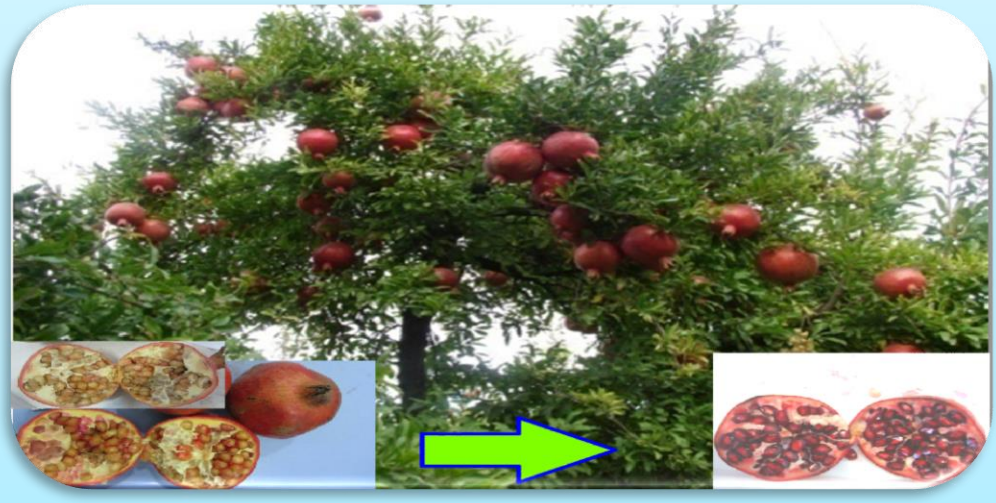
وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

مدیریت باغ‌های انار مبتلا به عارضه سفیدشدگی

یا قهوه‌ای شدن آریل



نشریه فنی

تابستان ۱۳۹۷

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

نشریه فنی

مدیریت باغ‌های انار مبتلا به عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل

نویسندگان:

محمد کاوند وحیده نرجسی سکینه فرجی

شناسنامه

نام نشریه: مدیریت باغ‌های انار مبتلا به عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل

نویسندگان: محمد کاوند، وحیده نرجسی و سکینه فرجی

ویراستار علمی و ادبی: یحیی تاجور، جواد فتاحی مقدم و محمد رضا وظیفه شناس

طراحی و صفحه آرایی: وحیده نرجسی

ناشر: کمیته انتشارات پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری

شمارگان: الکترونیکی

سال انتشار: ۱۳۹۷

نشانی: رامسر، خیابان استاد مطهری، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری

تلفن: ۰۱۱۵۵۲۲۵۲۳۳- دورنگار: ۰۱۱۵۵۲۲۳۲۸۲ – صندوق پستی: ۴۶۹۱۵۳۳۵

Email: citrus.press@yahoo.com

این نشریه به شماره ۵۳۹۶۰ مورخ ۹۷/۰۴/۱۹ در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی ثبت شده است.

فهرست

۱. انار محصول اقتصادی و استراتژیک کشور ۱

۲ . عوامل موثر در کیفیت میوه انار ۲

۳ . عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل و پراکنش آن در ایران ۲

۴ . خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه‌های مبتلا به عارضه سفید شدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه انار ۳

۵ . گسترده بروز علائم و نشانه های ظاهری عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل در میوه انار ۵

۶ . زمان بروز عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه انار ۶

۷ . علل بروز عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه انار ۷

۷-۱. رابطه افزایش دمای برگ و میوه و کاهش شدید رطوبت نسبی جو، اثر اندازه و موقعیت میوه انار روی درخت بر شدت بروز عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل ۷

۷-۲ . رابطه آبیاری با آب شور با شدت بروز عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل ۸

۷-۳ . رابطه افزایش دمای هوا و محدودیت در جذب و نقل و انتقال یون کلسیم با بروز عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل ۹

۷-۴ . رابطه غلظت عناصر معدنی و خصوصیات ظاهری برگ های درختان انار با بروز عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل ۱۰

۷-۵ . رابطه افزایش دمای هوا و کاهش رطوبت نسبی اطراف تاج درختان با بروز عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل ۱۱

۸ . مدیریت باغ انار مبتلا به عارضه سفید شدگی یا قهوه‌ای شدن آریل ۱۲

۸-۱ . استفاده از سایبان روی تاج درختان مبتلا به عارضه ۱۳

۸-۲ . استفاده از کود آلی و محلول پاشی سولفات پتاسیم و نیترات کلسیم ۱۴

۸-۳ . تولید میوه در درون تاج درخت و با اندازه کوچک‌تر ۱۵

۸-۴ . آبیاری باغ‌های مبتلا به عارضه با احتساب ضریب آب‌شویی..... ۱۵

۸-۵ . احداث باغ‌های جدید در اقلیم های خنک و استفاده از ارقام مقاوم به عارضه سفیدشدگی آریل ۱۵

۹ . نتیجه گیری کلی..... ۱۶

۱۰. منابع..... ۱۸

فهرست شکل‌ها

عنوان	شماره صفحه
شکل ۱- فواید مصرف میوه انار و نقش آن در پیشگیری از بیماری‌ها	۱
شکل ۲- میوه‌های مبتلا به عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل‌های دانه انار در رقم "ملس ترش ساوه"	۳
شکل ۳- مقایسه میوه‌های سالم و مبتلا به عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل‌های دانه انار رقم "ملس ترش ساوه"	۴
شکل ۴- بروز علائم عارضه سفید شدگی در آریل‌های انار "ملس ترش ساوه" تخریب سطح آریل‌ها و ایجاد حفره و شکاف در بافت آریل سبب اکسید شدن ترکیبات پلی فنلی و تغییر در رنگ میوه	۴
شکل ۵- گسترده بروز علائم و خسارت عارضه سفید شدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه انار در انار رقم ملس ترش ساوه از میوه‌های سالم (۱) تا میوه‌های با علائم شدید عارضه (۵)	۶
شکل ۶- مقایسه میوه انار در ژنوتیپ مقاوم (A) و حساس (B) به عارضه سفید شدگی یا قهوه‌ای شدن آریل در پردیس تحقیقات و آموزش انار ساوه	۶
شکل ۷- بروز علائم عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه انار در میوه‌های حاصل از گل های مرحله اول (A) در مقایسه با میوه‌های حاصل از گل‌های مرحله دوم (B) یک درخت انار "ملس ترش ساوه"	۸
شکل ۸- اثر پدیده رقت و کاهش غلظت کلسیم، افزایش دمای درونی میوه و ایجاد تنش اکسیداتیو در آریل‌های میوه و بروز شدید تر علائم عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل در میوه‌های بزرگ و بیرونی تاج درخت انار	۱۰
شکل ۹- علائم کلروز و نکروزه شدن انتهایی برگ‌های درختان انار "ملس ترش ساوه " مبتلا به عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه انار از مردادماه تا پایان فصل رشد در باغ	۱۱
شکل ۱۰- استفاده از سایبان در تاج درختان مبتلا به عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه انار	۱۳
شکل ۱۱- استفاده فراوان از مواد آلی و محلول پاشی کلسیم و پتاسیم در طول فصل رشد درختان انار"ملس ترش ساوه" (A) درختان شاهد و (B) درختان کود داده شده و همراه با محلول پاشی	۱۴
شکل۱۲- ژنوتیپ متحمل به عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه انار در کلکسیون انار ساوه	۱۶
شکل ۱۳- اینفوگرام افزایش کیفیت میوه انار و کاهش شدت علائم عارضه سفیدشدگی آریل	۱۸

