

کاهش ضایعات محصولات باغی در دوره پس از برداشت

مجید عزیزی

گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

میوه‌ها و سبزیها از جمله مهمترین محصولات باغی هستند که نقش مهمی در تأمین نیاز غذایی و سلامت انسان بازی میکنند. این گروه از محصولات کشاورزی بدلیل داشتن رطوبت زیاد فساد پذیر هستند و در دوره پس از برداشت بخش عمده‌ای از آنها (بین ۵ تا ۵۰ درصد) از بین میروند. میزان این ضایعات حتی در برخی موارد تا ۸۰ درصد نیز میرسد. در این میان تره بار بالاترین درصد ضایعات را به خود اختصاص داده‌اند. کاهش و به حداقل رساندن چنین ضایعاتی به عنوان «برداشت مخفی» میتواند یکی از راههای مؤثر در تأمین غذا برای جامعه به حساب آید. در کشورهایی که سیستم کشاورزی پیشرفته‌ای دارند، پیشرفتهای قابل توجهی در زمینه تکنولوژی پس از برداشت صورت گرفته است. چنین عملیاتی نه تنها ضایعات این گروه از محصولات را به حداقل میرساند بلکه کیفیت آنها را نیز در طی حمل و نقل، جابجایی، انبارداری و توزیع حفظ خواهد کرد. بخش عمده‌ای از این ضایعات را میتوان با اجرای عملیات صحیح در دوره قبل از برداشت (در باغ یا مزرعه) حذف نمود. مدیریت تغذیه، آفات و بیماریهای گیاهی در دوره قبل از برداشت، تکنولوژی صحیح برداشت، تیمارهای غیر شیمیایی و استفاده از ترکیبات طبیعی برای کنترل ضایعات، عملیات پیش‌سرمادهی، سیستم‌های بسته بندی جدید، انبارداری صحیح (شامل کلیه عملیات در طی انبارداری) و بالاخره حمل و نقل صحیح از مهمترین راهکارهای موجود هستند که تا حد قابل توجهی میزان این ضایعات را به حداقل میرسانند. بنابراین کاهش ضایعات این گروه از محصولات کشاورزی نیازمند اصلاح ساختار تولید این محصولات از باغ و مزرعه تا انبار و سپس حمل و نقل و

بازاررسانی و در نهایت مصرف کننده خواهد بود. بالا بردن دانش فنی تولید کنندگان، انبارداران، مسئولین میادین میوه و تره بار، خرده فروش‌ها و در نهایت مصرف کنندگان گامی موثر در این راستا می باشد. در این مقاله راهکارهای کلیدی در هر مورد ارائه خواهد شد.

مقدمه

توسعه روز افزون جمعیت نیاز به تأمین غذا را روز به روز افزایش میدهد. به منظور افزایش تولید و رفع هر چه بیشتر مایحتاج بشر راهکارهای مختلفی چون افزایش سطح زیر کشت، افزایش عملکرد در واحد سطح، دستیابی به ارقام برتر، مدیریت عملیات زراعی شامل دفع آفات و بیماریها، آبیاری، تغذیه، هرس و غیره وجود دارد. در این بین یکی از راهکارها که به دست فراموشی سپرده شده است و کمتر مورد توجه قرار می گیرد کاهش ضایعات پس از تولید است که محققین به این بخش اصطلاح «برداشت مخفی» را اختصاص داده اند. محصولات باغی (شامل کلیه میوه ها، سبزی ها و گل و گیاهان زینتی) بدلیل بالا بودن درصد رطوبتشان و ماهیت فیزیولوژیکی خاصی که دارند طبیعتاً دارای ضایعات بیشتری پس از برداشت میباشند که گاهی بسته به نوع محصول ممکن است تا ۶۰٪ محصول تولیدی به این طریق از دایره مصرف خارج شود. عوامل متفاوتی هم در دوره قبل از برداشت و هم در دوره پس از برداشت در شدت این پدیده مؤثر هستند. برخی از این عوامل تحت کنترل بوده و انسان قادر است آنها را به نحو صحیح تحت تاثیر قرار داده و بدین وسیله ضایعات را به حداقل برساند.

