جمهوری اسلامی ایران

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات خاک و آب کشور

ریزش میوه مرکبات و راهکارهای کنترل آن در جنوب و جنوب شرق ایران

نگارندگان

جواد سرحدی[1]، مهری شریف[2] و صابر حیدری[3]

[1و3] اعضای هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان

[2] کارشناس مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان

نشریه فنی: 653

1403

مشخصات اثر

عنوان: ریزش میوه مرکبات و راهکارهای کنترل آن در جنوب و جنوب شرق ایران

نگارندگان: جواد سرحدی، مهری شریف و صابر حیدری

ناشر: موسسه تحقیقات خاک و آب کشور

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات اسرار علم

کارشناس انتشارات: سمانه پورمنصور

ویراستار ادبی: آرش تافته

سال انتشار: 1403

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

این اثر با شماره 66694 در تاریخ 1403/11/7 در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است.

نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است.

نشانی: کرج، میدان استاندارد، جاده مشکین‌دشت، بلوار امام خمینی (ره)، موسسه تحقیقات خاک و آب کشور

کد پستی: 3177993545 **صندوق پستی:** 311-31785

نمابر : 02636210121 **تلفن:** 026 -36201900

وب‌سایت: http://www.swri.ir **پست الکترونیکی:** info.swri@areeo.ac.ir

مسئولیت صحت مطالب به عهده نگارندگان است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتار 4

مقدمه 1

عوامل محیطی اثرگذار در ریزش گل و میوه 1

عوامل تغذیه‌ای اثرگذار در ریزش گل و میوه 2

عوامل فیزیولوژیکی و پاتولوژیکی اثرگذار در ریزش گل و میوه 4

ریزش مرکبات 6

1) ریزش موج اول - بلافاصله بعد از گل 8

2) ریزش موج دوم - اواخر فصل بهار (اردیبهشت و اوایل خرداد) 11

3) ریزش موج سوم- میوه‌های کامل و درشت ولی نرسیده (غیرقابل برداشت) قبل از برداشت 13

جمع بندی 17

منابع 20

پیشگفتار

جنوب کشور شامل استان‌های سیستان و بلوچستان و به‌ویژه جنوب استان کرمان و استان هرمزگان، از قطب‌های تولید محصولات باغی از جمله مرکبات در کشور می‌باشند. یکی از مزایای محصول مرکبات تولیدی این منطقه نسبت به سایر مناطق کشور عدم کاربرد سم و نیز طعم و مزه مطلوب آن می‌باشد. پتانسیل بالفعل مناسب این مناطق در گذشته مانند شرایط اقلیمی، خاک سبک با خاصیت زهکشی خوب و آب با کیفیت و فراوان موجب احداث و توسعه باغ‌های مرکبات شده است و این روند همچنان ادامه داشته تا سال‌های اخیر که به دلیل بیش از سه دهه خشکسالی و حاکمیت پارامترهای منفی مستقیم و غیرمستقیم ناشی از آن بر این منطقه از جمله افزایش شدید گرما، کاهش کمی و کیفی آب‌های آبیاری و بروز عوارض فیزیولوژیکی و بیماری‌ها و آفات ویژه مرکبات مانند گرینینگ، زوال، مگس مدیترانه‌ای و...، باز هم تلاش در جهت افزایش تولید این محصول به موازات تولید خرما که از مزیت اقتصادی خوبی نسبت به سایر تولیدات کشاورزی منطقه برخوردار است، وجود دارد.

متأسفانه، باید گفت علی‌رغم زحمات و هزینه‌های زیادی که باغداران متحمل می‌شوند، در سال‌های اخیر مگس مدیترانه‌ای، گرینینگ، زوال، آفتاب‌سوختگی و ریزش میوه نقش چشمگیری در کاهش محصول تولیدی داشته‌اند؛ لذا ضروری است که تمامی سطوح مدیریتی اعم از اجرایی و پژوهشی در زمینه کشاورزی تلاش نمایند تا درصد خسارت ناشی از مشکلات فوق کاهش یابد. عارضه ریزش میوه یکی از عوارضی است که با خشکسالی، افزایش شدت گرما و مدیریت نامتعادل آبیاری و تغذیه تشدید شده و درصد خسارت آن افزایش‌یافته است. از ارقام قالب منطقه، رقم ناول (با عملکرد حدود 20 تا 25 تن در هکتار) است که دارای ریزش بلافاصله بعد از گل، ریزش اواخر اردیبهشت و خرداد و ریزش اوایل پاییز به‌خاطر صدمه مگس مدیترانه می‌باشد. همچنین رقم والنسیا (با عملکرد حدود 30 تا 40 تن در هکتار) که رتبه اول تولید در منطقه را به خود اختصاص داده است نیز دارای ریزش از نوع اول و دوم می‌باشد. انواع نارنگی (با عملکرد حدود 10 تا 15 تن در هکتار) در منطقه نیز دارای ریزش شبیه ناول می‌باشند با این تفاوت که شدت ریزش در آنها به دلیل حساسیت بیشتر به تنش گرما و کم‌آبی از نرخ بالاتری برخوردار است. بر همین اساس این ضرورت احساس شد که باتوجه‌به نتایج بیش از بیست سال کار

علمی و عملی نویسنده در زمینه مسائل آب، خاک، بیماری‌ها و آفات باغ‌ها، مزارع، گلخانه‌ها و به‌خصوص مرکبات این دیار، ضمن بیان ساده علل ریزش مرکبات، راهکارهای مؤثر در کاهش آن به بهره‌برداران و سایر علاقه‌مندان ارائه شود.

مقدمه

ریزش میوه‌های مرکبات، پدیده‌ای مهم و تأثیرگذار در صنعت جهانی مرکبات است که مستقیماً بر تولید و کیفیت محصول اثر می‌گذارد. درک دقیق این پدیده برای افزایش بهره‌وری و اجرای روش‌های پایدار در کشت مرکبات ضروری است. زیان‌های اقتصادی ناشی از ریزش میوه می‌تواند بین 10٪ تا 30٪ از کل تولید را شامل شود که این موضوع باعث کاهش عرضه مرکبات در بازار و تأثیر منفی بر درآمد کشاورزان می‌شود. باید توجه شود که ریزش طبیعی در گیاه کمتر از 10 درصد می باشد (Ashraf et al., 2012). علاوه بر زیان اقتصادی، ریزش میوه چالش‌هایی در تامین تقاضای مصرف‌کنندگان برای میوه‌های با کیفیت ایجاد می‌کند. به عنوان مثال در رقم ناول ریزش موج اول و دوم سبب کاهش شدید تعداد میوه شده که این تعداد کم نیز به دلیل منابع غذایی و آبی کافی، بسیار درشتت و غیر بازار پسند می‌شوند.

پیچیدگی این مسئله ناشی از علل چندگانه ریزش میوه است که می‌تواند شامل تنش‌های غیرزیستی مانند شرایط محیطی و اختلالات فیزیولوژیک داخلی گیاه باشد. با بررسی دقیق علل و توسعه روش‌های کنترلی، می‌توانیم این زیان‌ها را کاهش دهیم و سیستم‌های تولید مرکبات سالم‌تری را ترویج کنیم (Jain et al., 2023).

ریزش میوه‌ها تنها یک اتفاق تصادفی نیست بلکه بخشی از استراتژی تطبیقی گیاه برای بهینه‌سازی تخصیص منابع است. درختان مرکبات از مکانیزم‌های طبیعی برای تنظیم تعداد میوه‌ها بر اساس ظرفیت رشد و منابع موجود استفاده می‌کنند (Iglesias et al., 2007). این تعادل برای رشد کامل و بلوغ میوه‌های باقی‌مانده حیاتی است. اما عوامل خارجی و داخلی مختلف می‌توانند این تعادل را برهم زده و منجر به افزایش نرخ ریزش میوه شوند. مواجهه با این پیچیدگی‌ها نیازمند رویکردی علمی است که شامل درک علل اصلی ریزش میوه، شناسایی مراحل بحرانی برای مداخلات مؤثر و اجرای استراتژی‌های مدیریتی جامع می‌شود.

