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

Archive of SID

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 *Pleonanthy* 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 hided 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 gynocium 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 oxalat, khorma, pollen, phenolic compounds, spathe

* Corresponding Author: frezanejad@uk.ac.ir

Copyright©2018, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/BY-NC-ND/4.0), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they cannot change it in any way or use it commercially.

www.SID.ir

زیست‌شناسی گیاهی ایران، سال نهم، شمارهٔ سی و پنجم، بهار ۱۳۹۷، صفحهٔ ۱۶-۱
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۷/۲۳
تاریخ بازنگری: ۱۳۹۶/۱۰/۰۵
تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۶/۱۱/۱۴

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

فرخنده رضانژاد *، حمیده قلعه خانی
گروه زیست‌شناسی، دانشکدهٔ علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

چکیده

رقم مضافتی خرما (*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 تیرهٔ 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 *Pleonanthy* است که در آن، با رشد رویشی شاخسارهٔ منفرد، انشعابات گلی در زاویهٔ برگ‌ها تشکیل می‌شوند. مراحل اولیهٔ نمو گل‌های نر و ماده هنگامی انجام می‌شوند که هنوز اسپات‌ها نهان هستند و در زاویهٔ 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 نرماده به تک‌جنس و گیاهان دوپایه اشاره می‌کند. لایهٔ مغذی، تک‌هسته‌ای و ترشحی است و تجزیهٔ لایهٔ میانی در مقایسه با تیپ علف هفت‌بند دیرتر و در مراحل اولیهٔ نمو دانه‌های گرده انجام می‌شود. در اطراف رابط بساک، ایدیوبلاست‌های فنل‌دار تمایز می‌یابند که میزان و اندازهٔ آنها در بلوغ افزایش و به محل شکوفایی امتداد می‌یابند. دانه‌های گردهٔ بالغ، کشیده، بیضی و تک شیاری هستند. مادگی، سه‌برچه‌ای جدا است که یکی از برچه‌ها به میوه تمایز می‌یابد و آثار دو برچهٔ دیگر ممکن است همراهٔ میوهٔ بالغ دیده شود. تخمک واژگون، دوپوسته‌ای، دارای اسکلرید و ایدیوبلاست‌های حاوی بلورهای کلسیم اگزالات (رافید) و فنلیک‌ها با اندازهٔ متفاوت است.

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

* نگارندهٔ مسؤول: نشانی پست الکترونیک: frezanejad@uk.ac.ir، شمارهٔ تماس: ۰۳۴۳۳۲۵۷۴۳

Copyright©2018, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/BY-NC-ND/4.0), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they cannot change it in any way or use it commercially.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

Phoenix. Dactylifera L. از مهم‌ترین گونه‌های اقتصادی در تیرهٔ آرکاسه (Arecaceae) و جنس خرما و یکی از قدیمی‌ترین محصولات کاشته‌شده است. احتمالاً نام گیاه‌شناسی آن، از نام فینیقی Phoenix به‌معنی خرما، و dactylifera، از واژهٔ یونانی daktulos، به‌معنی انگشت، نشان‌دهندهٔ 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 گونهٔ 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. ازنظر 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 ژرم‌پلاسم خرما را دارد که بین آنها ارقام مختلف، با درجهٔ پاسخ متفاوت به انواع تنش‌ها موجود هستند. بدین‌منظور، استفاده از ارقام مقاوم به تنش‌های زنده و غیرزنده و دارای ویژگی‌های مطلوب کمّی 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 به‌صورت تازه خورده شود و به‌دلیل اندازهٔ بزرگ، طعم خوشمره و شکل زیبای میوه درخورتوجه است. این رقم به‌طور اصلی در استان کرمان به‌ویژه در بم، جیرفت، کهنوج، شهداد و نرماشیر کشت می‌شود (Ehteshami *et al*., 2017). باوجود محدودیت تجربی به‌دلیل اندازهٔ بزرگ، تیرهٔ خرما (Arecaceae) از گیاهان درخورتوجه ازنظر پژوهش‌های زیست‌شناسی نموی است. ویژگی کلیدی این تیره، وجود یک مریستم رأسی رویشی منفرد است که ساختار روی‌زمینی گیاه کامل را بنیان‌گذاری می‌کند. خرماها همچنین ویژگی‌های جالبی ازنظر 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 خانوادهٔ خرما و در سایر گروه‌های تک‌لپه‌ای و نیز به‌طورکلی در نهان‌دانگان، کلیدی هستند (Adam *et al*., 2005). پژوهش‌های دقیق ریختی و تشریحی در مدت نمو، به‌ویژه برای فهم پژوهش‌های فیزیولوژیک مربوط به کنترل جنسیت در این تیره مهم هستند. همچنین چگونگی تأثیر موادی مانند اکسین و جیبرلین تنظیم‌کنندهٔ جنسیت بر مراحل نموی گل‌ها در شرایط مختلف در حالت

Archive of SID

www.SID.ir

vitro in و *vivo in* مهم است (De Manson and Tisserat, 1980). باتوجه‌به دلایل گفته‌شده و نیز پژوهش‌های منتشر شدهٔ اندکی که بر ساختار گل این گیاه مهم ازنظر 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 ازقام مهم به شمار می‌رود.

