



گلدهی و تشکیل میوه در مرکبات



تألیف:

بابک عدولی

تابستان ۱۳۹۱



نام نشریه: گل‌دهی و تشکیل میوه در مرکبات

نویسنده: بابک عدولی

ویراستاران علمی: مالک قاسمی، یحیی تاجور

طراحی و صفحه‌آرایی: سمانه راهب

چاپ اول: ۱۳۹۱

آدرس: رامسر، خیابان استاد مطهری، مؤسسه تحقیقات مرکبات کشور

این نشریه به شماره ۸۷/۷۸۱ در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی ثبت شده است.



فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه.....	۱
وقایعی که در جوانه‌ها منجر به گل‌دهی می‌شود.....	۲
مرحله گل‌القایی.....	۳
مرحله گل‌آغازی.....	۵
مرحله گل‌شکفتگی.....	۶
فنولوژی گل‌دهی مرکبات.....	۸
عوامل مؤثر در برگ‌دار شدن یا بی‌برگی گل‌آذین.....	۹
عوامل تأثیرگذار در گل‌دهی مرکبات.....	۱۲
عوامل اقلیمی.....	۱۲
طول دوره روشنایی.....	۱۴
دما.....	۱۴
رطوبت.....	۱۵
تغذیه.....	۱۶
سوخت و ساز مواد ازتی.....	۱۶
کربوهیدرات.....	۱۹
مواد شبه هورمونی.....	۲۱
نقش میوه.....	۲۳
تشکیل میوه.....	۲۶
منابع.....	۳۱



مقدمه

در شرایط نیمه گرمسیری القای جوانه‌ها به گل‌دهی از طریق دماهای پایین (سرما) انجام می‌شود که البته دمای آستانه برای ایجاد این تأثیر القایی هنوز بطور دقیق مشخص نشده اما تصور می‌شود که مقدار آن در حدود ۱۹ درجه سانتی‌گراد باشد. در مناطق گرمسیری که سرمای القاء‌کننده وجود نداشته و یا میزان برودت موجود برای ایجاد چنین تأثیری در حد ناچیز و کم‌اهمیتی است، گل‌دهی می‌تواند با تنش‌های آبی تشویق شود که در این مورد واکنش ارقام لیمو بارزتر از سایر انواع مرکبات است (۴).





در کنار مسائل تغذیه‌ای و نقش عملیات باغبانی در تعیین الگوی گل‌دهی مرکبات، باید به تأثیر مقدار باردهی درخت و مدت زمان نگهداری میوه روی شاخه‌ها نیز اشاره کرد زیرا تأخیر در برداشت محصول سبب کاهش قابل توجهی در گل‌دهی خواهد شد (۶۴).
در این نشریه سعی شده است تا ضمن بررسی روند تولید گل به بحث در زمینه نقش عوامل مختلف داخلی و محیطی در چگونگی گل‌دهی درختان مرکبات پرداخته شده و روابط متقابل موجود بین این عوامل مورد بررسی قرار بگیرد تا بتوان با داشتن درک عمیق‌تری از این پدیده حیاتی نسبت به بهبود وضعیت تولید گل و در نهایت حصول عملکردهای بالاتر گام‌های مؤثری برداشت.

وقایعی که در جوانه‌ها منجر به گل‌دهی می‌شود

در انتقال یک جوانه از حالت رویشی به زایشی می‌توان دو وضعیت مختلف را در مرکبات تشخیص داد که در هر دو حالت فراهم شدن شرایط تشخیص نوع جوانه تا قبل از رشد کافی آنها امکان‌پذیر نخواهد بود. در حالت اول وضعیت رویشی و یا زایشی بودن جوانه‌ها تا قبل از شکوفایی آنها و یا درست پس از شکفته شدن جوانه‌ها نامعلوم است. در این حالت جوانه‌های در حال استراحت همگی از نوع رویشی بوده و جوانه‌های محوری در مرحله شکوفایی جوانه وادار به تولید عناصر اولیه کاسبرگ بر روی مریستم انتهایی خود می‌شوند و عناصر اولیه گل به صورت جانبی در محور جوانه‌های برگی ایجاد خواهند شد که بر اساس شرایط مکانی جوانه ممکن است توسعه یافته و به گل تبدیل شوند و یا به همان حالت اولیه باقی بمانند. در وضعیت دوم جوانه‌ها می‌توانند در اواخر پاییز چه به صورت رویشی و



چه به صورتی که توان تولید گل آذین را داشته باشند وارد استراحت شوند که در این صورت فرمان نهایی گل دهی خیلی دیرتر صادر خواهد شد و به زمان شکوفایی جوانه‌ها یا اندکی پس از آن موکول می‌شود (۶۵).

در حین انتقال یک جوانه از مرحله رویشی به زایشی سه دوره مختلف فیزیولوژیک شامل گل‌القایی، گل‌آغازی و گل‌شکفتگی که در هر یک از این دوره‌ها با اثرات متقابل و پیچیده‌ای بین ژنوم، مواد رشد گیاهی، مولکول‌های ناقل، گیرنده‌ها، سیستم‌های غشاء سلولی، آنزیم‌ها، عوامل تشویق‌کننده و شرایط محیطی گوناگون روبرو هستیم (۵). در ادامه این بحث به بررسی اجمالی هر یک از این دوره‌ها پرداخته می‌شود.

۱ - مرحله گل‌القایی یا گل‌انگیزی (Flower Induction)

القاء به مجموعه فرآیندهایی اطلاق می‌شود که از طریق نسخه‌برداری و بیان ژن‌ها منتهی به گل‌دهی خواهد شد. به عبارت دیگر در گل‌القایی جوانه‌ها که پیش از گل‌انگیزی اتفاق می‌افتد شرایطی فیزیولوژیک و انگیزه شده در بافت‌ها ایجاد خواهد شد که با کمک تأثیر عوامل خارجی مانند طول روز موجبات پیشروی جوانه‌ها را در مسیر تبدیل شدن آنها به گل فراهم خواهد کرد. بدیهی است جوانه‌هایی که گل‌القایی در آنها اتفاق افتاده باشد حتی در شرایط غیرانگیزشی بعد از آن نیز توانایی برگشت از مسیر خود را نخواهند داشت (۶۵).

گل‌القایی جوانه‌ها با توقف رشد رویشی در دوران استراحت گیاه آغاز می‌شود. این دوره رکود رشدی در نواحی نیمه‌گرمسیری در اثر بروز سرمای زمستانی (در محدوده ۱۲ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد) و در



مناطق گرمسیری به دلیل وجود دوره‌های خشکی (طولانی‌تر از ۳۰ روز) اتفاق می‌افتد (۱). به این ترتیب با توقف رشد شاخه‌ها و کاهش رشد ریشه تغییراتی در درون جوانه‌ها رخ می‌دهد که طی آن جوانه‌های رویشی ظرفیت و توانی برای تولید گل خواهند یافت و لذا پس از آنکه دمای هوا مجدداً افزایش یافته و یا تنش آبی مرتفع شود مرحله بعدی (گل‌آغازی) رخ خواهد داد (۵ و ۷). بنابراین گل‌القایی را می‌توان مشتمل بر وقایعی دانست که جوانه را از رشد رویشی به طرف تولید گل هدایت کرده و لازمه آن بروز توقفی در رشد رویشی است. بدیهی است که شدت گل‌القایی با شدت و طول دوره تنش اعمال شده متناسب خواهد بود. در نواحی نیمه‌گرمسیری ممکن است که القای سرمایی از اواسط آبان ماه آغاز شود ولی در برخی از سال‌ها نیز این امکان وجود دارد که گل‌القایی به اواخر اسفند موكول شده و به این ترتیب شکوفایی گل‌ها بعد از فرودین ماه اتفاق بیفتد (۱).

تنش آبی به عنوان ابزاری کاربردی برای گل‌القایی مرکبات از سال‌ها پیش تاکنون مورد استفاده بوده است. در برخی کشورها برنامه آبیاری درختان لیمو را در فصل تابستان به منظور ایجاد تنش آبی بطور موقت متوقف کرده و سپس با اجرای عملیات آبیاری موجبات نمو جوانه‌هایی را که در دوره کم‌آبی دچار گل‌القایی شده ولی توانایی نمو را پیدا نکرده‌اند فراهم می‌کنند. معمولاً از زمان انجام آبیاری مجدد تا تولید گل حدود ۳ الی ۴ هفته زمان لازم است. این شیوه همچنین برای وادار کردن مرکبات به تولید گل‌های خارج از فصل در بعضی از کشورها مانند اسپانیا، فلسطین اشغالی و آمریکا برای انواع لایم مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱ و ۶).

