

The studies of generative structures and their idioblasts in Mazafati cultivar of *Phoenix dactylifera* L. (Arecaceae)

Farkhondeh Rezanejad *, Hamideh Ghalekhani

Department of Biology, Faculty of Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Abstract

Mazafati cultivar of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) is one of the most important cultivars cultivated in Kerman province particularly in Bam. Studies of floral ontogenesis are key elements for understanding sex determination and its control, evolutionary relationships within the palm family and with respect to other monocot groups, as well as in angiosperms as a whole. Development of generative structures was studied using cyto-histological methods. Flowering behavior within single shoots is *Pleonanth*y in which flowering branches appear in leaves axils and continue to be produced as the palm continues its extension. Initial developmental stages occur while spathes are hidden in leaf axil. Female spathes are smaller and have brighter flowers compared to male ones. Flowers contain three sepals and three petals that are distinguishable in shape. In staminate flowers, a rudimentary gynoecium and in pistillate flowers, a sterile androecium was observed suggesting a possible evolutionary movement from an ancestral hermaphrodite flower to the situation of unisexuality and dioecy. Secretary tapetum is degenerated during pollen differentiation. Middle layer degeneration occurs after pollen formation and during its development, thus, somewhat later compared to polygonum type. Phenolic idioplasts are observed in anther parachyma especially in connective location. Their size and number increase during maturation, extended to dehiscence place. Pollen grains are prolate, spindle shape and monocolpate. The gynoecium is tricarpellate and apocarpous that only one carpel develops and the rudiments of other two may be observed with fruit. Anatropous ovule contains two integuments, sclereids and idioplasts containing calcium oxalates crystals (raphids) and phenolic compounds.

Keywords: Calcium oxalate, khorma, pollen, phenolic compounds, spathe

* Corresponding Author: frezanejad@uk.ac.ir

بررسی ساختارهای زایشی و سلول‌های ویژه‌شده (ایدیوبلاست‌ها) آنها در رقم مضافتی خرما (*Phoenix dactylifera* L. Mazafati cultivar)

فرخنده رضائزاد*، حمیده قلعه خانی

گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

چکیده

رقم مضافتی خرما (*Phoenix (Phoenix dactylifera* L. Mazafati cultivar) یکی از مهم‌ترین ارقام کشت‌شده در استان کرمان به‌ویژه شهرستان بم است. زیست‌شناختی گل، نقش مهمی در فهم تعیین جنسیت و تنظیم آن، روابط تکاملی و فیلوژنتیک تیره خرما و ارتباط آن با تک‌لپه‌ای‌های دیگر و نیز نهان‌دانگان دارد. ساختار گل‌آذین و گل با روش‌های معمول سلول - بافت‌شناختی بررسی شدند. رفتار گل‌دهی از نوع *Pleioanthy* است که در آن، با رشد رویشی شاخساره منفرد، انشعابات گلی در زاویه برگ‌ها تشکیل می‌شوند. مراحل اولیه نمو گل‌های نر و ماده هنگامی انجام می‌شوند که هنوز اسپات‌ها نهان هستند و در زاویه دم‌برگ‌ها ظاهر نشده‌اند. اسپات‌های ماده کوچک‌تر از نر هستند و گل‌های روشن‌تر دارند. گل‌پوش، سه‌تایی متمایز از هم با ایدیوبلاست‌های فنل‌دار است. در مرکز گل نر، مادگی ابتدایی و در پیرامون مادگی گل ماده آثار پرچم‌های ابتدایی دیده می‌شوند که به تغییر تکاملی از گل‌های نر ماده به تک‌جنس و گیاهان دوپایه اشاره می‌کند. لایه مغذی، تک‌هسته‌ای و ترش‌حی است و تجزیه لایه میانی در مقایسه با تیپ علف هفت‌بند دیرتر و در مراحل اولیه نمو دانه‌های گرده انجام می‌شود. در اطراف رابط بساک، ایدیوبلاست‌های فنل‌دار تمایز می‌یابند که میزان و اندازه آنها در بلوغ افزایش و به محل شکوفایی امتداد می‌یابند. دانه‌های گرده بالغ، کشیده، بیضی و تک‌شیاری هستند. مادگی، سه‌برچه‌ای جدا است که یکی از برچه‌ها به میوه تمایز می‌یابد و آثار دو برچه دیگر ممکن است همراه میوه بالغ دیده شود. تخمک واژگون، دویوسته‌ای، دارای اسکلرید و ایدیوبلاست‌های حاوی بلورهای کلسیم اگزالات (رافید) و فنلیک‌ها با اندازه متفاوت است.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات فنلی، چمچه، خرما، کلسیم اگزالات، گرده

* نگارنده مسئول: نشانی پست الکترونیک: frezanejad@uk.ac.ir، شماره تماس: ۰۳۴۳۳۲۵۷۴۳

مقدمه

گونه‌های اقتصادی در تیره آرکاسه (Arecaceae) *Phoenix. Dactylifera* L. از مهم‌ترین و جنس خرما و یکی از قدیمی‌ترین محصولات کاشته شده است. احتمالاً نام گیاه‌شناسی آن، از نام فینیقی Phoenix به معنی خرما، و *dactylifera* از واژه یونانی *daktulos*، به معنی انگشت، نشان‌دهنده شکل میوه، گرفته شده است (Benamor *et al.*, 2014). نخستین ثبت‌ها نشان می‌دهند خرما حداقل ۴۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در بین‌النهرین (مزوپوتامی جنوبی - عراق) کشت می‌شده است. این گونه دارای شهرت جهانی؛ اهمیت اقتصادی، اجتماعی و مذهبی برای مردم بومی کشورهای تولیدکننده داشته است (De Manson and Tisserat, 1980). خرما دومین محصول باغی ایران است که قدمت کشت آن در این کشور به بیش از ۴۰۰۰ سال پیش می‌رسد و بیش از ۴۰۰ رقم از آن در کشور موجود هستند. از نظر تنوع رقم، ایران با داشتن ۴۰۰ رقم (برخی منابع ۶۰۰ رقم را هم گزارش کرده‌اند). از مجموع بیش از ۴۰۰۰ رقم مختلف موجود در جهان، غنی‌ترین منبع ژرم پلاسم خرما را دارد که بین آنها ارقام مختلف، با درجه پاسخ متفاوت به انواع تنش‌ها موجود هستند. بدین منظور، استفاده از ارقام مقاوم به تنش‌های زنده و غیرزنده و دارای ویژگی‌های مطلوب کمی و کیفی، تنها روش حفظ جنس به شمار می‌رود (Al-Khayri *et al.*, 2015; Marsafari and Mehrabani, 2013). رقم مضافتی (Mazafati or Mozafati cultivar) یکی از رقم‌های اصلی در ایران است و مانند رقم‌های استعمران (Estameran) و شاهانی (Shahani)، ارزش

اقتصادی زیادی دارد. این رقم روی درخت می‌رسد؛ بنابراین بهتر است به صورت تازه خورده شود و به دلیل اندازه بزرگ، طعم خوشمزه و شکل زیبای میوه درخور توجه است. این رقم به طور اصلی در استان کرمان به ویژه در بم، جیرفت، کهنوج، شهداد و نرماشیر کشت می‌شود (Ehteshami *et al.*, 2017). با وجود محدودیت تجربی به دلیل اندازه بزرگ، تیره خرما (Arecaceae) از گیاهان درخور توجه از نظر پژوهش‌های زیست‌شناسی نموی است. ویژگی کلیدی این تیره، وجود یک مریستم رأسی رویشی منفرد است که ساختار روی زمینی گیاه کامل را بنیان‌گذاری می‌کند. خرماها همچنین ویژگی‌های جالبی از نظر نمو تولیدمثلی شامل روش‌های مختلف تعیین جنسیت و نیز خوشه‌های گلی تک‌جنس یا چندجنس (sex mixed) دارند که ممکن است کلادهای ویژه را مشخص کنند. نشانه‌ای از گرده‌افشانی مصنوعی خرما در هنر آشوری، نخستین تشخیص جنسیت در این گیاه در نظر گرفته می‌شود (De Manson and Tisserat, 1980; Popenoe, 1973). درحقیقت بررسی‌های نموی گل‌آذین و گل برای فهم ارتباطات تکاملی در خانواده خرما و در سایر گروه‌های تک‌په‌ای و نیز به‌طور کلی در نهان‌دانگان، کلیدی هستند (Adam *et al.*, 2005). پژوهش‌های دقیق ریختی و تشریحی در مدت نمو، به ویژه برای فهم پژوهش‌های فیزیولوژیک مربوط به کنترل جنسیت در این تیره مهم هستند. همچنین چگونگی تأثیر موادی مانند اکسین و جیبرلین تنظیم‌کننده جنسیت بر مراحل نمو گل‌ها در شرایط مختلف در حالت