Dransfield و همکاران (۲۰۰۵) تیرهٔ 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 شاخسارهٔ گونه‌های مختلف خرما دیده شوند (Tomlinson, 1990) که عبارتند از: ۱- *Hapaxanthy* که به شاخسارهٔ منفردی گفته می‌شود که در آن گذر سریع و ناگهانی به گل‌دهی وجود دارد؛ بدین‌صورت‌که شاخه‌های گل‌دهنده پس از توقف رشد رویشی به‌میزان زیادی تشکیل و توسعه می‌یابند. با توجه به اینکه تنها یک شاخسارهٔ منفرد در رأس این نوع خرما وجود دارد؛ بنابراین چرخه یا دورهٔ گل‌دهی کوتاه است. شاخساره‌های هاپازانتیک در ۵ درصد خرماها وجود دارند و ۲- *Pleonanthy* که به شاخسارهٔ منفردی گفته می‌شود که در آن شاخه‌های گل‌دهنده (گل‌آذین‌ها) در زاویهٔ برگ‌های رویشی ظاهر می‌شوند و همچنان‌که گیاه خرما و شاخسارهٔ انتهایی آن به توسعهٔ رویشی خود ادامه می‌دهند، این شاخه‌های پلئونانتیک نیز تولید می‌شوند؛ بنابراین دورهٔ گل‌دهی به‌طور مداوم در سالیان ادامه می‌یابد یا به‌عبارتی نامحدود است. این وضعیت در ۹۵ درصد همهٔ گونه‌های خرما دیده می‌شود (Adam *et al*., 2005). بررسی‌های متعددی بر تکوین (اونتوژنی) گل خرماها شامل گونه‌های *Ptychosperma* (Adam *et al*., 2007)، چندین جنس تبار Phytelepheae (Barfod and Uhl, 2001; Dransfield *et al*., 2005)، گونهٔ *Hyophorbe indica*، تعدادی جنس‌های پلی‌آندروس (Uhl and Moore Jr, 1980)، جنس *Eugeissona* (Uhl and Dransfield, 1984)، برخی گونه‌های تبار Cocoseae (Uhl, 1988; Perera *et al*., 2010)، گونهٔ *Geonoma interrupta* (Stauffer *et al*., 2002)، جنس *Dypsis* (Rudall *et al*., 2003)، *Elaeis guineensis* (Adam *et al*., 2005)، جنس *Chamaedorea* (Askgaard *et al*., 2008; Reis *et al*., 2017)، گونهٔ *Johannesteijsmannia lanceolate* (Chan *et al*., 2011) و گونهٔ *Gaussia attenuate* (Castaño *et al*., 2016) انجام شده‌اند. به‌هرحال پژوهش‌ها بر خرما (*P. dactylifera*) اندک هستند و به بررسی‌ها بر ریخت‌شناسی گل‌های نر و مادهٔ برخی ارقام و هیبریدهای آمریکا (De Manson and Tisserat, 1980)، دوجنسی‌بودن برخی گل‌آذین‌ها و گل‌ها و نمو گل هیبرید Deglet (De Manson and Tisserat, 1982; Noor 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 ایدیوبلاست‌های دارای تانن، فنلیک‌ها، رافیدها یا اسکلریدهای برخی جنس‌های دیگر این تیره در سال‌های گذشته انجام شده‌اند، بررسی گونهٔ

Archive of SID

www.SID.ir

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 دربارهٔ وجود یا نبود آنها در پرچم دیده نشده است؛ بنابراین، هدف دیگر پژوهش حاضر، بررسی این ساختارهای ویژه در گل‌های نر و مادهٔ رقم یادشده است.

مواد و روش‌ها

نخل خرما (*P. dactylifera*) گیاهی دوپایه از تیرهٔ Arecaceae است که گل‌آذین‌های نر و مادهٔ آن درون چمچه‌های (اسپات‌های) لیگنینی‌شده قرار دارند. هردو اسپات نر و ماده بسته به زیستگاه از اواخر بهمن تا اردیبهشت از زاویهٔ برگ‌ها خارج می‌شوند. در این مراحل، حتی زمانی‌که تنها نوک اسپات به‌صورت جزئی از زاویهٔ برگ درحال خروج است، گل‌ها تقریباً بالغ هستند و مراحل اولیهٔ 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، درحال انجام است و در پژوهش‌های بعدی، مراحل نموی بررسی خواهند شد. هیچ بررسی دقیقی بر مراحل نموی اسپات‌ها انجام نشده است؛ اما به نظر می‌رسد مراحل نموی، بیش از یک سال ادامه داشته باشند و سپس اسپات‌ها خارج می‌شوند.

نمونه‌های بررسی‌شده در پژوهش حاضر، اسپات‌های نر و مادهٔ رقم مضافتی درحال خروج و نیز خارج‌شده از زاویهٔ برگ بودند که از باغات خرما واقع در روستای قاسم‌آباد نرماشیر شهرستان بم در جنوب شرقی استان کرمان جمع‌آوری شدند.

نمونه‌برداری از زمانی‌که نوک اسپات‌ها ظاهر شد تا زمانی‌که اسپات‌ها به‌طور کامل باز شدند، به‌شکل کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) در قالب بلوک کاملاً تصادفی انجام شد. در هربار 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 مطالعهٔ تعداد کل اسپات‌های خارج‌شده از زاویهٔ برگ‌ها بررسی شدند و میانگین تعداد اسپات‌ها حساب شد.

برای پژوهش‌های ریختی، اسپات‌های نهان در زاویهٔ برگ که تنها نوک آنها مقداری بیرون آمده بود، اسپات‌های بیرون‌آمدهٔ 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 مطالعهٔ ساختار تشریحی گل، نمونه‌ها در تثبیت‌کنندهٔ FAA (اتانول ۷۰ درصد، استیک اسید خالص و فرمالدهید تجاری ۳۷ درصد به‌ترتیب ۹۰، ۵ و ۵ میلی‌لیتر) تثبیت و با روش‌های معمول سلول - بافت‌شناختی؛

