



دانشگاه ساری نور

تکنولوژی پس از برداشت

دکتر وحید توللی

امروز کتابخوانی و علم‌آموزی نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.^۱

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتابخوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پر بار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه مطالعه هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین سوره‌ای که بر آن فرستاده عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد

1. <https://farsi.khamenei.ir/message-content?id=2696>

شده است: «إِقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده اند.

دانشگاه پیام نور با گستره جغرافیایی ایران شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه جا و همه وقت، به عنوان دانشگاهی کتاب محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره گیری از تجربه های گرانقدر استادان و صاحب نظران برجسته کشورمان، کتاب ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه مهم و خطیر یاری رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه خطیر یاری می رسانند، سپاسگزاری می نمایم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام نور را منزلگاه اندیشه سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام نور

فهرست مطالب

پیشگفتار پانزده

فصل اول. تکنولوژی پس از برداشت محصولات باغی ۱

هدف کلی ۱

هدف‌های یادگیری ۱

مقدمه ۱

۱-۱ اهمیت فناوری پس از برداشت محصولات باغی ۳

۲-۱ فیزیولوژی و بیوشیمی پس از برداشت ۱۰

۱-۲-۱ هدف‌های فیزیولوژی پس از برداشت ۱۳

۳-۱ طبقه‌بندی محصولات باغی ۱۵

۴-۱ هدف‌ها و مزایای طبقه‌بندی محصولات باغی برای فعالیت‌های پس از برداشت ۱۷

۵-۱ سبزیجات ۱۷

۱-۵-۱ سبزیجات برگی ۱۷

۲-۵-۱ سبزیجات گل‌دار ۱۸

۳-۵-۱ سبزیجات ریشه‌ای ۱۹

۴-۵-۱ سبزیجات ساقه‌ای ۲۰

۵-۵-۱ سبزیجات میوه‌ای (نابالغ) ۲۰

۶-۵-۱ سبزیجات میوه‌ای (بالغ) ۲۱

۷-۵-۱ سبزیجات غده‌ای ۲۲

۸-۵-۱ سبزیجات پیازی (سوخی) ۲۲

۶-۱ میوه‌جات ۲۳

۱-۶-۱ میوه‌جات معتدله ۲۳

۲۳	۱-۶-۲ میوه جات نیمه گرمسیری
۲۴	۱-۶-۳ میوه جات گرمسیری
۲۵	۱-۶-۴ ریز میوه جات
۲۶	۱-۶-۵ میوه جات دانه دار
۲۶	۱-۶-۶ میوه جات هسته دار
۲۷	۱-۶-۷ میوه جات خشک (میوه جات آجیلی)
۲۸	۱-۷ گیاهان زینتی
۲۸	۱-۸ تنفس، فرازگرا و اتیلن
۳۰	۱-۹ میزان تنفس و تولید اتیلن و حساسیت به آن
۳۴	۱-۱۰ محصولات حساس و غیر حساس به سرمازدگی
۳۵	۱-۱۱ طبقه بندی محصولات باغی با توجه به روش های توصیه شده پیش خنک سازی آنها
۳۶	۱-۱۲ مقاومت به گازهای اتمسفر
۳۸	۱-۱۳ فسادپذیری نسبی
۳۹	۱-۱۴ طبقه بندی بر اساس سازگاری
۴۰	۱-۱۵ طبقه بندی بر اساس تولید و جذب بو
۴۱	خلاصه فصل اول
۴۳	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل اول

۴۵	فصل دوم. رسیدن و تغییرات میوه جات و سبزیجات در حین رسیدگی
۴۵	هدف کلی
۴۵	هدف های یادگیری
۴۵	مقدمه
۴۶	۲-۱ بلوغ و برداشت
۴۸	۲-۱-۱ تعریف بلوغ
۴۹	۲-۱-۲ تعیین بلوغ
۵۰	۲-۱-۳ اهمیت شاخص های بلوغ
۵۱	۲-۱-۴ معایب برداشت زودهنگام
۵۲	۲-۱-۵ معایب برداشت دیرهنگام
۵۳	۲-۲ شاخص های بلوغ و برداشت
۵۳	۲-۲-۱ انواع شاخص ها و اجزای آنها
۵۴	۲-۲-۱-۱ رنگ پوست میوه
۵۶	۲-۲-۲-۱ رنگ دانه
۵۶	۲-۲-۳-۱ سفتی میوه
۵۸	۲-۲-۴-۱ واحدهای حرارتی
۵۹	۲-۲-۵-۱ وزن مخصوص
۵۹	۲-۲-۶-۱ آزمون نشاسته-ید