۱. انار محصول اقتصادی و استراتژیک کشور

انار (*Punica granatum* L.) از جمله محصولات مهم باغبانی کشور می باشد که علاوه بر مصارف داخلی، در بهبود صادرات غیرنفتی بخش کشاورزی از اهمیت بالایی برخوردار است. در ایران به عنوان یک محصول با ارزش و کم رقیب برای صادارت طی سال‌های متمادی شناخته شده است. به سبب قدرت رشد و سازگاری بالای درخت انار به آب و هوای بیابانی و نیمه بیابانی فلات مرکزی ایران که شرایط برای رشد و نمو دیگر درختان میوه مساعد نیست، به عنوان یک محصول راهبردی برای این مناطق شناخته شده است و از دیر باز برای مردم منطقه از ارزش تغذیه‌ای، دارویی، اقتصادی و اکولوژیکی بالایی برخوردار بوده است (۱و۴).

شکل ۱- فواید مصرف میوه انار و نقش آن در پیشگیری از بیماری‌ها

همچنین مصرف میوه انار نه تنها به صورت تازه خوری، بلکه از فرآوردهای حاصل از میوه به صورت آب میوه، رب انار، ژله و مربا و از پوست ریشه، ساقه و میوه برای درمان برخی از بیماری‌ها در طب سنتی استفاده شده است. تحقیقات بسیاری در دهه اخیر نشان داده‌اند که میوه انار سرشار از عناصر معدنی، اسیدهای آلی، انواع ویتامین‌ها، مواد پلی فنلی و آنتوسیانین‌ها است که از قدرت و فعالیت آنتی اکسیدانی بسیار بالایی برخوردارند (شکل ۱). از این رو کشت و پرورش و مصرف میوه انار در جامعه جهانی به دلیل افزایش آگاهی عمومی در رابطه با ارزش دارویی انار از روند رو به رشدی برخوردار است (۲۴ و ۲۸). اغلب دانشمندان مصرف میوه انار را در پیشگیری و درمان

بیماری‌های قلبی، دیابت، فشـار خون، بیماری‌های ویروسـی، کاهش تنش اکسـیداتیو، پیشـگیری از آلزایمر و جلوگیری از رشد انواع سلول‌های سرطانی، موثر گزارش نموده‌اند (۷ و۲۹).

۲. عوامل موثر در کیفیت میوه انار

عوامل متعددی چون، خصوصیات ژنتیکی، عوامل قبل و بعد از برداشت محصول، کیفیت میوه انار را تحت تاثیر قرار می‌دهند، که در این بین عوامل قبل از برداشت میوه، اثرات ویژه‌ای در کیفیت محصول تولیدی دارند (۵). به منظور تولید میوه انار با کیفیت، همانند سایر درختان میوه ایجاد شرایط مناسب برای درخت از لحاظ تغذیه بهینه، تربیت و هرس، آبیاری و مبارزه با آفات و بیماری‌ها به منظور بهبود شرایط برای انجام فرایند فتوسنتز در درختان انار ضروری است. اغلب محققان تاثیر شرایط اقلیمی و محیط رشد درخت، مدیریت آبیاری، کوددهی، شدت هرس، تنک میوه، استفاده از مالچ و سایبان را در کیفیت میوه انار موثر گزارش نموده‌اند (۱۳و۲۷). از پارامترهای موثر در بهبود کیفیت انار وجود دانه‌های با درصد آب بـالا، طعـم ملس و آریل‌های با رنگ قرمـز تیـره می‌باشد.

۳. عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل و پراکنش آن در ایران

در سال‌های اخیر عارضه فیزیولوژیک سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل[۱] دانه انار، کیفیت میوه را به گونه‌ای تحت تاثیر قرار می‌دهد، که علی‌رغم ظاهر سـالم میوه، بافت آریل‌ها بهم ریخته و رنگ آنها از قرمز تیره به سـفید کرمی تا قهوه ای تغییر یافته، و میوه‌ها از طعم نامطلوبی برخوردار می شوند، به طوری‌که در برخی از مناطق انارکاری کشور به شدت محبوبیت میوه انار را تحت تاثیر قرار داده است.

در ایران در سال ۱۳۸۵ عارضه فیزیولوژیک سفید شدگی آریل در منطقه فردوس خراسان جنوبی در دو رقم تجاری انار "شیشه کپ فردوس" و "بجستانی" برای نخستین بار گزارش شد (۲۰). همچنین در کشور هند این عارضه روی ارقام تجاری انار "گانش" و "باهاگوا" بنام عارضه قهوه‌ای شدن آریل گزارش شد (۱۲). بسته به شدت اثر عارضه بر آریل‌های دانه انار شدت و تغییر رنگ آریل‌ها از سفید کرمی تا قهوه‌ای سوخته تغییر می‌نماید، لذا در ایران بنام‌های عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه انار شناخته می‌شود (۲). عارضه قهوه‌ای شدن آریل در زمان برداشت

---

[۱] Aril browning

محصول رسیده یا در زمان استفاده از محصول پس از نگهداری در سردخانه، مشاهده می شود، ولی این اختلال در طول دوره رشد و نمو میوه آغاز شده است. در ظاهر میوه هیچ گونه مشکلی ندارد ولی پس از برش آن، اختلالات داخلی مشاهده می شود. شدت رنگ در آریل‌های میوه انار به مقدار و نسبت مشتقات تشکیل دهنده رنگدانه‌های آنتوسیانین وابسته است که هر چه مقدار آن در آریل‌ها بیشتر باشد، میوه‌ها از کیفیت و بازار پسندی بالاتری برخوردارند (۹). محتوای رنگدانه آنتوسیانین‌ها در میوه انار تحت تاثیر نوع رقم، شرایط اقلیمی‌منطقه رویش درخت، حضور تنش‌های محیطی، عملیات فنی باغداری، تنک میوه، زمان برداشت و شرایط انبارداری میوه متفاوت است (۱۱و۱۳). تحقیقات ثابت نموده است که مقدار آنتو سیانین‌ها در پوست و آریل‌های میوه انار پرورش یافته در آب و هوای خنک به طور معنی‌داری بیشتر از میوه‌های رشد یافته در منطقه گرم‌تر است. هم‌چنین شوری آب، سبب کاهش محتوای آنتو سیانین و مشتقات آن می‌گردد، به‌طوریکه شکل غالب آنتو سیانین‌های میوه‌های آبیاری شده با EC بالاتر از نوع دی‌گلوکوزید است، که از شدت رنگ کمتری برخوردار است (۹). گزارش شده است که شکل غالب رنگدانه آنتوسیانین‌ها در میوه‌های مبتلا به عارضه سفیدشدگی از نوع دی‌گلوکوزیدی است که از پایداری بیشتر ولی از شدت رنگ قرمز کمتری برخوردار است (۱۸).