مرکبات از نظر گل‌دهی گیاهانی خودالقاء محسوب می‌شوند و تاکنون هیچ عامل منفردی به عنوان محرک اجتناب‌ناپذیر گل‌دهی آنها شناسایی نشده است. با توجه به تکرار گل‌دهی این گیاهان در نواحی گرمسیری و نیز پدیده گل‌دهی خارج از فصل آنها در شرایط غیرالقایی، این احتمال وجود دارد که ژن‌های دخیل در گل‌دهی حالت نامطمئنی داشته و گل‌القایی اساساً به دما و حتی به کمون نیز وابسته نباشد. در این فرضیه عوامل چرخه‌ای درون گیاه نقش مهم‌تری در گل‌دهی ایفا می‌کنند. به هر حال



استقلال جوانه‌های تکی و یا گروهی موجود در یک جست منفرد در بروز واکنش به شرایط القایی امری ثابت شده و غیرقابل انکار است (۵).

۲- مرحله گل‌آغازی (Flower Initiation)

در این مرحله که شامل تغییرات بافت‌شناسی و ریخت‌شناسی ایجاد شده در مریستم‌های رویشی است، مریستم انتهایی گنبندی شکل جوانه‌ها پخت و مسطح شده و اندام‌زایی با تشکیل عناصر اولیه کاسبرگ انجام می‌شود (۱ و ۵). گل‌آغازی در دوره رکود گیاه اتفاق می‌افتد. در این زمان سطح هورمون جیبرلین تولیدی از ریشه‌ها که محرک رشد رویشی و مانع گل‌آغازی است در حداقل خود می‌باشد (۷). به هر حال وقتی عنصر اولیه کاسبرگ تشکیل شده باشد جوانه گل حتی با بکار بردن اسید جیبرلیک (GA_3) نیز به حالت رویشی برنخواهد گشت (۱).

در مرحله گل‌آغازی وضعیت آناتومیک نوک مریستم تعیین کننده توالی و حالت جوانه‌های جانبی خواهد بود. اگر بخش انتهایی تشکیل کاسبرگ را داده باشد، جوانه‌های جانبی نیز گل را بوجود می‌آورند و در صورتی که بخش انتهایی مولد برگ باشد جوانه‌های جانبی به خار تبدیل می‌شوند و لذا در این حالت خارها درواقع گل‌های محوری تغییر شکل یافته بوده و ماهیت برگی را ندارند (۱). بررسی مریستم‌های انگیزته شده گیاهان حساس به طول روز دلالت بر تغییر ترکیبات پروتئینی بعد از القاء و پیش از انگیزش عناصر اولیه گل دارد. البته تاکنون معنای تغییرات کیفی پروتئین‌ها در طی شرایط القایی جوانه‌ها ناشناخته مانده است زیرا هیچ‌گونه RNA ویژه‌ای که مربوط به گل‌دهی باشد جداسازی نشده است (۵).



۳- مرحله گل شکفتگی (Flower Anthesis)

شکفتگی جوانه گل پس از القاء و انگیزش جوانه‌ها و زمانی اتفاق می‌افتد که دمای مطلوب و شرایط رطوبتی مناسب خاک وجود داشته باشد. دمای آستانه برای شکوفا شدن گل‌های مرکبات حدود ۹/۴ درجه سانتی‌گراد و یا به میزان قابل توجهی کمتر از حداقل لازم برای رشد رویشی است. گل‌های مرکبات درواقع گرزن‌هایی هستند که در آن جوانه گل انتهایی پیش از سایر جوانه‌های گل‌آذین شکفته شده و پس از آن نوبت به شکوفایی قاعده‌ای‌ترین جوانه گل موجود روی شاخه گل‌دهنده خواهد رسید. دومین جوانه گل نسبت به موقعیت انتهایی نیز آخرین گلی است که شکفته می‌شود که احتمالاً ناشی از غالبیت انتهایی جوانه انتهایی بوده و بیش از همه جوانه‌ها روی دومین جوانه گل‌آذین که در همسایگی آن قرار دارد اعمال می‌شود. برخی از محققان گزارش کرده‌اند که در پرتقال‌های نافدار جوانه انتهایی قبل از سایرین شکفته شده و پس از آن جوانه‌های گل واقع در موقعیت‌های شماره ۶ و ۷ باز شده و از شکوفایی جوانه‌هایی که قاعده‌ای‌تر هستند جلوگیری می‌شود (۱).





درشتی گل معمولاً از گل انتهایی به سمت آخرین گلی که شکوفا خواهد شد دچار کاهش می‌شود و لذا دومین موقعیت گل که در زیر گل انتهایی قرار دارد ریزترین گل را نیز تولید خواهد کرد ولی در عین حال بالاترین درصد تشکیل میوه را نیز در شاخه به خود اختصاص می‌دهد. گل‌هایی که دیر شکوفا می‌شوند سریع‌تر رشد کرده و نسبت به گل‌هایی که زودتر شکفته شده باشند از دوام بیشتری برخوردار خواهند بود. غالباً گل‌های نر ریزترین و آخرین گل‌های شکفته شده در هر درخت هستند (۵۱).

در بررسی بخش‌های مختلف تاج درختان می‌توان به این نتیجه رسید که شکوفایی گل‌ها بطور معمول در قسمتی از تاج که گرم‌تر باشد زودتر اتفاق می‌افتد. جوانه‌های گل در گل‌آذین‌هایی که کمتر از یک برگ به ازای هر گل دارند حدود ۴ تا ۷ روز زودتر از گل‌آذین‌های برگ‌دار شکوفا خواهند شد (۵).

گل‌آذین‌ها یا همان شاخه‌های گل‌دهنده برخاسته از جوانه‌های محوری ممکن است مرکب و یا کاملاً زایشی باشند ولی دسته‌بندی آنها از نظر گیاهشناسی تا حدود زیادی می‌تواند بحث‌انگیز باشد. بررسی‌های آناتومیک اشاره به این مطلب دارند که ابتدا گل‌های انتهایی آغازیده شده و سپس نوبت به جانبی‌ها می‌رسد ولی این دو را می‌توان تقریباً همزمان دانست هرچند که سرعت رشدهای بعدی این جوانه‌ها با هم فرق داشته و گلی که در زیر گل انتهایی قرار دارد آهسته‌تر از سایر گل‌های گل‌آذین رشد می‌کند (۵).

سرعت نمو گل از مرحله شکوفایی جوانه‌ها تا باز شدن گل‌ها و آماده شدن آنها برای انجام گرده‌افشانی بستگی به موقعیت گل و یا نوع گل‌آذین داشته و با "درجه-روز" همبستگی مثبت دارد. اگر مراحل مختلف پیشرفت یک جوانه را از مرحله گل‌القایی تا شکوفایی جوانه گل و آمادگی آن برای گرده‌افشانی مورد بررسی قرار دهیم متوجه مراحل مختلفی به شرح زیر خواهیم شد (۱):



ابتدا جوانه‌های در حال استراحت حدوداً در اواسط آبان تا اواسط آذر ماه وارد مرحله شکفتگی میکروسکوپی می‌شوند که شامل شل شدن فلس‌های جوانه است اما در این مرحله هیچگونه سرآغازه جدیدی قابل رؤیت نیست. تمایز یابی ماکروسکوپی جوانه‌ها که طی آن کاسبرگ‌های اولیه آغازیده می‌شوند در طول ماه‌های آذر و دی انجام می‌شود ولی تنها پس از تولید ۳ تا ۴ کاسبرگ می‌توان این رئوس رشدی را بطور واضح از شکل رویشی آنها تشخیص داد که تقریباً مقارن با اواسط تا اواخر بهمن ماه شده و در نهایت شکفتگی جوانه گل و آماده شدن آن برای گرده‌افشانی موکول به فروردین ماه می‌شود. به هر حال زمان گل‌القایی و باز شدن گل‌ها به میزان قابل توجهی از فصلی به فصل دیگر و بر حسب درجه حرارت و قابلیت دسترسی درخت به آب فرق می‌کند (۱ و ۵).

فنولوژی گل‌دهی مرکبات

عوامل بسیاری در فنولوژی گل‌دهی مرکبات اثر می‌گذارند که ژنوتیپ، اقلیم (دما، نور، دوره نوری، خاک، آب) و محیط بیولوژیک (ویروس‌ها، آفات و هم‌زیست‌ها) درخت از مهم‌ترین آنها بوده و روابط متقابل پیچیده موجود بین این عوامل منجر به بروز واکنش‌های گسترده‌ای خواهد شد. بررسی‌های انجام شده در زمینه زمان‌بندی تشکیل جست‌های رشدی نشان می‌دهد که شاخه‌ها عموماً رشدی دوره‌ای داشته و بین استراحت و رشد رویشی و زایشی آنها حالت تناوبی دیده می‌شود. جست‌های رشدی که تعدادشان بر حسب اقلیم، تاریخ باردهی و نوع رقم به ۲ تا ۵ جست در سال بالغ می‌شود از آنجایی که تأمین‌کننده مکان‌های باردهی درخت هستند از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشند (۵).