انتخاب رقم

عملیات زراعی و شرایط آب و هوایی قبل از برداشت نقش مهمی در سرعت فرآیندهای فیزیولوژیکی محصول برداشت شده دارد ولی در این بین نقش رقم یا کولتیوار نیز بسیار مهم است. موفقیت در انجام عملیات پس از برداشت بستگی زیادی به ماهیت فیزیولوژیکی محصول دارد. عکس العمل محصولات باغبانی به شرایط انبارداری علی رقم بقیه صفات تحت تأثیر انتخاب طبیعی و انتخاب انسانی نبوده است. اخیراً در برنامه های اصلاحی محصولات باغی، صفات مرتبط با فیزیولوژی پس از برداشت محصول مورد توجه زیادی قرار گرفته است که مهمترین آنها عبارتند از:

- قابلیت خوب جابجایی و کاهش نرم شده میوه در طی رسیدن بخصوص در گوجه فرنگی. این عمل با تأثیر بر آنزیم پلی گالاکتوروناز و با استفاده از مهندسی ژنتیک صورت گرفته است.

- مقاومت به سرمازدگی در طی انبارداری خصوصا در سیب، آوکادو، موز، خیار، هلو و گوجه فرنگی.

- مقاومت به اسکالد در سیب که تحت کنترل فرآیند اکسیداسیون آلفا فارنزن است. تحقیقات نشان داده است که یک ژن در بروز این عارضه دخالت دارد.

- مقاومت به انبارداری در اتمسفر کنترل شده، غلظت بالای دی اکسید کربن و غلظت کم اکسیژن در مورد توت فرنگی دو گروه از ارقام بر اساس محصولات حاصل از تخمیر مانند استالدیید و اتانول وجود دارند. ارقام آناپولیس^۱ و کاوندیش^۲ در غلظت بالای دی اکسید کربن، استالدیید و اتانول بسیار کمی تولید مینمایند در حالیکه ارقام کنت^۳ و هانوی^۴ در اثر نگهداری در غلظت بالای دی اکسید کربن اتانول و استالدیید بیشتری تولید مینمایند و ضایعات آنها بیشتر است. بنابراین در انتخاب رقم باید توجه خاصی را مبذول داشت چرا که در صورت نامناسب بوده رقم انتخاب شده با شرایط و اهداف تولید ممکن است بقیه عملیات باغبانی تأثیر ناچیزی بر کاهش ضایعات داشته باشد.

شدت نور

شدت نور مناسب نه تنها در افزایش تولید و تکثیر در محصول مؤثر است بلکه از بروز عوارض فیزیولوژیکی خاصی چون آفتاب سوختگی نیز جلوگیری میکند. این عارضه در گوجه فرنگی بسیار شایع بوده و بخش قابل توجهی از محصول را دچار آسیب میکند. در شرایطی که شدت نور زیاد است پرورش گوجه فرنگی بصورت داربستی توصیه نمیگردد. بعلاوه در این شرایط بهتر است از ارقامی که دارای برگ بیشتری میباشند استفاده نمود تا با سایه اندازی برگها بر روی میوه ها شیوع این عارضه کاهش یابد. میوه آفتاب سوخته گوجه فرنگی نه تنها قابلیت نگهداری خوبی ندارد بلکه آن را نمیتوان به خوبی بصورت

1- Annapolis
2- Cavendish
3- Kent
4- Honeoye

مصنوعی رساند. نمونه بارز دیگری از تأثیر نور را می‌توان در میزان ویتامین ث و میزان ماده خشک محصول مشاهده نمود. با افزایش شدت نور در دامنه بهینه میزان ویتامین ث محصول افزایش می‌یابد.