۴. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه‌های مبتلا به عارضه سفید شدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه انار

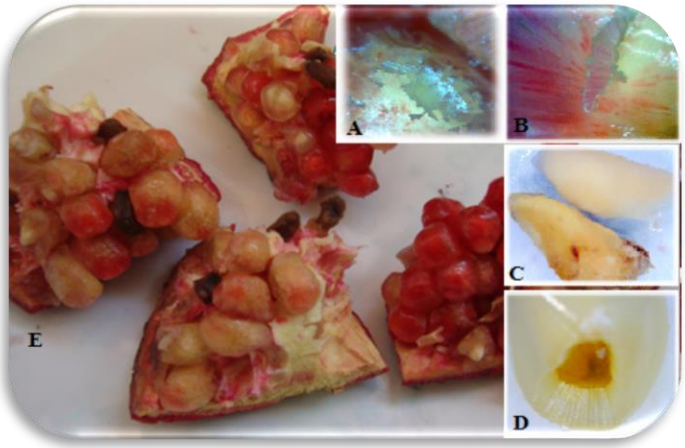
میوه‌های دارای عارضه علی‌رغم داشتن ظاهری سالم، بافت درونی آنها به شدت بی کیفیت شده و قابل استفاده برای مصرف تازه خوری، صنایع فرآوری و صادارت نیستند (۲۰).

شکل ۲- میوه‌های مبتلا به عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل‌های دانه انار در رقم "ملس ترش ساوه"

در میوه‌های مبتلا به عارضه به علت تغییرات فیزیکی و شیمیایی و تخریب و تغییر در ترکیب آنتوسیانین، دانه‌ها بی وزن و بی‌آب شده و رنگ آریل‌ها از قرمز تیره به سفید کرمی‌تا قهوه‌ای سوخته تغییر یافته، شکاف و حفره‌هایی در غشای سلولی و بافت آریل‌ها ایجاد شده، و بافت آریل‌ها نرم و تغییر شکل یافته و میوه‌ها از طعم و کیفیت نامطلوبی برخوردار می‌گردند (شکل‌های ۲ و ۴)، در حالی‌که در ظاهر میوه‌های دارای عارضه هیچگونه علائم قابل تشخیصی نسبت به میوه‌های بدون عارضه وجود ندارد (۱۵). اگر شدت عارضه بالاتر از ۵۰٪ باشد، میوه‌ها قابل مصرف نیستند. هم‌چنین میوه‌های دارای عارضه از عمر انبارداری بسیار پایینی برخوردارند. تفاوت های مذکور میان میوه‌های سالم و مبتلا به عارضه سفید شدگی در رقم انار "ملس ترش ساوه" در شکل ۳ به طور واضح مشخص است (۲).

شکل ۳- مقایسه میوه‌های سالم و مبتلا به عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل‌های دانه انار رقم "ملس ترش ساوه"

به میوه‌های انار مبتلا به عارضه سفیدشدگی آریل واژه گرمازده، پخته یا باخته اطلاق شده است و میوه‌های دارای عارضه، کم آب، کم وزن و سبک هستند. عارضه سفید شدگی سبب اکسید شدن ترکیبات پلی‌فنلی و تغییر در رنگ میوه می‌گردد.



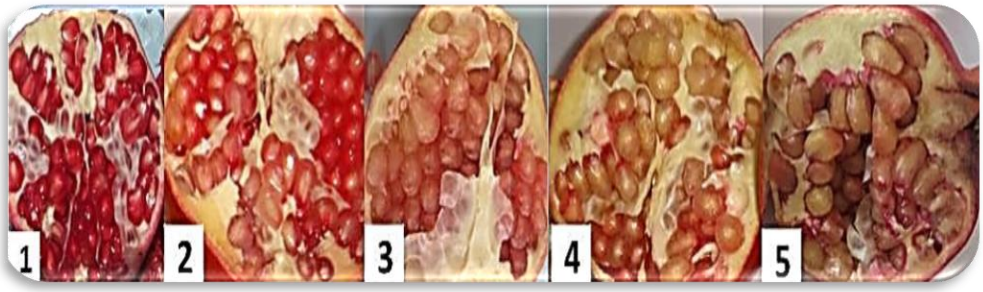
شکل ۴- بروز علائم عارضه سفیدشدگی در آریل‌های انار "ملس ترش ساوه" و تخریب سطح آریل‌ها و ایجاد حفره و شکاف در بافت آریل

در استان خراسان‌جنوبی دو رقم تجاری انار "شیشه کپ فردوس" و "بجستانی" در مقایسه با سایر ارقام به عارضه سفیدشدگی آریل حساسیت بیشتری دارند. در مطالعه‌ای که صفات فیزیکی و شیمیایی میوه‌های سالم و میوه‌های دارای عارضه در ارقام "شیشه کپ فردوس" و "بجستانی" مقایسه شد، نشان داده شد که چگالی میوه، درصد آب میوه و آنتوسیانین کل در میوه‌های دارای عارضه کمتر از میوه‌های سالم، اما مقدار pH و TSS عصاره میوه و شکل دی‌گلوکوزید آنتوسیانین‌ها در میوه‌های دارای عارضه بالاتر از میوه‌های سالم است (۱۸). هم‌چنین در مقایسه میوه‌های مبتلا به عارضه و سالم در انار رقم "ملس ترش ساوه" مشخص شد که میوه‌های دارای عارضه از محتوای قند، سرعت تنفس، فعالیت آنزیم‌های پلی فنل اکسیداز و پراکسیداز بالاتری نسبت به میوه‌های سالم برخوردارند (۲۰). هم‌چنین در بذر میوه‌های دارای عارضه میزان فعالیت آنزیم‌های آلفا آمیلاز و دهیدروژناز کمتر از میوه‌های سالم، و در عوض فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز بالاتر از میوه‌های سالم است (۲۶).

۵. گستره بروز علائم و نشانه‌های ظاهری عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل در میوه انار

وقتی میوه‌های انار در باغ از لحاظ شدت بروز علائم سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، برحسب اندازه میوه، موقعیت روی درخت، سیستم آبیاری، کیفیت آب، وجود پوشش علف در کف باغ، موقعیت مکانی باغ و از همه مهم‌تر رقم، تفاوت قابل ملاحظه‌ای از میوه‌های سالم تا دارای عارضه شدید مشاهده می‌گردد. کارشناسان در یک باغ برحسب رقم و مدیریت باغ، میوه‌ها را به پنج گروه شامل میوه‌های سالم، میوه‌های نسبتا سالم

دارای علائم کم عارضه، میوه‌های دارای علائم متوسط عارضه، میوه‌های دارای علائم نسبتا شدید عارضه و میوه‌های دارای علائم بسیار شدید عارضه سفیدشدگی دسته‌بندی می‌کنند (شکل ۵). همانطور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، بر اساس نتایج تحقیقات انجام گرفته روی ارقام انار کلکسیون پردیس تحقیقات و آموزش انار ساوه، تفاوت فاحشی در میزان تاثیر عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل در میوه ژنوتیپ مقاوم (A) و حساس (B) انار مشاهده شده است.