۶۰	۷-۱-۲-۲ محتوای آب میوه.....
۶۰	۸-۱-۲-۲ محتوای مواد جامد محلول (TSS).....
۶۱	۹-۱-۲-۲ شاخص استریف.....
۶۲	۱۰-۱-۲-۲ اسید قابل تیتراسیون (TA).....
۶۳	۱۱-۱-۲-۲ نسبت TSS/TA.....
۶۴	۱۲-۱-۲-۲ شکل و اندازه میوه.....
۶۴	۱۳-۱-۲-۲ نمو لایه سواگر.....
۶۶	۱۴-۱-۲-۲ تعداد روزهای از شکوفه کامل تا برداشت.....
۶۶	۱۵-۱-۲-۲ ترک خوردگی پوسته.....
۶۷	۱۶-۱-۲-۲ ماده خشک و محتوای روغن.....
۶۷	۱۷-۱-۲-۲ میزان تنفس و تولید اتیلن.....
۶۹	۱۸-۱-۲-۲ عطر و طعم.....
۶۹	۳-۲ روش‌های غیرتخریبی.....
۶۹	۱-۳-۲ DA متر (جذب دلتا).....
۷۰	۴-۲ ترکیب شیمیایی میوه‌جات و سبزیجات.....
۷۴	۵-۲ نمو فیزیولوژیکی.....
۷۵	۱-۵-۲ تغییر در سرعت تنفس.....
۷۶	۲-۵-۲ تغییر رنگ.....
۷۷	۳-۵-۲ تغییر طعم.....
۷۷	۴-۵-۲ تغییر عطر و بو.....
۷۸	۵-۵-۲ تغییر بافت.....
۷۸	۶-۵-۲ تغییر در ارزش غذایی.....
۷۸	۶-۲ رسیدگی در سبزیجات.....
۷۹	۷-۲ اثر اتیلن بر رسیدگی محصولات.....
۸۲	خلاصه فصل دوم.....
۸۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم.....
۸۷	فصل سوم. تنفس، عوامل مؤثر و انواع محصولات باغی از لحاظ تنفس.....
۸۷	هدف کلی.....
۸۷	هدف‌های یادگیری.....
۸۷	مقدمه.....
۸۸	۱-۳ فیزیولوژی تنفس.....
۸۹	۲-۳ سرعت تنفس و عوامل مؤثر بر آن.....
۹۱	۳-۳ مسیرهای متابولیکی تنفس و کنترل آن.....
۹۲	۱-۳-۳ چرخه EMP (گلیکولیز).....
۹۳	۲-۳-۳ چرخه کربس.....

۱۰۰	خلاصه فصل سوم
۱۰۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم
۱۰۳	فصل چهارم. نگهداری و انبارمانی محصولات باغی
۱۰۳	هدف کلی
۱۰۳	هدف‌های یادگیری
۱۰۳	مقدمه
۱۰۴	۱-۴ عمر انباری فراورده
۱۰۷	۲-۴ اصول استفاده از سردخانه‌ها
۱۰۸	۳-۴ خنک کردن فراورده
۱۱۱	۴-۴ فرایند پیش‌خنک‌سازی برای محصولات تازه
۱۱۳	۵-۴ انواع پیش‌خنک‌سازی با هوا
۱۱۳	۴-۵-۱ واحدهای کوچک‌مقیاس
۱۱۴	۴-۵-۱-۱ خنک‌سازی هوا به وسیله همرفت طبیعی (روش خنک‌سازی اتاقی)
۱۱۸	۴-۵-۱-۲ روش خنک‌سازی اتاق اصلاح‌شده
۱۱۹	۴-۶ خنک‌سازی با هوای فشرده
۱۲۵	۴-۷ خنک‌سازی با آب
۱۳۱	۴-۸ خنک‌سازی با خلأ
۱۳۷	۴-۹ مخلوط آب و یخ
۱۴۳	۴-۱۰ جلوگیری از دست دادن آب محصولات
۱۴۴	۴-۱۱ انبارها و شرایط نگهداری بهینه محصولات باغی
۱۴۶	۴-۱۲ اتیلن در انبار
۱۴۷	۴-۱۳ تغییر غلظت‌های اکسیژن و دی‌اکسیدکربن
۱۴۷	۴-۱۴ نگهداری در ورقه‌های نازک پلاستیک
۱۴۷	۴-۱۵ انبارها و روش‌های انبارداری
۱۵۰	۴-۱۶ اهمیت فناوری‌های زیستی در فرایندهای پس از برداشت
۱۵۲	۴-۱۶-۱ بهبود عمر قفسه‌ای پس از برداشت
۱۵۶	خلاصه فصل چهارم
۱۵۷	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم
۱۶۱	فصل پنجم. ضایعات فیزیولوژیک میوه و سبزی در انبار و آفات و بیماری‌ها
۱۶۱	هدف کلی
۱۶۱	هدف‌های یادگیری
۱۶۱	مقدمه
۱۶۳	۵-۱ واکنش به شرایط نامساعد محیطی
۱۶۵	۵-۲ علائم سرمازدگی

