

فیزیولوژی مرکبات

صفحه ۱ از ۵

جنبه‌های فیزیولوژیک در مرکبات

مرکبات (به استثنای نارنج سه برگ) به عنوان گیاهان همیشه سبز شناخته شده‌اند. در مناطق گرمسیری رشد رویشی، تولید گل و نیز تشکیل میوه و رشد آن در طول سال ادامه دارد. اما در مناطق معتدل نیمه‌گرمسیری درختان با یک دوره استراحت جزئی در زمستان مواجه هستند. در این حالت رشد شاخه و ریشه کاملاً متوقف نمی‌شود، بلکه به پایین‌ترین سطح فعالیت خود رسیده و جذب آب و عناصر غذایی به شدت کاهش پیدا می‌کند. در برخی گونه‌ها مثل گریپ فروت و لیموها، رنگ برگ‌ها در طول دوره خواب زمستان زرد رنگ می‌شود. برگ‌های مرکبات بعد از یک دوره رشد یکساله، در زمستان به طور منظم ریزش نمی‌کنند و در روی درخت سالم تا دو سال هم باقی می‌مانند. بنابراین، هم‌زمان با رشد و پهن شدن برگ‌های جدید، برگ‌های قدیمی تدریجاً ریزش می‌کنند. درخت در اوایل بهار رشد فعالی داشته و تولید شاخه‌های جوان می‌کند. در تابستان با افزایش دما، رشد درخت کاهش یافته و با کاهش تدریجی دما در اواخر تابستان و اوایل پاییز، رشد رویشی درخت مجدداً افزایش پیدا می‌کند.

الف) گل‌انگیزی و تمایز

گل‌انگیزی با توقف یا کاهش رشد رویشی آغاز می‌شود. داون پورتو گارسپالویس و همکاران عقیده داشتند که گل‌انگیزی توسط سرما و تنش آبی به‌عنوان یک عامل مقدماتی مطرح است. پائین بودن دما برای چندین هفته (پائین‌تر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد) و یا خشکی بیش از ۳۰ روز در مزرعه، شرایط معنی‌داری در القاء جوانه گل خواهد بود. به همین جهت برای سال‌های طولانی تنش خشکی به عنوان تیماری جهت به گل نشان دادن مرکبات مورد استفاده قرار می‌گرفت. در ایتالیا درختان لیمو را طی تابستان در معرض یک دوره خشکی قرار می‌دهند. بعد از اینکه جوانه گل تشکیل شد (نمو نمی‌کند) اقدام به آبیاری منظم می‌نمایند. گل‌ها در پائیز تولید شده و در تابستان بعد محصول خوب و کافی خواهند داد. به طور معمول ۳-۴ هفته آبیاری بعد از یک تنش خشکی، منجر به تولید گل می‌شود.

داون پورت تمایز را تغییرات باقی و مرفولوژیکی در مریستم جوانه رویشی دانست که منتهی به مریستم گل می‌شود. ناحیه گنبدی شکل مریستم، پهن شده و اندام زایی با تشکیل کاسبرگ‌های اولیه و سپس نمو گلبرگ‌های اولیه ادامه می‌یابد. زمانی که کاسه گل تشکیل شد امکان تغییر جوانه رویشی حتی با مصرف اسید جیبرلیک وجود ندارد. میزان نمو گل‌ها در زمان استراحت جوانه تا گرده‌افشانی مستقل از محل قرارگیری گل بوده و مستقیماً به دما و قابل دسترس بودن آب بستگی دارد. با توجه به شکل ۱-۵ از اواسط آبان و اواسط آذر، وقفه‌ای در رشد جوانه به صورت میکروسکوپی صورت می‌گیرد. در طول ماه‌های دی و بهمن تمایز میکروسکوپی جوانه رخ داده و در اسفند ماه جوانه گل قابل شناسایی است. گرده افشانی در اواخر فروردین و اردیبهشت انجام می‌شود. مشاهده این فاصله از جوانه تا باز شدن گل‌ها و گرده افشانی از سالی به سال دیگر متغیر بوده و به دما و با میزان آب قابل دسترس ارتباط مستقیم دارد. در شرایط طبیعی، جوانه‌ها برای آغاز گل، در انواع جوانه‌های نامناسب، جوانه‌های مناسب تحریک نشده و جوانه‌های تحریک شده نمو می‌کنند. در درختان نارنگی ساتسوما که در فضای باز رشد یافته بودند، در طول زمستان (آذر-دی) جوانه‌ها در اثر تحریک سرما مراحل رشدی خود را کامل نموده و تبدیل به جوانه‌های کامل شدند. این مراحل رشدی جوانه ممکن است حتی بوسیله مطالعات مورفولوژیکی و هیستولوژیکی قابل تشخیص نباشد. به منظور روشن شدن نقش هورمون‌های گیاهی در انگیزش جوانه گل مرکبات، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی به‌صورت برونزا بکار برده شد. نتایج نشان داد که کاربرد جیبرلین تعداد گل‌ها را در گلدهی بهاره کاهش داد.

در نواحی نیمه‌گرمسیری، بیشتر گونه‌های مرکبات دارای یک مرحله گلدهی هستند که در اواخر زمستان شروع می‌شود. گل‌انگیزی در جوانه‌های محوری واقع در شاخه‌های رویشی سال جاری (در هر دو رشد بهاره و تابستانه) و در اواخر تیر تا مهر ایجاد می‌شود. دوره گلدهی لیموها در تابستان و پائیز و در کامکوات‌ها فقط در تابستان انجام می‌شود. برحسب شرایط فصلی، دوران شکوفایی گل‌ها تا شش هفته طول می‌کشد. با تشکیل میوه رسیدن آنها نیز با توجه به شرایط محیطی، مناطق رشد و رقم از اواخر پائیز تا بهار خواهد بود. به عنوان مثال پرتقال‌های نافدار و نارنگی‌های ساتسوما در پائیز می‌رسند در حالی که پرتقال والنسیا چندین ماه بعد آماده برداشت هستند.

گلدهی تحت کنترل ژنوتیپ گونه، عملیات‌های کاشت و شرایط محیطی است. هر چند بیش از ۹۹ درصد گل‌ها ریزش می‌نمایند. اما برخی از گل‌ها حتی ممکن است در مرحله جوانه‌ای نیز ریزش نمایند. جیبرلین به عنوان بازدارنده آغاز گل می‌تواند باعث تبدیل جوانه‌های گل به جوانه‌های رویشی شود. البته این امر مستلزم تغییر و تبدیل گلبرگ‌های گل به کاسبرگ است. این مرحله نموی به سختی قابل تشخیص است. بخصوص جوانه‌های روی درخت اگر در مرحله رویشی نباشند، حساسیت آنها در برابر تیمارهای اعمالی، کمتر خواهد بود. در ارقام با تناوب باردهی، از کنترل آغاز گل به عنوان ابزاری جهت کاهش تراکم گلدهی در سال‌آور استفاده می‌شود. در این حالت عناصر غذایی جذب شده، بین جوانه‌های گل کمتری توزیع می‌شود. محصول‌دهی سنگین درخت و برداشت دیر هنگام میوه، تشکیل و تراکم گل را در سال بعد کاهش می‌دهد. نوع هرس و نحوه رشد مرحله‌ای درخت، روی تراکم گل و کیفیت میوه مؤثر است. کاربرد عناصر غذایی چون اوره به میزان یک درصد در نارنگی کلمانتین، تعداد گل به ازای هر درخت را افزایش داد. بنابراین از این روش می‌توان در سال نیاور استفاده کرد. استفاده از مقادیر بالای ازت، رشد رویشی درخت را تحریک می‌کند. در مقادیر کمتر با اینکه گلدهی را تقویت می‌کند ولی میزان میوه‌نشینی و عملکرد ضعیف است. میزان بهینه ازت جهت تولید تعداد متعادل گل همراه با میوه‌های بزرگ و عملکرد بالا، بین ۵/۲ تا ۷/۲ درصد است. استفاده از اوره قبل از مرحله آغازش تخصصی شدن، باعث افزایش تراکم گل، میوه نشینی و عملکرد در پرتقال واشنگتن‌ناول شد.