شکل ۵- گستره بروز علائم و خسارت عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه انار در "رقم ملس ترش ساوه" از میوه‌های سالم (۱) تا میوه‌های با علائم شدید عارضه (۵)

۶. زمان بروز عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه انار

علائم ظاهری عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل در میوه‌های انار "ملس ترش ساوه"، از ۱۳۱ روز بعد از گلدهی در مرحله سوم رشد میوه و همزمان با تغییر رنگ آریل‌ها مشاهده شد (۲). در این مرحله در میوه‌های مبتلا به عارضه، آریل‌هایی با سطح کدر، غشاء آسیب دیده و رنگ سفید کرمی‌تا قهوه‌ای نمایان است (شکل ۶). این علائم در میوه در این زمان با چشم غیر مسلح قابل مشاهده است که همزمان با روند رسیدن و بلوغ میوه بر شدت علائم میوه‌های مبتلا افزوده می‌شود. گزارش شده است که در زمان رسیدن میوه انار از میزان اسیدیته میوه، ترکیبات فنلی، تانن و قدرت ضداکسایشی میوه به طور قابل توجهی کاسته شده و بر مقدار مواد جامد محلول، قندها و ترکیبات آنتوسیانین‌ها افزوده می‌شود (۱۱).

شکل ۶- مقایسه میوه انار در ژنوتیپ مقاوم (A) و حساس (B) به عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل در پردیس تحقیقات و آموزش انار ساوه

۷. علل بروز عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه انار

اغلب محققان انار در ایران معتقدند که بروز عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل‌ها در میوه‌های انار ناشی از پیامدهای تغییر اقلیم و بروز خشکسالی پی در پی طی سال‌های اخیر است (۳). به نظر می‌رسد دمای بالای هوا به همراه رطوبت نسبی پایین‌تر آن در طول فصل رشد، بخصوص در مرحله سوم از رشد میوه انار، از جمله عوامل بروز و تشدید کننده علائم عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل‌های دانه انار است (۲).

درختان انار مبتلا به عارضه تحت تاثیر تنش‌های دمای بالای هوا، کاهش رطوبت نسبی جو، شوری آب و اثرات متقابل این تنش ها قرار دارند. تنش های مذکور بر فرایندهای فیزیولوژی درخت همانند فتوسنتز، سنتز رنگدانه-های آنتوسیانین، مصرف آب درخت، جذب و انتقال عناصرمعدنی تاثیر سوء دارند، که برآیند آنها کلروزه و نکروزه شدن برگ‌ها و بروز علائم عارضه سفیدشدگی آریل در میوه‌های انار است.

۷-۱ رابطه افزایش دمای برگ و میوه و کاهش شدید رطوبت نسبی جو، اثر اندازه و موقعیت میوه انار روی درخت بر شدت بروز عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل

تحقیقات نشان داده که با افزایش اندازه و حجم میوه‌ها به طور معنی‌داری به شدت بروز علائم عارضه سفیدشدگی آریل‌ها در میوه‌های انار افزوده می‌شود. هر عاملی در مدیریت باغ انار همانند تنک میوه و میوه‌های حاصل از گل‌های مرحله اول که سبب افزایش اندازه میوه می‌شود، سبب افزایش شدت علائم عارضه سفیدشدگی آریل می‌گردد. وقتی باغ‌های مبتلا به عارضه سفیدشدگی از لحاظ شدت بروز عارضه مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (۲)، ملاحظه

می‌شود که شدت بروز عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن در میوه‌های بزرگ‌تر حاصل از گل‌های اول به مراتب بیشتر از میوه‌های کوچک‌تر از حاصل از گل‌های دوم است (شکل ۷).

شکل ۷- بروز علائم عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه انار در میوه‌های حاصل از گل‌های مرحله اول (A) در مقایسه با میوه‌های حاصل از گل‌های مرحله دوم (B) یک درخت انار "ملس ترش ساوه"

هم‌چنین میوه‌هایی که در طول فصل رشد به مدت بیشتری در معرض تابش نور مستقیم قرار دارند (میوه‌های اطراف تاج درخت) در مقایسه با میوه‌های درون تاج درخت، بیشتر در معرض عارضه سفیدشدگی قرار می‌گیرند. به نظر می‌رسد افزایش اندازه و حجم میوه‌ها سبب گردیده که سطح بیشتری از آنها در مقابل تابش نور مستقیم خورشید قرار گیرند که این شرایط منجر به افزایش دمای درونی میوه‌ها شده است. افزایش دمای میوه‌ها، بر فرایند ساخت رنگدانه‌های آنتوسیانین، درصد آب، غلظت مواد جامد محلول، جذب و انتقال عناصر معدنی و فعالیت رادیکال‌های آزاد در بافت میوه تاثیر منفی دارد.

۷-۲ رابطه آبیاری با آب شور با شدت بروز عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل

باغداران انار معتقدند که عامل اصلی بروز عارضه سفیدشدگی آریل در میوه‌های انار ناشی از تنش خشکی است. انتظار می‌رود که میوه‌های انار باغ‌های با آبیاری کامل، از عارضه سفیدشدگی بسیار پایینی برخوردار باشند. اما کیفیت آب آبیاری، روش و سیستم آبیاری باغ تاثیر بسیار بالایی بر آن دارد. به نظر می‌رسد در صورتی که آب آبیاری شور و دارای EC نسبتا بالایی باشد، بخصوص اگر با سیستم آبیاری قطره‌ای بدون احتساب ضریب آب شویی درختان انار آبیاری گردند، به دلیل تجمع نمک در محیط ریشه در طول فصل رشد سبب افزایش پتانسیل منفی خاک شده و باعث القاء و بروز تنش شوری در محیط اطراف ریشه و پیاز رطوبتی قطره چکان ها می‌گردد. با افزایش پتانسیل منفی

خاک در محیط ریشه به واسطه آبیاری با آب شور از مقدار آب نسبی برگ، شدت تعرق و آب مصرفی درخت انار به طور معنی‌داری کاسته می‌گردد (۸ و۱۷). در حضور تنش شوری در اطراف ریشه‌های درختان جذب مواد معدنی مورد نیاز و انتقال آنها بخصوص یون کلسیم دچار اخلال می‌گردد. زیرا فشار ریشه‌ای به عنوان سازوکار اصلی حرکت کلسیم در گیاه در اثر تنش شوری کاهش یافته و در نتیجه تعرق گیاه کم می‌شود که پیامد آن کمبود عنصر کلسیم در گیاه است (۲۳) و در نتیجه در این شرایط بروز عارضه سفیدشدگی در میوه‌های انار تشدید می‌شود.

۳-۷ رابطه افزایش دمای هوا و محدودیت در جذب و نقل و انتقال یون کلسیم با بروز عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل

علت اصلی بروز عارضه سفیدشدگی آریل دانه انار، محدودیت در جذب، نقل و انتقال یون کلسیم در تنش‌های دمای بالای محیط می باشد (۲). نکته مهم که در درختان انار مبتلا به عارضه مشهود است، این است که غلظت یون کلسیم در بافت برگ و میوه بسیار کمتر از حد بهینه غلظت عنصر کلسیم در بافت برگ‌های انار درختان سالم و بدون عارضه است. غلظت بهینه یون کلسیم در بافت برگ‌های انار در حدود ۲ درصد در شرایط مطلوب است، که در درختان مبتلا بسیار کمتر است. (۱۰).