به‌منظور کاهش ریزش میوه و افزایش پایداری در تولید مرکبات، توجه به شرایط اقلیمی و اجرای استراتژی‌های مدیریتی مناسب بسیار حائز اهمیت است. با تغییرات الگوهای آب‌وهوایی نیاز به برنامه‌های مدیریتی که قابلیت تطبیق با این شرایط را داشته باشند، بیشتر احساس می‌شود. به‌عنوان‌مثال، تنش‌های ناشی از خشکسالی یا بارش‌های شدید می‌توانند

باعث افزایش ریزش شوند؛ بنابراین، لازم است راهکارهای عملی و تحقیقاتی در جهت حفظ میوه در شرایط مختلف محیطی موردتوجه قرار گیرند (Hussain et al., 2023) در نهایت، با بررسی جامع ابعاد ریزش میوه‌های مرکبات، می‌توانیم پایداری و بهره‌وری کشاورزی مرکبات را افزایش داده و تاب‌آوری این بخش حیاتی را تقویت کنیم.

عوامل محیطی اثرگذار در ریزش گل و میوه

عوامل محیطی تأثیر مهمی بر موفقیت گل‌دهی و نگه‌داشت میوه در درختان مرکبات دارند. دما، رطوبت، الگوهای بارندگی و شدت نور از جمله عوامل اصلی هستند که پاسخ‌های فیزیولوژی گیاه را در طول چرخه تولید مثل تحت تأثیر قرار می‌دهند. شرایط آب و هوایی نامساعد، مانند خشکسالی یا بارندگی بیش از حد، می‌تواند درختان مرکبات را تحت تنش قرار داده و باعث افزایش ریزش میوه شود. به عنوان مثال، دوره‌های طولانی دمای کمتر از حد بهینه می‌تواند فرآیندهای لازم برای رشد گل و میوه را مختل کند، در حالی که دماهای بالا ممکن است به دلیل افزایش تبخیر و تعرق و تنش آبی متعاقب، ریزش میوه را تسریع کند (Hussain et al., 2023). تحقیقات نشان می‌دهد که تغییرات آب و هوایی تأثیر قابل توجهی بر این متغیرهای محیطی دارد و خطرات زیادی برای تولید مرکبات ایجاد می‌کند. افزایش فراوانی رویدادهای شدید آب و هوایی، همراه با تغییرات در الگوهای فصلی، می‌تواند منجر به پاسخ‌های تنشی غیرقابل پیش‌بینی در درختان مرکبات شود. به عنوان مثال، مطالعات نشان داده‌اند که تغییرات آب و هوایی می‌تواند کمبود آب را در مناطقی که به کشاورزی دیم وابسته‌اند تشدید کرده و منجر به کاهش نرخ نگه‌داشت میوه شود (Vincent et al., 2020). از سوی دیگر، بارندگی زیاد می‌تواند شرایط نامناسبی برای گرده‌افشانی و تشکیل میوه ایجاد کرده و منجر به افزایش نرخ ریزش میوه شود. فهم این تعاملات بسیار مهم است، زیرا اطلاعاتی درباره استراتژی‌های تطبیقی که می‌توان برای کاهش اثرات منفی عوامل تنش‌زای محیطی به کار برد، ارائه می‌دهد (Hannah et al., 2017).

علاوه بر رطوبت و دما، شدت نور نیز نقش مهمی در رشد و نگهداشت میوه‌های مرکبات دارد. نور کافی برای فتوسنتز ضروری است، چرا که این فرایند انرژی و تعادل هورمونی موردنیاز درخت را تأمین می‌کند. تعادل هورمونی درخت مستقیماً بر ماندگاری و

کیفیت میوه تأثیرگذار است. اگر شدت نور کافی نباشد، این امر می‌تواند باعث تضعیف ساختار میوه‌ها و افزایش ریزش آن‌ها شود. با بررسی تعاملات پیچیده بین عوامل محیطی مختلف و تأثیرات آن‌ها بر درختان مرکبات، می‌توانیم درک بهتری از چالش‌های ناشی از تغییرات آب‌وهوایی داشته باشیم. در این راستا، اتخاذ روش‌های پایدار مانند تکنیک‌های حفظ منابع آب و اجرای استراتژی‌های مدیریت تطبیقی می‌تواند به مقابله با ریسک‌های ناشی از تغییرات محیطی کمک کرده و درعین‌حال به افزایش تاب‌آوری کشاورزی و بهبود سلامت باغ‌های مرکبات کمک کند (Hussain et al., 2023).

عوامل تغذیه‌ای اثرگذار در ریزش گل و میوه

ریزش میوه‌های مرکبات پدیده‌ای پیچیده است که به شدت تحت تأثیر وضعیت تغذیه‌ای گیاه قرار دارد. موفقیت در توسعه گل و میوه بستگی به تأمین کافی هر دو نوع مواد مغذی پرمصرف و کم‌مصرف دارد که برای فرآیندهای فیزیولوژیکی ضروری برای تولید مثل لازم هستند. مواد مغذی پرمصرف مانند نیتروژن (N)، فسفر (P) و پتاسیم (K) برای رشد گیاهی، انتقال انرژی و تعادل فیزیولوژیکی حیاتی هستند. به عنوان مثال، نیتروژن برای سنتز کلروفیل و تشکیل پروتئین‌ها که بر کارایی فتوسنتزی و وضعیت انرژی در طول گل‌دهی و تشکیل میوه تأثیر می‌گذارند، ضروری است (Hameed et al., 2018). کمبود نیتروژن می‌تواند منجر به توسعه ضعیف گل و ریزش میوه شود زیرا توانایی گیاه در تولید کربوهیدرات‌های مورد نیاز برای فاز تولید مثل را کاهش می‌دهد (Huett, 1996). فسفر نیز نقش کلیدی در انتقال انرژی (از طریق ATP) و توسعه ریشه دارد که برای جذب آب و مواد مغذی بسیار مهم است. سطوح پایین فسفر با کیفیت پایین گل و افزایش نرخ ریزش میوه مرتبط است (Fathi and Afra, 2023). همچنین، منیزیم به عنوان جزء اصلی کلروفیل، نقش مهمی در فتوسنتز دارد. سطوح کافی منیزیم با افزایش تشکیل میوه و کاهش نرخ ریزش، به ویژه در مراحل اولیه توسعه میوه مرتبط است (Ahmed et al., 2023). کلسیم به ویژه برای پایداری دیواره سلولی و انسجام ساختاری حیاتی است، در حالی که پتاسیم تعادل اسمزی و سلامت کلی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و برای کاهش پاسخ‌های تنش بسیار مهم است. درک این مکانیزم‌های تنظیمی فیزیولوژیکی امکان

مداخلات هدفمند برای کاهش نرخ ریزش و افزایش محصول در کشت مرکبات را فراهم می‌کند (Dutta et al., 2023).

مواد مغذی کم‌مصرف نیز، اگرچه در مقادیر کمتری مورد نیاز هستند، برای حفظ گل و میوه بسیار مهم هستند. به عنوان مثال، روی برای سنتز پروتئین و عملکرد آنزیم‌ها که مربوط به بیوسنتز اکسین، هورمون گیاهی که بر رشد و پاسخ‌های تنشی تأثیر می‌گذارد، ضروری است. کمبود روی می‌تواند تعادل هورمونی را مختل کرده و استقلال فیزیولوژیکی گل‌ها را تحت تأثیر قرار دهد که منجر به ریزش زودرس می‌شود (Jayakumar et al., 2024). بور نیز برای حمل و نقل کربوهیدرات‌ها در داخل گیاه و تأثیر بر موفقیت گرده‌افشانی و تشکیل میوه حیاتی است. تحقیقات نشان داده‌اند که کمبود بور می‌تواند منجر به تشکیل ضعیف گل و افزایش نرخ ریزش میوه شود (Ganie et al., 2013).