Archive of SID

www.SID.ir

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

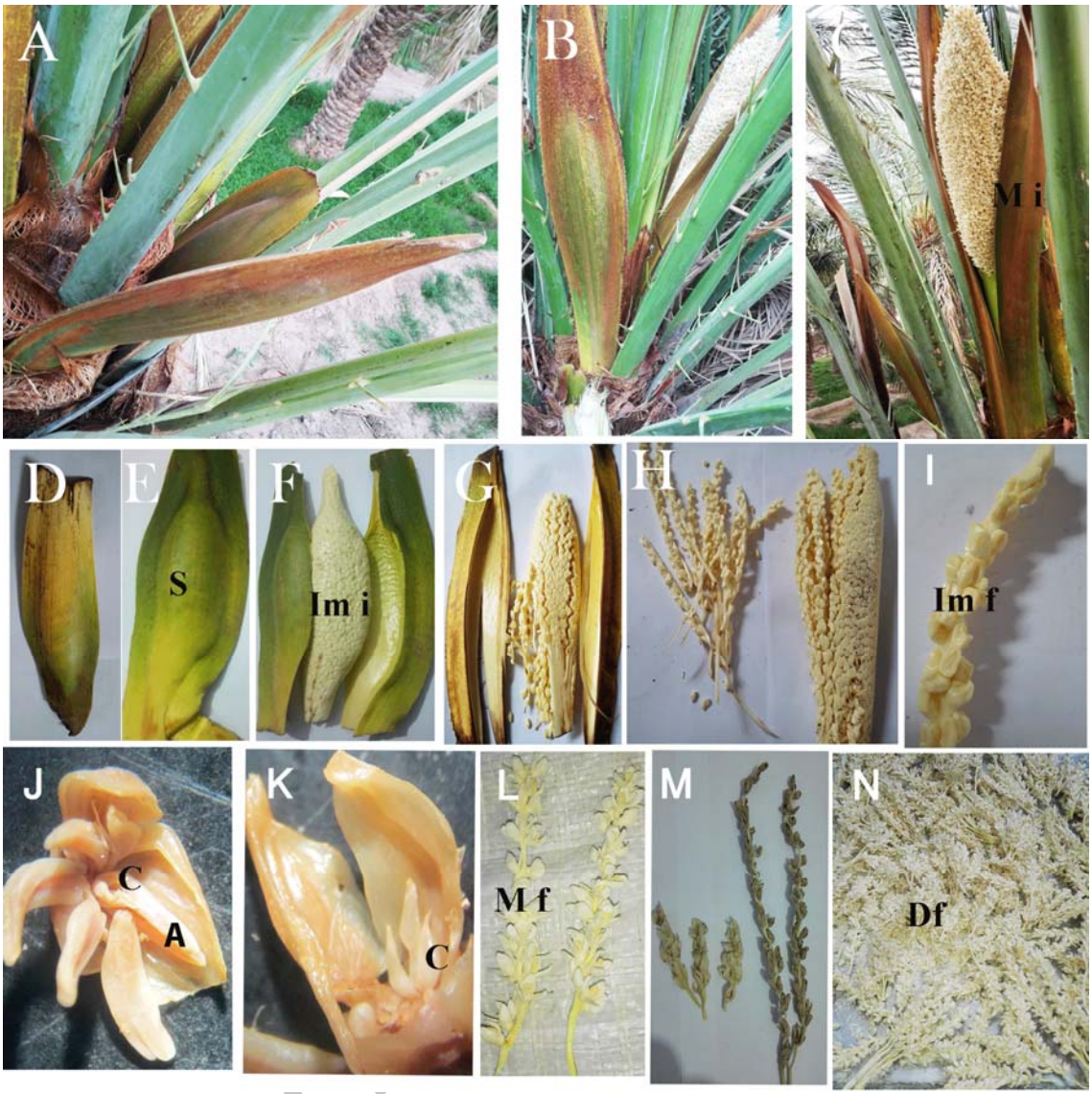
نتایج

ریخت‌شناسی گل‌آذین و گل‌های نر و ماده در خرما: هردو گل‌آذین نر و ماده یک پیش‌برگ احاطه‌کننده و تعدادی محور گل‌دهنده دارند که روی یک محور پهن قرار گرفته‌اند. پیش‌برگ احاطه‌کنندهٔ گل‌آذین‌ها ساختاری چوبی، سخت و سبزرنگ دارد و چمچه (اسپات) نامیده می‌شود. چمچه‌ها در مراحل مختلف نموی در زاویهٔ برگ‌ها و ساقه دیده می‌شوند (شکل‌های ۱-A تا C و۲-A تا F)؛ بنابراین، ساختارهای زایشی، کناری هستند و بخش انتهایی رشدونمو رویشی را به عهده دارند. درون هر اسپات تعداد زیادی محور (شاخه) گل‌دهندهٔ گل‌های بدون دمگل به‌صورت گل‌آذین سنبله دیده می‌شوند. آغاز نمایان‌شدن 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 هردو نوع اسپات نر و ماده تشکیل شده‌اند (شکل‌های ۱-A تا N و ۲-A تا F). اسپات‌های نر زودتر ازاسپات‌های ماده از زاویهٔ برگ‌ها خارج می‌شوند. به‌طور میانگین در هر اسپات ماده حدود ۱۰۰ و در هر اسپات نر حدود ۱۵۰ محور گل‌دهنده تشکیل می‌شوند. هر شاخهٔ گل‌دهنده (گل‌آذین منفرد) ماده حدود ۱۵ تا ۲۰ گل و سنبلهٔ (شاخه) نر حدود ۲۰ تا ۲۵ گل دارد که در سنبلهٔ نر، گل‌ها به‌صورت متراکم روی سنبله قرار دارند. هر درخت بالغ نر میانگین۲۰ و هر پایهٔ بالغ ماده حدود ۱۳ اسپات در هر سال تشکیل می‌دهد. اسپات‌ها در ابتدا سبزرنگ و در ادامهٔ 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 پایهٔ نر بین ۲۰ تا ۷۰ سانتی‌متر متغیر است (شکل‌های ۱-A تا G و ۲-A تا E).