همان‌طور که مشخص است، باردهی میوه انار به صورت انتهایی روی اسپورها صورت می‌گیرد (۶)، که افزایش اندازه میوه در طول فصل رشد منجر به آویزان شدن میوه‌ها از انتهای اسپورها می‌گردد در نتیجه میوه‌ها توسط سطح کمتری از برگ‌ها در مقابل نور مستقیم خورشید حفاظت می‌شوند. با تابش نور مستقیم خورشید به میوه‌ها، دمای درونی آنها افزایش می‌یابد. افزایش دما منجر به تبخیر بیشتر آب از بافت میوه، کاهش سنتز رنگدانه‌های آنتوسیانین و افزایش مواد جامد محلول و تولید رادیکال‌های آزاد در بافت میوه‌ها می‌شود. هم‌چنین میوه‌های با اندازه و حجم بزرگ‌تر به دلیل اثر پدیده رقت از غلظت کمتری از یون کلسیم در بافت‌هایشان برخوردارند (۲۵). در مجموع، برآیند و اثر متقابل کاهش غلظت یون کلسیم و تنش دمای بالا منجر به تخریب دیواره اندامک‌های درون سلولی آریل‌های میوه و خروج مواد پلی فنلی و رنگدانه‌های آنتوسیانین از واکوئل به سیتوپلاسم و فضای بین سلولی می‌گردد که در حضور آنزیم‌های پلی فنل اکسیداز و پراکسیداز مواد پلی فنلی تبدیل به ترکیبات قهوه‌ای رنگ کینونی در بافت آریل‌ها می‌شود (۱۴). در نهایت با اکسید شدن ترکیبات پلی‌فنلی و تبدیل آنها به ترکیبات کینونی، رنگ آریل‌ها از قرمز تیره به سفید کرمی‌تا قهوه‌ای تغییر می‌یابد و سبب بروز عارضه سفیدشدگی آریل در میوه‌های انار (شکل ۸) می‌گردد (۱۲).

شکل ۸- اثر پدیده رقت و کاهش غلظت کلسیم، افزایش دمای درونی میوه و ایجاد تنش اکسیداتیو در آریل‌های میوه و بروز شدیدتر علائم عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل در میوه‌های بزرگ و بیرونی تاج درخت انار

۴-۷ رابطه غلظت عناصر معدنی و خصوصیات ظاهری برگ های درختان انار با بروز عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل

خاک اغلب مناطق انار خیز کشور دارای بافتی سبک، همراه با مواد آلی بسیار کم، قدرت نگه‌داری کم آب، pH = ۷/۵-۸/۵ ، EC بیشتر از دو زیمنس بر متر مربع[۲] و دارای آهک فراوان است. هم‌چنین در بافت این گونه خاک‌ها عناصر فسفر، نیتروژن، پتاسیم، کلسیم و برخی از عناصر ریزمغذی، محدودیت جذب و انتقال را دارند که برای تولید محصول باید به شکل قابل جذب به طریقی در دسترس درختان قرار داده شوند (۱۹). انتهای برگ درختان انار مبتلا به عارضه سفیدشدگی در مرداد ماه علائم کلروز و سپس نکروزه شدن انتهایی را بروز می‌دهند، به طوری‌که برگ‌ها در سر شاخه‌های انتهایی درخت در شهریور ماه ریزش داشتند و میوه‌ها بدون برگ یا با سطح کمی از برگ بر روی شاخه‌های انتهایی قرار داشتند (شکل ۹). نکته مهم اینست که غلظت عناصر معدنی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم در برگ درختان مورد مطالعه نسبت به حد بهینه غلظت آن عناصر در برگ درختان انار در شرایط مطلوب بسیار کمتر است که نشان دهنده تاثیر تنش شوری در محیط ریشه و محدودیت جذب و انتقال آنها در درختان انار مبتلا به عارضه سفیدشدگی است.

(Ec > 2scm^2)

شکل ۹- علائم کلروز و نکروزه شدن انتهایی برگ های درختان انار " ملس ترش ساوه " مبتلا به عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه انار از مردادماه تا پایان فصل رشد در باغ

۵-۷ رابطه افزایش دمای هوا و کاهش رطوبت نسبی اطراف تاج درخت با بروز عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل

اقلیم‌هایی با آب و هوای مدیترانه‌ای مناسب برای کشت و پرورش انار است، اما اغلب کشت و پرورش انار در ایران در مناطق حاشیه‌ای کویر مرکزی که شرایط برای رشد و نمو سایر درختان میوه با محدودیت‌های بیشتری مواجه است، در حال انجام است. در این مناطق علاوه بر محدودیت آب و خاک، محدودیت افزایش متوسط دمای هوا بالاتر از آستانه تحمل و کاهش شدید رطوبت نسبی جو نیز طی سال های اخیر اضافه شده اند (۱). در دهه اخیر پدیده تغییر اقلیم و در پی آن گرم شدن هوا و خشکسالی‌های پی در پی به شدت کیفیت میوه انار را در استان های انار خیز حاشیه کویر مرکزی بخصوص در مناطقی از استان‌های خراسان، سمنان، اصفهان، یزد، مرکزی، سیستان و بلوچستان و کرمان تحت تاثیر قرار داده است. در این مناطق گرم شدن هوا با تنش خشکی و شوری آب یا خاک غالبا توام است، که اثرات ناشی از تنش گرما را روی گیاهان مضاعف می‌نماید (۱). دماهای بالا می‌تواند اخلال فیزیولوژی زیادی برای رشد میوه‌های انار ایجاد نماید. با افزایش دما و شروع تدریجی تنش دما، میزان تبخیر و تعرق از سطح برگ‌ها و میوه‌ها افزایش می‌یابد. با توجه به زیاد بودن نسبت سطح برگ‌ها به میوه‌ها و بیشتر بودن میزان تبخیر از سطح برگ‌ها، آب و مواد غذایی کمتری فرصت انتقال به میوه‌ها را دارند. در هوای گرم، شرایط تنش رطوبتی و حضور اشعه فرابنفش دمای برگ و میوه حدود ۷ – ۵ درجه سانتی‌گراد بیشتر از دمای هوای اطراف درخت است (۲۱). هم‌چنین برگ‌ها سطح ویژه کمتری