۱۶۶	۵-۲-۱ عوامل مؤثر بر بروز علائم آسیب سرمازدگی
۱۶۶	۵-۲-۲ عواملی که بر آسیب سرمازدگی تأثیر می‌گذارد
۱۶۷	۵-۲-۳ روش‌هایی برای ارزیابی سرمازدگی
۱۷۰	۵-۲-۴ بهبود سرمازدگی
۱۷۴	۵-۳ دماهای بالا
۱۷۴	۵-۳-۱ آسیب حرارتی
۱۷۶	۵-۴ اختلالات ناشی از مواد شیمیایی سمی
۱۷۶	۵-۵ نابسامانی‌های فیزیولوژیکی
۱۷۹	۵-۵-۱ اختلالات ناشی از کمبود کلسیم و بور
۱۸۵	۵-۵-۲ ترک خوردن میوه
۱۸۶	۵-۵-۳ نابسامانی لکه چوب‌پنبه‌ای
۱۸۷	۵-۵-۴ بافت اسفنجی
۱۸۷	۵-۵-۶ نوک سوختگی و قهوه‌ای شدن داخلی
۱۸۸	۵-۵-۶ لکه تلخ
۱۸۸	۵-۵-۷ پوسیدگی گلگاه
۱۸۹	۵-۵-۸ قلب سیاه
۱۸۹	۵-۵-۹ مواد معدنی بیش از حد
۱۸۹	۵-۵-۱۰ نابسامانی‌های فیزیولوژیکی ناشی از گازها
۱۹۰	۵-۵-۱۱ نابسامانی‌های مربوط به اکسیژن کم
۱۹۲	۵-۵-۱۲ نابسامانی‌های مربوط به اکسیژن زیاد
۱۹۳	۵-۵-۱۳ نابسامانی‌های مربوط به دی‌اکسیدکربن زیاد
۱۹۴	۵-۵-۱۴ نابسامانی‌های ناشی از اتیلن
۱۹۶	۵-۵-۱۵ دیگر نابسامانی‌ها
۱۹۶	۵-۶ اختلالات فیزیولوژیکی رایج در میوه‌جات و سبزیجات انتخابی و کنترل‌های احتمالی
۱۹۶	۵-۶-۱ آسیب سرمازدگی گوجه‌فرنگی و کنترل آن
۱۹۷	۵-۶-۲ آسیب سرمازدگی انبه و کنترل آن
۱۹۸	۵-۷ بیماری‌های قارچی در انبار
۱۹۹	۵-۷-۱ فرایند آلودگی
۲۰۰	۵-۸ کنترل ضایعات پس از برداشت
۲۰۱	۵-۸-۱ تیمارهای فیزیکی
۲۰۱	۵-۸-۲ تیمارهای شیمیایی
۲۰۳	خلاصه فصل پنجم
۲۰۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم
۲۰۷	فصل ششم. بسته‌بندی و حمل‌ونقل فراورده‌های باغی و شرایط مناسب آن
۲۰۷	هدف کلی

۲۰۷	هدف‌های یادگیری.....
۲۰۷	مقدمه.....
۲۰۸	۱-۶ بسته‌بندی.....
۲۰۹	۲-۶ بسته‌بندی و کیفیت محصول.....
۲۱۲	۳-۶ نکات ایمنی بسته‌بندی محصول.....
۲۱۲	۱-۳-۶ استحکام مکانیکی بسته.....
۲۱۳	۲-۳-۶ خنک کردن فراورده در بسته.....
۲۱۴	۳-۳-۶ بسته‌بندی و چیدن بسته‌ها.....
۲۱۴	۴-۳-۶ آزمون بسته‌ها.....
۲۱۵	۴-۶ حمل و نقل و جابه‌جایی محصولات باغی.....
۲۱۸	۵-۶ عملیات بسته‌بندی.....
۲۱۹	۱-۵-۶ دریافت در محل بسته‌بندی.....
۲۲۰	۲-۵-۶ انتقال به خط بسته‌بندی (دامپینگ).....
۲۲۴	۳-۵-۶ پیش دسته‌بندی.....
۲۲۵	۴-۵-۶ تمیز کردن، پیرایش، شست‌وشو و ضدعفونی کردن.....
۲۲۶	۵-۵-۶ خشک کردن.....
۲۲۶	۶-۵-۶ واکس زدن.....
۲۲۸	۷-۵-۶ تیمار کردن با قارچ‌کش.....
۲۳۰	۸-۵-۶ دسته‌بندی.....
۲۳۰	۹-۵-۶ اندازه بندی و درجه‌بندی.....
۲۳۳	۱۰-۵-۶ پُر کردن بسته.....
۲۳۵	۱۱-۵-۶ پالت سازی.....
۲۳۵	۶-۶ کاربرد تکنولوژی نانو در بهبود بسته‌بندی و نگهداری محصولات پس از برداشت.....
۲۳۷	۱-۶-۶ نانو بسته‌بندی در میوه‌ها و سبزیجات پس از برداشت.....
۲۳۸	۲-۶-۶ جاذب اتیلن.....
۲۴۰	۳-۶-۶ ویژگی CO_2/O_2 و رطوبت.....
۲۴۱	۴-۶-۶ اثرات ضد میکروبی.....
۲۴۲	۵-۶-۶ اثرات آنتی اکسیدانی.....
۲۴۲	۶-۶-۶ چالش‌های فناوری بسته‌بندی نانو در پس از برداشت.....
۲۴۳	۷-۶-۶ پوشش نانو دی اکسید سیلیکون.....
۲۴۴	۸-۶-۶ پوشش نانو دی اکسید تیتانیوم.....
۲۴۵	۹-۶-۶ پوشش نانو اکسید روی (ZnO).....
۲۴۵	۱۰-۶-۶ پوشش نانو نقره Ag
۲۴۶	۱۱-۶-۶ پوشش‌های نانو ترکیب شده با عصاره‌های گیاهی و اسانس‌ها.....
۲۴۷	۱۲-۶-۶ چالش‌ها و آینده فناوری نانو پوشش در پس از برداشت.....
۲۴۸	۱۳-۶-۶ میکرو/نانو-حباب‌ها در پس از برداشت میوه‌ها و سبزیجات.....