هر گل نر سه کاسبرگ پیوسته، سه گلبرگ، شش پرچم و سه برچهٔ رشدنیافتهٔ عقیم دارد (شکل‌های ۱-J تا L، ۳-A تا B و ۴-B) (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 ۱-A، M و N). هنگام گرده‌افشانی حدود ۵ محور گل‌دهنده (گل منفرد) لابه‌لای محورهای گلی گل‌آذین ماده قرار داده می‌شوند و مجموعهٔ آنها بسته می‌شود (شکل‌های ۲-F و G). به‌طور معمول گل‌آذین‌های نر اضافی برای استفاده در سال بعد نگهداری می‌شوند (گاهی به‌دلایل متعدد ازجمله 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 ۲-H تا J و ۵-A) که در پیرامون برچه‌ها، آثار سه پرچم عقیم

Archive of SID

www.SID.ir



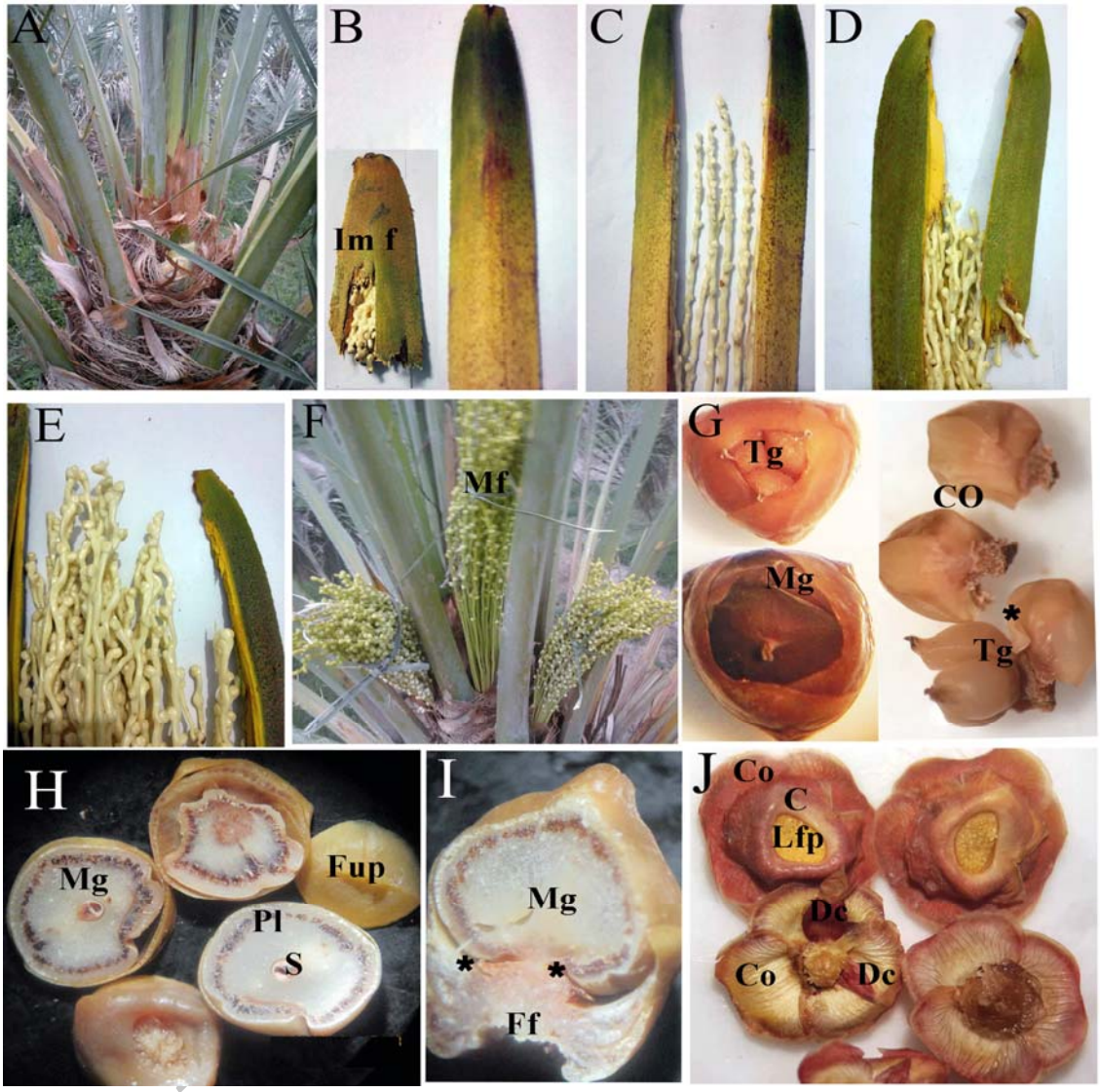
شکل ۱- ساختار پیش‌برگ (چمچه یا اسپات)، گل‌آذین و گل در پایهٔ نر خرما (*P. dactylifera*) رقم مضافتی در دوره‌های نموی مختلف: A تا C (گل‌آذین‌های احاطه‌شده با اسپات در مراحل مختلف نمو (به‌صورت اسپات بسته و باز) در زاویهٔ برگ‌ها)، D و E (چمچه‌های جوان)، F و G (اسپات شکافته‌شده و محور گل‌آذین و محورهای گل‌دهندهٔ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

(استامینودها) به‌صورت زواید مثلثی‌شکل کوچک دیده می‌شوند (شکل‌های ۳-G تا I). در نمو گل، تنها یکی از برچه‌ها رشد می‌کند و به میوه تبدیل می‌شود و دو برچهٔ دیگر در مدت نمو تحلیل می‌روند و بقایای آنها به‌صورت رشدنیافته حتی در مراحل پایانی میوه و پس از جداشدن میوه دیده می‌شوند (شکل‌های ۲-G و J 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 قاعدهٔ میوهٔ درحال نمو به‌صورت پایا،