دارند و از قدرت پخش‌کنندگی دمایی بالاتری برخوردارند، در حالی‌که میوه‌ها به دلیل سطح ویژه کم توانایی پخش‌کنندگی دمایی کمتری دارند، در نتیجه انرژی کمتری را از دست می‌دهند، که منجر به دمای بالاتر آنها نسبت به دمای برگ‌ها می‌شود. تنش گرمایی علاوه بر این‌که بر فرایندهای فتوسنتز، تنفس، روابط آبی گیاه تاثیر سوء دارد، سبب تغییرات غیر قابل برگشت در ساختار سلول و اندامک‌های درون سلولی می‌شود. اثرات توام تنش شوری، خشکی و دمای بالا منجر به تغییر ماهیت در حجم سلول، کاهش فشار آماس، افزایش غلظت مواد جامد محلول، تغیر ساختار غشای سلولی و غشای اندامک‌ها و پروتئین‌ها می‌شود (۳۰). تنش دمایی فرایند اکسیداتیو را در سلول‌های گیاه با تولید گونه‌های اکسیژن فعال همانند مولکول اکسیژن با یک الکترون منفرد ($^1O_2$)، سوپر اکسید اکسیژن (O^{2-})، پراکسید هیدورژن (H_2O_2)، هیدورکسیل (OH^-) در اندامک‌های سلولی تسریع می‌نماید، رادیکال‌های آزاد با اکسید نمودن چربی‌های بافت غشای سلولی، نه تنها موجب افزایش تراوایی غشای سلول‌ها شده بلکه با تخریب DNA و پروتئین‌ها و اخلال در فرایند سوخت و ساز سلول سبب آسیب غیر قابل برگشت به گیاه می‌شود (۳۰). مواد فنلی همانند رنگ‌دانه آنتوسیانین‌ها که مسئول تشکیل رنگ قرمز در آریل‌ها است، بسیار به شرایط محیطی حساس هستند. تحقیقات نشان داده است که بیوسنتز آنتوسیانین و حتی مشتقات آنها به شدت تحت تاثیر تنش‌های خشکی، شوری، دمای بالا، اشعه فرابنفش و شدت زیاد تابش نور خورشید قرار دارد (۲۲). مقدار آنتوسیانین‌ها در پوست و آریل‌های میوه انار در هوای گرم به طور معنی‌داری کمتر از میوه‌های منطقه خنک‌تر است. لذا برای تولید پایدار و با کیفیت محصول انار بهتر است از راهبردهای کاهش اثرات تنش ها و تولید محصول در شرایط پدیده تغییر اقلیم بهره جست.

۸. مدیریت باغ‌های انار مبتلا به عارضه سفید شدگی یا قهوه‌ای شدن آریل

مدیریت عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه انار را با توجه به عوامل به وجود آوردنده و تشدید کننده عارضه می توان به دو بخش، مدیریت فنی و بهینه باغ‌های بارده انار مبتلا به عارضه و احداث باغات جدید انار با ژنوتیپ‌های متحمل در مکان‌های خنک‌تر تقسیم نمود.

نتایج تحقیقات انجام شده در رابطه با عارضه سفیدشدگی نشان داده است که درختان انار مبتلا به عارضه تحت تاثیر تنش‌های دمای بالای هوا، کاهش رطوبت نسبی جو، شوری آب و فقر مواد آلی خاک و اثرات متقابل آنها قرار داشتند که هم راستا با هم بر فرایندهای فیزیولوژی درخت همانند فتوسنتز، سنتز رنگدانه‌های آنتوسیانین، مصرف آب

درخت، جذب و انتقال عناصر معدنی تاثیر سوء داشتند، که برآیند آنها کلروزه و نکروزه شدن برگ‌ها و بروز علائم عارضه سفیدشدگی آریل در میوه‌های انار شده است.

۸-۱ استفاده از سایبان روی تاج درختان مبتلا به عارضه

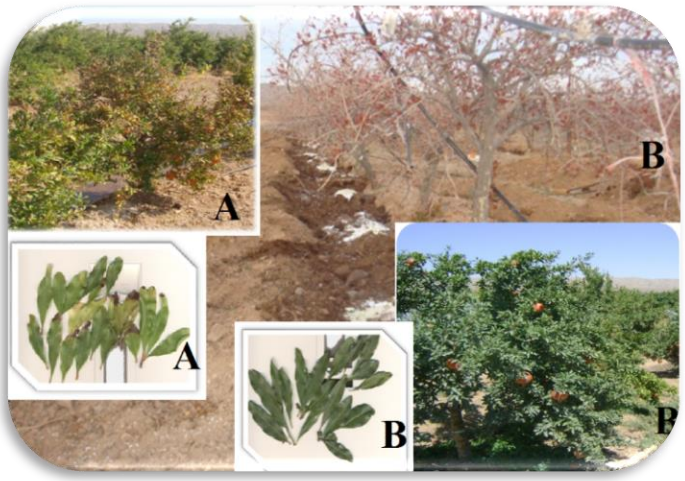
طی پژوهشی مشخص شده که استفاده از سایبان به طور موثری شدت عارضه سفیدشدگی آریل میوه‌های انار"ملس ترش ساوه" را کاهش داده است (۲). استفاده از سایبان در تاج درختان مبتلا به عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه انار به طور موثری سبب کاهش شدت علائم عارضه و هم‌چنین سبب بهبود کیفیت و رنگ پوست میوه انار "ملس ترش " ساوه شده است.

شکل ۱۰- استفاده از سایبان در تاج درختان مبتلا به عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه انار

استفاده از سایبان سبب کاهش معنی دار دمای برگ، میوه و خاک اطراف درختان انار شده است. به نظر می‌رسد، اثر موثر تیمار سایبان در کاهش شدت علائم عارضه سفیدشدگی آریل‌ها در میوه‌های انار ناشی از اثر خنک کنندگی و تعدیل دمای هوا در اطراف تاج درختان زیر سایبان است که از برخورد مستقیم نور خورشید به سطح برگ و میوه‌ها و بروز تنش دمایی در آنها جلوگیری نموده است. هم‌چنین استفاده از سایبان به سبب کاهش دما موجب افزایش درصد رطوبت نسبی هوا و کاهش تبخیر از سطح خاک شده و میکروکلیمایی مناسبی را برای انجام فرایندهای فیزیولوژی درخت همانند فتوسنتز، سنتز رنگدانه‌های آنتوسیانین، تبخیر و تعرق و جذب و انتقال عناصر معدنی خصوصا یون کلسیم در بافت برگ و میوه فراهم نموده است.

۸-۲ استفاده از کود آلی و محلول پاشی سولفات پتاسیم و نیترات کلسیم

مزیت کاربرد کود حیوانی به همراه کاربرد خاکی کودهای شیمیایی قبل از شروع رشد درخت و هم‌چنین محلول‌پاشی هر دو هفته یکبار سولفات پتاسیم و نیترات کلسیم اثر مثبت قابل ملاحظه‌ای در جلوگیری از ریزش برگ‌ها و کاهش علائم کلروز و نکروزه شدن انتهایی برگ‌ها دارد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- استفاده فراوان از مواد آلی و محلول پاشی کلسیم و پتاسیم در طول فصل رشد درختان انار"ملس ترش ساوه"(A) درختان شاهد و (B) درختان کود داده شده و همراه با محلول پاشی

استفاده از مواد آلی در خاک‌ها علاوه بر تامین بخشی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، در بهبود ساختمان خاک، کاهش تبخیر، جلوگیری از تمرکز نمک در سطح خاک و کمک در جذب عناصر معدنی مورد نیاز در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت میوه انار موثر است (۲). بررسی‌های سایر محققان نشان داده است که کاربرد عناصر پتاسیم و کلسیم در افزایش کیفیت میوه انار همانند سایر میوه‌ها موثرند، به طوری‌که محلول‌پاشی ۱/۵ در هزار عنصر پتاسیم به طور معنی‌داری مقدار رنگدانه‌های آنتوسیانین، مواد فنلی و فعالیت ضد اکسایشی آب میوه را افزایش داده است (۲۷). هم‌چنین کاربرد کودهای کلسیمی در شرایط تنش شوری با شرکت در متابولیسم و حفظ ساختار دیواره سلولی گیاه از اثرات تنش شوری می‌کاهد (۱۶).