۲۵۰	۶-۶-۱۴ میکرو/نانو-حباب‌های اُژن (O_3)
۲۵۲	۶-۶-۱۵ میکرو/نانو-حباب‌های CO_2
۲۵۳	۶-۶-۱۶ میکرو/نانو-حباب‌های 1-MCP
۲۵۳	۶-۶-۱۷ میکرو/نانو-حباب‌های H_2
۲۵۴	۶-۶-۱۸ چالش‌ها و آینده فناوری میکرو/نانو-حباب (MNB) در پس از برداشت
۲۵۶	خلاصه فصل ششم
۲۵۷	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم
۲۵۹	فصل هفتم. انبار اتمسفر کنترل شده
۲۵۹	هدف کلی
۲۵۹	هدف‌های یادگیری
۲۵۹	مقدمه
۲۶۲	۷-۱ مزایا
۲۶۳	۷-۱-۱ کاهش متابولیسم تنفسی
۲۶۳	۷-۱-۲ کاهش فعالیت آنزیمی
۲۶۳	۷-۱-۳ کاهش یا ممانعت از فرایند اکسیداسیون
۲۶۳	۷-۱-۴ کاهش یا ممانعت از بیوستتز و عمل اتیلن
۲۶۳	۷-۱-۵ کاهش از دست رفتن ویتامین‌ها
۲۶۴	۷-۱-۶ کنترل عوامل بیماری‌زا
۲۶۴	۷-۱-۷ کنترل حشرات
۲۶۵	۷-۱-۸ کنترل نابسامانی‌های فیزیولوژیکی
۲۶۵	۷-۱-۹ کنترل رسیدگی و پیری
۲۶۵	۷-۱-۱۰ حفظ کیفیت و عمر پس از برداشت و ماندگاری قفسه‌ای
۲۶۵	۷-۲ اثرات منفی بالقوه
۲۶۵	۷-۲-۱ شرایط بی‌هوایی
۲۶۵	۷-۲-۲ تغییرات در طعم
۲۶۶	۷-۲-۳ اختلالات فیزیولوژیکی
۲۶۶	۷-۲-۴ افزایش حساسیت به پوسیدگی
۲۶۶	۷-۳ انواع سیستم‌های CA مورد استفاده برای ذخیره‌سازی
۲۶۶	۷-۳-۱ اتمسفرهای اصلاح شده (تغییر یافته)
۲۶۶	۷-۳-۲ اتمسفرهای کنترل شده
۲۶۸	۷-۳-۳ CA معمولی
۲۶۹	۷-۳-۴ CA سریع
۲۶۹	۷-۳-۵ CA با اکسیژن کم (حدود ۲ کیلو پاسکال O_2 و حدود ۲ کیلو پاسکال CO_2)
۲۷۰	۷-۳-۶ CA با اکسیژن بسیار کم (حدود ۱ کیلو پاسکال O_2 و حدود ۲/۵-۱ کیلو پاسکال CO_2)
۲۷۰	۷-۳-۷ CA با اکسیژن بیش از حد کم (کمتر از ۱ کیلو پاسکال O_2 و کمتر از ۱ کیلو پاسکال CO_2)

۲۷۱	۸-۳-۷ تنش اکسیژن کم (O_2 کمتر از ۰/۷ کیلو پاسکال برای مدت چند روز).....
۲۷۱	۹-۳-۷ تنش اکسیژن کم مقدماتی (O_2 کمتر از ۰/۵ کیلو پاسکال برای ۱۵ تا ۲۰ روز).....
۲۷۱	۱۰-۳-۷ اتمسفر کنترل شده پویا (DCA) (O_2 کمتر از ۰/۶ کیلو پاسکال و CO_2 کمتر از ۰/۹ کیلو پاسکال).....
۲۷۳	۱۱-۳-۷ CA با دی اکسیدکربن بالا.....
۲۷۴	۱۲-۳-۷ CA با اتیلن کم (کمتر از ۱ پی پی ام C_2H_4) (LECA).....
۲۷۵	۱۳-۳-۷ استفاده از حشره کش MA/CA جهت مبارزه با آفات.....
۲۷۵	۱۴-۳-۷ انبار کم فشار.....
۲۷۷	۴-۷ نکات ایمنی برای ساخت اتاق های CA.....
۲۷۸	۱-۴-۷ عایق بندی.....
۲۸۰	۲-۴-۷ عایق گاز.....
۲۸۱	۳-۴-۷ گذرگاه های لوله ای عایق بندی شده.....
۲۸۱	۴-۴-۷ تست فشار.....
۲۸۳	خلاصه فصل هفتم.....
۲۸۵	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل هفتم.....