به عبارتی نامحدود است. این وضعیت در ۹۵ درصد همه گونه‌های خرما دیده می‌شود (Adam *et al.*, 2005). بررسی‌های متعددی بر تکوین (اوتوزنی) گل خرماها شامل گونه‌های *Ptychosperma indica* (Adam *et al.*, 2007)، چندین جنس تبار (Barfod and Uhl, 2001; *Phytelepheeae Hyophorbe* گونه (Dransfield *et al.*, 2005)، تعدادی جنس‌های پلی‌آندروس (Uhl and Moore Jr, 1980) جنس *Eugeissona* (Uhl and Dransfield, 1984)، برخی گونه‌های تبار *Cocoseae* (Uhl, 1988; Perera *et al.*, 2010) گونه *Geonoma interrupta* (Stauffner *et al.*, 2002) جنس *Dypsis* (Rudall *et al.*, 2003) جنس *Elaeis guineensis* (Adam *et al.*, 2005) جنس *Chamaedorea* (Askgaard *et al.*, 2017) *Reis et al.*, 2008) گونه *Johannesteijsmannia lanceolata* (Chan *et al.*, 2011) و گونه *Gaussia attenuate* (Castaño *et al.*, 2016) انجام شده‌اند. به‌هرحال پژوهش‌ها بر خرما (*P. dactylifera*) اندک هستند و به بررسی‌ها بر ریخت‌شناسی گل‌های نر و ماده برخی ارقام و هیبریدهای آمریکا (De Manson and Tisserat, 1980) دو جنسی بودن برخی گل‌آذین‌ها و گل‌ها و نمو گل هیبرید Deglet Noor (De Manson and Tisserat, 1982; Kgazal *et al.*, 1990) رویان‌زایی (Lloyd, 1910) و ... محدود می‌شوند که تصاویر بیشتر نقاشی یا عکس‌های میکروسکوپ الکترونی نگاره هستند. اگرچه بررسی‌های جدیدی بر برخی ایدوبلاست‌های دارای تانن، فنلیک‌ها، رافیدها یا اسکلریدهای برخی جنس‌های دیگر این تیره در سال‌های گذشته انجام شده‌اند، بررسی گونه

in vitro و *in vivo* است (De Manson and Tisserat, 1980). باتوجه به دلایل گفته‌شده و نیز پژوهش‌های منتشر شده اندکی که بر ساختار گل این گیاه مهم از نظر اقتصادی وجود دارند، هدف از پژوهش حاضر، بررسی ساختارهای زایشی دو نوع گل‌آذین و گل نر و ماده در رقم مضافتی با بازارپسندی زیادی است که در جنوب استان کرمان یکی از ارقام مهم به شمار می‌رود.

Dransfield و همکاران (۲۰۰۵) تیره آرکاسه را به پنج زیرتیره گروه‌بندی کردند که برخلاف رده‌بندی قبلی با گروه‌بندی این تیره به شش زیرتیره است (Dransfield *et al.*, 2005; Adam *et al.*, 2007). دو نوع اصلی رفتار گل‌دهی ممکن است در شاخساره گونه‌های مختلف خرما دیده شوند (Tomlinson, 1990) که عبارتند از: ۱- *Hapaxanthy* که به شاخساره منفردی گفته می‌شود که در آن گذر سریع و ناگهانی به گل‌دهی وجود دارد؛ بدین صورت که شاخه‌های گل‌دهنده پس از توقف رشد رویشی به‌میزان زیادی تشکیل و توسعه می‌یابند. با توجه به اینکه تنها یک شاخساره منفرد در رأس این نوع خرما وجود دارد؛ بنابراین چرخه یا دوره گل‌دهی کوتاه است. شاخساره‌های هایپازانتیک در ۵ درصد خرماها وجود دارند و ۲- *Pleonanthy* که به شاخساره منفردی گفته می‌شود که در آن شاخه‌های گل‌دهنده (گل‌آذین‌ها) در زاویه برگ‌های رویشی ظاهر می‌شوند و همچنان که گیاه خرما و شاخساره انتهایی آن به توسعه رویشی خود ادامه می‌دهند، این شاخه‌های پلئونانتیک نیز تولید می‌شوند؛ بنابراین دوره گل‌دهی به‌طور مداوم در سالیان ادامه می‌یابد یا

سپس اسپات‌ها خارج می‌شوند.

نمونه‌های بررسی‌شده در پژوهش حاضر، اسپات‌های نر و ماده رقم مضافتی در حال خروج و نیز خارج‌شده از زاویه برگ بودند که از باغات خرما واقع در روستای قاسم‌آباد نرماشیر شهرستان بزم در جنوب شرقی استان کرمان جمع‌آوری شدند. نمونه‌برداری از زمانی که نوک اسپات‌ها ظاهر شد تا زمانی که اسپات‌ها به‌طور کامل باز شدند، به‌شکل کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) در قالب بلوک کاملاً تصادفی انجام شد. در هر بار نمونه‌گیری، چهار اسپات از چهار جهت درخت نر و ماده برداشت شدند. پنج درخت برای تکرار در نظر گرفته شدند. در هر اسپات تعداد محورهای گل‌دهنده، و در هر محور گل‌دهنده تعداد گل‌ها شمارش و میانگین آنها بررسی شدند. ۱۰ درخت نر و ماده نیز برای مطالعه تعداد کل اسپات‌های خارج‌شده از زاویه برگ‌ها بررسی شدند و میانگین تعداد اسپات‌ها حساب شد.

برای پژوهش‌های ریختی، اسپات‌های نهان در زاویه برگ که تنها نوک آنها مقداری بیرون آمده بود، اسپات‌های بیرون‌آمده بسته و باز و نیز گل‌آذین‌ها و گل‌های آنها جمع‌آوری و بدون میکروسکوپ (با چشم غیرمسلح) بررسی و عکس‌برداری شدند. بررسی ساختار گل‌های نر و ماده با استرئومیکروسکوپ (مدل TL2، شرکت Olympus، آلمان) انجام شد. برای مطالعه ساختار تشریحی گل، نمونه‌ها در تثبیت‌کننده FAA (اتانول ۷۰ درصد، استیک اسید خالص و فرمالدهید تجاری ۳۷ درصد به ترتیب ۹۰، ۵ و ۵ میلی‌لیتر) تثبیت و با روش‌های معمول سلول - بافت‌شناختی؛

مطالعه‌شده به پژوهش‌های De Manson و Tisserat در سال ۱۹۸۰ بر رقم Deglet Noor منحصر می‌شود که تنها این ساختارها را در برچه گزارش کرده‌اند؛ اما هیچ گزارشی درباره وجود یا نبود آنها در پرچم دیده نشده است؛ بنابراین، هدف دیگر پژوهش حاضر، بررسی این ساختارهای ویژه در گل‌های نر و ماده رقم یادشده است.

مواد و روش‌ها

نخل خرما (*P. dactylifera*) گیاهی دوطایه از تیره Arecaceae است که گل‌آذین‌های نر و ماده آن درون چمچه‌های (اسپات‌های) لیگنی‌شده قرار دارند. هر دو اسپات نر و ماده بسته به زیستگاه از اواخر بهمن تا اردیبهشت از زاویه برگ‌ها خارج می‌شوند. در این مراحل، حتی زمانی که تنها نوک اسپات به‌صورت جزئی از زاویه برگ در حال خروج است، گل‌ها تقریباً بالغ هستند و مراحل اولیه نمو ساختارهای زایشی (میوز) آنها تمام شده‌اند؛ بنابراین، بررسی مراحل ابتدایی‌تر به قطع درختان خرما و جداکردن اسپات‌های جوان نیاز دارد. ضمن بررسی‌های اولیه و آگاهی از این ویژگی، تا زمان انجام پژوهش حاضر با پی‌گیری‌های متعدد برای قطع درخت و جمع‌آوری اسپات‌های جوان‌تر دسترسی به اسپات‌های بسیار جوان ناموفق بود؛ بنابراین، بررسی بر اسپات‌های نسبتاً بالغ انجام شد. به‌هرحال مطالعه و پی‌گیری، در حال انجام است و در پژوهش‌های بعدی، مراحل نمودی بررسی خواهند شد. هیچ بررسی دقیقی بر مراحل نمودی اسپات‌ها انجام نشده است؛ اما به نظر می‌رسد مراحل نمودی، بیش از یک سال ادامه داشته باشند و