در مرکبات میزان میوه‌نشینی نقش تعیین‌کننده‌تری نسبت به میزان گلدهی در عملکرد نهایی دارد. در پرتقال ناولینا جهت داشتن حداکثر عملکرد، حداقل تعداد ۲/۰ گل به ازای هر گره مورد نیاز است. در چنین تراکمی، تعداد گل‌آذین‌های برگ‌دار در حدود ۴۰ درصد مجموع تعداد گل‌آذین‌های تشکیل شده در هر درخت است. چنانچه ۳۰ درصد گل‌آذین‌ها تبدیل به میوه شوند میزان میوه‌نشینی ۴-۶ درصد تعداد کل گل‌ها است. افزایش چهار برابری در تراکم گل‌ها (از ۲/۰ به ۱) هیچگونه تأثیری روی عملکرد کل نداشت و فقط اندازه میوه کاهش می‌یابد. در باغات کم بازده، کاهش عملکرد با تراکم بیش از حد گلدهی در ارتباط است.

ج) عوامل مؤثر در گلدهی

طی سالیان طولانی مطالعات متعددی روی تأثیر عوامل فیزیولوژیکی در گلدهی مرکبات انجام شده است. مهمترین عوامل کنترل کننده گلدهی کربوهیدرات، درجه حرارت، آب و مواد غذایی هستند. نظریه تأثیر کربوهیدرات، بر اساس پدیده افزایش گلدهی در اثر حلقه برداری شاخه‌ها و تنه شکل گرفته است. از طرف دیگر تشکیل میوه به میزان نشاسته موجود در شاخه‌های اصلی نیز ارتباط دارد. در نارنگی‌های دارای تناوب باردهی، سطح کربوهیدرات موجود در ریشه‌ها در گلدهی تأثیر دارد. کاهش شدید کربوهیدرات ریشه‌ها به علت محصول بالا در سال قبل، با محدودیت تولید شاخه و گل در سال جاری مرتبط است.

کنترل هورمونی گلدهی، به صورت گسترده‌ای مورد توجه پژوهشگران مرکبات بوده است. مصرف تنظیم کننده‌های رشد مانند اسید جیبرلیک می‌تواند در تعادل هورمونی داخل گیاه اثر بگذارد. مثلاً مصرف اسید جیبرلیک قبل از تمایز جوانه، از گلدهی ممانعت می‌نماید. با اینکه بسیاری از محققین میزان جیبرلین درون‌زا و اثر آن را روی تشکیل جوانه گل بررسی نموده‌اند لیکن هنوز نتایج مستدل و مستندی منتشر نشده است. هیچ شواهد علمی مبنی بر نقش تحریکی اسید آبسزیک و جیبرلین‌ها در طول یک دوره تنش آبی یا سرمادهی روی گلدهی وجود ندارد. برخی محققین بیان کرده‌اند که محتوای جیبرلین در طول دوره شکوفه‌دهی، در شاخه‌هایی که رشد رویشی و سریع داشتند نسبت به شاخه‌هایی که رشد زایشی داشتند بیشتر بوده است. علت وجود چنین تضادهایی را شاید بتوان به دو عامل مربوط دانست. اولاً در میزان و درصد خلوص جیبرلین استخراجی به دلیل استفاده از روش‌های مختلف، تفاوت وجود دارد. دوم اینکه نمونه‌گیری در دوره‌های مختلف رشدی بوده است. چنانچه این عمل در طول فصل تشکیل گل و یا تخصصی شدن انجام می‌شد نتایج حاصل مستندتر بودند.

در آزمایشی رابطه تنظیم کننده‌های رشد درون‌زا ($GA_{1,2}$, GA_{3} , IAA, ABA) و تشکیل جوانه گل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان از غالبیت میزان $GA_{1,2}$ نسبت به سایر جیبرلین‌ها در برگ‌ها داشت. همچنین میزان آن در برگ شاخه‌های بارده نسبت به شاخه‌های رویشی بیشتر بود. به طور کلی تشکیل جوانه گل توسط $GA_{1,2}$ در مهرماه جلوگیری می‌شود و در مقابل مقادیر بالای IAA و IBA در آذرماه، درصد گل‌آذین‌های بدون برگ و تعداد جوانه‌های گل در هر گره را افزایش داد.

در مطالعات اخیر روی نارنگی ساتسوما مشخص شد که کاربرد بیرونی $GA_{1,2}$ و IAA جهت تشکیل جوانه گل ضروری است. در مقابل این نظریه اوگاتا در سال ۱۹۹۷ نتیجه گرفت که محتوای موجود در برگ‌ها (متأثر از تفاوت باردهی میوه در شاخه‌ها)، نمی‌تواند عامل اصلی تشکیل جوانه گل باشد. علاوه بر این مشخص شد که GA ها و ABA درونی در تیمارهای کنترل شده با خشکی و سرمادهی، نقشی کلیدی در تشکیل جوانه گل ندارد.

مواد غذایی به طور مستقیم و غیرمستقیم، با گلدهی درختان مرکبات ارتباط دارد. سطح بالای ازت در برگ‌ها به ویژه در درختان خیلی جوان، موجب شدت رشد رویشی و کاهش گلدهی می‌شود. از طرفی سطح پایین ازت موجب کاهش رشد شاخه، برگ و میوه می‌شود. میزان ازت در حد متوسط (۷/۲ - ۵/۲ درصد)، تعداد مناسبی گل تولید کرد و بیشترین محصول را موجب گردید. براساس تحقیقی، ازت به صورت آمونیم، تأثیری مستقیم در گلدهی دارد. به همین دلیل مصرف اوره پس از یک دوره تنش در درختان پرتقال و اشنگتن ناول، تعداد برگ و گل را افزایش داد. در آزمایش دیگری مصرف اوره در غلظت یک درصد، ۶-۸ هفته قبل از شکوفه‌دهی، گلدهی و محصول درختان ۹ ساله پرتقال شاموتی را افزایش داد. بر اساس نتایج حاصل از تحقیقات مختلف، وجود رابطه‌ای بین تعداد گل‌های تولیدی با دوره‌های از دمای پایین ثابت شده است.

به‌طور کلی اساس فیزیولوژی گلدهی در مرکبات به یقین شناخته شده نیست. آنچه مسلم است این است که انگیزش جوانه گل تحت تنش و دمای پایین ایجاد می‌شود. تمایز جوانه همراه با بالا رفتن دما و رطوبت خاک ادامه می‌یابد. مدت زمان لازم تا گلدهی به دما بستگی دارد. مراحل تغییرات فیزیولوژیکی احتمالاً تحت کنترل تنظیم کننده‌های رشد گیاهی است.