۲۸۹	فصل هشتم. فناوری نگهداری پس از برداشت غلات و حبوبات.....
۲۸۹	هدف کلی.....
۲۸۹	هدف های یادگیری.....
۲۸۹	مقدمه.....
۲۹۴	۱-۸ حفظ و نگهداری.....
۲۹۵	۲-۸ مدیریت آفات پس از برداشت.....
۲۹۶	۱-۲-۸ پرتو دهی (IR).....
۲۹۷	۲-۲-۸ گرمایش با فرکانس رادیویی (RF).....
۲۹۸	۳-۲-۸ فرورسوخ.....
۲۹۹	۴-۲-۸ مایکروویو.....
۲۹۹	۵-۲-۸ دود دهی.....
۳۰۰	۳-۸ اتمسفر کنترل شده.....
۳۰۱	۱-۳-۸ دی اکسیدکربن (CO_2).....
۳۰۱	۲-۳-۸ نیتروژن (N_2).....
۳۰۲	۴-۸ فناوری های خشک کردن.....
۳۰۴	۱-۴-۸ طبقه بندی خشک کن های خورشیدی.....
۳۰۴	۱-۱-۴-۸ خشک کن خورشیدی از نوع مستقیم.....
۳۰۶	۲-۱-۴-۸ خشک کن خورشیدی نوع غیرمستقیم.....
۳۰۶	۳-۱-۴-۸ خشک کن خورشیدی نوع ترکیبی.....
۳۰۹	۵-۸ ذخیره سازی حبوبات غلات.....

۳۱۱	 ۶-۸ سیلو
۳۱۲	 ۷-۸ کیسه‌های هرمتی یا پيله‌ها
۳۱۴	 خلاصه فصل هشتم
۳۱۵	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هشتم
۳۱۹	 پاسخنامه
۳۲۱	 منابع

پیشگفتار

همراه با افزایش تولید محصولات کشاورزی، به‌ویژه میوه‌جات و سبزیجات، تلفات پس از برداشت نیز به دلیل عدم نگهداری، و نبود زیرساخت‌های زنجیره سرد پس از برداشت مناسب، در حال افزایش است که حدود ۳۰ تا ۳۵ درصد از کل تولید را شامل می‌شود. هدف نهایی تولید محصولات زراعی و باغی، ارائه محصول باکیفیت و باقیمت مناسب برای مصرف‌کنندگان است. اکثر محصولات تازه بسیار فاسدشدنی هستند و تلفات پس از برداشت تحت روند فعلی مدیریت پس از برداشت بسیار قابل توجه است که برای برآورده کردن الزامات در بسیاری از کشورها کافی نیست. تجارت در بخش‌های حمل‌ونقل، بسته‌بندی و تجهیزات ذخیره‌سازی برای محصولات کشاورزی، چشم‌انداز خوبی را در سراسر جهان ارائه می‌دهد. فناوری موجود پس از برداشت برای محصولات تازه باغی، سنتی است و نیاز مبرمی به نوسازی، ایجاد و رواج نوآوری‌ها در این بخش، به‌ویژه در زمینه میوه‌جات و سبزیجات برای کاهش ضایعات در مقیاس بزرگ وجود دارد.

دستاوردهای قابل توجهی در چند سال گذشته برای کاهش تلفات پس از برداشت در محصولات تازه و همچنین تضمین امنیت غذایی حاصل شده است. این موارد شامل پیشرفت در درک اصلاح محصولات باغی برای بهبود کیفیت است. فیزیولوژی پس از برداشت؛ آسیب‌شناسی و حشره‌شناسی پس از برداشت؛ مدیریت پس از برداشت میوه‌جات، سبزیجات و گل‌ها؛ فناوری‌های غیر مخرب برای ارزیابی کیفیت محصول؛

حداقل فراوری میوه‌جات و سبزیجات؛ و همچنین نوآوری در فناوری بسته‌بندی و ذخیره‌سازی محصولات تازه و پیشرفت در رویکردهای مولکولی پس از برداشت، راه‌های جدیدی را برای افزایش ماندگاری محصولات تازه باز می‌کند.

این کتاب، فناوری پس از برداشت محصولات باغی، پیشرفت‌های فوق‌الذکر در بهبود کیفیت پس از برداشت محصولات تازه باغی را پوشش می‌دهد. کتاب از ۷ فصل تشکیل شده است. فصل اول درک اخیر عوامل قبل و بعد از برداشت را که مسئول کیفیت میوه‌جات و سبزیجات تازه هستند، توضیح می‌دهد. این فصل تجزیه و تحلیل عمیقی از جنبه‌های مختلف شیوه‌های پس از برداشت و طبقه‌بندی محصولات بر همین اساس ارائه می‌دهد. فصل دوم وقایع مختلف رسیدن و تغییرات میوه‌جات و سبزیجات در حین رسیدگی و تجزیه و تحلیل مورد استفاده برای ارزیابی کیفیت کالاهای تازه را مورد بحث قرار می‌دهد. برای بحث بهتر در این فصل مثال‌های مختلفی ذکر شده است. عوامل قبل از برداشت عمدتاً مسئول تأثیر بر کیفیت پس از برداشت محصولات تازه هستند و رویکردهای اصلاحی از اهمیت زیادی برخوردار است. فصل‌های سوم و چهارم به‌طور مفصل در مورد تنفس، عوامل مؤثر و انواع محصولات باغی از لحاظ تنفس و نگهداری و انبارمانی محصولات باغی برای بهبود کیفیت پس از برداشت میوه‌جات و سبزیجات بحث می‌کنند. فصل پنجم با بیماری‌ها و ضایعات فیزیولوژیک میوه و سبزی در انبار سروکار دارد. یک بحث عمیق در مورد فناوری‌های مدیریت بیماری پس از برداشت در این فصل ارائه شده است. چندین آفات حشره بر کیفیت کالای تازه تأثیر می‌گذارند. آلودگی درست از مرحله قبل از برداشت شروع می‌شود و آلودگی تا پس از برداشت همچنان یک مشکل باقی می‌ماند. فصل ششم پیشرفت در سیستم‌های بسته‌بندی و حمل و نقل محصولات تازه را شرح می‌دهد. فصل هفتم انبار با اتمسفر کنترل شده و تغییر یافته و اثرات و اهمیت آن در پس از برداشت میوه‌جات و سبزیجات را مورد بحث قرار می‌دهد؛ و در انتها در فصل هشتم به بحث فناوری نگهداری پس از برداشت غلات و حبوبات پرداخته می‌شود. این کتاب یک مرجع استاندارد برای صنعت محصولات تازه در مدیریت پس از برداشت برای افزایش ماندگاری با حفظ کیفیت غذایی و حسی و افزایش ایمنی محصولات تازه خواهد بود.