۸-۳ تولید میوه در درون تاج درخت و با اندازه کوچک‌تر

با توجه به اینکه ظهور علائم عارضه سفیدشدگی آریل در میوه‌های بزرگ‌تر حاصل از گل‌های مرحله اول به مراتب بیشتر از میوه‌های کوچک‌تر از حاصل از گل‌های دوم است. تولید میوه‌های با اندازه کوچکتر و تولید میوه در درون تاج درخت برای کاهش دمای درونی میوه از راهکارهای کاهش شدت عارضه است (۲).

۸-۴ آبیاری باغ‌های مبتلا به عارضه با احتساب ضریب آب‌شویی

در باغ‌هایی که کیفیت پایین آب آبیاری مشهود است، آبیاری با احتساب ضریب آب‌شویی باید انجام گیرد. تجمع نمک در محیط ریشه در طول فصل رشد، سبب افزایش پتانسیل منفی خاک، القاء تنش شوری در محیط اطراف ریشه و پیاز رطوبتی قطره‌چکان ها می‌گردد. با افزایش پتانسیل منفی خاک در محیط ریشه به واسطه آبیاری با آب شور از مقدار آب نسبی برگ، شدت تعرق و آب مصرفی درخت انار به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (۸). در حضور تنش شوری در اطراف ریشه‌های درختان جذب مواد معدنی مورد نیاز و انتقال آنها بخصوص یون کلسیم دچار اخلال می‌گردد. زیرا فشار ریشه‌ای به عنوان سازوکار اصلی حرکت کلسیم در گیاه در اثر تنش شوری کاهش یافته و در نتیجه تعرق گیاه کم می‌شود که پیامد آن کمبود عنصر کلسیم در گیاه است (۲۳) و در نتیجه بروز عارضه سفیدشدگی در میوه‌های انار می‌گردد.

۸-۵ احداث باغ‌های جدید در اقلیم های خنک و استفاده از ارقام مقاوم به عارضه سفیدشدگی آریل

استفاده از ارقام نسبتا متحمل به عارضه همانند انار "دانه سیاه یزدی" و احداث باغ‌های جدید در مناطق با اقلیم خنک‌تر از راه‌کارهای مدیریت باغ‌های مبتلا به عارضه گزارش شده است (۱). آنچه مسلم است، واکنش ارقام نسبت به بروز عارضه متفاوت گزارش شده است. به طوری‌که خسارت عارضه سفیدشدگی آریل‌ها در میوه‌های ارقام انار زودرس، میان‌رس و شیرین شدیدتر از ارقام انار دیررس است.

شکل ۱۲- ژنوتیپ متحمل به عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه انار در کلکسیون تحقیقات و آموزش انار ساوه

حساسیت ارقام انار به عارضه متفاوت است ارقامی‌که اسیدیته بیشتر و اندازه میوه کوچک‌تری دارند به بروز عارضه از حساسیت کمتری برخوردارند. برعکس ارقام میان رس و زودرس و شیرین انار به بروز عارضه سفیدشدگی از حساسیت بالاتری برخوردارند. در استان خراسان جنوبی دو رقم تجاری انار "شیشه کپ فردوس" و "بجستانی" در مقایسه با سایر ارقام به عارضه سفیدشدگی آریل حساسیت بیشتری دارند.

هم‌چنین کاوند و همکاران (۲)، با بررسی شدت در میوه‌های ۲۵۷ ژنوتیپ انار گزارش کردند، که تنوع قابل ملاحظه‌ای از لحاظ شدت بروز علائم عارضه سفیدشدگی بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه وجود دارد. در تحقیق مذکور، حدود ۱۱ ژنوتیپ مقاوم به عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل گزارش شد.

۹. نتیجه گیری کلی

بررسی نتایج تحقیقات انجام شده در رابطه با عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل نشان داده است، که درختان انار تحت تاثیر تنش‌های دمای بالای هوا، کاهش رطوبت نسبی جو، شوری آب و اثرات متقابل آنها به صورت افزایشی و هم راستا با هم بر فرایندهای فیزیولوژی درخت همانند فتوسنتز، سنتز رنگدانه آنتوسیانین‌ها، مصرف آب درخت، جذب و انتقال عناصر معدنی تاثیر سوء گذاشته که برآیند آنها کلروزه و نکروزه شدن برگ‌ها و بروز علائم عارضه سفیدشدگی یا قهوه‌ای شدن آریل‌ها در میوه‌های انار است.

با توجه به پدیده گرم شدن کره زمین و کاهش کیفیت آب آبیاری، توصیه می‌شود باغ‌های انار دارای عارضه سفیدشدگی به گونه‌ای مدیریت گردند که برآیند آنها کاهش اثرات مخرب تنش دمای بالای، افزایش رطوبت نسبی جو میکروکلیمای باغ و کاهش تنش شوری آب و خاک باشد. مدیریت باید به صورت تلفیقی و هم راستا با هم به گونه ای انجام گیرد که برآیند آنها کاهش اثرات تنش ها باشد.

استفاده از سایبان روی درختان، استفاده از کود های حیوانی و افزایش مواد آلی خاک، محلول‌پاشی کلسیم و پتاسیم و فسفر، آبیاری باغ با احتساب ضریب شوری و آبیاری با دور کمتر، استفاده از پوشش گیاهی در کف باغ به طور موثری شاخص عارضه سفیدشدگی را کاهش خواهد داد. شدت بروز علائم عارضه سفیدشدگی آریل در میوه‌های بزرگ‌تر به مراتب بیشتر از میوه‌های کوچک‌تر است.

به نظر می‌رسد کیفیت پایین آب آبیاری و اخلال در فرایند جذب و انتقال یون کلسیم در بافت میوه‌ها از عوامل اصلی بروز عار ضه سفید شدگی در انار ا ست . با توجه به بافت سبک خاک، حا صلخیزی ضعیف و وجود تنش شوری، ا ستفاده از کودهای آلی به همراه عنا صر معدنی و محلول‌پا شی عنا صر غذایی پتا سیم سولفات و کل سیم نیترات در مدیریت باغ‌های مبتلا به عارضه سفیدشدگی آریل در منطقه توصیه می‌گردد. کاربرد این کودها تاثیر قابل ملاحظه‌ای در جلوگیری از ریزش برگ‌ها و کاهش علائم کلروز و نکروزه شدن انتهایی برگ‌ها دارد.

نکته مهم اینکه ا ستفاده از سایبان خ صو صا در مناطق انار خیز مناطق بیابانی و نیمه بیابانی کویر مرکزی که عموما دارای آفتاب فراوان، دمای بالای هوا و رطوبت نسبی پایین جو در طول فصل ر شد میوه هستند با جلوگیری از تابش نور م ستقیم خور شید به برگ و میوه و خاک اطراف درخت میکروکلیمای منا سبی برای انجام فرایندهای فیزیولوژی درخت فراهم می‌نماید و تا حدودی از بروز تنش گرمایی به درختان و میوه‌های انار می‌کاهد و در نهایت از شـــدت عارضه می‌کاهد.

در شکل ۱۳، به طور خلاصه روش های مدیریت باغ‌های انار دارای عارضه سفید شدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه، عوامل تشدید کننده عارضه و راه‌کارهای تعدیل کننده عارضه سفید شدگی یا قهوه‌ای شدن آریل دانه آورده شده است.