د) تشکیل میوه

تشکیل میوه تحت تأثیر چندین عامل محیطی و فیزیولوژیکی است. بسیاری از ارقام مرکبات بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ هزار گل روی درخت بالغ تولید می‌کنند. اما کمتر از ۱-۲ درصد گلها به میوه تبدیل می‌شوند. هورمون‌ها در میزان تشکیل میوه و توانایی درخت به تولید میوه نقش مؤثری دارند. کاربرد اسید جیبرلیک به صورت محلول‌پاشی، تشکیل میوه را در درختان مرکبات نظیر اورلاندونانجلو افزایش داد. همچنین مصرف بنزیل‌آدنین (BA) که یک سایتوکینین است تشکیل میوه را در پرتقال‌های نافدار بهبود بخشیده است. گرده افشانی نیز در درصد تشکیل میوه نقش دارد. تعداد کمتری از گل‌های اول فصل نسبت به گل‌های آخر فصل تبدیل به میوه می‌شوند. احتمالاً پایین بودن دما در ابتدای فصل، فعالیت زنبورها یا رشد لوله‌گرده را محدود می‌سازد. به علاوه نمو میوه در اوایل فصل روی شاخه‌های کم برگ، کندتر از میوه‌هایی است که روی شاخه‌های برگ‌دار به وجود می‌آیند.

هرگونه تجدید فعالیت و نمو میوه نیازمند ساخت و فعالیت تنظیم‌کننده‌های رشد مانند جیبرلین‌ها و اکسین‌ها است. اکسین به عنوان یک عامل کنترل کننده و محدود کننده نمو اولیه میوه در مرکبات ظاهر نمی‌شود ولی شواهدی حاکی از ضرورت حضور جیبرلین در این مراحل است. بر همین اساس گزارش‌هایی وجود دارد که جیبرلین برون‌زا به طور قابل توجهی میوه‌نشین را در ژنوتیپ‌های خودناسازگار افزایش می‌دهد.

اثر تنظیم کننده‌های رشد با کاربرد بیرونی روی اندام‌های تولید مثل مرکبات که به طور گسترده‌ای با تشکیل میوه و رشد آن ارتباط دارد مورد مطالعه قرار گرفته است. بر اساس تحقیقی در سال ۱۹۷۷ مشخص شد که کاربرد جیبرلین روی مادگی گل‌ها، باعث افزایش تحرک متابولیت‌ها به سوی میوه و در نتیجه افزایش رشد آن می‌شود. در گزارشی دیگر به اثر تحریکی و مستقیم اکسین‌های مصنوعی در رشد میوه‌های نارنگی (ماندرین) اشاره شده است. علاوه بر این، اثر تنظیم

کننده‌های رشد روی اندام‌های تولیدمثلی مرکبات مورد مطالعه قرار گرفته است. در این رابطه تاکاهاشی سطوح اسیدآبسیزیک و اسید ایندول استیک را در طول میوه‌دهی مشخص، و پیشنهاد کرد که تعادل هورمونی در ریزش میوه‌ها نقش دارد. مطالعات دیگر روی میوه‌های نارنگی کلمانتین بزرگدار و بدون بذر نشان داد که بیشتر از یک هورمون جهت میوه‌دهی مورد نیاز است. هافمن بیان نمود که تفاوت کمی در سطوح اسید آبسزیک و جیبرلین در میوه‌چه‌های پرتقال والنسیا حاصل از گل آذین‌های برگدار و بدون برگ وجود داشته و این سطوح کاملاً ثابت و پایدار بودند. پدیده پارتنوکاری نیز عمدتاً متأثر از وضعیت هورمونی میوه‌ها در مراحل بعد از تقسیم سلولی و اوایل مرحله بزرگ شدن سلولی است.

در تحقیقی میزان اسیدآبسیزیک، اسیدایندول بوتیریک و ترکیبات شبه‌جیبرلینی در طی گلدهی و قبل، و بعد از شکوفایی، با نمونه‌گیری از گل‌آذین‌ها و بخش‌های میوه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که در روز شکوفایی گل‌ها، ترکیبات اسیدآبسیزیک موجود در پرچه‌ها به میزان ۳۰ درصد در مقایسه با پنج روز قبل‌تر کاهش یافت در حالیکه ترکیب IAA پرچه‌ها و گلبرگ‌ها به میزان دو برابر افزایش یافت. هشت روز بعد از شکوفایی، میزان ABA و IAA در خامه‌ها و میوه‌چه‌ها به طور چشمگیری بویژه در گل‌های گرده‌افشانی شده که بالاترین وزن تر را داشتند، افزایش یافت. محتوای ترکیبات شبه‌جیبرلینی به طور مداوم در میوه‌چه‌های گرده‌افشانی شده افزایش یافت گرچه در گل‌های گرده‌افشانی نشده ۸ روز بعد از شکوفایی هیچ افزایشی مشاهده نشد.

ه) رشد میوه

در همه ارقام در مراحل اولیه نمو، دو حالت در میوه دیده می‌شود. یکی گروه میوه‌هایی که با رشد عادی و طبیعی هستند. این میوه‌ها دارای میزان بالای کلروفیل در پوست بوده و کاملاً به ساقه متصل هستند. دوم میوه‌های رشد نکرده که دارای محتوای کلروفیل پایین در پوست، دارای هسته و قابل ریزش هستند.

میوه‌های ارقام مرکبات دارای چهار مرحله رشدی هستند:

مرحله اول تقسیم سلولی شدید است و بسته به شرایط محیطی و رقم تا ۵/۱ تا ۵/۱ ماه بعد از گلدهی ادامه دارد. از موقعی که گل‌ها میوه‌های اولیه را تشکیل می‌دهند تا اواخر پانزده مرحله از تقسیم سلولی را پشت سر می‌گذارند. طی مراحل تقسیم سلولی، تمام سلول‌ها به جز سلول‌های ناحیه مرکزی افزایش پیدا می‌کنند. هر گونه استرس خشکی اندازه میوه را تحت تاثیر می‌گذارد.

مرحله دوم، سلول‌ها شروع به تمایز کرده و بافت‌های مختلف از جمله بافت کیسه‌های ترش‌چی مخصوص عصاره را می‌سازند. تشکیل کیسه‌های آب در داخل پره‌ها و پوست میوه، از جداره تخمدان منشأ گرفته و توسعه می‌یابد.

مرحله سوم، سلول‌ها شروع به بزرگ شدن نموده و اندازه میوه به سرعت بزرگ می‌شود. حداکثر اندازه میوه در مرحله‌ای است که کیسه‌های آب میوه توسعه می‌یابند. درصد کل مواد جامد محلول نیز در این مرحله افزایش می‌یابد. طی این مرحله سلول‌ها ممکن است تا ۱۰۰۰ مرتبه بزرگ شوند. مدت این مرحله برحسب رقم از زمان ریزش گلبرگ‌ها، ۲-۳ ماه برای ارقام لیمو و لایم، ۶ ماه برای ارقام پرتقال و گریپ فروت برآورد می‌شود. برحسب شرایط محیطی منطقه، زمان مورد نیاز برای اتمام رشد مرحله سوم در مناطق پست گرمسیری ۳-۴ ماه و در مناطق سرد و نیمه گرمسیری تا ۱۰ ماه بعد از گلدهی است.

مرحله چهارم (رسیدگی) تغییر رنگ پوست از سبز به زرد یا نارنجی مشاهده می‌شود. رسیدن میوه و هنگامی که رنگ میوه تغییر می‌کند برحسب رقم متفاوت است. در این مرحله میوه به طور کامل رسیده و با افزایش تدریجی TSS و کاهش اسید کل همراه است. نسبت مناسب TSS/TA در ارقام مناطق گرمسیری بعد از ۶-۷ ماه و در مناطق مدیترانه‌ای مانند والنسیا بعد از ۱۴-۱۶ ماه امکان‌پذیر خواهد بود.