دکتر وحید توللی

فصل اول

تکنولوژی پس از برداشت محصولات باغی

هدف کلی

آشنایی با کلیات و اهمیت فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت فراورده‌های باغبانی.

هدف‌های یادگیری

پس از مطالعه این فصل دانشجو قادر خواهد بود:

۱. هدف‌های فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت را بیان کند.
۲. طبقه‌بندی محصولات باغی را به‌منظور تسهیل کار پس از برداشت آن‌ها بیان کند.
۳. ویژگی‌های پس از برداشت میوه‌جات مختلف را بر اساس منشأ و نیازهای اقلیمی شرح دهد.
۴. فرازگرا و نافرزگرا بودن محصولات بر اساس تنفس و تولید اتیلن را توضیح دهد.
۵. مسیر بیوستز اتیلن و چرخه یانگ را شرح دهد.
۶. طبقه‌بندی محصولات را بر اساس روش‌های پیش‌خنک‌سازی، مقاومت به گازهای اتمسفر و فسادپذیری نسبی نام ببرد.

مقدمه

محصولات باغی به‌ویژه میوه‌جات و سبزیجات برای تغذیه انسان ضروری است و برای یک رژیم غذایی سالم به‌شدت توصیه می‌شود. بیش از ۷۰۰ میلیون تن میوه سالانه در جهان تولید می‌شود. بیشترین مقدار آن در آسیا و پس از آن در قاره آمریکا، آفریقا،

اروپا و اقیانوسیه تولید می‌شود. چین به‌تنهایی سالانه حدود ۳۰۰ میلیون تن میوه تولید می‌کند. یک لیست طولانی از انواع بسیار متنوع میوه‌جات به‌طور جهانی تهیه می‌شود که محبوب‌ترین‌ها شامل موز و سیب و به دنبال آن انگور و پرتقال است. حدود ۱۲۲۳ میلیون تن سبزی و صیفی‌جات سالانه نیز در سراسر جهان تولید می‌شود که بیشتر در آسیا و پس از آن در اروپا، آمریکا و اقیانوسیه است. چین نیز با حجم تولید نزدیک به ۱۷۰ میلیون تن در تولید سبزیجات پیشرو است و پس از آن هند با حدود ۴۰ میلیون تن قرار دارد. محصولات باغی به اقتصاد بسیاری از کشورها کمک قابل توجهی می‌کند. به‌عنوان مثال کل مزرعه درآمد حاصل از سبزیجات در ایالات متحده ۲۰,۵۸۸,۸۴۱,۰۰۰ دلار است و ارزش محموله سبزیجات منجمد ایالات متحده به‌تنهایی ۹/۱ میلیارد دلار است. تجارت کالاهای تازه باغبانی، به‌ویژه میوه‌ها و سبزیجات، به‌دلیل افزایش چشمگیر اهمیت این مواد غذایی برای رژیم غذایی، تغذیه و سلامت انسان، در سراسر جهان افزایش یافته است. میوه‌جات و سبزیجات تازه به همراه محصولات فراوری شده آن‌ها برای سلامت رژیم غذایی انسان، در درجه اول به دلیل چندین مطالعه اپیدمیولوژیک که مزایای مرتبط سلامت با مصرف آن‌ها را نشان می‌دهد، ضروری هستند. میوه‌جات و سبزیجات تنوع و طعم را به غذاهای ما ارمغان می‌آورند. آن‌ها همچنین چندین نیاز غذایی ضروری مانند آسکوربیک اسید (ویتامین C) و سایر ویتامین‌ها مانند B6، A، تیامین، ریبوفلاوین و فولیک اسید، که برخی از آن‌ها را انسان نمی‌تواند سنتز کند و باید از رژیم غذایی مناسب به دست آید، برآورده می‌کنند. میوه‌جات و سبزیجات منابع مهمی از چندین جزء تغذیه‌ای دیگر مانند کربوهیدرات‌ها و مواد معدنی نیز هستند. فیبرهای غذایی تأمین شده توسط میوه‌جات و سبزیجات در رژیم غذایی انسان به‌طور فزاینده‌ای به‌منظور به حداقل رساندن برخی از بیماری‌های مرتبط با سبک زندگی مدرن بوده است. سایر ترکیبات مهم سلامتی شامل رنگدانه‌هایی مانند کاروتنوئیدها، فلاونوئیدها و پلی فنول‌ها و سایر مواد مغذی گیاهی می‌باشد. شواهد قوی وجود دارد که مصرف میوه و سبزیجات به دلیل داشتن مواد فیتوشیمیایی بسیار مهم، می‌تواند از تعدادی از بیماری‌های مزمن غیرواگیر از جمله بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت، چاقی، سرطان و دستگاه تنفسی جلوگیری کند. مواد فیتوشیمیایی ترکیبات گیاهی غیر مغذی زیست فعالی هستند که در میوه‌جات، سبزیجات، غلات و غیره یافت می‌شوند و با کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن عمده مرتبط هستند.