در طول دوره گل‌دهی مرکبات می‌توان پنج نوع رشد مختلف را در تاج درخت تشخیص داد که تفاوت‌های اساسی با یکدیگر داشته و عبارتند از (۱):



الف- شاخه‌های زایشی (بی‌برگ) با گل‌هایی که فقط روی رشد فصل گذشته وجود دارند.

ب- شاخه‌های مخلوط با تعداد اندکی گل و برگ

ج- شاخه‌های مخلوط با چندین گل و تعداد کمی برگ بزرگ

د- شاخه‌های مخلوطی که تعداد اندکی گل و برگ‌های فراوانی دارند

ه- شاخه‌های رویشی که فقط مولد برگ هستند

عوامل مؤثر در برگ‌دار شدن یا بی‌برگی گل‌آذین

همانگونه که اشاره شد، در درختان مرکبات می‌توان هر دو نوع گل‌آذین برگ‌دار و بی‌برگ را یافت اما توجه به این نکته حائز اهمیت است که در تمام ارقام مرکبات به استثنای نارنگی انشو و انواع گریپ‌فروت، لمون و لایم، تشکیل میوه و درشتی میوه‌های تولیدی به دلایل نامعلوم در میوه‌های حاصله از گل‌آذین‌های برگ‌دار بیشتر خواهد بود. مکانیزم‌های مختلفی برای توضیح این پدیده پیشنهاد شده است که از آن جمله می‌توان به افزایش میزان عرضه مواد کربوهیدراتی، مواد رشد گیاهی و یا ترکیبات ازتی از برگ‌های گل‌آذین‌های برگ‌دار به سمت تخمدان‌های در حال نمو و نیز به قدرت رقابتی بالاتر گل‌آذین‌های برگ‌دار به عنوان مجموعه‌ای واحد که از سرعت تعرق بالاتری برخوردار است اشاره کرد (تعرق عامل مهمی است که رشد را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۵).



اعتقاد بر این است که گل آذین‌های برگ‌دار یا تخمدان‌های مربوط به آن به عنوان مخازن مصرف قوی عمل می‌کنند اما نتایج یک تحقیق نشان داده است که قدرت رقابتی تخمدان‌ها در گل آذین‌های بی‌برگ بالاتر از انواع برگ‌دار است. گروهی از دانشمندان اشاره کرده‌اند که گل‌ها در گل آذین‌هایی که زودتر نمو می‌یابند (انواع بی‌برگ) از قدرت رقابتی بالاتری برخوردار هستند ولی در گل آذین‌هایی که نمودشان با تأخیر همراه باشد (انواع برگ‌دار) برگ‌ها از قدرت رقابتی بیشتری برخوردار خواهند بود (۵).

اما همانگونه که در مباحث بعدی به آن پرداخته خواهد شد، گل آذین‌های برگ‌دار درصد تشکیل میوه بالاتری از انواع بی‌برگ داشته و میوه‌های بزرگ‌تری را نیز تولید می‌کنند که در توضیح این پدیده می‌توان چنین استدلال کرد که چون برگ‌ها منبع تولید مواد فتوسنتزی هستند لذا وجود آنها می‌تواند رقابت را بین گل‌های گل آذین کاهش داده و با انجام وظایف پشتیبانی و حمایتی امکان افزایش میزان تشکیل میوه و درشتی میوه‌ها را فراهم آورند. در ضمن باید توجه داشت که تعداد گل در گل آذین‌های بدون برگ بیشتر از گل آذین‌های برگ‌دار است (۵).

گزارش‌هایی وجود دارد که بر اساس آنها با نزدیک شدن به قاعده ساقه میزان تمایل به تولید گل آذین‌هایی که گل‌های کم‌تر و برگ‌های بیشتری داشته باشند افزایش خواهد یافت. بر اساس



گزارش‌های موجود افزایش میزان برگ‌دار بودن گل‌آذین‌ها می‌تواند نتیجه‌ای از هرس انتخابی اجرا شده باشد. برگ‌دار بودن گل‌آذین به نمو در شرایط گرم‌تر نیز نسبت داده شده است و ظاهراً واکنشی است که توسط تاج احساس می‌شود. در بخش‌های بعدی در مورد اثرات گرما در گل‌دهی بحث خواهد شد اما امروزه به تحقیق ثابت شده است که دمای پایین از طریق تأثیر روی نمو برگ‌های گل‌آذین منجر به افزایش نسبت گل‌آذین‌های بدون برگ خواهد شد (۵).

تاریخ شکوفایی گل‌ها تحت تأثیر برگ‌دار بودن گل‌آذین بوده و گل‌هایی که دیرتر شکوفا می‌شوند برگ بیشتری نیز دارند. این ارتباط موجود بین برگ‌دار بودن و تأخیر در شکوفایی گل‌آذین می‌تواند ناشی از نمو گل‌آذین‌ها در شرایط گرم‌تر مزرعه‌ای باشد. میوه‌چه‌های حاصل از این گل‌آذین‌های برگ‌دار که با تأخیر شکوفا شده‌اند معمولاً سریع‌الرشد بوده و درصد تشکیل میوه در آنها بالاتر خواهد بود که در بخش‌های بعدی در مورد آنها توضیح داده می‌شود.

بالا بودن درصد شکوفایی جوانه‌ها با تعداد گل موجود در گل‌آذین ارتباط دارد. زمان شکوفایی جوانه‌ها نیز یکی از جنبه‌های مهم برگ‌دار بودن گل‌آذین است. در شرایط مزرعه‌ای این زمان با مقدار دمای محیط ارتباط دارد به گونه‌ای که با گرم‌تر شدن هوا شکوفایی جوانه و نمو گل‌ها در فصل بهار رونق خواهد یافت (۵).

گزارش شده است که برگ‌دار بودن گل‌آذین روی رنگ، درشتی، مقدار کل املاح جامد محلول و محتوای اسید میوه‌ها اثر می‌گذارد و لذا واضح است که توانایی دست‌کاری در برگ‌دار شدن گل‌آذین‌ها می‌تواند از ارزش بالایی برای پرورش‌دهندگان مرکبات برخوردار باشد (۵).

تمام شاخه‌های مخلوط در جست‌های رشدی جدید بطور همزمان مولد گل و برگ (گل‌آذین‌های برگ‌دار) هستند. به نظر می‌رسد که فراوانی نسبی گل‌آذین‌های برگ‌دار و بی‌برگ به دما نیز بستگی داشته باشد. در سال‌هایی که زمستان آن طولانی و سرد باشد، گل‌های بیشتری به صورت گل‌آذین‌های بی‌برگ نمو خواهند یافت و در سال‌هایی که زمستان نسبتاً گرم باشد، گل‌آذین‌های برگ‌دار بیشتری



تولید می‌شود. گرمای کم تا متوسط هوا در دوران گل‌دهی (کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد) سبب طولانی‌تر شدن دوران گل‌دهی خواهد شد و هوای نسبتاً گرم زمستان نیز که موجب ضعف گل‌القایی خواهد شد می‌تواند منجر به ایجاد تأخیر در آغاز شکوفایی گل‌ها و تمدید مدت آن شود. محلول پاشی درختان با اوره در دوره گل‌القایی می‌تواند موجب افزایش تعداد گل‌آذین‌های برگ‌دار شود (۱).

عوامل تأثیرگذار در گل‌دهی مرکبات

از چندین سال پیش تاکنون تحقیقات دامنه‌دار فراوانی به منظور پاسخ دادن به این سؤال که کدام عوامل فیزیولوژیک در کنترل گل‌دهی مرکبات مؤثر هستند انجام شده و نتایج بدست آمده حاکی از آن است که کربوهیدرات‌ها، هورمون‌ها، تغذیه و روابط آبی در کنار شرایط اقلیمی (دما، رطوبت و طول روز) از مهم‌ترین عوامل مرتبط با این موضوع هستند (۱) که در این قسمت به توضیح هر یک از این عوامل پرداخته می‌شود:

۱- عوامل اقلیمی

اگرچه مرکبات از نواحی مرطوب و گرمسیری چین، جنوب شرقی آسیا، جزایر اندونزی و فیلیپین منشأ گرفته‌اند اما اکنون پس از صدها سال تکثیر و گزینش دارای ارقام تجارتي فراوانی شده‌اند که در طیف وسیعی از شرایط اقلیمی و خاکی بین عرض‌های جغرافیایی ۴۰ درجه شمالی و جنوبی



پرورش داده می‌شوند. دامنه‌های دمایی، رطوبتی و بارش‌های سالانه که در مجموع محیط رشد گیاه را ایجاد می‌کنند به همراه محدودیت‌ها و الزامات درونی این درختان در مجموع تعیین کننده زمان‌بندی و شدت گل‌دهی این درختان خواهد بود (۷۲).