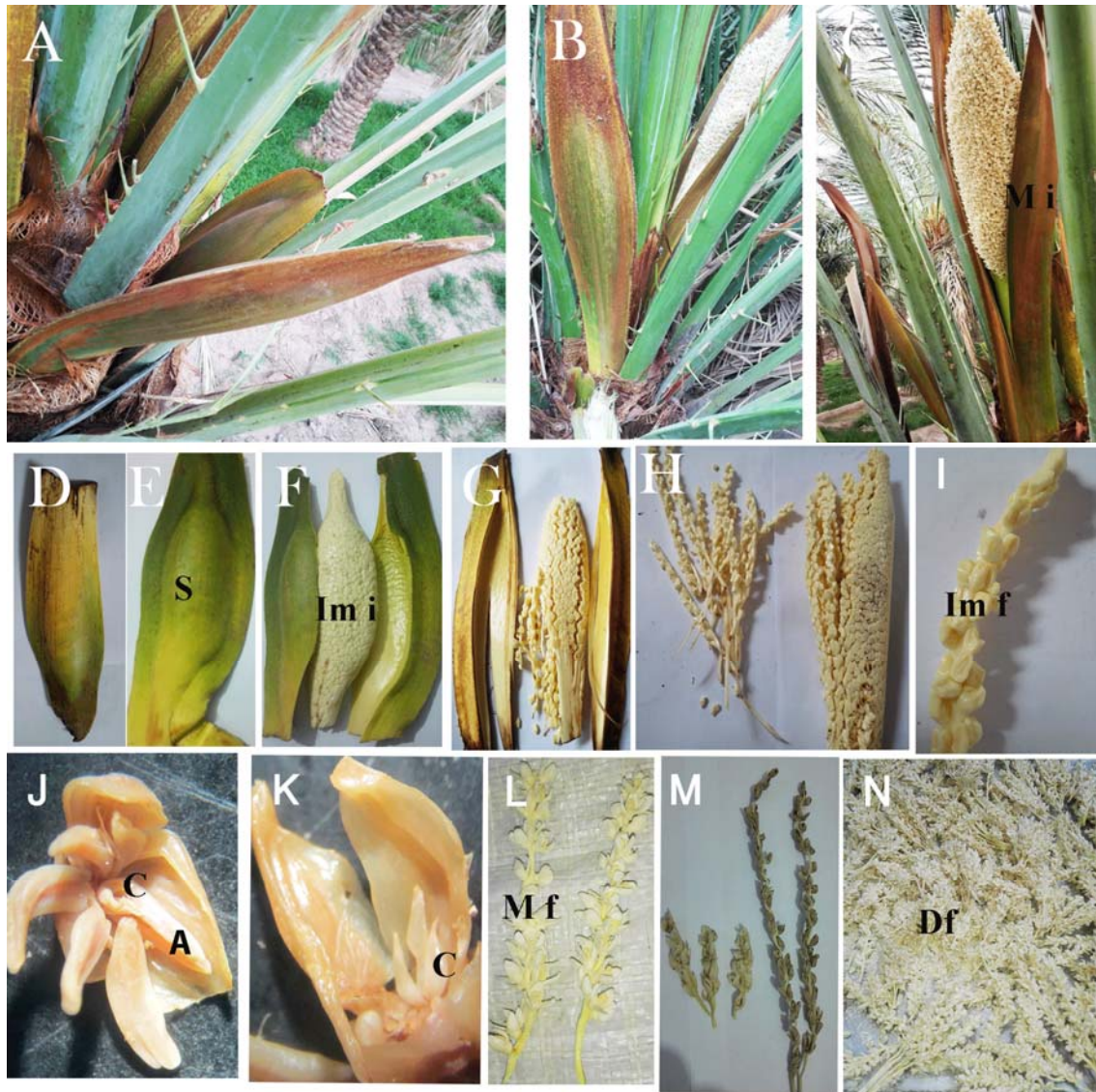
گل‌دهنده (گل‌آذین منفرد) ماده حدود ۱۵ تا ۲۰ گل و سنبله (شاخه) نر حدود ۲۰ تا ۲۵ گل دارد که در سنبله نر، گل‌ها به‌صورت متراکم روی سنبله قرار دارند. هر درخت بالغ نر میانگین ۲۰ و هر پایه بالغ ماده حدود ۱۳ اسپات در هر سال تشکیل می‌دهد. اسپات‌ها در ابتدا سبزرنگ و در ادامه رشد به‌رنگ قهوه‌ای هستند و طول آنها بسته به سن درخت و شرایط آب‌وهوایی و تغذیه‌ای متفاوت است. در پژوهش حاضر، طول اسپات‌های ماده ۳۰ تا ۷۰ سانتی‌متر و در پایه نر بین ۲۰ تا ۷۰ سانتی‌متر متغیر است (شکل‌های A-۱ تا G و A-۲ تا E).

هر گل نر سه کاسبرگ پیوسته، سه گلبرگ، شش پرچم و سه برچه رشدنیافته عقیم دارد (شکل‌های J-۱ تا L، A-۳ تا B و B-۴) (کاسبرگ‌ها به‌دلیل سخت‌بودن قبل از برش‌گیری جدا شده‌اند). اسپات‌های نر پس از شکوفایی اسپات، از درخت نر جدا می‌شوند و محورهای گل‌دهنده از گل‌آذین مرکب، جدا و در شرایط مناسب خشک می‌شوند (شکل‌های A-۱، M و N). هنگام گرده‌افشانی حدود ۵ محور گل‌دهنده (گل منفرد) لابه‌لای محورهای گلی گل‌آذین ماده قرار داده می‌شوند و مجموعه آنها بسته می‌شود (شکل‌های F-۲ و G). به‌طور معمول گل‌آذین‌های نر اضافی برای استفاده در سال بعد نگهداری می‌شوند (گاهی به‌دلایل متعدد از جمله شرایط آب‌وهوایی، تغییرات سال‌آوری و ... اسپات‌های نر کمتری تشکیل می‌شوند). در گل ماده نیز سه کاسبرگ پایا و پیوسته، سه گلبرگ، مادگی سه‌برچه ای و جدابرچه وجود دارند (شکل‌های H-۲ تا J و A-۵) که در پیرامون برچه‌ها، آثار سه پرچم عقیم

آب‌گیری (Dehydration)، پارافین‌دهی (Waxation)، قالب‌گیری، برش‌گیری و رنگ‌آمیزی شدند (Rezanejad and Shekari, 2016). برش‌گیری با میکروتوم (مدل 4050 Cut، شرکت tec Micro، آلمان) و مطالعه با میکروسکوپ نوری (مدل BH2، شرکت Olympus، آلمان) و دوربین دیجیتال (مدل IXY، شرکت Canon، ژاپن) انجام شد.

نتایج

ریخت‌شناسی گل‌آذین و گل‌های نر و ماده در خرما: هر دو گل‌آذین نر و ماده یک پیش‌برگ احاطه‌کننده و تعدادی محور گل‌دهنده دارند که روی یک محور پهن قرار گرفته‌اند. پیش‌برگ احاطه‌کننده گل‌آذین‌ها ساختاری چوبی، سخت و سبزرنگ دارد و چمچه (اسپات) نامیده می‌شود. چمچه‌ها در مراحل مختلف نموی در زاویه برگ‌ها و ساقه دیده می‌شوند (شکل‌های A-۱ تا C و A-۲ تا F)؛ بنابراین، ساختارهای زایشی، کناری هستند و بخش انتهایی رشدونمو رویشی را به عهده دارند. درون هر اسپات تعداد زیادی محور (شاخه) گل‌دهنده گل‌های بدون دمگل به‌صورت گل‌آذین سنبله دیده می‌شوند. آغاز نمایان شدن اسپات‌ها از اسفند است که حتی در اسپات‌های بسیار ریزی که به‌سختی از لابه‌لای برگ‌ها با قطع برگ‌ها جدا می‌شوند نیز گل و اجزای آن در هر دو نوع اسپات نر و ماده تشکیل شده‌اند (شکل‌های A-۱ تا N و A-۲ تا F). اسپات‌های نر زودتر از اسپات‌های ماده از زاویه برگ‌ها خارج می‌شوند. به‌طور میانگین در هر اسپات ماده حدود ۱۰۰ و در هر اسپات نر حدود ۱۵۰ محور گل‌دهنده تشکیل می‌شوند. هر شاخه



شکل ۱- ساختار پیش‌برگ (چمچه یا اسپات)، گل آذین و گل در پایه نر خرما (*P. dactylifera*) رقم مضافتی در دوره‌های نموی مختلف: A تا C (گل آذین‌های احاطه‌شده با اسپات در مراحل مختلف نمو (به‌صورت اسپات بسته و باز) در زاویه برگ‌ها)، D و E (چمچه‌های جوان)، F و G (اسپات شکافته‌شده و محور گل آذین و محورهای گل‌دهنده روی آن)، H و I (محورهای گل‌دهنده جوان)، J و K (گل‌های نر جوان که با سه برچه رشدنیافته در مرکز آنها)، L (گل آذین نر بالغ تازه) و M و N (گل آذین‌های بالغ پس از خشک‌شدن)؛ S (اسپات)، Mi (گل آذین نابالغ)، Imf (گل نابالغ)، Mf (گل بالغ)، Df (گل خشک‌شده)، C (برچه)، A (بساک)