برای کاهش خطر ریزش گل و میوه از طریق مدیریت تغذیه‌ای، داشتن یک استراتژی جامع کوددهی ضروری است. این شامل ارزیابی سلامت خاک برای تعیین دسترسی به مواد مغذی و سپس برنامه‌های کوددهی مناسب برای تأمین متوازن مواد مغذی پرمصرف و کم‌مصرف است. روش‌های یکپارچه، مانند اصلاح خاک، کاربردهای برگی مواد مغذی کم‌مصرف و بهینه‌سازی روش‌های آبیاری، می‌توانند جذب مواد مغذی را افزایش داده و شرایط فیزیولوژیکی مطلوب برای گل‌دهی و نگهداشت میوه را تقویت کنند (Kumar et al., 2018). نظارت منظم بر غلظت‌های مواد مغذی برگ می‌تواند به عنوان ابزاری عملی برای تشخیص کمبودها و راهنمایی تصمیمات کوددهی عمل کند و در نهایت به کاهش نرخ ریزش و افزایش محصول میوه کمک کند.

عوامل فیزیولوژیکی و پاتولوژیکی اثرگذار در ریزش گل و میوه

ریزش میوه‌های مرکبات پدیده‌ای چندوجهی است که تحت تأثیر مکانیزم‌های فیزیولوژیکی و عوامل آسیب‌شناسی قرار می‌گیرد. جنبه‌های فیزیولوژیکی شامل تنظیم هورمونی و مسیرهای سیگنال‌دهی است که فرآیند ریزش را کنترل می‌کنند. در گونه‌های مرکبات، هورمون‌های گیاهی مانند اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و اتیلن در تنظیم نگهداری و ریزش میوه نقش دارند. اکسین‌ها به حفظ میوه و جلوگیری از ریزش با حفظ انسجام بافت‌ها کمک

می‌کنند (Mesejo et al., 2021). برعکس، افزایش سطح اتیلن، یک هورمون گازی که در پاسخ به تنش تولید می‌شود، می‌تواند با تقویت بیان ژن‌های مرتبط با تخریب دیواره سلولی و جدایی بافت‌ها، ریزش را تسریع کند. تعادل بین این هورمون‌ها بسیار مهم است؛ وقتی سطح اتیلن از حد معینی فراتر می‌رود، می‌تواند منجر به ریزش قابل توجه میوه، به ویژه تحت شرایط تنش مانند خشکی یا کمبود مواد مغذی شود (Taylor and Whitelaw, 2001).

علاوه بر این، عوامل محیطی مانند دما و رطوبت می‌توانند دینامیک هورمونی و وضعیت کلی فیزیولوژیکی گیاه را به‌شدت تحت‌تأثیر قرار دهند. برای مثال، دوره‌های دمای بالا ممکن است تولید اتیلن را تسریع کند و منجر به ریزش زودرس میوه شود. تحقیقات نشان می‌دهد که شرایط تنش می‌تواند تغییراتی در انتقال و متابولیسم اکسین ایجاد کند که پدیده ریزش میوه را تشدید می‌کند (Arshad et al., 2018).

علاوه بر عوامل فیزیولوژیکی، تأثیرات آسیب‌شناسی ناشی از آفات و بیماری‌ها نیز نمی‌توان نادیده گرفت. عفونت‌های ناشی از عوامل بیماری‌زا مانند (*Phytophthora spp.*)، (*Colletotrichum spp.*)، (*Fusarium spp.*) یا آفات مانند تریپس مرکبات (*Scirtothrips citri*) و لاروهای مینوز برگ مرکبات (*Phyllocnistis citrella*) می‌توانند به طور قابل توجهی نرخ ریزش گل و میوه را، چه از طریق آسیب مستقیم به بافت‌ها و چه با تحریک پاسخ‌های تنشی در گیاه، افزایش دهند (Ullah et al., 2020). این موجودات می‌توانند شرایطی را ایجاد کنند که تعادل هورمونی را مختل کرده و به ریزش زودرس منجر شوند. علاوه بر این، حضور عوامل بیماری‌زا می‌تواند منجر به صرف انرژی گسترده‌ای از سوی گیاه برای مقابله با پاسخ‌های دفاعی شود و منابع در دسترس برای توسعه و نگهداری میوه را کاهش دهد (Liao et al., 2017). تعامل بین این شرایط آسیب‌شناسی و پاسخ‌های فیزیولوژیکی یک سناریوی پیچیده ایجاد می‌کند که عوامل مؤثر بر ریزش میوه به طور عمیقی به هم مرتبط هستند و بر نیاز به استراتژی‌های مدیریت جامع تأکید می‌کند. مدیریت تلفیقی آفات (IPM)، که تاکتیک‌های زیستی، فرهنگی و شیمیایی را ترکیب می‌کند، می‌تواند تنش ناشی از آفات را کاهش داده و در عین حال ورودی‌های شیمیایی را به حداقل برساند (Conlong and Rutherford, 2009). علاوه‌براین، بهینه‌سازی شیوه‌های مدیریت تغذیه‌ای اطمینان می‌دهد که درختان مرکبات سطوح مناسبی از تنظیم‌کننده‌های رشد و

انسجام ساختاری را حفظ می‌کنند و مقاومت در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی را افزایش می‌دهند. تحقیقات در زمینه زیست محرک‌ها[1] که می‌توانند دینامیک هورمونی را تنظیم کنند، ممکن است رویکردهای نوآورانه‌ای برای کاهش ریزش میوه با ایجاد محیط داخلی مطلوب‌تر برای نگهداری میوه ارائه دهند (Anwar et al., 2023). در نهایت، درک جامع از عوامل فیزیولوژیکی و آسیب‌شناسی مؤثر بر ریزش گل و میوه در مرکبات می‌تواند کشاورزان را به سمت شیوه‌های مؤثرتری هدایت کند و اطمینان از پایداری و بهره‌وری در کشاورزی مرکبات را فراهم کند.

پتانسیل خوب منطقه جنوب و به‌ویژه جنوب شرق کشور از نظر آب، خاک و شرایط اقلیمی از گذشته باعث احداث باغ‌های مرکبات شده و تاکنون در جهت توسعه این باغ‌ها از نظر کمی و کیفی تلاش‌های زیادی شده است، به‌طوری‌که در حال حاضر منطقه جنوب استان کرمان، بخش‌هایی از بلوچستان و به‌خصوص استان هرمزگان به‌عنوان قطب‌های مهم تولید انواع محصول مرکبات در کشور محسوب می‌شوند (سرحدی و شریف، 1398).

کاشت و توسعه مرکبات در این منطقه علی‌رغم مشکلات متعدد به‌ویژه خشکسالی و پیامدهای ناشی از آن، برای تولیدکنندگان دارای مزیت اقتصادی می‌باشد. محصول مرکبات مناطق جنوبی کشور به دلیل کیفیت مطلوب، طعم و مزه عالی و سمپاشی حداقلی نزد مصرف‌کنندگان بسیار محبوب بوده و در بازار از قیمت بالاتری برخوردار است. اما در حال حاضر علاوه بر عوارض و بیماری‌های متعدد در باغ‌های مرکبات منطقه جنوب و جنوب شرق کشور، ریزش شدید گل و میوه از شروع مرحله زایشی تا برداشت محصول یک مشکل جدی و مهم در بحث تولید مرکبات می‌باشد (سرحدی و شریف، 1396).

ریزش مرکبات

معمولاً درختان مرکبات در بهار به میزان زیادی گل می‌آورند؛ ولی تنها بخش کمی از آنها پس از تبدیل میوه به مرحله برداشت می‌رسند؛ بنابراین یکی از علل مهم کاهش عملکرد در زمان برداشت ریزش میوه در مراحل مختلف رشد و تکامل می‌باشد. ریزش

[1]- biostimulants

میوه در یک‌زمان و در یک مرحله صورت نمی‌گیرد، بلکه در اثنای رشد میوه دوره‌ها و مراحلی وجود دارد که طی آنها ریزش‌های سنگینی اتفاق می‌افتد.