شکل ۱۳ - اینفوگرام افزایش کیفیت میوه انار و کاهش شدت علائم عارضه سفیدشدگی آریل

منابع

۱) بهزادی شهربابکی ح . ۱۳۹۳. انار میراث کویر. سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی؛ نشر آموزش کشاورزی. ۴۴۳ ص.

۲) کاوند م، ارزانی ک ، برزگر م. و میرلطیفی م. ۱۳۹۶. تاثیر سایبان، محلول‌پاشی کائولین، تنک میوه و آبیاری تکمیلی بر کاهش عارضه سفیدشدگی آریل انار رقم "ملس ترش ساوه". مجله به زراعی نهال و بذر. ۳۳ (۲): ۱۱۲-۸۵.

۳) محسنی ع. ۱۳۸۹. انار راهنمای تولید. انتشارات نشر آخر. ۲۱۶ ص.

۴) میر جلیلی س. ع.، ۱۳۹۵. انار: تنوع زیستی و ذخایر ژنتیکی، بازنگری. رستنیها. ۱۷(۱): ۱۸-۱.

۵) وارسته اکبر پور ف. ۱۳۹۰. تاثیر دمای نگه‌داری و تیمار پس از برداشت کیتوزان بر عمر انباری و کیفیت میوه انار (*Punica granatum* L.). رساله دکتری تخصصی در رشته علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران.

٦) Bakeer S. M. 2016. Effect of ammonium nitrate fertilizer and calcium chloride foliar spray on fruit cracking and sunburn of Manfalouty pomegranate trees. Scientia Horticulturae, 209: 300-308.

٧) Basu A. and Penugonda K. 2009. Pomegranate juice: a heart-healthy fruit juice. Nutr. Rev, 67: 49–56.

٨) Bhantana P. and Lazarovitch N. P. 2010. Evapotranspiration, crop coefficient and growth of two young pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties under salt stress. Agricultural Water Management, 97: 715–722.

٩) Borochov-Neori H., Judeinstein S., Tripler E., Harari M., Greenberg A., Shomer I. and Holland D.2009 . Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. J. Food Compos. Anal, 22: 189–195.

١٠) Daryiashenas A. and dehghani F. 2006. Determination of DRIS reference norms of pomegranate in Yazd province. Soil and Water Science, 20(1): 1-10 .

١١) Fawole O. A. and Opara U. L. 2013. Fruit growth dynamics, respiration rate and physico-textural properties during Pomegranate development and ripening. Scientia Horticulturae. 157: 90–98.

١٢) Ghasemnezhad M., Zareh S., Shiri M. A. and Javdani Z. 2015. The arils characterization of five different pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes stored after minimal processing technology. Journal of Food Science and Technology, 52(4): 2023-2032.

١٣) Jafari A., Kazem A., Fallahi E. and Barzegar M. 2014. Optimizing fruit yield, size, and quality attributes in ‘Malase Torshe Saveh’ pomegranate through hand thinning. Journal of the American Pomological Society, 68(2): 89-96.

١٤) Jaiswal V., DerMarderosian A. and Porter J. R. 2010. Anthocyanins and polyphenol oxidase from dried arils of pomegranate (*Punica granatum* L.). Food Chemistry, 118(1): 11-6.

١٥) Jalikop S., Venugopalan R. and Kumar R. 2010. Association of fruit traits and aril browning in pomegranate (*Punica granatum* L.). Euphytica, 174 (1): 137-141.

١٦) Kaya C., Kirnak H., Higgs D. and Saltali K. 2002. Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. Scientia Horticulturae, 93(1): 65-74.

١٧) Khayyat M., Tehranifar A., Davarynejad G. H. and Sayyari-Zahan M. 2014. Vegetative growth, compatible solute accumulation, ion partitioning and chlorophyll fluorescence of ‘Malas-e-Saveh’ and ‘Shishe-Kab’ pomegranates in response to salinity stress. Photosythetic, 52(2): 301-312.

۱۸) Mahmoodi Tabar S., Thehranifar A., Davarynejad G. H., Nemati S. H. and Zabihi H. R. 2009. Aril paleness, new physiological disorder in pomegranate (*Punica granatum* L.) physical and chemical change during exposure of fruit disorder. Horticalture Environment and Biotehnology , 50 (4): 300-307.

۱۹) Marathe R. A., Babu K. D. and Shinde Y. R. 2016. Soil and leaf nutritional constraints in major pomegranate growing states of India. Agric. Sci. Dig. Res. J, 35: 52–55.

۲۰) Meighani H., Ghasemnezhad M. and Bakhshi D. H. 2014. Evaluation of biochemical composition and enzyme activities in browned arils of Pomegranate fruits. International Journal of Horticultural Science and Technology, 1(1): 53–65.

۲۱) Melgarejo, P., Martínez, J. J., Hernández, F., Martínez, R., Legua, P., Oncina, R., and Martínez-Murcia, A. 2009. Cultivar identification using 18S–28S rDNA intergenic spacer-RFLP in pomegranate (*Punica granatum* L.). Scientia Horticulturae, 120(4), 500-503.

۲۲) Mena P., García Viguera C., Navarro Rico J., Moreno D.A., Bartual J., Saura D. and Martí N.2011. Phytochemical characterisation for industrial use of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain, Journal of the Science of Food and Agriculture. 91(10). 1893-1906.

۲۳) Naeini M. R., Khosghoftar A. H., lessani H. and Mirzapour M. H. 2010. Effect of NaCl-induced salinity on mineral nutrients and soluble sugar in three commercial cultivars of pomegranate. Iranian journal of soil and waters scince, 18 (1): 91-98 .

۲٤) Sadeghi N., Jannat B., Oveisi M. R., Hajimahmoodi M. and Photovat M. 2009. Antioxidant Activity of Iranian Pomegranate (*Punica granatum* L.) Seed Extracts. J. Agr. Sci. Tech, 11: 633-638.

۲٥) Saure M. C. 2005. Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. Scientia Horticulturae, 105: 65–89.

۲٦) Singh H., Singh N., Marathe A. and Ugalat J. 2013. Infleunce of aril browning on biochemical properties of pomegranate in India. Journal of Crop and Weed, 9(1): 184-187.

۲۷) Tehranifar A. and Mahmoodi Tabar S. 2009. Foliar application of potassium and boron during pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit development can improve fruit quality. Horticulture, Environmental and Biotechnology, 50 (3): 1-6.

۲۸) Verma N., Mohanty A. and Lal A. 2010. Pomegranate genetic resources and germplasm conservation: a review. Fruit, vegetable and cereal science and biotechnology, 4 (special issue 2): 120 - 125.

۲۹) Viuda-Martos M., Fernández-López J., Pérez-Álvarez J.A., Viuda-Martos M., Fernández-López J. and Pérez-Álvarez J.A. 2010. Pomegranate and its many functional components as related to human health: a review. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf, 9: 635–654.

۳۰) Wahid A., Gelani S., Ashraf M. and Foolad M. R. R. 2007. Heat tolerance in plants: an overview. Environmental Exprimental Botany, 61: 199–223.

Ministry of Jihad–e-Agriculture

Agricultural Research, Education & Extension Organization

Agricultural and Natural Resources Research and
Education Center of Markazi Province

Pomegranate Orchards Management with Aril Whitening or Browning disorder

Mohammad Kavand

Vahideh Narjesi

Sakineh Faraji

July 2018