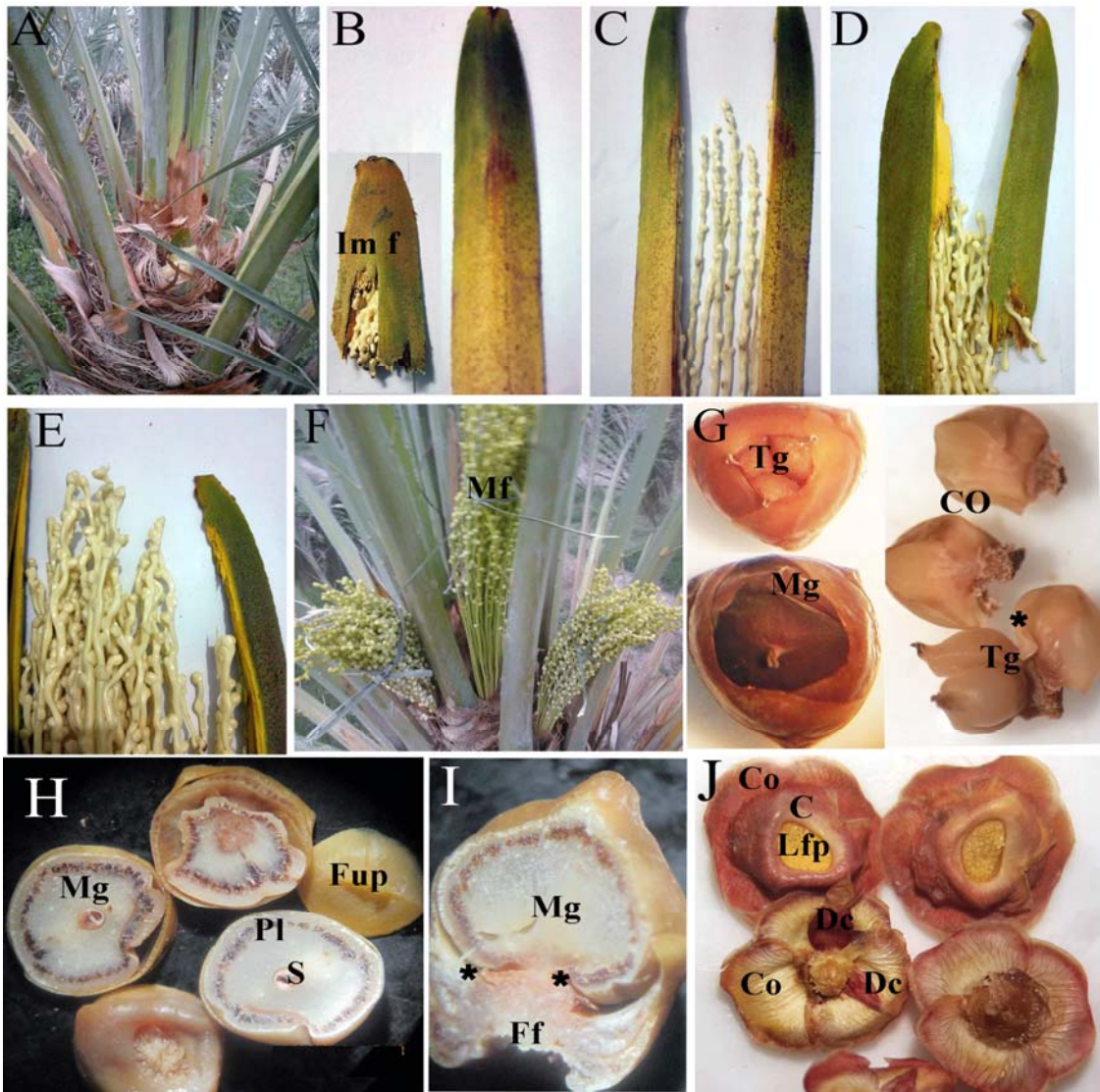
مراحل پایانی میوه و پس از جدا شدن میوه دیده می‌شوند (شکل‌های ۲-G و ۵-A). پوشش گل شامل ساختارهای سفید تا شیری یا صورتی‌رنگ مشابه و پایا است که در گل‌های ماده، در مدت نمو میوه نیز در قاعده میوه در حال نمو به‌صورت پایا،

(استامینودها) به‌صورت زواید مثلثی شکل کوچک دیده می‌شوند (شکل‌های ۳-G تا I). در نمو گل، تنها یکی از برچه‌ها رشد می‌کند و به میوه تبدیل می‌شود و دو برچه دیگر در مدت نمو تحلیل می‌روند و بقایای آنها به‌صورت رشدنیافته حتی در

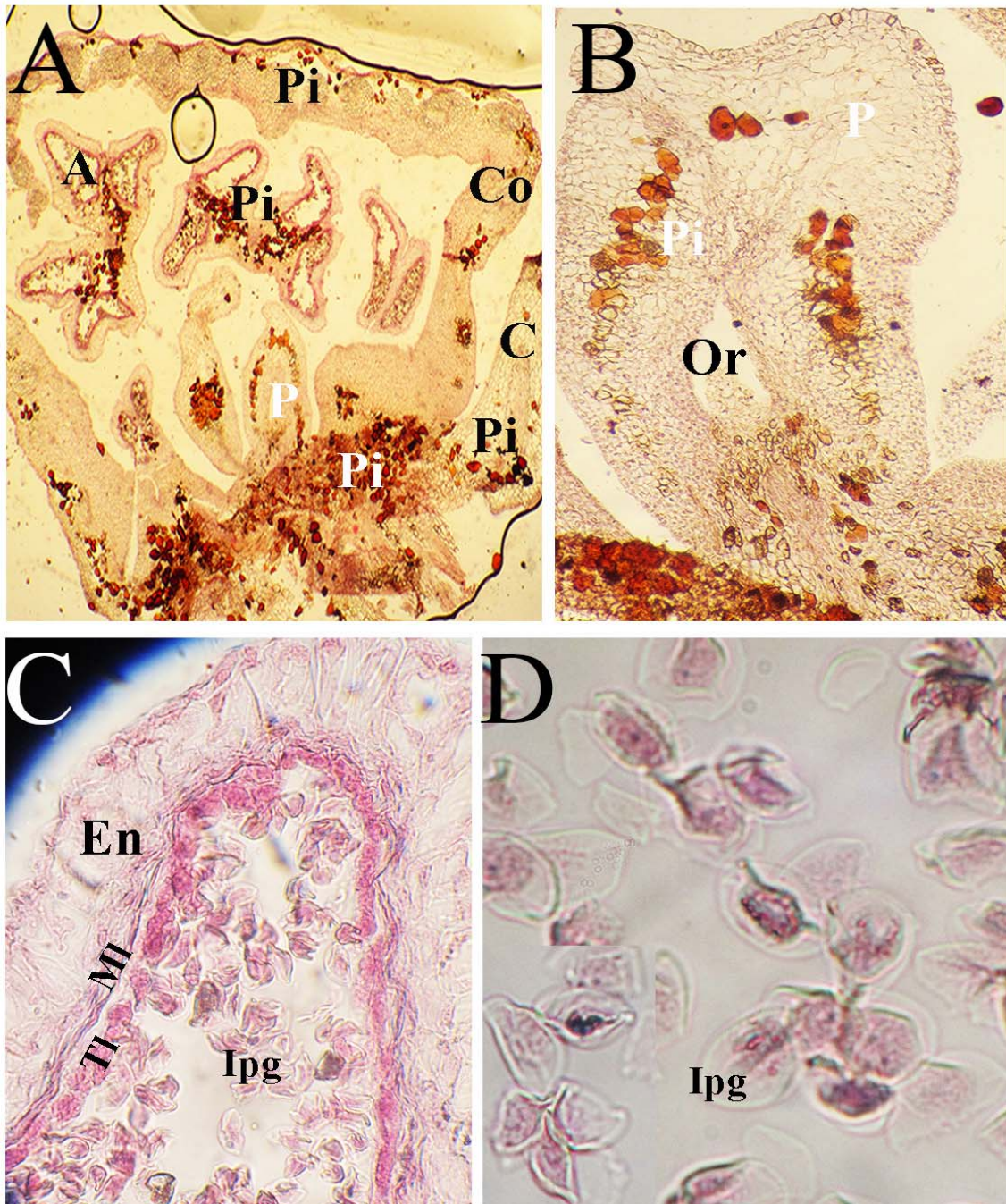
گل‌پوش و پرچم‌های عادی در مرکز گل، مادگی ابتدایی و رشدنیافته نیز دیده می‌شود که هنگام بلوغ، به میوه نمو نمی‌یابد (شکل‌های ۳-A و B).

ضخیم و قرمزرنگ دیده می‌شود (شکل‌های ۱-K تا N و ۲-H تا J).

بررسی تشریحی گل نر و ماده و سلول‌های ویژه‌شده آنها در خرما: در گل نر علاوه بر



شکل ۲- ساختار اسپات، گل آذین و گل در پایه ماده خرما (*P. dactylifera*) رقم مضافتی در دوره‌های نموی مختلف: A (محل جداشدن برگ بالغ و گل آذین واقع در زاویه آن)، B تا E (اسپات‌ها در مراحل مختلف نموی)، F (گل آذین پس از گرده‌افشانی، محورهای گل‌دهنده بالغ در لابلای گل آذین ماده)، G (ساختار گل جوان، مادگی جدا برچه و آثار پرچم رشدنیافته (استامینود) که با ستاره مشخص شده‌اند)، H تا J (ساختار گل بالغ که تنها یک برچه به میوه رشدیافته نمو یافته است: H (برش عرضی)، I (برش طولی گل بالغ با آثار پرچم‌های رشدنیافته که ستاره‌دار شده‌اند) و J (برچه رشدیافته جدا شده، جام گل، کاسبرگ‌های پایا و دو برچه رشدنیافته روی کاسه گل))؛ Imi (گل آذین نابالغ)، Mi (گل آذین بالغ)، Tg (مادگی سه‌برچه‌ای)، Mg (مادگی یک‌برچه‌ای (دو برچه تحلیل رفته‌اند))، Co (جام گل)، C (کاسه گل)، Dc (برچه تحلیل رفته (رشدنیافته))، Ff (گل ماده)، S (دانه)، Pl (لایه فنل دار (دارای ایدیوبلاست‌های فنل‌دار)، Fup (بخش رأسی گل ماده (گل‌پوش به صورت هم‌پوشان با ظاهر پیوسته روی میوه را احاطه می‌کند)).