علاوه بر این، ریزش میوه‌های مرکبات یک پدیده بیماری‌شناسی گیاهی است که تولید مرکبات را به طور قابل‌توجهی تحت‌تأثیر قرار می‌دهد و پیامدهای شدیدی برای عملکرد و کیفیت میوه دارد. درک مراحل ریزش میوه‌های مرکبات برای مدیریت مؤثر این مشکل بسیار مهم است. ریزش میوه‌های مرکبات را می‌توان به موج‌های زمانی متمایز در طول فصل رشد دسته‌بندی کرد که هرکدام با عوامل فیزیولوژیکی و محیطی مختلفی همراه هستند. معمولاً این مراحل به‌عنوان ریزش فیزیولوژیکی، ریزش زودهنگام میوه و ریزش میوه بالغ شناسایی می‌شوند. هر مرحله تحت‌تأثیر شرایط داخلی و خارجی متفاوتی قرار دارد و نیاز به استراتژی‌های مداخله‌ای هدفمند را نشان می‌دهد.

ریزش میوه مرکبات در قالب سه موج مشخص صورت می‌گیرد که عبارت‌اند از:

- ریزش بعد از گلدهی
- ریزش اواخر اردیبهشت و خردادماه
- ریزش میوه‌های درشت و نرسیده قبل از برداشت

اولین مرحله ریزش بلافاصله پس از گلدهی و تشکیل میوه آغاز می‌شود. در این مرحله، بسیاری از میوه‌های نابالغ از درخت می‌ریزند. عوامل اصلی این ریزش زودهنگام به عدم تعادل هورمونی برمی‌گردد، به‌ویژه نقش هورمون‌هایی چون اکسین و اتیلن که در کنترل فرایندهای رشد و ریزش میوه دخالت دارند. تنش‌های محیطی مانند کمبود آب و کمبود مواد مغذی می‌تواند این نوسانات هورمونی را تشدید کرده و به افزایش نرخ ریزش میوه در این دوره منجر شود. مدیریت مؤثر این مرحله شامل حفظ شرایط بهینه باغ از طریق آبیاری منظم و تغذیه مناسب است که به کاهش تنش و در نتیجه کاهش ریزش زودهنگام کمک می‌کند. با اعمال این راهکارها، می‌توان پایداری و کیفیت تولید مرکبات را بهبود بخشید و از اتلاف میوه‌ها جلوگیری کرد. (Dutta et al., 2023).

مرحله دوم ریزش که به "ریزش زودهنگام میوه" شناخته می‌شود، معمولاً از اواخر بهار تا اوایل تابستان ادامه دارد. این مرحله می‌تواند تأثیر زیادی بر عملکرد نهایی محصول

داشته باشد، زیرا نرخ ریزش در این مرحله تحت‌تأثیر عواملی مانند اندازه میوه، تراکم بار میوه و فشار آفات قرار می‌گیرد (Sutton et al., 2024). تحقیقات نشان می‌دهد که ازدحام میوه، چه از لحاظ تراکم میوه‌ها بر روی شاخه‌ها و چه از لحاظ تراکم سایه‌بان، می‌تواند منجر به رقابت شدید برای منابع شود که به تنش و در نهایت به ریزش میوه‌ها می‌انجامد. این مرحله به دلیل همزمانی با دوره‌های حیاتی رشد میوه حساسیت بیشتری به نوسانات محیطی دارد؛ عواملی مانند تغییرات دما و بارندگی می‌توانند تأثیر زیادی بر این دوره بگذارند. استراتژی‌های مؤثر مدیریت در این مرحله شامل استفاده از کم آبیاری تنظیم شده است که نه تنها به تنظیم رشد و بلوغ میوه کمک می‌کند، بلکه می‌تواند رقابت بین میوه‌های در حال رشد را کاهش دهد. این روش می‌تواند به بهبود کیفیت میوه‌های باقی‌مانده کمک کرده و در نهایت بهره‌وری باغ را افزایش دهد (Sawicki et al., 2015).

مرحله نهایی ریزش میوه که به "ریزش میوه بالغ" معروف است، درست قبل از برداشت رخ می‌دهد و با رسیدن میوه به بلوغ فیزیولوژیکی و آمادگی برای برداشت همراه است. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که افزایش تولید هورمون اتیلن که اغلب بر اثر تنش‌های محیطی تحریک می‌شود، با اوج‌گیری ریزش میوه بالغ مرتبط است (Sawicki et al., 2015). همچنین، آفات می‌توانند این ریزش را تشدید کنند، زیرا تنش ناشی از آفات تعادل هورمونی درخت را مختل کرده و منجر به افزایش ریزش میوه می‌شود. برای مدیریت مؤثر این ریزش، برداشت به موقع و اجرای روش‌های مناسب مدیریت پس از برداشت اهمیت بالایی دارد تا از ضررهای ناشی از ریزش جلوگیری شده و کیفیت میوه حفظ شود. همچنین، استفاده از روش‌های مدیریت یکپارچه آفات (IPM[1]) می‌تواند در کاهش ریزش میوه بالغ ناشی از آفات مؤثر باشد. این روش نه تنها به بهبود سلامت میوه و حفظ عملکرد کمک می‌کند، بلکه با به حداقل رساندن استفاده از مواد شیمیایی، به پایداری کشاورزی نیز کمک می‌کند (Kumar et al., 2018).

1) ریزش موج اول - بلافاصله بعد از گل

این نوع ریزش (شکل 1) خیلی زود و بعد از گلدهی اتفاق می‌افتد و شامل ریزش میوه‌های خیلی کوچک است. این ریزش، طبیعی و به خاطر تولید خیلی زیاد گل و میوه

[1] integrated pest management

ناشی از عدم تلقیح گل‌ها می‌باشد. از دیگر علل ریزش زیاد گل و میوه‌های ریز علاوه بر عدم تلقیح بخشی از گل‌ها و زیادی گل، تنش کم‌آبی یا زیادآبی و فقر غذایی به‌خصوص کمبود نیتروژن است. این ریزش شامل میوه‌های ریز و اولیه بوده و از نظر اقتصادی چندان مهم نیست. میوه‌ها در این موج همراه با دم‌میوه از درخت جدا می‌شوند.

اولین موج ریزش میوه که بلافاصله پس از گلدهی رخ می‌دهد، به‌نوعی مکانیزم طبیعی تنک کردن میوه توسط درخت محسوب می‌شود. در این مرحله، درخت میوه‌هایی را که احتمال بیشتری برای رشد موفق دارند، انتخاب کرده و میوه‌های ضعیف‌تر را رها می‌کند. این ریزش اولیه معمولاً در چند هفته اول پس از گلدهی اتفاق می‌افتد و طی آن، درخت به طور فعال منابع خود را برای پرورش میوه‌های قوی‌تر اختصاص می‌دهد. این فرایند نه‌تنها به بهینه‌سازی استفاده از منابع کمک می‌کند، بلکه از تجمع بیش از حد میوه‌ها بر روی شاخه‌ها جلوگیری می‌کند که در غیر این صورت ممکن است باعث کاهش کیفیت و اندازه میوه‌ها شود (Iglesias et al., 2007).

عوامل متعددی بر ریزش اولیه میوه تأثیر می‌گذارند که از جمله مهم‌ترین آن‌ها کیفیت گل و کارایی گرده‌افشانی است. گل‌های سالم و به خوبی گرده‌افشانی شده، شانس بیشتری برای تبدیل شدن به میوه‌های پایدار دارند. در واقع، کیفیت گل‌ها در زمان گلدهی تعیین‌کننده مجموعه میوه‌های آتی است. ناکارآمدی گرده‌افشانی که می‌تواند ناشی از شرایط محیطی نامساعد یا کمبود گرده‌افشان‌های کافی باشد، باعث کاهش تشکیل میوه و افزایش نرخ ریزش می‌شود. در چنین شرایطی، میوه‌هایی که به دلیل کمبود گرده‌افشانی به طور کامل شکل نگرفته‌اند، هدف این ریزش طبیعی قرار می‌گیرند (Brain and Landsberg, 1981). علاوه بر کیفیت گل و گرده‌افشانی، تعامل بین میوه‌های در حال رشد نیز در فرآیند ریزش اولیه نقش مهمی دارد. این پدیده که به "رقابت میوه‌چه‌ها" معروف است، به توزیع منابع مانند مواد مغذی و انرژی بین میوه‌ها اشاره دارد. در این رقابت، میوه‌هایی که نزدیک به یکدیگر هستند و برای منابع با هم رقابت می‌کنند. در نتیجه، میوه‌هایی که موفق به دریافت منابع کافی نمی‌شوند، احتمال بیشتری برای ریزش دارند، و درخت می‌تواند منابع خود را بر روی میوه‌های قوی‌تر و با پتانسیل بالاتر متمرکز کند (Rallo and Fernández-Escobar, 1985).

