‌ها نسبت به پذیرندگی کلاله و تأیید پیش‌پرچمی و تأیید یا تقویت استفاده از گرده‌افشان‌ها برای انجام گرده‌افشانی



شکل ۲- A-E ساختار دانه گرده، دو ریختی و رهایی مواد سیتوپلاسمی از آنها، در D و E، کشیدگی دانه‌های گرده، سه شکافی بودن آنها، منظره قطبی

و استوایی آنها و نیز تا حدودی تزئینات شبکه‌ای آنها دیده می‌شود. درشت‌نمایی در A، D و E برابر $\times 600$ ، در B و C برابر $\times 1000$

لوله جام گل ترشحات بی‌رنگ تا بنفش رنگی تشکیل می‌شود که از قاعده جام و دیسک رها می‌شود (شکل C- ۹G). در بسیاری موارد میزان آنها به یک میلی‌لیتر می‌رسد و ضمن حرکت گل‌ها با وزش باد این محتویات روی انشعابات و اجزای گیاه و نیز روی زمین ریخته می‌شود (شکل ۹C-G). در صورت ایستادن زیر درخت، فرو ریختن قطرات شهد روی لباس و بدن را می‌توان دید.

طی بلوغ گل برخی اجزای آن از جمله بساک‌ها و دانه‌های گرده، قاعده جام گل و به‌ویژه دیسک در تشکیل مواد شیرین و چسبناک و شهد (نکتار) شرکت می‌نمایند. همانطور که در شکل ۹A, B دیده می‌شود بساک به‌ویژه در محل اتصال دو نیمه آن بهم، متمایل به زرد پر رنگ تا قهوه‌ای یا بنفش شده، بعلاوه اینکه تولید مواد ترشچی و چسبناک در این محل دیده می‌شود. بررسی دانه‌های گرده نیز توده‌ای بودن و چسبنده بودن آنها را نشان داد. در درون



شکل ۹A-G. تشکیل شهد روی اجزای گل، تغییر رنگ و چسبناک شدن بساک در محل اتصال دو نیمه (A, B) و نیز تشکیل محتویات مایع درون جام گل (C-E) را می‌توان دید. با بلوغ و خشک شدن گل این ترشحات برنگ بنفش و صمغ مانند در قاعده گلبرگ‌ها و به‌ویژه کاسبرگ‌ها (F و G) دیده می‌شوند. همچنین ضمن بلوغ رشد تخمدان متوقف و چروکیده شده و فاقد دانه می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

در قاعده تا حدودی لوله‌ای شکل بوده اما در نیمه بالایی حالت پیاله‌ای باز داشته و بصورت دولبی (۲+۳) دیده می‌شود که حالت نامنظم ایجاد می‌کند. گلبرگ‌ها در غنچه گل متمایل به سبز بوده و ضمن بلوغ برنگ زرد متمایل به نارنجی در می‌آیند. قاعده گلبرگ‌ها نیز دارای رگه‌های طولی قرمز مایل به بنفش می‌شود که ضمن بلوغ گلبرگ،

گل در این گیاه ویژگی قابل توجهی دارد، کاسبرگ‌ها به تعداد پنج، پیوسته، منظم، پیاله‌ای شکل و پایا بوده که ضمن بلوغ گل ضخیم شده و در انتها یا در تمامی بخش‌ها رگه‌های قرمزی تولید می‌کنند و یا بطور کلی متمایل به قرمز می‌شوند. جام گل دارای پنج گلبرگ پیوسته بوده که

بخش درونی و قاعده‌ای آن برنگ متمایل به بنفش می‌شود. همه این ویژگی‌ها گرده‌افشانی توسط حشرات را تقویت می‌کنند.