www.SID.ir

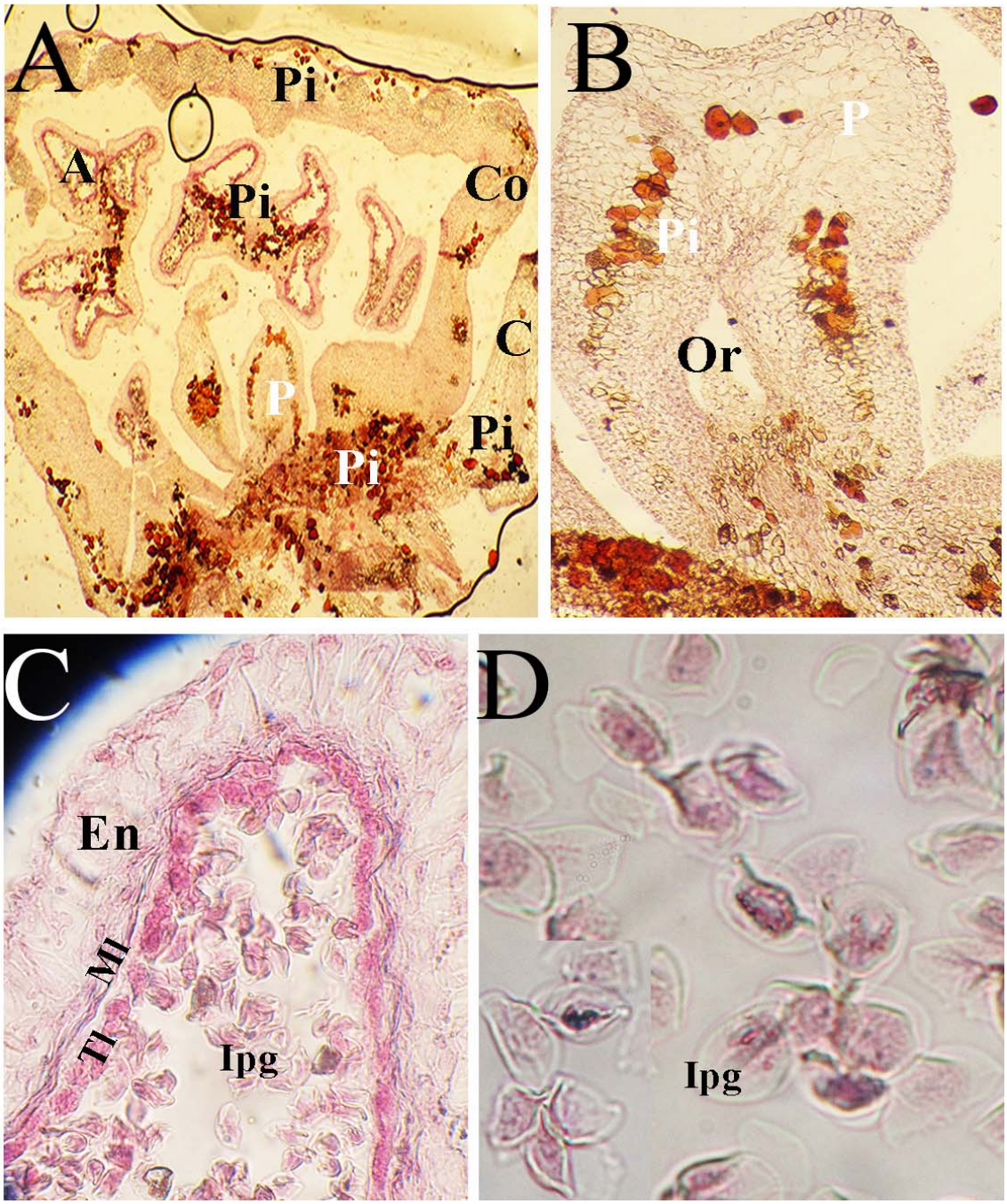
ضخیم و قرمزرنگ دیده می‌شود (شکل‌های ۱-K تا N و ۲-H تا J).

بررسی تشریحی گل نر و ماده و سلول‌های ویژه‌شدهٔ آنها در خرما: در گل نر علاوه‌بر 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).



شکل۲- ساختار اسپات، گل‌آذین و گل در پایهٔ مادهٔ خرما (*P. dactylifera*) رقم مضافتی در دوره‌های نموی مختلف: A (محل جداشدن برگ بالغ و گل‌آذین واقع در زاویهٔ آن)، B تا E (اسپات‌ها در مراحل مختلف نموی)، F (گل‌آذین پس از گرده‌افشانی، محورهای گل‌دهندهٔ بالغ در لابلای گل‌آذین ماده)، G (ساختار گل جوان، مادگی جدابرچه و آثار پرچم رشدنیافته (استامینود) که با ستاره مشخص شده‌اند.)، H تا J (ساختار گل بالغ که تنها یک برچه به میوهٔ رشدیافته نمو یافته است: H (برش عرضی)، I (برش طولی گل بالغ با آثار پرچم‌های رشدنیافته که ستاره‌دار شده‌اند) و J (برچهٔ رشدیافتهٔ جداشده، جام گل، کاسبرگ‌های پایا و دو برچهٔ رشدنیافته روی کاسهٔ گل))؛ Imi (گل‌آذین نابالغ)، Mi (گل‌آذین بالغ)، Tg (مادگی سه‌برچه‌ای)، Mg (مادگی یک‌برچه‌ای (دو برچه تحلیل رفته‌اند))، Co (جام گل)، C (کاسهٔ گل)، Dc (برچهٔ تحلیل‌رفته (رشدنیافته))، Ff (گل ماده)، S (دانه)، Pl (لایهٔ فنل‌دار (دارای ایدیوبلاست‌های فنل‌دار)، Fup (بخش رأسی گل ماده (گل‌پوش به‌صورت هم‌پوشان با ظاهر پیوسته روی میوه را احاطه می‌کند.))

www.SID.ir



شکل ۳- ساختار گل و گرده در پایهٔ نر خرما (*P. dactylifera*) رقم مضافتی در برش طولی: A و B (ساختار دوجنسی گل با مادگی به‌صورت رشدنیافته (پیستیلود) در مرکز گل و ایدیوبلاست‌های فنلی در بخش‌های مختلف گل به‌صورت ذرات نارنجی‌رنگ)، C و D (ساختار دیوارهٔ بساک نشان‌دهندهٔ تاپی ترشحی، لایهٔ میانی درحال تحلیل و لایهٔ مکانیکی درحال تمایز و گرده‌های درحال نمو درون کیسهٔ گرده)؛ A (بساک)، Pi (ایدیوبلاست‌های فنل‌دار)، Co (جام گل)، C (کاسهٔ گل)، P (مادگی عقیم یا شبه‌مادگی (پیستیلوئید) در گل نر)، Or (بقایای تخمک)، En (لایهٔ مکانیکی)، Ml (لایهٔ میانی)، Tl (لایهٔ تغذیه‌ای)، Ipg (دانه‌های گردهٔ نابالغ)