شکل ۳- ساختار گل و گرده در پایه نر خرما (*P. dactylifera*) رقم مضافتی در برش طولی: A و B (ساختار دوجنسی گل با مادگی به صورت رشدنیافته (پیستیلود) در مرکز گل و ایدیوبلاست‌های فنلی در بخش‌های مختلف گل به صورت ذرات نارنجی‌رنگ)، C و D (ساختار دیواره بساک نشان‌دهنده تاپی ترش‌حی، لایه میانی درحال تحلیل و لایه مکانیکی درحال تمایز و گرده‌های درحال نمو درون کیسه گرده)؛ A (بساک)، Pi (ایدیوبلاست‌های فنل‌دار)، Co (جام گل)، C (کاسه گل)، P (مادگی عقیم یا شبه‌مادگی (پیستیلوئید) در گل نر)، Or (بقایای تخمک)، En (لایه مکانیکی)، MI (لایه میانی)، TI (لایه تغذیه‌ای)، Ipg (دانه‌های گرده نابالغ)

اپیدرم برچه‌های ابتدایی و در اطراف دسته آوندی
(رابط) بساک، سلول‌های ویژه‌شده

در همه اجزاء گل نر شامل محور گل، زیر اپیدرم
بیرونی جام گل، در همه بخش‌های نهنج، زیر

حالت آبدار (هیدراته)، کروی شکل هستند (شکل E-4) و هنگام از دست دادن آب به صورت کشیده (پرولیت) و بیضی شکل دیده می‌شوند و یک شکاف طولی دارند (شکل F-4).

ساختار تشریحی گل جوان ماده خرما نیز وجود سه برچه جدا و گل پوش سه تایی را نشان داد که هنگام بلوغ، تنها یکی از برچه‌ها به میوه تبدیل می‌شود (شکل‌های G-2 تا J و A-5). هر برچه، یک تخمک واژگون دپوسته‌ای دارد که در بخش خورش آن، کیسه رویانی در حال تشکیل است (شکل‌های B-5، E و G). کلاله، دوشاخه است و محل عبور لوله گرده به صورت مجرا از کلاله تا حفره تخمدان امتداد دارد (شکل‌های D-5 و E). در بخش انتهایی کلاله، سلول‌های پاپیل دار با رنگ پذیری بالا (احتمالاً دارای ترکیبات فنلی) دیده می‌شوند که با ایدیوبلاست‌های فنلی متفاوت هستند (شکل E-5). همچنین در بخش بالایی برچه، ایدیوبلاست‌های دارای کلسیم اگزالات (رافید) (شکل‌های B-5 و E) و نیز اسکلیریدها (شکل B-5) دیده می‌شوند. در بخش‌های مختلف برچه به ویژه در قاعده و طرفین برچه، ایدیوبلاست‌های دارای ترکیبات فنلی پراکنش دارند (شکل B-5 تا E). این ایدیوبلاست‌های دارای ترکیبات فنلی، همچنین در مادگی رشد نیافته تشکیل شده در گل نر نیز دیده می‌شوند (شکل‌های A-3 و B).

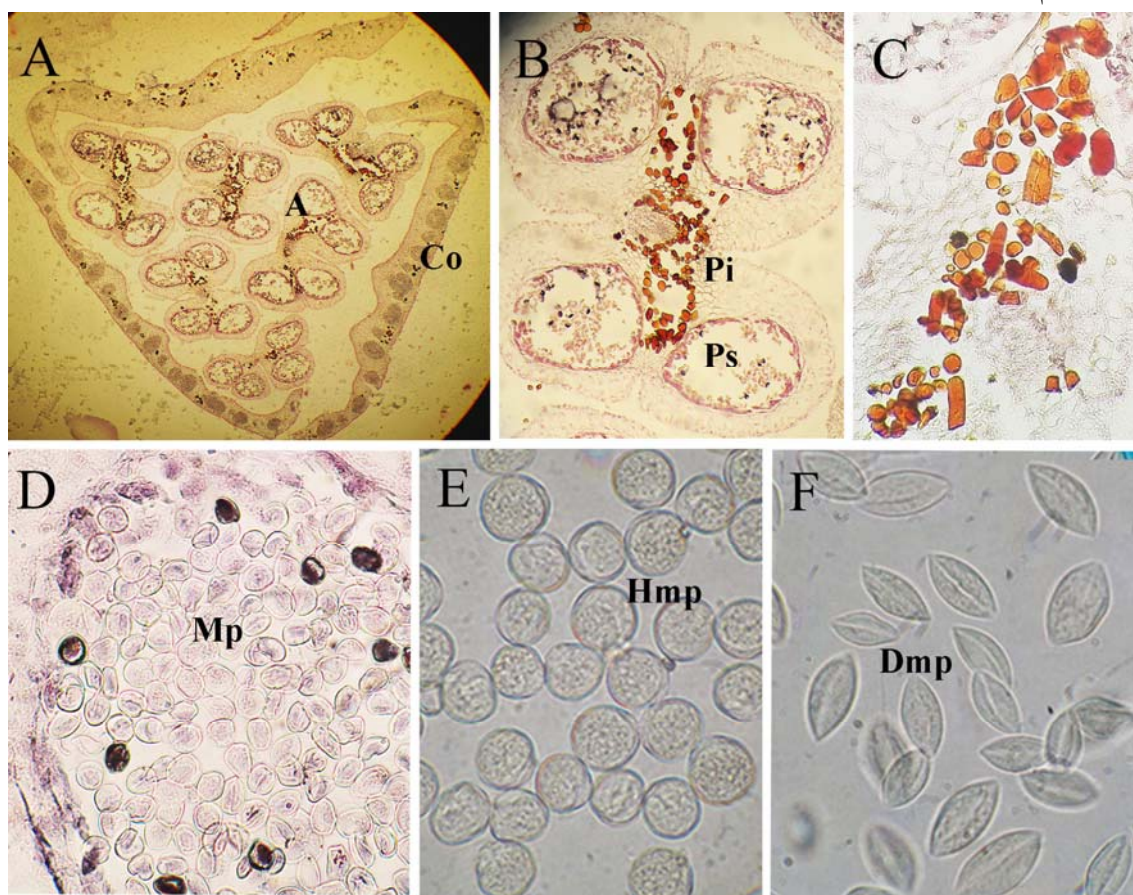
بحث

بررسی زیست‌شناختی اعضای تیره خرما مشکل است؛ زیرا این گیاهان تنها در مناطق حاره‌ای