پرچم‌ها بطور معمول بتعداد پنج بوده که چهار پرچم زایا و دارای میله و بساک هستند اما یک پرچم کوتاه با میله نازک و فاقد بساک نیز وجود دارد که استامینود یا پرچم نازا نامیده می‌شود. بساک‌های زایا بطور معمول هترومورف یا ناجور ریخت و اغلب دی‌دینام یا دو بهم قد می‌باشند اما گاهی حالت‌های دیگر نیز دیده می‌شود. به‌هرحال، مواردی دیگری نیز از حالت‌های پرچمی دیده شد، برخی گل‌ها دارای پنج پرچم زایا و فاقد پرچم نازا بودند، بعلاوه تعداد چهار پرچم زایا بدون استامینود و یا شش پرچم که یکی از آنها استامینود بود نیز دیده شد. بطور جالب توجهی اتصال میله به بساک سرچسب بوده که از موارد نادر اتصال میله به بساک است، بعلاوه دو نیمه در مراحل اولیه بلوغ بطور سست در طول خود به میله سرچسب متصل هستند اما ضمن بلوغ این اتصال از بین می‌رود، در نتیجه دو بساک فقط از محل سر بهم متصل باقی می‌مانند. دو نیمه بساک در محل اتصال به میله دارای ترشحات چسبناک می‌باشند. مطالعه ساختار تشریحی بساک نیز ویژگی‌های جالب توجهی را نشان داد، بدین صورت که در دیواره‌های بساک لایه مکانیکی وجود ندارد اما اپیدرم رشد یافته و غیر فیبری است. شکوفایی بساک طولی بوده که در محل شکوفایی اپیدرم تشکیل نمی‌شود و در این لایه تاپی (مغذی) در زیر اپیدرم حتی در محل شکاف هم وجود دارد، بر خلاف اغلب بساک‌ها که در این محل تیغه یا سپتوم تشکیل می‌شود و فاقد لایه مغذی می‌باشد. در این مورد هیچ گزارشی در مورد انار شیطان وجود ندارد. همچنین در گیاهان دیگر تیره پیچ‌اناری نیز هیچ گزارش مبنی بر عدم تشکیل لایه مکانیکی دیده نشد و در اغلب مطالعات بوجود لایه مکانیکی فیبری و رشد یافته اشاره شده است. Watson و Dallwitz (۱۹۹۲) گزارش کرده‌اند که لایه مکانیکی دارا فاقد ضخیم‌شدگی‌های فیبری و اپیدرم بساک پایا

می‌باشد (۳۰). لایه مغذی از نوع آمیبی و دانه‌های گرده بطور معمول شیاردار و گاهی بدون شیار می‌باشند (۳۰). در این مطالعه همچنین مشخص شد که در این گونه، تاپی از نوع ترشچی است، نه آمیبی و همانطور که در شکل مربوطه نشان داده شده است حتی در مراحل پایانی بلوغ گرده نیز بقایای لایه تاپی در زیر اپیدرم دیده می‌شوند. همچنین Gupta و Nanda (۱۹۸۷) ضمن مطالعه اونوتورنی تیره پیچ‌اناری وجود لایه مکانیکی فیبری را گزارش کرده‌اند (۲۰). ویژگی جالب توجه دیگر آن است که در این گونه هر خانه بساک (کیسه گرده) توسط یک تیغه (جفت‌مانند یا پلاستوتید) که در بخش میانی خانه بساک امتداد می‌یابد به دو بخش تقسیم می‌شود، اگرچه این تیغه به انتهای خانه (به محل دیواره بساک) نمی‌رسد و در واقع دو بخشی شدن کامل نیست. این ویژگی نشان می‌دهد که بساک در این گونه تا حدودی هشت خانه است. به‌هر حال، مطالعات در این تیره وجود بساک‌های دو تا چهار خانه را گزارش کرده است. در این مورد گزارش‌هایی وجود دارد که اشاره می‌نماید یک ویژگی هر خانه بساک که فقط در چند خانواده رخ می‌دهد این است که بافت پارانشیمی از محل رابط بدرون هر کیسه گرده یک برآمدگی (توده‌ی رشد یافته) تولید می‌کند که جفت‌نما (پلاستوتید) نامیده می‌شود. این ویژگی در اغلب تیره‌های راسته لامیال و در تیره سیب‌زمینی، اکاتاسه، پیچ‌اناری، میمون و برخی اجزای تیره پیچک دیده می‌شود (۱۰، ۱۷).