در همهٔ اجزاء گل نر شامل محور گل، زیر اپیدرم بیرونی جام گل، در همهٔ بخش‌های نهنج، زیر اپیدرم برچه‌های ابتدایی و در اطراف دستهٔ آوندی (رابط) بساک، سلول‌های ویژه‌شده

www.SID.ir

(ایدیوبلاست‌های دارای ترکیبات فنلی) به‌فراوانی دیده می‌شوند. این بخش‌های دارای ترکیبات فنلی، با اندازه‌های مختلف به‌رنگ قرمز مایل به نارنجی دیده می‌شوند. در بساک، ایدیوبلاست‌ها تا محل شکوفایی بساک امتداد می‌یابند (شکل‌های ۳-A و B و ۴-A تا C). همان‌طورکه گفته شد حتی در مرحله‌ای که نوک چمچه از زاویهٔ برگ درحال ظهور است، مقداری از تمایز بساک انجام می‌شود؛ بنابراین در پژوهش حاضر، بساک‌ها در مرحلهٔ گردهٔ درحال نمو بودند (شکل‌های ۳-C و D) (برای بررسی مراحل قبل باید درخت خرما قطع و مراحل اولیهٔ نموی گل در درختان نر و ماده بررسی شوند که درحال انجام است). در این مرحله، لایهٔ تغذیه‌ای (تاپی) تک‌لایه در اطراف تترادهای گرده‌ای دیده می‌شود (شکل ۳-C). در ادامهٔ بلوغ و جداشدن میکروسپورهای جوان از تتراد و رشدونمو آنها، لایهٔ تغذیه‌ای (تاپی) در محل خود، تجزیه‌شدن را آغاز می‌کند و در همهٔ این مراحل، دانه‌های گرده در تماس با لایهٔ تاپی دیده می‌شوند (شکل‌های ۳-C و D و ۴-A، B وD)؛ بنابراین، همان‌طورکه در شکل‌ها دیده می‌شود، این لایه از نوع ترشحی است. در این مرحله، لایهٔ میانی موجود بین لایهٔ مکانیکی و لایهٔ تاپی تحلیل رفته است و آثاری از آن به‌صورت کم‌رنگ دیده می‌شود. در بلوغ گرده‌ای، لایهٔ مکانیکی رشد و تمایز را آغاز می‌کند و به‌صورت فیبری، اطراف کیسه‌های گرده دیده می‌شود (شکل‌های ۳-A و B و ۴-A). بساک‌های بالغ شکوفایی طولی دارند که در برخی شکل‌ها، تغییرات بافتی در محل تشکیل منفذ دیده می‌شوند (شکل‌های ۴-A و B). گرده‌های بالغ در حالت آبدار (هیدراته)، کروی‌شکل هستند (شکل ۴-E) و هنگام از دست دادن آب به‌صورت کشیده (پرولیت) و بیضی‌شکل دیده می‌شوند و یک شکاف طولی دارند (شکل ۴-F).

ساختار تشریحی گل جوان مادهٔ خرما نیز وجود سه برچهٔ جدا و گل‌پوش سه‌تایی را نشان داد که هنگام بلوغ، تنها یکی از برچه‌ها به میوه تبدیل می‌شود (شکل‌های ۲-G تا J و ۵-A). هر برچه، یک تخمک واژگون دوپوسته‌ای دارد که در بخش خورش آن، کیسهٔ رویانی درحال تشکیل است (شکل‌های ۵-B، E و G). کلاله، دوشاخه است و محل عبور لولهٔ گرده به‌صورت مجرا از کلاله تا حفرهٔ تخمدان امتداد دارد (شکل‌های ۵-D و E). در بخش انتهایی کلاله، سلول‌های پاپیل‌دار با رنگ‌پذیری بالا (احتمالاً دارای ترکیبات فنلی) دیده می‌شوند که با ایدیوبلاست‌های فنلی متفاوت هستند (شکل ۵-E). همچنین در بخش بالایی برچه، ایدیوبلاست‌های دارای کلسیم اگزالات (رافید) (شکل‌های ۵-B و E) و نیز اسکلریدها (شکل ۵-B) دیده می‌شوند. در بخش‌های مختلف برچه به‌ویژه در قاعده و طرفین برچه، ایدیوبلاست‌های دارای ترکیبات فنلی پراکنش دارند (شکل ۵-B تا E). این ایدیوبلاست‌های دارای ترکیبات فنلی، همچنین در مادگی رشدنیافتهٔ تشکیل‌شده در گل نر نیز دیده می‌شوند (شکل‌های ۳-A و B).