آبیاری

چون در صد بالایی از وزن محصولات باغی را آب تشکیل می‌دهد، تأمین آب نه تنها در افزایش تولید مؤثر است بلکه با بهینه سازی تأمین آب میتوان عوارض فیزیولوژیکی خاص چون پوسیدگی گلگاه در گوجه فرنگی، لکه تلخی در سیب و Tip burn در کاهورا کاهش داد. در مورد لکه تلخی سیب باید اشاره نمود که دقت در انجام عملیات آبیاری که منجر به توزیع مناسبتر کلسیم در میوه می‌گردد خصوصا در مراحل پایانی رشد از راهکارهای اساسی کاهش این عارضه میباشد. آبیاری بارانی علاوه بر افزایش راندمان مصرف آب منجر به بهبود میوه‌ها از نظر عوارض اشاره شده خواهد شد.

مدیریت تغذیه

تغذیه صحیح محصولات باغی نقش مهمی در کاهش ضایعات و بهبود کیفیت محصول تولیدی و عمر انباری محصولات برداشت شده دارد. در این بین ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم، بور، مس و مولیبدن از اهمیت زیادی برخوردارند. ازت بیش از حد نه تنها عدم تعادل اسید آمینه‌های ضروری و بالطبع عدم تعادل پروتئین را در پی خواهد داشت بلکه مشکلات عدیده‌ای چون تجمع نیترات و کاهش میزان ویتامین ث را نیز ایجاد میکند. عوارض فیزیولوژیکی چون توخالی شدن کلم بروکلی، کاهش وزن سیب زمینی شیرین در انبار و کاهش عطر و طعم کرفس در نتیجه مصرف ازت بیش از حد است. در کاهو ازت بیش از حد نه تنها منجر به تجمع نیترات گشته و مصرف آن مشکلات خاصی چون بیماری متهموگلوبینیا را ایجاد میکند بلکه باعث کاهش وزن خشک محصول و کاهش عمر انباری کاهو خواهد شد.

در توت فرنگی نیز کود ازته در سفتی بافت میوه در طی انبارداری مؤثر است. تیمار ازت همچنین بر مواد جامد قابل حل تأثیر قابل توجهی داشته و با افزایش ازت از ۱۲۶ به ۲۲۵ کیلو گرم در هکتار مواد جامد قابل حل کاهش می‌یابد. بسیاری از عوارض دیگر که در طی انبارداری منجر به افزایش ضایعات می‌گردد را میتوان با تیمار کلسیم برطرف نمود. برای مثال لکه تلخ در سیب، Tip burn در سبزیجات

برگی و پوسیدگی گلگاه در محصولات خانواده سیب زمینیان و Black heart در کرفس را میتوان اشاره نمود. بنابراین لازم است در طی رشد محصول و همچنین در دوره قبل از برداشت بر اساس اصول علمی نسبت به توصیه کودی اقدام نمود تا نه تنها عملکرد مطلوبی حاصل گردد بلکه کیفیت محصول تولیدی و عمر انباری آن نیز افزایش یابد.