آن‌ها تقریباً در همه غذاهای گیاهی وجود دارند و ذاتاً تأثیرات ظریف‌تری نسبت به مواد مغذی دارند. مواد فیتوشیمیایی می‌توانند در مقادیر نسبتاً بالایی در محصولات باغی انباشته شوند و به نظر می‌رسد نقش‌های مکمل بی‌شماری در چرخه زندگی گیاه دارند. اگرچه این متابولیت‌های ثانویه، مواد شیمیایی فعال زیستی هستند که اعمال دارویی در انسان را انجام می‌دهند، در واقع برای تأمین بقاء یا استراتژی‌های انطباقی منحصربه‌فرد خود گیاه تولید می‌شوند. مصرف‌کنندگان به‌طور دائم از نقش پیشگیری‌کننده از بیماری و بهبوددهنده سلامتی توسط میوه‌جات و سبزیجات آگاه می‌شوند، به همین دلیل است که توسط برخی به‌عنوان غذاهای کاربردی طبقه‌بندی می‌شوند. از این رو، یک تمایل جهانی به افزایش مصرف میوه و سبزیجات به وجود آمده است؛ بنابراین در عصری که مصرف میوه‌جات و سبزیجات برای تغذیه و سلامت انسان روزبه‌روز ضروری‌تر به نظر می‌رسد، علم پس از برداشت معنای جدیدی پیدا می‌کند.

۱-۱ اهمیت فناوری پس از برداشت محصولات باغی

این واقعیت به‌خوبی شناخته شده است که میوه‌ها و سبزیجات به دلیل ماهیت فسادپذیری‌شان تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارند، از جمله: محتوای رطوبت بالا، نرخ بالای فعالیت‌های فیزیولوژیکی مانند تنفس و رسیدگی، حملات میکروبی، تغییرات سریع بیوشیمیایی نظیر فعالیت آنزیمی، نرم شدن بافت و سایر عوامل زیستی و غیرزیستی. فصل برداشت تقریباً تمام میوه‌ها و سبزیجات بسیار کوتاه است و معمولاً تنها ۱-۲ ماه طول می‌کشد. در این مدت کوتاه، میزان عرضه این محصولات فراوان است، اما با پایان فصل برداشت، موجودی آن‌ها به‌سرعت کاهش می‌یابد و ممکن است ظرف ۱-۲ ماه کاملاً از بازار حذف شوند. اینجاست که مدیریت پس از برداشت محصولات باغی اهمیت می‌یابد. اقداماتی نظیر حمل‌ونقل مناسب، بسته‌بندی و نگهداری در دمای پایین ایمن، حفظ زنجیره سرد در طول حمل‌ونقل و بازاریابی، و انجام تیمارهای پیش و پس از برداشت، با هدف افزایش عمر ماندگاری و کاهش ضایعات کلی، نقش حیاتی ایفا می‌کنند. این روش‌ها باعث می‌شوند میوه‌ها و سبزیجات در طول سال در دسترس باشند. فناوری‌های مدرن مانند نگهداری و حمل‌ونقل سردخانه‌ای، ذخیره‌سازی کنترل‌شده و اصلاح‌شده، پرتودهی، و فراوری محصولات به