عکس‌العمل درختان مرکبات به شرایط گوناگون محیطی سرنخ‌هایی را در مورد نیازهای ضروری گل‌القایی در این گیاه به دست داده است. به عنوان مثال در عرض‌های جغرافیایی بالا که زمستان‌های سردی دارند عامل اصلی گل‌القایی همان سرمای زمستانه بوده و درختان پس از ۲ تا ۴ ماه قرار گرفتن در سرما آماده شکوفایی بهاره می‌شوند. در گونه‌های ترش شامل انواع لیمو و لایم، جست‌های گل‌دهنده دیگری به صورت دوره‌ای تولید می‌شود و به این ترتیب در تمام طول سال تولید میوه ادامه داشته و تا بیش از ۵۰ درصد تولید در این گونه‌ها با گل‌هایی که در غیر از فصل بهار شکوفا می‌شوند تولید می‌شود (۲).

تعداد جست‌های رویشی بر حسب سن درخت، تغذیه ازتی، دماهای غالب و قابلیت دسترسی به آب می‌تواند فرق داشته و از ۲ تا ۵ جست سالیانه متغیر باشد. در مناطق گرمسیری رشد کلی درخت را نمی‌توان در قالب جست‌های رشدی مشخصی دید بلکه رشد در چنین مناطقی به صورت غیرهمزمان بوده و در نتیجه وقتی گونه‌ها و ارقامی که با شرایط نیمه‌گرمسیری سازگار شده‌اند را در مناطق گرمسیری (که فاقد تابستانی کاملاً متمایز از زمستان هستند) می‌کاریم در سراسر طول سال گل‌دهی خواهند داشت. در این وضعیت، هر زمانی که شرایط اجازه بدهد درصد کوچکی از شاخه‌های زایشی و مخلوط تولید خواهد شد و از آنجایی که ممکن است میزان تولید گل سالیانه کمتر از شرایط نیمه‌گرمسیری و یا مناطقی باشد که تنش‌های آبی دوره‌ای را تجربه می‌کنند عملکرد کمتری نیز به دست می‌آید (۶۲).



الف- طول دوره (روشنایی (فتوپریود)

مرکبات را می‌توان جزء گیاهان روزخنثی طبقه‌بندی کرد زیرا گل‌دهی آنها در دوره‌های نوری ۸ تا ۱۵ ساعت اتفاق می‌افتد که این محدوده شامل طول روزهای طبیعی عرض‌های جغرافیایی تا ۳۶ درجه شمالی یا جنوبی در تمام طول سال خواهد شد.

ب - دما

گل‌دهی بهاره مرکبات در شرایط نیمه‌گرمسیری مقارن با تولید جست‌های رویشی و پس از دوره استراحت زمستانه خواهد بود که در ماه‌های گرم سال نیز به صورت نامنظم انجام می‌شود. برخلاف دماهای بالا (۳۰ درجه روز و ۲۵ درجه شب) که مانع تشکیل گل می‌شوند، وجود یک دوره سرمایی علاوه بر خارج کردن جوانه‌ها از استراحت زمستانه می‌تواند موجب القای گل‌دهی شده و همچنین تعداد گل‌های تشکیل شده نیز با افزایش طول دوره سرمایی افزایش خواهند یافت (۱، ۲، ۳ و ۵).

درجه حرارت محیط پس از سپری شدن نیاز سرمایی جوانه‌ها برای گل‌انگیزی می‌تواند روی نوع گل‌آذین تشکیل شده نیز مؤثر باشد. به عنوان مثال نتایج یک تحقیق نشان داد که نسبت‌های بالاتری از شاخه‌های رویشی و مخلوط روی گیاهانی که پس از گذراندن نیاز سرمایی خود در معرض دمای ۲۷ درجه روز و ۱۹ درجه شب و یا ۲۴ درجه روز و ۱۹ درجه شب بوده‌اند نسبت به آنهایی که در ۱۸ درجه روز و ۱۳ درجه شب یا ۱۵ درجه روز و ۱۰ درجه شب قرار داشته‌اند دیده می‌شود. با انجام آزمایشاتی



که در آنها دمای خاک و هوا به صورت مستقل از یکدیگر مورد دست‌کاری قرار گرفته بودند نیز مشخص شد که تاج (ساقه‌ها، برگ‌ها و یا هر دو) محل درک درجه حرارت است (۱ و ۵).

۵ - (طوبت

در بخش‌هایی از مناطق گرمسیری که دارای فصول مشخص بارانی و خشک هستند تنش آبی جایگزین دماهای پایین در تحریک گل‌دهی خواهد شد. بدیهی است که در نواحی نیمه‌گرمسیری نیز دوره‌های خشک تابستان گاهی موجب گل‌القایی می‌شود. برای درختانی که تحت تنش آبی قرار گرفته باشند بارش‌هایی که در طیف ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر باشند برای القاء گل‌دهی کافی خواهند بود. معمولاً ۲۰ تا ۲۸ روز پس از اولین بارندگی و یا آبیاری مؤثری که انجام می‌شود ترکیبی از رشدهای رویشی و زایشی بوجود خواهند آمد (۱، ۲ و ۷).

گل‌القایی پس از دو هفته از تحمیل تنش آبی به گیاهان اتفاق افتاده و متعاقب آن عناصر اولیه کاسبرگ در گل انتهایی تا پیش از پایان دوره خشکی آغازیده می‌شوند. پس از انجام آبیاری مجدد نیز رشد سریع بافت‌ها و نمو گل‌های محوری انجام می‌شود (۵).

در اغلب موارد رابطه‌ای که بین شدت تنش آبی و طول دوره این تنش با شدت گل‌دهی مرکبات وجود دارد از نوع کمی بوده و از این نظر تنش‌های خشکی و سرمایی مشابه یکدیگر هستند اما بر اساس برخی از گزارش‌های موجود دیگر، هیچگونه تفاوت معنی‌داری از لحاظ تعداد گل‌های تشکیل شده در هر درخت بین درختان شاهد (فاقد تنش)، درختانی که تنش شدید کم‌آبی در دوره‌های کوتاه‌مدت دیده‌اند (۳ MPa - به مدت ۳۰ روز) و درختانی که در مدتی طولانی متحمل تنش متوسط کم‌آبی بوده‌اند (۲ MPa - به مدت ۵۰ روز) وجود ندارد (۵).



۲- تغذیه

تغذیه می‌تواند به طرق مستقیم و غیرمستقیم در گل‌دهی درختان مرکبات مؤثر باشد. وجود سطح بالای ازت در برگ‌ها بویژه در درختان جوان مرکبات می‌تواند رشد رویشی بیش از حد درخت را باعث شده و درختی رویشی را به جای درخت گل‌دهنده ایجاد نماید. در مقابل، پایین بودن سطح ازت در برگ‌ها سبب تشویق گل‌دهی گسترده خواهد بود هرچند که در چنین شرایطی میزان تشکیل میوه و عملکرد درخت ضعیف می‌شود. درختانی که دچار فقر شدید ازت باشند گل‌های اندکی تولید کرده و لذا وجود سطوح متوسطی از ازت در برگ‌ها (۲/۵ تا ۲/۷ درصد به عنوان حد بهینه) می‌تواند منجر به تولید تعداد متوسطی گل شده و در عین حال بالاترین درصد تشکیل میوه و عملکرد را نیز به همراه خواهد داشت. در مبحث تغذیه به دو موضوع سوخت و ساز ترکیبات ازتی و نقش مواد کربوهیدراتی به صورتی مستقل پرداخته می‌شود (۱ و ۶).

۳- سوخت و ساز مواد ازتی

تنظیم گل‌انگیزی درختان میوه از طریق برقراری توازن مطلوبی بین مواد کربوهیدراتی به ازت (C/N) فرضیه‌ای است که از سال‌ها پیش در جهان مطرح بوده است. بسیاری از محققان اذعان دارند که شدت گل‌دهی مرکبات تناسب مستقیمی با سرعت سوخت و ساز ازت در گیاه دارد. در زمینه نقش ترکیبات ازتی در گل‌القایی مرکبات دو فرضیه ارائه شده است. در فرضیه اول تجمع آمونیم در دوره



تنش منتج به افزایش بیوسنتز آرژنین و پلی آمین ها شده و متعاقباً موجب افزایش سرعت تقسیم سلولی پس از رهایی گیاه از شرایط تنش می شود و در فرضیه دوم این تغییرات فیزیولوژیک و افزایش سریع تقسیم سلولی به عنوان پیش نیازهای گل انگیزی شناخته می شوند. قرار دادن درختان مرکبات در معرض تنش آبی و یا سرمایی سبب افزایش مقدار آمونیم گیاه خواهد شد (۷و۱).