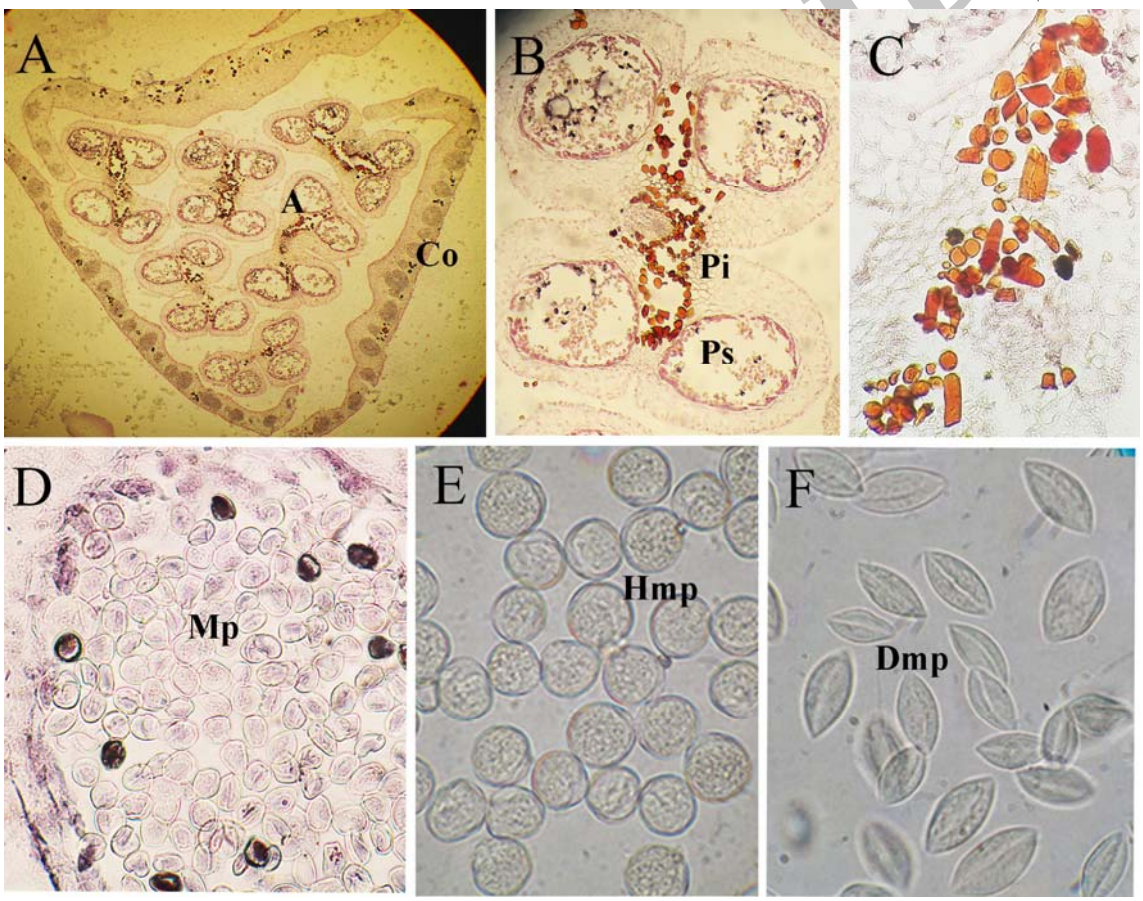
بحث

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

Archive of SID

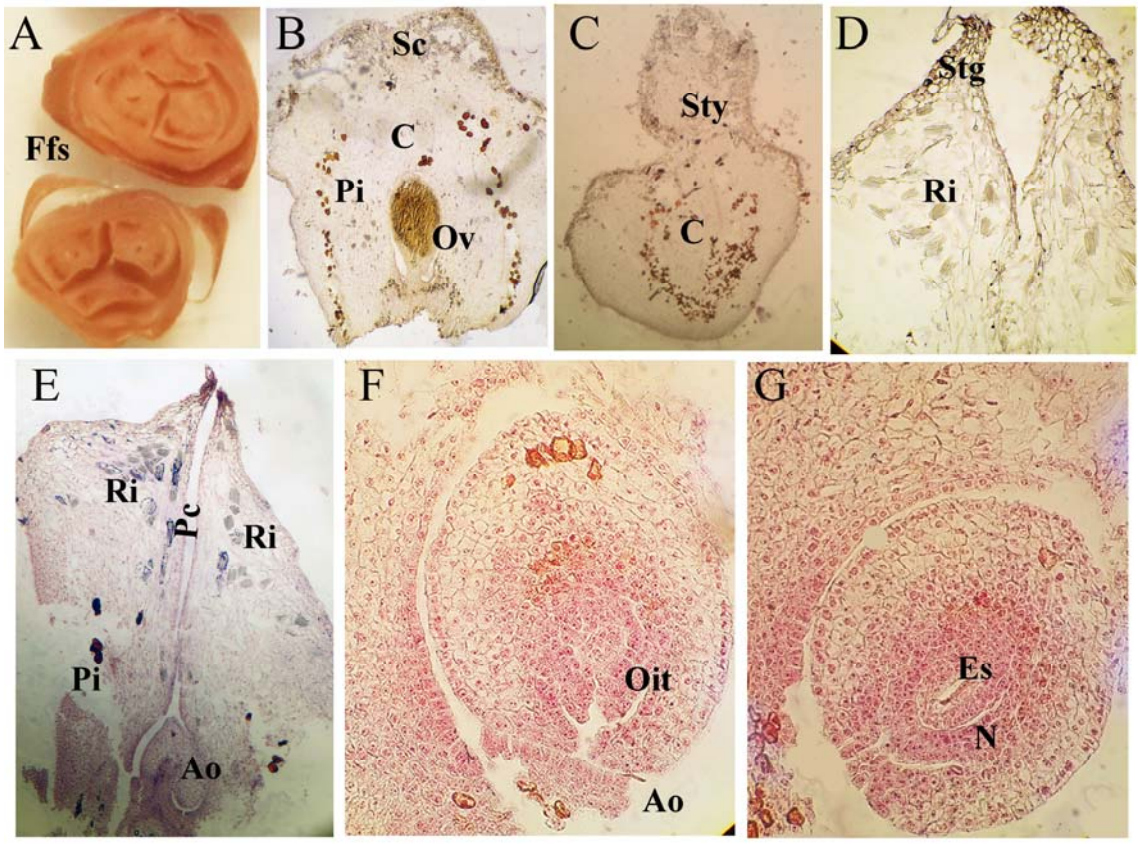
www.SID.ir

(تروپیکال) پراکنش دارند و ازسویی به‌دلیل بزرگی و تنومندبودن درختان، بررسی مراحل نمو گل و پیداکردن نمونه‌های مناسب زمان‌بر و پرهزینه است. گونه‌های تیرهٔ خرما به‌طور مشخص در ساختار گل‌آذین 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 guineensis*) نشان دادند نمو گل‌آذین، طولانی‌مدت است و در ۲ تا ۳ سال ادامه می‌یابد. برخی مراحل آن مانند نمو اولیهٔ مریستم گل‌آذین، 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 همان‌طورکه در بخش قبل گفته شد، دسترسی به