شکل ارزش افزوده، از جمله راهکارهایی هستند که امکان دسترسی به میوه‌ها و سبزیجات را فراتر از فصل برداشت فراهم می‌کنند. به این ترتیب، مواد غذایی تولیدشده می‌توانند برای مصرف حفظ شوند و به‌طور غیرمستقیم دسترسی به غذا افزایش یابد. توجه به مفهوم کاهش ضایعات غذایی پس از برداشت به‌عنوان راهکاری مهم برای افزایش دسترسی به غذا، در کنفرانس جهانی غذا که در سال ۱۹۷۴ در رم برگزار شد، مطرح شد. در هفتمین جلسه مجمع عمومی سازمان ملل متحد در سال ۱۹۷۵، قطعنامه‌ای به تصویب رسید که خواستار کاهش ۵۰ درصدی ضایعات پس از برداشت تا سال ۱۹۸۵ بود. در سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO)^۱، پس از مشورت با هیئت حاکمه خود، پیشگیری از ضایعات غذایی به‌عنوان یک حوزه اولویت‌دار مشخص شد و یک برنامه عملیاتی از اوایل سال ۱۹۷۸ به اجرا درآمد. برنامه پیشگیری از ضایعات غذایی FAO تا مدت‌ها بر غلات غذایی پایدار که در رژیم غذایی روزانه نقش برجسته‌ای داشتند، متمرکز بود. در ماه مه ۱۹۸۰، یک مشاوره تخصصی در زمینه پیشگیری از ضایعات در محصولات فسادپذیر، به‌ویژه میوه‌ها و سبزیجات، در رم برگزار شد. در سال‌های اخیر، کنفرانس‌های بین‌المللی متعددی با تمرکز بر توسعه پایدار و استراتژی‌های کاهش ضایعات در محصولات کشاورزی برگزار شده‌اند. یکی از این کنفرانس‌ها، «کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، استراتژی‌ها و چالش‌ها» است که به موضوعاتی نظیر تولید انرژی زیست‌توده از ضایعات برنج و بهینه‌سازی هزینه آب‌شیرین‌کن‌های خورشیدی پرداخته است. همچنین، سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) برنامه‌ها و کارگاه‌های آموزشی متعددی را در زمینه کاهش ضایعات پس از برداشت و بهبود زنجیره تأمین میوه‌ها و سبزیجات برگزار کرده است. این برنامه‌ها با هدف انتقال دانش و فناوری‌های نوین به کشورهای در حال توسعه و بهبود روش‌های نگهداری و حمل‌ونقل محصولات کشاورزی انجام می‌شوند. علاوه بر این، در سطح ملی و منطقه‌ای نیز نشست‌ها و کارگاه‌های متعددی با محوریت کاهش ضایعات میوه‌ها و سبزیجات برگزار شده است. این جلسات با مشارکت دانشگاه‌ها، مؤسسات تحقیقاتی و سازمان‌های دولتی و غیردولتی به‌منظور تبادل تجربیات و بهبود روش‌های مدیریت پس از برداشت تشکیل می‌شوند.

۱. Food and Agriculture Organization. سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد

محصولات باغی به طور کلی و میوه‌ها و سبزیجات به طور خاص، مقدار زیادی ضایعات ارزشمند مانند بخش‌های غیرقابل خوردن گیاه را تولید می‌کنند که معمولاً به عنوان زباله دور ریخته می‌شوند. با این حال، اگر این ضایعات در زمان مناسب و به طور مفید استفاده شوند، می‌توان از آن‌ها محصولات ارزش افزوده تولید کرد. سبزیجاتی مانند گل کلم، نخودفرنگی، سبزیجات برگ‌ری و غیره را می‌توان به صورت اولیه یا حداقلی فراوری کرد تا بخش‌های غیرقابل خوردن پیش از ارسال به بازارهای کلان‌شهری حذف شوند. این محصولات باید در ایستگاه‌های بسته‌بندی مناسب در هر شهرستان به صورت واحد بسته‌بندی شوند. این فرایند باعث کاهش هزینه‌های حمل و نقل و جابه‌جایی بخش‌های غیرقابل خوردن شده و غذای آماده‌ای را در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌دهد. مصرف‌کنندگان تمایل دارند قیمت بالاتری برای این محصولات آماده پرداخت کنند، زیرا این محصولات علاوه بر صرفه‌جویی در زمان، کار و فضای آشپزخانه، راحتی بیشتری فراهم می‌کنند. به طور مشابه، موز باید به صورت خوشه‌ای (دسته‌ای) مانند سایر کشورها حمل شود. هر ایستگاه بسته‌بندی باید امکانات فراوری داشته باشد. میوه‌ها و سبزیجاتی که به صورت فیزیکی آسیب دیده‌اند اما آلودگی ندارند و در انبار فاسد می‌شوند، می‌توانند در این ایستگاه‌ها به محصولات فراوری شده با دوام و ارزش افزوده تبدیل شوند. استفاده از این محصولات آسیب‌دیده به کاهش قیمت محصول اصلی کمک می‌کند و باعث می‌شود محصولات فراوری شده برای افراد بیشتری قابل دسترس باشد. میوه‌ها و سبزیجات ذاتاً فسادپذیر هستند و نمی‌توان آن‌ها را برای مدت طولانی ذخیره کرد. حدود ۲۵-۳۰ درصد از کل تولید برای فروش تازه مناسب نیست و به عنوان محصولات مردود^۱ شناخته می‌شوند. این محصولات ممکن است اندازه کوچک یا بزرگ داشته باشند، شکل نامتعارف یا معیوب باشند، و از لحاظ فیزیکی آسیب دیده باشند اما در زمان برداشت از نظر میکروبی سالم باشند. این محصولات معمولاً یا با قیمت ناچیز فروخته می‌شوند یا به حال خود رها می‌شوند تا فاسد شوند؛ اما اگر به محصولات فرعی ارزش افزوده فراوری شوند، می‌توان از این حجم زیاد تولید بهره‌برداری کرد. واحدهای فراوری میوه و سبزیجات نیز مقدار زیادی ضایعات ارزشمند مانند پوست، هسته و سایر بخش‌های غیرقابل خوردن گیاه تولید