زمان برداشت

زمان برداشت صحیح محصولات باغی نقش مهمی در عمر انباری و کاهش ضایعات آنها دارد. در طی تکامل فیزیولوژیک میوه ها و سبزیها تغییرات قابل توجه فیزیکی و بیوشیمیایی در محصول صورت میگیرد. برای مثال میتوان به کاهش سفتی بافت، افزایش فعالیت آنزیم پلی گالاکتوروناز، افزایش پکتین محلول، تغییر در اسیدیته قابل تیتر، مواد جامد محلول و شدت تنفس اشاره نمود. چنانچه محصول دیرتر از زمان مناسب برداشت شود نه تنها عمر انباری آن کاهش می یابد بلکه ضایعات آن در طی حمل و نقل و جا به جایی افزایش خواهد یافت. این پدیده خصوصاً در محصولات کلیماکتربیک بارز است و چنانچه محصول زودتر از موقع برداشت گردد کیفیت مناسبی را نخواهد داشت و در طی رساندن مصنوعی ممکن است به آن نتیجه دلخواه نرسیم. بنابراین در مورد کلیه محصولات باغی تعیین زمان مناسب برداشت یکی از فاکتورهای مهم در کاهش ضایعات به حساب می آید. زمان مناسب برداشت را میتوان با آزمایشاتی چون سفتی بافت، نسبت قند به اسید، تعداد روز پس از گلدهی کامل و حتی واحدهای گرمایی گرفته شده توسط محصول تعیین نمود. در مورد محصولات مختلف یک یا بیش از یک معیار مورد استفاده قرار میگیرد و برای هر محصول استانداردهایی نیز تعریف شده است. در ایران به این عامل مهم کمتر توجه شده است در حالی که در کشورهای دیگر چنانچه محصول زودتر یا دیرتر از موقع برداشت گردد نه تنها اجازه فروش به آن داده نمی شود بلکه تولید کننده آن محصول جریمه خواهد. با توجه به مطالب فوق لازم است در هر منطقه و برای هر محصول عملیات برداشت با توجه به معیارهای صحیح صورت گیرد.

تیمارهای پیش سرما دهی

عملیات پیش سرما دهی نقش بسیار مفیدی در افزایش عمر انباری و کاهش ضایعات محصولات باغی دارد. تأثیر این عملیات بر برخی محصولات مانند توت فرنگی بسیار بارز بوده و ضایعات این محصول را شدیداً کاهش می‌دهد. در ایران به جز موارد جزئی (خصوصاً در مورد توت فرنگی که بصورت استفاده از کانتینرهای یخچال دار بلافاصله پس از برداشت است و همچنین بطور تجربی در مورد برخی محصولات مانند انگور آنرا بصورت کاملاً ابتدایی انجام می‌دهند که گاهی با مشکلات زیادی روبرو خواهند شد) عملیات پیش سرمادهی غالباً صورت نمی‌گیرد. انتخاب روش سرد کردن مقدماتی شامل استفاده از آب سرد^۱، هوای سرد^۲، یخ^۳ و خلا^۴ بستگی زیادی به ماهیت فیزیولوژیکی محصول داشته و در صورت انتخاب نادرست نه تنها عمر انبارداری محصول افزایش نخواهد یافت بلکه ضایعات محصول شدیداً زیاد خواهد شد. ایجاد تجهیزات مناسب به منظور انجام این عملیات در دوره پس از برداشت ضروری است. تحقیقات نشان داده است که تعلل در انجام این عملیات جایز نیوده و با تاخیر در انجام عملیات پیش سرمادهی، درصد محصول قابل فروش کاهش می‌یابد. بنابراین لازم است به منظور افزایش عمر انباری و کاهش ضایعات پس از برداشت و همچنین کاهش بار سردخانه بلافاصله پس از برداشت محصول را با استفاده از روش مناسب خنک نمود.

کنترل عوارض پاتولوژیکی

بخش زیادی از محصولات باغبانی بدلیل حمله عوامل بیماریزا به محصول برداشت شده از حلقه مصرف خارج میشوند. خسارت برخی از بیماریها به حدی زیاد است که گاهی تمام محصول دور ریخته میشود. حمله عوامل بیماریزا اغلب بدنبال صدمات فیزیکی صورت میگیرد ولی تعداد کمی از قارچها وجود دارند که به بافتهای سالم نیز حمله برده و شرایط را برای توسعه بقیه عوامل بیماریزا هموار میسازند. معمولاً میوه برداشت شده مقاومت قابل توجهی نسبت به عوامل بیماریزا دارد ولی با آغاز رسیدگی،

-
- 1- Hydro cooling
 - 2- Air cooling
 - 3- Ice cooling
 - 4- Vacuum cooling

میوه ها به این عوامل حساس میگردند. بین میزان ترکیبات فنلی و مقاومت به بیماریها یک همبستگی مثبت وجود دارد. این در حالی است که میزان زیاد ترکیبات فنلی سودمند نبوده و باعث ایجاد مزه گس و قهوه ای شدن بافت در اثر اکسیداسیون خواهد شد. یکی از اهداف اصلاحی به طریق بیوتکنولوژی، رسیدن به حدی از ترکیبات فنلی است که نه تنها منجر به ایجاد مقاومت گردد بلکه از نظر گسی و قهوه ای شدن، کیفیت میوه در حد مطلوب حفظ گردد.