شکل ۴- ساختار گل و گرده در پایهٔ نر 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 درحال بلوغ)، Hmp (دانه‌های گردهٔ بالغ هیدراته)، Dmp (دانه‌های گردهٔ بالغ دهیدراته)

www.SID.ir



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 واژگون، مجرای لولهٔ گرده و کلالهٔ دوشاخه مشاهده می‌شوند.))، F و G (حالت دوپوسته‌ای تخمک)؛ Ff (گل ماده)، Sc (اسکلرید)، Pi (ایدیوبلاست‌های فنل‌دار)، C (برچه (بخش تخمدان))، Ov (تخمک)، Sty (خامه)، Stg (کلاله)، Ri (ایدیوبلاست‌های رافید (اگزالات کلسیم))، Pc (کانال لولهٔ گرده (مجرای خامه))، Oit (پوسته‌های تخمک)، Ao (تخمک واژگون)، N (خورش)، Es (کیسهٔ رویانی)

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

Moore معتقد است خرماهای گروه phoenicoid مانند نخل خرما مشابه coryphoid ویژگی‌های ابتدایی (Moore, 1973)؛ برای نمونه، گل‌آذین‌ها بین‌برگی هستند؛ یعنی شاخسارهٔ Pleonanthic دارند که در آن، شاخه‌های گل‌دهنده (گل‌آذین‌ها) در زاویهٔ برگ‌های رویشی ظاهر می‌شوند و همچنان‌که گیاه خرما به توسعهٔ رویشی خود ادامه می‌دهد، این شاخه‌های پلئونانتیک نیز تولید می‌شوند و گل‌آذین و گل ایجاد می‌کنند. در *Phoenix*، گل‌ها به‌صورت منفرد روی محور گل‌دهنده قرار دارند (ویژگی ابتدایی)؛ اما در coryphoid هم به‌صورت منفرد و هم به‌صورت 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 برچهٔ جدا داشته باشد (Uhl and Moore Jr,

Archive

www.SID.ir

(1980. تنها اعضای coryphoid، *Phoenix* و *Nypa* مادگی جدابرچه دارند. برخی اعضای coryphoid و *Phoenix*، سه گلبرگ جدا و شش پرچم جدا دارند؛ درصورتی‌که 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، باتوجه‌به داشتن برخی صفات اجدادی، نسبت به انواع دیگر تیرهٔ خرما به هم نزدیک‌تر هستند. تیرهٔ خرما یا Arecaceae گروهی بزرگ با اعضای متفاوت ازنظر ریخت‌شناسی است. Moore (۱۹۷۳) براساس 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 تیرهٔ 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). به‌هرحال شرح این پژوهشگران دربارهٔ وضعیت دوجنسی گل‌ها تا حدودی متفاوت است. برخی از آنها گزارش کردند برخی درختان گل‌های دوجنس تولید می‌کنند که گل‌آذین‌های تشکیل‌دهندهٔ این گل‌های دوجنسی، مشابه گل‌آذین‌های تولیدشده روی درختان نر هستند. درختانی که گل‌های دوجنسی تولید می‌کنند، گل‌های نر تیپیک و نیز گل‌های نر حدواسط بین گل‌های دوجنسی و نر را نیز تولید می‌کنند. این پژوهشگران بیان کردند برچه‌های کاذب یا پستیلودهای این گل‌ها به میوهٔ 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 علاوه‌بر 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 برچهٔ توسعه‌یافته داشتند که مشابه با برچه‌های گل ماده بودند و درصورت ادامهٔ رشد، تعدادی میوهٔ پارتنوکارپ روی این درختان تشکیل می‌شدند. این میوه‌ها شبیه میوه‌های پارتنوکارپ عادی تولیدشده در درختان مادهٔ بدون گرده‌افشانی بودند. این میوه‌ها به‌طور معمول روی گل‌آذین‌های ایجادشده در مراحل پایانی گل‌دهی تشکیل

Archive of SID

www.SID.ir

می‌شدند. این پژوهشگران گزارش کردند درختان نر و مادهٔ 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 همهٔ گل‌های نر، برچهٔ کاذب دارند و این برچه‌ها به میوهٔ 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 برچم‌مانند (استامینود) دیده شدند؛ اما این زواید ابتدایی به پرچم یا برچهٔ 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 دم‌گل 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 دربارهٔ 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 به طور میانگین ۲۰ و هر پایهٔ بالغ ماده حدود ۱۳ اسپات در هر سال تشکیل 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)، بررسی بر گونهٔ 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 (براکی 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 ترشحی (excretory)، شبه‌تراکئید (Tracheoid) و اسکلرانشیمی (sclerenchymatous) تقسیم می‌شوند. بررسی انواع سلول‌های ترشحی، روغن‌دار، موسیلاژی، خاری، تانني، میروزینی یا کریستالی و نیز بررسی انواع آنها براساس نوع عمل، به‌ویژه نوع اول درخورتوجه 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 دربارهٔ 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

Archive of SID

www.SID.ir

مشکلات فیزیکی اندام‌های هدف تشریح‌شده به‌صورت سه‌بعدی است (Hara *et al*., 2015). تانن‌ها ازنظر ساختاری پیچیده‌ترین گروه پلی‌فنل‌ها هستند و به تانن‌های هیدرولیزشدنی، پروآنتوسیانین‌ها (تانن‌های متراکم) و فلوروتانن‌ها گروه‌بندی می‌شوند. گیاهان غنی از تانن ازنظر 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 متابولیسمی می‌دانند؛ همچنین خاصیت دفاعی دارند ودر 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 ذخیرهٔ کلسیم و اگزالیک اسید باشند و درنتیجه 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 Uhl, 2001). Rezanejad (۲۰۰۷) بیان کرد وجود کریستال‌های کلسیم اگزالات در بساک گل اطللسی در جلب حشرات گرده‌افشان و نیز به‌دلیل داشتن کلسیم در رویش لولهٔ 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 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 خانوادهٔ 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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 Chamaedoreeae (Arecaceae; Arecoideae). International Journal of Plant Sciences 177(3): 247-262.

Castaño, F., Stauffer, F., Marquinez, 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.

Kgazal, 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., Hocher, 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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-Areceae): 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.

Archive of SID

www.SID.ir