نرخ رشد میوه در هر شرایط محیطی بستگی به وضعیت درجه حرارت و رطوبت خاک به ویژه در مراحل ۳ و ۴ دارد. به نظر می‌رسد پیری زودرس در میوه‌های کند رشد تحت مکانیزم بهبود سازی گردش عناصر غذایی گیاه باشد. بدین صورت که عناصر از میوه‌های مسن به سمت میوه‌های دیگر جهت تامین رشد میوه حرکت نموده و جایگزین می‌شوند. هورمون‌های درون‌زا و توازن آنها در این راستا نقش تعدیل‌کنندگی دارند.

عوامل ژنتیکی و محیطی در حقیقت نقش واسطه را در تنظیم ساخت و تجمع تنظیم‌کننده‌های درون‌زا در گل‌ها و میوه‌چه‌ها دارند. تجمع جیبرلین در تخمدان‌ها به نظر می‌رسد یک علامت تحریکی جهت شروع رشد تخمدان و در نهایت نمو میوه باشد. در ارقام وابسته به گرده‌افشانی مانند پرتقال والنسیا، به نظر می‌رسد تجمع جیبرلین بوسیله گرده تحریک می‌شود در حالیکه در ارقام پارتنوکارپ چون گریپ فروت "مارش بدون بذر" این علائم هورمونی بدون هیچگونه عامل محیطی یا خارجی ایجاد می‌شود.

و) ریزش میوه

بیشتر اندام‌های تولید مثل درخت، در دوران اولیه نمو شکل می‌گیرند. ریزش ممکن است قبل از باز شدن گل (ریزش جوانه گل) و یا مدت کوتاهی بعد از شکوفایی (ریزش گل) و یا در مرحله نمو زمانیکه تخمدان به اندازه قابل توجهی رشد نموده است (ریزش میوه‌چه)، رخ دهد. این سه مرحله ریزش ممکن است با فاصله از هم رخ دهد اما وقتی شکوفایی به مدت بیش از شش هفته ادامه یابد نوعی همپوشانی نیز ایجاد می‌شود. مطمئناً ریزش اولیه با تراکم گلدهی افزایش می‌یابد. ریزش جوانه گل و گل در قسمت دمگل رخ می‌دهد اما میوه‌چه‌ها از قسمت اتصال میوه به دمگل (کالیکس) ریزش می‌کنند. در هر دو حالت ریزش با تولید اتیلن همراه بوده و کنترل می‌شود. بعلاوه مقادیر بالایی از ترکیبات شبه اسید جاسمونیک در گل‌آذین و میوه‌های در حال نمو ارقامی که دارای ریزش اولیه شدیدتر هستند، یافت شده است. به نظر می‌رسد این ترکیبات و ترکیبات شبه اسید آبسزیک می‌توانند در میزان میوه‌نشینی و ریزش اولیه میوه نقش داشته باشند.

ریزش متأثر از نوع وضعیت نسبت گل به میوه‌چه نیز هست. در مجموع ریزش در گل‌آذین‌های بدون برگ نسبت به برگ‌دارها، زودتر و در حجم بیشتری رخ می‌دهد. الگوی ریزش در هر دو نوع گل‌آذین مشابه است. در ابتدا یک کاهش در نسبت گل به میوه باقیمانده در گل‌آذین و همچنین همراه با کاهش در تعداد گل‌آذین‌های بارده نیز است. مراحل ریزش ممکن است تا ۱۲ هفته طول بکشد.

به نظر می‌رسد ریزش در دمگل که در مدت زمان کوتاهی بعد از شکوفایی (آنتزیس) رخ می‌دهد، ارتباطی با میزان کربوهیدرات در دسترس نداشته باشد. حتی ممکن است زمانیکه سطح کربوهیدرات‌ها در برگ‌ها حداکثر هست نیز رخ دهد. در گل‌آذین‌های چند گله، این حالت ممکن است به دلیل غالبیت نسبت گل به میوه اتفاق افتد. هم در روی درخت (فضای باز) و هم در شاخه‌های پرورش یافته در فضای کنترل شده، با کاربرد اکسین ریزش به تاخیر افتاد. اثر اکسین در این رابطه به طور آشکاری از طریق کاربرد کبالت که یک بازدارنده سنتز اتیلن است افزایش یافت.

ریزش در گل‌آذین‌های بدون برگ و یا دارای سطح برگ کم زودتر رخ می‌دهد. ریزش‌های اولیه میوه به نظر می‌رسد به علت کمبود فتوسنتز نباشد. عامل اصلی آن کاهش در انتقال کربوهیدرات به میوه‌چه‌ها به دلیل وجود سینک‌های زیاد (مقاصد مصرف) و نه محدودیت در منابع باشد که کاهش در سرعت رشد و در نتیجه تسریع در پیری را به دنبال دارد. دلیل اصلی وجود مقاصد زیاد در این مرحله، ذخیره نشاسته در برگ گل‌آذین‌ها و همچنین بالا بودن سطح قند در پوشش خارجی (پریکارپ) میوه‌های ریزش یافته است. در طول ریزش اولیه میوه‌چه، تجمع نشاسته در برگ‌های

گل‌آذین‌هایی که میوه‌چه‌ها با نیروی بیشتری اتصال دارند (بدون ریزش در سطح بالایی است. این تجمع نشاسته بوسیله میوه‌چه‌ها تنظیم می‌شود و چنانچه حذف شوند محتوای نشاسته برگ‌ها به سرعت کاهش می‌یابد. سطوح جیبرلین درون‌زا ممکن است علت اصلی نقش میوه‌چه‌ها در تجمع نشاسته باشد چون اثر میوه‌چه‌ها را می‌توان با کاربرد جیبرلین تقلید نمود. میزان جیبرلین درون‌زا در برگ‌ها با ریزش میوه‌ها به سرعت کاهش می‌یابد. بعلاوه در مرکبات، گرده‌افشانی باعث افزایش سطوح جیبرلین و در نتیجه کاهش ریزش تخمدان می‌شود.

در طول ریزش دیر هنگام، به دلیل سرعت تجمع مواد خشک در میوه‌چه‌ها، میزان فتوسنتز برگ‌های روی گل‌آذین‌ها نیز متقابلاً افزایش می‌یابد. میوه‌چه‌های در حال نمو، کربوهیدرات‌ها را از سایر بخش‌های درخت جذب نموده و ایجاد نوعی رقابت بر سر کربوهیدرات قابل دسترس می‌نمایند که در نهایت منجر به تخلیه ذخایر کربوهیدرات از سایر اندام درخت می‌شود. سطح ساکارز برگ‌ها به کمترین مقدار خود نزول می‌کند. در این زمان میزان بقای میوه‌ها از طریق ظرفیت و توانایی درخت در تهیه متابولیت‌ها تعیین می‌شود. هرگونه افزایش در رشد و نمو میوه‌چه‌ها با کاهش در ریزش آنها مرتبط است. در چنین حالتی است که دو شاخص میزان تجمع مواد خشک و تعداد میوه‌چه‌ها در حالت پایداری حفظ می‌شود. در این مرحله، ریزش میوه‌چه با محتوای قند آزاد میوه‌چه‌ها رابطه معکوس دارد. این رابطه تا زمانیکه میوه‌چه‌ها از نظر میزان کربوهیدرات در دسترس با هم متفاوت هستند صدق می‌کند. در این زمان چنانچه سرعت ریزش میوه‌چه‌های روی یک درخت با هم مقایسه شوند مشاهده می‌شود که میزان بقای متفاوتی بین آنها وجود دارد. کمبود در قندها باعث ساخت اتیلن شده که اتیلن خود نیز در ریزش نقش دارد.