اگر چه استفاده از ترکیبات شیمیایی میتواند ضایعات حاصل از عوامل پاتولوژیکی را کاهش دهند ولی روز به روز به دلیل عوارض جانبی این مواد مصرف آنها محدود میشود. اخیراً روشهای غیر شیمیایی چون استفاده از اشعه گاما، نور فرابنفش، گرما درمانی و همچنین استفاده از ترکیبات طبیعی مانند اسانسهای گیاهی توسعه یافته اند. در ایران چنین عملیاتی هنوز در حد ابتدایی و در مراحل اولیه تحقیق قرار دارند. چنین راهکارهایی به همراه رعایت اصول بهداشتی در طی رشد و نمو که منجر به کاهش بار میکروبی محصول خواهد شد میتوانند در کاهش ضایعات حاصل از حمله عوامل بیماریزا نقش مؤثری را ایفا نمایند.

تکنولوژی انبارداری

شرایط انبارداری نقش بسیار مهمی در افزایش نگهداری محصولات باغی و کاهش ضایعات دارد. با استفاده از تکنولوژی محیطی انبارداری میتوان ضایعات محصولات باغی را به حداقل رساند. انبارداری در اتمسفر کنترل شده¹ و استفاده از انبارهای کم فشار² با تاثیر بر فرآیندهای تنفس و تولید اتیلن عمر نگهداری محصولات و ضایعات محصولات باغی در طی انبارداری را کاهش میدهد. انبارهای موجود در ایران غالباً بسیار قدیمی و ابتدایی میباشند. در انبارهای موجود در ایران هیچ کنترلی بر غلظت اکسیژن، دی اکسید کربن و اتیلن صورت نمیگیرد. تنها عواملی چون رطوبت و دما کنترل میگردد. در چنین شرایطی نه تنها امکان نگهداری میوه های حساس و خصوصاً میوه های تابستانه و سبزیجات وجود ندارد بلکه ضایعات محصولات نگهداری شده نیز بسیار زیاد خواهد بود. در چنین شرایطی انبارداری صرفاً به انواع محدودی از میوه و سبزی (سیب، گلابی، سیب زمینی و پیاز) محدود شده است. به منظور کاهش

1- Controlled atmosphere storage

2- Hypobaric atmosphere storage

ضایعات ناشی از عدم وجود انبارهای مناسب لازم است سردخانه‌ها و انبارهایی با استانداردهای جهانی مانند انبارهای با اتمسفر کنترل شده و انبارهای کم فشار احداث گردد و یا انبارهای موجود از نظر تأسیسات کنترل کننده عوامل مهم مانند اکسیژن، دی اکسید کربن و اتیلن تجهیز گردند تا بتوان سبزیجات، میوه‌های تابستانه و میوه‌های حساس را بخوبی انبار نمود. با توجه به هزینه‌های سنگین احداث سردخانه‌های مناسب و پیشرفته نقش دولت در سرمایه‌گذاری در این بخش اجتناب ناپذیر خواهد بود.