در بخش مرکزی گل یک دیسک کروی و رشد یافته دیده می‌شود که در مرکز آن مادگی قرار دارد. مادگی دارای تخمدان کشیده بوده که به یک خامه بلند و اغلب توخالی منتهی می‌شود و در انتهای خامه نیز کلاله دولبی با لب‌های زبانه‌ای وجود دارد. ویژگی‌های کلاله نیز جالب توجه است، بدین صورت که نسبت به پرچم‌ها رشد و بلوغ دیررس دارد و هنگامی که پرچم‌ها آماده گرده‌افشانی هستند لب‌های کلاله‌ای هنوز سبز رنگ، نابالغ و بسته بوده و پس از شکوفایی و خشک و چروکیده شدن بساک‌ها

جام گل می‌باشد. ویژگی‌هایی مانند ایجاد رنگ‌های متمایل به قرمز یا بنفش و یا قهوه‌ای در اجزای گل از جمله کاسه گل، جام گل، پرچم‌ها و حتی چسبندگی و توده بودن دانه‌های گرده و دیسک و نیز ترشح شهد بی رنگ یا رنگی اشاره به گرده‌افشانی توسط حشرات می‌نماید.

مطالعه بلوغ تخمدان نشان داد که تخمدان مدتی پس از باز شدن گل چروکیده شده و از بین می‌رود و هیچ میوه بالغی تشکیل نمی‌شود. بنابراین مطالعه عدم تشکیل میوه بالغ و دانه از اهمیت خاصی برخوردار است و باید مورد توجه قرار گیرد. گزارش‌هایی نیز وجود دارد که عوامل محیطی رفتار کلاله و دانه‌های گرده و در نتیجه باروری را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۱۲، ۱۷). مقایسه ساختار و ترکیبات ساختارهای زایشی نر و ماده در مناطقی که دانه تشکیل می‌شود و مناطقی که میوه بالغ و دانه تولید نمی‌کنند به پاسخ این سوال کمک می‌کند.

کلاله باز می‌شود که اشاره به گرده‌افشانی غیرمستقیم و غیر خودی می‌نماید. در این مورد مطالعات در *Pandorea pardorana* (Bignoniaceae)، پروتوزینی را نشان داده است، در صورتی که شکوفایی بساک و پذیرندگی کلاله در گونه‌ها قبل از شکوفایی (آنتز) قابل پذیرش است و می‌تواند بطور مصنوعی در این مرحله مشروط به اینکه لب‌های آن از هم جدا شده باشند گرده‌افشانی شود (۱۳). مادگی دو برچه‌ای با تمکن محوری بوده که تعداد زیادی تخمک واژگون در اطراف محور جداکننده تخمدان وجود دارد. تخمک‌ها کم خورش و دارای یک پوسته رشد یافته می‌باشند. دیسک مرکزی در مراحل اولیه بلوغ برنگ سبز و طی بلوغ برنگ زرد در می‌آید. در بسیاری موارد در مرحله بلوغ بطور کامل یا موضعی بنفش رنگ می‌شود. ضمن بلوغ در لوله گل مقدار زیادی مایع ترش‌حی بی‌رنگ یا بنفش رنگ شیرینی تشکیل می‌شود که منشأ آن دیسک و یا قاعده