داده‌های حاصل از یک تحقیق نشان داد که ریزش ناشی از کمبود میزان کربوهیدرات، از طریق میزان اسیدآبسزیک و ۱- آمینوسیکلوپروپان-۱-کربوکسیلیک اسید که به صورت اولیه در میوه‌ها وجود دارند کنترل می‌شوند. در چنین سیستمی اسیدآبسزیک نقش ماده‌ای حساس در برابر کمبود غلظت مواد غذایی عمل نموده و سطوح ACC و اتیلن را که عامل ریزش محسوب می‌شوند تعدیل می‌نماید. به طور کلی ABA و ACC نوعی عمل خود تنظیمی روی میزان باردهی میوه بر اساس میزان کربوهیدرات در دسترس دارند.

بر اساس شواهد موجود، در نبود تنش‌های محیطی، میزان میوه‌نشینی از طریق میزان کربوهیدرات قابل دسترس در پایان هر دوره ریزش تعیین می‌شود. عمل حلقه‌برداری که باعث محدودیت در انتقال کربوهیدرات به ریشه می‌شود در بیشتر ارقام مرکبات میزان میوه‌نشینی را افزایش می‌دهد. این روش در طول دوره ریزش میوه‌چه تأثیر زیادی دارد اما در طی دوره ریزش اولیه میوه‌چه‌ها، تأثیر معنی‌داری ندارد. میوه‌نشینی بوسیله میزان رقابت سینک‌های درونی (مراکز مصرف) با هم، تنظیم می‌شود. بنابراین هرگونه افزایش در سرعت رشد میوه‌چه‌های در حال نمو منجر به کاهش تعداد میوه می‌شود بدون اینکه تأثیر زیاد و محسوسی روی عملکرد کل داشته باشد.

به طور کلی عواملی که سبب ریزش‌های غیرطبیعی شده و لازم است یک تولیدکننده مرکبات بدانند به شرح ذیل است:

الف- خاک اشباع از آب و استمرار آن موجب پوسیدگی ریشه و در نتیجه ریزش می‌شود.

ب- فقدان رطوبت کافی در خاک به ویژه در روزهای گرم که تنش خشکی درختان را در پی دارد.

ج- استفاده از روغن سفید در کنترل کنه مخصوصاً موقعی که خاک خشک و درختان در تنش خشکی قرار دارند.

د- کمبود یا ناکافی بودن مواد غذایی به ویژه ازت که در اواخر بهار یا اوایل تابستان منجر به ریزش میوه می‌شود.

ه- بعضی از روش‌های مدیریتی چون تأخیر و یا استفاده ناصحیح از کودهای شیمیایی، مبارزه نکردن با علف‌های هرز و انجام عملیات زراعی نامناسب و صدمه زدن به ریشه درختان که موجب تقلیل رطوبت و مواد غذایی می‌شود.

ز) رابطه رشد میوه و ریزش

رشد میوه مرکبات از سه مرحله تشکیل شده است. اولین مرحله رشدی میوه‌ها از طریق افزایش در ضخامت پریکارپ در نتیجه تقسیم سلولی است که تا چند هفته بعد از ریزش گلبرگ‌ها ادامه دارد. مرحله دوم فاز بزرگ شدن سلول است که مشخصه آن شکل‌گیری کیسه‌های میوه (آبدان)، افزایش اندازه لوکول‌ها (آبدانک‌ها) و کاهش در ضخامت برون‌بر (پریکارپ) است. تجمع مواد خشک از همان اوایل رشد میوه تا رسیدن به حداکثر حجم آن در شروع مرحله بزرگ شدن سلول‌ها ادامه داشته و در مراحل نزدیکی بلوغ ثابت باقی می‌ماند. بیشترین میزان رشد میوه در طول مرحله بزرگ شدن سلول انجام شده و چندین ماه به طول می‌انجامد.

تعداد میوه نهایی حدود ۱/۰ تا ۱۰ درصد تعداد کل گل‌های تشکیل شده روی درخت است. ریزش میوه ممکن است در مرحله شکوفایی یا حتی زودتر و یا در مراحل بعدتر زمانیکه تخمدان رشد معنی‌داری نموده است اتفاق افتد. این ریزش که به ریزش میوه معروف است از محل قاعده تخمدان رخ می‌دهد. در هر دو حالت میزان ریزش بستگی به سرعت رشد میوه، کربوهیدرات و سایر متابولیت‌های قابل دسترس دارد.

ریزش بعدی میوه‌ها، هم‌زمان با خروج کربوهیدرات‌های ذخیره شده در برگ‌ها و زمانیکه رشد میوه‌ها به بستگی به میزان فتوسنتز جاری دارد، ایجاد می‌شود. بررسی‌ها نشان داده است که اندازه نهایی میوه بستگی به میزان تجمع مواد خشک در میوه‌های باقیمانده از ریزش در این مرحله دارد. تمام این مشاهدات حاکی از این است که میزان کربوهیدرات قابل دسترس، سطح ریزش جودرو را تعیین می‌کند. این بدان معنی نیست که میزان قند آزاد هم در این پدیده نقش دارد، چون میزان قند در میوه‌های ریزش یافته به مراتب بیشتر از میوه‌های باقیمانده روی درخت است. با اینکه قندها به سرعت در میوه‌های با رشد زیاد، ساخته می‌شوند، لیکن سطح قند آزاد در حد پایینی است. کاهش رشد میوه‌ها، ریزش را تسریع داده که احتمالاً به دلیل وجود قندهای استفاده نشده در میوه‌ها است.

رابطه بین میزان رشد میوه‌ها و ریزش، بسیار ظریف و حساس است. طوری که هر گونه تغییر در هر یک از این شاخص‌ها، دیگری نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. هرگونه افزایش در میوه‌شنینی، سرعت رشد میوه‌ها را کاهش می‌دهد. در مقابل با افزایش در رشد میوه‌ها، میزان ریزش نیز افزایش می‌یابد. در درختان نارنگی (ماندرین) که دارای میزان کربوهیدرات ذخیره مشابه بودند، تعداد میوه تشکیل شده رابطه تنگاتنگی با سرعت رشد آنها در طول ریزش جودرو دارد. درختان با سرعت میوه‌شنینی بالا، تعداد میوه کمتر ولی بزرگتر تولید می‌نمایند.

ح) رابطه اندازه میوه و عملکرد

میزان عملکرد بطور مستقیم وابسته به تعداد و اندازه میوه است و تعداد میوه نیز به تعداد گل، میزان میوه‌شنینی و ریزش میوه بستگی دارد. برخی از ارقام به طور طبیعی کم‌بارده هستند که در این حالت جهت داشتن تولید تجاری، از تنظیم‌کننده‌های رشد استفاده می‌شود. گزارش شده است که این ارقام از میزان جیبرلین درونی کارآمدی برخوردارند. از جیبرلین به طور رایج روی انواع کلمانتین‌ها و نارنگی‌های ماندترین و از مرحله تمام گل تا ریزش گلبرگ‌ها استفاده می‌شود. در سال‌هایی که گلدی در دوره زمانی کوتاهی (۷-۱۰ روز) رخ می‌دهد فقط یکبار از این تیمار استفاده می‌شود. اما وقتی گلدی در دوره طولانی‌تری وجود دارد به منظور اطمینان از حداکثر تعداد گل و میوه‌ها دو بار بکار می‌رود.