جذب و احیای ازت در دوره هایی که رشد رویشی و تولید پروتئین با روند کاهشی مواجه می شود منجر به تجمع ازت و ساخته شدن برخی از ترکیبات آمونیمی ویژه خواهد شد. امروزه چگونگی بروز تغییرات در مقدار و ترکیب ازت محلول گیاهان که ناشی از بروز شرایط تنش را است به خوبی معلوم شده است. به هر حال توجه محققان در اغلب موارد معطوف به میزان همبستگی موجود بین ظرفیت برخی از گیاهان به تجمع ترکیبات ازتی از قبیل پرولین و گلیسین بتائین و توانایی آنها در تحمل تنش های محیطی شده است. این موضوع که چه مسیرهای سوخت و سازی می توانند منجر به تجمع این مواد شوند هنوز معلوم نبوده و مشخص نیست که کدام یک از این ترکیبات عملاً در تحمل به تنش ها نقش مؤثرتری دارند. مشاهدات انجام گرفته همچنین ثابت کرده است که برخی از شکل های تنش مانند کمبود فسفر گیاه و یا سمیت نمک خاک موجب افزایش آمونیم و پلی آمین ها در گیاه خواهند شد. در حال حاضر این سؤال مطرح است که آیا ترکیبات مذکور می توانند در کنترل گل دهی مرکبات دخالت داشته باشند یا خیر (۷).

تنش آبی یا سرمایی باعث افزایش مقدار آمونیم برگ شده (۵و۱) و لذا پیشنهاد شده است که افزایش ترکیبات آمونیمی موجود در برگ ها که با افزایش دوره و شدت شرایط تنش را افزایش خواهد یافت بتواند منجر به افزایش گل انگیزی از طریق ساخت پلی آمین های مختلف شود. این موضوع دلالت بر این امر دارد که آمونیم دارای اثری انگیزشی است (۵). در واقع عرضه ازت به صورت آمونیم می تواند به صورتی مستقیم و از طریق تنظیم سطوح آمونیم و پلی آمین های موجود در جوانه ها گل دهی مرکبات را



تحت تأثیر قرار دهد (۱). امروزه نقش متابولیسم ازت در تنظیم گل‌القایی مرکبات به عنوان فرضیه‌ای ارزشمند در تشریح پدیده گل‌دهی مطرح است. بر اساس یافته‌های موجود بیش از ۸۰ درصد ازت مصرفی درختان مرکبات در دوره تولید جست‌های رشدی بهاره و تشکیل میوه از ازت ذخیره شده است و لذا می‌توان پاسخ خوبی از نظر گل‌دهی با اوره‌پاشی این درختان در مرحله قبل از شکفتگی جوانه‌های گل به دست آورد. با توجه به این مطالب زمان‌بندی معمول موجود در عرضه کودهای ازتی نمی‌تواند دخالت معنی‌داری در تأمین نیاز جست‌های رویشی و گل‌دهنده به این عنصر غذایی داشته باشد. این در حالی است که محلول‌پاشی درختان مرکبات با اوره در برنامه‌های معمول کوددهی فقط در حالت کمبود شدید ازت انجام شده و به صورت سالیانه و همیشگی اجرا نمی‌شود (۷۱و).

اگرچه از برگ‌پاشی مرکبات با اوره به منظور افزایش محتوای ازت و آمونیم برگ‌ها استفاده شده است ولی باید دانست که این عمل به خودی خود موجب افزایش شدت گل‌دهی نشده و نیز سبب افزایش آرژنین گیاه نخواهد شد. ترکیبات ازتی می‌توانند روی برگ‌دار شدن گل‌آذین مؤثر باشند و یا سرعت رشد تخمدان را در گل‌آذین‌های برگ‌دار تحت تأثیر قرار دهند زیرا این گل‌آذین‌ها از محتوای پلی‌آمین بیشتری برخوردارند. تخمدان‌هایی که از رشد سریع‌تری برخوردارند تمایل بیشتری به باقی ماندن روی درخت و عدم ریزش خواهند داشت. به هر حال هنوز با قاطعیت نمی‌توان گفت که وجود سطوح بالاتر این مواد دلیل یا پی‌آمدی از برگ‌دار بودن گل‌آذین یا رشد سریع‌تر تخمدان‌های ایجاد شده روی گل‌آذین‌های برگ‌دار است (۷۵و).

نتایج تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که انجام یک بار محلول‌پاشی درختان پرتقال واشنگتن‌ناول با اوره در دوره تنش سرمایی با افزودن بر محتوای ترکیبات آمونیمی برگ‌ها و جوانه‌ها موجبات افزایش تعداد گل‌های تولیدی را در این رقم فراهم نموده است. در این بررسی، تعداد گل‌های تولید شده همبستگی مثبتی را با طول دوره تنش سرمایی نشان داده است. نتایج مشابهی از محلول‌پاشی درختان ۹ ساله پرتقال رقم شموپی با محلول ۱٪ اوره در زمان‌های ۶ تا ۸ هفته قبل از گل‌دهی بدست آمده و



تأثیر مثبت اوره در افزایش گلدهی و عملکرد مرکبات مورد تأیید قرار گرفت. در یک مقاله تحلیلی چنین جمع‌بندی شده است که نقش دقیق پلی‌آمین‌ها هنوز ناشناخته مانده است. نقش محلول‌پاشی اوره به عنوان ابزاری برای افزایش برگ‌دار بودن گل‌آذین - صرف نظر از مکانیزم عمل این ترکیبات - می‌تواند به صورتی بالقوه برای پرورش‌دهندگان مرکبات از اهمیت زیادی برخوردار باشد (۵۱).

۴ - کربوهیدرات‌ها

مقدار کربوهیدرات‌های موجود در درختان مرکبات به عنوان عاملی محدودکننده در فرآیند گلدهی و تشکیل میوه مطرح است. مبنای تئوریک موجود برای درک مکانیسم این تأثیر از این واقعیت سرچشمه گرفته است که حلقه‌زنی شاخه یا تنه این درختان موجب افزایش گل‌القایی، تشکیل میوه و مقدار نشاسته موجود در شاخه‌ها می‌شود که می‌تواند ناشی از مختل شدن موقتی مسیر حرکت مواد کربوهیدراتی به طرف ریشه‌ها در آوندهای آبکشی باشد که در اثر زخم ایجاد شده است. تأثیر حلقه‌زنی پاییزه در تشویق گلدهی ارقام زودرس بخوبی معلوم شده و برخی از محققان معتقدند که حلقه‌زنی موجب تشویق فرآیند گل‌آغازی و یا احتمالاً گل‌انگیزی خواهد شد اما در مقابل باید به تحقیقات متعدد دیگری نیز اشاره کرد که در آنها هیچگونه همبستگی معنی‌داری بین مقادیر نشاسته موجود در برگ‌ها و شاخه‌ها با گلدهی مرکبات به اثبات نرسیده است. به هر حال در برخی موارد نیز وجود ارتباطی منطقی بین مقدار کربوهیدرات موجود در ریشه ارقام سال‌آور نارنگی و گلدهی این ارقام ثابت شده است. وجود مقادیر بسیار اندک مواد کربوهیدراتی در ریشه‌ها که می‌تواند ناشی از باردهی بیش از حد درخت باشد سبب محدود شدن تولید شاخه و گل خواهد شد. در نارنگی رقم مورکات گاهی مقدار میوه



تولیدی به قدری زیاد است که موجب تخلیه کامل کربوهیدرات‌های ریشه و مرگ درخت می‌شود (۷۴،۱).

نیاز به مواد کربوهیدراتی برای تشکیل گل در بسیاری از گونه‌های گیاهی و از جمله مرکبات، بیش از مقدار نیاز به این مواد برای نمو شاخه‌های رویشی است. آزمایشاتی که با سایه‌دهی طولانی مدت درختان مرکبات در طول ماه‌های زمستان انجام گرفته نشان داده است که اگر سطح مواد کربوهیدراتی بسیار اندک باشد، فرآیند تشکیل گل تقریباً بطور کامل متوقف خواهد شد. همبستگی‌های مثبتی بین میزان تجمع مواد کربوهیدراتی و گل‌دهی به اثبات رسیده و محققان بر اساس همین ارتباط به این نظر رسیده‌اند که میزان کربوهیدرات‌های غیرساختمانی ممکن است عاملی محدودکننده در تشکیل گل مرکبات بوده و لذا می‌توان حلقه‌زنی را با هدف افزایش تجمع مواد نشاسته‌ای در برگ‌ها و تحریک گل‌دهی بکار برد زیرا مانع از انتقال کربوهیدرات‌ها در آوندهای آبکشی از برگ‌ها به طرف ریشه خواهد شد. به هر حال ارتباط موجود بین سطح مواد کربوهیدراتی و تشکیل گل تا حدودی مبهم بوده و در برخی از موارد نمی‌توان بین این دو عامل ارتباط معنی‌داری را از نوع علت و معلولی دید (۳۱ و ۳).