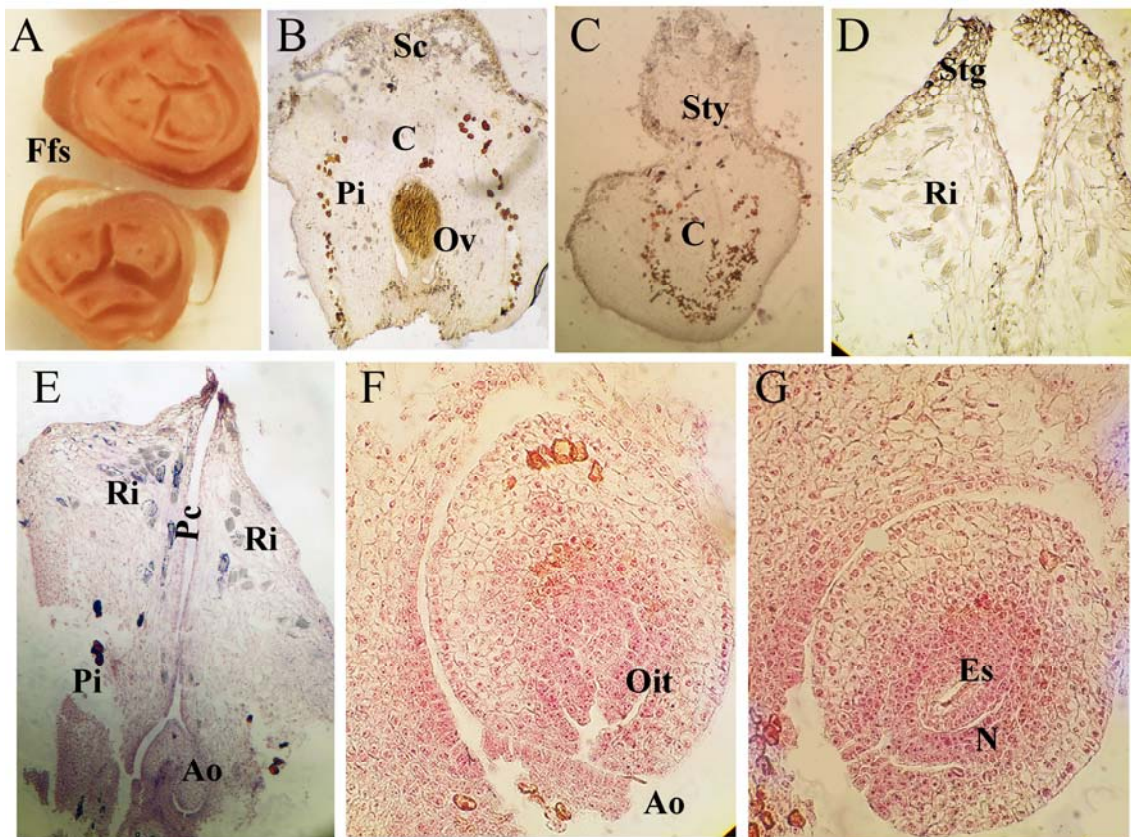
(ایدیوبلاست‌های دارای ترکیبات فنلی) به فراوانی دیده می‌شوند. این بخش‌های دارای ترکیبات فنلی، با اندازه‌های مختلف به رنگ قرمز مایل به نارنجی دیده می‌شوند. در بساک، ایدیوبلاست‌ها تا محل شکوفایی بساک امتداد می‌یابند (شکل‌های A-3 و B و A-4 تا C). همان‌طور که گفته شد حتی در مرحله‌ای که نوک چمچه از زاویه برگ در حال ظهور است، مقداری از تمایز بساک انجام می‌شود؛ بنابراین در پژوهش حاضر، بساک‌ها در مرحله گرده در حال نمو بودند (شکل‌های C-3 و D) (برای بررسی مراحل قبل باید درخت خرما قطع و مراحل اولیه نمودی گل در درختان نر و ماده بررسی شوند که در حال انجام است). در این مرحله، لایه تغذیه‌ای (تاپی) تک لایه در اطراف تترادهای گرده‌ای دیده می‌شود (شکل C-3). در ادامه بلوغ و جداسدن میکروسپوره‌های جوان از تتراد و رشد و نمو آنها، لایه تغذیه‌ای (تاپی) در محل خود، تجزیه شدن را آغاز می‌کند و در همه این مراحل، دانه‌های گرده در تماس با لایه تاپی دیده می‌شوند (شکل‌های C-3 و D و A-4، B و D)؛ بنابراین، همان‌طور که در شکل‌ها دیده می‌شود، این لایه از نوع ترش‌حی است. در این مرحله، لایه میانی موجود بین لایه مکانیکی و لایه تاپی تحلیل رفته است و آثاری از آن به صورت کم رنگ دیده می‌شود. در بلوغ گرده‌ای، لایه مکانیکی رشد و تمایز را آغاز می‌کند و به صورت فیبری، اطراف کیسه‌های گرده دیده می‌شود (شکل‌های A-3 و B و A-4). بساک‌های بالغ شکوفایی طولی دارند که در برخی شکل‌ها، تغییرات بافتی در محل تشکیل منفذ دیده می‌شوند (شکل‌های A-4 و B). گرده‌های بالغ در

(*guineensis*) نشان دادند نمو گل آذین، طولانی‌مدت است و در ۲ تا ۳ سال ادامه می‌یابد. برخی مراحل آن مانند نمو اولیهٔ مریستم گل آذین، کند هستند و برعکس، مرحلهٔ اندام‌زایی (ارگانوژنز) گل سریع است (Adam *et al.*, 2005). اگرچه هیچ گزارشی دربارهٔ خرما در این مورد وجود ندارد، به نظر می‌رسد چرخهٔ گل‌دهی در آن نیز بیش از یک سال طول بکشد؛ زیرا همان‌طور که در بخش قبل گفته شد، دسترسی به

(تروپیکال) پراکنش دارند و ازسویی به‌دلیل بزرگی و تنومندبودن درختان، بررسی مراحل نمو گل و پیدا کردن نمونه‌های مناسب زمان‌بر و پرهزینه است. گونه‌های تیرهٔ خرما به‌طور مشخص در ساختار گل آذین و گل تفاوت دارند؛ به‌طوری‌که این ویژگی، آنها را برای بررسی‌های نمو تولیدمثلی و تکاملی به گروهی ویژه و جالب تبدیل کرده است. پژوهش‌های نموی گل، در سیستماتیک و نیز به‌صورت سیستم‌های تحقیقاتی برای مطالعهٔ خود گل‌ها مهم هستند. مطالعات بر نخل روغن (*Elaeis*



شکل ۴- ساختار گل و گرده در پایهٔ خرما (*P. dactylifera*) رقم مضافتی در برش عرضی: A تا D (برش عرضی گل نر و بساک- در شکل A، برش از بخش بالایی گل گرفته شده است؛ بنابراین گل‌های نازای ماده دیده نمی‌شوند. ایدیوبلاست‌های دارای ترکیبات فنلی به‌صورت اجزای نارنجی‌رنگ در بخش‌های مختلف گل نر دیده می‌شوند. در شکل C، دانه‌های گرده در مراحل پایانی بلوغ هستند.)، E و F (به‌ترتیب دانه‌های گردهٔ بالغ هیدراته و خشک‌شده)؛ A (بساک)، Pi (ایدیوبلاست‌های فنل‌دار)، Co (جام گل)، Ps (کیسهٔ گرده)، Mp (دانه‌های گردهٔ در حال بلوغ)، Hmp (دانه‌های گردهٔ بالغ هیدراته)، Dmp (دانه‌های گردهٔ بالغ دهیدراته)



شکل ۵- ساختار گل ماده، برچه و تخمک خرما (*P. dactylifera*) رقم مضافتی: A (برش عرضی گل ماده)، B تا E (برش طولی برچه در سطوح مختلف)، B و D تا F (برش‌هایی از مرکز برچه که در آنها ساختار تخمک و ژاگون، مجرای لوله‌گرده و کلالة دوشاخه مشاهده می‌شوند)، F و G (حالت دپوسته‌ای تخمک)؛ Ff (گل ماده)، Sc (اسکلرید)، Pi (ایدیوبلاست‌های فنل‌دار)، C (برچه (بخش تخمدان))، Ov (تخمک)، Sty (خامه)، Stg (کلالة)، Ri (ایدیوبلاست‌های رافید (اگزالات کلسیم))، Pc (کانال لوله‌گرده (مجرای خامه))، Oit (پوسته‌های تخمک)، Ao (تخمک و ژاگون)، N (خورش)، Es (کیسه رویانی)

ظاهر می‌شوند و همچنان که گیاه خرما به توسعه رویشی خود ادامه می‌دهد، این شاخه‌های پلئونانتیک نیز تولید می‌شوند و گل‌آذین و گل ایجاد می‌کنند. در *Phoenix*، گل‌ها به صورت منفرد روی محور گل‌دهنده قرار دارند (ویژگی ابتدایی)؛ اما در *coryphoid* هم به صورت منفرد و هم به صورت گرزن دیده می‌شوند. تصور می‌شود گل ابتدایی در خرماها، کامل (دارای گل‌پوش و ساختار زایشی) و سه‌تایی باشد؛ یعنی سه کاسبرگ، سه گلبرگ، شش پرچم در دو ردیف سه‌تایی و سه برچه جدا داشته باشد (Uhl and Moore Jr,

درختان خرما که بتوان آنها را قطع کرد خیلی آسان نیست و مطالعات اولیه نشان داده‌اند حتی وقتی نوک اسپات‌ها از زاویه برگ آشکار بودند، گل‌های درون آنها تقسیم میوز را گذرانده بودند؛ به‌رحال نمو آنها در حال بررسی است.