اندازه میوه یکی از شاخص‌های مهم در امر تولید است که به نوع مدیریت باغدار نیز مربوط می‌شود. اصولاً میوه در اندازه بزرگ، مطلوب مصرف کننده نیز هست. تناوب باردهی برخی از ارقام زیاد است و در سال کم محصول، میوه‌ها فاقد ارزش اقتصادی هستند. از طرفی میوه‌ها در سال آور خیلی کوچک بوده و در سال نیاور پوست میوه ضخیم می‌شود. رابطه معکوسی بین اندازه میوه، تعداد گل و تعداد میوه در هر درخت وجود دارد. در نارنگی کلمانتین کاربرد اوره در مراحل آغازش تخصصی شدن جوانه گل یا در مرحله شکوفایی، میزان میوه‌شنینی، اندازه و عملکرد را افزایش می‌دهد. نتایج مشابهی در مورد پرتقال‌های ناول و النسیا نیز گزارش شده است. کاربرد جیبرلین در مرحله‌ای که جوانه به رنگ سبز تا سفید است، تعداد و عملکرد میوه را افزایش می‌دهد.

در بیشتر ارقام نارنگی و پرتقال، اندازه میوه در مرحله بلوغ با تعداد گل رابطه معکوسی دارد. اندازه نهایی میوه حداقل به طور جزئی در همان اوایل مرحله نمو گل/میوه مشخص می‌شود و به خوبی با قطر میوه‌ها در پایان مرحله ریزش جودرو در ارتباط است. با کاربرد جیبرلین به میزان کم (۱۰-۲۰ میلی‌گرم در لیتر) در طول دوره رکود زمستانی می‌توان از تعداد گل‌ها (جهت حصول میوه با اندازه مناسب) به طور موثری کاست.

میزان رشد میوه‌ها بستگی به میزان تجمع مواد خشک و آب دارد. این رشد ممکن است با میزان قدرت جذب مواد توسط میوه و یا منابع جذب (محدودیت در منبع) محدود شود. این دو عامل رابطه ظریفی با هم داشته و کمبود منابع متابولیکی در مراحل اولیه نمو ممکن است آسیب‌های جبران ناپذیری به میوه‌های در حال رشد رسانده و رشد میوه‌ها را در مراحل بعدی نمو زمانیکه حتی شاید منابع متابولیکی نیز برای بلند مدت مهیا باشد محدود نماید. بنابراین توانایی رشد میوه-

چه‌ها در همان مراحل اولیه رشد تعیین شده و قابل تشخیص است. در میوه چند نوع نارنگی رابطه مستقیمی بین قطر میوه‌چه در پایان ریزش جودرو و اندازه میوه در زمان بلوغ یافت شده است.

به نظر می‌رسد عامل محدودکننده رشد میوه‌چه‌ها در طول مراحل مختلف نمو، متفاوت باشد. وزن تک میوه در مرحله بلوغ با تعداد میوه در هر درخت رابطه معکوسی دارد که نشان از اثر رقابت بین سینیکی (محدودیت در منابع) روی رشد میوه است. از طرفی رابطه‌ای قوی بین عملکرد نهایی و تعداد میوه در هر درخت وجود دارد. به نظر می‌رسد قوی بودن مقصدها نسبت به منابع جذب، عامل اصلی در تعیین میزان رشد میوه در طول روزهای آخر دوره رشد باشد. افزایش منابع غذایی در این مرحله از طریق تنک دستی یا حلقه‌برداری بنا به گزارش، تنها اثری جزئی روی رشد میوه در میوه‌های کوچک نارنگی‌های ساتسوما و کلمانتین دارد. وضعیت متفاوتی برای گریپ‌فروت گزارش شده است. میوه‌های حجیم (بیش از سه برابر تیمار شاهد) رقم مارش بدون بذر، تحت عمل حلقه‌برداری تنه‌ی درختانی که به شدت در پایان ریزش جودرو تنک شده بودند (کاهش از ۳۵۰ میوه اولیه به ۴۰ عدد) بدست آمد.

سرعت رشد میوه ممکن است بوسیله ظرفیت و توانایی مسیر انتقال مواد (در منبع یا مقصد) محدود شود. در سیستم آوندی دمگل، یک افزایش تدریجی در تعداد مجاری لوله‌ها و آوندها تا کامل شدن نمو در پایان ریزش جودرو همزمان با شروع مرحله خطی تجمع مواد خشک مشاهده می‌شود. یک رابطه مستقیم بین اندازه میوه در زمان بلوغ و قطر دمگل در پرتقال والنسیا و گریپ‌فروت مارش گزارش شده است. رابطه مشابهی نیز هم‌چنین در مراحل اولیه نمو میوه وجود دارد. در کلمانتین ماریسول، در طی مرحله تقسیم سلولی (دامنه قطر میوه از ۵ تا ۱۵ میلی‌متر) و خیلی قبل از کامل شدن تمایز بافت آوندی، مقطع عرضی هر دو بافت آبکش و چوبی در دمگل، رابطه مستقیم و قوی با اندازه میوه‌چه دارند. این همبستگی‌ها منتهی به فرضیه احتمال وابستگی سرعت رشد میوه با ظرفیت جریان آوندی به سمت میوه شده است. بعلاوه کاربرد موضعی جیبرلین یا بنزیل آندین در گل‌های نارنگی ساتسوما ساختار انتقال آوندی دمگل‌ها را افزایش می‌دهد، اما فقط سرعت رشد میوه‌چه‌ها و نه اندازه میوه افزایش می‌یابد.

الگوی رشد میوه و تحرکات مواد غذایی امکان اتخاذ دو استراتژی را جهت افزایش اندازه میوه تعیین می‌کند. الف: کاهش رقابت بین مقصدها به دلیل حذف بخشی از میوه‌چه‌های در حال نمو (تنک میوه) و ب: افزایش قدرت جذب مواد غذایی توسط میوه‌چه‌ها که بدینوسیله میزان رشد میوه‌چه‌ها نیز افزایش می‌یابد.

ط) رابطه گلدهی و اندازه میوه

اثر تعداد گل روی اندازه میوه همراه و ملازم با تأثیر گلدهی روی میوه‌نشینی است. هرچند در تعدادی از ارقام پرتقال و نارنگی رابطه معکوسی بین تعداد گل و اندازه میوه بدون ارتباط با میزان باردهی مشاهده شده است. در مجموع، تعداد گل نوعی تأثیر روی کیفیت گل نیز می‌گذارد. به دلیل نسبت بالای گل‌های ایجاد شده روی گل‌آذین‌های برگ‌دار، تعداد گل کاهش می‌یابد. در بیشتر ارقام، این گل‌ها سهم بیشتری نسبت به گل‌هایی که روی گل‌آذین‌های بدون برگ ایجاد شده‌اند در میوه‌دهی و بزرگی میوه دارند. بعلاوه اندازه تخمدان در مرحله شکوفایی رابطه معکوسی با تعداد گل دارد. تخمدان بزرگتر در مرحله شکوفایی، تولید میوه‌چه‌های سریع‌الرشد و در نتیجه افزایش در اندازه نهایی میوه می‌کند.