تکنولوژی بسته بندی

یکی از راهکارهای دیگر کاهش ضایعات محصولات باغی در دوره پس از برداشت بسته بندی است. بسته بندی علاوه بر نقشی که در بازاریابی محصول دارد در جلوگیری از ضایعات و کاهش ضایعات محصولات برداشت شده نیز بسیار موثر است. با استفاده از تکنولوژیهای مدرنی چون بسته بندی با اتمسفر متغیر^۱، شرینگ راپ^۲ و غیره میتوان ضایعات محصولات باغی را به حداقل رساند. اخیراً MAP با غلظت اکسیژن بالا جایگزین MAP با غلظت اکسیژن کم شده است. این روش جدید تاثیر بیشتری بر آزمایشهای مضر داشته و از واکنشهای تخمیری غیر هوازی و همچنین از رشد میکروبه‌ها جلوگیری مینماید. این تکنیک بطور موفقیت آمیزی برای بسته بندی کلم گل، بروکلی، هویج، جوانه لوبیا، قارچ دکمه ای و اسفناج بکار رفته است. در ایران هنوز استفاده از این نوع بسته بندی حتی برای قارچهای خوراکی که توجیه اقتصادی نیز دارد بطور قابل توجهی صورت نگرفته است.

جابجایی محصول

بخشی از محصولات باغی تولید شده در طی جابجایی دچار آسیب میگردند. آسیبهایی که در طی جابجایی به محصول وارد میشود شامل خسارات ناشی از فشار، سائیدگی، ضربه و گرما خواهد بود. همانطور که در بخش انتخاب رقم اشاره شد اصلاح ارقام مقاوم در برابر جابه جایی یکی از اهداف مهمی

1- Modified atmosphere packaging (MAP)

2- Shrink wrap

است که خسارات ناشی از حمل و نقل را به حداقل میرساند. اخیراً ارقامی از گوجه فرنگی اصلاح شده اند که در طی حمل و نقل خسارت کمی خواهند دید.

منابع

- ۱- راحمی، مجید (۱۳۷۳) فیزیولوژی پس از برداشت، مقدمه ای بر فیزیولوژی و جابجایی میوه ها (ترجمه) انتشارات دانشگاه شیراز، ۲۵۹ ص.
- ۲- هاشمی دزفولی، سید ابولحسن و میدانی، جواد، (۱۳۷۶) فیزیولوژی پس از برداشت، انتشارات نشر آموزش کشاورزی، ۴۰۸ ص.
- 3- Chervin, C., Raynal, J., Andre N., and Bonneau, A., (2001) Combining control atmosphere storage and ethanol vapors to control superficial scald of apple. HortSci. 36 (5): 951-952.
- 4- Day, B. P. F. (2001) Modified atmosphere packaging of fresh fruit and vegetable, an overview, Acta Hort. 533: 58-59.
- 5- Druge, U. (2001) Post-harvest response of different ornamental products to pre-harvest nitrogen supply: Role of carbohydrates, photosynthesis and plant hormones. (543): 97-103.
- 6- Kadr, Adel A. (2002) Opportunities in using biotechnology to maintain post-harvest quality and safety of fresh product. HortSci, 37 (3): 467-468.
- 7- Marais, E., Jacobs, G. and Holcroft, D. M. (2001) Light and temperature affect post-harvest color development in apple. Acta Hort. 533: 91-94.
- 8- Mukum, L., Singh, Z. and Phillips, D. (2001) Nitrogen nutrition affects fruit firmness, quality and shelf life of Strawberry. Acta Hort. 533: 69-72.
- 9- Nazir, A. M., Curell, E., Khan, N., Whitaker, M. and Beaudry, R. M. (2001) Harvest maturity, storage temperature, and 1-MCP application frequency alter firmness retention and chlorophyll fluorescence of Redchief delicious apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126 (5): 618-624.
- 10- Sargent, Steve A., Stoffella, P. J. and Maynard, D. N. (2001) Harvest date affect yield and post-harvest quality of nondried, short day onion. HortSci. 36 (1): 112-115.
- 11- Sholberg, P., Haag, P., Hocking, R. and Bedford, K. (2000). The use of vinegar vapor to reduce post-harvest decay of harvested fruit. HortSci, 35 (5): 898-903.
- 12- Watkins, C. B. and Pritts, M. P. (2001) The influence of cultivar on post-harvest performance of fruit and vegetable. Acta Hort. 533:59-63.