Moore معتقد است خرماهای گروه *phoenicoid* مانند نخل خرما مشابه *coryphoid* ویژگی‌های ابتدایی (Moore, 1973)؛ برای نمونه، گل‌آذین‌ها بین‌برگی هستند؛ یعنی شاخساره *Pleioanthic* دارند که در آن، شاخه‌های گل‌دهنده (گل‌آذین‌ها) در زاویه برگ‌های رویشی

تشکیل‌دهنده این گل‌های دوجنسی، مشابه گل‌آذین‌های تولیدشده روی درختان نر هستند. درختانی که گل‌های دوجنسی تولید می‌کنند، گل‌های نر تپیک و نیز گل‌های نر حدواسط بین گل‌های دوجنسی و نر را نیز تولید می‌کنند. این پژوهشگران بیان کردند برچه‌های کاذب یا پستیلوهای این گل‌ها به میوه بکرزا (پارتنوکارپ) تمایز می‌یابند و شرایط کشت *vivo in* یا *vitro in* مناسب، نمو این برچه‌های کاذب را در گل‌های نر تحریک می‌کند (De Manson and Tisserat, 1980). De Mason و همکاران (۱۹۸۲) تنها به بررسی نمو محور گل‌آذین و نیز وجود ساختارهای مقدماتی زایشی یعنی مادگی کاذب یا رشدنیافته (پستیلود) در گل‌های نر و پرچم رشدنیافته (استامینود) در گل‌های ماده پرداختند (De Manson and Tisserat, 1982). در پژوهش Kgazal و همکاران در سال ۱۹۹۰ بر رقم Deglet Noor، در بررسی‌های مزرعه‌ای در باغات بخش مرکزی عراق علاوه بر درختان نر عادی، تعداد محدودی درخت نر دیده شدند که گل‌های دوجنس مشخص داشتند. گل‌آذین‌های نر و نیز گل‌های نر این درختان دوجنس شبیه گل‌آذین‌ها و گل‌های درختان نر عادی بودند؛ اما این گل‌های دوجنس، سه برچه توسعه‌یافته داشتند که مشابه با برچه‌های گل ماده بودند و در صورت ادامه رشد، تعدادی میوه پارتنوکارپ روی این درختان تشکیل می‌شدند. این میوه‌ها شبیه میوه‌های پارتنوکارپ عادی تولیدشده در درختان ماده بدون گرده‌افشانی بودند. این میوه‌ها به‌طور معمول روی گل‌آذین‌های ایجادشده در مراحل پایانی گل‌دهی تشکیل

(1980). تنها اعضای *Phoenix*، *coryphoid* و *Nypa* مادگی جدا برچه دارند. برخی اعضای *Phoenix* و *coryphoid*، سه گلبرگ جدا و شش پرچم جدا دارند؛ در صورتی که سایرین، گلبرگ‌های پیوسته و پرچم‌های متصل به گلبرگ‌ها دارند. گونه‌های مختلف *coryphoid* گل‌های کامل تک‌جنسی یا دوجنسی دارند. *Phoenix* گل‌های دوریخت دارد. به نظر می‌رسد اعضای دو گروه *phoenicod* و *caryphoid*، با توجه به داشتن برخی صفات اجدادی، نسبت به انواع دیگر تیره خرما به هم نزدیک‌تر هستند. تیره خرما یا *Arecaceae* گروهی بزرگ با اعضای متفاوت از نظر ریخت‌شناسی است. Moore (۱۹۷۳) بر اساس ویژگی‌های ریختی و پراکنش جغرافیایی، این تیره را به ۱۵ گروه تاکسونومیک مجزا تقسیم کرد که یکی از گروه‌های آن خرماهای *phoenicoid* هستند که حدود ۱۷ گونه در یک جنس منفرد *Phoenix* دارند (De Manson and Tisserat, 1982). در تیره خرما برعکس بیشتر نهان‌دانگان، دوریختی جنسی هم در سطح گیاه و هم در سطح گل به‌طور وسیعی دیده می‌شود (Castaño et al., 2016). در *P. dactylifera* این وضعیت دوجنسی که هم در گیاه (دوپایه) و هم در گل‌ها دیده می‌شود، در رقم Deglet Noor و برخی دورگه‌های آن مطالعه شده‌اند (De Manson and Tisserat, 1982; Kgazal et al., 1990). به‌رحال شرح این پژوهشگران درباره وضعیت دوجنسی گل‌ها تا حدودی متفاوت است. برخی از آنها گزارش کردند برخی درختان گل‌های دوجنس تولید می‌کنند که گل‌آذین‌های

می‌دهد.

اگرچه در سال‌های اخیر پژوهش‌های جدیدی بر برخی ایدیوبلاست‌های (ایدیوبلاست‌های دارای تانن یا فنلیک‌ها، رافیدها یا اسکلریدها) برخی جنس‌های این تیره انجام شده‌اند (Reis *et al.*, 2012; Castaño *et al.*, 2014) مطالعه‌شده به پژوهش‌های Mason De و Tisserat در سال ۱۹۸۰ بر رقم Deglet Noor منحصر می‌شود که تنها این ساختارها را در برچه گزارش کردند. در این بررسی، ساختارهای فنلی در بخش‌های مختلف گل ماده و نر دیده شدند؛ اما اسکلریدها (برای اسکلریدها) و رافیدها تنها در بخش بالایی برچه‌ها (در محل کلاله، مجرای عبور لوله و ...) مشاهده شدند.

ایدیوبلاست‌ها در بافت‌ها و اندام‌های مختلف گیاهان از خزه‌گیان تا نهان‌دانگان وجود دارند و براساس ویژگی‌های ریخت‌شناختی به سه گروه ترشچی (excretory)، شبه‌تراکئید (Tracheoid) و اسکلرانشیمی (sclerenchymatous) تقسیم می‌شوند. بررسی انواع سلول‌های ترشچی، روغن‌دار، موسیلاژی، خاری، تاننی، میروزینی یا کریستالی و نیز بررسی انواع آنها براساس نوع عمل، به‌ویژه نوع اول درخور توجه است؛ زیرا آنها محل تجمع متابولیت‌های مهمی هستند که ممکن است در صنعت یا پزشکی استفاده شوند؛ بنابراین نشانه‌هایی برای پیشرفت‌های زیست‌فناوری هستند. گزارش مشخصی درباره نقش این ساختارها وجود ندارد. دلیل کاهش مطالعات بر این ساختارها قرارگرفتن آنها در بافت‌های عمقی گیاه یا پیچیده‌بودن تشخیص آنها از سلول‌های دیگر و نیز

می‌شدند. این پژوهشگران گزارش کردند درختان نر و ماده عادی، زواید زایشی گل دیگر را به‌صورت ابتدایی (پرچم‌های مقدماتی در گل ماده و برچه‌های مقدماتی در گل نر) داشتند. De Mason و Tisserat (۱۹۸۰) گزارش کردند همه گل‌های نر، برچه کاذب دارند و این برچه‌ها به میوه پارتنوکارپ تبدیل می‌شوند؛ اما Kgazal و همکاران (۱۹۹۰) این نتایج را رد کردند. به‌هرحال در رقم مطالعه‌شده (مضافتی) چنین وضعیتی دیده نشد. در این رقم، در گل‌های نر، سه برچه به‌صورت ابتدایی (پیستیلود) و در گل‌های ماده، ضمائم پرچم‌مانند (استامینود) دیده شدند؛ اما این زواید ابتدایی به پرچم یا برچه زایای دارای دانه سازمان نمی‌یابند.

گل‌آذین‌ها یک پیش‌برگ احاطه‌کننده و تعدادی محور گل‌دهنده دارند که روی یک محور پهن قرار دارند. هر دو گل نر و ماده، بدون دم گل هستند. هر محور گل‌دهنده در گل‌آذین‌های ماده گل‌های کمتری دارد و محورهای گل‌دهنده در زمان شکوفایی در مقایسه با نوع نر، کم‌وبیش راست هستند. گل‌آذین‌های نر، متراکم هستند و گل‌ها و محورهای گل‌دهنده‌ای دارند که در زمان شکوفایی، لرزان هستند. نتایج مطالعات پژوهشگران یادشده درباره ساختار گل‌آذین نیز مشابه نتایج پژوهش حاضر هستند؛ با این تفاوت که De Manson و Tisserat در سال ۱۹۸۰ گزارش کردند در هر سال تنها ۵ تا ۱۰ گل‌آذین روی هر گیاه تشکیل می‌شوند؛ اما براساس نتایج پژوهش حاضر، هر درخت بالغ نر به‌طور میانگین ۲۰ و هر پایه بالغ ماده حدود ۱۳ اسپات در هر سال تشکیل

داده‌اند تانن‌های گیاهی ویژگی ضدویروسی قوی دارند (Ueda *et al.*, 2013)؛ بنابراین به نظر می‌رسد این ترکیبات با تجمع و رسوب پروتئین‌های پاتوژن‌ها نقش مشابهی در گیاهان نیز داشته باشند.

سپاسگزاری

نگارندگان از همکاری گروه زیست‌شناسی و معاونت پژوهشی دانشگاه شهید باهنر کرمان در انجام پژوهش حاضر و همچنین از خانواده قلعه خانی برای در اختیار گذاشتن درختان خرما سپاسگزاری می‌کنند.

منابع

- Adam, H., Jouannic, S., Escoute, J., Duval, Y., Verdeil, J. L. and Tregear, J. W. (2005) Reproductive developmental complexity in the African oil palm (*Elaeis guineensis*, Arecaceae). *American Journal of Botany* 92(11): 1836-1852.
- Adam, H., Jouannic, S., Morcillo, F., Verdeil, J. L., Duval, Y. and Tregear, J. W. (2007) Determination of flower structure in *Elaeis guineensis*: do palms use the same homeotic genes as other species? *Annals of Botany* 100(1): 1-12.
- Al-Khayri, J. M., Jain, S. M. and Johnson, D. V. (Eds.) (2015) Date palm genetic resources and utilization. Vol. 2: Asia and Europe. Springer, Dordrecht.
- Askgaard, A., Stauffer, F. W., Hodel, D. R. and Barfod, A. S. (2008) Floral structure in the neotropical palm genus *Chamaedorea* (Arecoideae, Arecaceae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 65: 197-210.
- Barfod, A. S. and Uhl, N. W. (2001) Floral development in *Aphandra* (Arecaceae). *American Journal of Botany* 88(2): 185-195.