حجم وسیعی از گل‌های با این مشخصه روی عملکرد محصول تأثیری نداشته و تا یک حد معینی کاهش در تعداد گل‌ها منجر به کاهش در تعداد میوه و در نتیجه افزایش اندازه میوه می‌شود. در چند رقم پرتقال ناول و نارنگی حداکثر عملکرد وقتی تعداد گل‌ها نزدیک به ۲/۰ گل به ازای هر گره بود بدست آمد. کاهش گل به تعداد کمتر از این مقدار باعث کاهش عملکرد می‌شود. کاربرد اسید جیبرلیک (۱۰-۲۰ میلی‌گرم در لیتر) در طول دوره استراحت زمستانی تا حد زیادی تشکیل گل‌ها را کاهش داد و اندازه میوه را در کلمانتین فینو و ساتسوما آواری به همان کیفیت ارقام پرتقال ناول افزایش داد. پ

ی) وضعیت کربوهیدرات‌ها در طول میوه‌نشینی

بعد از فعالیت تنظیم کننده‌های رشد موثر در رشد میوه مرکبات، ادامه رشد میوه معمولاً بوسیله تهیه مواد غذایی حمایت می‌شود. در این میان وضعیت ساکارز در مرحله میوه‌دهی از عوامل موثر در تنظیم رشد و بقای میوه است. قابل دسترس بودن کربوهیدرات‌های ذخیره شده برای گلدهی و میوه‌دهی، رابطه معکوسی با میزان محصول‌دهی سال قبل دارد. مجموع مواد ذخیره شده باید بیش از ۹/۲۳ کیلوگرم به ازای هر درخت باشد. نقطه اوج ذخایر، کمی قبل از شکوفایی گل‌ها است و در طول گلدهی و میوه‌دهی ذخایر به صورت محرک در می‌آیند. در درختان با گلدهی سنگین، این کاهش در ذخایر سریعتر است. درختان پرتقال با گلدهی سنگین، میزان ۹ کیلوگرم ماده خشک را در طول ریزش میوه‌چه‌ها از دست دادند. میزان از دست‌دهی ذخایر توسط تنفس را نیز باید به این مقدار افزود. این ذخایر جهت تشکیل جوانه و رشد جست‌های جدید رشدی مورد نیاز هستند. هرچند که میزان بالای کربوهیدرات ذخیره با گلدهی سنگین در ارتباط است، این سوال پیش می‌آید که آیا کربوهیدرات‌ها در طول دوره میوه‌نشینی فصول قبل و مراحل بحرانی ریزش توزیعی معنی‌دار و یکنواخت داشته‌اند؟ در برخی حالات این کاهش در پرتقال واشنگتن ناول به کندی رخ می‌دهد و مقداری از این ذخایر تا پایان ریزش میوه‌چه باقی می‌مانند هر چند این رفتار استثنا بوده و کلیت ندارد. در بیشتر مواقع، سطوح کربوهیدرات در برگ‌ها در مدت کوتاهی بعد از تمام گل به پایین‌ترین میزان خود رسیده و ادامه میوه‌نشینی به میزان فتوسنتز جاری بستگی دارد. حداقل محتوای برگ‌ها ممکن است به اندازه نصف ذخایر اولیه باشد. علاوه بر این کربوهیدرات‌ها ممکن است در ریشه‌ها و برگ‌ها ذخیره شود در حالیکه رشد میوه‌چه‌ها به دلیل ساکارز قابل دسترس محدود می‌شود.

با حذف کامل و یا موضعی (۵۰ درصد) برگ‌ها در مرحله شکوفایی و شروع مرحله II رویشی (شروع دوره بزرگ شدن سلول‌ها)، به درخت تنش غذایی وارد شد و میزان کربوهیدرات و رشد میوه بررسی گردید. در میوه‌های شاهد، قندهای ساکارز، گلوکز، فروکتوز و نشاسته سبب تسریع در انتقال از مرحله شکوفایی و توقف کمتر در مرحله تقسیم سلولی شدند. حذف برگ‌ها در طول دوره تقسیم سلولی در میوه‌ها و بافت چوبی تأثیری روی وضعیت کربوهیدرات‌ها نداشت، هر چند که اولین موج ریزش که معمولاً در این مرحله رخ می‌دهد افزایش یافت. با شروع مرحله بزرگ شدن سلول‌ها، قندهای محلول در میوه‌ها کاهش یافت و میزان ساکارز و نشاسته در بافت‌های چوبی گیاهان بدون برگ در کمترین مقدار بود. در این گیاهان علاوه بر اینکه رشد میوه متوقف یا به تأخیر افتاده بود، ریزش میوه نیز در این مرحله افزایش یافت. بر اساس این نتایج مشخص شد که میوه‌های در حال نمو در طول دوره تقسیم سلولی به عنوان مصرف کننده بوده، در حالیکه در مرحله بزرگ شدن سلول‌ها نقش منبع ذخیره را داشته‌اند.

ک) رابطه اکسین و رشد میوه

کاربرد اکسین در طول دوره تقسیم سلولی تخمدان که از زمان گلدهی تا پس از پایان ریزش جودرو توسعه می‌یابد، رشد میوه و اندازه نهایی آن را افزایش می‌دهد. زمانی که اکسین در طول ریزش میوه‌ها به‌کار رود، بخش اعظم اثر معنی‌دار آن مربوط به تولید اتیلن تحریک شده توسط اکسین است که خود یک عامل ریزش و تنک‌زا است. وقتی اکسین کمی بعد از شکوفایی یا در پایان ریزش جودرو به‌کار رود، اثر آن بیشتر از طریق افزایش در قدرت سینک میوه‌ها در حال نمو، اعمال می‌شود. زمان وقوع این واکنش در هر دو تاریخ مشابه است. با گذر از مرحله کندی سرعت رشد (ممکن است کمتر از دو هفته باشد)، میزان رشد میوه‌ها در درختان تیمار شده با اکسین بیشتر از درختانی باشد که تا مرحله بلوغ تیمار نشده بودند.

نحوه تأثیر اکسین روی توسعه میوه‌ها و میزان رشد آن به طور دقیق مشخص نیست. در برخی موارد که واکنش گیاه به کاربرد زودهنگام (زمان گلدهی) و دیر هنگام (در پایان جودرو) اکسین با هم مقایسه شدند، مشخص گردید که اثر آن روی میزان میونشینی و اندازه میوه مشابه است. تکرار کاربرد اکسین، ارجحیت و برتری نسبت به یکبار مصرف آن نداشت. در زمان گلدهی و حدود ۱۰-۱۲ هفته قبل از شروع تشکیل آبدانک در آبدان‌ها، استفاده از اکسین‌ها دارای نتایج روشن-تری بود. بر اساس این اطلاعات مشخص شد که تأثیر اکسین روی رشد آبدان‌ها منحصراً در جهت بزرگ شدن سلول‌ها نیست. ثابت شده است که کاربرد دیر هنگام اکسین تقسیم سلولی را در هر دو بخش پریکارپ میوه‌ها و آبدان‌های کشت شده بر روی محیط کشت افزایش می‌دهد. آبدان‌ها نیز شکلی بسیار غیر منظم داشته بنابراین محاسبه ساخت سلول‌ها دشوار است. هر چند افزایش در ساخت آبدانک، در نتیجه افزایش رشد میوه است اما با حذف حدود ۵۰ درصد از بافت آوند آبکش دم میوه، هیچ اثری روی رشد میوه‌ها مشاهده نشد. کاربرد اکسین در زمان گلدهی و تنک کردن گل‌ها نیز باعث افزایش رشد میوه و ایجاد رقابت بین سینکی در میوه‌ها می‌شود. با کاربرد در زمان جودرو، تنک‌کردن در اثر تولید اتیلن توسط اکسین رخ می‌دهد. برخلاف کاربرد اکسین در زمان گلدهی که اندازه میوه را افزایش می‌دهد، استفاده از جیبرلین رشد اولیه میوه‌ها را افزایش داده و منجر به کاهش اندازه میوه می‌شود.