فرآیند ریزش در مرحله اولیه، یک تعامل پیچیده از تغییرات هورمونی در درخت است. دو هورمون کلیدی در این فرآیند، اسید آبسیزیک (ABA) و اکسین‌ها هستند. هنگامی که میوه‌چه‌ها از مواد مغذی یا رطوبت لازم محروم می‌شوند، سطح هورمون ABA افزایش می‌یابد و به درخت علامت می‌دهد که میوه‌های اضافی را رها کند. این تعامل هورمونی به درخت کمک می‌کند تا میوه‌چه‌های باقی‌مانده در موقعیت بهتری برای رشد قرار گیرند (Giulia et al., 2013). عوامل مختلفی همچون وضعیت تغذیه‌ای، دسترسی به آب و استرس‌های محیطی مانند نوسانات دما و خشکسالی در تعیین زمان و میزان ای ریزش نقش دارند. بنابراین، درک و مدیریت این عوامل اکولوژیکی و فیزیولوژیکی برای حفظ میوه در این دوره حساس ضروری است (Botton et al., 2011).

برای درک بهتر ریزش طبیعی میوه‌ها در درختان مرکبات، لازم است به کیفیت گل‌ها، کارایی گرده‌افشانی و رقابت بین میوه‌ها توجه کنیم. این عوامل نشان‌دهنده اهمیت این مرحله از رشد درختان هستند. همچنین، ادامه تحقیقات در زمینه کنترل‌های هورمونی و شرایط محیطی مرتبط با این فرایند، می‌تواند به باغداران مرکبات کمک کند تا عملکرد و کیفیت محصولات خود را بهبود بخشند و اثرات منفی ریزش زودهنگام میوه‌ها را کاهش دهند. برای کاهش این ریزش‌ها، باغداران باید مدیریت علمی و عملی دقیقی در زمینه آبیاری، تغذیه، مصرف سالیانه کود، رعایت فاصله مناسب درختان هنگام احداث باغ و همچنین مدیریت هرس درختان داشته باشند. اگر این اقدامات طبق اصول علمی انجام شوند، می‌توانیم میزان ریزش میوه‌ها، به‌ویژه در مرحله اول، را به طور قابل‌توجهی کاهش دهیم.

شکل 1- ریزش موج اول

2) ریزش موج دوم - اواخر فصل بهار (اردیبهشت و اوایل خرداد)

این ریزش (شکل 2) تقریبا حدود دو ماه بعد از مرحله گلدهی اتفاق می‌افتد و طی آن میوه‌های جوانی که تازه کامل شده‌اند و قطری در حدود یک سانتیمتر دارند و بدون دم می‌ریزند و تقریبا ده درصد کل ریزش را شامل می‌شود.

موج دوم ریزش میوه در درختان مرکبات معمولاً تحت‌تأثیر تنش‌های محیطی و کمبودهای تغذیه‌ای قرار می‌گیرد. این مرحله از رشد بسیار حیاتی است، زیرا تأثیر زیادی بر عملکرد کلی و کیفیت میوه دارد. عوامل محیطی مانند دماهای بالا، تنش خشکی و کمبود آب نقش مهمی در آغاز این مرحله ریزش ایفا می‌کنند. به‌خصوص در دوره‌های افزایش دما، درختان مرکبات ممکن است دچار افزایش نرخ تعرق شوند که این امر منجر به تنش آبی و در نتیجه تأثیر منفی بر سلامت فیزیولوژیکی گیاه می‌شود. دماهای بالا همچنین می‌توانند تعادل هورمونی درختان مرکبات را مختل کرده و فرایندهای طبیعی رشد میوه‌ها را دچار اختلال کنند که در نهایت ممکن است منجر به ریزش زودرس میوه‌ها گردد (Dutta et al., 2023).

علاوه بر این، کمبودهای تغذیه‌ای، به‌ویژه عناصر ضروری مانند نیتروژن، پتاسیم و کلسیم، می‌تواند وضعیت را تشدید کند. درختان مرکبات در مراحل رشد میوه به این عناصر نیاز بالایی دارند، به‌خصوص زمانی که بار فیزیولوژیکی آنها افزایش می‌یابد. کمبود این عناصر می‌تواند فرایند فتوسنتز را مختل کرده و میزان انرژی در دسترس برای بلوغ میوه را کاهش دهد که در نهایت منجر به ریزش میوه‌ها شود (Paramasivam et al., 2000). شناسایی درختان مبتلا به کمبود تغذیه‌ای در اواخر بهار نه تنها برای کاهش ریزش میوه، بلکه برای افزایش سلامت کلی درخت و بهره‌وری آن نیز حیاتی است. انجام تجزیه و تحلیل خاک و برگ، ابزارهای اساسی در این فرآیند شناسایی هستند. نتایج این تجزیه و تحلیل می‌تواند راهنمای برنامه‌های هدفمند برای تأمین مواد مغذی باشد تا کمبودها پیش از بروز خسارت‌های قابل توجه به میوه‌ها اصلاح شوند.

برای کاهش خطرهای مرتبط با موج دوم ریزش میوه، اجرای روش‌های مدیریت ضروری است. روش‌های مدیریت یکپارچه محصول (ICM[1])، مانند برنامه‌های بهینه‌سازی آبیاری و مدیریت مواد مغذی، می‌تواند به افزایش مقاومت درختان مرکبات در برابر

[1] Integrated Crop Management

تنش‌های محیطی کمک کند (Abbas and Fares, 2009). شناسایی زودهنگام درختان در معرض خطر از طریق بازرسی‌های بصری و نظارت منظم بر رطوبت خاک می‌تواند به انجام مداخلات به موقع کمک کند. همچنین، استفاده از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای امکان می‌دهد تا آب به‌طور دقیق به گیاهان داده شود و به طور قابل‌توجهی تنش خشکی را در دوره‌های بحرانی رشد کاهش دهد (Obreza and Schumann, 2010). اقدامات اصلاحی مانند تغذیه برگی نیز می‌تواند راه‌حلی سریع برای رفع کمبودها و حمایت از نگهداری میوه‌ها ارائه دهد (Rana et al., 2020). به طور کلی، این استراتژی‌ها می‌توانند مدیریت بهتری برای ریزش میوه در اواخر بهار فراهم کرده و به بهبود عملکرد و کیفیت میوه‌ها کمک کنند.

در این موج میوه‌های ریزش کرده فاقد دم میوه هستند. یکی از علل مهم و عمده این ریزش، کمبود انرژی (کربوهیدرات) برای ادامه رشد و تکامل میوه می‌باشد. البته تنش کم‌آبی و افزایش دما نیز می‌تواند این ریزش را تشدید نماید. رعایت مدیریت مناسب تغذیه و آبیاری باغ یک راهکار مهم در کنترل و کاهش ریزش در این موج است.

شکل 2- ریزش موج دوم

3) ریزش موج سوم - میوه‌های کامل و درشت ولی نرسیده (غیرقابل برداشت) قبل از برداشت

این موج معمولاً از مردادماه شروع شده و تا زمان برداشت ادامه دارد که به ریزش قبل از برداشت معروف است. این نوع ریزش از نظر اقتصادی بسیار مهم است و در آن میوه‌های درشت و کامل که هزینه زیادی صرف رشد آنها شده است، می‌ریزند و موجب خسارت چشمگیر می‌شوند.