مشکلات فیزیکی اندام‌های هدف تشریح شده به صورت سه‌بعدی است (Hara *et al.*, 2015). تانن‌ها از نظر ساختاری پیچیده‌ترین گروه پلی‌فنل‌ها هستند و به تانن‌های هیدرولیزشدنی، پروآنتوسیانین‌ها (تانن‌های متراکم) و فلوروتانن‌ها گروه‌بندی می‌شوند. گیاهان غنی از تانن از نظر سنتی در صنعت چرم‌سازی استفاده می‌شدند و نام آنها مشتق از توانایی برای پیوندشدن با پروتئین‌ها و رسوب آنها است. اگرچه عمل ایدیوبلاست‌ها هنوز خیلی مشخص نیست، برخی پژوهش‌ها آنها را ذخیره‌گاه مواد زاید متابولسمی می‌دانند؛ همچنین خاصیت دفاعی دارند و در مهار گیاه‌خواری نقش دارند (Robil and Tolentino, 2015; Suvanto *et al.*, 2017).

برخی پژوهشگران گزارش کردند ایدیوبلاست‌های دارای رافید (از جنس اگزالات کلسیم) برای حشرات و لارو آنها مضر هستند. آنها ممکن است شکل‌های ذخیره کلسیم و اگزالات اسید باشند و در نتیجه در بازجذب کلسیم اگزالات در زمان کاهش کلسیم نقش دارند. حضور یا نبود انواع مختلف آنها برای طبقه‌بندی ارزشمند است (Prychid and Rudall, 1999; Barfod and Rezanejad .Uhl, 2001) (۲۰۰۷) بیان کرد وجود کریستال‌های کلسیم اگزالات در بساک گل اطلسی در جلب حشرات گرده‌افشان و نیز به دلیل داشتن کلسیم در رویش لوله گرده مؤثر است. به نظر می‌رسد اسکلریدها نقش استحکامی و ترکیبات فنلی، هم نقش حفاظتی دارند و هم در جلب گرده‌افشان‌ها در شرایط گرده‌افشانی با حشرات مؤثرند.

برخی مطالعات بر ویروس‌های انسانی نشان

- Benamor, B., Boughediri, L. and Chala, A. (2014). Selection of male date palms (*Phoenix dactylifera* L.) at Daouia station (Oued Souf, Algeria). *Advances in Environmental Biology*. 29-37.
- Castaño, F., Marquínez, X., Crèvecoeur, M., Collin, M., Stauffer, F. W. and Tregear, J. W. (2016) Comparison of floral structure and ontogeny in monoecious and dioecious species of the palm tribe Chamaedoreae (Arecaceae; Arecoideae). *International Journal of Plant Sciences* 177(3): 247-262.
- Castaño, F., Stauffer, F., Marquínez, X., Crèvecoeur, M., Collin, M., Pintaud, J. C. and Tregear, J. (2014) Floral structure and development in the monoecious palm *Gaussia attenuata* (Arecaceae; Arecoideae). *Annals of Botany* 114(7): 1483-1495.
- Chan, Y., Lim, A. and Saw, L. (2011) Reproductive biology of the endangered and endemic palm *Johannesteijsmannia lanceolata* (Arecaceae). *Journal of Tropical Forest Science* 23: 213-221.
- De Manson, D. A. and Tisserat, B. (1980) The occurrence and structure of apparently bisexual flowers in the date palm, *Phoenix dactylifera* L. (Arecaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 81(4): 283-292.
- De Manson, D. A. and Tisserat, B. (1982) Floral development in *Phoenix dactylifera*. *Canadian Journal of Botany* 60(8): 1437-1446.
- Dransfield, J., Uhl, N. W., Asmussen, C. B., Baker, W. J., Harley, M. M. and Lewis, C. E. (2005) A new phylogenetic classification of the palm family, Arecaceae. *Kew Bulletin* 60: 559-569.
- Ehteshami, S., Zahedi, S. M., Daneshvar Hakimi Meybodi, N. and Khazaei, M. (2017) An introduction to Iran palms: types, usage and production problems. *Azarian Journal of Agriculture* 4(2): 46-53.
- Hara, T., Kobayashi, E., Ohtsubo, K., Kumada, S., Kanazawa, M., Abe, T., Itoh, R. D. and Fujiwara, M. T. (2015) Organ-level analysis of idioblast patterning in *Egeria densa* Planch. leaves. *PloS one* 10(3): e0118965.
- Kgزال, M., Salbi, M., Alsaadawi, I., Fattah, F. and Al-Jibouri, A. (1990) Bisexuality in date palm in Iraq. *Journal of Islamic Academy of Sciences* 3(2): 131-133.
- Lloyd, F. E. (1910) Development and nutrition of the embryo, seed and carpel in the date, *Phoenix dactylifera* L. *Missouri Botanical Garden Annual Report*: 103-164.
- Marsafari, M. and Mehrabi, A. A. (2013) Molecular identification and genetic diversity of iranian date palm (*Phoenix dactylifera* L.) Cultivars using ISSR and RAPD markers. *Australian Journal of Crop Science* 7(8): 1160-1166.
- Moore, H. E. (1973) The major groups of palms and their distribution. *Gentes Herb* 11: 27-141.
- Perera, P. I., Hoher, V., Weerakoon, L. K., Yakandawala, D., Fernando, S. C. and Verdeil, J. L. (2010) Early inflorescence and floral development in *Cocos nucifera* L. (Arecaceae: Arecoideae). *South African Journal of Botany*, 76(3), 482-492.
- Popenoe, P. (1973) The date palm. *Field Research Projects, Florida*.
- Prychid, C. J. and Rudall, P. J. (1999). Calcium oxalate crystals in monocotyledons: a review of their structure and systematics. *Annals of Botany*, 84(6), 725-739.
- Reis, S. B., Mello, A. C. and Oliveira, D. M. (2017) Pericarp formation in early divergent species of Arecaceae (Calamoideae, Mauritiinae) and its ecological and phylogenetic importance. *Plant Systematics and Evolution* 303(5): 675-687.
- Reis, S. B., Mercadante-Simões, M. O. and Ribeiro, L. M. (2012) Pericarp development in the macaw palm *Acrocomia aculeata* (Arecaceae). *Rodriguésia* 63(3): 541-549.

- Rezanejad, F. (2007) Differentiation of crystal-containing cells during anther development and crystal types in the anther of *Petunia hybrid grandiflora* (solanaceae). *Iranian Journal of Science and Technology (Sciences)* 31(3): 325-329.
- Rezanejad, F. and Shekari, M. (2016) Study of morphological and anatomical traits of female flower and fruit development in pistachio (*Pistacia vera*). *Iranian Journal of Plant Biology* 8(30): 75-88 (in Persian).
- Robil, J. L. M. and Tolentino, V. S. (2015) Histological localization of tannins at different developmental stages of vegetative and reproductive organs in *Medinilla magnifica* (Melastomataceae). *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 217: 82-89.
- Rudall, P. J., Abranson, K., Dransfield, J. and Baker, W. (2003) Floral anatomy in *Dypsis* (Arecaceae-Areaceae): a case of complex synorganization and stamen reduction. *Botanical Journal of the Linnean Society* 143(2): 115-133.
- Stauffer, F. W., Rutishauser, R. and Endress, P. K. (2002) Morphology and development of the female flowers in *Geonoma interrupta* (Arecaceae). *American Journal of Botany* 89(2): 220-229.
- Suvanto, J., Nohynek, L., Seppänen-Laakso, T., Rischer, H., Salminen, J. P. and Puupponen-Pimiä, R. (2017) Variability in the production of tannins and other polyphenols in cell cultures of 12 Nordic plant species. *Planta* 246(2): 227-241.
- Tomlinson, P. B. (1990) *The structural biology of palms*. Oxford University Press, Oxford.
- Ueda, K., Kawabata, R., Irie, T., Nakai, Y., Tohya, Y. and Sakaguchi, T. (2013) Inactivation of pathogenic viruses by plant-derived tannins: strong effects of extracts from persimmon (*Diospyros kaki*) on a broad range of viruses. *PloS one* 8(1): e55343.
- Uhl, N. W. (1988) Floral organogenesis in palms. Floral development. In: *Proceeding of the double symposium of floral development: evolutionary aspects and special topics*, 14th international Botanical Congress, Berlin (West), Germany.
- Uhl, N. W. and Moore Jr, H. (1980) Androecial development in six polyandrous genera representing five major groups of palms. *Annals of Botany* 45(1): 57-75.
- Uhl, N. W. and Dransfield, J. (1984) Development of the inflorescence, androecium and gynoecium with reference to palms. In: *Contemporary problems in plant anatomy* (Eds. White, R. A. and Dickinson, W. C.) 397-449. New York Academic Press, New York.