تغییرات ایجاد شده در محتوای کربوهیدرات برگ‌های مرکبات احتمالاً ناشی از وجود توازن بین فرآیند فتوسنتز و انتقال محصولات فتوسنتزی به سمت منابع مصرف درخت است. بدیهی است که بخش‌های مختلف درخت از نظر قدرت جذب مواد فتوسنتزی دارای قابلیت‌های متفاوتی بوده و از این لحاظ سلسله مراتب خاصی بین آنها وجود دارد. میوه‌ها در این میان از توان بیشتری برخوردارند و مواد کربوهیدراتی را با قدرت زیادتری به سوی خود می‌کشند و لذا در درختان پرمحصول تا زمانی که میوه‌ها برداشت نشده باشند نمی‌توان در سایر بخش‌های درخت شاهد تجمع مواد فتوسنتزی بود. به عبارت دیگر برداشت میوه‌ها از درخت می‌تواند مسیر حرکت کربوهیدرات‌ها را به سوی ریشه عوض کرده و از اینرو با حذف میوه فقط می‌توان تأثیر اندکی در مقدار کربوهیدرات‌های برگ داشت و حتی گاهی این عمل کاملاً بی‌تأثیر است اما اگر برداشت میوه و حلقه‌زنی هر دو در یک درخت انجام شده باشند تجمع



کربوهیدرات‌ها در برگ‌ها با سرعت بالایی رخ خواهد داد زیرا حلقه‌زنی موجب اختلال در انتقال مواد کربوهیدراتی به طرف ریشه‌ها می‌شود. در ارقامی که برداشت میوه پیش از رشد بهاره انجام گرفته باشد تجمع نشاسته در برگ‌ها و پوست شاخه‌ها در اواخر زمستان انجام می‌گیرد که البته ممکن است مقدار مواد تجمع یافته در پوست اندکی بیشتر باشد (۴).

۵- مواد شبه‌هورمونی

نقش مواد رشد گیاهی در کنترل گل‌دهی مرکبات موضوعی است که بطور گسترده مورد بررسی قرار گرفته و گزارش‌های فراوانی در مورد تأثیر کاربرد خارجی این مواد در گل‌دهی مرکبات وجود دارد. تفسیر نتایج حاصله از این تحقیقات به دلیل لزوم در نظر گرفتن فرضیه‌های گوناگون در ارتباط با چگونگی جذب، تجمع، انتقال و فعالیت تنظیم‌کنندگان رشد گیاهی، اثرات متقابل موجود بین این ترکیبات با مواد رشد گیاهی درون‌زاد (هورمون‌ها) و عکس‌العمل‌های رشدی ناشی شده از آنها از اهمیت و حساسیت خاصی برخوردار خواهد بود. هنوز این فرضیه که مواد رشد گیاهی درون‌زاد بطور مستقیم موجب تنظیم گل‌دهی می‌شوند به اثبات نرسیده و رهیافت‌های استفاده شده برای آزمون این مورد اغلب دارای محدودیت‌هایی بوده است. این بدان معنا نیست که فرآیندهای نموی نمی‌توانند توسط مواد رشد گیاهی تحت تأثیر قرار بگیرند بلکه به این معنی است که در بهترین حالات، شواهد موجود برای دخالت آنها نشان‌دهنده دخالتی غیرمستقیم است. به هر حال نقش احتمالی حساسیت بافت را نباید از نظر دور داشت (۱و۵).



یکی از هورمون‌هایی که بیش از سایرین در تحقیقات مرتبط با گلدهی مرکبات مورد بررسی قرار گرفته عبارت از جیبرلین است که با سن در ارتباط بوده و محرک رشد رویشی است. در تحقیقات انجام شده مشخص گردیده است که بیشترین مقدار جیبرلین را می‌توان در درختانی یافت که از کم‌ترین شدت گلدهی برخوردارند. در تأیید این نظریه باید گفت که استفاده از تریازول‌ها و سایر ترکیبات کندکننده رشد که مانع بیوسنتز جیبرلین می‌شوند موجب تشویق گلدهی در ساقه‌های جوان در شرایط غیرالقایی محیط شده و از طرف دیگر بکار بردن اسید جیبرلیک روی درختان مرکبات مانع از گلدهی می‌شود ولی تاکنون به وضوح معلوم نشده است که آیا این هورمون گیاهی روی گل‌القایی اثر می‌گذارد و یا فقط روی انگیزش تولید شاخه مؤثر است (۷۲).

در برخی از این تحقیقات که از تیمار اسید جیبرلیک (GA_3) در زمان پیش از تمایزیابی جوانه‌ها روی شاخه‌های مرکبات استفاده شده است مشخص گردیده که اجرای این تیمار می‌تواند مانع گلدهی درختان باشد و لذا به نظر می‌رسد که این ترکیب هورمونی موجب تنظیم برخی از جنبه‌های گلدهی می‌شود. به هر حال مطالعات انجام شده در ارتباط با تغییرات سطوح داخلی GA_3 دلالت بر این واقعیت دارد که هیچگونه ارتباط معنی‌داری بین این ترکیب شیمیایی و نوع شاخه تولید شده (رویشی یا زایشی) وجود ندارد و لذا احتمال دارد که جیبرلین از طریق فرآیندی حدواسط با گلدهی در ارتباط باشد هرچند که مطالعات مشخصی در حمایت از این نظریه انجام نگرفته اما این فرض مطرح است که گلدهی می‌تواند از طریق سطوح جیبرلین درونی (که تحت تأثیر میوه و یا دمای پایین دچار تغییر خواهد شد) تنظیم شود. به هر حال شواهد مستقیمی برای اثبات وجود چنین اثر تنظیمی موجود نیست و برخی از نتایج آزمایشات انجام گرفته در این مورد ضد و نقیض بوده‌اند. از طرف دیگر وجود همبستگی‌هایی بین مقدار ذخایر نشاسته و مواد کربوهیدراتی درخت با گلدهی نیز گزارش شده است که این همبستگی بر اساس نظر برخی از محققان نمی‌تواند وجود نوعی رابطه علت و معلولی را ثابت کند.



علاوه بر این مطابق برخی از گزارشات موجود چنین به نظر می‌رسد که گل‌دهی به سطوح کربوهیدرات موجود در درخت مربوط نباشد. به هر حال شواهد موجود از نقش مواد کربوهیدراتی به عنوان یگانه تنظیم‌کننده گل‌دهی در مرکبات حمایت نکرده و مطابق نتایج بسیاری از تحقیقات موجود، اگرچه دخالت این ترکیبات در گل‌دهی به صورت بالقوه به اثبات رسیده است اما نمی‌توان کربوهیدرات‌های ذخیره شده را تنها متغیر دستکاری شده دانست (۴۱).

در مورد سایتوکاینین‌ها نیز باید گفت که چون به نقش مستقیم این گروه از مواد رشدی در گل‌دهی اشاره‌ای نشده است لذا این امکان وجود دارد که نقشی غیرمستقیمی در گل‌دهی داشته و به عنوان عواملی تأثیرگذار در شکوفایی جوانه‌ها عمل نمایند. برای اکسین‌ها نیز هیچگونه نقش تنظیم‌کنندگی مستقیمی در گل‌دهی مورد اشاره قرار نگرفته است اما این امکان وجود دارد که در ایجاد رابطه غالبیت انتهایی در ساقه‌هایی که در آنها گل‌دهی صورت می‌گیرد نقش داشته باشد (۵).