این پدیده معمولاً در اواخر فصل رشد و درست قبل از برداشت رخ می‌دهد. برخلاف ریزش‌های اولیه که ممکن است در مراحل توسعه اتفاق بیفتند، ازدست‌دادن میوه‌های تقریباً رسیده به معنای زیان اقتصادی قابل‌توجهی برای کشاورزان است، زیرا این میوه‌ها برای رشد خود از مواد مغذی، آب و انرژی ارزشمندی استفاده کرده‌اند. عوامل مختلفی به این ریزش در مراحل پایانی کمک می‌کنند، از جمله اختلالات فیزیولوژیکی، آفات و وقایع شدید آب‌وهوایی درک این علل برای توسعه استراتژی‌های مؤثر پیشگیری و مدیریت در این دوره بحرانی ضروری است (Tang et al., 2020).

اختلالات فیزیولوژیکی مانند آفتاب‌سوختگی میوه می‌توانند با نزدیک شدن زمان برداشت میوه شدت بیشتری پیدا کنند. این شرایط معمولاً تحت تأثیر تنش‌های محیطی مانند گرمای بیش از حد و آبیاری ناکافی قرار دارند که تعادل هورمونی طبیعی درخت را مختل می‌کنند. واکنش درخت به این تنش‌ها ممکن است باعث شود تا میوه‌هایی که غیرقابل بقا می‌داند، ریزش کند و در نتیجه منجر به ریزش زودرس میوه‌ها شود (Munné-Bosch and Vincent, 2019). علاوه بر این، هجوم آفات، به‌ویژه مینوز برگ مرکبات (Phyllocnistis citrella)، می‌تواند به شدت کیفیت میوه و سلامت درخت را تحت تأثیر قرار دهد. این آفات نه تنها درخت را تضعیف می‌کنند، بلکه ممکن است عوامل بیماری‌زای دیگری را نیز معرفی کنند که اختلالات فیزیولوژیکی را تشدید می‌کنند (Hall et al., 2010). وجود ناقلان بیماری این وضعیت را پیچیده‌تر کرده و خطر ریزش میوه را در این مرحله افزایش می‌دهد. بنابراین، اجرای اقدامات پیشگیرانه و کنترل در این مرحله برای حفظ و بقای محصول بسیار ضروری است.

برای مقابله با این چالش‌ها، اجرای استراتژی‌های مدیریت یکپارچه آفات (IPM) و روش‌های فرهنگی ضروری است. شناسایی زودهنگام و نظارت بر جمعیت آفات می‌تواند به

مداخلات به‌موقع کمک کرده و احتمال تأثیر طغیان آفات و بیماری‌ها بر نگهداری میوه را به حداقل برساند (Engeman and Witmer, 2000). همچنین، تنظیم روش‌های آبیاری برای اطمینان از دسترسی مداوم به آب می‌تواند به کاهش تنش‌های فیزیولوژیکی درختان کمک کند. استفاده از شبکه‌های سایه‌بان یا فراهم کردن پوشش اضافی برای میوه‌ها می‌تواند خطر آفتاب‌سوختگی را کاهش داده و قابلیت بقای میوه‌ها را در دوره‌های گرما بهبود بخشد (Fischer et al., 2022) همچنین، کوددهی، به ویژه کاربردهایی که به تقویت دفاعی درخت در برابر آفات و تنش‌ها کمک می‌کند، می‌تواند نقش مهمی در افزایش مقاومت و کاهش نرخ ریزش میوه‌ها ایفا کند. با اتخاذ یک رویکرد جامع که این راهکارها را شامل می‌شود، کشاورزان می‌توانند بهتر خطرات مرتبط با ریزش میوه در مراحل پایانی را مدیریت کرده و پایداری عملکرد خود را افزایش دهند.

این موج ریزش خود به دو بخش تقسیم می‌شود:

3-1) در بخش اول، میوه‌هایی می‌ریزند که بزرگ و کامل شده‌اند اما هنوز به حدی نرسیده‌اند که قابل برداشت باشند (شکل 3). در این بخش علت اصلی ریزش، آلوده شدن میوه‌های روی درخت به بیماری‌ها و نیز حمله مگس‌های میوه می‌باشد. این نوع ریزش یکی از عوامل کاهش عملکرد و کیفیت میوه‌های برداشت شده است.

در این بخش، اگرچه میوه‌های ریزش کرده درشت و کامل هستند؛ ولی به دلیل نرسیدن کیفی قابل‌برداشت و عرضه به بازار نیستند. معمولاً این بخش از ریزش میوه مرکبات از مردادماه شروع شده و تا اواسط مهرماه ادامه دارد و در صورت عدم کنترل، موجب خسارت و صدمه اقتصادی زیاد به باغدار می‌گردد.

شکل 3- ریزش قبل از برداشت

علت این نوع ریزش میوه، بیماری‌های قارچی از جمله لکه قهوه‌ای است که عامل آن قارچ Alternaria citri می‌باشد. پاتوژن‌های دخیل در این ریزش از سمت دم‌میوه سبب آلودگی و ایجاد زخم‌های کوچک و دایره‌ای شکل به رنگ قهوه‌ای روشن می‌گردند. با بزرگ‌شدن، نواحی آلوده به پوسیدگی‌های نرم و قهوه‌ای تیره تبدیل شده و این نواحی آلوده و فاسد موجب ریزش میوه از درخت می‌شوند. این عوامل بیماری‌زا حتی موجب آلودگی شاخه‌های درخت و خشک‌شدن آنها و همچنین خشک و چروکیده شدن بعضی میوه‌های مبتلا بر روی درخت می‌گردند که این میوه‌ها و شاخه‌های آلوده و خشک اگر روی درخت باقی بمانند، می‌توانند عامل انتقال و فعالیت پاتوژن در سال بعد شوند. افزایش دما در تابستان به همراه افزایش رطوبت نسبی چتر درخت (گاهی بر اثر افزایش بارندگی) عامل تشدید آلودگی و افزایش ریزش میوه به‌خصوص در ماه‌های شهریور و مهر می‌گردد (سرحدی و همکاران، 1396).

برای کنترل ریزش ناشی از بیماری‌ها می‌توان روش‌های مدیریت تلفیقی زیر را به کار گرفت:

الف) هرس درختان مرکبات در زمستان (دی – بهمن) بعد از برداشت محصول

طی این عمل شاخه‌های خشک، پوسیده و دچار زوال، هرس شده و خارج از باغ سوزانده می‌شوند. البته عمل هرس را باید بعد از سم‌پاشی بردوفیکس یا اکسی کلرور مس انجام داد که جهت افزایش راندمان مبارزه، این سم‌پاشی‌ها باید در ماه‌های اسفند، تیر و شهریور نیز انجام شوند.

ب) میوه‌های آلوده ریزش کرده و میوه‌های خشک، پوک و چروکیده روی درختان جمع‌آوری و در جایی خارج از باغ امحا شوند.

یکی دیگر از عوامل ریزش محصول مرکبات در منطقه ناشی از آفات از جمله مگس مدیترانه‌ای (شکل 4) و مگس میوه هلو می‌باشد. مگس‌های ماده، میوه‌های رسیده و نزدیک به رسیدن را انتخاب کرده و پس از سوراخ کردن، در آنها تخمریزی می‌نمایند. بعد از مدتی تخم‌ها به لارو تبدیل شده و لاروها از مواد درون میوه تغذیه می‌کنند و به مرور زمان اطراف سوراخ‌ها به دلیل نفوذ باکتری و قارچ فاسد شده و این آلودگی توسعه می‌یابد و نهایتا میوه‌های آلوده ریزش می‌کنند.

شکل 4- خسارت مگس مدیترانه‌ای

برای کنترل این ریزش نیز باید با روش‌های تلفیقی با آفات خطرناک مگس مدیترانه‌ای مگس میوه به‌طورجدی مبارزه نمود. در این راستا موارد زیر توصیه می‌شوند:

- بهسازی و پاک‌سازی باغ از تمامی میوه‌های آلوده و امحا آنها در خارج باغ
- شخم‌زدن اطراف درختان
- استفاده از طعمه مسموم و تله مخصوص

نکته:

- برای امحا میوه‌های آلوده باید چاله‌ای به عمق حداقل 60 سانتیمتر حفر نموده و پس از ریختن میوه‌ها در چاله آن را با خاک پوشانده و تا جای ممکن خاک را فشرده و متراکم کرد تا لاروها نتوانند از خاک خارج شوند.