کاربرد اکسین با هدف افزایش کیفیت میوه باید بعد از ریزش فیزیولوژیکی میوه باشد. محلول پاشی زودهنگام منجر به تنک نامطلوب میوه شده و دیر هنگام نیز منجر به حساسیت کم میوه‌های جوان به اکسین می‌شود.

برخی از اکسین‌های مصنوعی چون تو، فور-دی اثر افزایشی روی اندازه میوه کلمانتین، ساتسوما، چندین رقم پرتقال، گریپ فروت مارش و لمون‌ها داشته‌اند. کاربرد زودهنگام آن اندازه بازار پسند میوه را افزایش داد اما عملکرد کاهش یافت. در گریپ‌فروت مارش، کاربرد ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر تو، فور-دی باعث تنک میوه‌ها نشد لیکن میزان افزایش در اندازه میوه مشابه با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود. در این آزمایش‌ها هم مشخص شد که کاربرد اکسین‌ها با هدف افزایش اندازه میوه باید در پایان ریزش جودرو باشد.

ل) تنک میوه

برخلاف سیب و هلو که تنک هر سال در دستیابی به بهترین اندازه میوه مؤثر است، میوه‌های مرکبات به دلیل عدم اجبار برای برداشت در یک زمان، نیاز به تنک ندارند. بنابراین می‌توانند روی درخت مانده و به تدریج با رسیدن به بهترین کیفیت، برداشت شوند. نارنگی‌ها نیاز به تنک کردن و هرس منظم دارند تا بدینوسیله از سال‌آوری آنها جلوگیری شود. مسلماً پرمحصولی در یکسال منجر به کم باردهی یا نبود باردهی در سال بعد خواهد شد. تکرار این وضعیت، سلامت گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و دوباره جوان‌سازی درختانی که به چنین حالتی مبتلا شده‌اند، دشوار خواهد بود. چنانچه محصول درخت سنگین و بالا باشد تنک‌کردن موجب اندازه مناسب و رسیدن رضایت‌بخش میوه‌های باقی مانده می‌شود.

حذف بخشی از میوه‌های در حال نمو سبب تهیه مواد فتوسنتزی قابل دسترس بیشتری برای میوه‌های باقیمانده روی درخت شده و اندازه آنها را افزایش می‌دهد. جهت دستیابی به میوه‌هایی با اندازه بزرگ و مطلوب، کاهش در تعداد میوه ضروری به نظر می‌رسد. ممکن است عملکرد بدینوسیله کاهش یابد، اما سود حاصل از افزایش کیفیت تجاری میوه جبران این هزینه را خواهد کرد. تنک میوه همچنین جهت کاهش اثر تناوب باردهی نیز استفاده می‌شود. این پدیده ممکن است در اثر شرایط نامطلوب آب و هوایی ایجاد شود لیکن در برخی از نارنگی‌ها تولید محصول سنگین و کوچک در یک سال، عدم گلدهی و عملکرد را در سال بعد به همراه دارد. تنک میوه‌ها در سال‌آور باعث افزایش اندازه میوه، ارزش محصول و تحریک گلدهی در سال دیگر می‌شود.

۱- تنک دستی: بهترین روش تنک کردن روش دستی بوده لیکن هزینه کارگری آن بالاست. با هدف حصول عملکرد اقتصادی بالا در برخی ارقام با ارزش مانند نارنگی های ماندین، از این روش تنک کردن استفاده می‌شود. برخی باغداران حاضر به پرداخت این هزینه اضافی بوده چون در ازاء این هزینه، ارزش میوه‌هایی که به بازار عرضه می‌شود قابل ملاحظه است. در آزمایشی مشخص شد که تنک دستی باعث افزایش سود خالص ۲۰-۴۰ درصدی شد. این عمل وقتی میوه‌ها به قطر ۳۰-۴۰ میلی متر رسیدند انجام گرفت. در تنک دستی معمولاً میوه‌های کوچک، داغ‌زده، لکه‌دار و بدشکل حذف می‌شوند. میوه‌های خوشه‌ای را بررسی و ارزیابی نموده و فقط خوشه‌های دو تایی حذف نمی‌شوند. ظرفیت شاخه جهت تحمل میوه و همچنین تعداد میوه اطراف شاخه بررسی می‌شود. چنانچه میوه‌های دوتایی یا سه‌تایی به اندازه کافی بزرگ بوده و در اطراف آنها میوه‌ای وجود نداشته باشد اقدام به حذف این خوشه‌ها نموده تا در سراسر شاخه میوه‌ها توزیع یکنواختی داشته باشند.

۲- تنک شیمیایی: زمان محلول‌پاشی اهمیت داشته و معمولاً در اواخر ریزش طبیعی میوه وقتی که میوه‌ها بطور متوسط ۱۲/۵ میلی‌متر قطر دارند انجام می‌شود. بدین منظور قبلاً اقدام به اندازه‌گیری اندازه میوه (حداقل ۵۰ میوه و دو بار در هفته) و زیر نظر داشتن ریزش جهت تعیین زمان دقیق پایان ریزش طبیعی می‌شود. درجه حرارت هوا در زمان محلول‌پاشی باید بین ۱۸-۳۶ درجه سانتی‌گراد باشد و حداقل ۲-۳ روز بعد از آن این شرایط پایدار باشد. در تحقیقی در سال ۲۰۰۱ روی پرتقال واشنگتن ناول، با مصرف اترل ۲۰ درصد میوه‌ها ریزش نمود و در مقابل باردهی خالص ۱۵-۲۵ درصد افزایش یافت. چنانچه ماده مؤثره محلول از حد مطلوب بیشتر باشد باعث ریزش برگ و میوه می‌شود.

کاربرد اتفن با غلظت ۱۵۰ تا ۵۰۰ پی‌پی‌ام در طی دوره ریزش جودرو نقش موثری در عمل تنک نارنگی‌های سال آور داشت. اثر تنک کنندگی اتفن نسبت به NAA متفاوت است مثلاً گاهی باعث از دست‌دهی قابل توجه برگ‌ها می‌شود. تاثیر اکسین‌هایی چون D-۲،۴ و T-۲،۴،۵ نیز یکسان نبوده و در غلظت‌های نسبتاً بالا (۲۰-۵۰ پی‌پی‌ام)، گاهی به عمل تنک کردن شدت بخشیده و یا اینکه اثر سمی خواهد داشت. تا اواخر دهه هشتاد، کاربرد اسید نفتالین استیک با هدف تنک کردن کاربرد گسترده‌ای داشت. معمولاً NAA با غلظت ۲۰۰-۳۰۰ پی‌پی‌ام، ۲۰-۳۰ روز بعد از مرحله تمام گل و قبل از پایان ریزش جودرو استفاده می‌شود. سن درخت، میزان میوه‌دهی و دما روی میزان تنک کردن تاثیر دارد. در شرایط دمایی بالای ۳۰ درجه سانتی‌گراد تنک، شدیدتر انجام می‌شود. کاربرد این ترکیبات اندازه بازرسند میوه‌ها را به خاطر حذف میوه‌های کوچکتر و در نتیجه کاهش رقابت بین میوه‌ها و تمرکز اثر هورمون‌ها روی میوه‌های باقیمانده افزایش می‌دهد.