منابع

- ۱- روشن، ش، ا، مصلح‌آرانی، ح ر، عظیم‌زاده و م ح، امتحانی. ۱۳۸۹. شبیه سازی تغییرات سرعت باد با استفاده از ویژگیهای مورفولوژی درخت انار شیطان در استان های بوشهر و هرمزگان. دومین همایش ملی فرسایش بادی.
- ۲- عماد، م، میرشمس، ش، محسن‌زاده سیزدانی، ا، تجزیه‌چی، غ، صیادنیا، ن، کریمی، ا، فرشچیان، م. ۱۳۸۷. مقایسه اثر استفاده موضعی از عصاره‌ی لاپاکو با دیکلوفناک موضعی در استئوآرتروز
- اولیه زانو. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ارتش جمهوری اسلامی ایران، ۶ (۱): ۴۷-۵۲.
- ۳- محسن زاده، س، امیری، ع، صیادنیا طیبی، ن. ۱۳۸۹. استخراج لاپاکول از پوست داخلی ساقه گیاه انار شیطان (*Tecomella undulata* (Roxb.) Seem.) فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۶ (۱): ۱۲۰-۱۱۴.
- ۴- مظفریان، و. ۱۳۸۸. فرهنگ نام‌های گیاهان ایران، چاپ ششم، انتشارات فرهنگ معاصر.
- 5- Ahmad, F., Khan, R.A. & Rasheed, S. 1994. Preliminary screening of methanolic extracts of *Celastrus paniculatus* and *Tecomella undulata* for analgesic and anti-inflammatory activities. *Ethnopharmacol* 42: 193-198.
- 6- Anonymous (ANONYMOUS) 1982. *The Wealth of India, Raw Materials, Tecoma*, CSIR New Delhi, 10: 136-139.
- 7- Anonymus (ANONYMOUS). 2003. Genetic diversity analysis in *Tecomella undulata*. *The Biome News* 4: 8-9.
- 8- Bhandari, M.M. 1990. *Flora of Indian Desert*, MPS Repros, Jodhpur, India.
- 9- Chal, J., Kumar, V., Kaushik, S. 2011. A phytopharmacological overview on *Tecomella undulate* G. Don. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 01 (01): 11-12.
- 10- Eames, A.J. 1961. *Morphology of the Angiosperms*. New York: McGraw-Hill.
- 11- Ebadi A., Rezaei M. and Fatahi R. 2010. Mechanism of seedlessness in Iranian Barberry (*Berberis vulgaris* L. var. *asperma*), *scinetica horticulturae*.