- استفاده از تله فرمونی (شکل 5) و آویزان‌کردن آن در سمت جنوبی درخت در ارتفاع حدود یک‌متری از سطح زمین در ازبین‌بردن مگس‌های نر بسیار مفید می‌باشد و معمولاً بر حسب شدت آلودگی تعداد 70 الی 120 تله برای هر هکتار توصیه می‌شود.

شکل 5- استفاده از تله فرمونی

- برای طعمه پاشی مسموم 3 لیتر پروتئین هیدرولیز به اضافه 200 تا 250 میلی‌لیتر سم مالاتیون را در صد لیتر آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. طعمه‌پاشی بهتر است در صبح انجام گیرد.

چنانچه تمام روش‌های کنترلی مذکور به‌صورت تلفیقی انجام شوند، قطعاً کنترل مگس مدیترانه‌ای آسان خواهد بود.

2-3) در بخش دوم، میوه‌های ریزش می‌کنند که درشت، رسیده و آماده برداشت می‌باشند. این ریزش از اواخر پاییز تا اواسط زمستان (از آذرماه تا پایان دی‌ماه) تشدید می‌گردد. ریزش میوه در این بازه زمانی به دلیل افت دما و هوای مه‌آلود اتفاق می‌افتد و معمولاً در شمال کشور محسوس‌تر است.

جمع‌بندی

مدیریت مؤثر ریزش میوه در مرکبات نیازمند درک جامع از عوامل تأثیرگذار بر این پدیده پیچیده است. این بررسی سه موج بحرانی ریزش میوه را شناسایی کرده است: ریزش در مراحل ابتدایی رشد، ریزش در اواخر بهار و ریزش میوه‌های بزرگ و نارس. هر یک از این موج‌ها تحت‌تأثیر تنش‌های داخلی و خارجی مختلف قرار دارند. برای کاهش تأثیر این تنش‌ها، راهکارهای مدیریت یکپارچه که شامل حفظ محیط‌زیست و روش‌های پیشرفته کشاورزی هستند، ضروری هستند. شناسایی تأثیرات متقابل دسترسی به مواد مغذی، فشار آفات و شرایط آب‌وهوایی امکان مداخلات هدفمندتر را فراهم کرده و به‌این‌ترتیب احتمال نگهداری میوه‌های پایدار در طول فصل رشد افزایش می‌یابد. تحقیقات آینده باید بر افزایش درک ما از مکانیسم‌های فیزیولوژیکی که باعث ریزش میوه می‌شوند و همچنین توسعه راهکارهای نوآورانه برای مقابله با آنها تمرکز کند. به‌عنوان‌مثال، مطالعه مقاومت ژنتیکی برخی از گونه‌های مرکبات در برابر تنش‌های محیطی می‌تواند راه را برای برنامه‌های پرورشی جهت کاهش نرخ ریزش میوه هموار کند. علاوه بر این، بررسی روش‌های کشاورزی هوشمند از نظر آب‌وهوا می‌تواند به افزایش مقاومت در برابر الگوهای آب‌وهوایی غیرقابل‌پیش‌بینی کمک کند. پیشرفت‌ها در فناوری‌های کشاورزی دقیق، مانند سنجش‌ازدور و تحلیل داده‌ها،

نویدبخش بهبود نظارت و راهکارهای مداخله‌ای است که به کشاورزان اجازه می‌دهد تا به نشانه‌های اولیه تنش به طور مؤثرتری پاسخ دهند.

در نهایت، پرورش پایدار و بهره‌وری در کشت مرکبات در سراسر جهان نیازمند رویکردی چندجانبه است که به علل اصلی ریزش میوه پرداخته شود. با ترکیب دانش سنتی و پیشرفت‌های علمی، ذی‌نفعان صنعت مرکبات می‌توانند استراتژی‌های عملیاتی را برای به‌حداقل‌رساندن تلفات و اطمینان از بقای محصول طراحی کنند. همکاری مداوم بین محققان، کشاورزان و مشاوران کشاورزی برای توسعه چارچوب‌هایی که نه‌تنها تأثیر ریزش میوه را کاهش دهد؛ بلکه سلامت و بهره‌وری کلی اکوسیستم‌های مرکبات را در محیطی چالش‌برانگیز افزایش دهد، ضروری خواهد بود.

بنابراین، به طور خلاصه برای مدیریت ریزش محصول مرکبات به‌ویژه در جنوب و جنوب شرق کشور ضروری است نکات فنی و کاربردی زیر موردتوجه قرار گیرد:

1- احداث باغ در چارچوب اصول فنی و باتوجه‌به شرایط اقلیمی، خاک و آب صورت گیرد.
2- هرس و مدیریت به باغی پایدار به نحو احسن در باغ‌ها انجام شود.
3- مدیریت تغذیه تلفیقی و مدیریت آبیاری به‌صورت بهینه در تمامی مراحل فیزیولوژیکی درخت اعمال شود.
4- مبارزه با بیماری‌ها و آفات از جمله بیماری‌های قارچی و آفت مگس مدیترانه‌ای به روش صحیح و مناسب انجام شود.
5- استفاده از مالچ گیاهی در منطقه سایه‌انداز درخت و سایبان یا کائولین پاشی (از اواسط خرداد تا اواسط شهریورماه) در شرایط تنش گرما مهم می‌باشد.
6- ارائه و اجرای کارگاه‌های عملی در زمینه مصرف بهینه عناصر غذایی از نظر روش، زمان و مقدار
7- ارائه راهکارهای عملی و ترویجی در افزایش راندمان آبیاری و جلوگیری از تنش گرمایی و کم‌آبی

8- باتوجه‌به افزایش گرما، ارائه الگوی کاشت ارقام مرکبات متناسب با حساسیت آنها به تنش گرما در میکرو اقلیم‌های موجود در منطقه، به‌عنوان‌مثال جایگزینی والنسیا به‌جای ناول در بعضی میکرو اقلیم‌ها که در شرایط فعلی برای ناول مناسب نمی‌باشند.

منابع

سرحدی، ج. و شریف، م. 1398. ضرورت مدیریت خاص در خاک‌های منطقه جیرفت و کهنوج. نشریه ترویجی شماره 590. انتشارات مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان. 18 صفحه.

سرحدی، ج. و شریف، م. 1396. اهمیت کیفیت آب در آبیاری مرکبات جنوب استان کرمان. نشریه ترویجی شماره 11-280-1608. انتشارات مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان. 15 صفحه.

سرحدی، ج.، شریف، م. و سالاری نژاد، پ. 1396. مدیریت تغذیه و مصرف کود در باغات مرکبات جنوب استان کرمان. نشریه ترویجی شماره 11-280-1613. انتشارات مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان. 17 صفحه.

Abbas, F. and Fares, A. 2009. Best Management Practices in Citrus Production. *Tree and Forestry Science and Biotechnology*, *3*(3), 1–11.

Ahmed, N., Zhang, B., Bozdar, B., Chachar, S., Rai, M., Li, J., et al. 2023. The power of magnesium: unlocking the potential for increased yield, quality, and stress tolerance of horticultural crops. *Frontiers in Plant Science*, *14*.

Anwar, S., Ashraf, M. Y., Saleem, M., Shafiq, F., Khan, N., Khan, R. A., et al. 2023. Integrated hormonal and nutrient management promote fruit retention and quality traits of *Citrus reticulata*. *Journal of Plant Nutrition*, *46*(1), 83–100.

Arshad, M., Ullah, M. I., Qureshi, J. A. and Afzal, M. 2018. Physiological Effects of Citrus Leafminer Phyllocnistis citrella (Lepidoptera: Gracillariidae) Larval Feeding on Photosynthetic and Gaseous Exchange Rates in Citrus. *Journal of Economic Entomology*, *111*(5), 2264–2271.