۶- نقش میوه

میوه‌ها از یک طرف رقیبی قدرتمند در جذب مواد کربوهیدراتی برای جوانه‌ها و باعث جلوگیری از تجمع آنها در برگ‌ها و پوست شده و از سوی دیگر منبع مهمی در تولید هورمون جیبرلین و اکسین هستند که محرک رشد رویشی بوده و می‌توانند در ایجاد ممانعت گسترده از شکوفا شدن جوانه‌ها که بطور معمول در شاخه‌های بارور قابل رؤیت است دخالت داشته باشند. بر این اساس برداشت میوه علاوه بر آنکه موجب افزایش سهم جوانه‌ها از مواد کربوهیدراتی می‌شود همچنین سبب کاهش تولید هورمون جیبرلین نیز خواهد شد. به هر حال تعداد گل‌های تشکیل شده در یک درخت مرکبات رابطه‌ای معکوسی با تعداد میوه‌های تشکیل شده در سال قبل دارد. در یک نگاه کلی می‌توان اظهار داشت که



میوه‌ها موجب کاهش شکوفایی جوانه‌ها و ممانعت از گل‌القایی می‌شوند که ناشی از افزایش شاخه‌های رویشی است و لذا در صورتی که از تنک گل و میوه و یا برداشت زودتر از معمول استفاده شده باشد می‌توان موجبات افزایش تعداد گل‌های تولیدی را در سال آتی فراهم نمود. قدرت رقابتی میوه‌ها در جذب مواد کربوهیدراتی چنان زیاد است حتی حلقه‌زنی شاخه‌های درختان بارآور اگر قبل از برداشت میوه‌ها باشد باز هم نمی‌تواند تأثیر معنی‌داری روی تجمع مواد کربوهیدراتی در برگ‌ها داشته باشد اما وقتی میوه‌ها برداشت شده باشند، انجام عملیات حلقه‌زنی می‌تواند باعث تشویق انباشته شدن مواد مذکور در برگ‌ها شود. تأثیر برداشت میوه روی گل‌دهی زمانی بیشتر خواهد بود که این عمل قبل از بلوغ تجارتي میوه انجام بگیرد (۲، ۳، ۴ و ۷).

با توجه به وجود تأثیر ممانعت‌کنندگی میوه در تشکیل گل و ایجاد تناوب باردهی در برخی از ارقام مرکبات بررسی‌های دقیقی تاکنون در مورد نحوه اثرگذاری حضور میوه در فرآیند تشکیل گل انجام گرفته است. در ارقامی که مستعد سال‌آوری هستند تعداد گل‌های تشکیل شده ارتباط معکوسی بادرشتی محصول آتی درختان خواهد داشت. در این ارقام تعداد گل عاملی محدودکننده برای تشکیل میوه محسوب نمی‌شود. تأثیر منفی میوه در تشکیل گل مرکبات تا حدودی به خاطر ممانعت از شکل‌گیری شاخه‌های رویشی در فصل تابستان و نیز تشکیل جست‌های رشدی در پاییز است. با توجه به اینکه گل‌ها در فصل بهار از جوانه‌های محوری شاخه‌های رویشی (غیرباردهنده) بوجود می‌آیند لذا کاهش تعداد شاخه‌ها موجب پایین آمدن پتانسیل گل‌دهی درخت خواهد شد که می‌تواند در ارقام سال‌آور از اهمیت بیشتری برخوردار باشد. در ارقام سال‌آور تعداد اندکی شاخه رویشی بهاره در سال‌های پرمحصول (آور) تولید خواهد شد و لذا پایگاه‌های گل‌دهنده برای سال بعد (سال نیآور) بسیار کمتر شده و حتی ممکن است به حد صفر برسد (۴).

نقش عمده میوه در فرآیند تشکیل گل حاصل تأثیر مستقیم میوه‌ها در رفتار جوانه و کاهش تعداد گل‌های تشکیل شده به ازای هر گره است. اغلب این اثرات از کاهش میزان شکوفایی جوانه‌ها



ناشی می‌شود هرچند که به ممانعتی اختصاصی از فرآیند گل‌آغازی نیز اشاره شده است. همانگونه که پیش از این نیز اشاره شد، حذف میوه پیش از گل‌القایی سبب تشویق تشکیل گل خواهد شد. در نارنگی ساتسوما بخش اعظم تأثیر ممانعت‌کنندگی میوه در تشکیل گل قبل از بلوغ و پیش از گل‌القایی اعمال می‌شود. حضور میوه در دورانی که دماهای پایین القاء‌کننده اوایل زمستان وجود داشته باشد فاقد تأثیر معنی‌داری در گل‌دهی خواهد بود. تأثیر برداشت زودهنگام میوه در گل‌دهی نارنگی ویلکینگ که از باردهی سنگینی برخوردار است با تجمع ذخایر نشاسته‌ای برگ‌ها در زمان گل‌القایی دارای همبستگی بوده ولی در برخی از گزارشات موجود نیز هیچگونه ارتباطی بین حذف زودهنگام میوه از درخت و ایجاد تغییر در محتوای کربوهیدرات‌های برگ دیده نمی‌شود (۴).

بر اساس تحقیقات انجام شده معلوم شده است که در برخی از موارد، تأثیر بارز میوه در گل‌دهی مرکبات تا حدود زیادی به سطح کربوهیدرات‌ها مربوط نمی‌شود زیرا سایه‌دار کردن این درختان در مراحل اولیه گل‌القایی که موجب پایین آمدن مقدار نشاسته و قند برگ‌ها خواهد شد تأثیر اندکی در کاهش گل‌دهی خواهد داشت. بدیهی است که با افزایش دوران سایه‌دهی درختان میزان ممانعت ایجاد شده در گل‌دهی افزایش خواهد یافت بطوری که مثلاً در نارنگی کلمانتین اگر مدت سایه‌دهی به چهار ماه افزایش بیابد فرآیند تشکیل گل بطور کامل از بین خواهد رفت. این نتایج می‌تواند مرید این حقیقت باشد که فتوسنتز در دوره گل‌القایی لازمه تشکیل گل است (۴، ۵، ۶).

بطور خلاصه می‌توان گفت که ممانعت ایجاد شده از طرف میوه‌ها در فرآیند گل‌انگیزی مربوط به سطح کربوهیدرات‌های برگ‌ها نبوده بلکه بخش اعظم این تأثیر قبل از دوران گل‌القایی اعمال خواهد شد. مکانیزم این اثر بطور کامل شناخته نشده ولی به احتمال زیاد دارای ماهیت هورمونی است. جیبرلین‌های درون‌زاد اگرچه می‌توانند در این زمینه مؤثر باشند اما نقش آنها هنوز بطور روشن و شفاف مشخص نشده است (۴).



تشکیل میوه

واقعیت این است که تمام گل‌های تولید شده از نظر تعیین سطح بارآوری درخت مفید و کارآمد نیستند بلکه برخی از آنها نارس و یا به سبب بروز آفات و امراض معیوب بوده و گروهی هم از نوع نر هستند. در درختان مرکبات همواره نسبت گل‌های نر به کل گل‌های تولیدی تا حدود زیادی بر اساس نوع رقم و شرایط رشد و نمو گیاه در نوسان خواهد بود. گروهی از دانشمندان گزارش داده‌اند که بیش از ۳۵ درصد گل‌های پرتقال شموطی می‌توانند ناتوان از تشکیل میوه باشند. بر اساس تحقیقات انجام شده، ارقام لایم، لمون و بالنگ نسبت‌های بالاتری از گل‌های نر را نسبت به پرتقال دارا هستند. همچنین گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد بیش از ۸۷ درصد گل‌های لیمو نر است که هیچگونه دخالتی در تشکیل محصول ندارند (۱ و ۵).





مهم‌ترین گونه‌های تجارتي مرکبات نیازی به دگرگرده‌افشانی برای تشکیل میوه و تولید محصول ندارند. برخی از دورگ‌های نارنگی مانند ارلاندوتانجلو و نارنگی رابینسون استثناءهایی هستند که در این مورد می‌توان به آنها اشاره کرد. به هر حال گرده‌افشانی برای تولید بذر و تحریک رشد تخمدان در ارقامی مانند پرتقال هاملین که تا حدودی پارتنوکارپ است ضروری است. در برخی ارقام مرکبات که مانند گریپ‌فروت مارش به شدت پاتنوکارپ هستند حتی در حالتی که کلالة و خامه قبل از گرده‌افشانی جدا شده باشند میوه تشکیل خواهد شد (۱).

درجه حرارت محیط چه به صورت غیرمستقیم و از راه تحت تأثیر قرار دادن فعالیت زنبورها در باغ و چه به صورت مستقیم و با اثرگذاری در سرعت رشد لوله‌گرده در کارایی گرده‌افشانی تأثیر معنی‌داری دارد. فعالیت زنبورها در دمای کمتر از ۱۲/۵ درجه سانتی‌گراد در حداقل خود است. پس از آنکه دانه‌های گرده بر روی سطح کلالة مستقر شدند، جوانه‌زنی آنها و سرعت رشد لوله‌گرده در داخل خامه در دماهای بالا (۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد) تشویق شده و در حرارت‌های پایین (کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد) کاهش یافته و یا بطور کامل ممانعت خواهد شد. رشد لوله‌گرده در داخل کانال‌های خامه می‌تواند از ۲ روز تا ۴ هفته و بر حسب رقم و دمای محیط طول بکشد (۱).

بطور کلی تشکیل اولیه میوه، ریزش‌های بعدی و عملکرد نهایی میوه تحت تأثیر چندین عامل فیزیولوژیک قرار دارد. مهم‌ترین ارقام تجارتي مرکبات انبوهی از گل تولید کرده و هر درخت بین ۱۰۰ هزار تا بیش از ۲۰۰ هزار گل را در یک سال بوجود می‌آورد اما در هر حال کمتر از ۱ تا دو درصد از گل‌های تولیدی به میوه قابل برداشت تبدیل خواهند شد (۱، ۲ و ۵).