- 12- Heslop-Harrison, Y. & Shivanna, K.R. 1977. The receptive surface of the angiosperm stigma. *Annals of Botany* 41: 1233-58.
- 13- James, E.A. & Konx, R.B. 1993. Reproductive-biology of the australian species of the genus *Pandorea* (Bignoniaceae). *Australian Journal of Botany* 41 (5): 611-626.
- 14- Jindal, S.K., Kackar, N.L. & Solanki, K.R. 1987. Germplasm collection and genetic variability in Rohida (*Tecomella undulata* (Sm.) Seem) in western Rajasthan. *Indian Journal Forestry* 1987: 10, 52-55.
- 15- Joshi, K.C. & Singh, L.B. 1977. Chemical examination of *Tecomella undulata* (G. Don) Seem. *Current Science* 46: 145-146.
- 16- Joshi, K.C., Singh, P. & Pardasani, R.T. 1977. Quinones and other constituents from the roots of *Tecomella undulata*. *Planta Medica* 31: 14-16.
- 17- Kadereit, J.W. 2004. Flowering Plants, Dicotyledons: Lamiales (except Acanthaceae including Avicenniaceae) Series: The Families and Genera of Vascular plants V. 7. Germany: Springer.
- 18- Kirtikar, K.R. & Basu, B.D. 1993. *Indian Medicinal Plants. Bishen Singh Mahendra pal Singh, Dehradun, 2nd Ed., Vol III, pp.1683-1684.*
- 19- Kumar, A., Ram, H., Sharma, S.K. & Rama Rao, S. 2008. Comparative meiotic chromosome studies in nine accessions of *Tecomella undulata* (Sm.) Seem., threatened tree of Indian desert, *Silvae Genetica* 57(6): 301-306.
- 20- Nanda, K., & Gupta, S.C. 1978. Studies in the Bignoniaceae. II. Ontogeny of the dimorphic anther tapetum in *Tecoma*. *American Journal of Botany* 65:400-405.
- 21- Negi, R.S., Sharma, M.K., Sharma, K.C., Kshetrapal, S., Kothari, S.L. & Trivedi, P.C. 2011. Genetic Diversity and Variations in the Endangered Tree (*Tecomella undulata*). *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences* 1 (1): 50-58.
- 22- Oudhia, P. 2005. Medicinal herbs of Chhattisgarh, India having less known traditional uses 72 Roheda (*Tecomella undulata* family Bignoniaceae). http://botanical.com/site/column_poudhia/articles/449_roheda.html.
- 23- Patel, K.N.G., Gupta, G, Goyal, M. & Nagori, B.P. 2011. Assessment of hepatoprotective effect of *Tecomella undulata* (Sm.) Seem., Bignoniaceae, on paracetamol-induced hepatotoxicity in rats. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 21 (1): pp. 133-138.
- 24- Rezanejad F. 2007. The effect of air pollution on Microsporogenesis in *Spartium Junceum* L. (Fabaceae), *Turk Journal of Botany*, 31: 183-191.
- 25- Seth, M.K. 2004. Trees and their economic importance. *The Botanical Review* 69(4): 321-376.
- 26- Singh, R.P. 1992. On factors affecting clonal propagation of *Anogeissus rotundifolia*, *Prosopis cineraria* and *Tecomella undulata*. *Ph.D Thesis University of Jodhpur, India.*
- 27- Singh, G. 2009. Comparative productivity of *Prosopis cineraria* and *Tecomella undulata* based agroforestry systems in degraded lands of Indian Desert. *Journal of Forestry Research* 20(2): 144-150
- 28- Singh, P., khandelwal, P., Hara, N., Asai, T. & Fujimoto, Y. 2008. Radermachol and naphthoquinone derivatives from *T. undulate*: Complete ¹H, ¹³C NMR assignments of radermachol with the aid of computational ¹³C shift prediction. *Indian Journal of Chemistry* 47B: 1865-1870.
- 29- Singh, S., Rana, A. & Chauhan, S.V.S. 2009. Impact of environmental changes on the reproductive biology in *Pyrostegia venusta* Presl. *Journal of Environmental Biology* 30(2): 271-273.
- 30- Watson, L. & Dallwitz, M.J. 1992. The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. Version: 4th March 2011.

Flower biology in *Tecomella undulate* (Roxb.) Seem. (Bignoniaceae)

Rezanejad F.

Biology Dept., Shahid Bahonar University, International Center for Science & High Technology & Environmental Sciences, Kerman, I.R. of Iran

Abstract

Tecomella undulate (Roxb.) Seem. Is deciduous or nearly evergreen tree that is highly valuable due to its beautiful and attractive flowers, resistance against extreme temperature and drought, stabilizing shifting sand dunes, medicinal properties, wood production and so on. In this study, morphology and anatomy of flower was surveyed. The inflorescence is raceme-cyme; the perianth is pentamerous and adnate; the calyx is persistent, regular and cup (bell) - shaped. The corolla is tubular-cup shaped, bilobate and irregular on the top. The androecium contains four functional and almost didynamous stamens and one staminode. The anthers are dorsifixed, basifixed at maturation and pollen sacs seem to be biloculated due to the grown placentoid. Epidermal cells are tangentially elongated and function as endothecium is secretory type. Gynoecium is bicarpillary, syncarpous with bilocular and elongated ovary, long and open style and bilabiate stigma. Ovary is located on well-developed nectary disc and has many anatropous, unitegmic, tenuinucellate ovules. Flowers open in the morning and are protandrous, as the stamens dehisce after their opening but stigmas are receptive in the afternoon. Pollen grains are heteromorphous and they look specially dimorphous, tricolpate with reticulated sculpture. No seeds are formed in this species in the studied areas.

Key words: Anther, Calyx, Corolla, Flower, Gynoecium gynocium, Seed, *Tecomella undulate*