Ashraf, M., Yaqub, M., Akhtar, J., Khan, M., Khan, M. and Ebert, G. 2012. CONTROL OF EXCESSIVE FRUIT DROP AND IMPROVEMENT IN YIELD AND JUICE QUALITY OF KINNOW (CITRUS DELICIOSA X CITRUS NOBILIS) THROUGH NUTRIENT MANAGEMENT. https://www.semanticscholar.org/paper/CONTROL-OF-EXCESSIVE-FRUIT-DROP-AND-IMPROVEMENT-IN-Ashraf-Yaqub/8b576ff720c651da8d97073d06748b1a86916ff9. Accessed 3 August 2024

Botton, A., Eccher, G., Forcato, C., Ferrarini, A., Begheldo, M., Zermiani, M., et al. 2011. Signaling Pathways Mediating the Induction of Apple Fruitlet Abscission. *Plant Physiology*, *155*(1), 185–208.

Brain, P. and Landsberg, J.J. 1981. Pollination, initial fruit set and fruit drop in apples: analysis using mathematical models. *Journal of Horticultural Science*, *56*(1), 41–54.

Conlong, D. and Rutherford, R. 2009. BIOLOGICAL AND HABITAT INTERVENTIONS FOR INTEGRATED PEST MANAGEMENT SYSTEMS. https://www.semanticscholar.org/paper/BIOLOGICAL-AND-HABITAT-INTERVENTIONS-FOR-INTEGRATED-Conlong-Rutherford/39ec54cb67b2e6564b2ae395f739f48c97281459. Accessed 4 August 2024

Dutta, S.K., Gurung, G., Yadav, A., Laha, R. and Mishra, V.K. 2023. Factors associated with citrus fruit abscission and management strategies developed so far: a review. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, *51*(4), 467–488.

Engeman, R.M. and Witmer, G.W. 2000. IPM strategies: Indexing difficult to monitor populations of pest species. In *Proceedings of the Vertebrate Pest Conference* (Vol. 19).

Fathi, A. and Afra, J.M. 2023. Plant Growth and Development in Relation to Phosphorus: A review. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture*, *80*(1), 1–7.

Fischer, G., Orduz-Rodríguez, J.O. and Amarante, C.V.T.D. 2022. Sunburn disorder in tropical and subtropical fruits. A review. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, *16*(3), e15703.

Ganie, M. A., Akhter, F., Bhat, M. A., Malik, A. R., Junaid, J.M., Shah, M.A., et al. 2013. Boron – a critical nutrient element for plant growth and productivity with reference to temperate fruits. https://www.semanticscholar.org/paper/Boron-%E2%80%93-a-critical-nutrient-element-for-plant-and-Ganie-Akhter/70410ab04e54f38b371dc0ce8713ef7004d668a2. Accessed 3 August 2024

Giulia, E., Alessandro, B., Mariano, D., Andrea, B., Benedetto, R., and Angelo, R. 2013. Early Induction of Apple Fruitlet Abscission Is Characterized by an Increase of Both Isoprene Emission and Abscisic Acid Content. *Plant Physiology*, *161*(4), 1952–1969.

Hall, D.G., Gottwald, T.R. and Bock, C.H. 2010. Exacerbation of Citrus Canker by Citrus Leafminer *Phyllocnistis citrella* in Florida. In *Florida Entomologist* (Vol. 93, pp. 558–566).

Hameed, A., Fatma, S., Wattoo, J.I., Yaseen, M. and Ahmad, S. 2018. Accumulative effects of humic acid and multinutrient foliar fertilizers on the vegetative and reproductive attributes of citrus (Citrus reticulata cv. kinnow mandarin). *Journal of Plant Nutrition*, *41*(19), 2495–2506.

Hannah, L., Steele, M., Fung, E., Imbach, P., Flint, L. and Flint, A. 2017. Climate change influences on pollinator, forest, and farm interactions across a climate gradient. *Climatic Change*, *141*(1), 63–75.

Huett, D.O. 1996. Prospects for manipulating the vegetative-reproductive balance in horticultural crops through nitrogen nutrition: a review. *Australian Journal of Agricultural Research*, *47*(1), 47–66.

Hussain, S.B., Karagiannis, E., Manzoor, M. and Ziogas, V. 2023. From Stress to Success: Harnessing Technological Advancements to Overcome Climate Change Impacts in Citriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences*, *42*(6), 345–363.

Iglesias, D.J., Cercós, M., Colmenero-Flores, J.M., Naranjo, M.A., Ríos, G., Carrera, E., et al. 2007. Physiology of citrus fruiting. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, *19*, 333–362.

Jain, S., Singh, H., Kore, D.S., Sonkar, A., Shivani, Saxena, S., et al. 2023. A Comprehensive Review on Post Harvest Physiological Disorders in Citrus Fruit Crops (Citrus spp.). *International Journal of Environment and Climate Change*, *13*(10), 2863–2873.

Jayakumar, S., Abhangrao, A.K., Sarje, R.A., Gupta, R., Pathania, S. and Sree, B. V. 2024. Critical Analysis on Effect of Micronutrients on Flowering Plants: A Review. *International Journal of Plant and Soil Science*, *36*(6), 776–782.

Kumar, R., Sharma, M. and Singh, S.K. 2018. Integrated Approach to Control of Fruit Drop and Improvement of Yield in Kinnow (Citrus nobilis X Citrus deliciosa). *Walailak Journal of Science and Technology (WJST)*, *15*(12), 819–829.

Liao, H., Chen, H. and Chung, K. 2017. Plant hormone inhibitors for reducing postbloom fruit drop (PFD) of citrus. https://www.semanticscholar.org/paper/Plant-hormone-inhibitors-for-reducing-postbloom-of-Liao-Chen/d259335fc554959e63f15994e4861fb7a8cd2957. Accessed 4 August 2024

Mesejo, C., Marzal, A., Martínez-Fuentes, A., Reig, C. and Agustí, M. 2021. On how auxin, ethylene and IDA-peptide relate during mature *Citrus* fruit abscission. *Scientia Horticulturae*, *278*, 109855.

Munné-Bosch, S. and Vincent, C. 2019. Physiological Mechanisms Underlying Fruit Sunburn. *Critical Reviews in Plant Sciences*, *38*(2), 140–157.

Obreza, T.A. and Schumann, A. 2010. Keeping Water and Nutrients in the Florida Citrus Tree Root Zone. *HortTechnology*, *20*(1), 67–73.

Paramasivam, S., Alva, A.K., Hostler, K.H., Easterwood, G.W. and Southwell, J.S. 2000. Fruit nutrient accumulation of four orange varieties during fruit development [1]. *Journal of Plant Nutrition*, *23*(3), 313–327.

Rallo, L. and Fernández-Escobar, R. 1985. Influence of Cultivar and Flower Thinning within the Inflorescence on Competition among Olive Fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, *110*(2), 303–308.

Rana, G.S., Kumar, S. and Saini, P. 2020. Influence of Foliar Sprays of Nutrients on Yield and Yield Accrediting Characters of Kinnow Mandarin: A Review. *Agricultural Reviews*, (OF).

Sawicki, M., Aït Barka, E., Clément, C., Vaillant-Gaveau, N. and Jacquard, C. 2015. Cross-talk between environmental stresses and plant metabolism during reproductive organ abscission. *Journal of Experimental Botany*, *66*(7), 1707–1719.

Sutton, M., Stanton, D. and Vashisth, T. 2024. Fruit Size as an Indicator of Fruit Drop in Huanglongbing-affected 'Valencia.'

Tang, L., Singh, S. and Vashisth, T. 2020. Association between Fruit Development and Mature Fruit Drop in Huanglongbing-affected Sweet Orange. *HortScience*, *55*(6), 851–857.

Taylor, J. E. and Whitelaw, C. A. 2001. Signals in abscission. *New Phytologist*, *151*(2), 323–340.

Ullah, M. I., Arshad, M., Ali, S., Mehmood, N., Khalid, S. and Afzal, M. 2020. Physiological Characteristics of Citrus Plants Infested with Citrus Leafminer, Phyllocnistis citrella (Lepidoptera: Gracillariidae). *International Journal of Fruit Science*, *20*(sup2), S871–S883.

Vincent, C., Morillon, R., Arbona, V. and Gómez-Cadenas, A. 2020. Chapter 13 - Citrus in changing environments. In M. Talon, M. Caruso, and F. G. Gmitter (Eds.), *The Genus Citrus* (pp. 271–289). Woodhead Publishing.