دوره آغازین ریزش گل‌ها از ۳ الی ۴ هفته بعد از گل‌دهی و دومین دوره ریزش از اردیبهشت تا خرداد اتفاق می‌افتد. موج اول ریزش شامل ریزش گل‌ها و میوه‌های ضعیف با خامه یا تخمدان ناقص و یا گل‌هایی است که گرده‌افشانی آنها ناکارآمد بوده است. میوه‌های مرکبات دارای دو ناحیه ریزش هستند که یکی در قاعده دم‌میوه و دیگری در قاعده تخمدان قرار دارد. میوه‌هایی که در مراحل اولیه



(حدود ۶ تا ۸ هفته پس از شکوفایی گل‌ها) ریزش می‌کنند از ناحیه بین دم میوه و شاخه جدا خواهند شد (۱).

هورمون‌ها در تعیین ظرفیت میوه‌ها جهت پایدار ماندن روی درخت در مراحل اولیه تشکیل میوه از اهمیت زیادی برخوردار هستند. محلول‌پاشی درخت با جیبرلین در گونه‌هایی مانند ارلاندتانجلو که به صورتی ضعیف پاتنوکارپ است سبب افزایش میزان تشکیل میوه خواهد شد، هرچند که این ترکیب هورمونی در اغلب ارقام دیگر نمی‌تواند تشکیل میوه را ارتقاء دهد. محلول‌پاشی پرتقال‌های نافدار با بنزیل‌آدنین (BA) نیز که از انواع سایتوکاینین است موجب بهبود تشکیل میوه خواهد شد (۱).

زمان شکوفایی جوانه‌های گل با درصد تشکیل میوه در ارتباط است. مطالعات انجام شده نشان داده است که درصد تشکیل میوه برای گل‌هایی که در دوران گل‌دهی زودتر از سایرین شکوفا می‌شوند خیلی کمتر از آنهایی است که دیرتر شکوفا شوند. دماهای پایین اوایل فصل می‌تواند فعالیت زنبورها و یا رشد لوله‌گرده را همانگونه که قبلاً بحث شد محدود کند. علاوه بر این سرعت نمو میوه‌هایی که زودتر از سایرین بر روی شاخه‌های بدون برگ رشد می‌کنند آهسته‌تر از آنهایی است که دیرتر و روی شاخه‌های برگ‌دار قرار دارند که ناشی از دمای بالاتر در آن زمان است. دماهای بسیار بالا (بیشتر از ۴۰ درجه سانتی‌گراد) موجب ریزش بیش از حد میوه‌ها به ویژه در پرتقال‌های نافدار که حساس‌تر از سایر ارقام هستند خواهد شد (۱).

در فصول فیزیولوژیک که در مناطق نیمه‌گرمسیری نیم‌کره شمالی مصادف با ماه‌های اردیبهشت و خرداد است با موج دیگری از ریزش میوه سروکار داریم که به آن ریزش فیزیولوژیک و یا ریزش خرداد ماه می‌گویند. این موج ریزش که در آن میوه‌ها بدون دم میوه از درخت جدا خواهند شد به رقابت موجود بین میوه‌چه‌ها برای کسب مواد کربوهیدراتی، آب، هورمون‌ها و سایر ترکیبات حاصله از فتوسنتز گیاه مربوط شده و شامل میوه‌چه‌هایی می‌شود که قطری در حدود ۰/۵ تا ۲ سانتی‌متر دارند. بر این اساس ریزش فیزیولوژیک با بروز تنش‌ها و بویژه گرمای بیش از حد هوا و یا کمبود آب تشدید شده و



در مناطقی که دمای برگ به ۳۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد بالغ شده و یا تنش آبی در آن مناطق به عنوان یک معضل جدی مطرح باشد بیشترین شدت خود را خواهد داشت (۵۱).

یکی از فرضیه‌های ارائه شده در بیان علت تأثیر گرما و کم آبی در تشدید این موج از ریزش میوه‌چه‌ها عبارت از این است که گرمای بیش از حد و نیز کم آبی هر دو موجب بسته شدن روزنه‌ها شده و به این ترتیب مقدار تثبیت دی‌اکسیدکربن در فتوسنتز از کاهش قابل توجهی برخوردار خواهد شد و چون میوه‌ها در توازن منفی از نظر کربن قرار می‌گیرند دچار ریزش می‌شوند. در چنین شرایطی آبیاری درختان از طریق آبیاشی روی تاج می‌تواند سبب کاهش قابل توجه دمای برگ‌ها و ممانعت از بروز تنش کم آبی شده و ریزش فیزیولوژیک را کاهش دهد.

همواره گل‌آذین‌های برگ‌دار نسبت به انواع بدون برگ از درصد تشکیل میوه بالاتری برخوردارند. عموماً شاخه‌هایی که نسبت بالاتری از برگ به گل را در خود داشته باشند درصد بالاتری از میوه را تولید و به مرحله بلوغ می‌رسانند. شاخه‌های رویشی دارای بیش‌ترین مقدار رشد شاخه در طول فصل بوده که از این نظر شاخه‌های زایشی در رتبه آخر و سایر انواع شاخه در حد وسط قرار دارند که بستگی به مقدار تشکیل میوه و باردهی آنها دارد (۱).

همانطور که پیش از این نیز اشاره شد، بررسی‌های انجام شده مؤید آن است که نسبت بالاتری از گل‌ها در گل‌آذین‌های برگ‌دار در مقایسه با گل‌آذین‌های بی‌برگ به میوه تبدیل می‌شوند. دلایلی که می‌توان برای توضیح بیشتر بودن میزان تشکیل میوه در گل‌آذین‌های برگ‌دار نسبت به انواع بدون برگ عنوان کرد عبارتند از (۵۱):

- بیشتر بودن ظرفیت رقابت ید در جوانه‌های مخلوط نسبت به جوانه‌های ساده
- بالاتر بودن اسیمیلاسیون خالص CO_2 و مقدار کربوهیدرات‌های تولیدی توسط برگ‌های تازه نمو یافته در گل‌آذین‌های برگ‌دار
- بهتر بودن وضعیت انتقال هورمون‌های تولیدی از برگ‌های تازه تشکیل شده به میوه‌های جوان



- کاهش خطر بروز تنش آبی در گل‌آذین‌های برگ‌دار به دلیل وضعیت بهتر ارتباطات آوندی در

این گل‌آذین‌ها

علیرغم ارزشمند بودن تمامی این فرضیه‌ها باید دانست که در برخی شرایط مقدار اسیمیلایون خالص CO_2 در هر دو نوع گل‌آذین برگ‌دار و بدون برگ یکسان بوده و سطوح کربوهیدرات‌ها نیز همواره با تشکیل میوه همبستگی ندارد ولی در عوض ممکن است برگ‌هایی که به تازه‌گی نمو یافته‌اند پس از ۴ الی ۶ هفته از شکوفایی گل (گرده‌افشانی) صرف‌نظر از تأثیری که در افزایش تشکیل میوه دارند موجب کاهش ریزش میوه‌ها نیز بشوند.

معمولاً در هر درخت مرکبات تعداد گل‌آذین‌های بدون‌برگ نسبت به گل‌آذین‌های برگ‌دار بیشتر است و درصد بالاتری از میوه‌های تشکیل شده در یک درخت حاصل از گل‌آذین‌های بی‌برگ است. به هر حال امروزه محققان در صدد یافتن روش‌هایی کاربردی برای افزایش درصد گل‌آذین‌های برگ‌دار تولیدی در هر درخت هستند تا بتوانند از این طریق موجبات افزایش تشکیل میوه و حصول به عملکردهای بالاتر را فراهم آورند.



1. Garcia-Luis, A. & J. L. Guardiola. 2000. Influence of citrus tree internal factors and climatic effects on flowering. Proc. Int. Soc. Citricult. IX Congr. 292-295.
2. Krajevski, A. J. & E. Rabe. 1995. Citrus flowering: A critical evaluation. Journal of Horticultural Science. 70(3): 357-374.
3. Garcia, A. ; F. Fornes & J. L. Guardiola. 1995. Leaf carbohydrates and flower formation in citrus. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120 (2): 222-227.
4. Albrigo, L. G. & F. S. Davis. 1994. Citrus. CAB International
5. Davenport, T. L. 2000. Principles of climatic effects on flowering in citrus. Proc. Int. Soc. Citr. 289-291.



Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research, Education and Extension Organization
Iran Citrus Research Institute

Flowering and Fruit Set in Citrus

By:
Babak Adouli

2012